

本資料は 〇/年 〇月 〇日付で登録区分、
変更する。

[技術情報室]

材 料 特 性 デ ー タ 集

高速炉構造用SUS316(母材)の引張特性

No. B 01

1991年9月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。ついでに複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

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)



材 料 特 性 デ ー タ 集

高速炉構造用SUS316(母材)の引張特性

No. B 01

加藤 章一* , 青木 昌典* , 佐藤 勝美**

鈴木 高一** , 小林 裕勝** , 矢口 勝己**

吉田 英一* , 和田 雄作*

要 旨

本報告は、高温構造材料設計 材料強度基準および高温強度特性評価法の高度化に供することを目的に、FBR大型炉用構造材料として適用が予定されている高速炉構造用SUS316 (316FR) について、材料開発室の研究開発計画に基づいた試験で取得した引張特性データをまとめたものである。

今回報告する試験内容は、

- (1) 材 料 : 高速炉構造用SUS316 (母材)
 - ①板 B7ヒート 50mmx1000mmx1000mm
 - ②板 B8ヒート 40mmx1000mmx1000mm
 - ③板 B9ヒート 25mmx1000mmx1000mm
- (2) 試験温度 : RT~750 ℃
- (3) 試験方法 : JIS G 0567「鉄鋼材料および耐熱合金の高温引張試験方法」
およびN241 79-32「FBR 金属材料試験実施要領書」に準拠
- (4) データ点数 : 64点

なお、材料特性データは、「FBR構造材料データ処理システム SMAT」のデータ様式に従い作成したものである。

* 大洗工学センター 機器構造開発部 材料開発室

** 大洗工学センター 機器構造開発部 材料開発室 常駐業者 常陽産業㈱



MATERIALS PROPERTIES DATA SHEET (No.B 01)

Tensile properties data on FBR Grade SUS316 (Base Metal)

Syoichi KATO*¹, Masanori AOKI*¹, Katsumi SATO*²

Takaichi SUZUKI*², Hirokatsu KOBAYASHI*², Katsumi YAGUCHI*

Eiichi YOSHIDA *¹, Yusaku WADA *¹,

ABSTRACT

In order to advancement in materials strength standard on elevated temperature design guide of the FBRs and evaluation method of materials strength behavior, this report are presented about the tensile properties of FBR grade SUS316, based on the R&D results obtained through the activities of material tests.

Contents of the data sheet are as follows;

- (1) Material : FBR Grade SUS316 (Base Metal)
B7 Heat 1,000mm × 1,000mm × 50mm^t (Plate)
B8 Heat 1,000mm × 1,000mm × 40mm^t (Plate)
B9 Heat 1,000mm × 1,000mm × 25mm^t (Plate)
- (2) Test temperature : RT~750℃
- (3) Test method : According to JIS and FBR Metallic Materials Test Methods
- (4) Number of deta : 64 points

*1 Materials Development Section, Systems and Components Division, OEC/PNC

*2 Joyo Industry Co. Ltd.

目 次

1. 高速炉構造用SUS316（母材）の引張試験概要	1
2. FBR金属材料データシート 高速炉構造用SUS316（母材）B7ヒート	3
3. FBR金属材料データシート 高速炉構造用SUS316（母材）B8ヒート	12
4. FBR金属材料データシート 高速炉構造用SUS316（母材）B9ヒート	22
5. 高速炉構造用SUS316（母材）の引張特性	29
6. 付 録	32

図表リスト

表-1	FBR金属材料試験データシート (B1) 素材データ	4
表-2	FBR金属材料試験データシート (B2) 素材データ	5
表-3	FBR金属材料試験データシート (D1) 試験片データ	6
表-4.1	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	7
表-4.2	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	8
表-4.3	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	9
表-5	FBR金属材料試験データシート (B1) 素材データ	13
表-6	FBR金属材料試験データシート (B2) 素材データ	14
表-7.1	FBR金属材料試験データシート (D1) 試験片データ	15
表-7.2	FBR金属材料試験データシート (D1) 試験片データ	16
表-8.1	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	17
表-8.2	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	18
表-8.3	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	19
表-9	FBR金属材料試験データシート (B1) 素材データ	23
表-10	FBR金属材料試験データシート (B2) 素材データ	24
表-11	FBR金属材料試験データシート (D1) 試験片データ	25
表-12	FBR金属材料試験データシート (E1) 引張データ	26
図-1	B7ヒートの0.2%耐力, 引張強さ	10
図-2	B7ヒートの破断伸び	11
図-3	B7ヒートの破断絞り	11
図-4	B8ヒートの0.2%耐力, 引張強さ	20
図-5	B8ヒートの破断伸び	21
図-6	B8ヒートの破断絞り	21
図-7	B9ヒートの0.2%耐力, 引張強さ	27
図-8	B9ヒートの破断伸び	28

図-9	B9ヒートの破断絞り	28
図-10	高速炉構造用SUS316(母材)の0.2%耐力, 引張強さ	30
図-11	高速炉構造用SUS316(母材)の破断伸び	31
図-12	高速炉構造用SUS316(母材)の破断絞り	31

1. 高速炉構造用SUS316（母材）

の引張試験概要

高速炉構造用SUS316（母材）の引張試験概要

データ集 発行 Vol. No.	ヒート No.	熱 処 理	試験前処理 (℃xhr)	試験片形状 (D, DxGL)	ひずみ 速度 (%/min)	試験片 番号	試験温度 (℃)										合計 本数	試験機関	出典番号 または 室内計画番号			
							RT	100	200	300	400	450	500	550	600	650				700	750	
							No. B 01	B7	ST	受け入れまま (-)	JIS 14A (6φx30mm)	低速:0.3 (試験片 ツバ間)	BMD8D2 ~EMD8D9									2
受け入れまま (-)	JIS 14A (6φx30mm)	EMN01 ~EMN18	2	2	2	2				2				2	2	2	2				18	PNC/三菱
B8	ST	受け入れまま (-)	JIS 14A (6φx30mm)	高速:7.5 (試験片 ツバ、クヌ ヘッド間)	END8D2 ~END8F5	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	PNC	89-107G
		受け入れまま (-)	JIS 14A (10φx50mm)		T1 ~T6	2								2	2						6	PNC/日立
B9	ST	受け入れまま (-)	JIS 14A (10φx50mm)		EPE8A0 ~EPE8A7	2								2	2	2				8	PNC	89-107G

※ 試験方法は、JISG0567「鉄鋼材料および耐熱合金の高温引張試験方法」および「FBR金属材料試験実施要領書」N241 79-32に準拠した。

2. F B R 金属材料データシート

高速炉構造用SUS316（母材）

B7ヒート（50mm×1000mm×1000mm）

表-1 FBR金属材料試験データシート(B1)

B1:素材(1/2)

①素材種類	②製品区分	素材寸法 (mm)				製造者名	製造年月日	ミルシートNo	ヒートNo.
2	1	50t	1000 _b , φ _{o.r.o.}	1000 ℓ	SHINNIPPON SEITETSU	87年10月29日	D7871SGAGO	N9490	
材料適用規格	規格分類記号	鍛錬・圧延比	結晶粒度 No.		フェライト量 (%)	非金属介在物量 (*10%)			
JIS SUS316MN			A 6.0	F		A	B	C	Total
炉型式		溶解方法		脱酸方法		鑄込方法		保管場所	
No.	③熱処理	温度(℃)	保持時間(hr)	④冷却方法	No.	③熱処理	温度(℃)	保持時間(hr)	④冷却方法
(1)	ST	1050	0.5	WQ	(2)				
(4)					(5)				
素材識別番号	B7								

①素材種類	②製品区分	③熱処理	④冷却方法
1: SUS304 2: SUS316 3: SUS321 4: 2.25Cr-1Mo 5: INCONEL 718 6: 9Cr-1Mo 7: Mod. 9Cr-1Mo 8: 9Cr-1Mo-Nb, V 9: 9Cr-2Mo 10: 9Cr-2Mo-Nb, V 11: Others ()	1: Hot Rolled 2: Cold Rolled 3: Forged 4: Tube 5: Equivalent Tube 6: Pipe 7: Bar 8: Casting 9: Ring 10: Others ()	Q : Quench N : Normalize T : Temper ST : Solution Treatment STT: Stabilizing Treatment IA : Isothermal Anneal FA : Full Anneal A : Anneal SR : Stress Relief O : Others ()	AC: Air Cool FC: Furnace Cool WQ: Water Quench OQ: Oil Quench BC: Blast Cool MC: Mist Cool

表-2 FBR金属材料試験データシート (B2)

B2: 素材 (2/2)

機械的特性
(ミルシート記載値)

引 張 試 験										硬 さ 試 験							
①試験片規格	号 数	応力除去熱処理の有無	試験温度 (°C)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞 り (%)	②試験方法	硬 さ								
J		N	20	28.0	60.0	56.5		HB	156								
衝 撃 試 験					③ そ の 他 の 材 料 試 験												
①試験片規格	号 数	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kgf-m)	切欠形状	切欠寸法 (mm)	P T	U T	R T	M T	V T	Bend	Dimen	Flar	Flat	Hydro	M, Etc	O, M
						YES	YES	NO	NO	YES	NO	YES	NO	NO	NO	YES	NO
化 学 成 分										Ladle (wt%)							
分 析 場 所		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr									
SHINNIPPON SEITETSU		0.011	0.52	0.85	0.025	0.003	10.64	16.54									
Mo	Cu	V	Co	Ti	Nb+Ta	W	B ⁷	B ¹⁰									
2.14			0.06														
As	Al sol	Al total	N sol	N total	O												
		0.01		0.08													
化 学 成 分										Check (wt%)							
分 析 場 所		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr									
SHINNIPPON SEITETSU		0.012	0.52	0.86	0.024	0.004	10.59	16.58									
Mo	Cu	V	Co	Ti	Nb+Ta	W	B ⁷	B ¹⁰									
2.14		0.05	0.06	0.001													
As	Al sol	Al total	N sol	N total	O												
0	0.01			0.08	0.0037												

①試験片規格	②硬さ試験方法	③その他の材料試験	
J: JIS A: ASTM O: Others ()	HB: Brinell HV: Vickers HS: Shore HRB: Rockwell B HRC: Rockwell C	PT: 浸透探傷試験 UT: 超音波探傷試験 RT: 放射線透過試験 MT: 磁粉探傷試験 VT: 外観検査	Bend: 曲げ試験 Dimen: 寸法試験 Flar: 押し広げ試験 Flat: 偏平試験 Hydro: 水圧試験 M, Etc: マクロチェック O, M: 光学顕微鏡観察

表-3 FBR金属材料試験データシート(D1)

D1: 試験片(1/1)

中実丸棒

①種類	②適用規格		③採取位置	④採取方向	⑤表面処理		⑥試験片寸法 (mm)			⑦切欠		⑧ツバ, ベローズの有無	⑨機械加工	
	規格名	号数			仕上げ	粗さ(μ)	標点距離	平行部外径	平行部長さ	形状	形状係数		場所	日付
BM	J	14A		L	PG		30	6	30			1		
試験片番号												素材識別番号 又は 溶接識別番号		
EMD8D2	EMD8D3	EMD8D4	EMD8D5	EMD8D6	EMD8D7	EMD8D8	EMD8D9	EMN01	EMN02	EMN03	B7			
EMN04	EMN05	EMN06	EMN07	EMN08	EMN09	EMN10	EMN11	EMN12	EMN13	EMN14	B7			
EMN15	EMN16	EMN17	EMN18								B7			

- 6 -

①種類	②規格名	③採取位置	④採取方向	⑤表面処理 仕上げ	⑥切欠形状	⑦ツバ, ベローズの有無
BM: Base Metal WJ: Weld Joint DM: Deposited Metal WM: Weld Metal	J: JIS A: ASTM O: Others ()	1: 0/4t 2: 1/4t 3: 1/2t 4: 3/4t 5: 4/4t 6: Others ()	L: Longitudinal T: Transverse V: Vertical	AM: As Machined P: Polising E: Electropolising PG: Paper Grinding O: Others ()	1: V-Notched 2: U-Notched 3: Smooth 4: Arc-Notched 5: Others ()	1: ツバ 2: ベローズ 3: ツバ, ベローズ 4: Others ()

表-4.1 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(1/3)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1 (%)	ひずみ速度-2 (%/min)	設定ひずみ-2 (%)	ひずみ速度-3 (%/min)	設定ひずみ-3 (%)	ひずみ速度-4 (%/min)	設定ひずみ-4 (%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	② 破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度 (kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
EMD8D2	450	14.8	43.9	43.5	77.4	A				55.7	29.0	36.2
EMD8D3	450	14.9	44.0	45.7	77.1	A				40.2	29.6	37.6
EMD8D4	500	14.9	42.9	43.7	78.0	A				82.1	28.6	36.2
EMD8D5	650	14.1	35.5	49.8	79.6	A				12.7	24.3	40.4
EMD8D6	700	13.4	30.2	67.8	83.6	A				11.0	22.6	51.7
EMD8D7	700	13.6	30.5	65.4	82.9	A				13.8	22.3	50.3
EMD8D8	750	12.9	24.8	83.6	88.0	A				13.7	20.8	60.8
EMD8D9	750	12.8	24.7	86.0	87.2	A				15.6	21.8	62.1
EMN01	20	26.4	59.4	57.5	81.0	A						
EMN02	20	26.7	60.2	61.0	82.6	A						
EMN03	100	22.2	53.0	51.8	82.0	A						

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air 6: In He	i) 母材, 溶金試験片の場合 A B C ii) 継手試験片の場合 BM WM Bond HAZ
2: In Stagnant Na 7: In N ₂	
3: In Flowing Na 8: In Ar	
4: In Hot Lab. 9: Others	
5: In Vacuum ()	

表-4.2 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(2/3)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1 (%)	ひずみ速度-2 (%/min)	設定ひずみ-2 (%)	ひずみ速度-3 (%/min)	設定ひずみ-3 (%)	ひずみ速度-4 (%/min)	設定ひずみ-4 (%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	② 破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度(kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
EMN04	100	22.6	52.7	51.2	82.6	A						
EMN05	200	19.5	47.8	46.0	79.2	A						
EMN06	200	19.1	47.8	45.5	80.9	A						
EMN07	300	17.0	45.6	42.2	80.9	A						
EMN08	300	16.5	45.2	42.5	80.4	A						
EMN09	400	15.6	44.7	41.5	77.5	A						
EMN10	400	15.7	44.7	41.5	78.7	A						
EMN11	500	14.5	42.8	41.5	78.1	A						
EMN12	500	17.5	43.5	39.2	75.1	A						
EMN13	550	14.7	41.7	41.2	75.1	A						
EMN14	550	15.0	42.4	42.5	74.4	A						

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air 6: In He	i) 母材、溶金試験片の場合
2: In Stagnant Na 7: In N ₂	A B C
3: In Flowing Na 8: In Ar	ii) 継手試験片の場合
4: In Hot Lab. 9: Others	BM WM Bond HAZ
5: In Vacuum ()	

表-4.3 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(3/3)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1 (%)	ひずみ速度-2 (%/min)	設定ひずみ-2 (%)	ひずみ速度-3 (%/min)	設定ひずみ-3 (%)	ひずみ速度-4 (%/min)	設定ひずみ-4 (%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	②破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度 (kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
EMN15	600	14.8	40.4	46.8	78.7	A						
EMN16	600	14.6	39.6	45.5	73.9	A						
EMN17	650	14.1	36.2	48.8	77.5	A						
EMN18	650	17.4	36.3	49.5	75.1	A						

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air 6: In He	i) 母材、溶金試験片の場合 A B C ii) 継手試験片の場合 BM WM Bond HAZ
2: In Stagnant Na 7: In N ₂	
3: In Flowing Na 8: In Ar	
4: In Hot Lab. 9: Others	
5: In Vacuum ()	

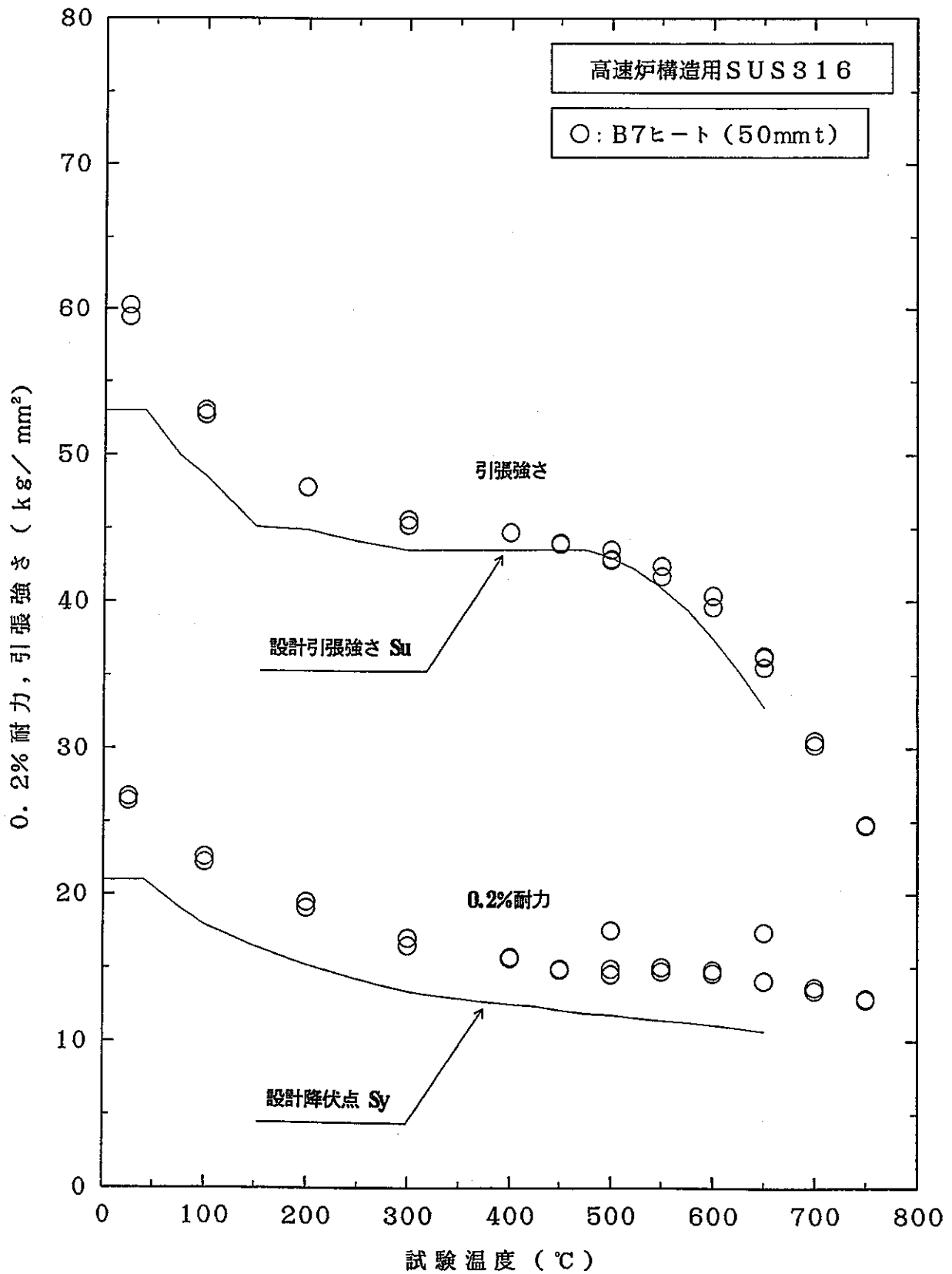


図-1 B7ヒートの0.2%耐力, 引張強さ

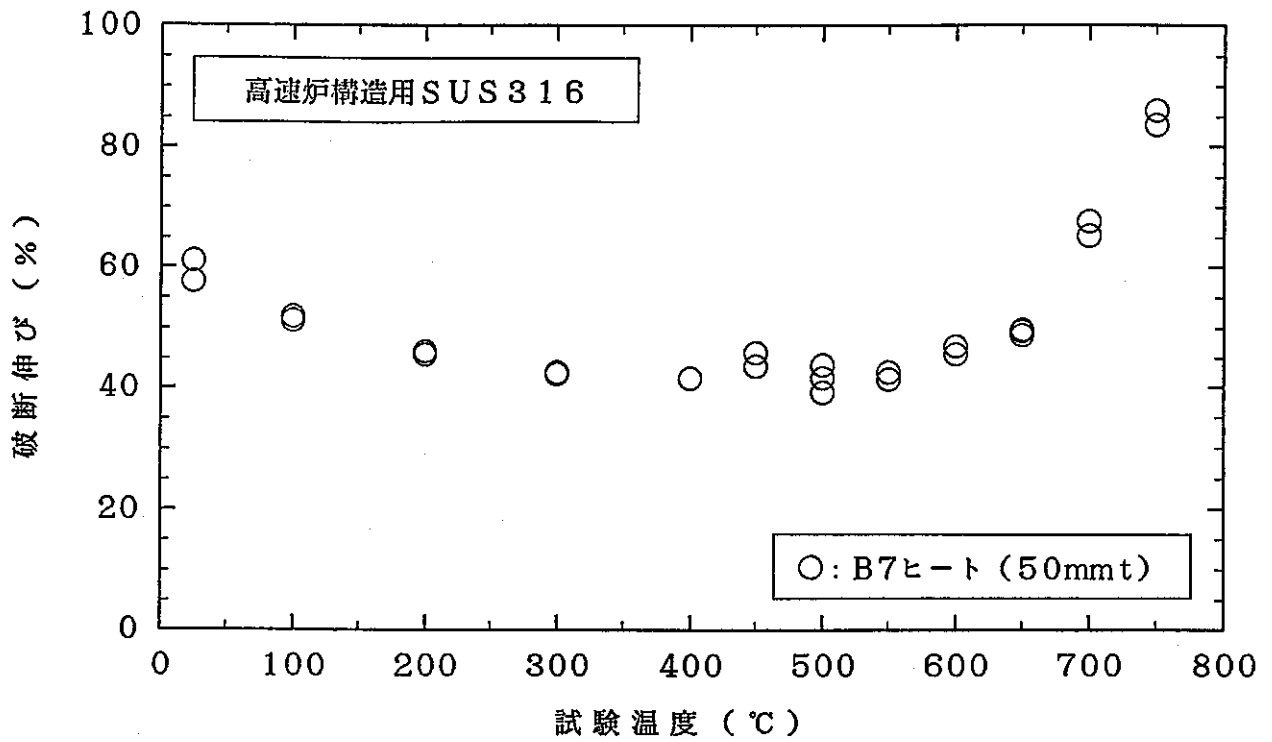


図-2 B7ヒートの破断伸び

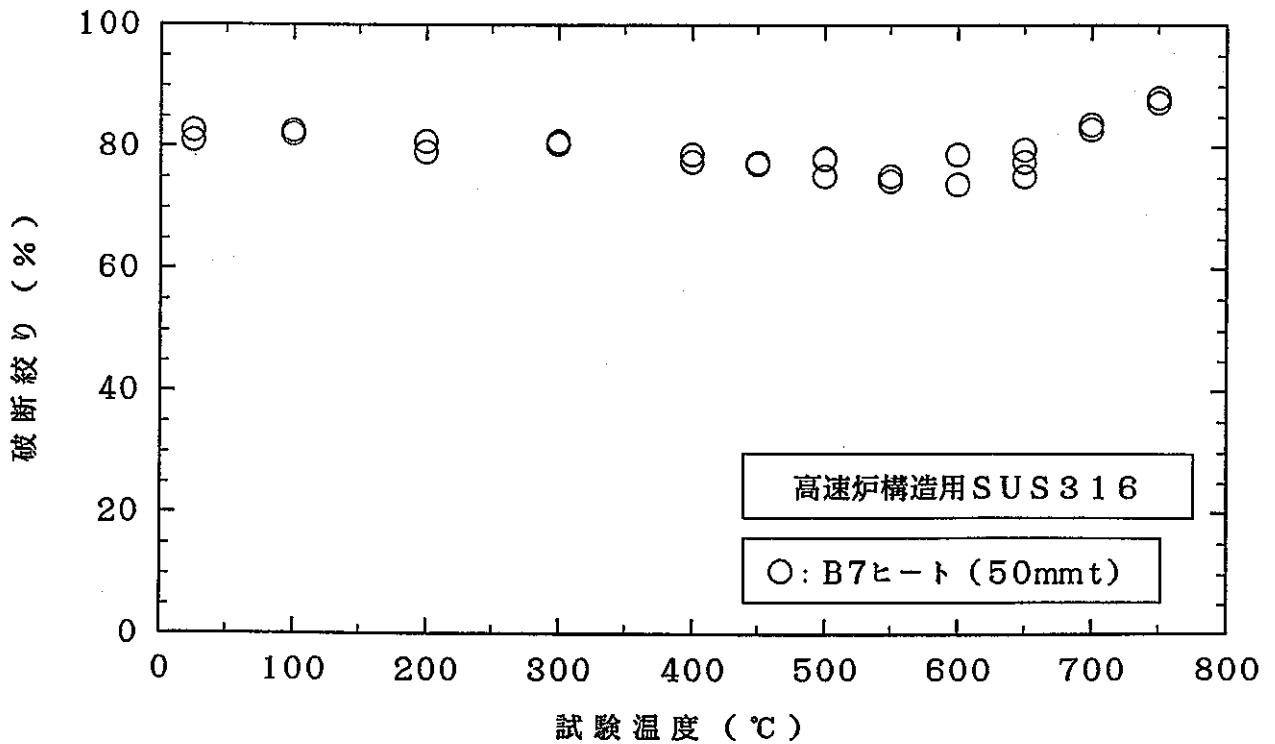


図-3 B7ヒートの破断絞り

3. F B R 金属材料データシート

高速炉構造用SUS316（母材）

B8ヒート（40mm×1000mm×1000mm）

表-5 FBR金属材料試験データシート(B1)

B1: 素材 (1/2)

①素材種類	②製品区分	素 材 寸 法 (mm)				製 造 者 名	製 造 年 月 日	ミルシートNo	ヒートNo					
2	1	40 t	1000 _b , φ _{o.r.o.d}	1000 ℓ	SUMITOMO KINZOKU	88年10月19日	88-DNBS-1019	50492						
材料適用規格	規格分類記号	鍛練・圧延比	結 晶 粒 度 No		フェライト量 (%)	非 金 属 介 在 物 量 (*10 ³ %)								
JIS SUS316MN			A	5.0	F	A	0	B	0	C	0.008	Total	0.008	
炉 型 式		溶 解 方 法		脱 酸 方 法		鑄 込 方 法		保 管 場 所						
No	③ 熱 処理	温 度 (℃)	保持時間 (hr)	④冷却 方法	No	③ 熱 処理	温 度 (℃)	保持時間 (hr)	④冷却 方法	No	③ 熱 処理	温 度 (℃)	保持時間 (hr)	④冷却 方法
(1)	ST	1050	1.0	WQ	(2)					(3)				
(4)					(5)					(6)				
素 材 識 別 番 号	B8													

①素材種類	②製品区分	③熱処理	④冷却方法
1: SUS304 2: SUS316 3: SUS321 4: 2.25Cr-1Mo 5: INCONEL 718 6: 9Cr-1Mo 7: Mod. 9Cr-1Mo 8: 9Cr-1Mo-Nb, V 9: 9Cr-2Mo 10: 9Cr-2Mo-Nb, V 11: Others ()	1: Hot Rolled 2: Cold Rolled 3: Forged 4: Tube 5: Equivalent Tube 6: Pipe 7: Bar 8: Casting 9: Ring 10: Other ()	Q : Quench N : Normalize T : Temper ST : Slution Treatment STT: Stabilizing Treatment IA : Isothermal Anneal FA : Full Anneal A : Anneal SR : Stress Relief O : Others ()	AC: Air Cool FC: Furnace Cool WQ: Water Quench OQ: Oil Quench BC: Blast Cool MC: Mist Cool

表-6 FBR金属材料試験データシート (B2)

B2:素材 (2/2)

機械的特性
(ミルシート記載値)

引 張 試 験													硬 さ 試 験				
①試験片規格	号 数	応力除去熱処理の有無	試験温度 (°C)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞 り (%)						②試験方法	硬 さ			
J	10	N	20	30.0	59.5	52.5							HB	159			
衝 撃 試 験						③ そ の 他 材 料 試 験											
①試験片規格	号 数	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kgf-m)	切欠形状	切欠寸法 (mm)	P T	U T	R T	M T	V T	Bend	Dimen	Flar	Flat	Hydro	M, Etc	O, M
						YES	YES	NO	NO	YES	NO	YES	NO	NO	NO	YES	NO
化 学 成 分																	
Ladle (wt%)																	
分 析 場 所		C	Si	Mn	P	S	Ni		Cr								
SUMITOMO KINZOKU		0.010	0.47	1.05	0.026	0.001	12.31		17.58								
Mo	Cu	V	Co	Ti	Nb+Ta	W	B ⁷		B ¹⁰								
2.46			0.06														
As	Al sol	Al total	N sol	N total	O												
				0.10													
化 学 成 分																	
Check (wt%)																	
分 析 場 所		C	Si	Mn	P	S	Ni		Cr								
SUMITOMO KINZOKU		0.012	0.47	1.04	0.024	0.001	12.25		17.61								
Mo	Cu	V	Co	Ti	Nb+Ta	W	B ⁷		B ¹⁰								
2.48	0.14	0.044	0.06	0.001	<0.01												
As	Al sol	Al total	N sol	N total	O												
0.004				0.10	0.0056												

①試験片規格	②硬さ試験方法	③その他の材料試験		
J: JIS A: ASTM O: Others ()	HB: Brinell HV: Vickers HS: Shore HRB: Rockwell B HRC: Rockwell C	PT: 浸透探傷試験 UT: 超音波探傷試験 RT: 放射線透過試験 MT: 磁粉探傷試験 VT: 外観検査	Bend.: 曲げ試験 Dimen.: 寸法試験 Flar.: 押し広げ試験 Flat.: 偏平試験 Hydro.: 水圧試験	M, Etc: マクロチェック O, M: 光学顕微鏡観察

表-7.1 FBR金属材料試験データシート(D1)

D1:試験片(1/2)

中実丸棒

①種類	②適用規格		③採取位置	④採取方向	⑤表面処理		⑥試験片寸法(mm)			⑦切欠		⑧ツバ, ベローズの有無	⑨機械加工	
	規格名	号数			仕上げ	粗さ(μ)	標点距離	平行部外径	平行部長さ	形状	形状係数		場所	日付
BM	J	14A		L	PG		30	6	30			1		
試 験 片 番 号												素材識別番号 又は 溶接識別番号		
END8D2	END8D3	END8D4	END8D5	END8D6	END8D7	END8D8	END8D9	END8E0	END8E1	END8E2	B8			
END8E3	END8E4	END8E4	END8E6	END8E7	END8E8	END8E9	END8F0	END8F1	END8F2	END8F3	B8			
END8F4	END8F5										B8			

①種類	②規格名	③採取位置	④採取方向	⑤表面処理 仕上げ	⑥切欠形状	⑦ツバ, ベローズの有無
BM: Base Metal WJ: Weld Joint DM: Deposited Metal WM: Weld Metal	J: JIS A: ASTM O: Others ()	1: 0/4t 2: 1/4t 3: 1/2t 4: 3/4t 5: 4/4t 6: Others ()	L: Longitudinal T: Transverse V: Vertical	AM: As Machined P: Polising E: Electropolising PG: Paper Grinding O: Others ()	1: V-Notched 2: U-Notched 3: Smooth 4: Arc-Notched 5: Others ()	1: ツバ 2: ベローズ 3: ツバ, ベローズ 4: Others ()

表-7.2 FBR金属材料試験データシート(D1)

D1:試験片(2/2)

中実丸棒

①種類	②適用規格		③採取位置	④採取方向	⑤表面処理		⑥試験片寸法(mm)			⑦切欠		⑧ツバ, ベローズの有無	⑨機械加工	
	規格名	号数			仕上げ	粗さ(μ)	標点距離	平行部外径	平行部長さ	形状	形状係数		場所	日付
BM	J	14A		L	PG		50	10	50			1		
試験片番号													素材識別番号 又は 溶接識別番号	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6								B8

①種類	②規格名	③採取位置	④採取方向	⑤表面処理 仕上げ	⑥切欠形状	⑦ツバ, ベローズの有無
BM: Base Metal WJ: Weld Joint DM: Deposited Metal WM: Weld Metal	J: JIS A: ASTM O: Others ()	1: 0/4t 2: 1/4t 3: 1/2t 4: 3/4t 5: 4/4t 6: Others ()	L: Longitudinal T: Transverse V: Vertical	AM: As Machined P: Polising E: Electropolising PG: Paper Grinding O: Others ()	1: V-Notched 2: U-Notched 3: Smooth 4: Arc-Notched 5: Others ()	1: ツバ 2: ベローズ 3: ツバ, ベローズ 4: Others ()

表-8.1 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(1/3)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1(%)	ひずみ速度-2(%/min)	設定ひずみ-2(%)	ひずみ速度-3(%/min)	設定ひずみ-3(%)	ひずみ速度-4(%/min)	設定ひずみ-4(%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	② 破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度(kg/mm ²)	真一様伸び(%)	真破断延性(%)
END8D2	20	25.8	60.6	67.2	82.2	A				189.1	38.2	51.4
END8D3	20	26.9	60.9	65.5	83.9	A				200.0	38.9	50.4
END8D4	100	21.2	53.2	53.6	84.3	A				100.0	31.5	42.9
END8D5	100	20.9	53.8	52.8	81.8	A				94.2	30.7	42.4
END8D6	200	17.0	48.3	47.8	80.7	A				56.7	30.2	39.1
END8D7	200	18.5	48.7	48.4	79.7	A				80.3	29.7	39.5
END8D8	300	15.6	46.4	46.0	76.2	A				51.0	30.0	37.9
END8D9	300	15.4	46.1	46.6	77.3	A				36.7	30.0	38.3
END8E0	400	14.3	45.9	46.0	77.6	A				33.0	30.0	37.9
END8E1	400	13.8	45.6	44.8	76.4	A				82.2	30.2	37.0
END8E2	450	12.9	44.4	44.4	70.7	A				62.6	30.6	36.7

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air 6: In He	i) 母材、溶金試験片の場合
2: In Stagnant Na 7: In N ₂	A B C
3: In Flowing Na 8: In Ar	ii) 継手試験片の場合
4: In Hot Lab. 9: Others	BM WM Bond HAZ
5: In Vacuum ()	

表-8.2 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(2/3)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1 (%)	ひずみ速度-2 (%/min)	設定ひずみ-2 (%)	ひずみ速度-3 (%/min)	設定ひずみ-3 (%)	ひずみ速度-4 (%/min)	設定ひずみ-4 (%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	② 破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度(kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
END8E3	450	13.4	45.2	45.7	72.7	A				76.6	31.7	37.6
END8E4	500	12.8	44.0	45.5	73.6	A				81.0	31.6	37.5
END8E5	500	13.0	43.7	45.3	75.8	A				62.6	31.4	37.4
END8E6	550	12.9	42.3	48.0	75.3	A				65.1	30.5	39.2
END8E7	550	13.1	42.9	46.5	72.1	A				60.1	31.2	38.2
END8E8	600	13.2	40.2	48.7	72.9	A				87.4	30.0	39.7
END8E9	600	12.9	40.1	47.0	74.4	A				47.0	30.7	38.5
END8F0	650	12.9	36.6	50.5	74.1	A				74.6	28.6	40.9
END8F1	650	13.4	36.6	51.6	73.4	A				71.6	29.7	41.6
END8F2	700	13.1	31.7	65.7	76.5	A				69.6	24.3	50.5
END8F3	700	12.0	31.3	62.9	76.5	A				62.1	25.0	48.8

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air	i) 母材、溶金試験片の場合 A B C ii) 継手試験片の場合 BM WM Bond HAZ
2: In Stagnant Na	
3: In Flowing Na	
4: In Hot Lab.	
5: In Vacuum	
6: In He	
7: In N ₂	
8: In Ar	
9: Others	
()	

表-8.3 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(3/3)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1 (%)	ひずみ速度-2 (%/min)	設定ひずみ-2 (%)	ひずみ速度-3 (%/min)	設定ひずみ-3 (%)	ひずみ速度-4 (%/min)	設定ひずみ-4 (%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	② 破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度 (kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
BND8F4	750	11.9	26.1	88.5	86.3	A				61.4	20.5	63.4
BND8F5	750	11.5	26.1	70.4	82.4	A				16.7	21.0	53.3
T1	20	26.4	60.2	60.0	80.6	A					40.61	
T2	20	27.4	60.2	59.6	81.0	A					40.55	
T3	500	12.4	43.9	45.0	69.8	A					35.77	
T4	500	13.4	44.2	45.0	69.8	A					35.07	
T5	550	12.4	42.3	43.0	68.6	A					32.29	
T6	550	12.1	42.2	42.2	68.7	A					32.93	

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air 6: In He	i) 母材、溶金試験片の場合
2: In Stagnant Na 7: In N ₂	A B C
3: In Flowing Na 8: In Ar	ii) 継手試験片の場合
4: In Hot Lab. 9: Others	BM WM Bond HAZ
5: In Vacuum ()	

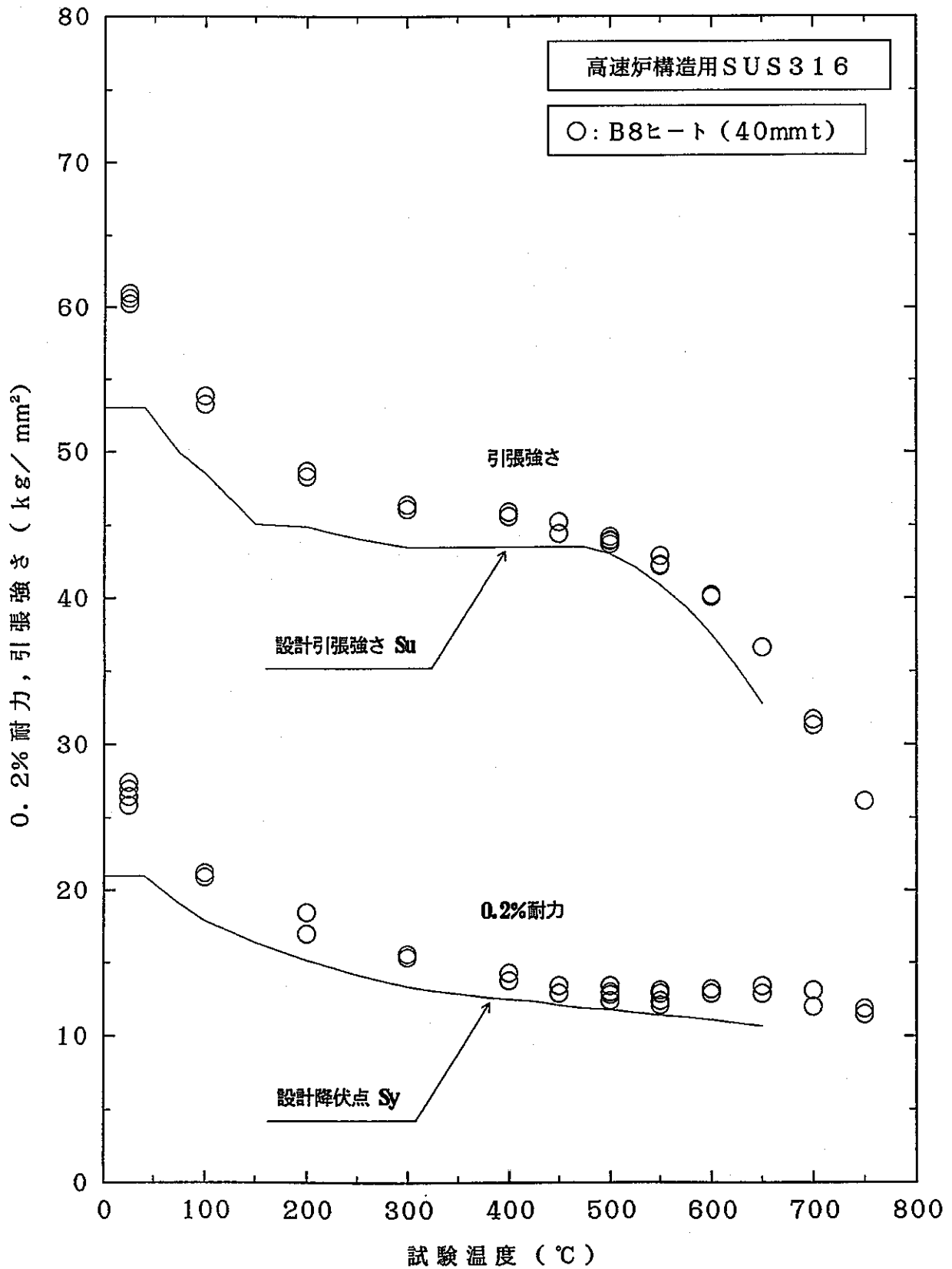


図-4 B8ヒートの0.2%耐力, 引張強さ

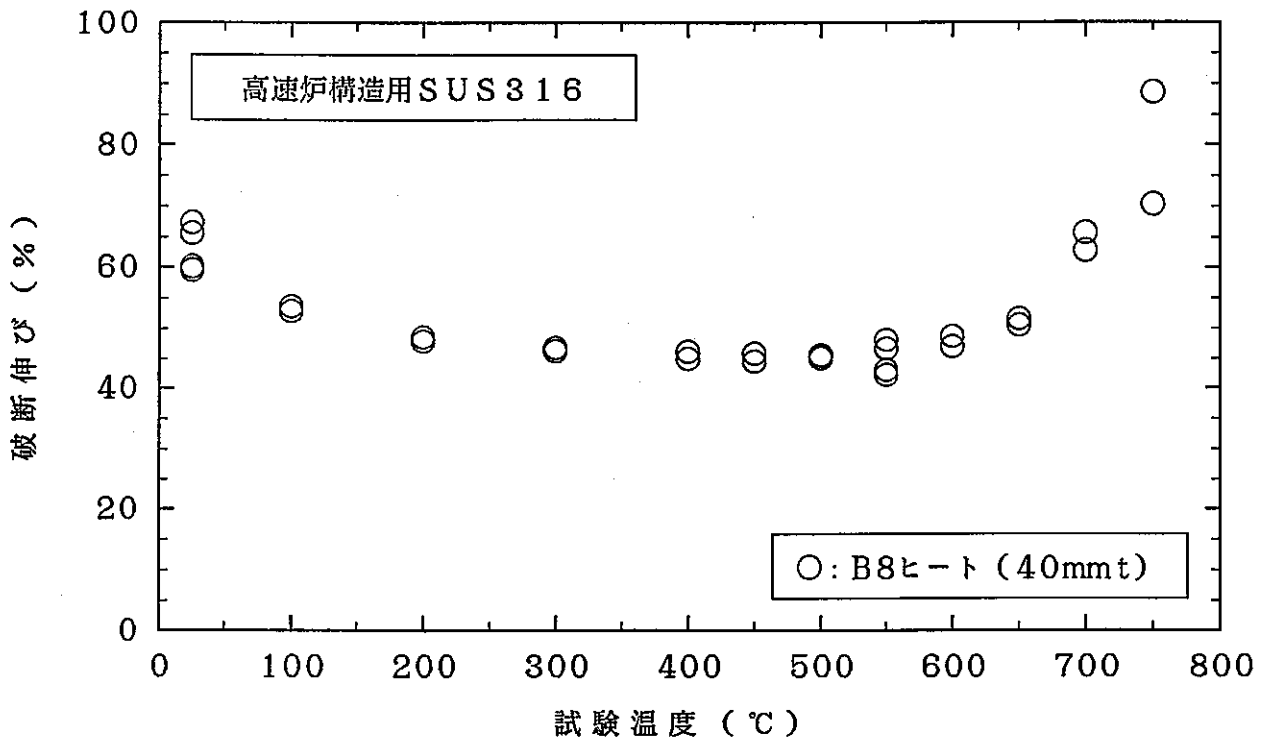


図-5 B8ヒートの破断伸び

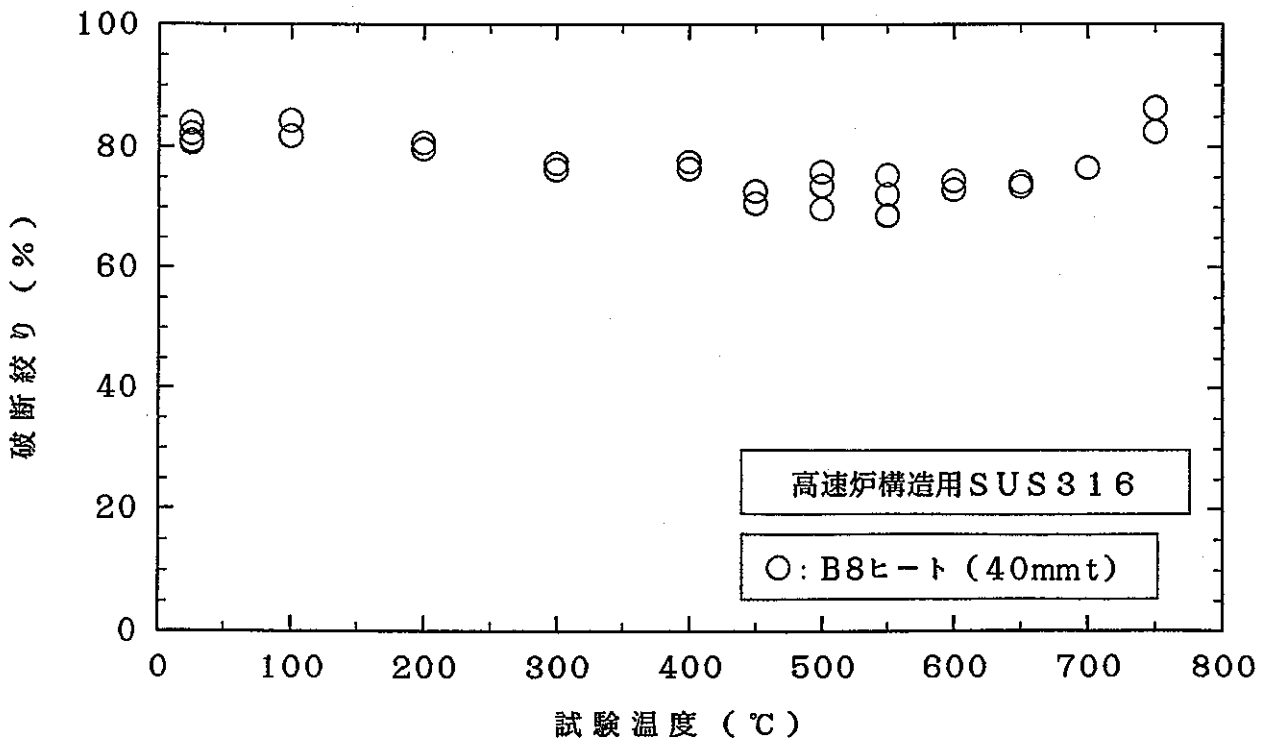


図-6 B8ヒートの破断絞り

4. F B R 金属材料データシート

高速炉構造用SUS316（母材）

B9ヒート（25mmtx1000mmx1000mm）

表-9 FBR金属材料試験データシート(B1)

B1: 素材 (1/2)

①素材種類	②製品区分	素 材 寸 法 (mm)				製 造 者 名	製 造 年 月 日	ミルシートNo	ヒートNo
2	1	25 t	1000 _s , φ _{o.r.o.d}	1000 ℓ	SUMITOMO KINZOKU	88年10月19日	88-DNBS-1019	50492	
材料適用規格	規格分類記号	鍛練・圧延比	結 晶 粒 度 No		フェライト量 (%)	非 金 属 介 在 物 量 (*10 ³ %)			
JIS SUS316MN			A	5.0	F	A	0	B 0 C 0.008 Total 0.008	
炉 型 式		溶 解 方 法		脱 酸 方 法		鑄 込 方 法		保 管 場 所	
No	③ 熱 處 理	温 度 (℃)	保持時間 (hr)	④冷却 方法	No	③ 熱 處 理	温 度 (℃)	保持時間 (hr)	④冷却 方法
(1)	ST	1050	0.6	WQ	(2)				
(4)					(5)				
素 材 識 別 番 号	B9								

①素材種類	②製品区分	③熱処理	④冷却方法
1: SUS304 2: SUS316 3: SUS321 4: 2.25Cr-1Mo 5: INCONEL 718 6: 9Cr-1Mo 7: Mod. 9Cr-1Mo 8: 9Cr-1Mo-Nb, V 9: 9Cr-2Mo 10: 9Cr-2Mo-Nb, V 11: Others ()	1: Hot Rolled 2: Cold Rolled 3: Forged 4: Tube 5: Equivalent Tube 6: Pipe 7: Bar 8: Casting 9: Ring 10: Other ()	Q : Quench N : Normalize T : Temper ST : Slution Treatment STT: Stabilizing Treatment IA : Isothermal Anneal FA : Full Anneal A : Anneal SR : Stress Relief O : Others ()	AC: Air Cool FC: Furnace Cool WQ: Water Quench OQ: Oil Quench BC: Blast Cool MC: Mist Cool

表-10 F B R 金属材料試験データシート (B 2)

B 2 : 素材 (2 / 2)

機械的特性
(ミルシート記載値)

引 張 試 験										硬 さ 試 験							
①試験片規格	号 数	応力除去熱処理の有無	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞 り (%)	②試験方法	硬 さ								
J	10	N	20	29.5	61.5	53.5		HB	156								
衝 撃 試 験					③ そ の 他 材 料 試 験												
①試験片規格	号 数	試験温度 (℃)	吸収 ₁ 値 ⁺ (kgf-m)	切欠形状	切欠寸法 (mm)	P T	U T	R T	M T	V T	Bend	Dimen	Flar	Flat	Hydro	M, Etc	O, M
						YES	YES	NO	NO	YES	NO	YES	NO	NO	NO	YES	NO
化 学 成 分 L a d l e (wt%)																	
分 析 場 所		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr									
SUMITOMO KINZOKU		0.010	0.47	1.05	0.026	0.001	12.31	17.58									
Mo	Cu	V	Co	Ti	Nb+Ta	W	B ⁷	B ¹⁰									
2.46			0.06														
As	Al sol	Al total	N sol	N total	O												
				0.10													
化 学 成 分 C h e c k (wt%)																	
分 析 場 所		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr									
SUMITOMO KINZOKU		0.012	0.46	1.04	0.024	0.001	12.24	17.54									
Mo	Cu	V	Co	Ti	Nb+Ta	W	B ⁷	B ¹⁰									
2.45	0.14	0.044	0.06	0.001	<0.01												
As	Al sol	Al total	N sol	N total	O												
0.004				0.10	0.0061												

①試験片規格	②硬さ試験方法	③その他の材料試験		
J: JIS A: ASTM O: Others ()	HB : Brinell HV : Vickers HS : Shore HRB: Rockwell B HRC: Rockwell C	PT: 浸透探傷試験 UT: 超音波探傷試験 RT: 放射線透過試験 MT: 磁粉探傷試験 VT: 外観検査	Bend. : 曲げ試験 Dimen. : 寸法試験 Flar. : 押し広げ試験 Flat. : 偏平試験 Hydro. : 水圧試験	M, Etc: マクロチェック O, M : 光学顕微鏡観察

表-11 FBR金属材料試験データシート(D1)

D1: 試験片 (1/1)

中実丸棒

①種類	②適用規格		③採取位置	④採取方向	⑤表面処理		⑥試験片寸法 (mm)			⑦切欠		⑧ツバ, ベローズの有無	⑨機械加工	
	規格名	号数			仕上げ	粗さ (μ)	標点距離	平行部外径	平行部長さ	形状	形状係数		場所	日付
BM	J	14A		L	PG		50	10	50			1		
試験片番号													素材識別番号 又は 溶接識別番号	
EPE8A0	EPE8A1	EPE8A2	EPE8A3	EPE8A4	EPE8A5	EPE8A6	EPE8A7							B9

①種類	②規格名	③採取位置	④採取方向	⑤表面処理 仕上げ	⑥切欠形状	⑦ツバ, ベローズの有無
BM: Base Metal WJ: Weld Joint DM: Deposited Metal WM: Weld Metal	J: JIS A: ASTM O: Others ()	1: 0/4t 2: 1/4t 3: 1/2t 4: 3/4t 5: 4/4t 6: Others ()	L: Longitudinal T: Transverse V: Vertical	AM: As Machined P: Polising E: Electropolising PG: Paper Grinding O: Others ()	1: V-Notched 2: U-Notched 3: Smooth 4: Arc-Notched 5: Others ()	1: ツバ 2: ベローズ 3: ツバ, ベローズ 4: Others ()

表-12 FBR金属材料試験データシート(E1)

E1:引張(1/1)

①試験雰囲気	ひずみ速度-1 (%/min)	設定ひずみ-1 (%)	ひずみ速度-2 (%/min)	設定ひずみ-2 (%)	ひずみ速度-3 (%/min)	設定ひずみ-3 (%)	ひずみ速度-4 (%/min)	設定ひずみ-4 (%)				
1	0.3	3.0	7.5									
試験片番号	試験温度 (℃)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	破断伸び (%)	絞り (%)	② 破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	4D伸び (%)	真 の 特 性		
										真破断強度(kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
EPE8A0	20	27.2	60.9	53.1	76.9	A				126.4	32.0	42.6
EPE8A1	20	27.5	61.9	53.0	76.2	A				148.8	32.3	42.5
EPE8A2	500	13.9	45.8	42.0	65.2	A				94.1	29.2	35.1
EPE8A3	500	14.0	45.5	44.4	67.0	A				91.0	31.1	36.7
EPE8A4	550	14.1	44.5	42.4	67.6	A				98.0	29.7	35.3
EPE8A5	550	14.0	44.3	41.4	68.8	A				98.6	28.3	34.7
EPE8A6	600	14.4	42.1	44.8	66.0	A				88.0	28.3	37.0
EPE8A7	600	13.7	41.3	43.5	73.1	A				66.1	27.9	36.1

①試験雰囲気	②破断位置
1: In Air 6: In He	i) 母材、溶金試験片の場合
2: In Stagnant Na 7: In N ₂	A B C
3: In Flowing Na 8: In Ar	ii) 継手試験片の場合
4: In Hot Lab. 9: Others	BM WM Bond HAZ
5: In Vacuum ()	

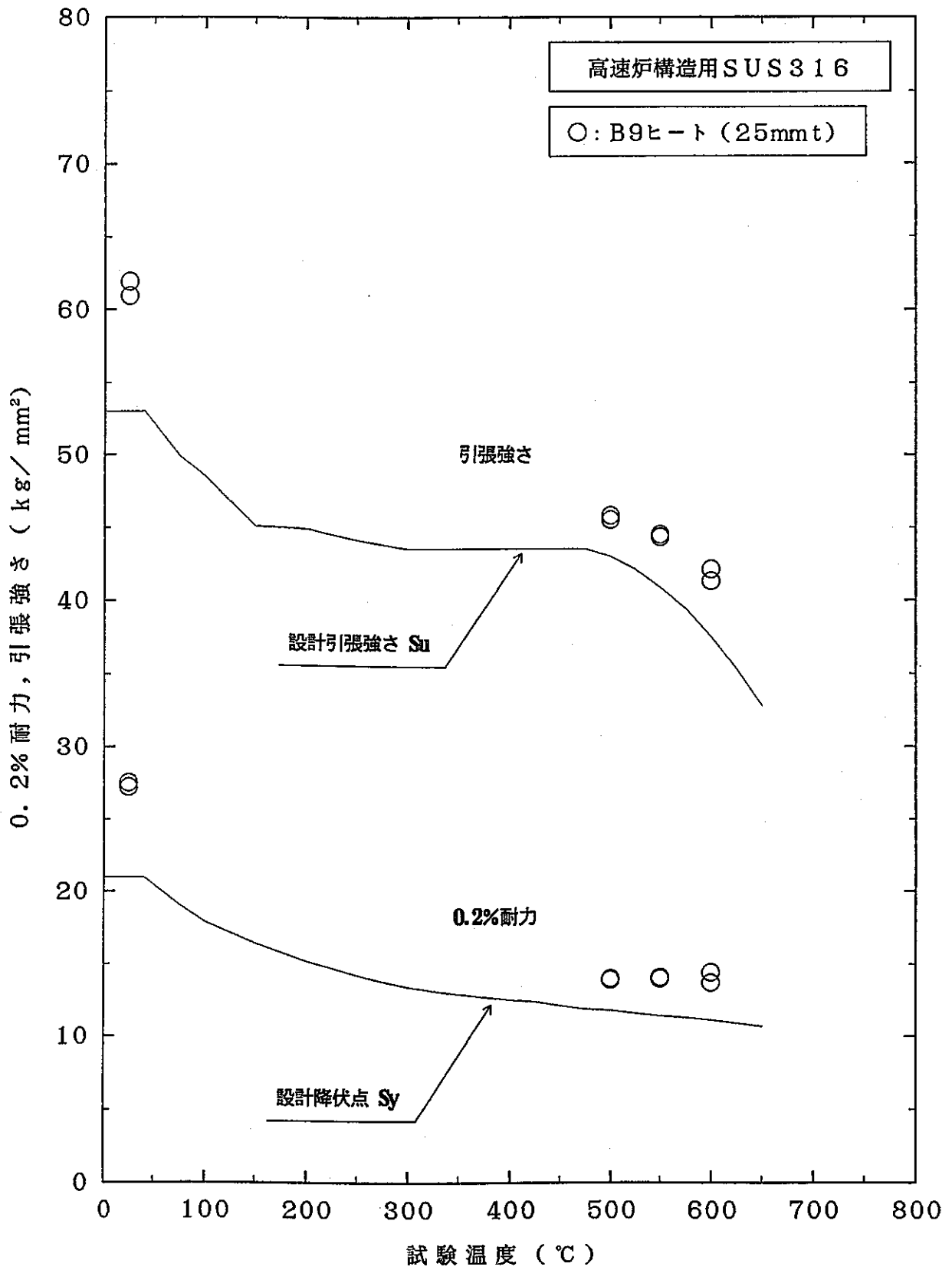


図-7 B9ヒートの0.2%耐力, 引張強さ

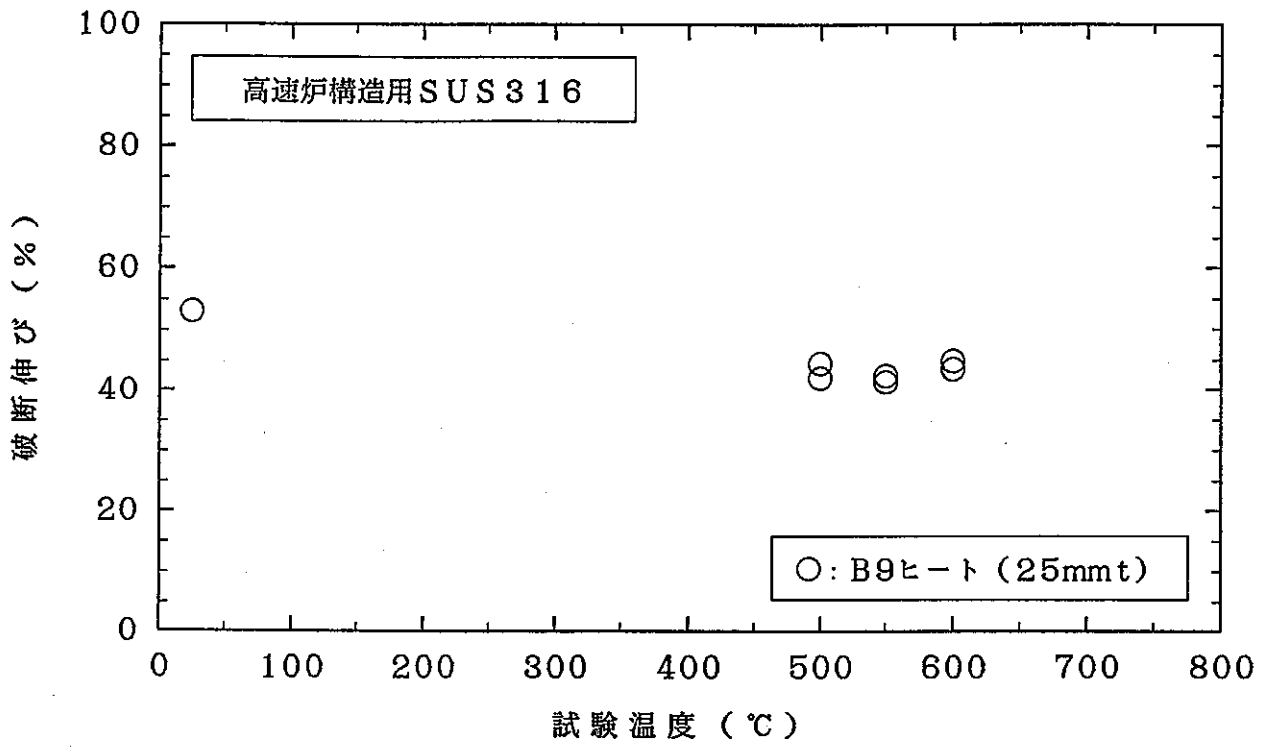


図-8 B9ヒートの破断伸び

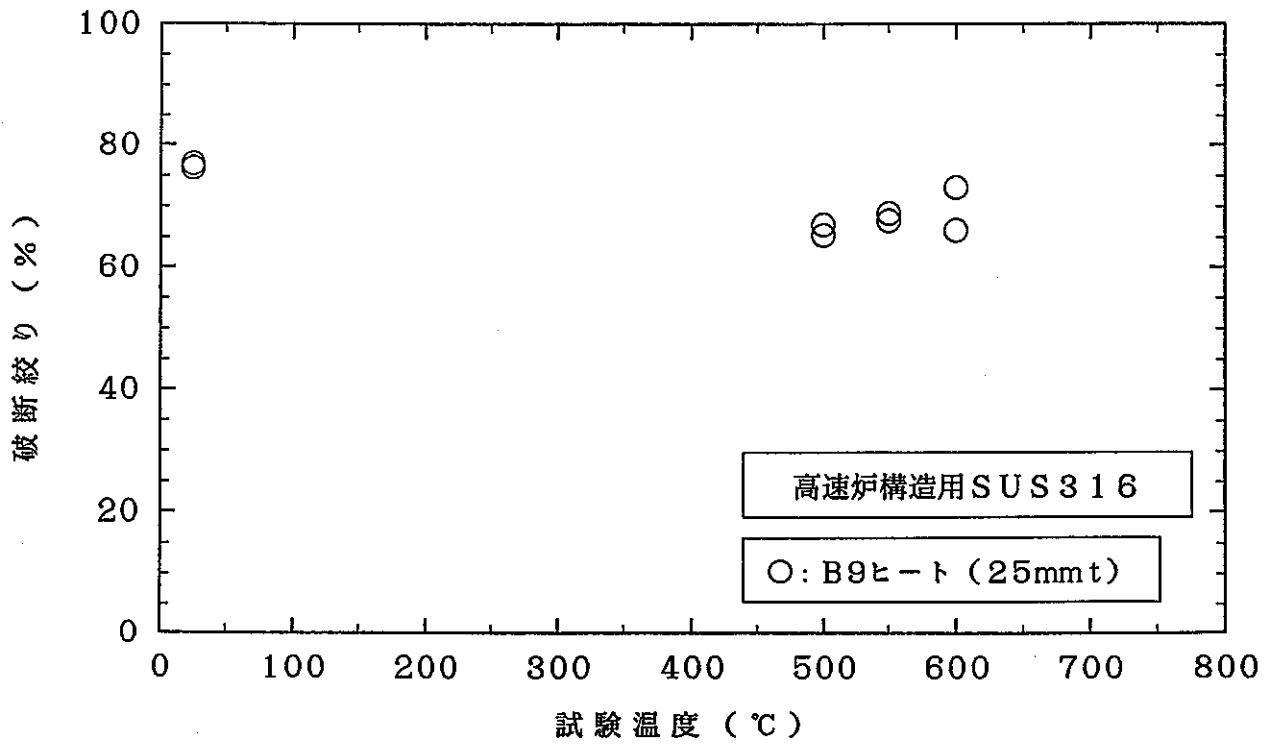


図-9 B9ヒートの破断絞り

5. 高速炉構造用SUS316（母材）の引張特性

ヒート（B7, B8, B9）間の引張特性の比較

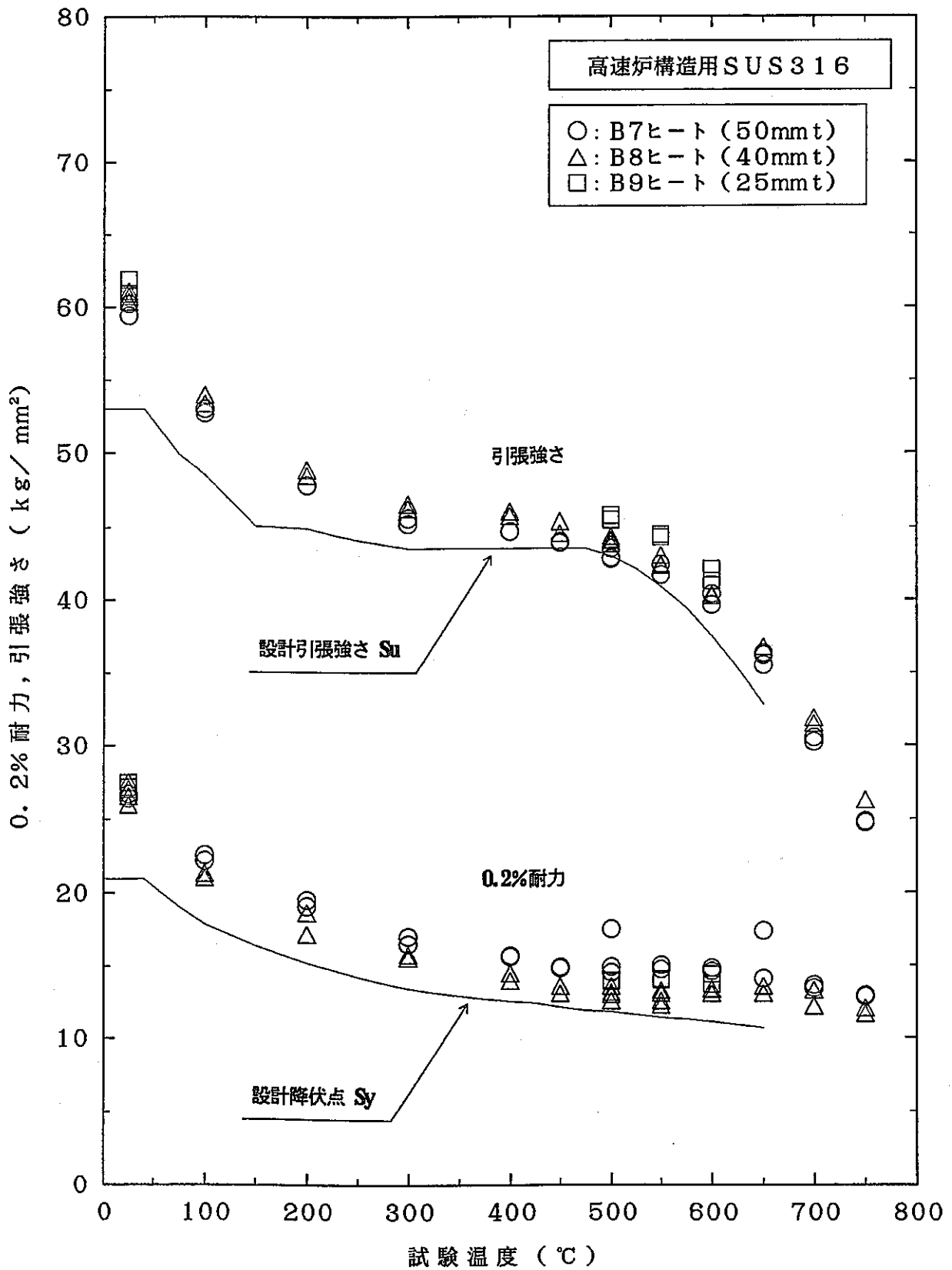


図-10 高速炉構造用SUS316 (母材) の0.2%耐力, 引張強さ

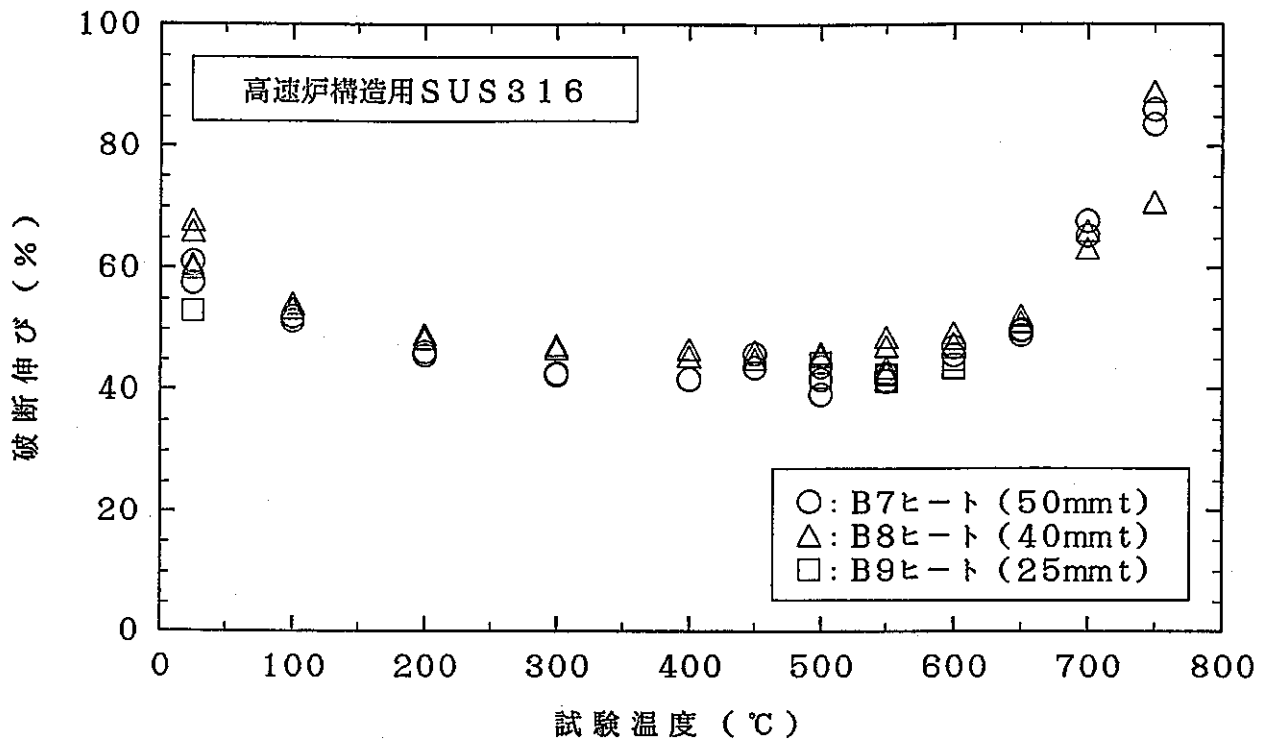


図-11 高速炉構造用SUS316 (母材) の破断伸び

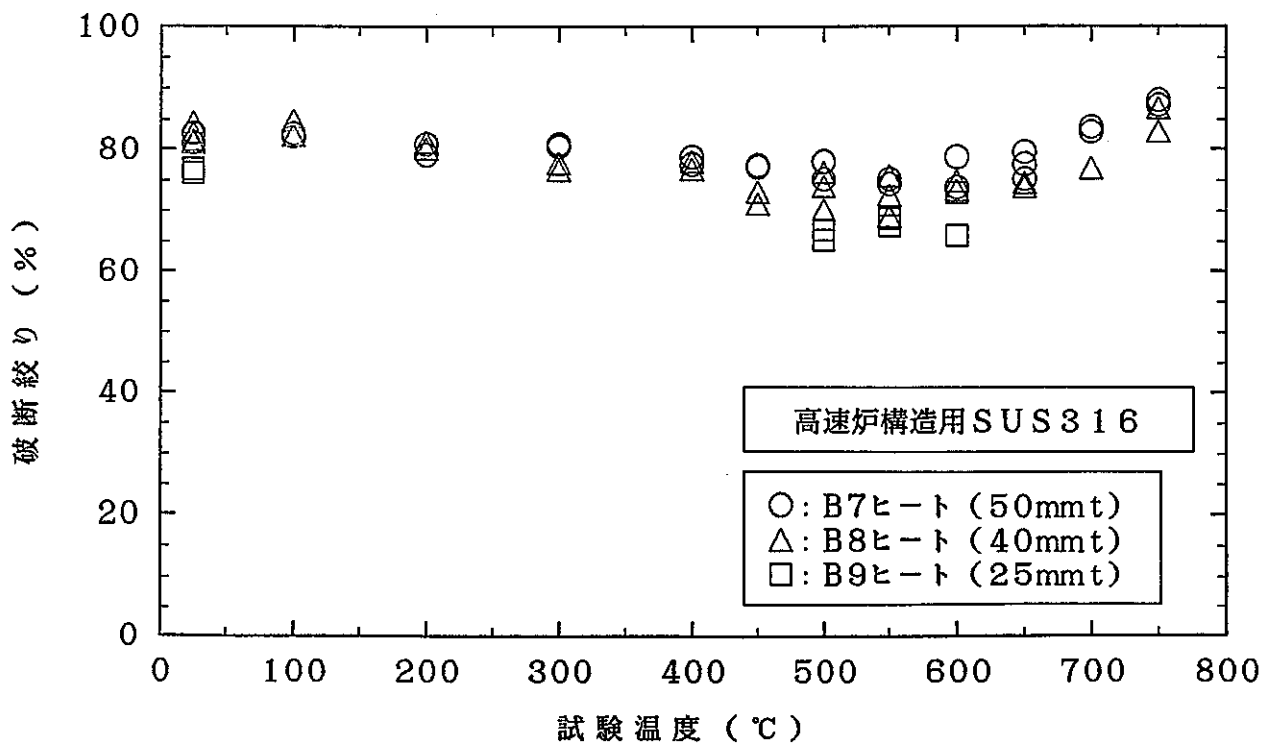
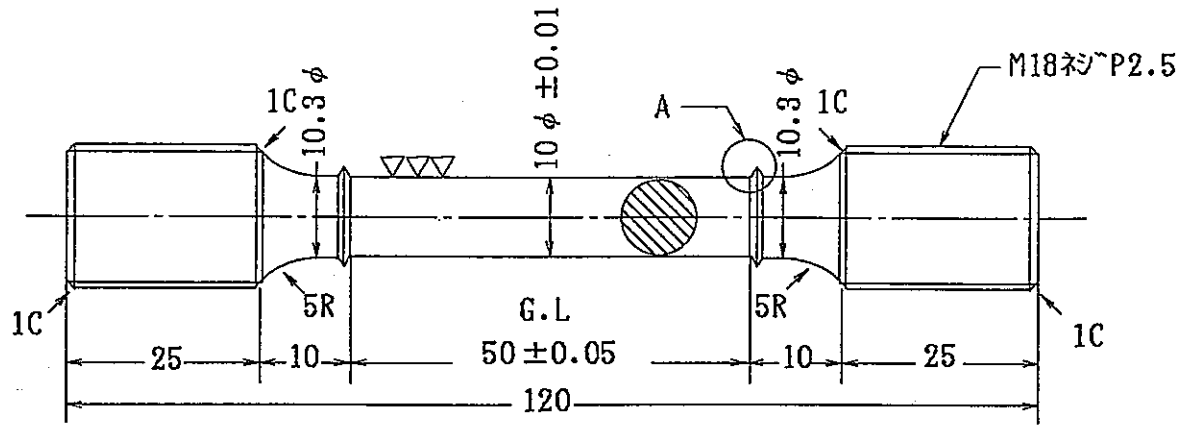


図-12 高速炉構造用SUS316 (母材) の破断絞り

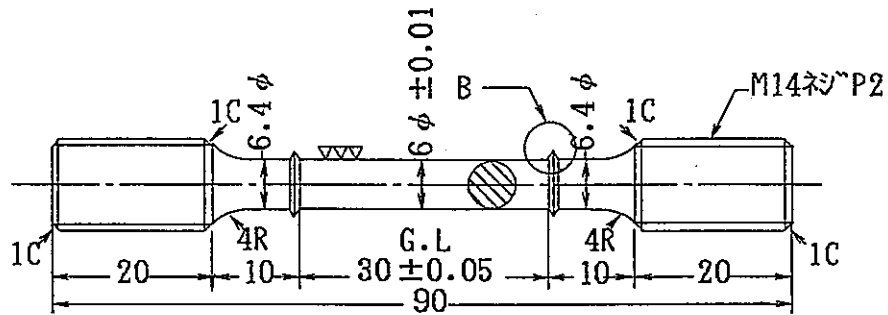
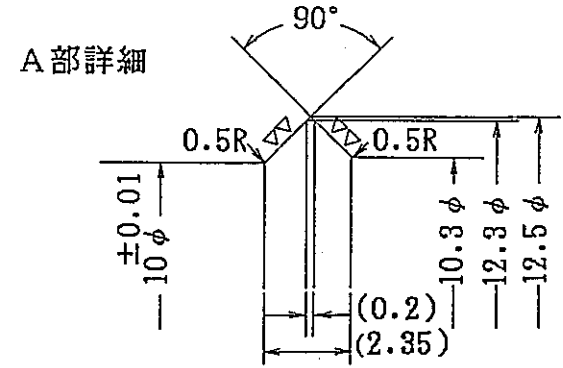
6. 付 録

- 付録 1 引張試験片形状
- 付録 2 引張試験機の仕様
- 付録 3 引張試験機の機器構成
- 付録 4 材料特性データ集発行一覧
- 付録 5 材料特性データ集の発行について

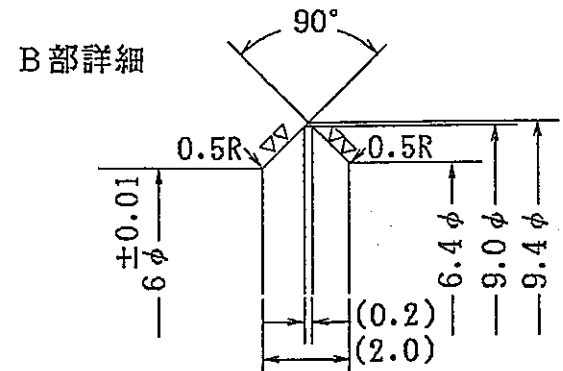
付録1 引張試験片形状



10φ試験片



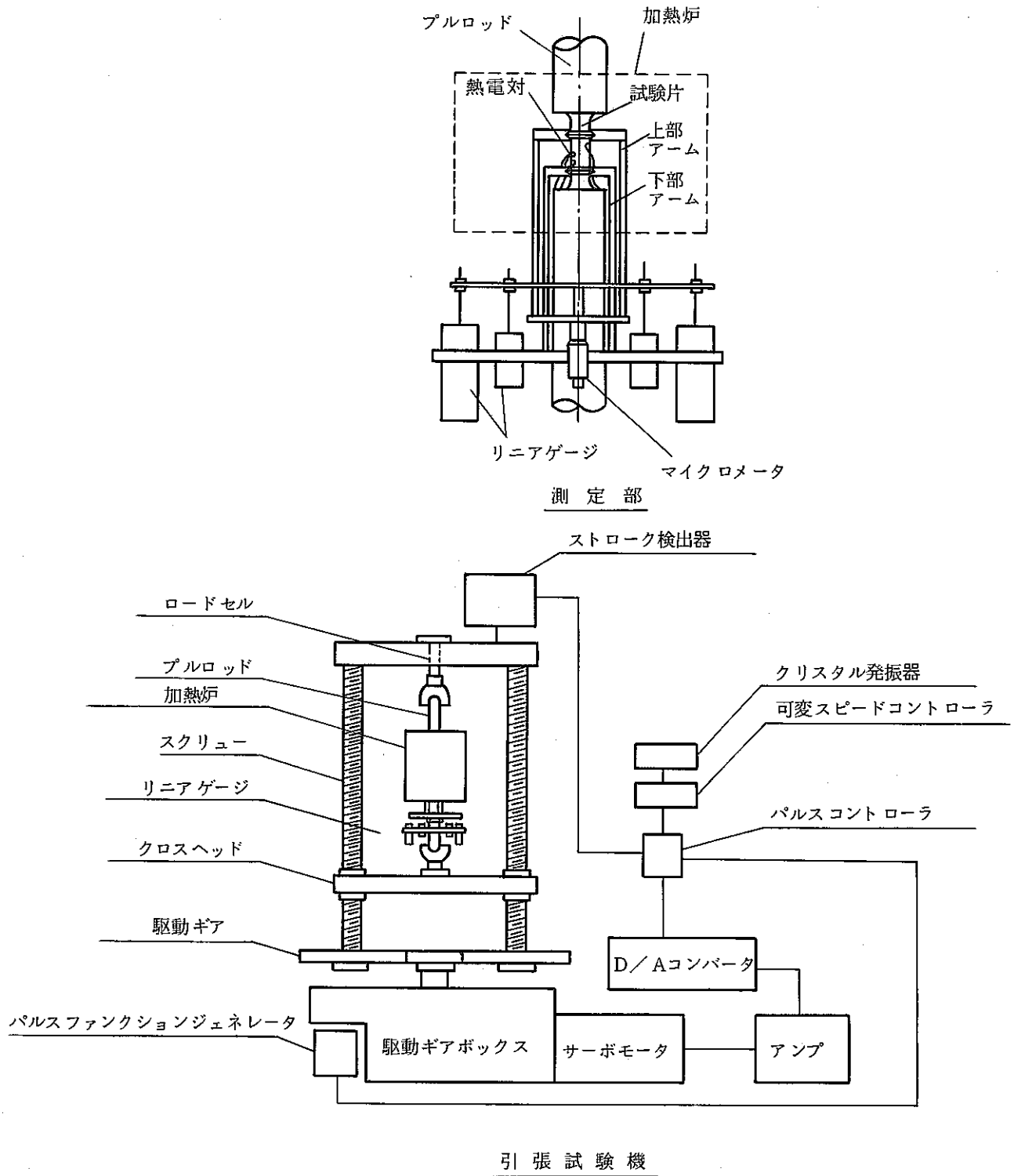
6φ試験片



付録2 引張試験機の仕様

試験機 本体	形 式	インストロン型
	最大負荷量	25ton, 10ton
	荷重精度	1.0%/指示値
	伸び制御方式	クロスヘッド間, 試験片ツバ間制御
加 熱 炉	形 式	縦筒型管状開閉式
	温度範囲	250℃~900℃
	発熱体	ニクロム抵抗線 3回路
	均熱部	100mm±2℃
温度 調節 器	制御方式	PID多点同時制御方式
	制御範囲	300~900℃
	調節精度	±2℃
伸び 検出 器	形 式	試験片ツバ間変位測定式
	変位検出器	LVDT
	検出精度	1.0%/FS

付録3 引張試験機の機器構成



付録4 材料特性データ集発行一覧

No.	報告書 No.	データ集 発行 No.	発行年月	材料特性データ集発行件名	対象鋼種	材料特性データ集概要	備考
1	PN9450 91-004	No.F 01	1991/7	Mod.9Cr-1Mo鋼 (SR) の 大気中およびナトリウム中疲労特性	Mod.9Cr- 1Mo鋼	温度：450℃～650℃ 環境：大気中, Na中 試験：低サイクル疲労試験	
2	PN9450 91-008	No.B 01	1991/9	高速炉構造用SUS316 (母材) の 引張特性	SUS316FR	温度：RT～750℃ 試験前処理：受入まま データ数：64点	
3							
4							
5							
6							

付録5 材料特性データ集の発行について

本データ集は、動力炉・核燃料開発事業団において作成された研究開発計画に基づき行われた、材料強度試験結果を材料鋼種ごとに整理まとめたものである。今後、これらのデータ集を随時発行して行く予定であり、材料強度基準および高温強度特性評価の高度化等に役立てられることを期待するものである。

以下に、データ集発行要領を示す。

1. 材料特性データ集の発行管理番号登録

動力炉・核燃料事業団の成果報告書とは別に、材料特性データ集としての管理番号の登録を受けるものとする。

(1) 管理番号の登録区分

登録区分は材料種別と特性試験項目別によって行う。材料種別は、データ集の管理番号で区別判断が可能であり、材料の製品形状や製作メーカ、および材料ヒート等は材料特性データ集の中で区別し、管理番号上には示さない。

① 材料区分

材料区分	材 料 鋼 種	材料区分	材 料 鋼 種
A	SUS304	O	PNC SUS316
B	SUS316	P	改良オーステナイト
C	SUS321	Q	フェライト／マルテンサイト
D	2¼Cr-1Mo	R	ODS
E	INCONEL718	S	セラミックス
F	Mod. 9Cr-1Mo	T	Hard-facing
G	9Cr-1Mo-Nb-V	U～Y	
H	9Cr-2Mo	Zその他	サーベイランス材等
I	9Cr-1Mo-Nb-V		
J～N			

② 特性試験項目（データ集の管理番号としての区分はされない）

・引張特性	・ナトリウム中腐食特性
・クリープ特性	・アルカリ腐食・応力腐食割れ特性
・疲労特性	・水／蒸気中腐食疲労特性
・クリープ疲労特性	・トライボロジ特性
・衝撃特性	・物性的・化学的性質
・き裂進展特性（クリープ／疲労含む）	・その他

(2) 管理番号の登録

材料特性データ集の管理番号登録は、発行部署が管理する。また、データの追加等による訂正版の追加発行は、管理番号に従い、適宜材料特性データ集の改訂版として発行していく。

