

本資料は2003年10月2日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

ライナ材の高温強度試験

[第一報] SM400B母材の高温引張およびクリープ特性

1996年11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、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示

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)

又
な



ライナ材の高温強度試験 [第一報]

SM400B母材の高温引張およびクリープ特性

加藤 章一** , 小峰 龍司* , 青砥 紀身*

要 旨

本報告書は、高速増殖原型炉「もんじゅ」の2次冷却系関連室漏えいナトリウム貯留設備に使用されているライナ材(SM400B)の母材を対象に、高温側の引張およびクリープ試験の結果について取りまとめたものである。

得られた主な結果は、以下の通りである。

- (1) ライナ材の基礎的な高温強度特性データを取得した。
- (2) ライナ材の引張強度および破断延性に及ぼす試験片採取方向ならびに熱処理の影響は認められなかった。
- (3) 800℃から1000℃における引張強度および破断延性は、A_{c3}点温度領域の影響から金属組織の変化による強度の回復ならびに延性の変化が認められた。また、一様伸びは、700℃を除き概ね10%から20%の範囲であった。
- (4) ライナ材について、暫定的な縦弾性係数ならびに弾塑性応力-ひずみ挙動およびクリープひずみ挙動の関係式を提案した。

なお、本試験結果は2次冷却系関連室漏えいナトリウム貯留設備の健全性評価の基礎データとして反映される。

* : 大洗工学センター 安全工学部 機器・構造安全工学室

** : 現 日本原子力発電株式会社

High-temperature strength tests of a material of liner plate [I]

High-temperature tensile and creep property of SM400B base metals.

Shoichi KATO **, Ryuji KOMINE *, Kazumi AOTO*

Abstract

This report described results of tensile and creep tests under a high temperature with the base metal of the liner plate (SM400B) used in the SHTS cells of leaked sodium storage system of "MONJU plant".

Results obtained are summarized as follows.

- (1) Fundamental high temperature strength characteristics data of the material of the liner plate was acquired.
- (2) There is no effect of heat treatment and cut-out direction on tensile strength and rupture elongation of the liner plate.
- (3) The tensile strength and rupture elongation rapidly change from 800°C to 1000°C, because there were the recovery by a change of micro-structure in the temperature range near the Ac3 transformation point.

Uniform elongation was approximately from 10% to 20%, without its value in 700°C.

- (4) Elastic modulus and constitutional equation for elastic-plastic stress-strain behavior and the equation for the creep strain behavior were proposed.

The results will be applied to evaluate the structural integrity of the SHTS cells of leaked sodium storage system of "MONJU plant".

(SHTS ; Secondary Heat Transfer System)

* Structure Safety Engineering Section, Safety Engineering Division, OEC/PNC

** Presently ; The Japan Atomic Power Company

目 次

1. 概要	1
2. 試験方法	2
2.1 供試材	
2.2 試験片形状	
2.3 引張およびクリープ試験方法	
3. 試験結果	3
3.1 ライナ材の引張特性	
3.2 ライナ材のクリープ特性	
4. 検討	6
4.1 縦弾性係数	
4.2 弾塑性応力-ひずみ挙動	
4.3 定常クリープ速度の定式化	
5. まとめ	8
6. 参考文献	10
Appendix	56

表 リ ス ト

- 表－1 供試材の仕様
- 表－2 ライナ材の引張試験結果（CS2 ヒートL方向）1/4
- 表－3 ライナ材の引張試験結果（CS2 ヒートT方向）2/4
- 表－4 ライナ材の引張試験結果（CS3 ヒートL方向）3/4
- 表－5 ライナ材の引張試験結果（CS3 ヒートT方向）4/4
- 表－6 ライナ材のクリープ試験結果（CS3 ヒートL方向）
- 表－7 SM400Bのクリープ破断関係式
- 表－8 弾塑性応力－ひずみ関係式と材料特性
- 表－9 クリープひずみ関係式

図 リ ス ト

- 図－1 引張試験およびクリープ試験片寸法形状
- 図－2 ライナ材の下降伏点および0.2%耐力
- 図－3 ライナ材の下降伏点および0.2%耐力（他ヒートとの比較）
- 図－4 ライナ材の引張強さ
- 図－5 ライナ材の引張強さ（他ヒートとの比較）
- 図－6 ライナ材の破断伸び
- 図－7 ライナ材の破断伸び（他ヒートとの比較）
- 図－8 ライナ材の絞り
- 図－9 ライナ材の絞り（他ヒートの比較）
- 図－10 ライナ材の破断伸びと一様伸びの関係
- 図－11 ライナ材のクリープひずみ挙動(550℃)
- 図－12 ライナ材のクリープひずみ挙動(600℃)
- 図－13 ライナ材のクリープひずみ挙動(650℃)
- 図－14 ライナ材のクリープひずみ挙動(700℃)
- 図－15 ライナ材のクリープひずみ挙動(800℃)
- 図－16 ライナ材のクリープひずみ挙動(900℃)
- 図－17 ライナ材のクリープ破断強さ
- 図－18 ライナ材のクリープ破断伸び
- 図－19 ライナ材のクリープ破断絞り
- 図－20 縦弾性係数と温度との関係
- 図－21 弾塑性応力－ひずみ挙動における指数 m と温度の関係
- 図－22 弾塑性応力－ひずみ挙動における指数 K と温度の関係
- 図－23 ライナ材の弾塑性応力－ひずみ挙動（室温）
- 図－24 ライナ材の弾塑性応力－ひずみ挙動（100℃）
- 図－25 ライナ材の弾塑性応力－ひずみ挙動（200℃）
- 図－26 ライナ材の弾塑性応力－ひずみ挙動（300℃）
- 図－27 ライナ材の弾塑性応力－ひずみ挙動（400℃）
- 図－28 ライナ材の弾塑性応力－ひずみ挙動（500℃）

- 図-29 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (550 °C)
- 図-30 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (600 °C)
- 図-31 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (700 °C)
- 図-32 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (800 °C)
- 図-33 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (900 °C)
- 図-34 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (1000°C)
- 図-35 ライナ材の定常クリープ速度と応力の関係

A p p e n d i x

表－1 弾塑性応力－ひずみ挙動データ (CS2 L方向)

表－2 弾塑性応力－ひずみ挙動データ (CS2 T方向)

表－3 弾塑性応力－ひずみ挙動データ (CS3 L方向) 1/2

表－4 弾塑性応力－ひずみ挙動データ (CS3 L方向) 2/2

表－5 弾塑性応力－ひずみ挙動データ (CS3 T方向)

表－6 クリープひずみ挙動データ (550 °C)

表－7 クリープひずみ挙動データ (600 °C)

表－8 クリープひずみ挙動データ (650 °C)

表－9 クリープひずみ挙動データ (700 °C)

表－10 クリープひずみ挙動データ (800 °C) 1/2

表－11 クリープひずみ挙動データ (800 °C) 2/2

表－12 クリープひずみ挙動データ (900 °C) 1/3

表－13 クリープひずみ挙動データ (900 °C) 2/3

表－14 クリープひずみ挙動データ (900 °C) 3/3

写真1 ライナ材引張試験後の試験片外観写真 (CS2 ヒート)

写真2 ライナ材引張試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

写真3 ライナ材引張試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

写真4 ライナ材クリープ試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

写真5 ライナ材クリープ試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

1. 概 要

高速原型炉「もんじゅ」の二次系ライナは、ナトリウム漏えい事故時において漏えいナトリウムを貯留すると共に、ナトリウムと建屋コンクリートの直接接触による反応を防止する機能として設置されている。従来、二次系ライナの設計としては、ライナが熱膨張により変形したとしても建屋側に荷重を与えないようライナと建屋との隙間をどの程度に空けるかを算定するため、考えられる最も厳しい条件として530℃一様とし設計に反映してきた。今回の二次冷却系出口熱電対ウェル部損傷事故によるナトリウム漏えい事故において、局部的に530℃を越える部位があっても熱膨張によりライナが建屋に荷重を与えなかったことで、設計の妥当性は確認できた。しかし、ライナ局部の健全性を示すためには、ライナの溶接継手部を含む構造不連続を考慮した構造解析により最大ひずみ量を推定する必要がある。また、ナトリウム漏えいによりライナが変形を受けた場合、破損形態は一軸方向の引張側破損が予想される。その破損を防止するためには、推定された最大ひずみ量が材料特性の一つである破断伸びより小さいことを示す必要がある。

本試験は、「もんじゅ」実機ライナ相当材の母材における高温引張試験ならびにクリープ試験を行い、基本的な高温強度特性の基礎データを取得する。また、これらのデータは、溶接継手材の強度評価に資するとともにライナ基本構造の健全性評価に資することを目的とした。

2. 試験方法

2.1 供試材

供試材には、「もんじゅ」のライナと同材である溶接構造用圧延鋼材 SM400B（以下「SM400B」という。）を用いた。供試材の仕様を表－1に示す。材料ヒートは、CS2 およびCS3 の2 ヒートである。本供試材は、板厚16mmの圧延鋼板（ホットロール材）であり、焼きならし等の熱処理は行っていない。

2.2 試験片形状

引張試験およびクリープ試験に用いた試験片の寸法形状を図－1に示す。試験片は、試験片軸方向と鋼板の圧延方向が平行（以下「L 方向」という。）および直交（以下「T 方向」という。）するように採取し、機械加工によって仕上げた。試験片平行部の形状はJIS Z 2201の「金属材料引張試験片」およびJIS Z 2271の「金属材料の引張クリープ試験方法」に準拠し、直径10mm、標点間距離50mmとした。

2.3 引張およびクリープ試験方法

引張試験は、室温～1000℃の温度範囲において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FBR 金属材料試験実施要領書¹⁾に準拠して行った。引張試験機は、高温加熱装置を備えた荷重容量25ton の島津式オートグラフ型である。高温加熱装置は最高 900℃までの半割り型電気抵抗炉と超高温用（最高1500℃）の半割り型電気抵抗炉（カンタル線使用）を用いた。温度の制御精度は設定に対して±3℃である。変位負荷速度は、試験片の上下ツバ部にショルダータイプのアームを取付け、標点間変位量を計測し、制御することを基本とした。ただし、550℃以上の温度域では、変位計の計測範囲を超える延性を示したため、ひずみが1%から3%を超えた時点（降伏点以降）で、クロスヘッド間制御に切り換えた。負加速度は、始めの1%から3%までを0.3%/minとし、クロスヘッド制御の場合は7.5%/minの高速引張試験とした。

クリープ試験は、550℃～900℃の温度範囲においてJIS Z 2271の「金属材料の引張クリープ試験方法」およびFBR 金属材料試験実施要領書¹⁾に準拠して行った。試験雰囲気は大気中である。クリープ試験機は、荷重容量が3.0tonの単レバー型（テコ比 1:10）を用いた。高温加熱装置の性能およびひずみの計測法は、引張試験機と同じである。

3. 試験結果

3.1 ライナ材の引張特性

本試験において得られた引張試験の結果を表－2～表－5に示し、弾塑性応力－ひずみ挙動データをAppendixの表－1～表－5にそれぞれ示す。また、試験後の試験片外観写真をAppendixの写真1から写真3に示す。

(1) 下降伏点、0.2%耐力および引張強さ

本供試材の下降伏点、0.2%耐力を図－2に示す。図中には参考として、設計降伏点(S_y)²⁾を併せて示した。CS3 ヒートの下降伏点および0.2%耐力は、低温側(室温～400℃)においてCS2 ヒートよりも高い値を示した。また、両ヒートともL方向とT方向の下降伏点および0.2%耐力を比較した場合、有意差は認められず、圧延方向に発達しているパーライト組織の影響はないと考えられる。本供試材の下降伏点および0.2%耐力を1982年に委託試験を行った当時の引張試験結果³⁾(以下「旧ヒート」という。)および1973年に日本鉄鋼協会から報告されたSM41(現規格 SM400B)ヒートについての引張試験結果⁴⁾と比較して、図－3に示す。CS2 ヒートの下降伏点および0.2%耐力は、300～500℃で他ヒートよりも僅かに低くなる傾向を示した。一方、CS3 ヒートは他ヒートのばらつき範囲の中にあり、800℃から1000℃の温度領域では顕著な差が認められずなだらかな低下傾向を示していた。また600℃までは、熱処理(圧延まま、焼きならし)による有意な強度差は認められなかった。

同様に引張強さについて、図－4および図－5に示す。CS2 とCS3 ヒートとを比較すると、下降伏点および0.2%耐力とほぼ同様な傾向が認められた。他ヒートとの比較では、CS2 ヒートが室温付近で、やや低くなる傾向が認められた。また、CS3 ヒートは有意な差認められないが、800℃以上では、0.2%耐力の傾向と同様になだらかな低下傾向を示していた。また、試験片採取方向による有意な差はないが、低温側で圧延まま材はやや強く、熱処理による影響が若干認められた。

(2) 破断伸びおよび絞り

本供試材の破断伸びを図－6に示す。本供試材の破断伸びは、200℃で最も低く、それ以上の温度では高温側程高くなる傾向を示した。ヒート間および試験片採取方向は、800

℃においてCS-2のT 方向で伸びが小さくなるが有意な差は認められなかった。また、図-7に示すように、他ヒートとの比較では、500℃まではばらつき範囲の中にあり、750℃までは温度の依存性が認められるが、800℃で伸びは低下し、950℃及び1000℃でまた低下する傾向を示した。本供試材の絞りについて図-8および図-9に示す。800℃程度までは破断伸びとほぼ同様な傾向が認められるが、800℃以上では、絞りは概ね100%であった。また、CS3 ヒートにおける破断伸びと見かけの一樣伸びの関係を図-10に示す。図中には、真の一樣伸びを併せて示した。真一樣伸びは、図中の式に従い求めたものである。本試験の場合、550℃以上の温度領域では、クリープの影響による変形速度が引張試験速度が0.3%/minを上回ることから、試験途中ひずみ制御からクロスヘッド制御に切り換えて試験を行っているため、一樣伸びの値は参考値となる。一樣伸びは、各温度ともに概ね10%から20%の値を示しているが、700℃の真一樣伸びは6.6%と低い値を示した。

本供試材であるSM400Bは一般的な炭素鋼である。このため、温度の影響により相変態⁸⁾が起これ、その温度域で延性が変化する。特に、200～250℃近傍では青熱脆性の影響により延性が低下したものと考えられる。また、700℃から900℃の温度領域においては、相変態の影響により延性が変化しているものとする。特に、800℃領域ではフェライト相(α 相)とオーステナイト相(γ 相)の2相が共存する温度域のために、延性が低下したものと考えられる。また、900℃近傍では、オーステナイト相に変態する A_c3 点域にあり、強度の回復が見られても温度の影響で伸びの進行より絞りの進行が早くなるため、破断伸びが小さくなったものとする。ただし、900℃以上の温度域では、試験片の酸化が著しく、試験片外表面で酸化皮膜の剥離が温度域より著しいことから減肉の影響も考えられる。

3.2 ライナ材のクリープ特性

本試験において得られたクリープ試験の結果を表-6に示し、クリープひずみ挙動データをAppendixの表-6～表-14に示す。また、試験後の試験片外観写真をAppendixの写真4および写真5に示す。なお、クリープ試験には、鋼種間の差が認められないことからCS3 ヒート(L方向)を供試材として用いた。

(1) クリープひずみ挙動

本供試材のクリープひずみ曲線を図-11～図-16にそれぞれ示す。各温度における一次

クリープ領域はほとんど認められなかった。また、三次クリープ領域でのひずみ量が大きくなる傾向を示した。

(2) クリープ破断強さ

クリープ破断強さを図-17に示す。最長約3000時間までの破断データが得られた。また、図中の曲線は各温度の平均傾向を示した。クリープ破断式を表-7に示す。これらから、550℃から700℃までは温度の依存性が認められるが、800℃と900℃とでは、破断強度は逆転しており、同一応力範囲における破断時間は900℃の方が長くなる傾向を示した。これは、温度における金属組織の変化(α 相から γ 相に変態)によりクリープ破断強度の回復が顕著に現れたためと考える。このため、クリープ破断式の適用範囲は、700℃までとした。

(3) クリープ破断伸びおよび絞り

CS3 ヒートのクリープ破断伸びおよび絞りを図-18および図-19に示す。本供試材のクリープ破断伸びは、約60~130%と非常に高い値を示した。また、絞りについては、それぞれ約100%程度であり、温度や時間の依存性は認められない。なお、破断伸びおよび絞りデータのうち900℃における長時間側の試験片は、酸化が著しいためデータに供することができなかった(Appendixの写真参照)。

4. 検討

4.1 縦弾性係数

引張試験で得られた本供試材の縦弾性係数を図-20に示す。CS2 ヒートとCS3 ヒートの差異および試験片採取方向による差異は認められなかった。図中には、参考として文献データ^{3) 5-7)}を示した。本供試材の縦弾性係数は、高温側ほど文献データよりも低くなる傾向を示した。これは、クリープ変形が含まれることが一因として考えられる。しかし、900℃から1000℃となると縦弾性係数の値に違いが見られた。これは、金属組織の変化による強度の回復傾向が起因しているものと考ええる。なお、図中の曲線は、800℃までの平均傾向である。

4.2 弾塑性応力-ひずみ挙動

本試験で得られた室温から1000℃までの弾塑性応力-ひずみ曲線をLudwik型の弾塑性応力-ひずみ関係式(式-1および式-2)から求めた。係数K、指数mと温度との関係を図-21および図-22に示し、本関係式の詳細を表-8にそれぞれ示す。また、実験データと本関係式から得られた計算値との比較を図-23~図-34に示す。

$$\varepsilon = \sigma / E + (\sigma - \sigma_p / K)^{1/m} \quad (\text{式-1})$$

$$\sigma_p = \sigma_y - K (0.002)^m \quad (\text{式-2})$$

なお、室温~200℃ではリュダス帯長さを考慮するため、上記式とは異なり見かけの比例限応力 σ_p' を用いた。また、ライナ材の材料特性値を求めるため、温度を100℃単位でデータを整理し、それ以外の温度に関する特性値は求めなかった。

4.3 定常クリープ速度の定式化

クリープひずみ曲線から得られた定常クリープ速度と応力との関係を図-35に示す。図中の実線は、本試験データから得られたクリープひずみ式(式-3、式-4)から求めた平均傾向である。詳細なクリープひずみ式を表-9に示す。

$$\varepsilon_c = \varepsilon_m t \quad (\text{式-3})$$

$$\log(\varepsilon_m) = A_0 + A_1 T + A_2 \log(\sigma) \quad (\text{式-4})$$

550 °Cから700 °Cまでの結果は、高温側ほど応力に対する定常クリープ速度が速くなる一般的な傾向が認められた。しかし、応力と破断時間の関係でも示しているように800 °Cと900 °Cでは定常クリープ速度も逆転しており、クリープひずみ式における定式化ができないため、適用温度範囲を550 °Cから700 °Cまでとした。

5. まとめ

高速増殖原型炉「もんじゅ」の2系床ライナの基本構造の健全性評価に資することを目的とし、ライナ材について高温引張試験およびクリープ試験を実施し、高温強度特性を評価した。

得られた主な結果は、以下の通りである。

- (1) ライナ材について、室温～1000℃の引張試験および550℃～900℃のクリープ試験を実施し、基礎的な高温強度特性データを取得した。
- (2) ライナ材の引張強度および破断延性に及ぼす試験片採取方向ならびに熱処理の影響は認められなかった。
- (3) 800℃から1000℃における引張強度および破断延性は、A_{c3}点温度領域の影響から金属組織の変化による強度の回復ならびに延性の変化が認められた。また一様伸びは、700℃の約7.0%を除き、概ね10%から20%の範囲であった。
- (4) ライナ材のクリープひずみ挙動の評価において、550℃～900℃における一次クリープ領域はほとんど無いことがわかった。
- (5) クリープ破断強度は、700℃まで温度の依存性を示すが、800℃と900℃で強さは、金属組織変化の影響で強度が回復したため逆転した。このため、クリープ破断式の適用温度範囲を550℃から700℃までとした。
- (6) 本試験結果により、暫定的なライナ材の縦弾性係数ならびに弾塑性応力-ひずみ挙動およびクリープひずみ挙動の関係式を作成し、ライナ材の健全性評価に反映した。
- (7) 600℃以上の高温では、引張試験材およびクリープ試験材とも試料表層の酸化による剝離が著しかった。今後、負荷を支持する断面の減少を考慮した評価が必要と考えられる。

終わりに、引張試験機、クリープ試験機の運転およびデータ解析に携わって頂いた常陽産業株式会社の鈴木高一氏および黒子耕一氏ならびに基盤技術開発部 構造材料開発室の加藤 猛彦氏に感謝の意を表します。

6. 参考文献

- [1] 高速増殖炉開発本部構造材料グループ F B R金属材料実施要領書（改訂版）
：PNC N241 79-32(1980)
- [2] 電力新報社 解説 原子力設備の技術基準 通産省資源エネルギー庁編
- [3] 清川輝行他、一次収納基本構造確認試験 鋼材料の強度及び熱特性成果
書：PNC SJ222 82-03(02)(1982)
- [4] 日本鉄鋼協会 データシートシリーズ 3 高温引張試験：(1973)
- [5] 佐藤千之助他、超音波による各種構造材の高温における弾性係数の測定
：日本機械学会、Vol. 69、No. 572(1966)pp. 26 ～34.
- [6] 技術資料 金属材料の弾性係数：日本機械学会
参考文献(22) Galofalo, F, ASTM ST No. 129(1952)10
- [7] 技術資料 金属材料の弾性係数：日本機械学会
参考文献(27) Date E. H. F., J. Iron & Steel Inst., 207-7(1969)
- [8] Metal progress (Mid-June1985) , p. 106

A p p e n d i x

表-1 供試材の仕様

(1) 製品形状および化学成分等

材 質	ヒートNo. (室内管理No.)	製品形状 (mm)	化学成分 (wt. %)				熱処理
			C (規格 ; ≤0.23)	Si -	Mn 0.60 ~1.40	P ≤0.035	S ≤0.035)
SM400B	06421 (CS2)	T 16 × W 2,438 × L 9,144	0.13	0.20	0.64	0.021	0.002
SM400B	5C11620 (CS3)	T 16 × W 2,438 × L 6,096	0.15	0.20	1.07	0.018	0.001

(2) 機械的特性

材 質	ヒートNo. (室内管理No.)	引張特性			衝撃特性	
		試験温度(°C) (規格 ; 室温	0.2% 耐力(kgf/mm ²) ≥ 25	引張強さ(kgf/mm ²) 41~52	破断伸び(%) ≥ 18	試験温度(°C) 0
SM400B	06421 (CS2)	室温	27.3	42.8	63	0
SM400B	5C11620 (CS3)	室温	32.2	48.3	29	0

表-2 ライナ材の引張試験結果 (CS2ヒートL方向) 1/4

試験片採取方向: L

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 (1.0)		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)	見かけの 縦弾性係数 (kg/mm ²)	比例限 (kg/mm ²)	真の特性						
											真破断強度 (kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真破断延伸性 (%)				
ESMY01	20	26.0	42.7	38.2	72.0	A	27.2	25.3	18800	26.6	98.9	18.8	72.0				
ESMY10	100	23.7	40.5	30.1	70.0	A	24.3	23.6	17500	17.3	93.6	17.2	70.0				
ESMY09	200	---	48.4	23.2	61.2	B	---	---	---	---	93.5	---	94.7				
ESMY08	300	18.1	49.2	28.9	63.0	A	20.0	17.0	18100	14.4	91.6	14.1	63.0				
ESMY07	400	15.3	41.3	35.3	73.8	A	12.7	12.5	15300	10.9	85.1	15.0	133.9				
ESMY06	500	14.4	28.1	44.7	85.3	A			14000	7.2	76.2	11.4	191.7				
ESMY03	550	12.0	21.2	54.6	90.7	A			12300	7.1	66.8	(13.0)	237.5				
ESMY05	600	9.3	15.3	65.4	92.8	A			10300	6.3	44.1	(11.8)	263.1				
ESMY04	700	5.2	7.9	80.3	98.3	A			7900	3.9	22.9	(6.7)	407.5				
ESMY02	800	2.9	4.8	86.7	69.6	B			4500	1.8	6.3	(10.4)	119.1				

①、②については、下の記号表を参照

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	

【試験片条件】

依頼書番号 : SM400B
 素材鋼種 : 06421
 素材No. (室内) : CS2
 製造形状・寸法 : T16×W2438×L9144
 製造者名 : 日本鋼管(株)
 素材熱処理等 : なし
 試験片履歴等 : 受け入れまま
 試験片形状・寸法 : φ10, GL=50mm
 試験片採取位置・方向 : 1/2 t, L方向

【特記事項】

注1) 試験温度700および800℃での「設定ひずみ-1」は、1.0%である。
 注2) 試験温度550℃以上での真一様伸びの値は、高延伸がクロスヘッド制御で実施していることから参考値となる。

表-3 ライナ材の引張試験結果 (CS2ヒートT方向) 2/4

試驗片採取方向：T

[illegible]

①、②については、下の記号表を参照

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
2. In Stagnant Na	A B C
3. In Flowing Na	ii) 継手試験片の場合
4. In Hot Lab.	BW WH Bond HAZ
5. In Vacuum ()	

【試験片条件】

依頼書番号	:	SM400B
素材種	:	06421
鋼種No.	:	CS2
材No. (室内)	:	T16×W2
形状・寸法	:	日本鋼管(株)
製造者名	:	なし
製造者理等	:	受け入れられます
熱処理履歴等	:	φ10, GL=
試験片形状・寸法	:	1/2 t, T
試験片採取位置・方向	:	

【特記事項】

注1) 試験温度800℃での「設定ひずみ-1」は、1.0%である。

注2) 試験温度550、800℃での真一様伸びの値は、高速度がクロスヘッド制御で実施していることから参考値となる。

表-4 ライナ材の引張試験結果 (CS3ヒートL方向) 3/4

試験片採取方向: L

試験片番号	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(%)	
	0.3		3.0 (1.0)		7.5											
試験片番号	試験温度 (°C)	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	一様伸び (%)	破断伸び (%)	破断伸び (%)	絞り (%)	破断位置	上降伏点 (kg/mm ²)	下降伏点 (kg/mm ²)	見かけの 縦弾性係数 (kg/mm ²)	比例限 (kg/mm ²)	真破断強度 (kg/mm ²)	真一様伸び (%)	真の特性 真一様伸び (%)	真破断延性 (%)
ESML06	20	30.3	48.1	18.4	36.3	75.7		A	31.2	30.2	18000	30.8	122.6	16.9		75.7
ESML07	100	28.3	44.4	18.6	33.5	75.2		A	28.9	27.9	18200	28.7	113.0	17.1		75.2
ESML08	200	26.8	48.2	13.1	23.0	65.9		A	27.4	26.4	18400	25.7	103.4	12.3		65.9
ESML09	300	20.0	51.3	14.6	29.7	69.3		A	21.9	20.0	18200	19.6	105.8	13.6		69.3
ESML11	400	19.0	44.6	14.9	37.3	81.1		A	15.5	15.1	12900	13.9	108.3	13.9		81.1
ESML12	500	16.6	31.6	10.9	44.2	88.3		A			14500	9.0	93.5	10.3		214.6
ESML02	550	13.8	23.4	(12.8)	55.6	96.5		A			12500	7.5	78.6	(12.0)		335.2
ESML03	600	10.6	17.3	(11.0)	62.6	93.1		A			13100	5.8	53.8	(10.4)		267.4
ESML04	700	5.2	8.5	(6.8)	85.1	98.5		A			6800	3.3	20.6	(6.6)		420.0
ESML28	750	3.7	6.6	(10.7)	93.1	95.1		A			6600	2.1	16.2	(10.2)		301.6
ESML05	800	3.3	6.1	(15.9)	85.8	87.3		B			5000	1.6	14.2	(14.8)		206.4
ESML23	840	3.1	6.8	(17.6)	92.0	99.7		A			5200	1.8	58.3	(16.2)		580.9
ESML24	880	2.6	5.7	(16.2)	87.8	99.8		A			5800	1.7	37.1	(15.0)		621.5
ESML15	900	2.5	5.2	(15.1)	91.1	99.8		A			5500	1.5	9.8	(14.1)		621.5
ESML20	900	2.4	5.2	(15.0)	82.6	99.7		A			5000	1.5	11.2	(14.0)		580.9
ESML25	950	2.1	4.3	(13.0)	81.1	99.7		A			4900	1.2	19.6	(12.2)		580.9
ESML26	1000	1.5	3.6	(13.8)	68.9	99.9		A			4700	0.9	24.1	(12.9)		690.8

注、②については、下の記号表を参照

①試験雰囲気	②破断位置
1. In Air 2. In Stagnant Na 3. In Flowing Na 4. In Hot Lab. 5. In Vacuum	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

【試験片条件】

依頼書番号: SM400B
素材種別: SCJ1620
素材ヒートNo.: CS3
製材No. (室内): T16×W2438×L6096
製造者名: 住友金属工業(株)
試験片形状・寸法: 無し
試験片処理: 受け入れまま
試験片形状・寸法: φ10, G L = 50mm
試験片採取位置・方向: 1/2 t, L 方向

【特記事項】

注1) 試験温度 700~1000℃での「設定ひずみ-1」は、1.0%である。

注2) 試験温度 550℃以上での一様伸びおよび真一様伸びの値は、高速度がクロスマット制御で実施されていることから、参考値となる。

表-6 ライナ材のクリープ試験結果 (CS3ヒートI方向)

F1:クリープ(1/2)

(1)試験雰囲気		1														
試験片番号	試験温度 (℃)	設定応力 (kg/mm ²)	破断時間 (hr)	破断伸び (%)	絞　　り (%)	破断位置 ②	定常 クリープ 速度(%/hr)	負荷完了時 までの時間 (min)	負荷完了時 歪み　(%)	一次クリープ		二次クリープ		三次クリープ		試験 中断 回数
										歪み　(%)	開始時間(hr)	開始時間(hr)	歪み　(%)	開始時間(hr)	歪み　(%)	
FSML01	550	14.0	4.7	59.3	89.8	B	4.41×10 ⁻⁶	4.15	0.611	0.585	0.35	7.086	1.56	51.047	0	
FSML06	550	7.0	307.4	66.0	91.9	B	5.36×10 ⁻²	1.48	0.030	0.071	2.20	3.467	60.90	62.452	0	
FSML13	550	4.7	3195.1	96.1	91.3	A	5.29×10 ⁻³	3.87	0.028	0.125	41.70	3.083	545.00	92.881	0	
FSML02	600	10.0	2.7	60.7	94.0	B	3.92×10 ⁻⁶	2.30	0.296	0.263	0.05	1.130	0.24	59.023	1	
FSML08 ^{*)}	600	5.0	107.0	-	-	NOTR	1.05×10 ⁻¹	1.58	0.039	0.071	2.00	2.191	19.00	-	中断停止	
FSML07	600	3.3	565.8	56.0	97.0	B	1.62×10 ⁻²	1.70	0.010	0.067	10.70	2.432	137.80	53.476	0	
FSML03	650	7.5	1.2	96.3	96.2	B	1.94×10 ⁻¹	3.13	0.532	0.029	0.02	6.075	0.30	89.697	0	
FSML10	650	3.7	38.2	92.4	97.1	B	3.48×10 ⁻¹	1.92	0.049	0.020	0.10	2.441	6.43	89.907	1	
FSML09	650	2.5	231.4	85.2	98.0	A	4.38×10 ⁻²	1.72	0.019	0.066	5.00	1.983	40.70	83.103	0	
FSML04	700	5.0	0.7	92.9	97.9	A	3.22×10 ⁻¹	2.53	0.464	0.128	0.04	7.500	0.23	84.828	0	
FSML12	700	2.5	20.6	130.2	98.6	A	6.91×10 ⁻¹	2.17	0.039	0.058	0.599	3.508	4.78	126.633	1	
FSML11	700	1.7	115.6	71.2	98.7	A	1.08×10 ⁻¹	10.60	0.020	0.148	3.00	3.589	31.40	67.483	1	
FSML20	800	3.3	0.7	77.1	87.1	A	4.00×10 ⁻¹	3.03	1.251	0.349	0.05	9.567	0.23	65.949	0	
FSML14	800	1.6	17.7	60.7	84.2	B	8.77×10 ⁻¹	1.37	0.054	0.113	0.29	3.858	4.16	56.645	1	
FSML15	800	0.9	83.1	44.5	94.4	B	1.81×10 ⁻¹	1.20	0.015	0.105	3.40	4.061	21.30	40.297	0	
FSML16	800	0.65	343.8	47.7	97.7	B	8.05×10 ⁻²	1.25	0.000	1.768	108.70	13.977	171.10	31.979	0	
ESML21	900	2.5	7.6	36.0	88.1	A	2.25×10 ⁻⁶	2.40	0.674	2.797	1.90	9.145	4.00	23.427	0	
FSML17 ^{*)}	900	1.2	227.4	28.0	-	A	6.33×10 ⁻²	1.98	0.025	0.883	35.70	7.051	108.20	20.054	0	
FSML18 ^{*)}	900	0.8	620.5	-	-	B	2.11×10 ⁻²	1.27	0.010	0.405	87.30	9.059	419.90	-	0	
FSML19 ^{*)}	900	0.5	1871.3	-	-	B	6.16×10 ⁻³	1.03	0.011	0.735	494.70	8.603	1364.00	-	0	

(1)、(2)については、下の記号表を参照して御記入下さい。

(1)試験雰囲気	(2)破断位置
1. In Air 2. In Stagnant Na 3. In Flowing Na 4. In Hot Lab. 5. In Vacuum 6. In He	1)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 IIAZ

【試験条件】

依頼書番号 : 96-100G
素材鋼種 : SM400B
素材ヒートNo. : 5C11620
素材No. (室内) : CS3
製造形状・寸法 : 16t × 2438W × 6096L
製造社名 : 住友金属
素材熱履歴 : 受け入れまま
試験片履歴等 : φ10 × 50φ
試験片形状・寸法 : 1/2 t, L方向
試験片採取位置・方向 : 20本
試験片本数 (予備)

【特記事項】

*1) 試験機の最大ストロークまで伸びたため
試験を中断終了とした。
*2) 破断が長時間側になる程、試験片の酸化が
著しかったため破断延性を求めることができ
なかった。

表－ 7 SM400Bのクリープ破断関係式

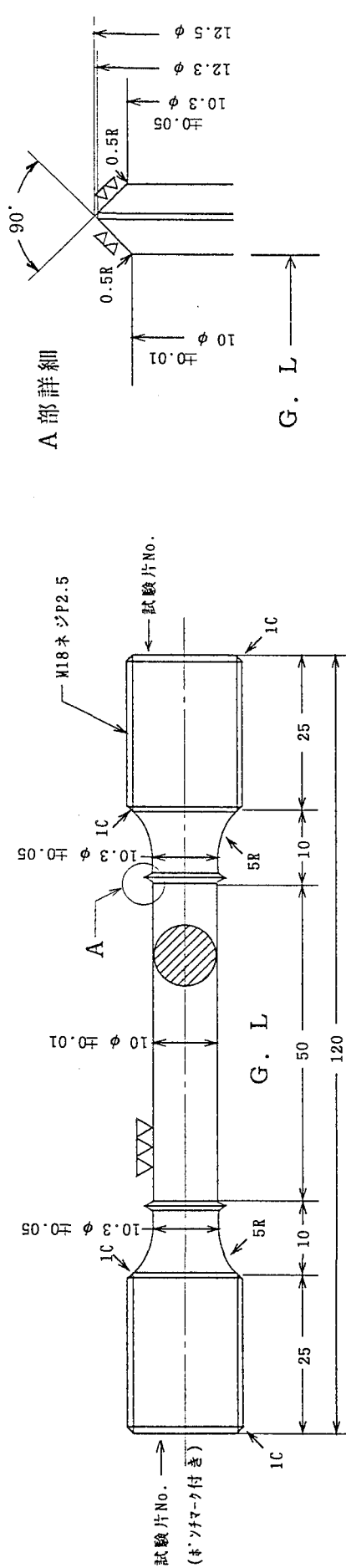
$\begin{aligned} & (T+273.15) \{ \log_{10} (\alpha_R t_R) + C \} \\ & = A_0 + A_1 \log_{10} + A_2 (\log_{10} \sigma)^2 \end{aligned}$	
[使用単位] T : 温度 (°C) σ : 応力 (kg/mm²) $2 \leq \sigma$ t_R : 破断時間 (h r)	
[適用限界] 温度 : 550 °C ≤ T ≤ 700 °C	
[係 数] C : 18.503148 A₀ : 20926.565 A₁ : - 4053.1406 A₂ : - 352.68764	

表－８ 弾塑性応力－ひずみ関係式と材料特性

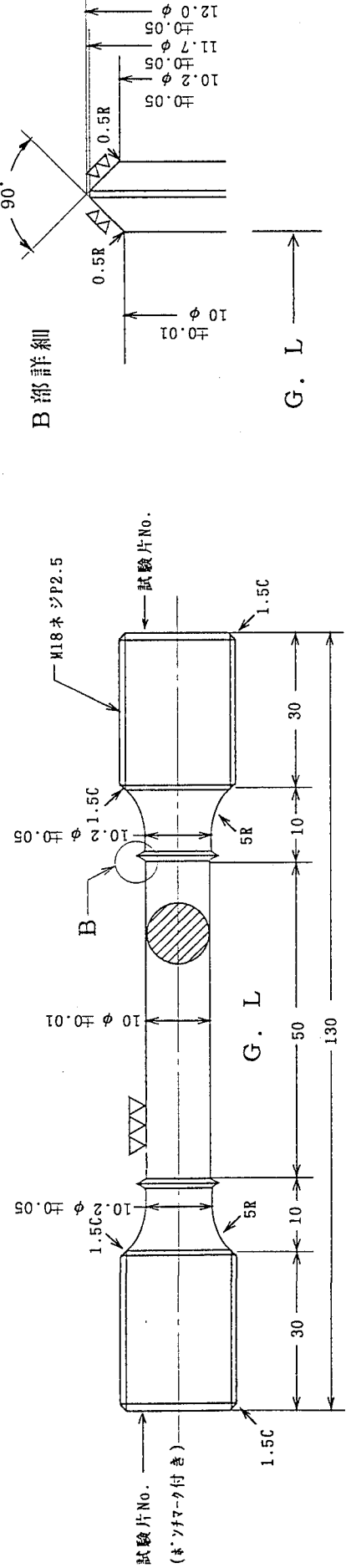
(1) $\sigma \leq \sigma_p$ のとき $\varepsilon_e = \sigma/E$ $\varepsilon_p = 0$ (2) $\sigma > \sigma_p$ のとき $\varepsilon_e = \sigma/E$ $\varepsilon_p = \{ (\sigma - \sigma_p)/K \}^{1/m}$												
[使用単位] ε_e (mm/mm), ε_p (mm/mm), σ (kg/mm²)												
[適用限界] 最大ひずみ : $(\varepsilon_e + \varepsilon_p)_{\max} \leq 0.03$ (mm/mm) 但し、リュ－ダス帯が生じる室温～200℃については、0.01 (mm/mm) 以下を適用外とする。 温度 : 室温 $\leq T \leq 1000^\circ\text{C}$												
[材料特性] E (kg/mm²) : $-5.58193 \times 10^{-6} T^3 - 1.76854 \times 10^{-2} T^2 + 1.02101 \times 10^{-2} T + 1.87129 \times 10^4$ σ_p (kg/mm²) : $\sigma_y - K(2.0 \times 10^{-3})^m$ σ_y (kg/mm²) : 下表参照 K (kg/mm²) : 下表参照 m : 下表参照												
T	RT	100	200	300	400	500	550	600	700	800	900	1000
σ_y	28.0* ¹	25.8* ¹	25.1* ¹	16.7	15.8	14.1	12.4	9.6	5.1	3.0	2.4	1.4
K	111.4	99.2	157.8*	342.3	163.9	47.2	20.9	11.4	3.0	2.7	2.8	2.2
m	0.410	0.358	0.408	0.781	0.567	0.297	0.198	0.124	0.097	0.087	0.160	0.201
σ_p'	7.85* ²	6.25* ²	4.25* ²									
*1 下降伏点の値 *2 室温～200℃ではリュ－ダス帯長さを考慮するため、上記式とは異なり、見かけの比例限応力 σ_p' を用いている。 *3 E, σ_y, K, m, σ_p' は、2 ヒート (CS2, CS3) の真応力－真ひずみ関係に基づいており、また、方向性 (圧延方向およびその直交方向) の違いに係わらない。												

表－9 クリープひずみ関係式

$\varepsilon_c = \varepsilon_m t$ $\log(\varepsilon_m) = A_0 + A_1 T + A_2 \log(\sigma)$	
[使用単位] ε_c (mm/mm), ε_m (mm/mm), t (hr), σ (kg/mm²)	
[適用限界] 温度 : 500 °C ≤ T ≤ 700 °C	
[係 数] A_0 : -2.09407×10^1 A_1 : 2.37090×10^{-2} A_2 : 5.49815	

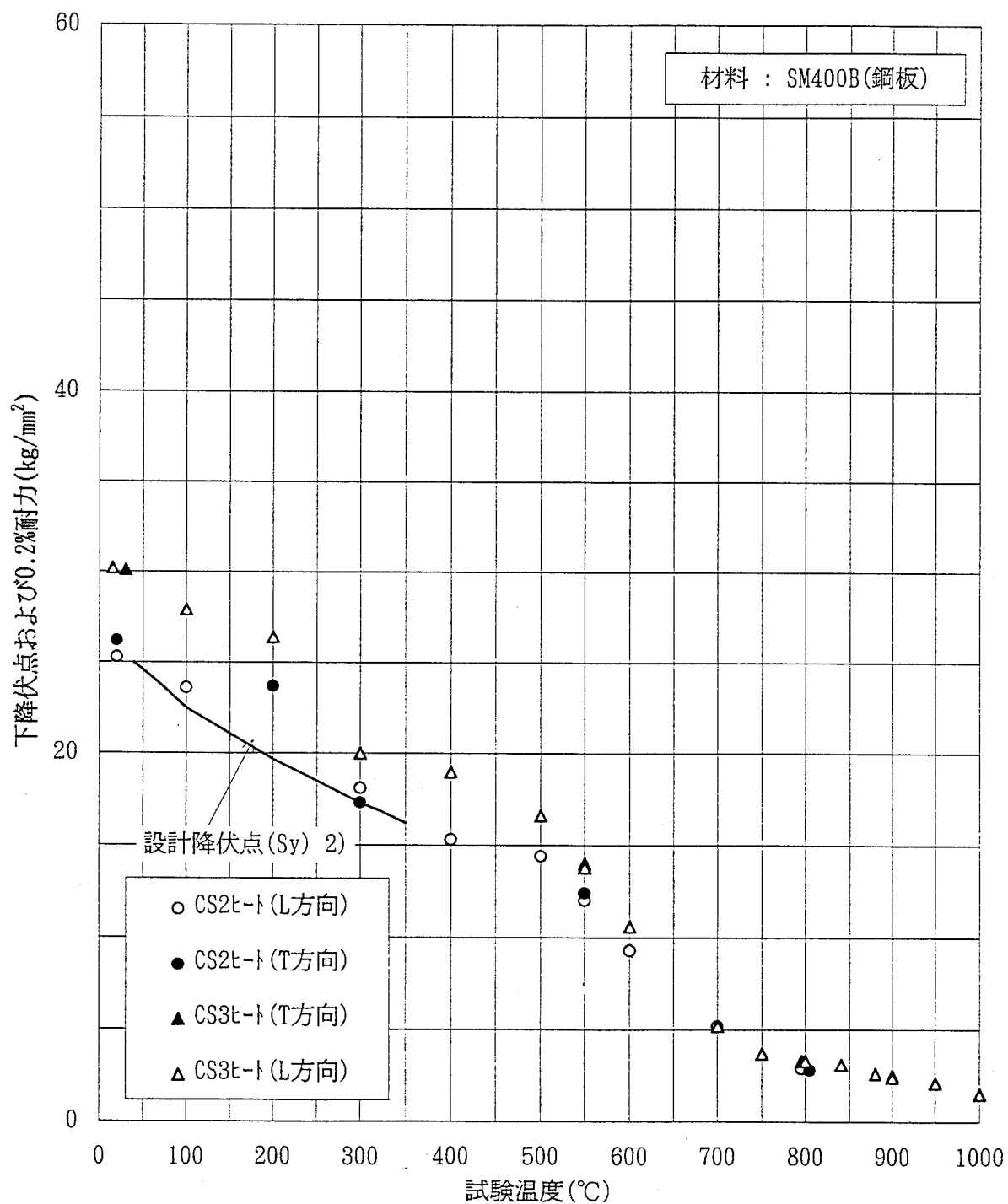


引張試験片

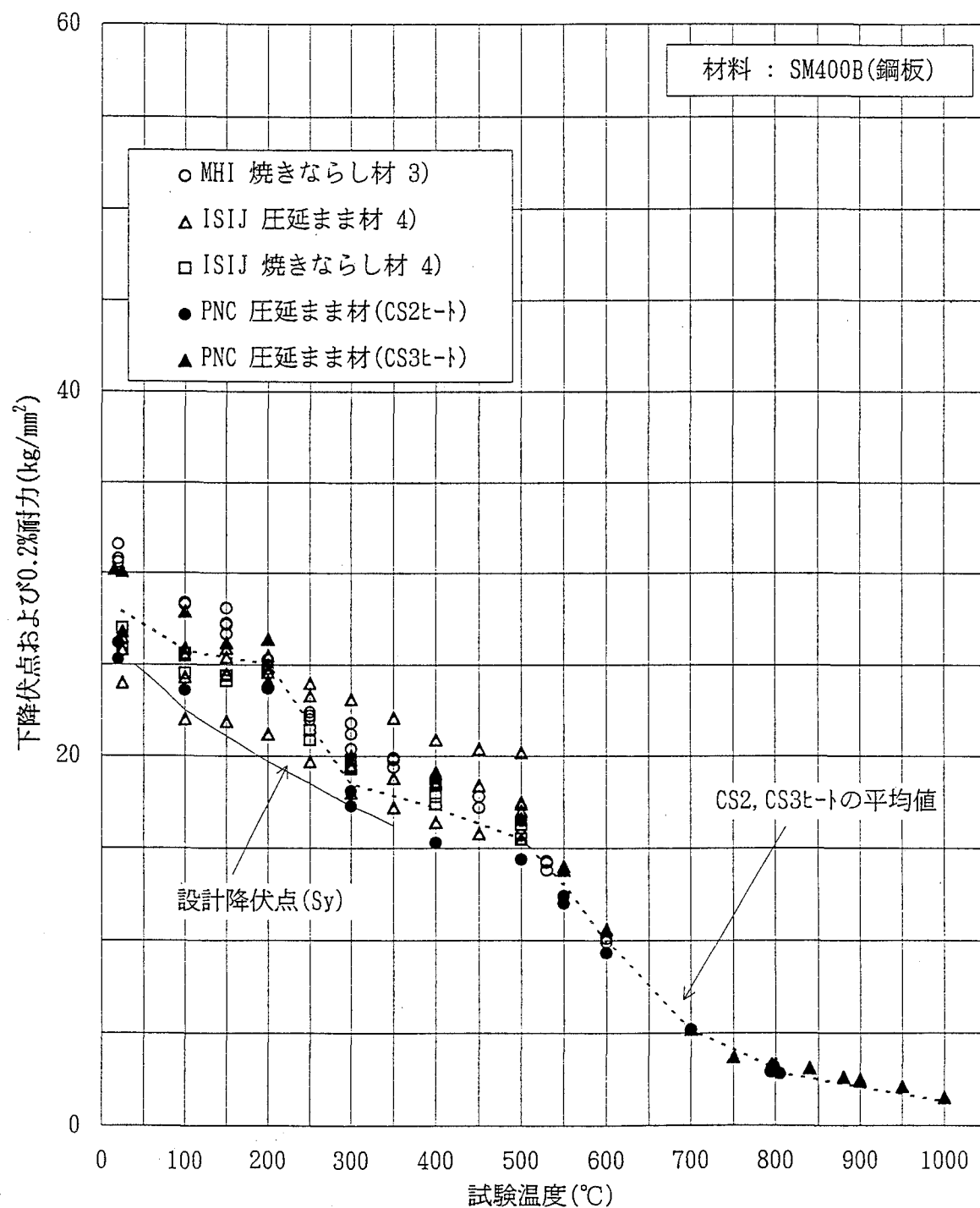


クリープ試験片

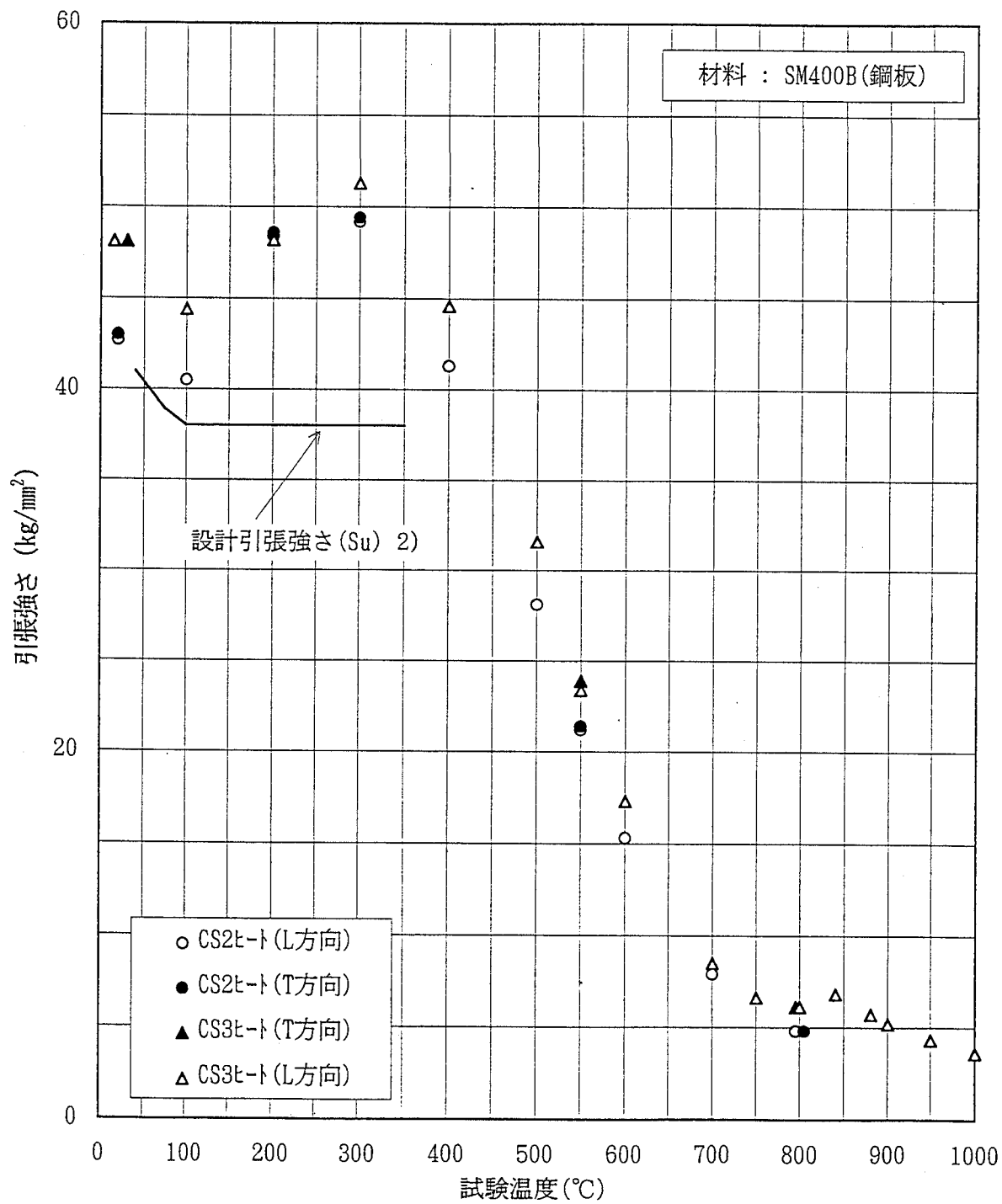
図-1 引張試験およびクリープ試験片寸法形状



図－２ ライナ材の下降伏点および0.2%耐力



図－3 ライナ材の下降伏点および0.2%耐力（他ヒートとの比較）



図－４ ライナ材の引張強さ

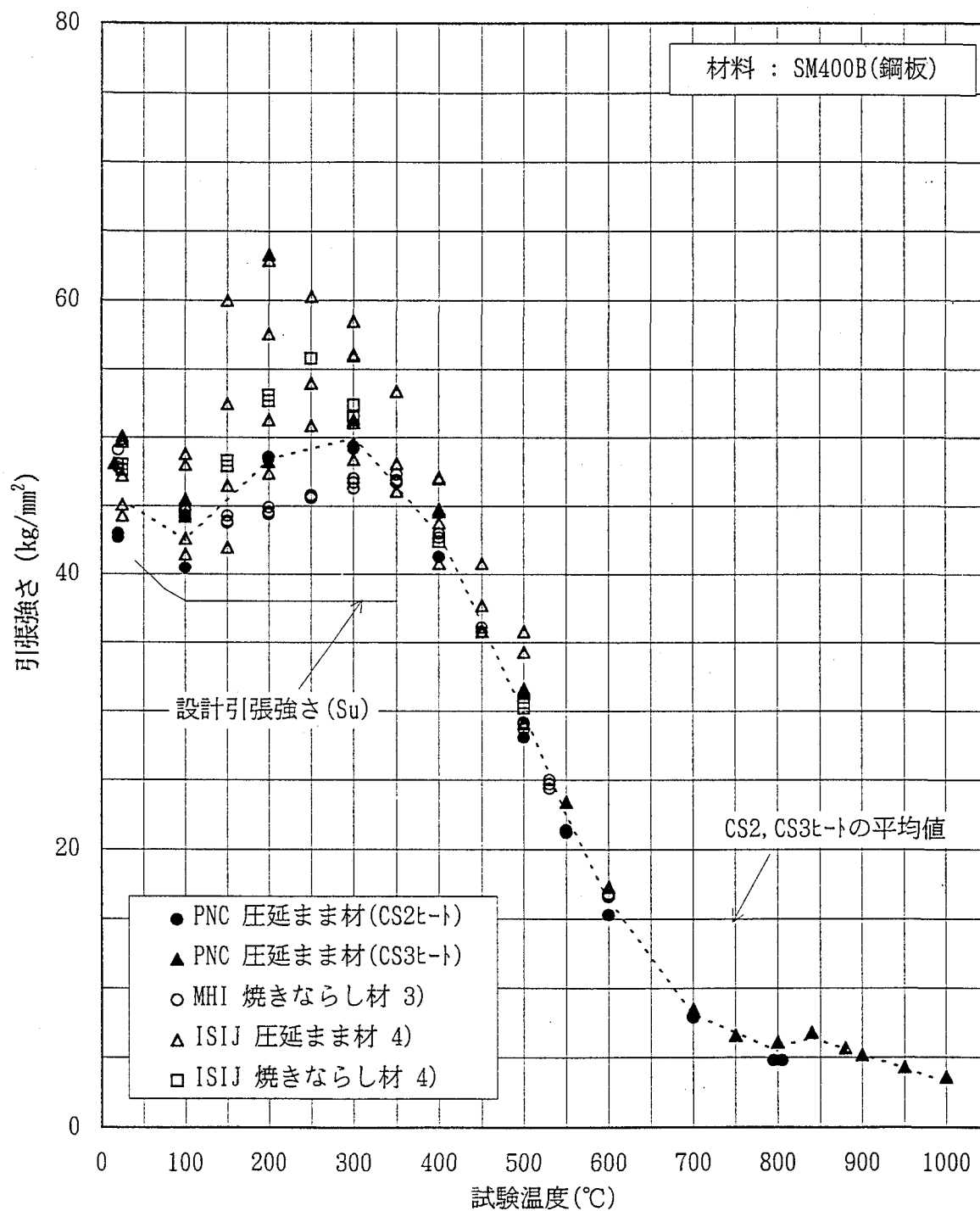


図-5 ライナ材の引張強さ (他ヒートとの比較)

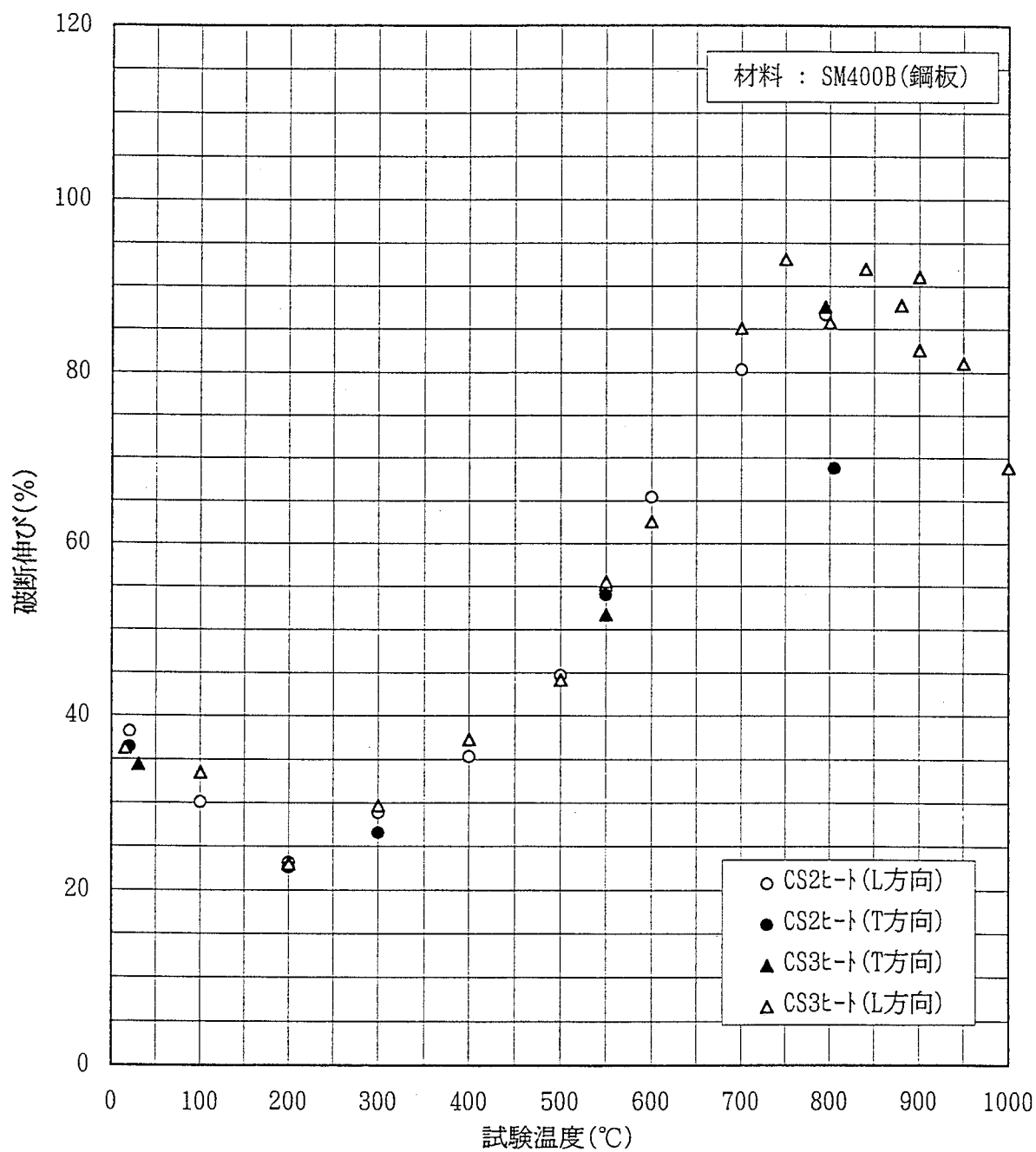


図-6 ライナ材の破断伸び

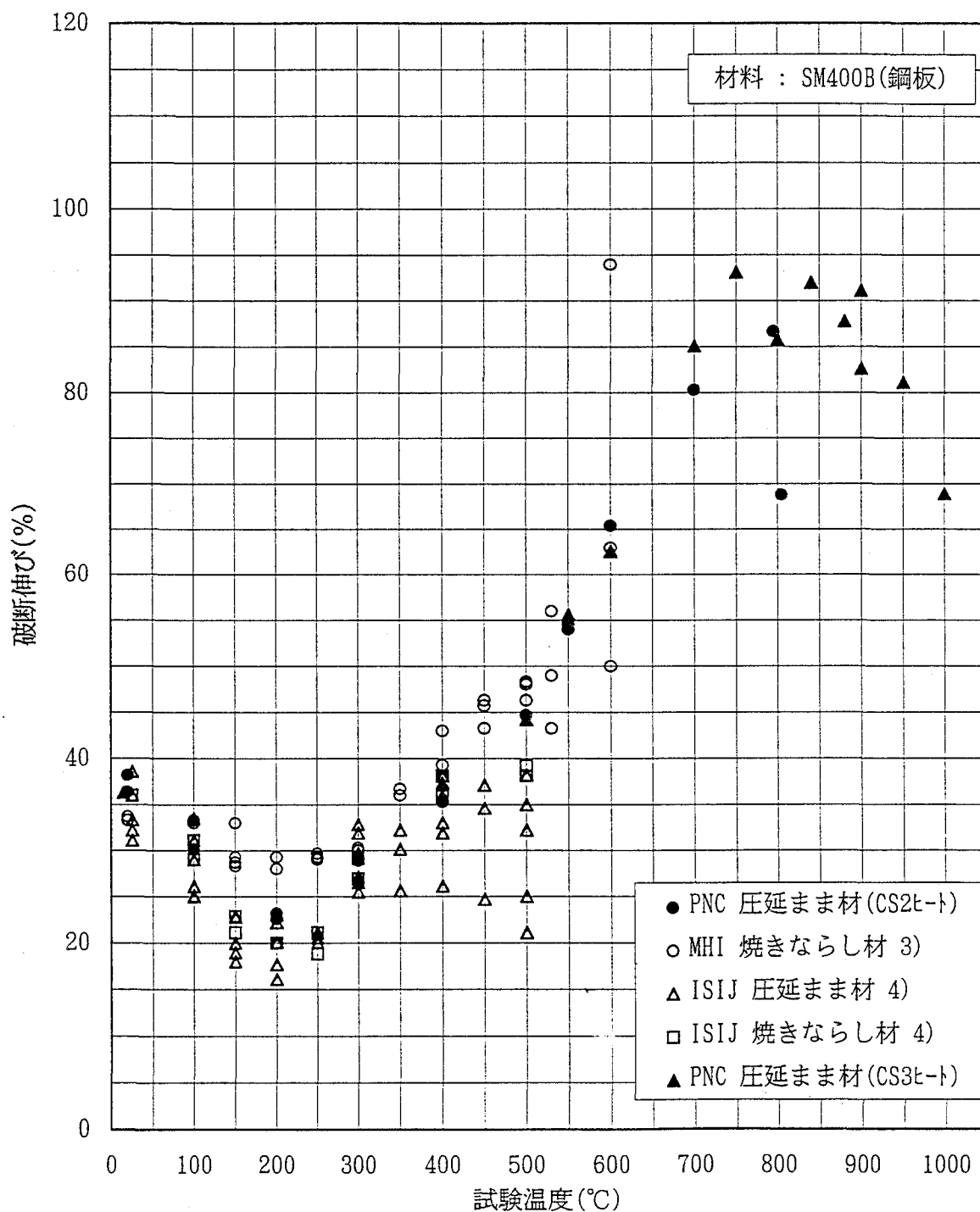
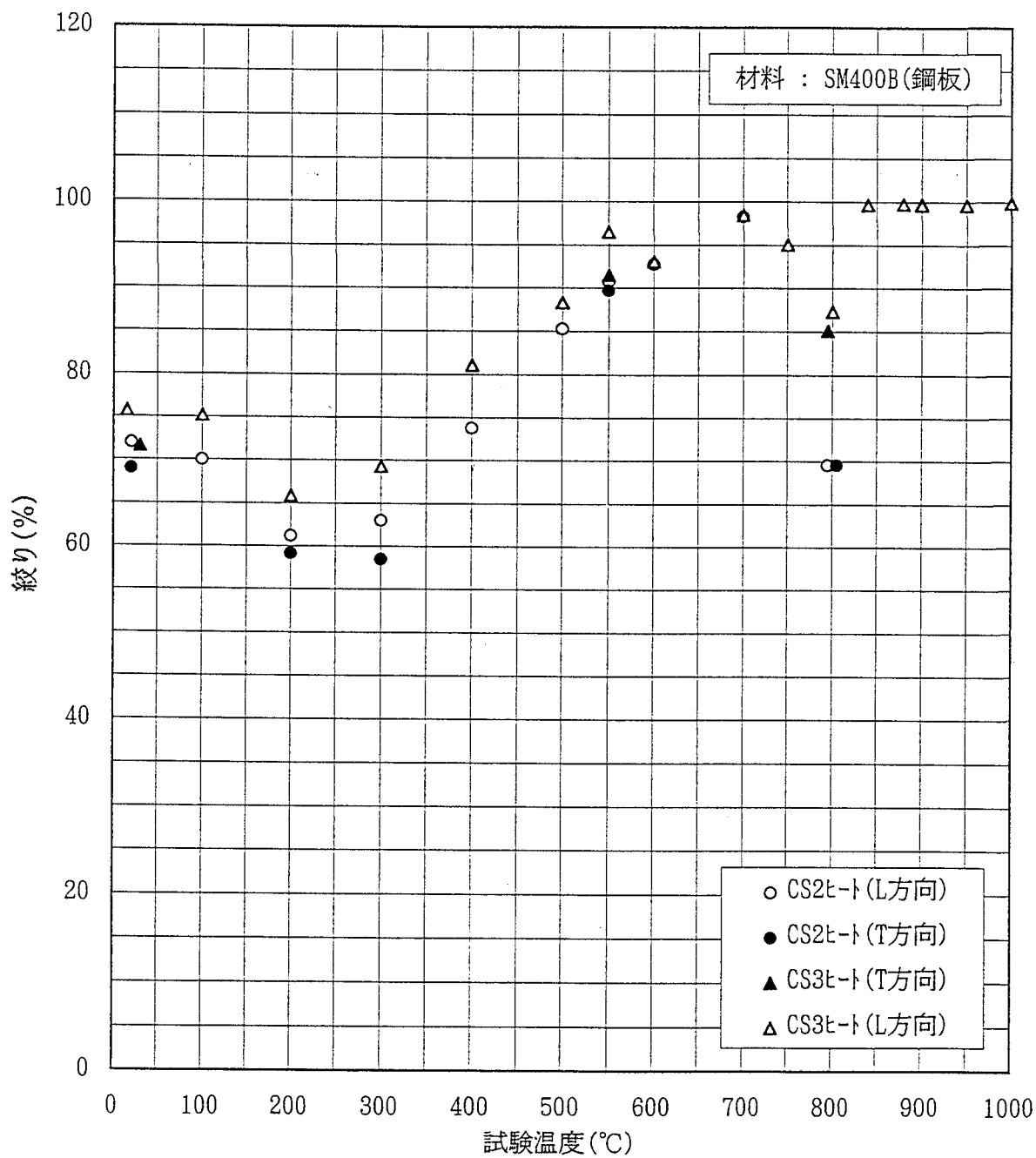


図-7 ライナ材の破断伸び (他ヒートとの比較)



図－８ ライナ材の絞り

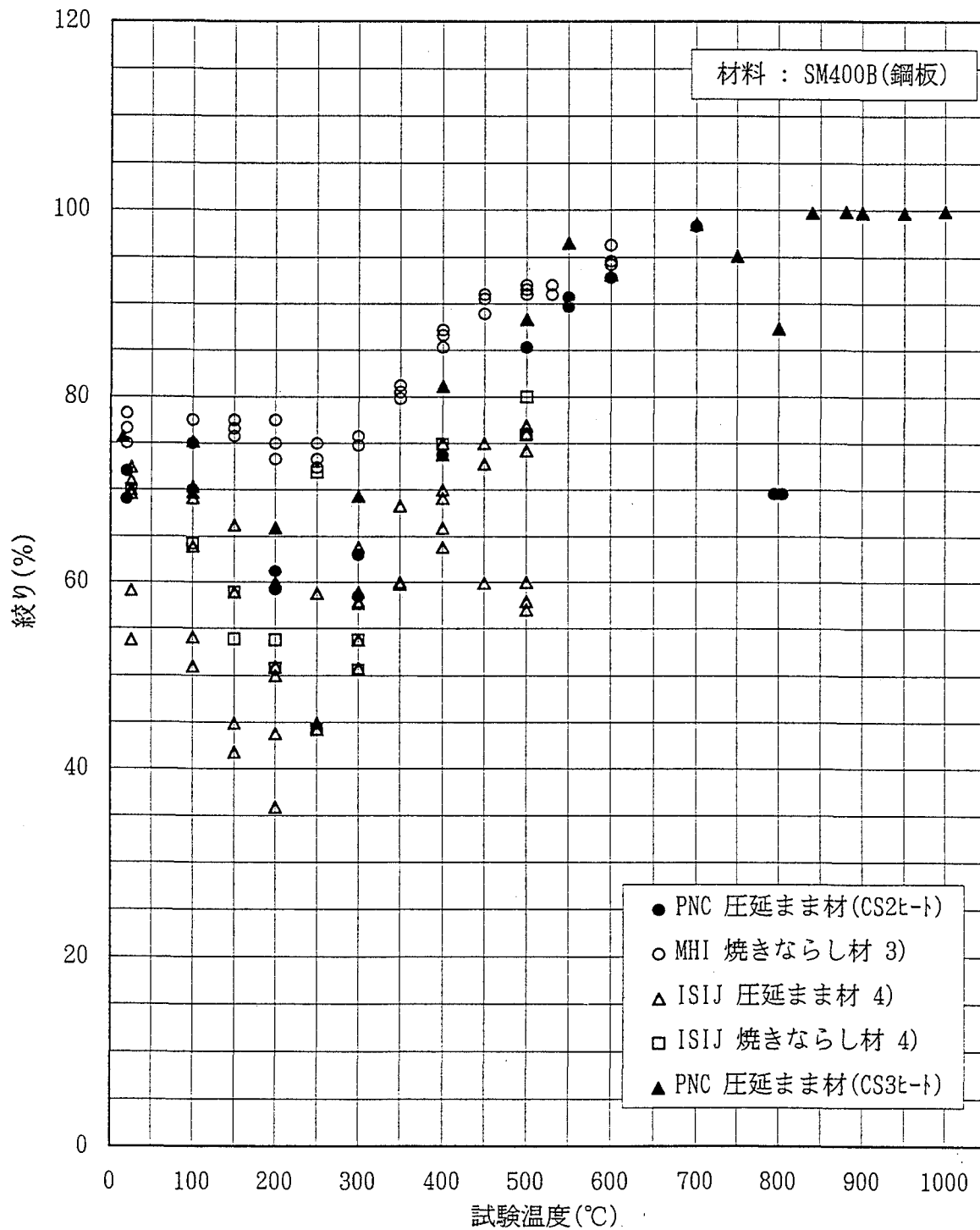


図-9 ライナ材の絞り (他ヒートの比較)

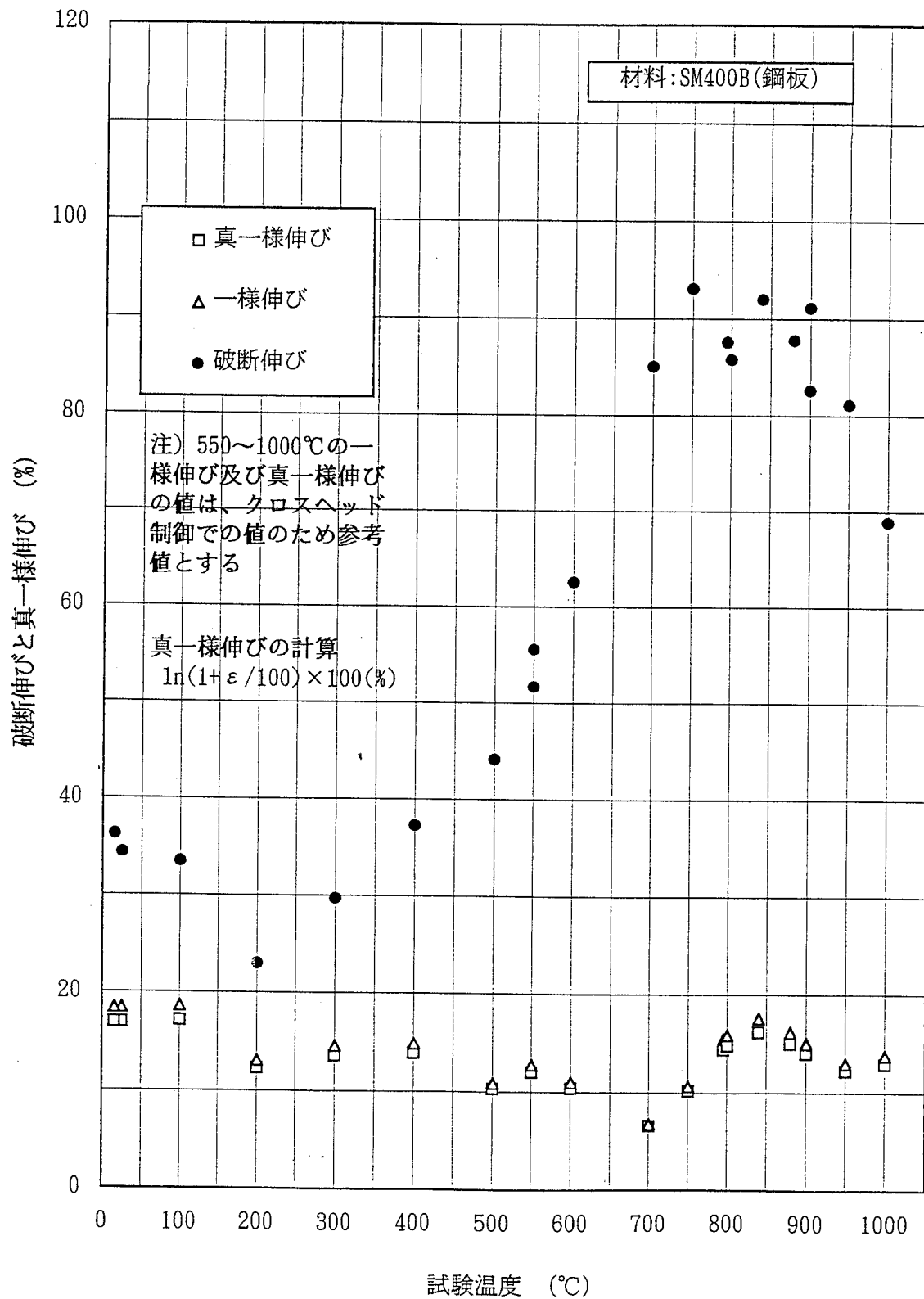


図-10 ライナ材の破断伸びと一様伸びの関係

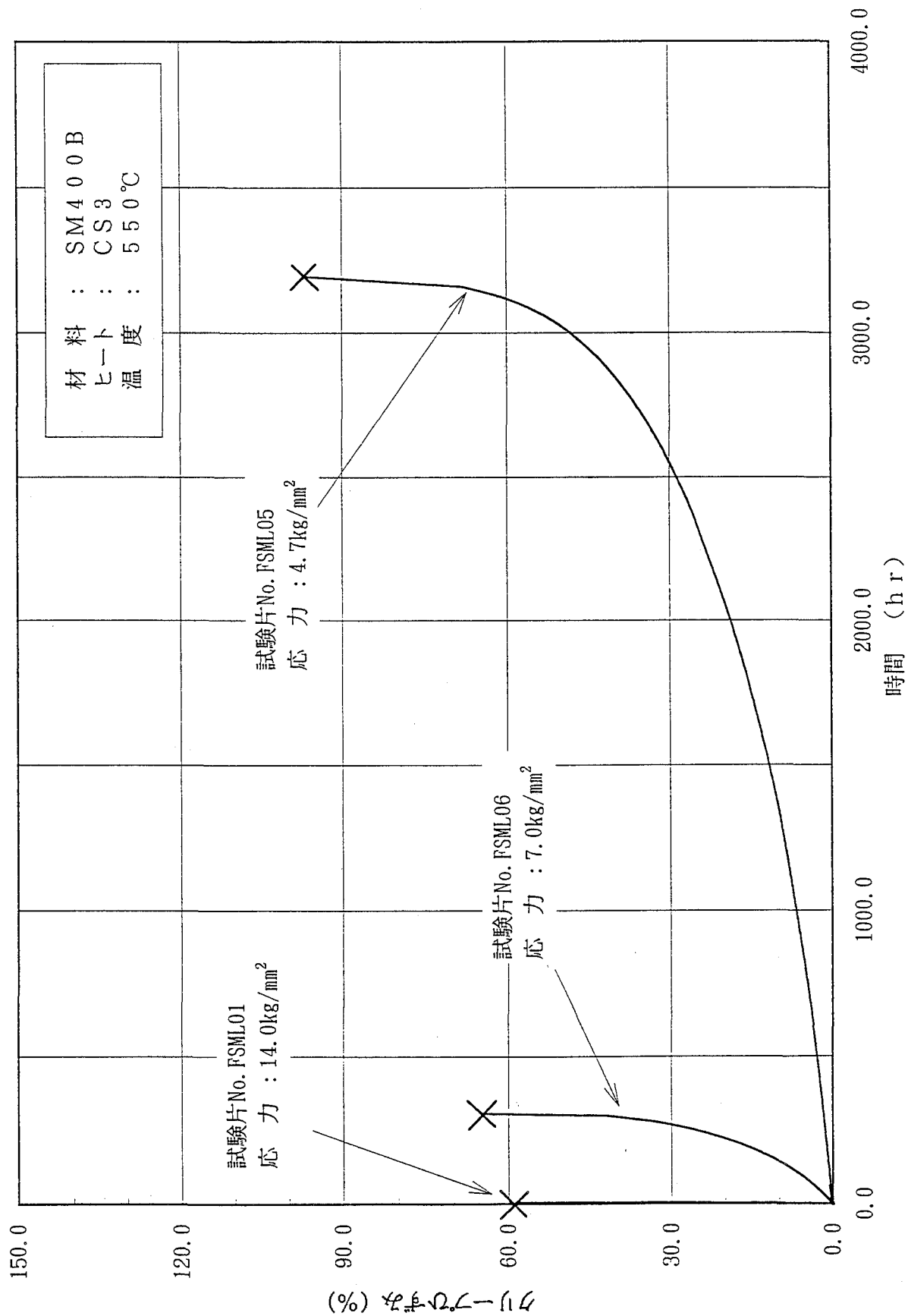


図-11 ライナ材のクリープひずみ挙動 (550°C)

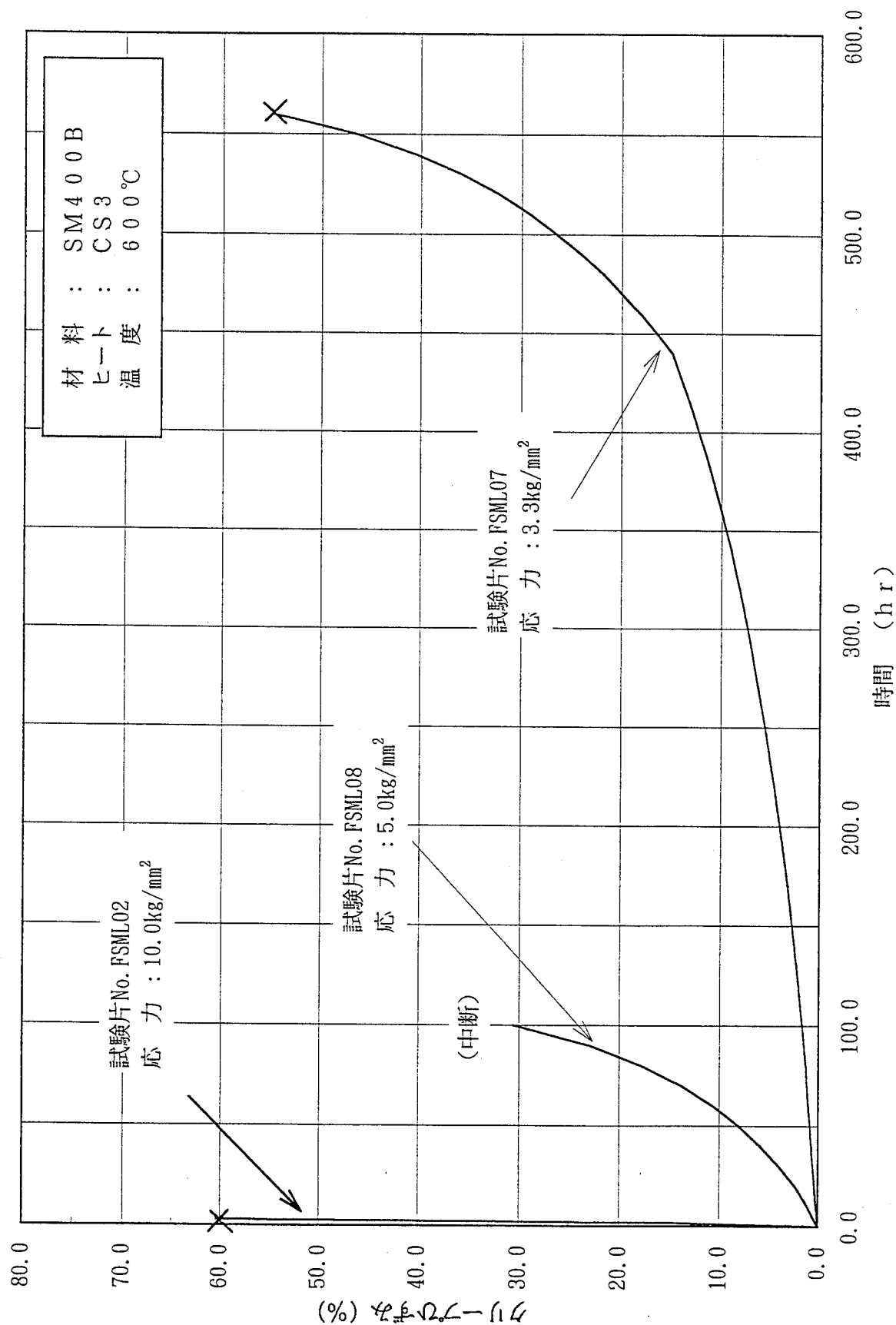


図-12 ライナ材のクリープひずみ挙動 (600°C)

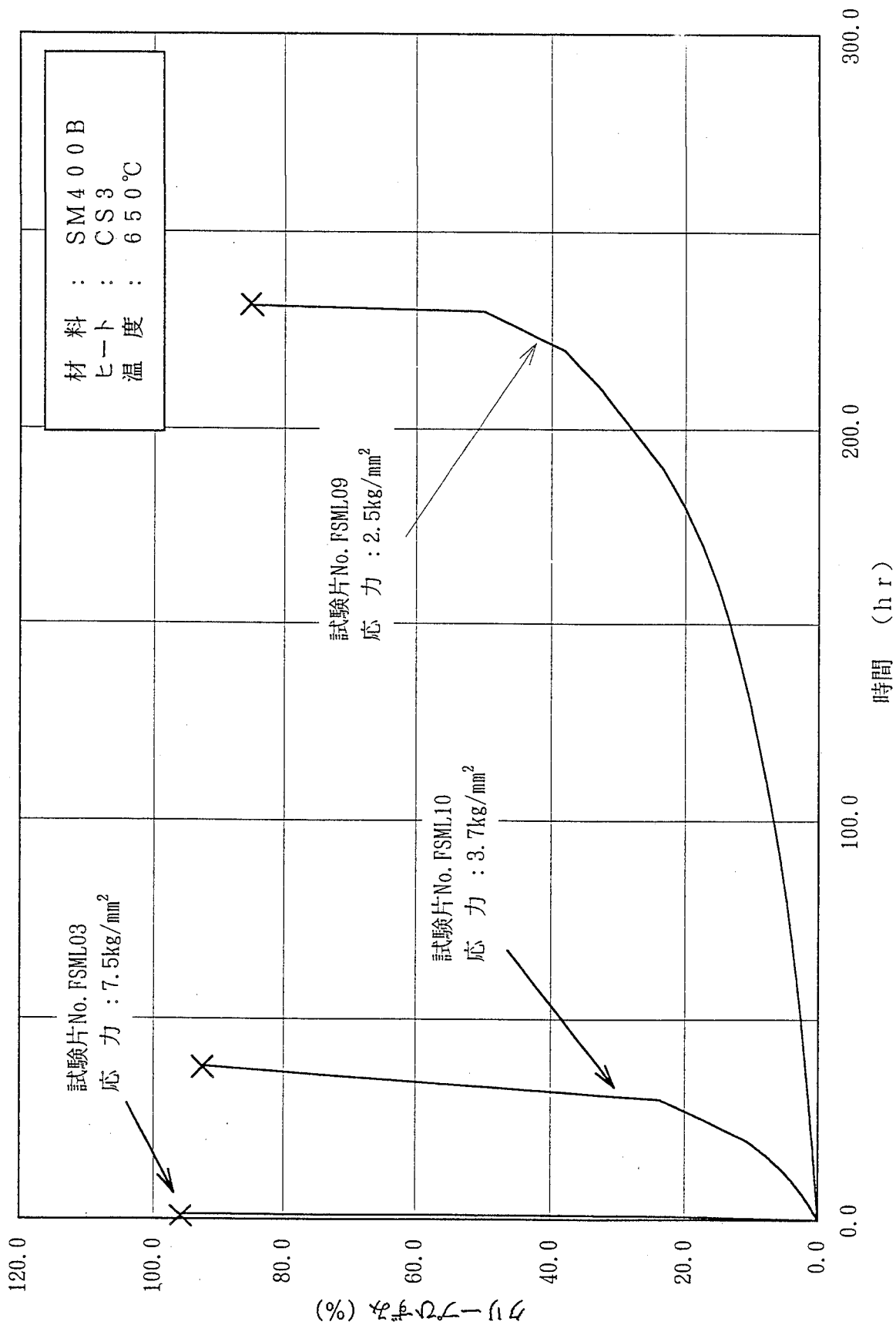


図-13 ライナ材のクリープひずみ挙動 (650°C)

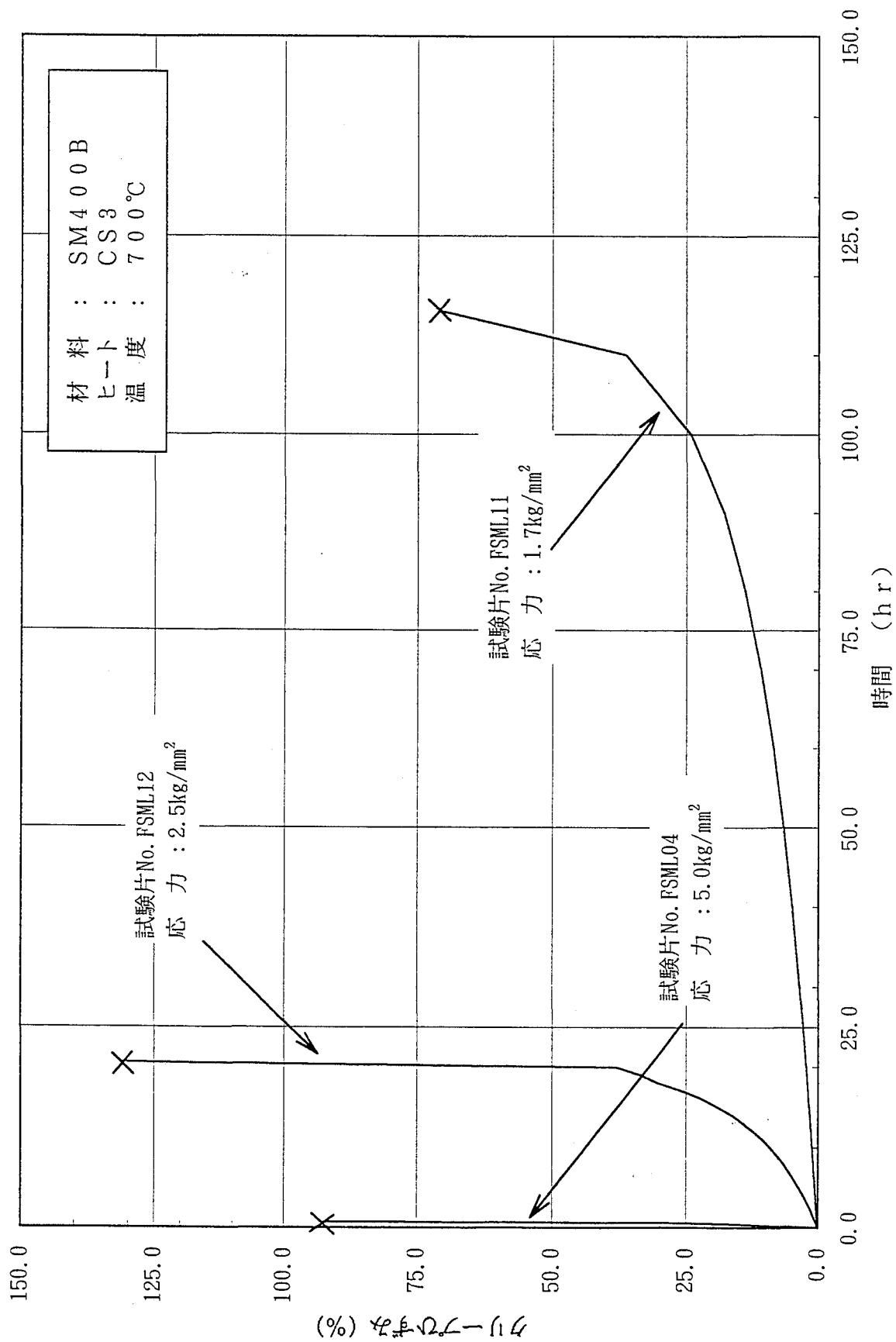


図-14 ライナ材のクリープひずみ挙動 (700°C)

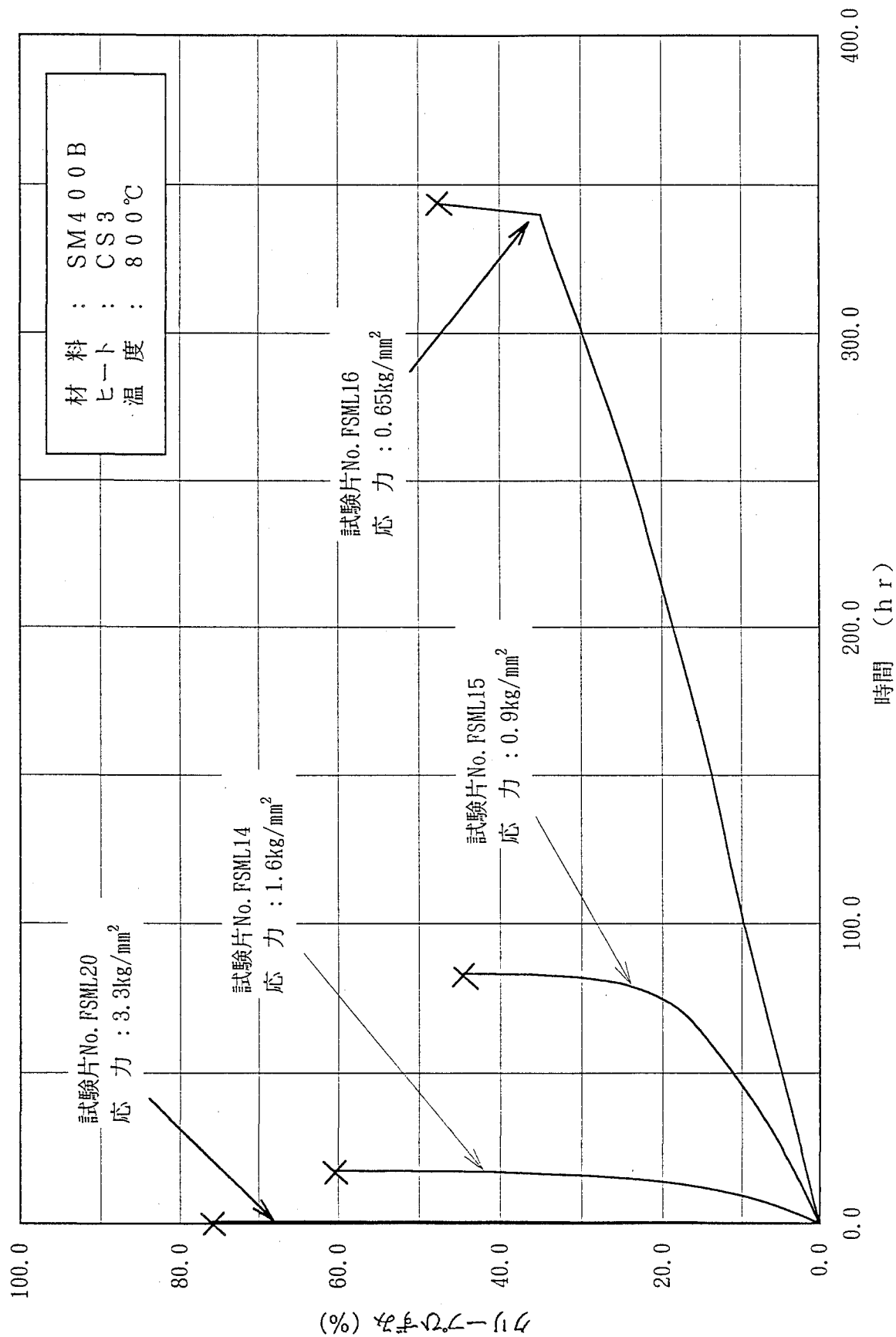


図-15 ライナ材のクリープひずみ挙動 (800°C)

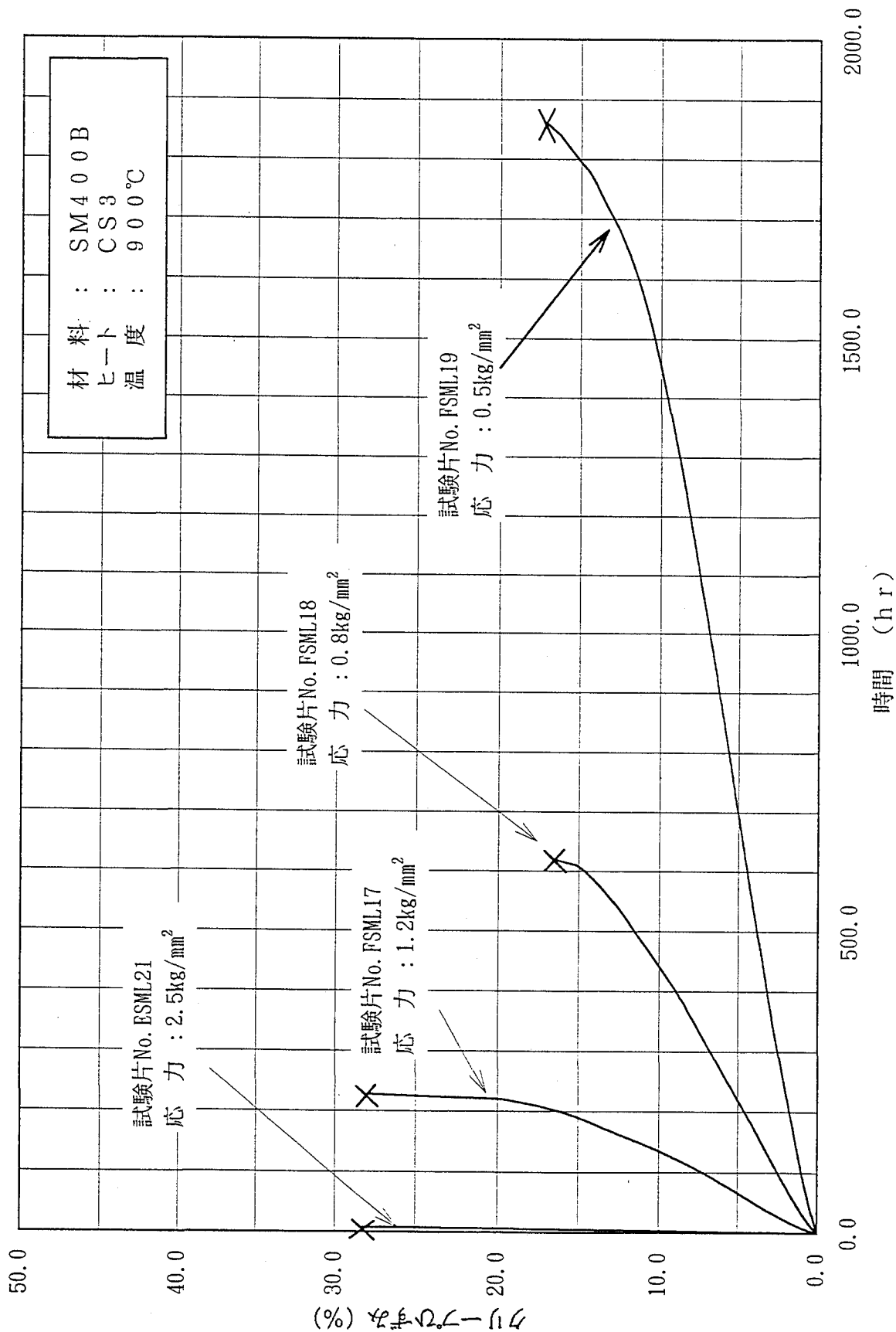


図-16 ライナ材のクリープひずみ挙動 (900°C)

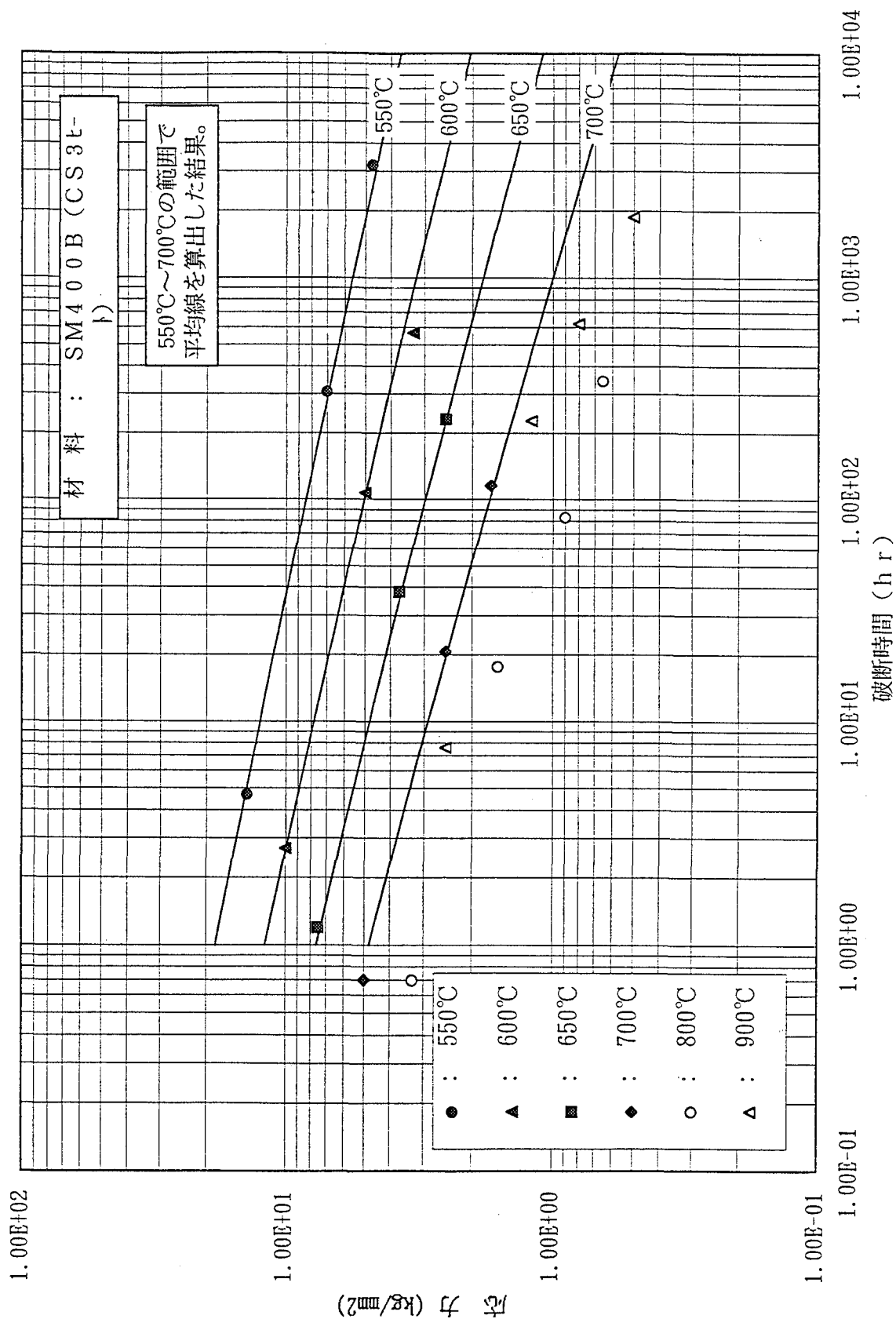


図-17 ライナ材のクリープ破断強さ

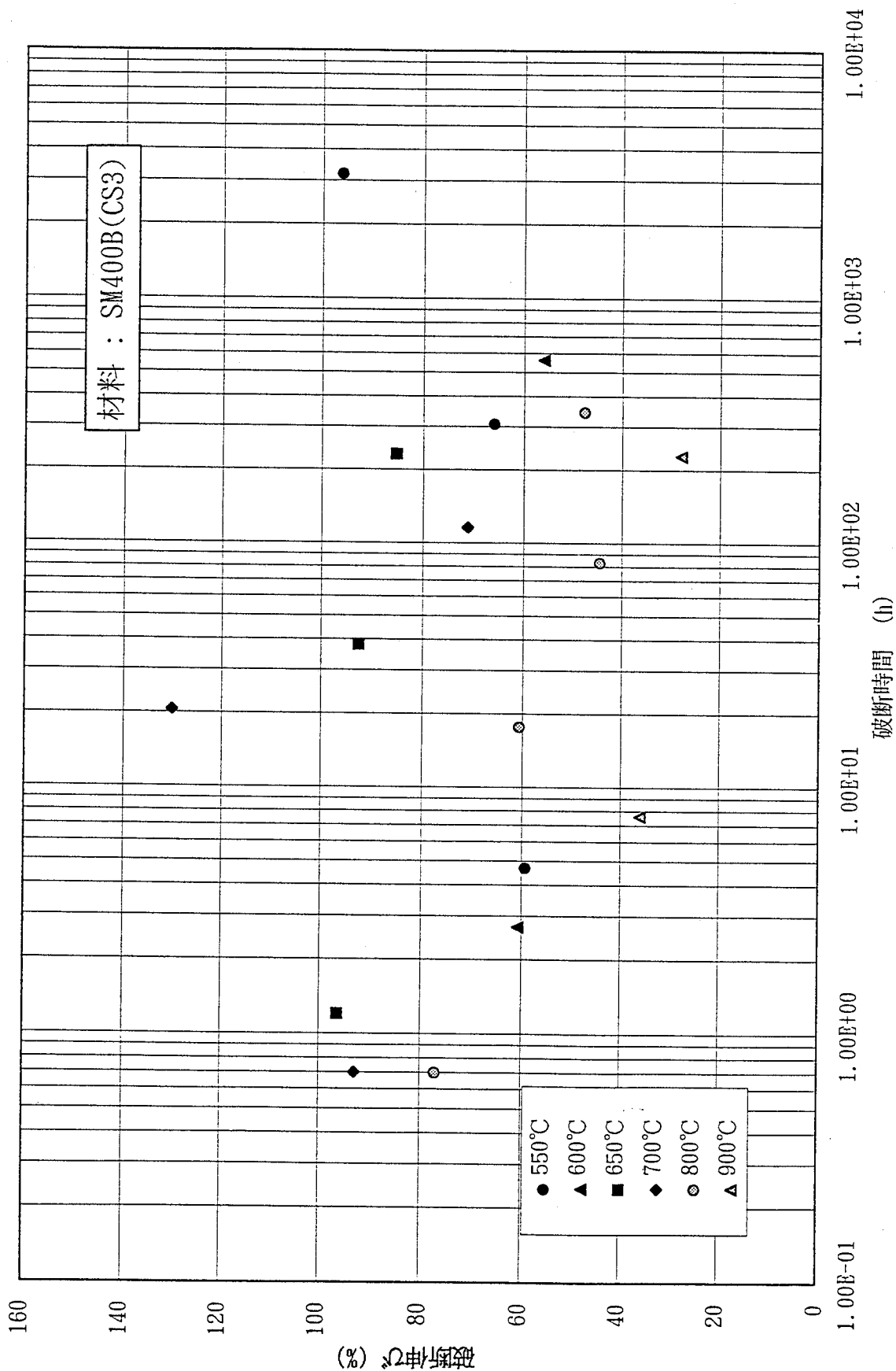


図-18 ライナ材のクリープ破断伸び

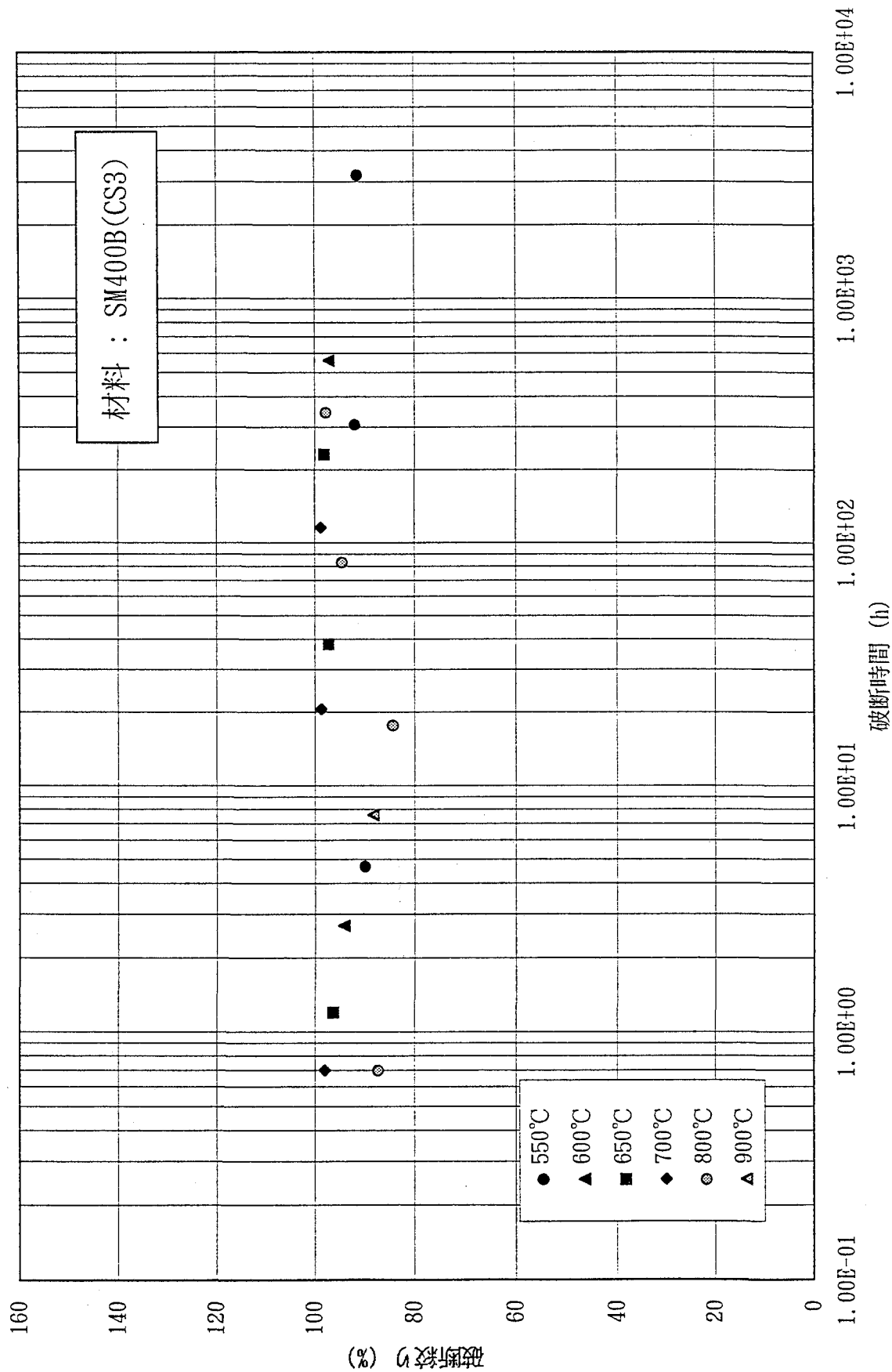


図-19 ライナ材のクリープ破断絞り

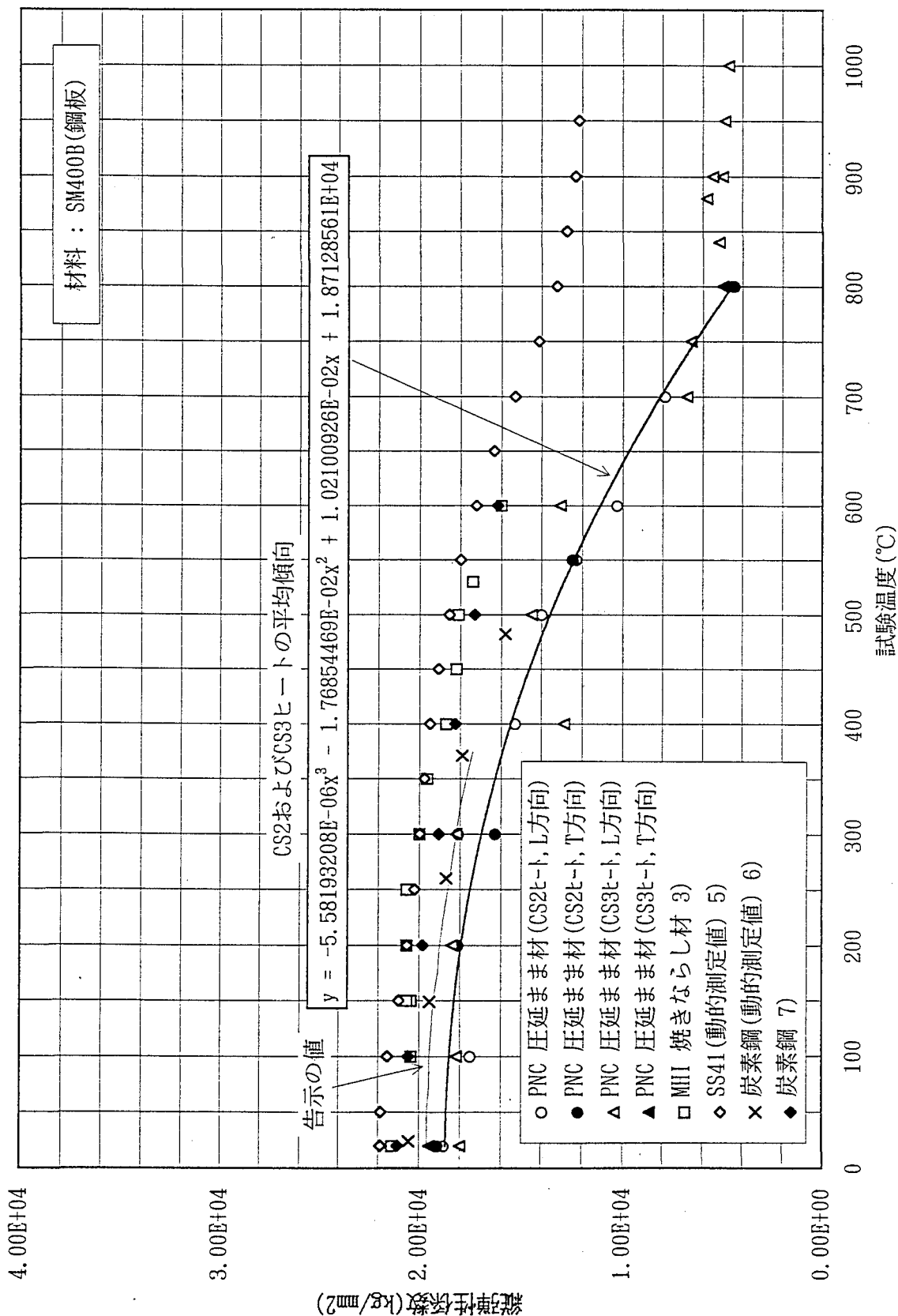


図-20 縦弾性係数と温度との関係

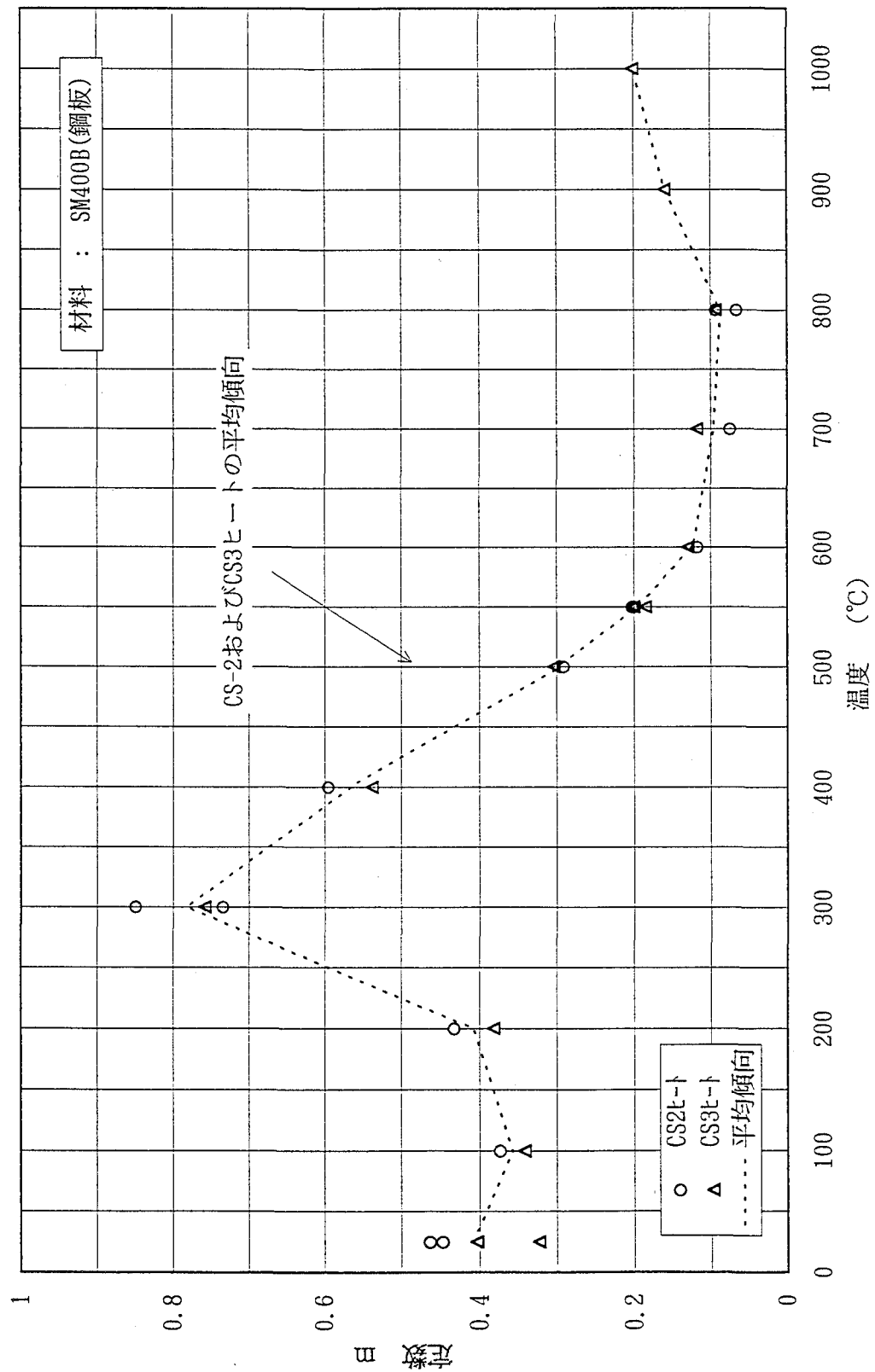


図-21 弾塑性応力-ひずみ挙動における指数 m と温度の関係

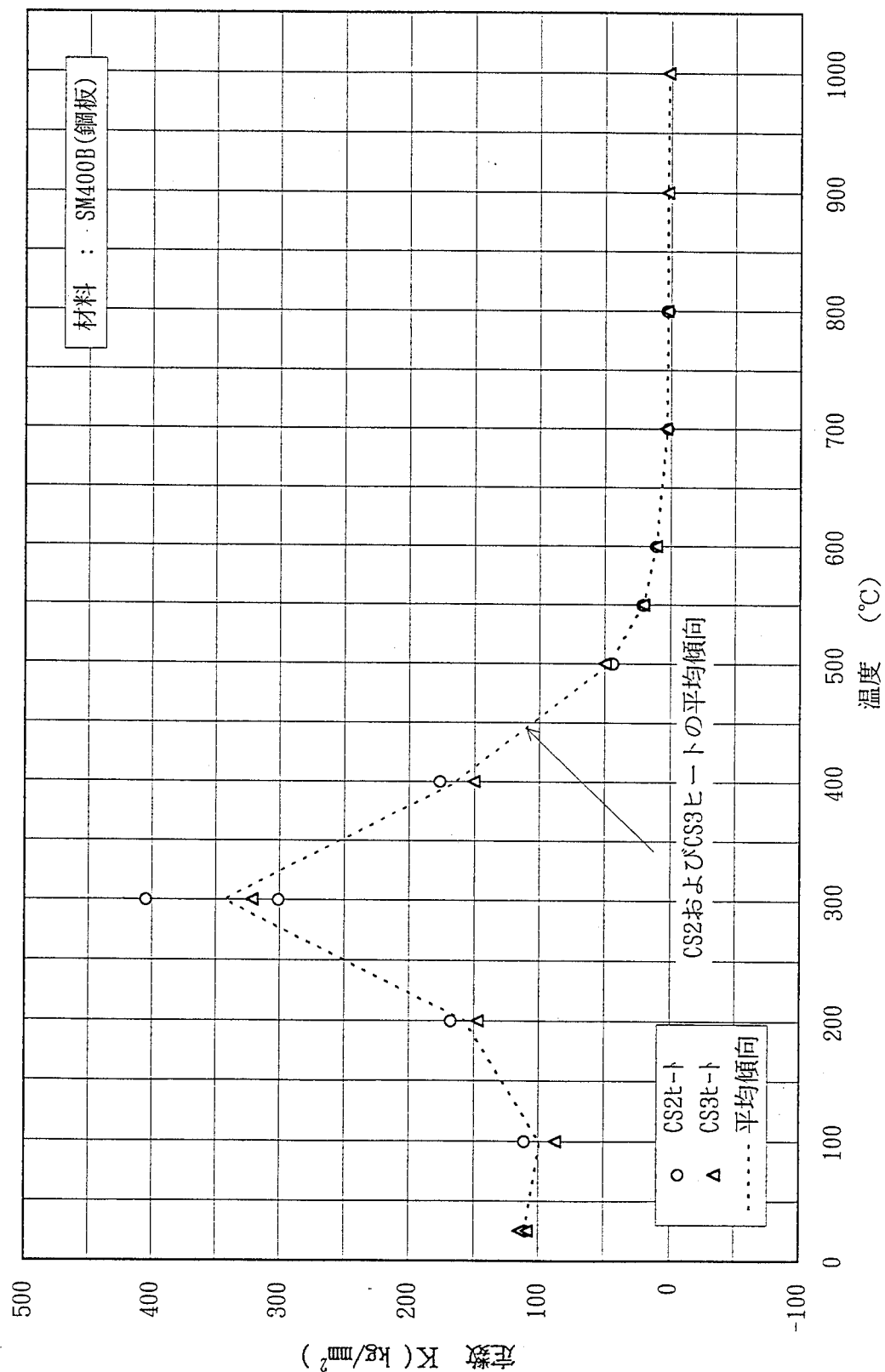


図-22 弾塑性応力-ひずみ挙動における指数 K と温度の関係

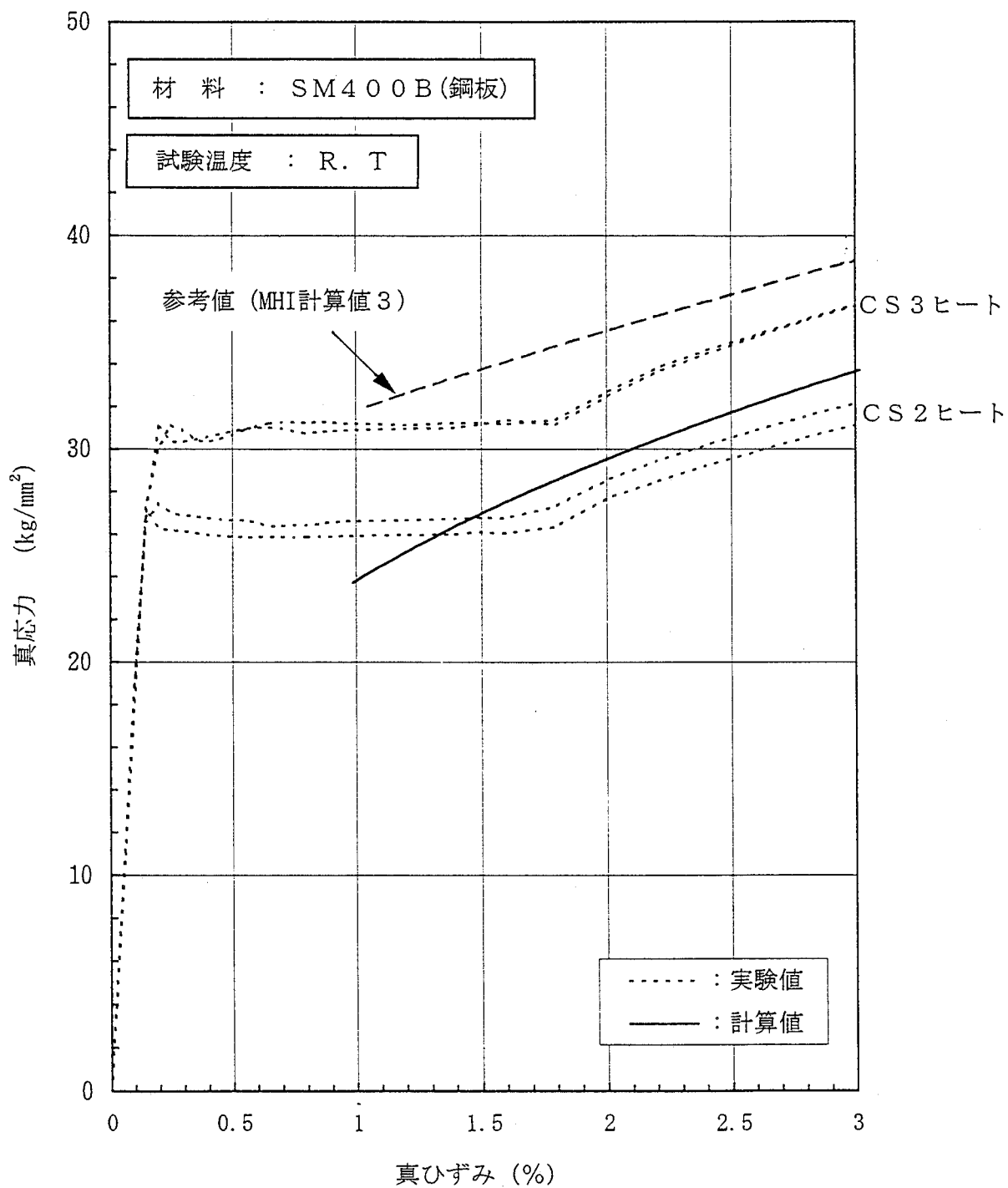


図-23 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (室温)

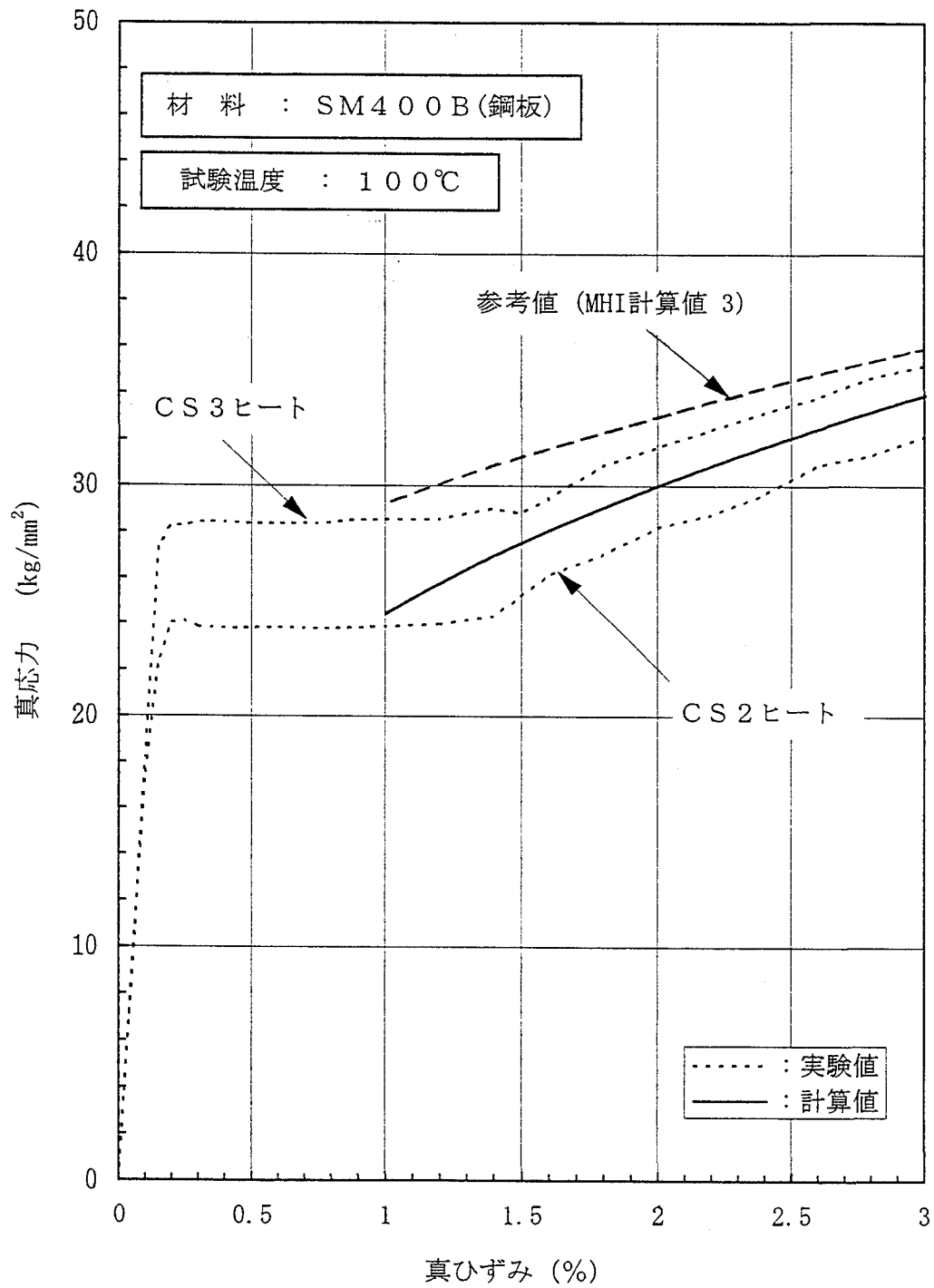


図-24 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (100°C)

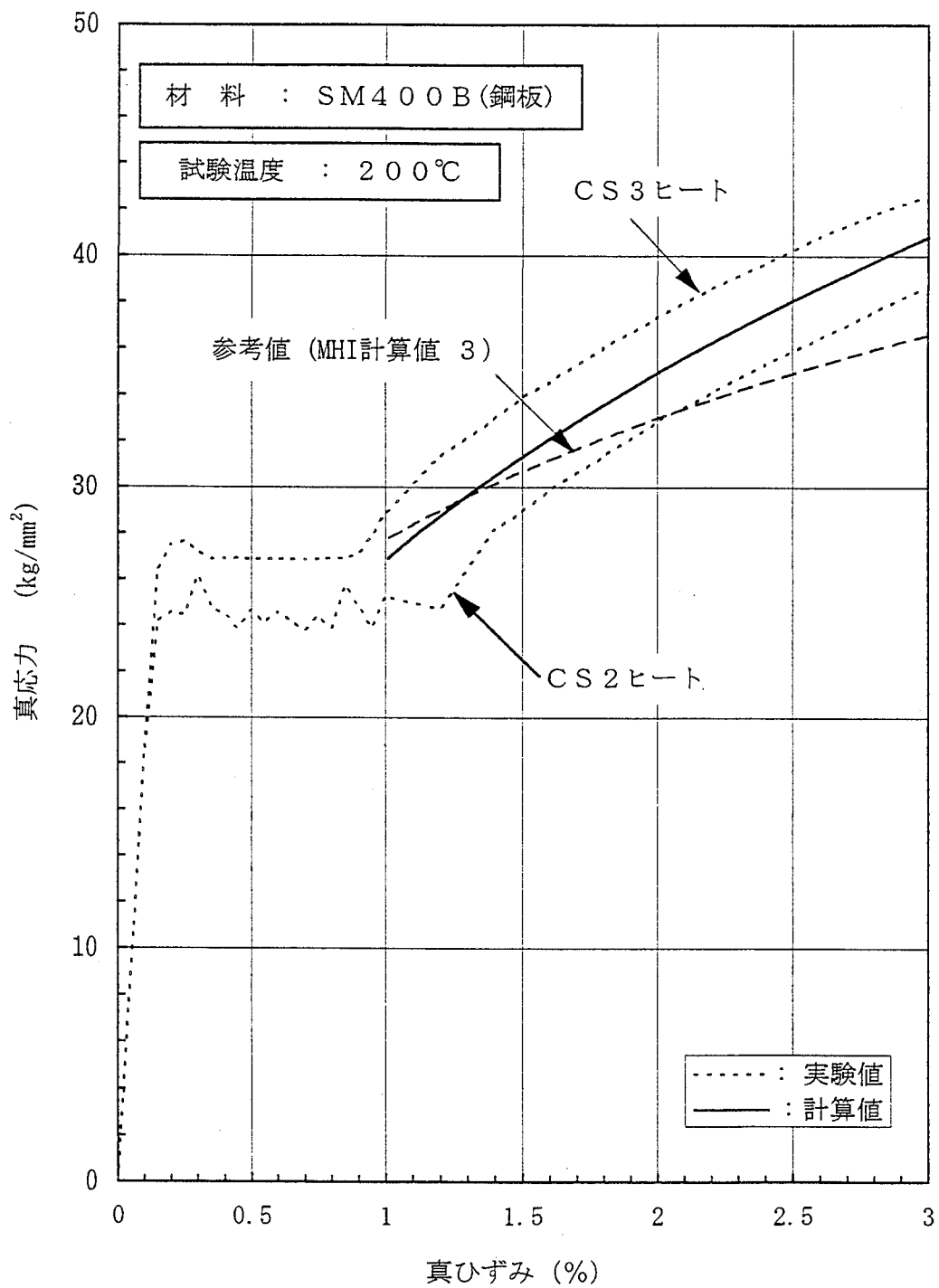


図-25 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (200°C)

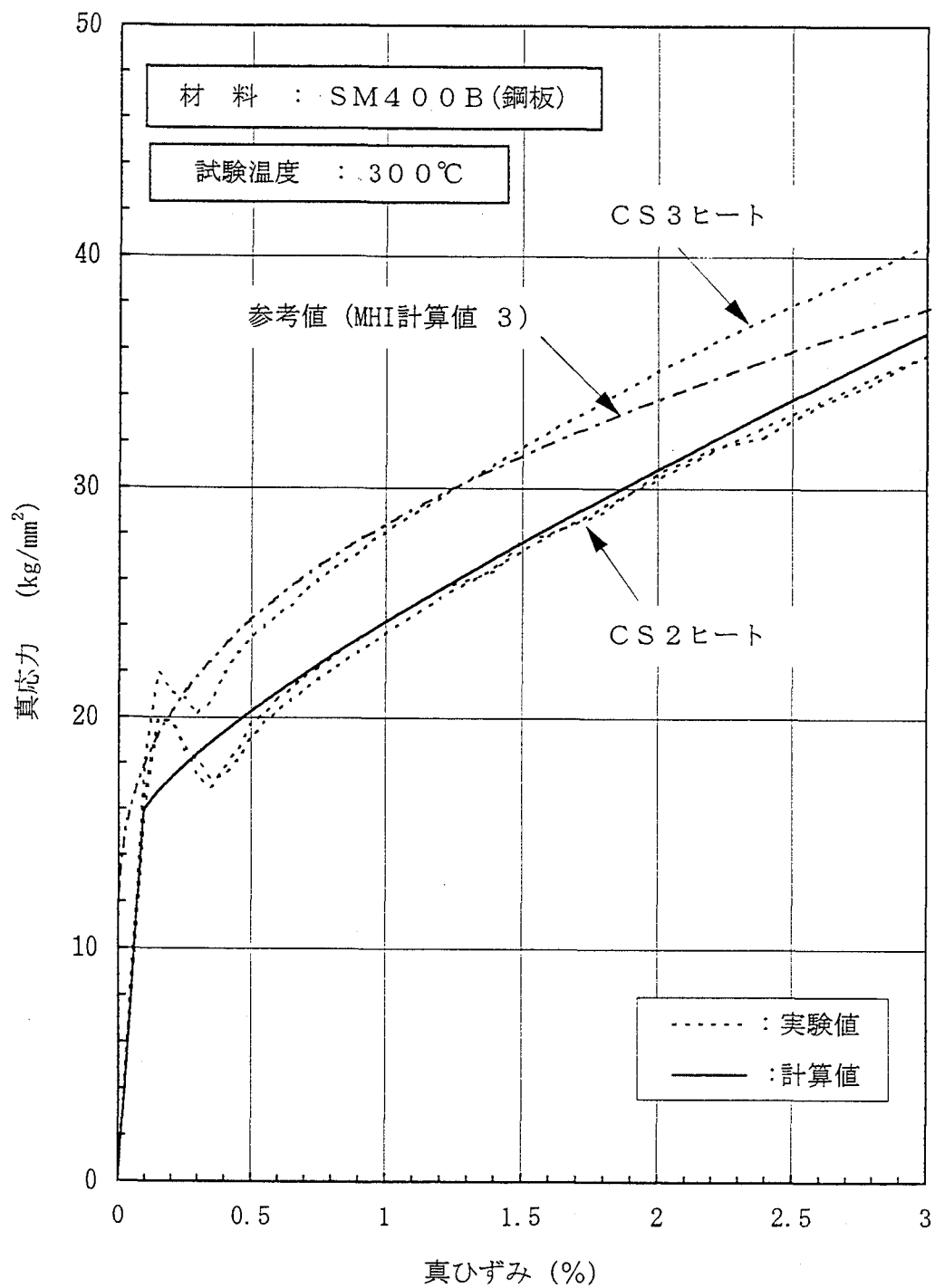


図-26 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (300°C)

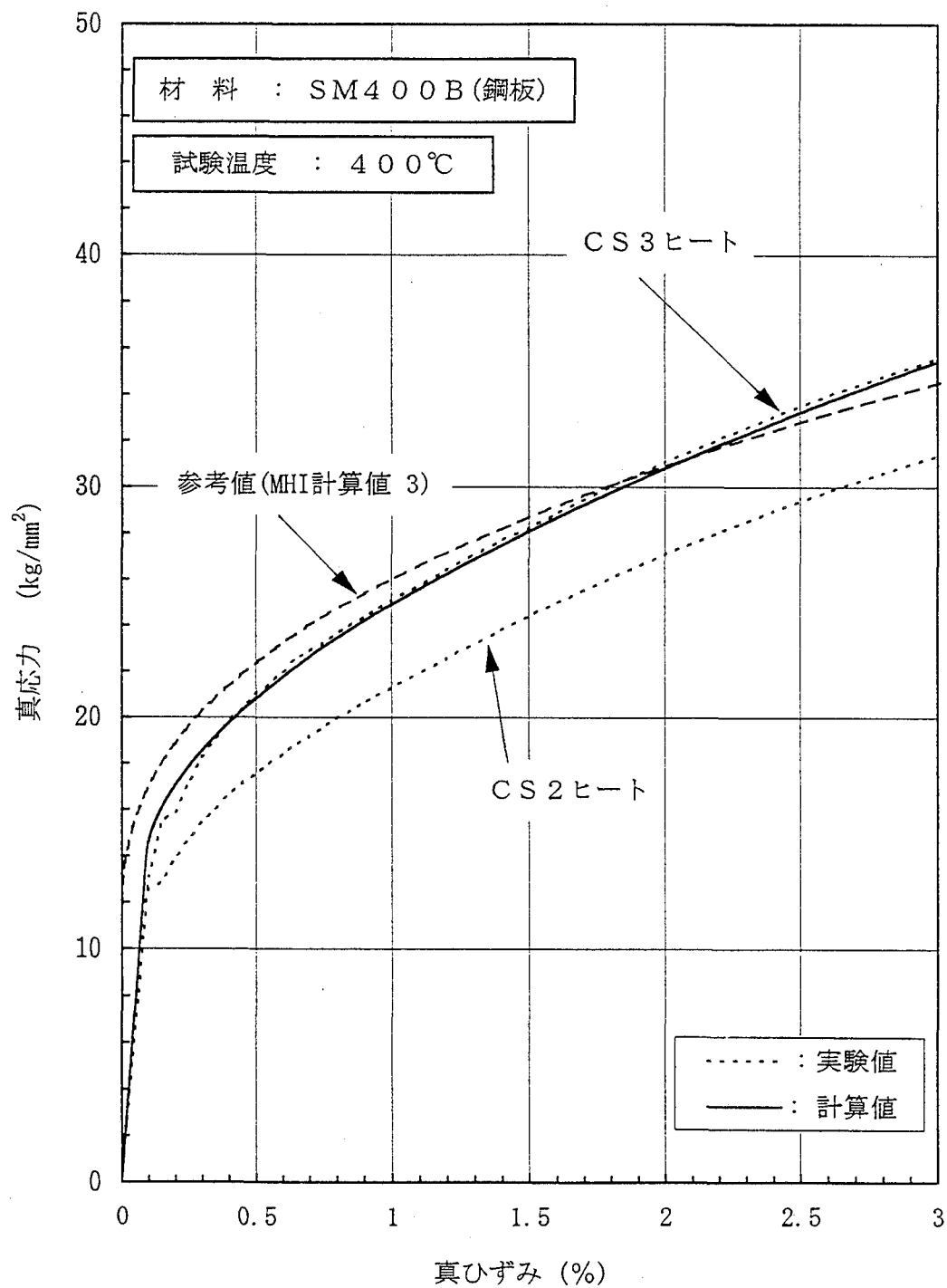


図-27 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (400℃)

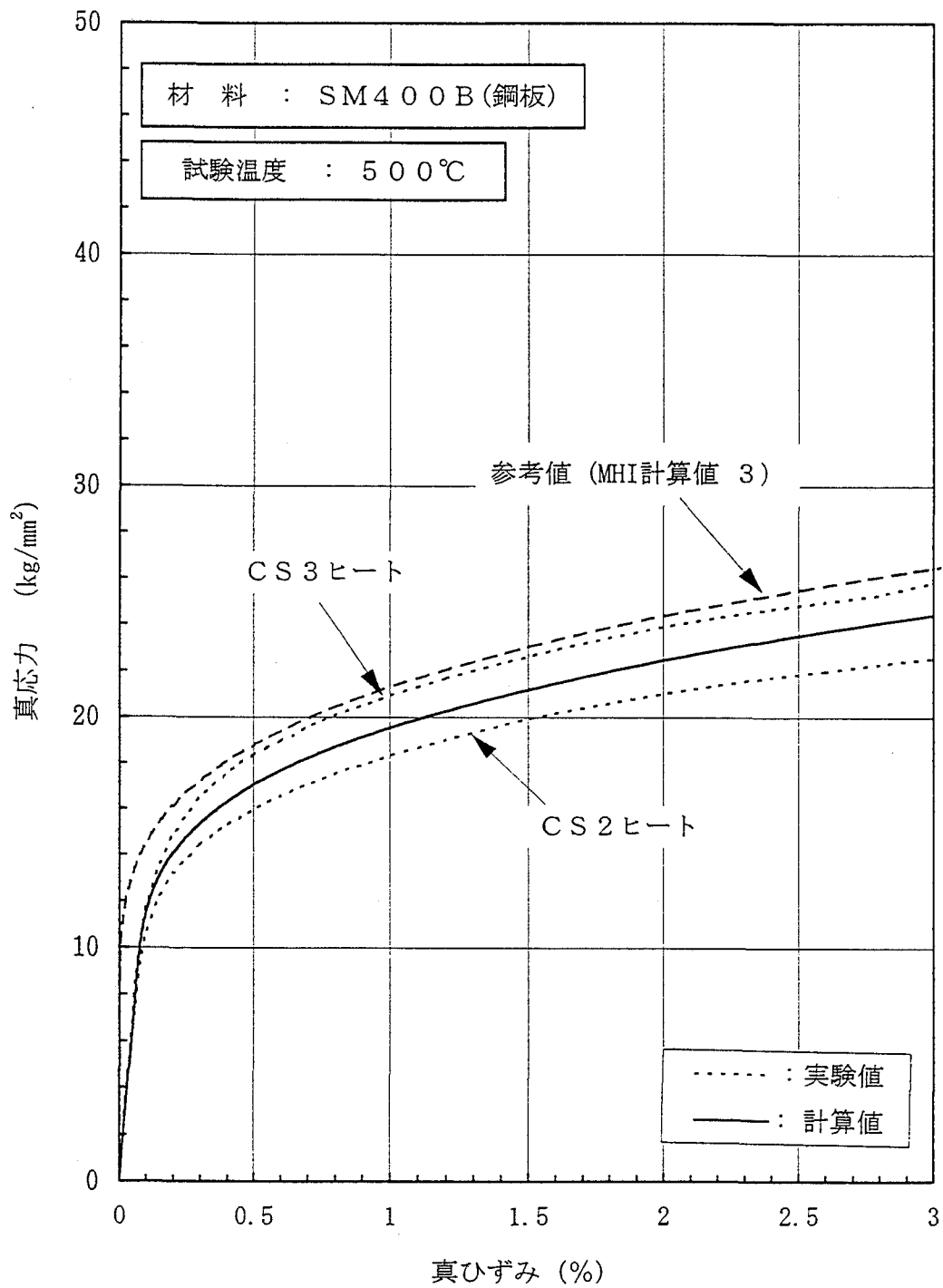


図-28 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (500°C)

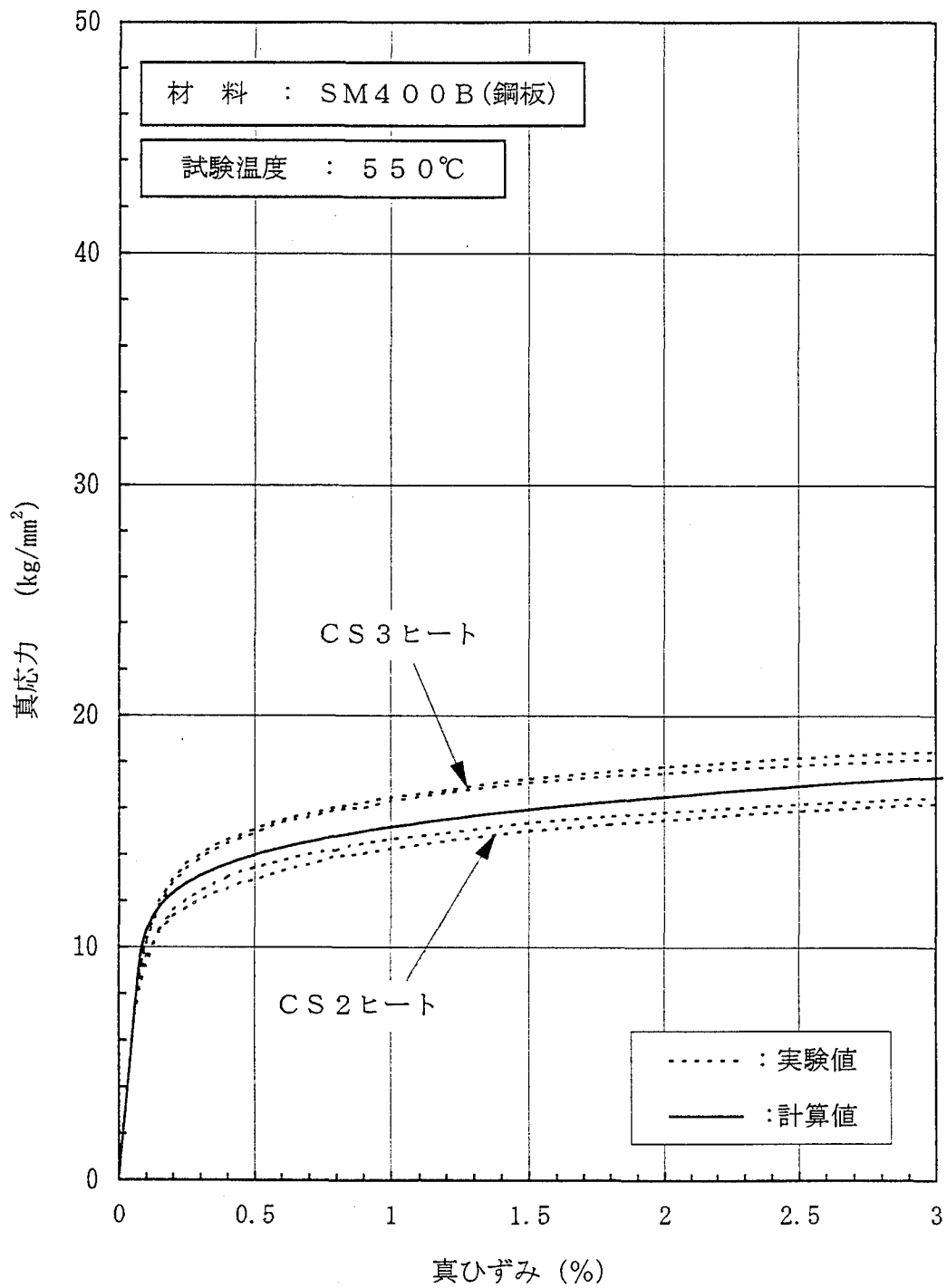


図-29 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (550℃)

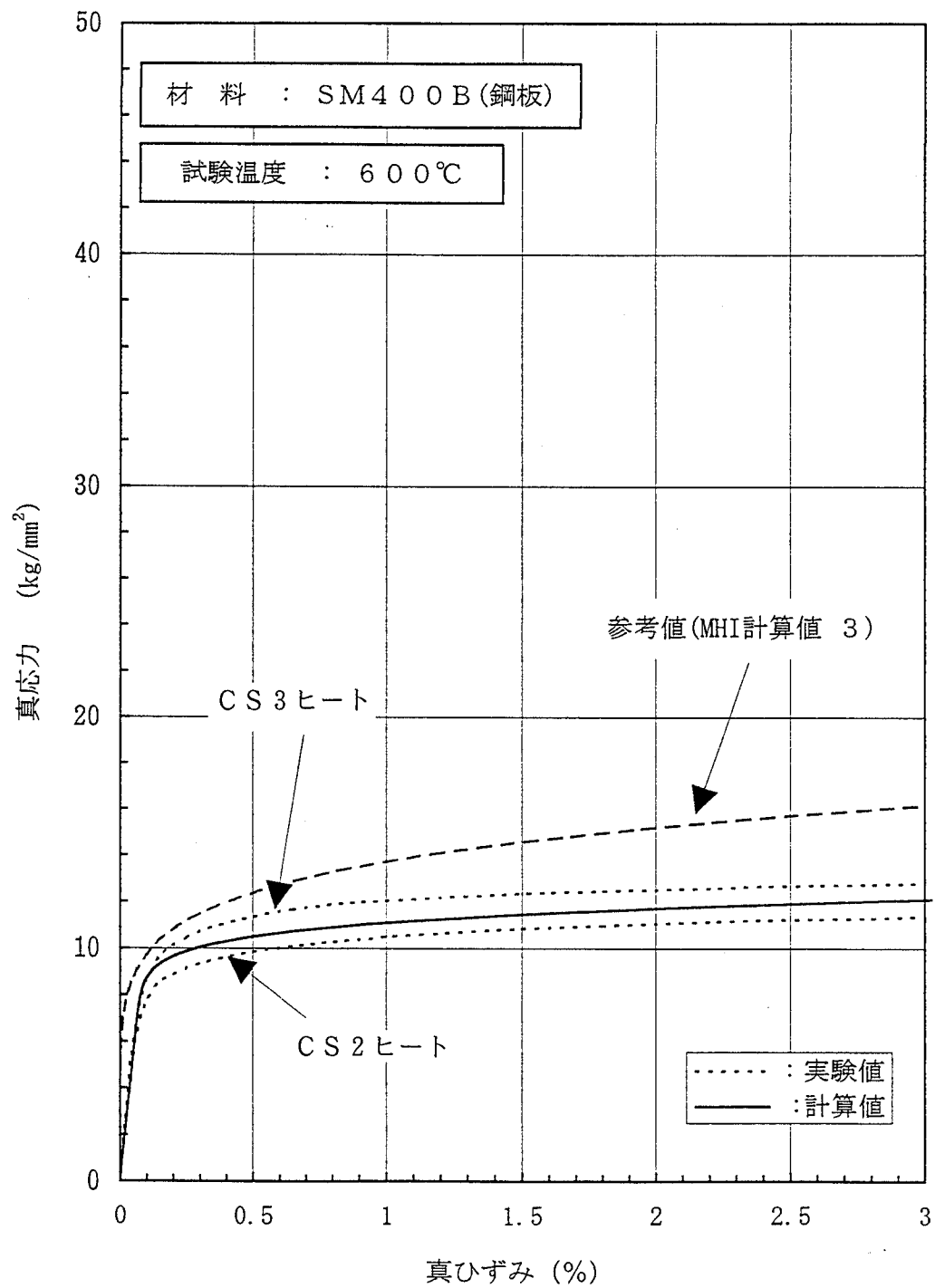


図-30 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (600℃)

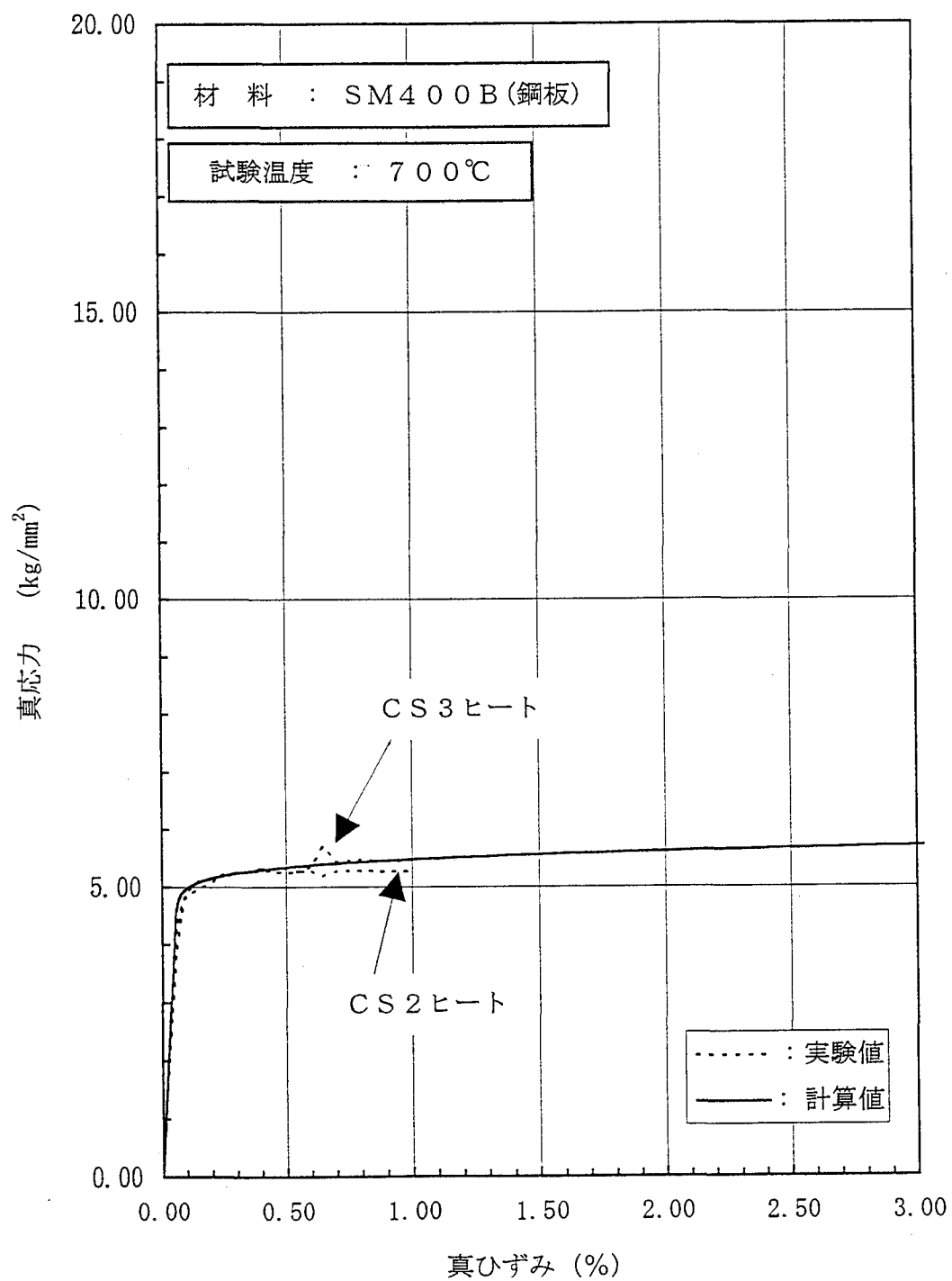


図-31 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (700°C)

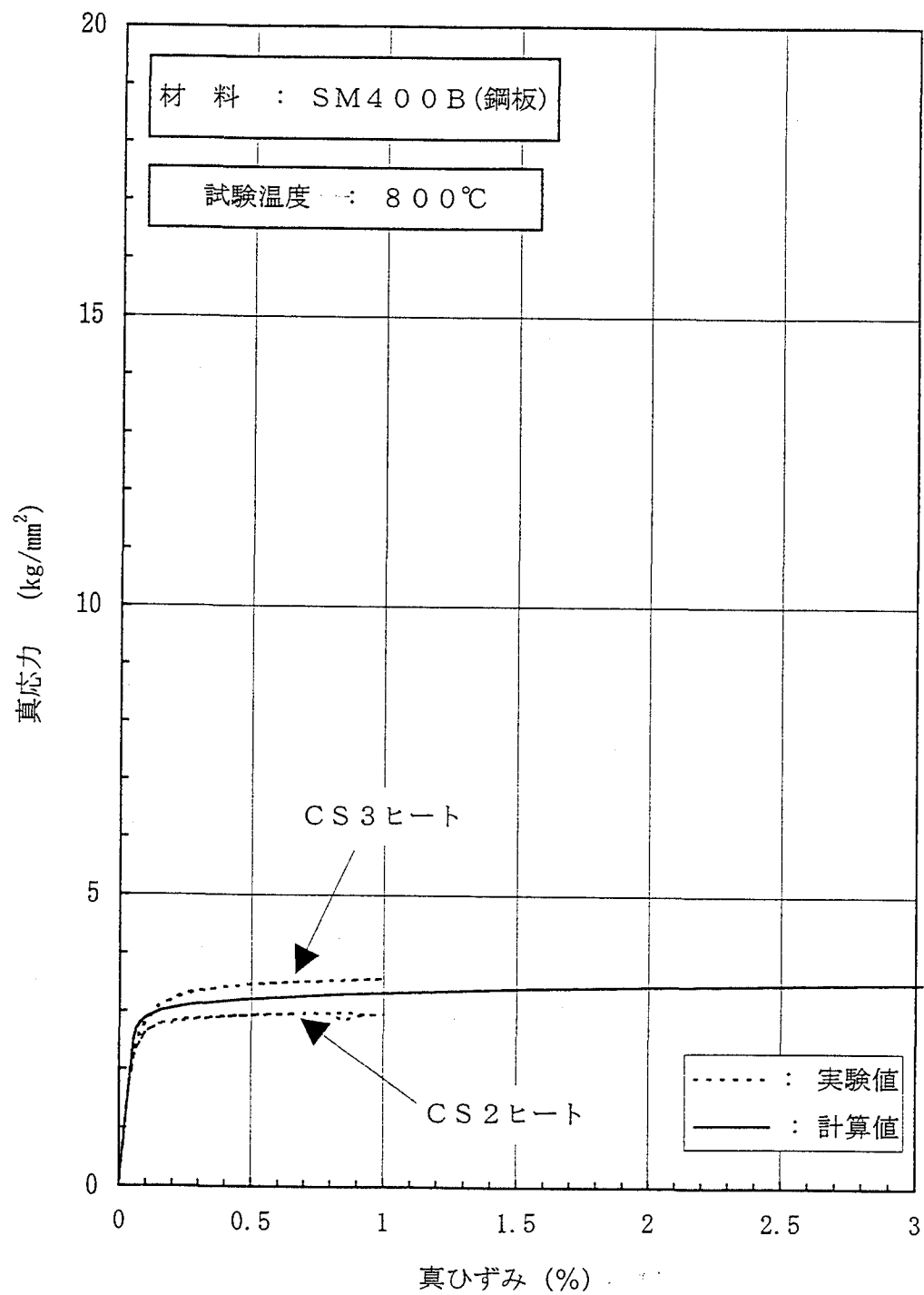


図-32 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (800°C)

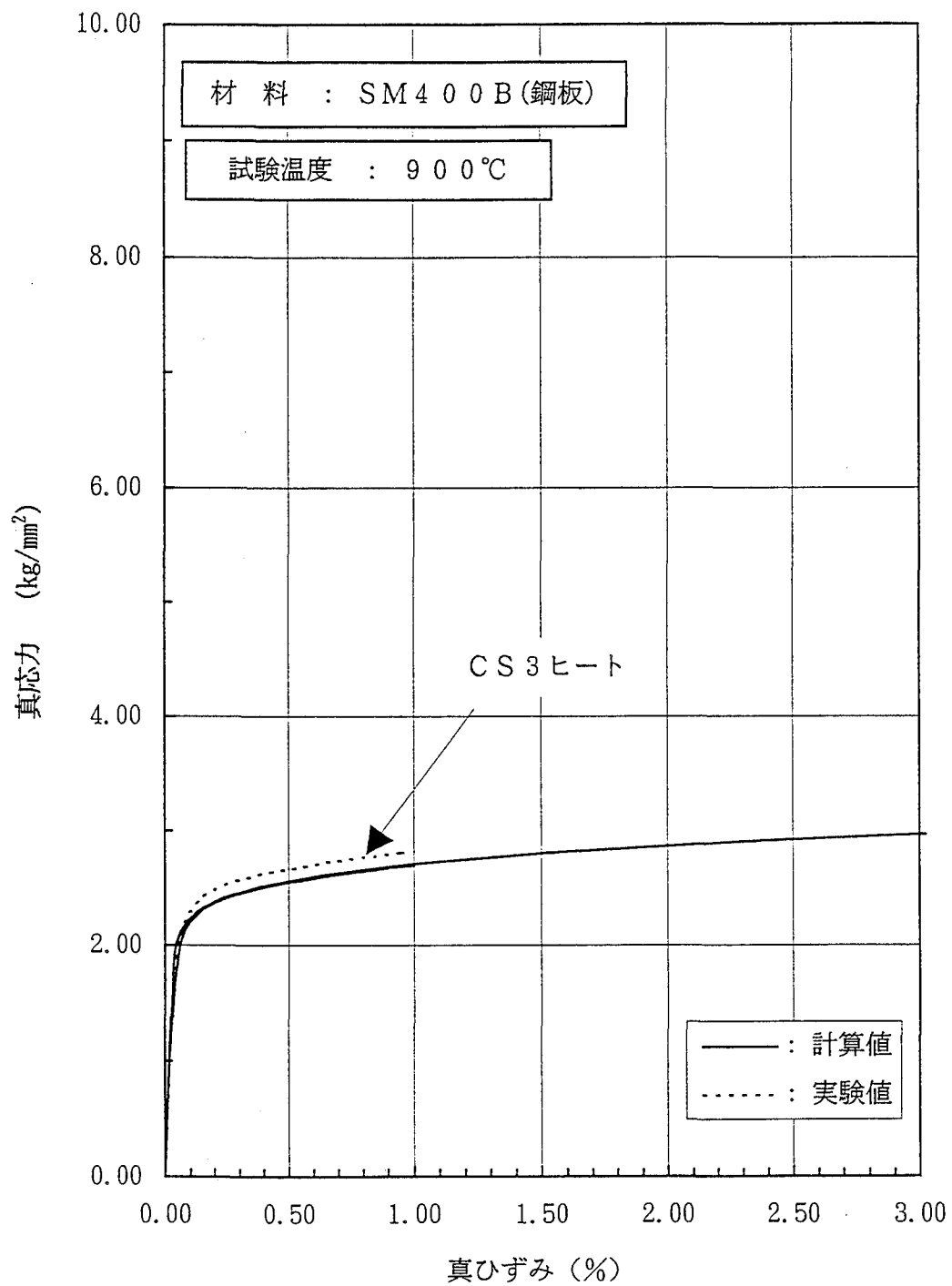


図-33 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (900°C)

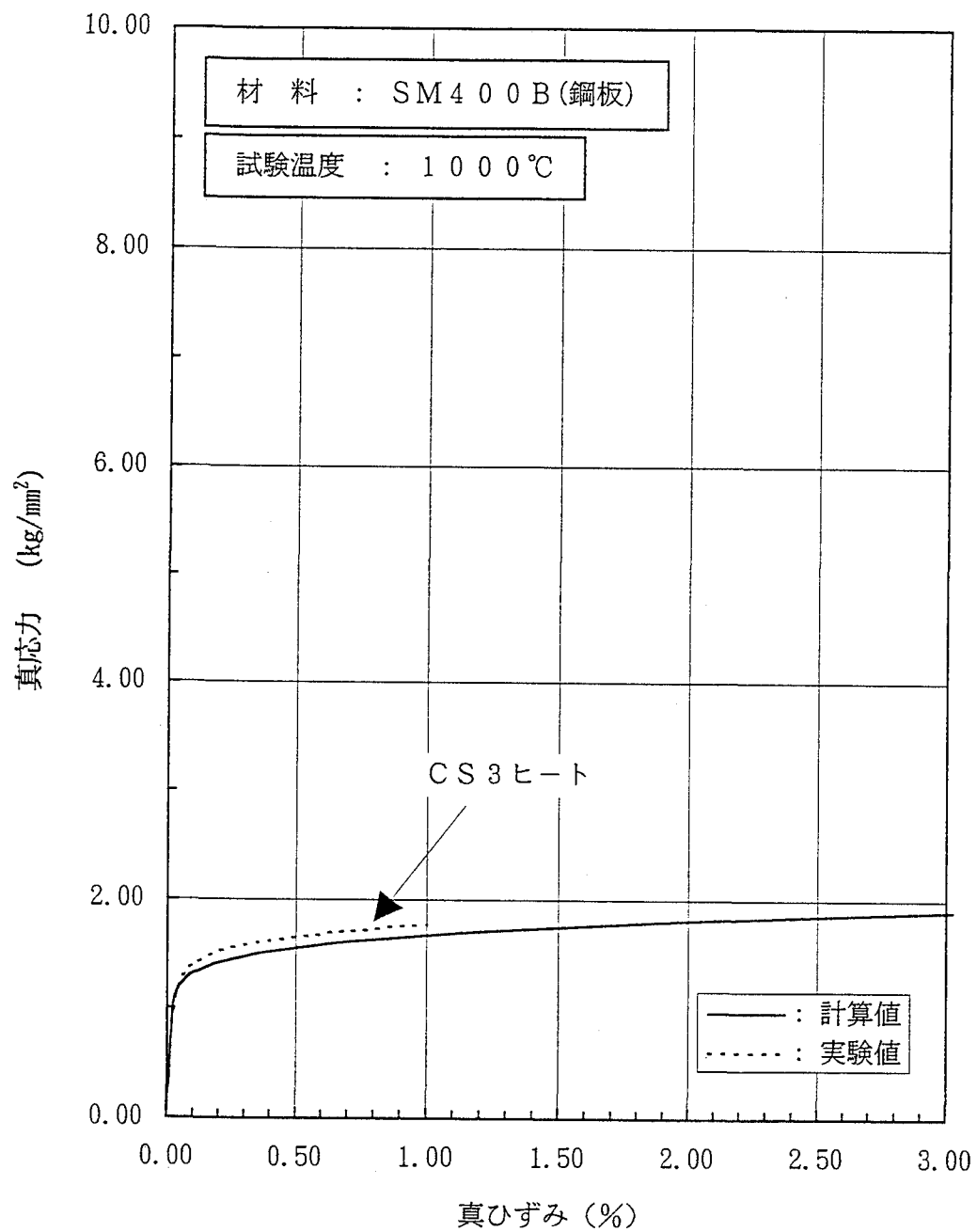


図-34 ライナ材の弾塑性応力-ひずみ挙動 (1000℃)

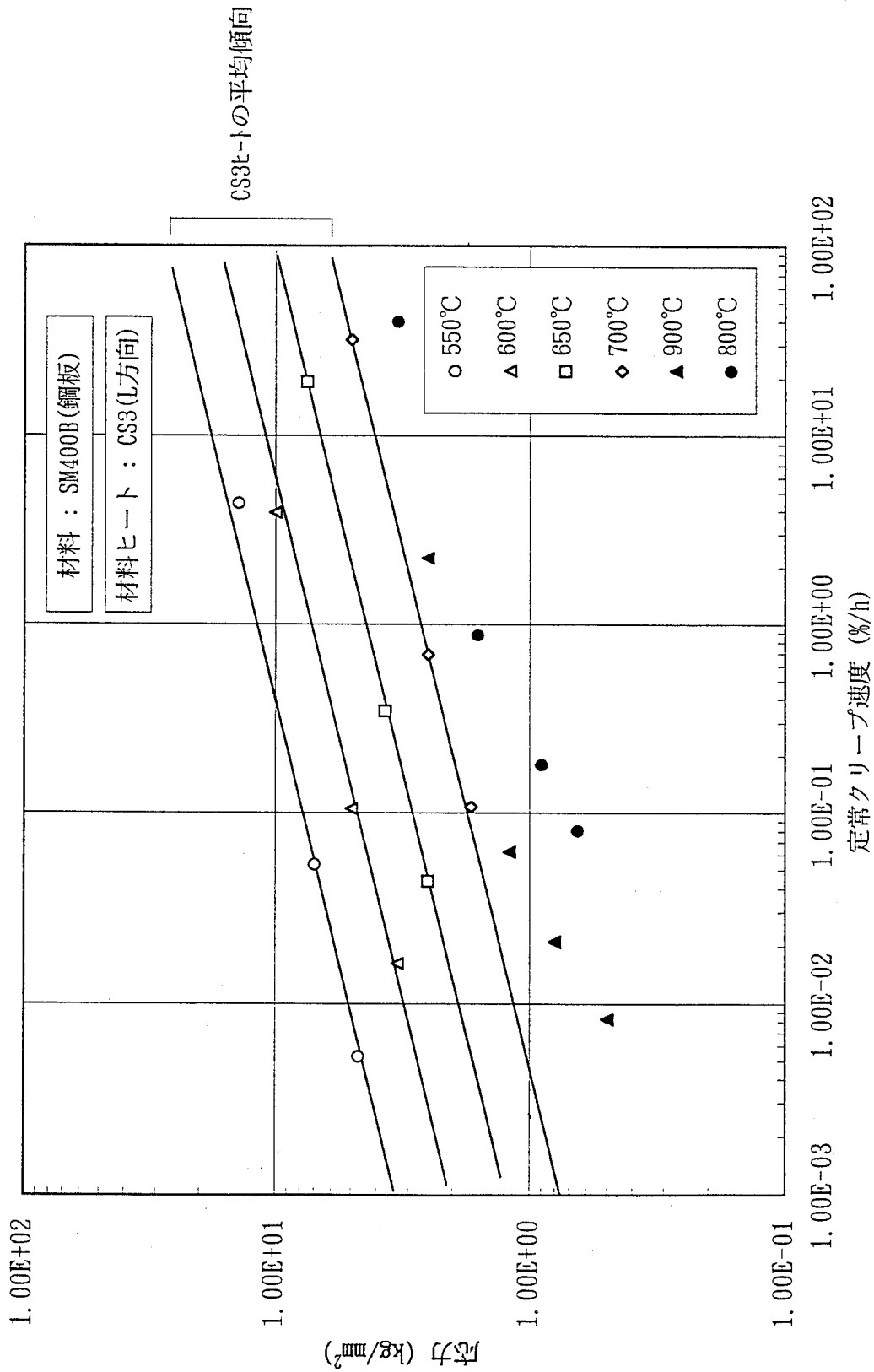


図-35 ライナ材の定常クリープ速度と応力の関係

Appendix

材料ヒート:CS2
試験片採取方向:L

- 57 -

表-2 弾塑性応力-ひずみ挙動データ (CS2T方向)

材料ヒート：CS2
試験片採取方向：T

[illegible]

表-3 弾塑性応力-ひずみ挙動データ (CS3L方向) 1/2

材料ヒート: CS3
試験片採取方向: L

真ひずみ (%)	R.T		100℃		200℃		300℃		400℃		500℃		550℃		600℃		700℃	
	ESML06	真応力 (kg/mm ²)	ESML07	真応力 (kg/mm ²)	ESML08	真応力 (kg/mm ²)	ESML09	真応力 (kg/mm ²)	ESML11	真応力 (kg/mm ²)	ESML12	真応力 (kg/mm ²)	ESML02	真応力 (kg/mm ²)	ESML03	真応力 (kg/mm ²)	ESML04	真応力 (kg/mm ²)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.020	3.607	3.642	3.642	3.682	3.682	3.641	3.641	2.617	2.617	2.913	2.913	2.509	2.509	2.509	2.509	2.509	2.509	2.509
0.040	7.214	7.283	7.283	7.364	7.364	7.282	7.282	5.234	5.234	5.825	5.825	5.018	5.018	5.018	5.018	5.018	5.018	5.018
0.060	10.821	10.925	10.925	11.046	11.046	10.923	10.923	7.851	7.851	8.738	8.738	7.527	7.527	7.527	7.527	7.527	7.527	7.527
0.080	14.428	14.566	14.566	14.728	14.728	14.564	14.564	10.468	10.468	10.516	10.516	8.828	8.828	8.828	8.828	8.828	8.828	8.828
0.100	18.035	18.208	18.208	18.410	18.410	18.206	18.206	13.085	13.085	11.802	11.802	10.145	10.145	10.145	10.145	10.145	10.145	10.145
0.150	27.052	27.311	27.311	26.416	26.416	21.931	21.931	15.457	15.457	13.599	13.599	11.812	11.812	11.812	11.812	11.812	11.812	11.812
0.200	31.060	28.251	28.251	27.472	27.472	21.177	21.177	15.864	15.864	14.853	14.853	12.750	12.750	12.750	12.750	12.750	12.750	12.750
0.250	30.362	28.265	28.265	27.641	27.641	20.834	20.834	17.137	17.137	15.737	15.737	13.349	13.349	13.349	13.349	13.349	13.349	13.349
0.300	30.347	28.404	28.404	27.244	27.244	20.136	20.136	18.258	18.258	16.506	16.506	13.824	13.824	13.824	13.824	13.824	13.824	13.824
0.350	30.425	28.418	28.418	26.890	26.890	20.686	20.686	19.047	19.047	16.996	16.996	14.161	14.161	14.161	14.161	14.161	14.161	14.161
0.400	30.558	28.406	28.406	26.903	26.903	21.938	21.938	19.838	19.838	17.541	17.541	14.459	14.459	14.459	14.459	14.459	14.459	14.459
0.450	30.690	28.389	28.389	26.917	26.917	22.820	22.820	20.378	20.378	17.985	17.985	14.693	14.693	14.693	14.693	14.693	14.693	14.693
0.500	30.821	28.350	28.350	26.875	26.875	23.429	23.429	20.975	20.975	18.339	18.339	14.915	14.915	14.915	14.915	14.915	14.915	14.915
0.550	30.949	28.350	28.350	26.881	26.881	23.969	23.969	21.480	21.480	18.654	18.654	15.154	15.154	15.154	15.154	15.154	15.154	15.154
0.600	31.013	28.343	28.343	26.894	26.894	24.444	24.444	21.945	21.945	18.960	18.960	15.354	15.354	15.354	15.354	15.354	15.354	15.354
0.650	31.037	28.347	28.347	26.886	26.886	24.914	24.914	22.538	22.538	19.210	19.210	15.484	15.484	15.484	15.484	15.484	15.484	15.484
0.700	30.989	28.361	28.361	26.869	26.869	25.487	25.487	22.854	22.854	19.576	19.576	15.611	15.611	15.611	15.611	15.611	15.611	15.611
0.750	30.858	28.358	28.358	26.890	26.890	25.971	25.971	23.214	23.214	19.808	19.808	15.755	15.755	15.755	15.755	15.755	15.755	15.755
0.800	30.755	28.388	28.388	26.916	26.916	26.420	26.420	23.611	23.611	20.070	20.070	15.902	15.902	15.902	15.902	15.902	15.902	15.902
0.850	30.802	28.464	28.464	26.929	26.929	26.774	26.774	23.970	23.970	20.295	20.295	16.023	16.023	16.023	16.023	16.023	16.023	16.023
0.900	30.846	28.512	28.512	27.117	27.117	27.147	27.147	24.334	24.334	20.491	20.491	16.003	16.003	16.003	16.003	16.003	16.003	16.003
0.950	30.890	28.526	28.526	27.856	27.856	27.660	27.660	24.698	24.698	20.691	20.691	16.158	16.158	16.158	16.158	16.158	16.158	16.158
1.000	30.906	28.531	28.531	28.864	28.864	28.067	28.067	25.064	25.064	20.930	20.930	16.298	16.298	16.298	16.298	16.298	16.298	16.298
1.200	30.968	28.538	28.538	31.296	31.296	29.562	29.562	26.417	26.417	21.671	21.671	16.658	16.658	16.658	16.658	16.658	16.658	16.658
1.400	31.002	29.027	29.027	32.951	32.951	31.041	31.041	27.710	27.710	22.323	22.323	16.963	16.963	16.963	16.963	16.963	16.963	16.963
1.500	31.153	28.812	28.812	33.860	33.860	31.725	31.725	28.230	28.230	22.602	22.602	17.085	17.085	17.085	17.085	17.085	17.085	17.085
1.600	31.380	29.425	29.425	34.537	34.537	32.434	32.434	28.830	28.830	22.900	22.900	17.186	17.186	17.186	17.186	17.186	17.186	17.186
1.800	31.160	30.854	30.854	35.994	35.994	33.727	33.727	30.016	30.016	23.422	23.422	17.397	17.397	17.397	17.397	17.397	17.397	17.397
2.000	32.454	31.663	31.663	37.299	37.299	35.059	35.059	31.071	31.071	23.890	23.890	17.517	17.517	17.517	17.517	17.517	17.517	17.517
2.200	33.600	32.414	32.414	38.568	38.568	36.221	36.221	32.055	32.055	24.285	24.285	17.685	17.685	17.685	17.685	17.685	17.685	17.685
2.400	34.462	33.151	33.151	39.668	39.668	37.332	37.332	33.064	33.064	24.658	24.658	17.796	17.796	17.796	17.796	17.796	17.796	17.796
2.600	35.272	33.796	33.796	40.809	40.809	38.406	38.406	33.958	33.958	24.977	24.977	17.913	17.913	17.913	17.913	17.913	17.913	17.913
2.800	36.016	34.633	34.633	41.795	41.795	39.430	39.430	34.793	34.793	25.291	25.291	18.021	18.021	18.021	18.021	18.021	18.021	18.021
3.000	36.726	35.183	35.183	42.588	42.588	40.533	40.533	35.586	35.586	25.808	25.808	18.134	18.134	18.134	18.134	18.134	18.134	18.134

表一 4 弾塑性応力－ひずみ挙動データ (CS3L方向) 2/2

材料ヒート : CS3
試験片採取方向 : L

	750℃	800℃	840℃	880℃	900℃	900℃	950℃	1000℃
	ESML28	ESML05	ESML23	ESML24	ESML15	ESML20	ESML25	ESML26
真ひずみ (%)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)	真 応 力 (kg/mm ²)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.020	1.313	0.980	1.036	1.143	1.123	1.010	0.984	0.896
0.040	2.483	1.914	1.912	1.990	1.801	1.686	1.536	1.188
0.060	2.955	2.349	2.376	2.226	2.082	1.999	1.732	1.292
0.080	3.177	2.653	2.619	2.332	2.205	2.134	1.827	1.355
0.100	3.323	2.837	2.765	2.403	2.294	2.209	1.897	1.399
0.150	3.558	3.083	2.979	2.512	2.420	2.316	1.982	1.468
0.200	3.638	3.208	3.072	2.580	2.483	2.370	2.022	1.520
0.250	3.699	3.313	3.146	2.635	2.537	2.416	2.058	1.553
0.300	3.746	3.348	3.181	2.671	2.571	2.451	2.089	1.579
0.350	3.766	3.370	3.219	2.713	2.595	2.481	2.105	1.603
0.400	3.807	3.423	3.261	2.748	2.626	2.507	2.120	1.619
0.450	3.836	3.432	3.291	2.767	2.647	2.528	2.137	1.636
0.500	3.866	3.463	3.310	2.785	2.662	2.550	2.151	1.653
0.550	3.943	3.486	3.340	2.811	2.679	2.564	2.164	1.668
0.600	3.896	3.497	3.350	2.833	2.699	2.581	2.180	1.682
0.650	3.921	3.496	3.375	2.848	2.724	2.599	2.183	1.711
0.700	3.939	3.516	3.396	2.875	2.737	2.615	2.200	1.707
0.750	3.951	3.513	3.416	2.886	2.751	2.630	2.216	1.720
0.800	3.953	3.533	3.436	2.914	2.766	2.647	2.221	1.730
0.850	3.968	3.535	3.442	2.925	2.774	2.657	2.227	1.751
0.900	3.985	3.545	3.466	2.943	2.796	2.676	2.239	1.763
0.950	3.988	3.552	3.478	2.953	2.810	2.687	2.244	1.766
1.000	3.998	3.562	3.497	2.992	2.818	2.696	2.254	1.773

表-5 弾塑性応力-ひずみ挙動データ (CS3T方向)

材料ヒート : CS3
試験片採取方向 : T

	R.T		550℃		800℃	
	ESMT01	ESMT02	ESMT03	ESMT04	ESMT05	ESMT06
真ひずみ (%)	真応力 (kg/mm ²)	真応力 (kg/mm ²)	真応力 (kg/mm ²)	真応力 (kg/mm ²)	真応力 (kg/mm ²)	真応力 (kg/mm ²)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.020	0.071	0.531	0.531	0.944	0.944	0.944
0.040	0.742	2.062	2.062	0.754	0.754	0.754
0.060	1.613	5.392	5.392	2.282	2.282	2.282
0.080	1.485	9.069	9.069	2.574	2.574	2.574
0.100	1.356	0.244	0.244	2.800	2.800	2.800
0.150	2.506	2.004	2.004	3.052	3.052	3.052
0.200	3.045	3.560	3.560	3.184	3.184	3.184
0.250	3.013	4.083	4.083	3.279	3.279	3.279
0.300	3.000	4.333	4.333	3.342	3.342	3.342
0.350	3.000	4.333	4.333	3.375	3.375	3.375
0.400	3.000	4.333	4.333	3.412	3.412	3.412
0.450	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.500	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.550	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.600	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.650	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.700	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.750	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.800	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.850	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.900	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
0.950	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.000	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.050	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.100	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.150	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.200	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.250	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.300	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.350	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.400	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.450	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.500	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.550	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.600	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.650	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.700	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.750	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.800	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.850	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.900	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
1.950	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.000	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.050	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.100	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.150	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.200	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.250	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.300	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.350	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.400	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.450	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.500	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.550	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.600	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.650	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.700	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.750	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.800	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.850	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.900	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
2.950	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462
3.000	3.000	4.333	4.333	3.462	3.462	3.462

表-6 クリープひずみ挙動データ (550℃)

材料ヒート:CS3

試験片採取方向:L

550℃		550℃		550℃	
14.0 Kg/mm ²		7.0 Kg/mm ²		4.7 Kg/mm ²	
FSML01		FSML06		FSML13	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	0.069	0.005	0.010	0.005	0.000
0.010	0.138	0.010	0.010	0.010	0.004
0.050	0.493	0.050	0.020	0.050	0.012
0.100	0.838	0.100	0.020	0.100	0.012
0.200	1.400	0.200	0.039	0.200	0.018
0.300	1.893	0.300	0.049	0.300	0.024
0.400	2.366	0.400	0.059	0.400	0.028
0.500	2.800	0.500	0.079	0.500	0.032
0.600	3.233	0.600	0.079	0.600	0.039
0.700	3.667	0.700	0.089	0.700	0.026
0.800	4.111	0.800	0.089	0.800	0.047
0.900	4.554	0.900	0.108	0.900	0.037
1.000	5.008	1.000	0.108	1.000	0.037
2.000	9.976	2.000	0.177	2.000	0.051
3.000	16.590	3.000	0.236	3.000	0.065
4.000	27.828	4.000	0.286	4.000	0.081
		5.000	0.335	5.000	0.087
		6.000	0.394	6.000	0.112
		7.000	0.453	7.000	0.118
		8.000	0.492	8.000	0.128
		9.000	0.552	9.000	0.130
		10.000	0.601	10.000	0.154
		11.000	0.660	11.000	0.144
		12.000	0.709	12.000	0.144
		13.000	0.768	13.000	0.162
		14.000	0.827	14.000	0.162
		15.000	0.877	15.000	0.183
		16.000	0.926	16.000	0.183
		17.000	0.985	17.000	0.193
		18.000	1.044	18.000	0.199
		19.000	1.083	19.000	0.203
		20.000	1.142	20.000	0.209
		30.000	1.694	30.000	0.276
		40.000	2.265	40.000	0.335
		50.000	2.856		
		60.000	3.476		
		70.000	4.126		
		80.000	4.796		
		90.000	5.525		
		100.000	6.263		
		110.000	7.061		

表-7 クリーブひずみ挙動データ (600℃)

材料ヒート: CS3

試験片採取方向: L

600℃		600℃		600℃	
10.0 Kg/mm ²		5.0 Kg/mm ²		3.3 Kg/mm ²	
FSML02		FSML08		FSML07	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	0.069	0.005	0.000	0.005	-0.010
0.010	0.128	0.010	0.000	0.010	-0.010
0.050	0.463	0.050	0.010	0.050	0.020
0.100	0.661	0.100	0.020	0.100	0.020
0.293	1.838	0.200	0.030	0.200	0.030
0.393	2.617	0.300	0.059	0.300	0.039
0.493	3.425	0.400	0.069	0.400	0.030
0.593	4.233	0.500	0.079	0.500	0.039
0.693	5.101	0.600	0.099	0.600	0.039
0.793	5.998	0.700	0.108	0.700	0.030
0.893	6.925	0.800	0.128	0.800	0.030
0.993	7.911	0.900	0.138	0.900	0.039
1.093	8.956	1.000	0.148	1.000	0.049
2.893	30.142	2.000	0.286	2.000	0.069
3.893	27.480	3.000	0.384	3.000	0.089
4.893	25.528	4.000	0.493	4.000	0.118
5.893	25.508	5.000	0.591	5.000	0.128
6.893	25.350	6.000	0.710	6.000	0.148
7.893	25.331	7.000	0.808	7.000	0.157
8.893	25.271	8.000	0.936	8.000	0.177
		9.000	1.045	9.000	0.207
		10.000	1.153	10.000	0.226
		11.000	1.281	11.000	0.246
		12.000	1.380	12.000	0.266
		13.000	1.508	13.000	0.285
		14.000	1.636	14.000	0.295
		15.000	1.754	15.000	0.315
		16.000	1.882	16.000	0.325
		17.000	2.000	17.000	0.354
		18.000	2.148	18.000	0.374
		19.000	2.267	19.000	0.374
		20.000	2.414	20.000	0.394
		30.000	4.001	30.000	0.551
		40.000	5.863	40.000	0.719
		50.000	8.081	50.000	0.876
		60.000	10.653	60.000	1.063
		70.000	13.806	70.000	1.211
		80.000	17.728	80.000	1.329
		90.000	22.912	90.000	1.506
		100.000	30.579	100.000	1.693
		110.000	40.197	110.000	1.900

表-8 クリープひずみ挙動データ (650℃)

材料ヒート:CS3

試験片採取方向:L

650℃		650℃		650℃	
7.5 Kg/mm ²		3.7 Kg/mm ²		2.5 Kg/mm ²	
FSML03		FSML10		FSML09	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
0.005	0.099	0.005	0.000	0.005	0.000
0.010	0.217	0.010	0.000	0.010	0.010
0.050	1.006	0.050	0.020	0.050	0.010
0.100	1.972	0.100	0.059	0.100	0.006
0.200	3.914	0.200	0.079	0.200	0.008
0.300	6.044	0.300	0.128	0.300	0.029
0.400	8.390	0.400	0.148	0.400	0.035
0.500	11.101	0.500	0.207	0.500	0.043
0.600	14.237	0.600	0.217	0.600	0.049
0.700	18.062	0.700	0.266	0.700	0.055
0.800	22.834	0.800	0.305	0.800	0.065
0.900	29.104	0.900	0.335	0.900	0.065
1.000	37.938	1.000	0.374	1.000	0.077
		2.000	0.719	2.000	0.132
		3.000	1.084	3.000	0.185
		4.000	1.458	4.000	0.238
		5.000	1.852	5.000	0.285
		6.000	2.266	6.000	0.332
		7.000	2.709	7.000	0.373
		8.000	3.172	8.000	0.415
		9.000	3.645	9.000	0.464
		10.000	4.138	10.000	0.503
		11.000	4.660	11.000	0.548
		12.000	5.212	12.000	0.596
		13.000	5.793	13.000	0.635
		14.000	6.404	14.000	0.672
		15.000	7.064	15.000	0.723
		16.000	7.744	16.000	0.763
		17.000	8.483	17.000	0.810
		18.000	9.241	18.000	0.855
		19.000	10.039	19.000	0.902
		20.000	10.887	20.000	0.951
		30.000	23.872	30.000	1.456
				40.000	2.007
				50.000	2.604
				60.000	3.263
				70.000	4.005
				80.000	4.820
				90.000	5.715
				100.000	6.688
				110.000	7.764

表-9 クリープひずみ挙動データ (700℃)

材料ヒート:CS3

試験片採取方向:L

700℃		700℃		700℃	
5.0 Kg/mm ²		2.5 Kg/mm ²		1.7 Kg/mm ²	
FSML04		FSML12		FSML11	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	0.168	0.005	0.000	0.005	0.030
0.010	0.335	0.010	0.000	0.010	0.030
0.050	1.745	0.050	0.049	0.050	0.039
0.100	3.362	0.100	0.089	0.100	0.049
0.200	6.606	0.200	0.177	0.200	0.079
0.300	10.442	0.300	0.256	0.300	0.098
0.400	15.322	0.400	0.325	0.400	0.118
0.500	21.633	0.500	0.394	0.500	0.138
0.600	31.157	0.600	0.473	0.600	0.157
0.700	-0.217	0.700	0.542	0.700	0.167
0.800	39.854	0.800	0.611	0.800	0.187
0.900	39.854	0.900	0.679	0.900	0.197
		1.000	0.748	1.000	0.207
		2.000	1.438	2.000	0.344
		3.000	2.147	3.000	0.472
		4.000	2.915	4.000	0.581
		5.000	3.742	5.000	0.689
		6.000	4.638	6.000	0.797
		7.000	5.623	7.000	0.915
		8.000	6.706	8.000	1.014
		9.000	7.888	9.000	1.122
		10.000	9.188	10.000	1.220
		11.000	10.645	11.000	1.329
		12.000	12.319	12.000	1.437
		13.000	14.210	13.000	1.535
		14.000	16.436	14.000	1.653
		15.000	18.996	15.000	1.752
		16.000	21.931	16.000	1.870
		17.000	25.692	17.000	1.978
		18.000	30.340	18.000	2.086
		28.500	0.443	19.000	2.205
		38.500	0.443	20.000	2.323
				30.000	3.543
				40.000	4.950
				50.000	6.623
				60.000	8.572
				70.000	10.914
				80.000	13.867
				90.000	17.902
				100.000	24.201
				110.000	36.522

表-10 クリープひずみ挙動データ (800℃) 1/2

材料ヒート: CS3

試験片採取方向: L

800℃		800℃		800℃	
3.3 Kg/mm ²		1.6 Kg/mm ²		0.9 Kg/mm ²	
FSML20		FSML14		FSML15	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	0.217	0.005	0.005	0.005	-0.010
0.010	0.473	0.010	0.020	0.010	-0.010
0.050	2.345	0.050	0.103	0.050	0.025
0.100	4.335	0.100	0.158	0.100	0.039
0.200	8.414	0.200	0.271	0.200	0.069
0.300	12.799	0.300	0.379	0.300	0.099
0.400	18.474	0.400	0.463	0.400	0.123
0.500	25.706	0.500	0.561	0.500	0.163
0.600	37.568	0.600	0.640	0.600	0.192
0.700	75.849	0.700	0.729	0.700	0.197
		0.800	0.807	0.800	0.217
		0.900	0.901	0.900	0.242
		1.000	0.984	1.000	0.261
		2.000	1.871	2.000	0.463
		3.000	2.816	3.000	0.646
		4.000	3.800	4.000	0.833
		5.000	4.799	5.000	1.005
		6.000	5.853	6.000	1.188
		7.000	6.985	7.000	1.370
		8.000	8.245	8.000	1.553
		9.000	9.643	9.000	1.755
		10.000	11.277	10.000	1.927
		11.000	13.148	11.000	2.114
		12.000	15.235	12.000	2.307
		13.000	17.676	13.000	2.499
		14.000	20.551	14.000	2.691
		15.000	24.036	15.000	2.888
		16.000	28.506	16.000	3.085
		17.316	41.244	17.000	3.287
				18.000	3.489
				19.000	3.692
				20.000	3.899
				22.000	4.308
				24.000	4.722
				26.000	5.155
				28.000	5.579
				30.000	6.023
				32.000	6.486

表-11 クリープひずみ挙動データ (800℃) 2/2

材料ヒート: CS3

試験片採取方向: L

800℃		800℃		800℃	
0.9 Kg/mm ²		0.65 Kg/mm ²		0.65 Kg/mm ²	
FSML15		FSML16		FSML16	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
34.000	6.959	0.001	0.000	90.000	8.822
36.000	7.452	0.005	0.000	100.000	9.747
38.000	7.945	0.010	0.000	110.000	10.633
40.000	8.467	0.050	0.020	120.000	11.441
42.000	8.970	0.100	0.020	130.000	12.209
44.000	9.493	0.200	0.039	140.000	12.996
46.000	10.035	0.300	0.059	150.000	13.803
48.000	10.577	0.400	0.059	160.000	14.690
50.000	11.149	0.500	0.079	170.000	15.635
55.000	12.568	0.600	0.079	180.000	16.600
60.000	14.066	0.700	0.098	190.000	17.624
65.000	15.624	0.800	0.098	200.000	18.628
70.000	17.418	0.900	0.138	220.000	20.617
75.000	20.296	1.000	0.138	240.000	22.605
80.000	25.264	2.000	0.256	260.000	24.811
		3.000	0.354	280.000	27.253
		4.000	0.473	300.000	29.812
		5.000	0.571	320.000	32.490
		6.000	0.689	340.000	34.991
		7.000	0.788		
		8.000	0.886		
		9.000	0.985		
		10.000	1.063		
		11.000	1.162		
		12.000	1.260		
		13.000	1.359		
		14.000	1.437		
		15.000	1.536		
		16.000	1.634		
		17.000	1.733		
		18.000	1.851		
		19.000	1.910		
		20.000	2.028		
		30.000	2.973		
		40.000	3.958		
		50.000	4.962		
		60.000	5.947		
		70.000	6.931		
		80.000	7.896		

表-12 クリープひずみ挙動データ (900℃) 1/3

材料ヒート:CS3

試験片採取方向:L

900℃		900℃		900℃	
2.5 Kg/mm ²		1.2 Kg/mm ²		1.2 Kg/mm ²	
FSML21		FSML17		FSML17	
(時間) (hr)	ひずみ (%)	(時間) (hr)	ひずみ (%)	(時間) (hr)	ひずみ (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	34.000	2.968
0.005	0.098	0.005	0.000	36.000	3.101
0.010	0.195	0.010	0.005	38.000	3.234
0.050	0.718	0.050	0.015	40.000	3.377
0.100	1.178	0.100	0.020	42.000	3.495
0.200	1.832	0.200	0.030	44.000	3.623
0.300	2.350	0.300	0.044	46.000	3.751
0.400	2.800	0.400	0.059	48.000	3.864
0.500	3.196	0.500	0.064	50.000	3.992
0.600	3.562	0.600	0.079	55.000	4.303
0.700	3.904	0.700	0.113	60.000	4.622
0.800	4.227	0.800	0.133	65.000	4.928
0.900	4.520	0.900	0.148	70.000	5.218
1.000	4.808	1.000	0.162	75.000	5.553
2.000	7.296	2.000	0.310	80.000	5.893
3.000	9.529	3.000	0.433	85.000	6.217
4.000	12.001	4.000	0.551	90.000	6.542
5.000	15.256	5.000	0.655	95.000	6.887
6.000	18.891	6.000	0.763	100.000	7.251
7.000	22.761	7.000	0.861	110.000	8.000
		8.000	0.960	120.000	8.817
		9.000	1.049	130.000	9.644
		10.000	1.142	140.000	10.481
		11.000	1.236	150.000	11.406
		12.000	1.319	160.000	12.351
		13.000	1.403	170.000	13.267
		14.000	1.487	180.000	14.133
		15.000	1.565	190.000	15.019
		16.000	1.644	200.000	16.162
		17.000	1.728	220.000	19.745
		18.000	1.802		
		19.000	1.881		
		20.000	1.959		
		22.000	2.112		
		24.000	2.255		
		26.000	2.397		
		28.000	2.540		
		30.000	2.683		
		32.000	2.826		

表-13 クリープひずみ挙動データ (900°C) 2/3

材料ヒート: CS3

試験片採取方向: L

900°C		900°C		900°C	
0.8 Kg/mm ²		0.8 Kg/mm ²		0.8 Kg/mm ²	
FSML18		FSML18		FSML18	
(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ	(時間)	ひずみ
0.000	0.000	34.000	1.036	440.000	9.983
0.005	0.002	36.000	1.073	460.000	10.507
0.010	-0.002	38.000	1.123	480.000	11.052
0.050	0.004	40.000	1.174	500.000	11.587
0.100	0.004	42.000	1.224	550.000	12.943
0.200	0.014	44.000	1.277	600.000	14.646
0.300	0.010	46.000	1.329		
0.400	0.016	48.000	1.368		
0.500	0.022	50.000	1.414		
0.600	0.028	55.000	1.531		
0.700	0.026	60.000	1.652		
0.800	0.030	65.000	1.760		
0.900	0.034	70.000	1.865		
1.000	0.040	75.000	1.982		
2.000	0.077	80.000	2.076		
3.000	0.111	85.000	2.195		
4.000	0.149	90.000	2.309		
5.000	0.190	95.000	2.408		
6.000	0.222	100.000	2.507		
7.000	0.263	110.000	2.730		
8.000	0.299	120.000	2.928		
9.000	0.335	130.000	3.141		
10.000	0.370	140.000	3.354		
11.000	0.396	150.000	3.567		
12.000	0.434	160.000	3.745		
13.000	0.465	170.000	3.958		
14.000	0.493	180.000	4.166		
15.000	0.525	190.000	4.383		
16.000	0.549	200.000	4.601		
17.000	0.582	220.000	5.047		
18.000	0.604	240.000	5.482		
19.000	0.640	260.000	5.918		
20.000	0.661	280.000	6.334		
22.000	0.715	300.000	6.770		
24.000	0.764	320.000	7.210		
26.000	0.816	340.000	7.636		
28.000	0.871	360.000	8.077		
30.000	0.919	380.000	8.488		
32.000	0.988	400.000	8.953		
		420.000	9.468		

表-14 クリープひずみ挙動データ (900℃) 3/3

材料ヒート: CS3

試験片採取方向: L

900℃		900℃		900℃	
0.5 Kg/mm ²		0.5 Kg/mm ²		0.5 Kg/mm ²	
FSML19		FSML19		FSML19	
(時間) (hr)	ひずみ (%)	(時間) (hr)	ひずみ (%)	(時間) (hr)	ひずみ (%)
0.000	0.000	34.000	0.381	440.000	3.419
0.005	0.000	36.000	0.420	460.000	3.553
0.010	-0.002	38.000	0.432	480.000	3.686
0.050	-0.002	40.000	0.454	500.000	3.819
0.100	-0.002	42.000	0.482	550.000	4.140
0.200	0.006	44.000	0.503	600.000	4.450
0.300	0.000	46.000	0.513	650.000	4.742
0.400	0.002	48.000	0.541	700.000	5.052
0.500	0.006	50.000	0.562	750.000	5.353
0.600	0.004	55.000	0.602	800.000	5.645
0.700	0.004	60.000	0.643	850.000	5.946
0.800	0.006	65.000	0.689	900.000	6.266
0.900	0.004	70.000	0.746	950.000	6.577
1.000	0.006	75.000	0.776	1000.000	6.893
2.000	0.012	80.000	0.827	1100.000	7.534
3.000	0.036	85.000	0.866	1200.000	8.181
4.000	0.041	90.000	0.906	1300.000	8.862
5.000	0.051	95.000	0.967	1400.000	9.611
6.000	0.069	100.000	1.007	1500.000	10.431
7.000	0.079	110.000	1.072	1600.000	11.457
8.000	0.085	120.000	1.168	1700.000	12.976
9.000	0.099	130.000	1.247	1800.000	15.167
10.000	0.109	140.000	1.330		
11.000	0.128	150.000	1.399		
12.000	0.132	160.000	1.472		
13.000	0.144	170.000	1.543		
14.000	0.166	180.000	1.616		
15.000	0.180	190.000	1.689		
16.000	0.186	200.000	1.774		
17.000	0.191	220.000	1.928		
18.000	0.205	240.000	2.084		
19.000	0.217	260.000	2.240		
20.000	0.227	280.000	2.376		
22.000	0.257	300.000	2.516		
24.000	0.266	320.000	2.658		
26.000	0.290	340.000	2.789		
28.000	0.312	360.000	2.923		
30.000	0.337	380.000	3.047		
32.000	0.371	400.000	3.178		
		420.000	3.296		

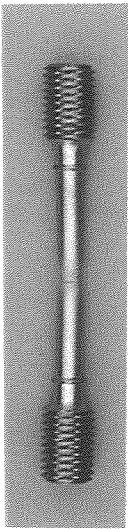
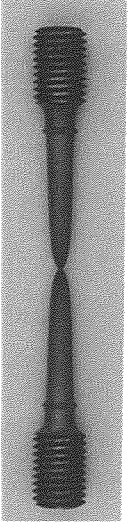
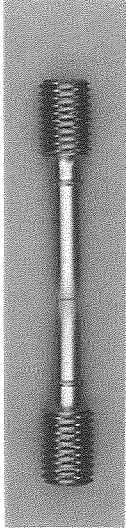
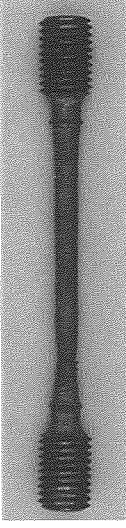
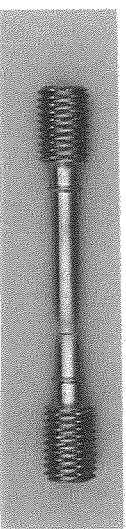
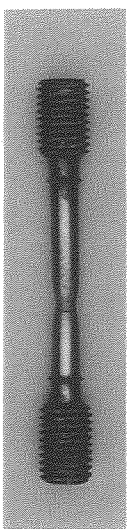
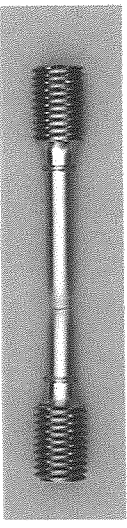
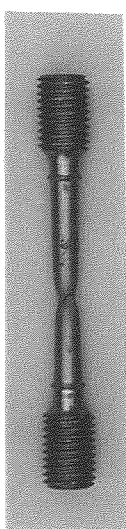
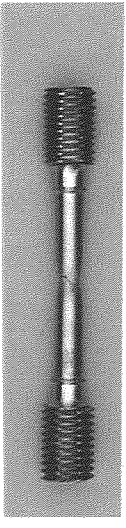
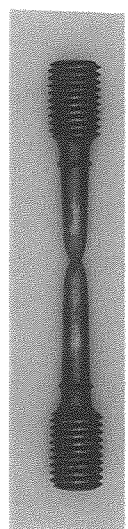
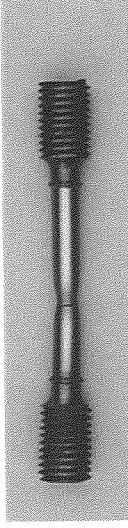
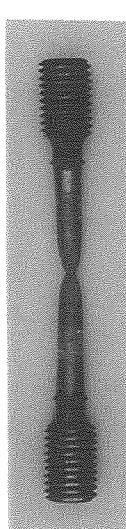
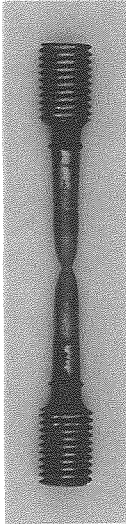
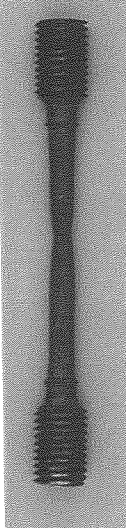
室温 ESMY01 (L方向)			700℃ ESMY04 (L方向)
100℃ ESMY10 (L方向)			800℃ ESMY02 (L方向)
200℃ ESMY09 (L方向)			
300℃ ESMY08 (L方向)			室温 ESMX07 (T方向)
400℃ ESMY07 (L方向)			200℃ ESMX10 (T方向)
550℃ ESMY06 (L方向)			300℃ ESMX11 (T方向)
600℃ ESMY03 (L方向)			550℃ ESMX08 (T方向)
600℃ ESMY05 (L方向)			800℃ ESMX09 (T方向)

写真 1 ライナ材引張試験後の試験片外観写真 (CS2 ヒート)

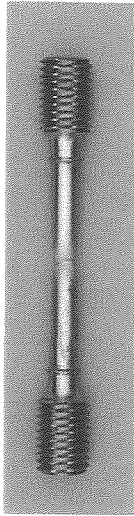
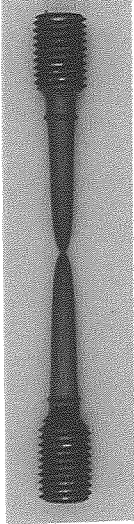
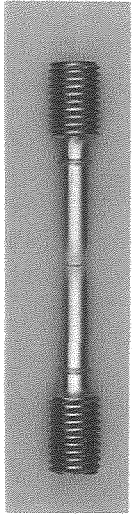
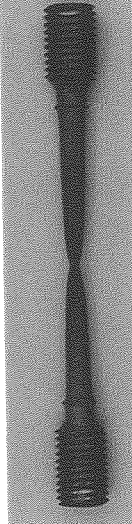
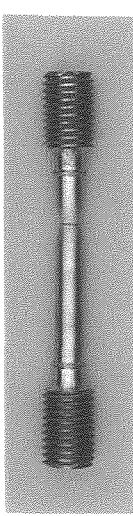
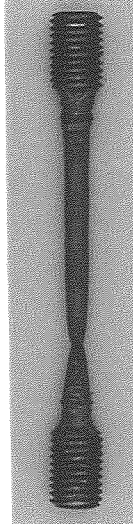
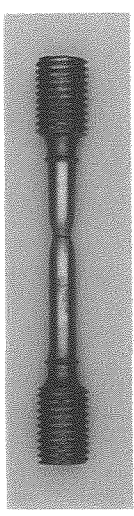
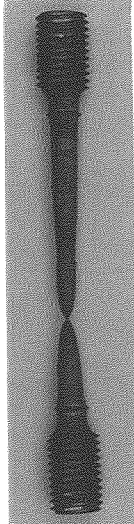
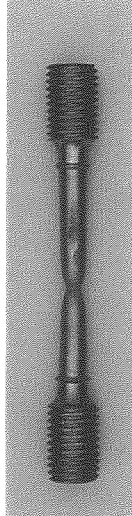
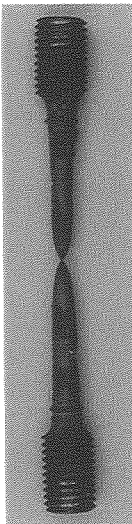
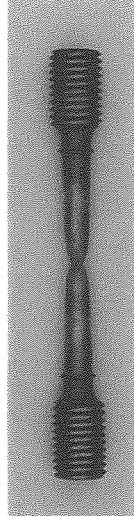
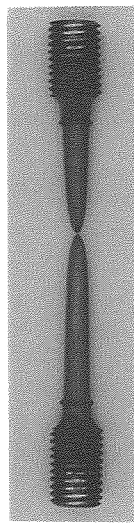
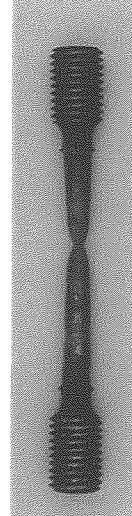
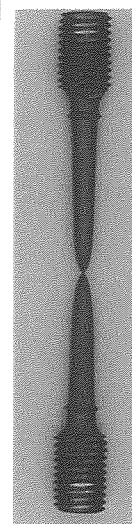
室温 ESML06 (L方向)			700°C ESML04 (L方向)
100°C ESML07 (L方向)			750°C ESML28 (L方向)
200°C ESML08 (L方向)			800°C ESML05 (L方向)
300°C ESML09 (L方向)			840°C ESML23 (L方向)
400°C ESML11 (L方向)			880°C ESML24 (L方向)
500°C ESML12 (L方向)			900°C ESML15 (L方向)
550°C ESML02 (L方向)			900°C ESML20 (L方向)
600°C ESML03 (L方向)			950°C ESML25 (L方向)

写真2 ライナ材引張試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

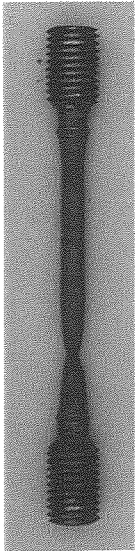
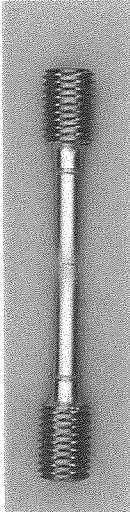
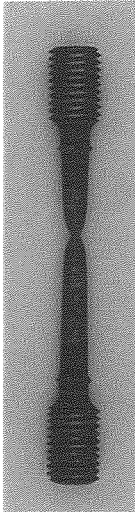
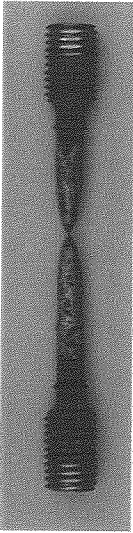
1000℃ ESML26 (L方向)			
室温 ESMT01 (T方向)			
550℃ ESMT02 (T方向)			
800℃ ESMT03 (T方向)			

写真3 ライナ材引張試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

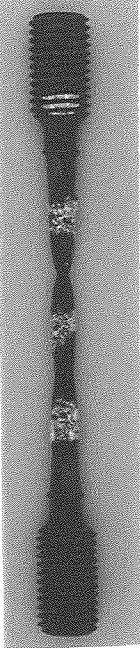
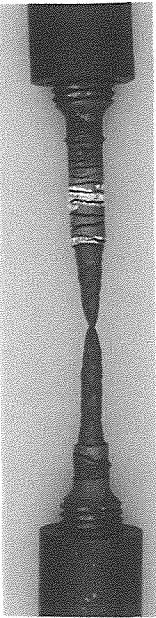
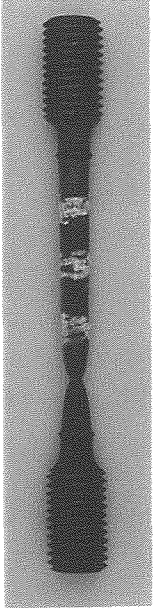
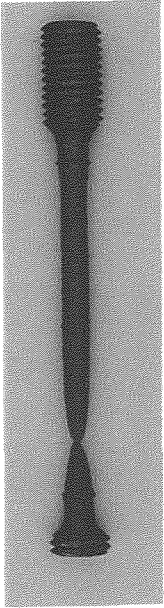
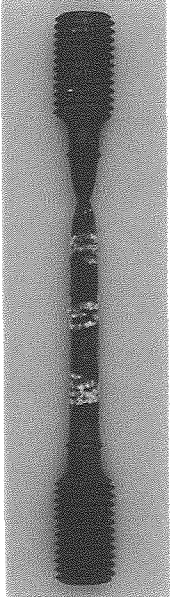
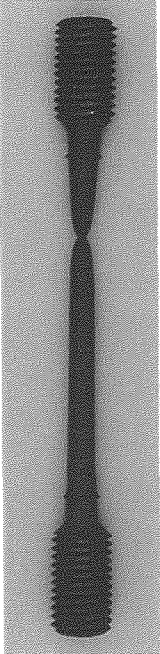
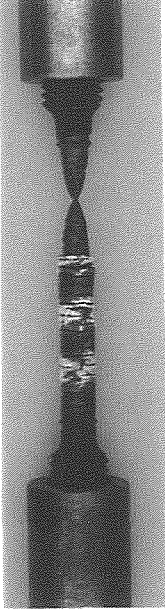
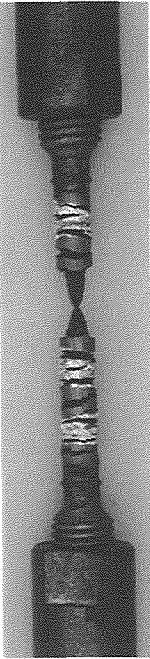
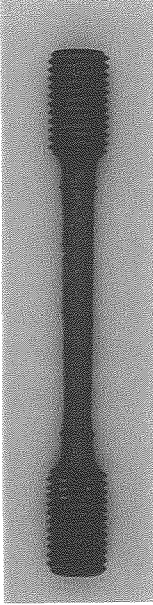
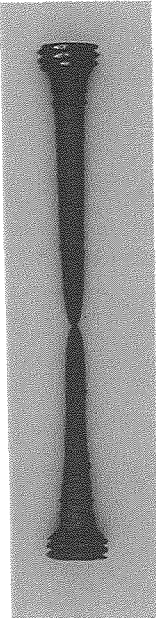
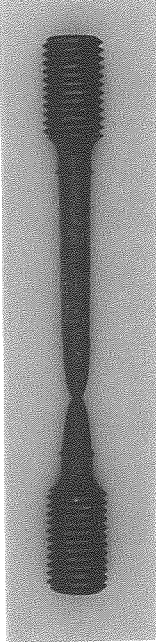
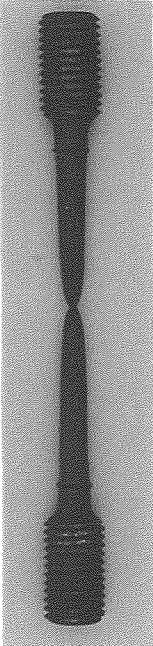
550℃ FSML13 (L方向) $\sigma=4.7\text{kg/mm}^2$ 	 650℃ FSML09 (L方向) $\sigma=2.5\text{kg/mm}^2$
550℃ FSML06 (L方向) $\sigma=7.0\text{kg/mm}^2$ 	 650℃ FSML10 (L方向) $\sigma=3.7\text{kg/mm}^2$
550℃ FSML01 (L方向) $\sigma=14.0\text{kg/mm}^2$ 	 650℃ FSML03 (L方向) $\sigma=7.5\text{kg/mm}^2$
600℃ FSML07 (L方向) $\sigma=3.3\text{kg/mm}^2$ 	 700℃ FSML11 (L方向) $\sigma=1.7\text{kg/mm}^2$
600℃ FSML08 (L方向) $\sigma=5.0\text{kg/mm}^2$ 	 700℃ FSML12 (L方向) $\sigma=2.5\text{kg/mm}^2$
600℃ FSML02 (L方向) $\sigma=10.0\text{kg/mm}^2$ 	 700℃ FSML04 (L方向) $\sigma=5.0\text{kg/mm}^2$

写真4 ライナ材クリーブ試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)

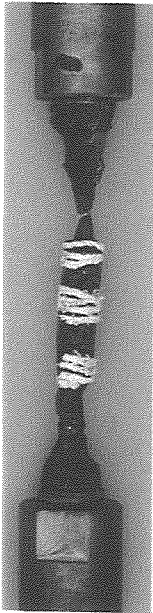
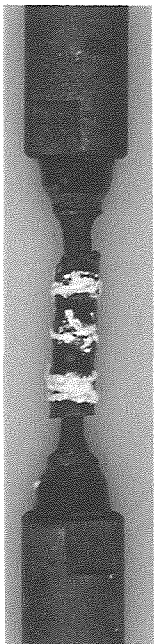
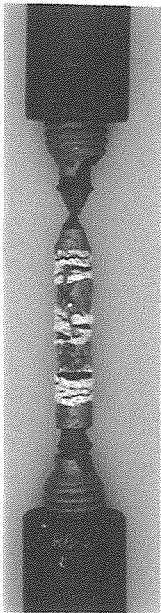
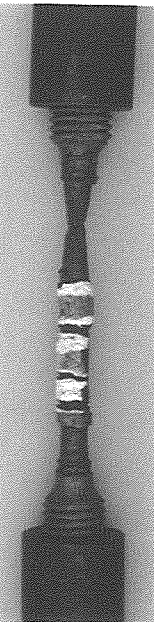
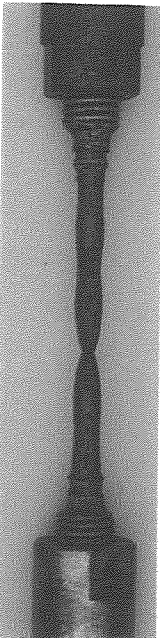
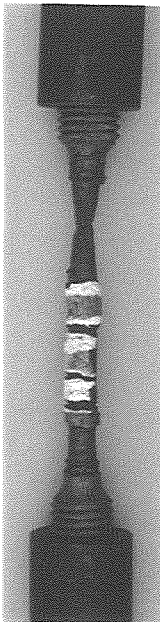
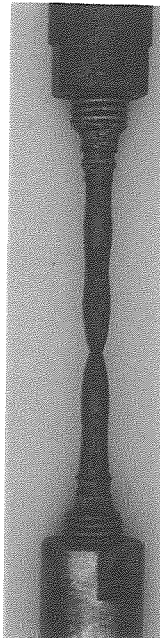
800℃ FSML16 (L方向) $\sigma=0.65\text{kg/mm}^2$ 		900℃ FSML19 (L方向) $\sigma=0.5\text{kg/mm}^2$	
800℃ FSML15 (L方向) $\sigma=0.9\text{kg/mm}^2$ 		900℃ FSML17 (L方向) $\sigma=1.2\text{kg/mm}^2$	
800℃ FSML14 (L方向) $\sigma=1.6\text{kg/mm}^2$ 		900℃ FSML21 (L方向) $\sigma=2.5\text{kg/mm}^2$	

写真5 ライナ材クリーブ試験後の試験片外観写真 (CS3 ヒート)