

「もんじゅ」燃料集合体部材の強度評価

〔I〕炉心燃料被覆管の引張性質

Evaluation of Strength of Fuel Assembly Materials
for the Prototype FBR "Monju"

〔I〕 Tensile Properties of Fuel Cladding Tube

1979年3月

動力炉・核燃料開発事業団
東 海 事 業 所

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関係者だけに配布するものです。したがってその取扱いには充分注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転載引用等には事業団の承認が必要です

「もんじゅ」燃料集合体部材の強度評価

〔I〕炉心燃料被覆管の引張性質

Evaluation of Strength of Fuel Assembly Materials
for the Prototype FBR "Monju"

〔I〕 Tensile Properties of Fuel Cladding Tube

実施責任者	三浦	信*		
報告者	大森	拓郎*	沢山	幸夫*
	椎名	定*	田中	康正*

期 間 1979年1月10日～1979年3月1日

目 的 国産の「もんじゅ」炉心燃料被覆管の引張性質のデータシートを作成し、設計に用いる物性値の検討を行なう。

要 旨 「もんじゅ」燃料集合体部材の強度評価に用いる各部材のデータを整理する。第一報として国産の「もんじゅ」炉心燃料被覆管試作品の引張性質について、検査開発課で実施してきたデータをもとにデータシートを作成し、合わせて検討を行なった。その結果を以下にまとめると

- (1) 真応力を公称応力から近似的に求めた。室温で約10%、650℃で3～6%の増加を示す。
- (2) 全データを用いて S_u 、 S_y 、 S_m 値を求めた。ASME Sec III方式よりもDS委指針方式から求めた S_m 値の方が高い値を示す。この値は、製準(I)の物性値集に設定されている値よりも大きい。
- (3) 破断伸びの解析に新しい試みとしてワイブル分布を用いた。その結果、比較的相関が良く“Failure Probability”の考え方を設計等に導入できるのではないかと考えられる。

目 次

1. はじめに	1
2. 試験方法	2
(1) 引張試験条件	2
(2) 引張強度, 伸びの求め方	2
3. 試験結果	5
4. S_m 値の決定	8
5. 破断伸びのワイブル分布による解析	13
6. まとめ	24
7. 参考文献	25
8. データ・シート	27
9. 付録	45
(1) 高速原型炉用炉心燃料被覆管試作品仕様の変遷	45
(2) " のミルシート	47
(3) " の諸性質および主たる用途	67

1. は じ め に

「もんじゅ」燃料集合体の設計仕様および製造仕様の検討が現在FBR本部で進められており、それに使用する燃料材料のデータの収集および解析が急務となってきた。技術部検査開発課では「もんじゅ」燃料集合体部材の強度評価について、R&Dとして各種の試験を行ない、報告してきたが、データ・シートとしてまとめたものを作成するには到らなかった。今回、各部材の強度データを整理し、設計側から利用できるようにした。第一報として、炉心燃料被覆管の引張性質をデータシートとして集め、合わせて、設計に用いる物性値の検討を行なった結果を報告する。

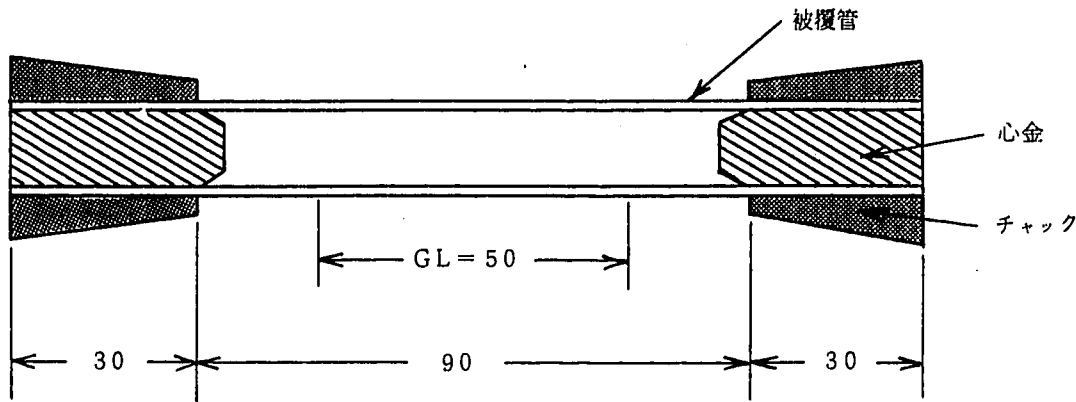
「もんじゅ」炉心燃料被覆管の試作は、昭和45年度より開始された。初期は高速実験炉「常陽」炉心燃料被覆管と同じ10%冷間加工・SUS316であったが、耐スウェリング性を考慮して昭和47年度より20%冷間加工とし、現在まで同じ仕様で継続している。その間、化学成分・結晶粒度についても、耐スウェリング性・クリープ強度の点から様々なアプローチがなされ、その評価が行なわれてきた。今回整理した引張試験のデータは原則として20%冷間加工・SUS316被覆管としたため高速原型炉用炉心燃料被覆管のうち昭和47年度～52年度試作品に限った。

なお、付録として「もんじゅ」炉心燃料被覆管試作品の仕様の変遷、ミルシートおよびクリープ試験・照射試験を中心にした用途一覧表を作成し添付したので、種々の用途に利用していただければ幸いです。

2. 試 験 方 法

(1) 引張試験条件

試験片は、「もんじゅ」炉心燃料被覆管（ $6.500^{OD} \times 5.600^{ID} \times 0.450^T \times 3000^L$ ）から切出すこととし、JISZ-2201に規定されている11号試験片とする。標点距離（Gauge Length）は50mmとし、被覆管両端には心金を入れる。



引張速度はJISG-0567に基づいて決定し、クロスヘッドの移動速度で0.2%耐力測定まで0.25 mm/min、それ以後破断まで5.0 mm/minとする。（JISG 0567では耐力まで0.1~0.5%/min、以後破断まで5~10%/min）

歪測定は、歪測定用差動トランスあるいは室温の場合は、歪ゲージを使用する。

高温試験は、試験片に結びつけたPt-Pt•Rh熱電対によりコントロールし、所定の温度に到達した後15分間の保持時間をとる。

(2) 引張強度，伸びの求め方

① 公称引張応力（Engineering Stress： σ_E ）

普通一般に用いられている引張強さ（Ultimate Tensile Strength）のことで、最大荷重を原断面積で除した商として表わされる。

$$\sigma_E = \frac{P_{MAX}}{A_0} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_E : \text{公称引張強さ} \\ P_{MAX} : \text{最大荷重} \\ A_0 : \text{原断面積} \end{array} \right.$$

② 真の引張応力¹⁾ (True Stress : σ_T)

公称引張応力 (σ_E) は変形によって収縮した試験片の実断面積 A で荷重 P を除していないため、その瞬時の真の応力値を表わしていない。従って、その時の真応力 $\sigma_T = \frac{P}{A}$ で表わした方が妥当である。

今、引張最大荷重点までの標点間が一様に
変化する間は変形中体積が一定であると仮定
すれば

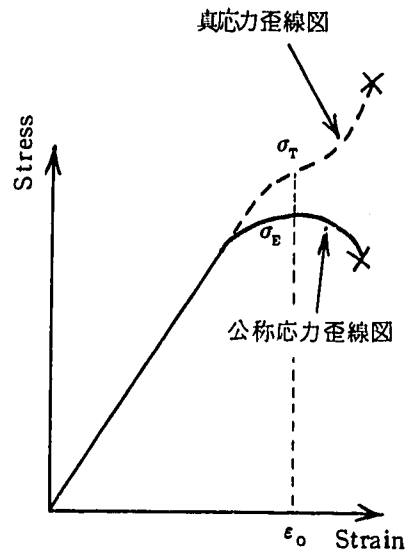
$$A_0 l_0 = A l = A (l_0 + \Delta l)$$

従って実断面積 A は

$$A = \frac{A_0}{\frac{l_0 + \Delta l}{l_0}} = \frac{A_0}{1 + \epsilon_0}$$

と表わされるので真応力 σ_T は

$$\sigma_T = \frac{P}{A} = \frac{P}{A_0} (1 + \epsilon_0) = \sigma_E (1 + \epsilon_0)$$



となり σ_E および最大荷重点の歪量 ϵ_0 から求められる。但し、最大引張荷重点を越えると局部収縮が始まるので上式は適用できなくなる。一般に σ_T は σ_E よりも大きく伸びとともに増大するがこれは変形とともに加工硬化が増すことによる。

③ 0.2%耐力 (0.2% Yield Stress : 0.2% YS)

0.2%耐力とは、引張試験において0.2%の永久歪を生じるときの荷重を原断面積で除した商として表わされる。

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{A_0} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{0.2} : 0.2\% \text{耐力} \\ P_{0.2} : 0.2\% \text{の永久歪に相当する荷重} \\ A_0 : \text{原断面積} \end{array} \right.$$

なお、この場合も①と同様、真の応力値を表わしていないが、歪量が非常に小さいので②より公称値÷真の値として使うことができる。

④ 破断伸び (Rupture Elongation)

破断伸びとは、引張試験の破断後に試験片をつき合わせ、標点距離当りの伸びの増加割合として表わされる。

$$\epsilon_T = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100 \quad \left\{ \begin{array}{l} \epsilon_T : \text{全伸び} \\ l : \text{破断後の標点間の長さ} \\ l_0 : \text{破断前の} \quad // \end{array} \right.$$

⑤ 一様伸び (Uniform Elongation)

均一伸びとは、試験片に局部収縮が始まるまでのすなわち最大荷重点における標点間の長さ当りの増加割合として表わされる。

$$\epsilon_u = \frac{l' - l_0}{l_0} \times 100 \quad \left\{ \begin{array}{l} \epsilon_u : \text{一様伸び} \\ l : \text{最大荷重点における標点間の長さ} \\ l_0 : \text{試験前の標点間の長さ} \end{array} \right.$$

この場合伸び値として公称歪 $\epsilon_{u0} = \frac{\Delta l}{l_0}$ を用いてきたが、歪とは瞬時の長さ l の微小変位 dl の変化 $\frac{dl}{l}$ をさすのであるから l_0 から $l_0 + \Delta l$ まで伸びたときの歪量は、

$$\begin{aligned} \epsilon_{uT} &= \int_{l_0}^{l_0 + \Delta l} \frac{dl}{l} = \left[\ln l \right]_{l_0}^{l_0 + \Delta l} \\ &= \ln \left(\frac{l_0 + \Delta l}{l_0} \right) \\ &= \underline{\underline{\ln (1 + \epsilon_{u0})}} \end{aligned}$$

となる。この ϵ_{uT} を真歪 (True Strain) と言う。ここで ϵ_{u0} と ϵ_{uT} は変形量が小さい場合、たとえば $\epsilon_{u0} = 10\%$ のとき $\epsilon_{uT} = 9.5\%$ となり、その差は小さいので、一様伸びを求める場合公称歪を用いてもさしつかえない。但し、変形量の増大とともにその差が大きくなるので、使用に当たっては注意を要する。

3. 試 験 結 果

第2節の方法によって求めた諸性質を、第7節にデータシートとしてまとめた。この場合、データシートは、試作年度、製造メーカー、ロット毎に分けて記録した。データシート中の Total Elongation は破断伸びを示すものとし、()は、標点外破断を示し、数字は、試験片のつき合わせによる測定ではなく、荷重-伸び曲線の伸び率から求めたものであり、参考値とし、以下の解析には用いないものとする。

Fig. 1 は、試作年度による引張性質の変化を示したものである。K材、S材ともに48年度試作品の強度が最も低く、その後、高くなっている。製造メーカーによる差は、51年度試作品まではK材の方が強く、52年度試作品で逆にS材の方が強くなっている。これはTiの添加によるものかもしれない。伸びは、47~50年度試作品まで徐々に低下し、51,52年度試作品で若干上昇している。Fig. 1には、FFTF用被覆管のデータも合わせて示した。国産材と比較すると、強度は、国産材の方が高く、伸びは逆にFFTF用被覆管の方が高い。

Table 1~3には、各温度毎に全データの平均値、標準偏差を求めたものを示す。UTS, 0.2%YSについては、後の解析で必要となる95%信頼下限値も合わせて示す。破断伸びは下に凸な曲線となり、200~300℃で最低になっている。バラツキは、600℃までは比較的小さいが、それ以上では大きくなっている。高温試験では、試料によるバラツキに加えて温度によるバラツキが大きくなるので注意を要する。UTS, 0.2%YSのバラツキは各温度で比較的そろっている。100~300℃のバラツキは小さいが、これはデータ数が少ないためであり、今後、試験を行なっていくと少し大きくなるものと考えられる。

True Stress と Engineering Stress を比較すると、室温での増加割合が最も高く、約10%であり、300℃で最も低く約1%である。650℃では、試作年度によって差が見られるが、3~6%の増加である。補正式が $\sigma_T = \sigma_E (1 + \epsilon_0)$ であり、300℃での伸びが最低値を示すことから、この結果が推定できる。

True Stress の推定に起因するのは一様伸びであり、破断伸びではないことを追記しておく。

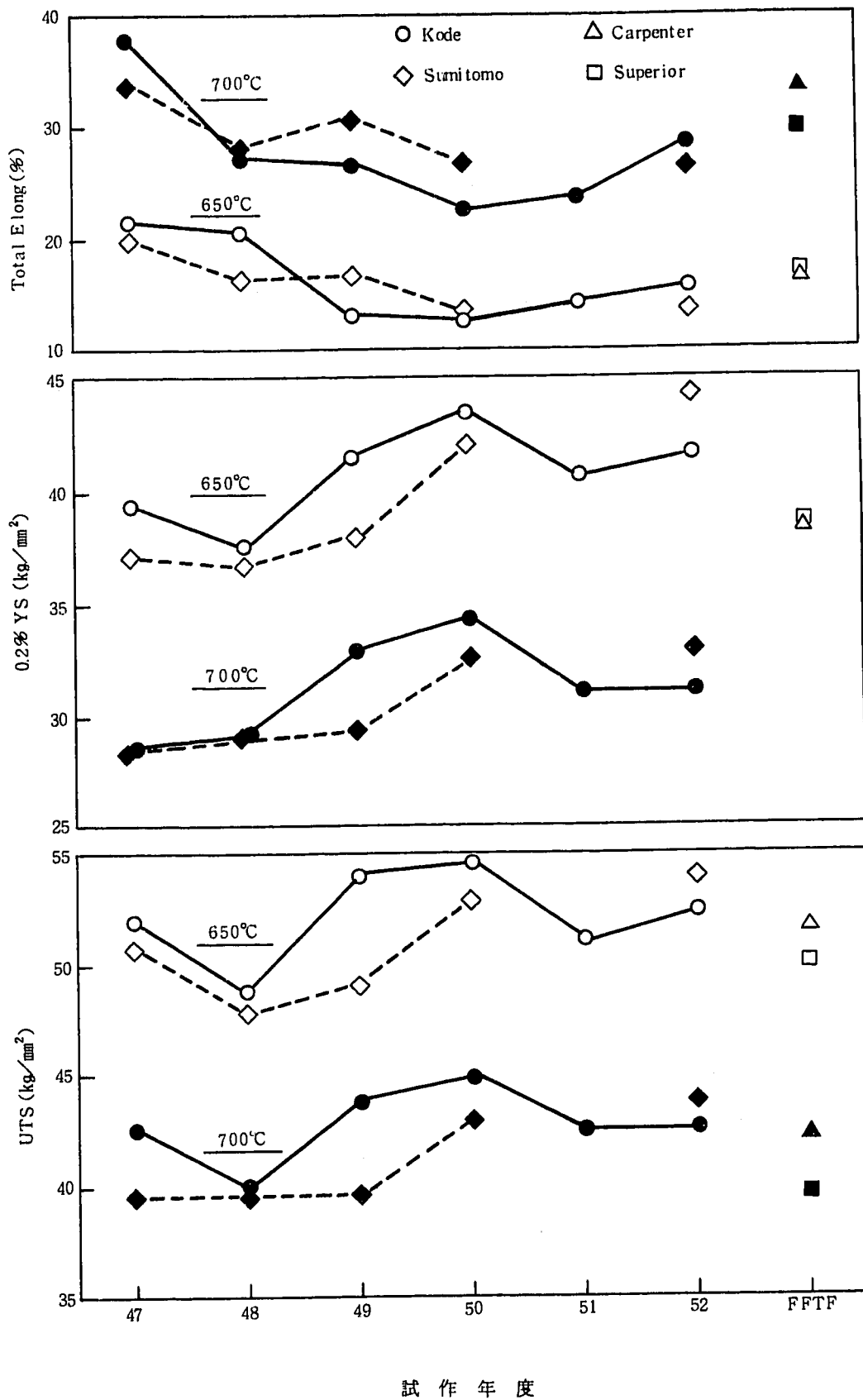


Fig 1. 試作年度による引張性質の変化

Table-3 破断伸びのバラツキ

Temp(°C)	N	\bar{x}	σ
R T	37	18.8 %	2.42
100	3	8.6	0.68
200	4	4.0	0.42
300	7	4.1	0.43
400	32	5.9	0.89
500	29	5.7	0.87
600	33	10.7	1.48
650	32	16.6	3.92
700	31	28.5	4.65
750	28	41.7	7.59
800	31	48.4	5.82

4. Sm 値 の 決 定

Sm 値とは、与えられた温度下での非時間依存性の強度のうちの最小応力強さを言う。その求め方としてはASME方式²⁾および高速炉燃料要素設計基準（DS 委員会指針）方式³⁾の2通りがある。以下にそれぞれの求め方について述べる。

○ ASME Sec III 方式

$$S_m(T) \leq \left\{ \frac{1}{3} S_u(RT), \frac{1}{3} S_u(T), \frac{2}{3} S_y(RT), 0.9 S_y(T) \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S_m(T) : \text{温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ における } S_m \\ S_u(RT) : \text{室温における Specified Minimum}^* \text{ の引張強さ} \\ S_u(T) : \text{温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ における引張強さ} \\ S_y(RT) : \text{室温における Specified Minimum}^* \text{ の降伏強さ} \\ S_y(T) : \text{温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ における降伏強さ} \end{array} \right.$$

(* Specified Minimum はもんじゅ用被覆管購入仕様値とする。)

○ DS 委指針方式

$$S_m(T) \leq \left\{ \frac{1}{2.5} S_u(T), \frac{2}{3} S_y(RT), 0.9 S_y(T) \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S_m(T) : \text{温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ における } S_m \\ S_u(T) : \text{温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ における最小}^{**} \text{引張強さ} \\ S_y(RT) : \text{室温における最小}^{**} \text{降伏強さ} \\ S_y(T) : \text{温度 } T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ における最小}^{**} \text{単軸降伏強さ}^* \end{array} \right.$$

(* 単軸降伏強さは0.2%耐力を用いてもよい。
 ** 最小とはデータの95%信頼下限をとってもよい。)

ASME Sec III 方式の $S_u(T)$, $S_y(T)$ は第3節で求めた各温度の UTS および 0.2% YS の平均値を、DS 委指針方式の $S_u(T)$, $S_y(T)$ は 95% 信頼下限値を用い、それぞれの値から各温度における S_m 値を求めた。なお、100, 200, 300°C はデータ数が少ないので参考値とする。

両方式により求めた S_m 値を Table 1~2 に示す。これらを比較すると DS 委指針方式で定める S_m 値の方が、ASME Sec III 方式によるものよりすべての温度で大きく 650°C において約 1.5 kg/mm^2 程大きい。これは、DS 委指針方式が $\frac{1}{2.5} S_u(T)$ を採用しているためであろう。「もんじゅ」燃料設計としては、ASME よりも DS 委指針の設計基準に従うものとすれば S_m 値は DS 委指針方式のものを採用するのが妥当と考えられる。この値と製準(I)の物性値集に提示されている値を比較すると、各温度ともに今回の計算値の方が大きくなっている。これは、今回の計算に用いた UTS

は、第2節で示した True Stress を使ったためである。

以上の検討結果から、設計に用いる S_y , S_u , S_m 値として Fig2 に示す値を提案する。 S_m 値は設計余裕 ($\times 0.8$) を乗じたものおよび ASME Sec III 方式により求めたものを合わせて示す。製準(I)の物性値集に設定されている S_m 値は今回の結果から見ると安全側にあると言えるが「True Stress」から求めた Fig2 の値を用いるのが妥当と考えられる。適用範囲は 20% CW, SUS316 製被覆管の RT~800℃とし、将来組成、加工度等に仕様変更が生じた場合は適用されないものとする。また、ラップ管材、ラッピングワイヤ材 (20% CW, SUS316) にこの値を適用することについては、現在検討中であり、結果次第では、提案した値にある程度の設計余裕が必要となってくることもあり得る。

Table 1 ASME Sec III方式によるSm値

Temp(°C)	N	Stress	\bar{x}	σ	*1) $x'_{0.95}$		$\frac{1}{3} \cdot S_u^{*2}$ (RT)	$\frac{1}{3} \cdot S_u^{*3}$ (T)	$\frac{2}{3} \cdot S_y^{*2}$ (RT)	$0.9 S_y^{*3}$ (T)	Sm
RT	37	UTS(kg/mm ²)	90.5	2.53	85.5		25.0 (28.5)	30.2			25.0
		0.2%YS(kg/mm ²)	71.9	3.05		65.9			40.0 (43.9)	64.7	
100	4	UTS	78.4	0.31	77.8			26.1			26.1
		0.2%YS	67.8	1.97		63.9				61.0	
200	8	UTS	73.4	0.35	72.7			24.5			24.5
		0.2%YS	66.5	2.41		61.8				59.9	
300	8	UTS	70.2	0.51	69.2			23.4			23.4
		0.2%YS	63.1	1.82		59.5				56.8	
400	32	UTS	70.6	2.69	65.3			23.5			23.5
		0.2%YS	60.0	3.00		54.1				54.0	
500	35	UTS	67.3	2.41	62.6			22.4			22.4
		0.2%YS	57.8	2.40		53.1				52.0	
600	35	UTS	60.1	2.48	55.2			20.0			20.0
		0.2%YS	49.0	2.00		45.1				44.1	
650	35	UTS	50.7	2.42	46.0			16.9 (13.3) ²⁾			16.9
		0.2%YS	39.2	2.53		34.2				35.3 (27.0) ²⁾	
700	37	UTS	41.3	2.06	37.3			13.8			13.8
		0.2%YS	30.3	1.96		26.5				27.3	
750	33	UTS	33.8	1.75	30.4			11.3			11.3
		0.2%YS	23.9	1.85		20.3				21.5	
800	33	UTS	27.5	1.64	24.3			9.2			9.2
		0.2%YS	18.5	1.72		15.1				16.7	

(注)

- $x'_{0.95} = \bar{x} - 1.96\sigma$
95%信頼下限値
- Specified Minimum は
被覆管購入仕様値を用いた
RT 650 °C
UTS $\geq 75 \geq 40$
0.2%YS $\geq 60 \geq 30$
()内は $x'_{0.95}$ より求めた値
- $S_u(r), S_y(r)$ は \bar{x} を用いた

Table 2 DS 委員会指針方式による Sm 値

Temp (°C)	N	Stress	\bar{x}	σ	Su ^{*1)} (T)	Sy ^{*1)} (T)	$\frac{1}{2.5} \cdot Su_{RT}$	$\frac{2}{3} \cdot Sy_{(RT)}$	0.9Sy(T)	Sm	Sm ^{*3)}
RT	37	UTS(kg/mm ²)	90.5	2.53	68.4 (85.5)		27.4 (30.0)*2) (34.2)			(34.2)	27.4
		0.2%YS(kg/mm ²)	71.9	3.05		52.7 (65.9)		35.1 (43.9)	47.4 (54.0)*2) (59.3)		
100	4	UTS	78.4	0.31	62.2 (77.8)		24.9 (31.1)			(31.1)	24.9
		0.2%YS	67.8	1.97		51.1 (63.9)			46.0 (57.5)		
200	8	UTS	73.4	0.35	58.2 (72.7)		23.3 (29.1)			(29.1)	23.3
		0.2%YS	66.5	2.41		49.4 (61.8)			44.5 (55.6)		
300	8	UTS	70.2	0.51	55.4 (69.2)		22.2 (27.7)			(27.7)	22.2
		0.2%YS	63.1	1.82		47.6 (59.5)			42.9 (53.6)		
400	32	UTS	70.6	2.69	52.3 (65.3)		20.9 (26.1)			(26.1)	20.9
		0.2%YS	60.0	3.00		43.3 (54.1)			39.0 (48.7)		
500	35	UTS	67.3	2.41	50.1 (62.6)		20.0 (25.0)			(25.0)	20.0
		0.2%YS	57.8	2.40		42.5 (53.1)			38.3 (47.8)		
600	35	UTS	60.1	2.48	44.2 (55.2)		17.7 (22.1)			(22.1)	17.7
		0.2%YS	49.0	2.00		36.1 (45.1)			32.5 (40.6)		
650	35	UTS	50.7	2.42	36.8 (46.0)		14.7 (16.0)*2) (18.4)			(18.4)	14.7
		0.2%YS	39.2	2.53		27.4 (34.2)			24.7 (27.0)*2) (30.8)		
700	37	UTS	41.3	2.06	29.8 (37.3)		11.9 (14.9)			(14.9)	11.9
		0.2%YS	30.3	1.96		21.2 (26.5)			19.1 (23.9)		
750	33	UTS	33.8	1.75	24.3 (30.4)		9.7 (12.2)			(12.2)	9.7
		0.2%YS	23.9	1.85		16.2 (20.3)			14.6 (18.3)		
800	33	UTS	27.5	1.64	19.4 (24.3)		7.8 (9.7)			(9.7)	7.8
		0.2%YS	18.5	1.72		12.1 (15.1)			10.9 (13.6)		

(注)

- $Su_{(T)} = (\bar{x} - 1.96\sigma) \times 0.8$
 $Su_{(T)} = (\bar{x} - 1.96\sigma) \times 0.8$
 95%信頼下限値
- 被覆管購入仕様より求めた値
 RT 650°C
 UTS $\geq 75 \geq 40$
 0.2%YS $\geq 60 \geq 30$
- Su に設計余裕をみたときの値

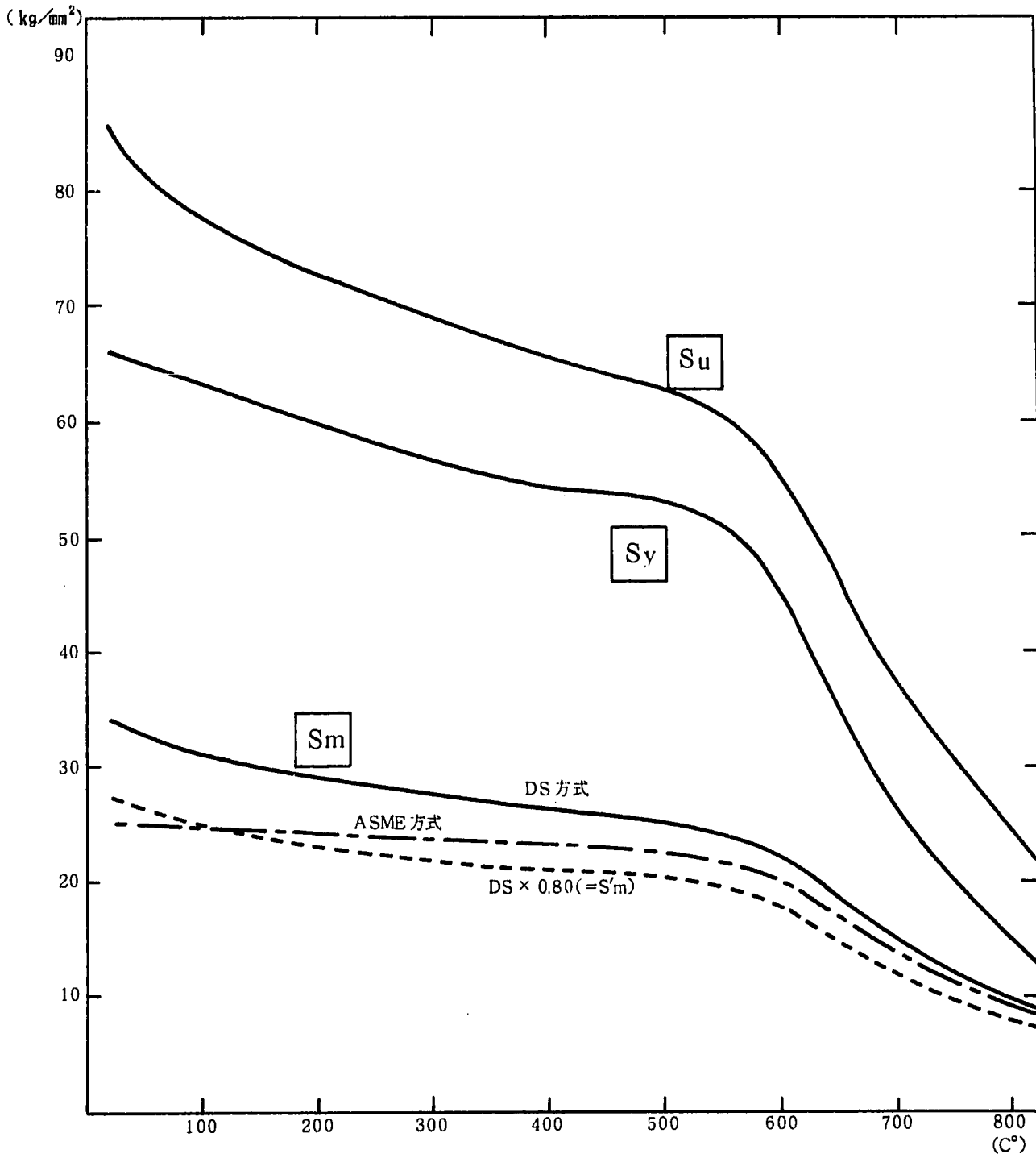


Fig 2. 20% CW, SUS316の Su, Sy, Sm 値

5. 破断伸びのワイブル分布による解析

実験データのヒストグラムは"釣鐘型"の正規分布になるのが常識であるが、破断寿命などの場合は、分布の形がやや歪むことがある。Fig. 3に室温および650℃における破断伸びのヒストグラムを示すが、高伸び側へ少し歪んだ形になっている。この寿命分布に対して、最近ワイブル(Weibull)分布が良くあてはまることが言われ、使用される様になってきた。

ワイブル分布は、確率密度関数が

$$f(x) = \frac{m}{\alpha} (x-r)^{m-1} \cdot e^{-\frac{(x-r)^m}{\alpha}}$$

$$\begin{cases} \alpha : \text{尺度のパラメータ} > 0 \\ m : \text{形の} & & > 0 \\ r : \text{位置の} & & > 0 \end{cases}$$

で与えられ、他の分布に比べ特殊な形をしている。この分布の性質・特性については参考文献⁴⁾⁵⁾を参照されることとし、ここでは触れない。

実測データにワイブル分布を適合させることが妥当であるか否かを簡単にテストする方法としてワイブル確率紙⁶⁾がある。

ワイブル分布の分布関数F(x)は

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{(x-r)^m}{\alpha}}$$

ここでx-rを改めてxとすると

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{x^m}{\alpha}}$$

$$\frac{1}{1-F(x)} = e^{\frac{x^m}{\alpha}}$$

両辺の対数を2回とれば

$$\log \log \frac{1}{1-F(x)} = m \log x - \log \alpha$$

となり、ここで

$$Y = \log \log \frac{1}{1-F(x)}$$

$$X = \log x \quad -B = -\log \alpha$$

とおけば

$$Y = m X - B$$

の方程式に変形される。この関係を利用して横軸に $\log x$ 目盛をとって x 軸とし、縦軸に

$\log \log \frac{1}{1-F(x)}$ を目盛って $F(x)$ 軸をとると、 x と $F(x)$ は直線関係をもつはずである。

破断伸び (Total Elongation) の実例データがワイブル分布にあてはまるかどうか、ワイブル確率紙を用いて検討した。まず、各試験温度毎に、破断伸びの小さいものから順にならべ、最大値を n 番目とする。($i = 1, 2, \dots, n$)

次に、各 i 番目の $F(x)$ (累積度数%) を

$$F(x) = \frac{i}{n} \times 100$$

で求める。Table.4 ~ 8 にこの様にして求めた数値を示す。

次に、求めた数値をワイブル確率紙にプロットする。なお、300℃のみについては、 $n = 7$ と小さいので $F(x)$ は $\frac{i}{n}$ ではなく

$$F(x) = \frac{i}{n+1} \times 100$$

として計算した。結果を Fig 4~5 に示す。各温度ともに i が小さい時は、やや直線からはずれている。これを最小自乗法を用いて直線に近似した。なお、 $i = 1$ および $i = n$ 番目のデータは計算から除いた。各温度の直線式を示すと以下の様になる。

$$\log \log \frac{1}{1-F(x)} = m \log x - \log \alpha$$

RT	$m = 8.538$	$\log \alpha = 11.404$	(Correlation Factor : 0.9808)
300 °C	$m = 8.656$	$\log \alpha = 5.842$	(: 0.9855)
400 °C	$m = 6.913$	$\log \alpha = 5.867$	(: 0.9803)
500 °C	$m = 7.129$	$\log \alpha = 5.906$	(: 0.9833)
600 °C	$m = 7.879$	$\log \alpha = 8.615$	(: 0.9790)
650 °C	$m = 5.746$	$\log \alpha = 7.478$	(: 0.9311)
700 °C	$m = 7.455$	$\log \alpha = 11.354$	(: 0.9405)
750 °C	$m = 7.707$	$\log \alpha = 12.953$	(: 0.9588)
800 °C	$m = 10.234$	$\log \alpha = 17.751$	(: 0.9618)

このグラフの見方は、横軸の歪量が $x\%$ まで達した時に破損する確率 (Failure Probability) は $F(x)\%$ であることを示している。Fig4 ~ 5 中の数字は、 $F(x) = 1\%$ の時の歪量を求めたものであり、 300°C の値が最小になっている。

引張試験の破断伸びは、今まで、温度に対する材料の延性値としてその平均値、バラツキを求めて使用されていたに過ぎなかった。今回は、新しい試みとして、破断伸びをワイブル分布を用いて確率密度関数として扱い、" Failure Probability " の考え方を導入した。比較的相関も高く今後、設計等に使用されるに当たっての一つの手段としてワイブル分布による解析法を用いることができるのではないかと考えられる。

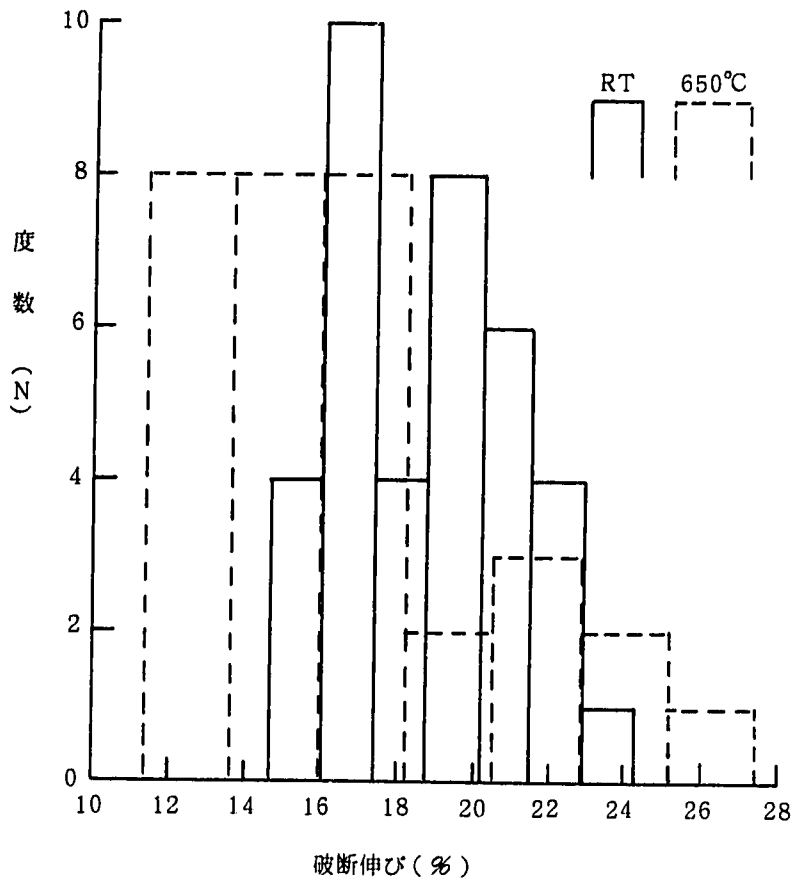


Fig 3. 破断伸びのヒストグラム

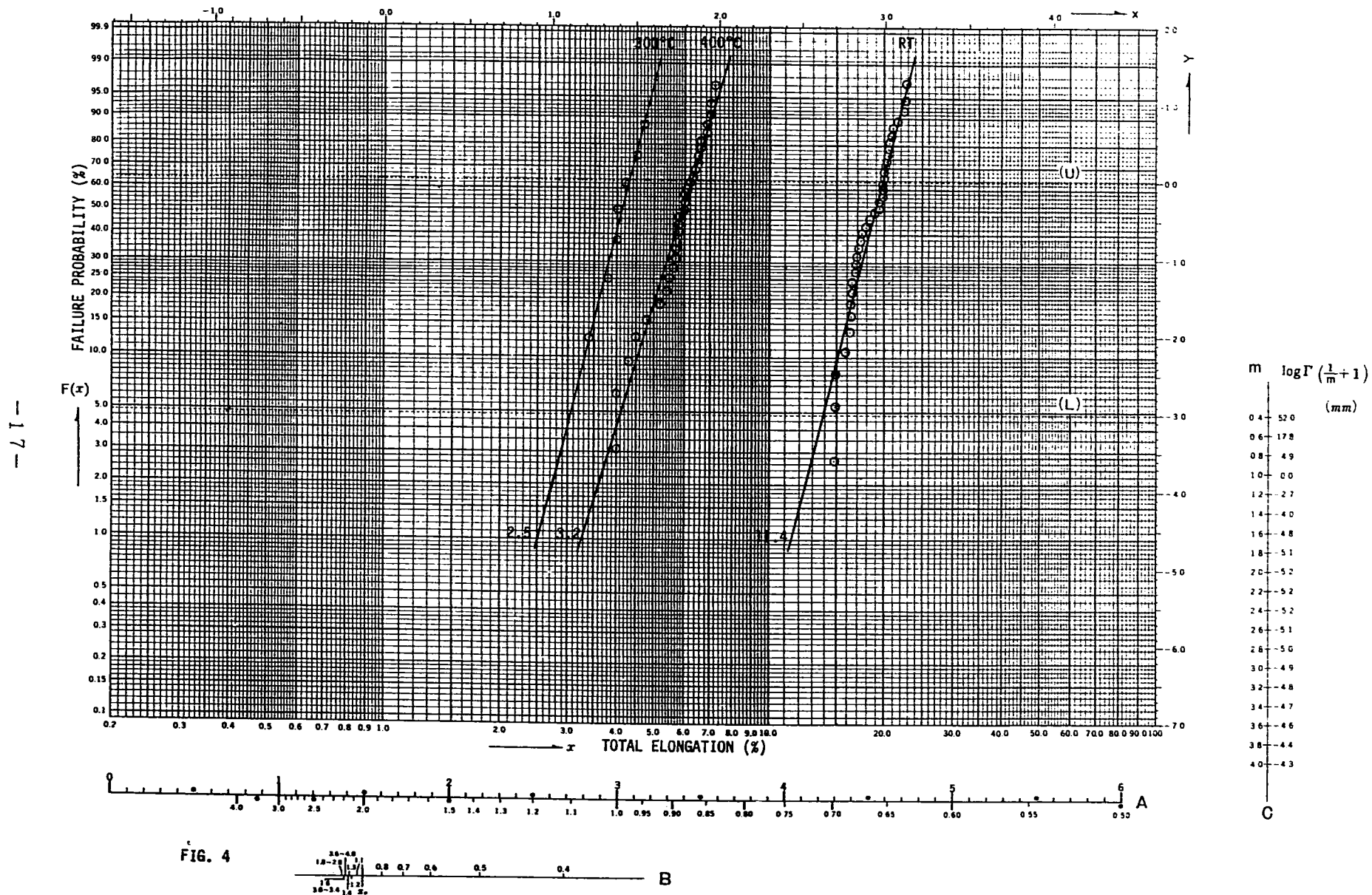


FIG. 4

- 17 -

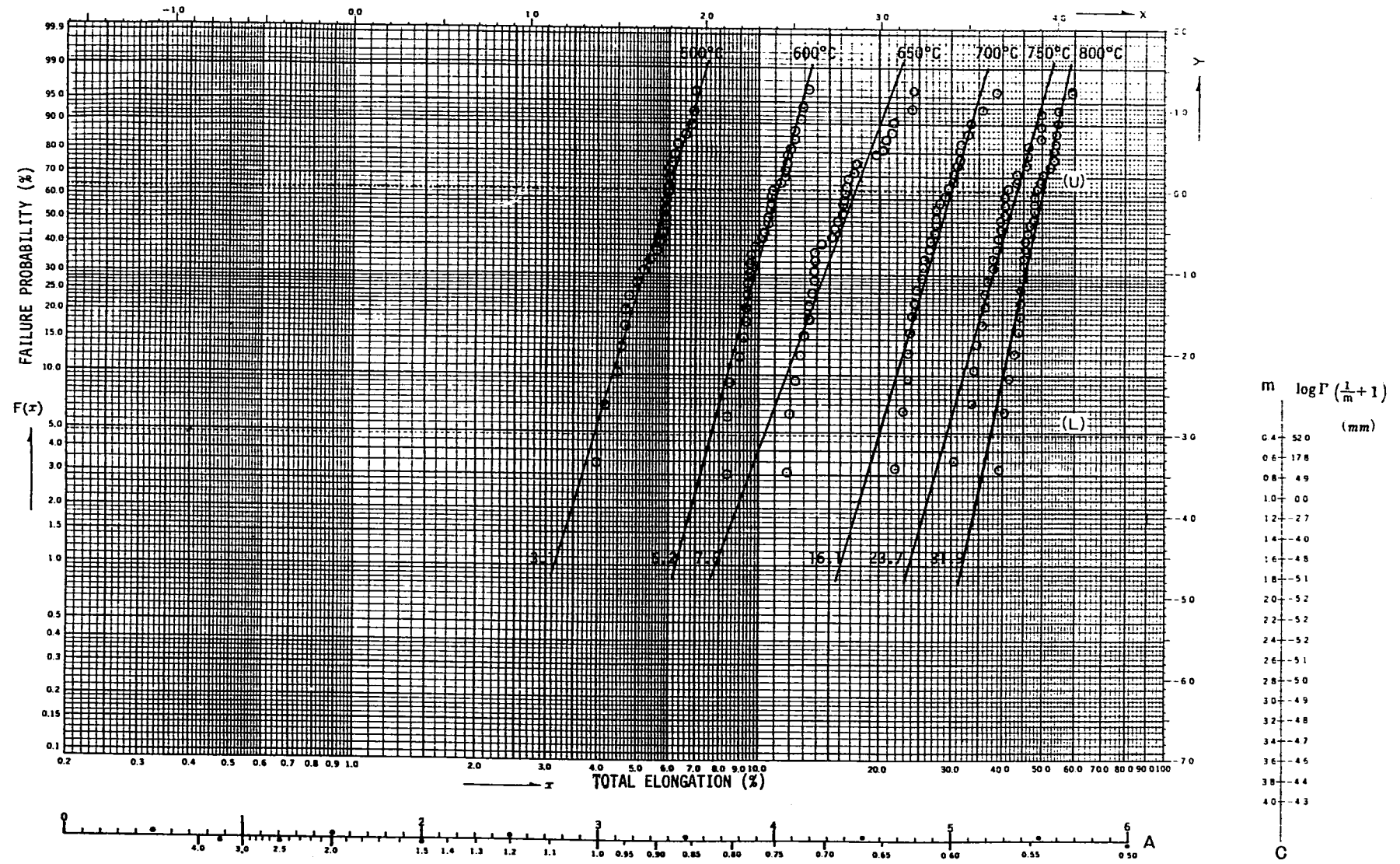


FIG. 5

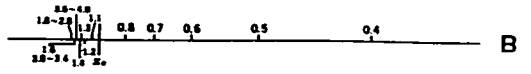


Table 4

RT

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{37} \times 100$ (%)
1	14.8	2.70
2	14.9	5.41
3	14.9	8.11
4	15.8	10.81
5	16.2	13.51
6	16.3	16.22
7	16.3	18.92
8	16.5	21.62
9	16.5	24.32
10	16.9	27.03
11	16.9	29.73
12	17.0	32.43
13	17.1	35.14
14	17.4	37.84
15	17.5	40.54
16	17.9	43.24
17	18.2	45.95
18	18.8	48.65
19	19.4	51.35
20	19.4	54.05
21	19.8	56.76
22	19.9	59.46
23	19.9	62.16
24	20.0	64.86
25	20.0	67.57
26	20.1	70.27
27	20.2	72.97
28	20.4	75.68
29	20.5	78.38
30	20.6	81.08
31	20.8	83.78
32	21.0	86.49
33	21.6	89.19
34	22.4	91.89
35	22.6	94.59
36	22.7	97.30
37	24.2	100.00

300 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{7+1} \times 100$ (%)
1	3.4	12.50
2	3.8	25.00
3	4.0	37.50
4	4.0	50.00
5	4.2	62.50
6	4.5	75.00
7	4.7	87.50

Table 5

400 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{32} \times 100$ (%)
1	4.0	3.13
2	4.0	6.25
3	4.3	9.38
4	4.5	12.50
5	4.8	15.63
6	5.2	18.75
7	5.4	21.88
8	5.5	25.00
9	5.6	28.13
10	5.7	31.25
11	5.7	34.38
12	5.7	37.50
13	5.8	40.63
14	5.8	43.75
15	5.8	46.88
16	6.0	50.00
17	6.0	53.13
18	6.0	56.25
19	6.1	59.38
20	6.2	62.50
21	6.3	65.63
22	6.4	68.75
23	6.5	71.88
24	6.5	75.00
25	6.6	78.13
26	6.6	81.25
27	6.8	84.38
28	6.8	87.50
29	7.0	90.63
30	7.0	93.75
31	7.2	96.88
32	7.5	100.00

500 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{29} \times 100$ (%)
1	4.0	3.45
2	4.2	6.90
3	4.5	10.34
4	4.6	13.79
5	4.7	17.24
6	4.7	20.69
7	4.8	24.14
8	5.0	27.59
9	5.2	31.03
10	5.4	34.48
11	5.6	37.93
12	5.7	41.38
13	5.8	44.83
14	5.9	48.28
15	5.9	51.72
16	5.9	55.17
17	5.9	58.62
18	6.0	62.07
19	6.0	65.52
20	6.0	68.97
21	6.0	72.41
22	6.1	75.86
23	6.2	79.31
24	6.3	82.76
25	6.6	86.21
26	6.8	89.66
27	6.9	93.10
28	7.0	96.55
29	7.5	100.00

Table 6

600 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{33} \times 100$ (%)
1	8.4	3.03
2	8.4	6.06
3	8.5	9.09
4	9.0	12.12
5	9.2	15.15
6	9.3	18.18
7	9.3	21.21
8	9.4	24.24
9	9.4	27.27
10	9.5	30.30
11	9.5	33.33
12	9.6	36.36
13	9.8	39.39
14	10.2	42.42
15	10.3	45.45
16	10.6	48.48
17	10.6	51.52
18	10.7	54.55
19	10.8	57.58
20	10.8	60.61
21	10.9	63.64
22	11.4	66.67
23	11.6	69.70
24	11.6	72.73
25	11.7	75.76
26	11.8	78.79
27	12.0	81.82
28	12.3	84.85
29	12.3	87.88
30	12.7	90.91
31	12.9	93.94
32	13.3	96.97
33	13.9	100.00

650 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{32} \times 100$ (%)
1	11.7	3.13
2	12.0	6.25
3	12.4	9.38
4	12.7	12.50
5	13.0	15.63
6	13.4	18.75
7	13.4	21.88
8	13.6	25.00
9	13.8	28.13
10	13.8	31.25
11	13.9	34.38
12	13.9	37.50
13	14.4	40.63
14	15.2	43.75
15	15.4	46.88
16	15.7	50.00
17	16.2	53.13
18	16.2	56.25
19	16.3	59.38
20	16.4	62.50
21	16.6	65.63
22	16.7	68.75
23	17.2	71.88
24	17.5	75.00
25	19.7	78.13
26	20.4	81.25
27	20.8	84.38
28	21.3	87.50
29	21.6	90.63
30	24.1	93.75
31	24.3	96.88
32	27.1	100.00

Table 7

700 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{31} \times 100 (\%)$
1	21.8	3.23
2	22.9	6.45
3	23.4	9.68
4	23.5	12.90
5	23.8	16.13
6	24.0	19.35
7	24.4	22.58
8	24.7	25.81
9	25.3	29.03
10	25.5	32.26
11	25.8	35.48
12	26.6	38.71
13	26.7	41.94
14	27.3	45.16
15	27.5	48.39
16	27.6	51.61
17	27.7	54.84
18	28.1	58.06
19	29.0	61.29
20	29.5	64.52
21	30.3	67.74
22	30.4	70.97
23	31.0	74.19
24	31.4	77.42
25	31.4	80.65
26	31.6	83.87
27	33.0	87.10
28	33.4	90.32
29	35.9	93.55
30	38.8	96.77
31	41.3	100.00

750 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{28} \times 100 (\%)$
1	30.3	3.57
2	33.8	7.14
3	34.0	10.71
4	34.5	14.29
5	35.7	17.86
6	36.1	21.43
7	36.1	25.00
8	36.8	28.57
9	37.9	32.14
10	37.9	35.71
11	38.7	39.29
12	39.0	42.86
13	39.6	46.43
14	39.6	50.00
15	40.2	53.57
16	40.3	57.14
17	40.5	60.71
18	41.2	64.29
19	43.2	67.86
20	43.4	71.43
21	45.8	75.00
22	46.2	78.57
23	46.3	82.14
24	49.7	85.71
25	49.7	89.29
26	49.8	92.86
27	59.5	96.43
28	63.8	100.00

Table 8

800 °C

i	Total Elong (%)	$F(x) = \frac{i}{31} \times 100$ (%)
1	39.1	3.23
2	40.3	6.45
3	41.5	9.68
4	42.7	12.90
5	43.9	16.13
6	44.2	19.35
7	44.3	22.58
8	44.5	25.81
9	45.0	29.03
10	45.1	32.26
11	45.1	35.48
12	45.4	38.71
13	45.4	41.94
14	46.1	45.16
15	46.7	48.39
16	47.8	51.61
17	47.8	54.84
18	47.9	58.06
19	48.0	61.29
20	48.8	64.52
21	49.5	67.74
22	50.1	70.97
23	52.5	74.19
24	53.5	77.42
25	53.6	80.65
26	53.9	83.87
27	54.1	87.10
28	54.4	90.32
29	54.8	93.55
30	59.1	96.77
31	66.4	100.00

6. ま と め

「もんじゅ」燃料集合体部材の強度評価として、今回は、炉心燃料被覆管試作品（昭和47年度～52年度）の引張性質をデータ・シートにまとめ、以下に示す2～3の検討を試みた。

- (1) 真応力 (True Stress) は公称応力 (Engineering Stress) から $\sigma_T = \sigma_E (1 + \epsilon_0)$ で求められ、室温で約10%、650℃で3～6%の増加割合を示す。
- (2) 全データの統計処理を行ない、DS委指針方式から求めたSm値を提案する。合わせてSu、Sy値も提案する。これらの値は製準(I)の物性値集に設定されている値よりも大きい。これは、Su値としてTrue Stressを用いたことによる。
- (3) 破断伸びの解析にワイブル分布を使った。各温度ともに直線に近似され高い相関をもつ。一つの手段として破断伸びを確率密度関数として扱い " Failure Probability " の考え方を設計等に導入することを今後検討されるべきであろう。

最後に、本レポートをまとめるに当たり、有意義なコメントを頂いたFBRエンジニアリング事務所の林、井川両氏に対して感謝の意を表します。

7. 参 考 文 献

- 1) たとえば横堀武夫, 「材料強度学」技報堂
- 2) ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Division 1, Nuclear Power Plant Components.
- 3) SN241-75-02 「高速炉燃料要素設計基準」昭和50年2月, FBR燃料合同専門委員会
- 4) W. Weibull, "A Statistical Distribution Function of Wide Applicability" J. of Appl. Mech. (1951)
- 5) J. N. Berrettoni, "Practical Application of the Weibull Distribution" Ind. Q. C. (1964)
- 6) 真壁 肇. 「ワイブル確率紙の使い方」日本規格協会. 1974

8. Data Sheet

SN841-79-23

1-1-1-1	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBEL SUMITOMO (47) LOT 1		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	86.7	94.1	77.8	16.5	8.5
	86.3	93.7	77.8	16.9	8.6
100					
200					
300					
400	71.8	74.2	63.3	(3.2)	3.3
	72.4	75.0	69.2	4.5	3.6
500	68.0	70.4	63.0	4.8	3.5
	67.4	69.8	60.7	4.0	3.6
600	56.6	59.9	51.5	9.5	5.8
	57.2	60.4	50.0	9.4	5.6
650	49.9	52.0	39.2	19.7	4.2
	48.8	50.9	39.7	20.8	4.3
	50.2	52.8	39.0	24.3	5.2
700	40.9	42.5	27.6	41.3	3.9
	40.6	42.0	29.0	33.0	3.4
	41.1	43.1	28.9	38.8	4.9
750	33.5	33.9	22.5	49.7	2.7
	33.0	34.1	21.4	63.8	3.3
	33.5	34.1	21.5	(55.5)	1.8
800	26.7	26.9	17.4	53.9	0.7
	26.1	26.6	16.8	53.5	1.9
	25.9	26.4	16.1	66.5	1.9

1-1-1-2	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (47) LOT 2		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	80.1	88.5	70.6	24.2	10.5
	79.9	88.0	70.5	20.0	10.1
	80.1	89.0	70.9	20.0	11.1
100					
200					
300					
400	65.7	68.2	59.7	7.2	3.8
	65.9	68.5	60.7	7.5	3.9
500	62.6	64.8	58.0	6.2	3.5
	62.6	65.0	57.6	6.1	3.8
600	55.9	59.1	49.0	13.9	5.7
	56.7	60.0	48.7	12.3	5.8
650	46.8	50.2	37.4	17.5	7.3
	47.2	51.0	36.5	21.6	8.1
	47.8	50.8	37.3	20.4	6.3
700	37.9	39.5	28.8	35.9	4.2
	38.0	39.9	28.3	(32.3)	5.0
	37.6	39.1	28.0	31.4	4.0
750	31.2	31.9	22.0	(49.8)	2.2
	32.3	32.7	22.0	59.5	1.2
	31.7	32.4	22.4	49.7	2.2
800	25.4	25.7	17.2	44.2	1.2
	25.5	26.0	17.2	48.0	2.0
	25.1	25.5	17.2	54.1	1.6

SN841-79-23

1-1-1-3	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBEL SUMITOMO	(48) LOT 1	TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	80.7	88.9	71.1	20.4	10.2
	80.7	89.2	71.5	20.5	10.5
	81.0	89.8	69.8	19.4	10.9
	80.5	89.0	70.1	21.6	10.6
100					
200					
300					
400	66.5	69.0	59.7	6.5	3.8
	65.5	68.8	58.7	6.6	5.0
	65.7	69.0	59.4	4.0	5.0
	66.2	69.5	58.8	4.0	5.0
500	62.7	64.3	55.5	6.3	2.6
	61.8	63.7	56.0	(6.2)	3.1
	64.2	66.3	58.1	5.9	3.3
	63.6	65.4	55.6	7.0	2.8
	63.6	65.6	56.7	7.5	3.1
600	54.3	57.1	47.6	10.7	5.2
	56.6	59.9	47.3	(8.4)	5.8
	55.5	58.4	47.8	13.3	5.2
	53.7	56.9	48.7	10.8	6.0
	53.8	57.0	50.5	12.0	5.9
650	46.5	48.1	36.0	(20.7)	3.4
	47.1	48.7	37.2	27.1	3.4
	47.8	49.4	37.5	24.1	3.3
	46.8	48.5	37.8	16.3	3.6
	47.5	48.8	38.9	13.1	2.7
700	38.7	39.4	28.5	(22.8)	1.8
	36.6	37.3	27.1	(23.0)	1.9
	38.7	39.6	29.6	31.0	2.3
	41.1	41.8	30.1	25.5	1.7
	41.4	42.0	30.6	24.7	1.4
750	32.4	32.9	23.3	46.3	1.5
	30.3	30.6	21.7	(32.0)	1.0
	31.9	32.3	21.9	(32.8)	1.3
800	25.3	25.5	16.2	(40.5)	0.8
	25.2	25.4	16.4	54.8	0.8
	26.0	26.2	16.7	53.6	0.8

SN841-79-23

1-1-1-4	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (48) LOT 1		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	80.9	89.1	67.9	19.9	10.1
	81.3	90.2	69.9	20.1	10.9
100					
200					
300					
400	67.1	70.0	59.2	6.0	4.3
	67.1	70.1	57.1	7.0	4.5
500	65.0	68.0	55.9	(4.4)	4.6
	64.5	67.6	58.2	5.9	4.8
	62.4	66.0	55.1	5.9	5.8
600	55.4	58.6	48.1	10.8	5.8
	55.3	58.3	47.1	9.5	5.4
	55.2	58.4	46.7	11.8	5.8
650	45.9	48.7	36.5	15.7	6.1
	46.3	49.0	36.9	16.6	5.8
	45.2	48.0	35.7	16.2	6.2
700	38.3	39.4	28.5	30.3	2.9
	39.0	40.0	28.6	(23.4)	2.6
	39.2	40.1	29.5	30.4	2.3
750	33.7	34.2	24.6	30.3	1.5
	32.9	33.5	23.7	35.7	1.8
	33.2	33.6	23.6	36.1	1.2
800	26.4	27.1	18.6	52.5	2.7
	26.1	26.5	16.1	43.9	1.5
	27.0	27.4	18.3	46.7	1.5

1-1-1-5	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (48) LOT 2		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	77.9	85.4	67.6	22.4	9.6
	77.8	85.6	66.5	20.6	10.0
	78.5	87.0	68.0	22.6	10.8
	78.2	86.6	67.5	14.9	10.7
100					
200					
300					
400	64.8	67.0	57.4	6.6	3.4
	64.6	67.8	56.1	7.0	5.0
	64.0	67.0	54.7	5.6	4.7
	64.4	67.4	56.4	5.5	4.7
500	61.9	65.1	55.2	5.9	5.2
	62.4	65.5	56.0	(5.0)	5.0
	63.5	66.8	57.5	5.0	5.2
	63.3	66.4	54.1	5.6	4.9
	60.4	64.0	54.0	6.0	6.0
600	59.4	62.0	46.6	10.6	4.4
	56.0	59.8	47.8	11.7	6.8
	54.3	57.8	46.5	(10.5)	6.4
	53.7	57.0	45.9	10.3	6.1
	53.8	57.0	46.5	11.6	5.9
650	44.3	46.8	36.5	21.3	5.6
	44.8	46.9	36.6	(18.3)	4.7
	45.5	47.7	37.2	(10.1)	4.8
	45.7	47.5	37.7	11.7	3.9
700	37.9	39.3	28.2	(24.2)	3.7
	37.7	39.0	29.1	27.7	3.4
	37.6	38.8	29.6	27.5	3.2
	37.7	39.0	28.7	(18.4)	3.4
	39.6	41.0	30.4	24.4	3.5
750	31.1	31.8	22.6	43.2	2.3
	30.0	30.6	23.0	(38.2)	2.0
	31.1	31.5	21.7	43.4	1.3
800	24.4	25.0	17.3	(36.5)	2.5
	25.7	26.1	17.8	44.3	1.6
	25.3	25.6	17.4	50.1	1.2

1-1-1-6	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
CARPENTER (48) LOT CT		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	84.9	96.4	67.8	21.6	13.6
	85.2	94.9	73.2	19.4	11.4
100					
200					
300					
400	70.2	72.8	62.6	5.9	3.7
	68.4	71.1	56.1	8.4	3.9
500	66.2	68.6	59.9	5.1	3.6
600	58.5	61.8	49.6	10.4	5.7
	58.0	61.4	46.1	13.3	5.9
650	49.5	52.2	38.9	16.7	5.5
700	40.8	42.2	30.1	30.7	3.5
	41.1	42.4	30.4	31.0	3.2
750	33.6	34.5	24.6	38.3	2.5
	33.8	34.8	24.4	40.5	3.1
800	27.9	28.3	19.2	48.5	1.4

1-1-1-7	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
FINE-TUBES (48) LOT FT		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	78.7	88.6	71.3	20.9	12.6
	78.4	88.0	71.3	20.8	12.2
100					
200					
300					
400	62.3	64.4	56.7	(4.0)	3.4
	62.7	65.2	57.6	6.2	4.0
500	58.7	61.0	53.6	5.6	4.0
	58.7	60.8	54.3	5.2	3.5
600	51.8	54.6	45.7	9.1	5.4
	52.0	54.8	45.8	11.8	5.4
650	45.1	47.4	38.3	14.6	5.1
	44.5	46.8	38.0	14.5	5.1
700	37.3	38.4	30.5	28.6	2.9
	38.2	39.5	30.7	28.5	3.4
750	31.5	32.1	24.1	47.0	1.8
	31.6	32.1	24.3	48.4	1.7
800	25.7	26.0	18.5	52.1	1.3
	25.4	25.7	18.3	58.7	1.4

SN841-79-23

1-1-1-8	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
VALLOUREC (48) LOT L		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	74.1	83.9	62.3	27.0	13.2
	74.7	84.4	63.0	24.2	13.0
100					
200					
300					
400	60.1	63.1	51.0	7.1	5.0
	59.8	63.4	51.3	6.9	6.1
500	56.2	58.8	49.2	6.4	4.6
	55.6	58.1	48.2	(5.3)	4.5
600	51.7	55.5	44.4	12.1	7.4
	50.6	54.6	42.8	13.6	7.9
650	43.5	45.7	36.2	18.4	5.1
	44.2	46.5	37.5	22.3	5.2
700	36.0	37.2	38.9	34.7	3.4
	36.4	37.6	28.7	37.5	3.4
750	29.5	30.1	22.2	45.7	2.0
	29.4	30.0	22.3	49.7	2.0
800	24.1	24.5	17.2	56.0	1.7
	24.0	24.3	17.2	61.4	1.4

SN841-79-23

1-1-1-9	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBEL) SUMITOMO (49) LOT 1		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	83.5	91.3	71.1	16.9	9.3
	83.9	92.0	72.5	17.4	9.7
100					
200					
300					
400	69.2	72.1	60.9	5.7	4.2
	69.1	72.2	60.5	5.8	4.5
500	65.2	68.3	55.6	(5.5)	4.8
	64.4	68.3	56.4	(6.7)	6.0
600	58.6	63.2	48.5	9.3	7.8
	59.1	62.2	51.0	9.0	5.3
650	50.9	53.4	40.6	12.0	4.9
700	41.2	42.3	32.7	23.5	2.7
	42.7	43.7	33.8	24.0	2.3
750	35.0	35.6	26.7	39.0	1.7
	35.2	35.8	27.1	40.3	1.7
800	29.0	29.5	21.3	45.4	1.7
	29.1	29.5	20.9	45.4	1.4

1-1-1-10	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBEL SUMITOMO) (49) LOT 3		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	88.0	95.0	74.6	14.8	8.0
	87.8	94.6	75.5	14.9	7.7
100					
200					
300					
400	70.8	73.9	59.6	5.4	4.4
	72.8	75.5	64.9	5.7	3.7
500	67.9	70.1	61.6	4.7	3.2
	69.0	71.1	61.3	4.5	3.0
600	51.9	65.0	49.0	9.2	5.0
	62.4	64.8	52.7	9.3	3.8
650	52.7	54.0	41.6	13.4	2.5
	53.0	54.5	42.2	13.8	2.8
700	44.1	45.0	33.0	26.7	2.0
	43.1	43.8	31.5	31.6	1.6
750	37.3	37.9	27.0	34.0	1.6
	36.3	36.9	27.0	36.1	1.7
800	29.4	29.8	20.4	47.9	1.4
	30.4	30.8	21.7	40.3	1.3

1-1-1-11	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (49) LOT 1		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	81.5	89.7	72.6	19.4	10.1
	82.1	90.0	71.1	21.0	9.6
100					
200					
300					
400	65.9	67.8	58.1	4.8	2.9
	65.3	67.6	59.1	5.2	3.5
500	63.3	65.9	58.3	5.2	4.1
	63.6	65.6	57.6	4.7	3.1
600	54.7	57.5	48.0	9.6	5.1
	55.6	58.8	48.5	9.8	5.8
650	46.6	48.7	39.0	17.2	4.5
	46.7	48.8	37.5	16.2	4.5
700	38.9	39.8	29.8	27.3	2.3
	38.7	39.6	29.4	29.5	2.3
750	32.3	32.9	23.5	37.1	1.9
	32.7	33.3	23.8	40.2	1.8
800	26.6	27.0	18.3	48.8	1.5
	26.5	26.9	18.3	59.1	1.5

1-1-1-12	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (49) LOT 3		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	80.4	89.0	69.2	20.8	10.7
	80.0	88.4	66.9	22.7	10.5
100					
200					
300					
400	64.4	66.9	54.9	4.3	3.9
	65.3	68.1	57.6	5.7	4.3
500	61.7	63.5	54.1	4.2	2.9
	61.9	64.3	55.0	(4.5)	3.9
600	54.3	57.7	46.9	12.9	6.3
	54.3	57.5	46.1	12.3	5.9
650	47.0	49.5	38.1	16.7	5.3
	46.7	49.1	36.4	16.4	5.1
700	38.3	39.5	28.7	31.4	3.1
	38.2	39.3	29.4	33.4	2.9
750	31.5	32.2	22.3	38.7	2.2
	32.3	33.2	23.7	40.5	2.8
800	26.5	27.0	18.5	46.1	1.9
	26.7	27.2	17.8	47.8	1.9

1-1-1-13	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBEL) SUMITOMO	(50) LOT 502	TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	85.7	94.1	75.1	17.9	9.8
	86.8	94.7	73.9	16.3	9.1
100					
200					
300					
400	70.7	74.4	62.2	6.1	5.2
	72.0	75.5	63.4	6.0	4.9
500	68.7	72.0	60.9	5.8	4.8
	67.3	71.9	58.5	6.8	6.8
600	60.0	63.2	50.3	10.6	5.3
	62.7	65.8	53.4	11.4	4.9
650	52.4	54.5	43.4	12.7	4.0
	52.6	54.7	43.1	12.4	4.0
700	43.7	44.7	34.3	21.8	2.3
	43.9	44.9	34.0	22.9	2.3
750	35.3	36.0	27.3	34.5	2.0
	36.5	37.1	27.1	33.8	1.6
800	30.2	30.7	21.4	39.1	1.7
	28.8	29.3	20.2	41.5	1.7

SN841-79-23

1-1-1-14	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (50) LOT 5001		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	83.9	92.4	72.4	18.8	10.1
	83.5	92.3	71.2	20.2	10.5
100					
200					
300					
400	67.4	70.8	58.2	6.8	5.0
	68.9	72.5	59.4	6.8	5.2
500	66.9	69.7	59.6	6.6	4.2
	67.1	70.0	59.0	6.0	4.3
600	58.8	61.9	50.8	10.2	5.3
	58.9	62.3	50.2	12.7	5.8
650	50.2	52.5	42.0	13.6	4.6
	50.7	53.0	41.8	13.4	4.5
700	41.8	42.8	32.6	28.1	2.4
	41.8	43.0	32.4	25.3	2.9
750	33.6	34.1	24.9	41.2	1.5
	34.7	35.3	25.7	37.9	1.7
800	28.1	28.8	20.0	42.7	2.5
	27.5	28.4	20.8	45.1	3.3

SN841-79-23

1-1-1-15	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBEL SUMITOMO (51) LOT 511		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	85.2	93.2	75.8	17.1	9.4
	85.1	93.0	76.3	19.9	9.3
100					
200					
300					
400	70.0	72.6	61.6	6.0	3.7
	68.7	71.0	62.2	5.8	3.3
500	66.3	68.2	60.2	5.7	2.9
	67.0	69.6	59.8	4.6	3.9
600	58.5	60.8	51.9	9.4	3.9
	57.7	60.5	48.0	8.5	4.9
650	49.5	51.1	40.4	13.8	3.2
	49.3	50.8	40.6	14.4	3.0
700	41.1	42.3	30.8	23.8	2.9
	41.8	42.6	31.2	23.4	1.9
750	32.3	33.0	23.6	46.2	2.2
	33.3	34.0	23.5	39.6	2.1
800	27.6	28.4	17.8	47.8	2.9
	26.7	27.5	17.9	45.0	3.0

1-1-1-16	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
(KOBE) SUMITOMO (52) LOT 521		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	80.8	88.7	70.3	16.3	9.8
	81.1	90.3	70.4	17.0	11.3
	83.9	91.9	74.1	17.5	9.5
	84.0	92.1	74.1	16.5	9.6
100	76.4	78.4	69.5	8.4	2.6
	76.8	78.8	68.4	9.4	2.6
200	72.4	73.6	63.1	(3.1)	1.7
	71.9	72.9	67.5	(3.4)	1.4
	72.0	73.0	68.7	3.7	1.4
	71.9	73.3	68.4	4.6	1.9
300	68.9	69.5	62.6	4.5	0.9
	68.5	69.5	62.2	4.2	1.5
	69.8	70.4	61.8	(3.9)	0.9
	69.7	70.1	64.4	4.7	0.6
400	67.9	70.9	61.9	6.5	4.4
	67.6	70.5	61.7	5.8	4.3
500	65.9	67.8	59.0	6.0	2.9
	66.0	67.9	59.7	5.4	2.9
600	58.8	61.5	49.9	8.4	4.6
	57.3	60.3	50.1	8.4	5.2
650	50.3	52.7	41.8	15.2	4.8
	50.1	51.9	41.1	15.4	3.6
700	40.9	42.1	30.8	29.0	2.9
	41.9	42.8	31.1	27.6	2.2
750	33.1	33.7	23.7	39.6	1.8
	34.1	34.6	24.7	45.8	1.5
800	29.7	30.2	19.3	45.1	1.7
	26.9	27.3	19.3	44.5	1.5

1-1-1-17	MONJU CLADDING TUBE	316 SS 20%CW
KOBE (SUMITOMO) (52) LOT 5205		TENSILE PROPERTIES

TEMP., °C	UTS, kg/mm ²		0.2%YS, kg/mm ²	ELONG., %	
	ENGINEERING	TRUE		TOTAL	UNIFORM
RT	81.6	89.6	71.6	16.2	9.8
	81.0	89.2	71.4	15.8	10.1
	83.0	91.0	75.9	18.2	9.6
	82.9	90.8	75.7	19.8	9.5
100	76.7	78.2	69.9	8.1	2.0
	76.7	78.1	67.8	(7.5)	1.8
200	73.0	74.0	65.2	(3.4)	1.4
	72.4	73.5	63.3	(3.8)	1.5
	72.3	73.3	66.7	4.0	1.4
	72.7	73.6	69.3	3.7	1.2
300	70.0	70.6	60.3	3.4	0.9
	69.4	70.0	63.7	3.8	0.9
	70.4	70.8	63.6	4.0	0.6
	70.1	70.7	66.3	4.0	0.9
400	68.8	71.7	62.2	6.2	4.2
	69.5	72.5	62.5	6.4	4.3
500	65.2	68.2	59.7	6.9	4.6
	66.1	68.9	60.7	6.0	4.2
600	58.6	61.8	51.8	10.9	5.5
	58.8	62.0	51.1	11.6	5.4
650	51.6	53.7	43.9	13.9	4.1
	52.0	54.1	44.4	13.0	4.0
700	43.5	44.6	33.4	25.8	2.5
	41.4	42.7	32.2	26.6	3.1
750	34.3	34.9	25.2	49.8	1.7
	33.1	33.7	24.1	36.8	1.8
800	27.9	28.4	20.5	49.5	1.8
	28.1	28.7	20.7	54.4	2.1

9. 付 録

(1) 高速原型炉用炉心燃料被覆管試作品仕様の変遷

高速原型炉用炉心燃料被覆管試作品仕様の変遷

試作 年度	冷間 加工度 (%)	化 学 組 成 (wt%)																		引 張 性 質						結 晶 粒 度 (ASTMNo)		
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu	Nb + Ta	Ti	V	O	常 温			650℃					
																				σ_B ($\frac{Kg}{mm^2}$)	$\sigma_{0.2}$ ($\frac{Kg}{mm^2}$)	δ (%)	σ_B ($\frac{Kg}{mm^2}$)	$\sigma_{0.2}$ ($\frac{Kg}{mm^2}$)	δ (%)			
45	8~15	0.04 ∩ 0.08	≤0.75	≤2.00	≤0.03	≤0.03	11.00 ∩ 14.00	16.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≤0.001	≤0.035										≥60	≥40	≥25	≥30	≥20	≥15	≥6
46	8~15	0.04 ∩ 0.08	≤0.75	≤2.00	≤0.03	≤0.03	11.00 ∩ 14.00	16.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≤0.001	≤0.035										≥60	≥40	≥25	≥30	≥20	≥15	≥6
47	20±5	0.04 ∩ 0.07	≤0.75	1.50 ∩ 2.00	≤0.03	≤0.03	11.00 ∩ 14.00	16.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≤0.0005	≤0.010	報告	報告	報告	報告	報告					≥70	≥58	≥10	≥40	≥30	≥7	≥6
48	20±3	0.035 ∩ 0.064	≤0.75	1.50 ∩ 2.00	≤0.03	≤0.02	12.00 ∩ 14.00	16.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≤0.0005	≤0.010	報告	報告	≤0.20	報告	報告	報告	報告			≥75	≥60	≥10	≥40	≥30	≥7	≥6
49	20±3	0.035 ∩ 0.064	≤0.75	1.50 ∩ 2.00	≤0.03	≤0.01	12.00 ∩ 14.00	17.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≤0.0010	≤0.010	≤0.05	≤0.03	≤0.20	≤0.05	≤0.1	≤0.2	報告		≥75	≥60	≥10	≥40	≥30	≥7	6~9	
50	20±3	0.035 ∩ 0.064	≤0.75	1.50 ∩ 2.00	≤0.015 目標 0.025	≤0.010	13.00 ∩ 14.00	17.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≥0.0005 (目標 0.0015)	≤0.010	≤0.05	≤0.03	≤0.20	≤0.05	≤0.1	≤0.2	報告		≥75	≥60	≥10	≥40	≥30	≥7	6~9	
51	20±3	0.035 ∩ 0.064	≤0.75	1.50 ∩ 2.00	≤0.015 目標 0.025	≤0.010	13.00 ∩ 14.00	17.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≥0.0005 (目標 0.0015)	≤0.010	≤0.05	≤0.03	≤0.20	≤0.05	≤0.1	≤0.2	報告		≥75	≥60	≥10	≥40	≥30	≥7	6~9	
52	20±3	0.035 ∩ 0.064	≤0.75	1.50 ∩ 2.00	≤0.015 目標 0.025	≤0.010	13.00 ∩ 14.00	16.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≥0.0005 (目標 0.0015)	≤0.010	≤0.05	≤0.03	≤0.20	≤0.05	≤0.1	≤0.2	報告		≥75	≥60	≥10	≥40	≥30	≥7	6~9	
53	20±3	0.045 ∩ 0.085	≤1.00	1.50 ∩ 2.00	0.015 ∩ 0.035	≤0.010	13.00 ∩ 14.00	16.00 ∩ 18.00	2.00 ∩ 3.00	≤0.10	≥0.0015	≤0.010	≤0.05	≤0.01	≤0.20	≤0.05	≤0.10	≤0.20	報告	Zr ≤0.10	≥75	≥60	≥10	≥40	≥30	≥7	6~9	
		目標		0.90	1.75		0.025	—	上限		下限								250									—

(2) 高速原型炉用炉心燃料被覆管のミルシート

契約番号 47本A112

48 4 24 入荷

Mill Sheet № S-73-6

製品検査報告書

Kobe (47)

項目	内容
御注文先名 品名 材質 製品寸法	動力炉・核燃料開発事業団 文殊炉心用燃料根覆管 AISI 316 6.50 ^{OD} × 0.45 ^t × 3,000 L
工場製作番号 チャージ番号 ロット番号 納入数量 立会試験年月日 工場出荷年月日 納入数量	SV24031 L0308 ロットNo.1 329本 (管番号 K2001 ~ K2363) — 昭和48年4月24日 621本
契約番号 神鋼仕様番号 受注数量	A-112 72-D031 950本
その他	1) 管番号不足は次の通りです。 2028, 2043, 2050, 2054, 2117, 2124, 2128, 2141, 2144, 2147, 2150, 2153, 2156, 2175, 2189, 2190, 2197, 2198, 2222, 2233, 2247, 2258, 2259, 2268, 2304, 2307, 2320, 2327, 2345, 2347, 2350, 2355, 2360, 2202.

尚、試験・検査結果は別紙を御参照下さい。

上記の通り相違ありません。

昭和48年4月29日

株式会社 神戸製鋼所 姫路北工場

検査課長

[Signature]

1.5 小径物

文殊・炉心管 試験, 検査結果

1. 物理的・化学的性質

1-1. 溶鋼, 鑄塊, 素管成分

成分	規格	溶鋼	鑄塊		素管 No.1		素管 No.2		素管 No.3		素管 No.4	
			Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom
C %	0.04~ 0.07	0.046	0.043	0.045	0.045	0.045	0.049	0.051	0.052	0.049	0.056	0.050
Si	≤0.75	0.67	0.65	0.66	0.68	0.62	0.65	0.65	0.70	0.65	0.71	0.66
Mn	1.50~ 2.00	1.98	1.64	1.67	1.64	1.62	1.62	1.65	1.70	1.66	1.57	1.57
P	≤0.03	0.010	0.010	0.011	0.008	0.008	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.010
S	≤0.03	0.008	0.005	0.005	0.007	0.005	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006
Ni	11.00~ 14.00	13.75	13.69	13.81	13.82	13.70	13.86	13.72	13.86	13.78	13.94	13.83
Cr	16.00~ 18.00	17.48	17.50	17.44	17.57	17.70	17.79	17.33	17.76	17.42	17.29	17.26
Mo	2.00~ 3.00	2.28	2.27	2.28	2.22	2.24	2.24	2.24	2.25	2.24	2.24	2.25
Co	≤0.10	0.01	0.04	0.04	0.037	0.036	0.037	0.036	0.036	0.036	0.038	0.036
B	≤0.0005	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0004	0.0002	0.0003	0.0003
N	≤0.010	0.006	0.005	0.006	0.007	0.008	0.007	0.008	0.006	0.007	0.007	0.007
Al	-	0.008	0.005	0.006	0.005	0.005	0.010	0.003	0.004	0.003	0.005	0.003
As	-	0.006	0.005	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
Cu	-	0.01	0.01	0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nb	-	0.013	0.012	0.012	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ta	-				0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
Ti	-	0.015	0.012	0.011	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

1-2. 炭化物

採取 No. 1, 2, 3 共合格

1-3. 粒界腐食

採取 No. 1, 2, 3 共合格

1-4. 硬度 (Hv)

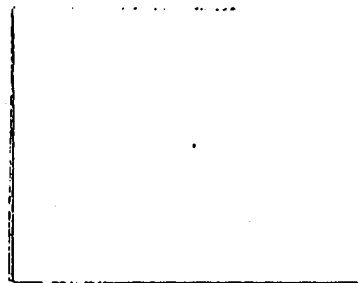
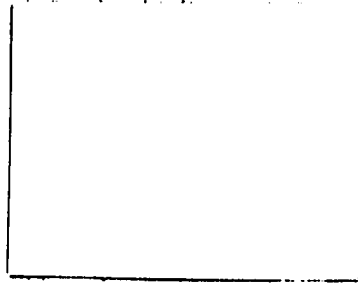
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
293	295	291	295	290	293

1-5. 介在物(素管)

Top

Bottom

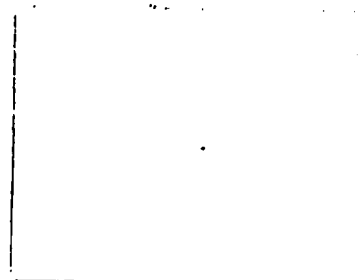
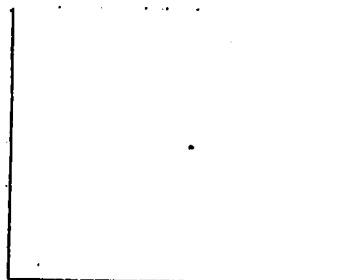
素管 No.1



A Thin 0.5

D Thin 0.5

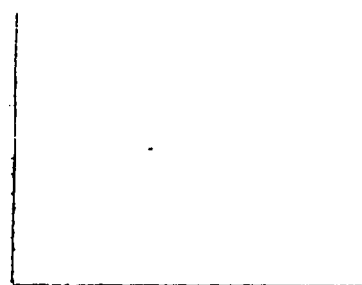
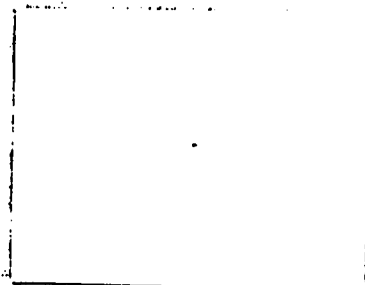
素管 No.2



D Thin 0.5

B Thin 0.5

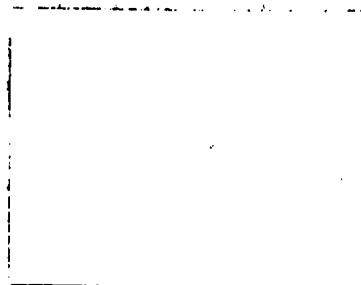
素管 No.3



D Thin 0.5

A Thin 1.5

素管 No.4

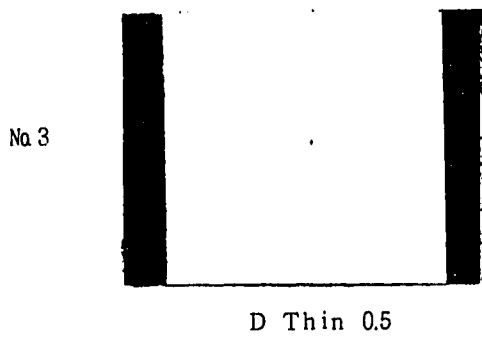
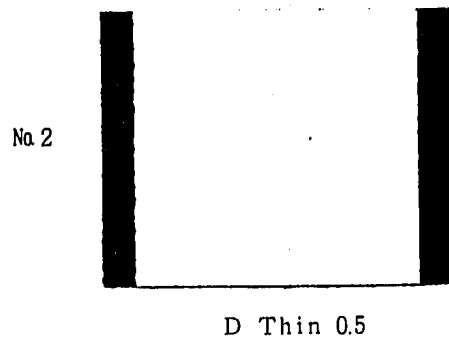
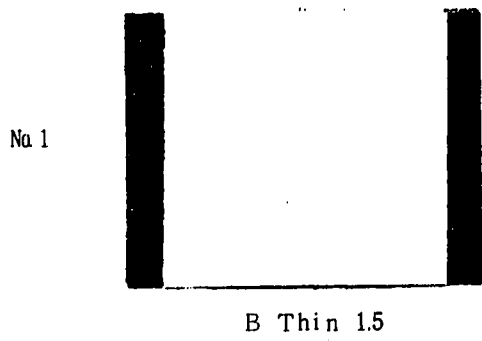


D Thin 0.5

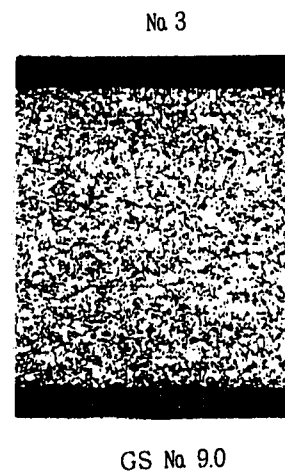
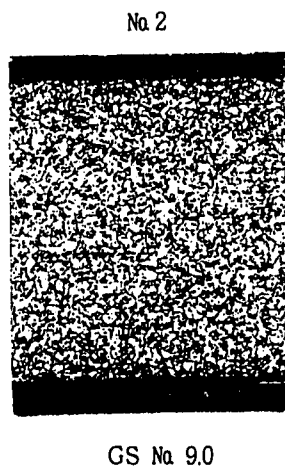
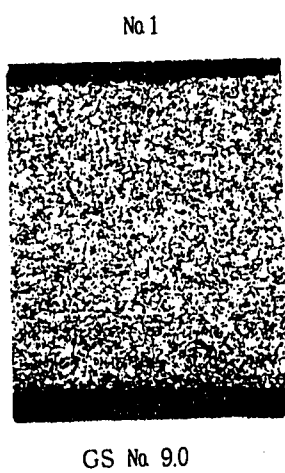
D Thin 0.5

神戸製鋼

1-6. 介在物(製品)



1-7. 結晶粒度(縦断面)



2. 機械的性質

2-1. 引張試験

条件	項目	規格	温度						高温 (650℃)			
			常温						規格	1	2	3
テンソル No.			1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2				
加工前	UTS		65.4	63.6	65.8	65.5	65.4	65.7		37.4	37.6	38.1
	YS		31.3	32.7	31.4	31.4	31.8	31.5		18.3	18.3	19.2
	E		52	54	58	53	53	55		46	44	44
加工後	UTS	≥ 270 $\frac{kg}{mm^2}$	85.9	85.6	83.8	83.0	83.0	86.5	≥ 240 $\frac{kg}{mm^2}$	51.2	51.3	53.1
	YS	≥ 58 $\frac{kg}{mm^2}$	77.4	78.0	74.3	74.3	78.9	80.1	≥ 30 $\frac{kg}{mm^2}$	48.8	49.0	51.3
	E	≥ 10 %	20	20	19	24	20	19	≥ 7 %	17	15	15

2-2. 押挽げ試験

No.1 ... 46% 良, No.2 ... 59% 良, No.3 ... 45% 良

2-3. 内圧破壊試験

項目	規格	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
破壊圧力	≥ 900 $\frac{kg}{cm^2}$	1400	1360	1400	1400	1450	1380
降伏圧力	≥ 800 $\frac{kg}{cm^2}$	1370	1330	1380	1355	1395	1330

3. 非破壊検査

3-1. 浸透試験

全数合格

3-2. 表面仕上げ試験

全数合格, 内外表面の電3顕微鏡写真は別添.

3-3. 表面粗度

全数合格

神戸製鋼

4. 溶解, 加工条件の報告

4-1. 溶解方法 … 真空誘導溶解 + 消耗電極式真空溶解

4-2. 造塊方法 … 真空誘導炉は上注造塊, 消耗電極式真空溶解は
Cuモールド中で再溶解

4-3. 耐火物 … 真空誘導炉は塩基性耐火物, 消耗電極式真空溶解
は耐火物使用せず

4-4. 鋼塊重量 … 3 ton

4-5. 使用合金 … 砂鉄系系鉄, M-Ni, Low C Fe-Cr, M-Mo, M-Mn,
Fe-Si, Al

4-6. 溶体化処理温度と時間 … 1020℃, 2分

4-7. 最終冷間加工度 … 17.5%

DATA SHEET (1)

Kobe (48)

SN841-79-23

ミルシード No S-74-9

製造年 LOT No. K001	SEQ 0.1	区分コード 部材種別 K	加工種別 R&D	製造年月日 4.9.0.12.0	製造コード SVX4021	仕様 No. L030.8	製造元仕様 No. 73-D009
------------------------	------------	--------------------	-------------	---------------------	------------------	------------------	----------------------

製品(ワール) No. 025031013350	加工条件 温度 1030 加工長 18 加工径 18	試料 No. - 1	試料 No. - 2
-----------------------------	-------------------------------------	------------	------------

SEQ	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu	Nb+Ta	V	鋼種(T)
0.3	0.043	0.65	1.64	0.010	0.005	1.369	1.750	2.370	0.04	0.0023	0.005	0.005	0.005	0.01	-	-	鋼種(T)
0.4	0.045	0.66	1.67	0.011	0.005	1.381	1.744	2.380	0.04	0.003	0.006	0.006	0.005	0.01	-	-	鋼種(B)
0.5	0.048	0.67	1.66	0.011	0.005	1.390	1.744	2.300	0.04	0.003	0.007	0.004	0.002	0.01	-	-	鋼種(C)

SEQ	非金属材料在物															
0.6	A				B				C				D			
	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
	1.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005										

C	Ti	鋼種
0.0017	0.012	鋼種(T)
0.0018	0.011	鋼種(B)
0.0021	0.004	鋼種(C)
0.0036	0.004	鋼種(D)

金相 1) 合格 2) 不合格	殺菌検査 1) 合格 2) 不合格	酸蝕検査 1) 合格 2) 不合格	結晶粒度 (NO 6 以上) 1) 合格 2) 不合格	硬さ Hv (平均値) 200 1) 合格 2) 不合格	炭素浸透 1) 合格 2) 不合格	磁粉探傷 1) 合格 2) 不合格	押出し 1) 合格 2) 不合格	磨付 1) 合格 2) 不合格
-----------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	-----------------------

SEQ	常温引張試験											
0.8	A - 棒				B - 棒				C			
	抗張力	0.2%耐力	伸び	絞り	抗張力	0.2%耐力	伸び	絞り	抗張力	0.2%耐力	伸び	絞り
	≥75%	≥260%	≥10%	-	≥75%	≥260%	≥10%	-	≥75%	≥260%	≥10%	-
	8.5	61	2.6	3.1	8.5	71	2.6	0.19	8.5	5	2.7	1.8

内圧破壊試験			
(1)		(2)	
破裂圧力	0.2%耐力	伸び	絞り
≥1100%	≥900%	-	≥900%
1.4.8.0	1.3.3.0	-	1.4.6.0
1.4.6.0	1.3.2.0	-	1.4.7.0

SEQ	高温引張試験											
0.9	A - 棒				B - 棒				C			
	抗張力	0.2%耐力	伸び	絞り	抗張力	0.2%耐力	伸び	絞り	抗張力	0.2%耐力	伸び	絞り
	≥40%	≥30%	≥7%	-	≥40%	≥30%	≥7%	-	≥40%	≥30%	≥7%	-
	4.8	0.4	5.8	1.2	4.7	7	4.5	3.14	4.8	2	4.6	1.3

高温引張試験			
(1)	(2)	(3)	(4)
破裂圧力	0.2%耐力	伸び	絞り
-	-	-	-

-53-

神戸製鋼

DATA SHEET (1)

Kobe (49)

SN841-79-23

ミルシート S-75-4

LOT No. K001

SEQ C1

区分	コード	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
材料	仕入	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

製造会社	品名	仕	12	Na
50.0908	SVX401Z	L078874	D-008	

品名	加工	測定	平均
005640014057	11250320	210 202 199 204 204 204	

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	P	N	Al	As	Cu	Nb+Ti	V
0.058	0.46	1.50	0.010	0.005	13.49	1.69	1.25	0.05	0.0004	0.0004	0.0005	0.004	0.02	0.010	0.04

0.054	0.47	1.63	0.009	0.005	13.49	1.69	1.24	0.05	0.0004	0.0006	0.0008	0.005	0.02	0.010	0.04
0.055	0.49	1.60	0.010	0.006	13.68	1.67	1.24	0.08	0.0008	0.0005	0.0005	0.0028	0.01	0.027	

0.0014	0.006
0.0014	0.007
0.0019	0.005

SEQ 07

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5	⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 10
276	279								

⑪ 11	⑫ 12	⑬ 13	⑭ 14

SEQ 08

24.5	74.9	1.6	A	34.9	75.4	1.6	A
------	------	-----	---	------	------	-----	---

24.5	74.9	1.6	A	34.9	75.4	1.6	A
------	------	-----	---	------	------	-----	---

SEQ 09

5.5	2.4	8.0	9.B	5.5	2.4	8.0	7.0	A
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

5.5	2.4	8.0	9.B	5.5	2.4	8.0	7.0	A
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

神戸製鋼

- 54 -

DATA SHEET (1)

Kobe (49)

SN841-79-23

LOT No. K003	SEQ 01	区分コード K: ORLD	品名 SVX4012	ミルシート S-75-4
製造年月日 50.09.08	製造番号 6096174-D-008	仕保 No.	検査元社名 PNC	検査員 No.

加工廠奥測値	試料 No.	2
開始 No. 終了 No.	温度	194 202 201 175 208 200
冷却時間	04	

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	AP	As	Cu	Nh+Ta	V
0.057	0.51	1.84	0.007	0.006	1.39	0.16	7.8	2.32	0.01	0.0004	0.0066	0.016	0.002	0.02	0.015
0.058	0.51	1.87	0.006	0.005	1.385	1.6	6.8	2.30	0.01	0.0025	0.0067	0.016	0.002	0.02	0.015
0.058	0.48	1.79	0.005	0.005	1.381	1.6	6.8	2.41	0.02	0.0027	0.0087	0.015	0.002	0.022	0.01

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

全相	11/合格	2/2/合格	1/1/合格	1/2/合格	7/0/合格	9/0/合格	27/1/合格	28/7/合格	11/合格	21/合格	11/合格	21/合格	11/合格	21/合格
----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

275%	260%	240%	275%	260%	240%	275%	260%	240%
275%	260%	240%	275%	260%	240%	275%	260%	240%

240%	230%	217%	240%	230%	217%		
6.0	6.5	4.0	0.8	6.0	2.5	4.0	0.8

275%	260%	240%
------	------	------

240%	230%	217%
------	------	------

神戸製鋼

155-

DATA SHEET (1)

Kobe (50)

SN841-79-23

ミルシート № S-77-3

LOT No.
K 502

SEQ
01

区分コード		I		F		E	
部材	炉	材	種	材	種	材	種
0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	3	4	5	6	7

製造年月日	製造コード	仕様
年 月 日	製造 No.	シート No.
5 2 3	Z 2 S 5 0 3 4 0 1 0 2	L 1 7 0 4 7 6 0 0 2 0 2 0 1

SEQ
02

製品 (リール) No.	加工条件	試料 No. - 1	試料 No. - 2
3 7 1 5 5 1 2 5 5 4 8	1 0 7 5	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	インゴット No. 製管 No.

X=0.6分, Y=0.8分

SEQ
03
04
05

化学成分%															
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu	Nb+Ta	V
0.05-0.08	≤ 0.75	1.50-2.00	≥ 0.015	≤ 0.010	13.0-14.0	17.0-18.0	2.0-3.0	≤ 0.10	≥ 0.0035	≤ 0.010	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.2
0.05-0.08	≤ 0.75	1.50-2.00	≥ 0.015	≤ 0.010	13.0-14.0	17.0-18.0	2.0-3.0	≤ 0.10	—	—	—	—	—	—	—
0:0.52	0:4.1	1:6.0	0:0.26	0:0.08	13:7.8	17:9.2	2:3.2	0:0.7	0:0.18	0:0.066	0:0.46	0:0.03	0:0.3	0:0.1以下	0:0.5
0:0.53	0:3.9	1:7.5	0:0.25	0:0.05	13:8.4	17:8.6	2:3.2	0:0.7	0:0.6	0:0.57	0:0.46	0:0.04	0:0.3	0:0.1以下	0:0.6
0:0.52	0:4.2	1:6.9	0:0.27	0:0.05	13:8.5	17:7.6	2:3.0	0:0.7	0:0.20	0:0.071	0:0.48	0:0.03	0:0.2	0:0.05以下	0:0.4

SEQ
06

非金属夹杂物															
A				B				C				D			
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O	T _i
0:0.013	0:0.04
0:0.015	0:0.02
0:0.013	0:0.03

SEQ
07

全相	鏡面検査	平鏡面検査	結晶粒度 (NO 6~9)	硬さ Hv	透光透過	(原管) 扁平	押出し	交付
1:合格	1:合格	1:合格	1:平行 2:コーナ	1:平均値 MAX MIN 平均値 MAX MIN	1:合格	1:合格	1:合格	1:合格
2:不合格	2:不合格	2:不合格	A:周径・輪径 B:軸	2:8.2 2:8.2 2:7.7 2:8.0 2:8.7 2:7.1	2:不合格	2:不合格	2:不合格	2:不合格

SEQ
08

常温引張試験											
(1)						(2)					
A - 軸			B - 周			A - 軸			B - 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥ 75%	≥ 50%	≥ 10%	≥ 75%	≥ 50%	≥ 10%	≥ 75%	≥ 50%	≥ 10%	≥ 75%	≥ 50%	≥ 10%
≤ 52	≤ 21	≤ 45	≤ 52	≤ 21	≤ 45	≤ 52	≤ 21	≤ 45	≤ 52	≤ 21	≤ 45
55-8)	≤ 30	—	55-8)	≤ 30	—	55-8)	≤ 30	—	55-8)	≤ 30	—
≤ 55	≤ 35	≤ 18	≤ 55	≤ 35	≤ 14	≤ 55	≤ 35	≤ 14	≤ 55	≤ 35	≤ 14
8.5:9.1	8.1:0	15.6	8.6:4	8.0:3	15.9	8.6:4	8.0:3	15.9	8.6:4	8.0:3	15.9

内圧破壊試験			
(1)		(2)	
破壊力	0.2%耐力	破壊力	0.2%耐力
≤ 670%	≤ 500%	≤ 670%	≤ 500%
≤ 480%	≤ 380%	≤ 480%	≤ 380%

SEQ
09

高温引張試験											
(1)						(2)					
A - 軸			B - 周			A - 軸			B - 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥ 40%	≥ 3%	≥ 7%	—	—	—	≥ 40%	≥ 3%	≥ 7%	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.4	7.4	9.5	9.8	—	—	5.4	7.4	9.5	9.7	—	—

高温引張試験			
(1)		(2)	
破壊力	0.2%耐力	破壊力	0.2%耐力
—	—	—	—
—	—	—	—

神戸製鋼

1561

DATA SHEET (1)

Kobe (51)

2/20

SN841-79-23

ミルシート No. 5-77-8

321
LOT No.
K51.1

SEQ
0.1

区分コード					
部材コード	焼入れ	1	素材	F	識別
K	0	2	初心	①	新規
R	D	3	777777	A	2
					追加修正

製造年月日			製造コード			仕作 No.		
年	月	日	製造 No.	ヒート No.	製造元仕様 No.	PNC 仕様 No.		
5	2	0	712	S.5.0	2.4.0	1.0.2	L18.8	7.6 0007改1

SEQ
0.2

製品 (リール) No.		加工条件		試料 No. - 1						試料 No. - 2		
開始 No.	終了 No.	温度	時間	加工度	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	インゴット No.	装置 No.
4.05	64.01	68.01	10.55	20.0								

SEQ
0.3

化学成分 %																
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu	Nb+Ta	V	
0.05-0.07	0.75	1.50-2.00	≤ 0.015	≤ 0.010	13.0-14.0	17.0-18.0	2.0-3.0	≤ 0.10	≥ 0.0005	≤ 0.010	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.2	
0.048	0.35	1.73	0.028	0.006	1.3	5.0	1.7	5.0	2.2	4.0	0.04	0.0028	0.0051	0.031	0.004	0.02
0.046	0.34	1.91	0.026	0.006	1.3	5.2	1.7	3.4	2.1	7.0	0.04	0.0028	0.0048	0.031	0.004	0.02
0.052	0.36	1.88	0.028	0.005	1.3	7.4	1.7	5.0	2.1	5.0	0.03	0.0026	0.0060	0.032	0.003	0.02

SEQ
0.4

非金属介在物															
A				B				C				D			
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ti	
0	≤ 0.1
0.002	0.007
0.008	0.006
0.02	0.04

SEQ
0.6

SEQ
0.7

金相		晶界腐食		硫酸腐食		結晶粒度 (NO.6~9)		硬さ Hv (特約)					
(1) 2/	(1) 2/	(1) 2/	(1) 2/	(1) 2/	(1) 2/	(1) 2/	(1) 2/	硬さ Hv (特約) = 200					
① 1/ 合格	① 1/ 合格	① 1/ 合格	① 1/ 合格	① 1/ 合格	① 1/ 合格	① 1/ 合格	① 1/ 合格	1. 平均 横断面 2. 平均 縦断面					
② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	② 2/ 不合格	平均値	MAX	MIN	平均値	MAX	MIN
								2.6	2.8	2.4	2.8	2.7	2.6

SEQ
0.8

常温引張試験											
(1) A - 軸						(2) B - 周					
抗張力	0.2%耐力	伸び	伸び	伸び	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	伸び	伸び	伸び
≥ 75%	≥ 60%	≥ 10%	—	—	—	≥ 75%	≥ 60%	≥ 10%	—	—	—
55-80	≤ 21	≤ 5	—	—	—	55-80	≤ 21	≤ 5	—	—	—
55	≤ 35	≤ 18	—	—	—	55	≤ 35	≤ 14	—	—	—
8.8:1	8.1:6	16.1	A			8.7:0	7.8:7	16.4	A		

内圧破壊試験			
破断圧力	0.2%耐力	伸び	破断圧力
≥ 670%	≥ 500%	—	≥ 670%
≤ 480%	≤ 360%	—	≤ 480%

SEQ
0.9

高温引張試験											
(1) A - 軸						(2) B - 周					
抗張力	0.2%耐力	伸び	伸び	伸び	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	伸び	伸び	伸び
≥ 40%	≥ 30%	≥ 7%	—	—	—	≥ 40%	≥ 30%	≥ 7%	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.4:1	4.7:9	12.2	A			5.3:6	4.7:2	11.8	A		

高温引張試験			
破断圧力	0.2%耐力	伸び	破断圧力
—	—	—	—
—	—	—	—

神戸製鋼

- 57 -

DATA SHEET (1)

Kobe (52)

ミルシート 肥 S-78-1

1/8

SN841-79-23

製造元 LOT No. K52	SEQ 0.1	区分コード K 0 R.D 3	炉名 0	本番 R.D	炉心 3	区分 A	種別 2	製造年月日 5.3.07.11	製造コード S.5.0 X 4.0 3.0.1	仕様 No. L.1.8.8.8.7.7-D-0.1.0
--------------------	------------	--------------------	---------	-----------	---------	---------	---------	--------------------	----------------------------	---------------------------------

数量 0.2	製品 (リール) No. 6.00	加工条件 77.0 183.00 1.042 20.0	試料 No. - 1	試料 No. - 2
-----------	----------------------	--------------------------------	------------	------------

化学成分 %															
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu	Nb+Ta	V
0.025-0.045	0.05-0.75	1.50-2.00	≤0.015	≤0.010	13.00-14.00	16.00-18.00	2.0-3.0	≤0.10	≤0.0005	≤0.010	≤0.05	≤0.030	≤0.20	≤0.050	≤0.20
0.048	0.35	1.73	0.028	0.006	13.50	17.50	2.24	0.04	0.0029	0.0051	0.031	0.004	0.02	0.011	0.04
0.046	0.34	1.91	0.026	0.006	13.52	17.34	2.17	0.04	0.0028	0.0048	0.031	0.004	0.02	0.010	0.04
0.051	0.37	1.89	0.027	0.005	13.76	17.49	2.17	0.03	0.0026	0.0058	0.031	0.003	0.02	0.005以下	0.04

非金属介在物															
鋼管				非金属材料				製品				製品			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
				0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0

O	Ti	規格
—	≤0.10	規格
0.0007	0.007	取納
0.0008	0.006	取納
0.0021	0.004	製品

全相	鏡面	硬さ Hv	結晶粒度 (NO.6)
1/1 合格	1/1 合格	1. 2. 2.55 2.6.6 2.4.1 2.55 2.6.2 2.4.4	9.0 9.0

光透過	鋼管扁平	押出し	零付
1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格

常温引張試験											
(1)				(2)				(3)			
A-軸	0.2%耐力	伸び	位置	A-軸	0.2%耐力	伸び	位置	A-軸	0.2%耐力	伸び	位置
≥75%	≥10%	≥10%	—	≥75%	≥10%	≥10%	—	≥75%	≥10%	≥10%	—
55	≤21	≤45	—	55	≤21	≤45	—	55	≤21	≤45	—
55-80	—	≤30	—	55-80	—	≤30	—	55-80	—	≤30	—
55	≤35	—	≤55	55	≤35	—	≤55	55	≤35	—	≤55
8.5	7.6	117.5	A	8.7	7.7	114.4	A				

内圧破壊試験						
破壊圧力	0.2%耐力	伸び	位置	破壊圧力	0.2%耐力	伸び
≥670%	≥500%	—	—	≥670%	≥500%	—
≥480%	≥300%	—	—	≥480%	≥300%	—

高温引張試験											
(1)				(2)				(3)			
A-軸	0.2%耐力	伸び	位置	A-軸	0.2%耐力	伸び	位置	A-軸	0.2%耐力	伸び	位置
≥40%	≥30%	≥7%	—	≥40%	≥30%	≥7%	—	≥40%	≥30%	≥7%	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.3	4.7	410.8	A	5.4	4.8	411.4	A				

高温引張試験						
破壊圧力	0.2%耐力	伸び	位置	破壊圧力	0.2%耐力	伸び
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—

神戸製鋼

— 58 —

DATA SHEET (1) Sumitomo (47)

68000

2

SN841-79-23

ミルシート No. MS-RD-0001

元 LOT No. S.002	SEQ 01	区分コード C.L.S.H.	検査名 R.L.D.	1. 素材 ② 炉心 3. 炉心外	F. 区分 A	離別 ① 新規 ② 追加修正	製造年月日 48.04.25	製造コード T.T.T.9001	仕様 No. 280547A.N.0.343-A
--------------------	-----------	-------------------	---------------	-------------------------	------------	----------------------	-------------------	---------------------	-----------------------------

数量 0.2	製品 (リール) No. 0191	加工条件 開始 No. 21.5423.44 終了 No. 1.000 温度 02 時間 20 加工度 21.6/21.66	試料 No. - 1 (1) 21.6/21.66	試料 No. - 2 (2) 280547SE.11931.302
-----------	----------------------	---	------------------------------	--------------------------------------

SEQ 0.3 0.4 0.5	化学成分 % ※小数点以下4位記入															
	C*	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co*	B	N	Al	As	Cu	Nb+Ta	V
	0.01-0.08	≤0.75	1.50-2.00	≤0.03	≤0.03	11.00-14.00	15.00-18.00	2.00-3.00	≤0.10	≤0.005	≤0.010					
	0.54	0.53	1.76	0.003	0.008	12.92	17.20	2.50	0.002	0.005						
	0.59	0.53	1.74	0.003	0.006	13.00	17.00	2.50	0.002	0.005						
	0.52	0.56	1.75	0.008	0.008	13.00	17.00	2.48	0.002	0.007	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001
	0.53	0.56	1.75	0.008	0.008	13.10	17.00	2.48	0.002	0.007	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001

非金属夹杂物																
素管 (T)				素管 (B)				製品								
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D					
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H					
0.6	2.5	0.5	2.3	0.5	1.5	0.5	2.0	0.5	2.5	0.0	2.5	0.0	1.5	0.0	2.5	0.5

SEQ 0.7	金相 (1) ① 合格 (2) ② 不合格	粒界腐食 (1) ① 合格 (2) ② 不合格	破断腐食 ≤5.5 μm/A 1 2	結晶粒度 (NO6より細粒) 1. 平均 2. コーナ A-周 B-軸 A-周 B-軸 0.0 - -	硬さ Hv (平均値) ≤ 290 1. 平均 2. コーナ 平均値 MAX MIN 平均値 MAX MIN 27.1 - - 27.2 - -	蛍光浸透 (1) ① 合格 (2) ② 不合格	(吸管)漏洩 (1) ① 合格 (2) ② 不合格	押上げ (1) ① 合格 (2) ② 不合格	巻付 (1) ① 合格 (2) ② 不合格
------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------------------	--	---	-------------------------------	---------------------------------	------------------------------	-----------------------------

常温引張試験											
(1) 最終引抜前						(1) 製品					
A-軸		B-周		C		A-軸		B-周		C	
抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置
合格	合格	合格	-	合格	合格	合格	-	合格	合格	合格	-
61.5	29.9	1.5	A	81.8	73.6	1.8	B	61.5	29.9	1.5	A
61.6 29.4 5.9 B --- (Bottom)						82.0 73.2 1.9 A --- (Bottom)					

内圧破壊試験					
(1)			(2)		
破壊圧力	0.2%耐力	伸び	破壊圧力	0.2%耐力	伸び
合格	合格	-	合格	合格	-
1.450	1.3.60	-	1.460	1.3.60	-

高温引張試験											
(1) 最終引抜前						(1) 製品					
A-軸		B-周		C		A-軸		B-周		C	
抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.5	9	1.5	A	4.7	3	1.7	A				

高温引張試験					
(1)			(2)		
破壊圧力	0.2%耐力	伸び	破壊圧力	0.2%耐力	伸び
-	-	-	-	-	-

159-1

住友金属

DATA SHEET (1) Sumitomo(48)

SN841-79-23

ミルシード牌 MS-RD-0G03

品名 LCT No.	数量 01	製造番号 R4D	検査番号 A12	納入年月日 1988.07.15	納入ロット 8	納入工場 PNC
---------------	----------	-------------	-------------	---------------------	------------	-------------

製品 No. 02	検査 No. 02	納入 No. 02	検査 No. 02	納入 No. 02	検査 No. 02	納入 No. 02	検査 No. 02	納入 No. 02	検査 No. 02
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

化学成分 %														
C	Si	Mn	F	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	A ⁺	Cu	Nb, Ti, V
0.22-0.28	0.05-0.08	0.75-1.3	0.03	0.03	11.0-14.0	16.0-18.0	2.0-3.0	0.10	0.005	0.005-0.015			0.20	
0.052-0.052	0.052	1.79	0.021	0.008	12.81	17.20	2.50	0.010	0.001	0.010	0.02	0.00	0.13	0.00
0.053	0.050	1.79	0.022	0.009	12.80	17.05	2.50	0.010	0.001	0.010	0.02	0.00	0.13	0.00
0.049	0.050	1.76	0.022	0.008	12.82	16.75	2.52	0.010	0.001	0.011	0.02	0.00	0.13	0.00

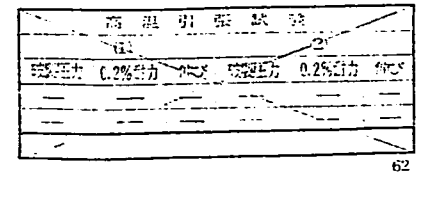
非金属夹杂物															
A				H				D				製品			
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
2.5	1.0	1.5	0.5	0.5	0.0	2.0	0.5								

引張強さ 1. 平均 2. コーナ 平均値 MAX MIN 平均値 MAX MIN	硬さ Hv (平均) ≤ 90 1. 平均 2. コーナ 平均値 MAX MIN	結晶粒度 (NO 6より細粒) 1. 平均 2. コーナ A-1/B-1/A-周/B-周 7.5	表面状態 1. 平均 2. コーナ 合格	振動試験 1. 平均 2. コーナ 合格	圧縮試験 1. 平均 2. コーナ 合格	引張試験 1. 平均 2. コーナ 合格
--	---	--	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

引張試験											
A - 軸			B - 周			A - 軸			B - 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
274	180	22%	247	172	21%	274	180	22%	247	172	21%

内圧破壊試験			
1000	900	1000	900
1480	1390	1520	1420
1510	1490	1550	1440

引張試験											
A - 軸			B - 周			A - 軸			B - 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
465	413	18%	474	424	13%	480	412	16%	477	414	20%



住友金属

- 60 -

DATA SHEET (1) Sumitomo (48)

SN841-79-23

ミルシート MS-RD-0003

LOT No.	S002
---------	------

SEQ
01

区分コード			
材料種別	材料区分	製造	
01	01	01	
02	02	02	
03	03	03	
04	04	04	
05	05	05	
06	06	06	
07	07	07	
08	08	08	
09	09	09	
10	10	10	

製造年月日		製造工場	
年	月	年	月
47	07	77	07
製造番号		検査番号	
TTT0015		841-79-23	

SEQ
02

製品(ワール) No.	加工条件	式	件 No.	-	1
01	183224	2342	1	2327	2321
573223					

SEQ
03

化学成分%													
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu
0.05-0.08	0.75	1.50-2.00	≤0.03	≤0.03	11.00-14.00	15.00-18.00	2.00-3.00	≤0.10	≤0.005	≤0.050			≤0.020
0.04	0.51	1.75	0.022	0.005	12.23	16.80	2.44	0.02	0.0001	0.0070	0.0012		0.0002
0.046	0.51	1.75	0.022	0.006	12.93	16.80	2.46	0.02	0.0001	0.0072	0.0012		0.0002
0.044	0.51	1.82	0.021	0.006	13.04	16.90	2.51	0.01	0.0001	0.0074	0.0012		0.0002
0.043	0.52	1.82	0.022	0.006	12.46	17.05	2.52	0.01	0.0001	0.0076	0.0012		0.0002

SEQ
06

非金属材料											
A B C D A B C D A B C D											
T H T H T H T H T H T H T H T H T H											
2500 1005 0000 2005											

SEQ
07

金相	組織検査	組織検査	組織検査	組織検査	硬度 Hv (平均値)
① 合格	① 合格	① 合格	① 合格	① 合格	1. 平均 2. コーナ
② 合格	② 合格	② 合格	② 合格	② 合格	平均値: MAX. MIN. 平均値 MAX. MIN.
					271200 2670 2612 2650

SEQ
08

常温引張試験					
A 軸			B 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
819	71.1	2.4%	819	71.1	2.4%
82.0	71.6	2.2%	81.8	72.0	2.4%

SEQ
09

高温引張試験					
A 軸			B 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
450	39.8	2.5%	456	40.6	2.1%
45.5	41.0	2.0%	45.8	40.2	2.2%

内圧破壊試験					
破断力	0.2%耐力	伸び	破断力	0.2%耐力	伸び
1400	900	2.5%	1420	880	2.2%
1470	1355		1470	1380	7.2%
1470	1370		1430	1340	6.2%

高温引張試験					
破断力	0.2%耐力	伸び	破断力	0.2%耐力	伸び

住友金属

- 61 -

DATA SHEET (1) Sumitomo (49)

SN841-79-23

ミルシート 種 MS-RD-0007

製造元 LOT No. S.0.0.1	SEQ 0.1	区分コード C.L.S.M.O.R.L.D.3	材種 C.L.S.M.O.R.L.D.3	炉心 3	炉心 3	新規 2	追加修正 2	製造年月日 5.0.5.3.0	製造コード 7.7.J.9.0.0.9	製造元仕様 No. V.2.0.9.2	PNC仕様 No. A-N.0.5.8.2
------------------------	------------	----------------------------	-------------------------	---------	---------	---------	-----------	--------------------	------------------------	------------------------	--------------------------

製造元 LOT No. S.0.0.1	SEQ 0.1	製品(ワール) No. 5.0.8.9	加工条件 開始 No. 終了 No. 温度 時間 加工度	試料 No. - 1 (1) (2) (3) (4) (5) (6)	試料 No. - 2 インゴット No. 番号 No.
------------------------	------------	------------------------	---------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

化学成分%																		
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	B	N	Al	As	Cu	Nb	Ti	V	O	
0.04-0.08	≤0.75	1.50-2.00	≤0.03	≤0.005	11.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00	≤0.10	≤0.001	≤0.010	≤0.02	≤0.02	≤0.20	≤0.05	≤0.1	≤0.2	0	
0.04-0.08	≤0.75	1.50-2.00	≤0.03	≤0.005	11.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00	≤0.10	≤0.001	≤0.010	≤0.02	≤0.02	≤0.20	≤0.05	≤0.1	≤0.2	0	
0.046	0.50	1.52	0.019	0.007	1.3	1.5	1.7	4.5	2.5	0.01	0.0001	0.0058	0.012	0.02	0.002	0.002	0.002	0.0012
0.042	0.50	1.52	0.018	0.005	1.3	0.1	1.7	3.0	2.5	0.01	0.0001	0.0054	0.012	0.02	0.002	0.002	0.002	0.0014
0.046	0.50	1.52	0.019	0.008	1.3	0.7	1.7	5.5	2.4	0.01	0.0001	0.0080	0.011	0.02	0.002	0.002	0.002	0.0015

非金属材料											
素管				製品				製品			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
				1.5	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0	2.0	0.0

SEQ 0.7	金相 (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格	脱炭素 (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格	脱酸 (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格	結晶粒度 (NO 6 以上細粒) 1. 平行 2. 垂直 A-周 B-軸 A-周 B-軸 7.5 7.5	硬さ Hv (平均値) ≤ 900 1. 平行 2. 垂直 平均値 MAX MIN 平均値 MAX MIN 27.6 28.4	光学浸透 (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格	(原管) 扁平 (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格	押出し (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格	香付 (1) (2) 合格 (2) (2) 不合格
------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	---	--	-----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

常温引張試験											
(1)				(2)							
A-軸		B-周		A-軸		B-周		A-軸		B-周	
抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置
55	55	55	---	55	55	55	---	55	55	55	---
8.3	6	7.5	4	1.9	B	---	---	8.3	1	7.5	2

高温引張試験											
(1)				(2)							
A-軸		B-周		A-軸		B-周		A-軸		B-周	
抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4.5	4	4.0	7	1.5	B	---	---	4.6	4	4.2	6

内圧破壊試験			
(1)		(2)	
破壊圧力	0.2%耐力	伸び	位置
---	---	---	---
---	---	---	---

高温引張試験			
(1)		(2)	
破壊圧力	0.2%耐力	伸び	位置
---	---	---	---
---	---	---	---

住友金属

- 62 -

DATA SHEET (1) Sumitomo (49)

SN841-79-23

FW
LOT No.
S 003

SEQ
01

区分コード			
部材 コード	炉 番号	材 種	材 番
C.L.S.M	R.D	3	カ
1 素材	2 炉心	3 カ	4 追加修正
F 区分	① 新規	② 追加修正	

製造年月日		製造コード		仕様 No.	
年	月	日	製造 No.	ヒート No.	製造元仕様 No.
50	05	30	T.T.J.9.0.0.9	V.Z.1.0.6	A-N0582

シールシート MS-RD-0007

SEQ
02

数	製品 (ロール) No.		加工条件			試料 No. - 1						試料 No. - 2			
	開始 No.	終了 No.	温度	時間	加度	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	インゴット No.	錠 No.		
0	1	05	5.184	5.288	1.020	15	20	5.189	5.197	5.189	5.197	5.189	5.197	V.Z.1.0.6	ISEU990604

SEQ
03
04
05

化学成分%														
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	N	Al	As	Cu	Nb	V
0.01-0.08	≤0.75	1.50-2.00	≤0.03	≤0.03	12.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00	≤0.10	≤0.03	≤0.25	≤0.03	≤0.20	≤0.02	≤0.02
0.047	0.59	1.59	0.019	0.007	13.2	17.5	2.52	0.03	0.0014	0.0046	0.0100	0.002	0.002	0.006
0.043	0.59	1.59	0.019	0.007	13.1	17.4	2.53	0.03	0.0013	0.0046	0.0190	0.002	0.002	0.005
0.046	0.56	1.57	0.018	0.008	13.0	17.5	2.47	0.01	0.0010	0.0074	0.0180	0.002	0.002	0.005

SEQ
06

非金属介在物															
A				B				C				D			
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H

SEQ
07

金相		粒界腐食		破砕腐食		結晶粒度 (NO 6より細)		硬さ Hv (平均値)						蛍光浸透		(傾管) 屈折		押出し		巻付	
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	1. 平均		MAX		MIN		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
①	①	1	1	1	2	7.5	7.5	2.66		2.67		2.66		1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2					2.66		2.67		2.66		2	2	2	2	2	2	2	2

SEQ
08

常温引張試験															
(1) A - 軸				(2) B - 周				(3) A - 軸				(4) B - 周			
抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置
810	69	2.1	A					809	69	3	B				

内圧破壊試験			
(1)		(2)	
破壊圧力	0.2%耐力	破壊圧力	0.2%耐力
≤670	≤500	≤670	≤500
480	360	480	360

SEQ
09

高温引張試験															
(1) A - 軸				(2) B - 周				(3) A - 軸				(4) B - 周			
抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置	抗張力	0.2%耐力	伸び	位置
445	40.6	1.9	B					473	42.3	1.5	A				

高温引張試験			
(1)		(2)	
破壊圧力	0.2%耐力	破壊圧力	0.2%耐力

住友金属

- 63 -

Sumitomo (50)

ミルシート 品 MS-RD-0009

SN841-79-23

元 LOT No	55001
----------	-------

SEQ	01
-----	----

区分コード					
材料	機伊	1	材料	F	品別
コード	名	0	本番	2	心
C.L.L.Y.	K	R.L.D	3	カマ	A
			2	追加修正	

製造年月日			製造コード			仕様 No.		
年	月	日	製造 No.	ヒート No.	製造元仕様 No.	PNC 仕様 No.		
52	03	02	T.T.J.9.0.13	6.8.0.5.4.8	AN.0.6.8.9			

SEQ	数量	製品 (リール) No.					加工条件						試料 No. - 1						試料 No. - 2	
		開始 No.	終了 No.	温度	時間	速度	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	インゴット No.	実行 No.						
02	0.1, 0.0	6.1, 0.1	6.2, 0.0	1.0, 2.0	0.1, 2.1	6.1, 1.1	6.1, 6.5						6.8, 0.5, 4.8	S.E.U. 9.5, 7.0						

化学成分 % (目標 0.025)																
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	N	Al	As	Cu	Nb	Ti	V	TSP
0.035-0.045	≤ 0.75	1.50-2.00	≤ 0.015	≤ 0.01	12.00-14.00	17.00-18.00	2.00-3.00	≤ 0.10	≤ 0.005	≤ 0.010	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.02
0.035-0.045	≤ 0.75	1.50-2.00	≤ 0.015	≤ 0.01	12.00-14.00	17.00-18.00	2.00-3.00	≤ 0.10	≤ 0.005	≤ 0.010	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.02
0.061	0.55	1.9.0	0.028	0.0.0.9	1.3:1.5	1.7:4.0	2:4.8	0.0.1	0.0.0.1.9	0.0.0.8.6	0.0.2.0	0.0.0.2	0.1.5	0.0.0.2	0.002	0.002
0.056	0.55	1.8.9	0.027	0.0.0.8	1.3:0.5	1.7:4.5	2.5.1	0.0.1	0.0.0.1.8	0.0.0.7.2	0.0.2.0	0.0.0.2	0.1.4	0.0.0.2	0.002	0.002
0.058	0.53	1.9.4	0.029	0.0.1.0	1.3:0.5	1.7:5.0	2:4.0	0.0.1	0.0.0.1.2	0.0.0.7.3	0.0.2.2	0.0.0.2	0.1.4	0.0.0.2	0.003	0.002

非金属材料在物															
製品								製品							
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
:	:	:	:	:	:	:	:	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0

0.02.1	TSP
0.0.0.1.8	取揃
0.0.0.3.3	取揃

金相		粒界析出		硬化状態		結晶粒度 (NO 6より細粒)		硬さ Hv 内面値 (1→4)				光学検査		(順管) 偏析		押出し		交付		粗さ Rmax	
(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	1.		2.		(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)	(1)(2)
1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/2 合格	1/1 合格	1/2 合格	A:周 B:軸	A:周 B:軸	平均値 (1-2)	(3-4)	平均値 (1-2)	(3-4)	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格
2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	8:0	8:0	2.8.7	2.7.8	2.9.6	2.8.1	2.8.3	2.7.7	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格	2/2 不合格

常温引張試験											
B)						C)					
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥75%	≥60%	≥10%	≥75%	≥60%	≥10%	≥75%	≥60%	≥10%	≥75%	≥60%	≥10%
8.3.0	7.1.4	20	A	8.3.0	7.1.2	20	A				

内圧破壊試験					
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥670%	≥500%	—	≥670%	≥500%	—
≥450%	≥300%	—	≥450%	≥300%	—

高温引張試験 (650°C)											
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥49%	≥30%	≥7%	≥40%	≥30%	≥7%	≥40%	≥30%	≥7%	≥40%	≥30%	≥7%
51.4	4.3	13	A	48.4	4.3	16	A				

高温引張試験					
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
—	—	—	—	—	—

住友金属

64-

ミルシート MS-RD-0610

区 分 コ ー ド	製造年月日	製造コード	仕 様 番 号
111	年 月 日	製造No	ヒートNo
111	年 月 日	製造No	製造元仕様No
SEQ 0.1	52.09.20	T.T.J.9.0.1.7	6.8.0.5.4.6.1.N.0.7.1.6 (Rev1)
LOT No. S.5102			PNC仕様No.

製品 (リール) No.	加工条件	試料 No. - 1	試料 No. - 2
開始 No. 終了 No.	温度 時間 速度	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	インゴットNo. 発行No.
0.1.3.3 2.4.7.1 7.6.0.5	1.0.2.0 0.1 2.0 7.4.6.9 7.4.7.0		6.8.0.5.4.6 S.E.U.9.5.7.0
K 番号 B7504.S7569 多数採取番号 7471. 7472. 7473. 7474. 7475. 7476. 7477. 7478			

化学成分 (%)																
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	N	As	As	Cu	Nb	Ti	V	
0.035-0.065 ≤ 0.75	1.50-2.00	≥ 0.015 ≤ 0.01	12.00-14.00	17.00-18.00	2.00-3.00 ≤ 0.10	≥ 0.0005 ≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.02	TOP		
0.035-0.065 ≤ 0.75	1.50-2.00	≥ 0.015 ≤ 0.01	12.00-14.00	17.00-18.00	2.00-3.00 ≤ 0.10	≥ 0.0005 ≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.05	≤ 0.03	≤ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.02	TOP		
0:0.57	0:5.6	1:6.6	0:0.28	0:0.09	1.3:2.0	1.7:4.0	2:5.1	0:0.3	0:0.02	0:0.97	0:0.14	0:0.02	0:1.4	0:0.02	0.003	0.004
0:0.56	0:5.7	1:6.8	0:0.28	0:0.09	1.3:3.0	1.7:5.0	2:5.1	0:0.3	0:0.02	0:0.97	0:0.14	0:0.02	0:1.4	0:0.02	0.003	0.004
0:0.57	0:5.3	1:6.5	0:0.29	0:0.09	1.3:1.6	1.7:4.5	2:4.8	0:0.24	0:0.01	0:0.95	0:0.14	0:0.02	0:1.3	0:0.02	0.002	0.002

非 金 属 介 在 物															
製 品															
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
:	:	:	:	:	:	:	:	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0

硬度 Hv	引張強さ (1→4)	表面状態	引張試験	引張試験	引張試験	引張試験	引張試験	引張試験	引張試験
平均値 (1→2) (3→4)	平均値 (1→2) (3→4)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)
2.8.4 2.8.4 2.8.6	2.8.1 2.8.4 2.8.1	2.8.3 2.8.2	2.8.0 2.7.7						

常温引張試験											
A						B					
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥75%	≥60%	≥10%	≥75%	≥60%	≥10%	≥75%	≥60%	≥10%	≥75%	≥60%	≥10%
8.3:1	7.1:1	22	8.4:5	7.0:6	20	8.2:9	7.1:1	20	8.2:9	7.1:1	20
8.3:3	7.0:5	20	8.4:1	7.2:2	20	8.3:8	7.1:6	20	8.3:8	7.1:6	20
8.3:1	7.1:3	24	8.4:1	7.2:5	19						
8.5:0	7.3:1	1.7	8.4:1	7.2:5	2.1						

高温引張試験											
A						B					
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥40%	≥30%	≥7%	≥40%	≥30%	≥7%	≥40%	≥30%	≥7%	≥40%	≥30%	≥7%
4.9:0	4.4:0	16	4.9:3	4.3:6	17	4.9:3	4.4:4	19	4.9:3	4.4:4	19
4.9:0	4.3:8	19	4.9:7	4.4:5	20						
4.8:0	4.4:1	25	4.9:3	4.3:3	22						
4.9:0	4.3:9	12	5.0:9	4.4:8	1.4						

内圧破壊試験			
A1		A2	
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力
560%	500%	—	560%
540%	520%	—	540%

加工履歴 (1) 20.05 (2) 19.99 (3) 19.76 (4) 20.10 (5) 19.74

25 引張試験			
A1		A2	
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力
—	—	—	—
—	—	—	—

住友金属

1-65-1

DATA SHEET (1) Sumitomo (52)

ミルシート 牌 MS-RD-0011

SN841-79-23

区 分 コード	(3)	製造年月日	製造コード	仕様 No.
部材 材料 1 鋼材 2 規格	SE	年 月 日	製造 No.	製造元仕様 No.
コード 記号 ① 炉心 ② 新規	01	5.3 08 23	T.T.J.0.023	V.F.0.054 ANO 790 (Rev.2)
S: 5205				PNC 仕様 No.

SEQ	数 量	製品 (リール) No.	加工条件	試料 No. - 1	試料 No. - 2
02	7175	89319105	1.020 01/19	89319040	V.F.0.054 SEU 0233

SEQ	(0.025) 化学成分 %														
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	N	Al	As	Cu	Nb	Ti
03	0.057	0.65	1.81	0.026	0.003	1.366	1.645	2.51	0.008	0.0030	0.0046	0.017	0.002	0.01	0.002
04	0.057	0.64	1.80	0.026	0.003	1.366	1.645	2.48	0.008	0.0029	0.0046	0.016	0.002	0.01	0.002
05	0.058	0.62	1.84	0.027	0.003	1.360	1.650	2.44	0.007	0.0023	0.0060	0.018	0.002	0.01	0.002

非 金 属 介 在 物															
索 管				製 品 (1)				製 品 (2)							
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D				
T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H				
0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	5.0	0.0	0.5	0.0				

SEQ	金相	晶界腐食	脱炭素	結晶粒度 (NO6より細粒)	硬さ Hv 500	蛍光浸透	(鋼管) 通ず	押捺性	溶付	粗さ (Rmax)
07	1/1 合格	1/1 合格	1/2 合格	1・2	平均値 1 2 3 4 5 A B C D	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	1/1 合格	≤ 3.2 ⁵

常 温 引 張 試 験											
(1)						(2)					
A - 軸			B - 周			A - 軸			B - 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥75%	≥60%	≥10%				≥75%	≥60%	≥10%			
82.5	76.3	22 A				82.9	76.3	19 A			

内 圧 破 壊 試 験					
①			②		
破断圧力	0.2%耐力	伸び	破断圧力	0.2%耐力	伸び
≥670%	≥50%	—	≥670%	≥50%	—
—	—	—	—	—	—

高 温 引 張 試 験											
(1)						(2)					
A - 軸			B - 周			A - 軸			B - 周		
抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び	抗張力	0.2%耐力	伸び
≥40%	≥30%	≥7%				≥40%	≥30%	≥7%			
52.2	43.1	12 A				52.3	44.6	14 B			

加 工 尺					
平均値	1	2	3	4	5
1920	1917	1942	1892	1967	1967
高 温 引 張 試 験					
①			②		
破断圧力	0.2%耐力	伸び	破断圧力	0.2%耐力	伸び
—	—	—	—	—	—

住友金属

- 66 -

5

(3) 高速原型炉用炉心燃料被覆管試作品の諸性質
および主たる用途

[Kobe-1]

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管 番 号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主 たる 使 途	備 考
45	1	363	S-71-18	K1~530 (530)	1030℃ × 2min	10%	第1次集合体試作 { 東芝 古河電工 三菱原子力 プル燃	
	2	363	S-72-2	K531~800 (270)	1030℃ × 2min	10%	第1次集合体試作 { プル燃 古河電工	
46	2	363	S-72-3	K1001~1329 (329)	1030℃ × 2min	110%	第1次集合体試作 { 東芝 三菱原子力	
	3	363	S-72-3	K1330~1500 (171)	1030℃ × 2min	10%	第1次集合体試作 { 三菱原子力 プル燃	
47	1	L0308	S-73-6	K2001~2363 (329)	1020℃ × 2min	17.5%	第二次集合体試作 : 三菱原子力 ラプソディー-PNC5照射 第4次クリープ	
	2	L0308	S-73-7	K2364~2571 (171)	1020℃ × 2min	17.5%	集合体試作 : プル燃 集合体内周辺流れ効果 : 三菱原子力	
	3	L0308	S-73-16	K2572~3069 (450)	1020℃ × 2min	17.5%	第二次集合体試作 { 東芝 日立	

〔Kobe-2〕

試作年度	ロット番号	チャージ番号	ミルシート番号	管番号 (本数)	溶体化处理 温度×時間	冷間加工度	主たる用途	備考
48	1	L0308	S-74-9	K3101~3350 (250)	1030℃ × 2min	18%	第三次集合体試作：東芝 フェニックスP1照射 第5次クリープ	
49	1	L0788	S-75-4	K4001~4057 (56)	1125℃ × 3min	20%	第6次クリープ フェニックスP1, P2照射 炭素イオン照射（東芝）	GS大(8.2)
	2	L0961	S-75-4	K4058~4065 K5001~5005 (13)	1125℃ × 3min	20%		GS大(8.2)
	3	L0961	S-75-4	K4066~4500 (431)	1085℃ × 3min	20%	第6次クリープ 炭素イオン照射（東芝） ラプソディPNC6, 7照射 フェニックスP1照射 健全性試験（Ⅱ）：東芝	GS中(8.8)
	4	L0788	S-75-4	K4501~4780 (280)	1085℃ × 3min	20%	燃料ピン流力試験：東芝 第四次集合体試作：東芝	GS中(8.8)
	5	L0308	S-75-4	K4781~5000 (220)	1030℃ × 3min	18%	燃料ピン流力試験：東芝	GS小(9.3)
50	501	L1631	S-77-3 S-77-5	K5101~5561 K6143~6317 (590)	1080℃ × 0.6min	19.8%	第五次集合体試作：東芝 フェニックスP2照射 燃料ピン曲り評価	

[Kobe-3]

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管 番 号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主 たる 使 途	備 考
50	502	L1704	S-77-3 S-77-5	K5512~5548 K5562~6134 (514)	1075℃ × 0.6min	20.1%	日米交換試験, 第7次クリープ フェニックス PNC3照射, 炭素イオン照射(東芝) EBR-II Power to Melt試験 ラブソディ- PNC8, 9照射, 健全性試験(V): 東芝	
	503	L1704	S-77-5	K5987~6082 K6135~6142 (96)	1075℃ × 0.6min	20.4%		
51	511	L1888	S-77-8	K6401~6801 K7596~7603 (405)	1055℃ × 0.6min	20.0%	第8次クリープ ラブソディ-PNC8,9照射 ラッパ管相互作用: 日立	
	512	L1888	S-77-8	K6901~7200 (300)	1055℃ × 0.6min	19.7%		
	513	L1888	S-77-8	K7301~7595 (295)	1055℃ × 0.6min	20.0%		
52	521	L1888	S-78-1	K7701~8300 (600)	1042℃ × 0.5min	20.2%	第8次クリープ	
53				(600)		17~23%	第9次クリープ(予定)	製 造 中

[Sumitomo-1]

試作年度	ロット 番 号	チャージ 番 号	ミルシート 番 号	管 番 号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主 たる 使 途	備 考
45				(800)	1000℃ × 4min	9%	第一次集合体試作 { プル燃 住友電工 日立 東芝	
46				(800)	1000℃ × 4min	9%	第一次集合体試作 { 住友電工 東芝 日立	
47	1	280540	MS-RD-0001	S2001~2153 (153)	1000℃ × 2min	20%	溶接試験：プル燃 集合体内周辺流れ効果：三菱原子力	
	2	280547	MS-RD-0001	S2154~2344 (191)	1000℃ × 2min	20%	第4次クリープ ラブソディーPNC5照射	
	3	280540	MS-RD-0001	S2345~2500 (156)	1000℃ × 2min	20%	集合体内周辺流れ効果：三菱原子力	
	4	280549	MS-RD-0002	S2501~2780 (280)	1000℃ × 2min	20%	第二次集合体試作：原燃工	
	5	280546	MS-RD-0002	S2781~2950 (170)	1000℃ × 2min	20%	集合体内周辺流れ効果：三菱原子力	

〔Sumitomo-2〕

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管番号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主たる用途	備考
48	1	380700	MS-RD-0003	S3001~3223 (223)	1020℃ × 2min	21%	第5次クリープ グリットスペーサー評価試験：東芝	High N
	2	380884	MS-RD-0003	S3224~3342 (118)	1020℃ × 2min	20%	第5次クリープ 内面腐食管のクリープ グリットスペーサー評価試験：東芝	Low N
	3	380702	MS-RD-0004	S3343~3711 (367)	1020℃ × 2min	19%	第3次集合体試作：プル燃 集合体内周辺流れ効果：三菱原子力	High N
	4	380701	MS-RD-0006	S3712~3867 (148)	1020℃ × 2min	20%	第3次集合体試作：東芝	
	5	380701	MS-RD-0006	S3868~4159 (282)	1020℃ × 2min	20%	第3次集合体試作：日立	
	6	380884	MS-RD-0006	S4160~4269 (108)	1020℃ × 2min	21%		Low N
	7	380883	MS-RD-0005	S4270~4490 (220)	1020℃ × 2min	20%	第3次集合体試作：原燃工	Low N

[Sumitomo-3]

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管 番 号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主 たる 使 途	備 考
48	8	380883	MS-RD-0006	S4491~4774 (284)	1020℃ × 2min	19%	第3次集合体試作：三菱原子力	Low N
49	1	V2092	MS-RD-0007	S5001~5089 (89)	1020℃ × 2min	20%	第6次クリープ フェニックスP1, P2照射	Low B
	2	V2092	MS-RD-0007	S5090~5183 (94)	1020℃ × 1.5min	21%	内面腐食低減化：日本真空技術	Low B
	3	V2106	MS-RD-0007	S5184~5288 (105)	1020℃ × 1.5min	20%	第6次クリープ 炭素イオン照射 ラプソディーPNC6, 7照射 GETR照射, 健全性試験(Ⅱ)(Ⅲ):東芝 フェニックスP1照射	High B
	4	V2092	MS-RD-0008	S5289~5483 (195)	1020℃ × 1.5min	21%	プレナム構造評価 グリッドスペーサー評価：東芝	Low B
	5	V2092	MS-RD-0008	S5484~5767 (284)	1020℃ × 1.5min	19%	第4次集合体試作：東芝	Low B
	6	V2106	MS-RD-0008	S5768~5960 (181)	1020℃ × 1.5min	20%	グリッドスペーサー評価：東芝	High B

〔 Sumitomo-4 〕

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管番号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主たる用途	備考
49	7	V2107	MS-RD-0008	S5961~6006 (42)	1020℃ × 15min	20%	グリッドスペーサー評価：東芝	High B
	8	V2092	MS-RD-0008	S6007~6016 (10)	1020℃ × 2min	20%	グリッドスペーサー評価：東芝	Low B
50	5001	680548	MS-RD-0009	S6101~6200 (100)	1020℃ × 1min	21%	第7次クリープ，炭素イオン照射 ラブソディ PNC8, 9 照射 フェニックス PNC 3 照射，健全性試験 (N)：東芝	
	5002	680548	MS-RD-0009	S6201~6331 (125)	1020℃ × 1min	21%	フェニックス P 2 照射 日米交換試験	
	5003	680548	MS-RD-0009	S6332~6459 (128)	1018℃ × 1min	21%	日米交換試験	
	5004	680547	MS-RD-0009	S6460~6533 (74)	1020℃ × 1min	20%	グリッドスペーサー評価：東芝	
	5005	680546	MS-RD-0009	S6534~6645 (111)	1018℃ × 1min	21%	第5次集合体試作：東芝	

[Sumitomo-5]

試作年度	ロット番号	チャージ番号	ミルシート番号	管番号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主たる用途	備考
50	5006	680548	MS-RD-0009	S6646~6758 (113)	1018℃ × 1min	20%	第5次集合体試作：東芝	
	5007	680547	MS-RD-0009	S6759~6877 (119)	1020℃ × 1min	21%	燃料ピン曲り評価	
	5008	680547	MS-RD-0009	S6878~6992 (114)	1020℃ × 1min	20%		
	5009	680547	MS-RD-0009	S6993~7088 (96)	1020℃ × 1min	20%		
	5010	680554	MS-RD-0009	S7089~7238 (150)	1020℃ × 1min	20%		
	5011	680546	MS-RD-0009	S7239~7308 (70)	1020℃ × 1min	20%		
51	5101	680546	MS-RD-0010	S7401~7470 (69)	1020℃ × 1min	20%	ラップ管相互作用：日立	

[Sumitomo-6]

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管番号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主たる用途	備考
51	5102	680546	MS-RD-0010	S7471~7605 (133)	1020℃ × 1min	20%	ラッパ管相互作用：日立	
	5103	680546	MS-RD-0010	S7606~7724 (118)	1020℃ × 1min	19%	ラッパ管相互作用：日立	
	5104	680554	MS-RD-0010	S7725~7860 (134)	1020℃ × 1min	20%		
	5105	680622	MS-RD-0010	S7861~7915 (51)	1020℃ × 1min	20%		
	5106	680622	MS-RD-0010	S7916~7948 (33)	1020℃ × 1min	20%		
	5107	680624	MS-RD-0010	S7949~7984 (35)	1020℃ × 1min	20%		
	5108	680623	MS-RD-0010	S7985~8157 (172)	1020℃ × 1min	20%		

[Sumi tomo-7]

試作年度	ロット 番号	チャージ 番号	ミルシート 番号	管 番 号 (本 数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主 たる 使 途	備 考
51	5109	680624	MS-RD-0010	S8158~8308 (149)	1020℃ × 1min	20%		
	5110	680623	MS-RD-0010	S8309~8402 (93)	1020℃ × 1min	20%		
	5111	680552	MS-RD-0010	S8403~8415 (13)	1020℃ × 1min	20%		
52	5201	VF0054	MS-RD-0011	S8501~8591 (89)	1020℃ × 1min	18%		
	5202	VF0054	MS-RD-0011	S8592~8682 (90)	1020℃ × 1min	19%		
	5203	VF0054	MS-RD-0011	S8683~8821 (138)	1020℃ × 1min	19%		
	5204	VF0054	MS-RD-0011	S8822~8930 (108)	1020℃ × 1min	18%		

[Sumitomo-8]

試作年度	ロット番号	チャージ番号	ミルシート番号	管番号 (本数)	溶体化処理 温度×時間	冷間加工度	主たる用途	備考
52	5205	VF0054	MS-RD-0011	S8931~9105 (175)	1020℃ × 1min	19%	第8次クリープ	
53				(600)		17~23%	第9次クリープ(予定)	製造中