

露BOR-60でのODSフェライト鋼燃料ピン  
の限界照射試験（1）  
— 契約締結から照射試験開始まで —  
(研究報告書)

2004年3月



核燃料サイクル開発機構  
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）

ファックス：029-282-7980

電子メール：[jserv@jnc.go.jp](mailto:jserv@jnc.go.jp)

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-Ken 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2004

2004 年3月

## 露BOR-60でのODSフェライト鋼燃料ピンの限界照射試験(1)

— 契約締結から照射試験開始まで —

皆藤 威二<sup>\*1)</sup>、鵜飼 重治<sup>\*1)</sup>、関 正之<sup>\*2)</sup>Alexander A.MAYORSHIN<sup>\*3)</sup>、Oleg V.SHISHALOV<sup>\*3)</sup>

## 要 旨

核燃料サイクル開発機構（JNC）が開発したフェライト系では世界最高の内圧クリープ強度と優れた延性を有する酸化物分散強化型（ODS）フェライト鋼被覆管とロシア原子炉科学研究所（RIAR）の振動充填MOX燃料の双方の技術を組み合わせた燃料ピン照射試験を、2003年6月26日よりRIARの高速実験炉BOR-60で開始した。これは、日露FBRサイクル協力のもとで、JNCが進めている実用化戦略調査研究（FS）においてプラント熱効率向上の観点から高温（700°C）での使用に耐え、かつ、高燃焼度化（目標取出平均燃焼度15万MWd/t、はじき出し損傷量約250dpa）を達成するために開発しているODSフェライト鋼被覆管の実用化見通し判断を早期に行おうとするものである。そのため、被覆管肉厚中心温度は、FSにおける燃料設計のノミナルとホットスポット温度に相当する650°C、700°Cで照射している。

本報告書は、契約締結から照射試験開始までに実施した以下の項目についてまとめたものである。

- (1) ODSフェライト鋼被覆管製造
- (2) JNCにおける上部端栓溶接
- (3) RIARにおける先行溶接試験
- (4) 燃料ピン設計
- (5) 燃料ピン製造・検査
- (6) 燃料集合体組立・検査
- (7) 照射試験

\*1) 核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター システム技術開発部 核燃料工学グループ

\*2) 核燃料サイクル開発機構 東海事業所 環境保全・研究開発センター 先進リサイクル研究開発部 プルトニウム燃料開発グループ

\*3) ロシア原子炉科学研究所

March, 2004

**Irradiation limit test of ODS ferritic steels fuel pins in BOR-60 (1)**

- From contract conclusion to irradiation start -

Takeji KAITO<sup>\*1)</sup>, Shigeharu UKAI<sup>\*1)</sup>, Masayuki SEKI<sup>\*2)</sup>

Alexander A.MAYORSHIN<sup>\*3)</sup>, Oleg V.SHISHALOV<sup>\*3)</sup>

**Abstract**

Oxide dispersion strengthened (ODS) ferritic steels were developed as a long life fuel cladding by Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) in order to attain irradiation temperature of 700°C and core average burnup of 150GWd/t, equivalent neutron dose as high as 250dpa. In order to confirm and demonstrate the ODS fuel pin integrity, the irradiation test in the combination of ODS ferritic claddings and vibro-packed MOX fuel developed by Research Institute of Atomic Reactors (RIAR) has been carried out in the frame of Japan-Russia FBR cycle cooperation. The irradiation test in BOR-60 has started since June, 2003, keeping peak cladding temperature of 650°C and 700°C, which correspond to the nominal and hot-spot temperature feasibility fuel design study. The target burnup of this irradiation test is up to 150GWd/t.

This report summarizes the following items.

- (1) Manufacturing of ODS ferritic claddings
- (2) Upper end-plug welding in JNC
- (3) Preliminary welding test in RIAR
- (4) Fuel pin design
- (5) Fuel pin fabrication and inspection
- (6) Fuel assembly fabrication and inspection
- (7) Irradiation test

---

\*1) Nuclear Fuel Research Group, System Engineering Technology Division,  
O-arai Engineering Center, JNC

\*2) Plutonium Fuel Technology Group, Advanced Fuel Recycle Technology Division,  
Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Tokai Works, JNC

\*3) Research Institute of Atomic Reactors (RIAR)

## 目 次

1. はじめに	1
2. 照射試験計画	2
2.1 共同研究契約	2
2.2 照射試験の概要	2
3. 照射試験準備	4
3.1 経緯	4
3.2 被覆管および端栓材の製造・検査	4
3.3 JNCにおける上部端栓溶接	6
3.4 RIARIにおける先行溶接試験	7
3.5 照射条件評価	11
3.6 燃料ピン設計	12
3.7 燃料ピン製造・検査	15
3.8 燃料集合体組立・検査	18
4. 照射試験	19
4.1 照射試験の開始	19
4.2 照射試験の現状	19
5. おわりに	21
6. 参考文献	22

付録1 ODS鋼被覆管の製造・検査データ

付録2 ODS鋼端栓材の製造・検査データ

## 表リスト

表 1 ODS鋼被覆管の検査基準	23
表 2 ODS鋼端栓材の検査基準	25
表 3 ODS鋼被覆管の化学組成および最終熱処理条件	26
表 4 BOR-60照射試験用燃料要素の溶接施工試験（上部端栓PRW接合）	27
表 5 BOR-60照射試験用燃料要素の検査基準（上部端栓PRW接合）	28
表 6 RIARIにおける先行溶接試験結果	30
表 7 内圧バースト試験結果	32
表 8 引張試験結果	33
表 9 ワイヤ固定部の引張試験結果	34
表10 照射条件評価結果（照射試験スケジュール）	35
表11 ODS鋼燃料ピンの健全性評価結果（標準仕様：プレナム長さ=322mm）	36
表12 マルテンサイト系ODS鋼燃料ピンの 健全性評価結果（プレナム体積拡大、被覆管温度700°C）	37
表13 第1期取出しODS鋼燃料ピンの健全性評価結果（プレナム体積縮小）	38
表14 ODS鋼燃料ピンの仕様	39
表15 RIARIにおけるODS鋼燃料ピンの健全性評価結果	40
表16 MOX顆粒燃料の仕様および粒度分布	41
表17 UO <sub>2</sub> 顆粒燃料の仕様および粒度分布	42
表18 MOX+UO <sub>2</sub> 顆粒燃料の粒度分布	43
表19 ODS鋼燃料ピンの製造結果	44
表20 ODS鋼燃料ピンの検査結果	45

## 図リスト

図 1 ODS鋼燃料ピンのBOR-60照射試験計画（契約書ベース）	46
図 2 BOR-60試験燃料ピンおよび試験集合体の概略図	47
図 3 マルテンサイト系ODS鋼被覆管（Mm13）の引張試験結果	48
図 4 マルテンサイト系ODS鋼被覆管（Mm13）の 内圧クリープ破断試験結果	49
図 5 フェライト系ODS鋼被覆管（F13）の引張試験結果	51
図 6 フェライト系ODS鋼被覆管（F13）の内圧クリープ破断試験結果	52
図 7 RIARIにおける先行溶接試験（各溶接方法の概略図）	54
図 8 内圧バースト試験片の概略図	55
図 9 引張試験片の概略図	55
図10 上下端栓へのワイヤ固定方法概略図	56
図11 ODS鋼燃料ピンの集合体内配置および装荷計画	57
図12 第1期照射試験開始時の 燃料集合体内冷却材温度分布の解析結果（700°C照射）	58
図13 第2期照射試験開始時の 燃料集合体内冷却材温度分布の解析結果（700°C照射）	59
図14 第3期照射試験開始時の 燃料集合体内冷却材温度分布の解析結果（700°C照射）	60
図15 BOR-60の運転パターン例	61
図16 ODS鋼燃料ピンの概略図	62
図17 ODS鋼燃料ピンの製造・検査の工程フロー	63
図18 ODS鋼燃料ピンの密度分布およびPu分布の計測結果	64
図19 集合体内の燃料ピン配置	65
図20 ODS鋼燃料ピン集合体のBOR-60炉心内配置	66
図21 BOR-60の運転実績	67
図22 ODS鋼燃料ピンの照射温度履歴	68

## 写真リスト

写真 1 TIG-End face fusion法による溶接部の外観および断面写真	69
写真 2 TIG-End face fusion法による 溶接部の断面金相写真 (05Cr12Ni2Mo端栓)	70
写真 3 TIG-End face fusion法による 溶接部の断面金相写真 (EP-823端栓)	71
写真 4 TIG-End face fusion法による 溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)	72
写真 5 TIG溶接法による溶接部の断面写真	73
写真 6 TIG溶接法による溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)	74
写真 7 レーザー溶接法による溶接部の断面写真	75
写真 8 レーザー溶接法による 溶接部の断面金相写真 (05Cr12Ni2Mo端栓)	76
写真 9 レーザー溶接法による溶接部の断面金相写真 (EP-823端栓)	77
写真10 レーザー溶接法による 溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)	78
写真11 電子ビーム溶接法による溶接部の断面写真	79
写真12 電子ビーム溶接法による 溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)	80
写真13 内圧バースト試験後の試験片外観写真	81
写真14 引張試験後の試験片外観写真 (TIG-End face fusion法)	82
写真15 引張試験後の試験片外観写真 (レーザー溶接法)	83
写真16 下部端栓へのワイヤ固定後の外観写真	84
写真17 下部端栓へのワイヤ固定部の 断面金相写真 (マルテンサイト系ODS鋼被覆管)	85
写真18 下部端栓へのワイヤ固定部の 断面金相写真 (フェライト系ODS鋼被覆管)	85
写真19 製造したODS鋼燃料ピンの外観写真	86
写真20 燃料ピンへのワイヤ巻付け・固定作業	87
写真21 下部端栓溶接部の断面金相写真	90
写真22 ODS鋼燃料ピン集合体の外観写真	91

## 1. はじめに

酸化物分散強化型（ODS : Oxide Dispersion Strengthened）フェライト鋼被覆管は実用化燃料被覆管の有力候補材として目標取出平均燃焼度15at%（はじき出し損傷量250dpa）を達成するために開発中の被覆管材料であり、実用化戦略調査研究（FS）では2015年までにその技術的確証を得る計画としている。

このため、大洗工学センター システム技術開発部 核燃料工学グループ（核燃料Gr.）では、耐照射性を重視したマルテンサイト系(9Cr)と耐食性を重視したフェライト系(12Cr)の2種類のODS鋼被覆管の開発を進めている。これまでには、酸化物( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )で強化したODS鋼は非常に硬い材料であるため、実用化にとって不可欠な冷間圧延による薄肉細径長尺の燃料被覆管への加工は極めて困難であった。そこで、マルテンサイト系については $\alpha/\gamma$ 変態、フェライト系については再結晶技術を応用した組織制御技術を独自に開発し、冷間圧延による被覆管製造に成功した<sup>[1-3]</sup>。このようにして製造したODS鋼被覆管は、フェライト鋼としては世界最高の内圧クリープ破断強度（700°C、1万時間において120MPa）と優れた延性を有している。また、並行して炉外における各種強度試験を実施し、材料強度基準の整備を進めている。

この優れた特性を有するODS鋼被覆管の実用化見通しを判断するためには、原子炉内における燃料ピンとしてのふるまいを確認することが重要になる。そのため、日露FBRサイクル協力のもとで、MK-III改造工事中である「常陽」よりも早期に燃料ピン照射試験が可能なロシア原子炉科学研究所（RIAR : Research Institute of Atomic Reactors）の高速実験炉BOR-60を用いて先行的に限界照射試験を実施することとした。

2002年1月29日に核燃料サイクル開発機構（JNC）とRIARとの間で本照射試験に関する共同研究契約を締結し、その後、照射試験に向けた準備を進めてきた。2003年5月にはRIARでの燃料ピン製造を開始し、契約締結からほぼ1年半後の2003年6月26日に第1回目の照射試験を開始した。

本報告書は、契約締結から照射試験開始までに実施してきたJNCでの被覆管製造および上部端栓溶接、RIARでの先行溶接試験、燃料ピン設計、燃料ピンおよび燃料集合体の製造・検査の結果についてまとめたものである。

## 2. 照射試験計画

### 2.1 共同研究契約

本照射試験は日露FBRサイクル協力のもとで実施しているもので、日露FBR専門家会合および日露FBRコーディネーション会合での議論を経て共同研究の実施が決定され、2002年1月29日にJNCとRIARとの間で共同研究契約を締結した。契約締結までの経緯を以下に示す。

- ・2000年 7月 第2回日露FBR専門家会合
  - [協力項目の一つとして、ロシアの高速炉を用いたODS鋼被覆管の照射試験を実施することを確認]
- ・2000年12月 第2回日露FBRコーディネーション会合
  - [RIARを協力相手とし、RIARの有する高速実験炉BOR-60を用いたODS鋼燃料ピンの照射試験を実施することで合意]
- ・2001年 7月 2000年8月に出された政令に基づきプログラムに署名
- ・2002年 1月 共同研究契約締結

### 2.2 照射試験の概要

本照射試験は、核燃料Gr.にて開発を進めてきた2種類のODS鋼被覆管（マルテンサイト系、フェライト系）とRIARの振動充填MOX燃料製造技術を組み合わせた燃料ピン照射試験である。また、FSフェーズ2~3においてODS鋼被覆管の実用化見通しを判断するとともに、MOX燃料との化学的相互作用（FCCI: Fuel-Cladding Chemical Interaction）を評価し、鋼種の選定に反映することを主な目的として、「常陽」MK-IIIでの燃料ピン照射試験に先行して実施するものである。

照射試験用燃料ピンは東海事業所 環境保全・研究開発センター 先進リサイクル研究開発部 プルトニウム燃料開発グループ（プル開Gr.）で開発を進めてきた加圧抵抗溶接（PRW: Pressurized Resistance Welding）法により上部端栓溶接したODS鋼被覆管を支給し、燃料ピンの製造・検査、燃料集合体の組立、照射試験および照射後試験はRIARで実施する。

契約書に基づく全体計画を図1に示す。FSで検討している被覆管温度はノミナル条件で650°C、ホットスポット条件で700°Cであることから、本照射試験では被覆管温度650°Cと700°Cの2体の燃料集合体（19本ピンバンドル）を照射する。BOR-60試験燃料ピンおよび試験集合体の概略図を図2に示す。また、途中2回の燃料ピン取り出し・照射後試験を行なながら最終的に2008年まで継続照射する計画であり、このときのピーク燃焼度は15at%（細径ピンでの加速照射であることから、はじき出し損傷量は75dpa）に達する計画である。

なお、今回開始した第1期照射試験は、契約書ベースでは2004年11月にピーク燃焼度5at%（はじき出し損傷量は25dpa）を達成する予定であり、一部の燃料ピンについては燃料集合体から取り出し、照射後試験を行う計画である。

### 3. 照射試験準備

#### 3.1 経緯

本照射試験に関する契約が締結された2002年1月以降、第1回目の照射試験を開始するまでの経緯を以下に示す。また、その間に実施したJNCでの被覆管製造および上部端栓溶接、RIARでの先行溶接試験、燃料ピンの設計および製造・検査等の結果について後述する。

- ・ 2002年 5月 第1回技術会議  
〔 RIARでの先行溶接試験結果の確認、照射試験開始までのスケジュールについて協議・調整 〕
- ・ 2002年 9月 第2回技術会議  
(燃料ピン設計、照射条件および下部端栓溶接法について協議・調整)
- ・ 2002年11月 口上書発出、輸出許可申請
- ・ 2002年12月 被覆管輸出 ⇒ 2003年 1月 RIAR着
- ・ 2003年 2月 第3回技術会議  
(燃料ピン設計・製造仕様の確定、製造・検査スケジュールの調整 )
- ・ 2003年 5月 第4回技術会議  
(燃料ピン製造・検査の立会い )
- ・ 2003年 6月 第5回技術会議  
〔 燃料ピンおよび燃料集合体の製造・検査の最終書類確認、照射試験開始の確認 〕

#### 3.2 被覆管および端栓材の製造・検査

##### 3.2.1 被覆管および端栓材の検査基準

JNCで開発したODS鋼被覆管をBOR-60での燃料ピン照射試験に供するにあたり、RIARから要求された被覆管および端栓材の検査基準について確認・協議した。

###### (1) 被覆管

RIARから要求された主な検査項目は、外観検査、寸法検査および超音波探傷検査であり、JNCの判定基準はRIARの判定基準を満足していることを確認した。被覆管の検査基準を表1に示す。

###### (2) 端栓材

RIARから要求された検査項目は、外観検査、表面粗さ検査および超音波探傷検査である。このうち、表面粗さ検査、超音波探傷検査はJNCの判定基準よりも厳しいものであったが、被覆管と端栓との接合面が健全であることが保証できれば、端栓材に対する要

求はそれほど厳しくする必要は無いとのRIARの判断により、JNCの検査基準で了承された。端栓材の検査基準を表2に示す。

### (3) RIARでの受入検査

RIARで行う上部端栓付ODS鋼被覆管の受入検査は外観検査、寸法検査およびリーク検査であり、それ以外はJNCで実施した検査結果の書類確認を行うのみである。

### 3.2.2 被覆管の製造・検査

本照射試験に供するODS鋼被覆管は、マルテンサイト系については $\alpha/\gamma$ 変態、フェライト系については再結晶技術を応用してJNCで独自に開発した組織制御技術<sup>[1-3]</sup>を用い、2001年度に製造したものである。

- ・マルテンサイト系 (Mm13) : 0.13C-9Cr-2W-0.2Ti-0.35Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- ・フェライト系 (F13) : 0.03C-12Cr-2W-0.3Ti-0.23Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

これら被覆管の化学組成および最終熱処理条件を表3に、製造および検査データを付録1に示す。

Mm13被覆管の引張試験結果を図3に、内圧クリープ破断試験結果を図4に示す。それぞれの図には1999年度材 (M11) のデータをあわせて示した。これらの図から明らかのように、Mm13被覆管はM11被覆管に比べ強度特性に劣っていることがわかる。この原因については、鋼中に含まれる過剰酸素 (Ex.O) 量の影響<sup>[4]</sup>であることが明らかとなっており、その対策も確立している。

F13被覆管の引張試験結果を図5に、内圧クリープ破断試験結果を図6に示す。それぞれの図には1999年度材 (F11) のデータをあわせて示した。F13被覆管は圧延途中の軟化熱処理時に再結晶が生じてしまったため、最終熱処理時に理想的な再結晶組織が得られなかつた。これらの図から明らかのように、F13被覆管はF11被覆管に比べ若干強度特性に劣っていることがわかる。

このように、Mm13、F13ともに必ずしも目標とする1999年度材相当の性能を有する被覆管ではないことが判明した。本照射試験は主として被覆管の内面腐食 (FCCI) を評価して鋼種の選定に反映することが主な目的であることから、基本的な化学組成や製造方法が同じであるODS鋼被覆管を用いた照射試験により、上記目的を達成可能と考えられる。

なお、後述する燃料ピン設計に必要なこれら被覆管の設計評価式については、参考文献 [5] 「BOR-60照射試験用ODS鋼被覆管の設計評価暫定式の策定」(JNC TN9400 2002-061) にまとめるとともに、RIARに提示した。

### 3.2.3 端栓材の製造・検査

本照射試験に供するODS鋼燃料ピンの上部端栓については、被覆管と同一組成のODS鋼を用いた。これら端栓材の製造および検査データを付録2に示す。

なお、下部端栓については、上部端栓に比べ照射温度が330°C程度と低いこと、燃料充

填後にRIARで下部端栓溶接を行うこと等の理由により、RIARで所有している以下のフェライト一マルテンサイト鋼のいずれかを用いることとした。

- ・ 05Cr12Ni2Mo : 0.05C-12Cr-1.2Ni-0.8Mo-0.3Mn-0.12Si
- ・ EP-823 : 0.16C-12Cr-1.1Si-0.6Mo-0.5Ni-0.5Mn-0.5W-0.2V-0.2Nb

### 3.3 JNCにおける上部端栓溶接

2.2項で述べた通り、本照射試験での被覆管温度は650°Cと700°Cであり、上部端栓溶接部については高温強度が求められる。このことから、上部端栓溶接についてはODS鋼端栓溶接の本命としてプル開Gr.で開発を進めてきたPRW法により行った。

上部端栓を溶接したODS鋼被覆管は、後述する検査基準に基づく検査を実施し、RIARから指示のあった証明書とともにRIARIに送付した。

なお、上部端栓溶接の詳細については参考文献[6]「BOR-60照射試験用上部端栓付ODS鋼被覆管の製造」(JNC TN8430 2003-003)を参照されたい。

#### 3.3.1 検査基準

JNCとRIARとでは端栓溶接部の検査基準の考え方が若干異なるため、RIARからの要求事項に基づきJNCで作成した検査基準について協議した。最終的に決定した上部端栓溶接部等の検査基準を表4および5に示す。

主な協議・決定事項は以下の通りである。

##### (1) 超音波探傷検査

超音波探傷法により溶接部にクラックおよび気孔が無いことを確認することとし、RIARIには合否の判定のみ報告する。

##### (2) Heリーク検査

JNCから提示した検査基準(リーク率は $3 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下)とする。また、高温側のHeリーク検査は全てRIARで実施する。

##### (3) 金相試験

溶接部の縦断面金相試験により、接合長さが被覆管肉厚の1.5倍以上であることを確認する。また、横断面金相試験も行い、クラックや介在物、気孔が無いことを確認する。

##### (4) 機械強度試験

RIARでは、外観検査、Heリーク検査および金相試験により溶接部の健全性を確認しており、通常、機械強度試験は行っていない。しかし、今回のODS鋼被覆管についてはR&D要素が強いため、室温および650°Cでの内圧試験(内圧8MPa × 保持時間1hr)を実施し、溶接部に変形等が生じないことを確認することとした。

なお、RIARへの報告は不要であるが、JNCの検査基準に従い、溶接施工試験において

室温と700°Cでの溶接部引張試験および内圧バースト試験の実施により溶接部の健全性を確認することとした。

### 3.3.2 品質保証

BOR-60照射試験用の上部端栓付ODS鋼被覆管の品質保証は、端栓と被覆管との溶接方法が従来と異なること、海外照射試験であること等から、「常陽」照射試験用燃料要素の品質保証体系をとることができない。そのため、JNC内での品質保証体制を整備する必要があることから、「BOR-60照射用炉心燃料要素 品質保証計画書」および各種作業要領書を作成し、これに従って作業を進めることとした。製造者となるブル開Gr.は、上記検査基準による検査を行い、依頼者となる核燃料Gr.の確認を得ることにより製品の品質保証を行うこととした。

#### (1) 部材検査

##### ①被覆管

- ・被覆管は依頼者側において健全性を確認した材料を用いる。

##### ②上部端栓

- ・端栓棒材は依頼者側において健全性を確認した材料を用いる。
- ・加工済端栓は、RIAR側の検査基準に準拠して実施する。

#### (2) 溶接部の品質保証

##### ①溶接施工試験

- ・溶接試験において決定した条件にて溶接施工試験を行い、表4に示す検査基準に従って試験検査を行い、溶接部の健全性を確認する。

##### ②上部端栓付ODS鋼被覆管の製造

- ・溶接施工試験において決定した溶接条件にて照射試験用の上部端栓付ODS鋼被覆管を製造し、表5に示す検査基準に従って試験検査を行い、溶接部の健全性を確認する。

#### (3) 製品検査

製造者側および依頼者側において、表5に示す検査基準に従って試験検査を行い、製品の健全性を確認する。

#### (4) 報告書の作成

製造者側は、製造報告書を作成し、依頼者側へ提出し、確認を得る。

### 3.4 RIARにおける先行溶接試験

RIARではODS鋼被覆管の溶接経験が無いため、グローブボックス内で顆粒燃料を振動充填した後に行う下部端栓溶接が健全に実施できるか否かが本照射試験を進める上で非常に重要な事項である。このため、契約締結後の2002年4月にJNCからODS鋼被覆管を送付し、

RIARにて先行溶接試験を実施した。

### 3.4.1 溶接法選定試験

RIARにて実施する下部端栓溶接法を選定するため、RIARで経験のある溶接法での予備試験を実施した。なお、下部端栓材については、照射温度が330°C程度と低いことから、RIARで所有しているロシア製フェライトーマルテンサイト鋼を候補材として選定した。

#### (1) 供試材

##### ①被覆管：JNCから送付した1999年度製造ODS鋼被覆管

- ・マルテンサイト系 (M11) : 0.13C-9Cr-2W-0.2Ti-0.35Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- ・フェライト系 (F11) : 0.03C-12Cr-2W-0.3Ti-0.23Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

##### ②端栓材：RIARで所有するフェライトーマルテンサイト鋼（およびオーステナイト鋼）

- ・05Cr12Ni2Mo : 0.05C-12Cr-1.2Ni-0.8Mo-0.3Mn-0.12Si
- ・EP-823 : 0.16C-12Cr-1.1Si-0.6Mo-0.5Ni-0.5Mn-0.5W-0.2V-0.2Nb
- (・12Cr18Ni10Ti : 0.12C-18Cr-10Ni-1.0Mn-0.59Ti-0.5Si-0.16Cu-0.11Mo-0.11Al)

#### (2) 溶接方法

##### ①TIG-End face fusion法

##### ②TIG溶接法

##### ③レーザー溶接法

##### ④電子ビーム溶接法

上記溶接方法の概略を図7に示す。①は、端栓の上面にアークを照射し、端栓を溶かして被覆管と溶接する方法であり、RIARにおいて振動充填燃料ピン製造で実際に採用されている実績のある方法である。②~④は、被覆管を回転させながら端栓との接合線上にアークあるいはビームを照射して溶接する方法で、JNCでも経験のある一般的な方法である。

#### (3) 溶接試験結果

上記4種類の溶接試験を実施した後、金相試験およびX線検査等により溶接部の健全性を確認した。結果のまとめを表6に、各溶接試験後の代表的な断面金相写真を写真1~12に示す。

①TIG-End face fusion法では、被覆管の違いによる差は無く、X線検査で不合格10~20%となつたが、それ以外の検査はすべて合格であった。また、端栓材としてはEP-823がもっとも良好である結果となつた。③レーザー溶接法では、試験数は少ないものの、いずれの被覆管、端栓材でも溶接部は健全であった。これに対し、②TIG溶接法および④電子ビーム溶接法では、オーステナイト鋼端栓 (12Cr18Ni10Ti) との組合せによる試験のみであったが、いずれの溶接法も写真6および12に示す通りマルテンサイト系の溶接部に粗大な気孔（プローホール）の形成が認められ不合格となつた。

この結果から、RIARで実施する下部端栓溶接法としては、TIG-End face fusion法かレーザー溶接法のいずれかを選定することとした。また、端栓材としては、TIG-End face fusion法による溶接試験ではEP-823がもっとも良好な結果を示したが、RIARでの在庫状況等を考慮し05Cr12Ni2Moを選定することとした。

### 3.4.2 溶接部強度試験

3.3.1で述べた通り、RIARでは、外観検査、Heリーク検査および金相試験により溶接部の健全性を確認しており、通常、機械強度試験は行っていない。しかし、JNCではこれら検査に加え、機械強度試験により溶接部の健全性を確認していることから、内圧バースト試験および引張試験の実施を要求した。これを受け、RIARにおいてTIG-End face fusion法およびレーザー溶接法で下部端栓溶接を行ったODS鋼被覆管について、内圧バースト試験および引張試験を実施した。なお、端栓材は05Cr12Ni2Moである。

#### (1) 内圧バースト試験

内圧バースト試験は、図8に示すように片端をTIG-End face fusion法、もう一方をレーザー溶接法にて端栓接合した試験片を用いて実施した。試験温度は室温および400°C、昇圧速度はいずれも20MPa/minである。試験結果を表7に示す。

室温での試験は、内圧を120MPa（被覆管にかかる周応力で960MPa）までに制限して実施した結果、マルテンサイト系、フェライト系のいずれも被覆管および溶接部での破断は認められなかった。400°Cの試験では、写真13に示す通り、マルテンサイト系、フェライト系のいずれもレーザー溶接部から端栓が抜けるように破断した。しかし、その破断応力は極めて高く、ODS鋼被覆管の強度に近い値が得られ、TIG-End face fusion法およびレーザー溶接法ともに溶接部強度は十分に確保されていると判断できる。

#### (2) 引張試験

引張試験は、図9に示すように両端をTIG-End face fusion法あるいはレーザー溶接法にて端栓接合した試験片を用いて実施した。試験温度は室温および400°Cである。試験結果を表8に示す。

写真14および15に示すように、引張試験ではすべて溶接部で破断した。しかし、TIG-End face fusion法による溶接部の破断強度はマルテンサイト系、フェライト系のいずれも被覆管と同等の強度を有しており、溶接部強度は十分に確保されていると判断できる。この結果に比べれば、レーザー溶接部の強度は低い傾向にあるが、十分な強度は有していると判断できる。ただし、いずれの溶接部も伸びが小さい点に注意しておく必要がある。

これらの結果を踏まえ、ODS鋼燃料ピンの下部端栓溶接法として、振動充填燃料ピン製造で実績があり、かつ、すでに燃料ピン製造ラインに設置されているTIG-End face fusion法を第一候補とすることとした。溶接法選定試験で良好な結果が得られたレーザー溶接法

については、溶接装置の購入、グローブボックス内への設置に要する時間の関係から第1期照射試験開始に間に合わないため、第2期照射試験用燃料ピン製造に間に合うよう引き続き整備を進めることとした。

### 3.4.3 ワイヤ固定方法の選定

#### (1) ワイヤ材質

当初計画では、ワイヤにはロシア製フェライトマルテンサイト鋼（EP-450）を使用する計画であった。しかし、RIARIにはEP-450製ワイヤの在庫が無く、新たに製造するにも第1期照射試験用燃料ピン製造に間に合わせることはできないため、BOR-60運転燃料で用いられているオーステナイト鋼ワイヤの使用が提案された。オーステナイト鋼ワイヤの使用制限値ははじき出し損傷量で85dpaまでであり、今回のODS鋼燃料ピン照射試験の最終目標であるはじき出し損傷量75dpaまでの照射は可能であることから、照射試験の早期開始を優先し、オーステナイト鋼ワイヤの使用を了解した。

なお、RIARではホットラボでのワイヤ再巻付けはできないとのことであり、はじき出し損傷量85dpaを超える継続照射は不可能である。

#### (2) ワイヤ固定試験

通常のBOR-60照射燃料ピンでは、ワイヤは被覆管にスポット溶接で固定されている。しかし、ODS鋼被覆管へのスポット溶接は好ましくないと判断し、上下端栓に固定することとした。固定方法としては、スポット溶接と玉留めの2通りの方法が提案された。

上部端栓への固定方法は、PRW法での上部端栓溶接に影響を及ぼすことから、端栓へのスリット加工が必要な玉留め法の採用は不可であり、スポット溶接法を採用することとした。また、下部端栓への固定方法についても、下部端栓溶接法としてTIG-End face fusion法を採用する場合には玉留め法の採用は不可であり、スポット溶接法を採用することとした。

スポット溶接法としては、RIARで実績のあるTIG、レーザーおよびPRWの3つのスポット溶接法が提案された。ただし、下部端栓溶接をTIG-End face fusion法で行う場合には、ワイヤ固定はTIGスポット溶接となる。上下端栓へのワイヤ固定の概略図を図10に示す。

これらの方法にて溶接試験を行い、その後、溶接部の外観検査、X線検査および金相試験によりクラック、ブローホールおよび介在物等の有無を調査した。この結果、レーザースポット溶接では、表面にクラックが発生することから採用不可と判断された。PRWスポット溶接では溶接界面に介在物が確認されたため、同じく採用不可と判断された。この結果、ワイヤ固定は上下端栓ともTIGスポット溶接を採用することとした。TIG-End face fusion法にて溶接した下部端栓にTIGスポット溶接法でワイヤを固定した外観写真を写真16に、断面金相写真を写真17および18に示す。

また、TIGスポット溶接部の健全性を評価するため、ワイヤを溶接した後、燃料ピンに

対して90°方向(Shear)と巻付けた方向(Pulling)にワイヤを引っ張る2種類の引張試験を行った。この結果を表9に示す。この試験により、破断荷重がワイヤ巻付け作業時の荷重(10kgf±2kgf)以上であることを確認した。

### 3.5 照射条件評価

2.2項で述べた通り、本照射試験では被覆管温度650°Cと700°Cの2体の試験集合体を照射する。照射試験の目的を達成するため、燃焼にともなう被覆管温度の低下の許容範囲として、JNCからは以下の条件を提示した。

- ・ 650°C (ノミナル条件照射) : -20°C
- ・ 700°C (ホットスポット条件照射) : -23°C

#### 3.5.1 集合体内燃料ピン配置

本照射試験は、燃焼度5at%ごとに途中2回の燃料ピン取り出し・照射後試験を行いながら最終的に燃焼度15at%まで継続照射する計画である。第2期、第3期の照射試験では集合体内に線出力の異なる継続照射燃料ピンと新規照射燃料ピンが混載されることになり、集合体内の温度分布が大きくなることが予想された。

このため、集合体内の温度分布を可能な限り小さくするための燃料ピン配置について検討した。結果を図11に示す。RIARでの照射温度評価では、第1期の照射試験終了後に取出す燃料ピン(燃焼度5at%)を燃料集合体内第2列に装荷し、第2期の照射試験終了後に取出す燃料ピン(燃焼度10at%)を燃料集合体内最外周第3列のコーナーに装荷するケースで温度分布が最も小さくなるという結果となった。このような燃料ピン配置・装荷計画に基づき、各照射試験開始時における燃料集合体内冷却材温度分布の評価結果を図12~14に示す。燃料集合体内の全照射期間中の温度分布は目標温度に対し650°C照射で±20°C以内、700°C照射で±23°C以内に収めることができるとの結果が得られた。

#### 3.5.2 炉内装荷位置

BOR-60の典型的な運転パターンを図15に示す。この図に示す通り、夏のサイクルと冬のサイクルでは炉出力が異なる。また、BOR-60は炉心中心に制御棒が装荷されており、その影響を避けるために通常の照射試験は炉心第2列より外側で行う必要がある。さらに、燃焼にともない燃料自体の反応率も低下してくることから、これらを考慮した集合体の装荷計画を検討する必要がある。

これらの前提を踏まえ、夏のサイクルの炉出力を40MW、冬のサイクルを50MWとし、2003年の夏のサイクルから照射試験を開始することとして照射条件評価を行った。結果を表10に示す。照射開始となる第1サイクル(夏)で第3列、第2サイクル(冬)で第5列、以降、夏のサイクルでは炉心中央側(第2列あるいは第3列)、冬のサイクルでは第5列を繰り

返し、最終第11サイクル（夏）には第2列というように集合体の装荷位置を変えることで、目標温度に対し±23°C以内に収めることができるとの評価結果が得られた。なお、2体の集合体の被覆管温度は650°C、700°Cと異なるが、集合体内の冷却材流量を変える（オリフィス径を変える）ことにより調整可能とのことであり、各サイクルにおける炉心装荷列は同じとした。

ただし、これは理想的な状態での評価結果であり、照射の途中で炉内における燃料集合体の冷却材流量を実測するとともに、サイクルごとの燃料交換計画に基づきより精度の高い被覆管温度を解析する必要がある。参考までに、同一装荷位置で燃焼度15at%まで照射した場合、被覆管温度は最大100°C、線出力は150W/cm程度下がるとのことであった。

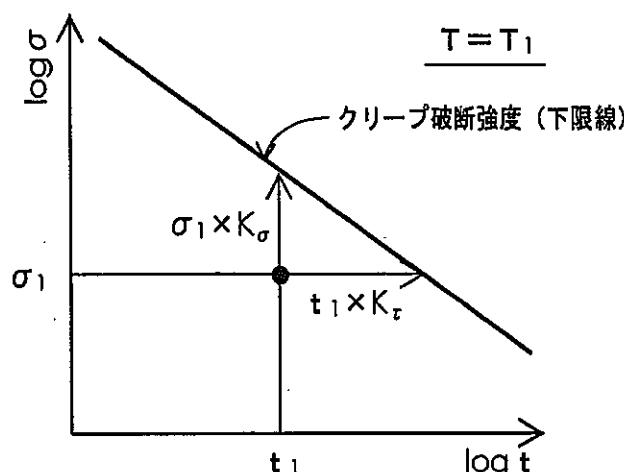
また、当初計画（契約締結時点）では、1年間の照射で燃焼度5at%（はじき出し損傷量25dpa）を達成できると考えられていたが、今回の解析により上記燃焼度を達成するためには1.5年を要するとの評価結果が得られた。これについては、RIARAから、BOR-60の炉出力を下げた影響であるとの説明があった。

### 3.6 燃料ピン設計

#### 3.6.1 RIARにおける燃料ピン設計の考え方

ODS鋼燃料ピンの設計にあたり、まずRIARにおける設計の考え方について確認した。RIARでは、定常時（被覆管温度で330~700°C）および過渡時（760°C×数分、800°C×数秒を想定）における燃料ピンの健全性を評価している。

RIARでの評価方法は、基本的にはJNCと同じであり、被覆管の累積損傷分数和（CDF: Cumulative Damage Fraction）から評価する方法である。燃料ピンの健全性を確保するための制限値はCDF<0.8であり、所定の使用条件（被覆管温度 $T_1$ 、被覆管応力 $\sigma_1$ 、時間 $t_1$ ）においてCDF=0.8となるような被覆管応力に対する係数 $K_\sigma$ 、時間に対する $K_t$ を計算し、基準値である $K_\sigma > 1.5$ および $K_t > 3$ を満足することを確認する（下図参照）。



なお、RIARでは燃料ピンの健全性を評価するための計算コードとして“VICOND”コードを用いている。

### 3.6.2 JNCにおける燃料ピンの健全性評価

燃料ピン設計はRIARで実施することとなっているが、照射試験の品質保証の観点から、JNCでも燃料ピンの健全性評価を行った。BOR-60で照射する標準的な試験燃料ピンの概略は図2に示した通りである。燃料ピンの全長は1,050mm、燃料カラム長さは450mmである。また、下部プレナム構造となっており、プレナム長さは322mmである。

本照射試験での燃料ピンの健全性評価を実施するために、ODS鋼被覆管の物性値や引張強さ、クリープ破断応力強さ等の設計評価式が必要となる。これら必要な設計評価式については、参考文献[5]にまとめるとともに、RIARに提示した。

策定したODS鋼被覆管のクリープ破断応力強さの式を用い、標準仕様の燃料ピンの健全性を評価した結果を表11に示す。ここで、被覆管温度は目標温度である650°Cと700°Cを用い、被覆管応力はRIARで評価した値を用いることとした。照射時間については、BOR-60の稼働率を80%と仮定し、燃焼度5at%を達成するために必要な照射期間1.5年で10,500時間（=1.5年×365日×24時間×0.8）とした。また、RIARでは燃料にウラン・ゲッターを添加するようになって以降、FCCIは生じていないという実績<sup>[7, 8]</sup>があることからFCCIによる被覆管の減肉は考慮していない。

燃料ピンの健全性を確保できる一つの目安として、CDF評価値をSiベースで0.3とした場合、ほとんどは標準仕様の燃料ピンで健全性は確保できることがわかる。しかし、マルテンサイト系ODS鋼燃料ピンでは、被覆管温度700°Cで第3期（燃焼度15at%、照射時間31,500hr）まで照射するとCDFがSiベースで1を超えることから、プレナム体積を大きくするなどの対策を施し、被覆管応力を低減する必要があることが明らかとなった。また、第1期（燃焼度5at%、照射時間10,500hr）で取出す燃料ピンの一部については、早期に高CDFの照射実績を得るためにプレナム体積を小さくすることとした。

#### (1) マルテンサイト系ODS鋼燃料ピンの健全性

上述の結果を踏まえ、燃料ピンの健全性を確保しつつ、被覆管温度700°Cで第3期まで照射するためにプレナム体積を拡大することとした。なお、第3期まで照射するODS鋼燃料ピンは図11に示す通り燃料集合体内最外周第3列に装荷することから、被覆管温度は700°C以下になると予測されたが、ここでは保守側にノミナル温度700°Cを用いて評価した。また健全性が確保できる目安として、第3期照射終了時におけるSiベースでのCDF評価値を0.3以下とした。評価結果を表12に示す。

この結果、健全性を確保するためにはプレナム体積を標準仕様の1.6倍にする必要がある。しかし、燃料ピンの標準仕様から考えると、プレナム体積を1.6倍にするためには燃料カラム上下のブランケットペレットをすべて取り除くか、あるいは燃料カラム長さを

短くする必要があるとの結果が得られた。

## (2) 第1期取出しODS鋼燃料ピンの高CDF化

ODS鋼燃料ピンの高CDFまでの照射実績を早期に得ることを目的として、第1期で取出すODS鋼燃料ピン計8本（2鋼種×2温度×2本）のうち半分の4本（2鋼種×2温度×1本）についてプレナム体積を縮小し、燃料ピン内圧を上げることとした。CDF評価の目標値としては、燃料ピンの健全性確保が大前提であることから、Siベースで0.3までとした。また、3.5.1項で述べた通り、第1期で取出すODS鋼燃料ピンは集合体内第2列に装荷されることから、被覆管温度が目標値よりも高くなると評価された。このため、CDF評価の際には以下に示す照射期間中の被覆管最高温度を用いることとした。

- ・ 650°C (ノミナル条件照射) ⇒ 668°C
- ・ 700°C (ホットスポット条件照射) ⇒ 723°C

評価結果を表13に示す。第1期終了時にSiベースでのCDF評価値=0.3を狙うためには、マルテンサイト系ODS鋼燃料ピンでプレナム体積を1/3.4~1/1.7にまで小さくする必要がある。フェライト系ODS鋼は被覆管強度が高いことから、プレナム体積をさらに小さい1/7.1~1/4.5にする必要があるとの結果が得られた。

JNCで評価したこれらの結果をRIARに提示し、RIARでの評価結果とあわせて最終的なODS鋼燃料ピンの仕様を決定することとした。

### 3.6.3 燃料ピンの仕様

上記結果とRIARでの評価結果から決定したODS鋼燃料ピンの仕様を表14および図16に示す。基本的には、JNCの評価結果とRIARの評価結果とを比較し、保守側の評価結果を採用することとした。このため、マルテンサイト系ODS鋼燃料ピンについては、RIARの評価結果を採用し、被覆管温度700°Cで第2期（燃焼度10at%、照射時間21,000hr）まで照射する燃料ピンについてもプレナム体積を拡大することとした。また、3.6.2項で評価した通り、当初は被覆管温度ごとに仕様（プレナム体積）を変えることを検討していたが、燃料ピン製造の歩留まりを考慮するとともに、燃料ピン製造および集合体組立時の取扱いの煩雑さを避けるため、照射条件の厳しい被覆管温度700°Cの仕様で統一することとした。

表14に示す仕様にてRIARで実施したODS鋼燃料ピンの健全性評価の結果を表15に示す。

#### (1) マルテンサイト系ODS鋼燃料ピン

- ・ 第1期で取出す燃料ピンのうち高CDFを狙ったものについては下部プランケットを追加することによりプレナム長さを標準仕様の1/1.7に相当する186mmとした。それ以外の燃料ピンは標準仕様と同一仕様とした。
- ・ 第2期で取出す燃料ピンは、下部プランケットを削除することによりプレナム長さを標準仕様の1.4倍に相当する457mmとした。
- ・ 第3期まで照射する燃料ピンは、下部プランケットを削除するとともに燃料カラム長さ

を300mmにすることによりプレナム長さを標準仕様の1.9倍に相当する607mmとした。

#### (2) フェライト系ODS鋼燃料ピン

- ・第1期で取出す高CDFを狙った燃料ピンについては、下部ブランケットを追加することによりプレナム長さを標準仕様の1/4に相当する81mmとした。
- ・それ以外の燃料ピンについては、JNCの評価結果、RIARの評価結果ともに健全性に問題は無いことから、標準仕様と同一仕様とした。

ここで、高CDFを狙ったODS鋼燃料ピンのうち、特に被覆管温度700°Cのものについては、照射期間中の被覆管最高温度が723°Cに達すると予測されており、健全性評価においてはFCCI=0としていることから、ODS鋼燃料ピンの使用限界を評価するうえで非常に貴重な照射試験になると期待できる。

#### 3.6.4 温度モニターの装荷

照射中の被覆管温度を推定するためのオフライン温度モニターとして、全燃料ピンにPNC316被覆管を装荷することとした。装荷位置は被覆管最高温度をより正確に評価できるよう、図16に示す通り、燃料カラム上部のポーラスプラグ直上に装荷することとした。

### 3.7 燃料ピン製造・検査

今回、BOR-60で照射する燃料ピンの内訳はマルテンサイト系14本（2温度×7本）、フェライト系12本（2温度×6本）である。これらに予備各6本を含めた計38本のODS鋼燃料ピンを製造することとした。

RIARIにおける燃料ピン製造・検査の工程を図17に示す。RIARでの品質管理は、燃料ピン1本ごとに一様式の品質管理証明書を発行し、工程管理と品質管理を同時に使う仕組みになっている。各工程には、管理担当者が定められており、管理データに間違いの無いことを確認（サイン）しながら製品管理を行っている。

また、品質保証の観点からJNC職員が立会い、上記の品質管理証明書の項目にしたがって燃料ピン製造・検査が行われていることを確認した。

#### 3.7.1 下部端栓溶接およびワイヤ固定

##### (1) 下部端栓溶接

ODS鋼燃料ピン製造に先立ち、実際の製造ライン（グローブボックス内）で、TIG-End face fusion法による溶接施工試験を行った。この結果、フェライト系については溶接不良はゼロであり特に問題は無いが、マルテンサイト系ではプローホールの発生により溶接不良が30%強になることが明らかとなった。このため、RIARから端栓材にオーステナ

イト鋼を使用したいとの申入れがあったが、この組合せの場合の溶接部強度が不明であること、溶接部に炭化物が析出すること等の問題から、これまでの先行溶接試験で実績のあるフェライトーマルテンサイト鋼（05Cr12Ni2Mo）を使用することとした。

## (2) ワイヤ固定

TIGスポット溶接法による上部端栓（ODS鋼）および下部端栓（TIG-End face fusion法にて溶接したフェライトーマルテンサイト鋼（05Cr12Ni2Mo））へのワイヤ固定試験にて、X線検査の結果から溶接状態は良好であること、引張試験の結果から溶接部の強度は十分であることを確認した。

### 3.7.2 燃料組成

今回のODS鋼燃料ピン照射試験に使用した燃料は、解体核処分PUを利用して酸化物電解法で共析したMOX顆粒である。燃料仕様および粒度分布を表16に示す。この表に示す通り、Pu富化度は21.6%、O/M比は1.977である。また、<sup>235</sup>U濃縮度63.8%の高濃縮Uである。このMOX顆粒の粒度分布は、粒径0.1mm以下が40%、0.63~1mmが25%であり、残りの35%が0.1~0.63mmである。

しかしながら、ODS鋼燃料ピン製造に先立ち実施したレファレンス燃料ピンの製造において、振動充填時にスミア密度が上がらず基準値 ( $9.0^{+0.3}_{-0.2}\text{g/cm}^3$ ) を満足しないという問題が生じたため、上記MOX顆粒のうち粒度の大きい方から約27%をUO<sub>2</sub>顆粒に置き換える措置を施した。ここで使用したUO<sub>2</sub>顆粒燃料の仕様および粒度分布を表17に示す。O/Mは比2.008、<sup>235</sup>U濃縮度は72.11%である。

この結果、ODS鋼燃料ピンに充填されたMOX+UO<sub>2</sub>顆粒燃料の仕様および粒度分布は表18に示す通りであり、最終的なPu富化度は15.8%となった。

スミア密度が上がらない原因については、RIARから以下の見解が示された。通常、MOX顆粒燃料を製造する際には、塩素を除去するために水洗浄を行い、その後800°Cで熱処理を行う。しかし、今回のMOX顆粒燃料は塩素濃度が高く、基準値である0.007%以下を満足することができなかつたため、さらに1300°Cでの熱処理を行った。これにより、塩素を基準値以下にすることはできたが、塩素の残留気孔が顆粒自体の密度を低下させ、さらに顆粒が硬化してしまった。この結果、スミア密度が上がらなくなってしまった。

### 3.7.3 燃料ピン製造・検査結果

ODS鋼燃料ピン全38本（マルテンサイト系20本、フェライト系18本）の製造結果を表19に、検査結果を表20に示す。マルテンサイト系でブローカーの発生による溶接不良が心配され、実際に4本で溶接不良が見つかったが、照射試験に必要な燃料ピン本数は確保することができた。また、下部端栓溶接部の健全性を確認するため、マルテンサイト系、フェライト系とともに燃料ピン1本を金相試験に供している。この結果、最終的に製造できたODS

鋼燃料ピンはマルテンサイト系が15本、フェライト系が17本である。製造したODS鋼燃料ピンの外観を写真19に示す。また、各工程の詳細を以下に示す。

(1) 部材の受入検査

燃料ピンを構成する各種部材について、書類等の検査を行った。また、JNCから送付した上部端栓付ODS鋼被覆管についても書類検査を行うとともに、リーク検査（室温、500°C）等を行い溶接部が健全であることが確認された。

(2) 燃料および各種部材の装填

ODS鋼燃料ピンの概略図は図16に、燃料ピン製造の概略工程は図17に示した通りであり、これらにしたがって燃料ピン製造が行われた。

上部端栓付ODS鋼被覆管に上部プランケットペレット、温度モニター、ポーラスプラグを装填した状態で真空乾燥し、燃料ピン製造開始の直前にグローブボックス内に搬入する。これを上部端栓側を下向きにして振動機にセットし、所定量のMOX+UO<sub>2</sub>顆粒燃料およびウラン・ゲッターを装填して振動機にかける。このときの時間は最大でも15分に制限される。これらの各過程において、管端（下部側）からの長さを測定することで燃料カラム長さおよびスミア密度を算出し、いずれの燃料ピンも燃料カラム長さは基準値内であり、スミア密度も下限値に近いものの基準値内に納まっていることを確認した。

その後、ポーラスプラグ、下部プランケットを装填した時点で、再度管端（下部側）からの長さを測定し、プレナムスリーブ（Supporting element）の長さを決定する。これと下部プランケットペレット押さえ（Cup）の長さを足した値がプレナム長さに相当し、いずれの燃料ピンもプレナム長さは基準値内に納まっていることを確認した。

(3) 下部端栓溶接およびX線検査

燃料および各種部材の装填後、TIG-End face fusion法による下部端栓溶接が行われた。その後、グローブボックスから取り出し、除染した後、溶接部の寸法検査、外観検査およびX線検査が行われた。この結果、X線検査において、マルテンサイト系ODS鋼燃料ピン20本中8本に溶接不良が確認された。溶接不良の原因是溶接ドーム中央部に発生したφ0.5mmを超える大きさのプローホールであり、その一部が溶接コントロール部にもかかっていたことである。これらの溶接不良になった燃料ピンのうち6本について再溶接を施すことにより、最終的には20本中16本が合格となった。

フェライト系ODS鋼燃料ピンでは、2本に溶接不良がみつかったが、再溶接を施すにより18本全て合格になった。

なお、再溶接については、RIARの基準において認められている操作であり、ODS鋼の再溶接においても再溶接前後で溶接金属部および熱影響部の組織に変化が無いことから、特に問題は無いとの説明を受けた。

(4) ギスキャン

ギスキャン装置（ACORT-4）を用いて燃料の密度分布とPu分布を同時に計測した。計

測結果の代表例を図18に示す。密度分布は、燃料カラム両端で低い値を示したが、それ以外は基準値（±5%）以内であることを確認した。Pu分布についても、MOX顆粒の一部をUO<sub>2</sub>顆粒に置き換えたことに起因すると思われるばらつきが認められたが、基準値（±10%）以内であることを確認した。

#### (5) ワイヤ巻付け・固定

ワイヤ巻付け・固定については、燃料ピン製造を行う建屋とは別の建屋で行われるため、立会いによる確認はできなかった。そのため、これらの作業状況がわかる写真20にて説明を受けた。ワイヤ巻付けは、最初に上部端栓にワイヤを溶接し、10kgfの荷重を錘にて加えて一定ピッチで巻きつける。最終まで巻き付けた時点で銅製の治具にてワイヤと燃料ピンを密着させ、ワイヤ端を下部端栓の溶接ドーム中央部に溶接する。これら一連の作業は、すべて手作業で行われる。

#### (6) 金相試験

下部端栓溶接部について、マルテンサイト系、フェライト系とともに1本ずつ金相試験による健全性確認が行われた。結果を写真21に示す。RIARの検査基準に定められているコントロール部位（溶接部内で被覆管の延長線上の領域）には被覆管肉厚の20% (80 μm) を超える気孔は無いことが確認された。

### 3.8 燃料集合体組立・検査

集合体組立については、出張期間や研究所への入域制限等の理由により、立会いによる確認ができなかつたため、書類による検査を行った。被覆管温度が650°Cの集合体(BC358Ω)と700°Cの集合体(BC359Ω)における燃料ピン配置を図19に示す。これらは、あらかじめJNCより提案していた燃料ピン配置案を踏まえ、γスキャン結果に基づいてスマア密度やPu濃度の分布が均一な燃料ピンから選定してRIARで決定したものである。

2体の集合体組立後、空気を用いた流量調整試験が行われた。これは被覆管温度が650°Cの集合体は水換算で3.7m<sup>3</sup>/h、700°Cの集合体は3.1m<sup>3</sup>/hになるように、エントランスノズル(Tail)の穴から流入した空気が通過するオリフィスの寸法を調整するもので、ODS鋼燃料ピン集合体の場合も、ドリルで穴径の微調整を行ったとのことであった。

その他、寸法検査、重量測定、外観検査の結果を確認した。2体の集合体の外観を写真22に示す。

## 4. 照射試験

### 4.1 照射試験の開始

2体の集合体はBOR-60に搬送され、炉外での水流動試験により所定流量が確保されていることが確認された。その後、BC358 3、BC359 3の2体の集合体は、図20に示す通り炉心内第3列のB-43、A-43にそれぞれ装荷された。なお、A-43の上部には熱電対が設置されており、温度測定値に基づき熱流力計算の検証を行うとのことである。

ODS鋼燃料ピン集合体2体が装荷された後、BOR-60は2003年6月26日から運転が再開された。前述の燃料組成、冷却材流量および炉心内装荷位置に基づき計算された2体のODS鋼燃料ピン集合体の照射条件は以下の通りである。

BC358 3集合体：最高線出力434W/cm、被覆管最高温度650°C±20°C

BC359 3集合体：最高線出力448W/cm、被覆管最高温度700°C±23°C

2003年11月から2004年5月までの冬のサイクルは、蒸気熱源提供のため炉出力が50MWから55MWになる。この出力アップにともない2体の集合体の線出力を一定に確保するため、45日間の定検期間中に第3列から外側にシャフリングされる。その際の被覆管温度については、出力アップにともなう冷却材流量の増加と外側へのシャフリングにともなう流量の僅かの低下が相殺し合って、ほぼ一定温度を維持するように最適なシャフリング位置が決定される。

なお、BOR-60には破損検知手段として、カバーガスγ線検出器と1次冷却材DN検出器が設置されている。また破損位置検出として、45日間の定検期間中に、炉内に装荷している全ての集合体のWet shipping法による破損有無の確認がなされる。これまでの経験では、CG信号やDN信号が運転制限以下であれば運転を継続しており、1次冷却材のクリーンアップや炉出力を下げるなどして、信号値の上昇を抑えつつ運転を継続しているとのこと。これまでに破損により炉を止めた経験は3回しかないとのことであった。

### 4.2 照射試験の現状

本照射試験が開始された2003年6月26日から同10月12日まで（夏のサイクル）のBOR-60の運転実績を図21に示す。BOR-60の炉出力は45~50MWであり、照射条件評価（表10参照）の際に使用していた炉出力（40MW）に比べ10~20%程度高い出力で運転されている。また、図21の運転実績に基づき算出されたODS鋼燃料ピンの照射温度履歴を図22に示す。これは各燃料集合体に装荷されたすべての燃料ピンの被覆管最高温度および最低温度がプロットされている。この図から、BC358 3、BC359 3いずれの燃料集合体も目標被覆管温度±20°Cで照射試験が進んでいることが確認されている。

その後、BOR-60は約1ヶ月半の燃料交換のための停止期間を経て、2003年12月2日に運転を再開している。2004年1月31日現在までの照射実績は以下のとおりである。

- ・炉出力 : 50~55MW
- ・照射期間 : 140日 (3,360時間)
- ・燃焼度 : 2.9at% (BC358 3)、3.0at% (BC359 3)
- ・はじき出し損傷量 : 11.6dpa (BC358 3)、11.9dpa (BC359 3)

これらの実績に基づいて今後の照射条件を予測すると、2004年5月には目標燃焼度5at% (ただし、はじき出し損傷量は20dpa) に達する見込みである。

一部のODS鋼燃料ピンでは、3.6項で述べた通り、早期に高CDFの照射実績を得るためにプレナム長さを短くしている。このため、これらODS鋼燃料ピンの健全性を確保できるのは燃焼度5at%までである。したがって、当初の計画より前倒しで第1照射試験を終了し、燃焼度5at%で取出す燃料ピンの照射後試験に早期にとりかかる方向でRIARと協議しているところである。

## 5. おわりに

現在、JNCで進めている実用化戦略調査研究（FS）においてプラント熱効率向上の観点から高温（700°C）での使用に耐え、かつ、高燃焼度化（目標取出平均燃焼度15万MWd/t、はじき出し損傷量250dpa）を達成するために開発しているODS鋼被覆管の実用化見通し判断を早期に行うことを目的として、RIARの高速実験炉BOR-60にてODS鋼燃料ピンの照射試験を開始した。

2002年1月29日にJNCとRIARとの間で本照射試験に関する共同研究契約を締結した後、JNCでの被覆管製造および上部端栓溶接、RIARでの先行溶接試験、燃料ピンの設計、製造および検査を行った。先行溶接試験では、照射温度の低い下部端栓溶接についてのみRIARで実績のあるTIG-End face fusion法が適用可能であることが確認された。燃料ピンの設計では、JNCとRIARの双方でODS鋼燃料ピンの健全性評価を実施するとともに、早期に高CDFまでの照射実績を得ることを目的とした燃料ピンの仕様変更（プレナム体積の縮小）を行った。また、燃料ピン製造・検査にはJNC職員が立会うなど、照射試験の品質保証の観点からJNCとしても積極的に関与してきた。これらJNCとRIARの共同作業を経て、2003年6月26日に第1期照射試験を開始することができた。

今後、ピーク燃焼度5at%（はじき出し損傷量は25dpa）に達した時点で第1期照射試験を終了する。その後、一部の燃料ピンについて照射後試験を実施し、鋼種選定等に反映する計画である。

## 6. 参考文献

- [1] 鶴飼 重治、「ODSフェライトマルテンサイト鋼被覆管の組織制御技術開発」(サイクル機構技報No.7) , JNC TW9408 2000-001 (2000)
- [2] S.Ukai et al, J.Nucl.Sci.Technol. 39 (2002) 778
- [3] S.Ukai et al, J.Nucl.Sci.Technol. 39 (2002) 872
- [4] S.Ukai et al, ISIJ International, Vol.43, No.12 (2003) pp.2038-2045
- [5] 皆藤 威二 他、「BOR-60照射試験用ODS鋼被覆管の設計評価暫定式の策定」、JNC TN9400 2002-061 (2002)
- [6] 関 正之 他、「BOR-60照射試験用上部端栓付ODS鋼被覆管の製造」、JNC TN8430 2003-003 (2003)
- [7] R.Herbig et al, J.Nucl.Mater. 204 (1993) 93
- [8] A.Mayorshin et al, "Russian experience in using UPuO<sub>2</sub> vibropac fuel pins in fast reactors", Proceedings of ICONE 8 (2000) ICONE-8629

表1 ODS鋼被覆管の検査基準（1）

項目（*）	品質・規定値	試験・検査要領	試験・検査の数	報告要領	RIARからの要求事項
1. <u>化学組成</u>	・C ・Si ・Mn, Ni, Cr, W, Ti, Y ・P ・S ・O, N, Ar	JIS G 1211 JIS G 1212 JIS G 1258 JIS G 1214 JIS G 1215 JIS G 1228	鋼種毎に2本	数 値	・主要成分 ・不純物
2. <u>寸法検査</u>	寸法公差 (mm) ・外径 : $6.90 \pm 0.030$ ・内径 : $6.10 \pm 0.030$ ・肉厚 : $\geq 0.370$ ・長さ : $+0/-1.0$	外径、内径、肉厚測定 超音波寸法測定装置にて測定。	全 数	最大値、最小値 報告及びチャート提出	寸法公差 (mm) ・外径 : $6.90 \pm 0.030$ ・内径 : $6.10 \pm 0.030$ ・肉厚 : $\geq 0.370$
	長さ測定 鋼管巻尺又はノギス	全 数	数 値	—	
3. <u>真直度</u>	いかなる位置でも0.025mm以下。	製品を定盤上に置き、管と定盤との最大隙間をスキマゲージにて測定する。	全 数	合 否	1.5mm以下
4. <u>外観検査</u>	製品の内外面には有害な油脂、酸化物等やくびれ、変色があつてはならない。 キズ等の深さは $25 \mu m$ 以上あつてはならない。	肉眼にて検査する。	全 数	合 否	内外表面にくぼみ、しわ、変色およびクラック等の無いこと。 $25 \mu m$ 以下のピンホールやすり傷等の機械的な欠陥は許容する。 欠陥は修正しても良いが、寸法公差を超えないこと。
5. <u>表面粗さ</u>	製品の内外面の表面粗さは $Ra0.8 \mu m$ 以下。	JIS B 0601	鋼種毎に1本	数値及びチャート提出	$Ra1.6 \mu m$ 以下

表1 ODS鋼被覆管の検査基準（2）

項目 (*)	品質・規定値	試験・検査要領	試験・検査の数	報告要領	RIARからの要求事項
6. <u>超音波探傷検査</u>	標準ノッチ ( $50\mu\text{m}$ ) によるエコー高さ以上のエコーを生じる欠陥がないこと。	内外表面の周及び軸方向に次のノッチをつけたものをSTBとする。 深さ : $50\mu\text{m}$ 幅 : $30\mu\text{m}$ 長さ : 2mm	全 数	合否及びチャート提出	内外表面の周及び軸方向に次のノッチ (V-shaped) をつけたものをSTBとする。 深さ : $50\pm 5\mu\text{m}$ 長さ : $2.0\pm 0.2\text{mm}$ 開口角 : $60\pm 10^\circ$
7. <u>引張試験</u>	・耐力 ・引張強さ ・一様伸び ・破断伸び	JIS2241に準拠し室温および700°Cでのリング引張試験を行う。	鋼種毎に2試料 /試験温度	数値、S-Sチャート及び温度チャート提出	・耐力 ・引張強さ ・破断伸び
8. 硬さ試験	製品の横断面について肉厚方向5点測定する。	JIS Z 2244に基づき管の横断面についてマイクロビッカース法にて測定する。	鋼種毎に2本	数 值	—
9. <u>結晶粒度試験</u>	製品の縦断面について結晶粒度を測定する。	JIS G 0551 (マルテンサイト系)、G 0552 (フェライト系)に基づき測定する。	鋼種毎に2本	数値及び写真 ( $\times 100$ )	・相組成 ・フェライト粒/マルテンサイト粒の大きさ
10. <u>粒界腐食試験</u>	—	—	—	—	Na中で粒界腐食しないこと。

(\*) 下線はRIARから要求のあった項目を示す。

表2 ODS鋼端栓材の検査基準

項目	品質・規定値	試験・検査要領	試験・検査の数	報告要領	RIARからの要求事項
1. 化学組成	被覆管に準ずる。				—
2. 尺寸検査	寸法公差 (mm) ・外径 : $10.0 \pm 0.5/-0.0$ mm	マイクロメーターにて測定する。	全 数	数 値	—
3. 真直度	いかなる位置でも1mm以下。		全 数	合 否	—
4. <u>外観検査</u>	製品の外面には有害な油脂、酸化物等やくびれ、変色があってはならない。 キズ等の深さは0.2mm以上あつてはならない。	肉眼にて検査する。	全 数	合 否	内外表面にくぼみ、しわ、変色およびクラック等の無いこと。 0.2mm以下のピンホールやすり傷等の機械的な欠陥は許容する。
5. <u>表面粗さ</u>	製品の外面の表面粗さは $R_{max} 12 \mu m$ 以下。		全 数	合 否	$R_a 3.2 \mu m$ 以下
6. <u>超音波探傷検査</u>	標準ノッチ (0.20mm) によるエコー高さ以上のエコーを生じる欠陥がないこと。	内外表面の周及び軸方向に次のノッチをつけたものをSTBとする。  深さ : 0.20mm 幅 : 0.30mm 長さ : 12mm	全 数	合否及びチャート提出	内外表面の周及び軸方向に次のノッチ (V-shaped) をつけたものをSTBとする。  深さ : $50 \pm 5 \mu m$ 長さ : $2.0 \pm 0.2$ mm 開口角 : $30 \pm 3^\circ$
7. 硬さ試験	製品の横断面について肉厚方向5点測定する。 (目標値 : Hv350)	JIS Z 2244に基づき管の横断面についてマイクロビッカース法にて測定する。	鋼種毎に2本	数 値	—
8. 組織観察		金相試験	鋼種毎に2本	写 真	—

(\*) 下線はRIARから要求のあった項目を示す。

表3 ODS鋼被覆管の化学組成および最終熱処理条件

## (1) 化学組成

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Y	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O	Ex.O	N	Ar	(mass%)
マルテンサイト系 (Mm13)	0.13	0.05	0.004	<0.002	0.003	0.02	8.95	2.00	0.21	0.28	0.36	0.18	0.11	0.010	0.0053	
フェライト系 (F13)	0.038	0.019	0.07	<0.002	0.003	0.04	11.60	1.92	0.26	0.18	0.23	0.12	0.07	0.016	0.0046	

$$Y_2O_3 = 1.27 \times Y$$

$$Ex.O = Total\ O - 0.27 \times Y$$

## (2) 最終熱処理条件

	最終熱処理条件
マルテンサイト系 (Mm13)	1050°C × 60分 + 800°C × 60分
フェライト系 (F13)	1150°C × 30分

表4 BOR-60照射試験用燃料要素の溶接施工試験（上部端栓PRW接合）

項目 <sup>(*)</sup>	試験方法および基準	試験数	備考
1. <u>溶接部強度試験</u>	室温および650°Cで内圧試験（内圧8MPa×1時間）を行い、溶接部および溶接部近傍で破断や変形が生じないこと。	1本/試験温度/パッチ	試験雰囲気は大気中で可。昇温・冷却速度は規定しない。
2. 溶接部引張強度	室温および700°Cで引張試験（歪み速度0.5mm/min）を行い、同一条件で行った被覆管のリング引張試験時の引張強さ以上であること。	1本/試験温度/パッチ	リング引張試験結果に基づき、引張強さを設定する。
3. 溶接部内圧破裂強度	室温および700°Cで内圧バースト試験（昇圧速度20MPa/min）を行い、溶接部および溶接部近傍で破断が生じないこと。	1本/試験温度/パッチ	内圧バースト試験結果に基づき、破裂強度を設定する。
4. <u>溶接部外観</u>	有害な着色、割れ、汚れ等がなく清浄であること。	全数（10本）	
5. <u>溶接部外径</u>	外径7.05mmφ以下であること。	全数（10本）	
6. <u>溶接部断面金相（縦断面）</u>	溶接線長さは被覆管肉厚の1.5倍以上であること。また、溶接線上にはいかなる欠陥も無いこと。	1本/パッチ	
7. <u>溶接部断面金相（横断面）</u>	クラック、0.02mm以上の介在物、0.10mm以上の空孔が無いこと。 *) ただし、介在物や空孔の大きさの合計が、溶接部の強度が保証される長さの10%以下であり、それぞれが0.10mm以上離れていること。	1本/パッチ	
8. <u>超音波探傷</u>	0.04mm以上 <sup>(3)</sup> 上の内部欠陥（微細剥離）が無いこと。	全数（10本）	目標値とし、本検査結果は参考データとする。
9. <u>Heリーク</u>	室温におけるHeリーク率が $3 \times 10^{-9}$ Pa·m <sup>3</sup> /sec以下であること。	全数（10本）	

(\*) 下線部はRIARからの要求に準ずる検査項目。

表5 BOR-60照射試験用燃料要素の検査基準(1)(上部端栓PRW接合)

区分	項目 <sup>(*)</sup>	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
1. 溶接部検査	1.1 <u>外観検査</u>	1) 溶接部に汚れが無く清浄であること。 2) 溶接部にクラック・ピンホール等の欠陥の無いこと。 3) 著しい着色の無いこと。 4) 溶接部の幅は均一であること。	肉眼観察法 〔製品の溶接部の全外周表面について調べる。〕	全数	合否	
	1.2 <u>超音波探傷試験</u>	1) 0.04mm以上の内部欠陥(微細剥離)が検出されないこと。	超音波探傷法 〔製品の溶接部の全周方向について調べる。〕	全数	合否	目標値とし、本検査結果は参考データとする。
	1.3 <u>漏洩試験</u>	1) リーク率 $3 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下	常温でのHeリーク試験機により行う。	全数	合否	高温側は全数RIARで実施。
	1.4 <u>断面金相試験</u>	1) 溶接線長さは被覆管肉厚の1.5倍以上であること。また、溶接線上にはいかなる欠陥も無いこと。 2) クラック、0.02mm以上の介在物、0.10mm以上の空孔が無いこと。	溶接部の縦断面金相写真を撮影し、溶接線の長さを調べる。 溶接部の横断面金相写真を撮影し、クラック、介在物、空孔の有無を調べる。	1本/パッチ	合否(写真)	
	1.5 <u>強度試験</u>	1) 溶接部および溶接部近傍で破断や変形が生じないこと。	内圧試験 ・試験温度：室温、650°C ・内圧：8MPa ・試験時間：1時間	1本/パッチ	試験結果	試験雰囲気は大気中で可。昇温・冷却速度は規定しない。

(\*) 下線部はRIARからの要求に準ずる検査項目。

表5 BOR-60照射試験用燃料要素の検査基準(2)(上部端栓PRW接合)

区分	項目 <sup>(*)</sup>	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
2. 健全性検査	2.1 <u>外観検査</u>	1) 表面は清浄で油脂、酸化物等の付着の無いこと。 2) 表面に著しい打痕等の欠陥または割れの無いこと。	肉眼観察法	全数	合否	
3. 寸法検査	3.1 <u>端栓取付角度</u>	25分以下	レーザー変位計により被覆管と端栓の取付角度を検査する。 (上部端栓取付角度)	全数	測定値	
	3.2 <u>溶接部外径</u>	7.05mmφ以下	マイクロメーターにより直交する2方向について検査する。 (上部端栓溶接部)	全数	測定値	
	3.3 <u>全長</u>	$1121^{+0.0}_{-2.0}$ mm	スケールにより検査する。 (上部端栓+被覆管)	全数	測定値	
	3.4 <u>曲がり</u>	全長で5mm以下	(上部端栓+被覆管)	全数	測定値	試験検査方法は別途検討。

(\*) 下線部はRIARからの要求に準ずる検査項目。

表6 RIARIにおける先行溶接試験結果(1)

## (1) TIG-End face fusion法

被覆管	端栓材	試験数	検査結果			
			外観・寸法	リークテスト	X線検査	金相試験
マルテンサイト系 (M11)	05Cr12Ni2Mo	10	合格	合格	合 格 : 80% 不格 : 20%	合格
	EP-823	10	合格	合格	合 格 : 90% 不格 : 10%	合格
	(12Cr18Ni10Ti)	10	合格	合格	合 格 : 80% 不格 : 20%	合格
フェライト系 (F11)	05Cr12Ni2Mo	10	合格	合格	合 格 : 80% 不格 : 20%	合格
	EP-823	10	合格	合格	合 格 : 90% 不格 : 10%	合格
	(12Cr18Ni10Ti)	10	合格	合格	合 格 : 80% 不格 : 20%	合格

## (2) TIG溶接法

被覆管	端栓材	試験数	検査結果			
			外観・寸法	リークテスト	X線検査	金相試験
マルテンサイト系 (M11)	(12Cr18Ni10Ti)	2	不合格	不合格	不合格	不合格
フェライト系 (F11)	(12Cr18Ni10Ti)	2	合格	合格	合格	合格

表6 RIARIにおける先行溶接試験結果（2）

## (3) レーザー溶接法

被覆管	端栓材	試験数	検査結果			
			外観・寸法	リーフテスト	X線検査	金相試験
マルテンサイト系 (M11)	05Cr12Ni2Mo	3	合格	合格	合格	合格
	EP-823	2	合格	合格	合格	合格
	(12Cr18Ni10Ti)	4	合格	合格	合格	合格
フェライト系 (F11)	05Cr12Ni2Mo	3	合格	合格	合格	合格
	EP-823	2	合格	合格	合格	合格
	(12Cr18Ni10Ti)	4	合格	合格	合格	合格

## (4) 電子ビーム溶接法

被覆管	端栓材	試験数	検査結果			
			外観・寸法	リーフテスト	X線検査	金相試験
マルテンサイト系 (M11)	12Cr18Ni10Ti	4	合格	合格	不合格	不合格
フェライト系 (F11)	12Cr18Ni10Ti	4	合格	合格	合格	合格

表7 内圧バースト試験結果

被覆管	端栓材	溶接方法	試験条件		試験結果 [破断応力 (MPa)]
			試験温度 (°C)	昇圧速度 (MPa/min)	
マルテンサイト系 (M11)	05Cr12Ni2Mo	TIG-End face fusion	室温	20	破断せず [>960]
		レーザー溶接			破断せず [>960]
	EP-823	TIG-End face fusion	400	20	破断せず [>728]
		レーザー溶接			溶接部破断 [728]
フェライト系 (F11)	EP-823	TIG-End face fusion	室温	20	破断せず [>960]
		レーザー溶接			破断せず [>960]
	05Cr12Ni2Mo	TIG-End face fusion	400	20	破断せず [>672]
		レーザー溶接			溶接部破断 [672]

表8 引張試験結果

被覆管	端栓材	溶接方法	試験温度 (°C)	試験結果		
				引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)
マルテンサイト系 (M11)	05Cr12Ni2Mo	被覆管	25	1040	980	7.0
		TIG-End face fusion	25	1060	1001	0.5
			400	854	851	0.2
		レーザー溶接	400	711	567	1.2
フェライト系 (F11)	05Cr12Ni2Mo	被覆管	25	857	800	5.0
		TIG-End face fusion	25	896	886	1.0
			400	772	725	1.1
		レーザー溶接	400	616	530	1.4

表9 ワイヤ固定部の引張試験結果

## (1) TIG-End face fusion法による端栓溶接部へのワイヤ固定

溶接部	ワイヤ形状	試験方法	破断荷重 (kgf)	
			熱処理前	熱処理後
マルテンサイト系ODS鋼被覆管 + 05Cr12Ni2Mo端栓	丸	Shear	32	29
		Pulling	40	39
	扁平	Shear	36	43
		Pulling	43	41
フェライト系ODS鋼被覆管 + 05Cr12Ni2Mo端栓	丸	Shear	38	44
		Pulling	36	34
	扁平	Shear	35	46
		Pulling	36	34

## (2) ODS鋼端栓へのワイヤ固定

溶接部	ワイヤ形状	試験方法	破断荷重 (kgf)	
			熱処理前	熱処理後
マルテンサイト系 ODS鋼端栓	丸	Shear	36	64
		Pulling	38	45
	扁平	Shear	40	48
		Pulling	42	34
フェライト系 ODS鋼端栓	丸	Shear	44	73
		Pulling	38	52
	扁平	Shear	41	71
		Pulling	37	41

表10 照射条件評価結果（照射試験スケジュール）

サイクル		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
季節		夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏
炉出力 (MW)		40	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40
燃焼度 (at%)	/サイクル	1.5	2.1	1.5	燃料ピン取出し、集合体再組立	1.5	2.1	1.5	燃料ピン取出し、集合体再組立	1.5	2.1	1.5
	積算	1.5	3.6	5.1		6.6	8.7	10.2		11.7	13.8	15.3
はじき出し損傷量 (dpa)	/サイクル	6.96	9.75	6.96		6.96	9.75	6.96		6.96	9.75	6.96
	積算	6.96	16.7	23.67		30.63	40.38	47.34		54.3	64.05	71.01
被覆管温度 (°C)	700	±21	±23	±21		±23.1	±23	±23.1		±20.1	±22.3	±20.1
	650	±16	±18	±16		±17.3	±20	±17.3		±17	±19	±17
炉内装荷位置		3	5	2		3	5	2		3	5	2

表11 ODS鋼燃料ピンの健全性評価結果（標準仕様：プレナム長さ=322mm）

## (1) マルテンサイト系ODS鋼被覆管燃料ピン

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	CDF評価値(一)							
		被覆管温度: 650°C				被覆管温度: 700°C			
		被覆管応力 <sup>(*)2</sup> (MPa)	ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>f</sub>	被覆管応力 <sup>(*)2</sup> (MPa)	ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>f</sub>
5	10,500 <sup>(*)1</sup>	23.489	3.29E-06	9.87E-06	5.12E-05	23.664	2.31E-04	6.94E-04	3.31E-03
10	21,000	40.378	3.03E-04	9.10E-04	4.72E-03	40.700	1.77E-02	5.30E-02	2.53E-01
15	31,500	57.149	5.63E-03	1.69E-02	8.76E-02	57.716	2.89E-01	8.68E-01	4.14E+00

## (2) フェライト系ODS鋼被覆管燃料ピン

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	CDF評価値(一)							
		被覆管温度: 650°C				被覆管温度: 700°C			
		被覆管応力 <sup>(*)2</sup> (MPa)	ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>f</sub>	被覆管応力 <sup>(*)2</sup> (MPa)	ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>f</sub>
5	10,500 <sup>(*)1</sup>	23.528	7.41E-14	2.22E-13	4.85E-12	23.594	4.59E-11	1.38E-10	2.57E-09
10	21,000	40.417	2.19E-10	6.58E-10	1.44E-08	40.630	9.79E-08	2.94E-07	5.84E-06
15	31,500	57.188	3.83E-08	1.15E-07	2.51E-06	57.646	1.37E-05	4.10E-05	7.65E-04

(\*)1 照射期間1.5年、稼働率80%として算出 (1.5(年) × 365(日) × 24(時間) × 稼働率80% ÷ 10,500(時間))

(\*)2 RIARでの計算値 実際のCDF評価では、RIARから提示された被覆管応力を1次式で近似した以下の式を使用した。

$$\text{マルテンサイト系 } 650^\circ\text{C} : \sigma_H = 6.6787 + 0.0016029 t$$

$$700^\circ\text{C} : \sigma_H = 6.6413 + 0.0016215 t$$

$$\text{フェライト系 } 650^\circ\text{C} : \sigma_H = 6.7177 + 0.0016029 t$$

$$700^\circ\text{C} : \sigma_H = 6.5713 + 0.0016029 t$$

表12 マルテンサイト系ODS鋼燃料ピンの健全性評価結果（プレナム体積拡大、被覆管温度700°C）

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	プレナム体積	被覆管応力 (MPa)	CDF評価値 (-)		
				ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>f</sub>
15	31,500	標準仕様	57.716	2.89E-01	8.68E-01	4.14E+00
		標準仕様 × 1.6	38.539	1.84E-02	5.52E-02	2.63E-01

表13 第1期取出しODS鋼燃料ピンの健全性評価結果（プレナム体積縮小）

## (1) マルテンサイト系ODS鋼被覆管燃料ピン（照射温度：668°C）

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	プレナム体積	被覆管応力 (MPa)	CDF評価値（-）		
				ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>t</sub>
5	10,500	標準仕様	23.469	1.58E-05	4.73E-05	2.38E-04
		標準仕様／3.4	63.766	1.75E-02	5.25E-02	2.64E-01

## (2) マルテンサイト系ODS鋼被覆管燃料ピン（照射温度：723°C）

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	プレナム体積	被覆管応力 (MPa)	CDF評価値（-）		
				ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>t</sub>
5	10,500	標準仕様	23.627	1.39E-03	4.18E-03	1.92E-02
		標準仕様／1.7	35.616	6.01E-02	6.01E-02	2.76E-01

## (3) フェライト系ODS鋼被覆管燃料ピン（照射温度：668°C）

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	プレナム体積	被覆管応力 (MPa)	CDF評価値（-）		
				ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>t</sub>
5	10,500	標準仕様	23.508	8.05E-13	2.42E-12	4.98E-11
		標準仕様／7.1	125.93	4.67E-03	1.40E-02	2.89E-01

## (4) フェライト系ODS鋼被覆管燃料ピン（照射温度：723°C）

燃焼度 (at%)	照射時間 (hr)	プレナム体積	被覆管応力 (MPa)	CDF評価値（-）		
				ノミナル	S <sub>R</sub>	S <sub>t</sub>
5	10,500	標準仕様	23.557	7.06E-10	2.12E-09	3.69E-08
		標準仕様／4.5	83.005	5.65E-03	1.69E-02	2.95E-01

表14 ODS鋼燃料ピンの仕様

被覆管	燃焼度 (at%)	被覆管温度 (°C)	燃料ピン長さ (mm)	<sup>(1)</sup> 上部プランケット 長さ (mm)	燃料カラム長さ (mm)	<sup>(2)</sup> 下部プランケット 長さ (mm)	プレナム長さ (mm)	備 考
—	~15	650, 700	1050	83	450	150	322	標準仕様
マルテンサイト系 ODS鋼	5	650, 700	1050	83	450	286	186	高CDF化
		650, 700	1050	83	450	150	322	
	10	650, 700	1050	83	450	15	457	
	15	650, 700	1050	83	300	15	607	
フェライト系 ODS鋼	5	650, 700	1050	83	450	391	81	高CDF化
	5, 10, 15	650, 700	1050	83	450	150	322	

表15 RIARにおけるODS鋼燃料ピンの健全性評価結果

被覆管	燃焼度 (at%)	被覆管温度 (°C)	燃料ピン内圧 (MPa)	被覆管応力 (MPa)	$K_{\sigma}^{(*)}$	$K_{\tau}^{(*)}$	備 考
マルテンサイト系 ODS鋼	5	720	2.95	28.4	1.60	3.24	高CDF(プレナム長さ186mm)
	10	720	3.54	34.7	1.53	3.00	
	15	720	2.5	24.8	1.56	3.06	
フェライト系 ODS鋼	5	720	6.8	58.6	2.97	14.2	高CDF(プレナム長さ81mm)
	15	720	7.0	60.7	2.75	13.27	

(\*) 燃料ピンの健全性確保の基準は $K_{\sigma} > 1.5$ および $K_{\tau} > 3$

表16 MOX顆粒燃料の仕様および粒度分布

## (1) 仕様

Pu / (U+Pu) (%)	O/M比	U同位体比 (%)			
		$^{234}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{236}\text{U}$	$^{238}\text{U}$
21.59	1.977	0.80	63.8	2.48	32.96

## (2) 粒度分布

粒度 (mm)	~0.10	0.10~0.25	0.25~0.40	0.40~0.63	0.63~1.0
重量比 (%)	39.27	7.30	11.95	16.39	25.09

表17  $\text{UO}_2$ 顆粒燃料の仕様および粒度分布

## (1) 仕様

U重量比 (%)	O/M比	U同位体比 (%)			
		$^{234}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{236}\text{U}$	$^{238}\text{U}$
87.92	2.008	0.88	72.11	0.30	26.71

## (2) 粒度分布

粒度 (mm)	$\sim 0.10$	0.10~0.25	0.25~0.40	0.40~0.63	0.63~1.0
重量比 (%)	34.9	11.2	14.2	19.6	20.1

表18 MOX+UO<sub>2</sub>顆粒燃料の仕様および粒度分布

## (1) 仕様

	Pu / (U+Pu) (%)	O/M比	U同位体比 (%)			
			234U	235U	236U	238U
MOX	21.59	1.977	0.80	63.80	2.48	32.96
UO <sub>2</sub>	0	2.008	0.88	72.11	0.30	26.71
MOX+UO <sub>2</sub>	15.76	1.985	0.82	66.04	1.89	31.27

## (2) 粒度分布

粒度 (mm)		~0.10	0.10~0.25	0.25~0.40	0.40~0.63	0.63~1.0
重量比 (%)	MOX	39.8	7.4	12.0	13.7	-
	UO <sub>2</sub>	-	-	-	1.7	25.4
	MOX+UO <sub>2</sub>	39.8	7.4	12.0	15.4	25.4

表19 ODS鋼燃料ピンの製造結果

被覆管	燃焼度 (GWd/t)	ピンNo.	上部端栓付被覆管		燃料ピン											
			被覆管No.	全長 (mm)	プランケットベレット (mm)		燃料重量 (g)			振動充填時間 (min)	燃料カラム長さ (mm)	スミア密度 <sup>[*2]</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	プレナム長さ (mm)		全長 (mm)	重量 (g)
					上部	下部	MOX+UO <sub>2</sub> <sup>[*1]</sup>	ウラン・ゲッター	総重量				設計値	製造実績値		
マルテンサイト系ODS鋼	50	X-03	MM1305	1047.3	270	56	110.7	6.3	117	7	454	8.82	186	187	1050.1	292.0
		X-04	MM1320	1047.5	271	57	110.7	6.3	117	5	451	8.88		188	1050.0	294.0
		X-01	MM1301	1047.4	135	57	110.7	6.3	117	5	447	8.96		326	1048.8	252.8
		X-02	MM1302	1047.5	135	57	110.7	6.3	117	5.5	451	8.88		320	1050.1	258.9
		X-10	MM1341	1047.5	135	57	110.7	6.3	117	4.5	449	8.92		325	1050.5	262.0
	100	X-20	MM1350	1047.7	135	57	110.7	6.3	117	5	446	8.98	322	330	1050.6	262.0
		X-05	MM1324	1047.3	9.6	57	110.7	6.3	117	3	448	8.94		462	1049.8	225.0
		X-06	MM1329	1047.5	9.8	57	110.7	6.3	117	3	447	8.96		466	1049.9	221.9
		X-07	MM1330	1047.2	9.2	58	110.7	6.3	117	3	447	8.96		464	1050.1	228.0
		X-12	MM1348	1047.2	9.1	57	110.7	6.3	117	3	448	8.94		461	1049.5	226.0
フライト系ODS鋼	150	X-16	MM1307	1048.0	9.4	57	110.7	6.3	117	4	447	8.96	467	464	1049.4	226.0
		X-08	MM1334	1047.2	9.6	57	75.6	2.4	78	13	300	8.90		608	1048.5	184.1
		X-09	MM1339	1047.3	9.5	57	75.6	2.4	78	12	300	8.90		611	1049.4	190.0
		X-11	MM1347	1047.8	9.5	57	73.8	4.2	78	2	297	8.99		614	1050.0	192.0
		X-13	MM1355	1048.0	9.6	57	73.8	4.2	78	3.5	299	8.93		612	1050.0	192.0
		X-14	MM1357	1047.8	9.5	57	73.8	4.2	78	4	300	8.90	607	613	1050.0	192.0
		X-15	MM1304	1047.7	9.6	57	73.8	4.2	78	7	302	8.84		609	1049.8	185.9
		X-17	MM1318	1046.9	9.5	57	73.8	4.2	78	2	299	8.93		612	1049.1	192.0
		X-18	MM1332	1047.3	9.6	57	73.8	4.2	78	2.5	298	8.96		613	1049.8	192.0
		X-19	MM1333	1047.4	9.7	57	73.8	4.2	78	5	296	9.02		617	1049.9	192.0
フライト系ODS鋼	50	X-31	F13004	1046.9	376	57	110.7	6.3	117	5	449	8.92	81	85	1049.3	318.0
		X-35	F130	1047.3	376	57	110.7	6.3	117	5	447	8.96		88	1050.1	319.0
		X-38	F130	1047.6	376	57	110.7	6.3	117	5	448	8.94		87	1050.4	320.0
	50, 100, 150	X-21	F130	1047.1	135	57	110.7	6.3	117	4	451	8.88	322	323	1049.8	261.0
		X-22	F130	1047.6	135	57	110.7	6.3	117	2.5	449	8.92		328	1050.2	262.0
		X-23	F130	1047.2	135	57	110.7	6.3	117	4	449	8.92		325	1049.6	260.0
		X-24	F130	1047.3	135	57	110.7	6.3	117	10	452	8.86		318	1049.5	259.2
		X-25	F130	1047.4	135	57	110.7	6.3	117	3.5	451	8.88		324	1049.7	258.9
		X-26	F130	1047.2	135	57	110.7	6.3	117	2.5	449	8.92		322	1049.6	260.0
		X-27	F130	1047.3	135	57	110.7	6.3	117	4	447	8.96		328	1049.9	259.0
		X-28	F130	1047.6	135	57	110.7	6.3	117	4	447	8.96		329	1049.4	260.0
		X-29	F130	1047.2	135	57	110.7	6.3	117	5	448	8.94		325	1049.7	260.0
		X-30	F130	1047.6	135	57	110.7	6.3	117	5	448	8.94		326	1050.0	259.0
		X-32	F130	1047.3	135	57	110.7	6.3	117	6	447	8.96		329	1049.6	260.5
		X-33	F130	1046.8	135	57	110.7	6.3	117	1.5	447	8.96		324	1049.3	260.0
		X-34	F130	1047.4	135	57	110.7	6.3	117	2	449	8.92		324	1049.4	259.0
		X-36	F130	1047.6	135	57	110.7	6.3	117	6	448	8.94		329	1050.1	261.3
		X-37	F130	1047.6	135	57	110.7	6.3	117	4	444	9.02		331	1050.0	260.9

[\*1] X-08, X-09はMOXのみ

[\*2] 基準値は9.0<sup>+0.3 -0.2</sup>g/cm<sup>3</sup>

[\*3] 基準値は設計評価値±9mm

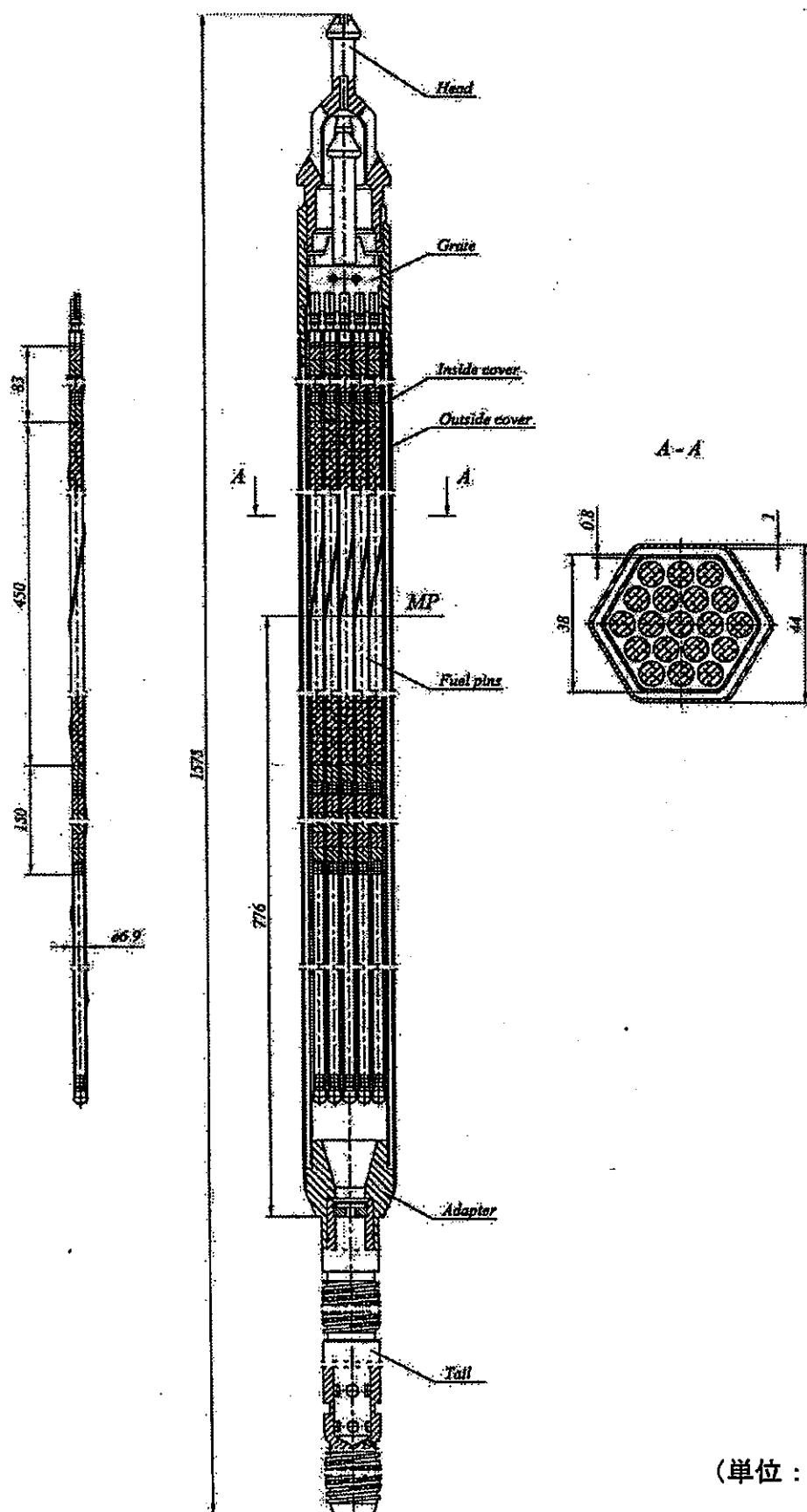
表20 ODS鋼燃料ピンの検査結果

(\*) ○：合格、×：不合格

被覆管	燃焼度 (GWd/t)	ピンNo.	上部端栓付ODS鋼被覆管		燃料ピン										総合判定		
			リーク検査		表面汚染検査	溶接部検査				γスキャン検査		ワイヤ巻付け		熱処理	リーク検査		金相／ パンクチャ
			室温	500°C		外観	寸法	X線	⇒再溶接後	密度分布	Pu分布	溶接部	ピッチ		室温	500°C	
マルテンサイト系ODS鋼	50	X-03	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-04	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		X-01	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	×
		X-02	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		X-10	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
	100	X-20	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-05	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		X-06	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×
		X-07	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		X-12	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
	150	X-16	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-08	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×
		X-09	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-11	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-13	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-14	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-15	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×
		X-17	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-18	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-19	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
フェライト系ODS鋼	50	X-31	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-35	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-38	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
	50, 100, 150	X-21	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-22	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-23	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-24	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		X-25	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		X-26	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-27	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-28	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-29	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-30	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	-
		X-32	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-33	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-34	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-36	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		X-37	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○

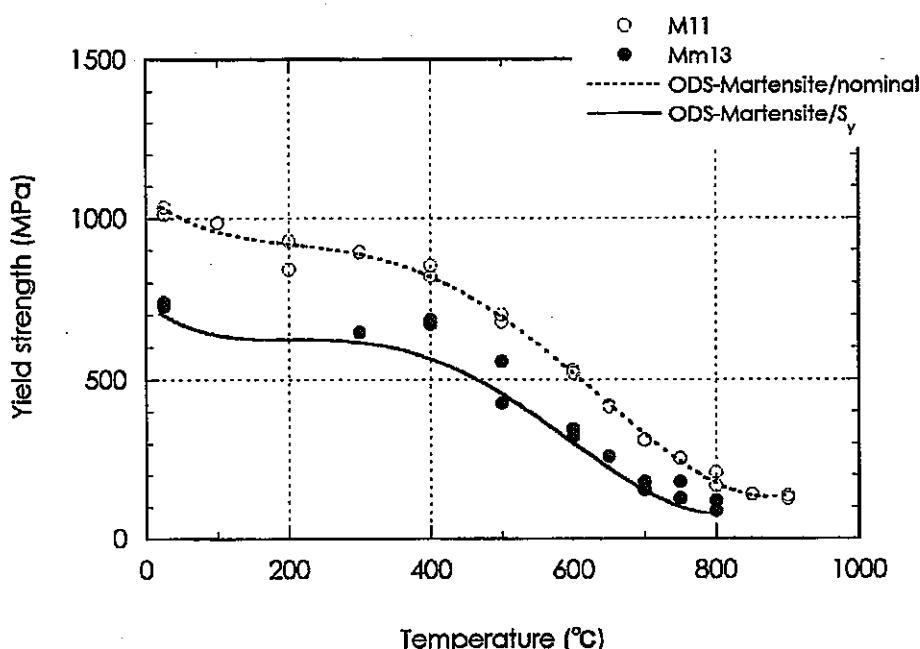
	2002 H14	2003 H15	2004 H16	2005 H17	2006 H18	2007 H19	2008 H20	2009 H21	2010 H22
照射スケジュール	▲契約締結 燃料ピン設計・製造	50GWd/l, 25dpa 照射試験①		照射後試験①					
		継続照射↓	100GWd/l, 50dpa 燃料ピン製造	照射試験②	照射後試験②				
			継続照射↓	150GWd/l, 75dpa 燃料ピン製造	照射試験③	照射後試験③			
1集合体あたりの内訳	マグネサイト系	2 pin		2 pin		3 pin 3 pin 3 pin			
	フライ特系	2 pin		2 pin		2 pin 3 pin 3 pin			
	レアレンス	2 pin		2 pin		2 pin			

図1 ODS鋼燃料ピンのBOR-60照射試験計画（契約書ベース）

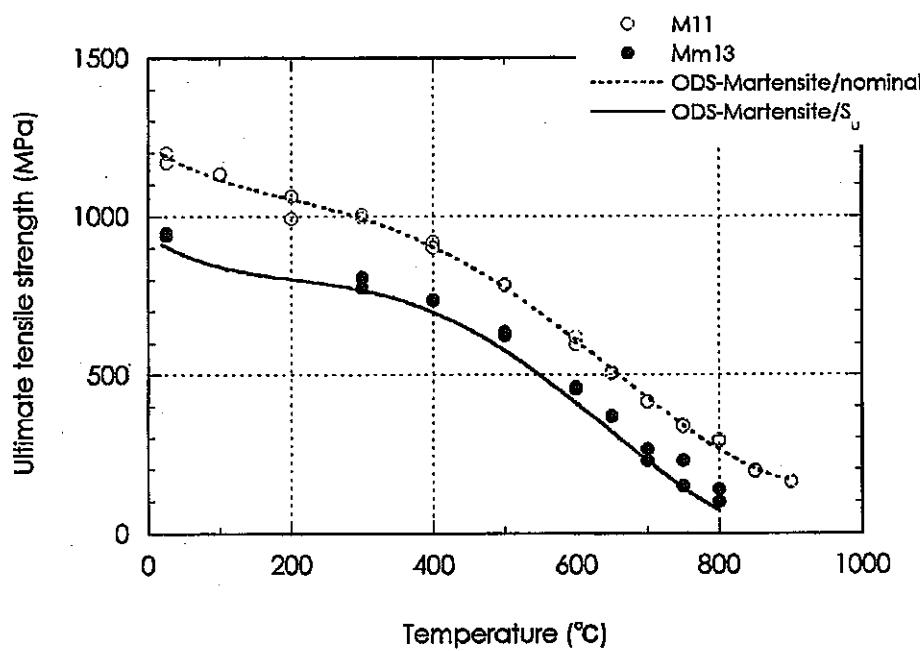


(単位 : mm)

図2 BOR-60照射試験燃料ピンおよび試験集合体の概略図



(1) 降伏応力



(2) 引張強さ

図3 マルテンサイト系ODS鋼被覆管 (Mm13) の引張試験結果

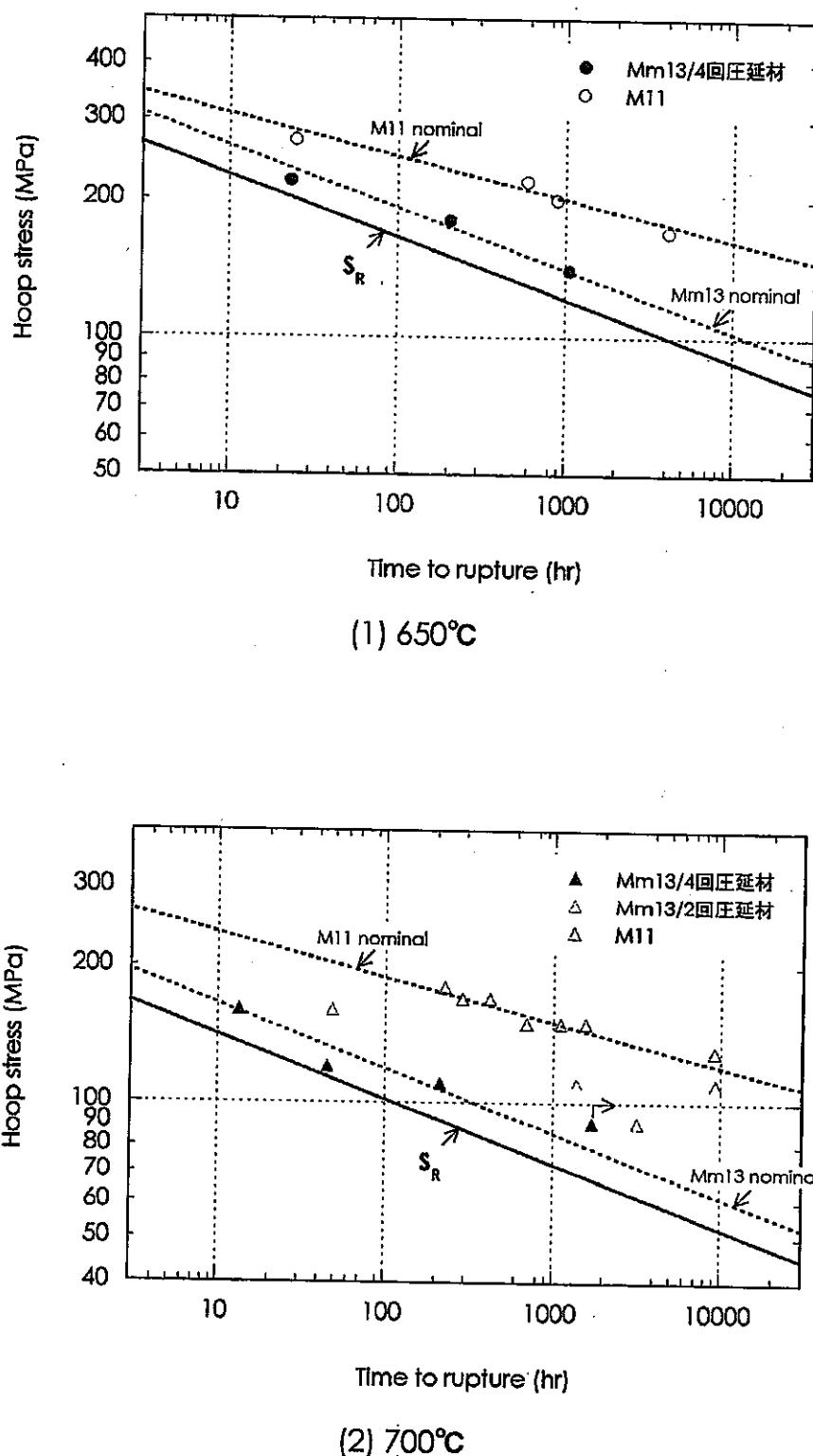


図4 マルテンサイト系ODS鋼被覆管（Mm13）の内圧クリープ破断試験結果（1）

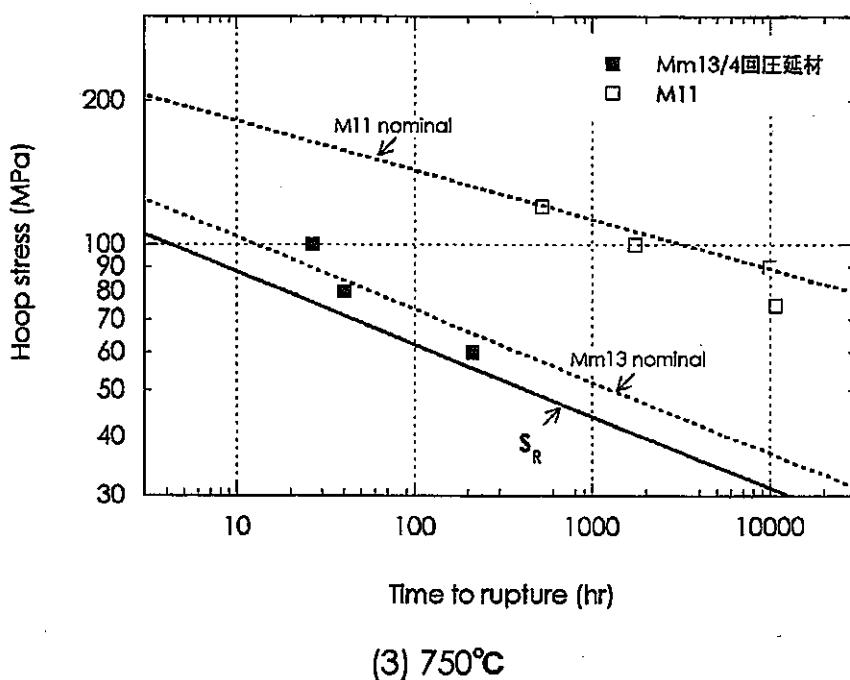
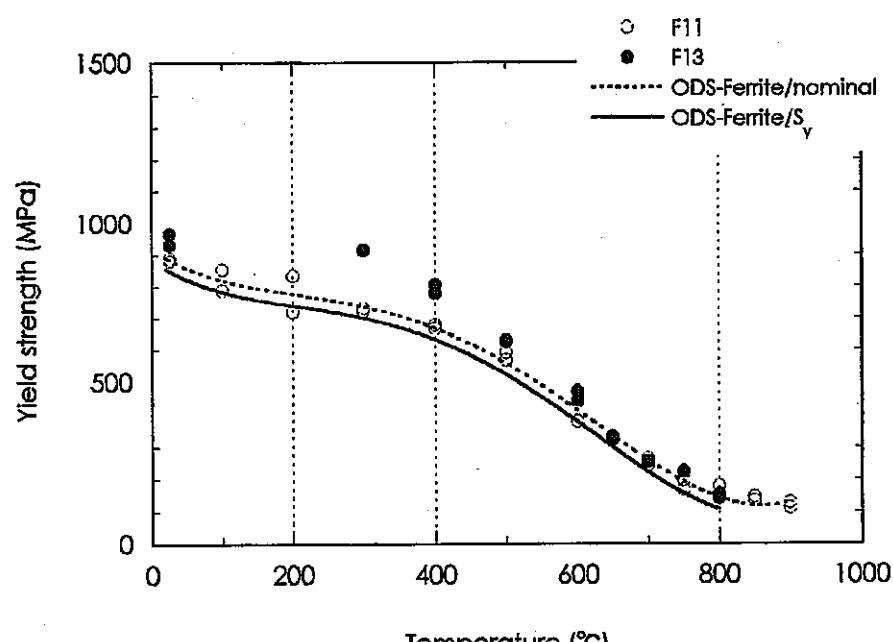
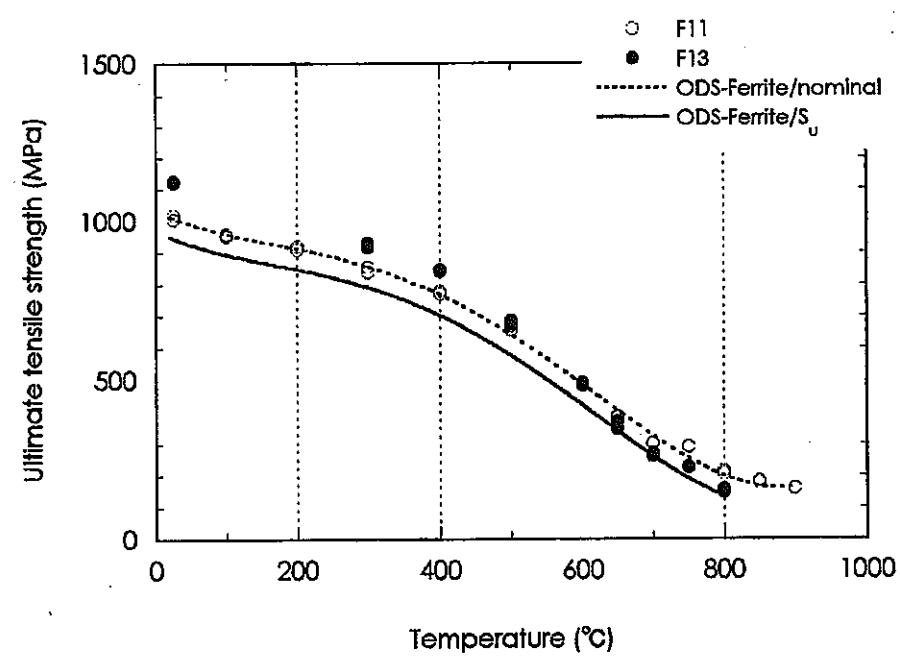


図4 マルテンサイト系ODS鋼被覆管（Mm13）の内圧クリープ破断試験結果（2）

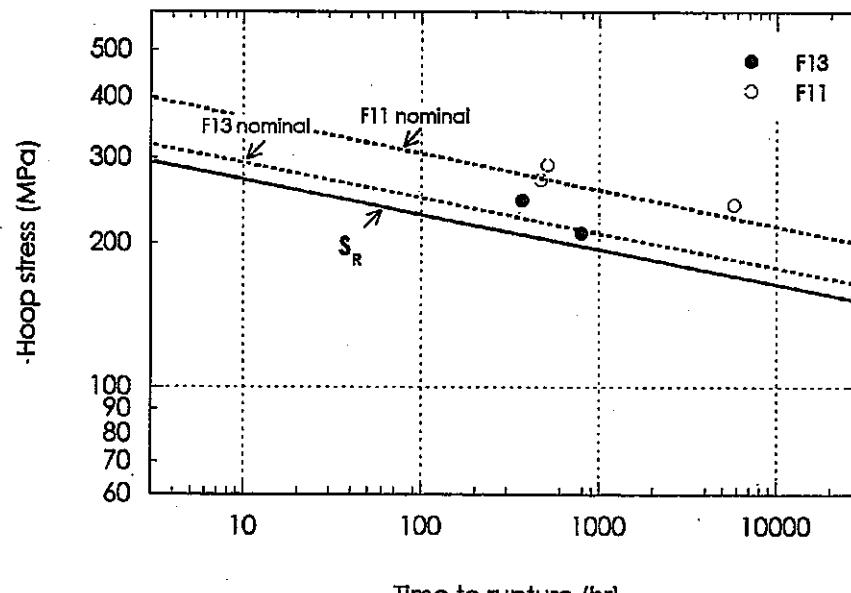


(1) 降伏応力

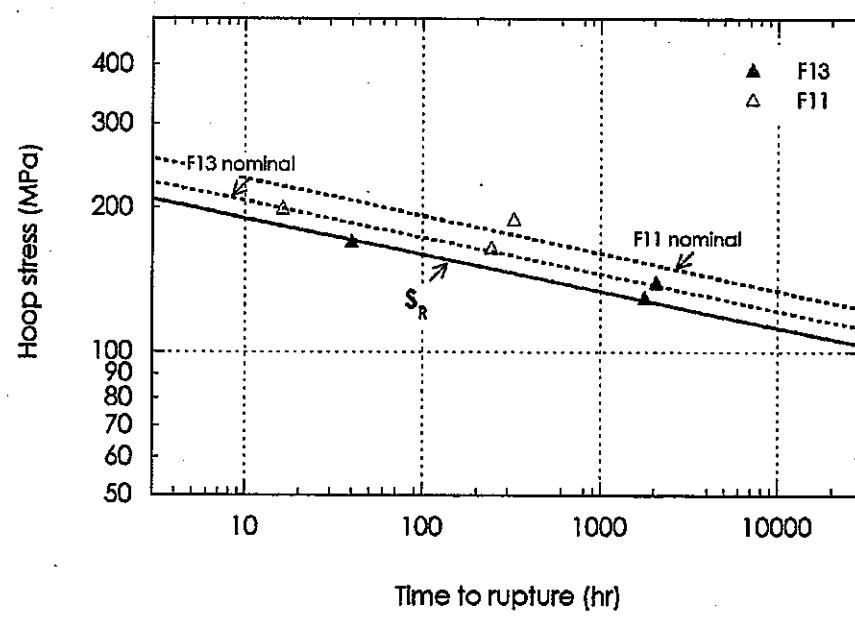


(2) 引張強さ

図5 フェライト系ODS鋼被覆管（F13）の引張試験結果



(1) 650°C



(2) 700°C

図6 フェライト系ODS鋼被覆管（F13）の内圧クリープ破断試験結果（1）

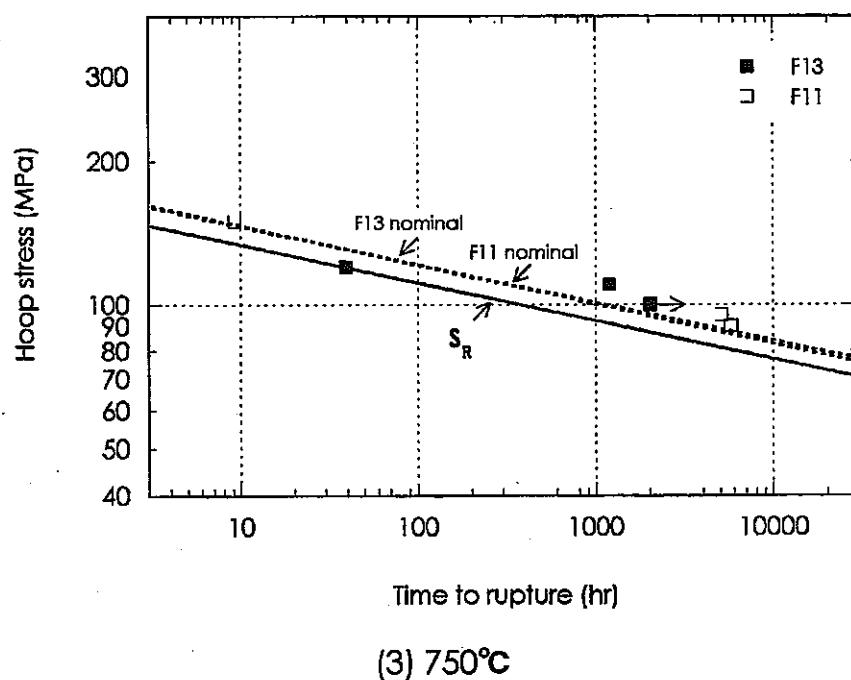
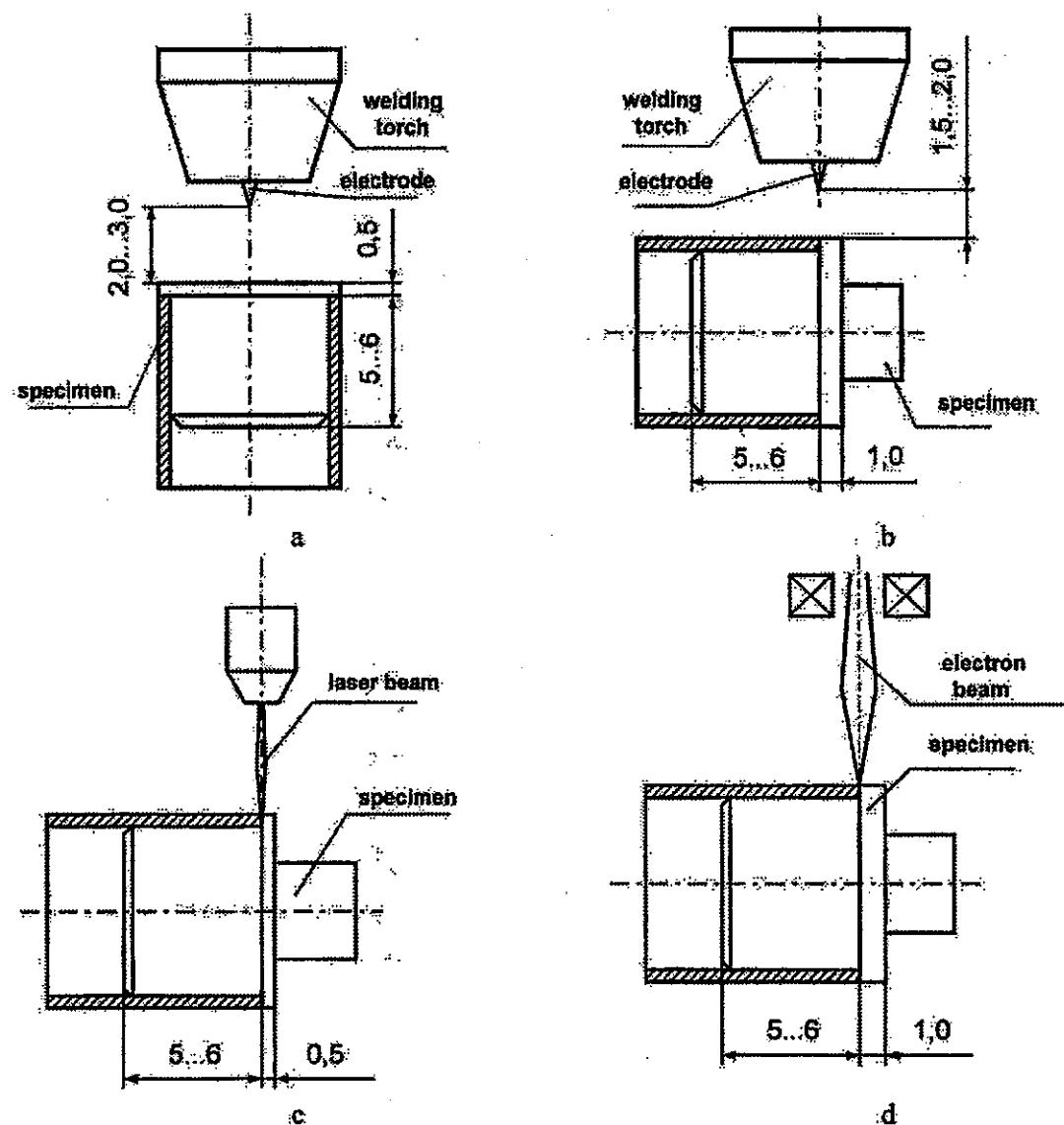


図6 フェライト系ODS鋼被覆管（F13）の内圧クリープ破断試験結果（2）



a : TIG-End face fusion法

b : TIG溶接法

c : レーザー溶接法

d : 電子ビーム溶接法

図7 RIARIにおける先行溶接試験（各溶接方法の概略図）

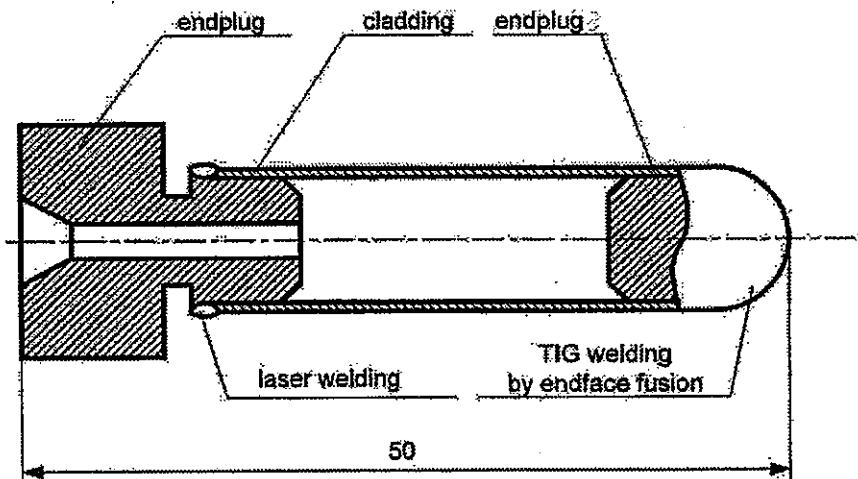
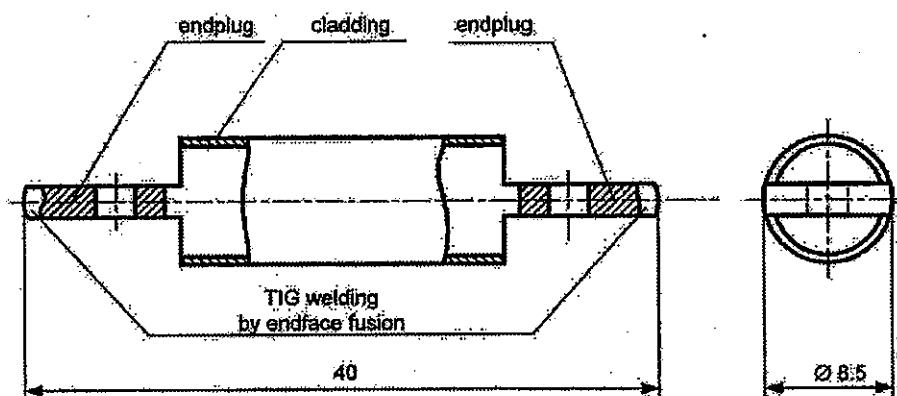
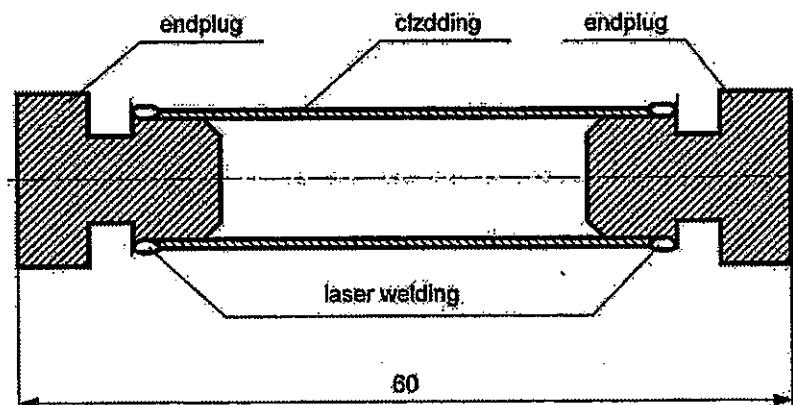


図8 内圧バースト試験片の概略図

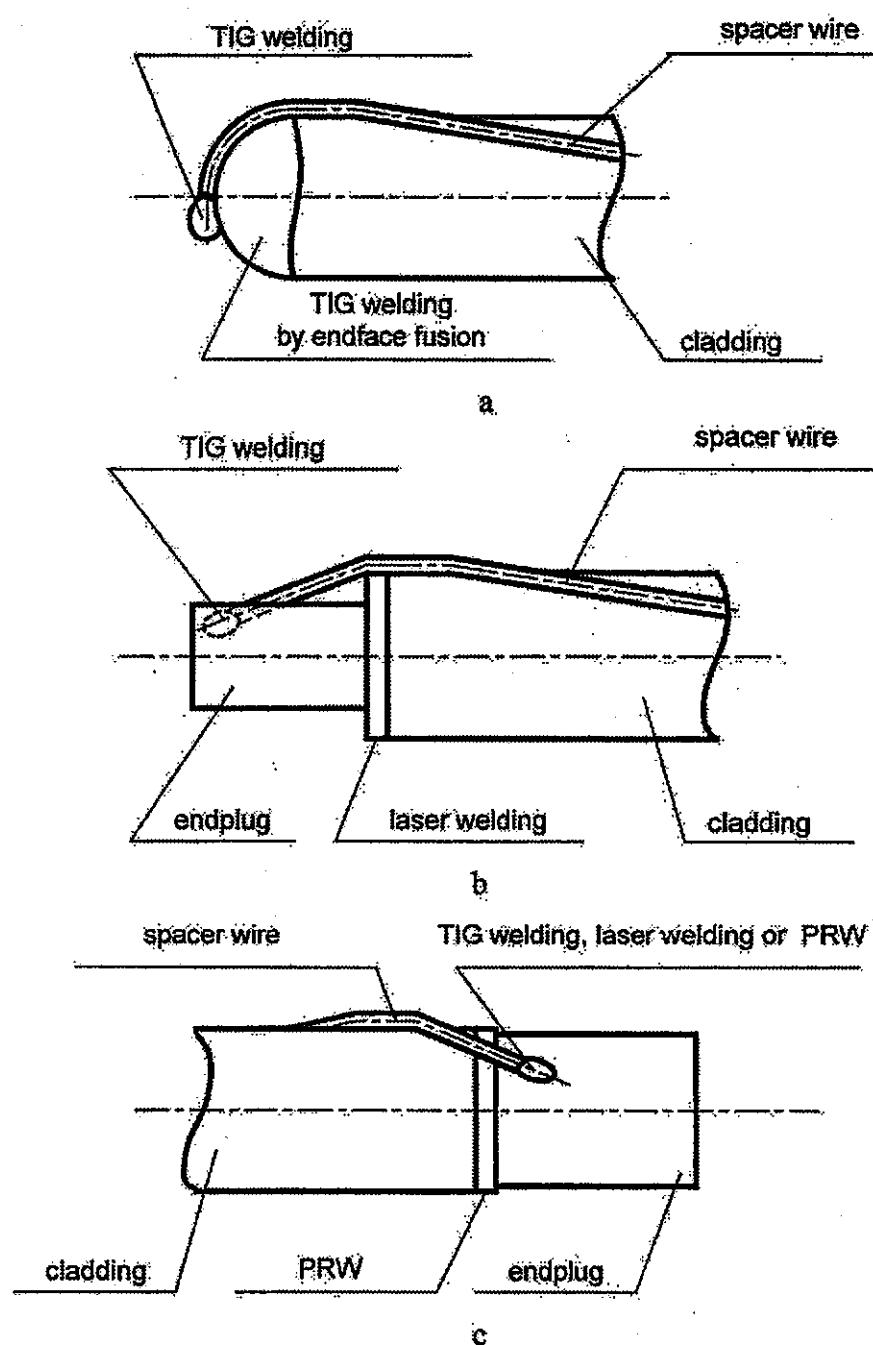


a : TIG-End face fusion



b : レーザー溶接

図9 引張試験片の概略図



a : TIG-End face fusion法 (下部端栓)

b : レーザー溶接法 (下部端栓)

c : PRW法 (上部端栓)

図10 上下端栓へのワイヤ固定方法概略図

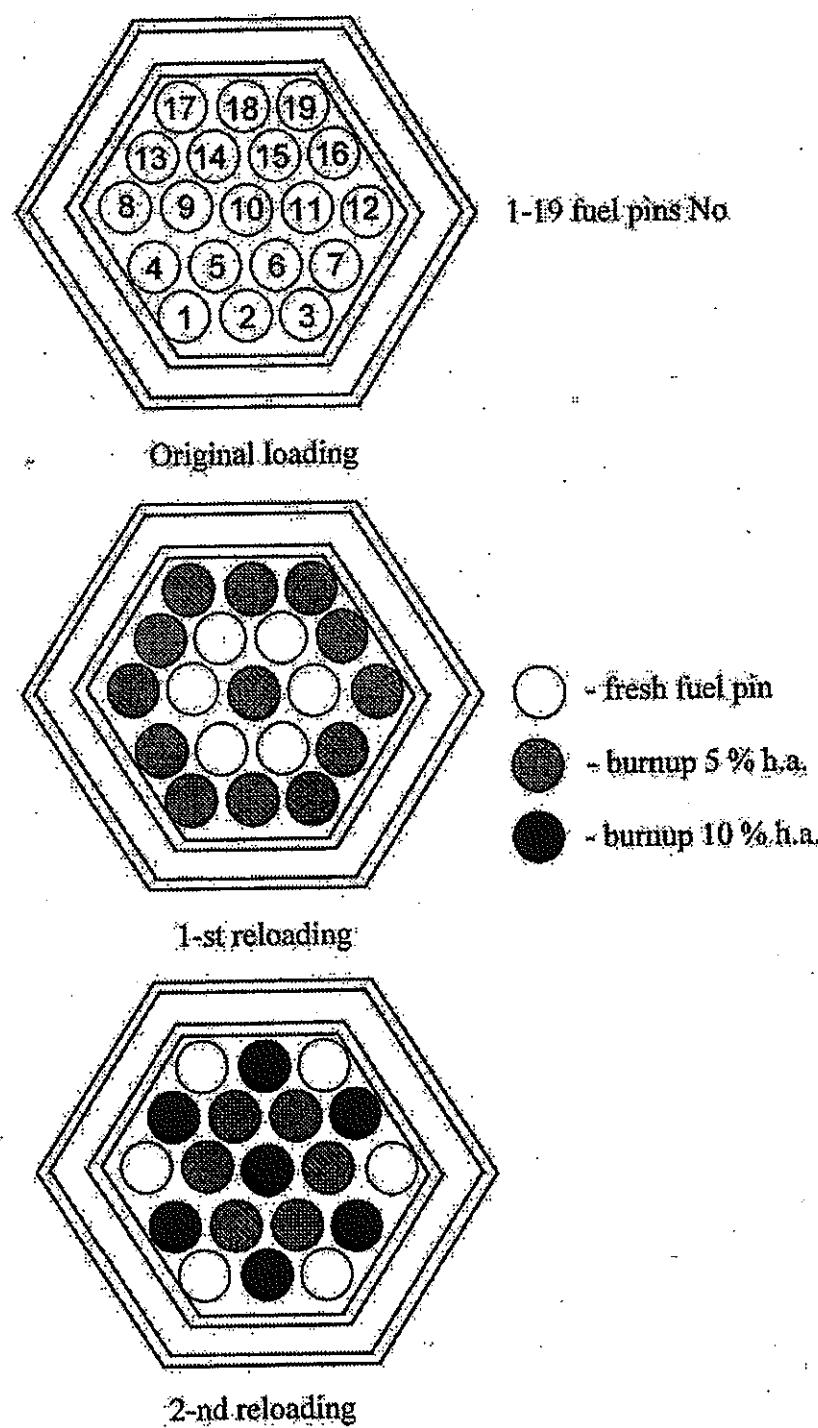


図11 ODS鋼燃料ピンの集合体内配置および装荷計画

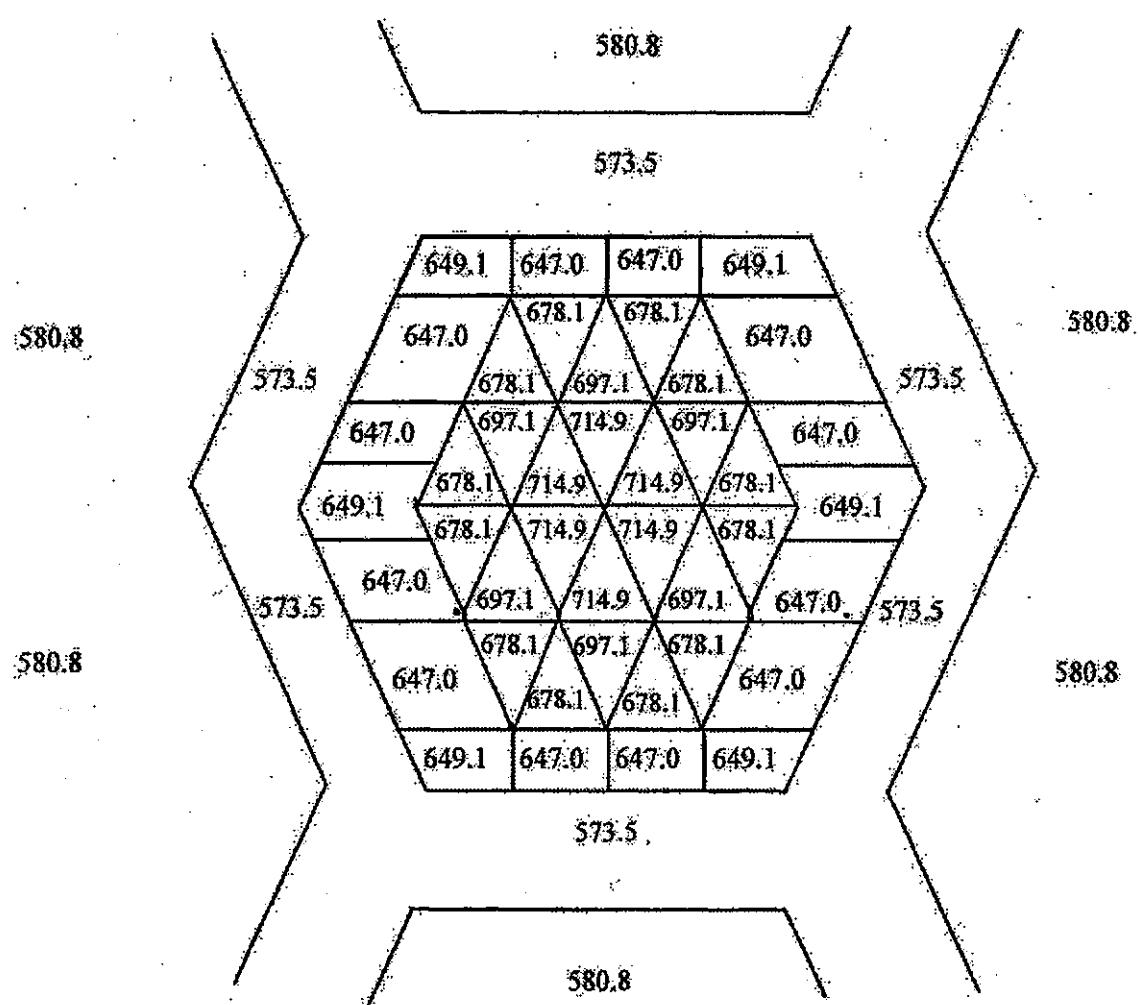


図12 第1期照射試験開始時の燃料集合体内冷却材温度分布の解析結果（700°C照射）

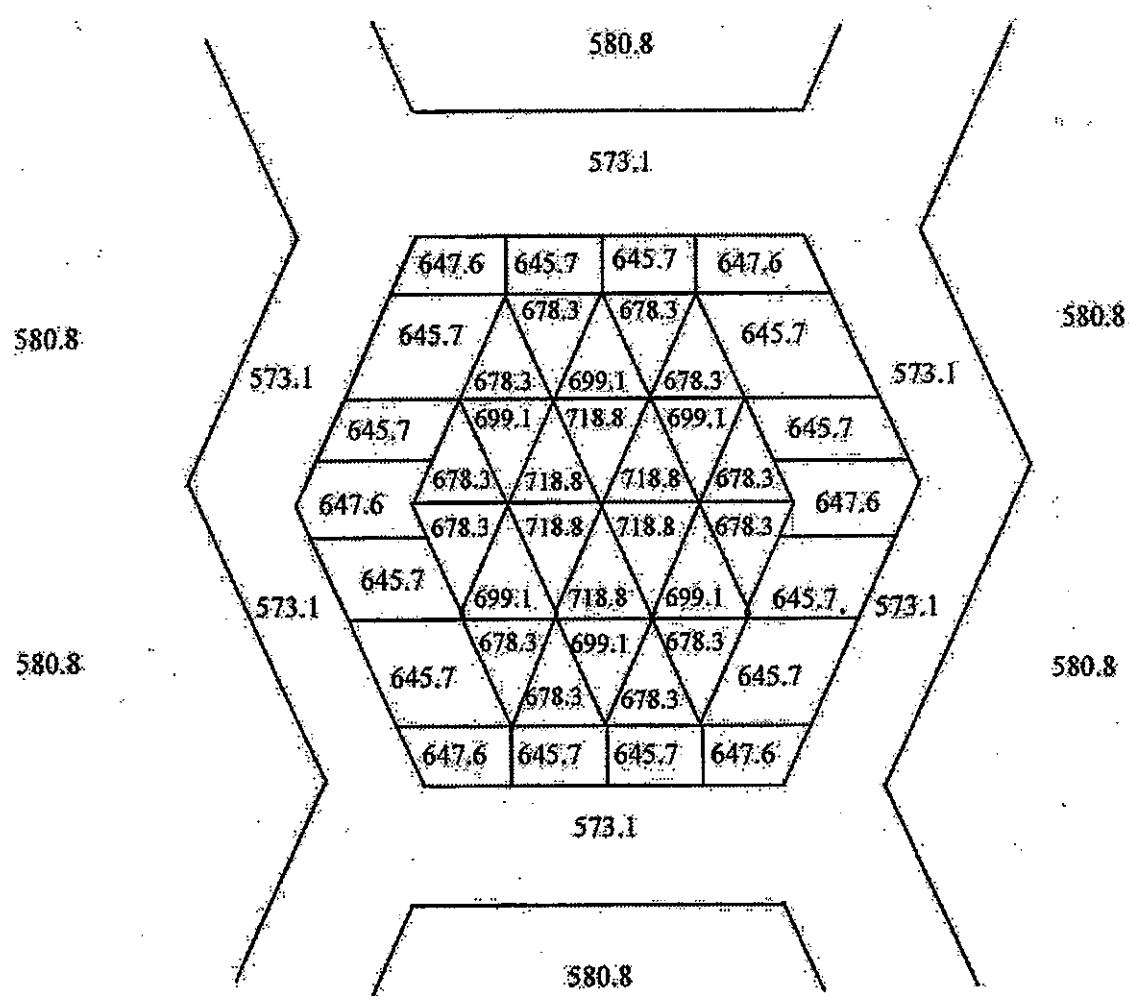


図13 第2期照射試験開始時の燃料集合体内冷却材温度分布の解析結果（700°C照射）

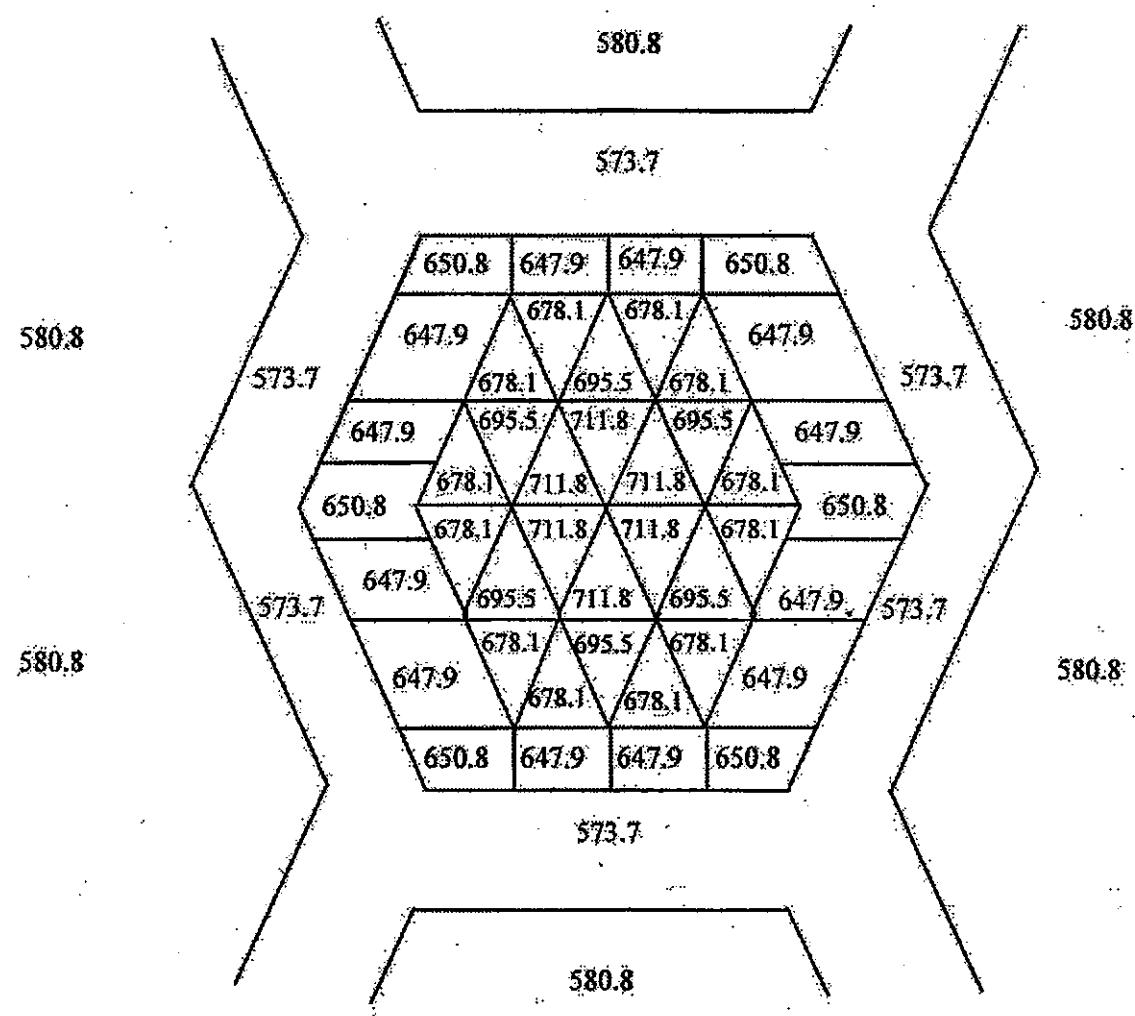


図14 第3期照射試験開始時の燃料集合体内冷却材温度分布の解析結果（700°C照射）

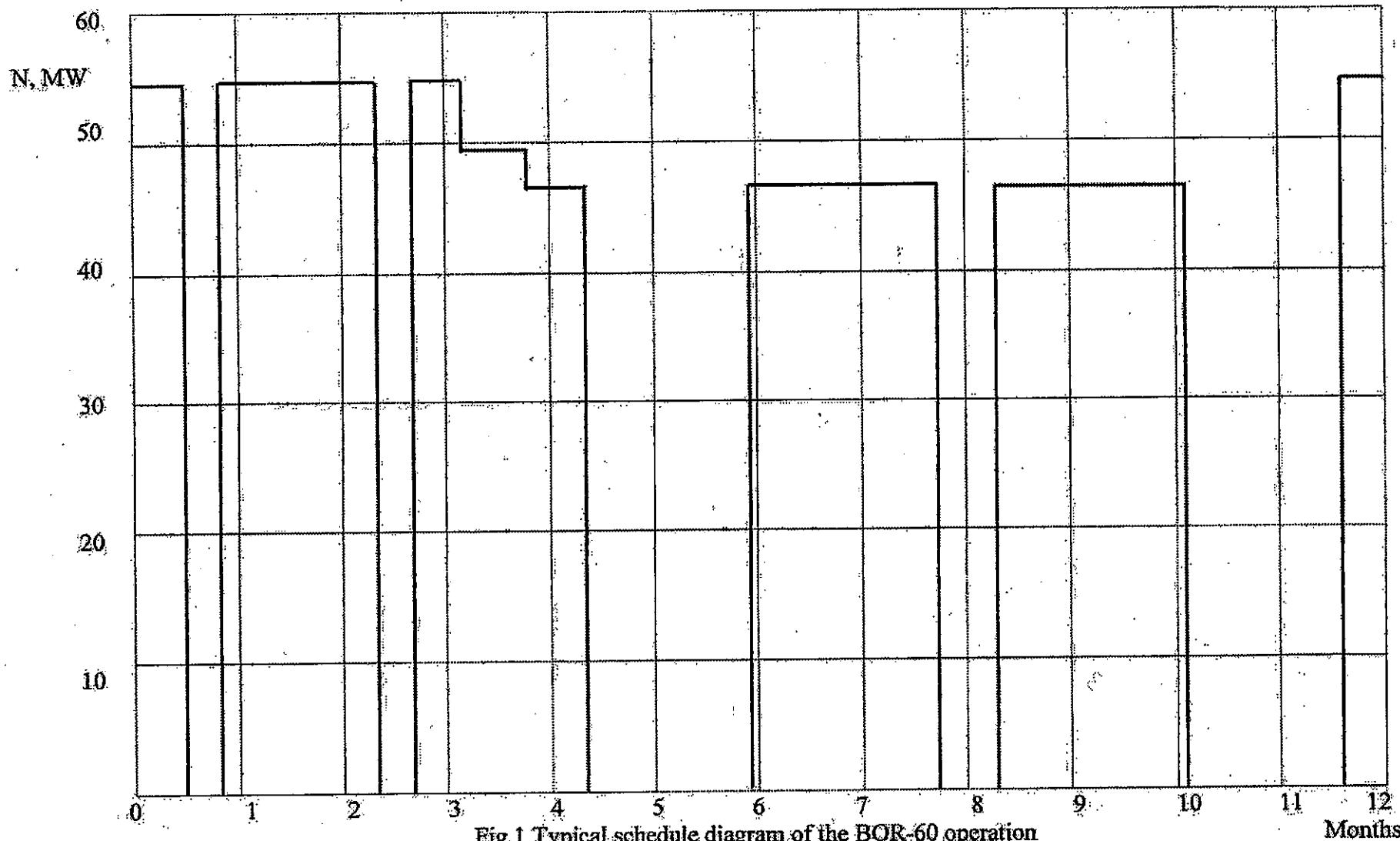
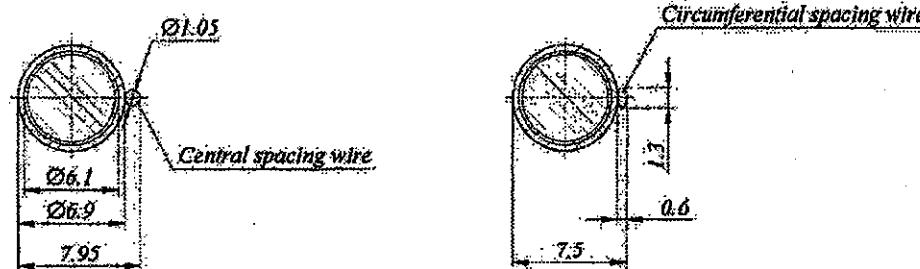
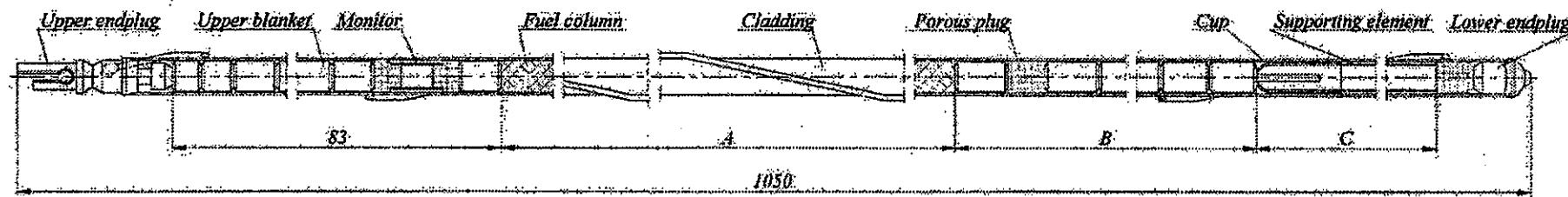


Fig.1 Typical schedule diagram of the BOR-60 operation

図15 BOR-60の運転パターン例



Modification	Position	Cladding material	A, mm	B, mm	C, mm
Standard	Central	9Cr-ODS			
	Circumferential		450±5	150	322±7
	Central	12Cr-ODS			
	Circumferential				
With increased gas plenum	Central		300±5	-	607±7
	Circumferential				
	Central	9Cr-ODS	450±5	-	457±7
	Circumferential				
With shortened gas plenum	Central		430±5	286	186±7
	Circumferential				
	Central	12Cr-ODS	450±5	391	81±7
	Circumferential				

図16 ODS鋼燃料ピンの概略図

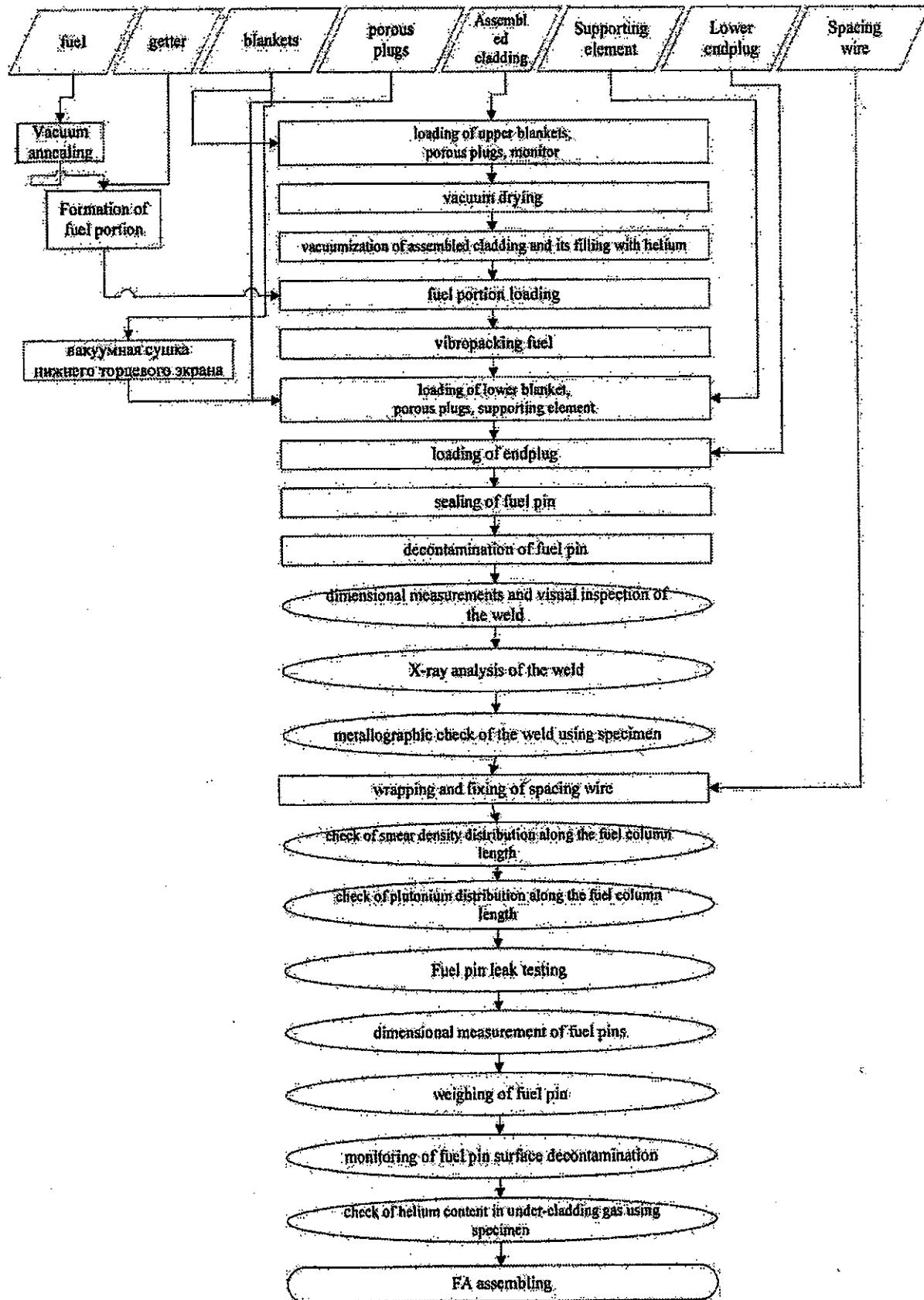
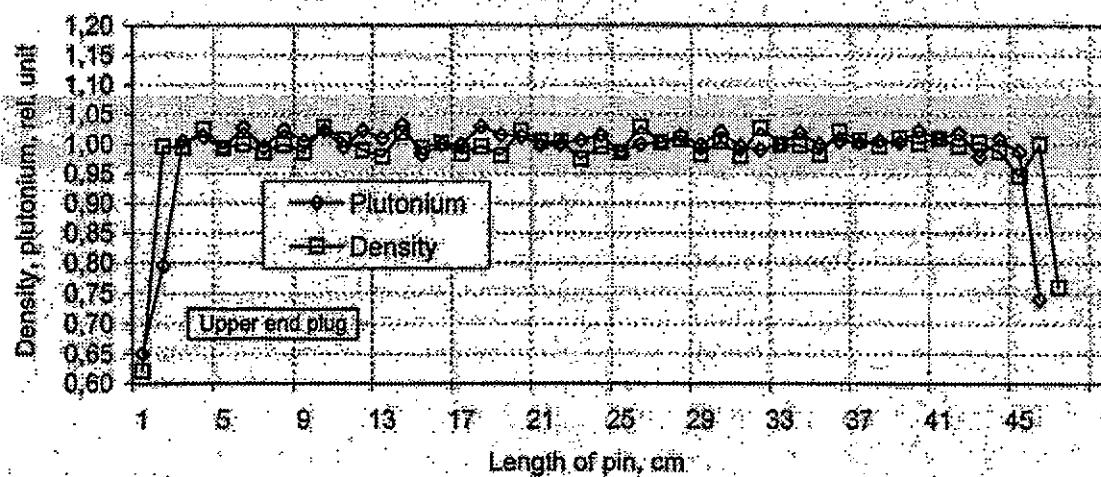


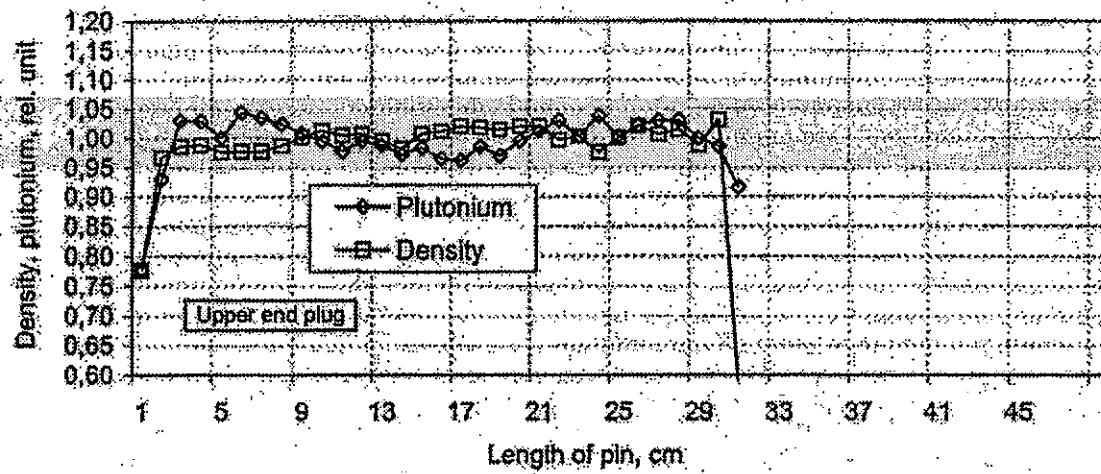
図17 ODS鋼燃料ピンの製造・検査の工程フロー

Axial distribution Density and Plutonium. Fuel pin X-28



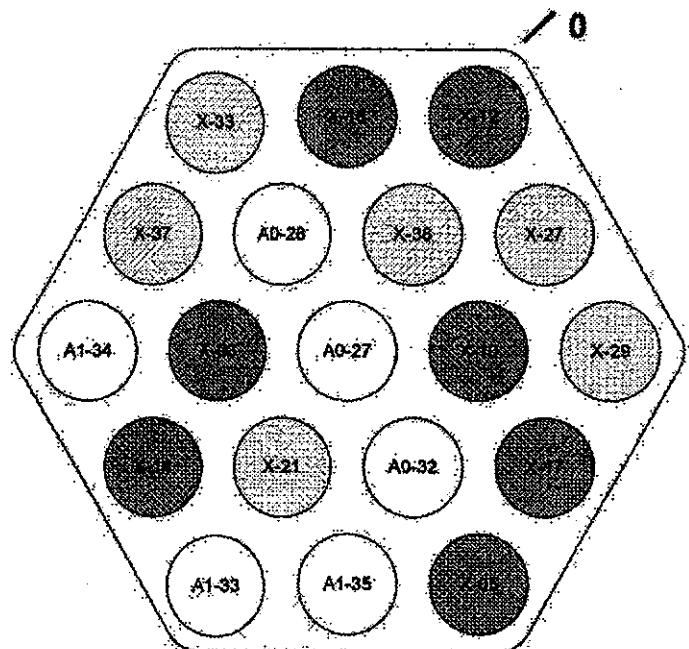
(1) 燃料カラム長さ450mm (X-28)

Axial distribution Density and Plutonium. Fuel pin X-19

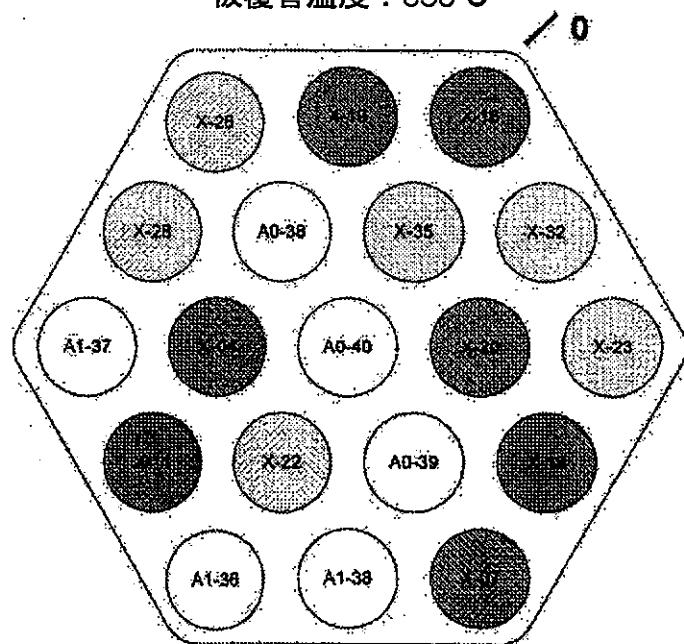


(1) 燃料カラム長さ300mm (X-19)

図18 ODS鋼燃料ピンの密度分布およびPu分布の計測結果



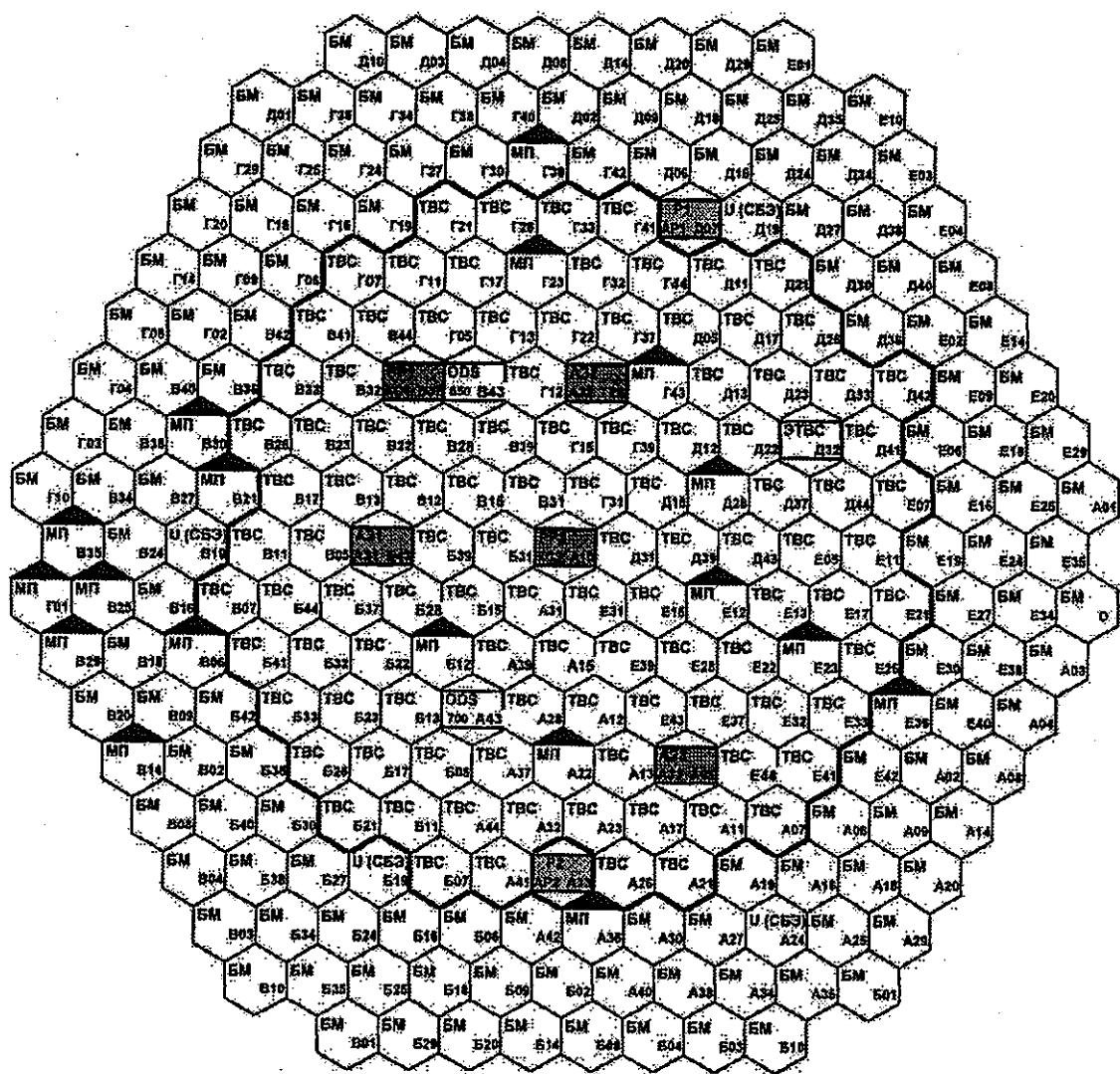
被覆管温度 : 650°C



被覆管温度 : 700°C

- - ChS fuel pins
- - F - ODS ferritic fuel pin
- - M - ODS martensitic fuel pin

図19 集合体内の燃料ピン配置



 Д31 Импакт  
  СУЗ  
  Материаловедческий проект  
  ТВС  
  Экспериментальная ТВС

План загрузки	№	№	Штатные параметры	Экспериментальные пакеты UO <sub>2</sub> UO <sub>2</sub> и UZrH <sub>1-x</sub>	Пакеты в СУЗ	Экспериментальные пакеты, топливомасса
77	0	0	0	0	0	0
	1	6	6	0	0	0
	2	12	12	0	0	0
	3	18	18	0	0	0
785	4	24	24	0	0	0
	5	30	30	0	0	0
	6	36	36	0	0	0
	7	42	42	0	0	0
	8	48	48	0	0	0
	9	48	48	0	0	0

  
 27.06.03

図20 ODS鋼燃料ピン集合体のBOR-60炉心内配置

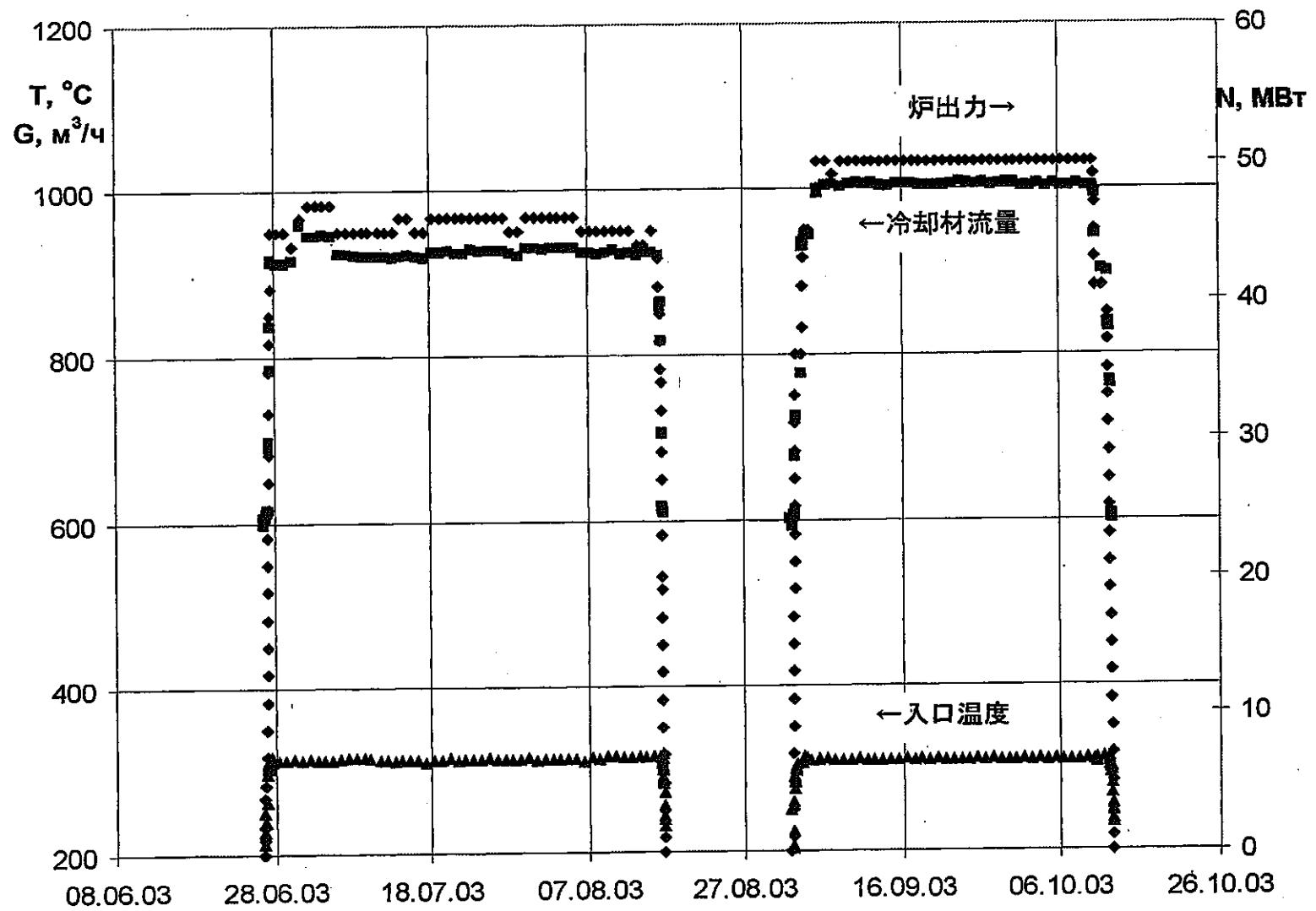


図21 BOR-60の運転実績

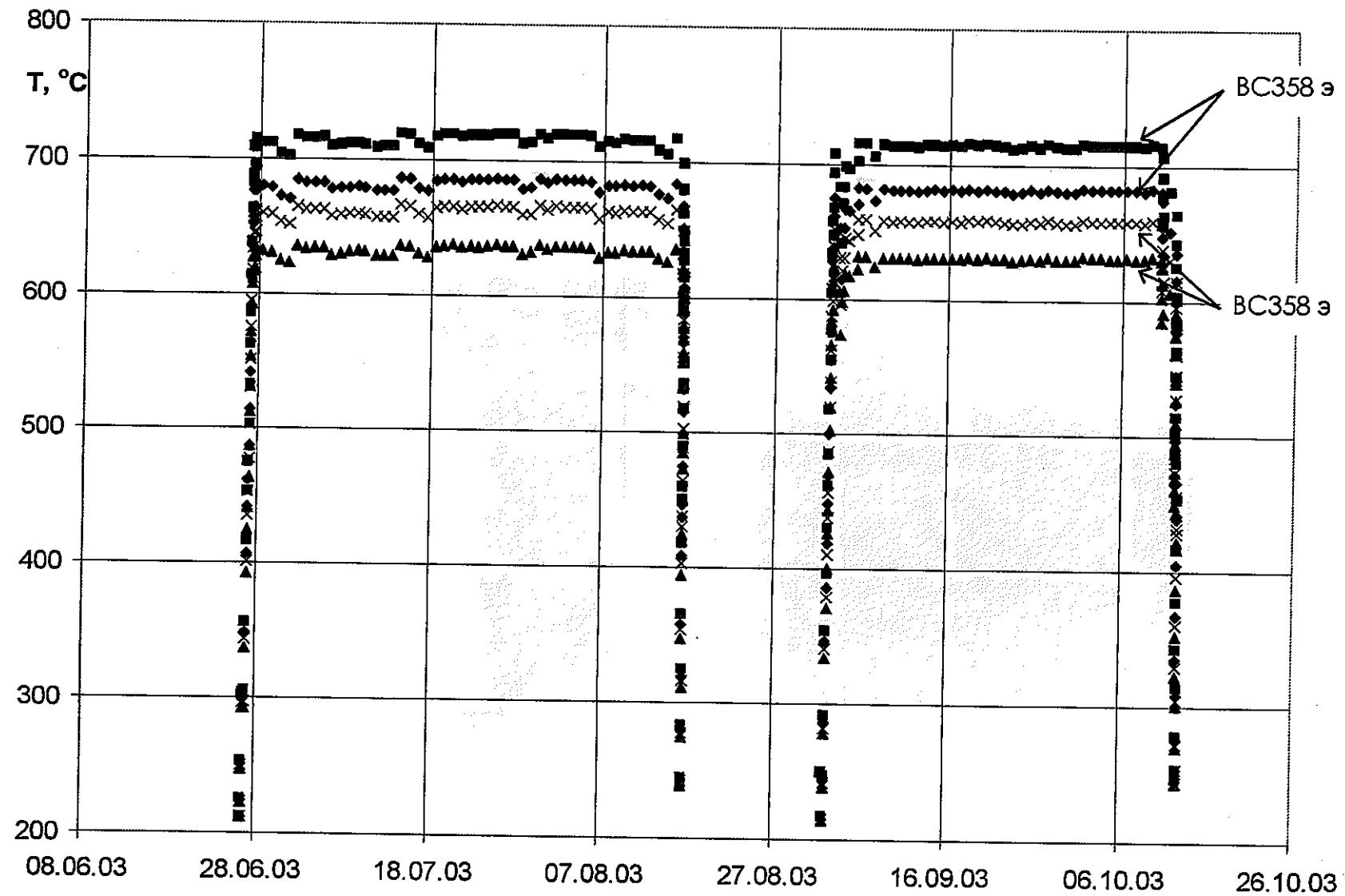
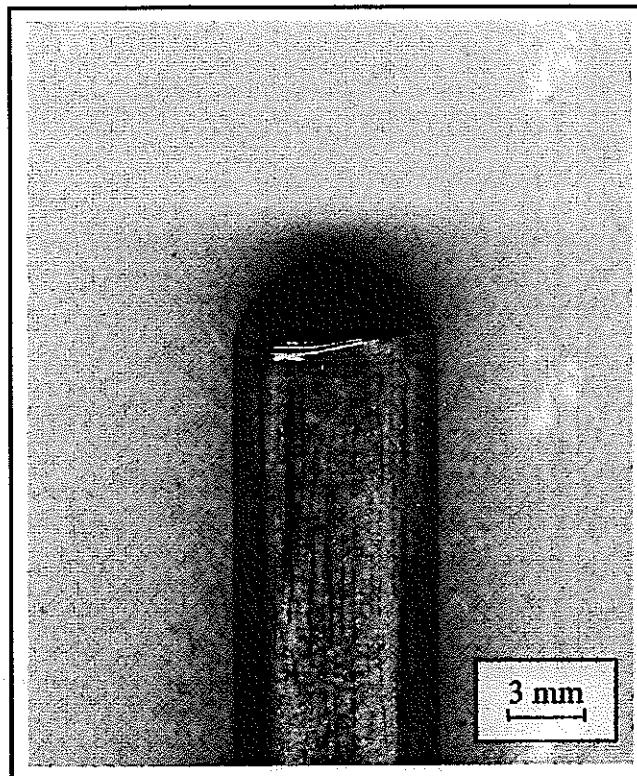
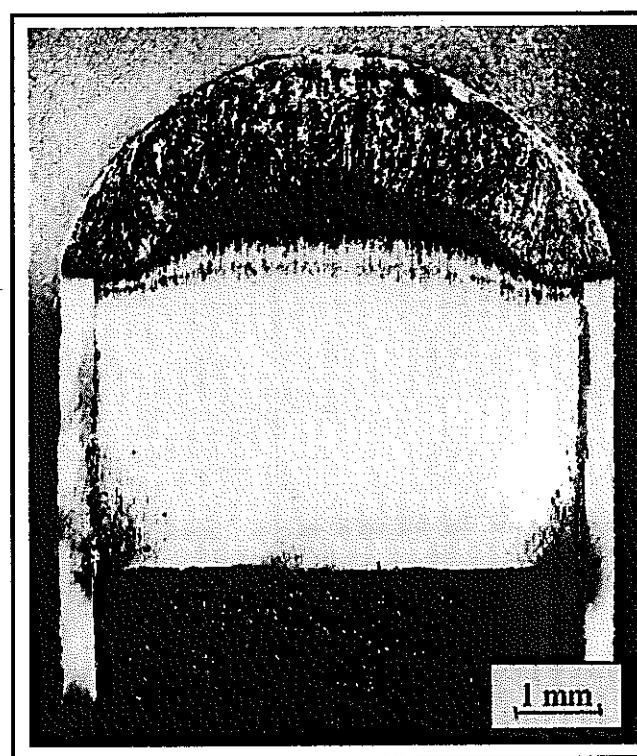


図22 ODS鋼燃料ピンの照射温度履歴

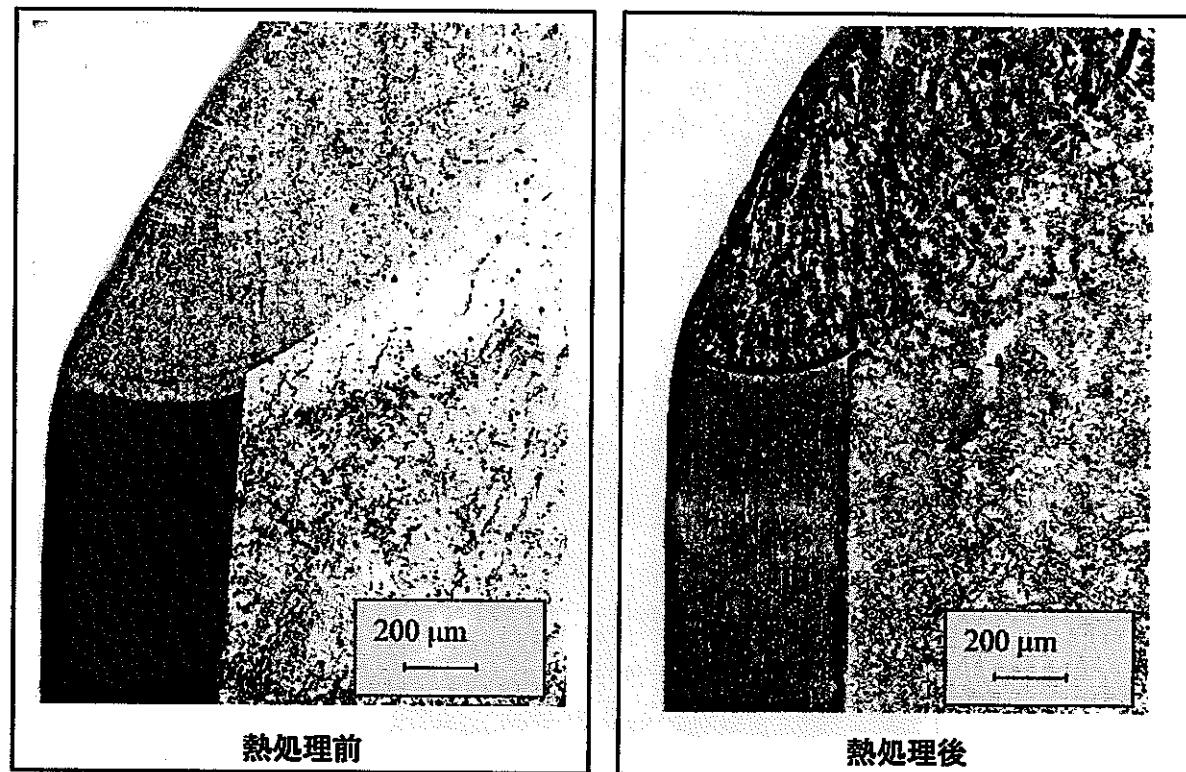


a : 外観写真

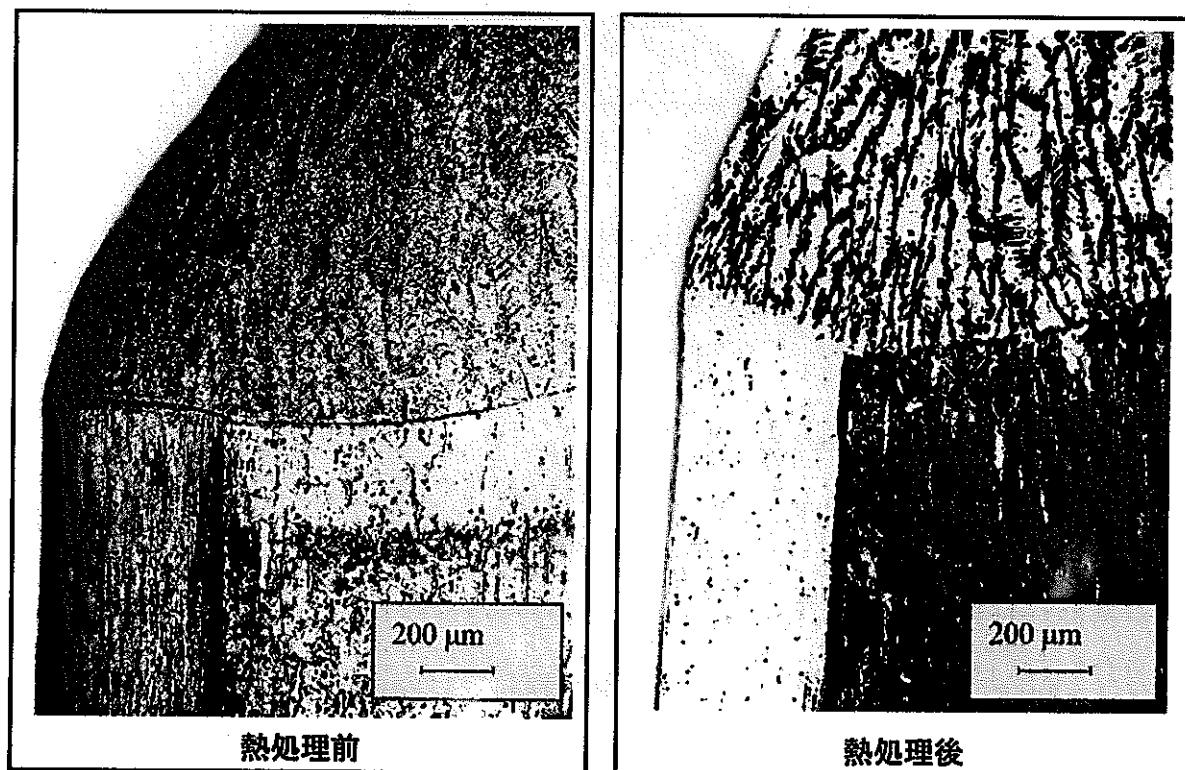


b : 断面写真

写真1 TIG-End face fusion法による溶接部の外観および断面写真

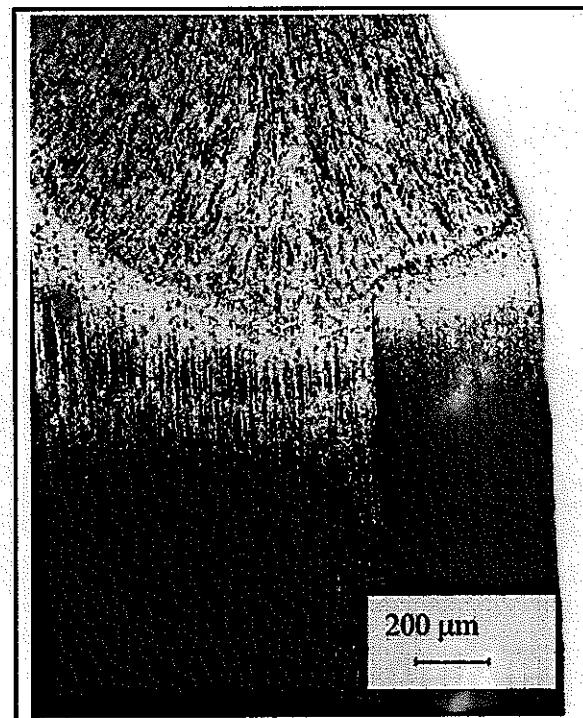


a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管

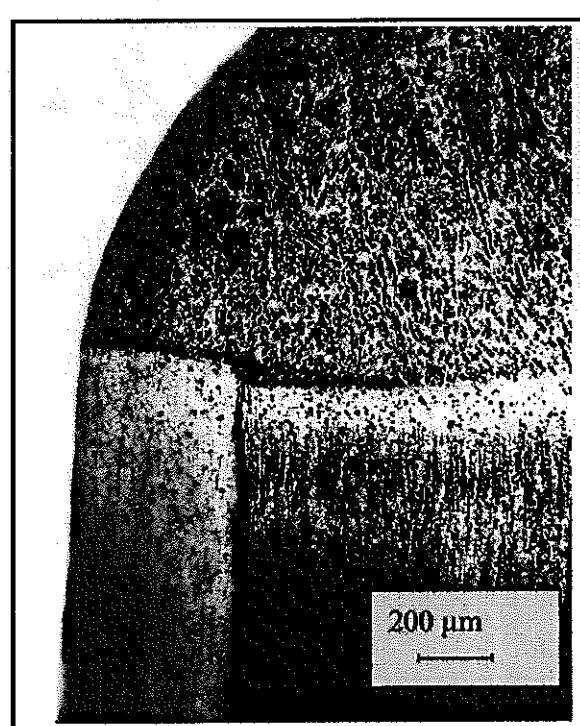


b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真2 TIG-End face fusion法による溶接部の断面金相写真 (05Cr12Ni2Mo端栓)

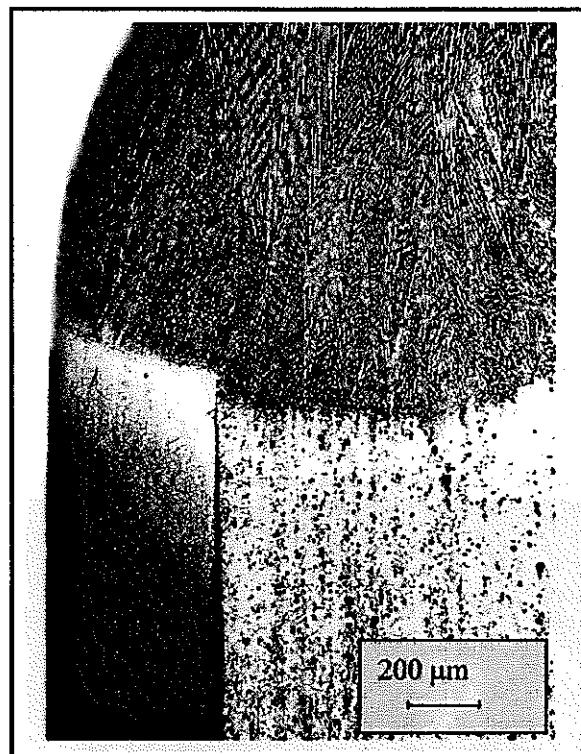


a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管

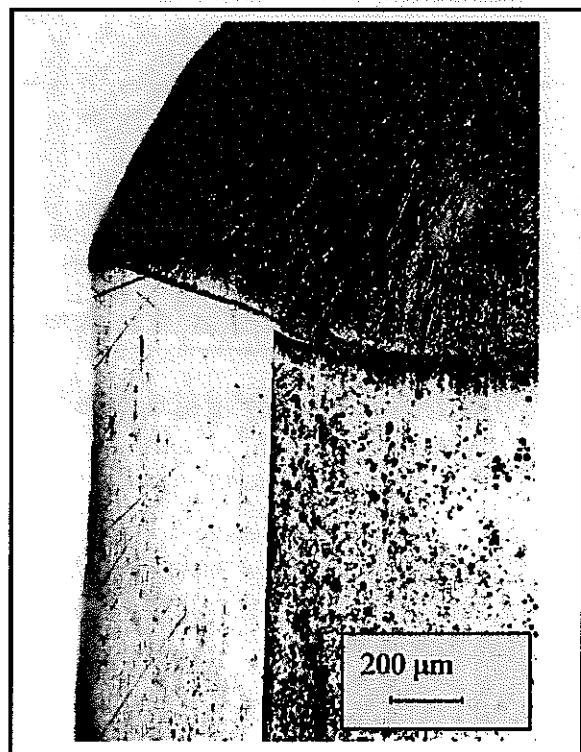


b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真3 TIG-End face fusion法による溶接部の断面金相写真 (EP-823端栓)



a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管



b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真4 TIG-End face fusion法による溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)

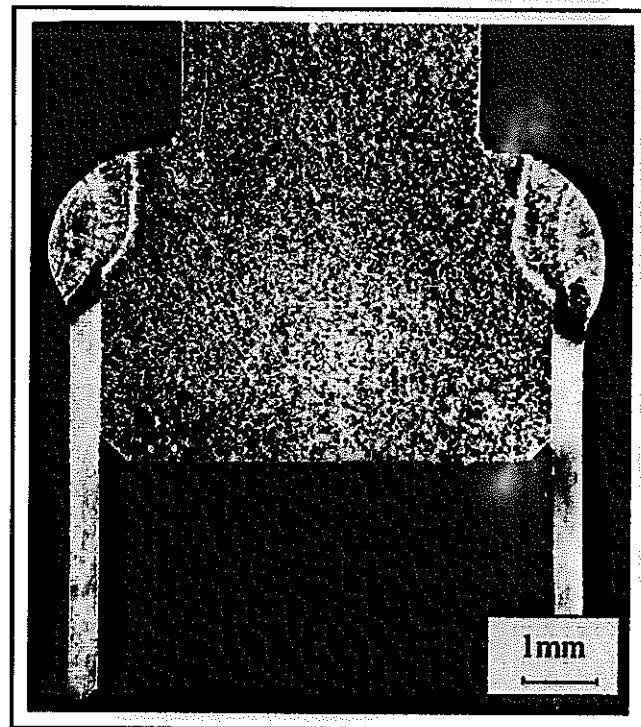
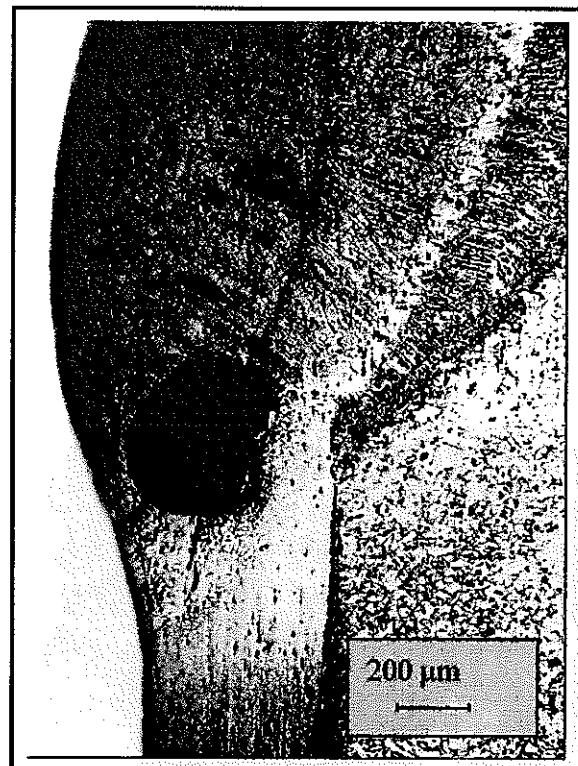
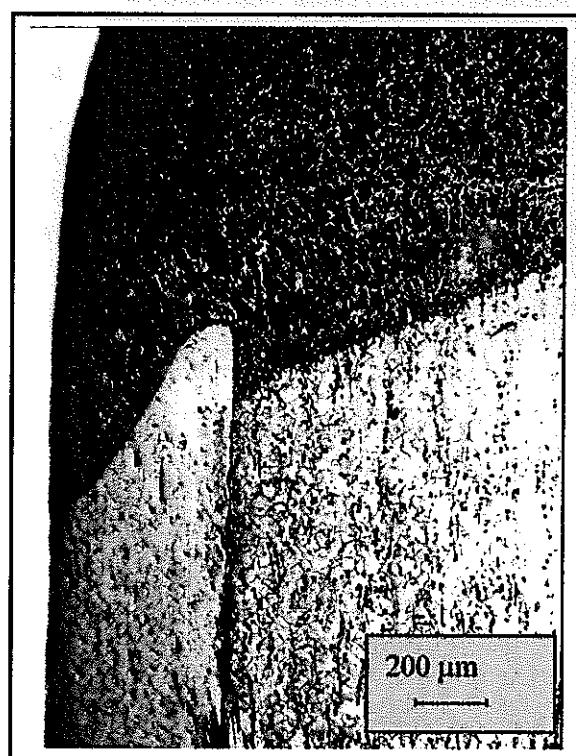


写真5 TIG溶接法による溶接部の断面写真



a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管



b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真6 TIG溶接法による溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)

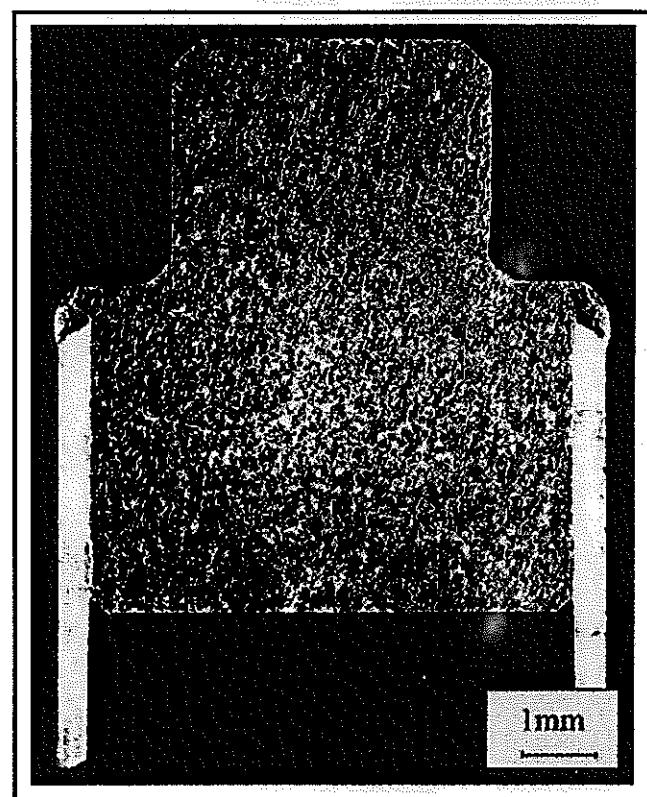
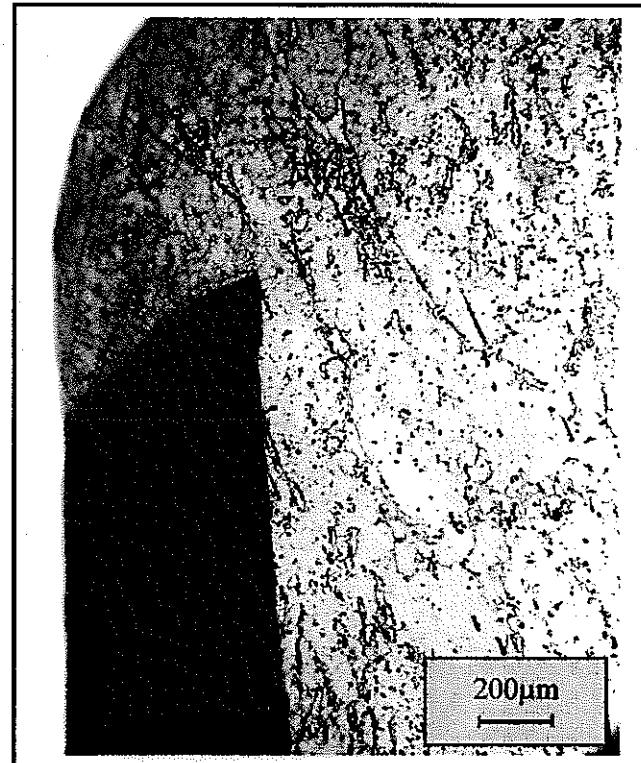
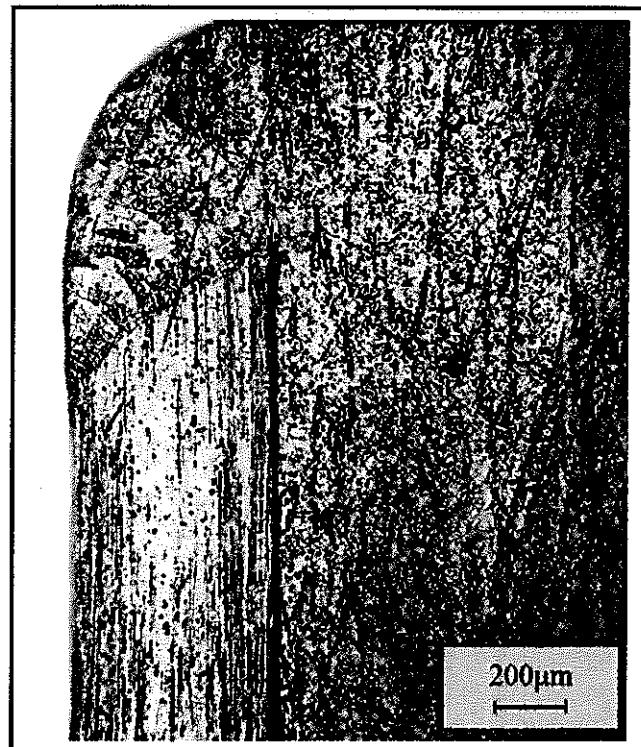


写真7 レーザー溶接法による溶接部の断面写真



a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管

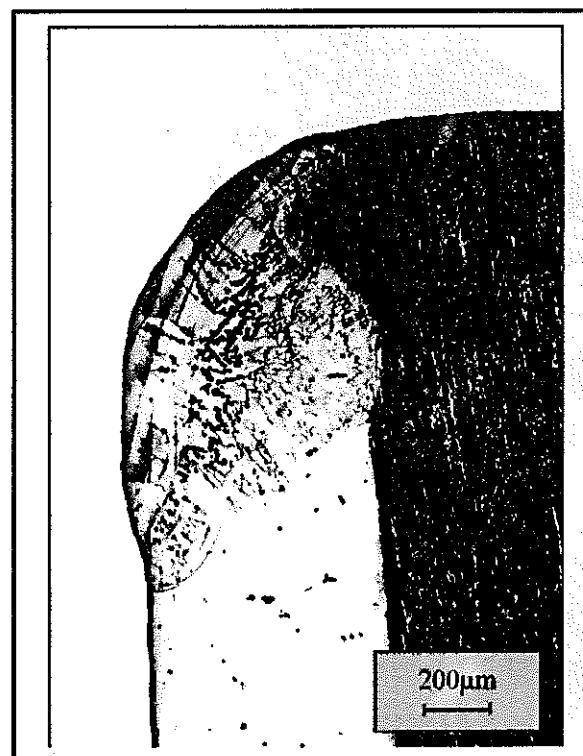


b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真8 レーザー溶接法による溶接部の断面金相写真 (05Cr12Ni2Mo端栓)

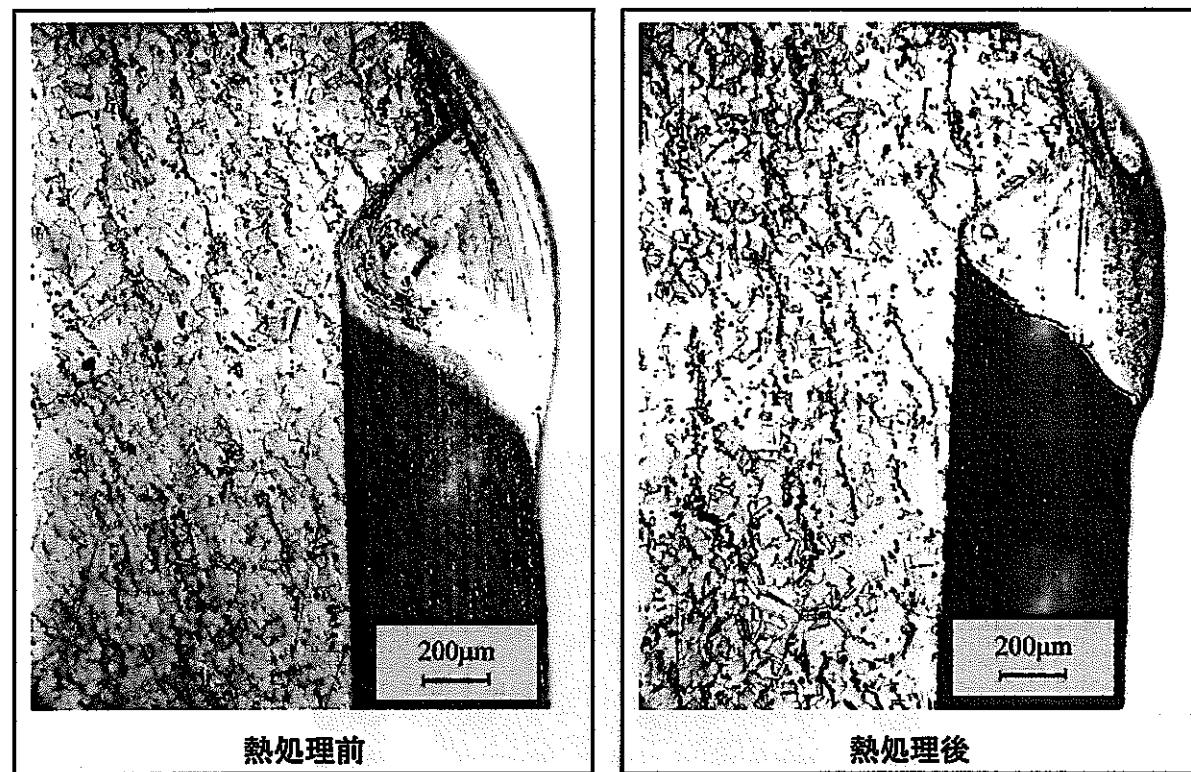


a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管



b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真9 レーザー溶接法による溶接部の断面金相写真 (EP-823端栓)



a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管



b : フェライト系ODS鋼被覆管

写真10 レーザー溶接法による溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)

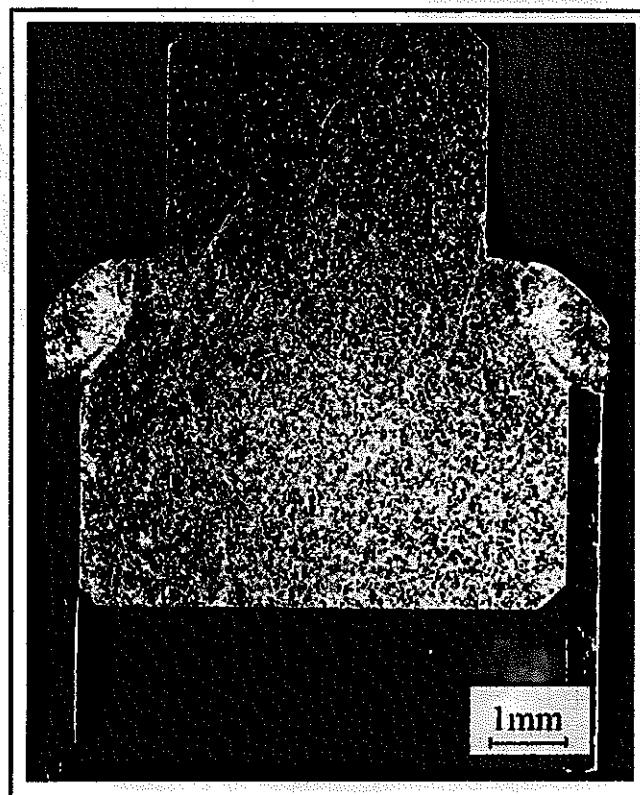
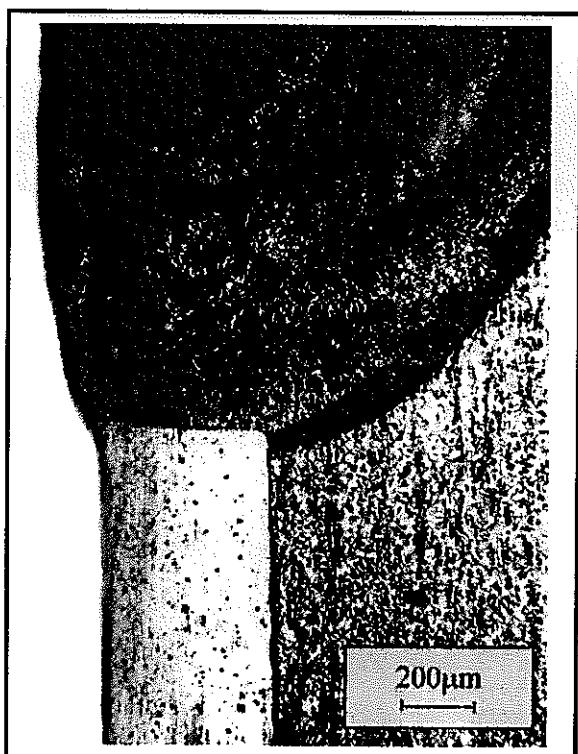


写真11 電子ビーム溶接法による溶接部の断面写真

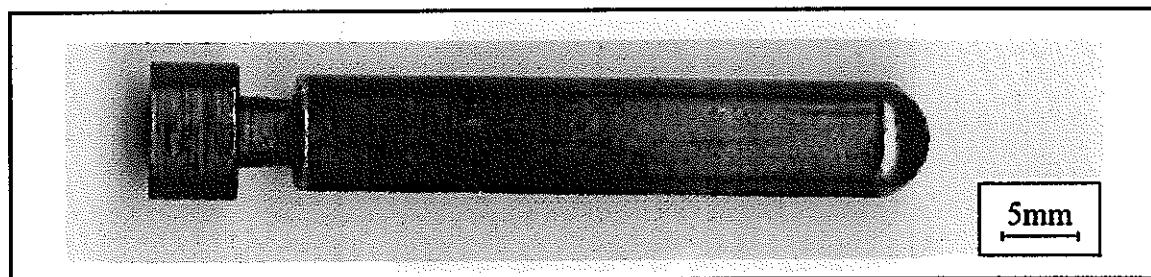


a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管

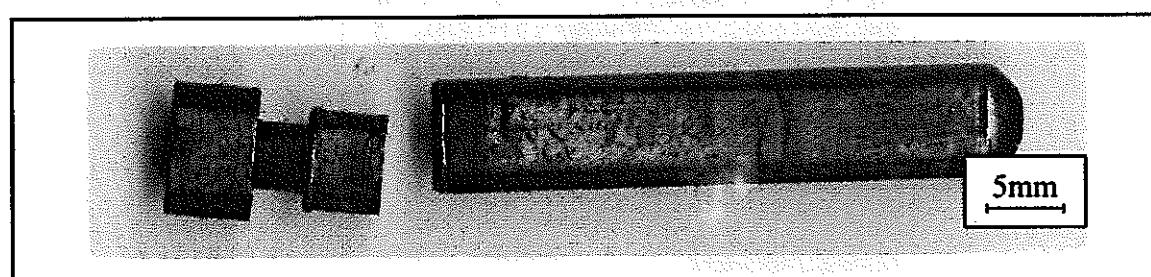


b : フェライト系ODS鋼被覆管

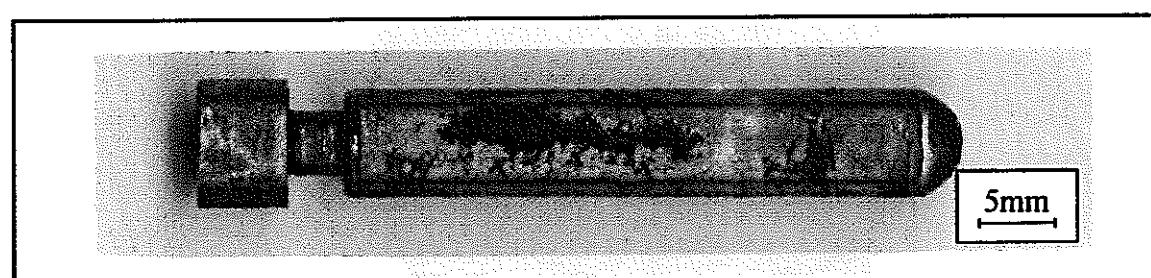
写真12 電子ビーム溶接法による溶接部の断面金相写真 (12Cr18Ni10Ti端栓)



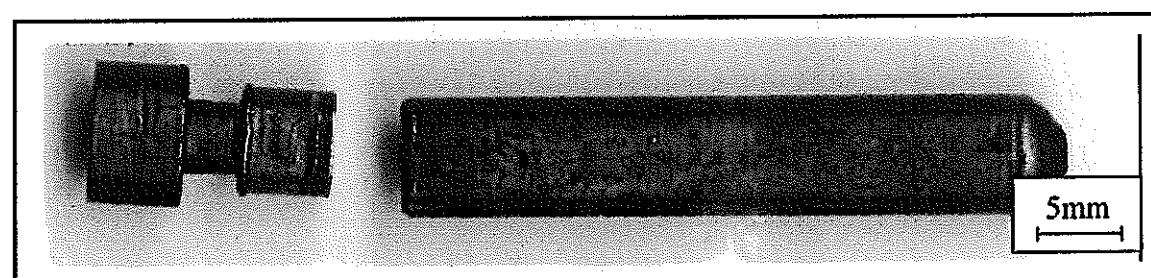
a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管（室温）



b : マルテンサイト系ODS鋼被覆管（400°C）

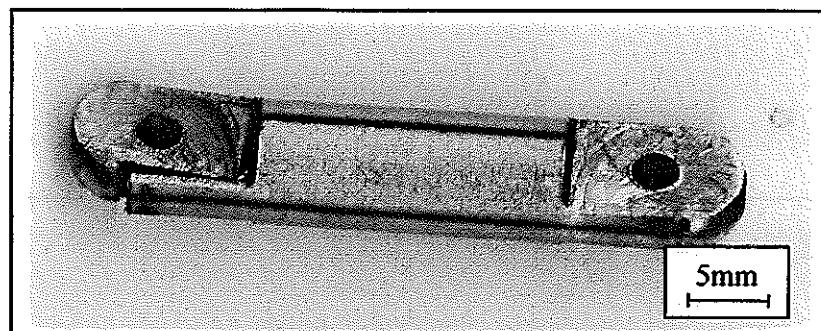


c : フェライト系ODS鋼被覆管（室温）

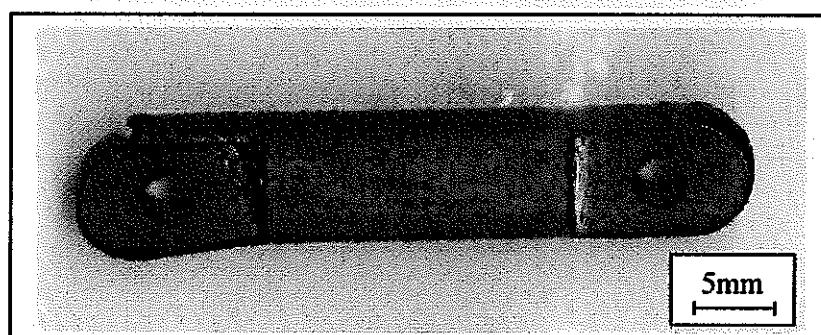


d : フェライト系ODS鋼被覆管（400°C）

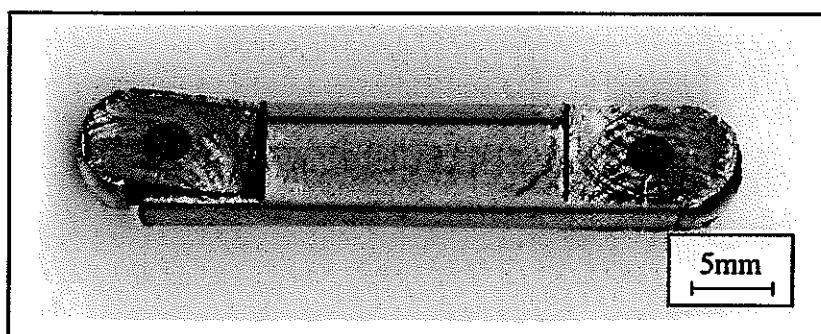
写真13 内圧バースト試験後の試験片外観写真



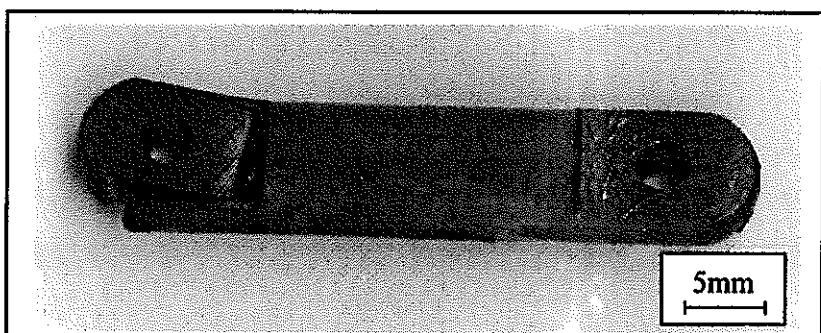
a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管（室温）



b : マルテンサイト系ODS鋼被覆管（400°C）

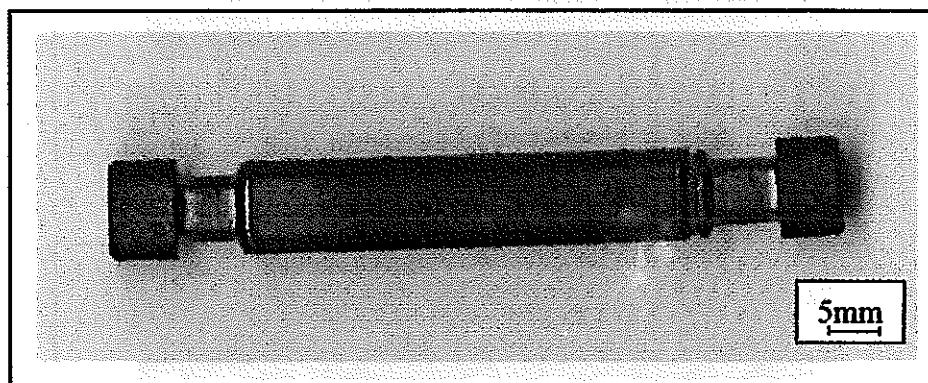


c : フェライト系ODS鋼被覆管（室温）

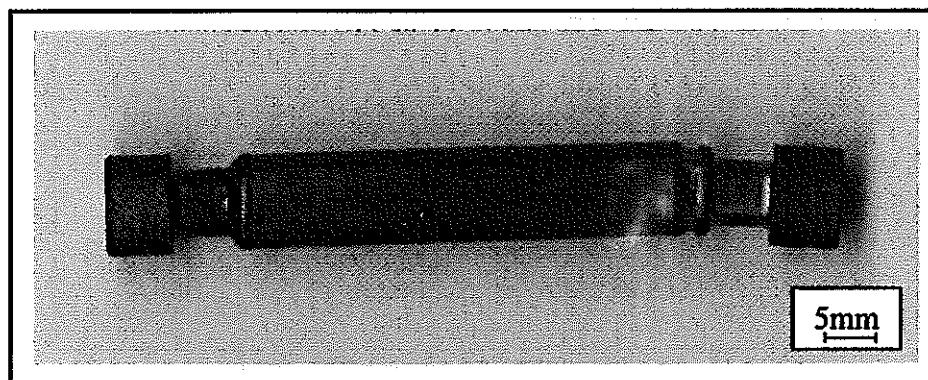


d : フェライト系ODS鋼被覆管（400°C）

写真14 引張試験後の試験片外観写真 (TIG-End face fusion法)



a : マルテンサイト系ODS鋼被覆管 (400°C)



b : フェライト系ODS鋼被覆管 (400°C)

写真15 引張試験後の試験片外観写真 (レーザー溶接法)

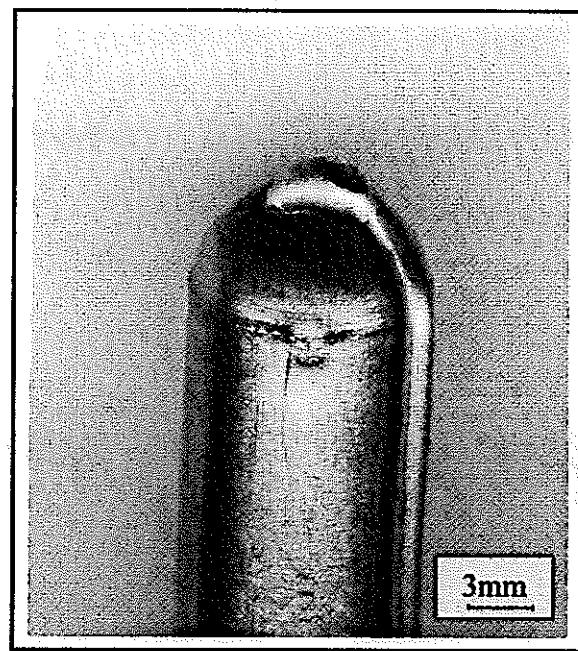
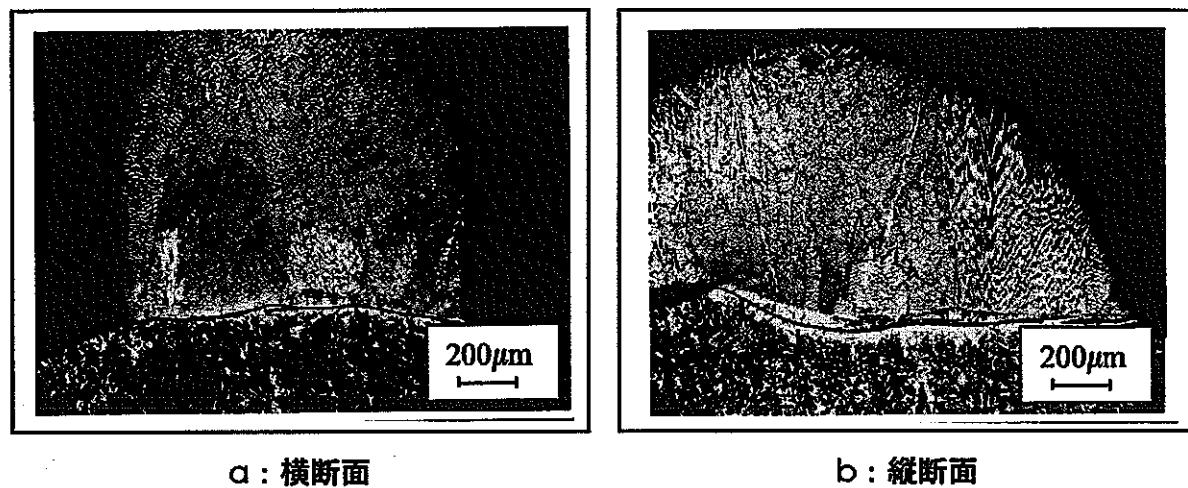


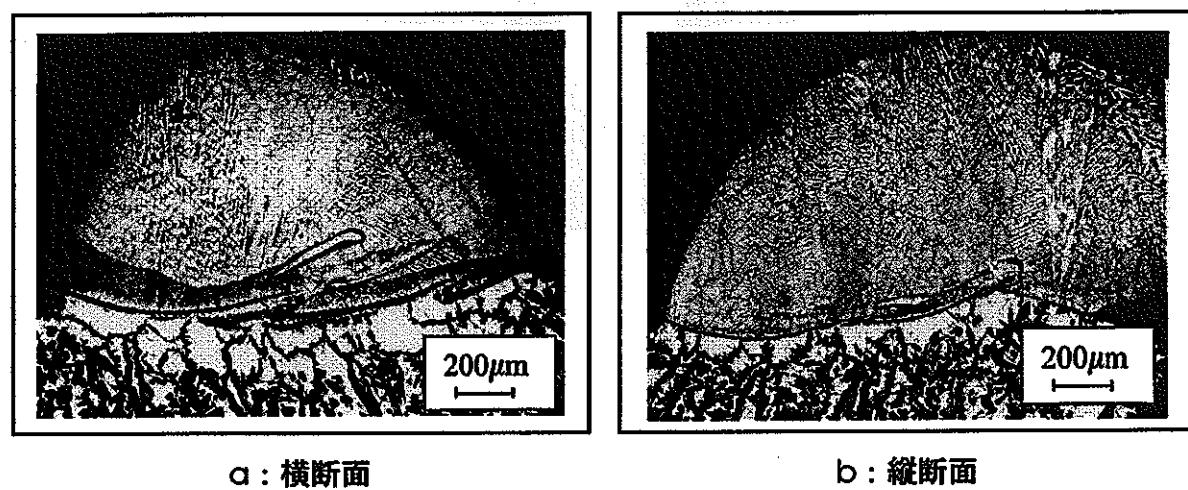
写真16 下部端栓へのワイヤ固定後の外観写真



a : 横断面

b : 縦断面

写真17 下部端栓へのワイヤ固定部の断面金相写真（マルテンサイト系ODS鋼被覆管）



a : 横断面

b : 縦断面

写真18 下部端栓へのワイヤ固定部の断面金相写真（フェライト系ODS鋼被覆管）

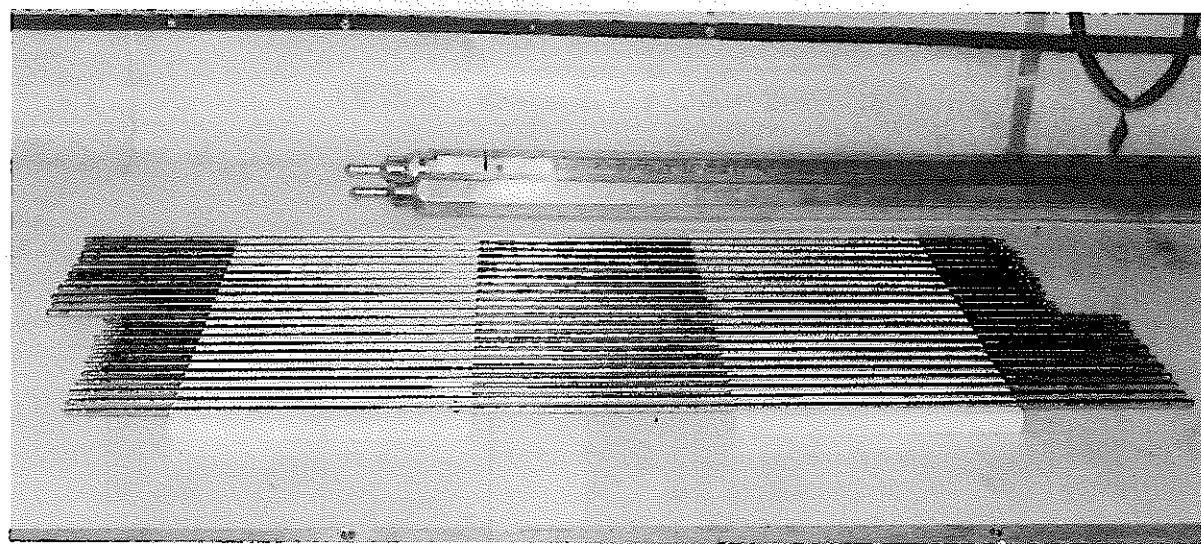


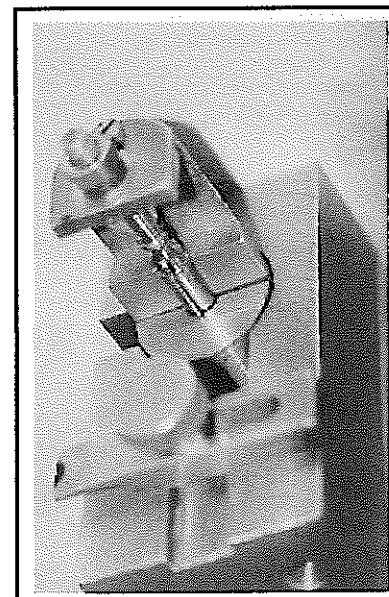
写真19 製造したODS鋼燃料ピンの外観写真



①上部端栓へのワイヤ溶接準備（仮固定）

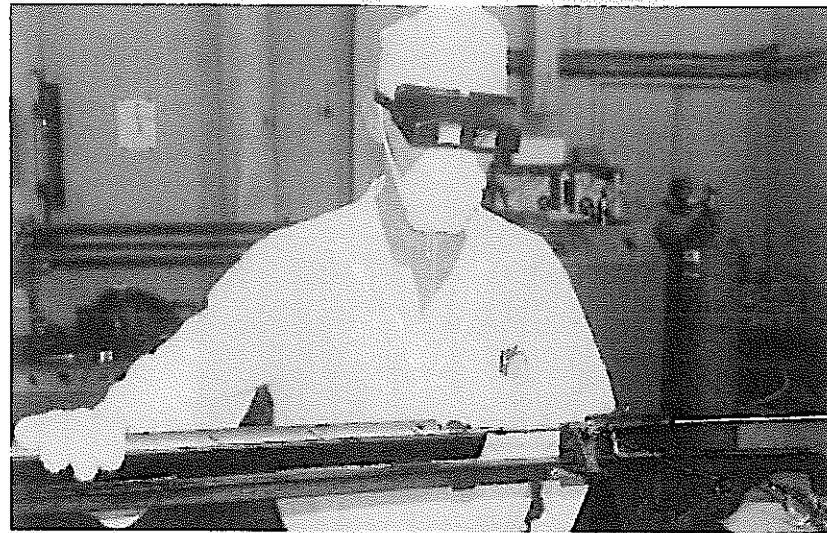


②上部端栓へのワイヤ溶接

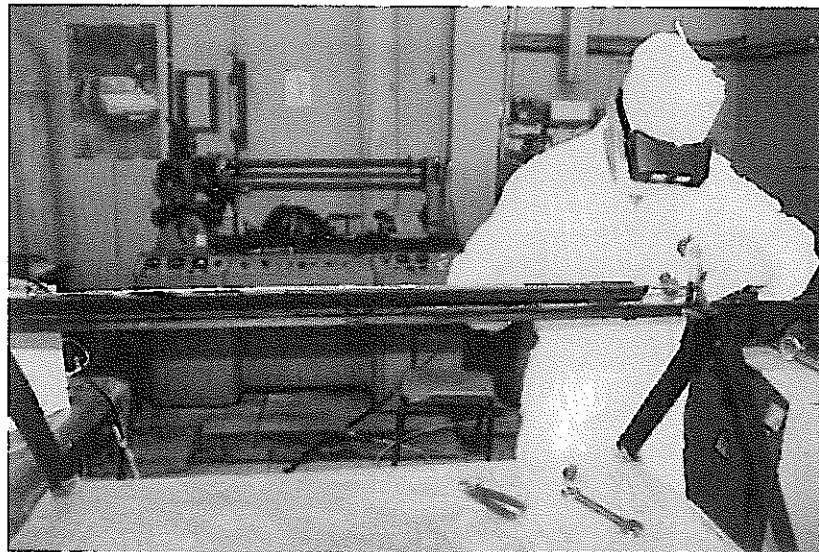


溶接後外観

写真20 燃料ピンへのワイヤ巻付け・固定作業（1）  
(上部端栓へのワイヤ溶接)

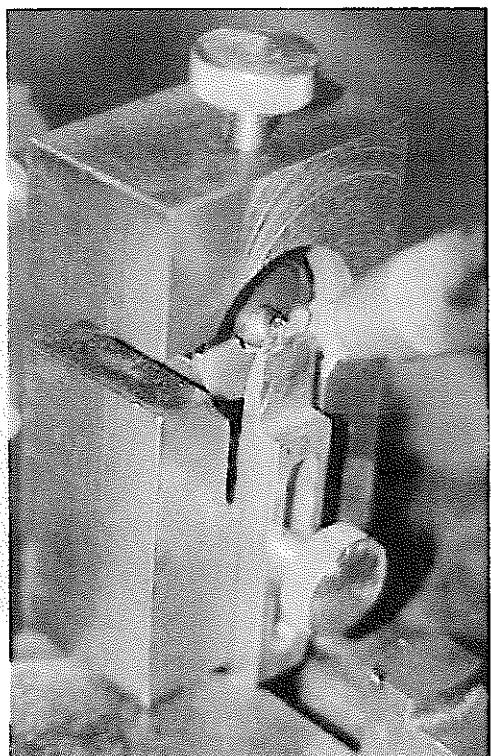


①ワイヤ巻付け

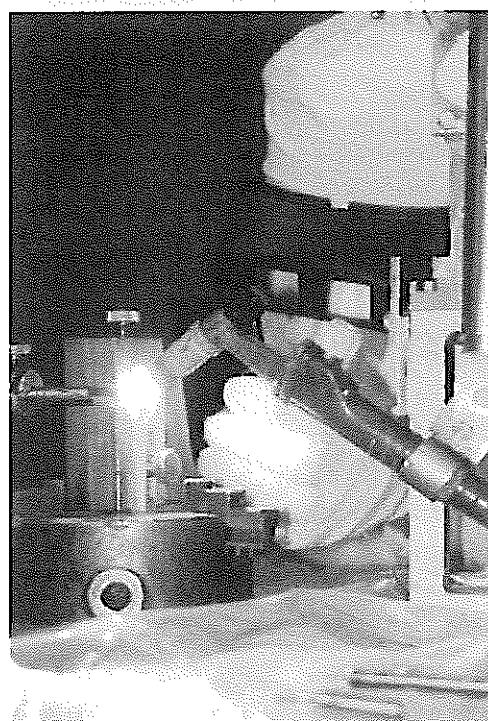


②ワイヤ巻付け後の仮固定

写真20 燃料ピンへのワイヤ巻付け・固定作業 (2)  
(燃料ピンへのワイヤ巻付け)



①下部端栓へのワイヤ溶接準備（仮固定）

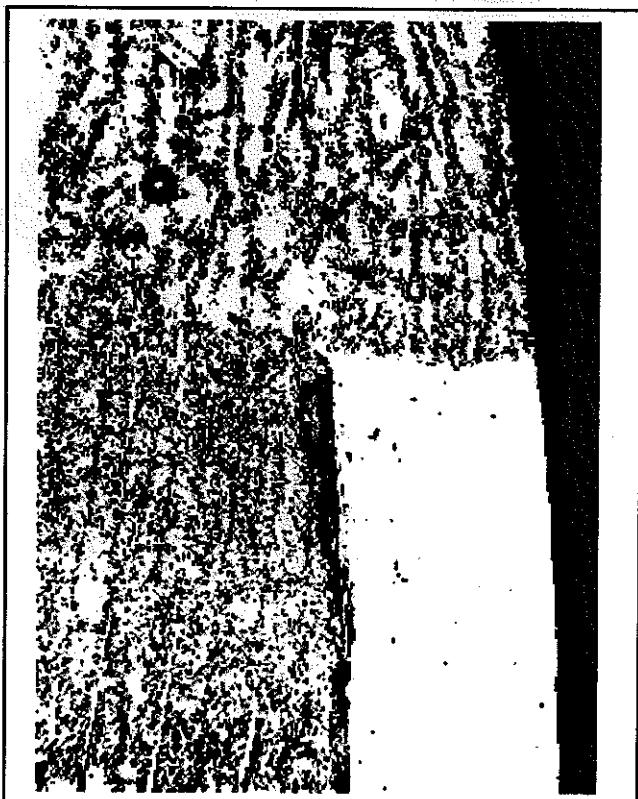


②下部端栓へのワイヤ溶接

写真20 燃料ピンへのワイヤ巻付け・固定作業（3）  
（下部端栓へのワイヤ溶接）



a: マルテンサイト系ODS鋼燃料ピン (X-09)



b: フェライト系ODS鋼燃料ピン (X-30)

写真21 下部端栓溶接部の断面金相写真

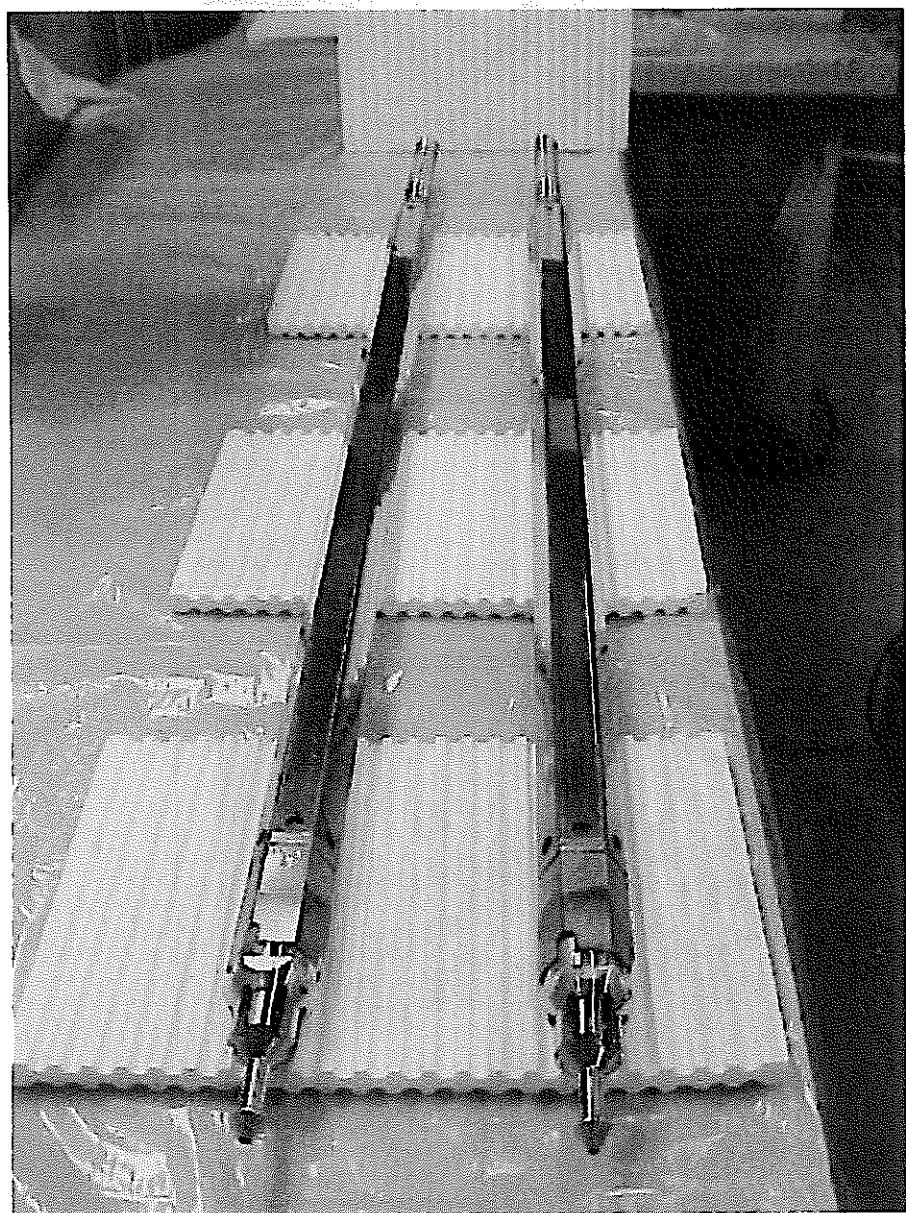


写真22 ODS鋼燃料ピン集合体の外観写真

## **付録1 ODS鋼被覆管の製造・検査データ**

表1 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)被覆管の成分分析結果

(wt%)

		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Y	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	O	Ex. O	N	Ar
Mm13	目標範囲	0.11～0.15	<0.20	<0.20	<0.02	<0.02	<0.20	8.60～9.40	1.8～2.2	0.18～0.22	0.26～0.29	—	0.15～0.25	—	<0.07	<0.007
	ロット1	0.13	0.005	0.003	<0.002	0.002	0.01	9.00	2.01	0.21	0.28	0.3556	0.182	0.1064	0.0095	0.0052
	ロット2	0.13	0.004	0.005	<0.002	0.003	0.02	8.90	1.99	0.21	0.28	0.3556	0.184	0.1084	0.0090	0.0054

$$Y_2O_3 = 1.27Y$$

$$Ex. O = Total O - 0.27Y$$

表2 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)被覆管の硬さ

(1kgHV)

		測定値					平均値
		①	②	③	④	⑤	
Mm13	ロット1	323	331	335	323	300	322
	ロット2	333	339	340	332	323	333

1050°C × 1 h · AC → 800°C × 1 h · AC

表3-1 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)被覆管の検査結果一覧表(1)

○：合格、△：合格(一部不具合有り)、×：不合格

No.	外観	曲り ≤0.25mm/全長	長さ 1850mm <sup>+0</sup> <sub>-1.0</sub>	超音波寸法				超音波探傷 <sup>[*]</sup>		表面荒さ ≤Ra0.8μm	備考
				外径 6.90±0.03mm	内径 6.10±0.03mm	肉厚 ≥0.37mm	真円度 ≤0.025mm	L方向	T方向		
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
4	△ 1ヶ所凹	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
16	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
17	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
19	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
23	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
24	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[\*] 深さ50μm×幅30μm×長さ2mm以上の欠陥がないこと

表3-2 マルテンサイト系ODS鋼 (Mm 13) 被覆管の検査結果一覧表 (2)

○：合格、△：合格（一部不具合有り）、×：不合格

No.	外観	曲り ≤0.25mm/全長	長さ 1850mm <sup>+0</sup> <sub>-1.0</sub>	超音波寸法				超音波探傷 <sup>[*]</sup>		表面荒さ ≤Ra0.8μm	備考
				外径 6.90±0.03mm	内径 6.10±0.03mm	肉厚 ≥0.37mm	真円度 ≤0.025mm	L方向	T方向		
25	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
26	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
28	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
29	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
31	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
32	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
33	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
34	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
35	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
38	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
39	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
41	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
42	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
45	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
46	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
47	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[\*] 深さ50μm×幅30μm×長さ2mm以上の欠陥がないこと

表3-3 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)被覆管の検査結果一覧表(3)

○：合格、△：合格(一部不具合有り)、×：不合格

No.	外観	曲り ≤0.25mm/全長	長さ 1850mm <sup>+0</sup> <sub>-1.0</sub>	超音波寸法				超音波探傷 <sup>[*]</sup>		表面荒さ ≤Ra0.8μm	備考
				外径 6.90±0.03mm	内径 6.10±0.03mm	肉厚 ≥0.37mm	真円度 ≤0.025mm	L方向	T方向		
48	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
49	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
51	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
52	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
53	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
54	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
55	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
57	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
59	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[\*] 深さ50μm×幅30μm×長さ2mm以上の欠陥がないこと

DATE 03-25-02

SHIFT A

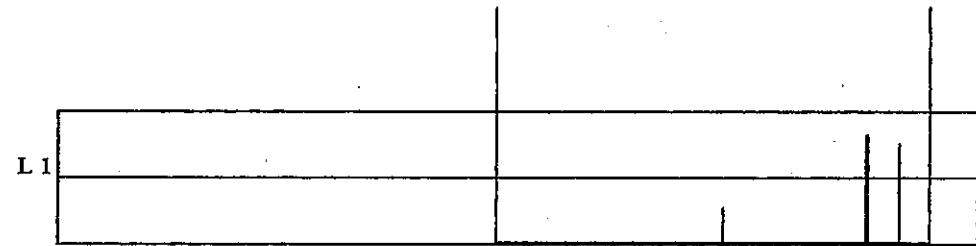
MAN 02

W. NO 1500-01

CAL. SER 1

STB. NO ODS-UT-1

## UT CALIBRATION

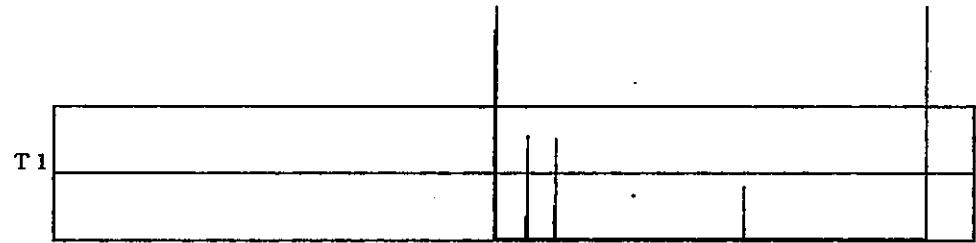


C % AD

L1	S	0
	S	100
	D	0
	D	100
		378
		412

付一 (6)

T1	S	0
	S	100
	D	0
	D	100
		378
		388



C N

7	1
---	---



校正決定終了

DATE 03-25-02  
SHIFT A  
MAN 02  
W. NO 1500-01  
CAL. SER 1

STB. NO ODS-DI-1

6. 935 ( +0)

OD 6. 898 ( +0)

6. 865 ( +0)

STB. NO ODS-DI-3AB

6. 140 ( +0)

ID

6. 075 ( +0)

STB. NO ODS-DI-2AB

0. 424 ( +0)

WT

0. 360 ( +0)

## UST CALIBRATION

6. 912 ( +1)	6. 913 ( +0)	6. 907 ( -1)
6. 908 ( +0)	6. 906 ( +0)	6. 904 ( -1)
6. 905 ( +0)	6. 900 ( +0)	6. 902 ( -1)

6. 930

6. 900

6. 870

6. 111 ( +1)	6. 113 ( +0)	6. 109 ( +0)
6. 107 ( +1)	6. 106 ( +1)	6. 107 ( +0)
6. 102 ( +0)	6. 098 ( +1)	6. 105 ( +0)

6. 130

6. 100

6. 070

0. 407 ( +1)	0. 408 ( +0)	0. 403 ( +0)
0. 404 ( +1)	0. 402 ( +0)	0. 402 ( +1)
0. 401 ( +1)	0. 397 ( +1)	0. 400 ( +1)

0. 430

0. 400

0. 370

50

ECC

A	M
7	1

\*

校正決定終了

## UST GRAPH

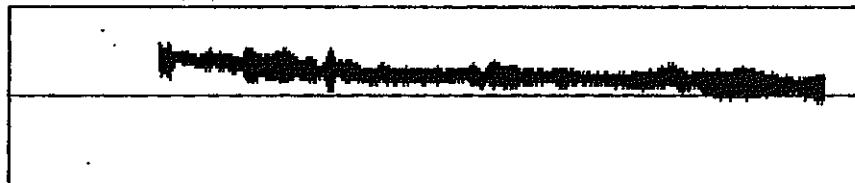
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13

1 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

MAX 6. 918 MEAN 6. 906 MIN 6. 897 6. 930

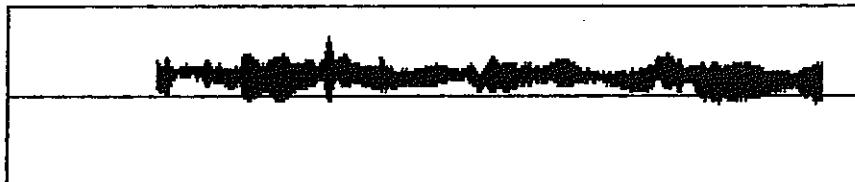


6. 870

100

ID

MAX 6. 120 MEAN 6. 105 MIN 6. 097 6. 130



6. 070 T1 MAX 4

WT

MAX 0. 410 MEAN 0. 402 MIN 0. 394 0. 430



0. 370

100

ECC

MAX 14 MEAN 8 50



## UST GRAPH

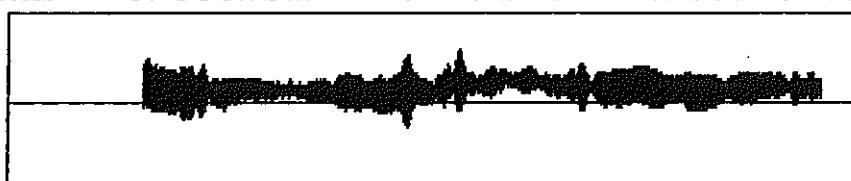
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13

2 JUDGEMENT: ACCEPT

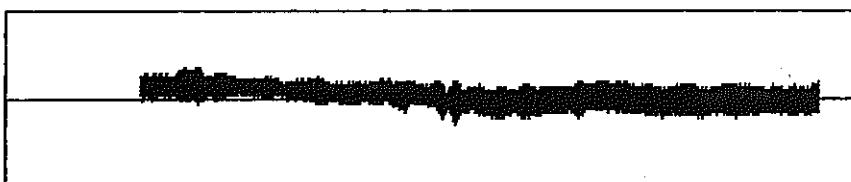
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 903 MIN 6. 894 6. 930

100

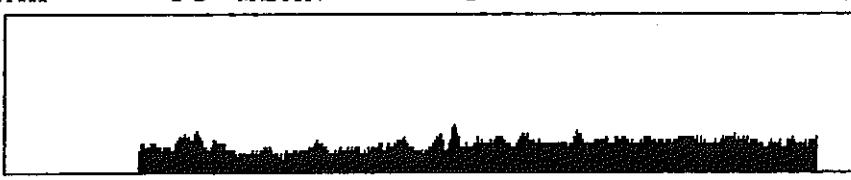
ID  
MAX 6. 118 MEAN 6. 104 MIN 6. 091 6. 130

6. 870

WT  
MAX 0. 411 MEAN 0. 400 MIN 0. 391 0. 430

100

6. 070 T1 MAX 3

ECC  
MAX 15 MEAN 8 50

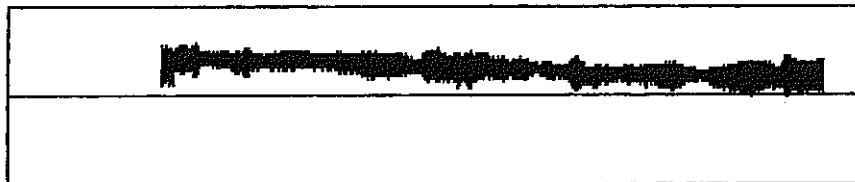
0. 370

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13

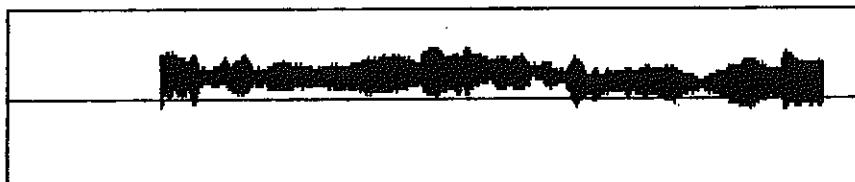
3 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 53

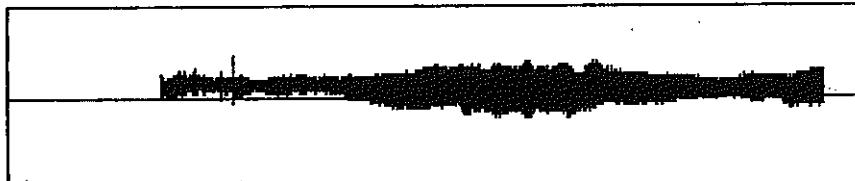
OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 908 MIN 6. 899 6. 930

100

6. 870

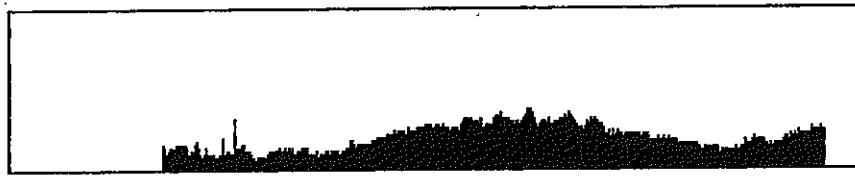
ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 106 MIN 6. 096 6. 130

6. 070 T1 MAX 14

WT  
MAX 0. 414 MEAN 0. 402 MIN 0. 393 0. 430

100

0. 370

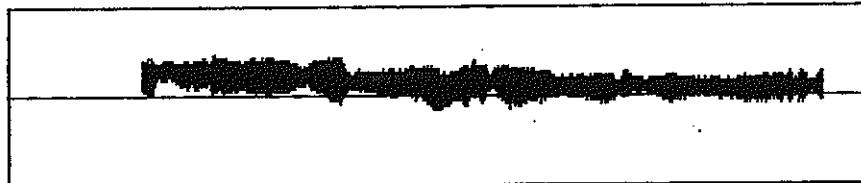
ECC  
MAX 19 MEAN 8 50

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 4 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

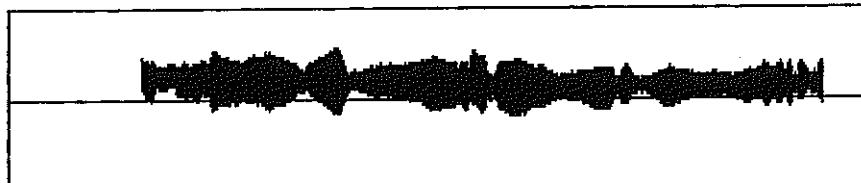
OD  
MAX 6. 914 MEAN 6. 903 MIN 6. 895 6. 930



100

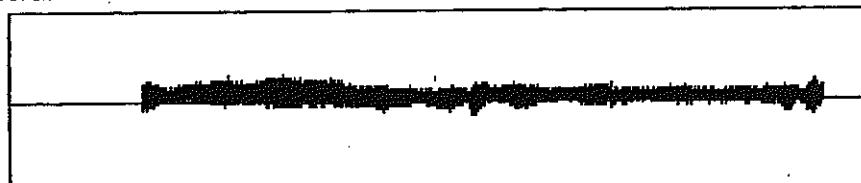
6. 870

ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 104 MIN 6. 094 6. 130



6. 070 T1 MAX 14

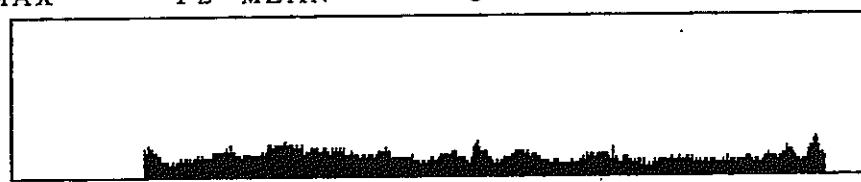
WT  
MAX 0. 409 MEAN 0. 401 MIN 0. 395 0. 430



100

0. 370

ECC  
MAX 12 MEAN 5 50

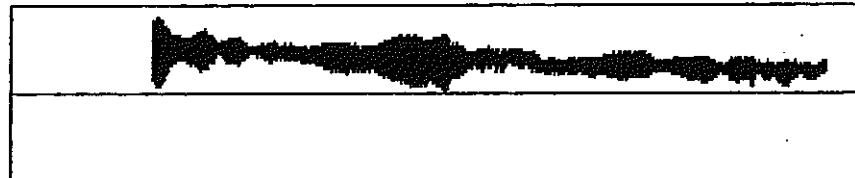


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13

5 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 13

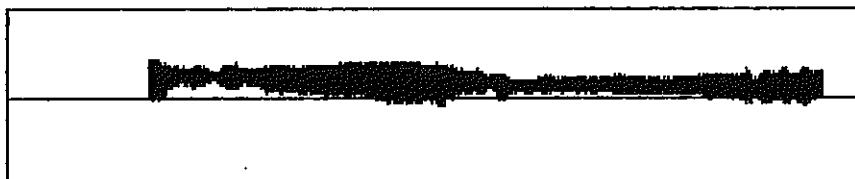
OD  
MAX 6. 926 MEAN 6. 910 MIN 6. 900 6. 930

100

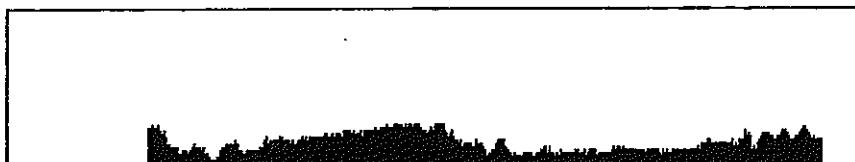
ID  
MAX 6. 124 MEAN 6. 105 MIN 6. 088 6. 130

6. 870

6. 070 T1 MAX 10

WT  
MAX 0. 413 MEAN 0. 404 MIN 0. 397 0. 430

100

ECC  
MAX 14 MEAN 7 50

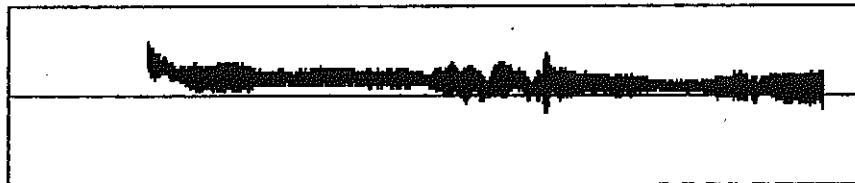
0. 370

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M18

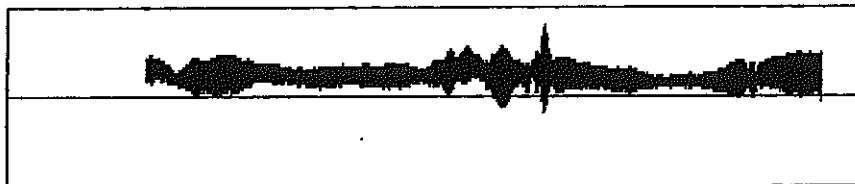
6 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 8

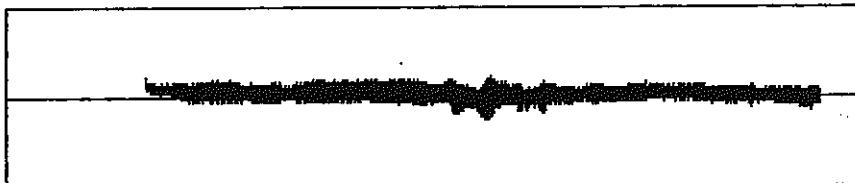
OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 904 MIN 6. 894 6. 930

100

6. 870

ID  
MAX 6. 124 MEAN 6. 106 MIN 6. 094 6. 130

6. 070 T1 MAX 4

WT  
MAX 0. 407 MEAN 0. 400 MIN 0. 392 0. 430

100

0. 370

ECC  
MAX 14 MEAN 6 50

## UST GRAPH

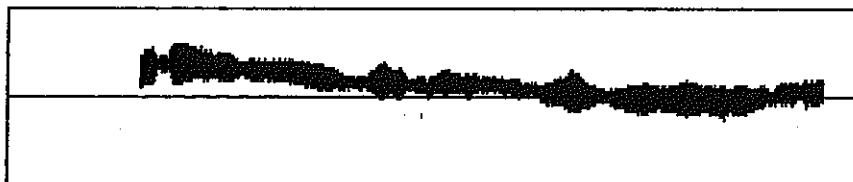
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13

7 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

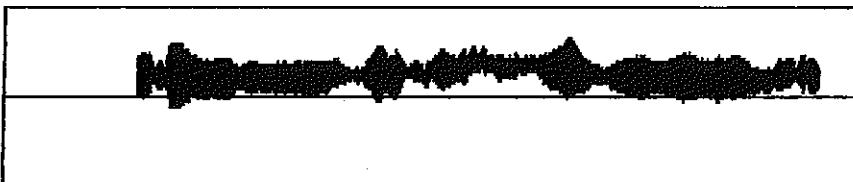
MAX 6. 918 MEAN 6. 903 MIN 6. 892 6. 930



100

ID

MAX 6. 120 MEAN 6. 107 MIN 6. 096 6. 130

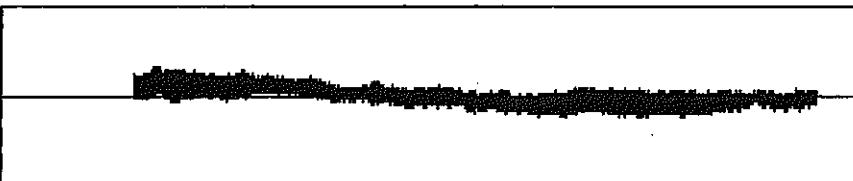


6. 870

6. 070 T1 MAX 8

WT

MAX 0. 410 MEAN 0. 399 MIN 0. 393 0. 430



100

ECC

MAX

11 MEAN

5

50



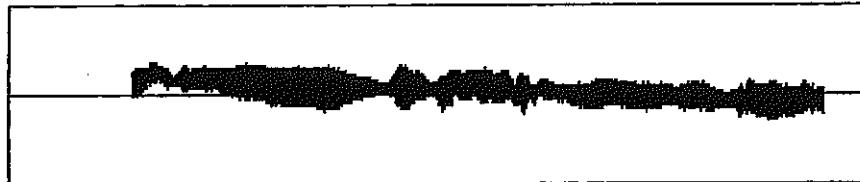
0. 370

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 8 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

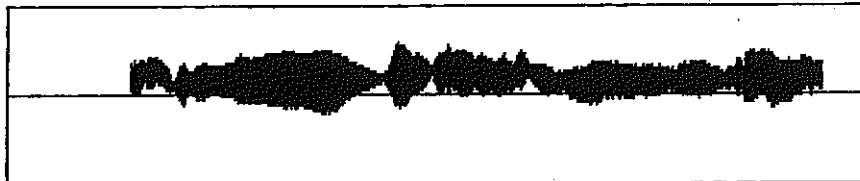
OD  
MAX 6. 911MEAN 6. 901MIN 6. 891 6. 930



100

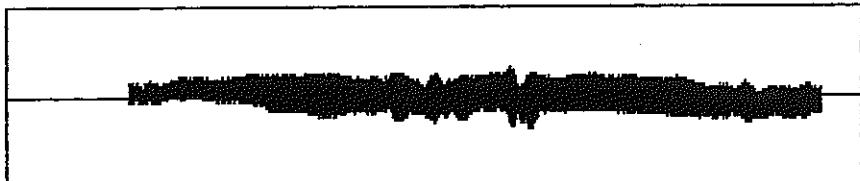
6. 870

ID  
MAX 6. 118MEAN 6. 105MIN 6. 093 6. 130



6. 070 T1 MAX 12

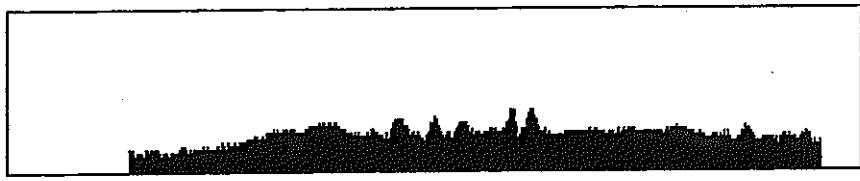
WT  
MAX 0. 410MEAN 0. 400MIN 0. 389 0. 430



100

0. 370

ECC  
MAX 19 MEAN 10 50

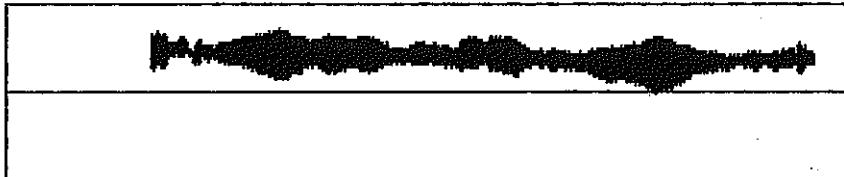


## UST GRAPH

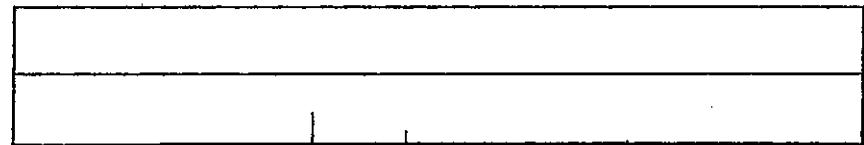
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 10 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 23

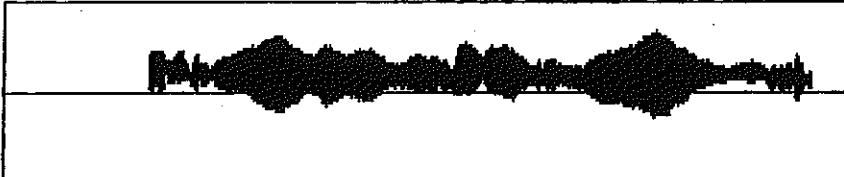
OD  
MAX 6. 922 MEAN 6. 911 MIN 6. 899 6. 930



100



ID  
MAX 6. 121 MEAN 6. 105 MIN 6. 091 6. 130



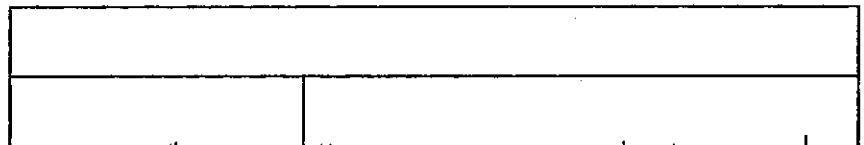
6. 870

6. 070 T1 MAX 52

WT  
MAX 0. 422 MEAN 0. 404 MIN 0. 394 0. 430

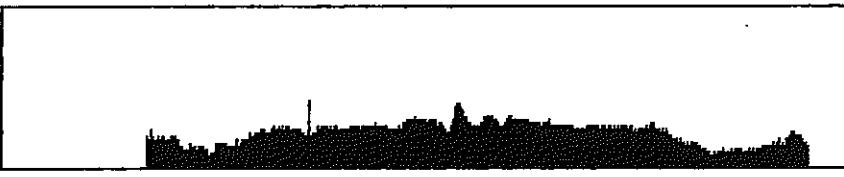


100



ECC  
MAX 21 MEAN 10 50

0. 370

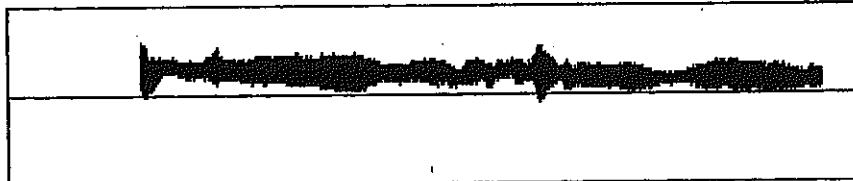


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 11 JUDGEMENT: ACCEPT

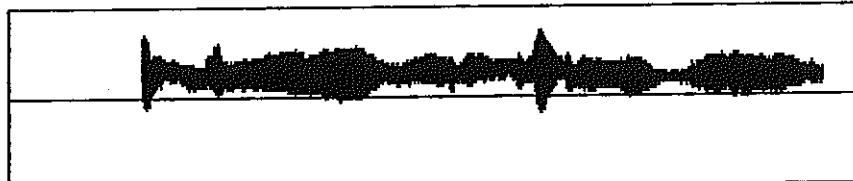
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 906 MIN 6. 897 6. 930



100

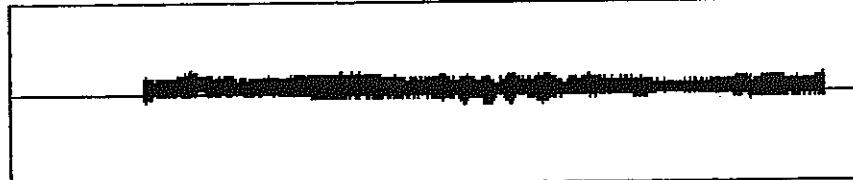
ID  
MAX 6. 122 MEAN 6. 107 MIN 6. 094 6. 130



6. 870

6. 070 T1 MAX 4

WT  
MAX 0. 408 MEAN 0. 401 MIN 0. 396 0. 430



100

ECC  
MAX 10 MEAN 5 50



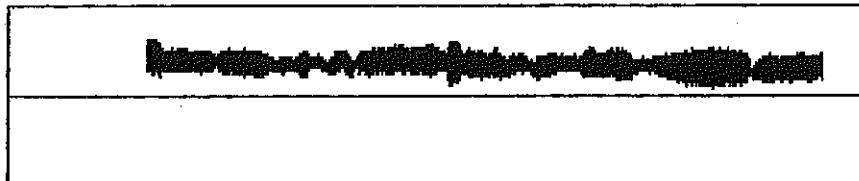
## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 12 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 16

OD

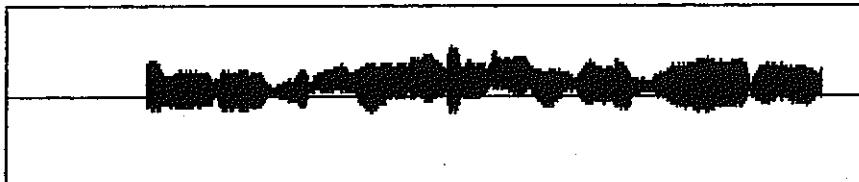
MAX 6. 919 MEAN 6. 910 MIN 6. 902 6. 930



100

ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 103 MIN 6. 094 6. 130

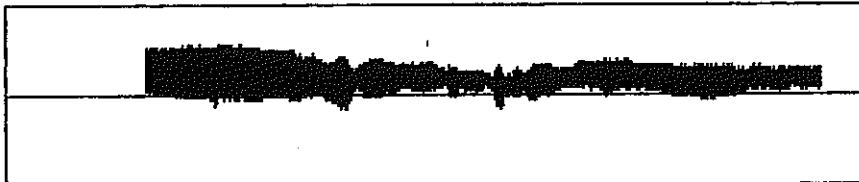


6. 870

6. 070 T1 MAX 4

WT

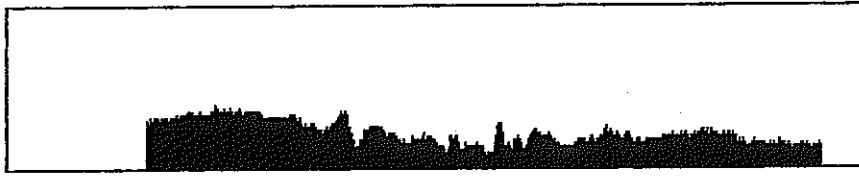
MAX 0. 417 MEAN 0. 405 MIN 0. 395 0. 430



100

ECC

MAX 20 MEAN 10 50



0. 370

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 15 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

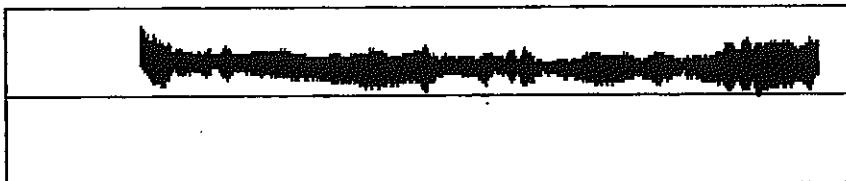
OD

MAX

6. 924 MEAN

6. 909 MIN

6. 899 6. 930



100

6. 870

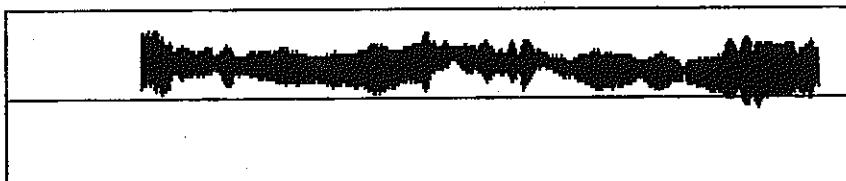
ID

MAX

6. 123 MEAN

6. 109 MIN

6. 096 6. 130



6. 070 T1 MAX 9

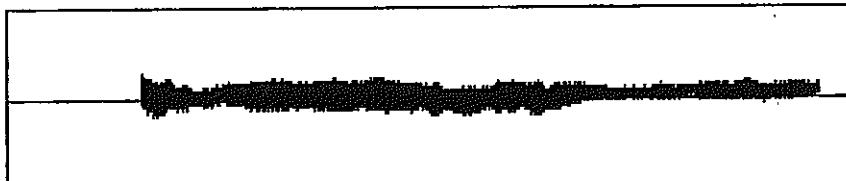
WT

MAX

0. 409 MEAN

0. 400 MIN

0. 394 0. 430



100

0. 370

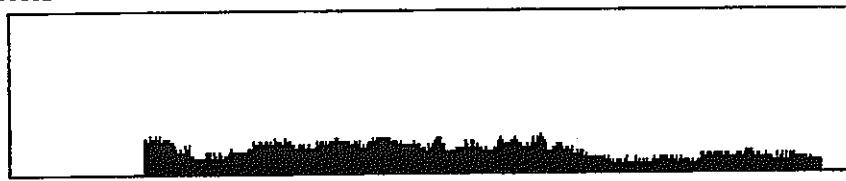
ECC

MAX

12 MEAN

6

50

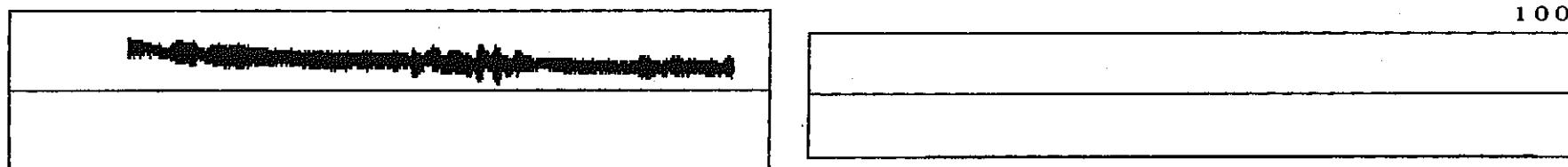


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 16 JUDGEMENT: ACCEPT

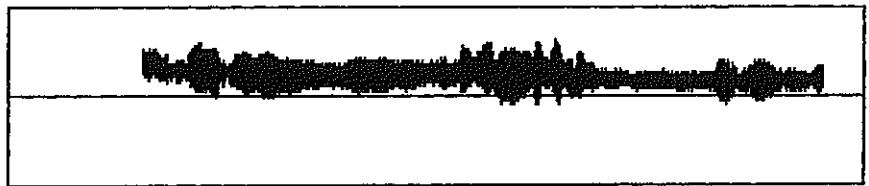
OD  
MAX 6. 920MEAN 6. 910MIN 6. 902 6. 930

L1 MAX 0



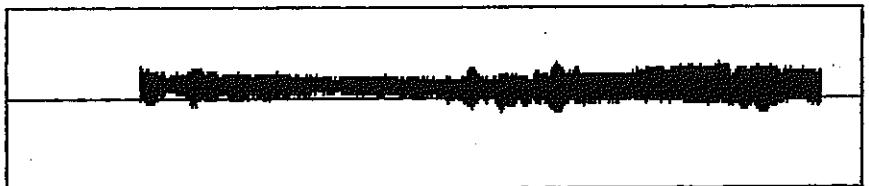
6. 870

ID  
MAX 6. 119MEAN 6. 106MIN 6. 097 6. 130



6. 070 T1 MAX 0

WT  
MAX 0. 412MEAN 0. 403MIN 0. 395 0. 430



0. 370

ECC  
MAX 17 MEAN 8 50



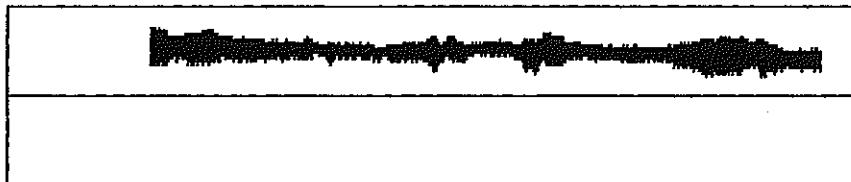
## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 17 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

MAX 6. 923 MEAN 6. 914 MIN 6. 906 6. 930

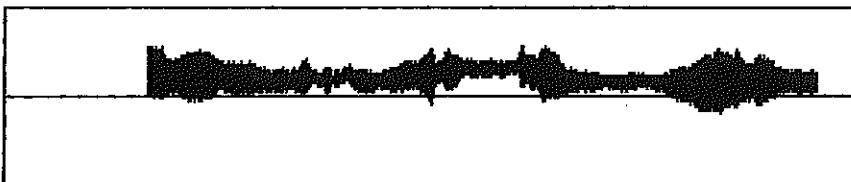


100

6. 870

ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 105 MIN 6. 094 6. 130

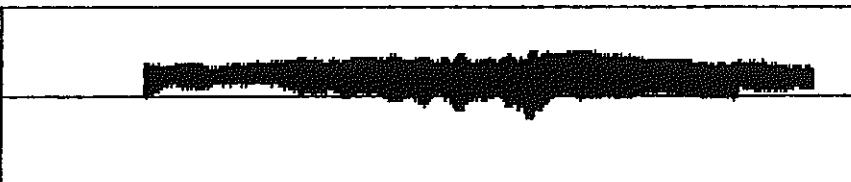


100

6. 070 T1 MAX 2

WT

MAX 0. 415 MEAN 0. 405 MIN 0. 392 0. 430



100

0. 370

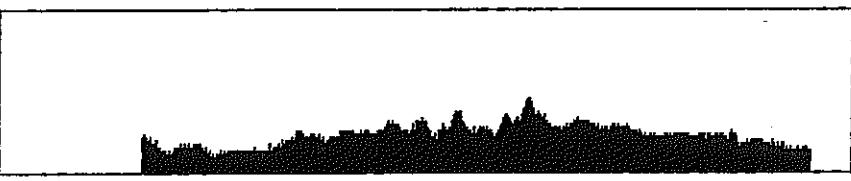
ECC

MAX

23 MEAN

10

50



100

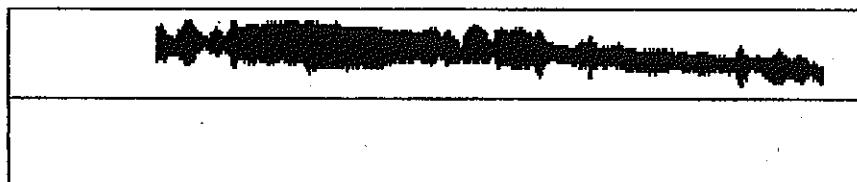
## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 18 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

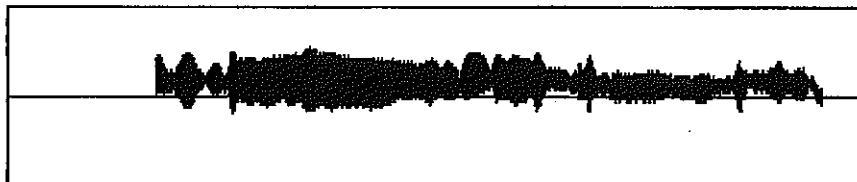
MAX 6. 926 MEAN 6. 915 MIN 6. 904 6. 930



100

ID

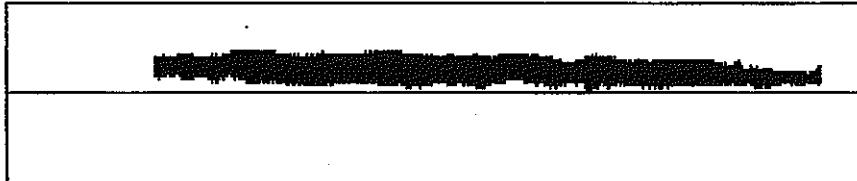
MAX 6. 117 MEAN 6. 104 MIN 6. 094 6. 130



T1 MAX 11

WT

MAX 0. 414 MEAN 0. 406 MIN 0. 400 0. 430



100

ECC

MAX 12 MEAN 8 50

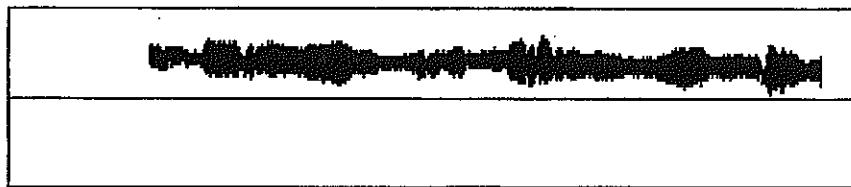


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 19 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 6

OD  
MAX 6. 921 MEAN 6. 911 MIN 6. 901 6. 930



100

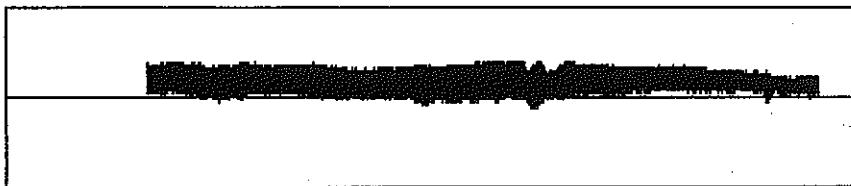
6. 870

ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 104 MIN 6. 094 6. 130



6. 070 T1 MAX 28

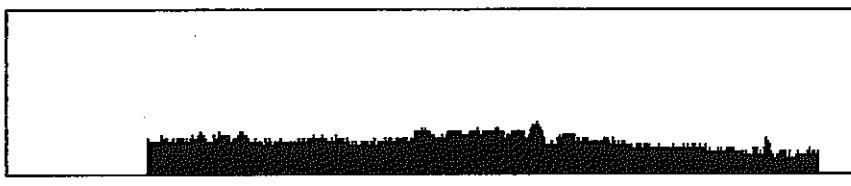
WT  
MAX 0. 412 MEAN 0. 404 MIN 0. 396 0. 430



100

0. 370

ECC  
MAX 16 MEAN 9 50



DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 20 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX

6. 920MEAN

6. 911MIN

6. 902 6. 930

L1 MAX 0

ID

MAX

6. 117MEAN

6. 105MIN

6. 093 6. 130

6. 870

T1 MAX 6

WT

MAX

0. 413MEAN

0. 404MIN

0. 395 0. 430

100

ECC

MAX

17 MEAN

8

50

0. 370

DATE 03-25-02

SHIFT A

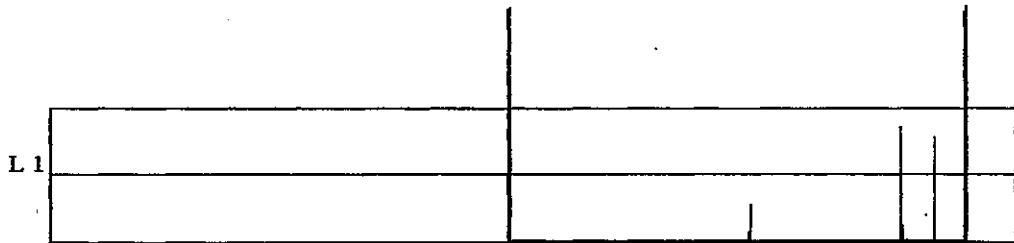
MAN 02

W. NO 1500-01

CAL. SER 2

STB. NO ODS-UT-1

## UT CALIBRATION

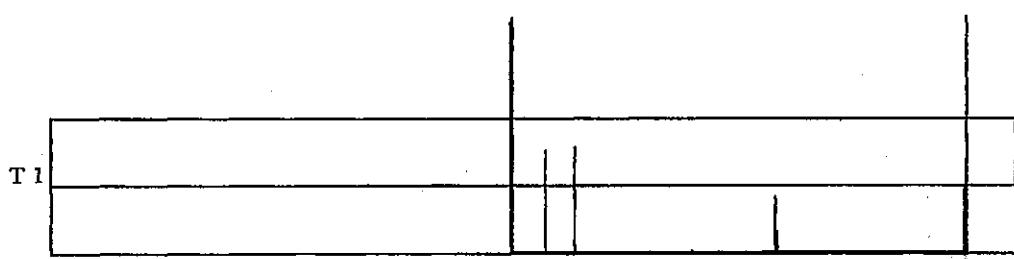


C % AD

L1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	388 430

付—1(25)

T1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	395 381



C N

7	1
---	---



校正決定終了

DATE 03-25-02  
SHIFT A  
MAN 02  
W. NO 1500-01  
CAL. SER 2

STB. NO ODS-DI-1

6. 935 ( +0)

OD 6. 898 ( +0)

6. 865 ( +0)

STB. NO ODS-DI-3AB

6. 140 ( +0)

ID

6. 075 ( +0)

STB. NO ODS-DI-2AB

0. 424 ( +0)

WT

0. 360 ( +0)

A M

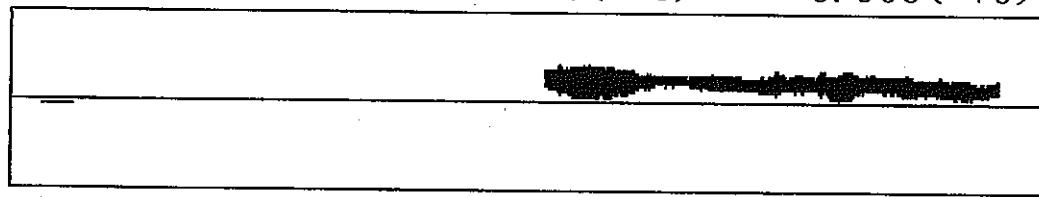
7	1
---	---

ECC

校正決定終了

## UST CALIBRATION

6. 911 ( +0)	6. 913 ( +0)	6. 908 ( +0)
6. 908 ( +0)	6. 907 ( +1)	6. 905 ( +0)
6. 905 ( +0)	6. 900 ( +0)	6. 903 ( +0)

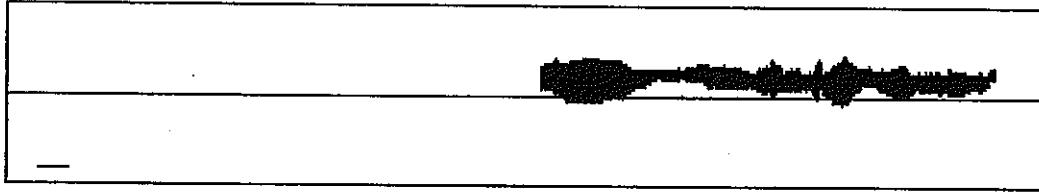


6. 930

6. 900

6. 870

6. 110 ( +0)	6. 114 ( +1)	6. 110 ( +1)
6. 106 ( +0)	6. 106 ( +1)	6. 108 ( +1)
6. 102 ( +0)	6. 097 ( +0)	6. 106 ( +1)

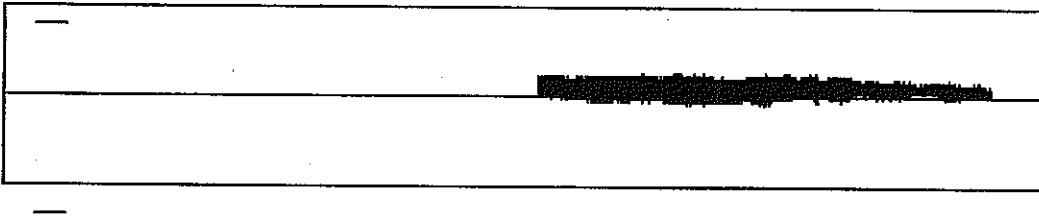


6. 130

6. 100

6. 070

0. 407 ( +1)	0. 408 ( +0)	0. 403 ( +0)
0. 404 ( +1)	0. 403 ( +1)	0. 401 ( +0)
0. 401 ( +1)	0. 397 ( +1)	0. 400 ( +1)



0. 430

0. 400

0. 370



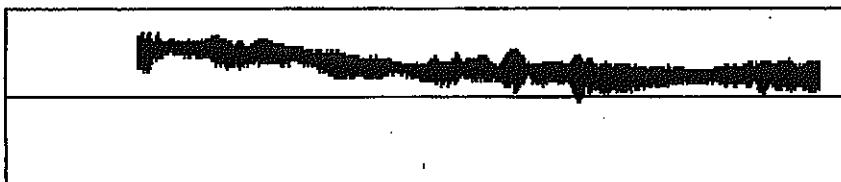
50

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 21 JUDGEMENT: ACCEPT

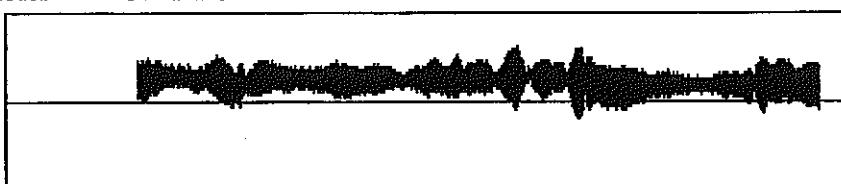
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 922 MEAN 6. 909 MIN 6. 898 6. 930



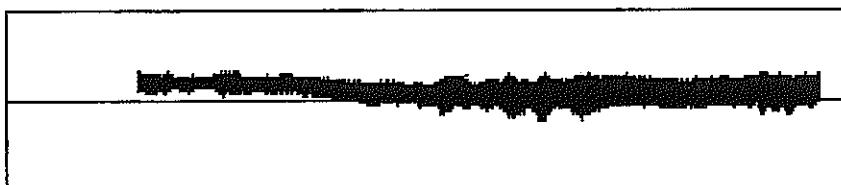
100

ID  
MAX 6. 119 MEAN 6. 106 MIN 6. 094 6. 130



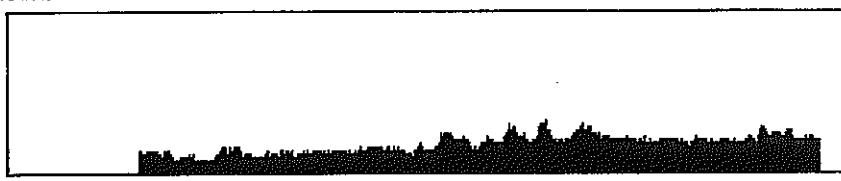
6. 070 T1 MAX 7

WT  
MAX 0. 410 MEAN 0. 402 MIN 0. 393 0. 430



100

ECC  
MAX 16 MEAN 7 50

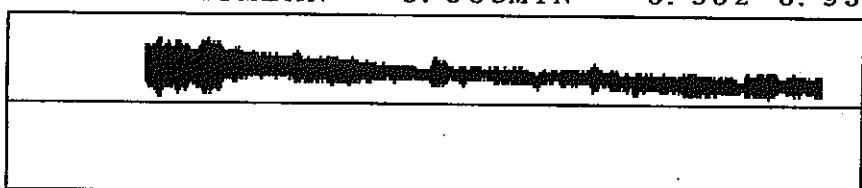


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 23 JUDGEMENT: ACCEPT

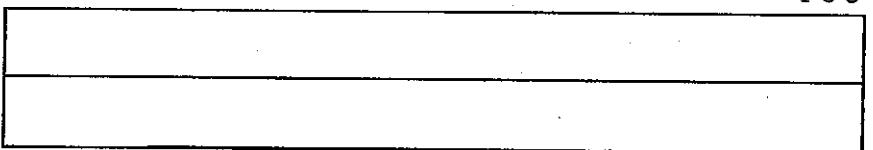
OD

MAX 6. 922 MEAN 6. 909 MIN 6. 902 6. 930



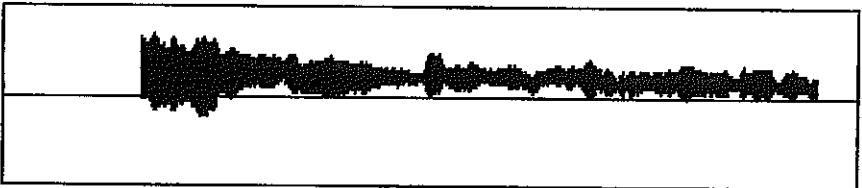
L1 MAX 0

100



ID

MAX 6. 121 MEAN 6. 106 MIN 6. 093 6. 130



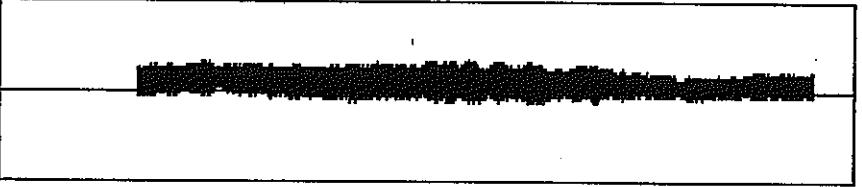
6. 870

T1 MAX 6

100

WT

MAX 0. 411 MEAN 0. 402 MIN 0. 396 0. 430



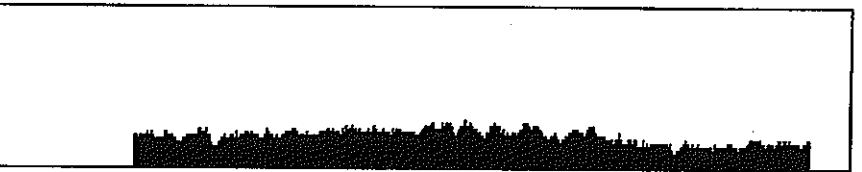
6. 070

ECC

MAX 15 MEAN 9

0. 370

50



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 24 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

MAX 6. 916 MEAN 6. 907 MIN 6. 895 6. 930



100

ID

MAX 6. 118 MEAN 6. 105 MIN 6. 090 6. 130

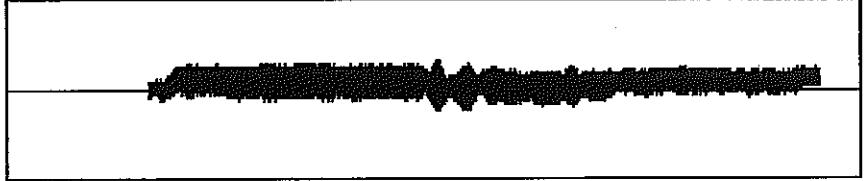


6. 870

6. 070 T1 MAX 4

WT

MAX 0. 410 MEAN 0. 401 MIN 0. 393 0. 430



100

ECC

MAX 17 MEAN 9 50



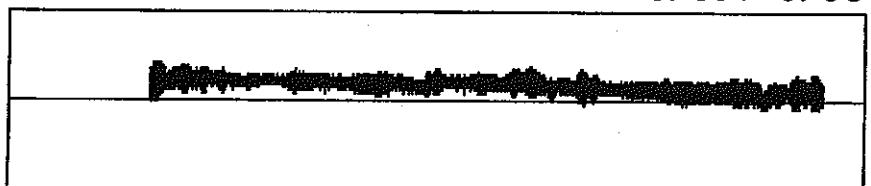
0. 370

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 25 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 913 MEAN 6. 904 MIN 6. 897 6. 930



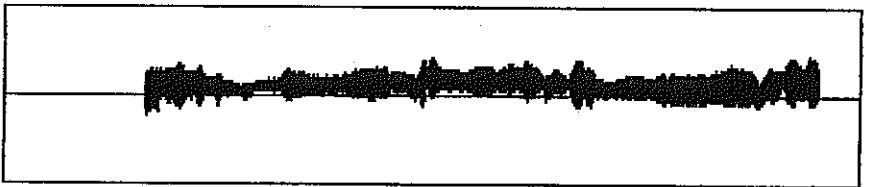
L1 MAX 33

100



ID

MAX 6. 114 MEAN 6. 103 MIN 6. 093 6. 130



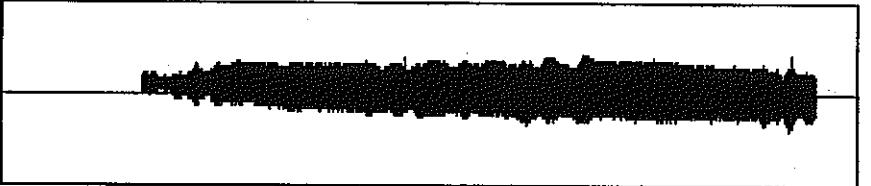
6. 870

T1 MAX 60

100

WT

MAX 0. 413 MEAN 0. 401 MIN 0. 388 0. 430



6. 070

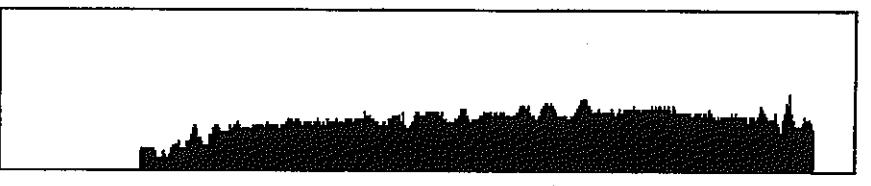
ECC

MAX

24 MEAN 14

50

0. 370

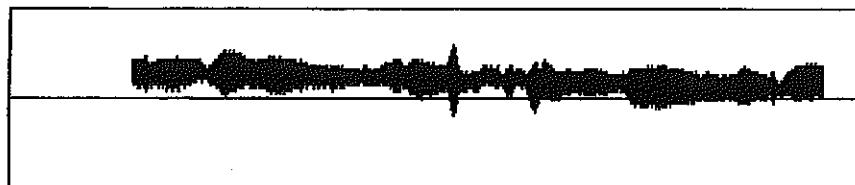


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 26 JUDGEMENT: ACCEPT

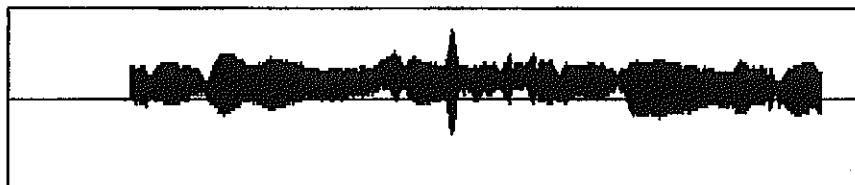
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 905 MIN 6. 894 6. 930



6. 870

ID  
MAX 6. 123 MEAN 6. 104 MIN 6. 088 6. 130



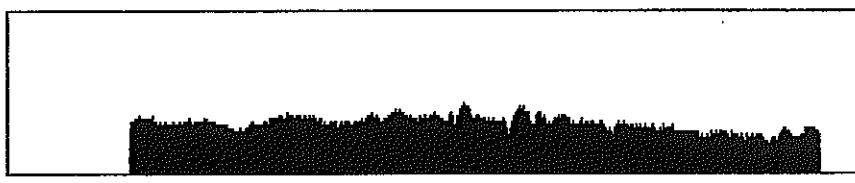
6. 070 T1 MAX 10

WT  
MAX 0. 413 MEAN 0. 401 MIN 0. 389 0. 430



0. 370

ECC  
MAX 22 MEAN 14 50

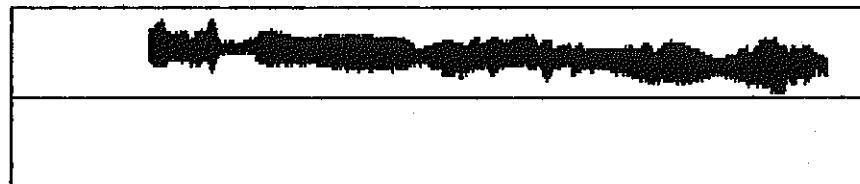


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 28 JUDGEMENT: ACCEPT

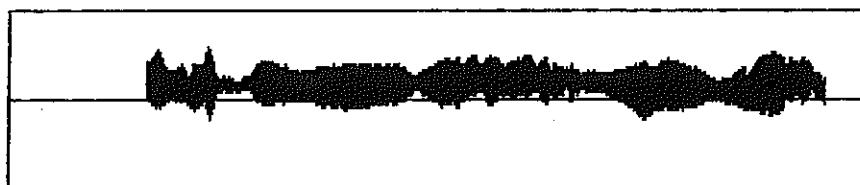
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 926 MEAN 6. 913 MIN 6. 901 6. 930



100

ID  
MAX 6. 118 MEAN 6. 104 MIN 6. 093 6. 130



6. 870

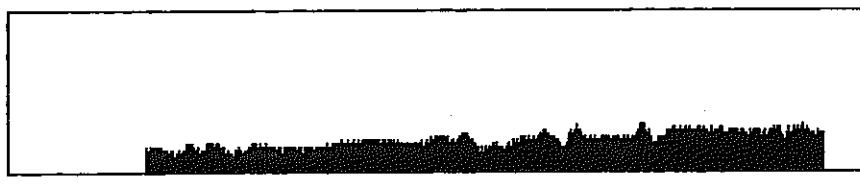
WT  
MAX 0. 413 MEAN 0. 405 MIN 0. 396 0. 430



100

6. 070 T1 MAX 2

ECC  
MAX 15 MEAN 9 50



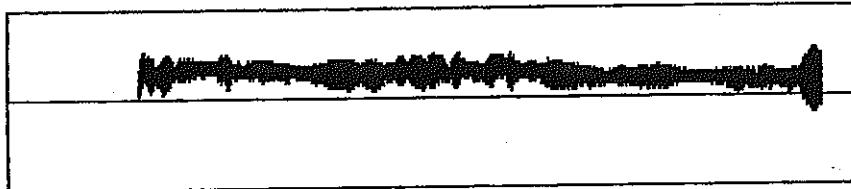
## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 29 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

MAX 6. 916 MEAN 6. 907 MIN 6. 894 6. 930

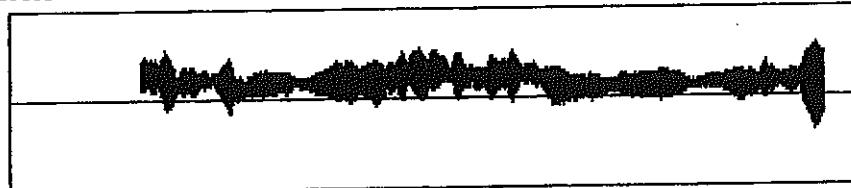


100

6. 870

ID

MAX 6. 118 MEAN 6. 105 MIN 6. 088 6. 130



6. 070 T1 MAX 6

WT

MAX 0. 410 MEAN 0. 402 MIN 0. 393 0. 430

100



0. 370

ECC

MAX 16 MEAN 7 50

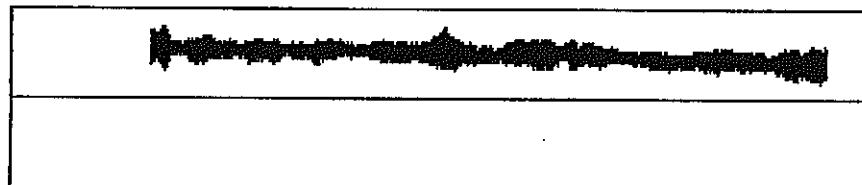


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 30 JUDGEMENT: ACCEPT

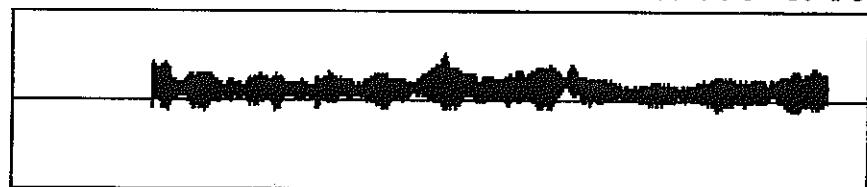
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 924 MEAN 6. 914 MIN 6. 905 6. 930



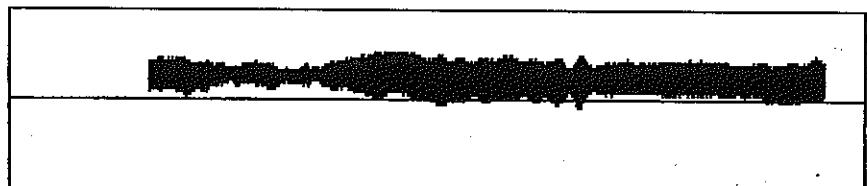
100

ID  
MAX 6. 116 MEAN 6. 103 MIN 6. 096 6. 130



6. 870

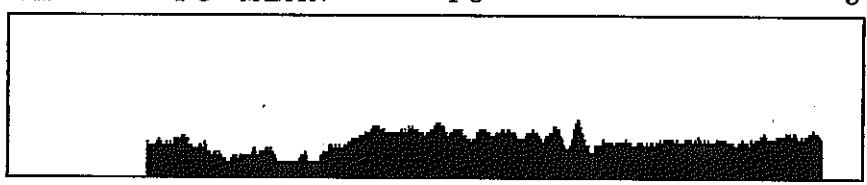
WT  
MAX 0. 416 MEAN 0. 406 MIN 0. 397 0. 430



100

6. 070 T1 MAX 28

ECC  
MAX 18 MEAN 10 50



0. 370

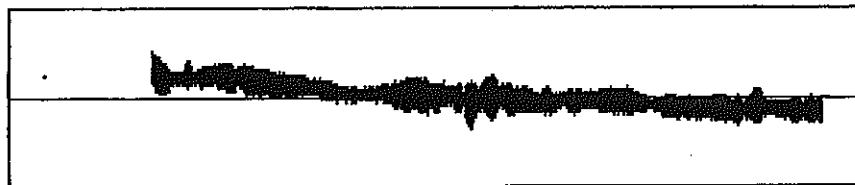
## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 31 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

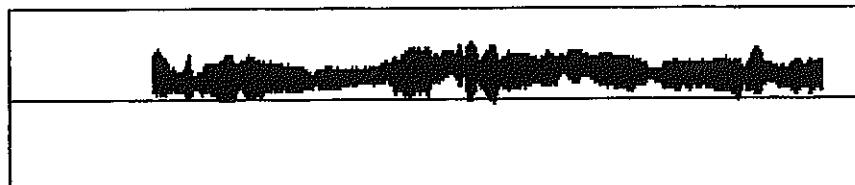
MAX 6. 916 MEAN 6. 900 MIN 6. 889 6. 930



100

ID

MAX 6. 119 MEAN 6. 107 MIN 6. 098 6. 130

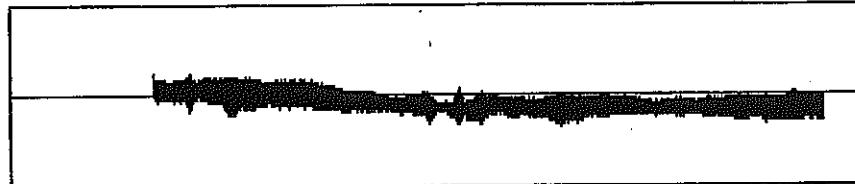


6. 870

6. 070 T1 MAX 5

WT

MAX 0. 407 MEAN 0. 396 MIN 0. 389 0. 430



100

ECC

MAX 13 MEAN 6 50



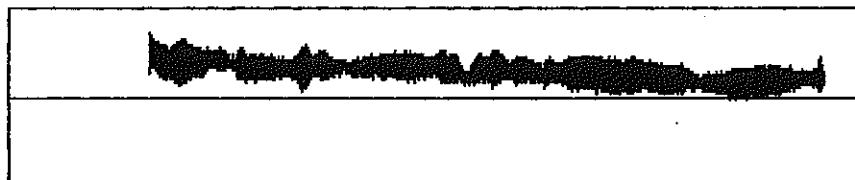
0. 370

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 32 JUDGEMENT: ACCEPT

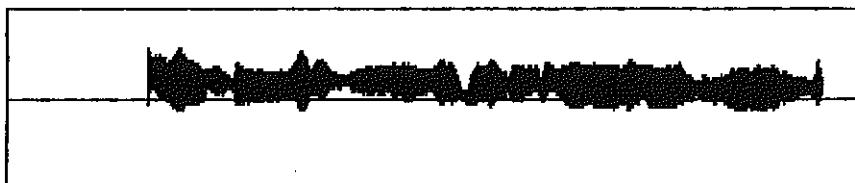
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 922 MEAN 6. 908 MIN 6. 899 6. 930



100

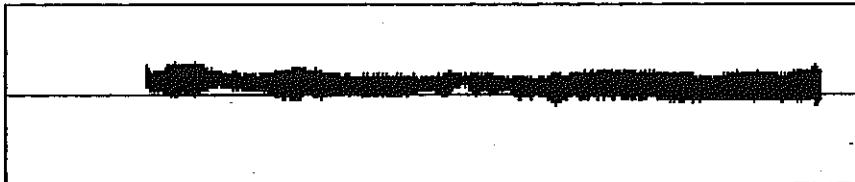
ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 104 MIN 6. 096 6. 130



6. 870

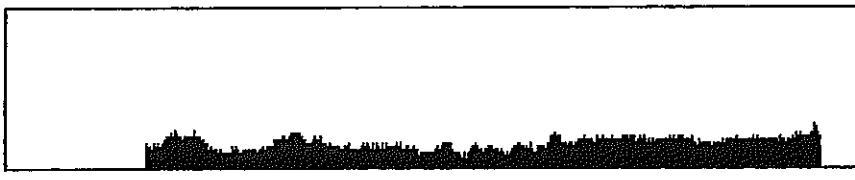
6. 070 T1 MAX 9

WT  
MAX 0. 411 MEAN 0. 402 MIN 0. 396 0. 430



100

ECC  
MAX 14 MEAN 6 50

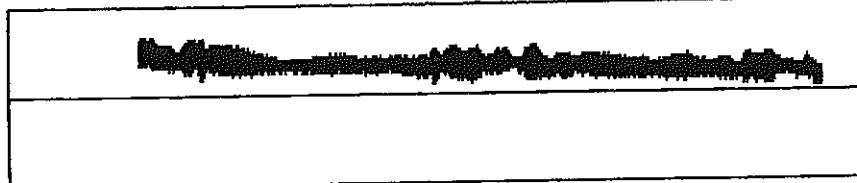


## UST GRAPH

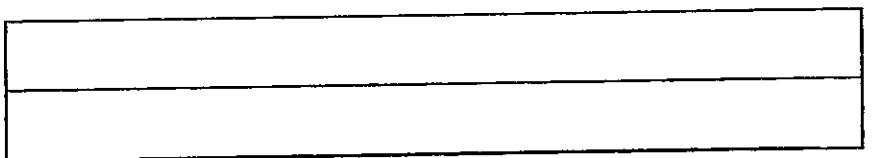
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 33 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

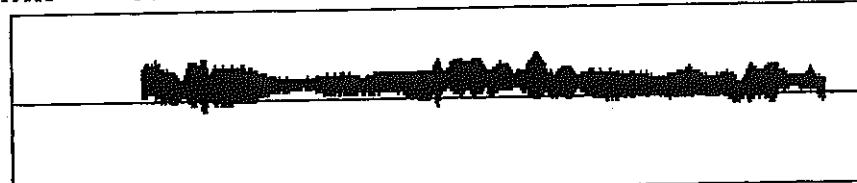
OD  
MAX 6. 920MEAN 6. 909MIN 6. 901 6. 930



100

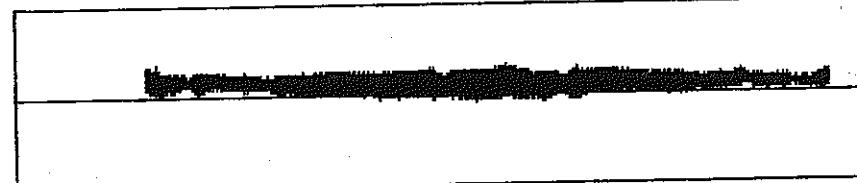


ID  
MAX 6. 115MEAN 6. 104MIN 6. 096 6. 130



6. 070 T1 MAX 27

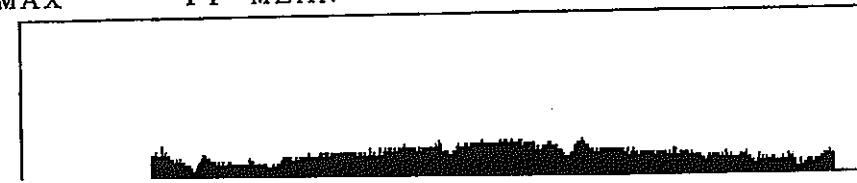
WT  
MAX 0. 411MEAN 0. 403MIN 0. 397 0. 430



100



ECC  
MAX 1.1 MEAN 5 50



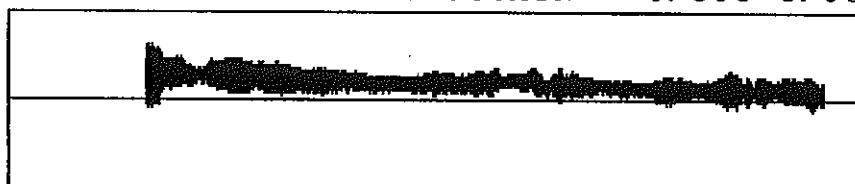
## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 34 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 919 MEAN 6. 905 MIN 6. 896 6. 930

L1 MAX 0

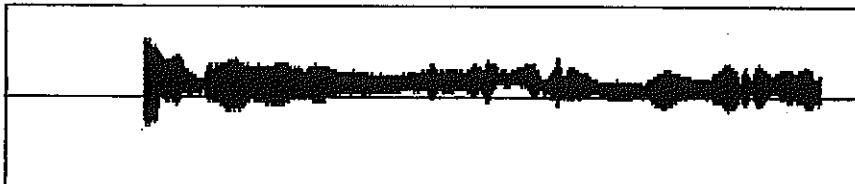


100

ID

MAX 6. 119 MEAN 6. 103 MIN 6. 090 6. 130

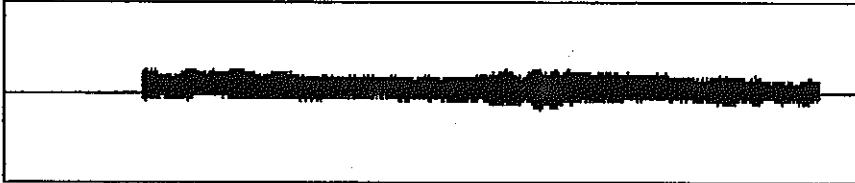
6. 870



6. 070 T1 MAX 29

WT

MAX 0. 408 MEAN 0. 401 MIN 0. 394 0. 430



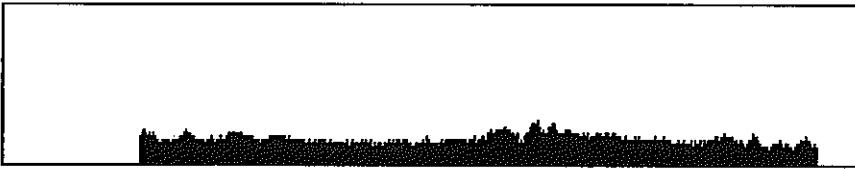
100

ECC

MAX 14 MEAN 7

50

0. 370

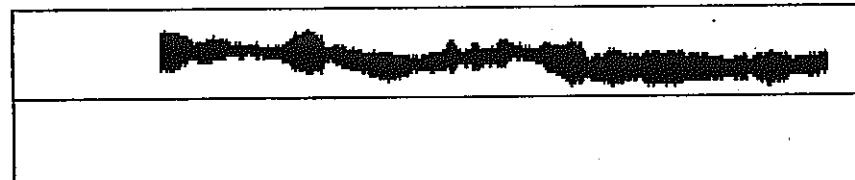


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 35 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 923 MEAN 6. 911 MIN 6. 903 6. 930



100

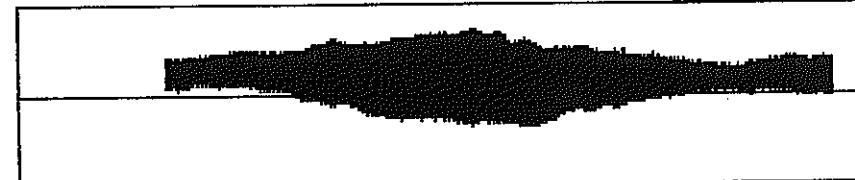
ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 102 MIN 6. 092 6. 130



6. 870

T1 MAX 5

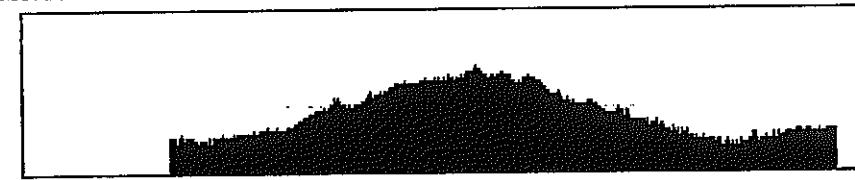
WT  
MAX 0. 422 MEAN 0. 405 MIN 0. 389 0. 430



100

0. 370

ECC  
MAX 33 MEAN 16



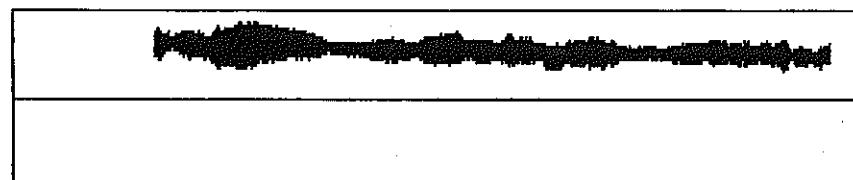
50

## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 37 JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 926 MEAN 6. 916 MIN 6. 909 6. 930

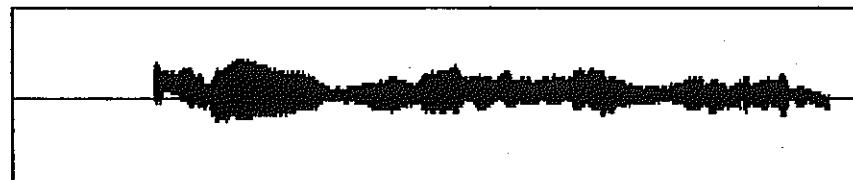
L1 MAX 0



100

ID  
MAX 6. 113 MEAN 6. 101 MIN 6. 092 6. 130

6. 870

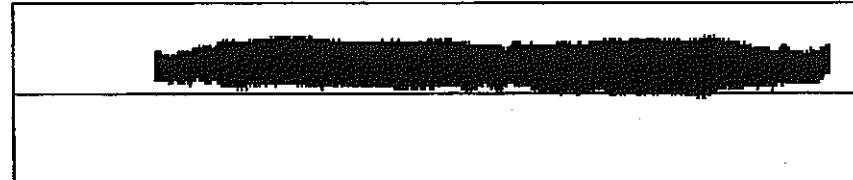


6. 070 T1 MAX 2

WT  
MAX 0. 419 MEAN 0. 408 MIN 0. 398 0. 430

T1

100



0. 370

ECC  
MAX 21 MEAN 13 50



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 38 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 0

OD

MAX

6. 919

MEAN

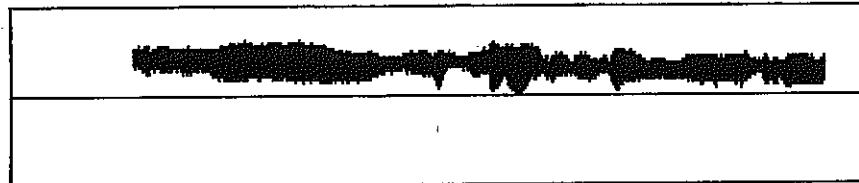
6. 909

MIN

6. 900

6. 930

100



6. 870

ID

MAX

6. 118

MEAN

6. 102

MIN

6. 091

6. 130



6. 070 T1 MAX 7

WT

MAX

0. 417

MEAN

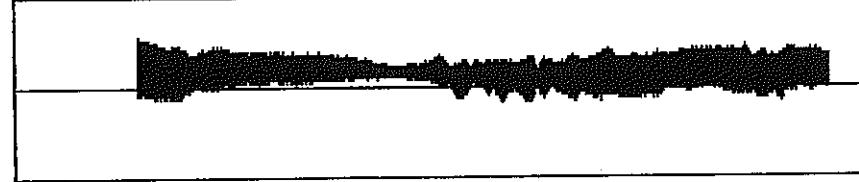
0. 404

MIN

0. 395

0. 430

100



0. 370

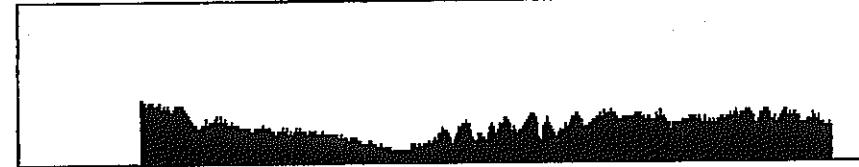
ECC

MAX

20 MEAN

10

50



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 39 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

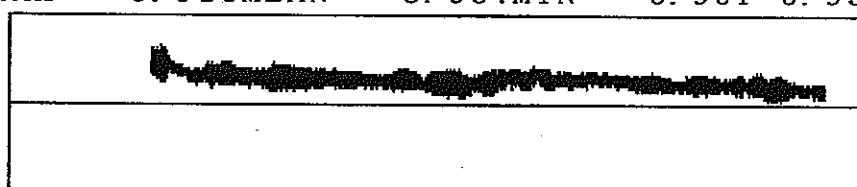
MAX

6. 920MEAN

6. 907MIN

6. 901 6. 930

L1 MAX 27



100

ID

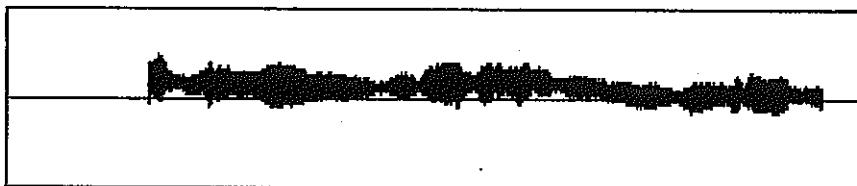
MAX

6. 115MEAN

6. 103MIN

6. 095 6. 130

6. 870



100

WT

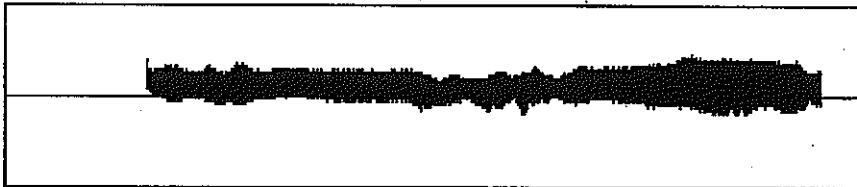
MAX

0. 414MEAN

0. 403MIN

0. 394 0. 430

6. 070 T1 MAX 3



ECC

MAX

19 MEAN

13

50

0. 370



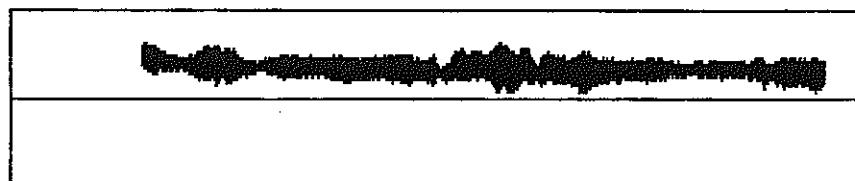
UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 40

JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 919 MEAN 6. 909 MIN 6. 902 6. 930

L1 MAX 0



100

ID  
MAX 6. 114 MEAN 6. 100 MIN 6. 088 6. 130

6. 870



6.. 070 T1 MAX 4

WT  
MAX 0. 417 MEAN 0. 406 MIN 0. 397 0. 430

T1 MAX 4

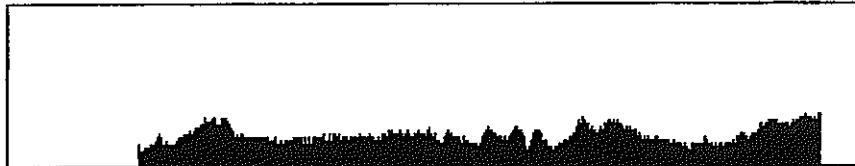


100

ECC  
MAX 16 MEAN 10

50

0. 370



DATE 03-25-02

SHIFT A

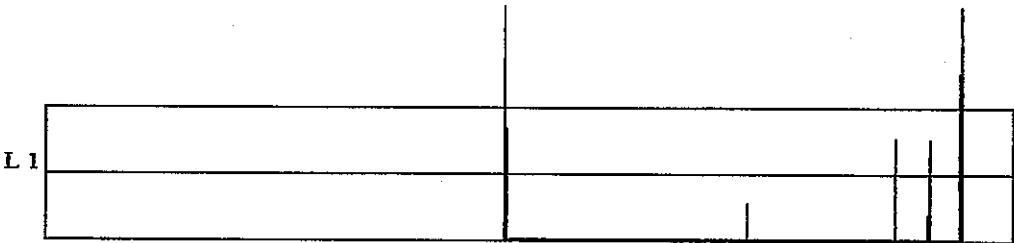
MAN 02

W. NO 1500-01

CAL. SER 3

STB. NO ODS-UT-1

## UT CALIBRATION

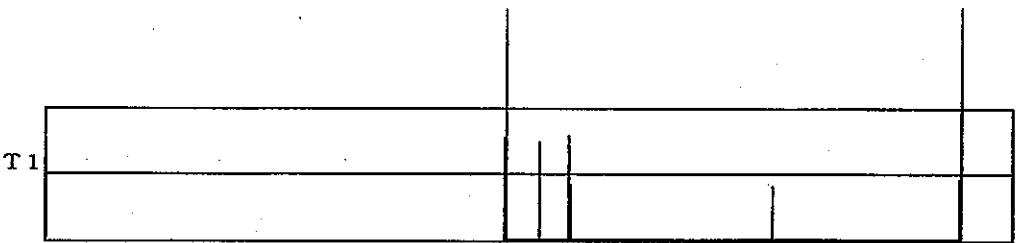


C % AD

L1	S	0	
	S	100	
	D	0	
	D	100	387
			392

付-1(44)

T1	S	0	
	S	100	
	D	0	
	D	100	399
			373



C N

7	1
---	---



校正決定終了

DATE 03-25-02  
SHIFT A  
MAN 02  
W. NO 1500-01  
CAL. SER 3

STB. NO ODS-DI-1

6. 935 ( +0)

OD 6. 898 ( +0)

6. 865 ( +0)

STB. NO ODS-DI-3AB

6. 140 ( +0)

ID 6. 075 ( +0)

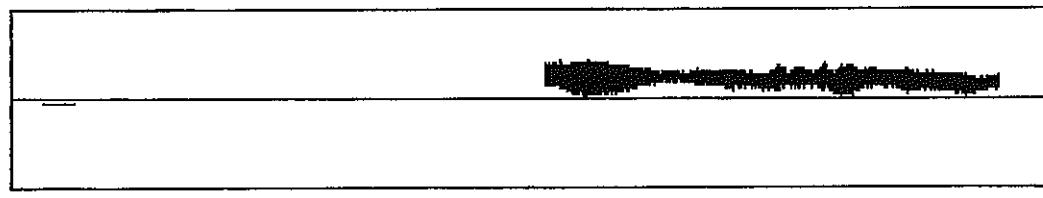
STB. NO ODS-DI-2AB

0. 424 ( +0)

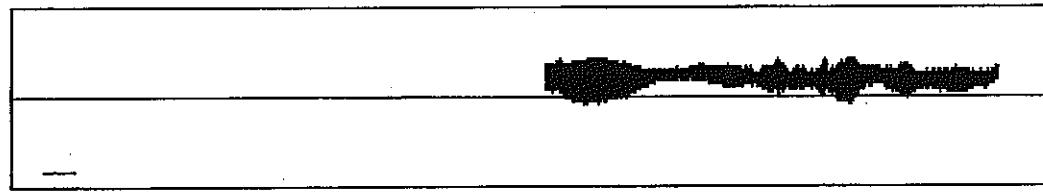
WT 0. 360 ( +0)

## UST CALIBRATION

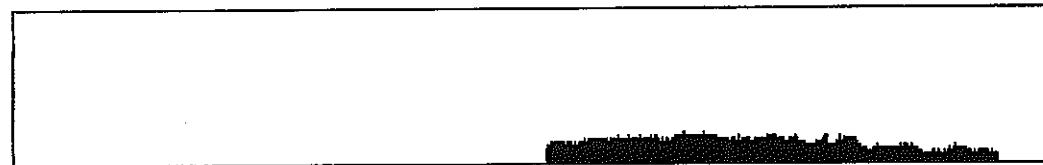
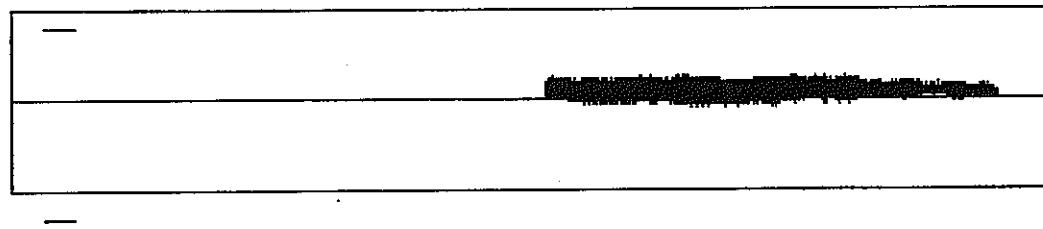
6. 912 ( +1)	6. 913 ( +0)	6. 908 ( +0)
6. 908 ( +0)	6. 906 ( +0)	6. 905 ( +0)
—	6. 904 ( -1)	6. 903 ( +0)



6. 111 ( +1)	6. 113 ( +0)	6. 110 ( +1)
6. 106 ( +0)	6. 105 ( +0)	6. 108 ( +1)
—	6. 102 ( +0)	6. 105 ( +0)



0. 406 ( +0)	0. 408 ( +0)	0. 403 ( +0)
0. 403 ( +0)	0. 403 ( +1)	0. 401 ( +0)
0. 401 ( +1)	0. 397 ( +1)	0. 400 ( +1)



ECC

A	M
7	1



校正決定終了

## UST GRAPH

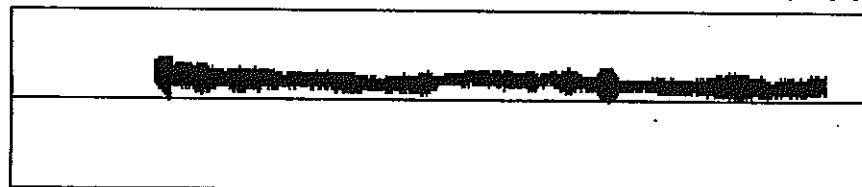
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 41

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 914 MEAN 6. 905 MIN 6. 899 6. 930

L1 MAX 0

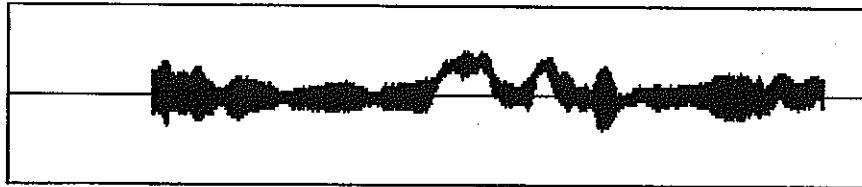


100

ID

MAX 6. 115 MEAN 6. 100 MIN 6. 088 6. 130

6. 870



6. 070 T1 MAX 8

WT

MAX 0. 413 MEAN 0. 403 MIN 0. 393 0. 430

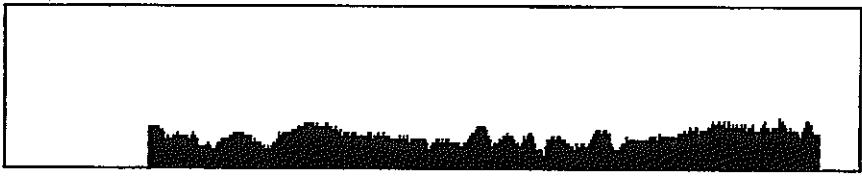


100

ECC

MAX 16 MEAN 9 50

0. 370



## UST GRAPH

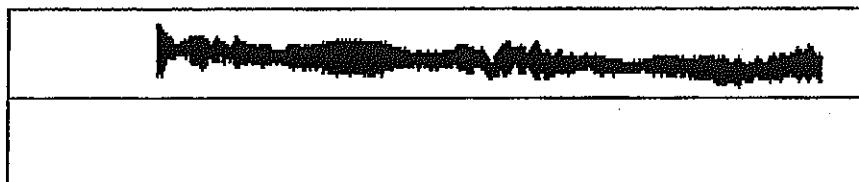
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 42

JUDGEMENT: ACCEPT

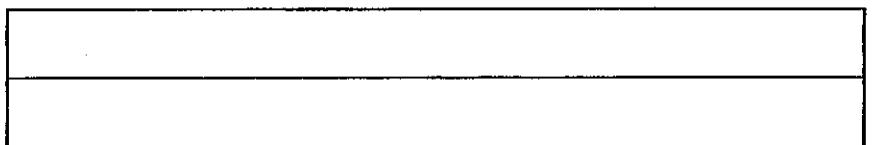
L1 MAX 0

OD

MAX 6. 925 MEAN 6. 912 MIN 6. 903 6. 930

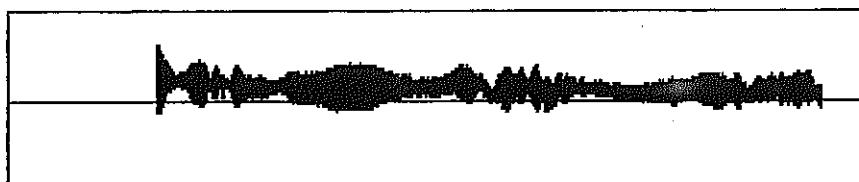


100



ID

MAX 6. 119 MEAN 6. 103 MIN 6. 096 6. 130

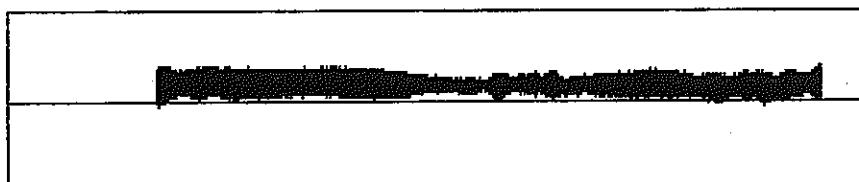


6. 870

100

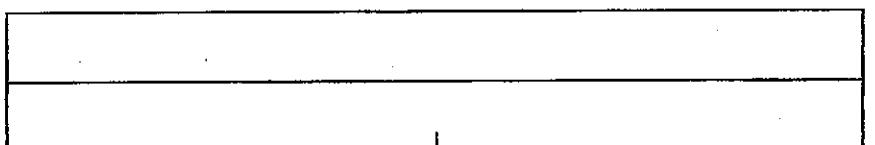
WT

MAX 0. 412 MEAN 0. 405 MIN 0. 398 0. 430



6. 070 T1 MAX 15

100



ECC

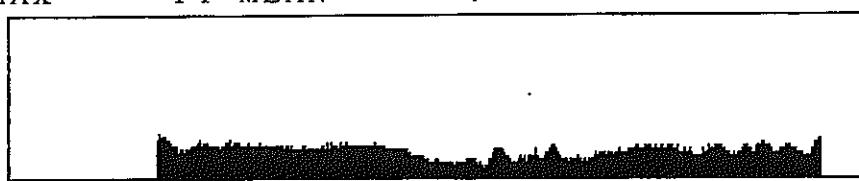
MAX

14 MEAN

7

50

0. 370



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 44

JUDGEMENT: ACCEPT

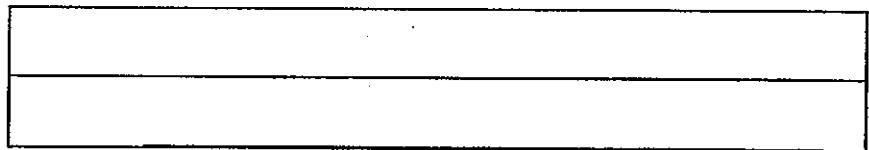
OD

MAX 6. 914 MEAN 6. 902 MIN 6. 892 6. 930



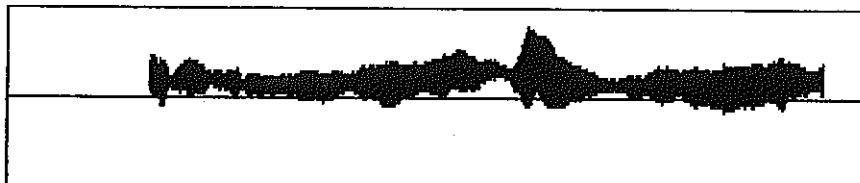
L1 MAX 0

100



ID

MAX 6. 124 MEAN 6. 105 MIN 6. 095 6. 130



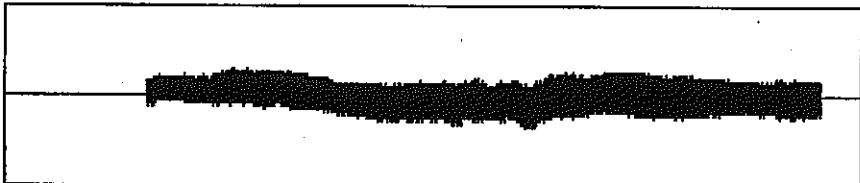
6. 870

T1 MAX 8

100

WT

MAX 0. 409 MEAN 0. 399 MIN 0. 389 0. 430



6. 070

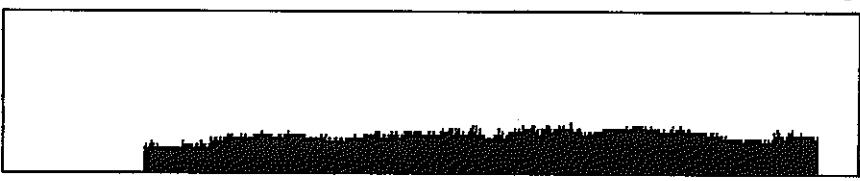
ECC

MAX

16 MEAN

11

50

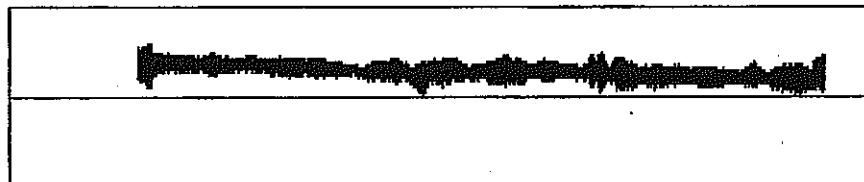


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 45 JUDGEMENT: ACCEPT

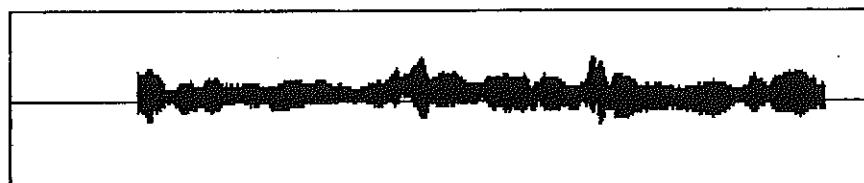
L1 MAX 52

OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 908 MIN 6. 900 6. 930



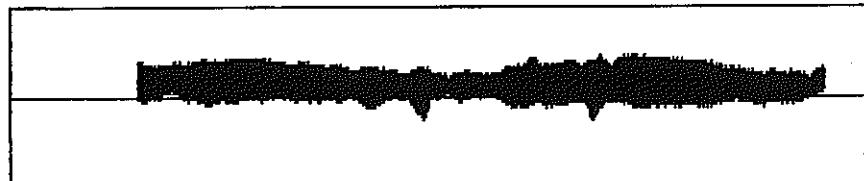
100

ID  
MAX 6. 115 MEAN 6. 101 MIN 6. 092 6. 130



6. 870

WT  
MAX 0. 414 MEAN 0. 404 MIN 0. 392 0. 430



100

6. 070 T1 MAX 17

ECC  
MAX 20 MEAN 11

50



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 46 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

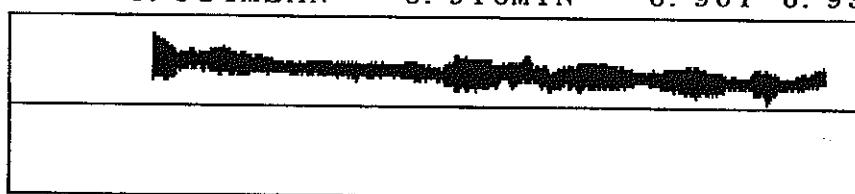
MAX

6. 924 MEAN

6. 910 MIN

6. 901 6. 930

L1 MAX 0



100

ID

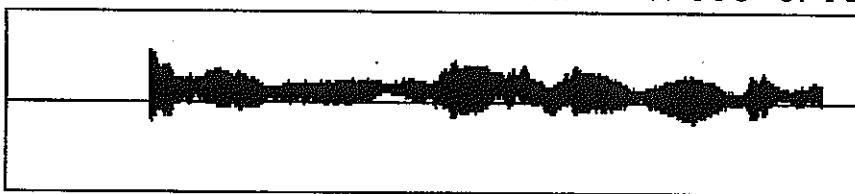
MAX

6. 117 MEAN

6. 102 MIN

6. 093 6. 130

6. 870



100

WT

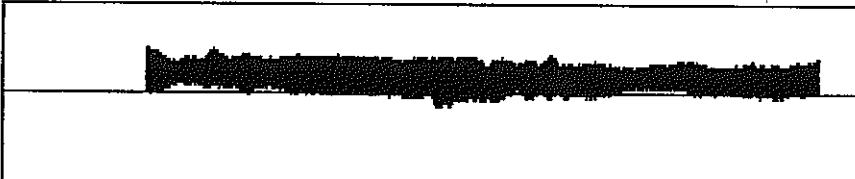
MAX

0. 415 MEAN

0. 404 MIN

0. 395 0. 430

6. 070 T1 MAX 5



100

ECC

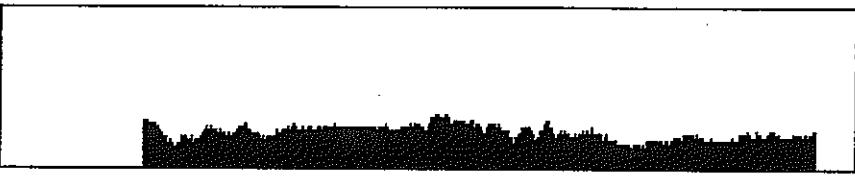
MAX

17 MEAN

10

50

0. 370



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 47

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX

6. 923

MEAN

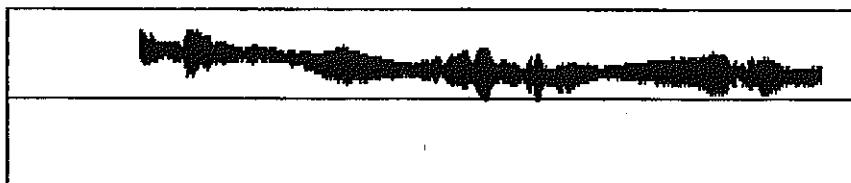
6. 910

MIN

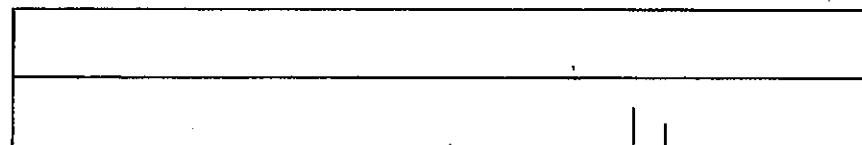
6. 899

6. 930

L1 MAX 30



100



ID

MAX

6. 117

MEAN

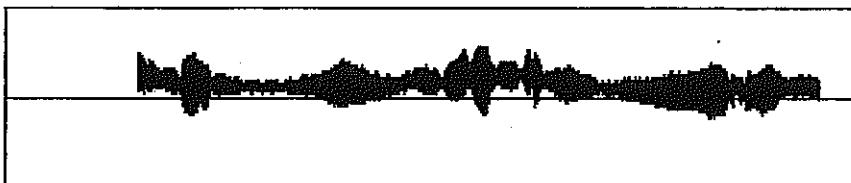
6. 104

MIN

6. 093

6. 130

6. 870



100

WT

MAX

0. 413

MEAN

0. 403

MIN

0. 394

0. 430

6. 070 T1 MAX 22



100

ECC

MAX

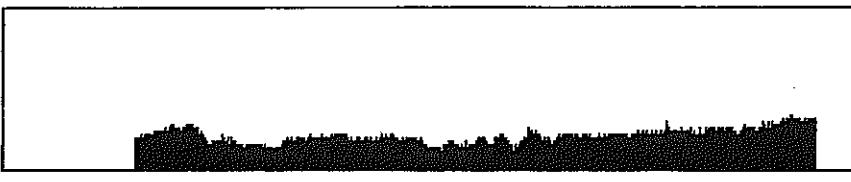
17

MEAN

9

50

0. 370



## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 48 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX

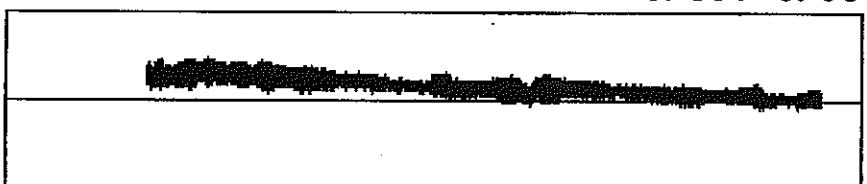
6. 915 MEAN

6. 904 MIN

6. 897 6. 930

L1 MAX 0

100



6. 870

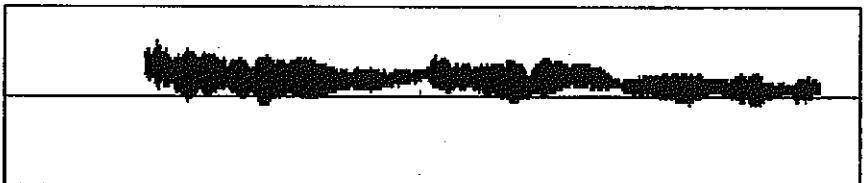
ID

MAX

6. 119 MEAN

6. 105 MIN

6. 097 6. 130



6. 070 T1 MAX 22

100

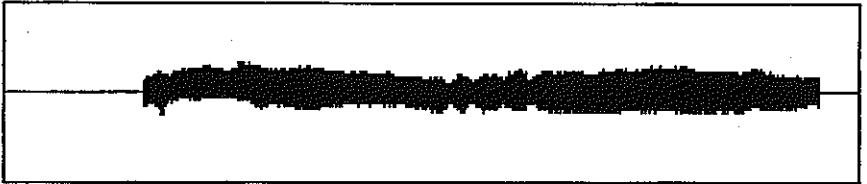
WT

MAX

0. 410 MEAN

0. 400 MIN

0. 392 0. 430



0. 370

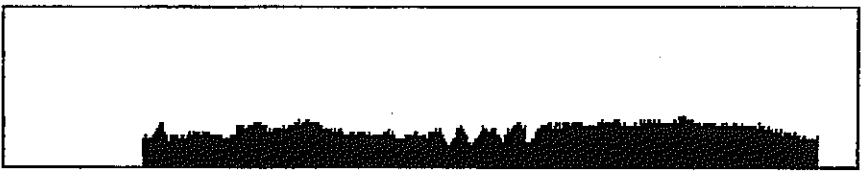
ECC

MAX

16 MEAN

10

50

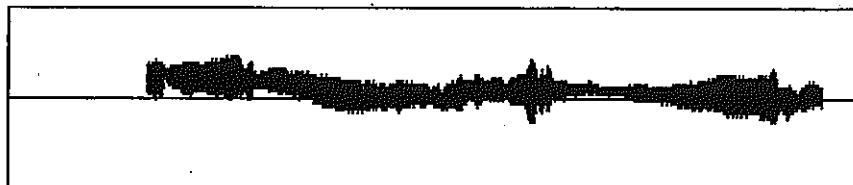


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 49 JUDGEMENT: ACCEPT

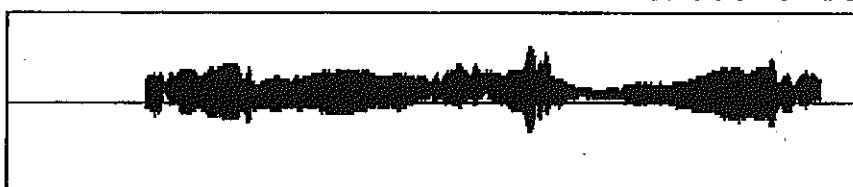
L1 MAX 22

OD  
MAX 6. 914 MEAN 6. 902 MIN 6. 892 6. 930



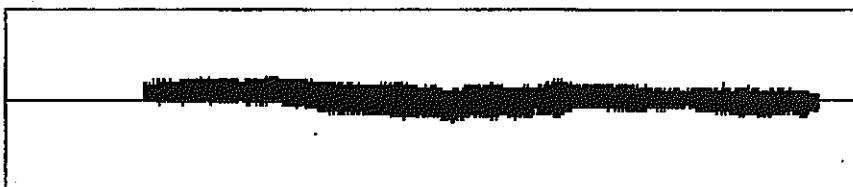
100

ID  
MAX 6. 119 MEAN 6. 103 MIN 6. 090 6. 130



6. 870

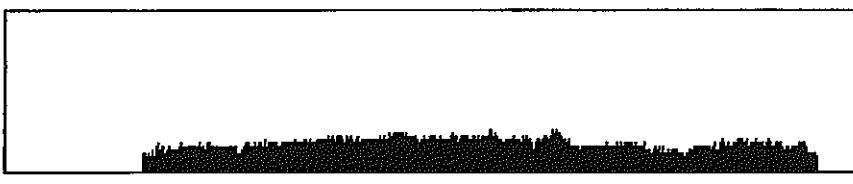
WT  
MAX 0. 408 MEAN 0. 400 MIN 0. 392 0. 430



100

6. 070 T1 MAX 23

ECC  
MAX 13 MEAN 8



0. 370

50

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 50 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

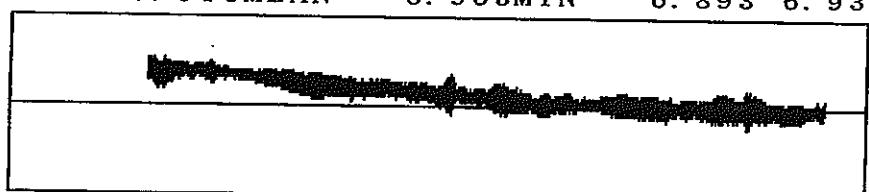
MAX

6. 916MEAN

6. 903MIN

6. 893 6. 930

L1 MAX 0



100

ID

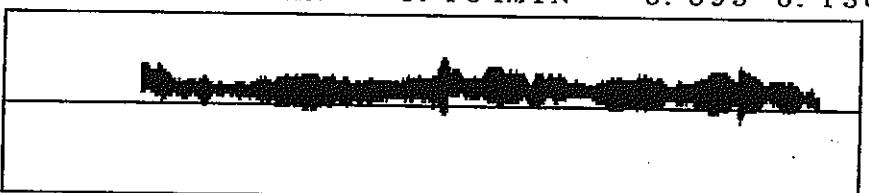
MAX

6. 116MEAN

6. 104MIN

6. 095 6. 130

6. 870



6. 070 T1 MAX 4

WT

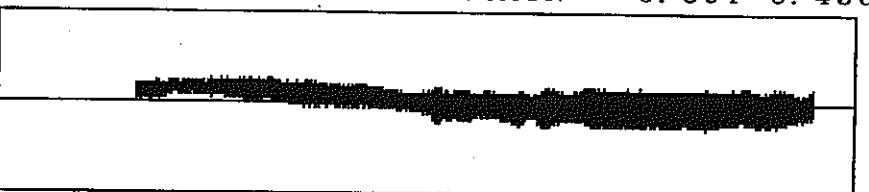
MAX

0. 408MEAN

0. 400MIN

0. 391 0. 430

100



ECC

MAX

14 MEAN

7

50

0. 370

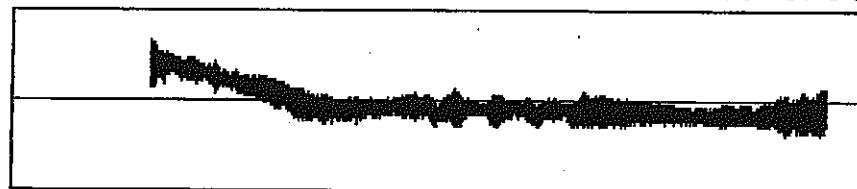


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 51 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 8

OD  
MAX 6. 920 MEAN 6. 898 MIN 6. 888 6. 930



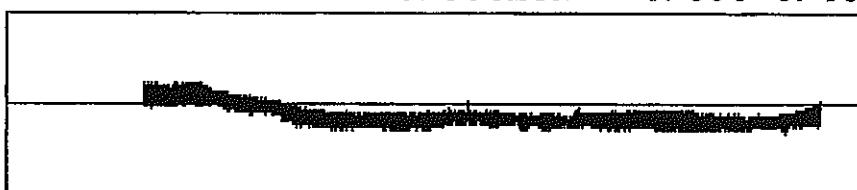
100

ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 107 MIN 6. 097 6. 130



6. 870

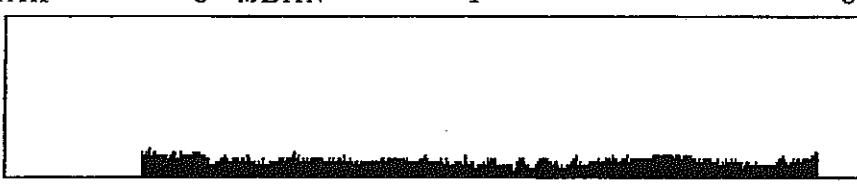
WT  
MAX 0. 407 MEAN 0. 395 MIN 0. 390 0. 430



100

6. 070 T1 MAX 22

ECC  
MAX 9 MEAN 4 50



0. 370

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 52 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

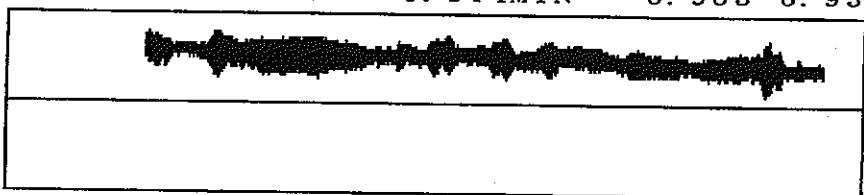
MAX

6. 924 MEAN

6. 914 MIN

6. 903 6. 930

L1 MAX 0



100

ID

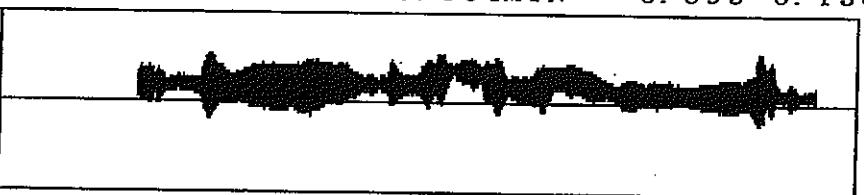
MAX

6. 117 MEAN

6. 104 MIN

6. 093 6. 130

6. 870



100

WT

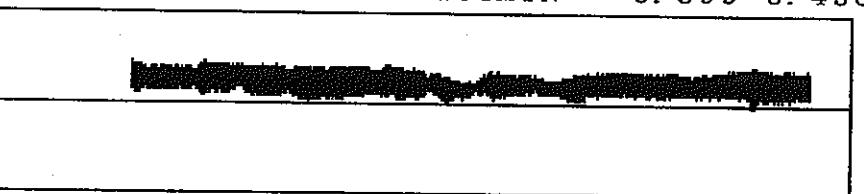
MAX

0. 414 MEAN

0. 406 MIN

0. 399 0. 430

6. 070 T1 MAX 48



100

ECC

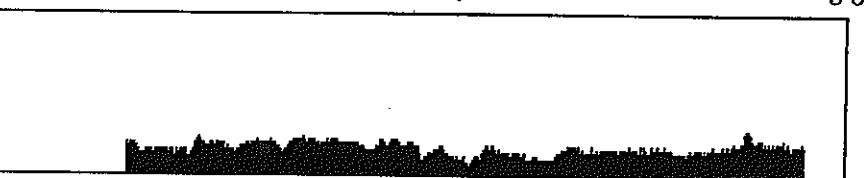
MAX

14 MEAN

7

50

0. 370

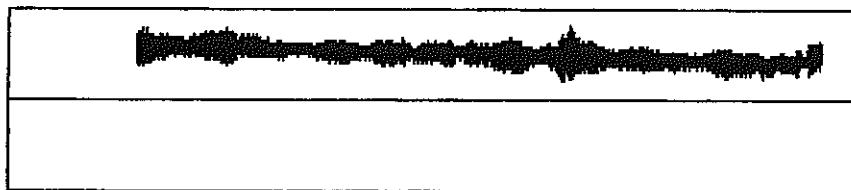


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 53 JUDGEMENT: ACCEPT

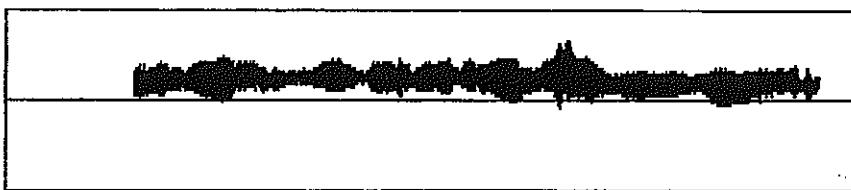
L1 MAX 0

OD  
MAX 6. 925 MEAN 6. 914 MIN 6. 906 6. 930



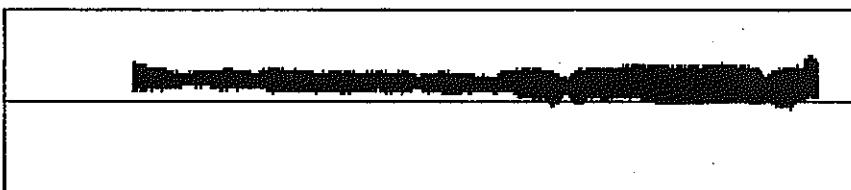
6. 870

ID  
MAX 6. 120 MEAN 6. 106 MIN 6. 097 6. 130



6. 070 T1 MAX 3

WT  
MAX 0. 415 MEAN 0. 405 MIN 0. 397 0. 430



0. 370

ECC  
MAX 14 MEAN 7 50

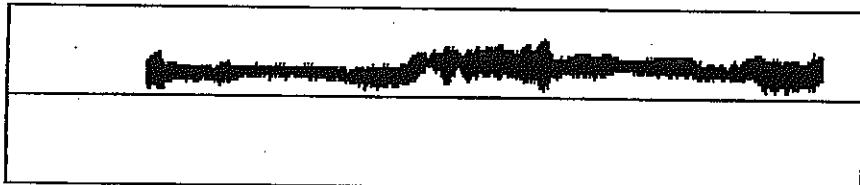


DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M18 54 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

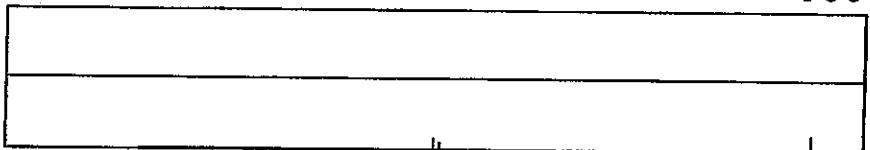
OD

MAX 6. 920 MEAN 6. 909 MIN 6. 902 6. 930



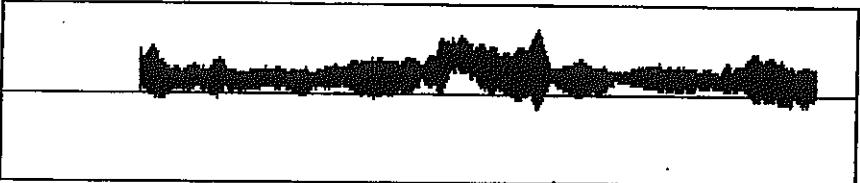
L1 MAX 12

100



ID

MAX 6. 122 MEAN 6. 105 MIN 6. 095 6. 130



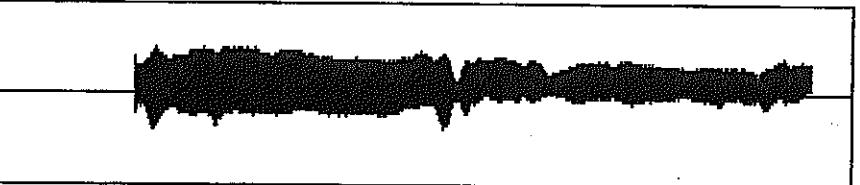
6. 870

6. 070 T1 MAX 33

100

WT

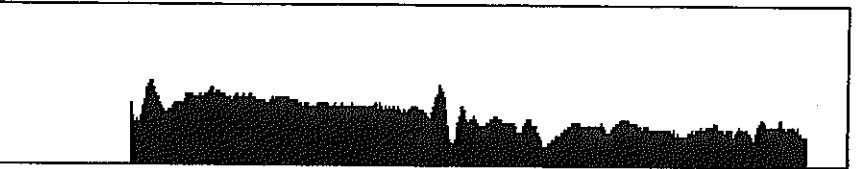
MAX 0. 415 MEAN 0. 402 MIN 0. 388 0. 430



ECC

MAX 26 MEAN 13 50

0. 370

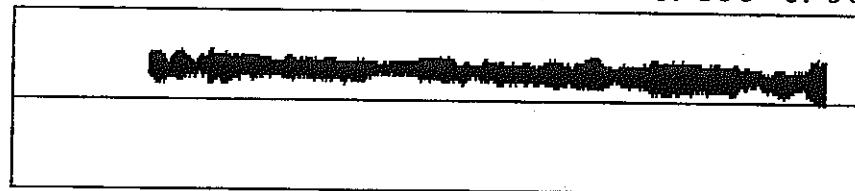


## UST GRAPH

DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 55 JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 917 MEAN 6. 908 MIN 6. 899 6. 930

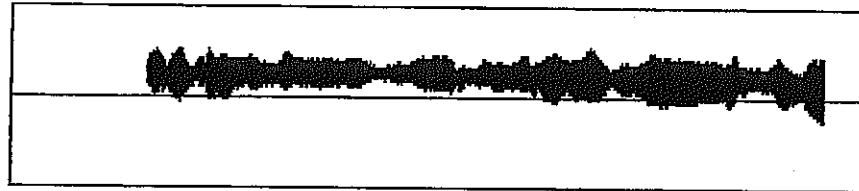
L1 MAX 0



100

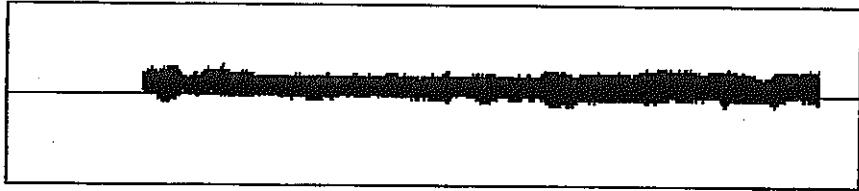
ID  
MAX 6. 117 MEAN 6. 106 MIN 6. 092 6. 130

6. 870



WT  
MAX 0. 410 MEAN 0. 402 MIN 0. 396 0. 430

6. 070 T1 MAX 0

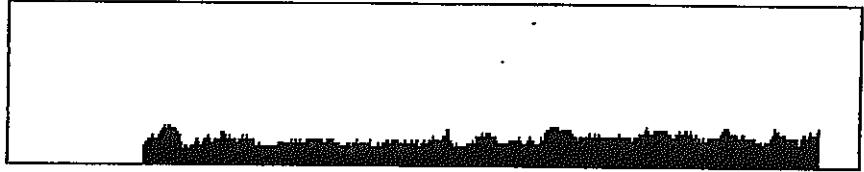


100

ECC  
MAX 12 MEAN 7

50

0. 370



DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 57 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

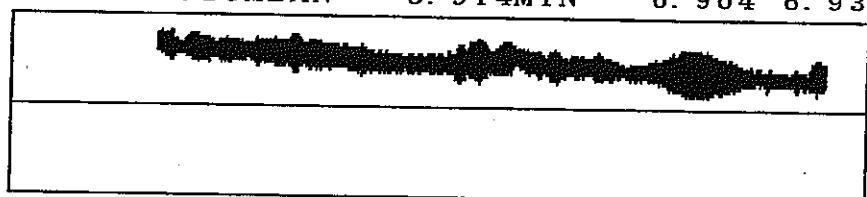
MAX

6. 925MEAN

6. 914MIN

6. 904 6. 930

L1 MAX 0



100

ID

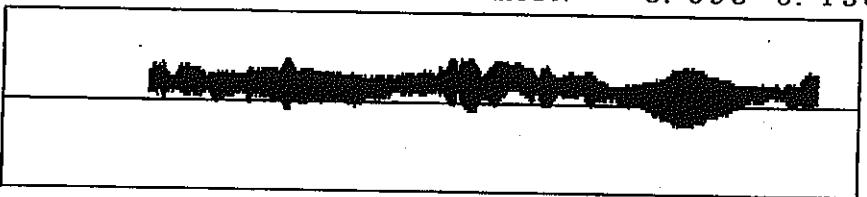
MAX

6. 115MEAN

6. 104MIN

6. 093 6. 130

6. 870



100

WT

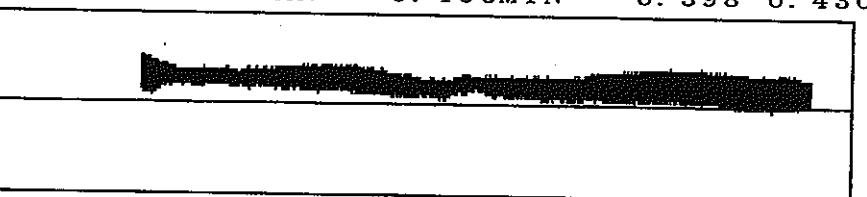
MAX

0. 416MEAN

0. 406MIN

0. 398 0. 430

6. 070 T1 MAX 8



100

ECC

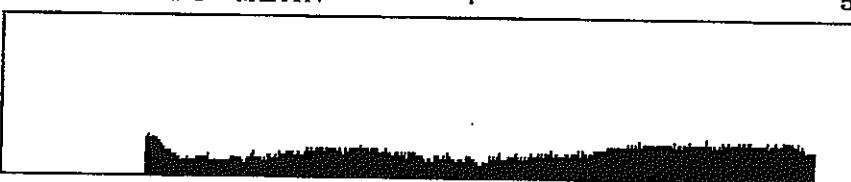
MAX

13 MEAN

7

0. 370

50



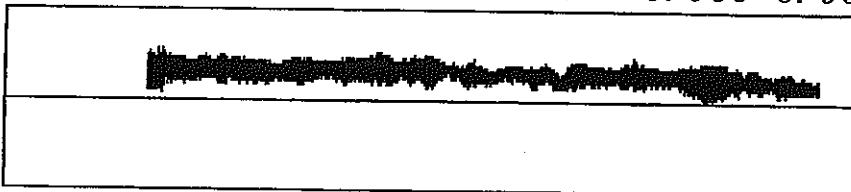
DATE 03-25-02 WNO. 1500-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE M13 59 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 917 MEAN 6. 908 MIN 6. 900 6. 930

L1 MAX 9

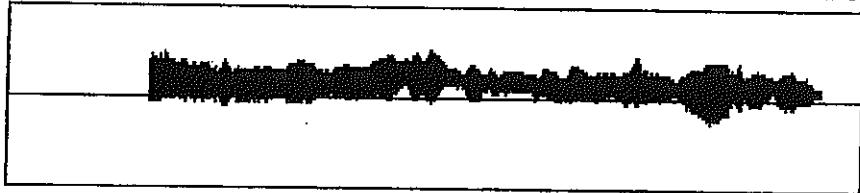


100

ID

MAX 6. 116 MEAN 6. 104 MIN 6. 092 6. 130

6. 870

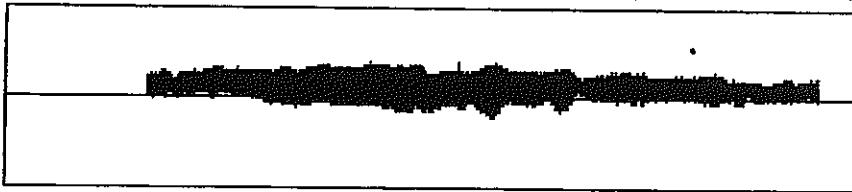


100

WT

MAX 0. 412 MEAN 0. 403 MIN 0. 393 0. 430

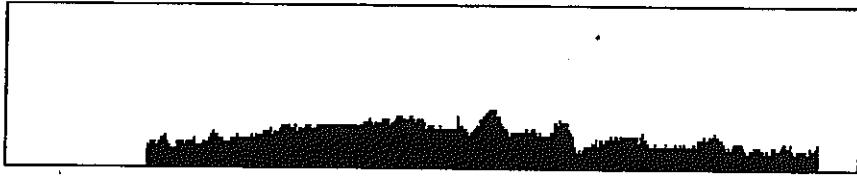
6. 070 T1 MAX 16



ECC

MAX 18 MEAN 9 50

0. 370



DATE 03-25-02

SHIFT A

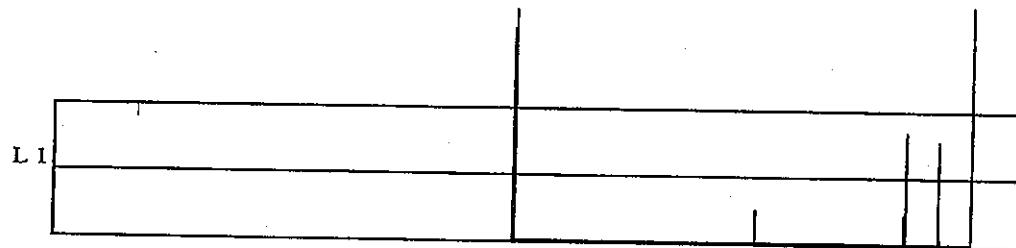
MAN 02

W. NO 1500-01

CAL. SER 4

STB. NO ODS-UT-1

## UT CALIBRATION

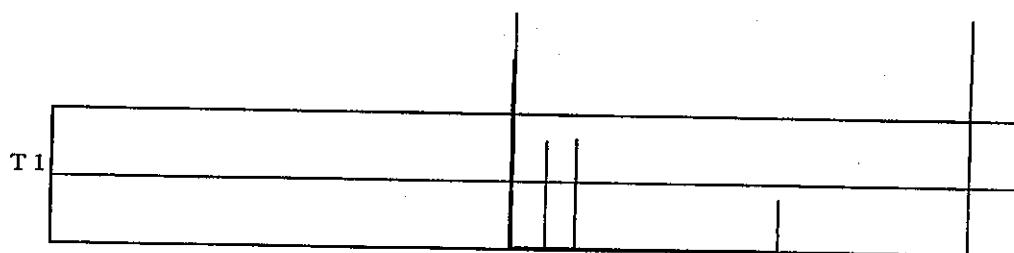


C % AD

L1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	392    419

付一1(62)

T1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	408    399



C N

7	1
---	---

*
---

校正決定終了

DATE 03-25-02  
SHIFT A  
MAN 02  
W. NO 1500-01  
CAL. SER. 4

STB. NO ODS-DI-1

6. 935 ( +0)

OD 6. 898 ( +0)

6. 865 ( +0)

STB. NO ODS-DI-3AB

6. 140 ( +0)

ID

6. 075 ( +0)

STB. NO ODS-DI-2AB

0. 424 ( +0)

WT

0. 360 ( +0)

## UST CALIBRATION

6. 912 ( +1)	6. 913 ( +0)	6. 907 ( -1)
6. 908 ( +0)	6. 906 ( +0)	6. 904 ( -1)
6. 904 ( -1)	6. 900 ( +0)	6. 902 ( -1)

6. 930

6. 900

6. 870

6. 111 ( +1)	6. 114 ( +1)	6. 109 ( +0)
6. 107 ( +1)	6. 105 ( +0)	6. 107 ( +0)
6. 102 ( +0)	6. 097 ( +0)	6. 105 ( +0)

6. 130

6. 100

6. 070

0. 407 ( +1)	0. 408 ( +0)	0. 403 ( +0)
0. 404 ( +1)	0. 402 ( +0)	0. 401 ( +0)
0. 401 ( +1)	0. 397 ( +1)	0. 400 ( +1)

0. 430

0. 400

0. 370

50

ECC

校正決定終了

A M

7	1
---	---



表4 フェライト系ODS鋼(F13)被覆管の成分分析結果

		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Y	$Y_2O_3$	O	Ex. O	N	Ar
F13	目標範囲	0.01~0.05	<0.20	<0.20	<0.02	<0.02	<0.20	11.60~12.40	1.8~2.2	0.24~0.28	0.16~0.20	—	0.10~0.14	—	<0.07	<0.007
	ロット1	0.039	0.020	0.07	<0.002	0.003	0.04	11.60	1.92	0.26	0.18	0.2286	0.120	0.0714	0.0159	0.0046
	ロット2	0.037	0.017	0.07	<0.002	0.003	0.04	11.60	1.91	0.26	0.18	0.2286	0.127	0.0784	0.0161	0.0046

$$Y_2O_3 = 1.27Y$$

$$Ex. O = Total O - 0.27Y$$

表5 フェライト系ODS鋼(F13)被覆管の硬さ

		測定値					平均値
		①	②	③	④	⑤	
F13	ロット1	378	384	362	389	375	378
	ロット2	402	387	386	393	378	389

1150°C×1h・AC

表6-1 マルテンサイト系ODS鋼(F13)被覆管の検査結果一覧表(1)

○：合格、△：合格(一部不具合有り)、×：不合格

No.	外観	曲り ≤0.25mm/全長	長さ 1850mm <sup>+0</sup> <sub>-1.0</sub>	超音波寸法				超音波探傷 <sup>[*]</sup>		表面荒さ ≤Ra0.8μm	備考
				外径 6.90±0.03mm	内径 6.10±0.03mm	肉厚 ≥0.37mm	真円度 ≤0.025mm	L方向	T方向		
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
11	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
16	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
17	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
19	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[\*] 深さ50μm×幅30μm×長さ2mm以上の欠陥がないこと

表6-2 マルテンサイト系ODS鋼(F13)被覆管の検査結果一覧表(2)

○：合格、△：合格(一部不具合有り)、×：不合格

No.	外観	曲り ≤0.25mm/全長	長さ 1850mm <sup>+0</sup> <sub>-1.0</sub>	超音波寸法				超音波探傷 <sup>[*]</sup>		表面荒さ ≤Ra0.8μm	備考
				外径 6.90±0.03mm	内径 6.10±0.03mm	肉厚 ≥0.37mm	真円度 ≤0.025mm	L方向	T方向		
21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
22	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
23	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
24	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
25	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
26	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
27	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
28	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
29	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
31	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
32	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
33	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
34	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
35	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
36	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
38	△ 1ヶ所凹	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
39	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
40	△ 1ヶ所凹	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[\*] 深さ50μm×幅30μm×長さ2mm以上の欠陥がないこと

表6-3 フェライト系ODS鋼(F13)被覆管の検査結果一覧表(3)

○：合格、△：合格(一部不具合有り)、×：不合格

No.	外観	曲り ≤0.25mm/全長	長さ 1850mm <sup>+0</sup> <sub>-1.0</sub>	超音波寸法				超音波探傷 <sup>[*]</sup>		表面荒さ ≤Ra0.8μm	備考
				外径 $6.90 \pm 0.03\text{mm}$	内径 $6.10 \pm 0.03\text{mm}$	肉厚 $\geq 0.37\text{mm}$	真円度 $\leq 0.025\text{mm}$	L方向	T方向		
41	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
42	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
43	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
44	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
45	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
46	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	
47	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
48	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
49	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
51	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
52	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
53	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
54	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
55	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
56	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
57	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
58	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

[\*] 深さ50μm×幅30μm×長さ2mm以上の欠陥がないこと

DATE 04-20-02

SHIFT A

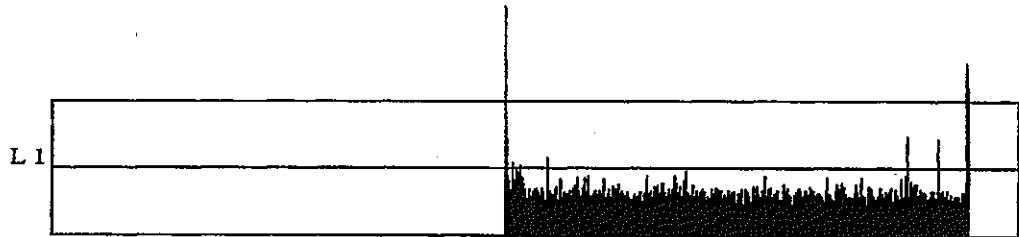
MAN 02

W. NO 1501-01

CAL. SER 1

STB. NO FODS-UT-1

## UT CALIBRATION

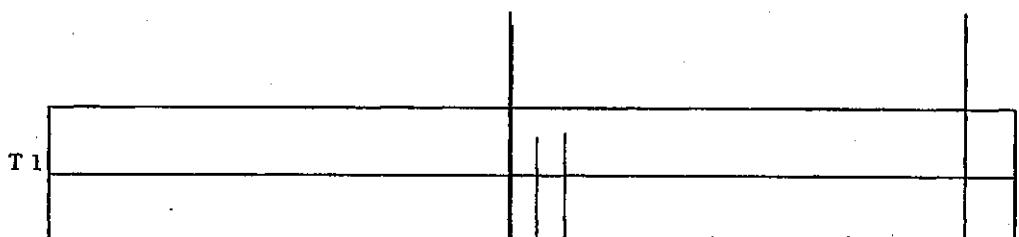


C % AD

L1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	360
			370

付-1(68)

T1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	390
			406



C N

7	1
---	---

*
---

校正決定終了

DATE 04-20-02  
SHIFT A  
MAN 02  
W. NO 1501-01  
CAL. SER 1

## UST CALIBRATION

6. 912 ( -1)	6. 913 ( +0)	6. 911 ( -1)
6. 910 ( +0)	6. 909 ( -1)	6. 910 ( +0)
6. 908 ( +0)	6. 906 ( +0)	6. 908 ( +0)

6. 930

STB. NO FODS-DI-1

6. 930 ( +0)

OD 6. 900 ( +0)

6. 870 ( +0)

6. 110 ( +0)	6. 110 ( +0)	6. 107 ( -1)
6. 107 ( +0)	6. 106 ( +0)	6. 105 ( -1)
—	6. 104 ( -1)	6. 103 ( +0)

6. 870

STB. NO FODS-DI3AB

6. 141 ( +0)

0. 405 ( +0)	0. 407 ( +0)	0. 406 ( +1)
0. 403 ( +0)	0. 404 ( +0)	0. 404 ( +0)
0. 402 ( +0)	0. 401 ( +0)	0. 403 ( +1)

6. 130

ID

6. 090 ( +0)

—	—	—
---	---	---

6. 070

STB. NO FODS-DI2AB

0. 415 ( +0)

0. 405 ( +0)	0. 407 ( +0)	0. 406 ( +1)
0. 403 ( +0)	0. 404 ( +0)	0. 404 ( +0)
0. 402 ( +0)	0. 401 ( +0)	0. 403 ( +1)

0. 430

WT

0. 365 ( +0)

—	—	—
---	---	---

0. 400

A M

7	1
---	---

*
---

ECC

校正決定終了

—	—	—
---	---	---

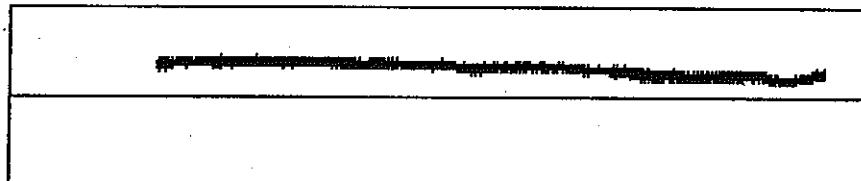
50

## UST GRAPH

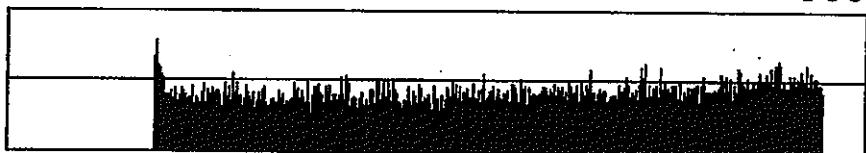
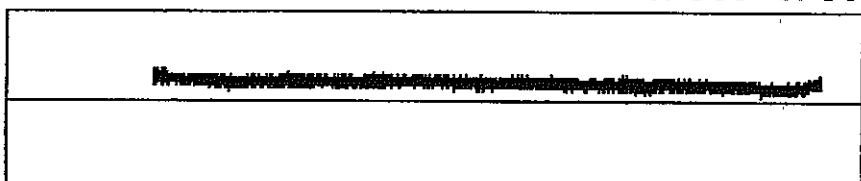
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13

1 JUDGEMENT: ACCEPT

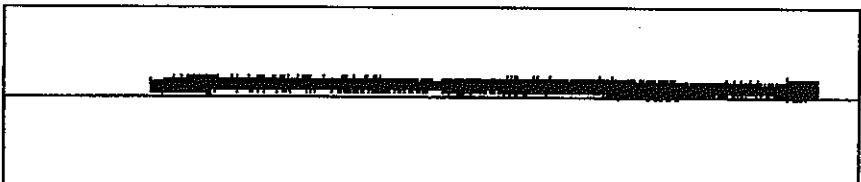
L1 MAX .79

OD  
MAX 6. 914 MEAN 6. 909 MIN 6. 904 6. 930

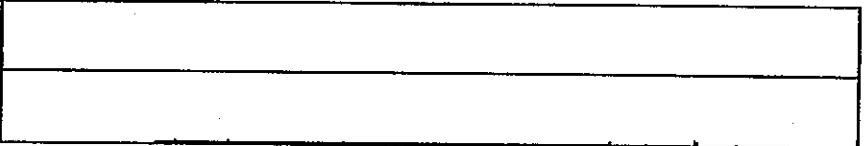
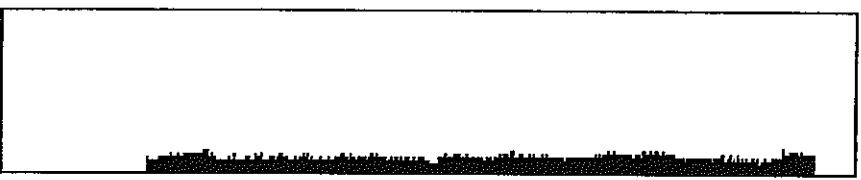
100

ID  
MAX 6. 111 MEAN 6. 105 MIN 6. 101 6. 130

6. 070 T1 MAX 5

WT  
MAX 0. 407 MEAN 0. 403 MIN 0. 399 0. 430

100

ECC  
MAX 8 MEAN 4 50

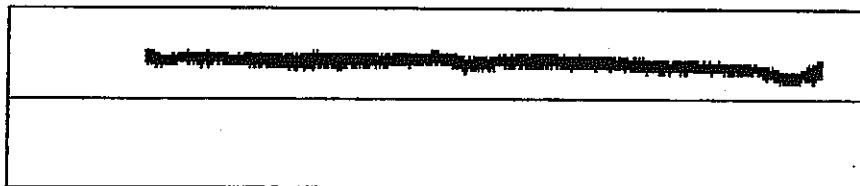
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 2 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 57

OD

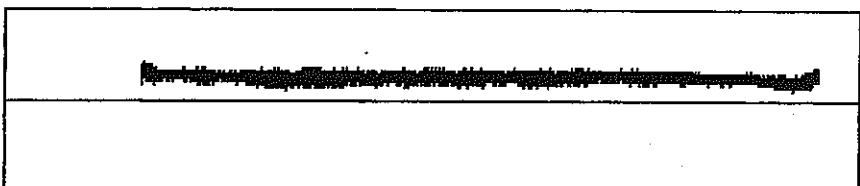
MAX 6. 916 MEAN 6. 911 MIN 6. 905 6. 930



100

ID

MAX 6. 113 MEAN 6. 107 MIN 6. 103 6. 130

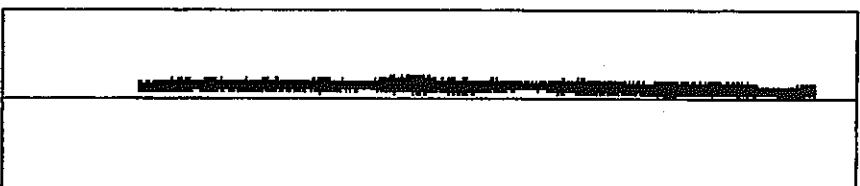


6. 870

WT

MAX 0. 408 MEAN 0. 403 MIN 0. 400 0. 430

6. 070 T1 MAX 4

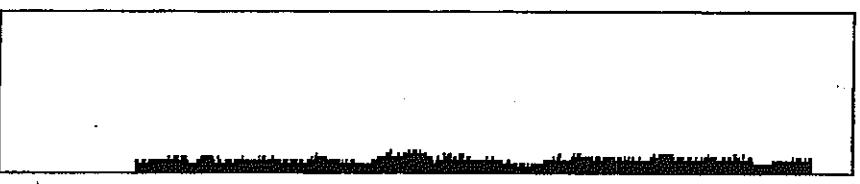


100

ECC

MAX 7 MEAN 3 50

0. 370

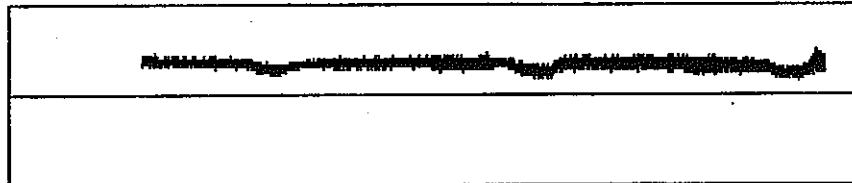


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 3 JUDGEMENT: ACCEPT

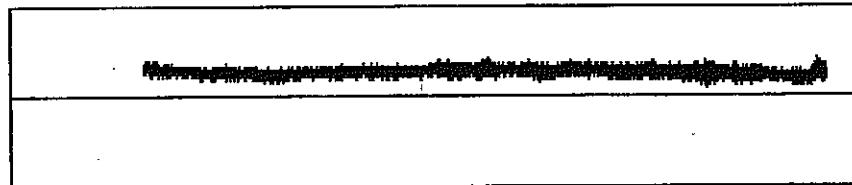
L1 MAX 81

OD  
MAX 6. 915 MEAN 6. 909 MIN 6. 904 6. 930



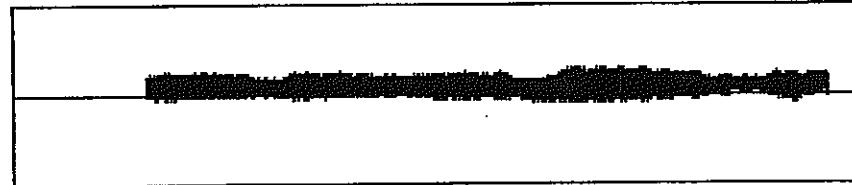
6. 870

ID  
MAX 6. 113 MEAN 6. 107 MIN 6. 102 6. 130



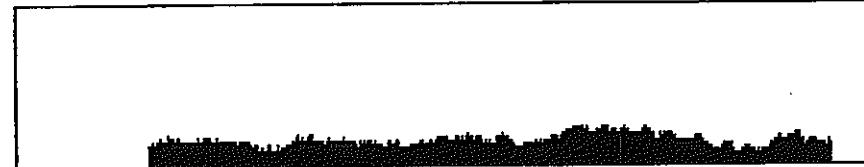
6. 070 T1 MAX 4

WT  
MAX 0. 409 MEAN 0. 402 MIN 0. 397 0. 430



0. 370

ECC  
MAX 12 MEAN 7 50



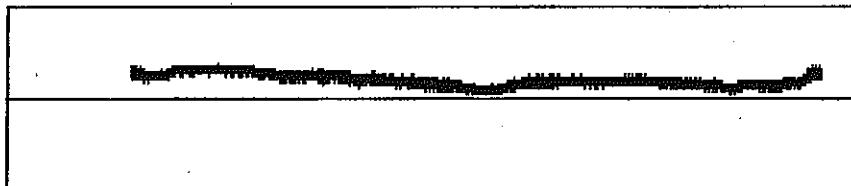
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 4 JUDGEMENT: ACCEPT

LI MAX 76

OD

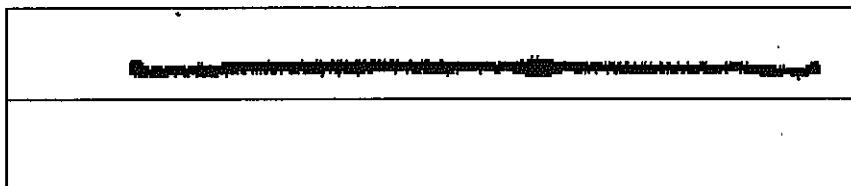
MAX 6. 912 MEAN 6. 905 MIN 6. 901 6. 930



100

ID

MAX 6. 114 MEAN 6. 109 MIN 6. 106 6. 130

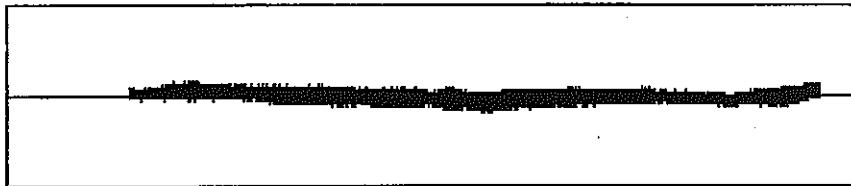


6. 870

#—1(73)

WT

MAX 0. 405 MEAN 0. 399 MIN 0. 394 0. 430



100

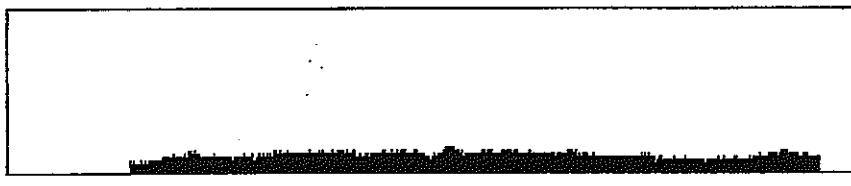
6. 070 TI MAX 4

ECC

MAX 8 MEAN 4

50

0. 370

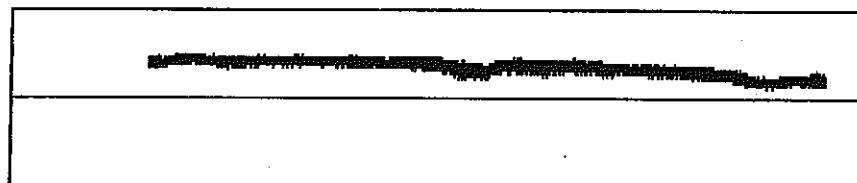


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13

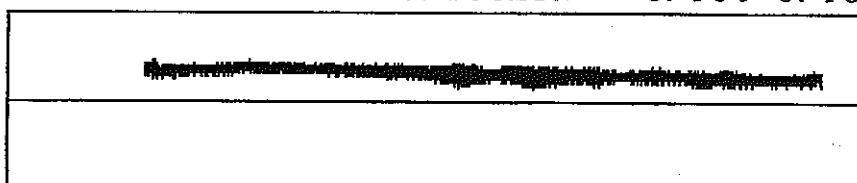
5 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 84

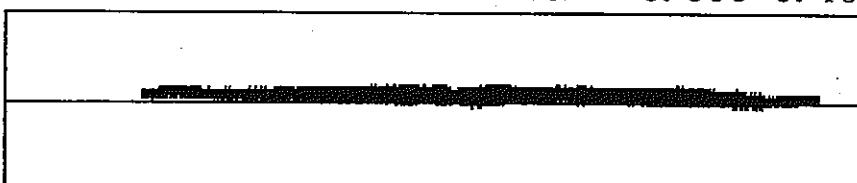
OD  
MAX 6. 915 MEAN 6. 910 MIN 6. 903 6. 930

100

6. 870

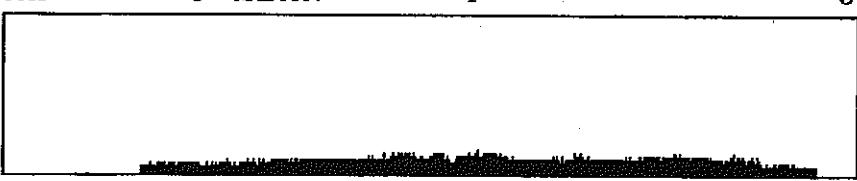
ID  
MAX 6. 114 MEAN 6. 108 MIN 6. 104 6. 130

6. 070 T1 MAX 5

WT  
MAX 0. 406 MEAN 0. 401 MIN 0. 398 0. 430

100

0. 370

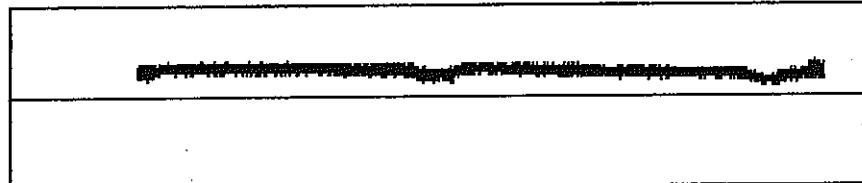
ECC  
MAX 8 MEAN 4 50

## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13

6 JUDGEMENT: ACCEPT

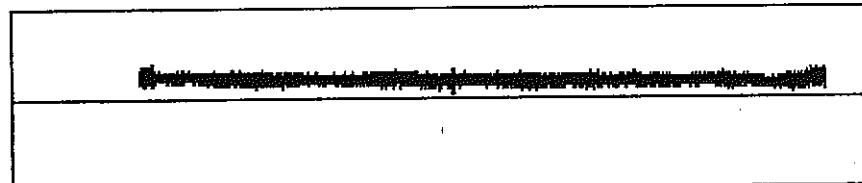
L1 MAX 83

OD  
MAX 6. 912 MEAN 6. 908 MIN 6. 903 6. 930

100

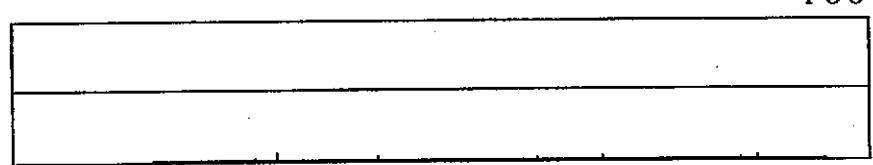
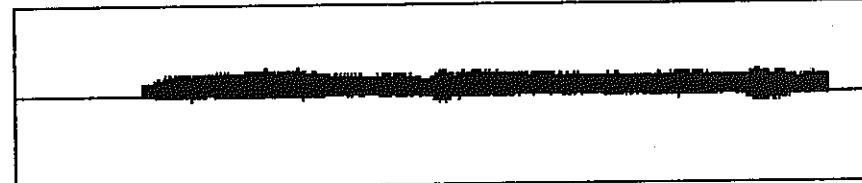


6. 870

ID  
MAX 6. 112 MEAN 6. 105 MIN 6. 101 6. 130

6. 070 T1 MAX 7

100

WT  
MAX 0. 409 MEAN 0. 402 MIN 0. 397 0. 430

0. 370

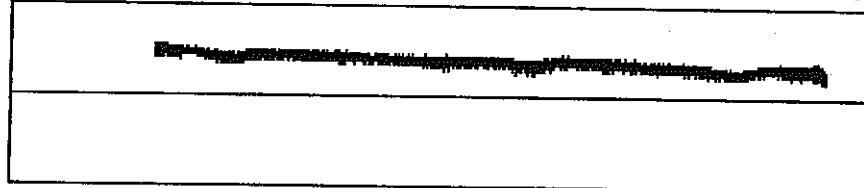
ECC  
MAX 11 MEAN 6 50

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 7 JUDGEMENT: ACCEPT

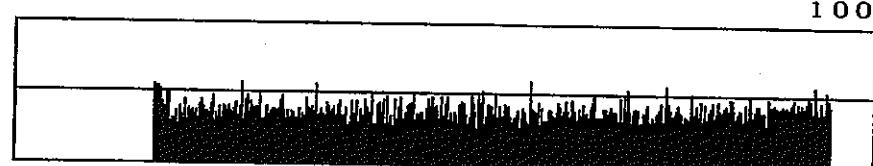
## UST GRAPH

OD

MAX 6. 917 MEAN 6. 910 MIN 6. 905 6. 930

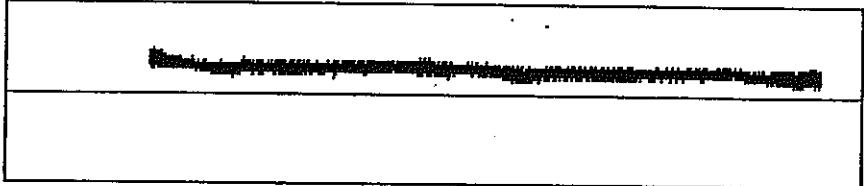


L1 MAX 60



ID

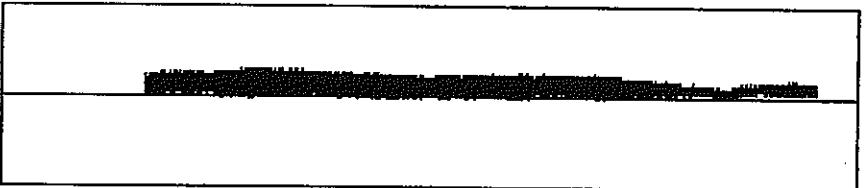
MAX 6. 115 MEAN 6. 107 MIN 6. 103 6. 130



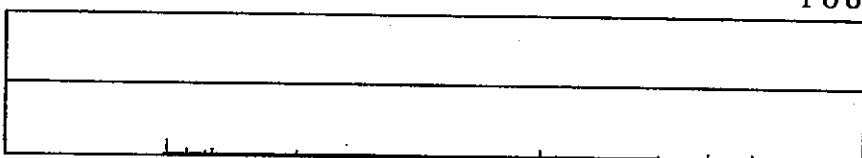
6. 870

T1 MAX 11

WT MAX 0. 409 MEAN 0. 403 MIN 0. 399 0. 430



100



6. 070

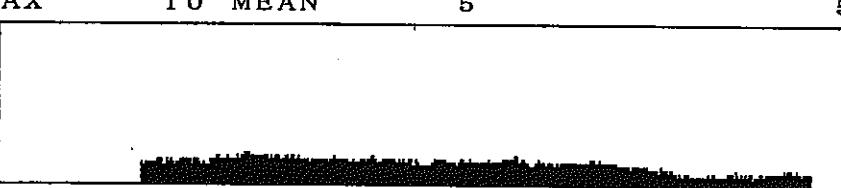
ECC MAX

10 MEAN

5

50

0. 370

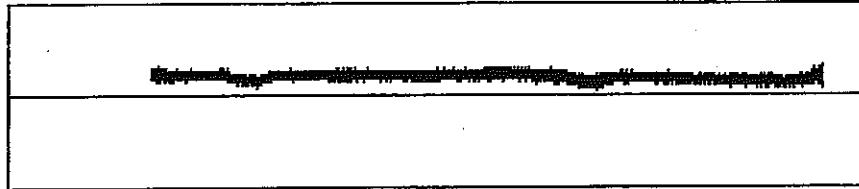


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 8 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 89

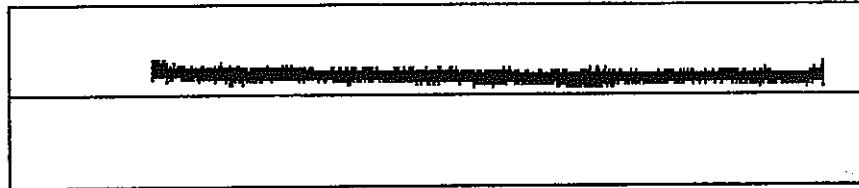
OD  
MAX 6. 910MEAN 6. 905MIN 6. 901 6. 930



100

6. 870

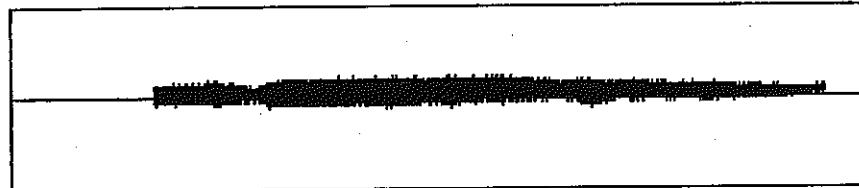
ID  
MAX 6. 112MEAN 6. 105MIN 6. 102 6. 130



100

6. 070 T1 MAX 14

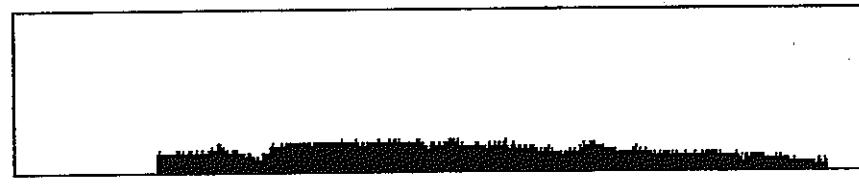
WT  
MAX 0. 407MEAN 0. 401MIN 0. 396 0. 430



100

0. 370

ECC  
MAX 10 MEAN 5 50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13

9 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX

6. 913MEAN

6. 902MIN

6. 896 6. 930

L1 MAX 78

ID

MAX

6. 115MEAN

6. 109MIN

6. 104 6. 130

6. 870

WT

MAX

0. 408MEAN

0. 398MIN

0. 391 0. 430

6. 070 T1 MAX 4

100

ECC

MAX

12 MEAN

7

50

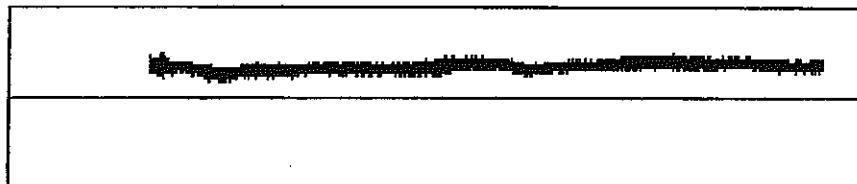
0. 370

## UST GRAPH

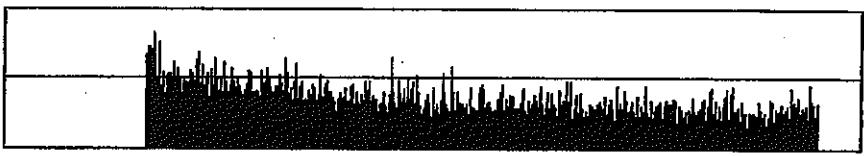
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 10 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 83

OD  
MAX 6. 915 MEAN 6. 910 MIN 6. 905 6. 930

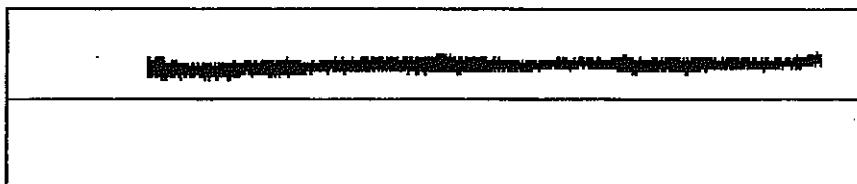


100



6. 870

ID  
MAX 6. 116 MEAN 6. 110 MIN 6. 106 6. 130

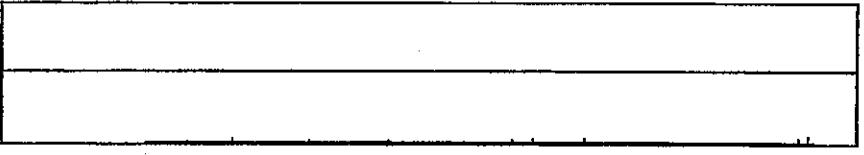


6. 070 T1 MAX 6

WT  
MAX 0. 409 MEAN 0. 401 MIN 0. 394 0. 430



100



0. 370

ECC  
MAX 14 MEAN 9 50

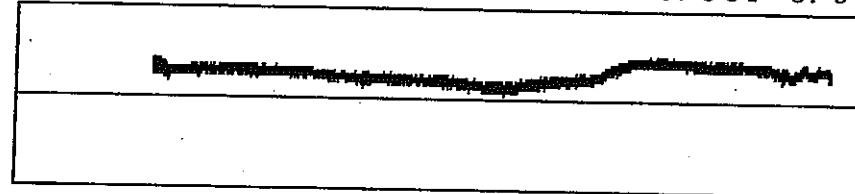


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 11 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

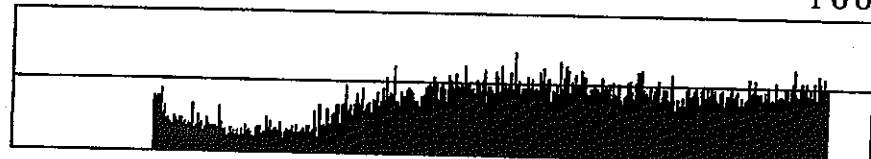
OD

MAX 6. 915 MEAN 6. 908 MIN 6. 901 6. 930



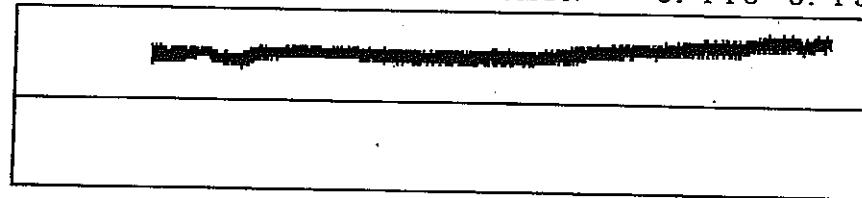
L1 MAX 73

100



ID

MAX 6. 124 MEAN 6. 116 MIN 6. 110 6. 130

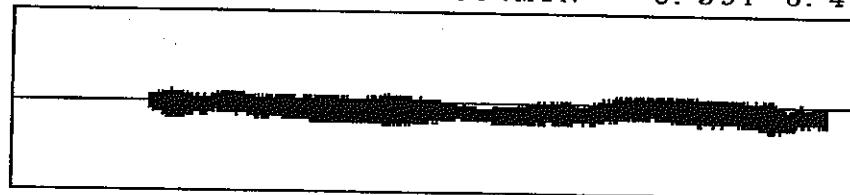


6. 870

WT

MAX 0. 404 MEAN 0. 397 MIN 0. 391 0. 430

6. 070 T1 MAX 5



100



ECC

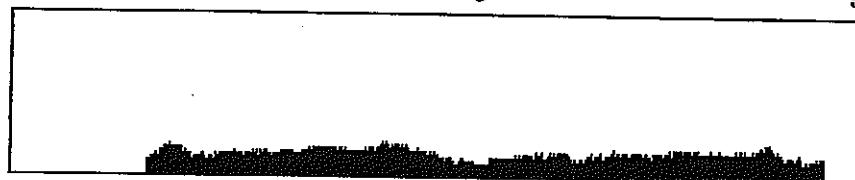
MAX

11 MEAN

6

50

0. 370



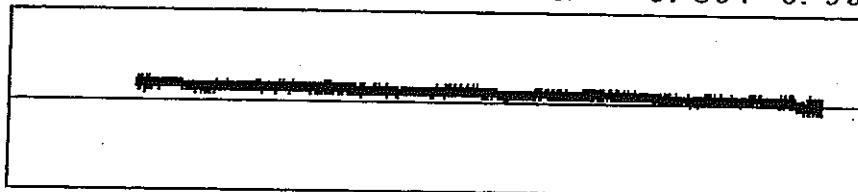
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 12

## UST GRAPH

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 908 MEAN 6. 902 MIN 6. 897 6. 930

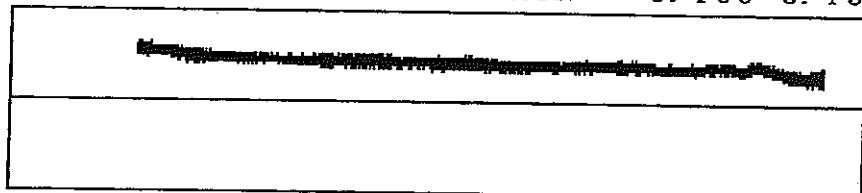


L1 MAX 59

100

ID

MAX 6. 120 MEAN 6. 112 MIN 6. 106 6. 130



6. 870

WT

MAX 0. 403 MEAN 0. 396 MIN 0. 391 0. 430

6. 070 T1 MAX 6

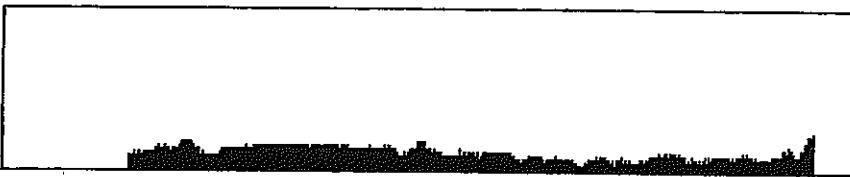
100



0. 370

ECC

MAX 12 MEAN 5 50



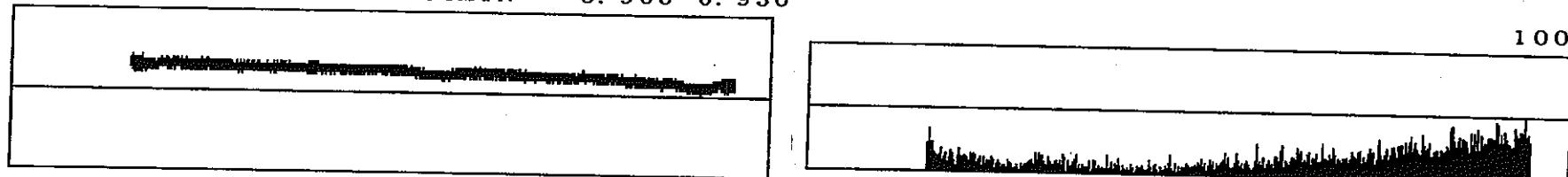
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 13 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 913 MEAN 6. 906 MIN 6. 900 6. 930

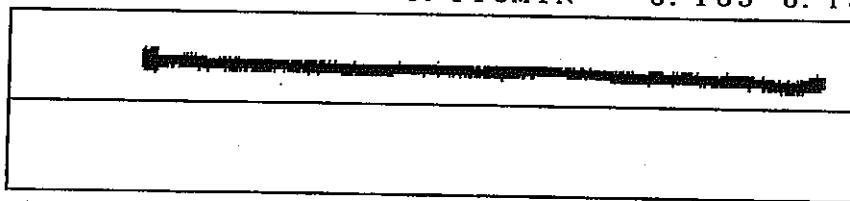
L1 MAX 52



ID

MAX 6. 118 MEAN 6. 110 MIN 6. 105 6. 130

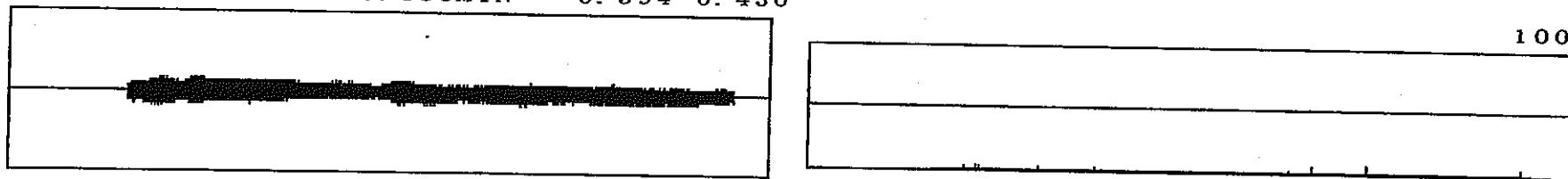
6. 870



WT

MAX 0. 405 MEAN 0. 399 MIN 0. 394 0. 430

6. 070 T1 MAX 8

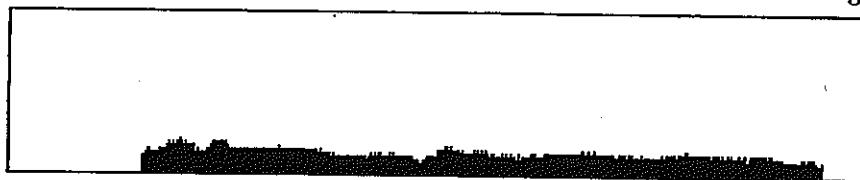


ECC

MAX 11 MEAN 6

0. 370

50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 14 JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 916MEAN 6. 910MIN 6. 906 6. 930

L1 MAX 76

ID  
MAX 6. 114MEAN 6. 107MIN 6. 103 6. 130

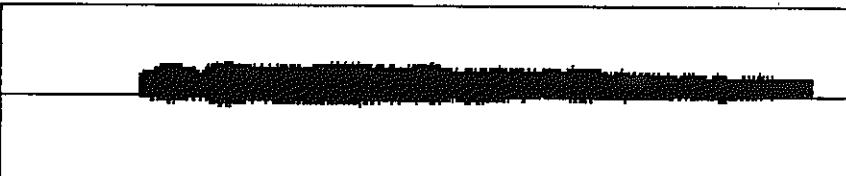
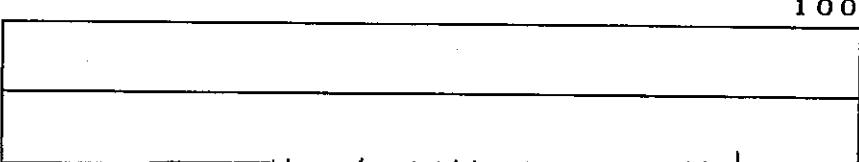
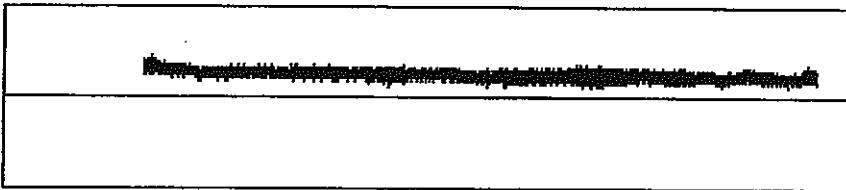
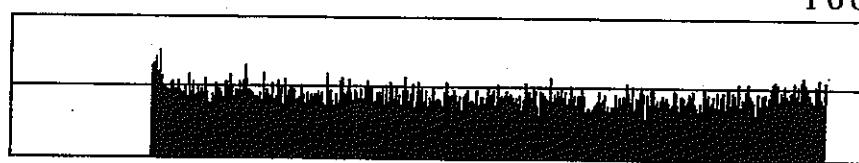
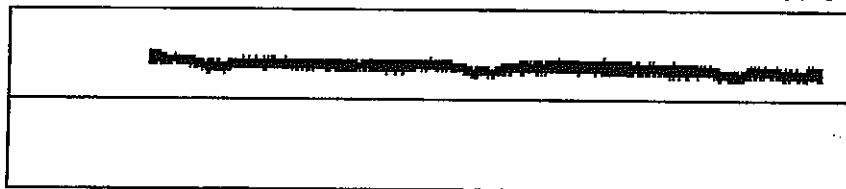
6. 870

WT  
MAX 0. 411MEAN 0. 403MIN 0. 396 0. 430

6. 070 T1 MAX 12

ECC  
MAX 15 MEAN 9 50

0. 370

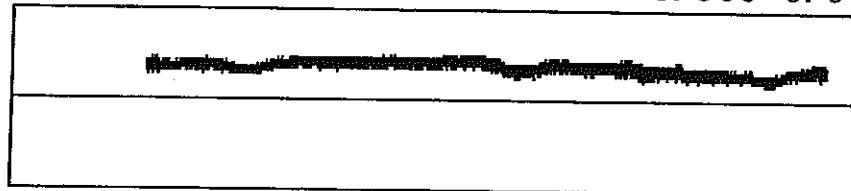


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 15 JUDGEMENT: ACCEPT

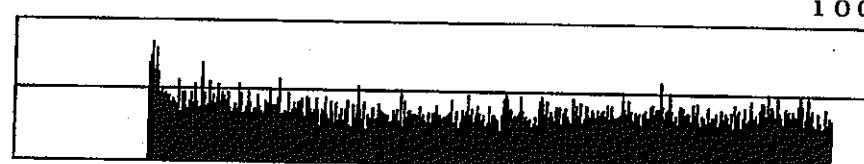
## UST GRAPH

OD

MAX 6. 915 MEAN 6. 910 MIN 6. 905 6. 930

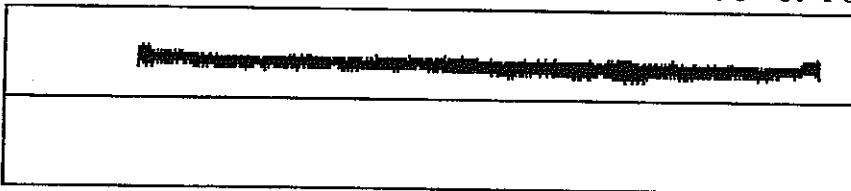


L1 MAX 84



ID

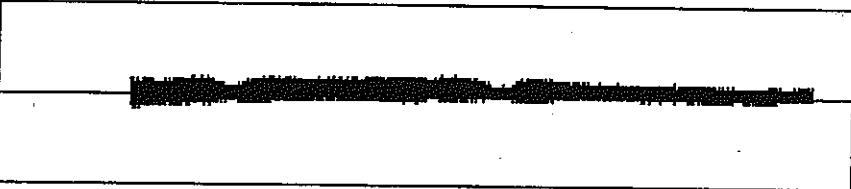
MAX 6. 118 MEAN 6. 111 MIN 6. 106 6. 130



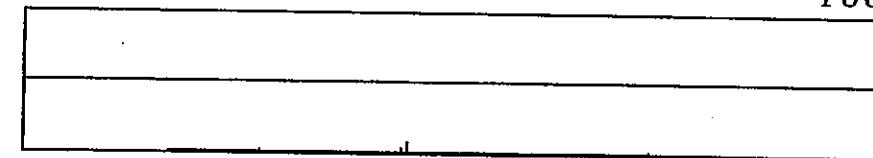
6. 870

WT MAX 0. 407 MEAN 0. 401 MIN 0. 395 0. 430

6. 070 T1 MAX 9



100



0. 370

ECC

MAX

10 MEAN

5

50



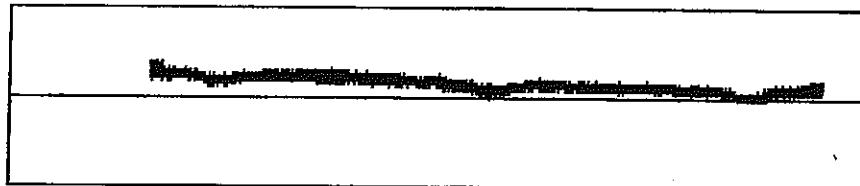
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 16 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 74

OD

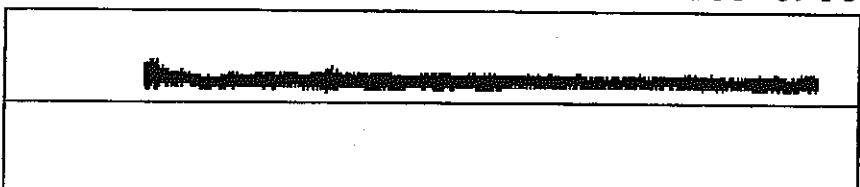
MAX 6. 912 MEAN 6. 904 MIN 6. 899 6. 930



100

ID

MAX 6. 114 MEAN 6. 106 MIN 6. 103 6. 130

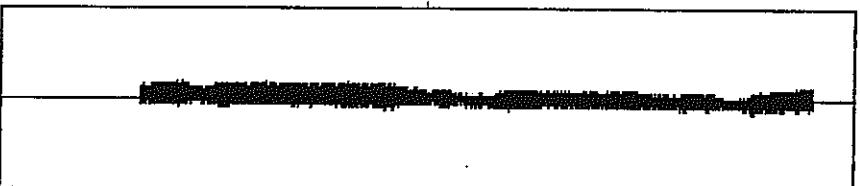


6. 870

WT

MAX 0. 406 MEAN 0. 400 MIN 0. 395 0. 430

6. 070 T1 MAX 4

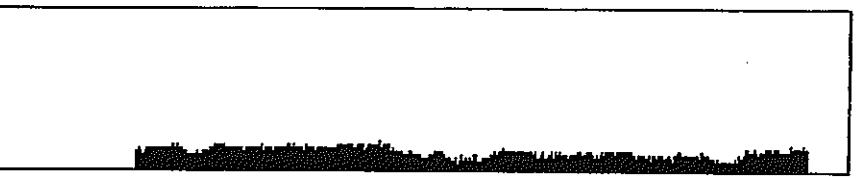


100

ECC

MAX 9 MEAN 5 50

0. 370

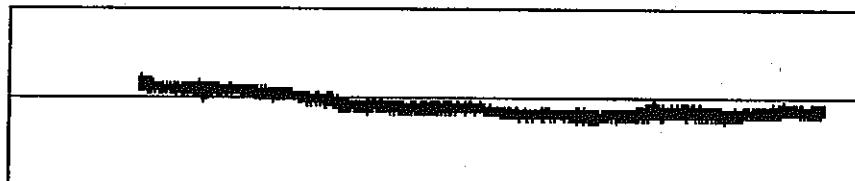


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 17 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 908 MEAN 6. 896 MIN 6. 891 6. 930



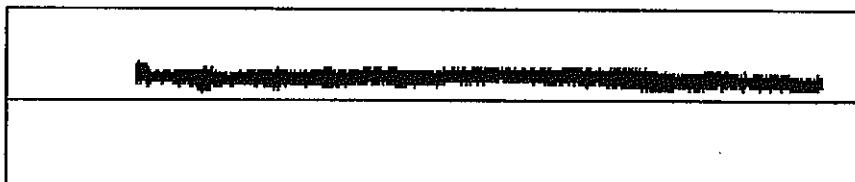
L1 MAX 94

100



ID

MAX 6. 113 MEAN 6. 106 MIN 6. 102 6. 130

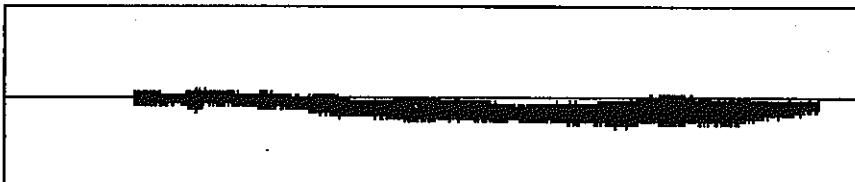


6. 870

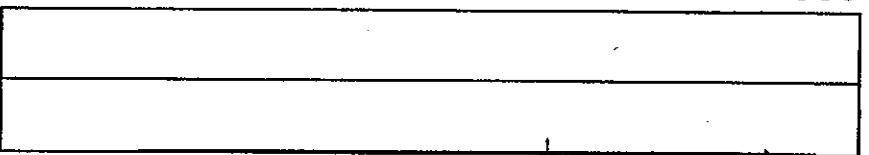
6. 070 T1 MAX 11

WT

MAX 0. 403 MEAN 0. 396 MIN 0. 390 0. 430



100

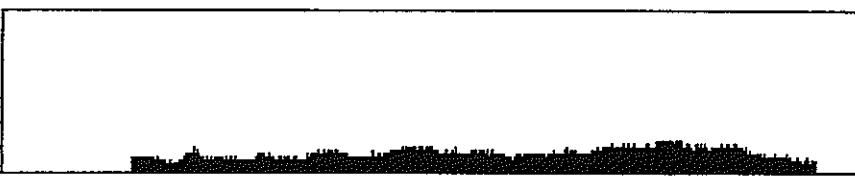


ECC

MAX 10 MEAN 5

0. 370

50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 18 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 910 MEAN 6. 901 MIN 6. 893 6. 930

L1 MAX 71

ID

MAX 6. 115 MEAN 6. 107 MIN 6. 103 6. 130

6. 870

T1 MAX 8

WT

MAX 0. 403 MEAN 0. 398 MIN 0. 393 0. 430

6. 070

100

ECC

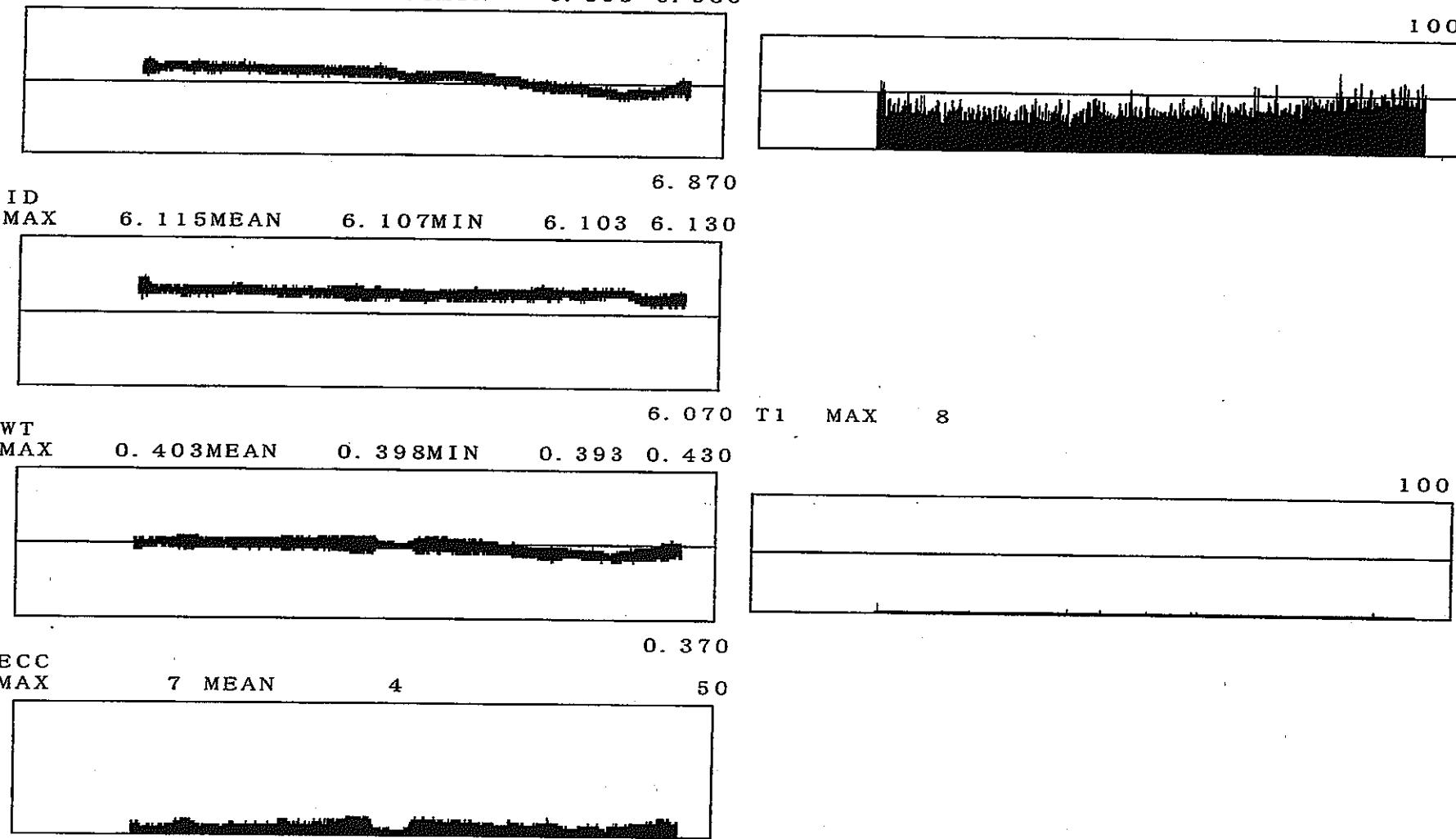
MAX

7 MEAN

4

50

0. 370



DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 19 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

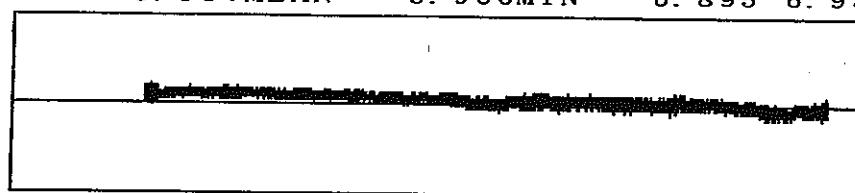
MAX

6. 907MEAN

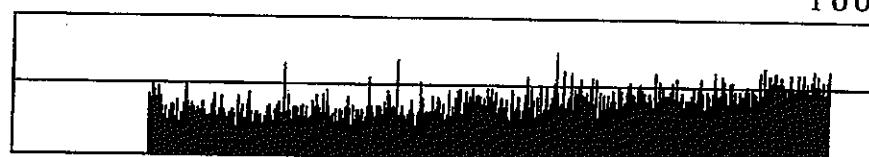
6. 900MIN

6. 895 6. 930

L1 MAX 75



100



ID

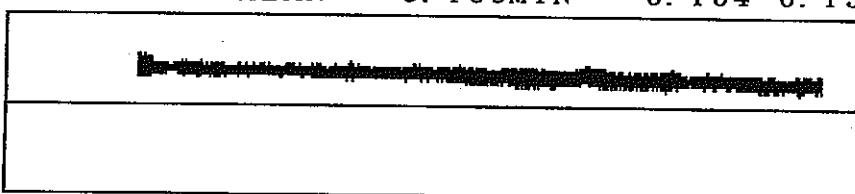
MAX

6. 117MEAN

6. 109MIN

6. 104 6. 130

6. 870



100

WT

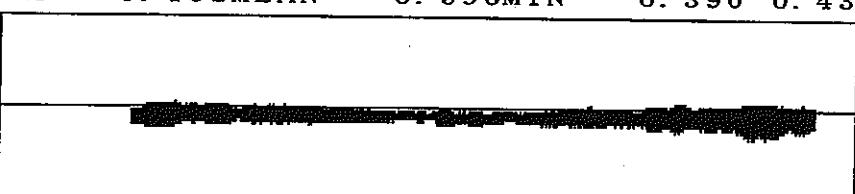
MAX

0. 402MEAN

0. 396MIN

0. 390 0. 430

6. 070 T1 MAX 6



100

ECC

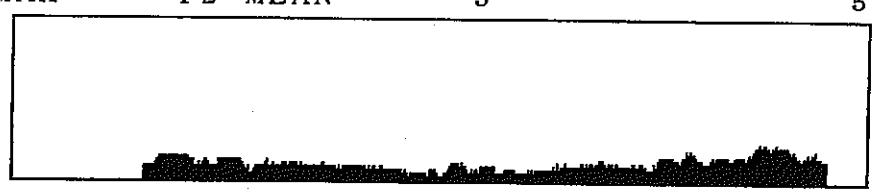
MAX

12 MEAN

5

50

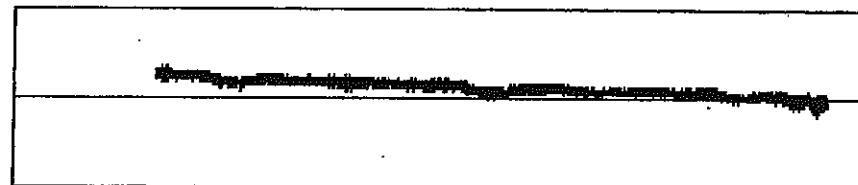
0. 870



## UST GRAPH

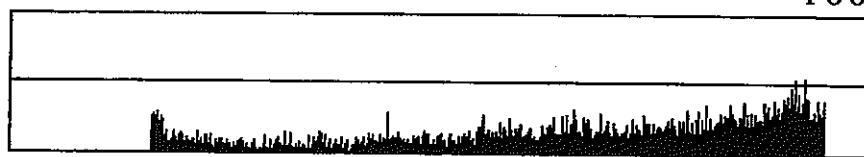
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 20 JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 911 MEAN 6. 903 MIN 6. 894 6. 930

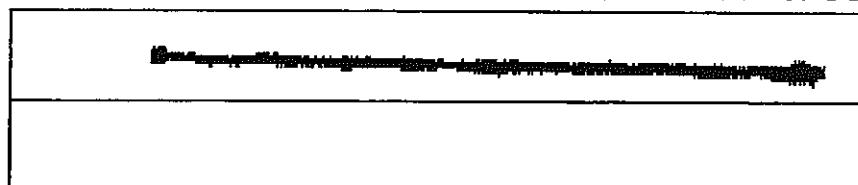


L1 MAX 55

100

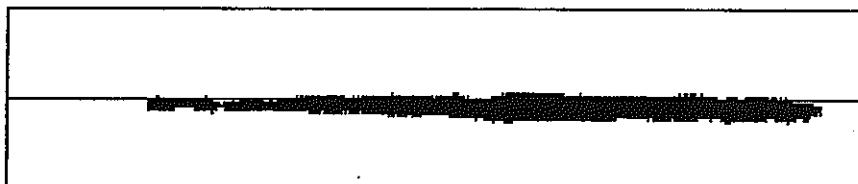


ID  
MAX 6. 118 MEAN 6. 111 MIN 6. 105 6. 130



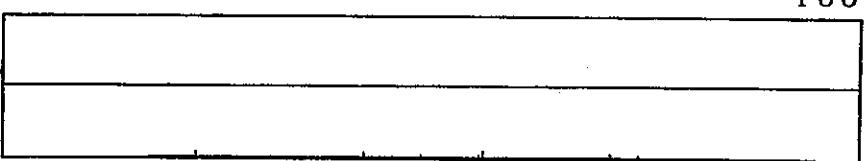
6. 870

WT  
MAX 0. 402 MEAN 0. 397 MIN 0. 392 0. 430



6. 070 T1 MAX 6

100



ECC  
MAX 10 MEAN 5

0. 370



50

DATE 04-20-02

## UT CALIBRATION

SHIFT A

MAN 02

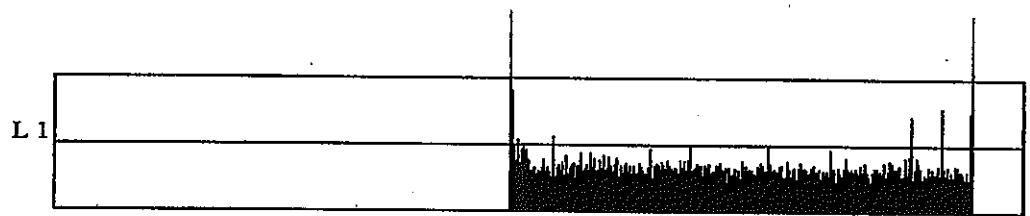
W. NO 1501-01

CAL. SER 2

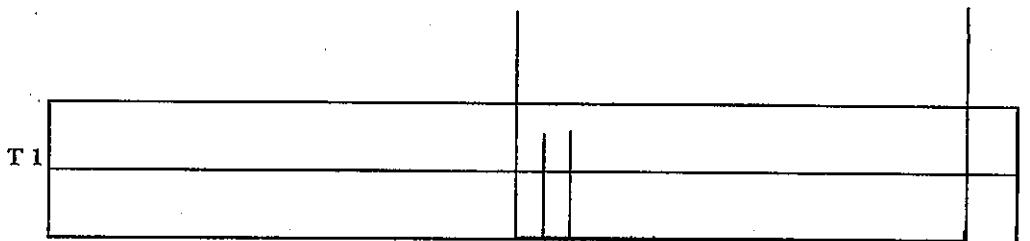
STB. NO FODS-UT-1

C % AD

L 1	S	0
	S	100
	D	0
	D	100
		393
		364



T 1	S	0
	S	100
	D	0
	D	100
		392
		402



C N

7	1
---	---



校正決定終了

DATE 04-20-02  
SHIFT A  
MAN 02  
W. NO 1501-01  
CAL. SER 2

STB. NO FODS-DI-1

6. 930 ( +0)

OD 6. 900 ( +0)

6. 870 ( +0)

STB. NO FODS-DI3AB

6. 141 ( +0)

ID 6. 090 ( +0)

STB. NO FODS-DI2AB

0. 415 ( +0)

WT 0. 365 ( +0)

## UST CALIBRATION

6. 912 ( -1)	6. 913 ( +0)	6. 912 ( +0)
6. 911 ( +1)	6. 909 ( -1)	6. 909 ( -1)
6. 909 ( +1)	6. 906 ( +0)	6. 907 ( -1)

6. 912 ( +0)	6. 909 ( -1)	6. 907 ( -1)
--------------	--------------	--------------

6. 930

6. 900

6. 870

6. 109 ( -1)	6. 110 ( +0)	6. 108 ( +0)
6. 107 ( +0)	6. 105 ( -1)	6. 106 ( +0)
—	6. 101 ( -1)	6. 104 ( +1)

6. 130

6. 100

6. 070

0. 405 ( +0)	0. 408 ( +1)	0. 406 ( +1)
0. 403 ( +0)	0. 404 ( +0)	0. 404 ( +0)
0. 402 ( +0)	0. 401 ( +0)	0. 403 ( +1)

0. 430

0. 400

0. 370

50

ECC

校正決定終了

A M

7	1
---	---

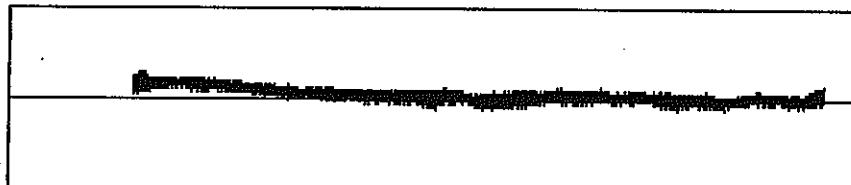


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 21 JUDGEMENT: ACCEPT

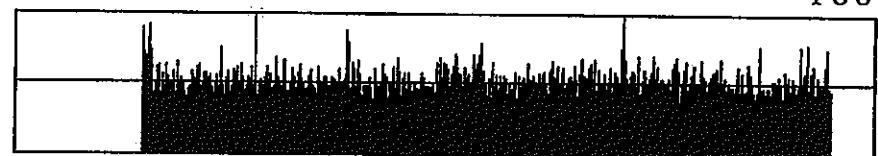
OD

MAX 6. 909 MEAN 6. 901 MIN 6. 896 6. 930



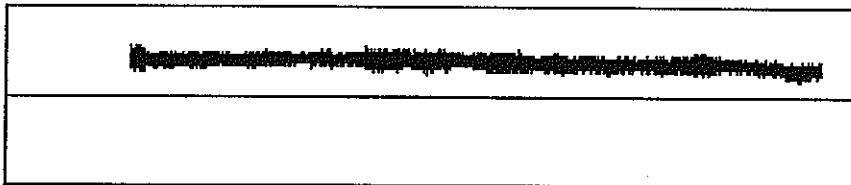
L1 MAX 99

100



ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 111 MIN 6. 105 6. 130



6. 870

6. 070 T1 MAX 5

WT

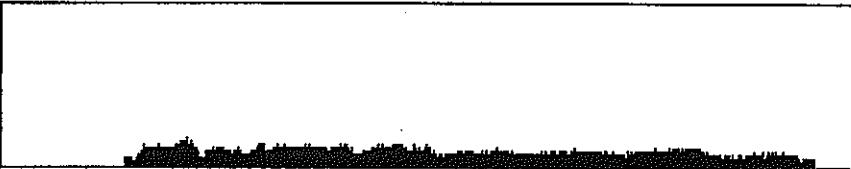
MAX 0. 402 MEAN 0. 396 MIN 0. 392 0. 430



100

ECC

MAX 9 MEAN 4 50



0. 370

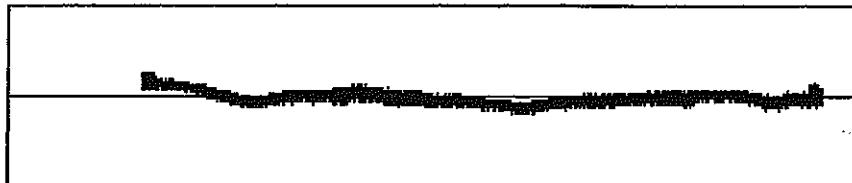
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 22 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 89

OD

MAX 6. 908 MEAN 6. 899 MIN 6. 894 6. 930

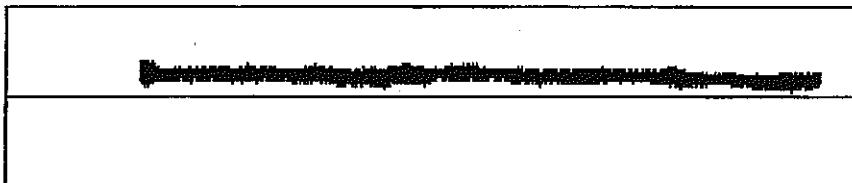


100

6. 870

ID

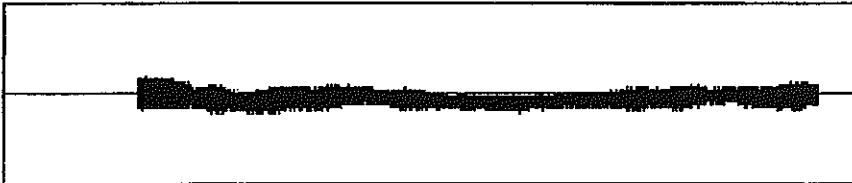
MAX 6. 112 MEAN 6. 106 MIN 6. 101 6. 130



6. 070 T1 MAX 7

WT

MAX 0. 406 MEAN 0. 397 MIN 0. 393 0. 430



100

0. 370

ECC

MAX 11 MEAN 5 50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 23 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX

6. 917MEAN

6. 907MIN

6. 901 6. 930

L1 MAX 68

ID

MAX

6. 116MEAN

6. 107MIN

6. 103 6. 130

6. 870

WT

MAX

0. 406MEAN

0. 401MIN

0. 396 0. 430

6. 070 T1 MAX 15

100

ECC

MAX

10 MEAN

3

50

0. 370

100

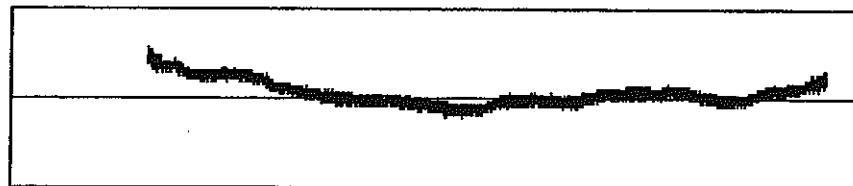
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 24 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 73

OD

MAX 6. 917 MEAN 6. 901 MIN 6. 893 6. 930



100

ID

MAX 6. 119 MEAN 6. 110 MIN 6. 106 6. 130

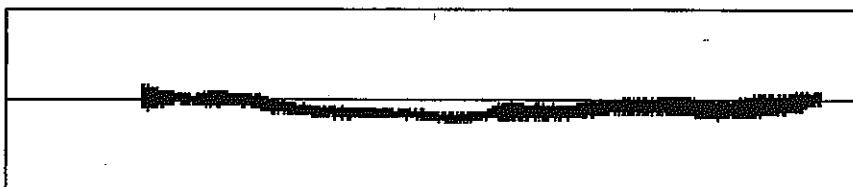


6. 870

WT

MAX 0. 405 MEAN 0. 397 MIN 0. 392 0. 430

6. 070 T1 MAX 10



100

ECC

MAX

9 MEAN

3

50

0. 370



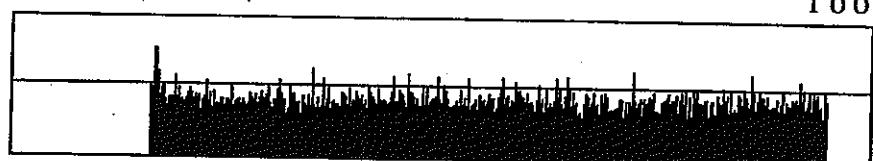
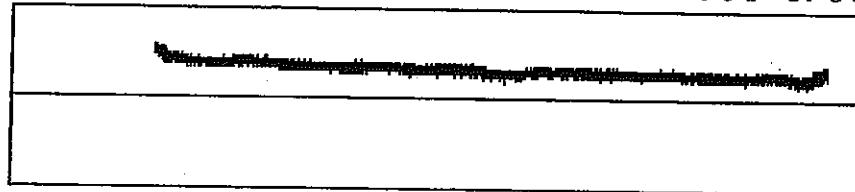
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 25 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 918 MEAN 6. 909 MIN 6. 904 6. 930

L1 MAX 77

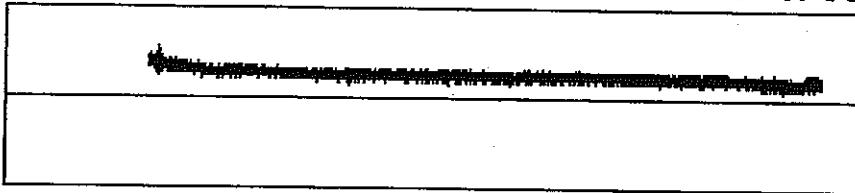


100

ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 107 MIN 6. 102 6. 130

6. 870

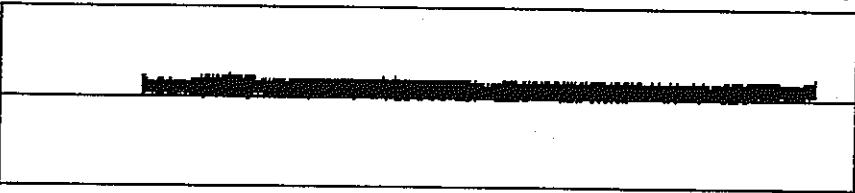


T1 MAX 5

WT

MAX 0. 408 MEAN 0. 402 MIN 0. 399 0. 430

6. 070



100

ECC

MAX

8 MEAN

5

0. 370

50

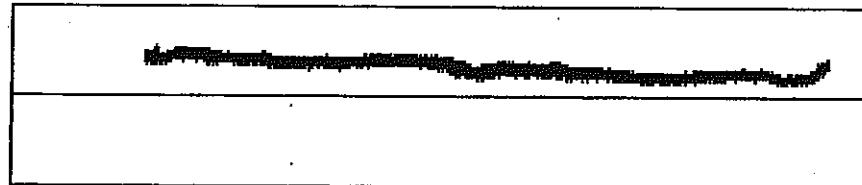


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 26 JUDGEMENT: ACCEPT

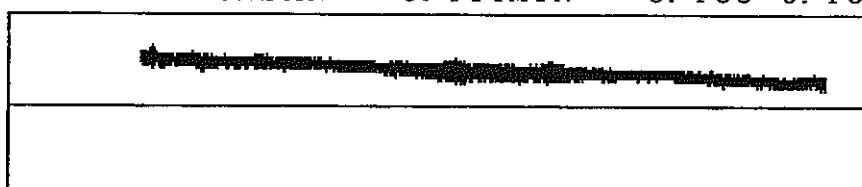
L1 MAX 64

OD  
MAX 6. 917 MEAN 6. 909 MIN 6. 904 6. 930



100

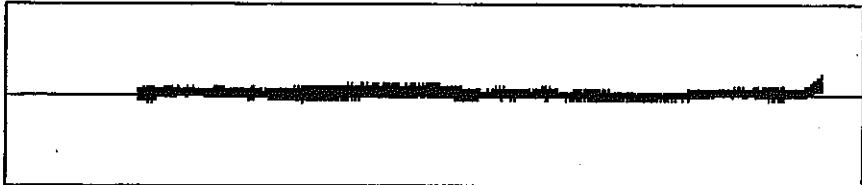
ID  
MAX 6. 120 MEAN 6. 111 MIN 6. 105 6. 130



6. 870

WT  
MAX 0. 407 MEAN 0. 400 MIN 0. 397 0. 430

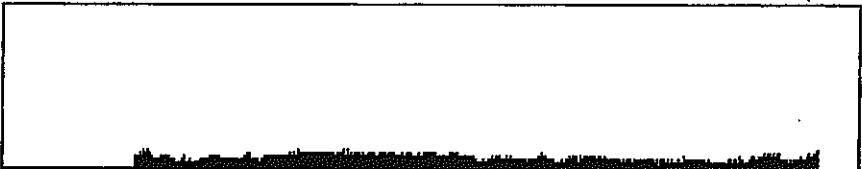
6. 070 T1 MAX 4



100

ECC  
MAX 6 MEAN 2 50

0. 370

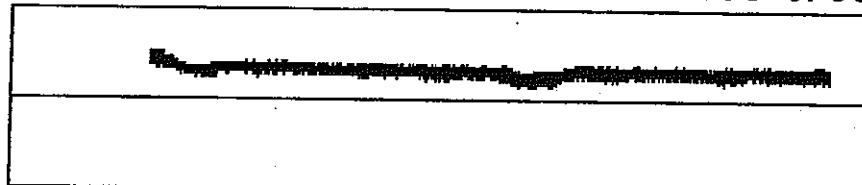


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 27 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

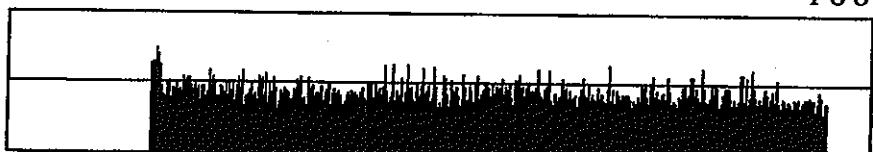
OD

MAX 6. 916 MEAN 6. 909 MIN 6. 904 6. 930



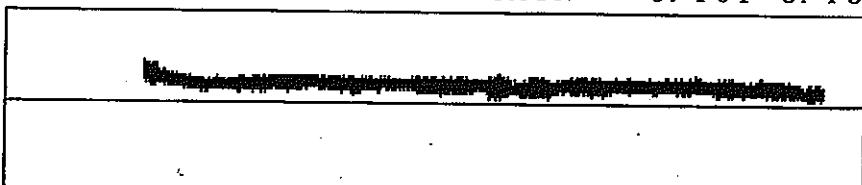
L1 MAX 75

100



ID

MAX 6. 114 MEAN 6. 105 MIN 6. 101 6. 130

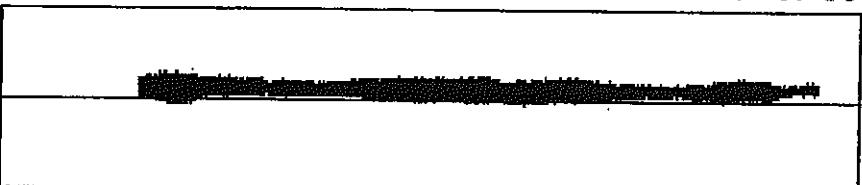


6. 870

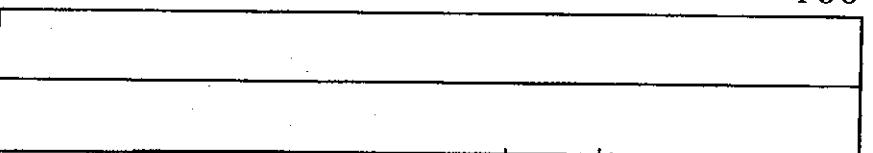
WT

MAX 0. 409 MEAN 0. 403 MIN 0. 398 0. 430

6. 070 T1 MAX 5



100



ECC

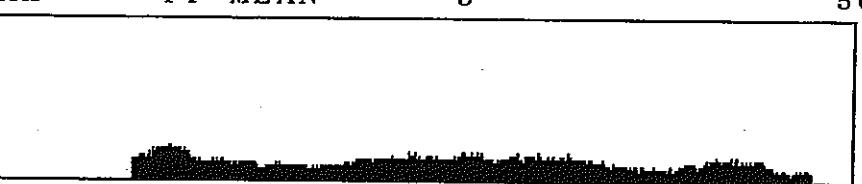
MAX

11 MEAN

5

0. 370

50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 28 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX

6. 916 MEAN 6. 906 MIN 6. 899 6. 930

L1 MAX 69

ID

MAX

6. 117 MEAN 6. 110 MIN 6. 104 6. 130

6. 870

#—1(99)

WT

MAX

0. 407 MEAN 0. 399 MIN 0. 393 0. 430

6. 070 T1 MAX 7

100

ECC

MAX

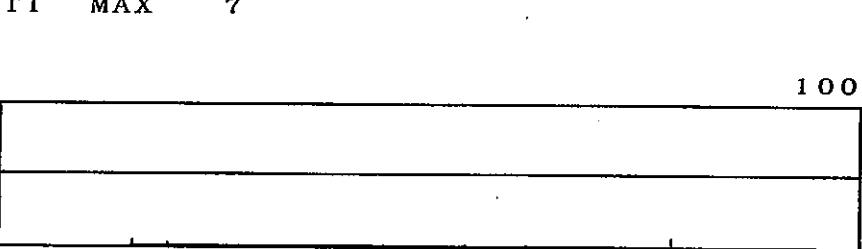
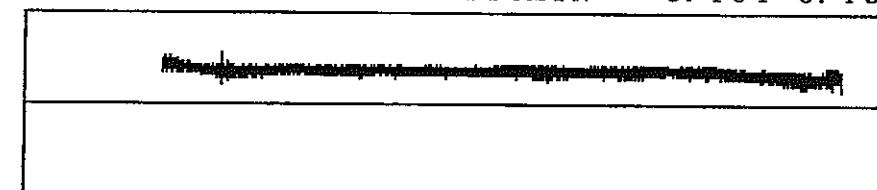
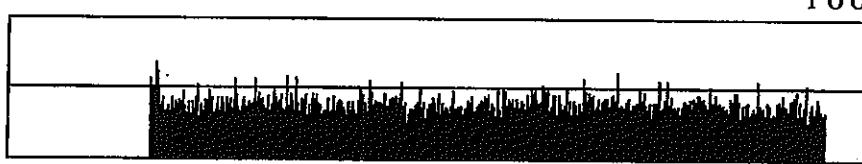
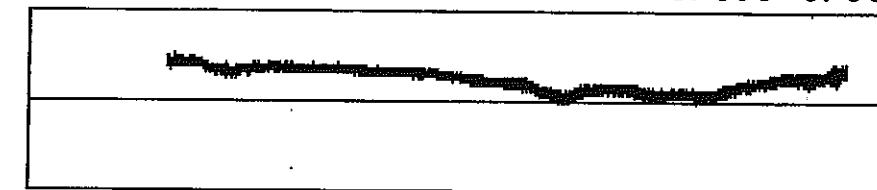
9 MEAN

5

50

0. 370

100



DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 29 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

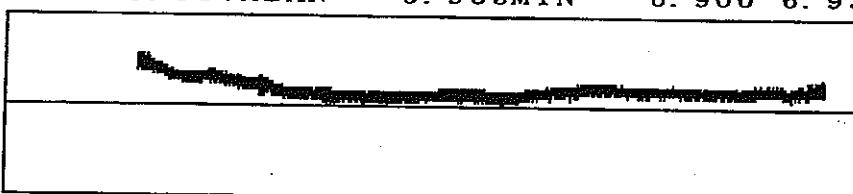
MAX

6. 917MEAN

6. 905MIN

6. 900 6. 930

L1 MAX 69



100



ID

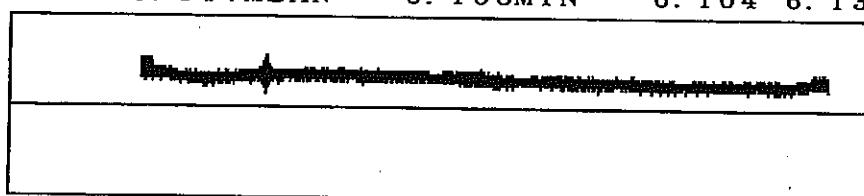
MAX

6. 117MEAN

6. 108MIN

6. 104 6. 130

6. 870



6. 070 T1 MAX 7

100

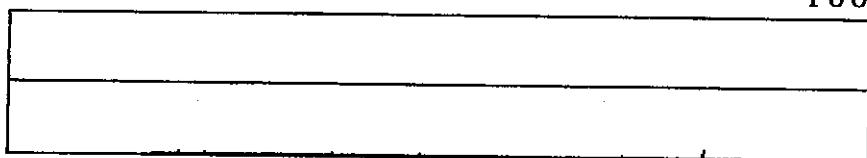
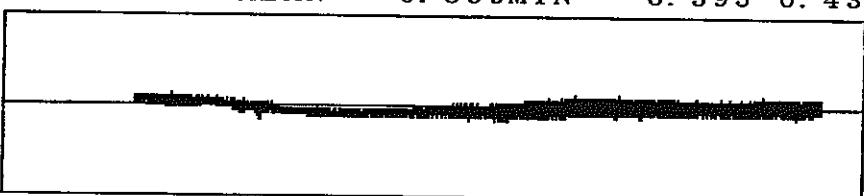
WT

MAX

0. 404MEAN

0. 399MIN

0. 395 0. 430



ECC

MAX

7 MEAN

3

50

0. 370



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 30 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

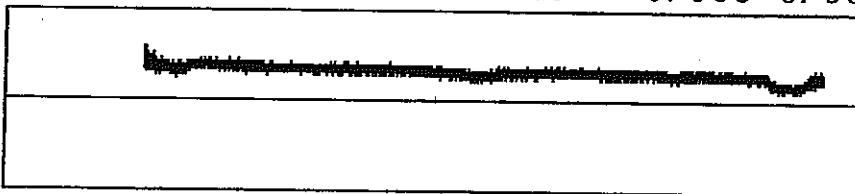
MAX

6. 918

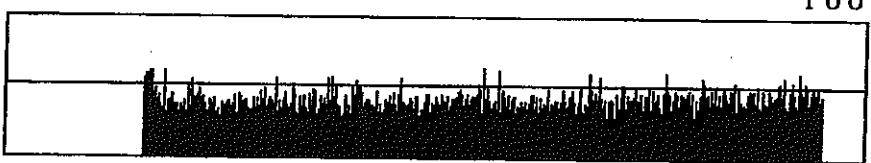
MEAN 6. 909

MIN 6. 903 6. 930

L1 MAX 64



100



ID

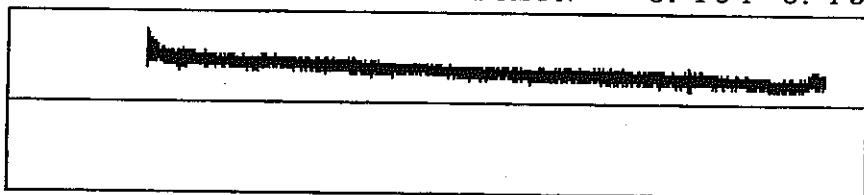
MAX

6. 124

MEAN 6. 110

MIN 6. 104 6. 130

6. 870



100

WT

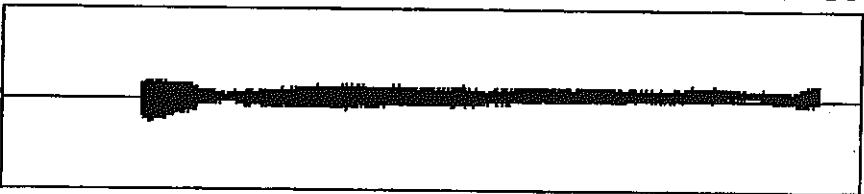
MAX

0. 406

MEAN 0. 400

MIN 0. 392 0. 430

6. 070 T1 MAX 4



100

ECC

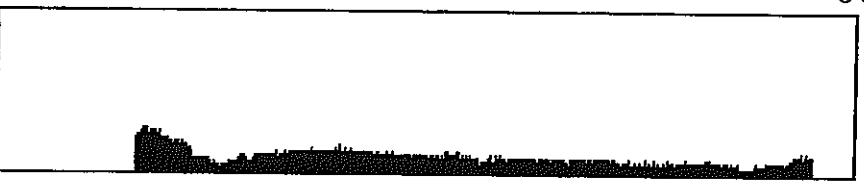
MAX

14 MEAN

4

0. 370

50



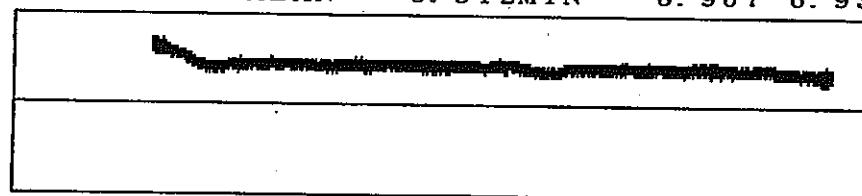
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 31 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

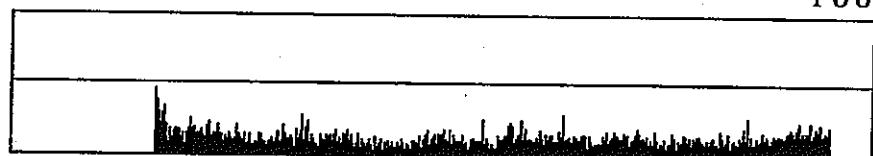
OD

MAX 6. 922 MEAN 6. 912 MIN 6. 907 6. 930

L1 MAX 47



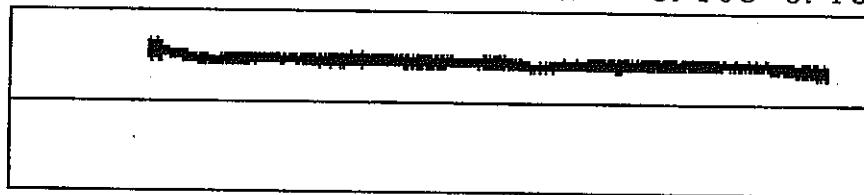
100



ID

MAX 6. 121 MEAN 6. 113 MIN 6. 108 6. 130

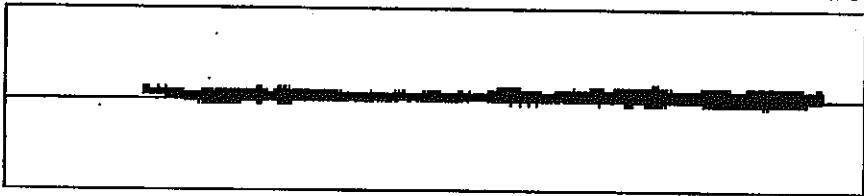
6. 870



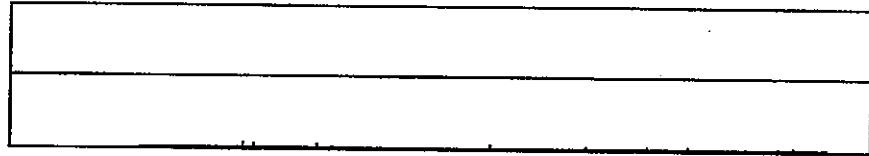
6. 070 T1 MAX 5

WT

MAX 0. 405 MEAN 0. 400 MIN 0. 397 0. 430



100



ECC

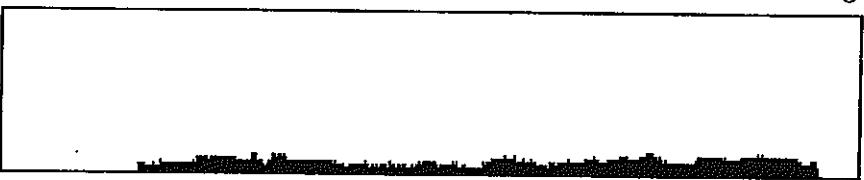
MAX

7 MEAN

3

50

0. 370

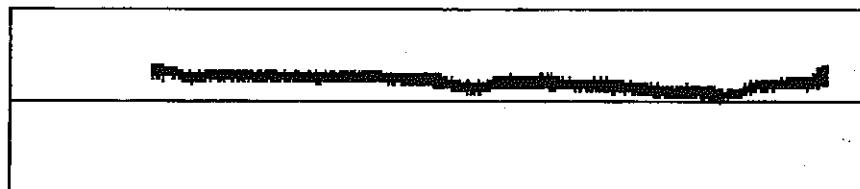


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 32 JUDGEMENT: ACCEPT

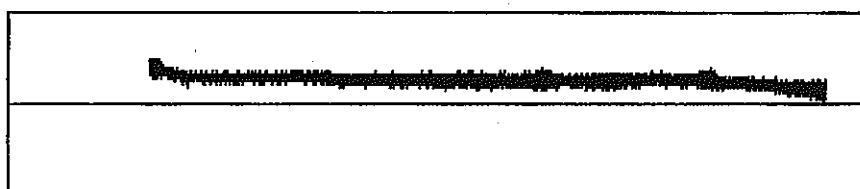
L1 MAX 89

OD  
MAX 6. 912 MEAN 6. 905 MIN 6. 899 6. 930



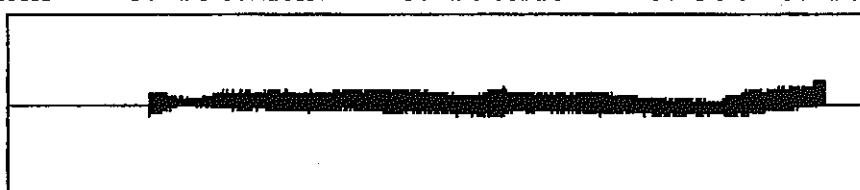
6. 870

ID  
MAX 6. 115 MEAN 6. 107 MIN 6. 100 6. 130



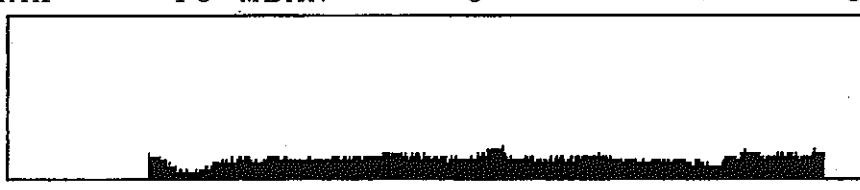
6. 070 T1 MAX 5

WT  
MAX 0. 408 MEAN 0. 400 MIN 0. 396 0. 430



0. 370

ECC  
MAX 10 MEAN 5

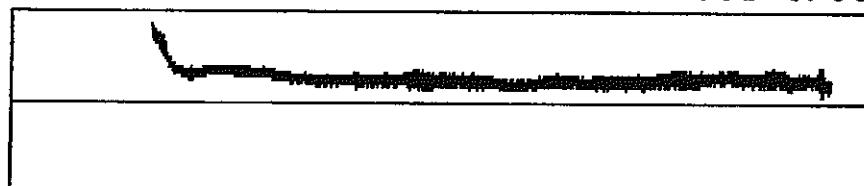


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 33 JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 926 MEAN 6. 907 MIN 6. 902 6. 930

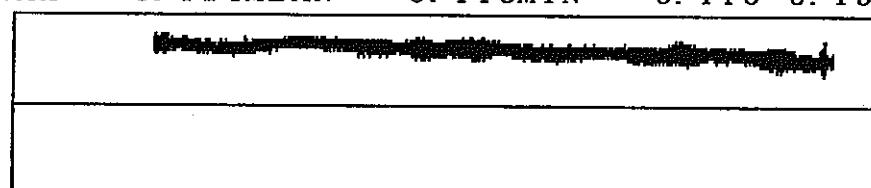
L1 MAX 80



100

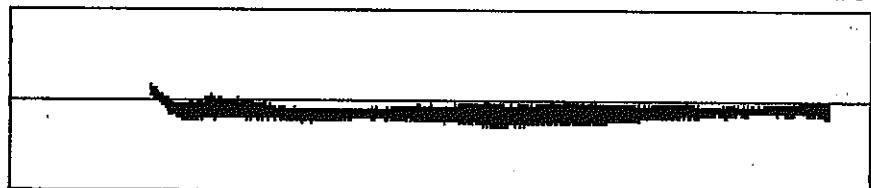
ID  
MAX 6. 124 MEAN 6. 118 MIN 6. 110 6. 130

6. 870



6. 070 T1 MAX 11

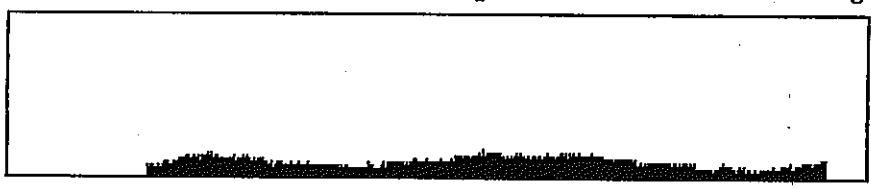
WT  
MAX 0. 405 MEAN 0. 395 MIN 0. 391 0. 430



100

ECC  
MAX 9 MEAN 4 50

0. 370



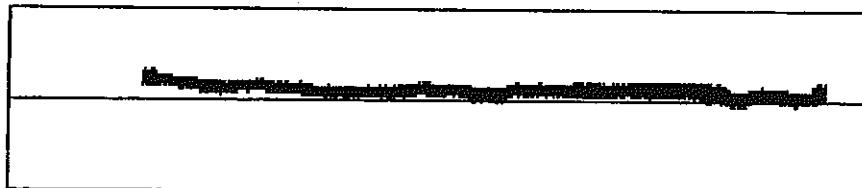
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 34 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 910 MEAN 6. 902 MIN 6. 898 6. 930

L1 MAX 75

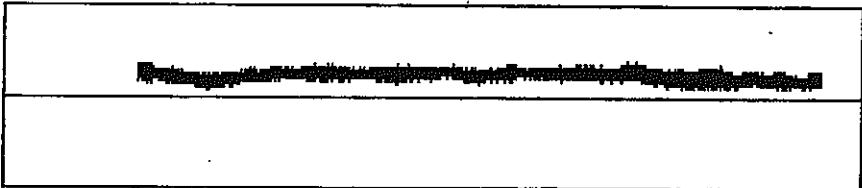


100

ID

MAX 6. 112 MEAN 6. 106 MIN 6. 102 6. 130

6. 870



100

WT

MAX 0. 406 MEAN 0. 399 MIN 0. 395 0. 430

6. 070 T1 MAX 7

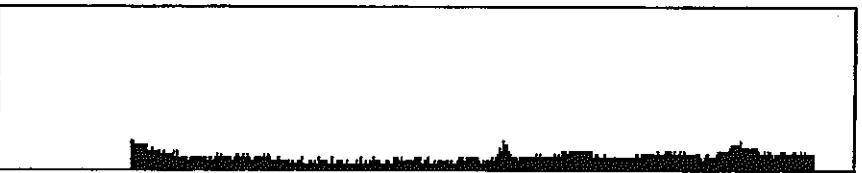


ECC

MAX 9 MEAN 3

50

0. 370

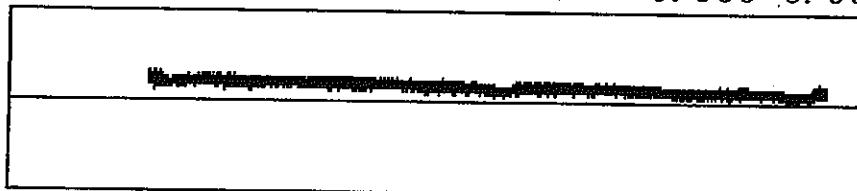


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 35 JUDGEMENT: ACCEPT

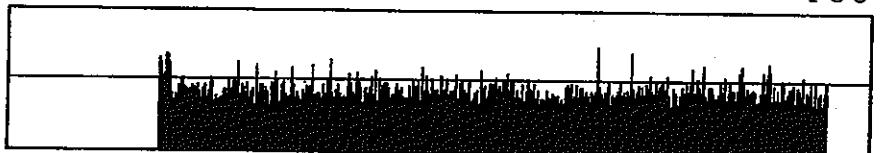
OD

MAX 6. 910MEAN 6. 904MIN 6. 900 6. 930



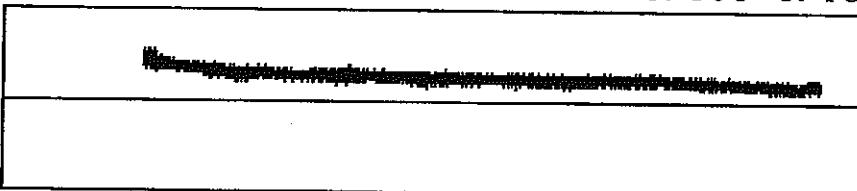
L1 MAX 75

100



ID

MAX 6. 117MEAN 6. 107MIN 6. 103 6. 130

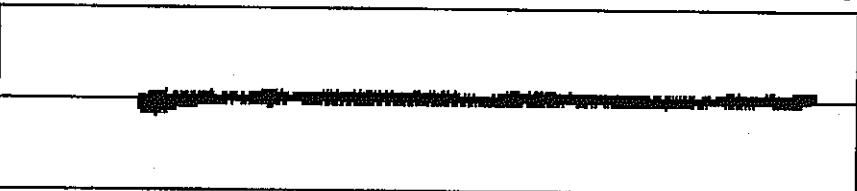


6. 870

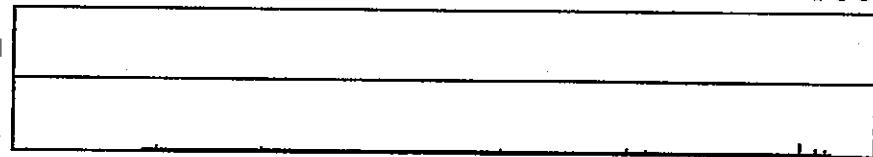
6. 070 T1 MAX 9

WT

MAX 0. 403MEAN 0. 399MIN 0. 394 0. 430



100



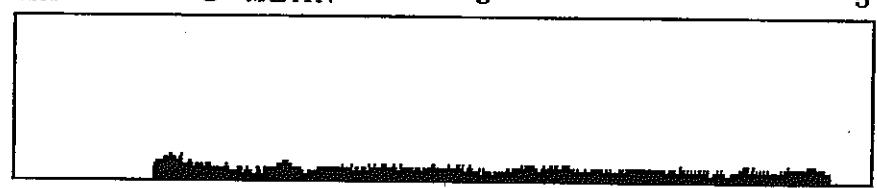
ECC

MAX

8 MEAN

3

50



0. 370

## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 36 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 68

OD

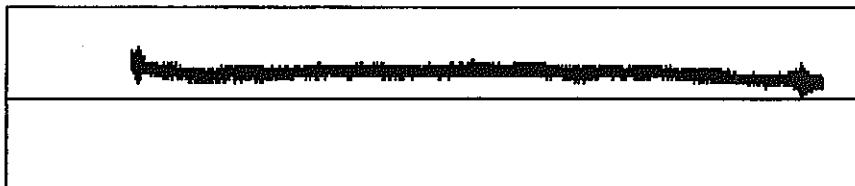
MAX 6. 909 MEAN 6. 899 MIN 6. 894 6. 930



6. 870

ID

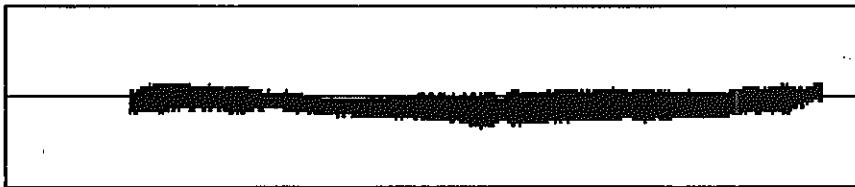
MAX 6. 117 MEAN 6. 108 MIN 6. 100 6. 130



6. 070 T1 MAX 29

WT

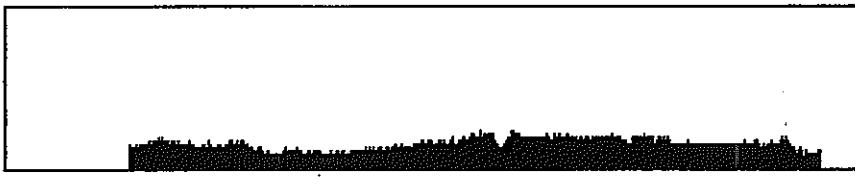
MAX 0. 404 MEAN 0. 397 MIN 0. 389 0. 430



0. 370

ECC

MAX 12 MEAN 7 50



DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 37 JUDGEMENT: ACCEPT

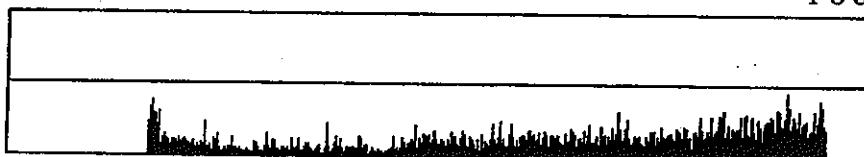
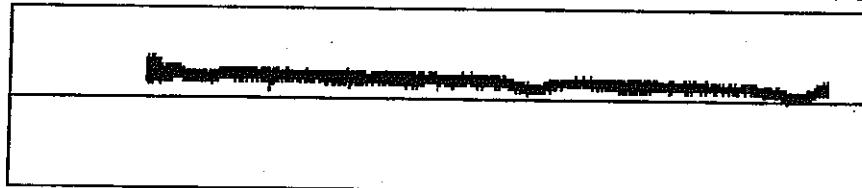
## UST GRAPH

OD

MAX 6. 914 MEAN 6. 905 MIN 6. 899 6. 930

L1 MAX 46

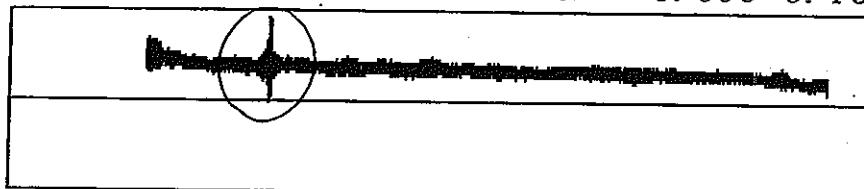
100



ID

MAX 6. 128 MEAN 6. 110 MIN 6. 099 6. 130

6. 870

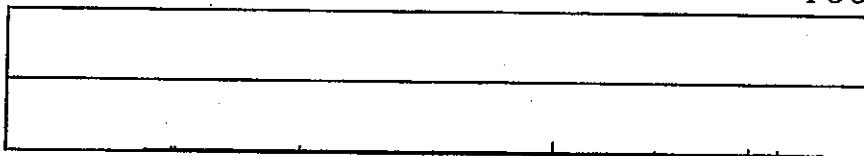
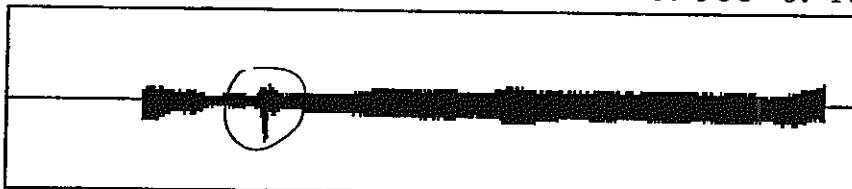


WT

MAX 0. 407 MEAN 0. 398 MIN 0. 386 0. 430

6. 070 T1 MAX 9

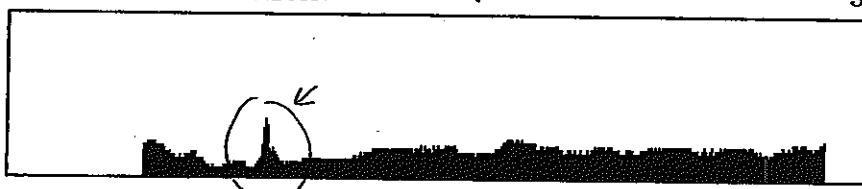
100



ECC

MAX 18 MEAN 7 50

0. 370

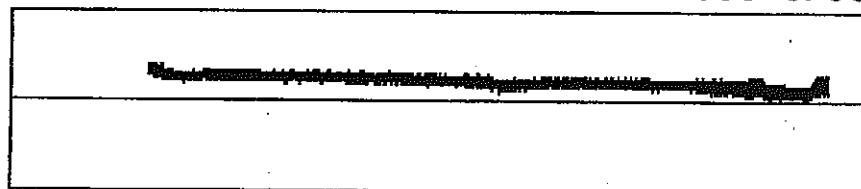


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 38 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 912 MEAN 6. 906 MIN 6. 900 6. 930

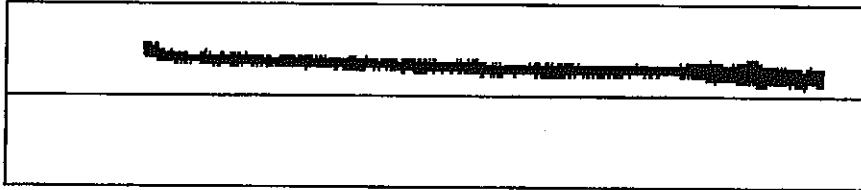


L1 MAX 47

100

ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 109 MIN 6. 102 6. 130

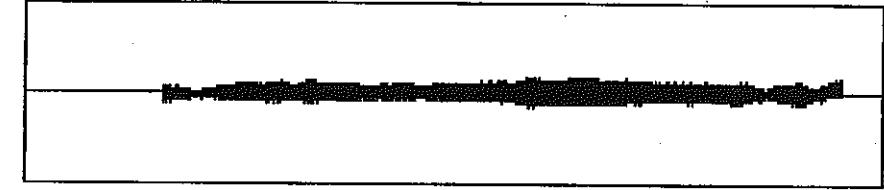


6. 870

WT MAX 0. 405 MEAN 0. 399 MIN 0. 395 0. 430

6. 070 T1 MAX 16

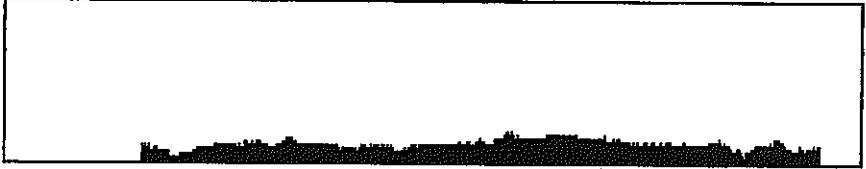
100



ECC

MAX 10 MEAN 5 50

0. 370

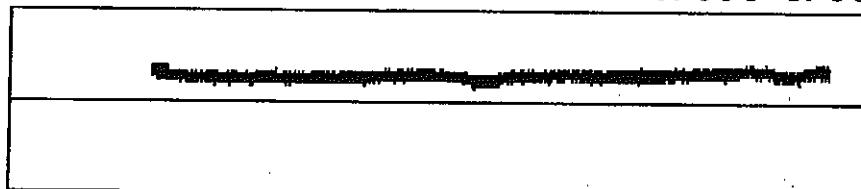


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 39 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 913 MEAN 6. 908 MIN 6. 904 6. 930



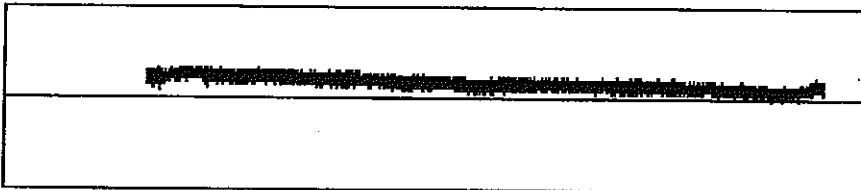
L1 MAX 93

100



ID

MAX 6. 110 MEAN 6. 104 MIN 6. 099 6. 130



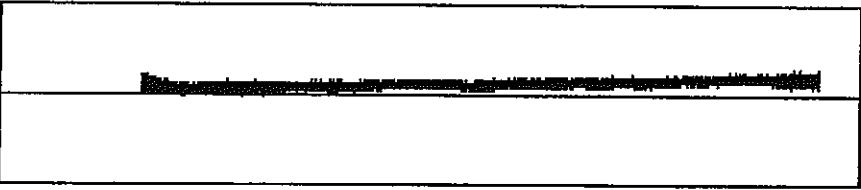
6. 870

6. 070 T1 MAX 7

100

WT

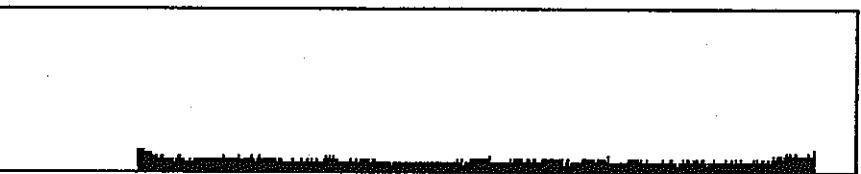
MAX 0. 409 MEAN 0. 403 MIN 0. 399 0. 430



0. 370

ECC

MAX 7 MEAN 2 50

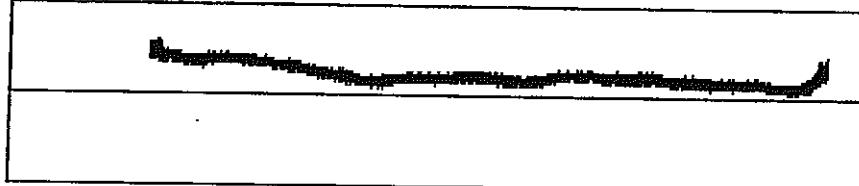


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 40 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 918 MEAN 6. 906 MIN 6. 901 6. 930



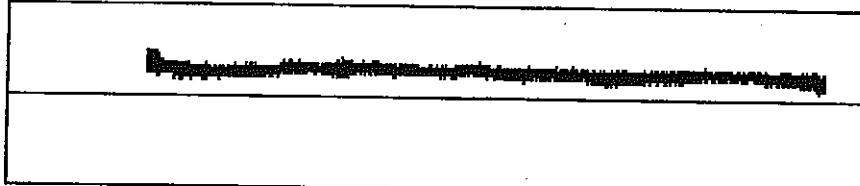
L1 MAX 87

100



ID

MAX 6. 115 MEAN 6. 108 MIN 6. 102 6. 130

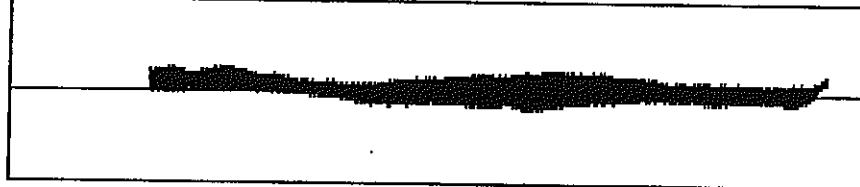


6. 870

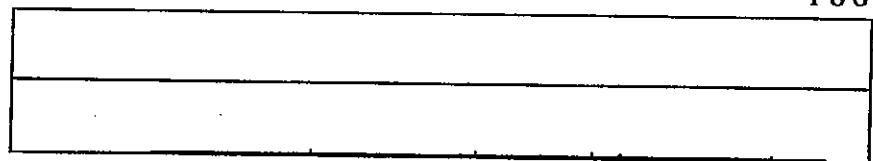
6. 070 T1 MAX 4

WT

MAX 0. 408 MEAN 0. 400 MIN 0. 394 0. 430



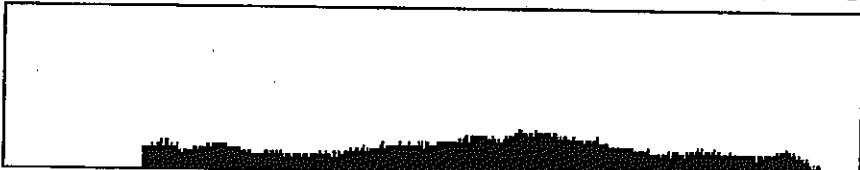
100



ECC

MAX 13 MEAN 6 50

0. 370



DATE 04-20-02

SHIFT A

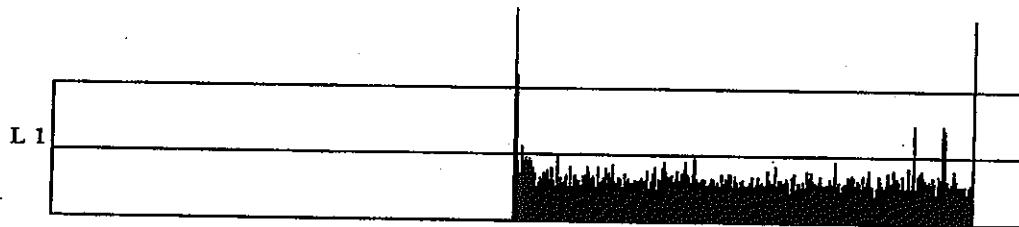
MAN 02

W. NO 1501-01

CAL. SER 3

STB. NO FODS-UT-1

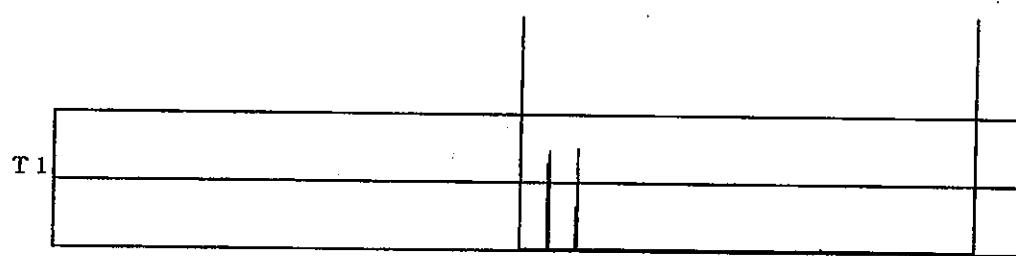
## UT CALIBRATION



C % AD

L1	S	0	
	S	100	
D	0		0
D	100	372	371

T1	S	0	
	S	100	
D	0		0
D	100	364	373



C N

7	1
---	---

*
---

校正決定終了

DATE 04-20-02

SHIFT A

MAN 02

W. NO 1501-01

CAL. SER. 3

STB. NO FODS-DI-1

6. 930 ( +0)

OD 6. 900 ( +0)

6. 870 ( +0)

STB. NO FODS-DI3AB

6. 141 ( +0)

ID

6. 090 ( +0)

STB. NO FODS-DI2AB

0. 415 ( +0)

WT

0. 365 ( +0)

## UST CALIBRATION

6. 913 ( +0)

6. 911 ( +1)

6. 908 ( +0)

6. 913 ( +0)

6. 910 ( +0)

6. 906 ( +0)

6. 912 ( +0)

6. 910 ( +0)

6. 908 ( +0)

6. 930

6. 900

6. 870

6. 130

6. 100

6. 070

0. 430

0. 400

0. 370

50

A M

7	1
---	---

*
---

ECC

校正決定終了



DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 41

## UST GRAPH

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

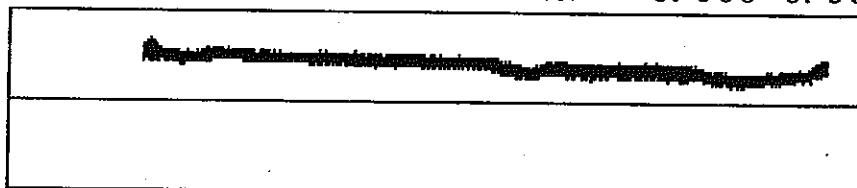
MAX

6. 921MEAN

6. 912MIN

6. 905 6. 930

L1 MAX 73



100



ID

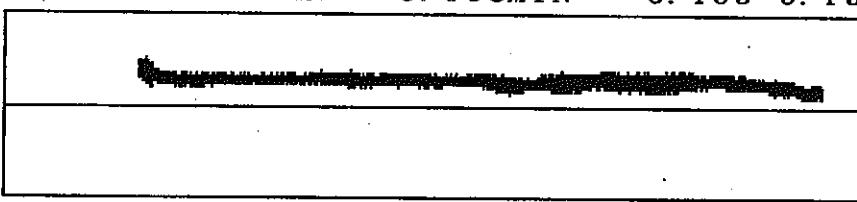
MAX

6. 116MEAN

6. 108MIN

6. 103 6. 130

6. 870



100

WT

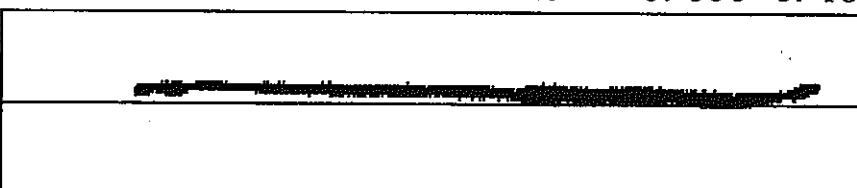
MAX

0. 407MEAN

0. 403MIN

0. 399 0. 430

6. 070 T1 MAX 14



100

ECC

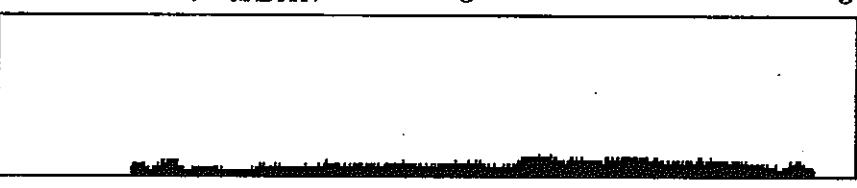
MAX

7 MEAN

3

50

0. 370

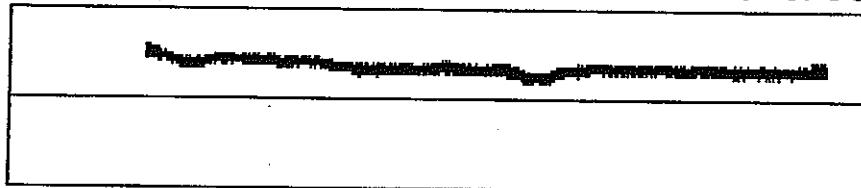


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 42 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 918 MEAN 6. 910 MIN 6. 905 6. 930

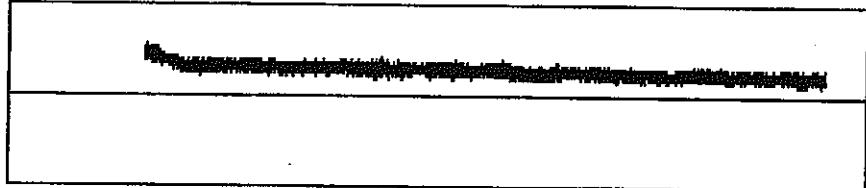


L1 MAX 82

100

ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 107 MIN 6. 103 6. 130



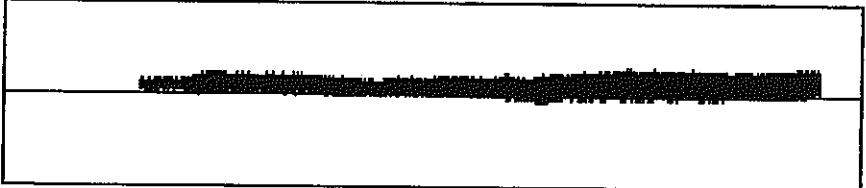
6. 870

WT

MAX 0. 409 MEAN 0. 402 MIN 0. 397 0. 430

6. 070 T1 MAX 4

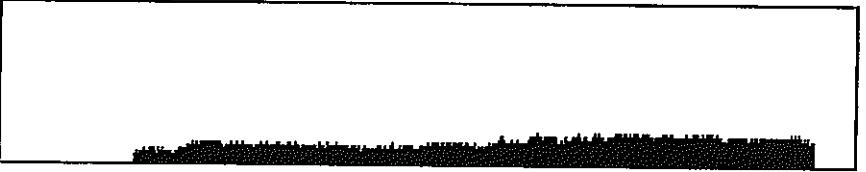
100



0. 370

ECC

MAX 10 MEAN 6 50

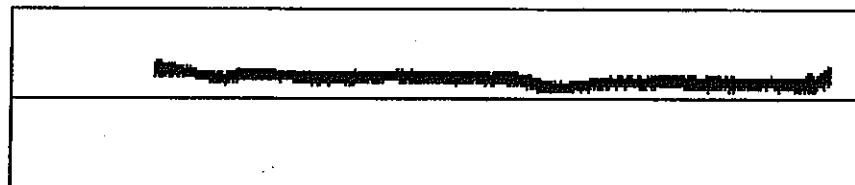


## UST GRAPH

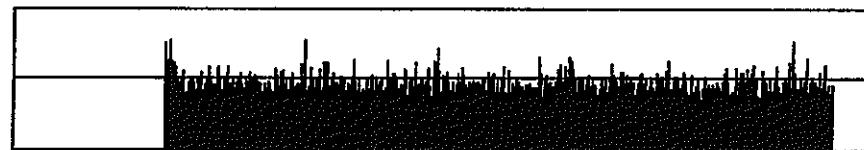
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 43

JUDGEMENT: ACCEPT

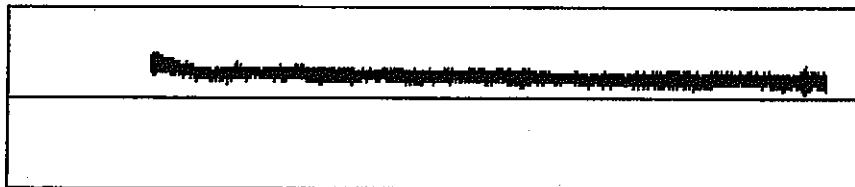
L1 MAX 78

OD  
MAX 6. 913MEAN 6. 906MIN 6. 902 6. 930

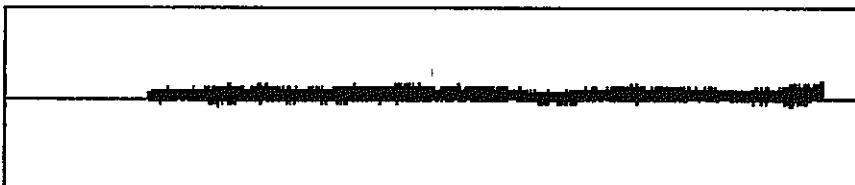
100



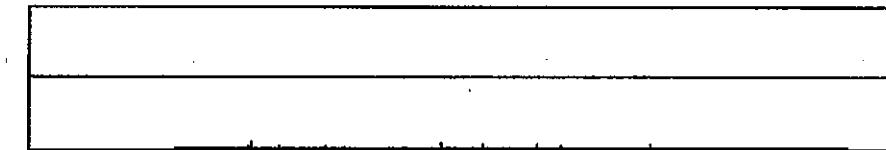
6. 870

ID  
MAX 6. 115MEAN 6. 106MIN 6. 101 6. 130

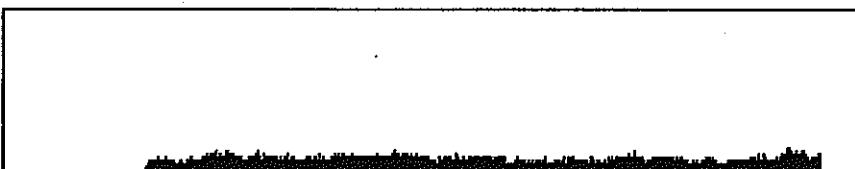
6. 070 T1 MAX 6

WT  
MAX 0. 406MEAN 0. 401MIN 0. 397 0. 430

100



0. 370

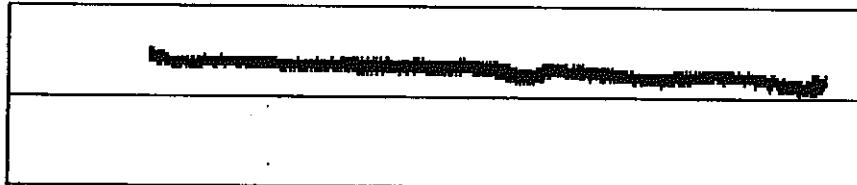
ECC  
MAX 8 MEAN 3 50

## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 44 JUDGEMENT: ACCEPT

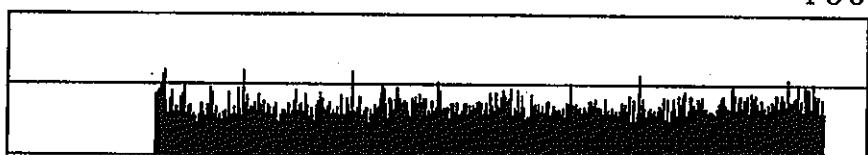
OD

MAX 6. 916 MEAN 6. 908 MIN 6. 900 6. 930



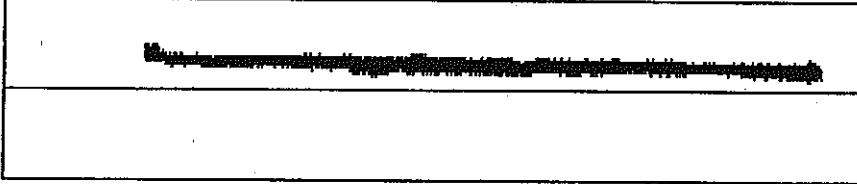
L1 MAX 61

100



ID

MAX 6. 115 MEAN 6. 108 MIN 6. 103 6. 130

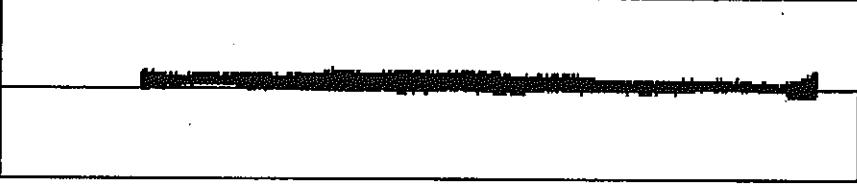


6. 870

T1 MAX 6

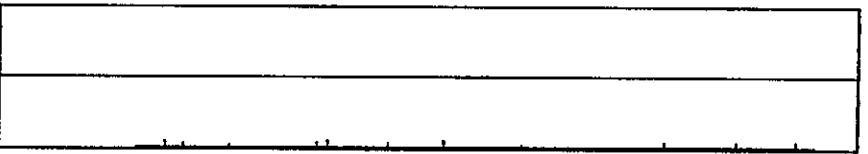
WT

MAX 0. 407 MEAN 0. 401 MIN 0. 397 0. 430



6. 070

100



ECC

MAX

9 MEAN

4

50

0. 370



DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 45 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 909 MEAN 6. 899 MIN 6. 894 6. 930

L1 MAX 89

ID

MAX 6. 110 MEAN 6. 103 MIN 6. 099 6. 130

6. 870

100

WT

MAX 0. 406 MEAN 0. 399 MIN 0. 394 0. 430

6. 070 T1 MAX 9

100

ECC

MAX

9 MEAN

5

50

0. 370

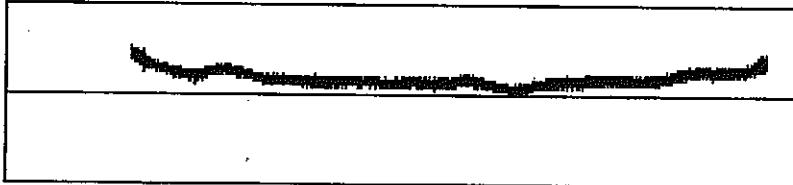
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
 SHIFT A MAN 02 TUBE F13 46

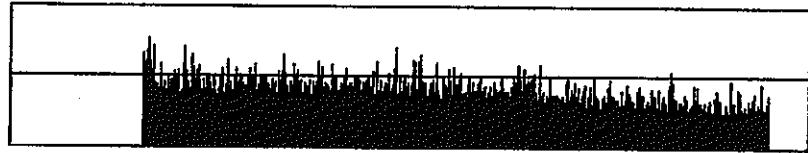
JUDGEMENT: \* REJECT \* \* REJECT \* \* REJECT \* \* REJECT \* \* REJECT \*

L1 MAX 77

OD  
 MAX 6. 916 MEAN 6. 905 MIN 6. 900 6. 930

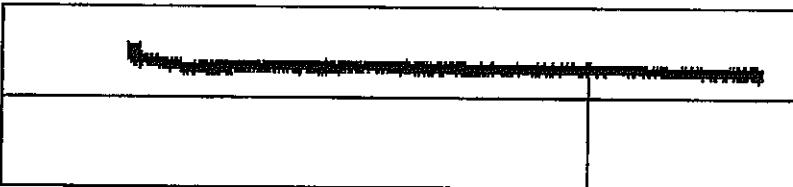


100



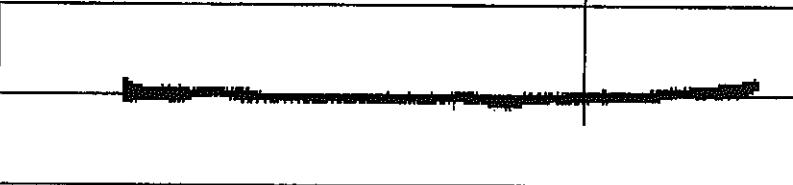
6. 870

ID  
 MAX 6. 118 MEAN 6. 109 MIN 5. 996 6. 130

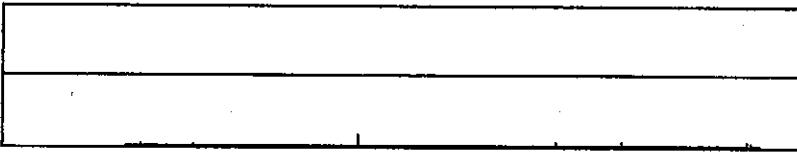


6. 070 T1 MAX 9

WT  
 MAX 0. 467 MEAN 0. 399 MIN 0. 395 0. 430



100



0. 370

ECC  
 MAX 70 MEAN 2

50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 47 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

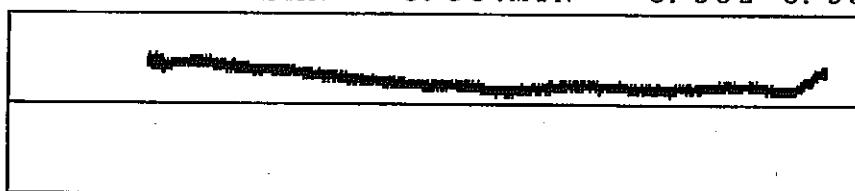
MAX

6. 917MEAN

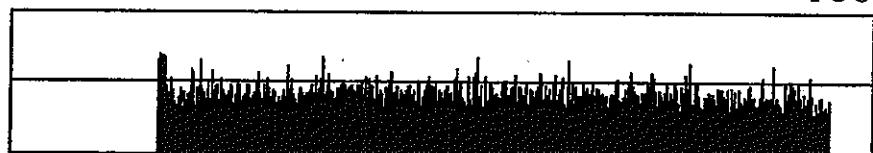
6. 907MIN

6. 902 6. 930

L1 MAX 70



100



ID

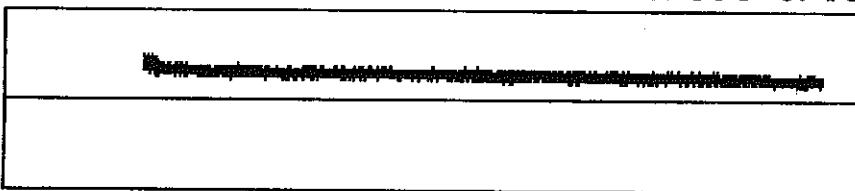
MAX

6. 115MEAN

6. 107MIN

6. 104 6. 130

6. 870



100

WT

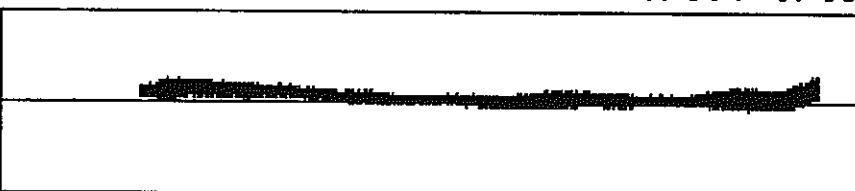
MAX

0. 409MEAN

0. 401MIN

0. 397 0. 430

6. 070 T1 MAX 4



100

ECC

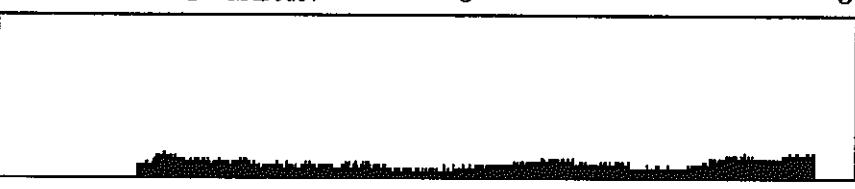
MAX

8 MEAN

3

0. 370

50



## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 48

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

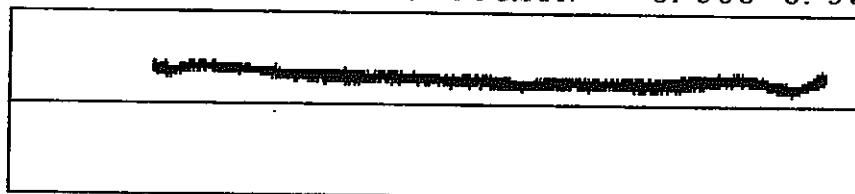
MAX

6. 914 MEAN

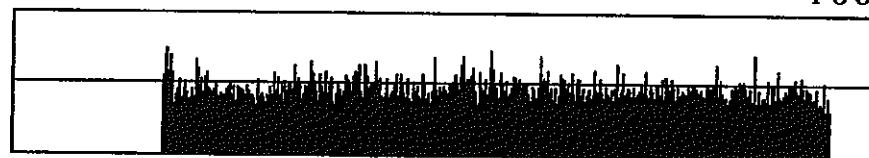
6. 908 MIN

6. 903 6. 930

L1 MAX 75



100



ID

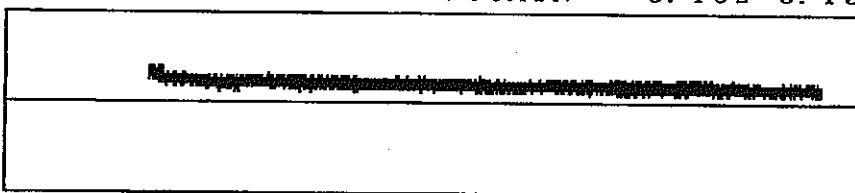
MAX

6. 112 MEAN

6. 105 MIN

6. 102 6. 130

6. 870



100

WT

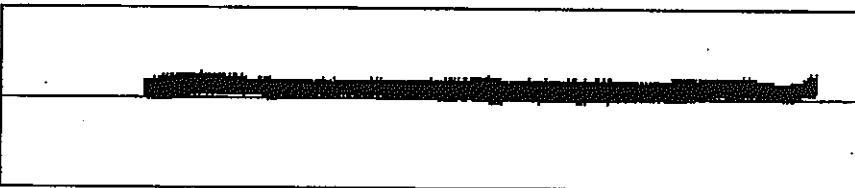
MAX

0. 409 MEAN

0. 402 MIN

0. 398 0. 430

6. 070 T1 MAX 6



100

ECC

MAX

9 MEAN

5

0. 370

50



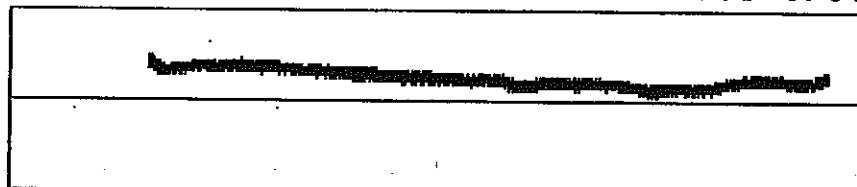
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 49

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 915 MEAN 6. 907 MIN 6. 901 6. 930



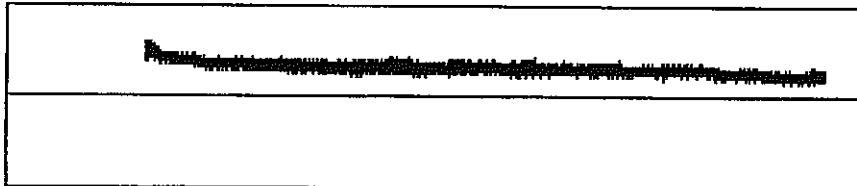
L1 MAX 90

100



ID

MAX 6. 118 MEAN 6. 108 MIN 6. 104 6. 130

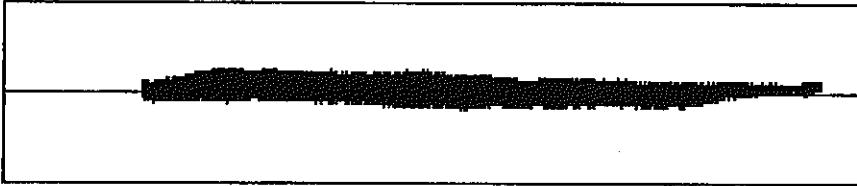


6. 870

T1 MAX 5

WT

MAX 0. 408 MEAN 0. 400 MIN 0. 394 0. 430



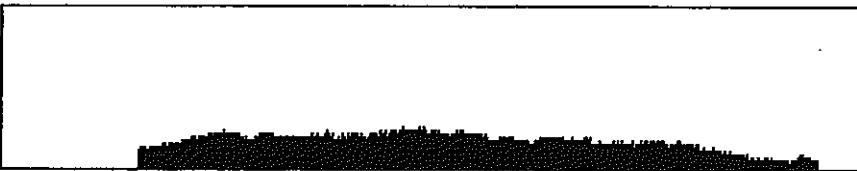
100



6. 070

ECC

MAX 13 MEAN 7 50



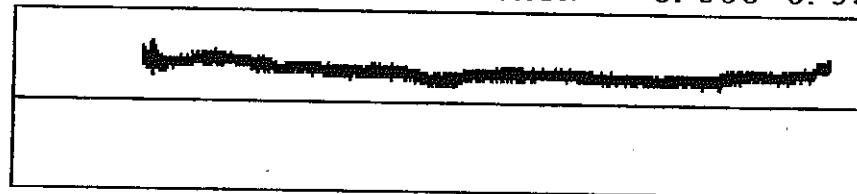
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 50 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

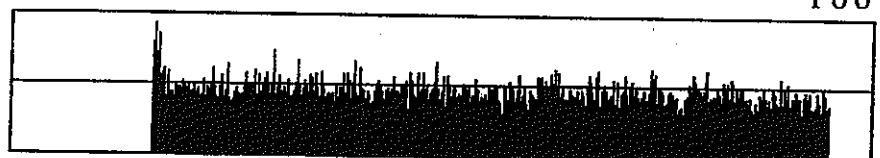
OD

MAX 6. 920 MEAN 6. 909 MIN 6. 905 6. 930

L1 MAX 93



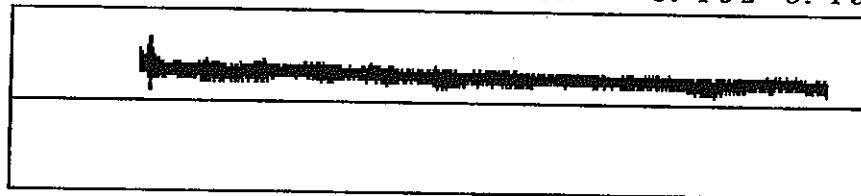
100



ID

MAX 6. 121 MEAN 6. 108 MIN 6. 102 6. 130

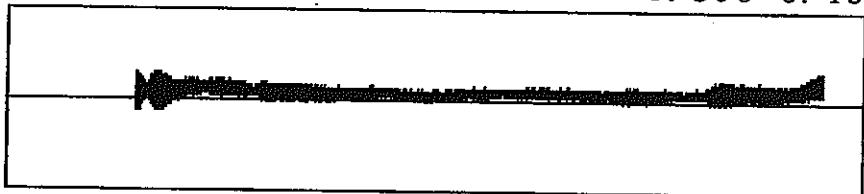
6. 870



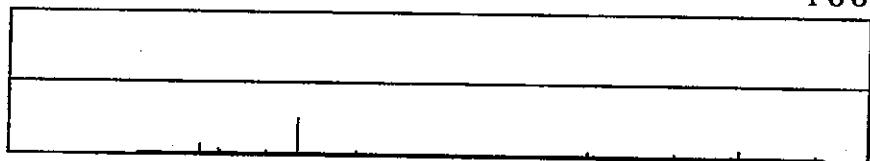
WT

MAX 0. 410 MEAN 0. 402 MIN 0. 396 0. 430

6. 070 T1 MAX 26



100

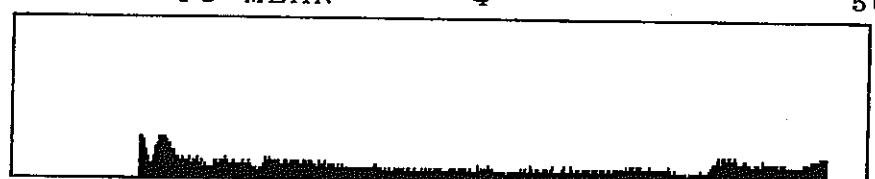


ECC

MAX 13 MEAN 4

50

0. 370

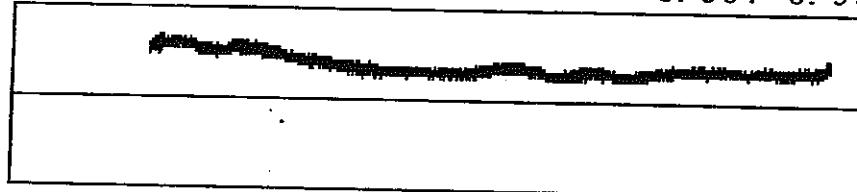


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 51 JUDGEMENT: ACCEPT

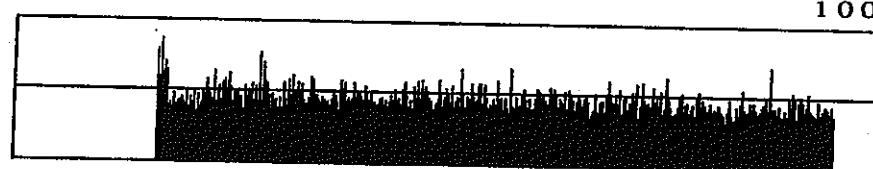
## UST GRAPH

OD

MAX 6. 921 MEAN 6. 911 MIN 6. 907 6. 930

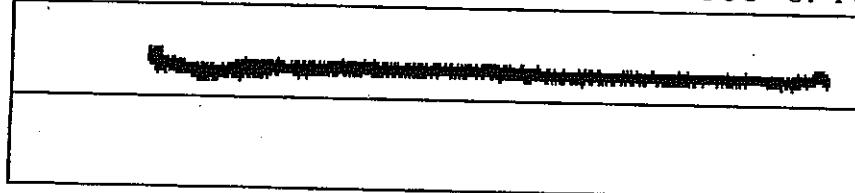


L1 MAX 87



ID

MAX 6. 116 MEAN 6. 108 MIN 6. 105 6. 130

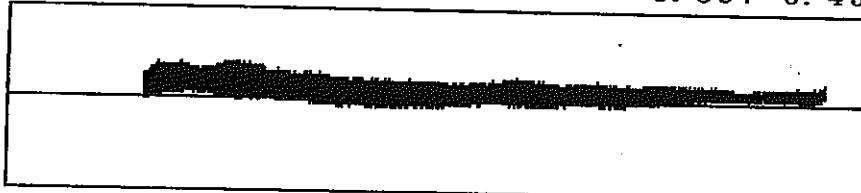


6. 870

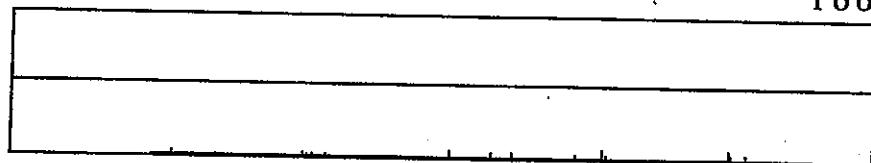
WT

MAX 0. 412 MEAN 0. 402 MIN 0. 397 0. 430

6. 070 T1 MAX 8



100



ECC

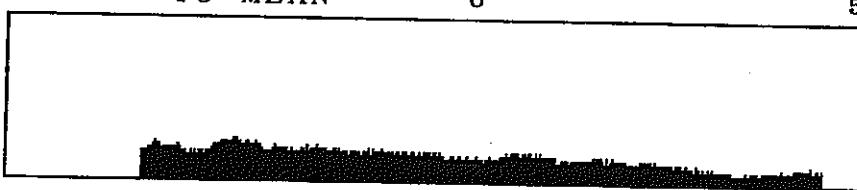
MAX

13 MEAN

6

50

0. 370

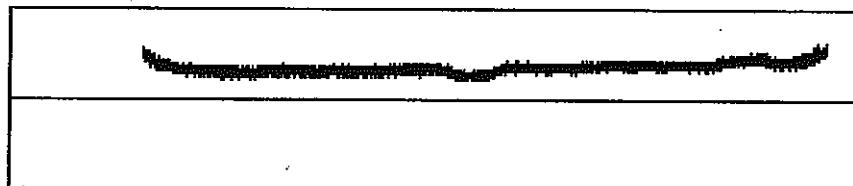


## UST GRAPH

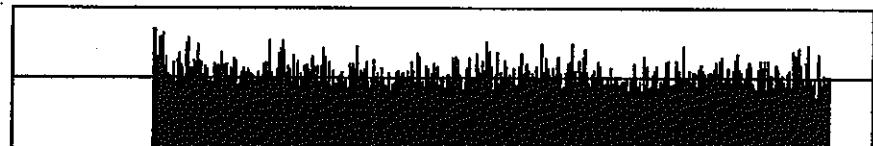
DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 52 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 85

OD  
MAX 6. 919 MEAN 6. 910 MIN 6. 906 6. 930

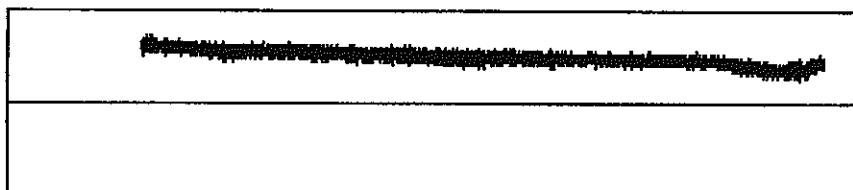


100



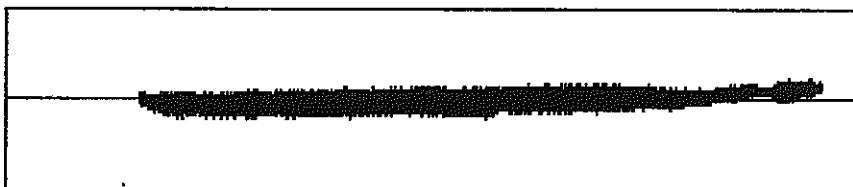
6. 870

ID  
MAX 6. 122 MEAN 6. 114 MIN 6. 107 6. 130



6. 070 T1 MAX 6

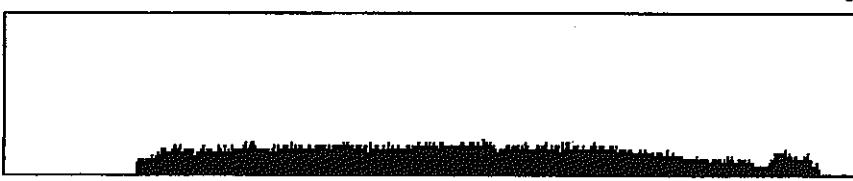
WT  
MAX 0. 407 MEAN 0. 399 MIN 0. 393 0. 430



100

0. 370

ECC  
MAX 11 MEAN 6 50



DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 58 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 920MEAN 6. 914MIN 6. 909 6. 930

L1 MAX 67

ID

MAX 6. 115MEAN 6. 107MIN 6. 103 6. 130

6. 870

6. 070 T1 MAX 8

WT

MAX 0. 410MEAN 0. 404MIN 0. 400 0. 430

100

ECC

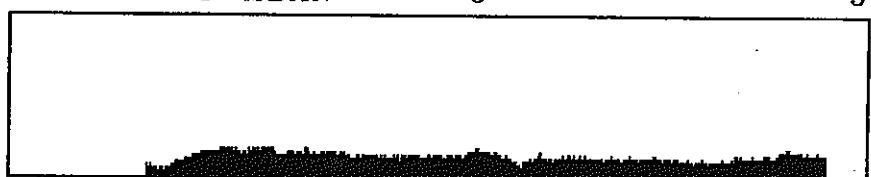
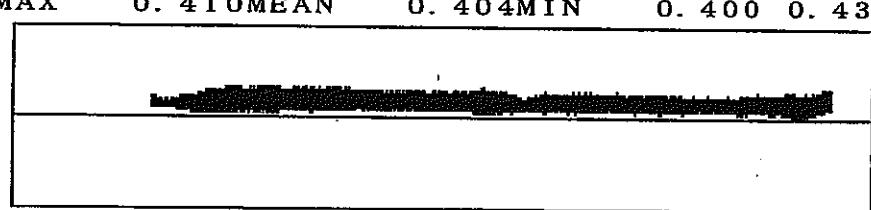
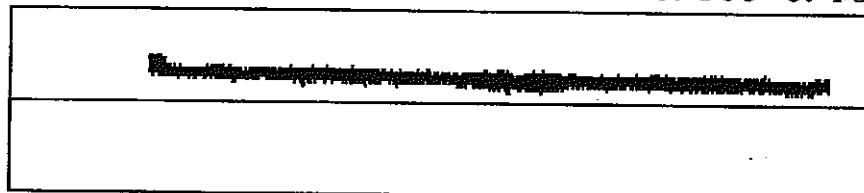
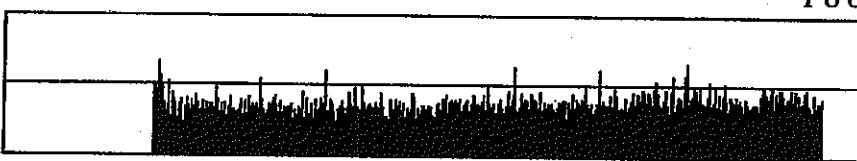
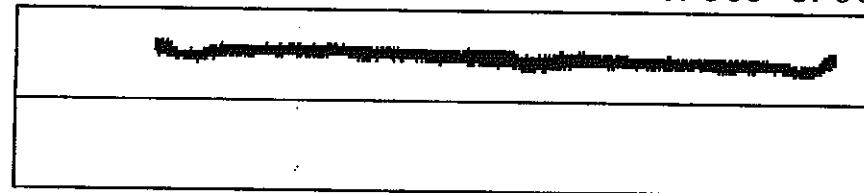
MAX

9 MEAN

5

50

0. 370



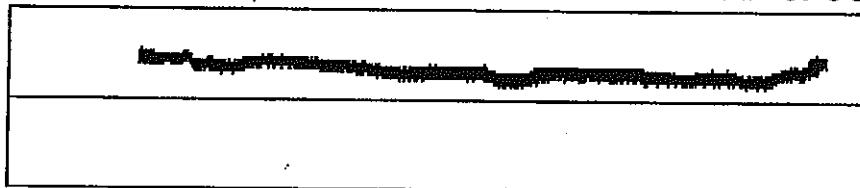
## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 54

JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 917 MEAN 6. 909 MIN 6. 904 6. 930



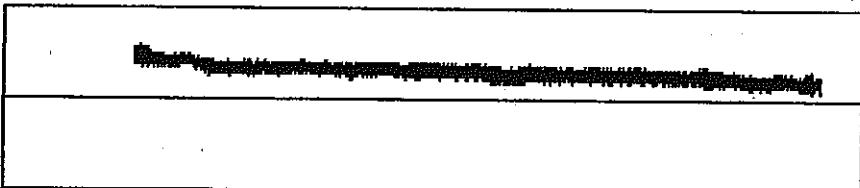
L1 MAX 84

100



ID

MAX 6. 118 MEAN 6. 108 MIN 6. 102 6. 130

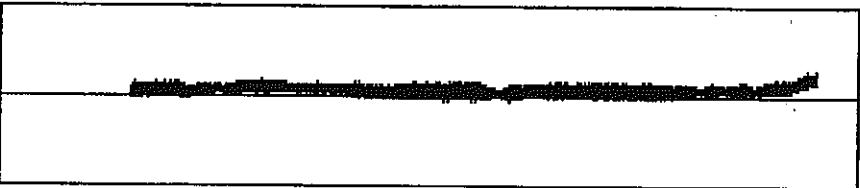


6. 870

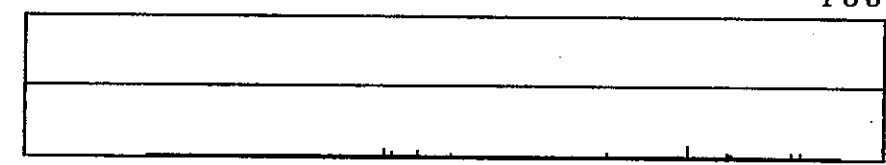
T1 MAX 9

WT

MAX 0. 409 MEAN 0. 401 MIN 0. 398 0. 430



100



ECC

MAX

7 MEAN

3

0. 370

50

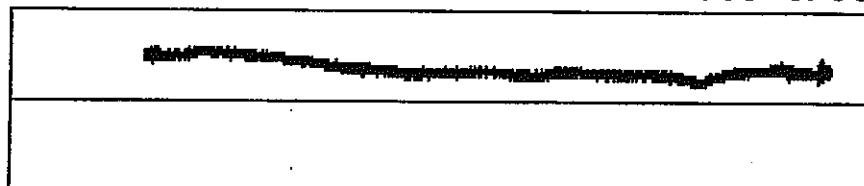


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 55 JUDGEMENT: ACCEPT

OD  
MAX 6. 918 MEAN 6. 910 MIN 6. 905 6. 930

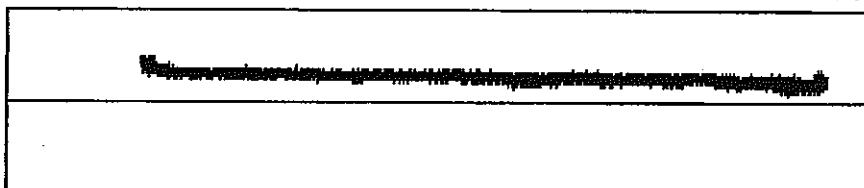
L1 MAX 75



100

ID  
MAX 6. 115 MEAN 6. 108 MIN 6. 102 6. 130

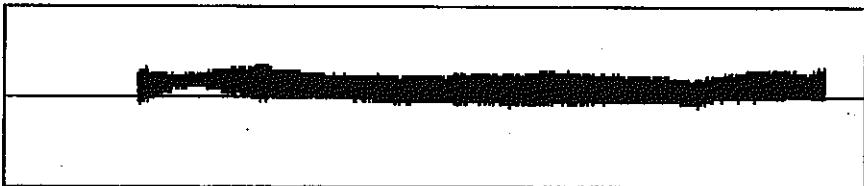
6. 870



WT  
MAX 0. 411 MEAN 0. 402 MIN 0. 396 0. 430

6. 070 T1 MAX 5

100



ECC  
MAX 13 MEAN 8 50

0. 370

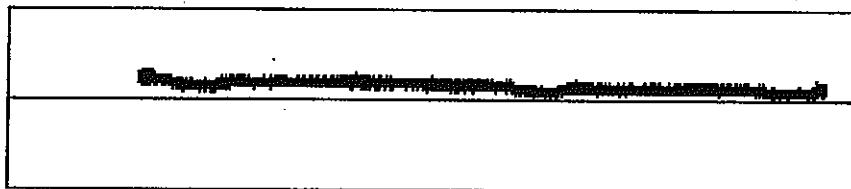


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 56 JUDGEMENT: ACCEPT

L1 MAX 71

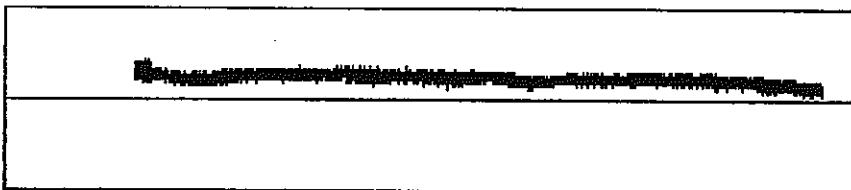
OD  
MAX 6. 910MEAN 6. 904MIN 6. 900 6. 930



100

6. 870

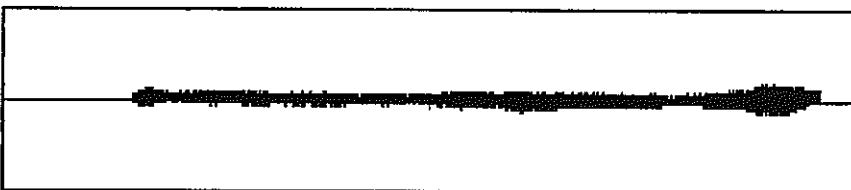
ID  
MAX 6. 113MEAN 6. 106MIN 6. 101 6. 130



100

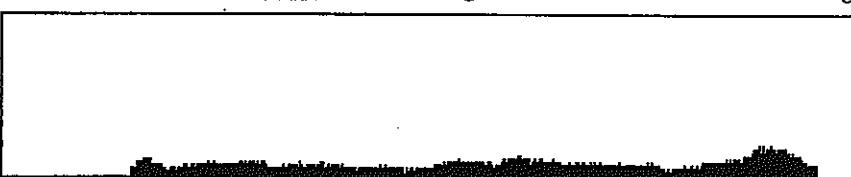
6. 070 T1 MAX 7

WT  
MAX 0. 406MEAN 0. 400MIN 0. 396 0. 430



0. 370

ECC  
MAX 10 MEAN 3 50

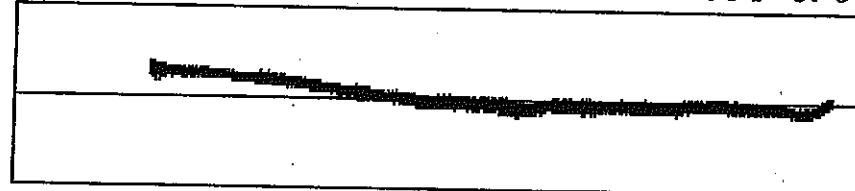


DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 57 JUDGEMENT: ACCEPT

## UST GRAPH

OD

MAX 6. 912 MEAN 6. 900 MIN 6. 894 6. 930



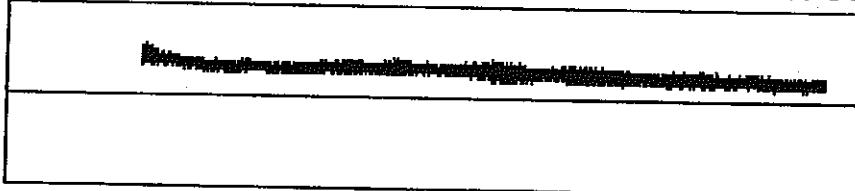
L1 MAX 83

100



ID

MAX 6. 117 MEAN 6. 108 MIN 6. 103 6. 130

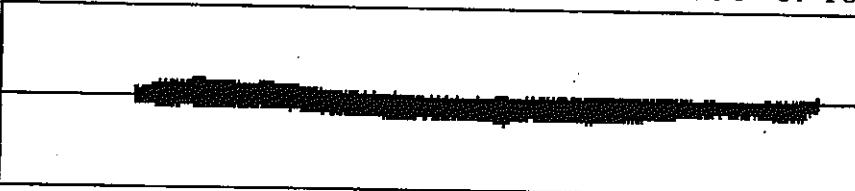


6. 870

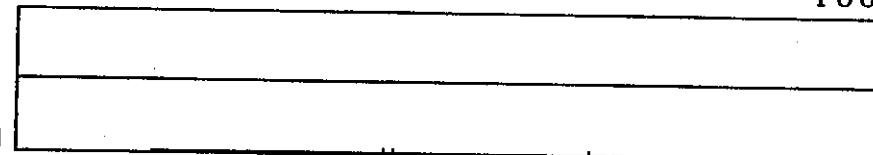
WT

MAX 0. 406 MEAN 0. 397 MIN 0. 391 0. 430

6. 070 T1 MAX 4



100



ECC

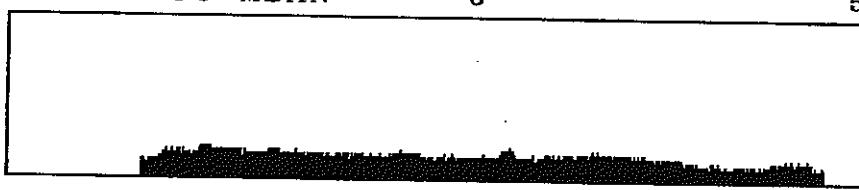
MAX

10 MEAN

6

50

0. 370

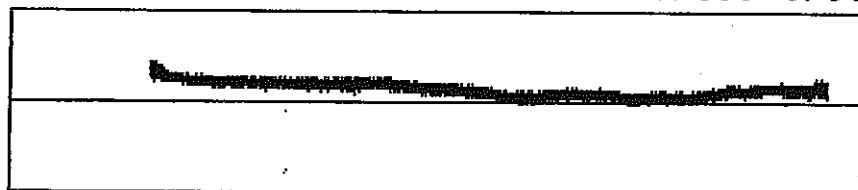


## UST GRAPH

DATE 04-20-02 WNO. 1501-01  
SHIFT A MAN 02 TUBE F13 58 JUDGEMENT: ACCEPT

OD

MAX 6. 913 MEAN 6. 903 MIN 6. 899 6. 930



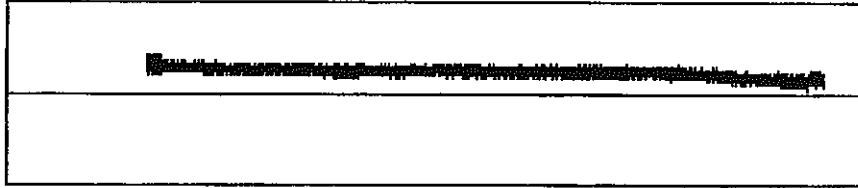
L1 MAX 72

100



ID

MAX 6. 113 MEAN 6. 107 MIN 6. 101 6. 130

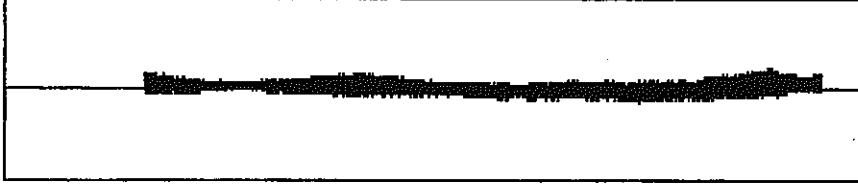


6. 870

T1 MAX 5

WT

MAX 0. 407 MEAN 0. 400 MIN 0. 395 0. 430



100

6. 070

ECC

MAX 9 MEAN 4 50



0. 370

DATE 04-20-02

SHIFT A

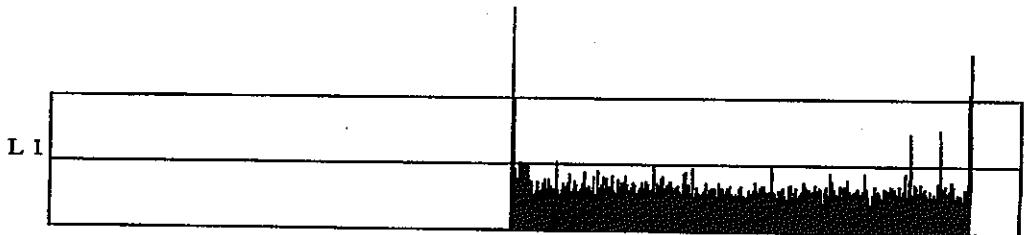
MAN 02

W. NO 1501-01

CAL. SER 4

STB. NO FODS-UT-1

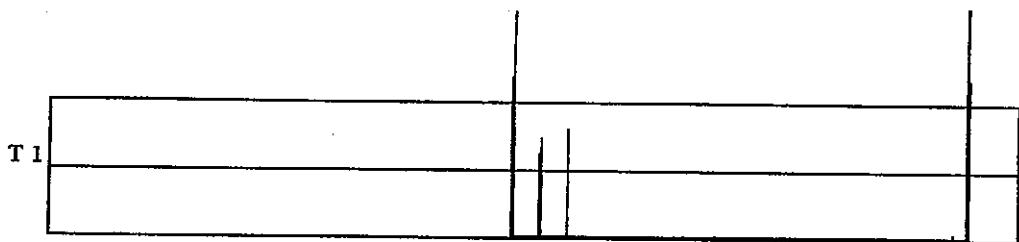
## UT CALIBRATION



C % AD

L1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	385
			370

T1	S	0	
	S	100	
	D	0	0
	D	100	370
			406



C N

7	1
---	---



校正決定終了

DATE 04-20-02

SHIFT A

MAN 02

W. NO 1501-01

CAL. SER 4

STB. NO FODS-DI-1

6. 930 ( +0)

OD 6. 900 ( +0)

6. 870 ( +0)

STB. NO FODS-DI3AB

6. 141 ( +0)

ID

6. 090 ( +0)

STB. NO FODS-DI2AB

0. 415 ( +0)

WT

0. 365 ( +0)

## UST CALIBRATION

6. 912 ( -1) 6. 913 ( +0)

6. 911 ( +1) 6. 909 ( -1)

6. 909 ( +1) 6. 906 ( +0)

6. 912 ( +0)

6. 910 ( +0)

6. 908 ( +0)

6. 930

6. 900

6. 870

6. 130

6. 100

6. 070

0. 430

0. 400

0. 370

50

ECC

校正決定終了

A M

7	1
---	---

*
---

## **付録2 ODS鋼端栓材の製造・検査データ**

表1 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)端栓棒材の成分分析結果

区別		化学成分(wt%)												
		C	S i	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Y	O	N	Ar
目標範囲		0.11~ 0.15	<0.20	<0.20	<0.02	<0.02	<0.20	8.6~ 9.4	1.8~ 2.2	0.18~ 0.22	0.26~ 0.29	0.15~ 0.25	<0.07	<0.007
目標値		0.13	—	—	—	—	—	9.0	2.0	0.20	0.275	0.20	—	—
ロット3	棒材21	0.13	<0.005	<0.01	0.001	0.003	0.01	8.85	1.94	0.20	0.27	0.17	0.011	0.0054
	棒材34	0.14	<0.005	<0.01	0.002	0.003	0.01	8.83	1.93	0.20	0.27	0.17	0.011	0.0052

Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ex.0

0.343 0.097

0.343 0.097

表2 マルテンサイト系ODS鋼 (Mm13) 端栓棒材の硬さ

HV1kgf

押出No.	測定値					平均値
	320	321	322	321	323	
23	320	321	322	321	323	321
30	320	319	322	321	322	321

1050°C×1h・AC→800°C×1h・AC

表3-1 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)端栓棒材の検査結果(1)

マーク	直径 <sup>[*1]</sup>						長さ <sup>[*2]</sup>	曲り <sup>[*3]</sup>	表面 <sup>[*4]</sup> 粗さ	面取り	外観	超音波 <sup>[*5]</sup> 探傷						
	端栓側1		中央部		端栓側2													
	A	B	A	B	A	B												
M1	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M2	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M3	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M4	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M5	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M6	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M7	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M8	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M9	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M10	10.01	10.01	10.02	10.02	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M11	10.03	10.03	10.02	10.02	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M12	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M13	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M14	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M15	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M16	10.03	10.03	10.02	10.02	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M17	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M18	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						

[\*1] 10.0~10.5mm、[\*2] 200mm以上、[\*3] 1mm以下／全長、[\*4] 12S以下、[\*5] 深さ0.20mm×長さ12mm×幅0.3mm以上の欠陥がないこと

表3-2 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)端栓棒材の検査結果(2)

マーク	直径 <sup>[*1]</sup>						長さ <sup>[*2]</sup>	曲り <sup>[*3]</sup>	表面 <sup>[*4]</sup> 粗さ	面取り	外観	超音波 <sup>[*5]</sup> 探傷						
	端栓側1		中央部		端栓側2													
	A	B	A	B	A	B												
M19	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M20	10.02	10.02	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M21	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M22	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M23	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M24	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M25	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M26	10.01	10.01	10.02	10.02	10.01	10.01	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M27	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M28	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M29	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M30	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M31	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M32	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M33	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M34	10.03	10.03	10.03	10.03	10.04	10.04	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M35	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M36	10.03	10.03	10.03	10.03	10.04	10.04	211	合格	合格	合格	合格	合格						

[\*1] 10.0~10.5mm、[\*2] 200mm以上、[\*3] 1mm以下／全長、[\*4] 12S以下、[\*5] 深さ0.20mm×長さ12mm×幅0.3mm以上の欠陥がないこと

表3-3 マルテンサイト系ODS鋼(Mm13)端栓棒材の検査結果(3)

付一(6)

マーク	直径 <sup>[*1]</sup>						長さ <sup>[*2]</sup>	曲り <sup>[*3]</sup>	表面 <sup>[*4]</sup> 粗さ	面取り	外観	超音波 <sup>[*5]</sup> 探傷						
	端栓側1		中央部		端栓側2													
	A	B	A	B	A	B												
M37	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M38	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M39	10.04	10.04	10.03	10.03	10.04	10.04	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M40	10.04	10.04	10.03	10.03	10.04	10.04	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M41	10.04	10.04	10.03	10.03	10.04	10.04	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M42	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M43	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M44	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M45	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M46	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M47	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M48	10.03	10.03	10.02	10.02	10.03	10.03	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M49	10.02	10.02	10.01	10.01	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M50	10.02	10.02	10.01	10.01	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M51	10.02	10.02	10.01	10.01	10.01	10.01	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M52	10.02	10.02	10.01	10.01	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						
M53	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	211	合格	合格	合格	合格	合格						

[\*1] 10.0~10.5mm、 [\*2] 200mm以上、 [\*3] 1mm以下／全長、 [\*4] 12S以下、 [\*5] 深さ0.20mm×長さ12mm×幅0.3mm以上の欠陥がないこと

表4 フェライト系ODS鋼(F13)端栓棒材の成分分析結果

区別	化学成分 (wt %)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Y	O	N	Ar
目標範囲	0.01~ 0.05	<0.20	<0.20	<0.02	<0.02	<0.20	11.6~ 12.4	1.8~ 2.2	0.24~ 0.28	0.16~ 0.20	0.10~ 0.14	<0.07	<0.007
目標値	0.03	—	—	—	—	—	12.0	2.0	0.26	0.18	0.12	—	—
ロット3	棒材27	0.031	0.045	0.07	0.005	0.003	0.03	11.49	1.91	0.27	0.18	0.12	0.0095 0.0054
	棒材28	0.033	0.044	0.07	0.005	0.004	0.03	11.53	1.90	0.26	0.18	0.11	0.0093 0.0055

Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ex. 0

0.229 0.071

0.229 0.061

表5 フェライト系ODS鋼(F13)端栓棒材の硬さ

HV1kgf

押出No.	測定値					平均値
	363	369	356	361	366	
25	363	369	356	361	366	363
33	365	366	361	369	366	365

1200°C×1h・AC

表6-1 フェライト系ODS鋼(F13)端栓棒材の検査結果(1)

マーク	直径 <sup>[*1]</sup>						長さ <sup>[*2]</sup>	曲り <sup>[*3]</sup>	表面 <sup>[*4]</sup> 粗さ	面取り	外観	超音波 <sup>[*5]</sup> 探傷						
	端栓側1		中央部		端栓側2													
	A	B	A	B	A	B												
F1	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F2	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F3	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F4	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F5	10.46	10.40	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F6	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F7	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F8	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F9	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F10	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F11	10.47	10.47	10.47	10.47	10.48	10.48	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F12	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F13	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F14	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F15	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F16	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F17	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F18	10.47	10.47	10.47	10.47	10.48	10.48	210	合格	合格	合格	合格	合格						

[\*1] 10.0~10.5mm、[\*2] 200mm以上、[\*3] 1mm以下／全長、[\*4] 12S以下、[\*5] 深さ0.20mm×長さ12mm×幅0.3mm以上の欠陥がないこと

表6-2 フェライト系ODS鋼(F13)端栓棒材の検査結果(2)

マーク	直径 <sup>[*1]</sup>						長さ <sup>[*2]</sup>	曲り <sup>[*3]</sup>	表面 <sup>[*4]</sup> 粗さ	面取り	外観	超音波 <sup>[*5]</sup> 探傷						
	端栓側1		中央部		端栓側2													
	A	B	A	B	A	B												
F19	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F20	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F21	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F22	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F23	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F24	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F25	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F26	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F27	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F28	10.47	10.47	10.47	10.47	10.48	10.48	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F29	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F30	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F31	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F32	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F33	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F34	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F35	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F36	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						

[\*1] 10.0~10.5mm、[\*2] 200mm以上、[\*3] 1mm以下／全長、[\*4] 12S以下、[\*5] 深さ0.20mm×長さ12mm×幅0.3mm以上の欠陥がないこと

表6-3 フェライト系ODS鋼(F13)端栓棒材の検査結果(3)

マーク	直径 <sup>[*1]</sup>						長さ <sup>[*2]</sup>	曲り <sup>[*3]</sup>	表面 <sup>[*4]</sup> 粗さ	面取り	外観	超音波 <sup>[*5]</sup> 探傷						
	端栓側1		中央部		端栓側2													
	A	B	A	B	A	B												
F37	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F38	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	208	合格	合格	合格	合格	合格						
F39	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F40	10.47	10.47	10.47	10.47	10.48	10.48	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F41	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F42	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F43	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F44	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F45	10.46	10.46	10.46	10.46	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F46	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F47	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F48	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F49	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F50	10.46	10.40	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F51	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F52	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47	210	合格	合格	合格	合格	合格						
F53	10.46	10.46	10.47	10.47	10.47	10.46	210	合格	合格	合格	合格	合格						

[\*1] 10.0~10.5mm、[\*2] 200mm以上、[\*3] 1mm以下／全長、[\*4] 12S以下、[\*5] 深さ0.20mm×長さ12mm×幅0.3mm以上の欠陥がないこと