

本資料は 年 2001 月 6 日 付 け で 登 録 区 分、
変更する。

[技術情報室]

高速実験炉「常陽」照射用炉心特殊燃料要素

B型特殊燃料集合体（B 8）特殊燃料要素（FMS）製造報告

1993年8月

動力炉・核燃料開発事業団
東 海 事 業 所

こ
もの
洩か
意し

本

トる
事漏
こ注

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大字村松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

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, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

(A)

高速実験炉「常陽」照射用炉心特殊燃料要素

B型特殊燃料集合体（B 8）特殊燃料要素（FMS）製造報告

報告者 野上 嘉能*，飛田 典幸*，豊島 光男*
加藤 直人*，深川 節男**，梶谷 幹男**
今野 広一***，石田 忍****，井坂 和彦*****
小沼 勝弘*****
実施責任者 上村勝一郎*



要 旨

本報告書は、「常陽」運転工程第25サイクルから照射開始予定のB型特殊燃料集合体（B 8）に装荷する特殊燃料集合体特殊燃料要素（FMS）の製造、加工における諸データを整理、収録したものである。

照射試験は、炭化物析出強化フェライト／マルテンサイト鋼（以下PNC-FMSという）で被覆した燃料要素を到達燃焼度16万MWd/t以上を目標に照射し、PNC-FMSの長寿命燃料被覆管への適用性、並びに現在鋭意開発を進めているODSフェライト鋼にも共通するフェライト系材料の燃料被覆管への適用性を評価して高性能燃料実用化方策に反映させることを目的とする。なお、本試験は日米長寿命燃料開発共同研究の一環として実施され、PNC-FMS被覆管燃料要素に加えて米国のフェライト／マルテンサイト鋼HT-9Mで被覆された燃料要素を同時照射して、両綱の照射特性比較を行うことも、目的の一つになっている。

燃料要素は、被覆管材質が2種類、ペレット密度とギャップ幅が2種類でこれらを組み合わせ4種類×2本の合計8本を製造した、本燃料要素は1991年10月に製造を開始し、1992年3月に加工を終了した。

* 核開部プルトニウム燃料開発室 ***** 原子力技術(株)

** Pu工場検査課

*** Pu工場管理課

**** 現（財）原子力発電技術機構（出向）

目 次

1. はじめに	1
2. ペレットの製造及び品質検査	10
2.1 概 要	10
2.2 ペレットの製造仕様	15
2.3 ペレットの検査基準	15
2.4 ペレットの試験検査結果	21
2.4.1 寸法・密度測定結果	21
2.4.2 化学分析・物性測定結果	21
3. 燃料要素の製造及び品質検査	32
3.1 概 要	32
3.2 特殊燃料要素(12)の製造仕様	37
3.3 特殊燃料要素(12)の検査基準	38
3.4 特殊燃料要素(12)の検査要領	38
3.5 特殊燃料要素(12)の構成詳細	38
3.6 燃料要素の試験検査結果	46
3.6.1 溶接施行試験の溶接条件及び試験結果	46
3.6.2 燃料要素の試験検査結果	49
4. まとめ	73
5. 使用前検査結果	74
6. 謝 辞	75
7. 品質検査データ集	76
7.1 ペレット配列測定データ	76

表リスト

表 1-1	B型特殊燃料集合体の主要仕様	2
表 1-2	B型特殊燃料集合体の構成	5
表 1-3	特殊燃料要素(12)の材料構成	6
表 2-1	使用原料粉末	10
表 2-2	燃料ペレット(6), (7)の検査フロー	13
表 2-3	熱遮蔽ペレット(5)の検査フロー	14
表 2-4.1～2-4.2	ペレットの製造仕様	15
表 2-5.1～2-5.2	燃料ペレット(6), (7)の検査基準	17
表 2-6.1～2-6.2	熱遮蔽ペレット(5)の検査基準	19
表 2-7	燃料ペレット(6), (7)の寸法・密度測定結果	21
表 2-8	熱遮蔽ペレット(5)の寸法・密度測定結果	22
表 2-9	燃料ペレット(6), (7)のプルトニウム同位体組成	22
表 2-10	燃料ペレット(6), (7)の化学分析・物性測定結果	23
表 2-11	熱遮蔽ペレット(5)の化学分析・物性測定結果	24
表 3-1.1	燃料要素の検査フロー	33
表 3-1.2	燃料要素の検査フロー	34
表 3-1.3	燃料要素の検査フロー	35
表 3-2	特殊燃料要素(12)の製造仕様	37
表 3-3.1	特殊燃料要素(12)の検査基準	39
表 3-3.2	特殊燃料要素(12)の検査基準	40
表 3-3.3	特殊燃料要素(12)の検査基準	41
表 3-3.4	特殊燃料要素(12)の検査基準	42
表 3-4.1	特殊燃料要素(12)の検査要領	43
表 3-4.2	特殊燃料要素(12)の検査要領	44
表 3-5	特殊燃料要素(12)の構成詳細	45
表 3-6	上, 下部端栓溶接条件	46

表 3 - 7	ワイヤ玉止（上，下部）溶接条件	47
表 3 - 8	熱処理条件	48
表 3 - 9.1	上，下部端栓溶接施行試験結果（1 FK）	50
表 3 - 9.2	上，下部端栓溶接施行試験結果（HT 9 M）	51
表 3 - 10	ワイヤー玉止め溶接施行試験結果	52
表 3 - 11.1	特殊燃料要素(12)の製造及び品質検査工程日	59
表 3 - 11.2	特殊燃料要素(12)の製造及び品質検査工程日	60
表 3 - 12	下部端栓溶接後検査	63
表 3 - 13	充填データ	63
表 3 - 14	表面汚染データ及び漏洩試験	66
表 3 - 15	上部端栓溶接後検査	66
表 3 - 16	X線透過試験（上，下部端栓溶接部）	67
表 3 - 17	X線透過試験（プレナム部測定）	67
表 3 - 18	ワイヤー巻付後ピッチ測定データ	70
表 3 - 19	総合検査	70
表 3 - 20	外観検査（ワイヤー巻付後）	71
表 3 - 21	確定核燃料物質重量表（分析値）	72
表 4	燃料要素の不適合品内訳	73
表 5	使用前検査実績	74

図リスト

図1-1 B型特殊燃料集合体 構造図	7
図1-2 コンパートメント(4)構造図	8
図1-3 特殊燃料要素(12)構造図	9
図2-1 燃料ペレット(6), (7)の製造フロー	11
図2-2 熱遮蔽ペレット(5)の製造フロー	12
図3-1 燃料要素(12)の製造及び検査フロー	36
図3-2 溶接パターン (IFK)	47
図3-3 溶接パターン	48

写真リスト

写真 2 - 1	燃料ペレット(6)の α オートラジオグラフィ写真	25
写真 2 - 2	燃料ペレット(7)の α オートラジオグラフィ写真	26
写真 2 - 3	燃料ペレット(6)の金相写真 (As polished)	27
写真 2 - 4	燃料ペレット(7)の金相写真 (As polished)	28
写真 2 - 5	燃料ペレット(7)の金相写真 (As etched)	29
写真 2 - 6	熱遮蔽ペレット(5)の金相写真 (As polished)	30
写真 2 - 7	熱遮蔽ペレット(5)の金相写真 (As etched)	31
写真 3 - 1. 1	下部端栓溶接施行断面金相写真 (1 F K)	53
写真 3 - 1. 2	下部端栓溶接施行断面金相写真 (H T 9 M)	54
写真 3 - 2. 1	上部端栓溶接施行断面金相写真 (1 F K)	55
写真 3 - 2. 2	下部端栓溶接施行断面金相写真 (H T 9 M)	56
写真 3 - 3. 1	ワイヤ玉止溶接施行断面金相写真 (下部)	57
写真 3 - 3. 2	ワイヤ玉止溶接施行断面金相写真 (上部)	58
写真 3 - 4. 1	下部端栓溶接バッチ金相試験 (1 F K)	61
写真 3 - 4. 2	下部端栓溶接バッチ金相試験 (H T 9 M)	62
写真 3 - 5. 1	上部端栓溶接バッチ金相試験 (1 F K)	64
写真 3 - 5. 2	上部端栓溶接バッチ金相試験 (H T 9 M)	65
写真 3 - 6. 1	ワイヤ玉止溶接バッチ金相試験 (下部ワイヤ)	68
写真 3 - 6. 1	ワイヤ玉止溶接バッチ金相試験 (上部ワイヤ)	69

1. はじめに

1. はじめに

B型特殊燃料集合体（B 8）用特殊燃料要素（F M S）を製造した。

本報告書は、燃料ペレット(6), (7)及び熱遮蔽ペレット(5)の製造と要素（試験用ダミー各要素）の加工にかかるものであり、これらの製造、加工及び各々の品質検査記録についてまとめ、報告するものである。

この特殊燃料要素（F M S）は、燃料ペレット(6), (7)及び熱遮蔽ペレット(5)を動燃事業団、及び米国の高速炉用フェライト系ステンレス鋼製被覆管（1 F K材、H T - 9 M材）に充填したもので特殊燃料要素(12)と称し、8本を製造した。（図1-3参照）

特殊燃料要素(12)は、コンパートメントIIとVIに各4本ずつ装荷される。

コンパートメントの構造は、IIもVIも同構造で種類をコンパートメント(4)と称し図1-2に示す。

コンパートメントIIとVIは、B型特殊燃料集合体（B 8）に装荷される。（図1-1参照）これらの構成をまとめ、表1-2、表1-3に示す。

表 1-1 B型特殊燃料集合体の主要仕様

1. 特殊燃料要素

1-1 燃料ペレット(6), (7)

種類	プルトニウム・ウラン 混合酸化物焼結ペレット
核分裂性物質含有率 $[(^{239}\text{Pu} + ^{241}\text{Pu} + ^{235}\text{U}) / (\text{Pu} + \text{U})]$	35.0±1.0 w t %
プルトニウム混合比 $[(\text{PuO}_2 / (\text{PuO}_2 + \text{UO}_2))]$	30.0 w t %以下
ウラン濃縮度	24.0 w t %以下
O/M 比	1.97± _{0.02}
密度	(6) 93.0±2.0 %理論密度 (7) 90.0±2.0 %理論密度

1-2 熱遮蔽ペレット(5)

種類	ウラン酸化物焼結ペレット
²³⁵ U含有率	0.2±0.1 w t %
ウラン含有率	87.8 w t %以上
O/U 比	2.00~2.02

1-3 特殊燃料要素(12)

被覆管材質	SUS316相当ステンレス (20%冷間加工材)
被覆管外径	6.50±0.030mm
被覆管肉厚	0.470±0.030mm
燃料要素全長	1761±2 mm
ガスプレナム長さ	892±8 mm
スタック長さ (燃料ペレット部)	550±5mm
燃料要素最高燃焼度	約1000MW d/t
その他の部品の材料	
熱遮蔽ペレット	ウラン酸化物焼結ペレット (劣化ウラン)
上部反射体	SUS316相当ステンレス鋼
プレナムスプリング	SUS304相当ステンレス鋼
端 桟	SUS316相当ステンレス鋼
ハンダ材	—

1-4 コンパートメントNo. II, IV (コンパートメント種類(4))

外管外径	26.40 ± _{0.05} mm
外管肉厚	0.600 ±0.075 mm
全 長	2172±2 mm
コンパートメントNo. II, 特殊燃料要素装荷本数	特殊燃料要素(12) 4 本
コンパートメントNo. IV, 特殊燃料要素装荷本数	特殊燃料要素(12) 4 本

1-5 B型特殊燃料集合体（B 8）

全 長	2970.0± ² / ₃ ⁵ mm
コンパートメント(No. I ~IV) 装荷本数	6 本
特殊燃料要素装荷本数	特殊燃料要素(1) 4 本 特殊燃料要素(5) 2 本 特殊燃料要素(6) 4 本 特殊燃料要素(9) 4 本 特殊燃料要素(10) 4 本 特殊燃料要素(11) 1 本 特殊燃料要素(12) 8 本

ラッパ管

六角外対辺長さ	約74.70 ±0.4 mm
材 料	SUS316相当ステンレス鋼

その他の部品の材料

タイロッド	ステンレス鋼
円筒状管	ステンレス鋼

表 1 - 2 B 型特殊燃料集合体の構成

	種類	コンパートメント				特殊燃料要素	
		コンパートメント構成品			コンパートメント No.	種類	数量 (本)
B 型 特 殊 燃 料 集 合 体	コンパートメント(1) 内管(1)	コンパートメント 内管用スベーサ イヤ(1)	内管用ス ベーサワ イヤ(1)	ピンタイ ロッド(1)	コンパートメント 外管	No. III	特殊燃料要素 (1) 4 特殊燃料要素 (6) 1
	コンパートメント(2) 内管(2)	コンパートメント 内管用スベーサ イヤ(2)	内管用ス ベーサワ イヤ(2)	ピンタイ ロッド(2)	コンパートメント 外管	No. V	特殊燃料要素 (5) 2 特殊燃料要素 (6) 3
	コンパートメント(3) 内管(1)	コンパートメント 内管用スベーサ イヤ(1)	内管用ス ベーサワ イヤ(1)	ピンタイ ロッド(3)	コンパートメント 外管	No. I	特殊燃料要素 (10) (-②, -③, -④, -⑤) 4 特殊燃料要素 (11) 1
	コンパートメント(4) 内管(3)	コンパートメント 内管用スベーサ イヤ(3)	内管用ス ベーサワ イヤ(3)	ピンタイ ロッド(4)	コンパートメント 外管	No. II No. IV	特殊燃料要素 (12) (-①, -③) 4 特殊燃料要素 (12) (-②, -④) 4

構成品 特殊燃料 要素の種類		特殊燃料要素構成品								コンパートメントへ の装荷本数
II型特殊 燃料要素	特殊燃料要素(1)	燃料ペレット(1)	熱遮蔽 ペレット(1)	被覆管(1)	ラッピングタイ(1)	上部・下部 端栓(1)	要素反射体 上・下(1)	プレナムスリーブ(1)	抑え板(1)	プレナムスプリング (1) No. III : 4 本
III型特殊 燃料要素	特殊燃料要素(5)	燃料ペレット(2)	熱遮蔽 ペレット(1)	被覆管(1)	ラッピングタイ(1)	上部・下部 端栓(1)	要素反射体 上・下(1)	プレナムスリーブ(1)	抑え板(1)	プレナムスプリング (1) No. V : 2 本
	特殊燃料要素(6)	燃料ペレット(2)	熱遮蔽 ペレット(1)	被覆管(2) -①～⑦	ラッピングタイ(1)	上部・下部 端栓(2)	要素反射体 上・下(1)	プレナムスリーブ(1)	抑え板(1)	プレナムスプリング (1) No. III : 1 本 No. V : 3 本
	特殊燃料要素(9)	燃料ペレット(3)	熱遮蔽 ペレット(2)	被覆管(1)	ラッピングタイ(4)	上部・下部 端栓(3)	要素反射体 上・下(2)	プレナムスリーブ(3)	抑え板(3)	プレナムスプリング (2) No. IV : 4 本
	特殊燃料要素(10) (-②, -③, -④, -⑤)	燃料ペレット(4)	熱遮蔽 ペレット(3)	被覆管(1)	ラッピングタイ(5)	上部・下部 端栓(4)	要素反射体 (3)	プレナムスリーブ(4)	抑え板(4)	プレナムスプリング (3) No. I : 4 本
	特殊燃料要素(11)	燃料ペレット(5)	熱遮蔽 ペレット(4)	被覆管(1)	ラッピングタイ(6)	上部・下部 端栓(5)	要素反射体 (4)	プレナムスリーブ(5)	抑え板(5)	プレナムスプリング (4) No. I : 1 本
IV型特殊 燃料要素	特殊燃料要素(12) (-①, -②, -③, -④)	燃料ペレット	熱遮蔽	被覆管	ラッピングタイ(7)	上部・下部 端栓(6), (7)	要素反射体 (5)	プレナムスリーブ(6)	抑え板(6)	プレナムスプリング (5) No. II : 4 本 No. VI : 4 本

表1-3 特殊燃料要素(12)の材料構成

要素種類 項目	特殊燃料要素(12)			
	①	③	②	④
燃料ペレット				
ペレットナンバー	(6)	(6)	(7)	(7)
直径	5.51mm	同左	5.58mm	同左
密度	93%T.D.	同左	90T.D.	同左
スタック長さ	550mm	同左	550mm	同左
熱遮蔽ペレット				
ペレットナンバー	(5)	(5)	(5)	(5)
直径	5.4mm	同左	同左	同左
高さ	12mm	同左	同左	同左
密度	94%T.D.	同左	同左	同左
被覆管材	IFK (PNC)	HT-9M (US)	IFK (PNC)	HT-9M (US)
被覆管ペレットギャップ (直径)	230μm	同左	160μm	同左
上部・下部端栓	2PFK (PNC)	HT-9M (US)	2PFK (PNC)	HT-9M (US)
要素反射体(上・下)	62PFS (PNC)	同左	同左	同左
ラッピングワイヤ	1RF (PNC)	同左	同左	同左
プレナムスプリング	SUS304WPB	同左	同左	同左
抑え板付プレナムスリーブ	SUS316	同左	同左	同左
燃料要素製作数量	2本	2本	2本	2本

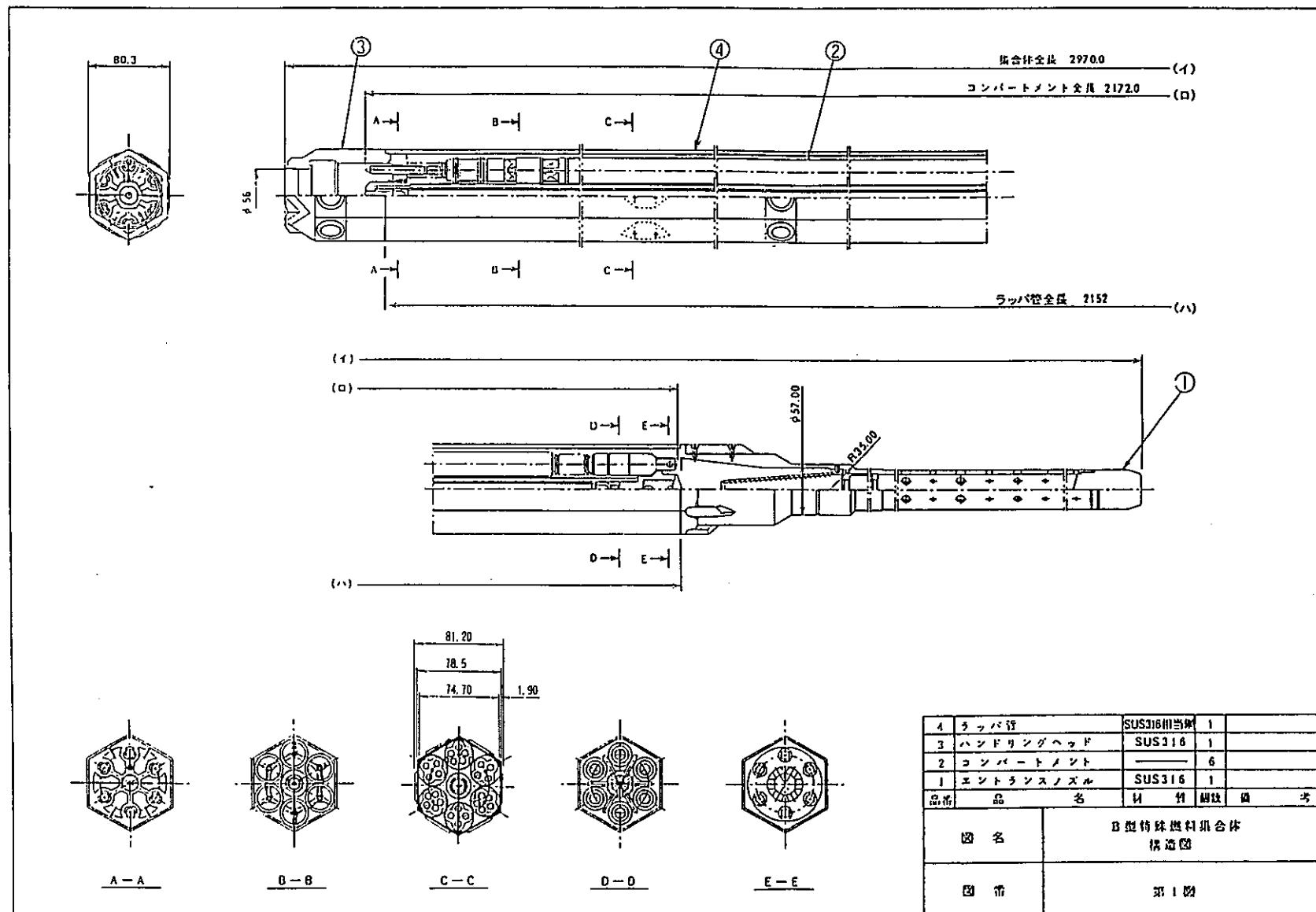


図1-1 B型特殊燃料集合体 構造図

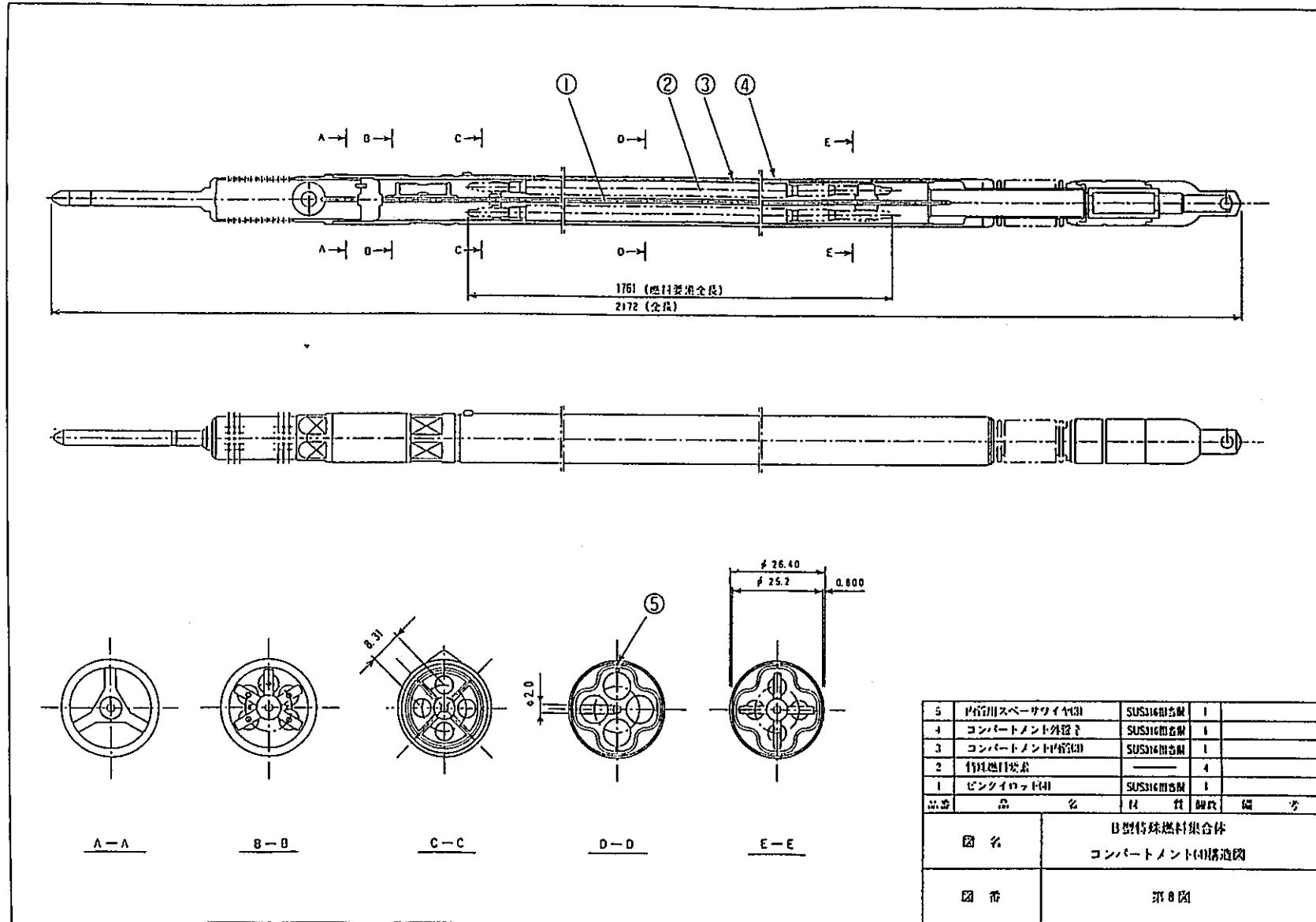


図 1 - 2 コンパートメント(4)構造図

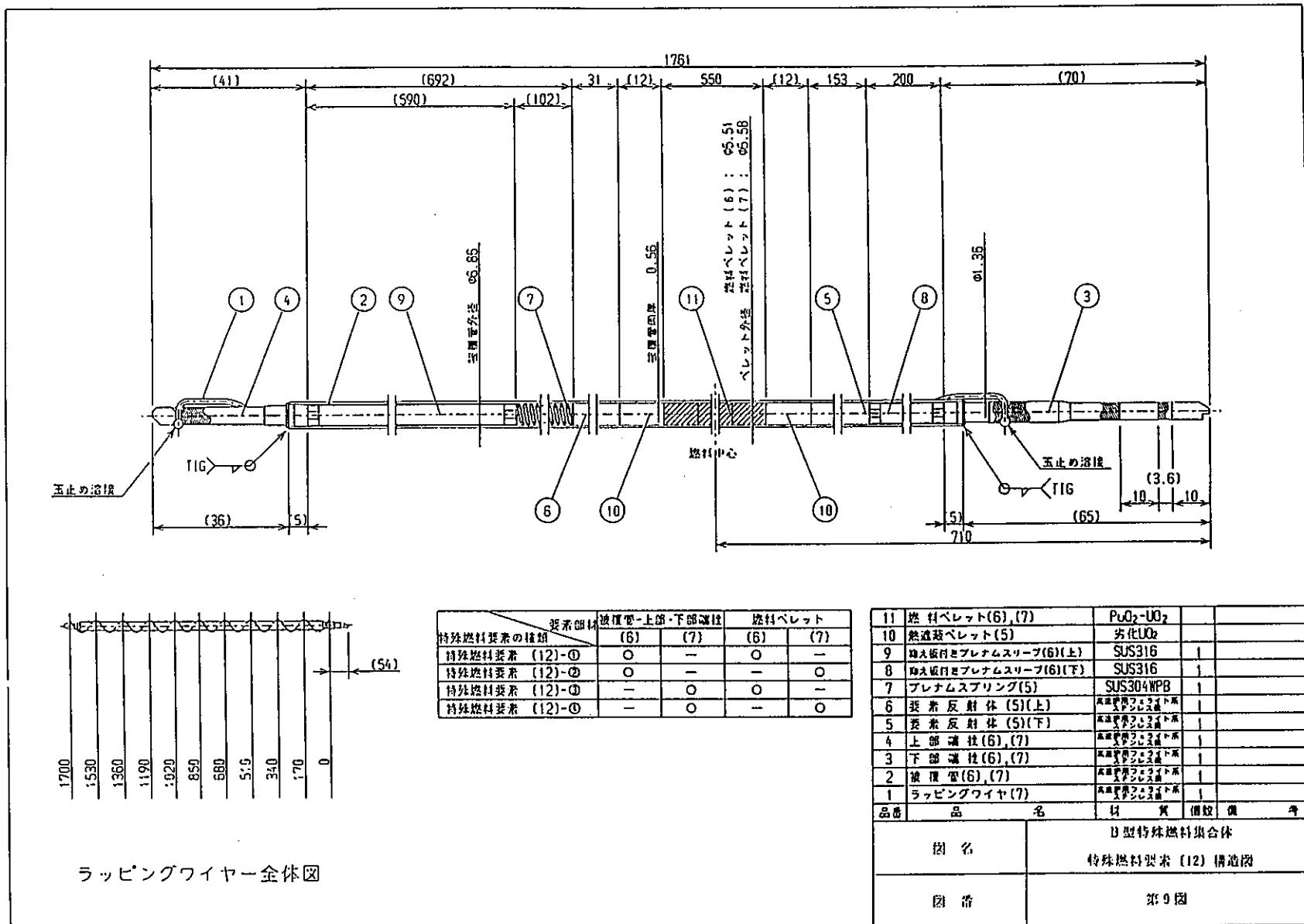


図1-3 特殊燃料要素(12)構造図

2. ペレットの製造及び品質検査

2. ペレットの製造及び品質検査

2.1 概 要

燃料ペレットは、ペレットNo.(6), (7)の2種類、熱遮蔽ペレットは、ペレットNo.(5)の1種類をPu燃料開発室で製造した。

燃料ペレット及び熱遮蔽ペレットの製造に使用した原料粉を表2-1に示す。燃料ペレット(6), (7)の製造フローを図2-1, 燃料ペレット(6), (7)の検査フローを表2-2に示す。又、熱遮蔽ペレット(5)の製造フローを図2-2に、熱遮蔽ペレット(5)の検査フローを表2-3に示す。

表2-1 使用原料粉末

ペレットの種類	原 料 粉 末		ウラン濃縮度	備 考
	種 類	ロ ッ ト No.		
燃料ペレット	PuO ₂ 粉末	237		COGEMA
	濃縮ウラン粉末	1	約26.5%	COGEMA
	濃縮ウラン粉末	FU-11-35	約12%	JCO
熱遮蔽ペレット	劣化ウラン粉末	L1U003	約0.2%	JCO

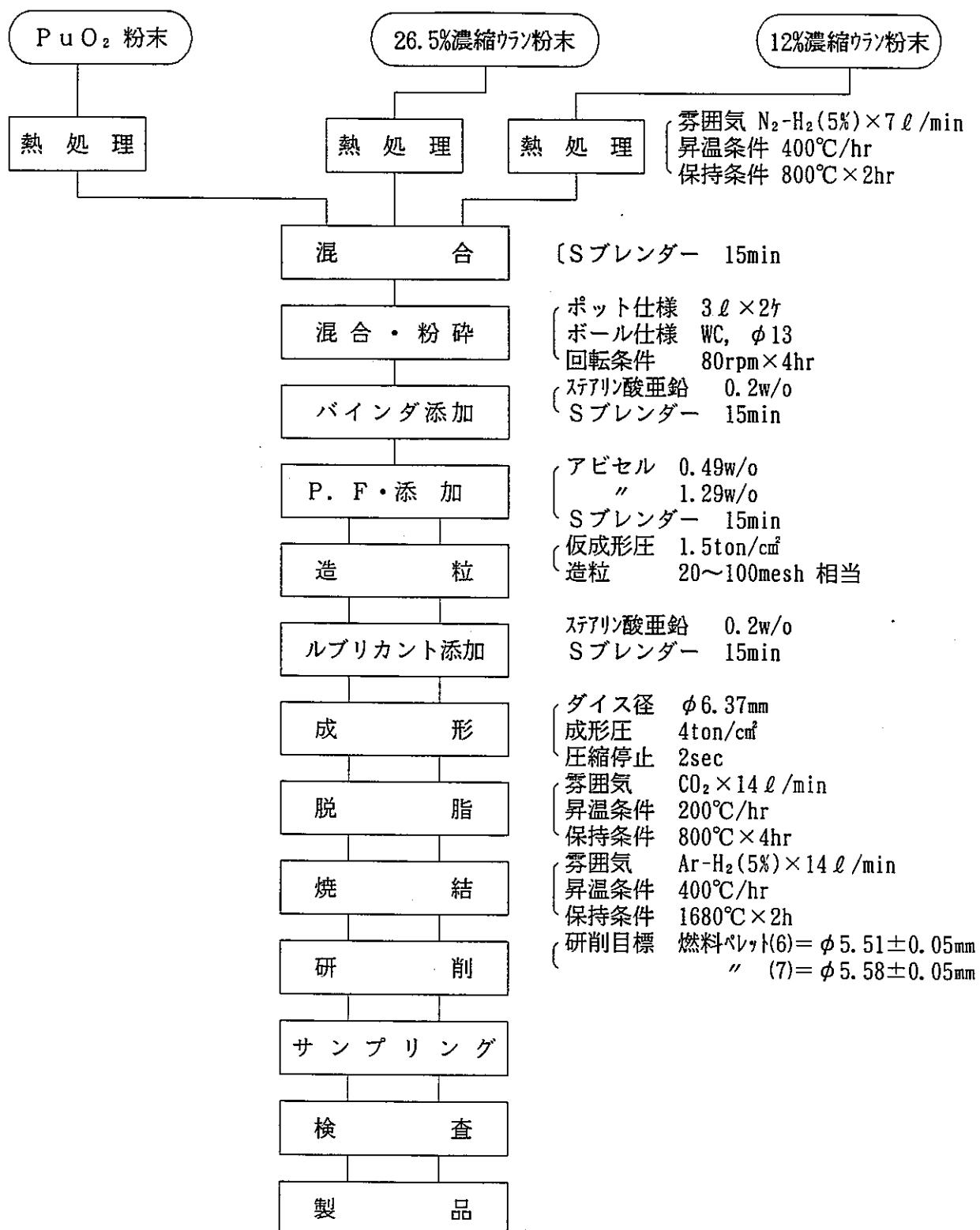


図 2-1 燃料ペレット(6), (7)の製造フロー

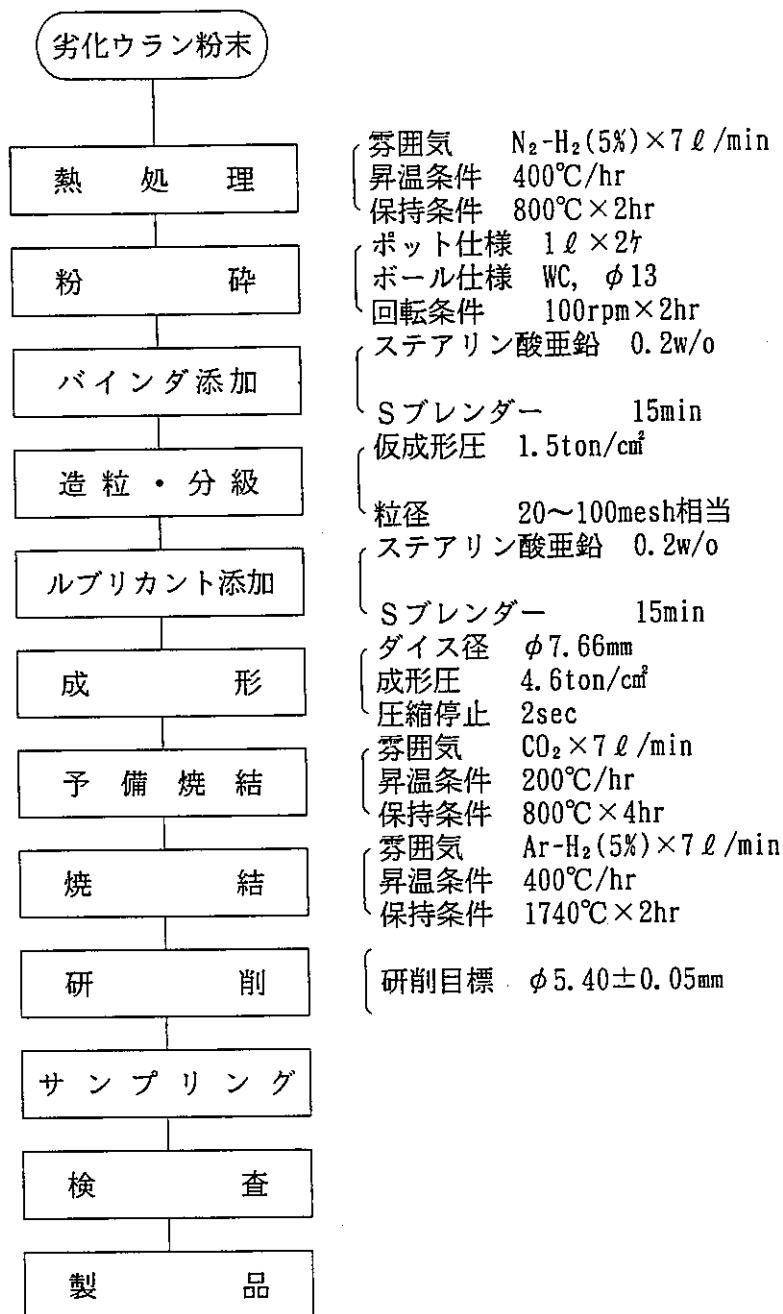


図 2-2 热遮蔽ペレット(5)の製造フロー

表 2 - 2 燃料ペレット(6), (7)の検査フロー

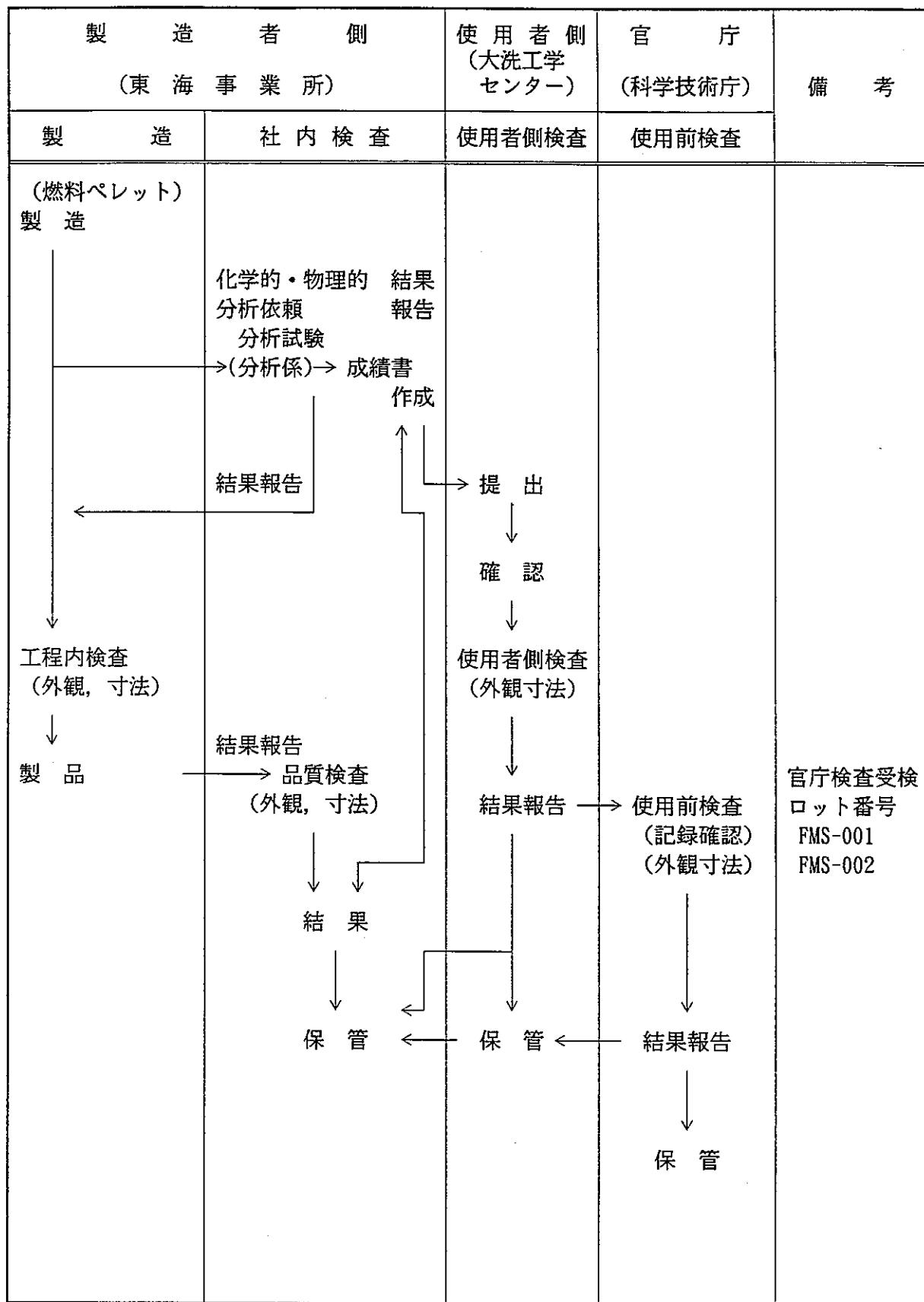
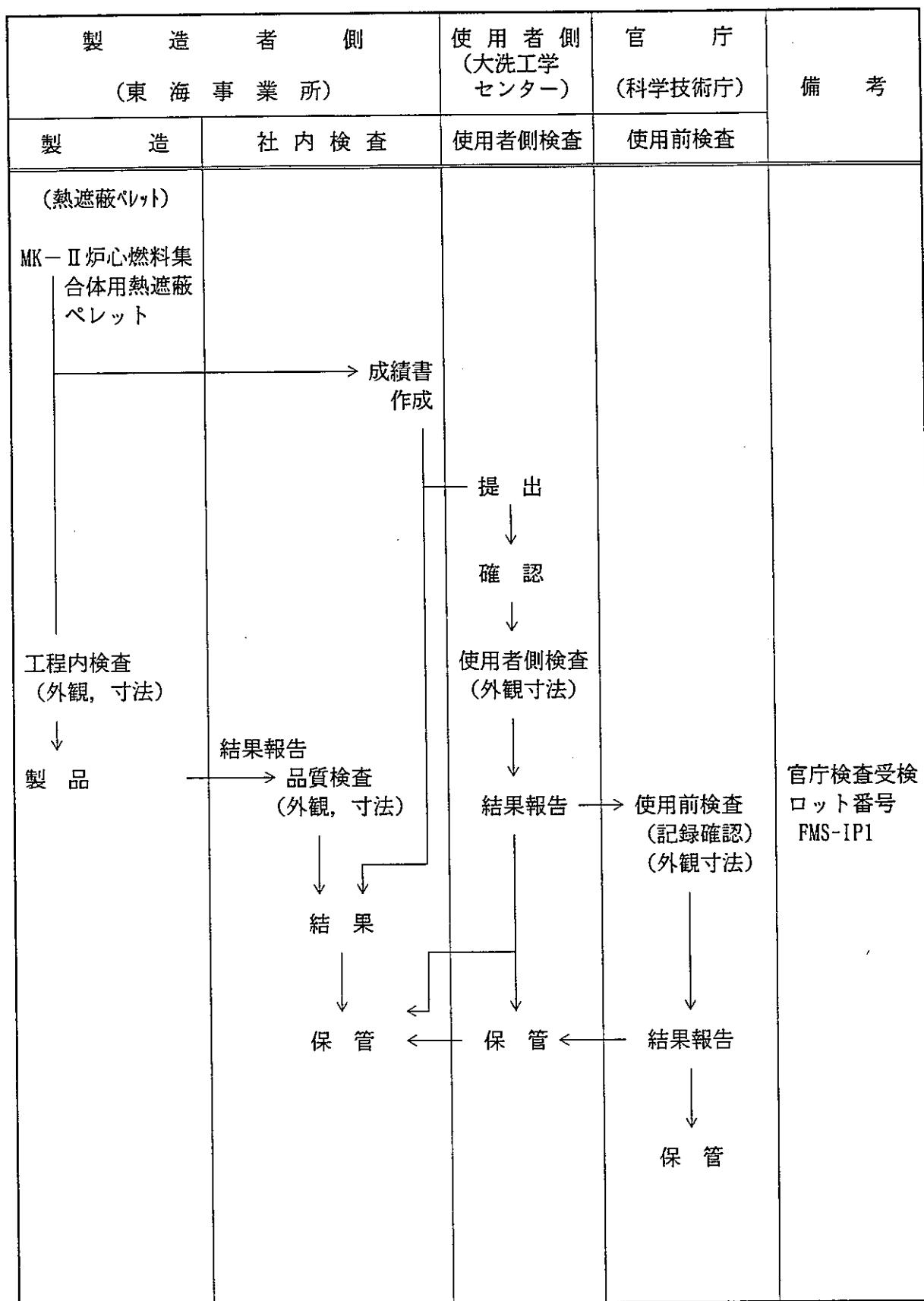


表 2-3 热遮蔽ペレット(5)の検査フロー



2.2 ペレットの製造仕様

ペレットの製造仕様を表2-4.1～表2-4.2に示す。

2.3 ペレットの検査基準

燃料ペレット(6), (7)の検査基準を表2-5.1～表2-5.2に、熱遮蔽ペレット(5)の検査基準を表2-6.1～表2-6.2に示す。

表2-4.1 ペレットの製造仕様（ペレットの寸法、物理的性質）

	燃料ペレット (6)	燃料ペレット (7)	熱遮蔽ペレット (5)
直 径 (mm)	5.51 ± 0.05	5.58 ± 0.05	5.40 ± 0.05
高 さ (mm)	9 ± 1	9 ± 1	12 ± 1
スタック長さ (mm)	550 ± 5	550 ± 5	$(12 \pm 1) \times 2$
プルトニウム分布 の均一性	$\leq 100 \mu\text{m}$ (100%PuO ₂)	$\leq 100 \mu\text{m}$ (100%PuO ₂)	—
理 論 密 度	11.02 (O/M 1.97)	11.02 (O/M 1.97)	10.96

表 2-4.2 ベレットの製造仕様（化学的性質）

ペレット分類 仕様項目	燃料ペレット (6)	燃料ペレット (7)	熱遮蔽ペレット (5)	
核分裂性プルトニウム 富化度 (w/o)	35.0±1.0	35.0±1.0	—	
プルトニウム混合比 (w/o)	≤ 30.0	≤ 30.0	—	
ウラン濃縮度 (w/o)	≤ 26.0	≤ 26.0	0.2±0.1	
ウラン含有率 (w/o)	—	—	≥ 87.8	
酸素含有率 (O/M比)	1.97± _{0.03} ^{0.02}	1.97± _{0.03} ^{0.02}	2.00~2.02 (O/U比)	
蒸発性不純物 (μl/g)	≤ 150	≤ 150	≤ 150	
水 分 量 (ppm)	≤ 30	≤ 30	≤ 30	
不純物量 (ppm)	A 1 B C Ca Cd Cl Cr F Fe Mg N Ni V Na	≤ 700 ≤ 20 ≤ 300 ≤ 80 ≤ 20 ≤ 25 ≤ 500 ≤ 25 ≤ 1600 ≤ 150 ≤ 200 ≤ 500 ≤ 500	≤ 700 ≤ 20 ≤ 300 ≤ 80 ≤ 20 ≤ 25 ≤ 500 ≤ 25 ≤ 1600 ≤ 150 ≤ 200 ≤ 500 ≤ 500	≤ 500 ≤ 20 ≤ 150 ≤ 50 ≤ 20 ≤ 25 ≤ 500 ≤ 25 ≤ 800 ≤ 25 ≤ 200 ≤ 500 ≤ 500 ≤ 500
Cr+Si+Zn	—	≤ 1400	≤ 800	
Ti	—	—	—	
Ag+Mn+Mo +Pb+Sn	≤ 400	≤ 400	≤ 200	
Total	≤ 4000	≤ 4000	≤ 3000	

表 2 - 5.1 燃料ペレット(6), (7)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
1. 分析試験	1.1 プルトニウム混合比	PuO ₂ / PuO ₂ + UO ₂ 30 w/o以下	容量滴定法	1試料／焼結ロット	測定値	
	1.2 核分裂性物質含有率	²³⁹ Pu + ²⁴¹ Pu + ²³⁵ U / Pu + U 35.0 ± 1.0 w/o	質量分析法	1試料／焼結ロット 原料粉末ロット	測定値	
	1.3 ²³⁵ U濃縮度	24 w/o以上	質量分析法	1試料／ウラン原料 原料粉末ロット	測定値	
	1.4 O/M比	1.97 ± 0.02 0.03	酸化還元重量法	1試料／焼結ロット	測定値	
	1.5 蒸発性不純物	150 μℓ / g MO ₂ 以下 (水分を除く)	真空加熱定容測定法	1試料／焼結ロット	測定値	抽出条件は1700°C 30分とする。
	1.6 水分	30 ppm以下	電量測定法	1試料／焼結ロット	測定値	抽出条件は350°C 20分とする。
	1.7 不純物	A1 ≤ 700 (ppm) B ≤ 20 C ≤ 300 Ca ≤ 80 Cd ≤ 20 Cr ≤ 500 Cl ≤ 25 F ≤ 25 N ≤ 200 Mg ≤ 150 Fe ≤ 1600 Ni ≤ 500 V ≤ 500	発光分光分析法 発光分光分析法 非分散赤外吸収法 発光分光分析法 発光分光分析法 発光分光分析法 高速液クロロ液 高速液クロロ液 融解熱伝導度法 発光分光分析法 発光分光分析法 発光分光分析法 発光分光分析法	1試料／焼結ロット	測定値	

表 2 - 5.2 燃料ペレット(6), (7)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
		$\begin{array}{l} \text{Cu} \\ \text{Zn} \\ \text{Si} \\ \text{Ag} \\ \text{Mn} \\ \text{Mo} \end{array} \leq 1400 \text{ (ppm)}$ $\text{Pb} \leq 400$ Sn 全不純物量 ≤ 4000	発光分光分析法 発光分光分析法 上記不純物分析値を 加算する。	1試料／焼結ロット	測定値 計算値	
2. 物理的試験	2.1 プルトニウム スポットサイズ	200 μm 以下 (100% PuO_2)	α -オートラジオグラフィ法	1試料／焼結ロット	合否 (写真)	
3. 健全性検査	3.1 外観	1) ペレット表面に著しいわ れ、かけが無いこと。 2) 表面は清浄で油脂等の付 着物が認められないこと。 3) 肉眼で識別される組織の 変化および介在物の無いこ と。	目視による (限度見本との対比)	全 数 (焼結ロット毎)	合 否	
4. 寸法・密度 検査	4.1 直径 高さ	燃料ペレット(6) $5.51 \pm 0.05 \text{ mm}$ 燃料ペレット(7) $5.58 \pm 0.05 \text{ mm}$ $8.0 \pm 1.0 \text{ mm}$	レーザマイクロメータ法 (ペレット寸法 重量測定装置)	全 数	測定値	
	4.2 密度	燃料ペレット(6) $93.0 \pm 2\% \text{ T.D.}$ 燃料ペレット(7) $90.0 \pm 2\% \text{ T.D.}$	寸法重量法 (ペレット寸法 重量測定装置)	全 数	測定値	理論密度は 11.02 g $/\text{cm}^3$ とする。

表 2 - 6.1 热遮蔽ペレット(5)の検査基準

区 分	項 目	品 質 ・ 規 格	試験検査方法	抜 取 法	記 録	備 考
1. 分析試験	1.1 ウラン含有量	87.8 w/o以上	酸化重量法	1試料／焼結ロット	測定値	
	1.2 ^{235}U 濃縮度	$0.2 \pm 0.1 \text{w/o}$	質量分析法	1試料／ウラン原料 粉末ロット	測定値	
	1.3 O/U比	2.00～2.02	酸化重量法	1試料／焼結ロット	測定値	
	1.4 蒸発性不純物	$150 \mu\ell / \text{g UO}_2$ 以下 (水分を除く)	真空加熱定容測定法	1試料／焼結ロット	測定値	
	1.5 水 分	30 ppm	電量測定法	1試料／焼結ロット	測定値	
	1.6 不純物	A 1 \leq 500 (ppm) B \leq 20 C \leq 150 Ca \leq 50 Cd \leq 20 Cr \leq 500 Cl \leq 25 F \leq 25 N \leq 200 Mg \leq 25 Fe \leq 800 Ni \leq 500 V \leq 500	発光分光分析法 発光分光分析法 非分散赤外吸収法 発光分光分析法 発光分光分析法 発光分光分析法 高速液クロロ液 高速液クロロ液 融解熱伝導度法 発光分光分析法 発光分光分析法 発光分光分析法 発光分光分析法	1試料／焼結ロット	測定値	

表2-6.2 热遮蔽ペレット(5)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
		$\text{Na} \leq 500 \text{ (ppm)}$ $\text{Cu} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \leq 800$ Ti Zn Si $\text{Ag} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \leq 200$ Mn $\text{Mo} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \leq 200$ Pb Sn 全不純物量 ≤ 3000	発光分光分析法 発光分光分析法 上記不純物分析値を加算する。	1試料／焼結ロット 焼結ロット	測定値 計算値	
2. 健全性検査	2.1 外観	1) ペレット表面に著しいわれ、かけが無いこと。 2) 表面は清浄で油脂等の付着物が認められないこと。 3) 肉眼で識別される組織の変化および介在物の無いこと。	(ペレット製品の外表面について調べる) 目視による (限度見本との対比)	全数	合否	
3. 寸法・密度検査	3.1 直径 高さ	$5.40 \pm 1.0 \text{ mm}$ $12.0 \pm 1.0 \text{ mm}$	レーザマイクロメータ法 (ペレット自動寸法重量測定装置)	全数	測定値	
	3.2 密度	$9.4 \pm 2\% \text{ T.D.}$	寸法重量法 (ペレット寸法重量測定装置)	全数	測定値	理論密度は 10.96 g/cm^3 とする。

2.4 ペレットの試験検査結果

2.4.1 寸法・密度測定結果

燃料ペレット(6), (7)の寸法・密度測定結果を表2-7に示す。

熱遮蔽ペレット(5)の寸法・密度測定結果を表2-8に示す。

2.4.2 化学分析・物性測定結果

燃料ペレット(6), (7)のプルトニウム同位体組成を表2-9に示す。

燃料ペレット(6), (7)の化学分析, 物性測定結果を表2-10に示す。

熱遮蔽ペレット(5)の化学分析, 物性測定結果を表2-11に示す。

官庁検査受検ロット毎の α オートラジオグラフィ写真を写真2-1~2-2に金相写真を写真2-3~2-7に示す。

表2-7 燃料ペレット(6), (7)の寸法・密度測定結果

ペレットNo.	製造仕様（目標値）		測定結果	
	項目	値	平均値	標準偏差
(6)	直 径 (mm)	$\phi 5.51 \pm 0.05$	5.533	0.003
	高 さ (mm)	9 ± 1	9.073	0.071
	密 度 (%T.D.)	93.0 ± 2.0	92.79	0.33
(7)	直 径 (mm)	$\phi 5.58 \pm 0.05$	5.584	0.010
	高 さ (mm)	9 ± 1	9.114	0.091
	密 度 (%T.D.)	90.0 ± 2.0	90.37	0.34

表 2 - 8 热遮蔽ペレット(5)の寸法・密度測定結果

ペレットNo.	製造仕様（目標値）		測 定 結 果	
	項 目	値	平均 値	標準偏差
(5)	直 径 (mm)	$\phi 5.40 \pm 0.05$	5.400	0.006
	高 さ (mm)	12±1	12.156	0.143
	密 度 (%T.D.)	94.0±2.0	93.71	0.25

表 2 - 9 燃料ペレット(6), (7)のプルトニウム同位体組成
(w t %)

項 目	ロット No.	F M S - 0 0 1	F M S - 0 0 2
	ペレット No.	(6)	(7)
^{238}Pu		1.16	
^{239}Pu		65.15	
^{240}Pu		23.12	
^{241}Pu		6.43	
^{242}Pu		4.14	
P u fissile (分析日)		71.58 (1992. 1. 14)	
^{241}Am (分析日)		3.49 (1992. 1. 14)	

表 2-10 燃料ペレット(6), (7)の化学分析・物性測定結果

項目 単位	ロットNo. ペレットNo.	FMS-001 (6)	FMS-002 (7)
プルトニウム混合比	w t %	28.77	
核分裂性物質含有率	w t %	34.84	
^{235}U 濃縮度	w t %	20.01	
蒸発性不純物 (水分以外)	$\mu\ell/\text{g}$	< 30	
水 分	p p m	< 5	
O / M 比	—	1.97	
不純物			
A l	p p m	< 100	< 100
B	"	< 5	< 5
C	"	< 30	< 30
C a	"	< 30	< 30
C d	"	< 5	< 5
C l	"	< 10	< 10
C r	"	< 70	< 70
F	"	< 10	< 10
M g	"	< 15	< 15
N	"	< 50	< 50
F e	"	< 100	< 100
N i	"	< 50	< 50
V	"	< 50	< 50
Cu+Zn+Si	"	< 210	< 210
Ag+Mn+Mo+Pb+Sn	"	< 135	< 135
全不純物量	"	< 850	< 855
P u スポット	μm	< 30	< 30
金相 (平均粒径)	μm	—	9

表 2-11 热遮蔽ペレット(5)の化学分析・物性測定結果

項目 単位	ロットNo. ペレットNo.	FMS-I P 1 熱遮蔽ペレット(5)
ウラン含有率	w t %	88.1
²³⁵ U濃縮度	w t %	0.24
蒸発性不純物 (水分以外)	$\mu\ell/g$	< 30
水 分	p p m	< 10
O / U 比	—	2.01
不純物		
A 1	p p m	< 10
B	"	< 0.3
C	"	< 40
C a	"	< 10
C d	"	< 0.6
C l	"	< 10
C r	"	< 10
F	"	< 10
M g	"	< 2
N	"	60
N a	"	< 10
F e	"	< 10
N i	"	< 10
V	"	< 10
Cu+Zn+Si+Ti	"	< 101
Ag+Mn+Mo+Pb+Sn	"	< 40.2
全不純物量	"	< 334.1

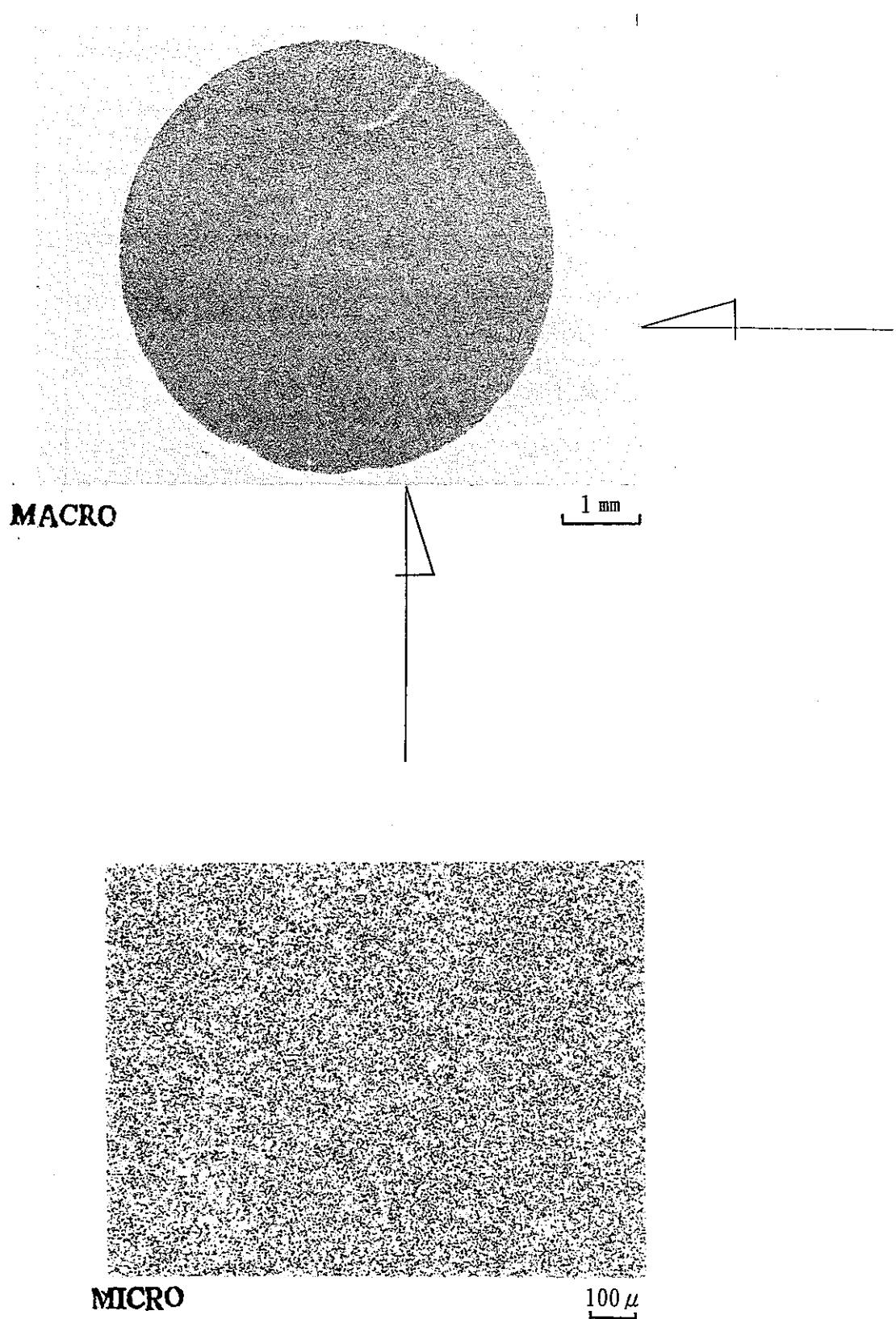


写真 2-1 燃料ペレット(6)の α オートラジオグラフィ写真

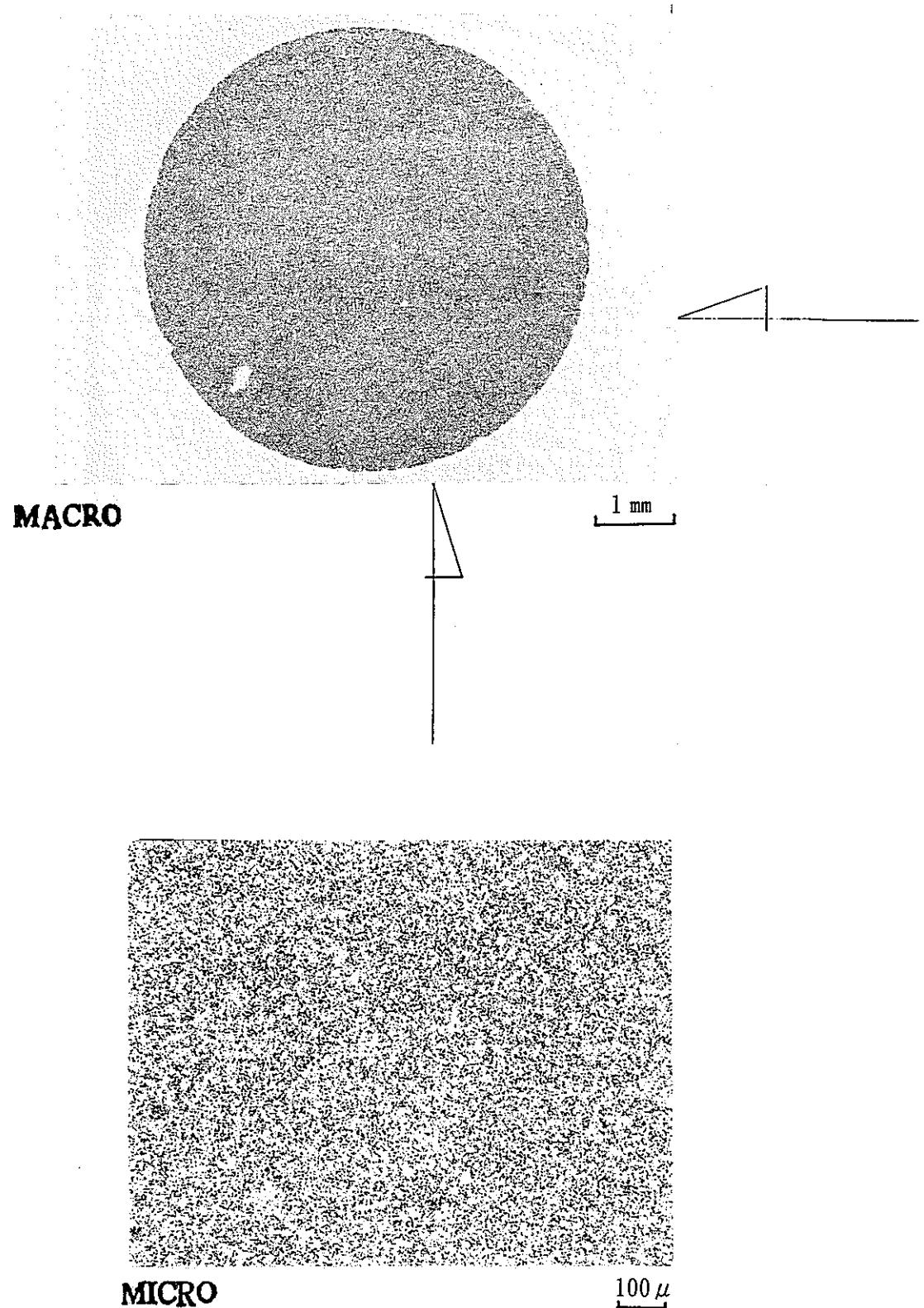


写真 2-2 燃料ペレット(7)の α オートラジオグラフィ写真

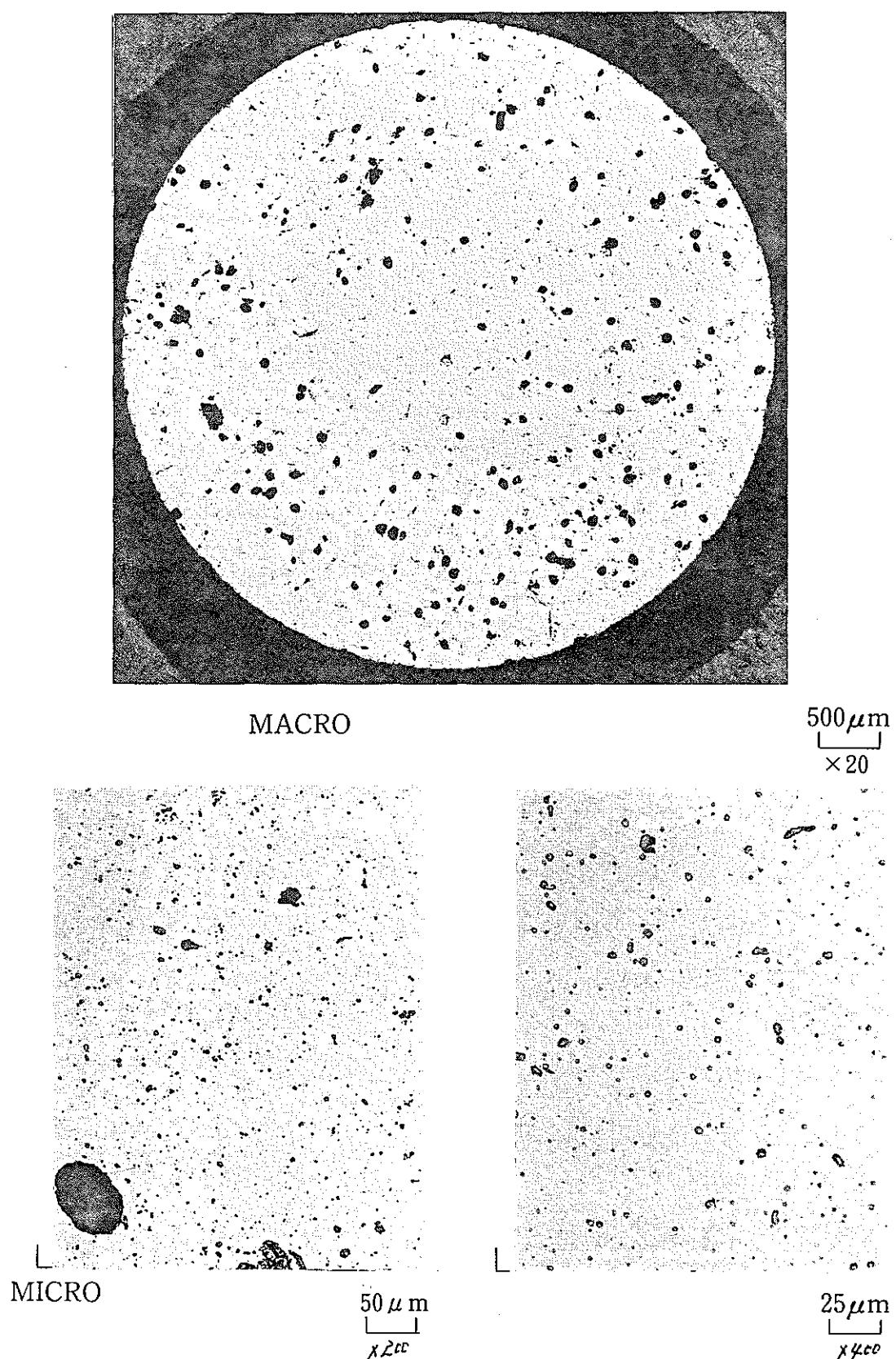


写真 2-3 燃料ペレット(6)の金相写真 (As polished)

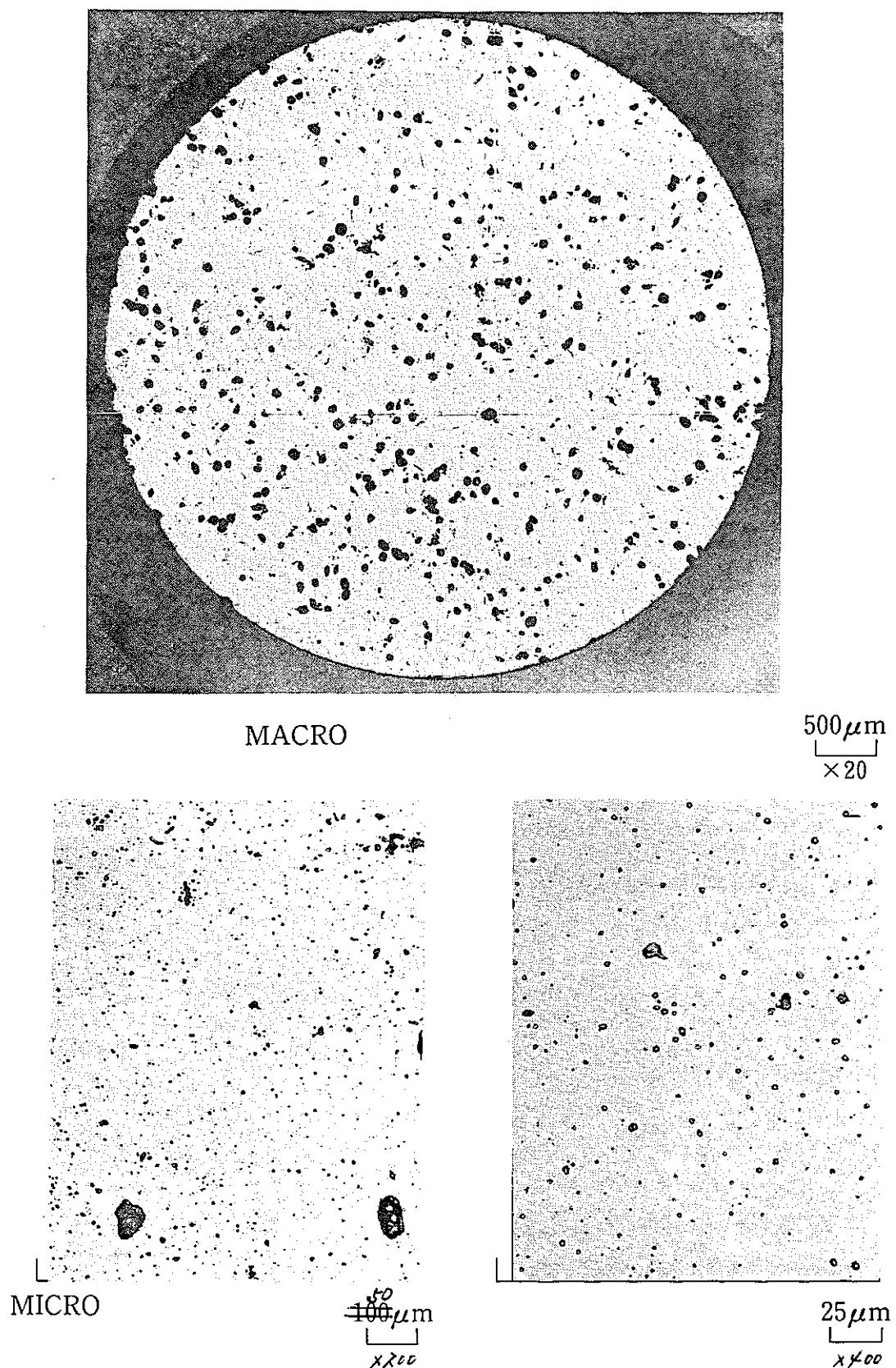


写真 2-4 燃料ペレット(7)の金相写真 (As polished)

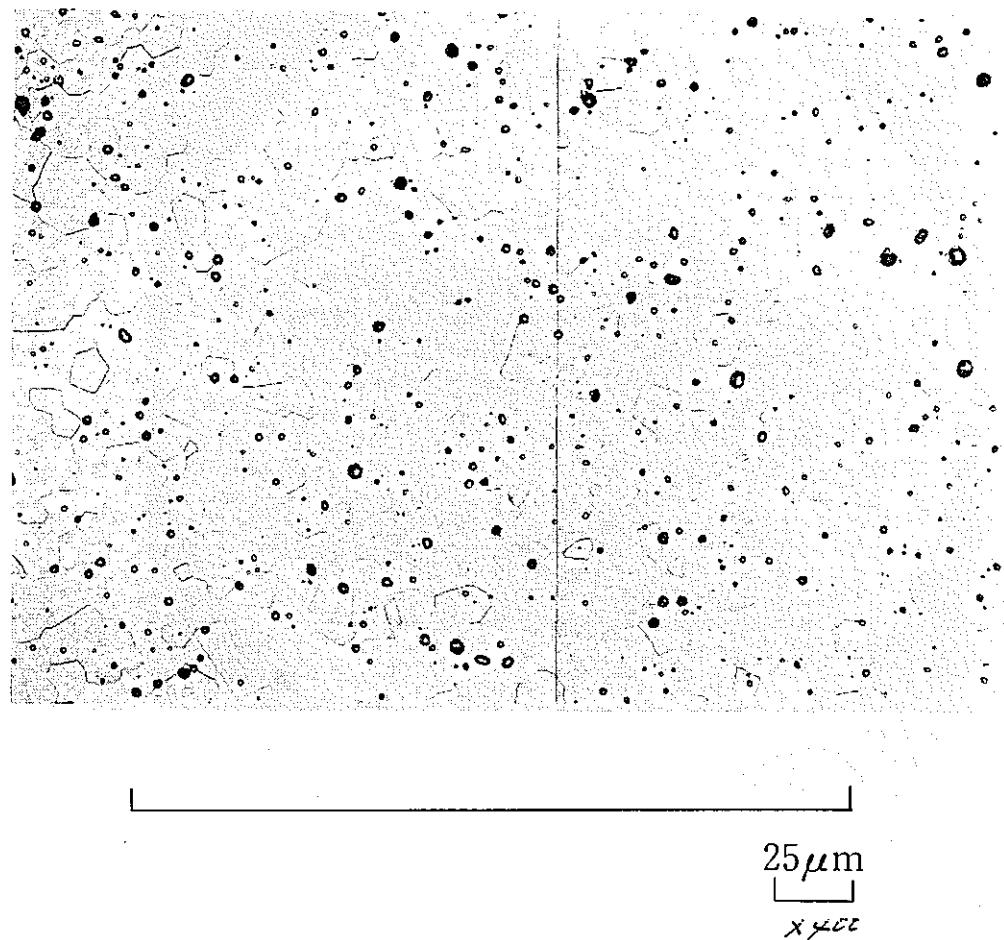


写真2-5 燃料ペレット(7)の金相写真 (As etched)

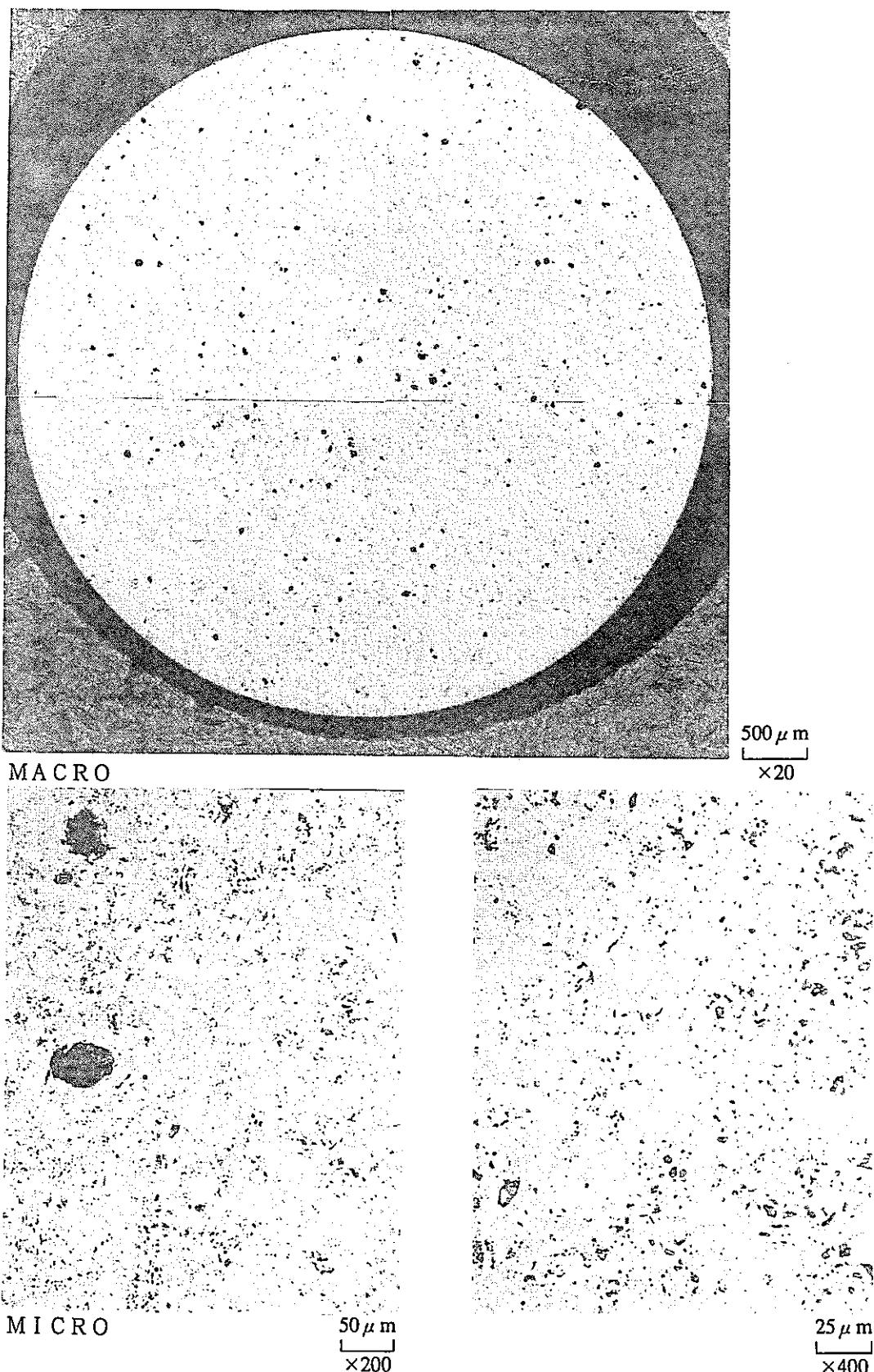


写真 2-6 热遮蔽ペレット(5)の金相写真 (As polished)

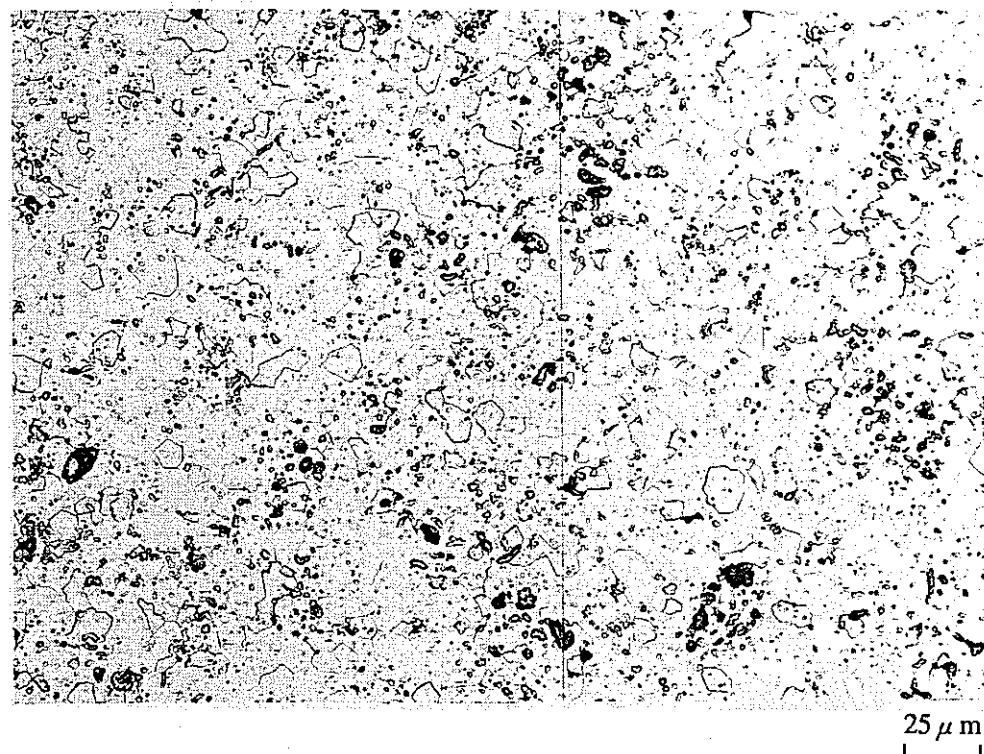


写真 2-7 热遮蔽ペレット(5)の金相写真 (As etched)

3. 燃料要素の製造及び品質検査

3. 燃料要素の製造及び品質検査

3.1 概 要

本、B 8型FMS特殊燃料要素は、日本側フェライト鋼被覆管を用いた燃料要素4本、及び米国側フェライト鋼被覆管を用いた燃料要素4本の計8本で構成され、燃料ペレット製造工程で製造されたペレットを燃料要素加工工程へ受入れた後、燃料要素の加工を行った。

この間の燃料要素の社内検査は、溶接施行試験・検査から始まり、最終検査工程の検査項目であるワイヤ巻付後外観検査まで行った後、使用者側（大洗工学センター照射課）の工程立会い検査、最終使用者側検査及び科学技術庁による使用前検査を実施し合格を得た。

これらの製造・加工工程における品質検査、使用者側検査、使用前検査フローの確認項目とそのフローを表3-1.1～表3-1.3に、燃料要素の製造及び検査フローを図3-1に示す。

表 3 - 1.1 燃料要素の検査フロー

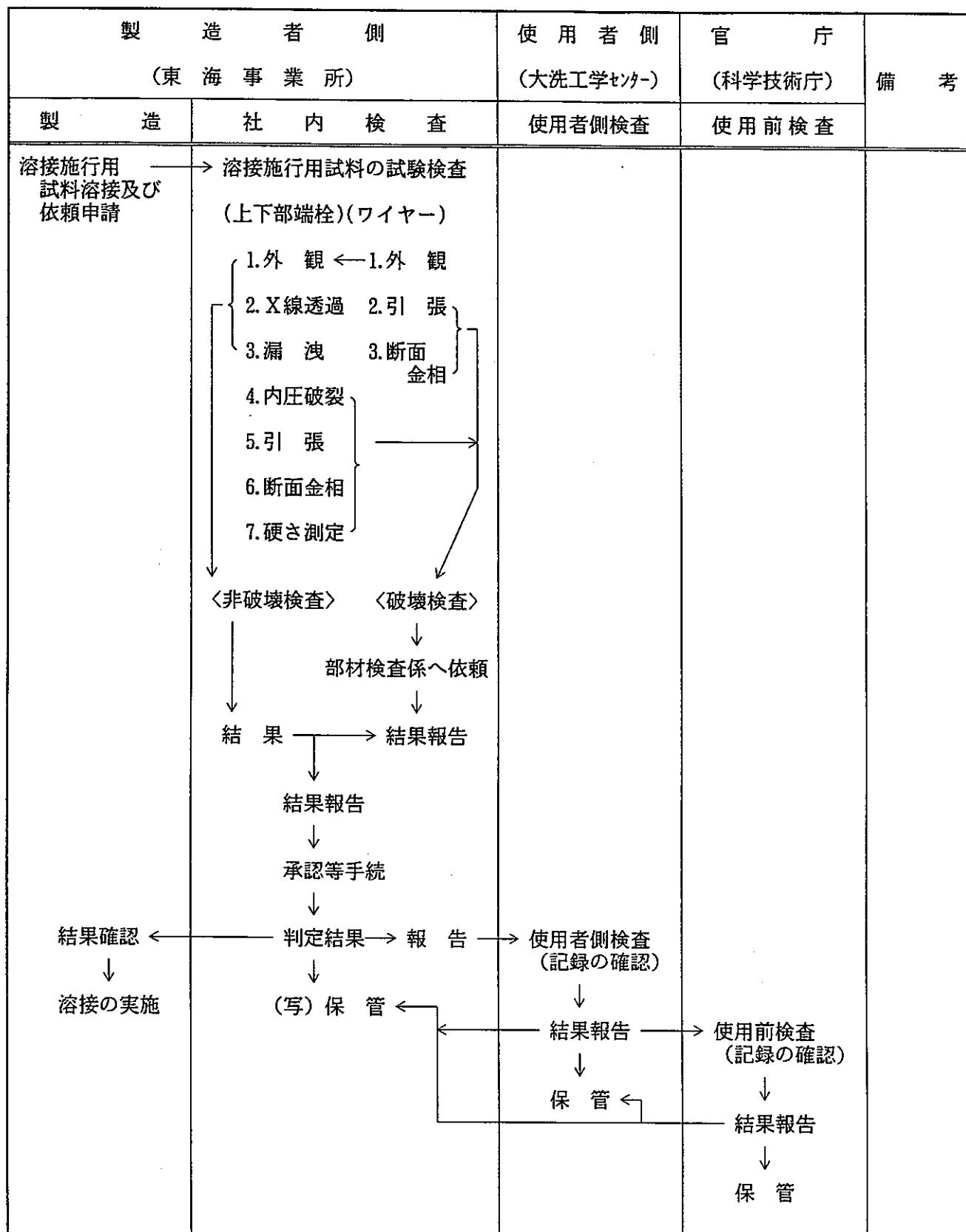
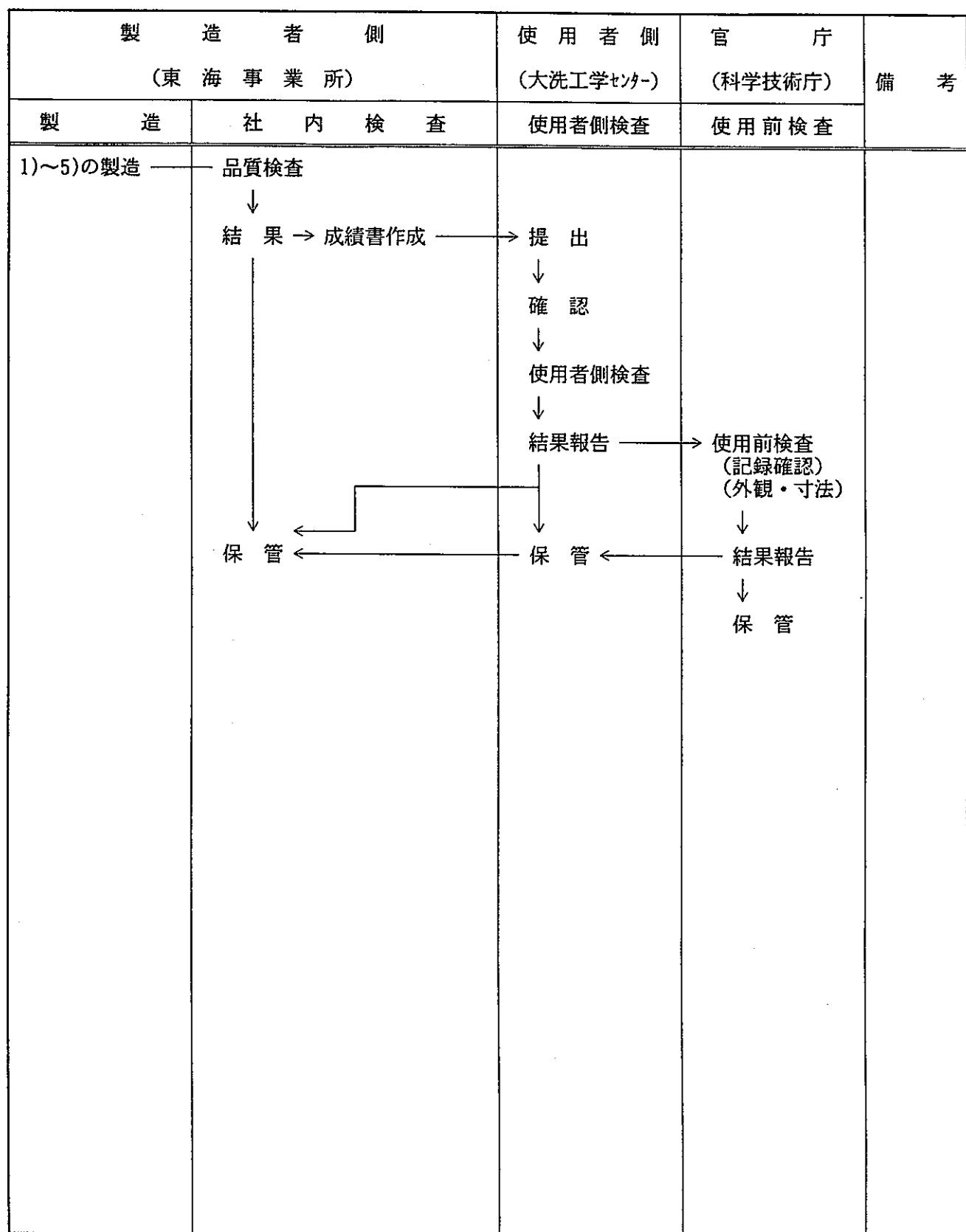


表 3-1.2 燃料要素の検査フロー

製造者側 (東海事業所)		使用者側 (大洗工学センター)	官庁 (科学技術庁)	備考
製造	社内検査	使用者側検査	使用前検査	
1. 下部端栓溶接	品質検査 1) バッチ試料断面金相及び硬さ測定 2) 外観 3) 端栓取付角度 4) ビード部外径			
2. 充填 1) ベレットスタック測定(長さ) 2) ベレットスタック測定(重量)	工程データの確認			
3-1 上部端栓溶接	品質検査 1) バッチ試料断面金相及び硬さ測定			
4. 表面汚染 1) Loose 汚染 2) 固着汚染	工程データの確認			
3-2 上部端栓溶接	品質検査 2) 漏洩 3) 外観 4) ビード部外径 5-1) X線透過 上下部溶接部 5-2) X線透過 プレナム部長さ	記録の確認 → 工程の立会		* *) 抜取りによる。
5-1 ワイヤ巻付 1) ワイヤ玉止め 2) 巷付ピッチ	工程データの確認			
5-2 ワイヤ巻付	品質検査 1) 全長測定 2) 重量測定 3) 曲がり測定 4) ベレット配列(γスキャン) 5) ワイヤ巻付後外観			

表 3-1.3 燃料要素の検査フロー



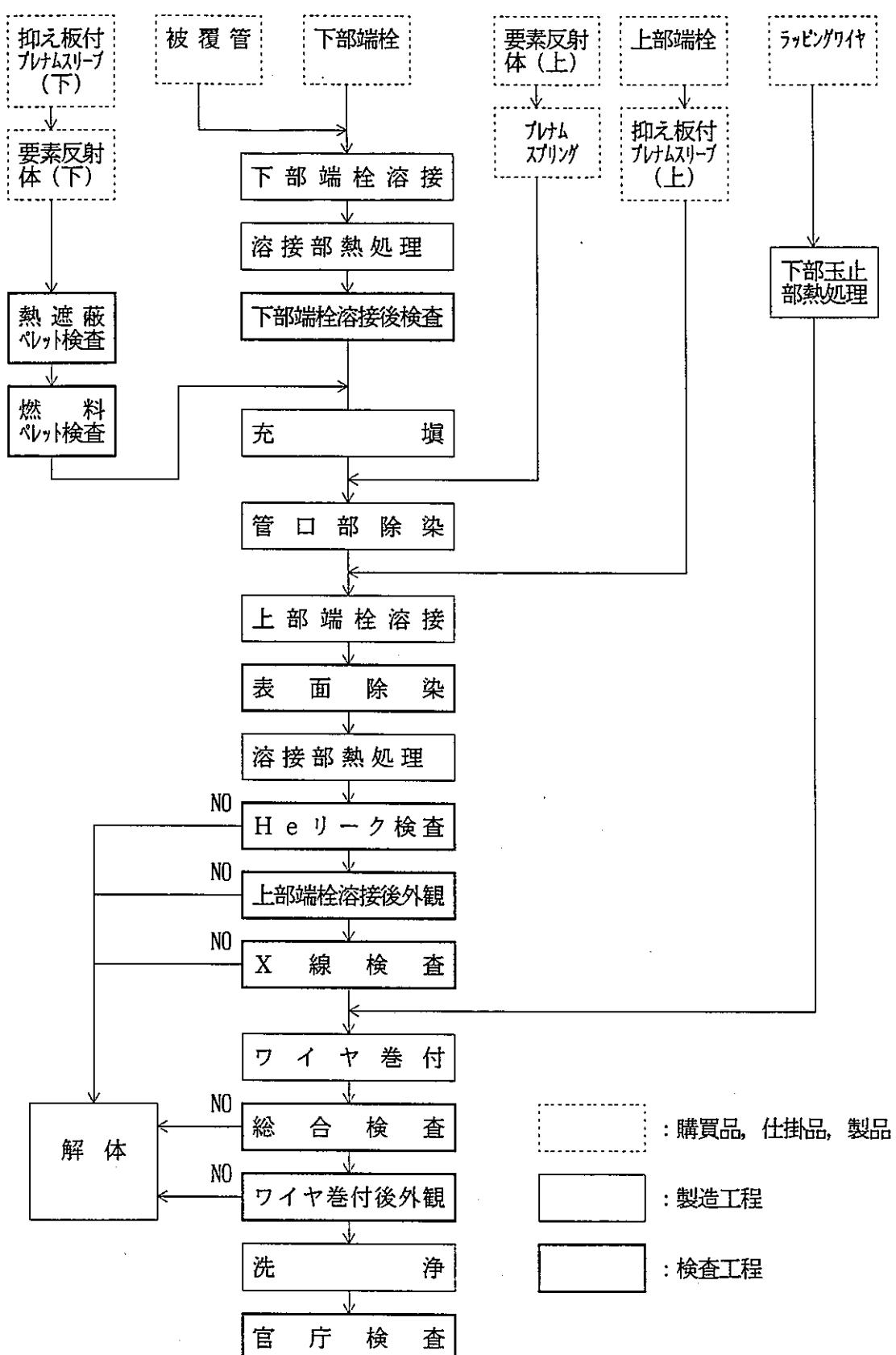


図3-1 燃料要素(12)の製造及び検査フロー

3.2 特殊燃料要素(12)の製造仕様

燃料要素の製造仕様を表3-2に示す。

表3-2 特殊燃料要素(12)の製造仕様

項目	仕様
1 溶接施行試験	上、下部端栓溶接及び燃料要素のワイヤ玉止め溶接の溶接条件並びに熱処理条件を確認するために行う。
端栓溶接	溶接部常温引張強度 780kg以上 溶接部常温内圧破裂強度 900kg/cm^2 以上 溶接溶け込み 被覆管肉厚以上 溶接部X線透過 インクルージョン、プローホールの大きさは $\phi 0.2\text{mm}$ 以下。 Heリーク $1 \times 10^{-8}\text{atm} \cdot \text{cc/sec}$ 以下。 溶接部ビード 外径 7.0mm 以下、ビード幅は均一。 溶接部外観 有害な肩だれ、着色、割れ、ピンホール、アンダーカット、汚れ等がなく清浄であること。 硬さ 350Hv 以下 溶接部断面全相 ワイヤ取付部にはワイヤ径の減少がなく、ワイヤ玉止め部にはワイヤ径の減少がなく、ワイヤ玉止め部には空孔等が検出されないこと。
ラッピングワイヤ玉止め溶接	溶接部常温引張強度 58kg以上 ワイヤ卷付部ゆるみ 被覆管との間隙は 0.1mm 以下 ワイヤ取付部外観 玉止め部分が正常な形状であること。 硬さ 350Hv 以下
2 部材確認	燃料ペレットからのガンマ線を測定し、ペレットが正常な位置にあること。X線透過試験により抑え板付プレナムスリーブ、上部反射体、プレナムスプリングが正常な位置にあることを確認。
3 寸法	燃料要素全長 $1761 \pm 2\text{mm}$ ワイヤ卷付ピッチ $170 \pm 15\text{mm}$ 燃料要素曲り 全長で 5mm 以下 プレナム長さ $892 \pm 8\text{mm}$ 燃料ペレットタック長さ $550 \pm 5\text{mm}$
4 表面汚染度	Loose汚染 $36\text{dpm}/\text{本}$ 以下 固着汚染 $600\text{dpm}/\text{溶接ビード部}$ 以下
5 外観	燃料要素の外表面に有害な傷、付着物、異物等がないこと。

3. 3 特殊燃料要素(12)の検査基準

燃料要素の検査基準を表 3 - 3. 1 ~ 表 3 - 3. 4 に示す。

3. 4 特殊燃料要素(12)の検査要領

燃料要素の製造者側及び使用者側検査要領を表 3 - 4. 1 ~ 表 3 - 4. 2 に示す。なお、報告書は、製品（燃料要素）の品質管理データ類をまとめ照射後試験のサーベランステータ集としてまとめることを主目的としているので、ペレットと同様、使用前検査要領を本書から割愛する。

3. 5 特殊燃料要素(12)の構成詳細

燃料要素を構成する各部材の部材組合せを表 3 - 5 に示す。

表 3-3.1 特殊燃料要素(12)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
1. ペレット スタック	1.1 燃料ペレット スタック長さ	550±5mm	マグネスケール	全 数	測定値	
2. 溶接部検査	2.1 外観検査	1) 溶接部のビード部分に汚れがなく清浄であること。 2) 溶接部にアンダーカットの無いこと。 3) 溶接部にクラックピンホール等の欠陥の無いこと。 4) 著しい着色のないこと。 5) 肩だれのないこと。 6) 溶接ビード幅は均一であること。	肉眼観察法 (限度見本との対比) 製品の溶接部の全外周表面について調べる。	全 数	合否	
	2.2 X線透過試験	1) 検出されるクラックのないこと。 2) 溶接部のプローホール、インクルージョンはφ0.2mmを越えないこと。	(製品の溶接部について調べる。) 透過度計はASTM S. No.7を使用する。 撮影は直角2方向とする	全 数	合否	
	2.3 漏洩試験	リーク率 $1 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc/sec}$ 以下	(製品について調べる。) ヘリウムリーク試験機により、標準ヘリウムリーク試験と比較して試験を行なう。	全 数	合否	
	2.4 断面金相試験 及び硬さ試験	溶け込みが被覆管肉厚以上であること。 硬さ試験<350 HV	(1バッチ、製品燃料要素の溶接前に模擬試料を溶接して試料とする。)	1試料/溶接バッチ	合否 (写真) 合否	金相及び硬さ試験は最終溶接バッチの試料を試験する。

表3-3.2 特殊燃料要素(II)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
			溶接部の縦断面金相写真を撮影し、溶け込み深さを調べる。			
3. 健全性検査	3.1 外観検査	1) 表面は清潔で油脂、酸化物等の付着物のないこと。 2) 表面上に著しい打痕等の欠陥または割れのないこと。	(製品について調べる。) 限度見本との比較	全 数	合 否	
	3.2 表面汚染	Loose \leq 36dpm/本以下 固着汚染 \leq 600dpm/ビード部以下	(製品の全表面について調べる。) スミヤ法 (製品の溶接部分について調べる。) 直接 α 線計測法	全 数	測定値	
	3.3 ペレット配列	炉心ペレットが所定位置にあること。	(製品全長について調べる。) 燃料棒総合検査装置のガンマ線測定器で全長走査して検査する。	全 数	合 否	
4. 尺寸検査	4.1 端栓取付角度	25分以下	(製品の下部端栓取付角度について調べる。) 下部端栓取付角度測定装置により検査する。	全 数	測定値	
	4.2 ビード部外径	$\phi 7.00\text{mm}$ 以下	(製品の下部及び上部端栓溶接部について調べる。) リングゲージにより検査する。	全 数	合 否	

表3-3.3 特殊燃料要素(12)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
	4.3 プレナム部長さ	892±8mm	(製品のプレナム部について調べる。) プレナムスプリング部のX線透過写真を撮影し、X線フィルム上で測定する。これにプレナムスリーブ部長さを加えてプレナム部長さとする。	全数	測定値	
	4.4 全長	1761±2mm	(製品全長について調べる。) 燃料棒総合検査装置又はノギスにより検査する。	全数	測定値	
	4.5 ワイヤ巻付ピッチ	下部端栓ワイヤ巻付部よりの距離 1) 170±15mm 2) 340±15mm 3) 510±15mm 4) 680±15mm 5) 850±15mm 6) 1190±15mm 7) 1360±15mm 8) 1530±15mm	(製品のワイヤ巻付部全体について調べる。) ラッピングピッチ測定器又はノギスで測定する。	全数	測定値	
	4.6 曲がり	5mm以下	(製品全長について調べる。) 燃料棒総合検査装置又は定盤法で測定する。	全数	測定値	

表 3 - 3.4 特殊燃料要素(12)の検査基準

区分	項目	品質・規格	試験検査方法	抜取法	記録	備考
	4.7 ワイヤ巻付ゆるみ	被覆管と巻付ワイヤとの間に0.1mmシックネスゲージが入らないこと。 (ただし、溶接ビード部近辺を除く。)	(製品のワイヤ巻付部全体について調べる。)	全 数	合 否	

表 3 - 4.1 特殊燃料要素(12)の検査要領

検査項目	規格	製造者側検査	使用者側検査	備考
1. 外観検査 ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> 表面に割れ、傷等で有害なものがないこと。 表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと。 スペーサワイヤとスリット部が重なっていないこと。 	全数検査	記録の確認 及び 全数検査	• 製造者側とは核燃料技術開発部及び ブロトニウム燃料工場検査課（検査業務）を含む。 1) 検査は、肉眼観察法による。
2. 寸法検査 ²⁾				2) プレナム長さはX 線透過試験フィルム、全長は燃料棒総合検査装置又はノギス、曲がりは定盤法、スタック長はノギス、外径はリングゲージ又はノギスで測定する。
(1)カケム部長さ	892±8 mm			
(2)全長	1761±2 mm			
(3)曲がり	≤5mm/全長			
(4)ラッピングワイヤ 卷付ビッチ	170±15mm		記録の確認	
(5)ラッピングワイヤ 卷付ゆみ	0.1mmのシックネスゲージが入らないこと。	全数検査	及び 全数検査	
(6)スタック長	550±5mm			
(7)外径 (端栓溶接部)	≤Φ7.0mm			
3. 溶接部検査				
(1)外観検査 ¹⁾	限度見本以下 • アンダーカット等で有害なものがないこと。	全数検査	記録の確認 及び 全数検査	
(2)透過試験 ³⁾	• ブローホール等で有害なものがないこと。			3) X線透過試験フィルムについて確認する。

表 3-4.2 特殊燃料要素(12)の検査要領

検査項目	規格	製造者側検査	使用者側検査	備考
4. 表面密度 検査 ⁴⁾	Loose $\leq 36\text{dpm}/\text{要素}$ 固着汚染 $\leq 600\text{dpm}/\text{端栓溶接部}$	全数検査	記録の確認 及び 全数検査	4)スミヤ法及び直接 α 線計測法
5. 漏洩検査 ⁵⁾	$\leq 1 \times 10^{-8}\text{atm cc/sec}$	全数検査	記録の確認及び 全数検査	5)ヘリウムリーク法 による。
6. 構成確認 検査 ⁶⁾	部品の欠如がないこと。	全数検査	記録の確認及び 全数検査	6)X線透過法
7. 断面金相試験	溶け込みが被覆管肉厚以上であること。	1試料／全溶接バッチ	記録の確認 ⁷⁾	7)断面金相写真を確認する。
8. ペレット 配列 ⁸⁾	炉心ペレットが所定位置にあること。	全数検査	記録の確認	8) γ 線測定器で全長を走査し測定チャートを確認する。
9. 溶接施行試験	要領書通り ⁹⁾	要領書通り ⁹⁾	記録の確認	9)溶接施行試験要領書(JOYO-TF-QA-13による。 (1回以上/キャップ) 及び (1回以上/年)

表 3-5 特殊燃料要素(12)の構成詳細

部材及び 燃料 要素番号	被 覆 管		下部端栓	上部端栓	要素反射体 (上・下)	ナカムスリング	抑え板付 ナカムスリーブ	ラッピングワイヤー	熱遮蔽 ペレット	燃料 ペレット
	被覆管 番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号 ミルシート番号	ロット番号
1 2	FM105 FM106	1FK145 1FK151	ロット番号 1 FK ミルシート番号 S-89-91	ロット番号 Y009-2 ミルシート番号 YJFK-08-1	ロット番号 Y009-2 ミルシート番号 YJFK-08-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-3-1 YJFK-08-3-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 1 RK ミルシート番号 03C1504	ロット番号 FMS-IPI
3 4	FM204 FM205	1FK125 1FK153	ロット番号 1 FK ミルシート番号 S-89-91	ロット番号 Y009-2 ミルシート番号 YJFK-08-1	ロット番号 Y009-2 ミルシート番号 YJFK-08-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-3-1 YJFK-08-3-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 1 RK ミルシート番号 03C1504	ロット番号 FMS-IPI
5 6	FM301 FM302	HT9102 HT9104	ロット番号 01 ミルシート番号 01C4653	ロット番号 Y009-1 ミルシート番号 YJFK-08-1	ロット番号 Y009-1 ミルシート番号 YJFK-08-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-3-1 YJFK-08-3-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 1 RK ミルシート番号 03C1504	ロット番号 FMS-IPI
7 8	FM401 FM402	HT9106 HT9107	ロット番号 01 ミルシート番号 01C4653	ロット番号 Y009-1 ミルシート番号 YJFK-08-1	ロット番号 Y009-1 ミルシート番号 YJFK-08-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-3-1 YJFK-08-3-2	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 Y009 ミルシート番号 YJFK-08-5	ロット番号 1 RK ミルシート番号 03C1504	ロット番号 FMS-IPI

3.6 燃料要素の試験検査結果

3.6.1 溶接施行試験の溶接条件及び試験結果

溶接施行試験検査は、端栓溶接部（上、下部）及びワイヤ玉止溶接部（上、下部）について実施されたが、端栓溶接部（上、下部）及び下部ワイヤ玉止溶接部については、熱処理を実施した後検査が実施された。

(1) 溶接施行試験の溶接条件

① 上、下部端栓溶接条件

表3-6に上、下部端栓溶接条件を、図3-2に溶接パターンを（IFK）示す。

表3-6 上、下部端栓溶接条件

工程 項目	回転数 (rpm)	電流 (A)			時間 (sec)			雰囲気 He (%)
		A1	A2	A3	T1	T2	T3	
上、下部端栓 溶接条件(IFK)	12	8.0	16.5	14.0	6.5	3.1	2.7	100
上、下部端栓 溶接条件(HT9)	17	—	15.0	13.0	—	3.5	3.0	100

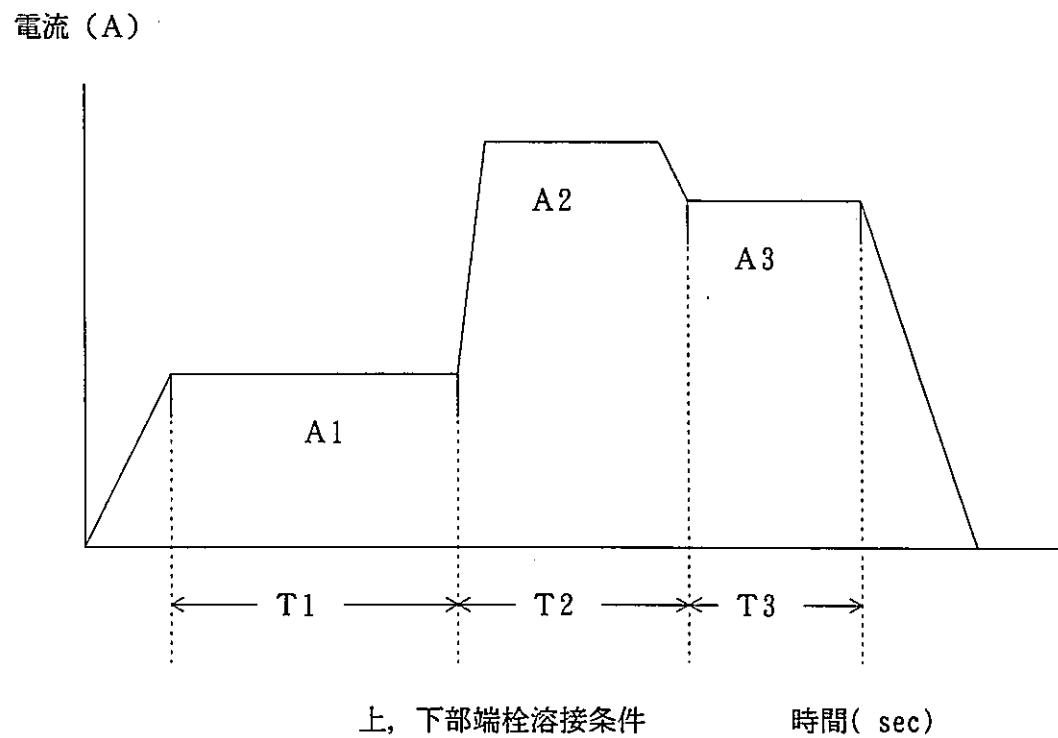


図 3 - 2 溶接パターン (I F K)

② ワイヤ玉止 (上, 下部) 溶接条件

表 3 - 7 にワイヤ玉止 (上, 下部) 溶接条件を, 図 3 - 3 に溶接パターンを示す。

表 3 - 7 ワイヤ玉止 (上, 下部) 溶接条件

項目 工程	溶接 電圧 (V)	溶接 電流 (A)	溶接 時間 (S)	A _r ガス 流量 (l/min)
下部施行 条件	5 ~ 25	10	0.3	5
上部施行 条件	5 ~ 25	10	0.5	5

電流 (A)

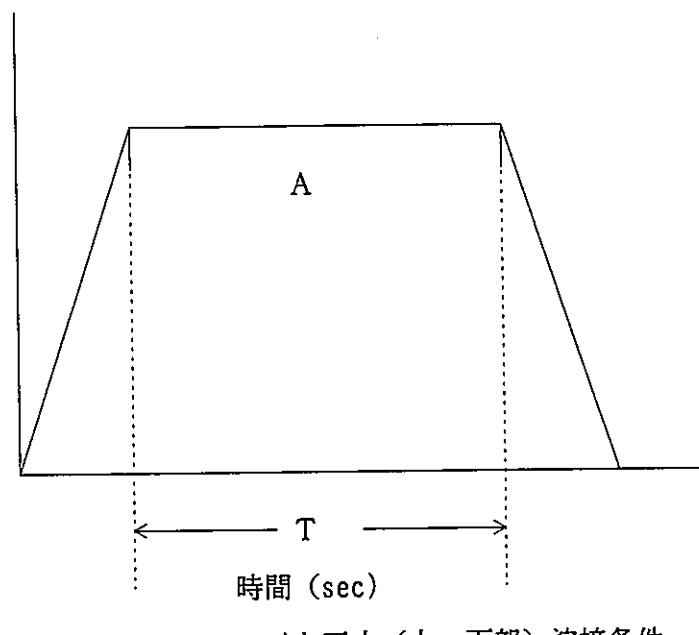


図 3 - 3 溶接パターン

③ 热 处 理

表 3 - 8 に溶接施行热処理条件を示す。

表 3 - 8 热処理条件

項目 工程	熱処理温度 (°C)	熱処理時間 (min)
上, 下部端栓 溶接部热処理	750	10
ワイヤ下部玉 止め部热処理	750	10

(2) 溶接施行試験の結果

表 3 - 9. 1 ~ 9. 2 に上、下部端栓溶接施行試験の結果を、表 3 - 10 にワイヤ玉止溶接施行試験の結果を示す。写真 3 - 1. 1 ~ 1. 2 に下部端栓溶接部の断面金相写真を、写真 3 - 2. 1 ~ 2. 2 に上部端栓溶接部の断面金相写真を、写真 3 - 3. 1 ~ 3. 2 にワイヤ玉止溶接部の断面金相写真を示す。

3. 6. 2 燃料要素の試験検査結果

下記の工程ごとに試験検査が行われた。その結果を以下の表及び写真に示す。表 3 - 11. 1 ~ 表 3 - 11. 2 に製造及び品質検査工程日を示す。

- 1) 下部端栓溶接バッチ金相試験 (写真 3 - 4. 1 ~ 4. 2)
- 2) 下部端栓溶接後検査 (表 3 - 12)
- 3) 下部端栓溶接後外径測定 品質検査データ集参照
- 4) 充填データ (表 3 - 13)
- 5) 上部端栓溶接バッチ金相試験 (写真 3 - 5. 1 ~ 5. 2)
- 6) 表面汚染データ及び漏洩試験 (表 3 - 14)
- 7) 上部端栓溶接後検査 (表 3 - 15)
- 8) X線透過試験（上、下部端栓溶接部） (表 3 - 16)
- 9) X線透過試験（プレナム部測定） (表 3 - 17)
- 10) 下部ワイヤー玉止溶接バッチ金相試験 (写真 3 - 6. 1 ~ 6. 2)
- 11) ワイヤー巻付後ピッチ測定データ (表 3 - 18)
- 12) 総合検査 (表 3 - 19)
- 13) 外観検査（ワイヤー巻付後） (表 3 - 20)
- 14) 確定核燃料物質重量表 (表 3 - 21)

表 3-9.1 上・下部端栓溶接施行試験結果 (1 FK)

項目 スベック 試料番号	試料材質		非破壊検査						破壊試験			硬さ試験	
	被覆管 番号	端栓 ロット	外観検査						X線透過 検査	内圧試験 常温	引張試験 常温	断面金相 試験	
			清潔度	アンダーカット	クラック, ピンホール	着色	肩だれ	ビード巾					
下部端栓	—	—	汚れのないこと	アンダーカット	欠陥のないこと	著しい着色ないこと	肩だれのないこと	均一であること	直角2方向 $\leq \phi 0.2\text{mm}$	$> 900\text{ kg/cm}^2$	$> 780\text{kg}$	溶け込み 肉厚以上	$< 350\text{Hv}$
	8JB01	B8F01	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	257.9 *1
	8JB02	B8F02	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	966.13	
	8JB03	B8F03	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	926.33	
	8JB05	B8F05	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	1715	
	8JB06	B8F06	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	983.20	
	8JB07	B8F07	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	1655	
	8JB09	B8F09	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		
	8JB10	B8F10	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	1710	
	8JB11	B8F11	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		合格 252.2
	8JB12	B8F12	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		
上部端栓	8JU01	B8F01	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	1630	
	8JU02	B8F02	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	984.82	
	8JU03	B8F03	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		合格 249.2 *2
	8JU04	B8F04	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	1735	
	8JU05	B8F05	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	950.26	
	8JU07	B8F07	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		合格 268.4
	8JU09	B8F09	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	1670	
	8JU10	B8F10	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	928.05	
	8JU11	B8F11	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		合格 245.1
	8JU12	B8F12	Y-009-2	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		
(備考) *1 ; 写真3-1.1参照 *2 ; 写真3-2.1参照													
溶接施行試験番号 B8(FMS) 1FK 溶接施行試験実施日 平成4年2月14日, 平成4年2月17日													

表3-9.2 上・下部端栓溶接施行試験結果 (HT 9M)

項目 スパック	試料材質		非破壊検査						破壊試験			硬さ試験	
	被覆管番号	端栓ロット	外観検査						X線透過検査	内圧試験常温	引張試験常温	断面金相試験	
			清潔度	アンダーカット	クラック, ピホール	着色	肩だれ	ビード巾					
試料番号	一	一	汚れのないこと	アンダーカットのないこと	欠陥のないこと	著しい着色ないこと	肩だれのないこと	均一であること	X線透過検査	内圧試験常温	引張試験常温	断面金相試験	硬さ試験
下部端栓	8AB01	B8H01	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	**>1800		
	8AB02	B8H02	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格		1149.74	
	8AB03	B8H03	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			282.3 *3
	8AB04	B8H04	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格		1153.82	合 格
	8AB06	B8H06	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	**>1800		
	8AB07	B8H07	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			
	8AB08	B8H08	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			277.2
	8AB10	B8H10	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格		1151.78	
	8AB11	B8H11	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			合 格 295.1
	8AB12	B8H12.	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	**>1800		
	8AU01	B8H01	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格		1151.78	
	8AU02	B8H02	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			合 格 293.2 *4
上部端栓	8AU03	B8H03	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格		1150.86	
	8AU04	B8H04	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	**>1800		
	8AU06	B8H06	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			合 格 286.2
	8AU07	B8H07	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	**>1800		
	8AU08	B8H08	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格		1149.74	
	8AU10	B8H10	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	**>1800		
	8AU11	B8H11	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			
	8AU12	B8H12	Y-009-1	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格			合 格 291.3
(備考)	*3	;	写真3-1.2参照										
	*4	;	写真3-2.2参照										
	**	;	測定器のフルスケール (kg/cm ²) をこえた。										
溶接施行試験番号 B 8 (FMS) HT 9M													
溶接施行試験実施日 平成4年2月14日, 平成4年2月17日													

表 3-10 ワイヤー玉止め溶接施行試験結果

試験検査 結果 判定基 準	非破壊検査		破壊検査	
	ワイヤ取付部外観		引張試験 (常温)	断面金相試験
試料番号	ワイヤ止め部分が正常な形状であること。		≥ 58 Kg	ワイヤ止め部分に空孔等が検出されないこと。 ≤ 350 Hv
下部 ワイヤ 玉止	B 8 B 0 1	合 格		
	B 8 B 0 2	合 格		合 格 *1 263.8
	B 8 B 0 3	合 格		
	B 8 B 0 4	合 格	86.50	
	B 8 B 0 5	合 格		
	B 8 B 0 6	合 格		合 格 242.7
	B 8 B 0 7	合 格	87.16	
	B 8 B 0 8	合 格		合 格 236.9
	B 8 B 0 9	合 格		
	B 8 B 1 0	合 格	86.50	
上部 ワイヤ 玉止	B 8 T 0 1	合 格	89.97	
	B 8 T 0 2	合 格		
	B 8 T 0 3	合 格		合 格 *2
	B 8 T 0 4	合 格		
	B 8 T 0 5	合 格	90.12	
	B 8 T 0 6	合 格		
	B 8 T 0 7	合 格		合 格
	B 8 T 0 8	合 格		
	B 8 T 0 9	合 格		
	B 8 T 1 0	合 格	90.29	合 格
(備考) * 1 ; 写真 3-3.1 参照				
* 2 ; 写真 3-3.2 参照				
溶接施行試験番号 B 8 (FMS)				
溶接施行試験実施日 平成 4 年 2 月 21 日, 平成 4 年 2 月 24 日				

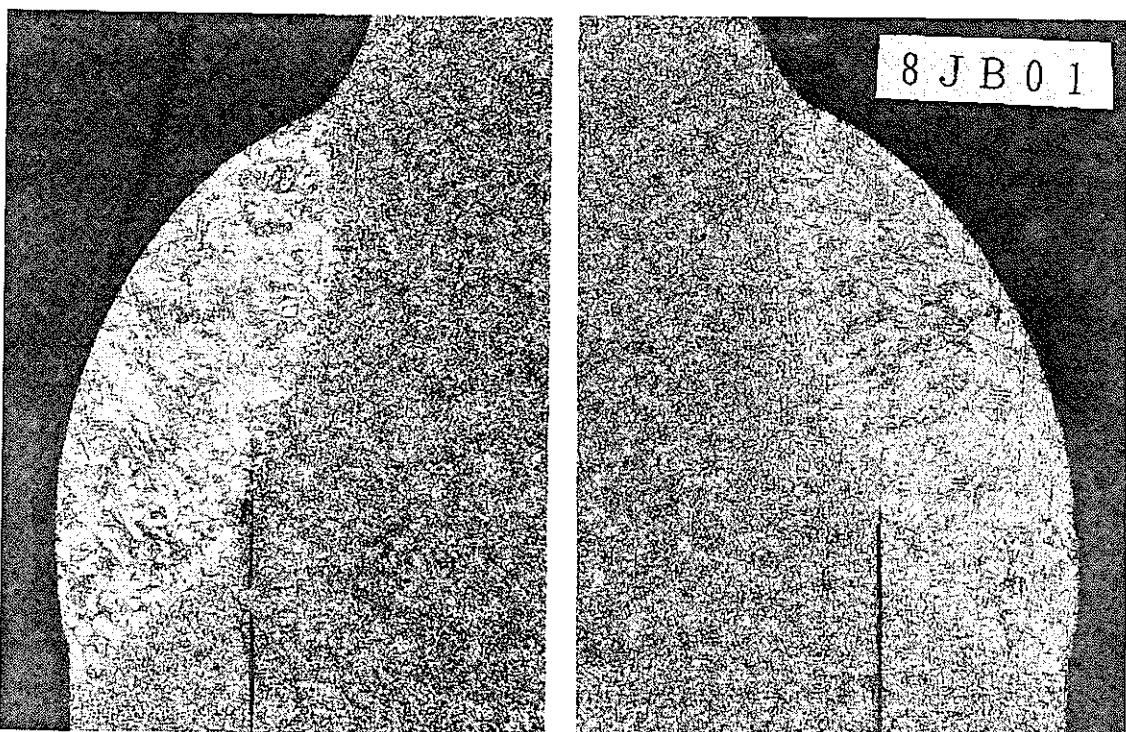


写真 3 - 1. 1 下部端栓溶接施行断面金相写真 (1 FK)

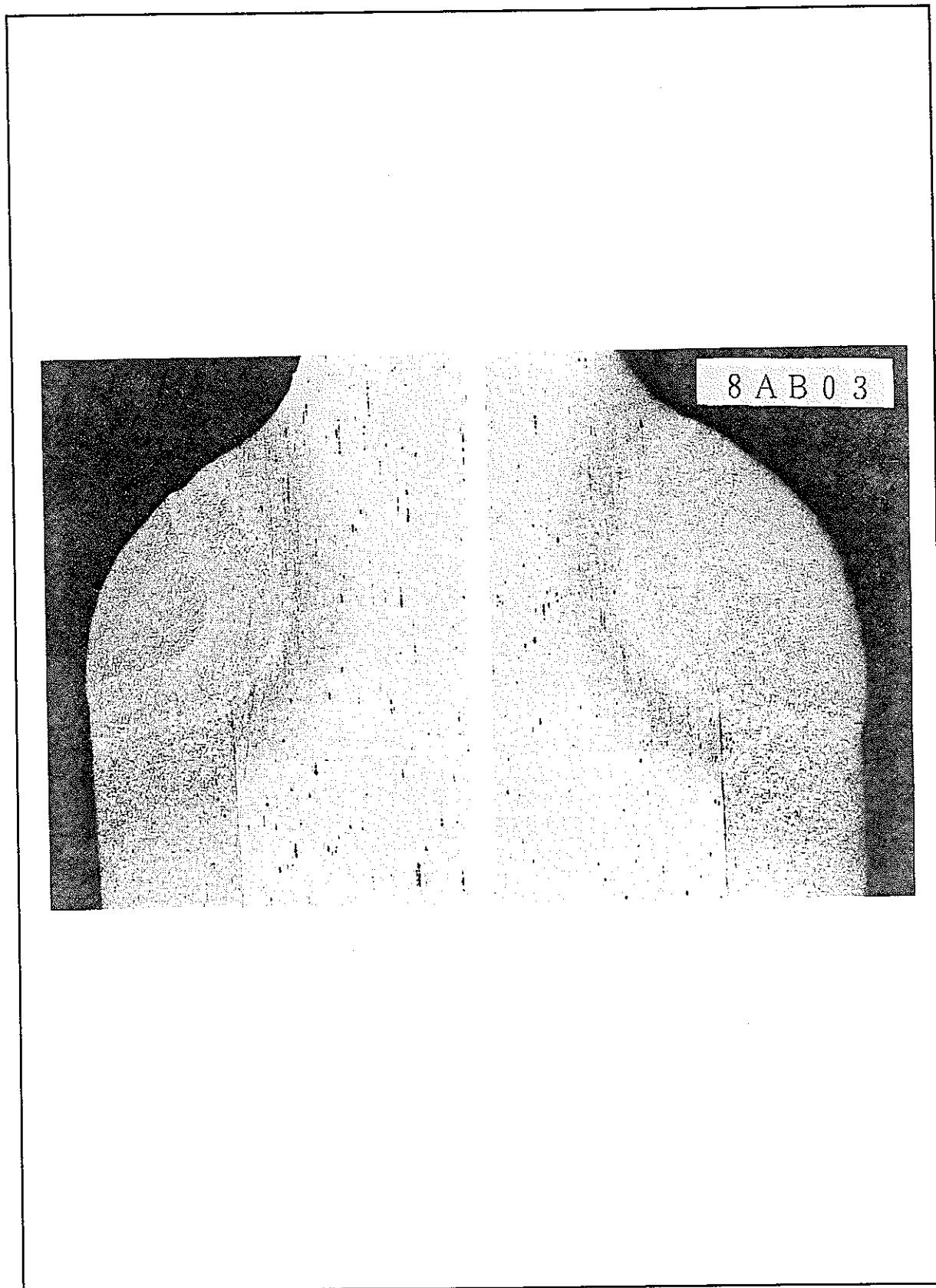


写真 3-1.2 下部端栓溶接施行断面金相写真 (HT 9M)

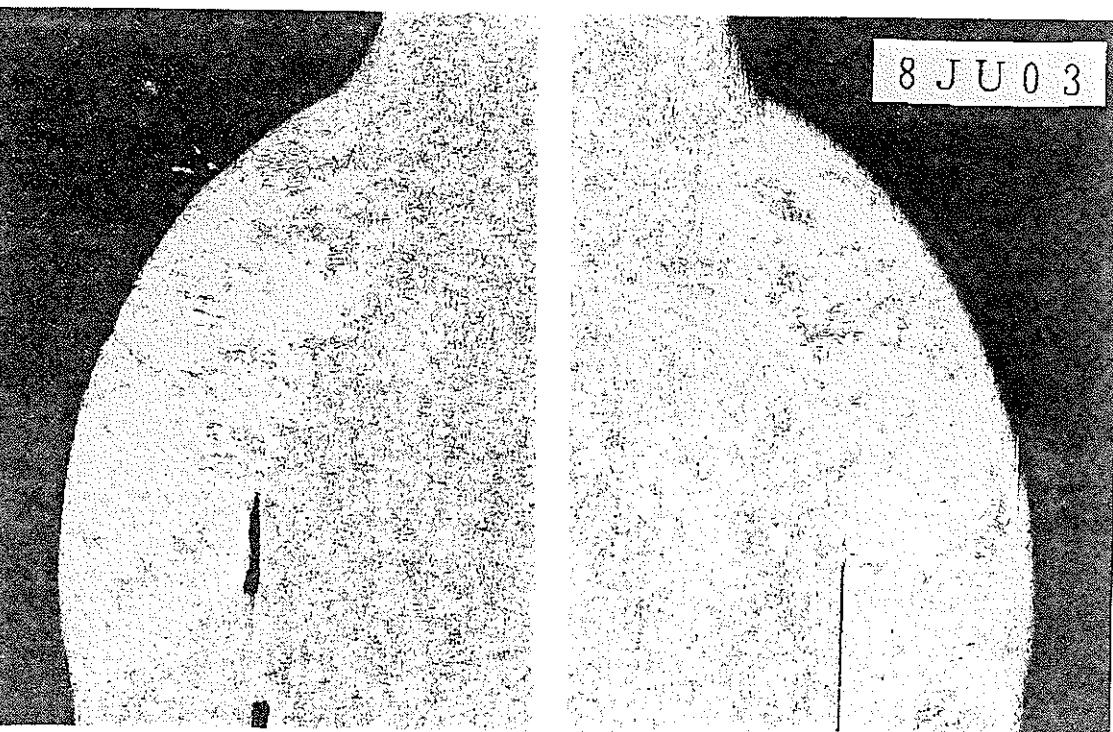


写真 3-2.1 上部端栓溶接施行断面金相写真 (1 FK)

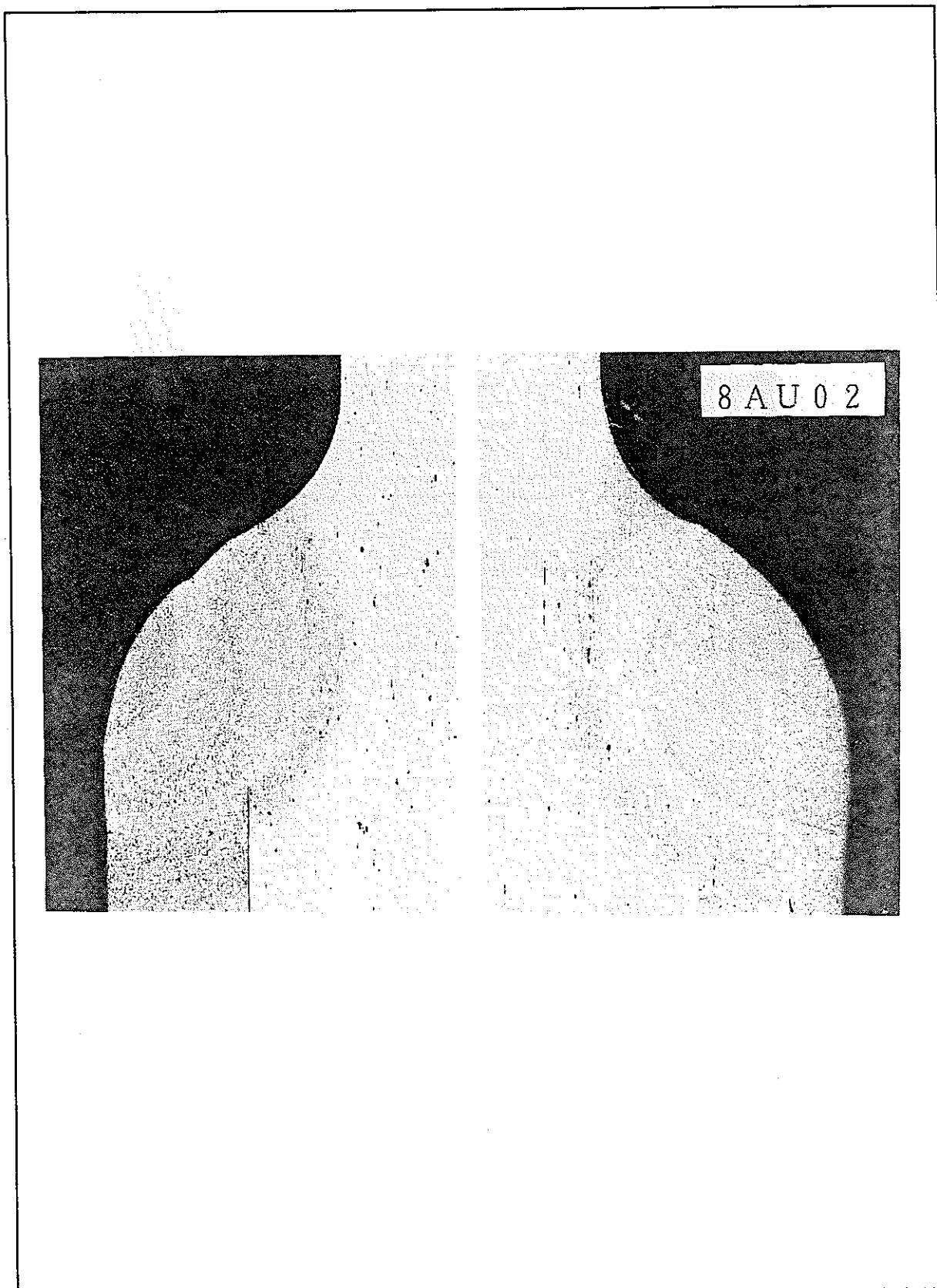


写真3-2.2 上部端栓溶接施行断面金相写真 (HT 9M)

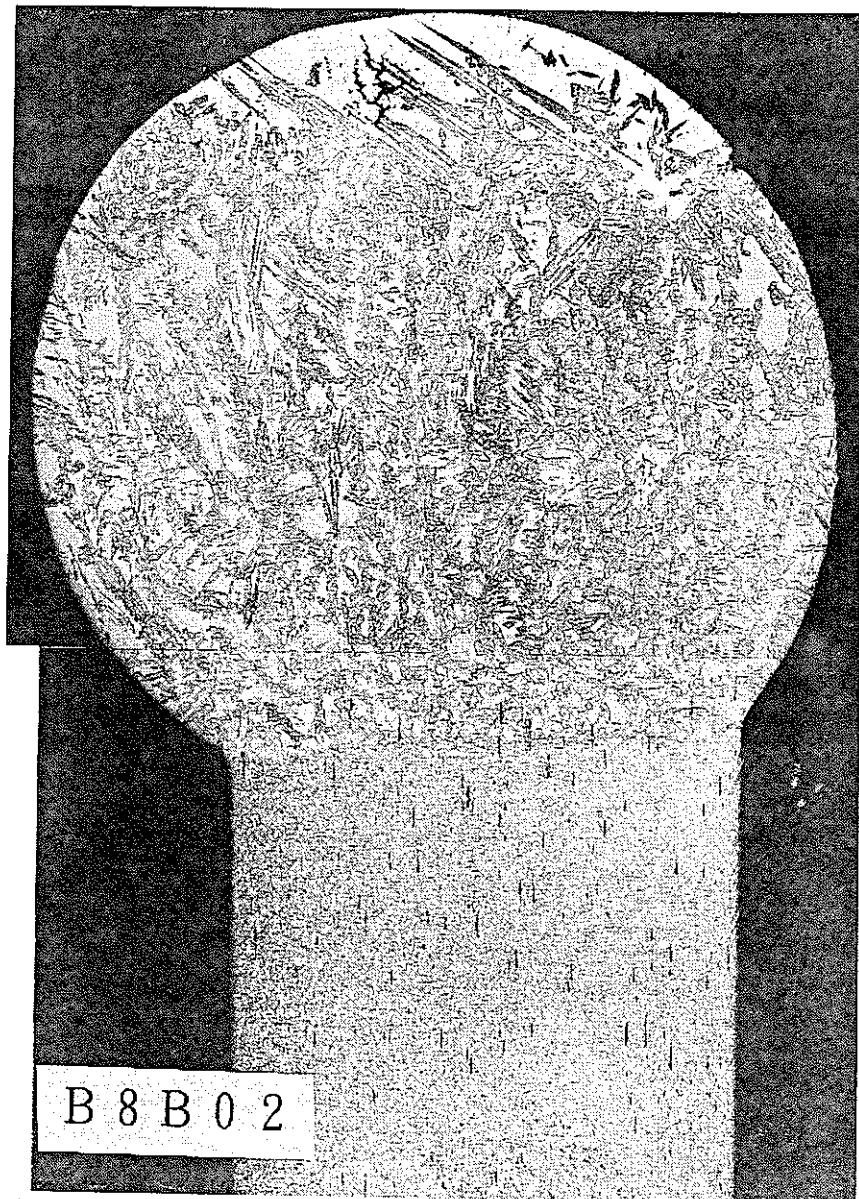


写真 3-3.1 ワイヤ玉止溶接施行断面金相写真（下部）

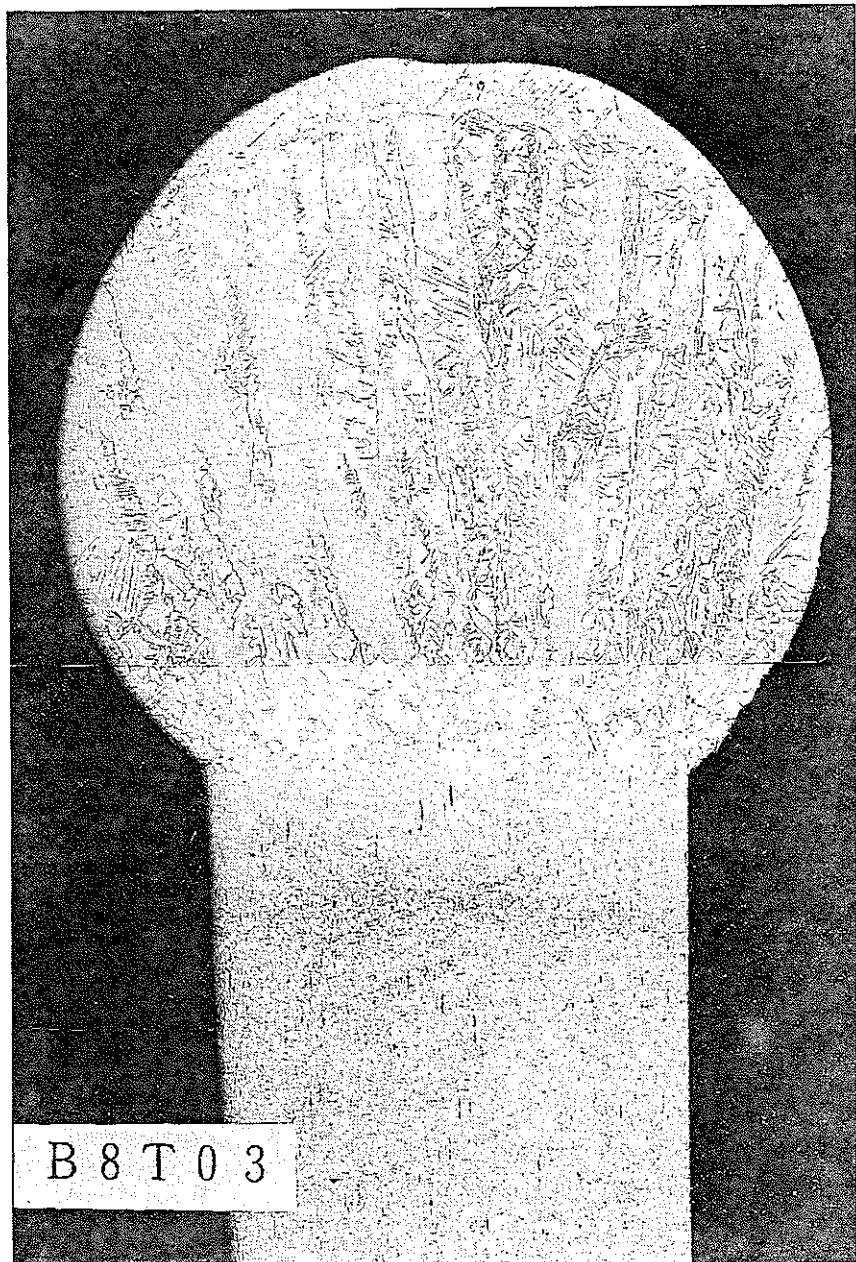


写真 3-3.2 ワイヤ玉止溶接施行断面金相写真（上部）

表 3-11.1 特殊燃料要素(12)の製造及び品質検査工程日

月 日 項 目	H 4 3 月	H 4 4 月
1. 下部端栓溶接	FM101, FM102 (3/11) FM201, FM202 (3/11) FM301, FM302 (3/12) FM401, FM402 (3/12) HT9108～HT9111 (3/12) FM103, FM104 (3/13) FM203, FM204 (3/13)	FM105, FM106 (4/04) FM205 (4/04)
2. 下部端栓溶接後 検査		FM105, FM106 (4/14) FM204, FM205 (4/14) FM301, FM302 (4/14) FM401, FM402 (4/14)
3. 充 填	FM102, FM103 (3/18) FM201, FM202 (3/18) FM301, FM302 (3/19) FM401, FM402 (3/19) FM101, FM104 (3/23) FM203, FM204 (3/23)	FM105, FM106 (4/06) FM205 (4/06)
4. 上部端栓溶接	FM102, FM103 (3/18) FM201, FM202 (3/18) FM301, FM302 (3/19) FM401, FM402 (3/19) FM101, FM104 (3/23) FM203, FM204 (3/23)	FM105, FM106 (4/06) FM205 (4/06)
5. 上部端栓溶接後 検査		FM105, FM106 (4/14) FM204, FM205 (4/14) FM301, FM302 (4/14) FM401, FM402 (4/14)
6. 表面汚染	FM102, FM103 (3/18) FM201, FM202 (3/18) FM301, FM302 (3/19) FM401, FM402 (3/19) FM101, FM104 (3/23) FM203 (3/23)	FM105, FM106 (4/06) FM204, FM205 (4/06)

表 3-11.2 特殊燃料要素(12)の製造及び品質検査工程日

月 日 項 目	H 4 3 月	H 4 4 月
7. 漏洩試験		FM105, FM106 (4/08) FM204, FM205 (4/08) FM301, FM302 (4/08) FM401, FM402 (4/08)
8. X線透過試験 (端栓溶接部)	FM204 (3/26) FM301, FM302 (3/26) FM401, FM402 (3/26)	FM105, FM106 (4/09) FM205 (4/09)
9. X線透過試験 (プレナム部)	FM204 (3/26) FM301, FM302 (3/26) FM401, FM402 (3/26)	FM105, FM106 (4/09) FM205 (4/09)
10. ワイヤ巻付け	FM301, FM302 (3/27) FM401, FM402 (3/27)	FM105, FM106 (4/08) FM204, FM205 (4/08)
11. 総合検査	FM301, FM302 (3/07) FM401, FM402 (3/07)	FM105, FM106 (4/08) FM204, FM205 (4/08)
12. 外観検査		FM105, FM106 (4/09) FM204, FM205 (4/09) FM301, FM302 (4/09) FM401, FM402 (4/09)

常陽燃料要素断面金相写真

No. 0 0 0 0 1

(特燃 F M S)

① 第1端栓溶接部金相検査（下部）

2 第2端栓溶接部金相検査（上部）

溶接日付

平成4年4月4日

検査日付

平成4年4月13日

判 定

合 格

燃料要素番号 FM105, FM106 (計 4本)

FM204, FM205

熱処理後硬さ 265.9 HV

試料No. 8JB22

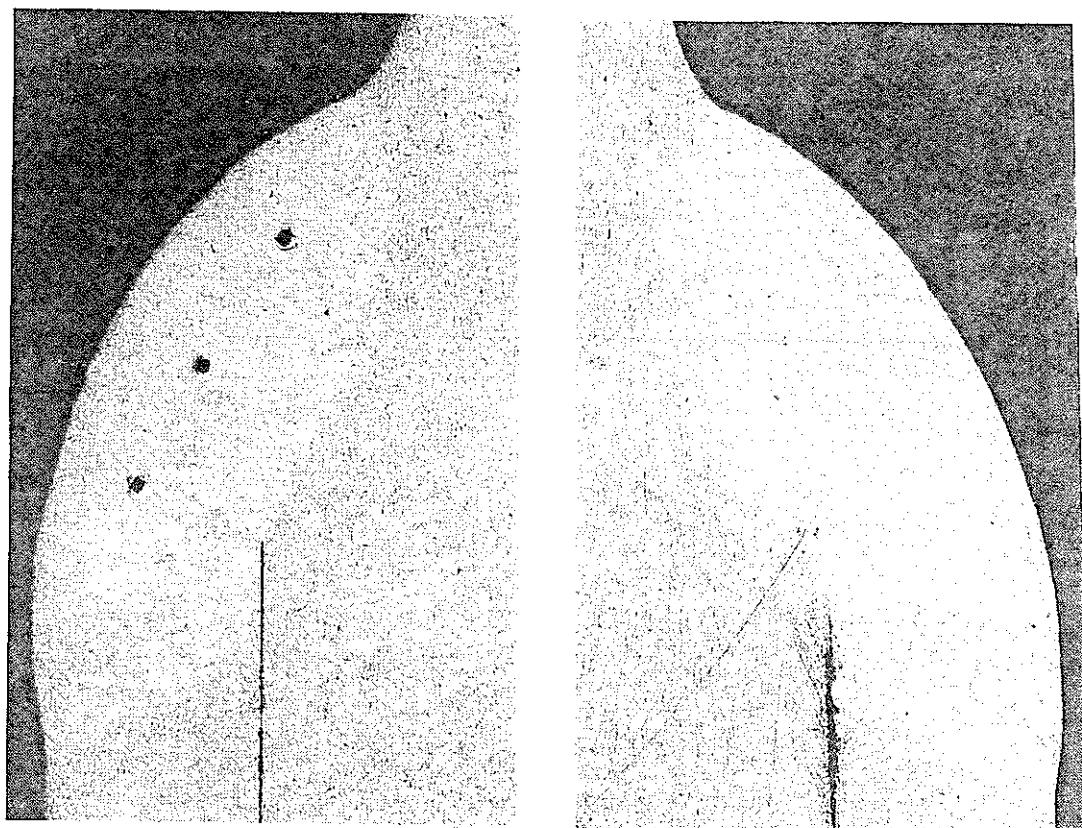


写真3-4.1 下部端栓溶接バッチ金相試験 (1FK)

常陽燃料要素断面金相写真

No. 0 0 0 0 2

(特燃 F M S)

① 第1端栓溶接部金相検査（下部）

2 第2端栓溶接部金相検査（上部）

溶接日付	検査日付	判 定
平成4年3月12日	平成4年4月13日	合 格

燃料要素番号 FM 3 0 1, FM 3 0 2 (計 4本)

FM 4 0 1, FM 4 0 2

熱処理後硬さ 297.6 Hv 試料No. 8 A B 1 3

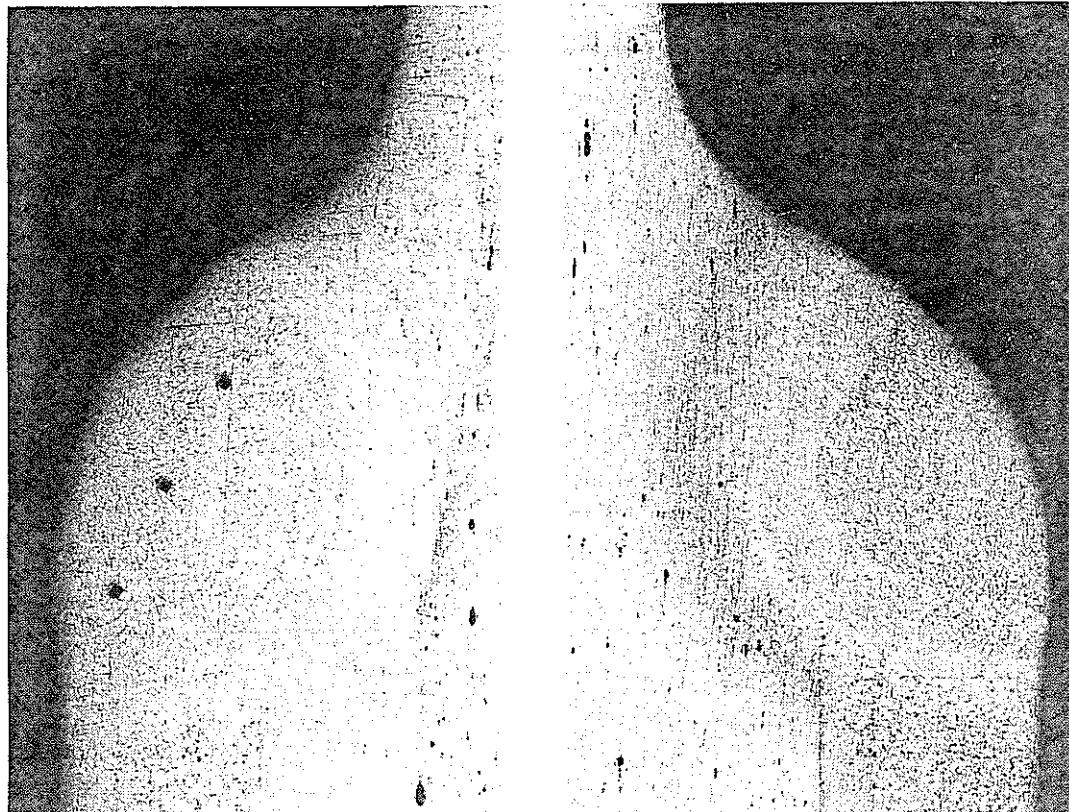


写真3-4.2 下部端栓溶接バッチ金相試験 (HT 9M)

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-12 下部端栓溶接後検査

燃料要素 番号 (素管番号)	燃料要素健全性						ビード 外径
	清浄度	アンダーカット	クラック ピンホール	着色傷	肩だれ	ビード幅	
FM105	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格
FM106	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FM204	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FM205	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FM301	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FM302	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FM401	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格
FM402	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-13 充填データ

燃料要素 番号	燃料ペレット		インシュレータペレット		
	スタック長		スタック重量	長さ	重量
	測定値 (mm)	判定	測定値 (g)	測定値 (mm)	測定値 (g)
FM105	5 5 1. 9 5	合 格	1 3 6. 1 4	2 4. 2 2	5. 6 8
FM106	5 5 1. 5 5	↓	1 3 6. 0 1	2 4. 4 6	5. 6 8
FM204	5 4 7. 1 4	↓	1 3 3. 4 1	2 4. 3 6	5. 7 2
FM205	5 4 5. 5 6	↓	1 3 3. 4 9	2 4. 3 2	5. 7 2
FM301	5 5 3. 0 6	↓	1 3 5. 9 6	2 3. 9 7	5. 6 4
FM302	5 5 3. 9 2	↓	1 3 6. 1 9	2 4. 2 6	5. 7 0
FM401	5 5 4. 7 6	↓	1 3 5. 2 3	2 4. 5 5	5. 7 6
FM402	5 4 7. 4 9	合 格	1 3 3. 4 6	2 4. 3 0	5. 7 3

常陽燃料要素断面金相写真

No. 0 0 0 3

(特燃 F M S)

1 第1端栓溶接部金相検査（下部）

② 第2端栓溶接部金相検査（上部）

溶接日付

検査日付

判 定

平成4年4月6日

平成4年4月13日

合 格

燃料要素番号 FM105, FM106 (計 4本)

FM204, FM205

熱処理後硬さ 258.5 HV

試料No. 8 J U 1 7

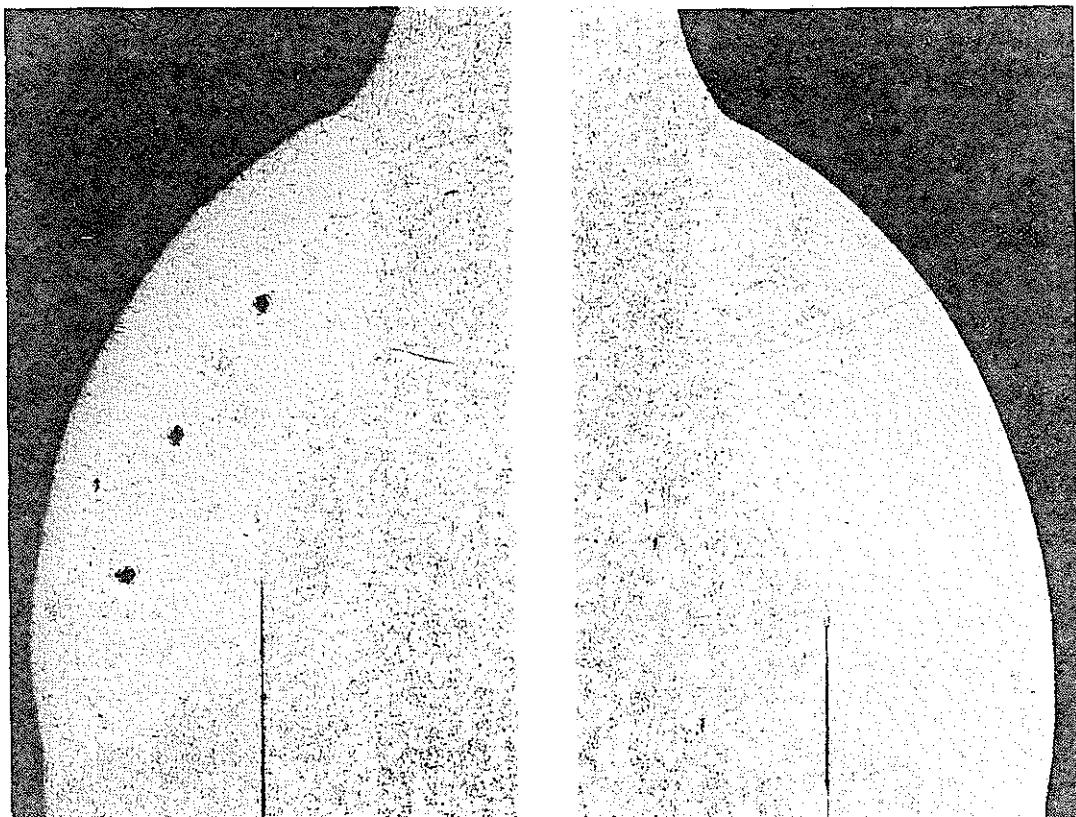


写真3-5.1 上部端栓溶接バッヂ金相試験 (1FK)

常陽燃料要素断面金相写真

No. 0 0 0 0 4

(特燃 F M S)

1 第1端栓溶接部金相検査（下部）

② 第2端栓溶接部金相検査（上部）

溶接日付

平成4年3月19日

検査日付

平成4年4月13日

判 定

合 格

燃料要素番号 FM301, FM302 (計 4本)

FM401, FM402

熱処理後硬さ 296.7 HV

試料No. 8AU16

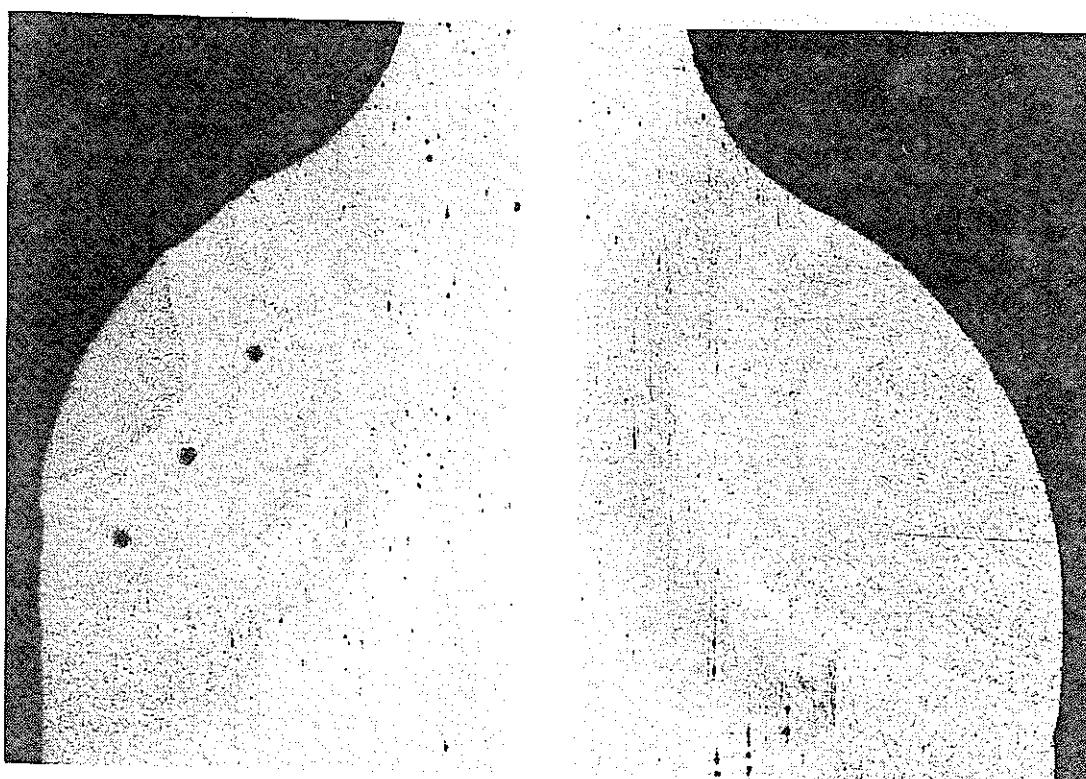


写真3-5.2 上部端栓溶接バッチ金相試験 (HT9M)

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-14 表面汚染データ及び漏洩試験

燃料要素 番号	汚 染				漏 洩 試 験	
	L O O S E 汚 染		F I X 汚 染		試料リーク率 ($\times 10^{-8}$ atm · cc/sec)	判 定
	測定値(dpm)	判 定	測定値(dpm)	判 定		
FM105	< 4	合 格	1 5 3	合 格	0. 0 9 × 10 ⁻⁸	合 格
FM106	< 4		1 5		0. 0 9 × 10 ⁻⁸	
FM204	< 4		6		0. 0 9 × 10 ⁻⁸	
FM205	< 4		1 8		0. 0 9 × 10 ⁻⁸	
FM301	4		1 0 5		0. 0 9 × 10 ⁻⁸	
FM302	4		3 0		0. 0 9 × 10 ⁻⁸	
FM401	4	↓	1 5	↓	0. 0 9 × 10 ⁻⁸	↓
FM402	< 4	合 格	1 2	合 格	0. 0 9 × 10 ⁻⁸	合 格

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-15 上部端栓溶接後検査

燃料要素 番号	燃 料 要 素 健 全 性						ビード 外 径	燃料要素外観	
	清浄度	アンダーカット	クラック ピンホール	着色傷	肩だれ	ビード幅		傷	付着物
FM105	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格
FM106									
FM204									
FM205									
FM301									
FM302									
FM401							↓		
FM402	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-16 X線透過試験（上、下部端栓溶接部）

燃料要素 番号	下部端栓溶接部（X, Y方向）				上部端栓溶接部（X, Y方向）			
	プロホール	空洞	インクルージョン	溶け込み不良	プロホール	空洞	インクルージョン	溶け込み不良
FM105	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格
FM106	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FM204								
FM205								
FM301								
FM302								
FM401								
FM402	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-17 X線透過試験（プレナム部測定）

燃料要素 番号	スプリング長	プレナム長	判 定
	測定値 (mm)	測定値 (mm)	
FM105	102.5	892.5	合 格
FM106	102.5	892.5	
FM204	107.5	897.5	
FM205	109.0	899.0	
FM301	101.5	891.5	
FM302	100.5	890.5	
FM401	99.5	889.5	
FM402	107.0	897.0	合 格

常陽燃料要素断面金相写真
(特燃 F M S)

- ① 下部ワイヤ玉止溶接部金相検査
- 2 上部ワイヤ玉止溶接部金相検査

溶接日付	検査日付	判定
平成4年4月8日	平成4年4月13日	合格

燃料要素番号 FM105, FM106 FM301, FM302
FM204, FM205 FM401, FM402
熱処理後硬さ 238.3 HV (計 8本)

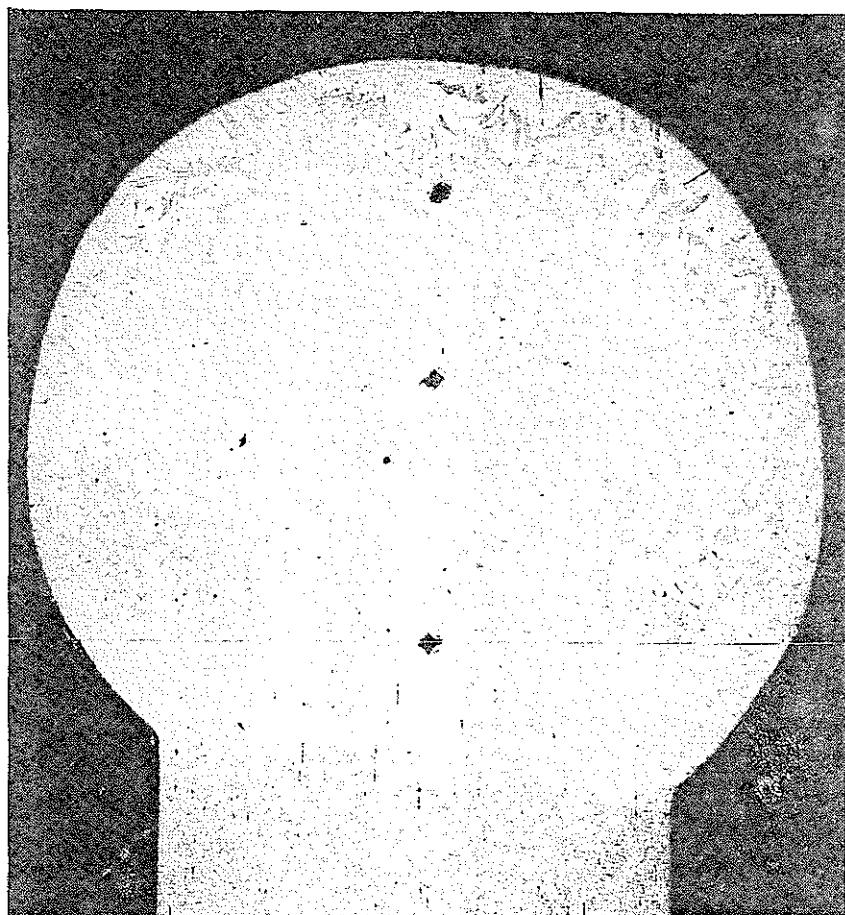


写真3-6.1 ワイヤ玉止溶接パッチ金相試験(下部ワイヤ)

常陽燃料要素断面金相写真
(特燃 F M S)

1 下部ワイヤー玉止溶接部金相検査

② 上部ワイヤー玉止溶接部金相検査

溶接日付	検査日付	判定
平成4年4月8日	平成4年4月13日	合格

燃料要素番号 FM105, FM106 FM301, FM302

FM204, FM205 FM401, FM402

(計 8本)

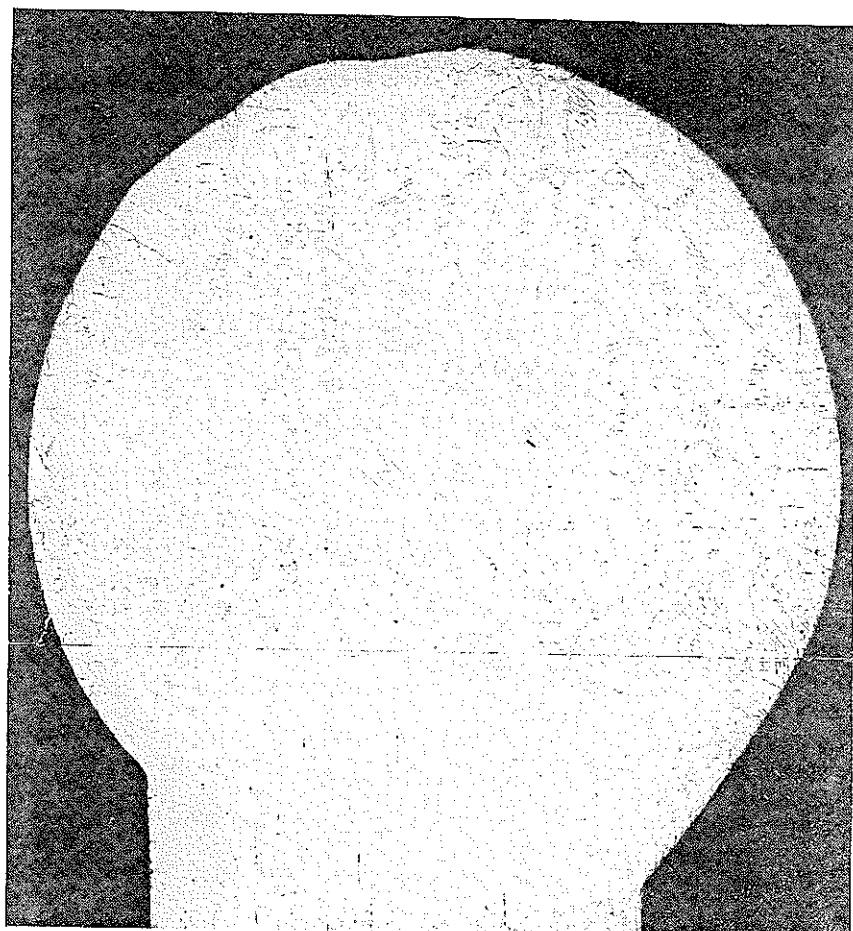


写真3-6.2 ワイヤ玉止溶接バッチ金相試験（上部ワイヤ）

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-18 ワイヤー巻付後ピッチ測定データ

燃料要素 番号	ピッチ(1) 規格値 170 (mm)	ピッチ(2) 規格値 340 (mm)	ピッチ(3) 規格値 510 (mm)	ピッチ(4) 規格値 680 (mm)	ピッチ(5) 規格値 850 (mm)	ピッチ(6) 規格値 1020 (mm)	ピッチ(7) 規格値 1190 (mm)	ピッチ(8) 規格値 1360 (mm)	ピッチ(9) 規格値 1530 (mm)	ピッチ(10) 規格 1700 (mm)	判 定
	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	測定値 (mm)	
FM105	170.4	341.2	511.3	681.2	850.9	1020.2	1188.5	1358.2	1535.6	1700.0	合 格
FM106	170.2	341.2	510.6	680.8	850.5	1019.8	1188.5	1358.2	1536.4	1700.0	
FM204	167.4	337.9	507.6	677.8	847.5	1016.5	1186.1	1355.2	1526.1	1700.0	
FM205	170.3	340.8	510.7	680.7	850.4	1019.4	1188.4	1359.4	1543.5	1700.0	
FM301	170.3	341.0	510.5	681.6	851.1	1019.8	1189.3	1358.5	1535.0	1700.0	
FM302	170.3	340.9	510.6	680.6	850.5	1019.8	1188.3	1358.4	1532.9	1699.0	
FM401	169.9	340.8	510.1	680.6	850.4	1019.5	1188.8	1358.4	1534.6	1699.0	
FM402	169.9	340.9	509.9	680.3	850.1	1018.7	1187.9	1357.1	1533.6	1700.0	合 格

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-19 総合検査

燃料要素 番号	全 長		曲がり	ペレット配列 (γスキャン)	判 定
	測定値 (mm)	測定値 (mm)			
FM105	1760.50	372.2	合 格	合 格	合 格
FM106	1760.50	371.9			
FM204	1760.56	369.1			
FM205	1760.78	369.1			
FM301	1760.50	369.8			
FM302	1760.42	369.3			
FM401	1760.38	368.9	↓	↓	↓
FM402	1760.52	366.8	合 格	合 格	合 格

特殊燃料要素の試験検査結果

表 3-20 外観検査（ワイヤー巻付後）

燃料要素 番号	ワイヤー取付部外観			燃料要素健全性		判定
	玉形状	巻付方向	溶接状態	清浄度	ワイヤーのゆるみ	
FM105	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格
FM106						
FM204						
FM205						
FM301						
FM302						
FM401						
FM402	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格	合 格

表 3-21 確定核燃料物質重量表 (分析值)

PIN No.	MOX (PuO ₂ -UO ₂)									UO ₂			
	MOX Weight (g)	Pu				U				U			
		PuO ₂ Weight (g)	Pu Content (%)	Pu Weight (g)	Pu Fissile Weight (g)	UO ₂ Weight (g)	U Content (%)	U Weight (g)	U ²³⁵ Weight (g)	UO ₂ Weight (g)	U Content (%)	U Weight (g)	U Enrich (%)
FM105	25.4	136.14	39.21	34.58	24.74	97.20	62.9	85.63	16.91	5.68	88.1	5	0.20
FM106		136.12	39.20	34.57	24.74	97.18		85.62	16.91	5.76		5	
FM204		133.45	38.43	33.90	24.25	95.28		83.94	16.58	5.72		5	
FM205		133.50	38.45	33.91	24.26	95.31		83.97	16.58	5.72		5	
FM301		135.96	39.15	34.53	24.71	97.07		85.52	16.89	5.64		5	
FM302		136.19	39.22	34.59	24.75	97.23		85.66	16.92	5.70		5	
FM401		135.26	38.95	34.35	24.58	96.56		85.07	16.80	5.76		5	
FM402		133.48	38.44	33.90	24.26	95.30		83.96	16.58	5.73		5	
合計		1080.09	311.05		274.33	196.29	771.13		679.37	134.17	45.71		40

Pu Fissile (%) 71.55
Eu Enrich (%) 19.75

PuO₂ 重量 MOX×Pu含有率/Pu品位
UO₂ 重量 MOX×U含有率/U品位

核物質区分 PU428
EU428
DU601

混合率 Pu (%) 29.575
Eu (%) 70.425

4. ま と め

4. ま　と　め

B型FMS特殊燃料要素は、各製造及び加工工程を経た後に、品質検査が実施された。結果は、不適合品が発生したため、再度、加工、品質検査を実施し、製品8本が規格を満足し合格した。

なお、製品検査における燃料要素の不適合品内訳を表4に示す。

表4 燃料要素の不適合品内訳

不　　適　　合　　品　　内　　訳		
要　素　番　号	内　　訳	処　置
FM102	位相ズレ	FM105に転用
FM103	位相ズレ	貯蔵庫へ保管
FM201	位相ズレ	FM204に転用
FM202	位相ズレ	FM205に転用
FM101	固着汚染	解　体
FM104	固着汚染	FM106に転用
FM203	固着汚染	解　体

5. 使用前檢查結果

5. 使用前検査結果

科技庁による使用前検査の実績を表5に示す。なお、結果については全対象品規格を満足し合格した。

表5 使用前検査実績

回数	受検日付	検査官	ペレット／個	燃料要素／本
1	平成4年1月31日	柴 宮 井 岡	ロットFMS-001 337個 ロットF3B-002 337個 ロットFMS-IP1 (40個)	
2	平成4年4月14日	吉 田 井 岡		8 本
合 計			(40個) 674個	8 本

() 热遮蔽ペレット

6. 謝 辞

6. 謝 辞

当該、燃料ペレット燃料要素の品質検査にあたっては、高速実験炉「常陽」照射用炉心燃料集合体品質保証文書及び、特殊燃料要素品質保証文書に沿って実施した。

また、本品質管理報告書作成にあたっては検査課、品質保証室及び管理課の皆様、その他関係者の協力によるもので、深く感謝致します。また不適合品の発生に関しましては、関係各位に多大な御迷惑をおかけしたことを深く反省しております。

参考品質保証文書

- ・製造日程計画書（B型特殊FMS燃料要素）…………… (JOYO-TF-QA-01)(FMS)
- ・製造仕様書（B型特殊FMS燃料要素）…………… (JOYO-TF-QA-03)(FMS)
- ・製造図面（B型特殊FMS燃料要素）…………… (JOYO-TF-QA-04)(FMS)
- ・品質管理要領書（B型特殊FMS燃料要素）…………… (JOYO-TF-QA-11)(FMS)
- ・溶接施行試験要領書…………… (JOYO-TF-QA-13)
- ・検査基準（B型特殊FMS燃料要素）…………… (JOYO-TF-QA-30)(FMS)
- ・核燃料物質使用計画書（B型特殊FMS燃料要素）……… (JOYO-TF-QA-07)(FMS)

7. 品質検査データ集

7. 品質検査データ集

7.1 ペレット配列測定データ

燃料要素ごとに、封入したペレットの個々の寸法・重量・密度測定データを次項以降に示す。

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM103

配列 No.	Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weigh (g)	Density (%T.D.)	Pellet Data	
						Type	
01	FMS-IP1	5.392	12.218	2.873	93.95		
02	FMS-001	5.533	9.048	2.233	93.14		
03		5.531	9.070	2.225	92.65		
04		5.534	9.080	2.226	92.49		
05		5.532	9.099	2.228	92.45		
06		5.532	9.047	2.221	92.69		
07		5.533	9.117	2.242	92.81		
08		5.532	9.044	2.221	92.72		
09		5.531	9.077	2.239	93.16		
10		5.533	9.094	2.232	92.63		
11		5.534	9.062	2.238	93.17		
12		5.532	8.997	2.209	92.70		
13		5.532	8.976	2.204	92.70		
14		5.545	9.070	2.237	92.68		
15		5.535	9.085	2.248	93.32		
16		5.522	9.054	2.227	93.20		
17		5.534	9.049	2.219	92.51		
18		5.533	9.076	2.238	93.06		
19		5.534	9.091	2.248	93.29		
20		5.532	9.068	2.228	92.76		
21		5.533	9.037	2.220	92.71		
22		5.532	9.059	2.231	92.98		
23		5.532	9.128	2.239	92.61		
24		5.536	9.056	2.239	93.21		
25		5.536	9.086	2.239	92.90		
26		5.532	9.055	2.224	92.73		
27		5.534	9.117	2.227	92.16		
28		5.532	9.272	2.257	91.90		
29		5.532	9.059	2.222	92.60		
30		5.531	9.136	2.245	92.81		
31		5.535	9.029	2.217	92.60		
32		5.543	9.062	2.244	93.12		
33		5.533	9.079	2.240	93.12		
34		5.534	9.045	2.218	92.51		
35		5.533	9.198	2.256	92.57		
36		5.532	9.062	2.236	93.16		
37		5.533	9.108	2.240	92.82		
38		5.533	9.055	2.235	93.15		
39		5.533	9.066	2.223	92.54		
40		5.535	9.127	2.256	93.22		
41		5.533	9.283	2.264	92.04		
42		5.533	9.033	2.218	92.67		
43		5.533	9.035	2.226	92.98		
44		5.534	9.050	2.218	92.46		
45		5.533	9.034	2.215	92.54		
46		5.534	9.122	2.240	92.64		
47		5.534	9.044	2.234	93.19		
48		5.529	9.036	2.217	92.73		
49		5.532	9.050	2.226	92.86		
50		5.534	9.044	2.231	93.07		
51		5.535	9.051	2.235	93.13		
52		5.532	9.082	2.238	93.03		
53		5.533	9.087	2.242	93.12		
54		5.534	9.050	2.219	92.50		
55		5.533	9.060	2.236	93.14		
56		5.532	9.077	2.224	92.50		
57		5.531	9.021	2.218	92.86		
58		5.533	9.051	2.234	93.15		
59		5.532	9.014	2.198	92.06		
60		5.533	9.020	2.214	92.64		
61		5.533	9.073	2.240	93.18		
62	FMS-001	5.545	9.029	2.238	93.14	Mox	
63	FMS-IP1	5.401	12.223	2.876	93.70	Insulator	

[Blanket & Insulator Pellet]							
Average	5.397	12.221	2.875	93.83			
Standard Deviation	0.004	0.002	0.001	0.125			
Total	-----	24.441	5.749	-----			

[Mixed Oxide Pellet]							
Average	5.533	9.072	2.231	92.81			
Standard Deviation	0.003	0.052	0.013	0.327			
Total	-----	553.386	136.096	-----			

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM105

下部端栓	配列 No.	Pellet Data					Type
		Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weigh (g)	Density (%T.D)	
	01	FMS-IP1	5.399	12.007	2.814	93.40	
	02	FMS-001	5.533	9.041	2.232	93.17	
	03		5.531	9.066	2.225	92.69	
	04		5.533	9.040	2.232	93.18	
	05		5.534	9.210	2.248	92.08	
	06		5.532	9.048	2.221	92.68	
	07		5.535	9.031	2.220	92.71	
	08		5.534	9.058	2.227	92.76	
	09		5.534	9.052	2.231	92.98	
	10		5.532	9.118	2.233	92.46	
	11		5.535	9.049	2.233	93.06	
	12		5.533	9.019	2.225	93.11	
	13		5.533	9.031	2.217	92.65	
	14		5.532	9.140	2.248	92.86	
	15		5.535	9.309	2.263	91.68	
	16		5.532	9.054	2.236	93.24	
	17		5.530	9.119	2.240	92.81	
	18		5.533	9.055	2.233	93.07	
	19		5.531	9.244	2.259	92.30	
	20		5.532	9.003	2.209	92.64	
	21		5.532	9.107	2.244	93.03	
	22		5.534	9.062	2.228	92.76	
	23		5.531	9.073	2.228	92.75	
	24		5.532	9.074	2.236	93.03	
	25		5.533	9.024	2.217	92.72	
	26		5.530	9.053	2.227	92.94	
	27		5.532	9.108	2.243	92.98	
	28		5.532	9.063	2.226	92.73	
	29		5.532	9.072	2.226	92.64	
	30		5.531	9.048	2.225	92.88	
	31		5.535	9.054	2.218	92.39	
	32		5.533	9.066	2.203	91.71	
	33		5.532	9.046	2.227	92.95	
	34		5.534	9.061	2.239	93.23	
	35		5.533	9.077	2.240	93.14	
	36		5.532	9.221	2.265	92.74	
	37		5.544	9.023	2.237	93.20	
	38		5.533	9.073	2.241	93.22	
	39		5.534	9.084	2.224	92.37	
	40		5.532	9.044	2.224	92.84	
	41		5.534	8.985	2.203	92.50	
	42		5.534	9.023	2.217	92.70	
	43		5.531	9.204	2.259	92.70	
	44		5.533	9.053	2.218	92.47	
	45		5.533	9.089	2.242	93.10	
	46		5.533	9.064	2.233	92.98	
	47		5.532	9.090	2.223	92.33	
	48		5.532	9.033	2.232	93.29	
	49		5.530	8.949	2.193	92.59	
	50		5.546	9.086	2.241	92.65	
	51		5.535	9.045	2.236	93.23	
	52		5.533	9.025	2.229	93.21	
	53		5.531	8.999	2.217	93.05	
	54		5.532	9.299	2.269	92.12	
	55		5.531	9.057	2.232	93.08	
	56		5.544	9.068	2.233	92.57	
	57		5.533	9.077	2.223	92.43	
	58		5.532	9.169	2.250	92.65	
	59		5.533	9.075	2.238	93.07	
	60		5.535	9.106	2.240	92.77	
	61		5.533	9.021	2.219	92.84	
	62	FMS-001	5.534	9.088	2.242	93.07	Mox
	63	FMS-IP1	5.390	12.214	2.869	93.92	Insulator

[Blanket & Insulator Pellet]				
Average	5.395	12.111	2.842	93.66
Standard Deviation	0.004	0.104	0.027	0.260
Total	-----	24.221	5.683	-----

[Mixed Oxide Pellet]				
Average	5.533	9.077	2.232	93.66
Standard Deviation	0.003	0.068	0.014	0.260
Total	-----	553.725	136.139	-----

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM106

配列 No.	Pellet Data						Type
	Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Height (mm)	Weight (g)	Density (%T.D)		
01	FMS-IP1	5.396	12.146	2.857	93.85		
02	FMS-001	5.533	9.055	2.235	93.15		Mox
03		5.534	9.087	2.232	92.67		
04		5.512	9.102	2.224	92.92		
05		5.534	9.050	2.233	93.09		
06		5.533	9.061	2.233	93.01		
07		5.534	9.056	2.237	93.19		
08		5.535	9.019	2.225	93.04		
09		5.532	9.089	2.240	93.05		
10		5.533	9.074	2.225	92.54		
11		5.535	9.036	2.235	93.28		
12		5.533	9.185	2.260	92.86		
13		5.535	9.030	2.218	92.63		
14		5.533	9.086	2.247	93.33		
15		5.533	9.229	2.264	92.58		
16		5.534	9.044	2.234	93.19		
17		5.532	9.051	2.230	93.02		
18		5.534	9.183	2.252	92.52		
19		5.534	9.064	2.234	92.99		
20		5.533	9.093	2.232	92.64		
21		5.535	9.046	2.219	92.51		
22		5.534	9.036	2.229	93.07		
23		5.544	9.024	2.223	92.60		
24		5.533	9.035	2.214	92.48		
25		5.529	9.030	2.230	93.34		
26		5.532	9.034	2.231	93.24		
27		5.536	9.054	2.226	92.69		
28		5.535	9.037	2.215	92.44		
29		5.532	9.075	2.221	92.40		
30		5.533	9.058	2.231	92.96		
31		5.534	9.065	2.234	92.98		
32		5.535	9.063	2.226	92.63		
33		5.534	9.009	2.211	92.59		
34		5.544	9.107	2.246	92.71		
35		5.534	9.043	2.222	92.70		
36		5.532	9.247	2.259	92.23		
37		5.533	9.087	2.240	93.03		
38		5.530	9.102	2.245	93.19		
39		5.532	9.255	2.258	92.11		
40		5.530	9.059	2.231	93.05		
41		5.534	9.067	2.230	92.79		
42		5.532	9.047	2.221	92.69		
43		5.533	9.055	2.235	93.15		
44		5.534	8.873	2.174	92.44		
45		5.532	9.063	2.220	92.48		
46		5.542	9.054	2.230	92.65		
47		5.544	9.023	2.237	93.20		
48		5.530	9.242	2.265	92.59		
49		5.531	9.058	2.234	93.15		
50		5.533	9.035	2.201	91.94		
51		5.534	9.102	2.234	92.60		
52		5.535	9.076	2.239	93.04		
53		5.530	9.080	2.239	93.16		
54		5.530	9.060	2.223	92.70		
55		5.532	9.053	2.232	93.08		
56		5.533	9.029	2.226	93.05		
57		5.534	9.059	2.226	92.70		
58		5.532	9.041	2.231	93.16		
59		5.534	9.064	2.235	93.03		
60		5.535	9.081	2.241	93.07		
61		5.534	9.052	2.234	93.11		
62	FMS-001	5.533	9.037	2.214	92.46		
63	FMS-IP1	5.405	12.319	2.903	93.70	Mox	Insulator

[Blanket & Insulator Pellet]

Average	5.401	12.233	2.880	93.78
Standard Deviation	0.004	0.086	0.023	0.075
Total	-----	24.465	5.76	-----

[Mixed Oxide Pellet]

Average	5.533	9.071	2.232	92.83
Standard Deviation	0.004	0.060	0.014	0.316
Total	-----	553.311	136.122	-----

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM204

下部 端栓	配列 No.	Pellet Data				
		Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weigh (g)	Density (%T.D)
	01	FMS-1P1	5.396	12.143	2.846	93.51
	02	FMS-002	5.591	9.182	2.240	90.17
	03		5.590	9.185	2.239	90.13
	04		5.590	9.192	2.239	90.06
	05		5.590	9.153	2.235	90.28
	06		5.568	9.074	2.201	90.39
	07		5.588	8.779	2.156	90.87
	08		5.588	9.163	2.234	90.21
	09		5.578	9.094	2.213	90.36
	10		5.585	9.101	2.227	90.63
	11		5.587	9.138	2.231	90.36
	12		5.568	9.087	2.208	90.55
	13		5.571	9.020	2.196	90.63
	14		5.586	9.152	2.228	90.14
	15		5.590	9.219	2.248	90.16
	16		5.590	9.144	2.234	90.33
	17		5.589	9.106	2.227	90.46
	18		5.571	9.088	2.206	90.36
	19		5.589	9.207	2.246	90.23
	20		5.568	9.090	2.207	90.48
	21		5.590	9.121	2.232	90.48
	22		5.568	9.084	2.205	90.46
	23		5.587	9.109	2.222	90.29
	24		5.587	9.011	2.195	90.16
	25		5.564	9.082	2.205	90.61
	26		5.590	9.058	2.221	90.66
	27		5.588	9.158	2.239	90.46
	28		5.589	9.000	2.200	90.41
	29		5.569	9.121	2.205	90.06
	30		5.588	9.101	2.214	90.01
	31		5.588	9.216	2.255	90.53
	32		5.589	9.135	2.230	90.29
	33		5.589	9.246	2.255	90.21
	34		5.587	9.193	2.246	90.43
	35		5.591	9.145	2.228	90.05
	36		5.591	8.964	2.205	90.92
	37		5.565	9.066	2.202	90.61
	38		5.592	9.178	2.240	90.17
	39		5.568	9.065	2.205	90.65
	40		5.590	9.129	2.227	90.19
	41		5.592	9.190	2.241	90.10
	42		5.591	9.151	2.236	90.31
	43		5.590	9.155	2.241	90.50
	44		5.592	9.162	2.237	90.21
	45		5.586	9.219	2.243	90.08
	46		5.552	8.984	2.179	90.91
	47		5.589	9.193	2.246	90.36
	48		5.589	9.162	2.238	90.35
	49		5.591	9.163	2.234	90.11
	50		5.590	9.196	2.247	90.34
	51		5.591	9.168	2.241	90.34
	52		5.561	9.001	2.187	90.77
	53		5.591	9.176	2.245	90.43
	54		5.589	9.240	2.253	90.18
	55		5.585	9.114	2.228	90.55
	56		5.566	9.015	2.191	90.64
	57		5.588	9.132	2.231	90.39
	58		5.592	9.121	2.230	90.33
	59		5.589	8.904	2.176	90.39
	60		5.590	9.216	2.246	90.11
	61	FMS-002	5.589	9.149	2.235	90.35
	62	FMS-1P1	5.401	9.213	2.877	93.81

(Blanket & Insulator Pellet)						
Average	5.399	12.178	2.862	93.660		
Standard Deviation	0.002	0.035	0.016	0.150		
Total	-----	24.356	5.723	-----		

(Mixed Oxide Pellet)						
Average	5.584	9.118	2.224	90.373		
Standard Deviation	0.010	0.084	0.022	0.218		
Total	-----	547.167	133.451	-----		

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM205

下部 端栓	Pellet Data						
	配列 No.	Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weigh (g)	Density (%T.D)	Type
	01	FMS-IPI	5.405	12.186	2.869	93.62	
	02	FMS-002	5.592	9.281	2.256	89.81	Mox
	03		5.591	9.157	2.235	90.21	
	04		5.588	9.186	2.241	90.26	
	05		5.587	9.045	2.211	90.48	
	06		5.589	9.195	2.245	90.30	
	07		5.590	9.167	2.236	90.18	
	08		5.587	9.200	2.250	90.52	
	09		5.592	9.114	2.220	89.99	
	10		5.574	9.103	2.207	90.16	
	11		5.592	9.180	2.244	90.31	
	12		5.587	9.205	2.242	90.15	
	13		5.575	9.102	2.210	90.26	
	14		5.588	9.191	2.240	90.17	
	15		5.562	9.020	2.193	90.80	
	16		5.589	9.182	2.243	90.35	
	17		5.586	9.136	2.230	90.38	
	18		5.585	9.097	2.223	90.51	
	19		5.591	9.177	2.237	90.09	
	20		5.589	9.150	2.229	90.10	
	21		5.590	8.999	2.198	90.31	
	22		5.589	9.149	2.235	90.35	
	23		5.559	9.003	2.187	90.82	
	24		5.591	9.176	2.236	90.06	
	25		5.589	9.209	2.241	90.01	
	26		5.589	8.941	2.189	90.55	
	27		5.589	9.325	2.270	90.04	
	28		5.587	9.090	2.225	90.60	
	29		5.591	9.179	2.247	90.48	
	30		5.589	9.184	2.245	90.41	
	31		5.591	9.145	2.234	90.29	
	32		5.591	8.964	2.195	90.50	
	33		5.589	9.155	2.234	90.25	
	34		5.591	9.167	2.238	90.23	
	35		5.563	9.055	2.201	90.74	
	36		5.590	9.206	2.241	90.00	
	37		5.590	9.165	2.235	90.16	
	38		5.587	9.168	2.235	90.23	
	39		5.589	9.167	2.240	90.38	
	40		5.566	9.023	2.196	90.76	
	41		5.588	9.129	2.229	90.34	
	42		5.570	9.081	2.205	90.42	
	43		5.588	9.102	2.219	90.20	
	44		5.590	9.182	2.243	90.32	
	45		5.587	9.167	2.238	90.36	
	46		5.589	9.196	2.241	90.13	
	47		5.554	9.063	2.192	90.59	
	48		5.558	9.021	2.188	90.71	
	49		5.585	9.169	2.240	90.49	
	50		5.590	8.940	2.186	90.41	
	51		5.588	8.997	2.191	90.10	
	52		5.590	9.170	2.214	89.27	
	53		5.591	9.172	2.241	90.30	
	54		5.587	9.177	2.242	90.42	
	55		5.590	9.157	2.234	90.20	
	56		5.586	8.829	2.162	90.67	
	57		5.585	9.196	2.244	90.38	
	58		5.589	9.142	2.228	90.14	
	59		5.575	9.124	2.212	90.12	
	60		5.591	9.095	2.227	90.50	
	61	FMS-002	5.573	9.053	2.207	90.69	Mox
	62	FMS-IPI	5.406	12.131	2.848	93.32	Insulator

[Blanket & Insulator Pellet]						
Average	5.406	12.159	2.859	93.470		
Standard Deviation	0.000	0.028	1.435	46.810		
Total	-----	24.317	5.717	-----		

[Mixed Oxide Pellet]						
Average	5.585	9.125	2.225	90.316		
Standard Deviation	5.585	9.125	2.225	90.316		
Total	-----	547.520	133.497	-----		

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM301

下部端栓	配列 No.	Pellet Data					Type
		Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weight (g)	Density (%T.D.)	
	01	FMS-IP1	5.405	11.954	2.817	93.70	
	02	FMS-001	5.534	9.073	2.241	93.18	
	03		5.533	9.094	2.231	92.59	
	04		5.534	9.085	2.242	93.10	
	05		5.534	9.075	2.240	93.12	
	06		5.535	9.077	2.233	92.78	
	07		5.532	9.083	2.241	93.15	
	08		5.534	8.876	2.178	92.58	
	09		5.532	9.100	2.228	92.44	
	10		5.530	9.088	2.229	92.67	
	11		5.535	9.131	2.244	92.68	
	12		5.533	9.059	2.233	93.03	
	13		5.535	9.085	2.231	92.61	
	14		5.534	9.055	2.234	93.08	
	15		5.533	9.024	2.217	92.72	
	16		5.534	9.003	2.210	92.61	
	17		5.533	9.113	2.236	92.60	
	18		5.534	9.059	2.225	92.66	
	19		5.542	9.072	2.246	93.13	
	20		5.534	9.082	2.240	93.05	
	21		5.534	9.065	2.239	93.18	
	22		5.531	9.055	2.234	93.18	
	23		5.532	9.046	2.228	92.99	
	24		5.535	8.993	2.207	92.55	
	25		5.533	9.087	2.225	92.41	
	26		5.534	9.100	2.234	92.62	
	27		5.533	9.034	2.213	92.45	
	28		5.533	9.107	2.232	92.50	
	29		5.533	9.063	2.226	92.70	
	30		5.530	9.050	2.230	93.10	
	31		5.531	9.039	2.234	93.34	
	32		5.533	8.986	2.205	92.61	
	33		5.532	9.085	2.238	93.00	
	34		5.528	9.169	2.236	92.20	
	35		5.535	9.068	2.231	92.79	
	36		5.535	9.049	2.237	93.23	
	37		5.534	9.079	2.242	93.16	
	38		5.530	9.134	2.237	92.53	
	39		5.534	9.138	2.240	92.48	
	40		5.533	9.077	2.234	92.89	
	41		5.531	9.053	2.219	92.57	
	42		5.532	8.774	2.150	92.51	
	43		5.533	9.037	2.217	92.59	
	44		5.533	9.068	2.234	92.98	
	45		5.532	9.266	2.273	92.61	
	46		5.530	9.055	2.235	93.25	
	47		5.534	9.136	2.239	92.46	
	48		5.533	9.082	2.237	92.96	
	49		5.534	9.060	2.237	93.15	
	50		5.534	9.092	2.227	92.41	
	51		5.533	9.083	2.245	93.28	
	52		5.532	9.033	2.217	92.66	
	53		5.532	9.066	2.222	92.53	
	54		5.533	9.061	2.223	92.59	
	55		5.510	9.052	2.201	92.53	
	56		5.534	9.104	2.240	92.83	
	57		5.533	9.068	2.238	93.15	
	58		5.533	9.052	2.226	92.81	
	59		5.535	9.113	2.239	92.66	
	60		5.530	9.057	2.230	93.03	
	61		5.531	9.036	2.216	92.62	
	62	FMS-001	5.531	9.040	2.218	92.67	Mox
	63	FMS-IP1	5.399	12.019	2.820	93.51	Insulator

(Blanket & Insulator Pellet)

Average	5.402	11.987	2.819	93.61
Standard Deviation	0.003	0.032	0.001	0.095
Total	-----	23.973	5.637	-----

(Mixed Oxide Pellet)

Average	5.533	9.066	2.229	92.80
Standard Deviation	0.003	0.062	0.017	0.281
Total	-----	553.046	135.964	-----

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM302

下部端栓	配列 No.	Pellet Data					Type
		Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weigh (g)	Density (%T.D)	
	01	FMS-1P1	5.393	12.150	2.851	93.72	
	02	FMS-001	5.532	9.058	2.236	93.20	
	03		5.535	9.089	2.239	92.90	
	04		5.533	9.315	2.264	91.73	
	05		5.532	9.383	2.274	91.50	
	06		5.533	9.069	2.235	93.01	
	07		5.534	9.060	2.235	93.07	
	08		5.534	9.071	2.238	93.08	
	09		5.533	9.064	2.222	92.52	
	10		5.534	8.812	2.155	92.26	
	11		5.534	9.020	2.213	92.56	
	12		5.533	9.114	2.237	92.63	
	13		5.533	9.066	2.223	92.54	
	14		5.533	9.061	2.235	93.09	
	15		5.534	9.015	2.212	92.57	
	16		5.532	8.986	2.205	92.64	
	17		5.530	9.105	2.235	92.74	
	18		5.534	9.056	2.233	93.03	
	19		5.534	9.108	2.247	93.08	
	20		5.533	9.076	2.230	92.73	
	21		5.535	9.094	2.231	92.52	
	22		5.533	9.166	2.241	92.27	
	23		5.532	9.060	2.236	93.18	
	24		5.533	9.072	2.224	92.52	
	25		5.531	9.060	2.237	93.25	
	26		5.532	9.095	2.229	92.53	
	27		5.536	9.053	2.236	93.11	
	28		5.531	9.119	2.247	93.06	
	29		5.532	9.096	2.241	93.02	
	30		5.532	9.050	2.231	93.07	
	31		5.531	9.084	2.241	93.17	
	32		5.533	9.069	2.224	92.55	
	33		5.531	9.238	2.270	92.81	
	34		5.534	9.091	2.225	92.34	
	35		5.531	9.060	2.223	92.67	
	36		5.534	9.056	2.241	93.36	
	37		5.532	9.093	2.244	93.17	
	38		5.534	9.036	2.234	93.27	
	39		5.534	9.091	2.242	93.04	
	40		5.533	9.177	2.245	92.33	
	41		5.534	9.046	2.231	93.05	
	42		5.533	9.063	2.220	92.45	
	43		5.531	9.070	2.231	92.90	
	44		5.532	9.055	2.236	93.23	
	45		5.534	9.055	2.231	92.95	
	46		5.531	9.103	2.240	92.94	
	47		5.534	9.067	2.239	93.16	
	48		5.533	9.078	2.227	92.59	
	49		5.532	8.815	2.171	92.98	
	50		5.532	9.036	2.214	92.51	
	51		5.531	9.059	2.226	92.81	
	52		5.531	9.104	2.250	93.34	
	53		5.537	9.051	2.238	93.19	
	54		5.533	9.088	2.243	93.15	
	55		5.532	9.140	2.244	92.69	
	56		5.531	9.095	2.244	93.18	
	57		5.536	9.082	2.236	92.82	
	58		5.530	9.081	2.239	93.15	
	59		5.531	9.232	2.251	92.09	
	60		5.531	9.086	2.229	92.65	
	61		5.533	9.016	2.216	92.76	
	62	FMS-001	5.532	9.063	2.224	92.65	Mox
	63	FMS-1P1	5.397	12.107	2.852	93.95	Insulator

(Blanket & Insulator Pellet)

Average	5.395	12.129	2.852	93.84
Standard Deviation	0.002	0.021	0.000	0.115
Total	-----	24.257	5.703	-----

(Mixed Oxide Pellet)

Average	5.533	9.080	2.233	92.81
Standard Deviation	0.001	0.081	0.018	0.377
Total	-----	553.873	136.190	-----

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM401

下部端栓 No.	配列 No.	Pellet Data					Type
		Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weight (g)	Density (%T.D)	
01	FMS-IP1 FMS-002	5.399	12.275	2.892	93.89	Insulator Mox	
02		5.558	8.992	2.188	91.00		
03		5.563	9.106	2.211	90.65		
04		5.590	9.070	2.216	90.33		
05		5.587	9.129	2.231	90.45		
06		5.589	9.110	2.226	90.38		
07		5.586	9.095	2.219	90.34		
08		5.589	9.161	2.239	90.40		
09		5.587	9.162	2.240	90.49		
10		5.587	8.938	2.166	89.69		
11		5.591	8.970	2.193	90.36		
12		5.582	8.739	2.129	90.33		
13		5.587	9.033	2.208	90.47		
14		5.589	9.004	2.199	90.33		
15		5.590	8.965	2.194	90.48		
16		5.587	9.098	2.222	90.40		
17		5.588	9.189	2.231	89.83		
18		5.584	9.172	2.241	90.53		
19		5.589	9.128	2.225	90.16		
20		5.587	9.141	2.234	90.46		
21		5.590	9.163	2.236	90.22		
22		5.568	9.089	2.207	90.49		
23		5.567	9.093	2.208	90.52		
24		5.572	9.083	2.210	90.54		
25		5.534	9.151	2.187	90.16		
26		5.586	9.097	2.220	90.36		
27		5.589	9.035	2.211	90.51		
28		5.589	9.108	2.216	89.99		
29		5.586	9.895	2.176	90.58		
30		5.586	8.149	2.231	90.29		
31		5.560	9.028	2.197	90.95		
32		5.589	9.233	2.247	90.01		
33		5.589	9.210	2.252	90.44		
34		5.595	9.110	2.234	90.51		
35		5.568	9.080	2.206	90.54		
36		5.588	9.101	2.223	90.37		
37		5.571	9.087	2.182	89.39		
38		5.566	9.077	2.202	90.47		
39		5.590	9.061	2.220	90.59		
40		5.591	9.025	2.196	89.93		
41		5.588	9.161	2.232	90.15		
42		5.594	9.230	2.252	90.08		
43		5.564	9.040	2.198	90.74		
44		5.595	9.233	2.252	90.02		
45		5.589	9.201	2.246	90.28		
46		5.592	9.059	2.211	90.17		
47		5.589	9.069	2.216	90.38		
48		5.591	9.169	2.239	90.25		
49		5.589	9.194	2.225	89.51		
50		5.590	9.154	2.236	90.31		
51		5.589	9.186	2.246	90.43		
52		5.589	9.187	2.243	90.30		
53		5.587	9.157	2.236	90.38		
54		5.588	9.069	2.221	90.61		
55		5.587	9.003	2.200	90.45		
56		5.590	9.233	2.251	90.14		
57		5.588	9.203	2.237	89.94		
58		5.574	9.037	2.197	90.40		
59		5.564	9.089	2.205	90.54		
60		5.589	8.878	2.175	90.61		
61		5.590	9.158	2.235	90.23		
62	FMS-002	5.586	9.136	2.229	90.34	Mox Insulator	
63	FMS-IP1	5.393	12.270	2.869	93.39		

[Blanket & Insulator Pellet]

Average	5.396	12.273	2.881	93.64
Standard Deviation	0.003	0.002	0.011	0.250
Total	-----	24.545	5.761	-----

[Mixed Oxide Pellet]

Average	5.583	9.097	2.217	90.33
Standard Deviation	0.011	0.093	0.024	0.285
Total	-----	554.923	135.256	-----

Measured Dimension and Calculated Densities
Pin No. FM402

下部端栓	Pellet Data						
	配列 No.	Pellet Lot No.	Diameter (mm)	Heigh (mm)	Weigh (g)	Density (%T.D)	Type
	01	FMS-IP1	5.410	12.033	2.840	93.68	
	02	FMS-002	5.589	9.091	2.214	90.08	Mox
	03		5.589	9.049	2.204	90.08	
	04		5.588	9.176	2.244	90.48	
	05		5.583	8.988	2.195	90.52	
	06		5.590	9.186	2.244	90.32	
	07		5.588	9.224	2.238	89.77	
	08		5.546	9.391	2.263	90.51	
	09		5.592	9.016	2.212	90.65	
	10		5.590	9.039	2.207	90.27	
	11		5.590	8.991	2.193	90.18	
	12		5.592	9.166	2.239	90.25	
	13		5.589	9.141	2.229	90.19	
	14		5.559	9.046	2.191	90.55	
	15		5.590	9.169	2.235	90.12	
	16		5.591	9.177	2.243	90.34	
	17		5.588	9.108	2.226	90.43	
	18		5.591	9.156	2.239	90.38	
	19		5.563	9.085	2.206	90.65	
	20		5.591	9.165	2.237	90.21	
	21		5.587	8.992	2.197	90.43	
	22		5.591	9.178	2.237	90.08	
	23		5.592	9.171	2.240	90.24	
	24		5.590	9.151	2.238	90.42	
	25		5.592	9.148	2.230	90.06	
	26		5.571	9.087	2.216	90.78	
	27		5.591	9.062	2.214	90.30	
	28		5.590	9.147	2.232	90.22	
	29		5.589	9.126	2.229	90.34	
	30		5.567	9.038	2.197	90.62	
	31		5.588	9.108	2.227	90.47	
	32		5.588	9.039	2.209	90.42	
	33		5.588	9.197	2.251	90.56	
	34		5.590	9.186	2.215	89.15	
	35		5.589	9.003	2.200	90.38	
	36		5.587	9.221	2.255	90.51	
	37		5.588	9.209	2.250	90.40	
	38		5.590	9.184	2.239	90.14	
	39		5.587	9.115	2.226	90.39	
	40		5.590	9.240	2.247	89.91	
	41		5.590	9.224	2.249	90.15	
	42		5.590	9.177	2.240	90.25	
	43		5.592	9.171	2.235	90.04	
	44		5.567	9.071	2.202	90.50	
	45		5.566	9.068	2.187	90.54	
	46		5.585	9.119	2.228	90.50	
	47		5.559	9.012	2.192	90.94	
	48		5.566	9.111	2.202	90.13	
	49		5.592	9.138	2.233	90.28	
	50		5.589	9.275	2.253	89.84	
	51		5.558	9.016	2.196	91.09	
	52		5.591	9.009	2.207	90.54	
	53		5.590	9.136	2.229	90.21	
	54		5.586	9.152	2.232	90.30	
	55		5.588	9.181	2.250	90.68	
	56		5.589	9.124	2.229	90.36	
	57		5.584	9.107	2.224	90.49	
	58		5.562	9.006	2.189	90.77	
	59		5.584	9.115	2.202	89.51	
	60		5.587	9.231	2.247	90.10	
	61	FMS-002	5.593	9.195	2.244	90.13	Mox
	62	FMS-IP1	5.398	12.263	2.886	93.82	Insulator

[Blanket & Insulator Pellet]						
Average	5.404	12.148	2.863	93.750		
Standard Deviation	0.006	0.115	0.023	0.070		
Total	-----	24.296	5.726	-----		

[Mixed Oxide Pellet]						
Average	5.584	9.126	2.225	90.319		
Standard Deviation	0.011	0.081	0.020	0.309		
Total	-----	547.544	133.478	-----		