

# ATR燃料SGHWR照射集合体 (Type A) 被覆管の炉外評価試験

1973年4月

動力炉・核燃料開発事業団

東 海 事 業 団

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、限られた範囲の関係者に配布するものです。供覧、複製、転載、引用、レファランスおよびその他の利用には、事業団の承認が必要です。なお、開示制限が解除になった場合には、その旨通知します。

動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所技術部研究管理課  
計画管理部技術情報室

SN841-73-25

1973年8月27日

ATR燃料SGHWR照射集合体 (TypeA)  
被覆管の炉外評価試験

実施責任者 青木利昌 (技術部検査課)

報告者 宇井正泰・小原勝昭・川崎道隆  
神谷和明・柴田照夫

期間 : 1971年7月1日～1971年9月30日

目的 : 新型転換炉用燃料集合体のSGHWR照射 (TypeA) に使用した被覆管の炉外における強度値などを求め、照射試験の参考に供する

要旨 : ATR燃料第5次照射として、燃料集合体の照射試験を実施した。

SGHWR照射集合体に用いた国産のジルカロイ-2被覆管について炉外評価試験を行ない、主として常温～450°Cの高温強度などを検討した。各種の破壊試験を実施した結果は被覆管の購入仕様値をすべて満足している。なお合わせて製造者側検査結果や非破壊検査結果なども添付した。

## も く じ

1. 緒 言	1
2. 供 試 材	1
3. 試 験 方 法	3
3.1 引張試験	3
3.2 内圧破壊試験	3
3.3 押し抜け試験	4
3.4 扁平試験	7
3.5 硬さ試験	7
3.6 腐食試験	7
3.7 結晶粒度の測定	7
3.8 水素化物方位の測定	8
4. 試 験 結 果	8
4.1 引張試験	8
4.2 内圧破壊試験	14
4.3 押し抜け試験	17
4.4 扁平試験	18
4.5 硬さ試験	18
4.6 腐食試験	19
4.7 結晶粒度	19
4.8 水素化物方位	19
5. ま と め	22
6. 参 考 文 献	22
○ 添 付 資 料	23
I 購入及び製作仕様書	23
II 工場立会検査メモ	27
III ミルシート	37
IV 寸法・非破壊検査結果	40

## 1 緒 言

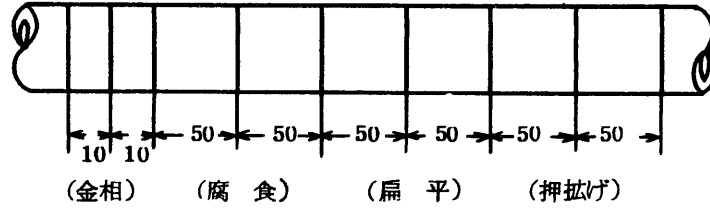
A T R原型炉第二次設計に準じた燃料集合体(28本クラスター)を英国S G H W R炉(Steam Generating Heavy Water Reactor)において照射して、燃料集合体の照射挙動及び耐久性などを検討し、その結果をA T R原型炉の第一次装荷燃料の設計・製作に反映させることになった。

この集合体に使用した被覆管と同一ロットの被覆管について、破壊試験を行ない、被覆管メーカーにおける試験結果を確認するとともに、照射前炉外データの収集を行なった。

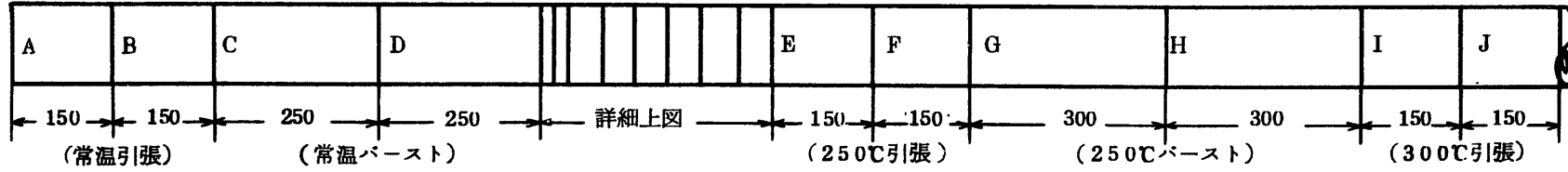
## 2 供 試 材

試験に供したジルカロイ-2被覆管は(株)神戸製鋼所において製造された冷間加工、歪取焼純材である。その購入仕様書を添付資料Ⅰに、工場立会検査メモを添付資料Ⅱに示す。管の公称寸法は、外径が16.70 mm、内径14.85 mm、全長4150 mmのものであり、S G H W R照射用燃料集合体(TypeA)に使用した被覆管と同一ロットである。

管製造メーカーにおける試験結果をミルシート(添付資料Ⅲ)に示す。また動燃における非破壊検査結果(受入検査)を添付資料Ⅳに示す。このうち、試験には管番号K109のものを供した。この管の図1に示す位置から、引張試験片等の試料を採取した。



NO側



反NO側

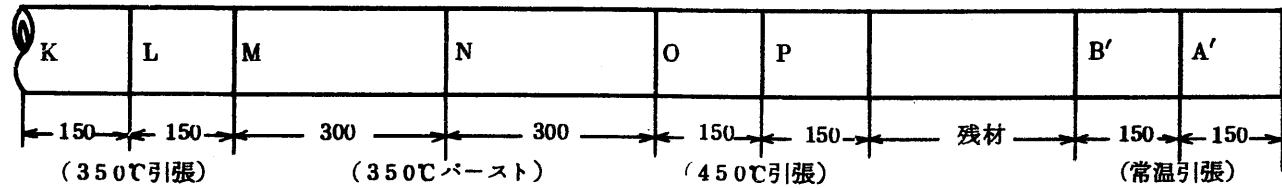
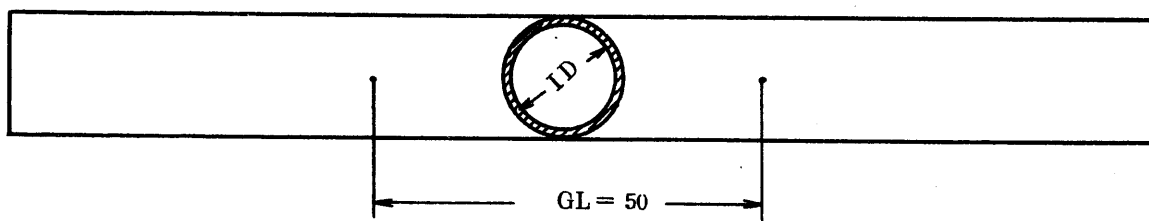


図1. 供試材からの試験片の採取位置  
数字は試験片の長さを示す。

### 3 試験方法

#### 3.1 引張試験

引張試験片は JIS 11号試験片(図・2)とした。



図・2 引張試験片の形状(JIS 11号)

常温引張試験には、島津製作所製万能試験機(RH-10)を用い試験片中央部に歪ゲージ(新興通信製M102)を貼付し、これより検出した歪量と荷重とから、応力-歪曲線を記録し、0.2%歪に相当する応力から0.2%耐力を求めた。引張速度は $1 \frac{mm}{min}$ とした。

高温引張試験には、島津製作所製オートグラフ(IS-5000)を用いた。加熱は環状ニクロム炉により行ない、雰囲気は大気中とした。引張速度はASTM規格<sup>(1)</sup>によると、0.2%耐力までは $0.3 \sim 0.7 \frac{\%}{min}$ 、0.2%耐力から破断までは $5 \frac{\%}{min}$ で行なう規定になっている。今回の試験では、クロスヘッドの変位速度を0.2%耐力までは $0.5 \frac{mm}{min}$ (約 $0.55 \frac{\%}{min}$ )、0.2%耐力以後は $5 \frac{mm}{min}$ (約 $5.5 \frac{\%}{min}$ )で行なった。標点距離(50mm)に検査課考案の治具を試料パイプにとりつけて、差動トランスにより伸びを求め、応力-歪曲線より0.2%耐力を求めた。試験温度は、 $250^{\circ}C$ 、 $300^{\circ}C$ 、 $350^{\circ}C$ 、 $450^{\circ}C$ とした。

#### 3.2 内圧破壊試験

試験片の長さは、有効に加圧される部分の長さを外径の10倍以上とするために、常温については250mm、高温については300mmとした。試験片の一端は端栓を溶接して密封し、他の一端は試験装置の加圧部に接続できるようなものとした。試験片の形状を図・3に示す。試験に際して、溶接ビード及び熱影響部における破裂を避けるために溶接部にSUS304製針金を巻いて拘束した。

常温においては、水圧破壊試験装置を、高温においては高温内圧破壊試験装置を、それぞれ用いたが、これらの装置のフローシートを図・4に示す。

高温における試験温度は、250℃、350℃とし、加圧はアルゴン、雰囲気は大気中である。

燃料被覆管においては、破裂時の円周伸びが大きな意味をもつので、非伸縮性のテープを用いて破裂後の試験片の最大ふくれ部の円周を測定し、次の式から破裂後の円周伸びを求めた。

$$\text{円周伸び(\%)} = \frac{C_f - C_o}{C_o} \times 100$$

C<sub>o</sub>: 試験前の円周  
C<sub>f</sub>: 試験後の円周

### 3.3 押し拡げ試験<sup>(2)</sup>

長さ50mmの試験片に60度の角度を有する円錐工具を押し込んで管外径を押し拡げ、亀裂の生じるまで押し拡げ率を次式から求めた。押し込み速度は1mm/minである。

$$\text{押し拡げ率(\%)} = \frac{\text{試験後外径} - \text{試験前外径}}{\text{試験前外径}} \times 100$$



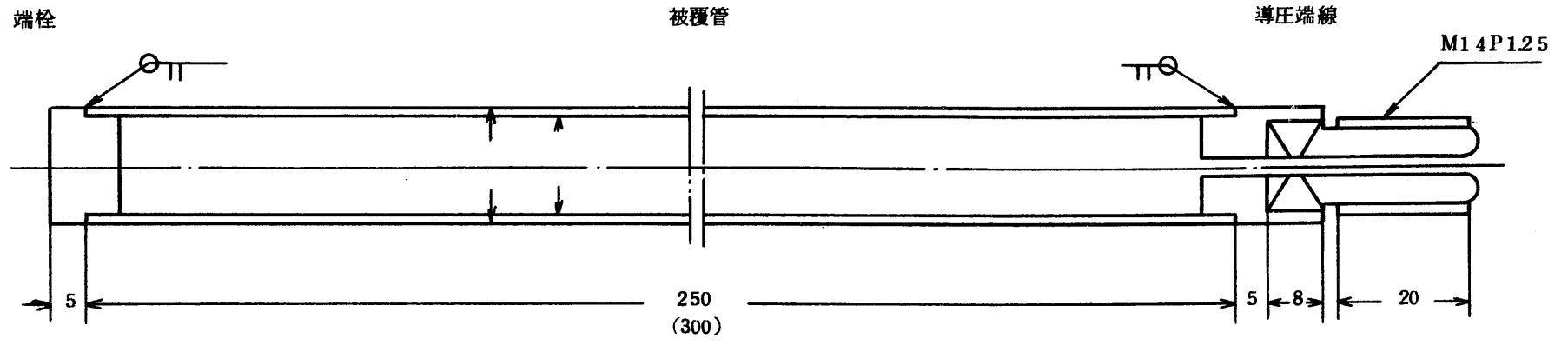
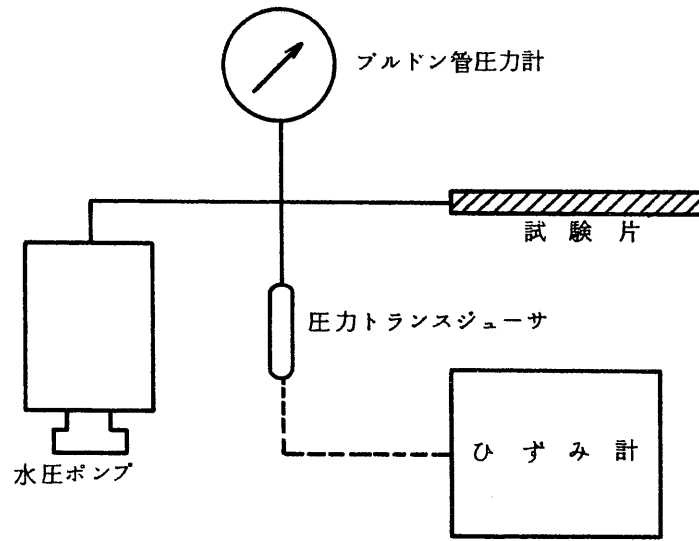
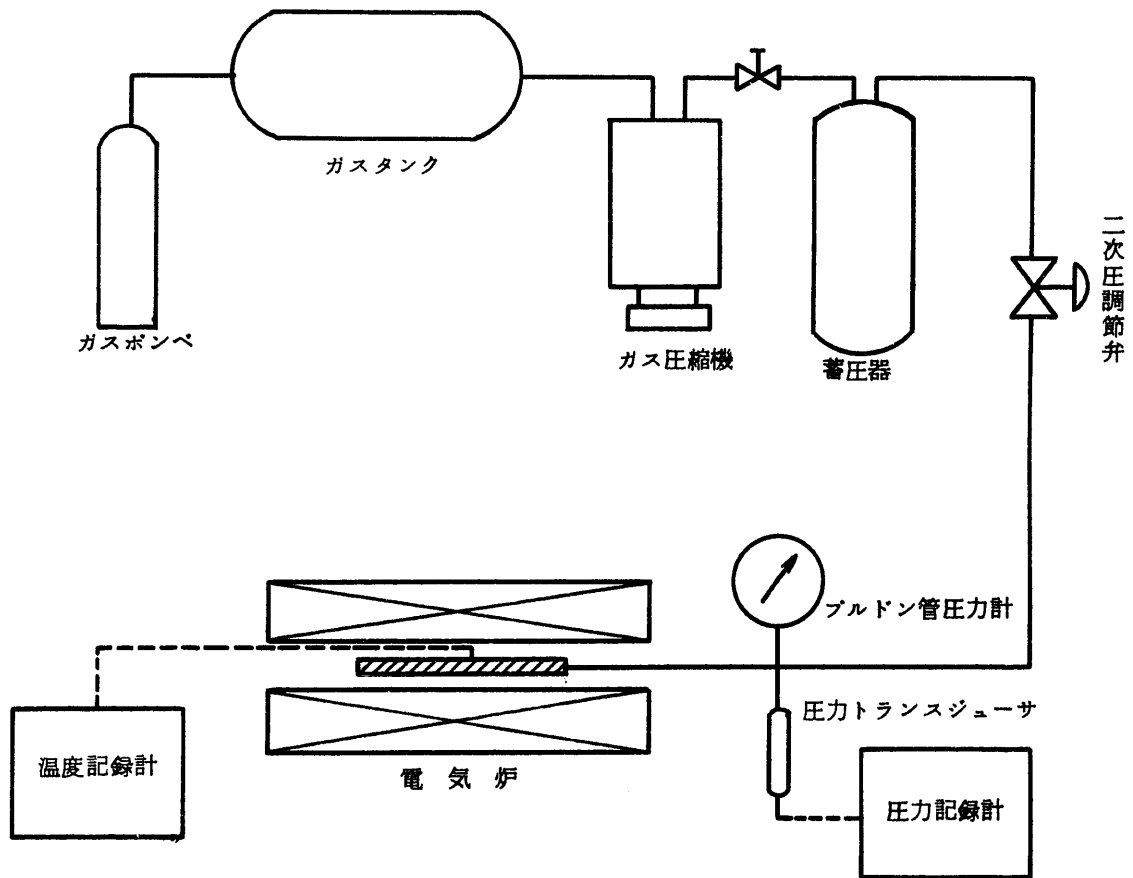


図 3. 内圧破壊試験片の形状



(a) 水圧破壊試験装置



(b) 高温内圧破壊試験装置

図 4. 内圧破壊試験装置フローシート

### 3.4 扁平試験

長さ50 mmの試験片を2枚の平板間にはさんで、万能試験機により圧縮応力を加え、管軸に直角に扁平させて管の壁に割れ、傷の生じるまでの扁平率を次の式から求めた。扁平速度は1mm/minであった。

$$\text{扁平率}(\%) = \frac{(\text{変形前外径}) - (\text{変形後外径})}{(\text{変形前外径})} \times 100$$

### 3.5 硬さ試験

管の横断面、縦断面(図5)の硬さを測定するために、樹脂に埋め込んだ試料について、マイクロビッカース硬さ試験機を用いて行なった。なお荷重は500g、荷重を加えた時間は30秒とした。

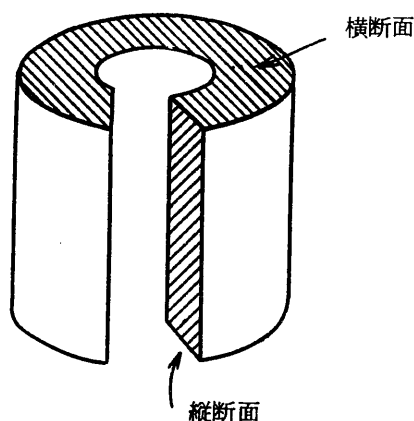


図5. 管の横断面・縦断面

### 3.6 腐食試験<sup>(4),(5)</sup>

長さ50 mmの試験片について、400℃、105Kg/cm<sup>2</sup>水蒸気のオートクレーブ中で72時間の腐食試験を行なった。試験片についての前処理及び試験条件は、「ジルカロイ被覆材の腐食試験法(旧原子燃料公社検査専門委員会)<sup>(5)</sup>」に従った。

### 3.7 結晶粒度<sup>(6)</sup>

管の横断面・縦断面(図5)の結晶粒度を求めるために、樹脂に埋め込んだ試料について、研磨後エッチングを行ない検鏡した。

エッチング液の組成はHF:HNO<sub>3</sub>:グリセリン=1:2:6であり、使用した顕微鏡はUNION-UMであった。得られた写真をASTMの標準写真と比較して結晶粒の大きさを判定した。

### 3.8 水素化物方位の測定<sup>(7)</sup>

3.6で行なった腐食試験後の試験片の横断面・縦断面について水素化物を  $\text{HNO}_3 : \text{HF} : \text{H}_2\text{O}_2 = 46 : 8 : 46$  の組成をもつエッチング液でエッチングしたのち、全肉厚を含む100倍の写真を撮影した。Fn 値は写真に半径方向に対して40度傾斜した直線を格子状にひき、すべての水素化物小片(長さが1.6mm以上)と、40度より半径方向を向いた水素化物小片とを数え、その比として求めた。(図6)

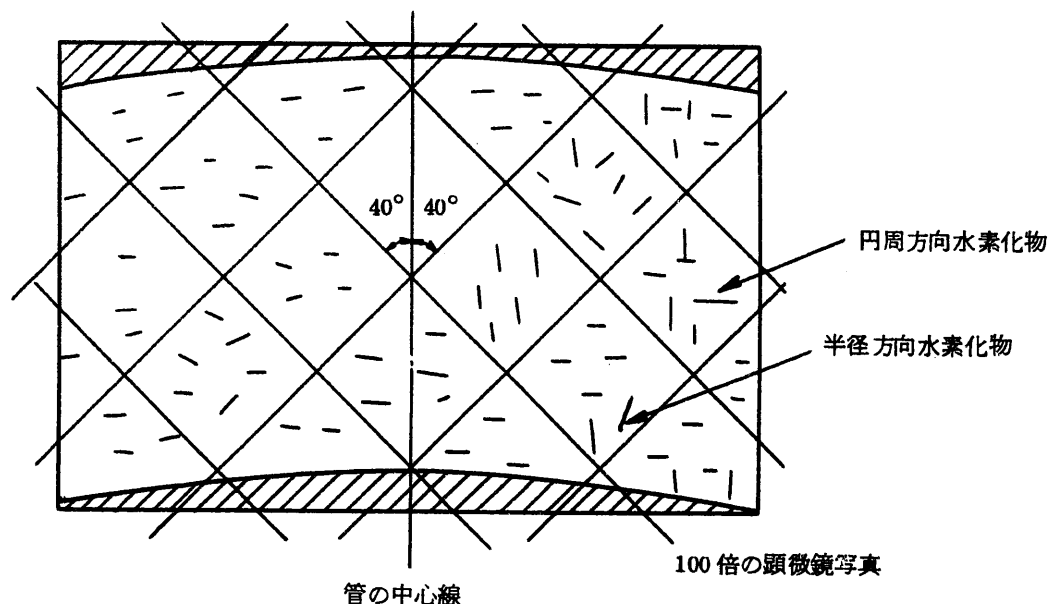


図. 6 水素化物方位の測定方位

## 4 試験結果

### 4.1 引張試験結果

常温～450℃における引張試験結果を表1及び図7に示した。図7には管製造メーカーにおける試験値も同時に示してある。また各試験温度における荷重-歪曲線を図8、図9に、試験後の試験片の様相を写真1に示した。

これまでの被覆管と同じく、引張強さ、0.2%耐力、伸びは、250℃～350℃において余り変化はないが、450℃になると強度は低下し、伸びは増加している。

試験に供した管の両端における引張性質の間に有意差は認められない。ATR原型炉用被覆管の第1次、第2次試作品の結果を参考にすると、4mの被覆管の全長にわたって引張性質に有意差はないものと思われる。

常温，343°Cにおける購入規格値を満足しているが，管製造メーカーの試験直との間にやや強度（0.2%耐力）の差が認められる。これは同一ロット内でのバラツキか，試験実施場所によるバラツキか判然としない。

表1 S G H W R 照射用ジルカロイ-2被覆管の引張性質

試料番号	(kg/mm <sup>2</sup> ) 引張強さ	(kg/mm <sup>2</sup> ) 0.2%耐力	(%) 伸び率	(°C) 試験温度	破断位置
A	64.5	53.8	31.8	常温	A
B	64.7	53.8	31.2	常温	A
A'	66.0	54.8	30.9	常温	A
B'	64.2	53.1	32.0	常温	A
L	42.7	32.1	32.0	250	A
O	39.5	28.8	36.8	250	A
F	39.5	30.3	33.0	300	A
E	40.2	30.5	32.3	300	A
J	35.4	27.6	32.9	350	A
I	36.5	28.7	32.4	350	A
K	30.3	23.1	39.1	450	A
P	27.0	19.5	44.1	450	A

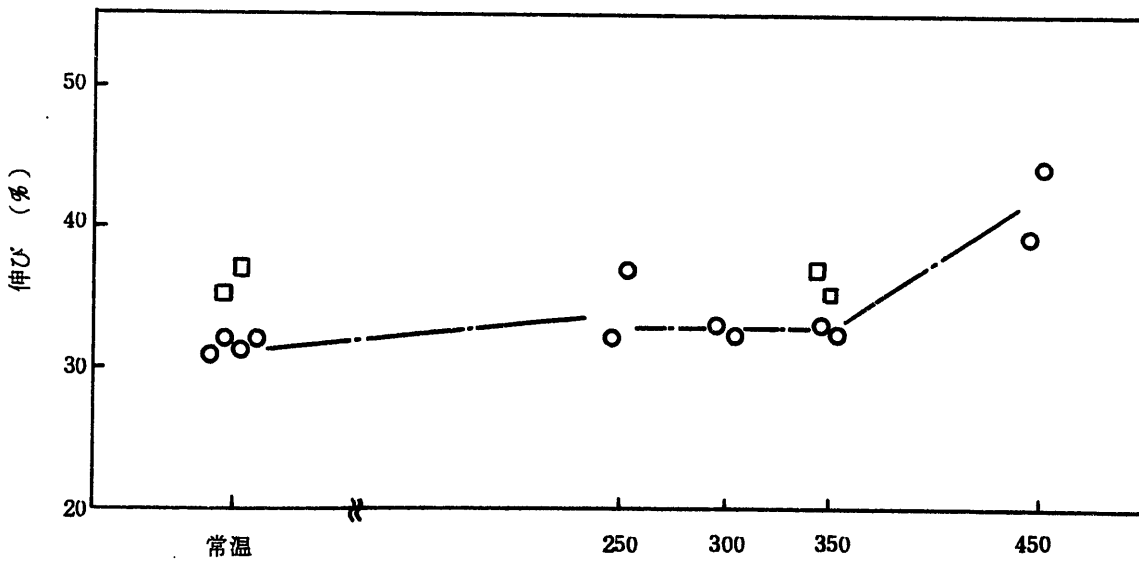
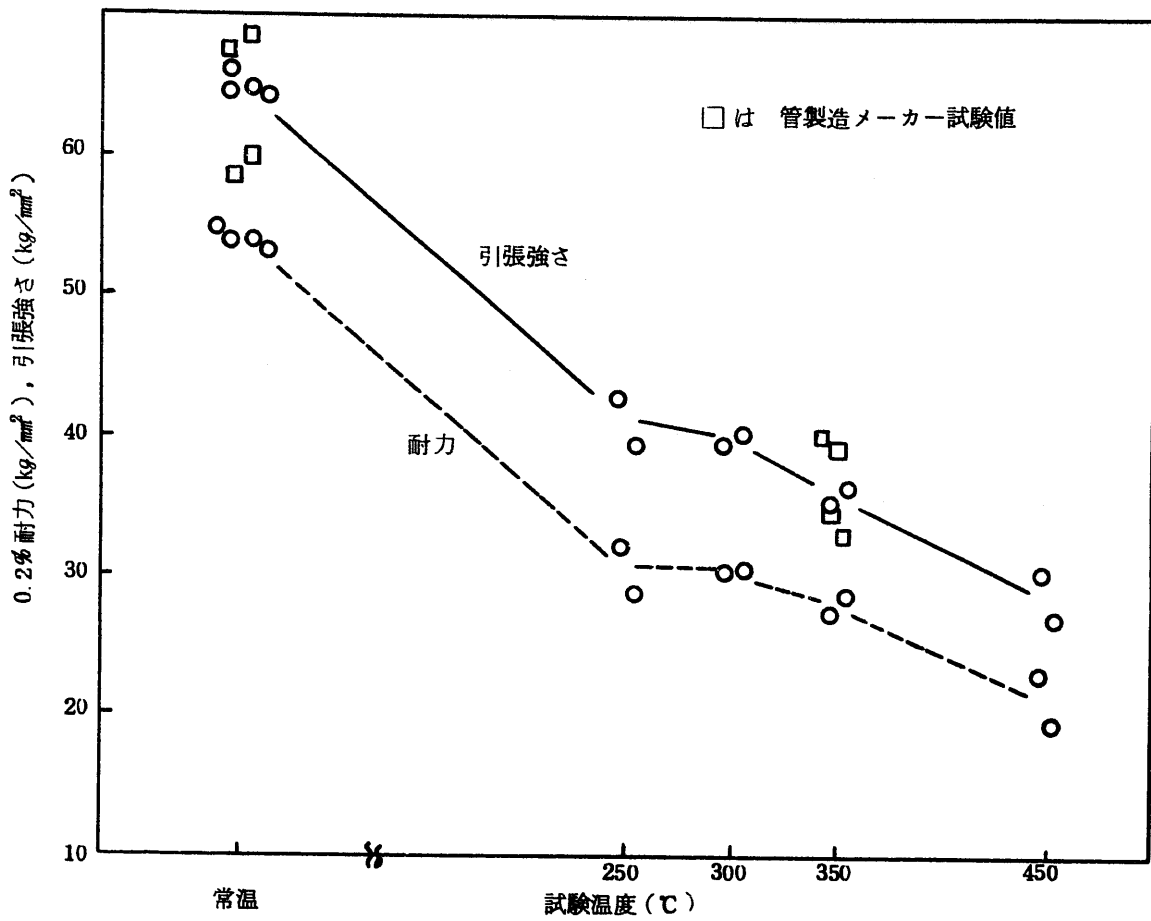


図 7. SCHWR 照射用ジルカロイ-2 被覆管の引張性質

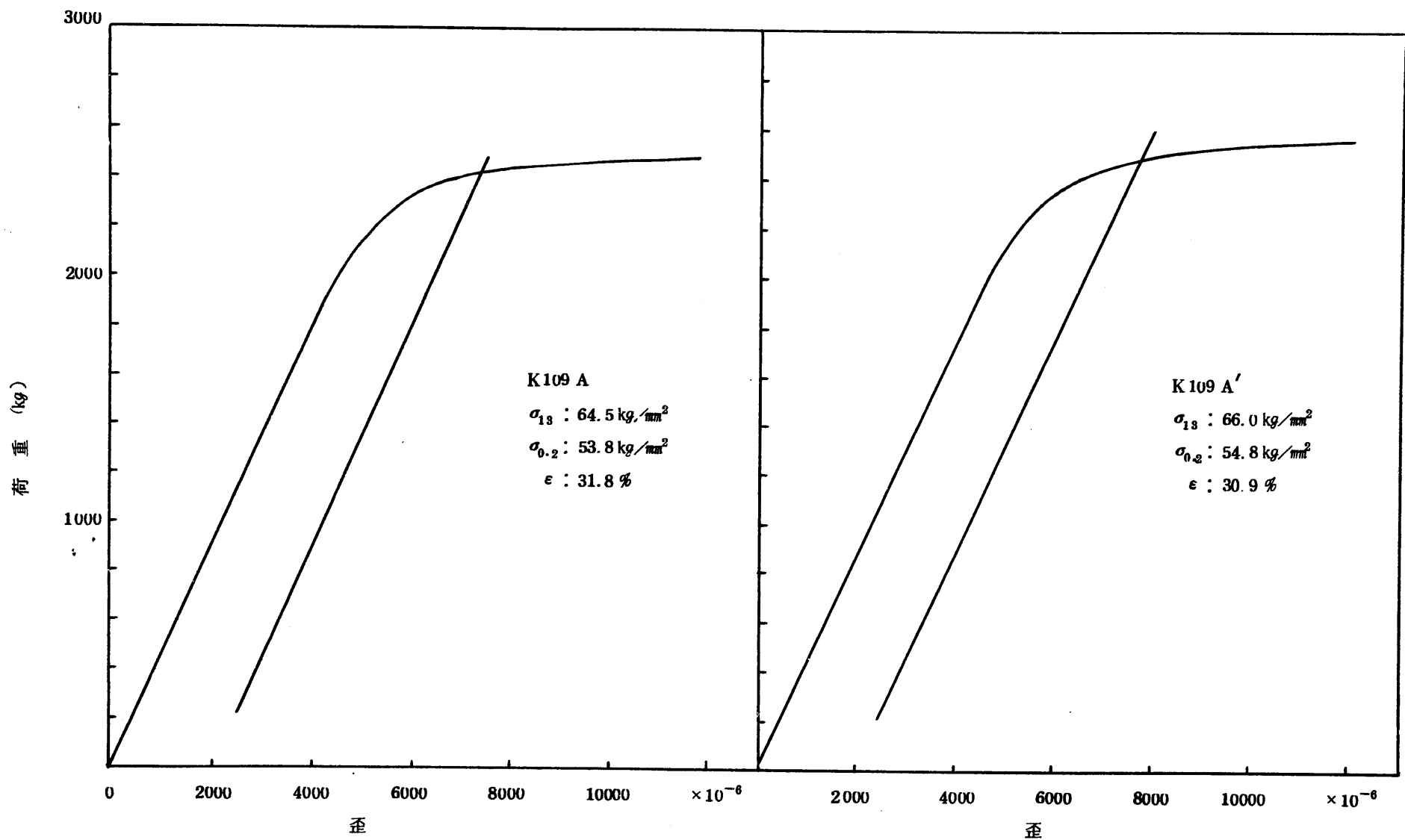


図 8. 常温引張試験における荷重—歪曲線

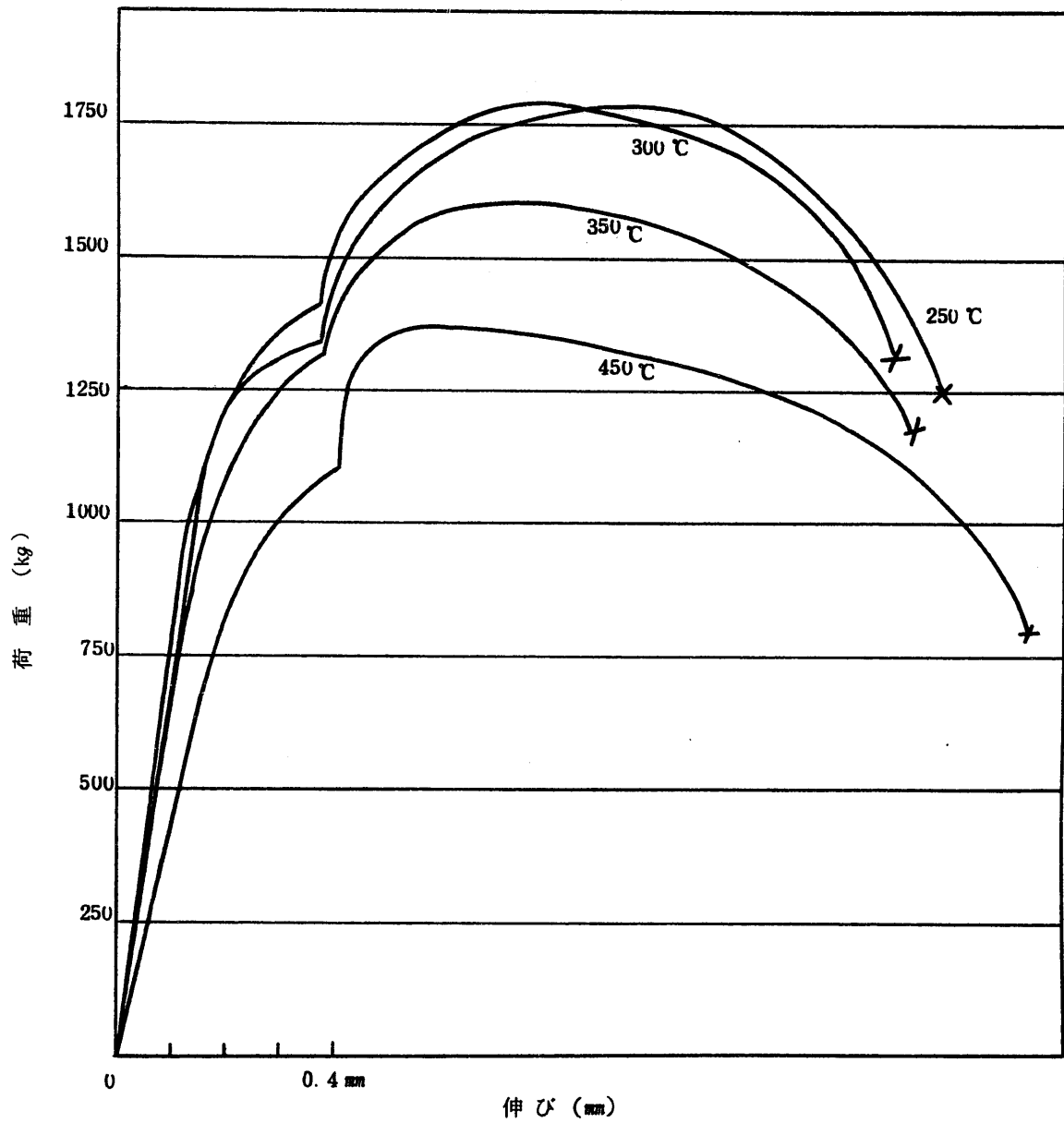


図9. 高温引張試験における荷重-伸び線図



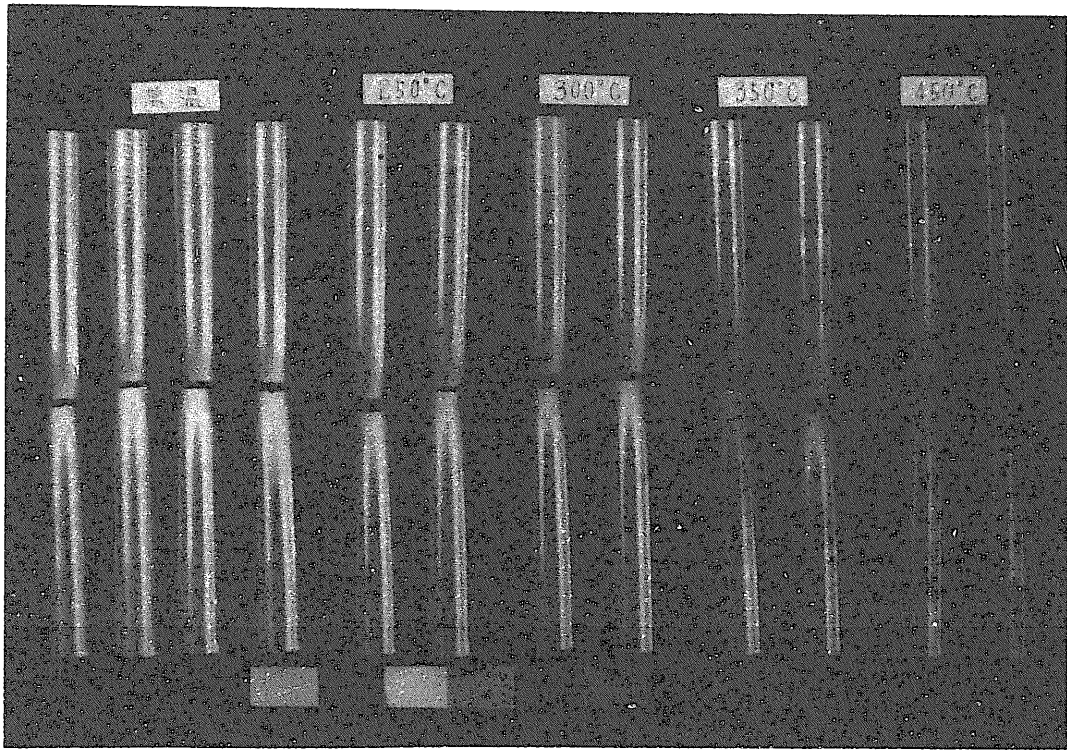


写真 1. 引張試験後の試験片の外観

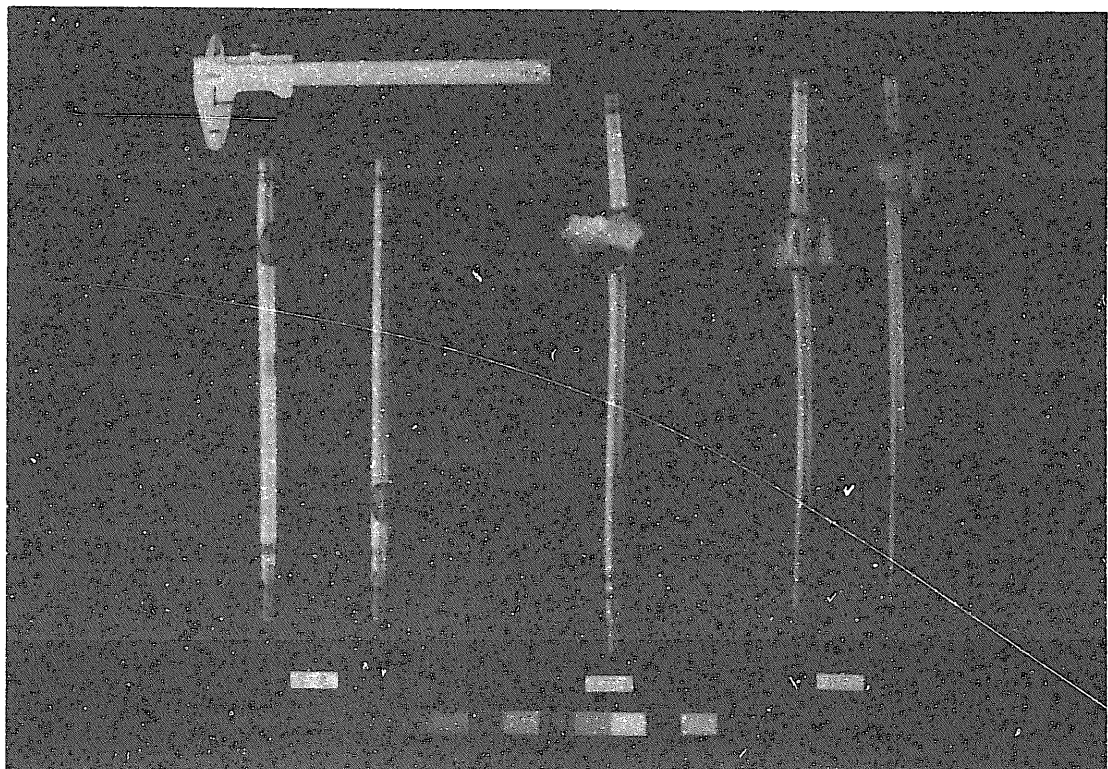


写真 2 内圧破壊試験後の試験片の外観

## 4.2 内圧破壊試験結果

常温～350°Cにおける内圧破壊試験結果を表2及び図10に示した。次式のバローの式を用いて破裂圧力からフープ強さを求めて引張強さと比較したものが図11である。引張強さに比べてフープ強さがかなり高くでている。焼純材においては引張強さとフープ強さにはそれほどの差が生じないが、冷間加工条件、熱処理条件によって管の集合組織が変化するので、冷間加工材などでは異なる結果が得られる。原子力安全研究協会における共同実験の結果では、3ロール圧延機仕上げによる管は、ピルガ-圧延機仕上げ材や抽伸仕上げ材に比べて、フープ強さと引張強さとの比がより大きくなると報告されている<sup>(7)</sup>。今回試験に供した管もこのことを示していると思われる。

$$\text{(バローの式)} \quad \sigma_t = \frac{P \cdot D}{200t}$$

$\sigma_t$  : フープ強さ (Kg/mm<sup>2</sup>)

P : 破裂圧力 (kg/cm<sup>2</sup>)

D : 管外径 (mm)

t : 最小肉厚 (mm)

表. 2 S GHWR 照射用被覆管の耐圧性質

管番号	試験温度	破裂圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	加圧速度 (kg/cm <sup>2</sup> min)	円周伸び (%)	フープ応力 <sup>(*)</sup>
K109 C	常温	1050	—	4.2	94.8
D	常温	1060	—	7.5	96.9
H	250°C	636	100	11.3	57.4
M	350°C	515	100	16.8	46.7
N	350°C	550	100	17.7	49.9

常温における円周伸びの値は、製造メーカー試験値と今回の試験値との間に大きな差がある。管内圧破壊試験は引張試験とは異なり厳密に規定された方法ではないために、端栓の封じ方や試験片の形状などの試験方法の相違によって、円周伸び値に異なる値の得られることが報告されている<sup>(8,9,10)</sup>。今回の試験は“Closed End Burst 法”であるために、破裂後の管の曲りが大きくなっていることが、写真2に示した破裂後の試験片の様相からも判る。円周伸びは、「中子入り、Open End 法」において最も大きい値が得られ、「中子なし、Closed End 法」において最も小さい値が得られると考えられる。管製造メーカーにおける方法は「Open End 法」である。

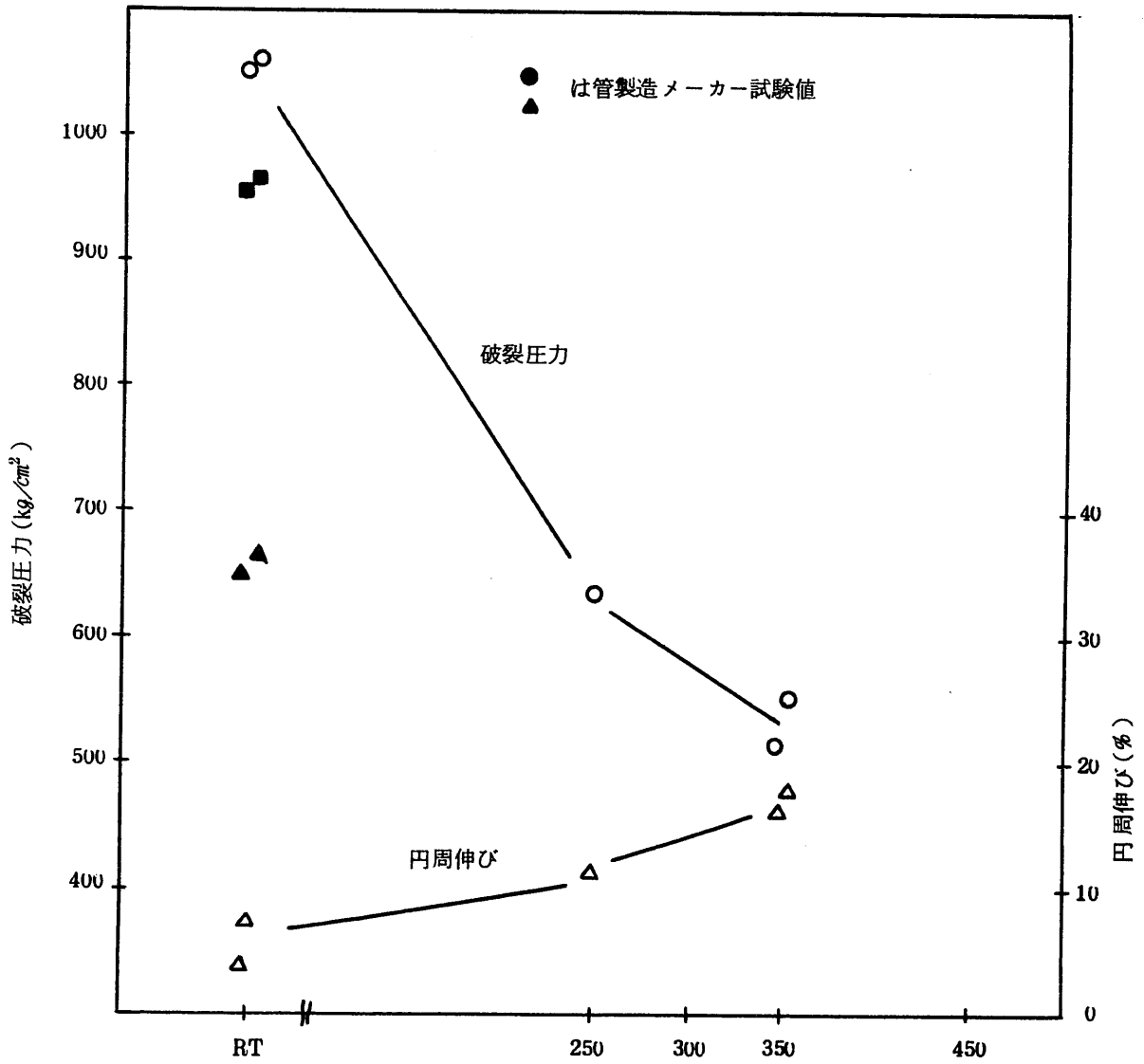


図 1 0. SG HWR照射用被覆管の耐圧性質

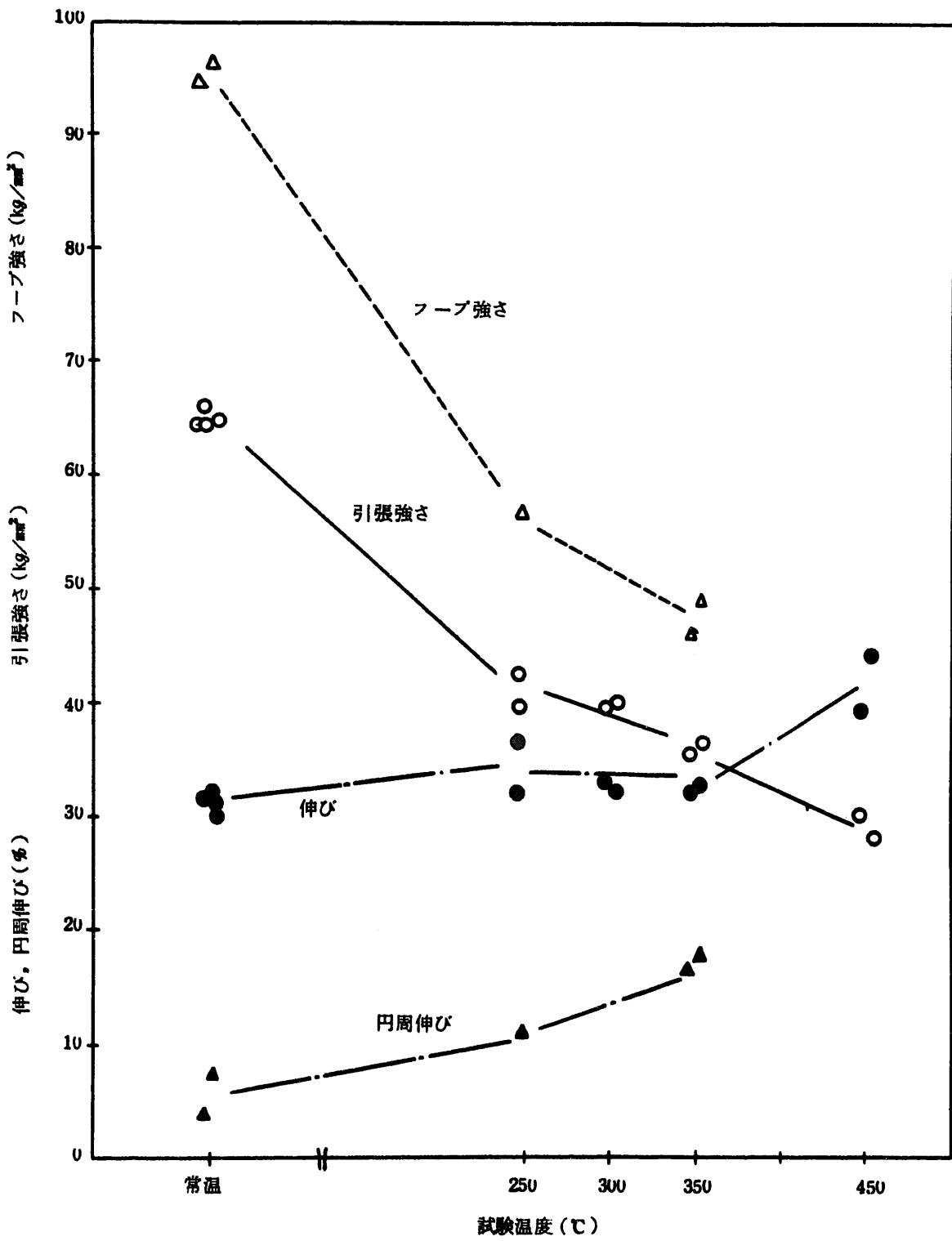


図 11. 引張強さとフープ強さとの比較

現在のところ、内圧破壊試験における円周伸びを購入仕様書にとり入れる際には、  
 “目標値で15%以上”の表現である。規定値としてとり入れる場合には、管製造メ  
 ーカーとの間に試験方法の詳細にわたる打合せが必要であろう。

#### 4.3 押し拡げ試験結果

押し拡げ試験結果を表3に示した。写真3にも示したように、59.5%の拡がり率  
 を示した試験片はかなり座屈が生じている。他の試験片は、拡がり率50%のときに  
 亀裂が生じた。しかし、いずれも、規格値の15%を超えている。

表 3 押し拡げ試験結果

番 号	押し拡げ率(%)	試験後の外観
K109 (1)	59.5	坐屈を生じた。
K109 (2)	51.5	亀裂(小)が1個生じた。

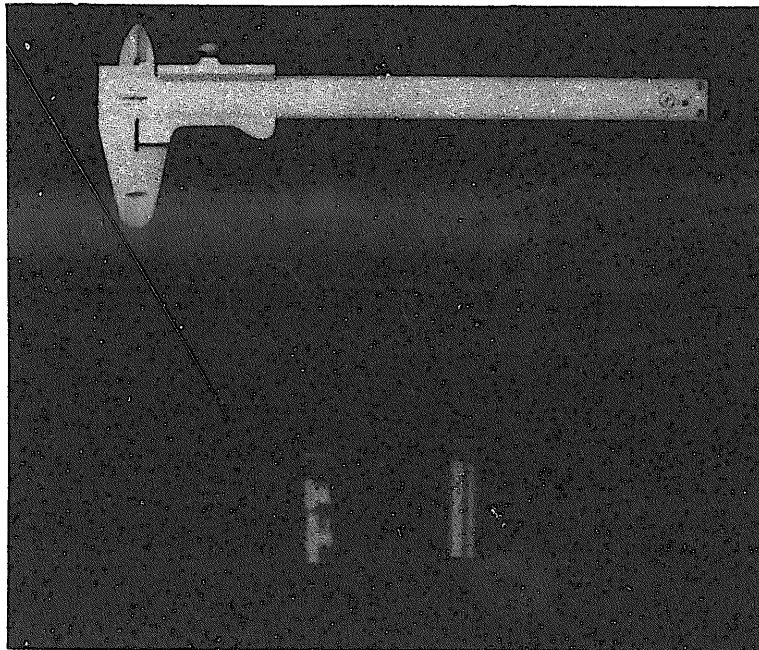


写真3 押し拡げ試験後の試験片の外観

#### 4.4 扁平試験結果

扁平試験は、本来ステンレス鋼管についての実用試験であり、ジルカロイ管ではとくに規定されていない<sup>(1)</sup>ので、参考試験として行なった。表4に扁平試験の結果を示した。試験後の試験片の様相を写真4に示した。

表 4 扁平試験結果

	扁平率(%)	試験後の外観
K109 (1)	43.8	微小亀裂あり(1個)
K109 (2)	31.1	微小亀裂あり(3個)



写真 4 扁平試験後の外観

#### 4.5 硬さ試験結果

硬さ試験の結果を表5に示した。横断面については、内表面部、外表面部とも各4点の平均であり、縦断面については10点測定の前平均である。横断面試料について、管肉厚の内表面部、中央部、外表面部の硬さを調べたが、有意差は認められなかった。

表 5 SGHWR照射用被覆管のピッカース硬さ値

	横断面			縦断面
	内表面部	中央部	外表面部	
ピッカース硬さ	222	227	224	235

#### 4.6 腐食試験結果

腐食試験結果を表6に示した。表面は艶のある均一な黒色酸化膜を呈し、異常腐食は認められない。

表 6 オートクレーブ腐食試験結果

	腐食増量	試験後の表面
K109 (1)	15mg/dm <sup>2</sup>	艶のある均一黒色酸化膜
K109 (2)	15mg/dm <sup>2</sup>	艶のある均一黒色酸化膜

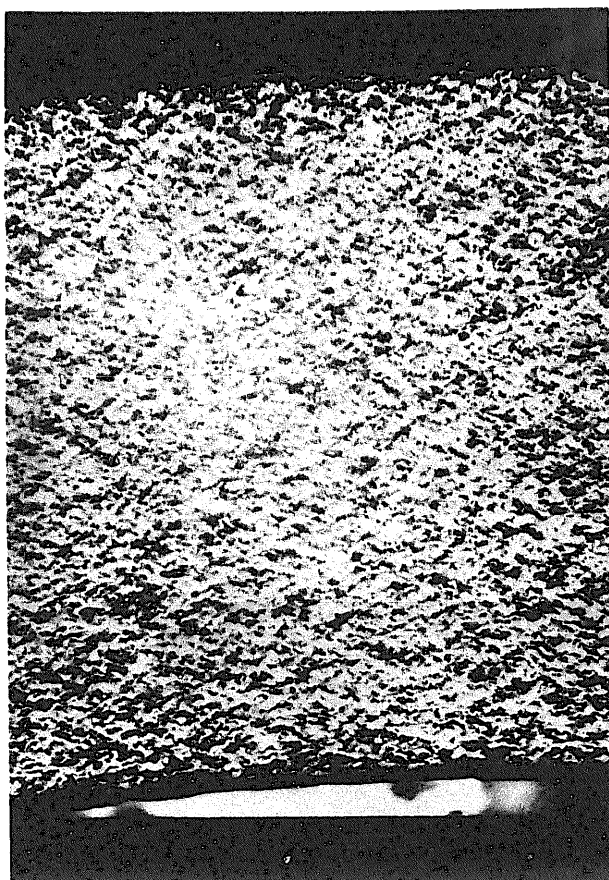
#### 4.7 結晶粒度

横断面、縦断面の金属顕微鏡写真を写真6に示した。結晶粒度は、ASTM # 9といずれも細粒である。

#### 4.8 水素化物方位の測定

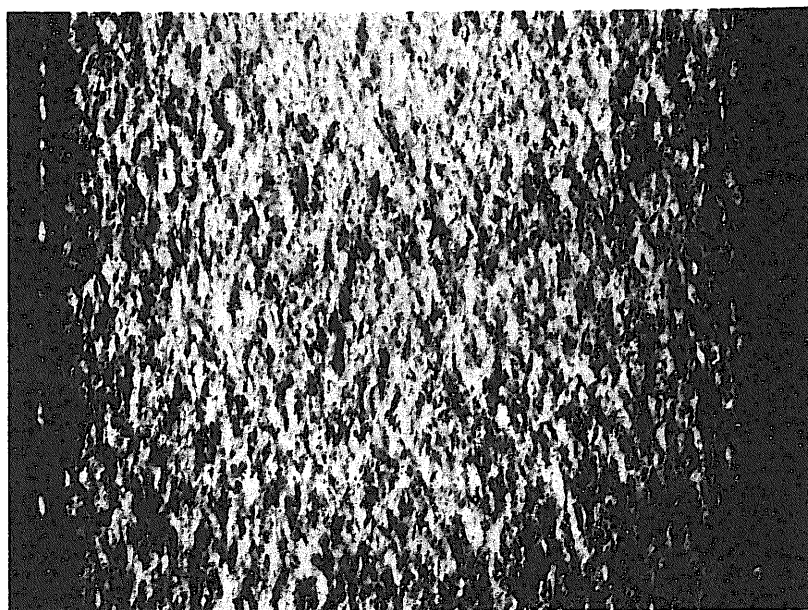
腐食試験後の試験片の横断面、縦断面について100倍で撮影したのが写真7である。水素量は約30ppmと思われる。

$F_n$  値を求めると、 $F_n = 8/86 = 0.09$  と規格値の0.35に比べて著しく低い。管の内外面領域にも半径方向の水素化物は認められない。



外  
↑  
↓  
内

(a) 横断面

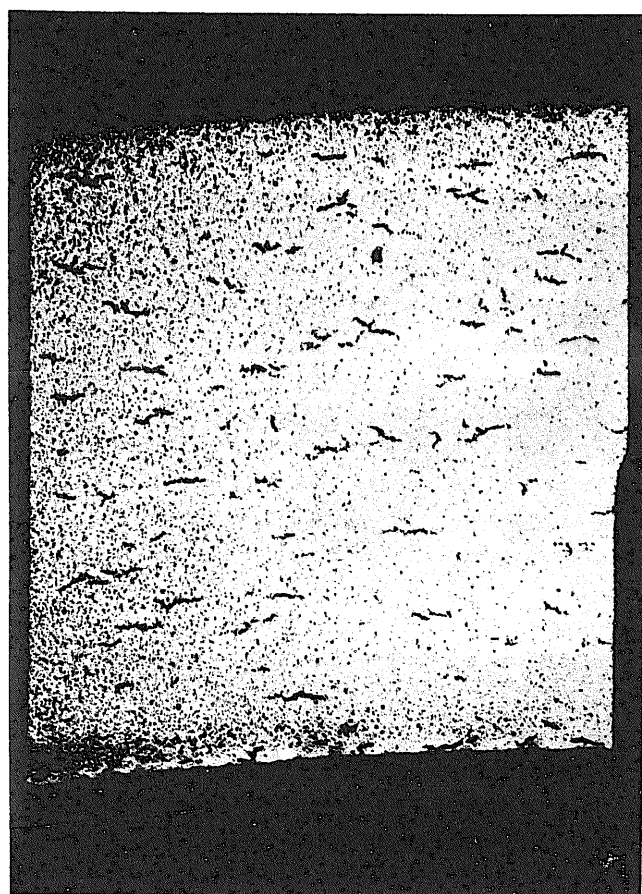


(b) 縦断面

外 ←————→ 内

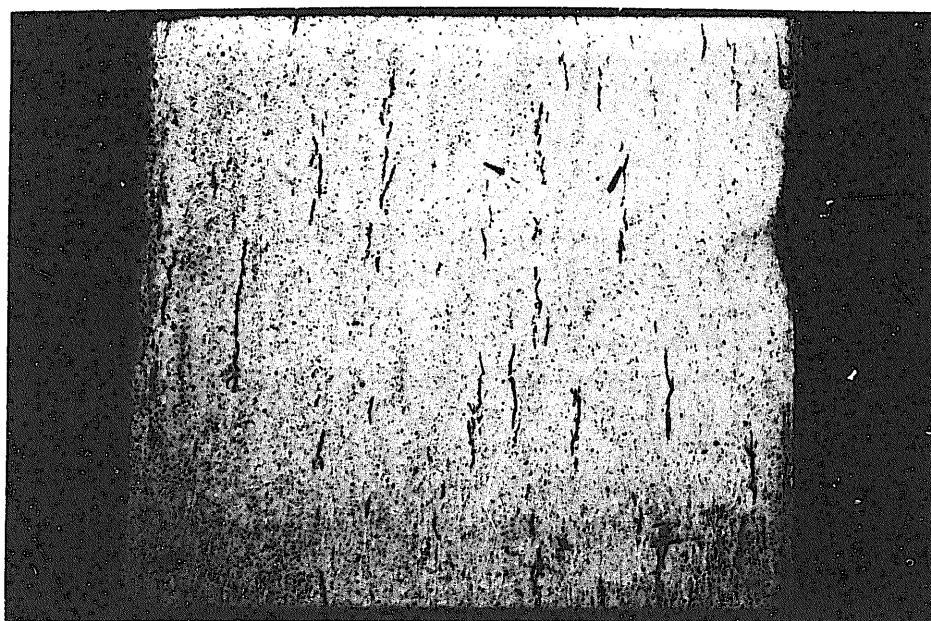
写真5 結晶組織 (×100)





外  
↑  
↓  
内

(a) 横断面



(b) 縦断面

外 ← ————— → 内

写真6 水素化物の様相 (×100)

## 5 ま と め

A T R 第 5 次 照 射 と し て 行 な う S G H W R 照 射 用 燃 料 集 合 体 に 使 用 す る ジ ル カ ロ イ - 2 被 覆 管 の 評 価 試 験 を 行 な っ た 。 そ の 結 果 は 次 の よ う に ま と め ら れ る 。

- (1) 常 温 ~ 4 5 0 ° C に お け る 引 張 性 質 - 温 度 の 関 係 が 得 ら れ た 。
- (2) 常 温 ~ 3 5 0 ° C に お け る 耐 圧 性 質 - 温 度 の 関 係 が 得 ら れ た 。
- (3) 評 価 試 験 の 結 果 は ， 管 製 造 メ ー カ ー に よ る 試 験 値 と の 間 に は 円 周 伸 び 値 を 除 き 有 意 差 は 認 め ら れ ない 。
- (4) 購 入 仕 様 値 を す べ て 満 足 し て い る 。

## 6 参 考 文 献

- (1) ASTM Specification B353-69
- (2) 「 ス テ ン レ ス 鋼 ・ ジ ル カ ロ イ 被 覆 管 の 押 し 払 げ 試 験 法 」  
旧 原 子 燃 料 公 社 検 査 専 門 委 員 会 ( A . 3 . 1 2 )
- (3) J I S Z 2 2 4 4 「 ビ ツ カ ー ス か た さ 試 験 方 法 」
- (4) 「 Aqueous corrosion testing of sample of zirconium and zirconium alloys 」  
ASTM Specificification G2-67
- (5) 「 ジ ル カ ロ イ 被 覆 管 の 腐 食 試 験 法 」  
旧 原 子 燃 料 公 社 検 査 専 門 委 員 会 ( A . 3 . 6 )
- (6) 「 ジ ル カ ロ イ 被 覆 材 の 結 晶 粒 度 測 定 法 」  
旧 原 子 燃 料 公 社 検 査 専 門 委 員 会 ( A . 3 . 9 )
- (7) 「 軽 水 炉 燃 料 被 覆 管 の ふ る ま い 」 原 案 協 報 告 - 2 4
- (8) B.A.Cheadle & K.P.Steward; Trans.AIME 239(1967)504
- (9) O.K.Kallstrom ; J. Nucl.Mater.31(1969)111
- (10) 「 ジ ル カ ロ イ 管 の 耐 圧 挙 動 — と く に 試 験 法 の 相 違 に よ る 破 裂 時 の 周 伸 び に つ い て 」  
: A T R 本 部 - 検 査 課 定 例 打 合 せ 会 資 料
- (11) 「 発 電 用 核 燃 料 体 検 査 指 針 」 日 本 電 気 協 会

## 添付資料 I

## 購入及び製作仕様書

○ 仕様 No ATR-M-280

## (1) 製品明細

材 質            ジルカロイ-2  
 寸 法            外径 16.70 mm × 内径 16.85 mm × 長さ 4150 mm  
 本 数            50本

## (2) 製作仕様

- 2-1)  鑄塊は消耗電極式多重真空アーク溶解により溶製する。  
 2-2)  管は熱間押出後冷間加工を施し、継目なく製作する。  
 2-3)  管は歪取り焼鈍を実施する。  
 2-4)  ロットについては、同一インゴット材料で、同時に真空焼鈍を行ない、同一に冷間加工、歪取焼鈍をした管を同一ロットとする。

## (3) 品 質

3-1)  化学成分は、ASTM B353-64T Grade (RA-1)における規格を満足する。但し、酸素量は900ppm以上、1500ppm以下とする。

3-2)  機械的性質は下記の通りとする。

	室 温	343°C
引張強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	≥ 49	≥ 29
降伏強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	≥ 42	≥ 23
伸 び (%)	≥ 15	≥ 15

3-3)  寸法公差および真直度は下記の通りとする。

外 径	16.70 $\begin{matrix} +0.00 \\ -0.08 \end{matrix}$ mm	内径	14.85 ± 0.05 mm
肉 厚	0.85 mm	以上	
長 さ	4,150 + 5 mm		
真 直 度	0.25 mm	以下	

3-4)  管破裂強度は750 Kg/cm<sup>2</sup>以上とする。円周伸びは15%以上を目標とする。

3-5)  押し抜け性質は、外径の15%迄ワレを生じることなく押抜けられるものとする。

- 3-6) 管表面は清浄で酸化物、潤滑剤、バリその他有害物の存在が認められないものとする。また酸洗後の中和、洗滌は充分に行うものとする。表面粗度はJIS Sより良好なものとする。管の内外表面の欠陥は、割れ、穴、条痕、打ち疵などの疵について、深さが0.065mm以上のものは不合格とする。
- 3-7) 腐食性質は399℃、105Kg/cm<sup>2</sup>、3日間の水蒸気中試験での腐食増量が、22mg/dm<sup>2</sup>以下の値とする。3日間での腐食試験に不合格となった場合は、更に14日間の腐食試験を行いその腐食増量は38mg/dm<sup>2</sup>以下とする。腐食試験後の管表面は密着性のある黒色被膜で覆われ、白色または褐色の腐食生成物または被膜の損傷が認められないものとする。
- 3-8) 結晶粒度はASTM#7より細粒とする。(縦・横断面とも)
- 3-9) 方向性水素化物比(fN)は0.35以下とする。

$$\text{但し、} fN = \frac{\text{管半径方向に対し40度以内の角度をもつ板状水素化物の数}}{\text{観察した板状水素化物の総数}} \times 100\%$$

- 3-10) 欠陥検査の合格基準は、下記の標準欠陥以下とする。

標準欠陥	軸方向欠陥	外面、深さ0.090mm、巾0.05mm、長さ0.86mm
		内面、深さ0.090mm、巾0.05mm、長さ0.86mm
	円周方向欠陥	外面、深さ0.090mm、巾0.05mm、長さ0.86mm
		内面、深さ0.090mm、巾0.05mm、長さ0.86mm

#### (4) 試験、検査

- 4-1) 化学分析は、インゴットの上、中、下部について実施する。但し酸素、水素および窒素については製品について分析する。抜取率は1ロットにつき2試片とする。
- 分析方法はJISにもとづく。但しJISに規定のない元素については、ASTM E 146 その他適当な方法とする。
- 4-2) 引張試験はASTM B353-64T 11(a) 項にもとずき実施する。抜取率は1ロットにつき2試片とする。
- 4-3) 寸法測定について(外径、内径)は(エアーマイクロメータ)で測定する。肉厚は(超音波肉厚測定装置)で測定する。長さはJIS 1級認定の巻尺で行う。
- 直真度は(厚みゲージ法)で測定する。測定個所は全長とする。抜取率は全数とする。

- 4-4) 管破裂試験は、室温について実施する。加圧速度は $140\text{Kg}/\text{cm}/\text{分}$ 、方法はクローズドエンド、抜取率は、1ロットにつき2試片とする。
- 4-5) 押抜け試験は、 $60$ 度の角度をもつコーンで実施する。抜取率は1ロットにつき2試片とする。試片の長さは $50\text{mm}$ とする。
- 4-6) 管表面検査は目視で行なう。必要に応じ、拡大鏡、内面検査鏡を用いる。抜取率は全数とする。表面粗度は、(JIS比較法)で行う。
- 4-7) 腐食試験は、ASTMB353-64T Appendix A・2項にもとずき実施する。抜取率は1ロットにつき2試片とする。試片の長さ $50\text{mm}$ とする。
- 4-8) 結晶粒度試験は、ASTM E112にもとずき実施する。抜取率は1ロットにつき縦・横断面各2試片とする。
- 4-9) 水素化物の方向性は、 $399\pm 10^\circ\text{C}$ 、 $105\pm 5\text{Kg}/\text{cm}$ 、72時間の腐食試験を行った管の横断面について実施する。組織の倍率は100倍とし、管肉厚の外表面、中央部、内表面について代表的5視野の板状水素化物の方向性を測定する。
- $f_N$ 値は5視野の合計でもって外表面、中央部、内表面および全肉厚(3層の合計)について算出する。
- 測定に当っては、水素化物の板または湾曲部が $3\text{mm}$ 以上の長さで、その方向が元の方向と異なっている場合、その板または湾曲部は独立した水素化物として取扱うものとする。
- 抜取率は1ロット2試片とする。
- 4-10) 欠陥検査は、水式超音波探傷法で行い、軸方向欠陥は円周方向超音波ビームで、円周方向欠陥は軸方向超音波ビームで探傷する。
- 標準欠陥は3-11項に示すものとし、標準人工欠陥付試験片は動燃殿御支給のものを使用する。
- 4-11) 水素化物の方向性は、水素量 $100\sim 150\text{ppm}$ を目標に水素富化し $28^\circ\text{C}/\text{min}$ 以下の速度で $150^\circ\text{C}$ 迄、冷却した材料について測定する。
- 測定は倍率100倍で、半径方向は全肉厚、円周方向は $50\text{mm}$ の管横断面写真について行う。
- 視野数は5視野/サンプルとし、 $f_N$ は5視野の合計でもって、全肉厚、内表面、中央部、外表面について算出する。
- 抜取率は1ロットにつき2試片とする。

(5) 報 告

- 5 - 1) 化学分析は、指定元素につき分析値。
- 5 - 2) 引張試験は、試験値。
- 5 - 3) 寸法測定および真直度は（合否）。
- 5 - 4) 管破壊試験は、試験値。円周伸びおよびベースト試験後の試験片の写真。
- 5 - 5) 押拵げ試験は、合否。
- 5 - 6) 表面状況は、合否。表面粗度は（判定結果）
- 5 - 7) 腐食試験は、合否。
- 5 - 8) 結晶粒度は、ASTM 粗度番号。
- 5 - 9) 水素化物の方向性試験は、試験値。写真。
- 5 - 10) 欠陥検査は、（合否）。
- 5 - 11) 各報告書は3部提出するものとする。
- 5 - 12) ロット毎の最終冷間加工度と歪取り焼鈍温度。

(6) 梱包その他

- 6 - 1) 全ての管の一端に一連の製品番号および会社名のイニシャルを記入する。
- 6 - 2) 梱包はティッシュペーパーで管をまいたうえ、十分に乾燥した木箱詰めとする。
- 6 - 3) 輸送中変形または傷の発生防止のため、適宜スペーサーを入れるものとする。

添付資料 II

工場立会検査メモ

日時 昭和46年5月4日 9:00~17:30

場所 (株)神戸製鋼所長府北工場

出席者 (神戸側)大西, 田中ほか

(PNC ATR本部)真鍋, 角田 (PNC検査課) 青木

立会検査:

検査対象は下記契約にもとづく工場製品の中間検査を実施したものである。

品名	ジルカロイ-2 燃料被覆管
数量	50本
契約番号	45業1-A-0350
契約先	(株)神戸製鋼所
納期	昭和46年5月20日

検査は以下の項目にしたがって実施し, また納入などについての打合せも行った。

(1) 製造条件, ミルシートなどの確認

1) 製品の最終処理条件など

最終冷間加工度 64% (3ロール圧延機により加工)

歪取り焼鈍温度 495℃

最終表面処理 酸洗仕上げ

製品番号はK101~K150の連続番号で熱処理は1ロットである。

2) 分析値など

素材インゴットはWah Chang社より購入したものを使用したため, インゴットの分析値はWah Chang社の値である。

「資料1」により分析値が規格値以内であることを確認した。しかし, O.H.N. についての製品分析値は現在分析中である。

3) 機械的性質など

下記の試験項目についてその試験値が規格内の値であることを「資料1」により確認するとともに, その試験後試験片を点検した。

なお試験後試験片は製品とともにPNCに提出してもらったこととした。

① 常温および343℃における引張強さ, 0.2%耐力ならびに伸び。

② 押拵げ試験の結果

- ③ 内圧破裂試験による破裂圧および破裂時円周伸び、(円周伸びについては、細かいジルコニウム箔を破裂部に巻いて測定した。)
- ④ 管のタテ方向断面とヨコ方向断面の結晶粒度番号
- ⑤ 腐食試験の腐食増量の合否  
(腐食増量：試料1 13.6 mg/dm<sup>2</sup>，試料2 13.2 mg/dm<sup>2</sup>，)
- ⑥ 水素化物方位 F<sub>n</sub> の値

## 1) 腐食試験片試料により観察したものについて

	試料 No 1	試料 No 2
外表面	0	0.04
中央部	0.09	0.03
内表面	0	0
全肉厚	0.05	0.03

## 2) 水素量を 100~150 ppm としたものについて —— 試験準備中

## (2) 工場製品の非破壊検査結果の確認

	社内検査		立会検査		
	方法	結果	方法	抜取率	結果
員数	—	—	目視	全数	50本を確認
外觀	目視	合格を確認	内外表面を目視により概査	全数	良 (一部に小さな穴あり)
表面あらさ	目視	<3S	外表面を目視	全数	1~2S程度
内径	エア・マイクロメータで長さ方向にスベイルに走査	測定チャートを確認(資料3, 資料4参照)	社内検査#に同じ	偶数本のもの25本	測定記録による, (資料3, 資料5参照)
外径		合格を確認	管の両端, 中央部の直角2方向の外径をマイクロメータで測定	(同上)	測定記録による。 (資料6参照)
肉厚	Vidigageにて長さ方向にスベイルに走査	測定チャートを確認(資料7, 資料8参照)	社内検査#に同じ, 及び両管端の最大値, 最小値をマイクロメータで測定	20本抜取り 偶数本のもの25本	測定記録による (資料6, 資料7, 資料9参照)
長さ	スケール	合格を確認	—	—	—
直真度	定盤上で管との間隙をシツクネスゲージで測定	1/1200以上	社内検査#に同じ	偶数本のもの25本	測定記録による (資料6参照)
欠陥	超音波水浸法による。	測定チャートを確認(資料7, 資料8, 資料10, 参照)	社内検査#に同じ	20本抜取	測定記録による (資料7, 資料9, 資料10, 参照)



(3) 立会検査の総評および打合せ事項

以上立会検査の結果以下の点について相互に打合せた。

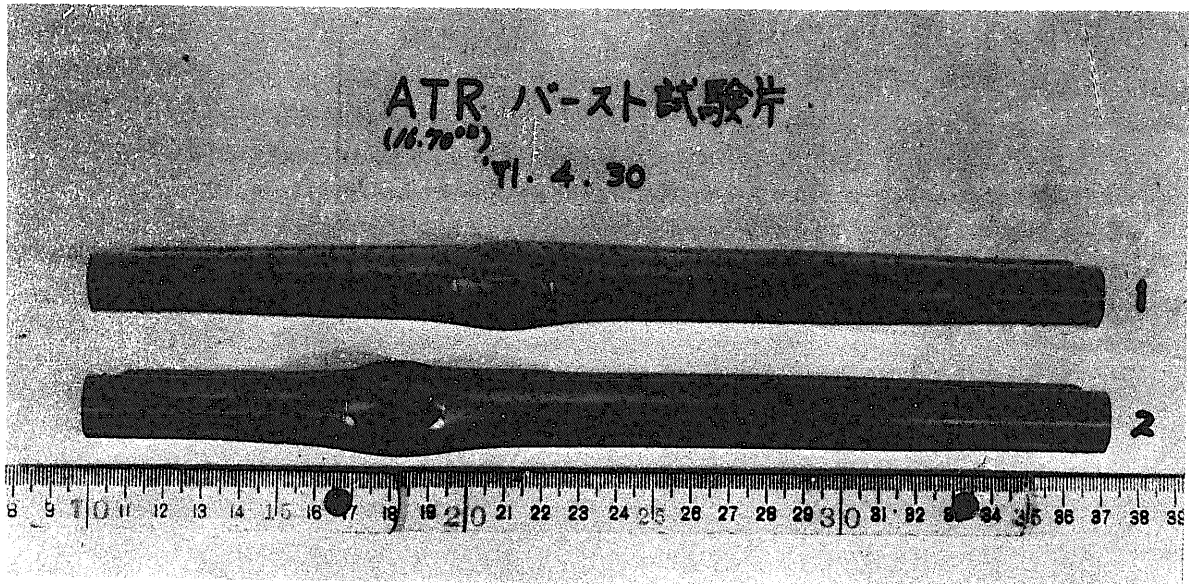
- (1) 製品について分析するO.H.N については近日中に分析値を出す。
- (2) 水素化物方位 $E_H$ の値について、水素量を100~150PPMとして観察するものについては追加して測定値を報告する。
- (3) 真直度の測定法には疑問があり、購入仕様で規定する局部的曲り0.25mm以上の箇所が存在すると思われるが、この曲りの矯正は製品がPNC 東海事業所に搬入された後、神鋼側が東海へ出張して行なうこととする。
- (4) 超音波深傷による欠陥検査は標準人工欠陥の形状が疑問であるので、PNC の受入検査をもって、最終的合否を決定する。

このために神鋼側は標準人工欠陥加工用の被覆管およそ1mを用意する。

- (5) 製品は5月11日~13日頃にPNC 東海事業所へ到着するように神鋼側より送付する。
- (6) 破壊試験片(引張試験片、内圧破裂試験片、腐食試験片など)の残片を製品とともにPNCへ送付する。また同時に神鋼側が使用した欠陥深傷用超音波標準人工欠陥試験片を送付する。(なおこの人工欠陥試験片はPNCの受入検査終了後神鋼側へ返却する。)

○ 資料 1 (添付資料Ⅲ ミルシート参照)

○ 資料 2



○ 資料 3

内径測定結果

(購入規格  $14.850 \pm 0.050 \text{ mm}$ )

(測定方法：空気マイクロメーターにより長さ方向にスパイラルに走査)

管番号	社内検査結果 (mm) ※			立会検査結果 (mm)		
	Max	Min	Av.*	Max	Min	Av.*
101	14842	14824	14831			
102	849	828	835	14847	14824	14832
103	851	835	840			
104	847	829	834	846	822	833
105	843	828	832			
106	841	827	831	844	822	832
107	841	826	832			
108	841	828	832	843	825	832
109	846	826	832			

管番号	社内検査結果 (mm)※			立会検査結果 (mm)		
	Max	Min	Av.*	Max	Min	Av.*
110	14856	14831	14838	14848	14829	14838
111	852	831	835			
112	843	831	837	848	830	837
113	845	828	833			
114	849	829	837	849	827	837
115	847	829	833			
116	844	822	832	844	824	831
117	849	828	837			
118	843	828	833	844	828	834
119	849	823	833			
120	852	827	836	844	823	833
121	847	832	836			
122	854	830	838	851	826	834
123	839	825	832			
124	844	830	834	845	824	833
125	844	821	831			
126	846	832	836	842	825	832
127	840	828	832			
128	846	831	838	848	829	837
129	852	832	838			
130	842	827	833	846	823	833
131	843	828	833			
132	839	825	832	841	825	833
133	845	831	835			
134	846	827	832	843	828	834
135	841	826	834			
136	844	828	833	844	826	833
137	846	822	834			
138	842	825	832	839	823	831
139	848	831	836			
140	842	830	833	846	828	834
141	867	841	846			
142	842	830	833	843	825	833
143	841	829	833			
144	842	828	833	844	825	833
145	840	826	833			

管番号	社内検査結果 (mm)			立会検査結果 (mm)		
	Max	Min	Av.*	Max	Min	Av.*
146	14845	14829	14.833	14.843	14.826	14.832
147	859	832	840			
148	863	830	838	854	824	835
149	844	828	835			
150	846	829	835	852	823	836

\* 平均値は走査チャートより，目測値により判定

※ 神鋼側測定チャートより記録

○ 資料 4 (略)

○ 資料 5 (略)

○ 資料 6

Tube No	Position	INSIDE DIAMETER mm		THICKNESS mm		OUTSIDE DIAMETER			STRAIGHTNESS
		Max	Min	Max	Min	Max			
Spec (mm)		14850 ± 0.050		> 0.850					> 0.25
		14900	14800			TOP	MID	BOT	
K102	A	14847	14824	0.914	0.886	16.638	16.646	16.639	<1.0/1200
	B			920	880	636	644	636	
K104	A	846	822	910	890	643	650	645	"
	B			920	879	639	647	640	
K106	A	844	822	918	880	641	652	645	"
	B			918	890	636	648	643	
K108	A	843	825	905	890	649	645	646	"
	B			905	888	638	641	640	
K110	A	848	829	910	880	640	648	641	"
	B			920	874	636	646	640	
K112	A	848	830	920	878	655	652	648	"
	B			910	890	650	650	645	
K114	A	849	827	918	880	652	657	649	"
	B			915	885	638	650	645	
K116	A	844	824	914	886	651	652	649	"
	B			918	882	644	646	646	

Tube No	Position	INSIDE DIAMETER <small>mm</small>		THICKNESS <small>mm</small>		OUTSIDE DIAMETER			STRAIGHT- NESS
		Max	Min	Max	Min	Max			
Spec (mm)		14850 ± 0.050		> 0.850		TOP	MID	BOT	> 0.25
		14900	14800						
K118	A	844	828	0.915	0.890	16647	16653	16643	<1.0/1200
	B			920	890	641	645	642	
K120	A	844	823	922	880	642	647	656	#
	B			930	876	640	642	647	
K122	A	851	826	910	895	645	656	657	#
	B			922	892	643	654	651	
K124	A	845	824	920	893	649	640	653	#
	B			925	885	640	634	641	
K126	A	842	825	920	890	650	660	650	#
	B			920	890	649	654	642	
K128	A	848	829	912	873	640	651	643	#
	B			922	879	637	650	640	
K130	A	846	823	925	880	653	657	657	#
	B			930	880	648	650	652	
K132	A	841	825	916	892	645	640	648	#
	B			915	890	640	638	642	
K134	A	843	828	918	891	653	655	655	#
	B			922	880	650	653	654	
K136	A	844	826	910	895	651	654	650	#
	B			920	880	650	651	644	
K138	A	839	823	920	892	655	656	658	#
	B			922	800	652	654	657	
K140	A	846	828	922	872	627	638	642	#
	B			931	872	625	637	640	
K142	A	843	825	932	876	640	650	644	#
	B			930	880	639	648	641	
K144	A	844	825	910	881	640	644	642	#
	B			922	875	633	640	641	
K146	A	843	826	935	872	650	650	650	#
	B			931	875	647	641	648	
K148	A	854	824	918	888	645	655	648	#
	B			930	870	642	653	643	
K150	A	8522	823	920	891	640	648	645	#
	B			910	881	635	642	638	

## ○ 資料 7

## 管肉厚・欠陥検査結果

管 座	社 内 検 査		立 会 検 査			管肉厚(マイクロメータ) (mm)
	欠 陥 (U.S)	管 肉 厚(mm) (Vidigage)	欠 陥 (U.S)	管肉厚 (Vidigage) (mm) Mi n~Ma x	Av.	
101	無欠陥	0.91~0.93	無欠陥	0.885~0.915	0.905	
102	"	0.91~0.93	"	0.880~0.925	0.905	0.880~0.920
103	"	0.85~0.92	"	0.860~0.920	0.900	
104	"	0.90~0.92	"	0.880~0.925	0.905	0.879~0.920
105	"	0.88~0.92	"	0.865~0.920	0.900	
106	"	0.91~0.93				0.880~0.918
107	"	0.90~0.92				
108	"	0.91~0.93				0.888~0.905
109	"	0.91~0.92				
110	"	0.90~0.93				0.880~0.920
111	"	0.91~0.93				
112	"	0.91~0.93				0.878~0.920
113	30μ欠陥信号	0.91~0.93	無欠陥	0.880~0.925	0.905	
114	無欠陥	0.91~0.92				0.880~0.918
115	"	0.91~0.92	無欠陥	0.885~0.920	0.905	
116	"	0.91~0.92				0.882~0.918
117	"	0.91~0.93				
118	"	0.88~0.91				0.890~0.920
119	"	0.91~0.92	無欠陥	0.890~0.920	0.905	
120	"	0.90~0.92				0.876~0.930
121	50μ欠陥信号	0.86~0.91	無欠陥	0.890~0.925	0.905	
122	無欠陥	0.91~0.92				0.892~0.922
123	"	0.90~0.92				
124	"	0.91~0.92	無欠陥	0.875~0.915	0.895	0.885~0.925
125	"	0.90~0.92				
126	"	0.90~0.92				0.890~0.920
127	"	0.89~0.92	無欠陥	0.885~0.925	0.910	
128	"	0.88~0.91				0.873~0.922
129	"	0.90~0.92	無欠陥	0.875~0.920	0.895	
130	"	0.77~0.93				0.880~0.930
131	"	0.90~0.92				
132	"	0.91~0.92				0.890~0.916
133	"	0.91~0.92	無欠陥	0.880~0.920	0.905	

	社内検査		立会検査			
	欠陥	管肉厚(mm)	欠陥	管肉厚(Vidigage) (mm)		管肉厚(マイクロメータ)mm
134	無欠陥	0.91~0.92				0.880~0.922
135	"	0.89~0.92	無欠陥	0.885~0.925	0.905	
136	"	0.88~0.92				0.880~0.920
137	"	0.89~0.91	無欠陥	0.890~0.920	0.905	
138	"	0.89~0.92				0.892~0.922
139	"	0.85~0.92	無欠陥	0.875~0.915	0.900	
140	"	0.85~0.92	"	0.865~0.915	0.890	0.872~0.931
141	"	0.88~0.92				
142	"	0.90~0.93				0.876~0.932
143	"	0.85~0.92	無欠陥	0.875~0.920	0.900	
144	"	0.86~0.92	"	0.865~0.915	0.895	0.875~0.922
145	"	0.87~0.92	"	0.865~0.915	0.895	
146	"	0.86~0.92				0.872~0.935
147	"	0.91~0.92				
148	"	0.90~0.92				0.870~0.930
149	"	0.91~0.92				
150	"	0.91~0.92				0.881~0.920

○ 資料 8 (略)

○ 資料 9 (略)

○ 資 料 1 ○

超音波探傷時の欠陥検出感度の管理状況

社 内 検 査					立 会 検 査									
探傷実施日：4月28日					探傷実施日：5月4日									
管送り速度：350mm/min					管送り速度：350mm/min									
管回転数：1400rpm					管回転数：1400rpm									
周波数：12MC					周波数：12MC									
STBの欠陥信号高さ(目盛数)					STBの欠陥信号高さ(目盛数)									
(STB 欠陥形状)	軸方向				周方向		(STB 欠陥形状)	軸方向				周方向		
	外 面		内 面		外 面			外 面		内 面		外 面		
	50μ	70μ	120μ	70μ	45μ	78μ		50μ	70μ	120μ	70μ	45μ	78μ	
STB 1,	4,	9,	10,	15,?	5, 11,		STB 1,	5,	8,	14,	16,?	4, 14,		
(探傷管径)	K136, K146, K127,						(探傷管径)	K101, K102, K103, K104, K105, K121,						
STB 2,	6,	8,	10,	14,?	4, 12,		STB 2,	3,	8,	14,	17,?	4, 13,		
(探傷管径)	K145, K139, K144, K137, K103,						(探傷管径)	K129, K139, K143, K145, K140, K124, K144,						
STB 3,	4,	9,	10,	16,	3, 13,		STB 3,	5,	9,	12,	17,?	3, 13,		
(探傷管径)	K138, K141,						(探傷管径)	K113, K115, K119, K127, K137,						
STB 4,	4,	6,	10,	14,?	5, 12,		K135, K133,							
(探傷管径)	K140, K135, K143,						STB 4,	7,	8,	15,	14,?	3, 13,		
STB 4,	6,	10,	16,	19,?	4, 11,									
(探傷管径)	K105, K128, K118, K121, K131,													
K126,														
STB 5,	3,	6,	9,	13,?	2, 17,		(社 内 検 査)							
(探傷管径)	K129, K130,						STB10,	5,	6,	11,	13,?	3, 14,		
STB 6,	7,	10,	12,	?	5, 14,		(探傷管径)	K108, K113, K101, K112, K106,						
(探傷管径)	K124,						K111, K147,							
STB 7,	5,	7,	9,	?	5, 13,		STB11,	6,	9,	11,	18,?	5, 14,		
(探傷管径)	K149, K148,						(探傷管径)	K115, K119, K109, K114, K107,						
STB 8,	3,	6,	7,	13,?	4, 18,		STB12,	5,	8,	13,	17,?	4, 13,		
(探傷管径)	K150, K125, K116, K122, K134,						(探傷管径)	K110, K102, K117,						
K132,														
STB 9,	3,	6,	8,	12,?	4, 11,									
(探傷管径)	K142, K120, K133, K123, K104,													

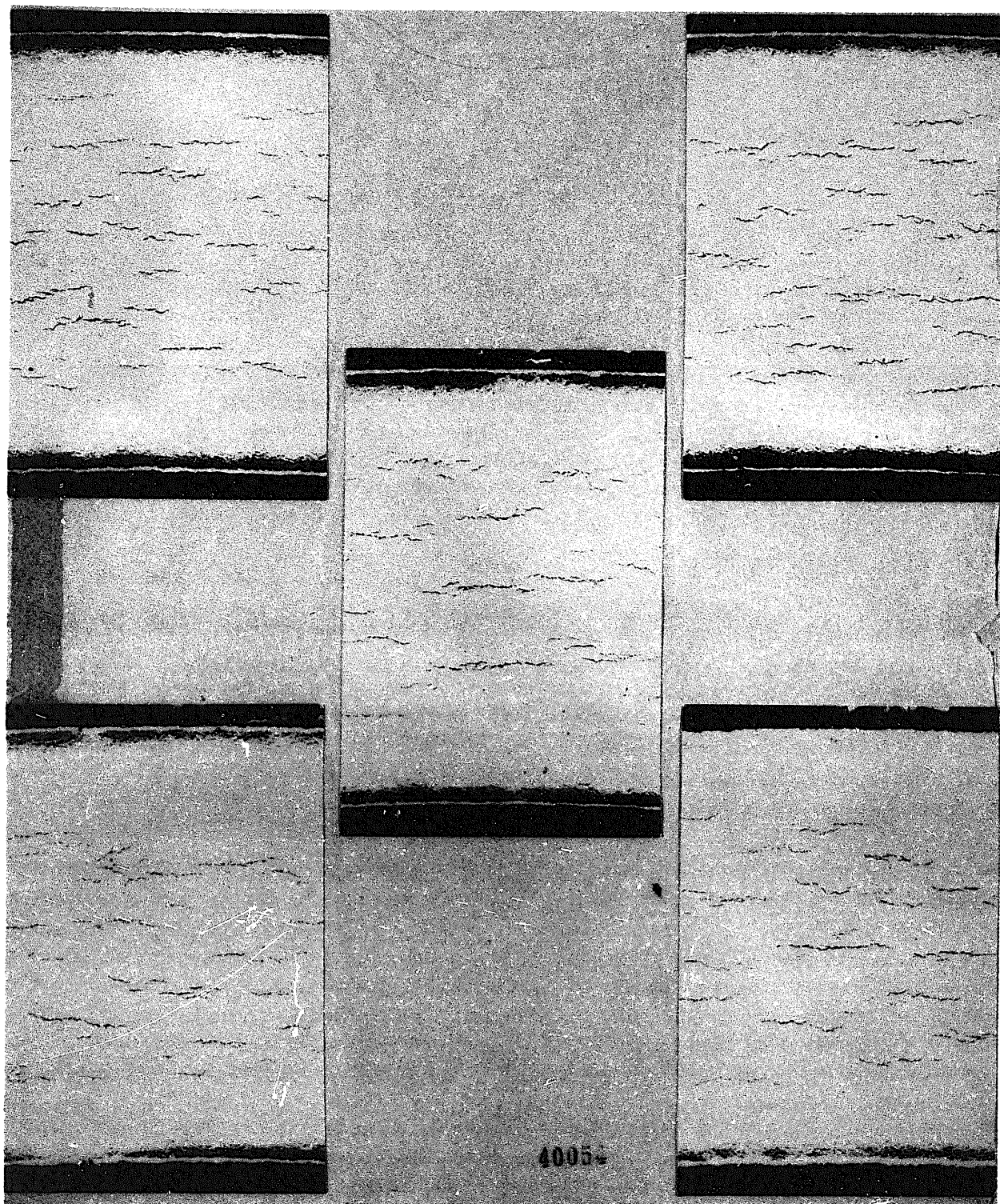
STBの欠陥は圧痕法により加工したものの





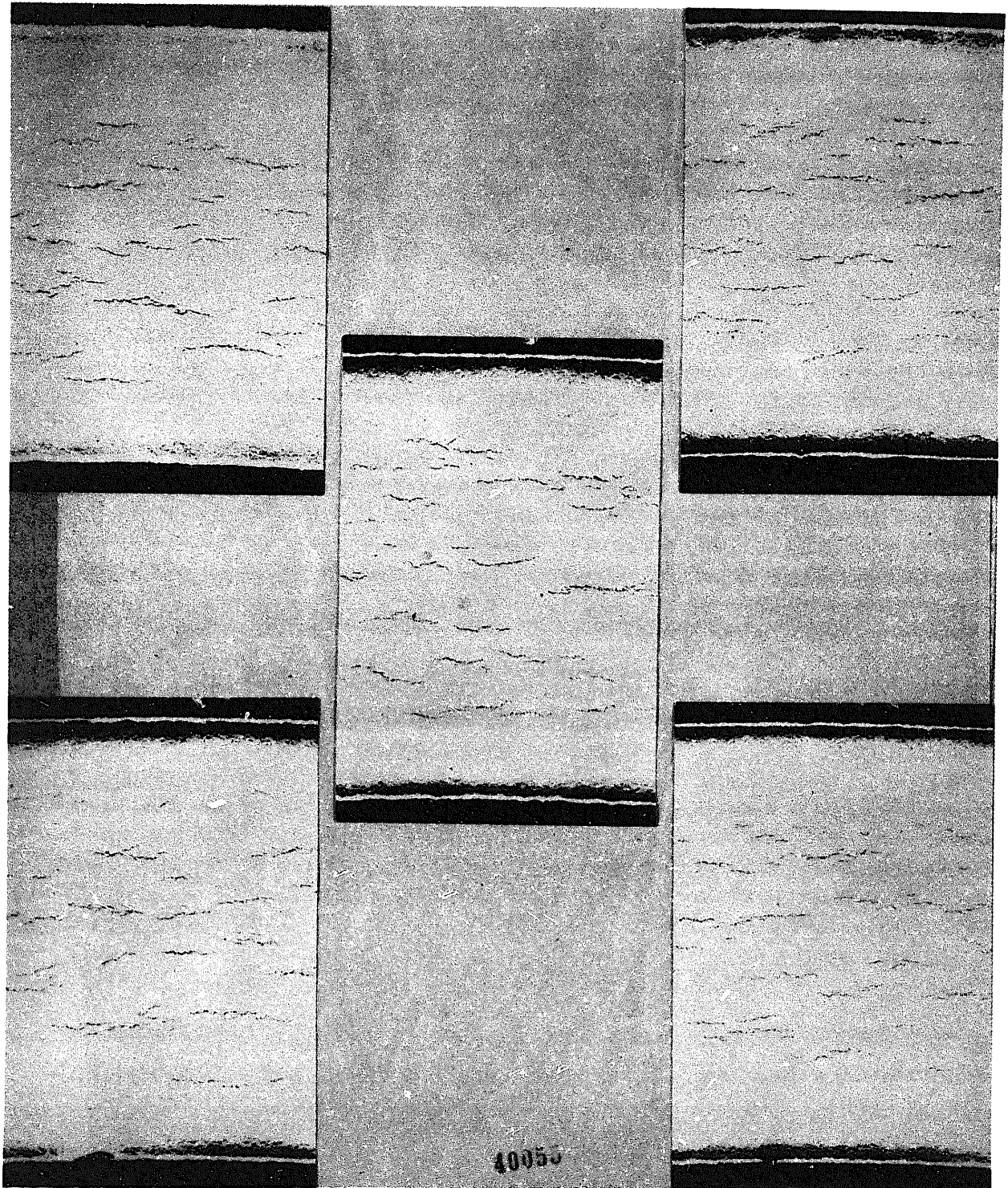
水素化物方向性（水素富化）写真（×80）

(1)



水素化物方向性(水素富化)写真 (×100)

(2)



添付資料Ⅳ

## PNC 非破壊検査結果

S46.5.14 技術部検査課

### ○ 非破壊検査要領

#### 1. 外観検査

1.1 外表面欠陥：管の外径表面に存在する欠陥を肉眼で観察し、次の事項を記録すると同時に以下に示すクラスに分類する。

- (1) 深さ10 $\mu$ 以下および20～65 $\mu$ 程度の傷の存在状況
- (2) 深さ65 $\mu$ 以上の傷の存在
- (3) 傷とりの修正を行なったあとの状況

クラスの分類 A：欠陥のほとんど認められないもの。

B：深さ10 $\mu$ 以下の傷が認められるもの

C：深さ10～30 $\mu$ 程度の傷が認められるもの

D：深さ30～50 $\mu$ 程度の傷、または傷とり修正を行なったあとが認められるもの

E：深さ50～65 $\mu$ 程度の傷、または傷とり修正を行なったあとが著しく認められるもの

F：深さ65 $\mu$ 以上の傷、または傷とり修正による肉厚の減少が65 $\mu$ 以上に達すると認められるもの

1.2 外表面アラサを肉眼で検査し、JIS標準アラサ試験片と対比して合否で表示する

#### 2. 長さの検査

1 $\text{mm}$ 目盛のスケールと対比して、 $\text{mm}$ 単位で全長を表示する。

#### 3. 真直度検査

定盤上で被覆管を回転させて、定盤と被覆管の間隙が最大になったと思われるところで、この間隙をシツクネスゲージを使って測定し、記録する。

#### 4. 肉厚検査

0.01 $\text{mm}$ 目盛のマイクロメータ（肉厚測定用）を用いて管の両端で45度ずつ回転しと各8点（計16点/本）の肉厚を測定し、その最大値、最小値を記録する。

## 5. 直径検査

- 5.1 外径：空気マイクロメータを用いて管を自転させながら（全長で約4回転）全長にわたり測定する。なお走査方向は管を90°回転して2回の走査の測定値よりその最大値および最小値を0.001mm単位で測定する。
- 5.2 内径：空気マイクロメータを用いて管を自転させながら（全長で約4回転）全長にわたり測定する。なお走査方向は管を90°回転して2回の走査の測定値よりその最大値および最小値を0.001mm単位で測定する。

## 6. 欠陥検査

## 1. 超音波探傷：横波伝播を用いる水浸反射法で探傷

装置 Sperry UM-721 型探傷器，球面焦点小型探触子（チタン酸バリウム振動子）を使用

周波数 10 MHz，ビーム入射角（伝播角 45 度）

パルスのくり返し周波数 6.0 KHz，走査速度約 300 mm/min

ビームラップエリア 50%

標準人工欠陥（放電加工法により加工），軸円周方向深さ 90 μ

長さおよそ 1.0 mm

巾およそ 50 μ

クラスの分類 A：標準人工欠陥と比較して 45 μ 以下の欠陥信号しか記録されなかったもの

B： " 45～90 μ の信号とほぼ同時の欠陥信号が記録されたもの

C： " 90 μ 程度の欠陥信号が記録されたもの

D： " 90 μ 以上と思われる欠陥信号が記録されたもの

## 7. 超音波による肉厚測定：欠陥探傷と同時に肉厚測定を行う。

装置，ピテゲージ Model 14-H

測定周波数 6～12 MHz

探触子 16 MHz

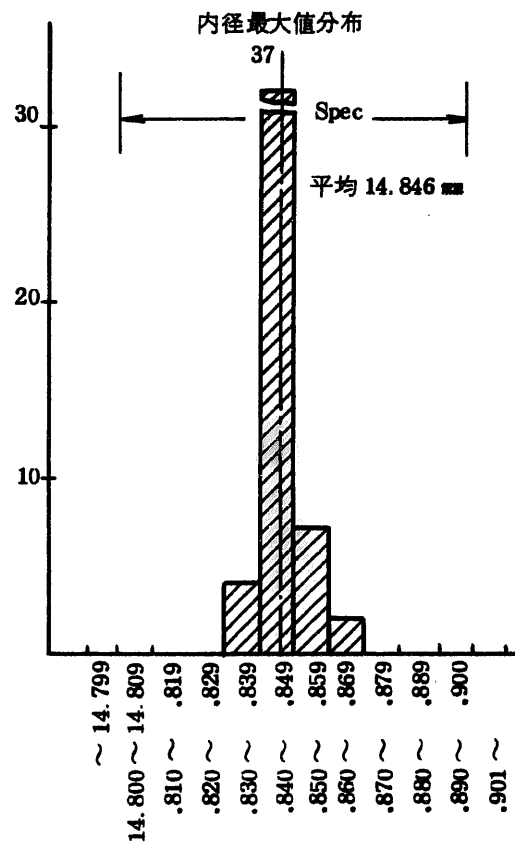
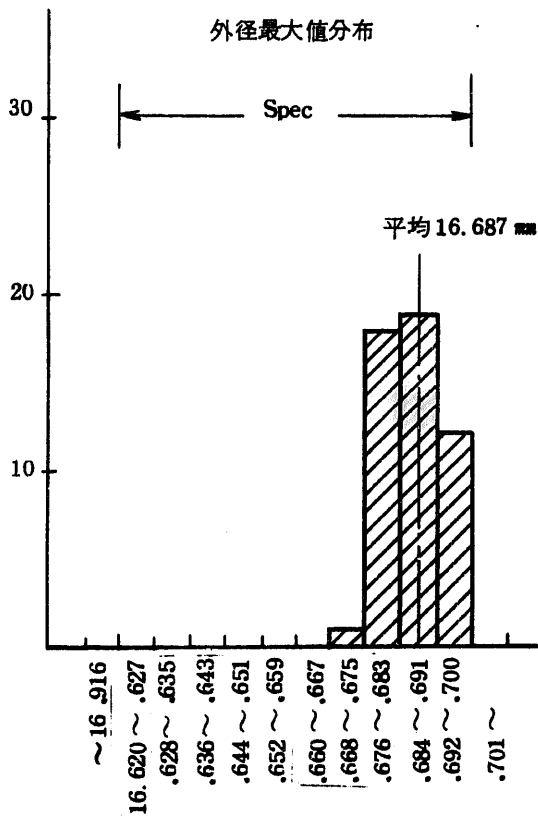
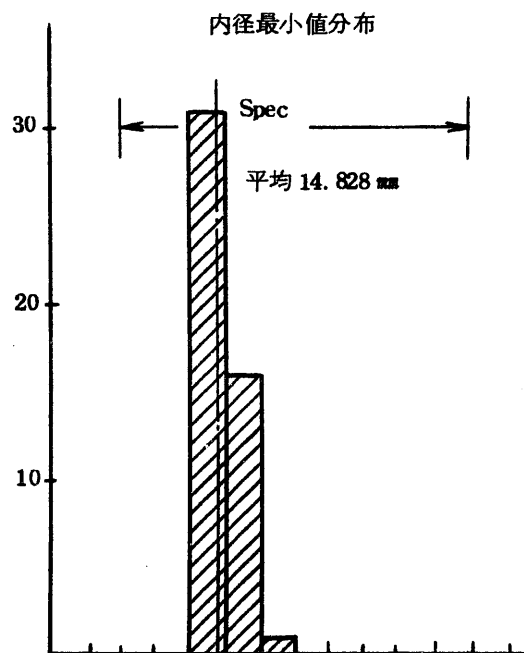
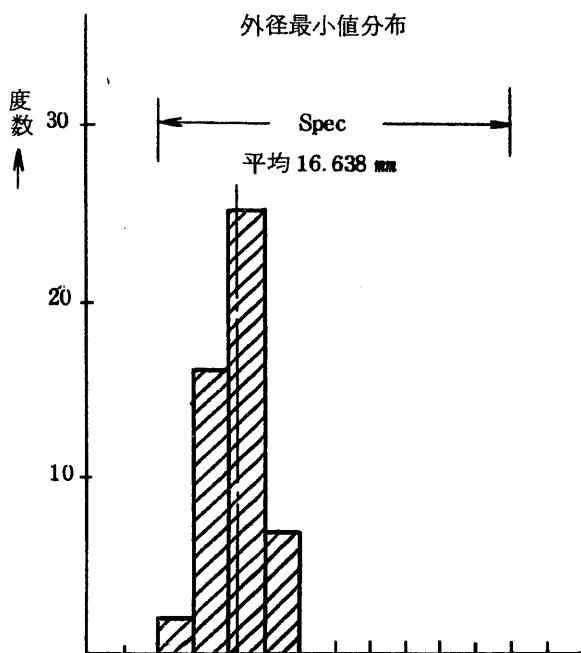
測定方法 連続測定

判定：管端肉厚と信号とを比較して行なう。

○ 検査成績一覧表

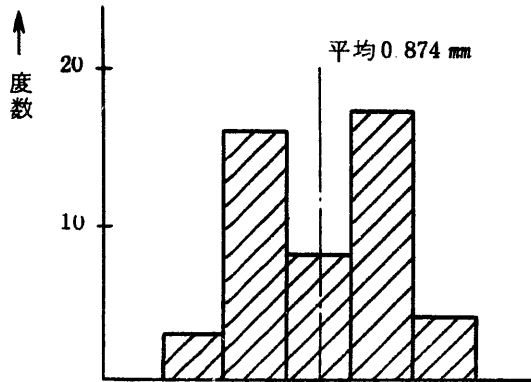
管番号	外観検査 内表面 アラサ	重量 測定 (g)	寸 法 検 査						超音波試験				備 考	
			全長 (mm)	真直度 (mm)	外 径 (mm)		内 径 (mm)		肉 厚 (mm)		肉 厚 (mm)			欠陥
					最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値		
規格値					16.700 <sup>+0.000</sup> -0.080		14.85±0.050(注)				>0.850			
K101	C(合)	1213	4150	<0.25	16.687	16.647	14.842	14.824	0.92	0.89	0.939	0.884	A	(注)
K102	C(合)			"	16.688	16.647	14.849	14.828	0.94	0.89	0.949	0.877	A	内径は全て メーカー側 データによ る。
K103	B(合)			"	16.682	16.636	14.851	14.835	0.91	0.87	0.942	0.870	A	
K104	D(合)			"	16.695	16.639	14.849	14.829	0.92	0.88	0.953	0.875	A	
K105	C(合)			"	16.685	16.635	14.843	14.828	0.93	0.87	0.946	0.856	A	
K106	C(合)			"	16.693	16.647	14.841	14.827	0.93	0.89	0.951	0.882	A	
K107	C(合)			"	16.679	16.642	14.841	14.826	0.92	0.87	0.953	0.870	A	
K108	C(合)			"	16.686	16.634	14.841	14.828	0.92	0.89	0.936	0.884	A	
K109	C(合)			"	16.693	16.643	14.846	14.826	0.96	0.86	0.963	0.835	A	
K110	C(合)			"	16.686	16.635	14.856	14.831	0.93	0.88	0.955	0.865	A	
K111	C(合)			"	16.683	16.629	14.852	14.831	0.96	0.90	0.960	0.863	A	
K112	C(合)			"	16.692	16.642	14.843	14.831	0.93	0.88	0.947	0.870	A	
K113	C(合)			"	16.689	16.640	14.845	14.828	0.93	0.88	0.951	0.865	A	
K114	C(合)			"	16.699	16.640	14.849	14.829	0.93	0.89	0.944	0.884	A	
K115	C(合)			"	16.685	16.637	14.847	14.829	0.92	0.89	0.938	0.869	A	
K116	B(合)			"	16.678	16.625	14.844	14.822	0.92	0.89	0.949	0.882	A	
K117	C(合)			"	16.696	16.648	14.849	14.828	0.92	0.89	0.949	0.880	A	
K118	C(合)			"	16.680	16.648	14.843	14.828	0.92	0.89	0.948	0.877	A	
K119	B(合)			"	16.680	16.637	14.849	14.823	0.92	0.90	0.945	0.886	A	
K120	D(合)			"	16.684	16.629	14.852	14.827	0.94	0.88	0.953	0.873	A	
K121	C(合)			"	16.696	16.641	14.847	14.832	0.93	0.89	0.957	0.890	A	
K122	C(合)			"	16.695	16.638	14.854	14.830	0.93	0.90	0.943	0.882	A	
K123	C(合)			"	16.689	16.642	14.839	14.825	0.95	0.87	0.971	0.870	A	
K124	C(合)			"	16.683	16.632	14.844	14.830	0.93	0.90	0.942	0.874	A	
K125	B(合)			"	16.685	16.643	14.844	14.821	0.94	0.89	0.967	0.890	A	
K126	C(合)			"	16.670	16.637	14.846	14.832	0.93	0.90	0.960	0.887	A	
K127	C(合)			"	16.693	16.649	14.840	14.828	0.94	0.90	0.958	0.888	A	
K128	B(合)			"	16.681	16.637	14.846	14.831	0.93	0.88	0.950	0.873	A	
K129	B(合)			"	16.685	16.639	14.852	14.832	0.93	0.89	0.956	0.880	A	
K130	C(合)			"	16.691	16.641	14.842	14.827	0.94	0.88	0.968	0.863	A	
K131	C(合)			"	16.684	16.639	14.843	14.828	0.94	0.88	0.957	0.878	A	
K132	C(合)			"	16.677	16.632	14.839	14.825	0.93	0.89	0.941	0.887	A	
K133	B(合)			"	16.687	16.632	14.845	14.831	0.94	0.89	0.947	0.880	A	

管番号	外觀検査(内は表面アラサ)	重量測定(g)	寸法検査							超音波試験				備考
			全長(mm)	真直度(mm)	外径(mm)		内径(mm)		肉厚(mm)		肉厚(mm)		欠陥	
					最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値		
規格値														
K134	C(合)	1213	4150	<0.25	16.684	16.639	14.846	14.827	0.93	0.89	0.955	0.890	A	
K135	C(合)			"	16.997	16.636	14.841	14.826	0.94	0.89	0.955	0.888	A	
K136	B(合)			"	16.685	16.638	14.844	14.828	0.93	0.87	0.955	0.870	A	
K137	C(合)			"	16.678	16.632	14.846	14.822	0.93	0.90	0.943	0.886	A	
K138	C(合)			"	16.683	16.638	14.842	14.825	0.93	0.90	0.951	0.894	A	
K139	C(合)			"	16.694	16.643	14.848	14.831	0.93	0.89	0.955	0.877	A	
K140	B(合)			"	16.678	16.629	14.842	14.830	0.93	0.87	0.951	0.853	A	
K141	C(合)			"	16.684	16.632	14.867	14.841	0.92	0.87	0.936	0.835	A	
K142	B(合)			"	16.691	16.638	14.842	14.830	0.95	0.89	0.964	0.969	A	
K143	B(合)			"	16.690	16.650	14.841	14.829	0.94	0.90	0.952	0.888	A	
K144	B(合)			"	16.684	16.634	14.842	14.828	0.93	0.89	0.949	0.869	A	
K145	C(合)			"	16.687	16.636	14.840	14.826	0.95	0.88	0.949	0.863	A	
K146	B(合)			"	16.697	16.637	14.845	14.829	0.94	0.87	0.966	0.863	A	
K147	B(合)			"	16.679	16.626	14.859	14.832	0.92	0.87	0.938	0.860	A	
K148	B(合)			"	16.685	16.642	14.863	14.830	0.93	0.87	0.951	0.867	A	
K149	C(合)			"	16.691	16.631	14.844	14.828	0.92	0.88	0.940	0.868	A	
K150	B(合)			0.50	16.696	16.637	14.846	14.829	0.92	0.89	0.942	0.880	A	

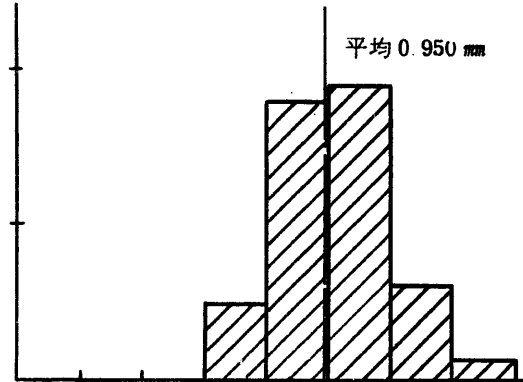




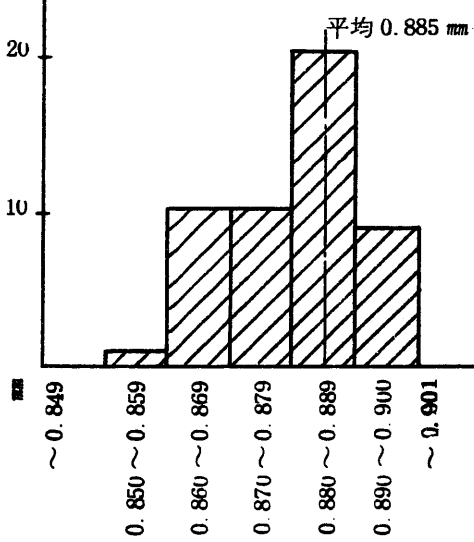
肉厚最小値分布  
(超音波法全長測定)



肉厚最大値分布  
(超音波法全長測定)



肉厚最大値分布  
(マイクロメータ管端測定)



肉厚最大値分布  
(マイクロメータ測定)

