

燃料集合体の構成部材に及ぼす化学除染の影響

1996年3月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-chō, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-Ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1996

燃料集合体の構成部材に及ぼす 化学除染の影響

小鷹幸三^{*1}、天藤雅之^{*1}、菅原正幸^{*1}
小池通崇^{*2} 松田昌悟^{*3}、遠藤和雄^{*3}
揖場 敏^{*4}

要旨

原子炉の定検作業時における被曝低減対策の一環として、炉心一次冷却系統機器に付着したクラッドを除去するための化学除染法が開発され、ふげん発電所で既に実施されている。一方、これまでの化学除染は、燃料体が炉心に無装荷の状態で実施されているため、設備利用率の向上を図る観点から、燃料体が装荷された状態で除染を行う計画が策定された。本計画を実施に移すに当たっては、除染剤が燃料集合体を構成する部材に悪影響を及ぼさないことを、試験を行って確認しておく必要がある。

本報告は、除染剤が燃料集合体構成部材の健全性に与える影響を調べるために実施した材料特性試験並びに燃料要素被覆管のフレッティング摩耗特性に関する実規模炉外耐久試験の結果について、まとめたものである。

本試験で得られた結果の概要を以下に記す。

- (1)除染処理及び残留除染剤による、燃料集合体構成部材の応力腐食割れに対する感受性は充分低い。
- (2)除染処理及び残留除染剤は、燃料要素被覆管のフレッティング摩耗の進展を促進させる傾向はほとんど認められず、スペーサ・リング素子の燃料要素保持機能並びに燃料要素被覆管のフレッティング摩耗特性に対する健全性に悪影響を及ぼすことはない。

* 1 大洗工学センター 安全工学部 機器・構造安全工学室

* 2 大洗工学センター システム開発推進部 新型転換炉実証炉技術評価グループ

* 3 大洗工学センター 安全工学部 機器・構造安全工学室（現在：石川島検査計測株式会社）

* 4 大洗工学センター 安全工学部 機器・構造安全工学室（現在：神菱ハイテック株式会社）

Effects of the Chemical Decontamination on the Component Parts of the ATR Fuel Assembly

Kozo Kodaka *¹, Masayuki Tendo *¹, Masayuki Sugawara *¹,
Mitsutaka Koike *², Masanori Matsuda *³, Kazuo Endo *³, Toshi Iba *⁴

Abstract

The chemical decontamination technique has been developed in order to remove the crud adhering to the surface of the components constructing the primary coolant system, as a part of the measure to decrease the exposure in the annual inspection. The technique has been already applied to the prototype reactor "Fugen", in the core of which the fuel assemblies were not loaded. The chemical decontamination, for the core in which the fuel assemblies are loaded, has been planned for the purpose of improving the utilization factor. It is necessary to confirm, through the test before putting the plan into practice, that the decontamination reagent does not exert a bad influence upon the components constructing the fuel assembly.

This report describes the test results which have been carried out so as to investigate the influence of the reagent on the components constructing the fuel assembly.

The outline of the results is as follows:

- (1) The susceptibility to stress corrosion cracking of the chemical decontamination treatment and the residual decontamination reagent on the components constructing the fuel assembly is low enough.
- (2) The chemical decontamination treatment and the residual decontamination reagent do not exert a bad influence upon the integrity of the fuel assembly concerning the fuel rod holding function of the spacer and the characteristics of the fretting wear caused on the fuel claddings.

*¹ Structure Safety Engineering Section, O-arai Engineering Center, PNC.

*² ATR Technology Development Assessment Group, O-arai Engineering Center, PNC.

*³ Structure Safety Engineering Section, O-arai Engineering Center, PNC.

(At present: Ishikawajima Inspection & Instrumentation Co., LTD)

*⁴ Structure Safety Engineering Section, O-arai Engineering Center, PNC.

(At present: Shinryo High Technologies, LTD)

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 1. まえがき | 1 |
| 2. 材料特性試験 | 2 |
| 2.1 試験の概要 | 2 |
| 2.2 試験片及び試験装置 | 2 |
| 2.2.1 試験片 | 2 |
| 2.2.2 試験装置 | 2 |
| 2.3 試験方法及び試験条件 | 2 |
| 2.3.1 試験方法 | 2 |
| 2.3.2 試験条件 | 3 |
| 2.4 試験結果 | 3 |
| 2.4.1 応力腐食割れ感受性 | 3 |
| 2.5 考 察 | 4 |
| 3. 燃料集合体耐久試験 | 5 |
| 3.1 試験の概要 | 5 |
| 3.2 試験体及び試験装置 | 5 |
| 3.2.1 試験体 | 5 |
| 3.2.2 試験装置 | 5 |
| 3.3 試験方法及び試験条件 | 6 |
| 3.3.1 耐久試験 | 6 |
| 3.3.2 除 染 | 7 |
| 3.3.3 スペーサ引抜力測定 | 7 |
| 3.3.4 フレッティング摩耗深さ測定 | 7 |
| 3.4 試験結果 | 7 |
| 3.4.1 スペーサ保持機能 | 7 |
| 3.4.2 フレッティング摩耗深さ | 8 |
| 3.5 考 察 | 8 |
| 4. まとめ | 9 |
| 5. 謝 辞 | 10 |
| 参考文献 | 11 |

表リスト

| | | |
|------|------------------|----|
| 表2-1 | 試験片の仕様 | 12 |
| 表2-2 | 引張試験条件組合せ | 13 |
| 表2-3 | 試験の評価項目と試験条件の対応 | 13 |
| 表2-4 | SUS630応力腐食割破裂面率 | 14 |
| 表3-1 | 燃料集合体の設計仕様 | 15 |
| 表3-2 | コンポーネント・テストループ仕様 | 16 |

図リスト

| | | |
|-------------|--|----|
| 図 2 - 1 | 材料特性試験片形状・寸法 | 17 |
| 図 2 - 2 | 低歪速度引張試験装置 | 18 |
| 図 2 - 3 - 1 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 最大応力) | 19 |
| 図 2 - 3 - 2 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断伸び) | 20 |
| 図 2 - 3 - 3 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断時間) | 21 |
| 図 2 - 3 - 4 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断絞り) | 22 |
| 図 2 - 4 - 1 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 最大応力) | 23 |
| 図 2 - 4 - 2 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断伸び) | 24 |
| 図 2 - 4 - 3 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断時間) | 25 |
| 図 2 - 4 - 4 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断絞り) | 26 |
| 図 2 - 5 - 1 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 最大応力) | 27 |
| 図 2 - 5 - 2 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断伸び) | 28 |
| 図 2 - 5 - 3 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断時間) | 29 |
| 図 2 - 5 - 4 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断絞り) | 30 |
| 図 2 - 6 - 1 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 最大応力) | 31 |
| 図 2 - 6 - 2 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断伸び) | 32 |
| 図 2 - 6 - 3 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断時間) | 33 |
| 図 2 - 6 - 4 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断絞り) | 34 |
| 図 2 - 7 - 1 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS630 : 最大応力) | 35 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 図 2 - 7 - 2 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断伸び) | 36 |
| 図 2 - 7 - 3 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断時間) | 37 |
| 図 2 - 7 - 4 | 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断絞り) | 38 |
| 図 2 - 8 - 1 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 最大応力) | 39 |
| 図 2 - 8 - 2 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断伸び) | 40 |
| 図 2 - 8 - 3 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断時間) | 41 |
| 図 2 - 8 - 4 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断絞り) | 42 |
| 図 2 - 9 - 1 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 最大応力) | 43 |
| 図 2 - 9 - 2 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断伸び) | 44 |
| 図 2 - 9 - 3 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断時間) | 45 |
| 図 2 - 9 - 4 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断絞り) | 46 |
| 図 2 - 10 - 1 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 最大応力) | 47 |
| 図 2 - 10 - 2 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断伸び) | 48 |
| 図 2 - 10 - 3 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断時間) | 49 |
| 図 2 - 10 - 4 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断絞り) | 50 |
| 図 2 - 11 - 1 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 最大応力) | 51 |
| 図 2 - 11 - 2 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断伸び) | 52 |
| 図 2 - 11 - 3 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断時間) | 53 |
| 図 2 - 11 - 4 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断絞り) | 54 |

| | | |
|----------|--|----|
| 図 2-12-1 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 最大応力) | 55 |
| 図 2-12-2 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断伸び) | 56 |
| 図 2-12-3 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断時間) | 57 |
| 図 2-12-4 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断絞り) | 58 |
| 図 2-13-1 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 最大応力, 破断伸び) | 59 |
| 図 2-13-2 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 : 破断時間, 破断絞り) | 60 |
| 図 2-14-1 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 最大応力, 破断伸び) | 61 |
| 図 2-14-2 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Zry-2 端栓 : 破断時間, 破断絞り) | 62 |
| 図 2-15-1 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 最大応力, 破断伸び) | 63 |
| 図 2-15-2 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (Inconel-718 : 破断時間, 破断絞り) | 64 |
| 図 2-16-1 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 最大応力, 破断伸び) | 65 |
| 図 2-16-2 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SCS13 : 破断時間, 破断絞り) | 66 |
| 図 2-17-1 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 最大応力, 破断伸び) | 67 |
| 図 2-17-2 | 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響 (SUS 630 : 破断時間, 破断絞り) | 68 |
| 図 2-18-1 | 破断面の代表例 (Zry-2) | 69 |
| 図 2-18-2 | 破断面の代表例 (Zry-2 端栓) | 70 |
| 図 2-18-3 | 破断面の代表例 (Inconel-718) | 71 |
| 図 2-18-4 | 破断面の代表例 (SCS13) | 72 |
| 図 2-18-5 | 破断面の代表例 (SUS 630) | 73 |
| 図 2-19 | 除染時における除染剤の応力腐食割破面発生及び進展に及ぼす影響 (SUS 630) | 74 |
| 図 2-20 | 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割破面発生及び進展に及ぼす影響 (SUS 630) | 75 |
| 図 2-21 | 除染による通常運転時の応力腐食割破面発生及び進展に及ぼす影響 (SUS 630) | 76 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 図 3 - 1 実機模擬燃料集合体 | 77 |
| 図 3 - 2 スペーサ・リング素子及び燃料要素 | 78 |
| 図 3 - 3 コンポーネント・テストループ (C T L) | 79 |
| 図 3 - 4 除染ループ | 80 |
| 図 3 - 5 模擬燃料集合体装荷状態 | 81 |
| 図 3 - 6 燃料集合体の耐久試験実施概要 | 82 |
| 図 3 - 7 スペーサ・リング素子引抜力測定用標準短尺模擬燃料棒 | 83 |
| 図 3 - 8 時間経過に伴うスペーサ引抜力変化率の変遷 | 84 |
| 図 3 - 9 フレッティング摩耗深さの進展 | 85 |

参考表リスト

| | | |
|------------|----------------------------|-----|
| 参考表 2 - 1 | ミルシート (Zry-2) | 86 |
| 参考表 2 - 2 | ミルシート (Inconel-718) | 88 |
| 参考表 2 - 3 | ミルシート (SCS13) | 90 |
| 参考表 2 - 4 | ミルシート (SUS630) | 91 |
| 参考表 2 - 5 | 端栓溶接条件 | 92 |
| 参考表 2 - 6 | 引張試験結果 (Zry-2) | 93 |
| 参考表 2 - 7 | 引張試験結果 (Zry-2 端栓) | 94 |
| 参考表 2 - 8 | 引張試験結果 (Inconel-718) | 95 |
| 参考表 2 - 9 | 引張試験結果 (SCS13) | 96 |
| 参考表 2 - 10 | 引張試験結果 (SUS630) | 97 |
| 参考表 3 - 1 | スペーサ引抜力 | 98 |
| 参考表 3 - 2 | スペーサ引抜力変化率 | 99 |
| 参考表 3 - 3 | 時間経過に伴うスペーサ引抜力変化率の変遷 | 100 |
| 参考表 3 - 4 | フレッティング摩耗深さ | 101 |
| ~ | ~ | |
| 参考表 3 - 10 | フレッティング摩耗深さ | 107 |
| 参考表 3 - 11 | フレッティング摩耗深さの代表値 | 108 |

参考図リスト

| | | |
|----------|---------------------|-----|
| 参考図 3-1 | スペーサ引抜力分布（非除染） | 109 |
| 参考図 3-2 | スペーサ引抜力分布（1回除染） | 110 |
| 参考図 3-3 | スペーサ引抜力分布（2回除染） | 111 |
| 参考図 3-4 | スペーサ引抜力分布（3回除染） | 112 |
| 参考図 3-5 | フレッティング摩耗深さ分布（非除染） | 113 |
| ～ | ～ | |
| 参考図 3-8 | フレッティング摩耗深さ分布（非除染） | 114 |
| 参考図 3-9 | フレッティング摩耗深さ分布（1回除染） | 115 |
| 参考図 3-10 | フレッティング摩耗深さ分布（2回除染） | 115 |
| 参考図 3-11 | フレッティング摩耗深さ分布（3回除染） | 116 |
| 参考図 3-12 | スペーサ引抜力測定生データ | 117 |

参考写真リスト

| | | |
|-------------|----------------------------|-----|
| 参考写真 2-1-1 | 引張破断面の SEM 像 (Zry-2) | 118 |
| ~ | ~ | |
| 参考写真 2-14-2 | 引張破断面の SEM 像 (Zry-2) | 145 |
| 参考写真 2-15-1 | 引張破断面の SEM 像 (Zry-2 端栓) | 146 |
| ~ | ~ | |
| 参考写真 2-28-2 | 引張破断面の SEM 像 (Zry-2 端栓) | 173 |
| 参考写真 2-29-1 | 引張破断面の SEM 像 (Inconel-718) | 174 |
| ~ | ~ | |
| 参考写真 2-42-2 | 引張破断面の SEM 像 (Inconel-718) | 201 |
| 参考写真 2-43-1 | 引張破断面の SEM 像 (SCS13) | 202 |
| ~ | ~ | |
| 参考写真 2-56-2 | 引張破断面の SEM 像 (SCS13) | 229 |
| 参考写真 2-57-1 | 引張破断面の SEM 像 (SUS630) | 230 |
| ~ | ~ | |
| 参考写真 2-70-2 | 引張破断面の SEM 像 (SUS630) | 257 |
| 参考写真 3-1 | スペーサ・ディンプル部表面状態 | 258 |

1. まえがき

ATR原型炉「ふげん」は、1979年に商業運転を開始して以来順調に稼働し続けて、今日に至っている。この間、プラントを構成する配管及び炉心構成機器に付着するクラッド量が増大し、それに伴い定検作業時の被曝線量が増加し、被曝低減対策を施す必要に迫られてきた。この事態への対応策として化学除染法が開発され、既にふげん発電所において実施されている。しかし、これまでに行われた除染は、燃料体が無装荷の状態で実施されており、設備利用率の向上を図るには、燃料体が装荷された状態で除染を行うことが望ましい。この手法を実現させるには、除染剤が燃料体の構成部材に及ぼす影響を確認する必要があるため、模擬燃料集合体及び燃料集合体の各構成部材から成る小型試験片を用いて、除染条件下における材料特性並びに燃料要素被覆管のフレッティング摩耗特性を調べる試験を実施した。

ここに、上記材料特性及びフレッティング摩耗特性に関する試験結果をまとめたので、報告する。

2. 材料特性試験

2.1 試験の概要

燃料集合体を構成する部材の材料特性に及ぼす化学除染の影響の有無を確認するため、応力腐食割感受性の評価を目的とした低歪速度引張試験⁽¹⁾, ⁽²⁾, ⁽³⁾ を実施した。試験は、燃料集合体の各構成部材から成る引張試験片を用いて、試験片に対する除染処理の有無並びに試験環境としての除染剤濃度及び溶存酸素濃度をパラメータとした各条件下で行なわれた。

2.2 試験片及び試験装置

2.2.1 試験片

試験片の対象部品として、28本クラスタ燃料集合体の主要構成部品である燃料要素被覆管、スペーサ、タイプレートの本体部及び案内リングばねを選定した。更に、燃料要素被覆管については、被覆管本体部及び端栓溶接部の試験片二種類を作製した。試験片は、すべて実機燃料集合体製造工程と同一の条件下で製作した。各試験片の仕様及び形状・寸法を、表2-1及び図2-1に示す。

すべての試験片は、実機使用条件下における主要構成部品の表面状態を模擬するために、溶存酸素を3ppmに調整した高温・高圧水(280°C, 78kg/cm²G)中に168時間浸漬し、オートクレーブ処理を行なった。

(参考のため、試験片の製作に使用した材料のミルシートを、巻末の参考表2-1～参考表2-4に、端栓溶接条件を参考表2-5に、それぞれ示す。)

2.2.2 試験装置

本試験には、燃料集合体構成部品の応力腐食割感受性を確認する手段として、低歪速度引張試験装置を使用した。試験装置の概略図を、図2-2に示す。

本装置は、オートクレーブを有しており、循環ループで予め試験条件に調整された高温・高圧水が、オートクレーブ内を通り循環する構造となっている。オートクレーブの上蓋部には貫通孔が設けられ、テフロン製リングを介して引張棒が挿入されている。引張棒は、オートクレーブ内の圧力を低下させることなく、試験機のクロスヘッドの動きに追随することが出来る。試験片は、引張棒の先端に取り付けられたチャック及びピンにより連結固定される。引張試験機のクロスヘッドは、水晶発振パルスを用いたサーボ出力により制御され、引張速度を 1×10^{-7} mm/min～1mm/minの範囲で任意に制御することが出来る。

2.3 試験方法及び試験条件

2.3.1 試験方法

材料特性試験用に製作した各試験片(図2-1参照)を前述の低歪速度引張試験装置に取付け、表2-2に記載された各試験条件下で、 8.3×10^{-7} /sの歪速度で引っ張った。本歪速度は、予備試験⁽¹⁾, ⁽²⁾を通して、各試験片のSCC破面率が最も高くな

る値が得られたため採用した。試験開始直後から試験期間中を通じ、連続して引張荷重をペンレコーダに記録した。試験終了後、チャート紙の波形から最大引張荷重を読み取って最大応力を求め、更にクロスヘッドの移動距離を測定して破断伸びを求めた。破断時間もチャート紙から読み取った。その後、試験片破断面の破面形状（S C C 破面率）を求めるために、S E M観察を行なった。更に、破断面のS E M観察写真を基に破断面の面積を測定し、破断絞り値を求めた。

各構成部材の応力腐食割感受性は、最大応力、破断絞り、破断伸び、破断時間及び応力腐食割破面率の大小により評価した。

2.3.2 試験条件

(1) 除染処理条件

材料特性に及ぼす除染処理の影響の有無を確認するために、試験片の一部について、引張試験開始前に下記条件下でオートクレーブによる除染処理を行った。

- ①除染剤 : K 2 0 3 (栗田工業製、キレート系除染液)
- ②除染剤濃度 : 0.1 % (p H約5)
- ③除染液温度 : 約 1 3 0 °C
- ④除染液圧力 : 約 3 k g / c m² G
- ⑤除染時間 : 2 4 h

(2) 引張試験条件

燃料集合体構成部材の応力腐食割感受性を確認するために、除染処理済及び非処理の各試験片について、除染処理時及び定格運転時を模擬した冷却水温度・圧力の下で、溶存酸素及び除染剤の濃度をパラメータとして、引張試験を実施した。

材料特性試験に適用した除染処理及び引張試験の試験条件組合せ、並びに試験の評価項目と試験条件の対応を、表2-2及び表2-3に示す。

2.4 試験結果

2.4.1 応力腐食割感受性

(1) 材料引張試験

燃料集合体の構成部材から成る各試験片について、除染時における除染剤の影響の有無を示すグラフを、図2-3-1～図2-7-4に、除染剤が残留した場合の通常運転時に及ぼす影響の有無を示すグラフを、図2-8-1～図2-12-4に、除染による通常運転時に及ぼす影響の有無を示すグラフを、図2-13-1～図2-17-2に、それぞれ示す。本引張試験で得られたすべてのデータを、巻末の参考表2-6～参考表2-10に示す。

これらのグラフからは、応力腐食割感受性の評価因子となる最大応力、破断絞り、破断伸び及び破断時間に対する溶存酸素及び除染剤の濃度の影響は、すべての試験片について認められない。

(2) 破面観察

引張試験終了後のすべての試験片について、破断面を走査型顕微鏡（S E M）を用いて詳細に観察した。5種類の試験片の各々について、通常運転時の最も条件が緩いケース（除染剤が残留せず、溶存酸素が最小値の冷却水中における非除染材）並びに最も条件が厳しいケース（除染剤が最大残留し、溶存酸素が最大値の冷却水中における除染処理材）の代表的な2ケースの破面観察結果を、図2-18-1～図2-18-5に示す。更に、巻末の参考写真2-1-1～参考写真2-70-2に、試験片すべての破面観察結果を示す。これらの破面観察結果から、SUS630材を除き、他の材料から成る試験片はすべて延性状の破面を呈しており、応力腐食割れを示す破面はほとんど認められない。

SUS630材試験片の場合、すべての試験条件下において部分的に粒内応力腐食割れと認定され得る部分が、一部の試験条件下において極微小領域に粒界応力腐食割れと認定され得る部分が、それぞれ観察される。表2-4に、SUS630材の破面観察に基づき測定された応力腐食割れ面率を示す。更に、これらのデータに基づき、表2-3に示す各試験条件下におけるSUS630材の破面発生及び進展に及ぼす影響を、破面率について表したグラフを、図2-19～図2-21に示す。

これらのグラフから、SUS630材の場合、各試験条件下を通して最高10%程度の粒内応力腐食割れ面率が存在することが分かるが、除染剤濃度、溶存酸素濃度及び除染処理の有無による有為差は認められない。

2.5 考 察

材料引張試験及び破面観察の結果から、「ふげん」で計画している一次系系統化学除染の環境条件下では、除染剤濃度及び溶存酸素濃度の差並びに除染処理の有無が、燃料集合体を構成する材料の引張強度及び応力腐食割れに影響を及ぼすことはないものと考えられる。

3. 燃料集合体耐久性試験

3.1 試験の概要

燃料集合体を模擬圧力管に装荷し、実機炉心模擬流動条件下で長時間耐久試験⁽⁴⁾、⁽⁵⁾、⁽⁶⁾を行い、途中3回燃料集合体の化学除染処理⁽⁷⁾を施し、燃料被覆管に生じるフレッティング摩耗並びにスペーサの燃料要素保持機能に及ぼす除染処理の影響を調べた。

3.2 試験体及び試験装置

3.2.1 試験体

本耐久試験に使用した試験体は、ATR原型炉「ふげん」に用いられている28本クラスタ燃料集合体と同一条件で製作された模擬燃料集合体である。本試験体は図3-1に示すように、約4mの燃料要素28本が同心円状三層（外層16本、中間層8本、内層4本）に配列されている。

28本の燃料要素は、軸方向に12個のスペーサと上下タイプレートによって保持され、集合体を構成している。中間層燃料要素8本は、上下タイプレートにロックナットで固定されたタイロッド型である。他の燃料要素は、すべて上下タイプレートに固定されていないフリーロッド型である。

12個のスペーサは、図3-1に示すように、軸方向一定間隔に取り付けられている。各スペーサは、リング素子28個が同心円状三層に配列されて構成されており、各リング素子は、図3-2に示すように一つのねねディンプルと四つの固定ディンプルを有する。リング素子間はスポット溶接により互いに連結固定されており、挿入された各燃料要素を、各ディンプルを介して保持し一定間隔に維持している。

試験体の設計仕様を表3-1に示す。燃料要素被覆管及びタイロッドはZry-2、スペーサはInconel-718、タイプレート本体部はSCS13、タイプレートの案内リングばねはSUS630でそれぞれ製造されている。

3.2.2 試験装置

(1) 耐久試験

本試験には、「ふげん」炉心の冷却水流動条件を模擬することの出来るコンポーネント・テストループ（図3-3参照）と呼ばれる試験装置を用いた。同ループは、模擬燃料集合体を収納する実機と同じ圧力管集合体から成るテスト部を主体に、炭素鋼製配管、ボイラ、蒸気ドラム、ポンプ、ヘッダ、ドライヤ、ミキサ及びステンレス鋼製の蒸気圧縮機等から構成されている。蒸気ドラムから送られた熱水は、循環ポンプを通りヘッダとボイラ給水ポンプに導かれる。ボイラ給水ポンプを通った水は、ボイラに送られ過熱蒸気となってドライヤに入り、蒸気ドラムで分離した蒸気と混合され、一部過熱乾燥した蒸気となる。この蒸気は蒸気圧縮機で加圧され、蒸気ヘッダを経て、先に熱水ヘッダに送られた水とミキサで混合され、蒸気と水の二相流となって、模擬燃料集合体が収納された圧力管集合体テスト部を通った後、ヘッダを経て蒸気ドラムへ戻り循環する。

表3-2に、同ループを構成する主要機器の仕様を示す。

(2) 除染ループ

除染は、図3-4に示す除染ループを用いて行った。本ループは、模擬燃料集合体が収納される除染容器、除染剤調整槽、貯水槽、予熱器、冷却器及び循環ポンプから構成される。除染液は、除染剤調整槽で純水によって0.1%に希釈され貯水槽に導かれる。貯水槽に貯えられた除染液は、循環ポンプにより予熱器に導かれ、試験温度まで加熱される。加熱された除染液は除染容器に送られ、そこで同容器に収納された模擬燃料集合体を除染する。その後、除染液は冷却器を通じて再度貯水槽へ戻り循環する。

3.3 試験方法び試験条件

3.3.1 耐久試験

(1) 試験方法

模擬燃料集合体を、図3-5に示すように、コンポーネント・テストループの圧力管集合体テスト部に装荷し、炉心冷却水を模擬した蒸気と水の二相流を循環させ、図3-6に示す試験実施概要に従い耐久試験を実施した。試験対象燃料要素を、同図に示すように4ブロックに分け、各ブロックに属する3本の燃料要素について、試験時間及び除染処理の有無等の試験条件を変えて試験を行った。更に、試験時間について700 hr ~ 11000 hrまでを7区間に分け、それらのうち、2500 hr, 5500 hr及び11000 hrについて、途中それぞれ1回、2回及び3回除染処理を施した。3回化学除染処理を施した根拠は、実機炉心における燃料集合体の炉内滞在期間が最長約5年であり、除染は2年に1回の頻度で実施する計画であるため、保守的に試験条件を設定したためである。

各試験時間終了時点で、対象とするブロックの3本の燃料要素を燃料集合体から引抜き、燃料要素被覆管表面のスペーサと接する部分に生じたフレッティング摩耗の深さを測定した。更に、燃料要素が引抜かれたスペーサ・リング素子の燃料要素保持力（後述の引抜力で代用）を測定した。それらフレッティング摩耗深さ及び引抜力のデータの試験時間経過に伴う変化を調べた。

(2) 試験条件

炉心冷却水を模擬した蒸気と水の二相流の流動条件及び水質を、以下に記す。

① 流動条件

| | |
|--------|--------------------------|
| ・温 度 | 約287°C |
| ・压 力 | 約72 kg/cm ² G |
| ・热水流量 | 2.8 ton/hour |
| ・蒸気流量 | 5.5 ton/hour |
| ・蒸気重量率 | 約14% |

② 水質条件

| | |
|-------|---------------|
| ・溶存酸素 | 300 ± 100 ppB |
| ・伝導度 | 0.2 μS/cm以下 |
| ・pH | 6~8 |

3.3.2 除 染

模擬燃料集合体を図3-4に示す除染容器に収納し、下記条件に調整された除染液を24時間循環させた。その後、循環水を除染剤を含まない純水に替えて、除染剤濃度がほぼ0%になった時点で模擬燃料集合体を容器から取り出した。

除染循環水条件を以下に記す。

- ①除染剤 : K203
- ②除染剤濃度 : 0.10% (pH 5)
- ③除染水温度 : 120 ± 5°C
- ④除染水圧力 : 約 3 kg/cm² G
- ⑤除染水流量 : 約 40 ℥/h
- ⑥除染時間 : 24 h

3.3.3 スペーサ引抜力測定

スペーサ引抜力は、スペーサの燃料要素保持力に対する代替値として測定した。引抜力値は、燃料要素をスペーサの各リング素子から引き抜く時の荷重を測定することにより求めた。燃料要素の形状・寸法を模擬した図3-7に示す標準短尺模擬燃料棒（直径 : 10.76 mm ± 0.005 mm）を各スペーサ・リング素子に挿入し、1 mm/sの速度で引抜く際の荷重をロードセルにて測定した。同一リング素子について3回測定し、それらのデータの平均値を求めスペーサ引抜力値とした。図3-6に示す計画に基づき、試験開始前にスペーサ・リング素子全数について、各耐久試験時間終了後にフレッティング摩耗測定対象の3本の燃料要素を引き抜いたスペーサ・リング素子について、それぞれ引抜力を測定した。

3.3.4 フレッティング摩耗深さ測定

フレッティング摩耗深さは、測定精度1 μmのダイヤモンド触針式粗さ計を用いて、燃料要素の軸方向に0.2 mm/sの速度で触針を掃引させ、周方向に0.5°間隔で摩耗の全面を測定して得られる深さデータの中の最大値として求めた。

図3-6に示す計画に基づき、試験期間を通して、各耐久試験時間終了後に燃料集合体から引き抜いた3本の燃料要素について、フレッティング摩耗深さを測定した。

3.4 試験結果

3.4.1 スペーサ保持機能

本耐久試験開始後の試験時間及び除染回数の増加に伴うスペーサ引抜力について、試験実施前の値に対する各スペーサ・リング素子の変化率の変遷を、図3-8に示す。同グラフから、スペーサ引抜力の値は、全体的に試験時間及び除染回数の増加に伴う減少傾向は認められないが、ばらつきが次第に拡大する傾向を示している。

卷末の参考図3-1～3-4に、図3-6の試験実施概要に基づき測定された試験前後のスペーサ引抜力値の分布を示す。参考表3-1～3-3には、各試験時間ごとのスペーサ引抜力値及び変化率の全データ並びに試験時間及び除染回数の増加に対する対象リング素子引抜力変化率データの代表値を示す。

3.4.2 フレッティング摩耗深さ

本耐久試験で得られた、28本クラスタ燃料の試験時間及び除染回数の増加に伴うフレッティング摩耗深さの進展特性を、図3-9に示す。グラフから、フレッティング摩耗深さは、全般的に試験時間の増加に対して若干増大する傾向が見られるが、除染処理の有無及び除染回数の増加に対する有意差はほとんど認められない。

巻末の参考図3-5～3-11に、図3-6の試験実施概要に基づき耐久試験を行って得られた、各試験時間ごとのフレッティング摩耗深さ分布を示す。参考表3-4～3-10には、各試験時間ごとのフレッティング摩耗深さの全データを示す。更に、参考表3-11には、試験時間及び除染回数の増加に対するフレッティング摩耗深さデータの代表値を示す。

3.5 考 察

スペーサ引抜力については、試験時間及び除染回数の増加によって減少していないことから、28本クラスタ燃料スペーサの燃料要素保持機能は、除染処理による影響をほとんど受けないものと考えられる。試験時間及び除染回数の増加に伴い引抜力のばらつきが拡大している傾向については、除染により、燃料要素と接するスペーサ・ディンプル部表面の粗さが増したことによるものと推定される。参考までに、除染処理有無の代表的なスペーサ引抜力測定生データ、並びにスペーサ・ディンプル部表面の写真を、参考図3-12及び参考写真3-1に、それぞれ示す。

フレッティング摩耗深さについては、除染処理の有無及び除染回数の増加に対する有意差がほとんど認められることから、同燃料の燃料要素被覆管に生じるフレッティング摩耗の進展特性に対しても、除染処理による影響はほとんど受けないものと考えられる。

4.まとめ

燃料集合体の各構成部材を対象とした材料特性試験並びに実機と同等の燃料集合体を用いた耐久試験を行った結果、化学除染処理が燃料集合体の機械的健全性に悪影響を及ぼさないことが確認された。

5. 謝 言

本試験の遂行にあたり、コンポーネント・テストループの運転及び試験データの測定・整理作業等を行っていただいた菱和工業(株)の職員の方々並びに、試験計画段階で除染関連技術について貴重な助言をいただいたふげん発電所及び動力炉開発推進本部の関係者諸氏に、心から感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 小池通崇、北原種道：除染剤を用いたステンレス鋼の低歪速度引張試験、
PNC SN941 83-60、1983
- (2) 小池通崇、北原種道：原子炉一次系化学除染のための材料試験、
PNC SN941 85-63、1985
- (3) 掘場 敏、小池通崇、菊池 啓、佐藤 稔：原子炉一次系化学除染のための
材料試験 — ステンレス鋼の低歪速度引張試験（II）、PNC SN9410 87-156、
1987
- (4) Kozo Kodaka: Endurance Test on Cluster Type Fuel Assemblies, PNCTN943
84-13, 1984
- (5) 小鷹幸三、菅原正幸、菊池 啓、佐藤 稔：A T R 実証炉燃料集合体二次改
良試作体の耐久試験、PNC SN9410 87-003、1987
- (6) 小鷹幸三、菅原正幸、菊池 啓、亀井 満：A T R 実証炉燃料集合体五次試
作体の耐久試験、PNC SN9410 88-027、1988
- (7) 小池通崇：「ふげん」一次系除染計画予備除染試験（X）（クリデコン方式）、
PNC ZJ3202 87-002、1987

表

{
表 2-1 ~ 表 2-4
表 3-1 ~ 表 3-2
}

表2-1 試験片の仕様

| 材質 | 対象部品 | 材料規格 | 熱処理・その他 |
|-------------|---------------------|-----------|---|
| Zry-2 | 燃料被覆管 | JIS H4751 | 冷間加工 |
| Zry-2端栓 | 燃料被覆管と端栓の溶接部 | " | TIG溶接(参考表2-5 参照) |
| Inconel-718 | スペーサ | AMS 5597A | 溶体化処理 1065°C×1h(AC) 析出硬化処理 760°C×10h → 650°C×10h(AC) |
| SCS13 | 上下タイプレート 本体 | JIS G5121 | 溶体化処理 1080°C×2h(WC) |
| SUS630 | 上下タイプレート 案内リングばね | JIS G4303 | 溶体化処理 1040°C×30min(ファン冷却) 析出硬化処理 420°C×30min → 470°C×4h(ファン冷却) |

表2-2 引張試験条件組合せ

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素 濃度 | 除染剤濃度 |
|------------------|--------------|-------------------------------|------------|---------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % |
| | | | 200 ppb | |
| | | | 8 ppm | |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % |
| | | | | 0.1 % |
| B ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % |
| | | | 200 ppb | |
| | | | 1 ppm | |
| | | | 3 ppm | |
| | | | 8 ppm | |
| * C ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % |
| | | | 8 ppm | |
| * C ₂ | 280 | 78 | 8 ppm | 0 ppm |
| | | 65 | | 0.1 ppm |
| | | | | 10 ppm |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

表2-3 試験の評価項目と試験条件の対応

| 試験条件 | 試験の評価項目 |
|------------------------------------|---------------------------|
| A ₁ vs A ₂ | 除染時における除染剤の影響の有無 |
| B ₁ vs * C ₂ | 除染剤が残留した場合の通常運転時に及ぼす影響の有無 |
| B ₁ vs * C ₁ | 除染による通常運転時に及ぼす影響の有無 |

表2-4 SUS630応力腐食割破面率

| 試験 記号 | 試験条件 | | | | 応力腐食割破面率(%) | | |
|------------------|--------------|-------------------------------|---------|---------|-------------|-----------|--|
| | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/mm ²) | 溶存酸素濃度 | 除染剤濃度 | I G S C C | T G S C C | |
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % | 1 | 12 | |
| | | | 200 ppb | | 1 | 6 | |
| | | | 8 ppm | | 1 | 9 | |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % | 1 | 13 | |
| | | | | 0.1 % | 1 | 3 | |
| | | | 30 ppb | 0 % | 0 | 5 | |
| B ₁ | 280 | 78 | 200 ppb | | 0 | 3 | |
| | | | 1 ppm | | 0 | 5 | |
| | | | 3 ppm | | 1 | 7 | |
| | | | 8 ppm | | 2 | 8 | |
| | | | 30 ppb | 0 % | 0 | 3 | |
| * C ₁ | 280 | 78 | 8 ppm | | 2 | 12 | |
| * C ₂ | 280 | 78 | 8 ppm | 0 ppm | 2 | 12 | |
| | | 65 | | 0.1 ppm | 1 | 9 | |
| | | | | 10 ppm | 0 | 4 | |

*:試験片を、除染剤0.1%，温度130°Cで24h除染後試験

表 3-1 燃料集合体の設計仕様

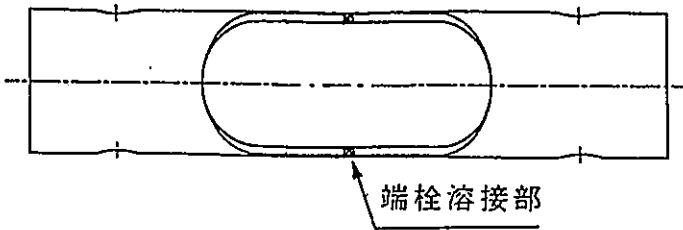
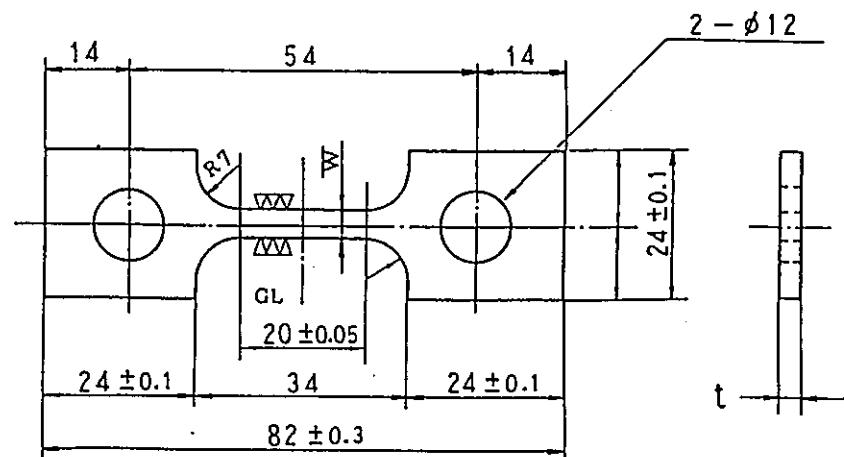
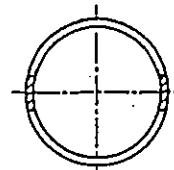
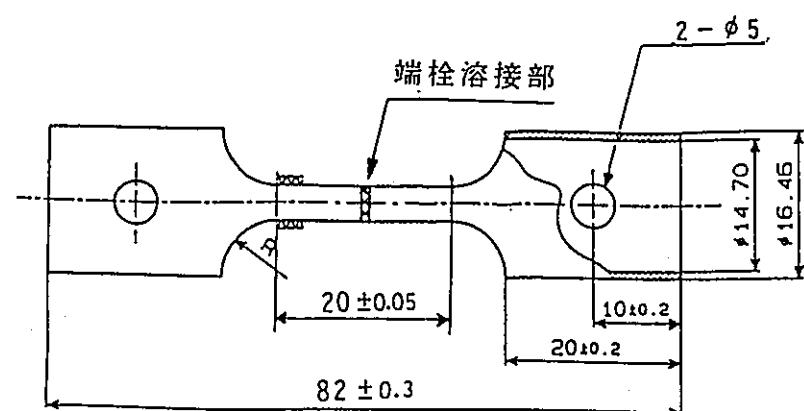
| 部品名 | 仕様 | |
|-------------|------------|------------------------------------|
| 燃料要素 | 材質 | Zry-2 |
| | 外径 (mm) | 16.46 |
| | 肉厚 (mm) | 0.8 (min) |
| | 長さ (mm) | 4045 (肩間) |
| 燃料要素ペレット | 材質 | W & Cu |
| | 外径 (mm) | 14.24 |
| | 高さ (mm) | 20.2 |
| スペーサタイロッド | 材質 | Zry-2 |
| | 外径 (mm) | 9.0 |
| | 肉厚 (mm) | 1.3 (min) |
| | 長さ (mm) | 4132 (組立全長) |
| スペーサ本体 | 材質 | Inconel-718 |
| | 型式 | リング型 |
| | 外径 (mm) | 116.7 |
| スペーサリング素子 | 材質 | Inconel-718 |
| | 外径 (mm) | 18.56 (外層) 18.69 (中間層タイロッド型 内層) |
| | 肉厚 (mm) | 0.35 |
| 上部タイププレート | 材質 | SCS13 |
| | 外径 (mm) | 115.0 |
| | 高さ (mm) | 145 |
| 下部タイププレート | 材質 | SCS13 |
| | 外径 (mm) | 114.0 |
| | 高さ (mm) | 173 |
| タイププレート案内ばね | 材質 | SUS630 |
| | リング外径 (mm) | 119.0 (max) 118.2 (min) |

表3-2 コンポーネント・テストループ仕様

| 項目 | 台数 | 形 式 | 仕 様 | 材 質 | 動 力 |
|-------|----|------------------------|--|--------|--------|
| 循環ポンプ | 2 | 豎軸グランドレス型 | 吸込圧力: 90 kg/cm ² ヘッド: 22.6 kg/cm ² 流量: 65 t/h | 炭素鋼 | 130 kW |
| 蒸気圧縮機 | 1 | オーバハンギング単段ターボ | 吸込圧力: 90 kg/cm ² ヘッド: 12 kg/cm ² 流量: 22 t/h | ステンレス鋼 | 420 kW |
| ボイラ | 1 | 2 胴 放 射 型 自然循環軽油燃焼型 | 蒸気圧力: 120 kg/cm ² 蒸気温度: 400 °C 蒸発能力: 3 t/h 伝熱面積: 94.5 m ² | 炭素鋼 | — |
| コンデンサ | 1 | 横置きシェルタイプ 蒸気凝縮セパレイタ | 最大仕様圧力: 100 kg/cm ² 最大仕様温度: 310 °C 蒸気凝縮能力: 19.96 t/h 最大循環流量: 116.76 t/h | 炭素鋼 | — |
| 主冷却器 | 1 | 横置き U チューブ型 | チューブ側 最大圧力: 120 kg/cm ² 流量: 6.9 t/h 温度: 310 °C 胴 側 最大圧力: 4 kg/cm ² 流量: 109 t/h 温度: 150 °C | ステンレス鋼 | — |

図面

$$\left. \begin{array}{l} \blacksquare 2-1 \sim \blacksquare 2-2\ 1 \\ \blacksquare 3-1 \sim \blacksquare 3-9 \end{array} \right\}$$



| 材質 | t | w |
|-------------|------|-----|
| Zry-2 | 0.88 | 6.0 |
| Zry-2端栓 | 0.88 | 6.0 |
| Inconel-718 | 3.0 | 4.0 |
| SCS13 | 2.0 | 3.0 |
| SUS630 | 2.0 | 3.0 |

单位: mm

a) Zry-2 及び Zry-2 端栓

b) Inconel-718, SCS13 及び SUS630

図2-1 材料特性試験片形状・寸法

762

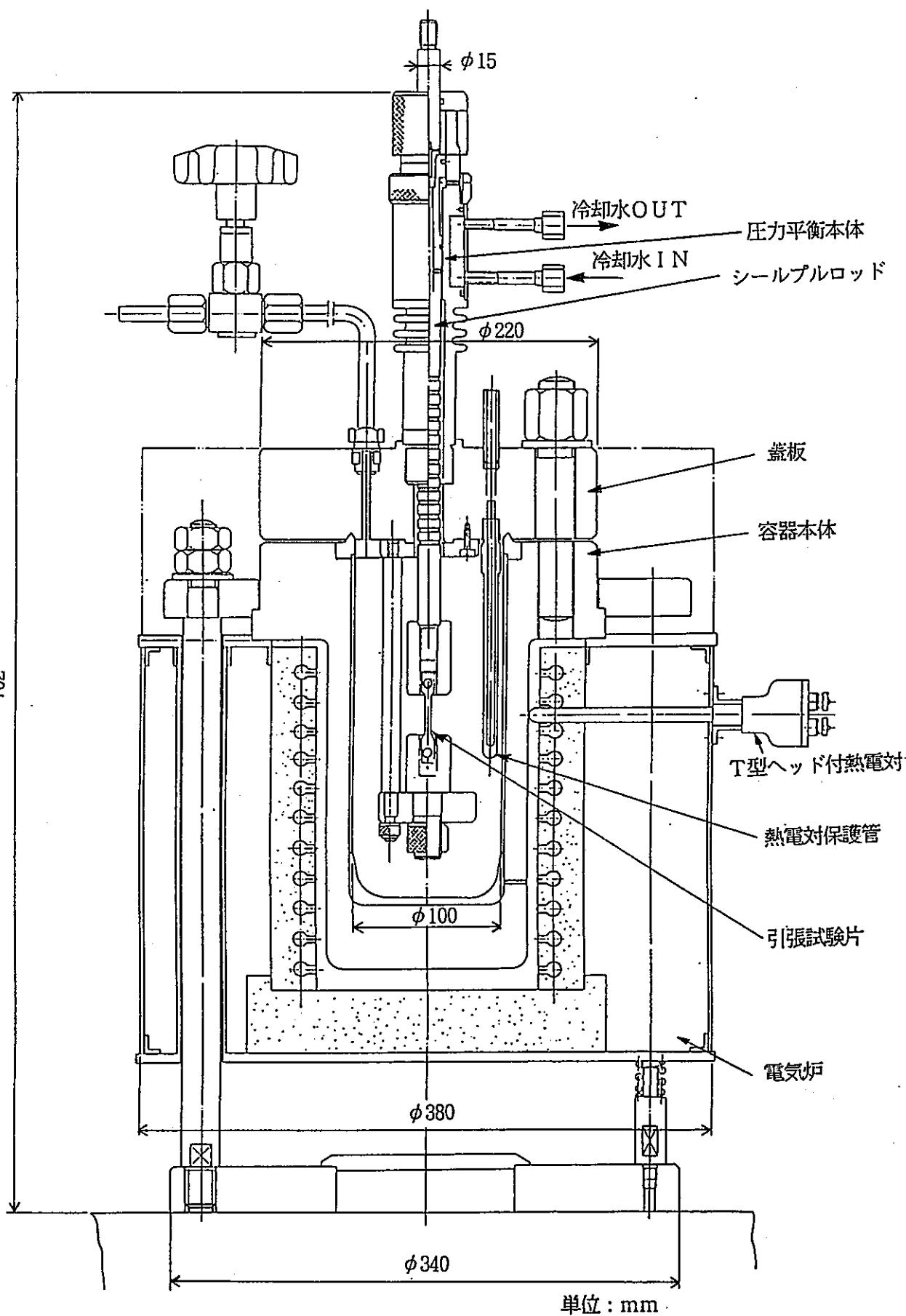


図2-2 低歪速度引張試験装置

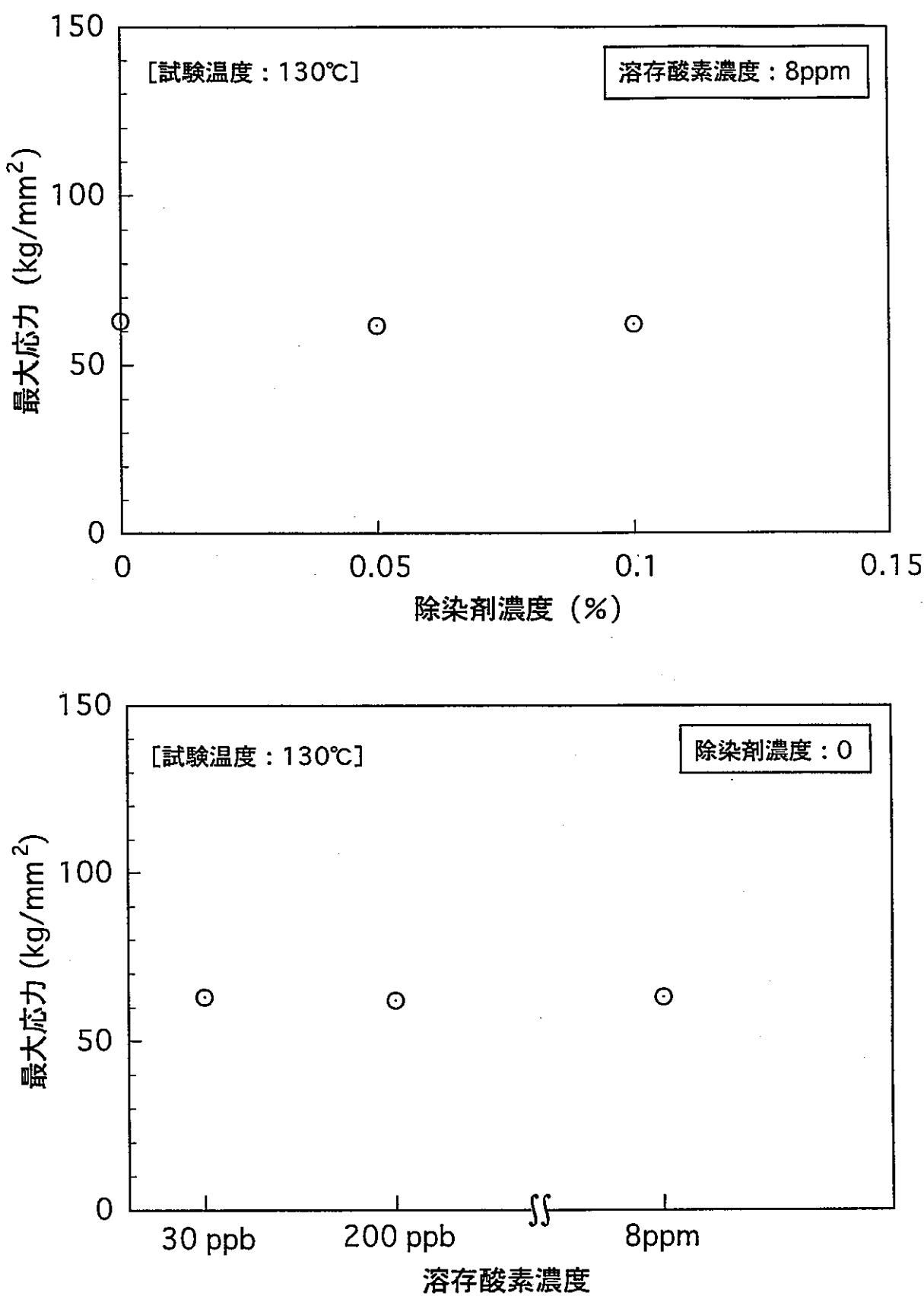


図2-3-1 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 最大応力)

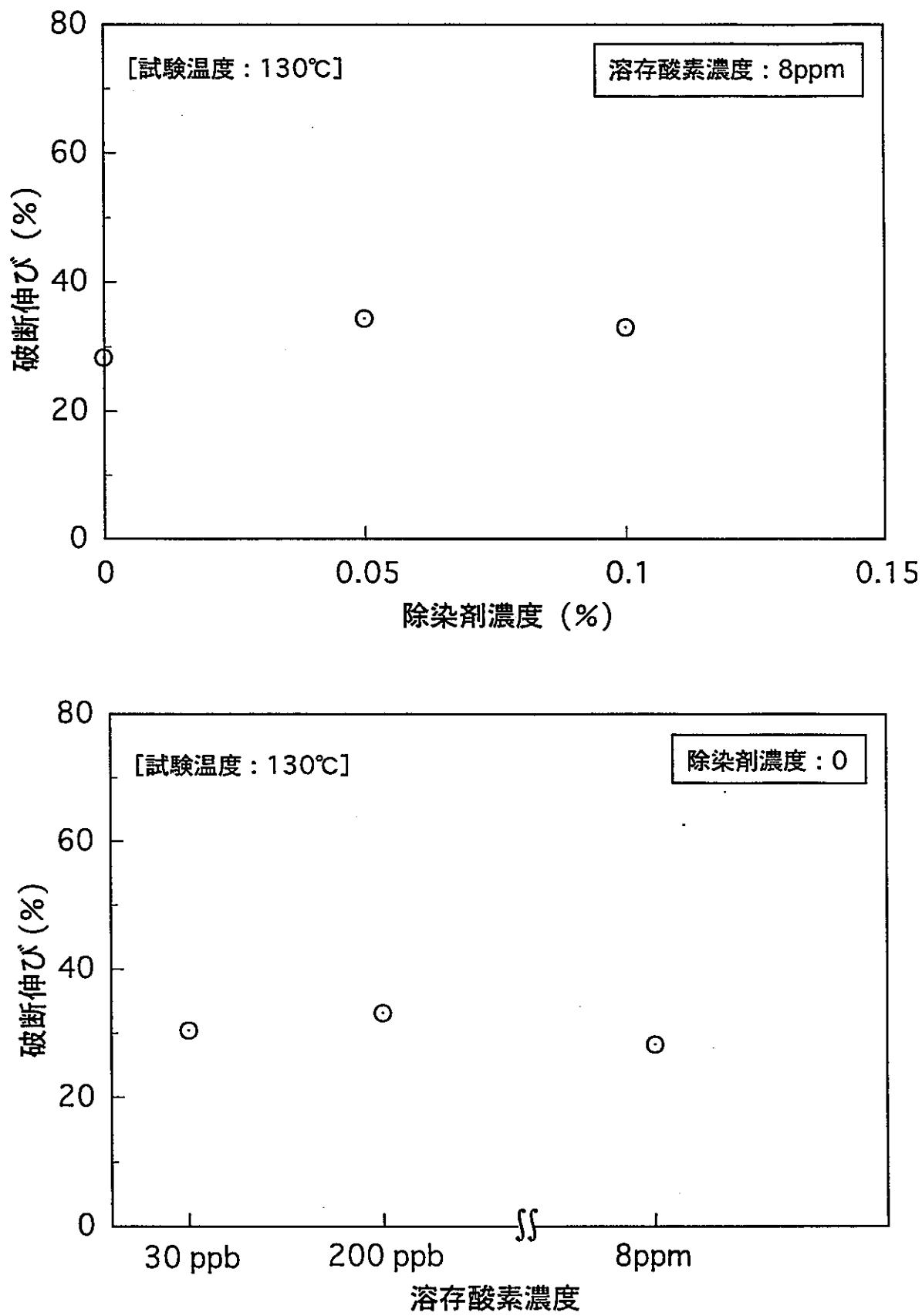


図2-3-2 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 破断伸び)

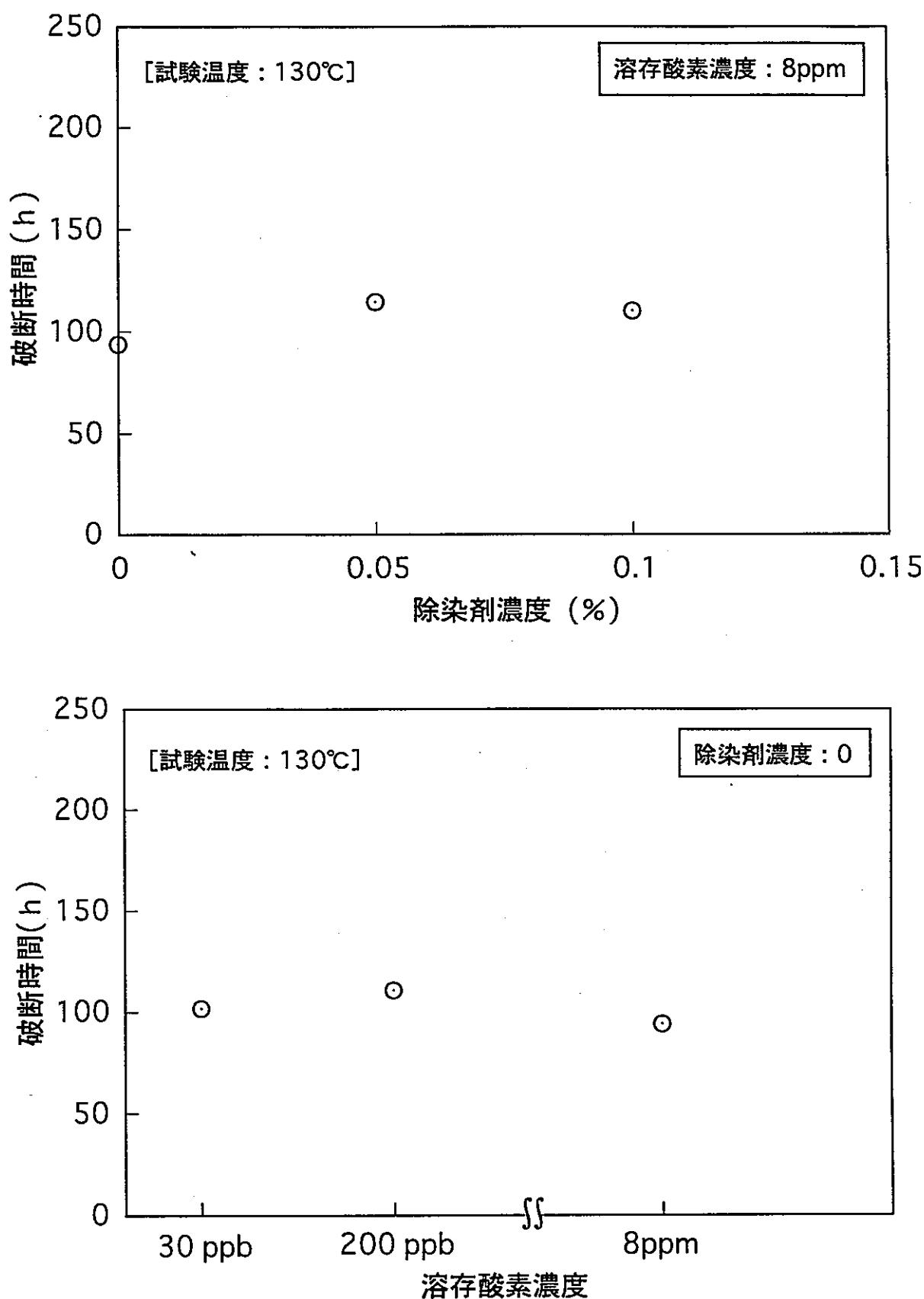


図2-3-3 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす
影響(Zry-2 : 破断時間)

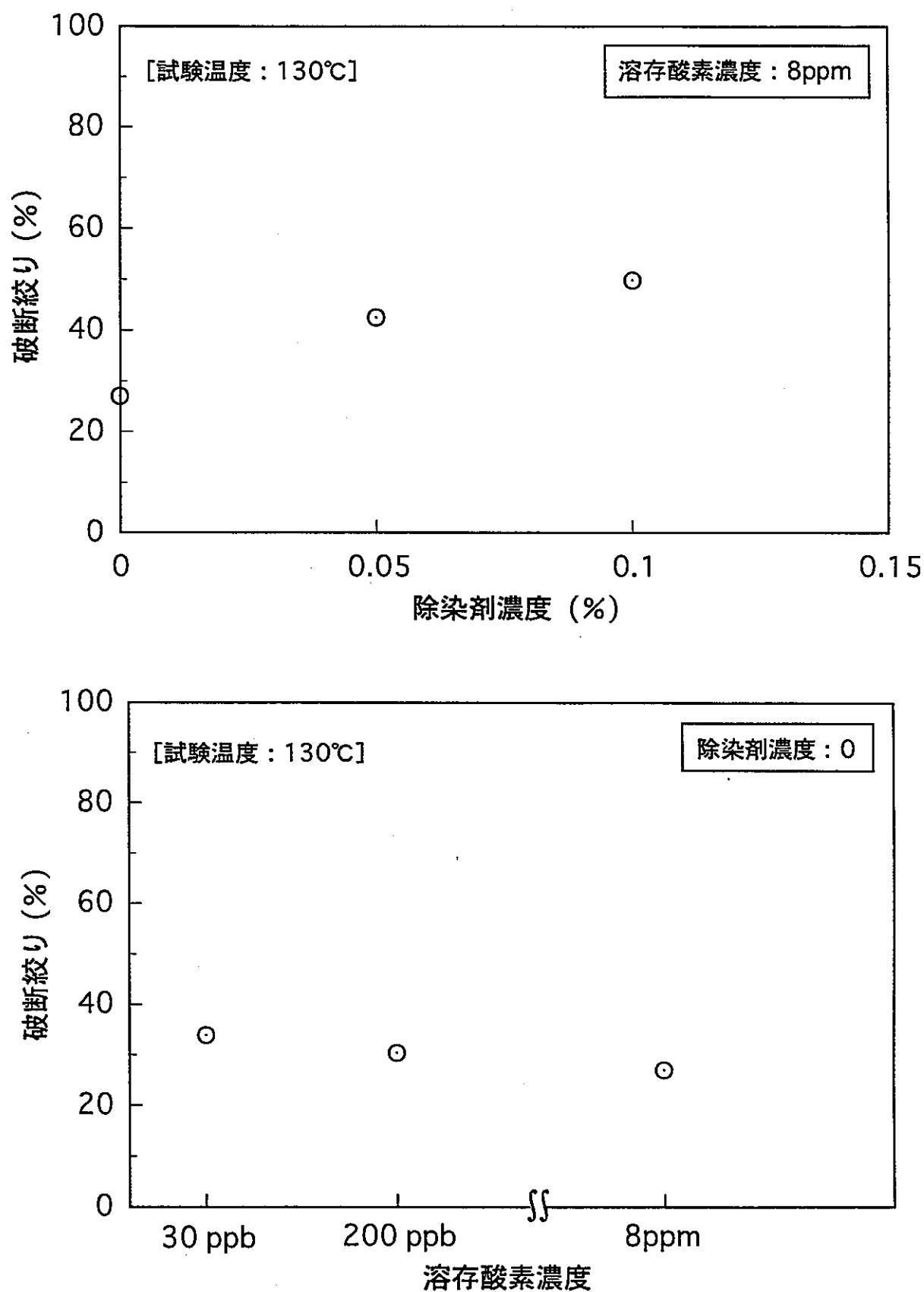


図2-3-4 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす
影響(Zry-2 : 破断絞り)

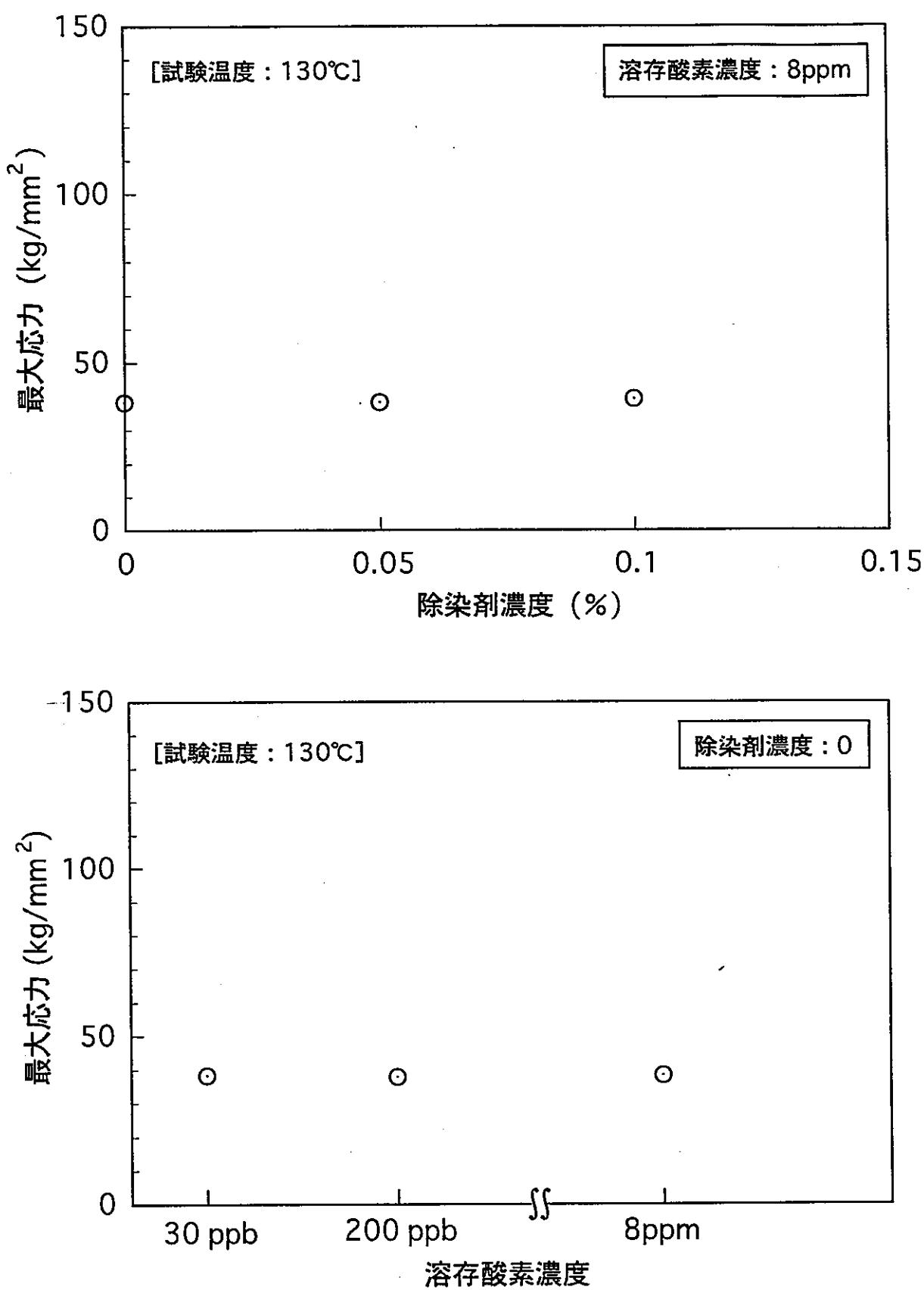


図2-4-1 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 最大応力)

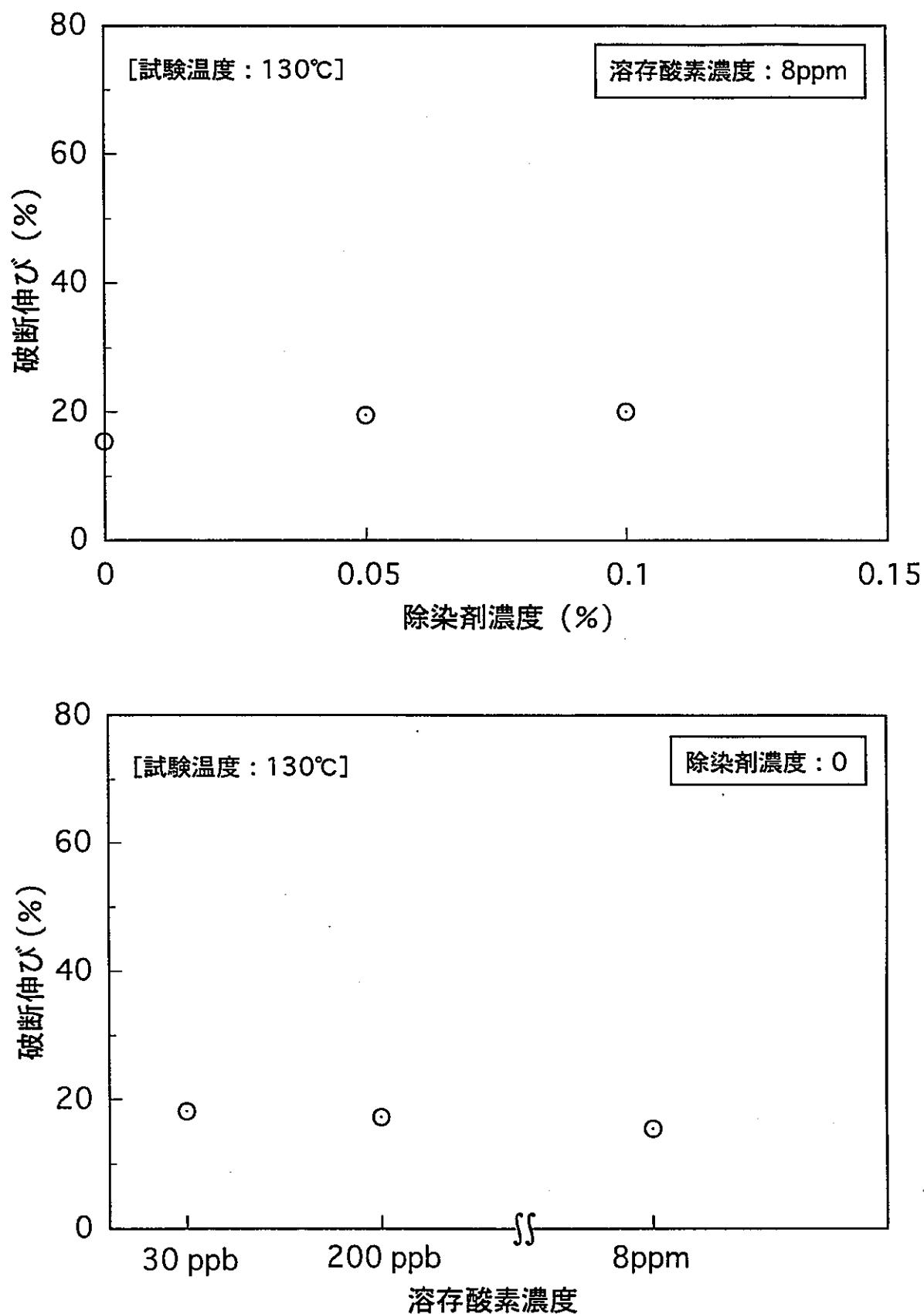


図2-4-2 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓：破断伸び)

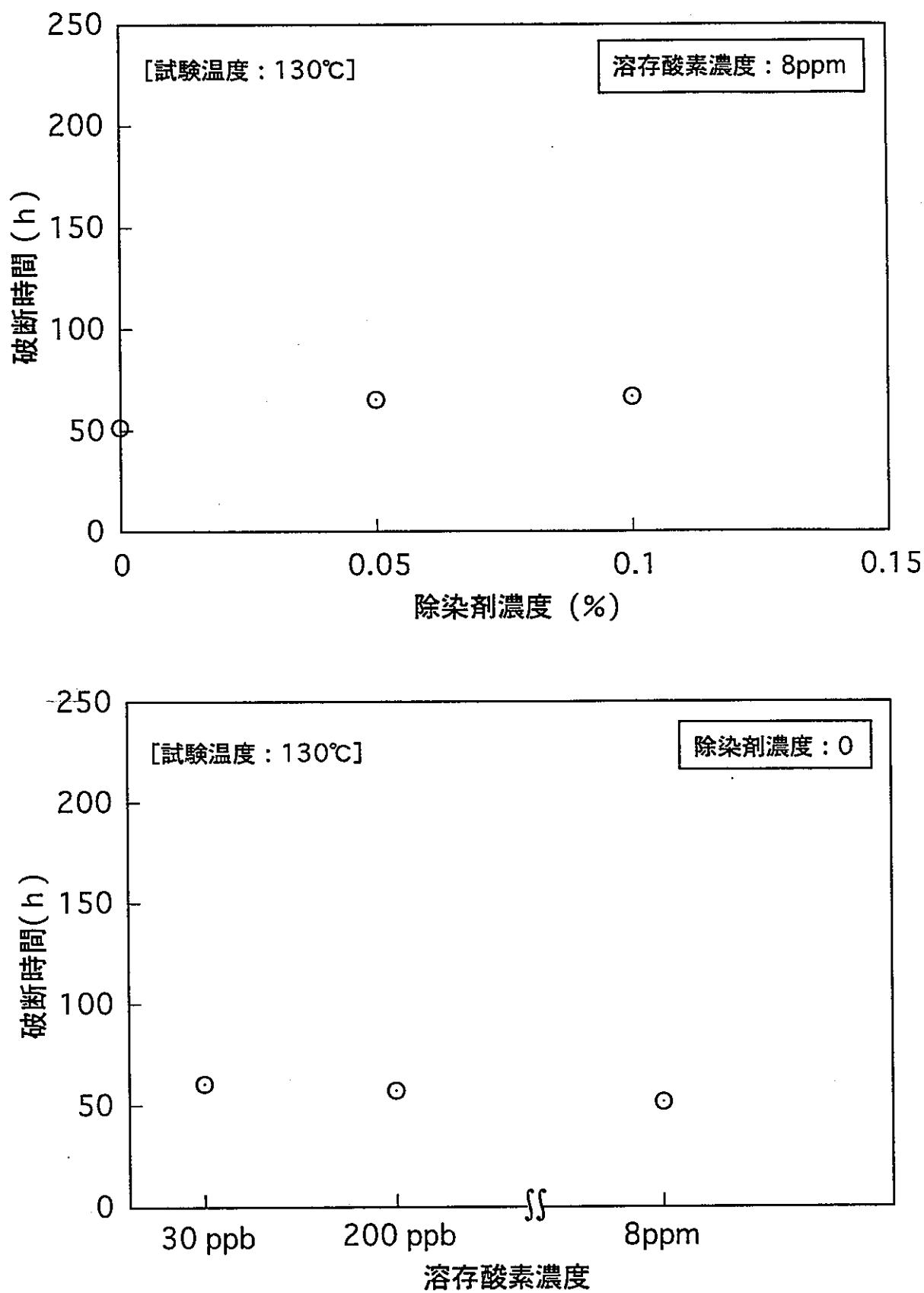


図2-4-3 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 破断時間)

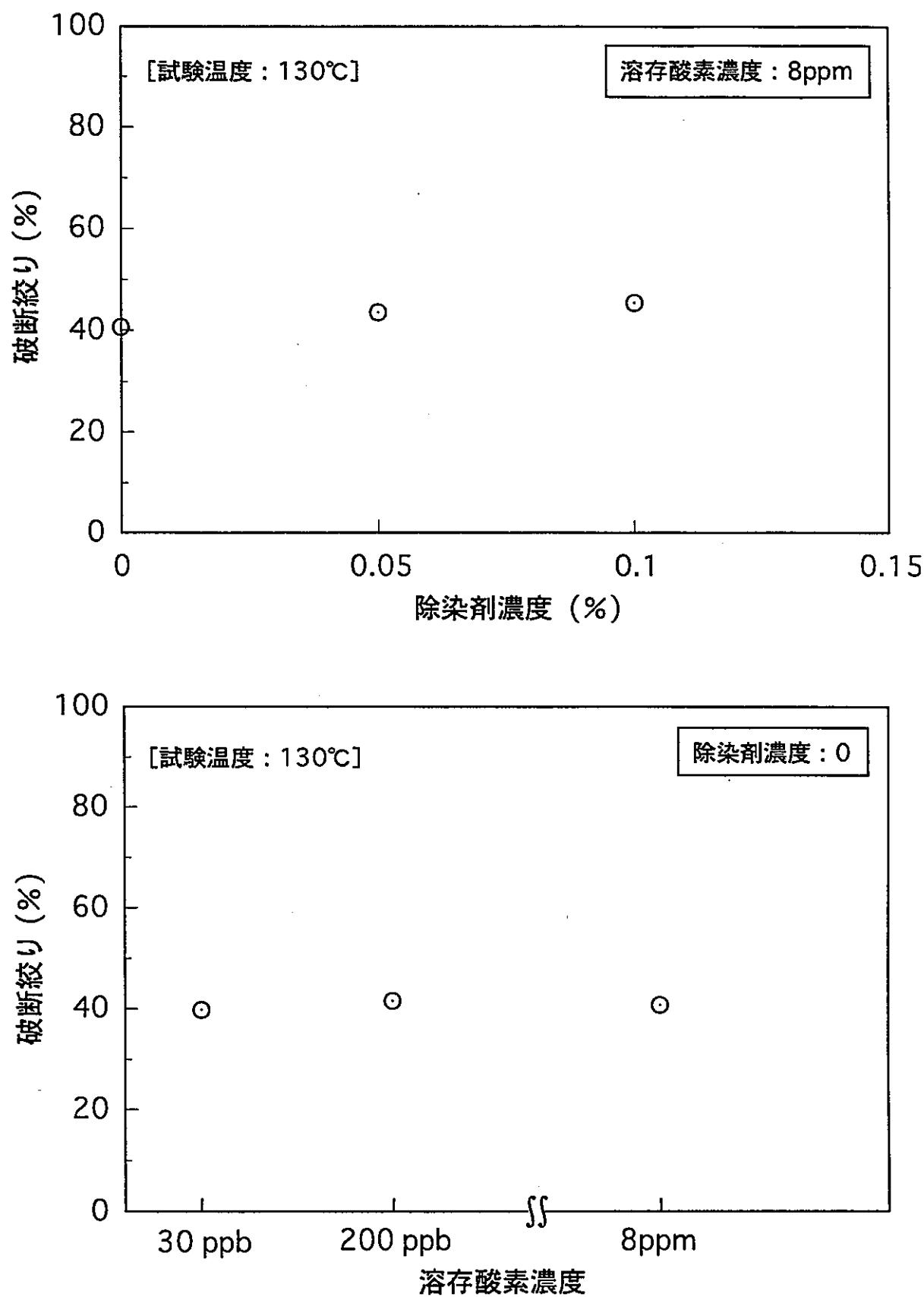


図2-4-4 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓：破断絞り)

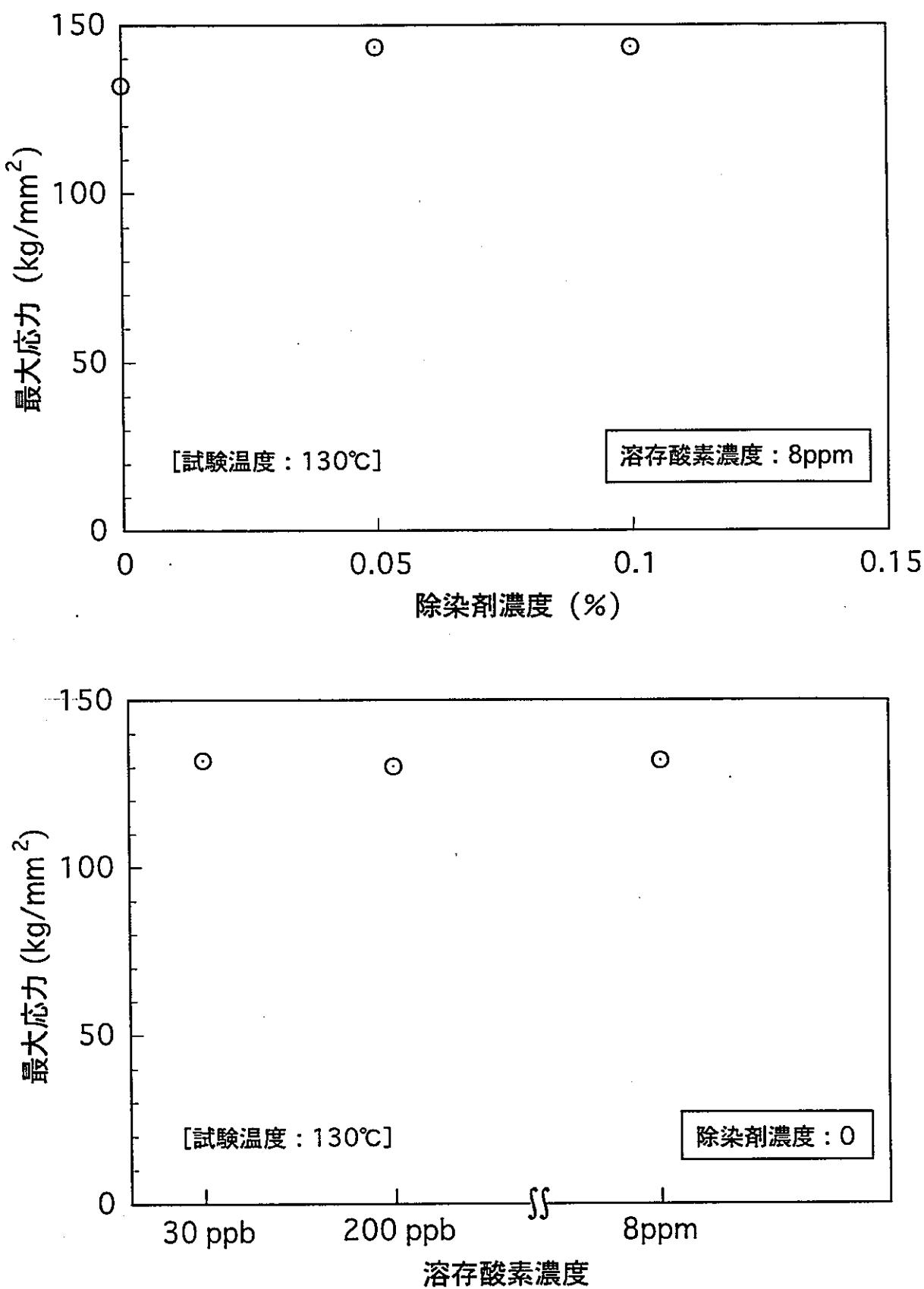


図2-5-1 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 最大応力)

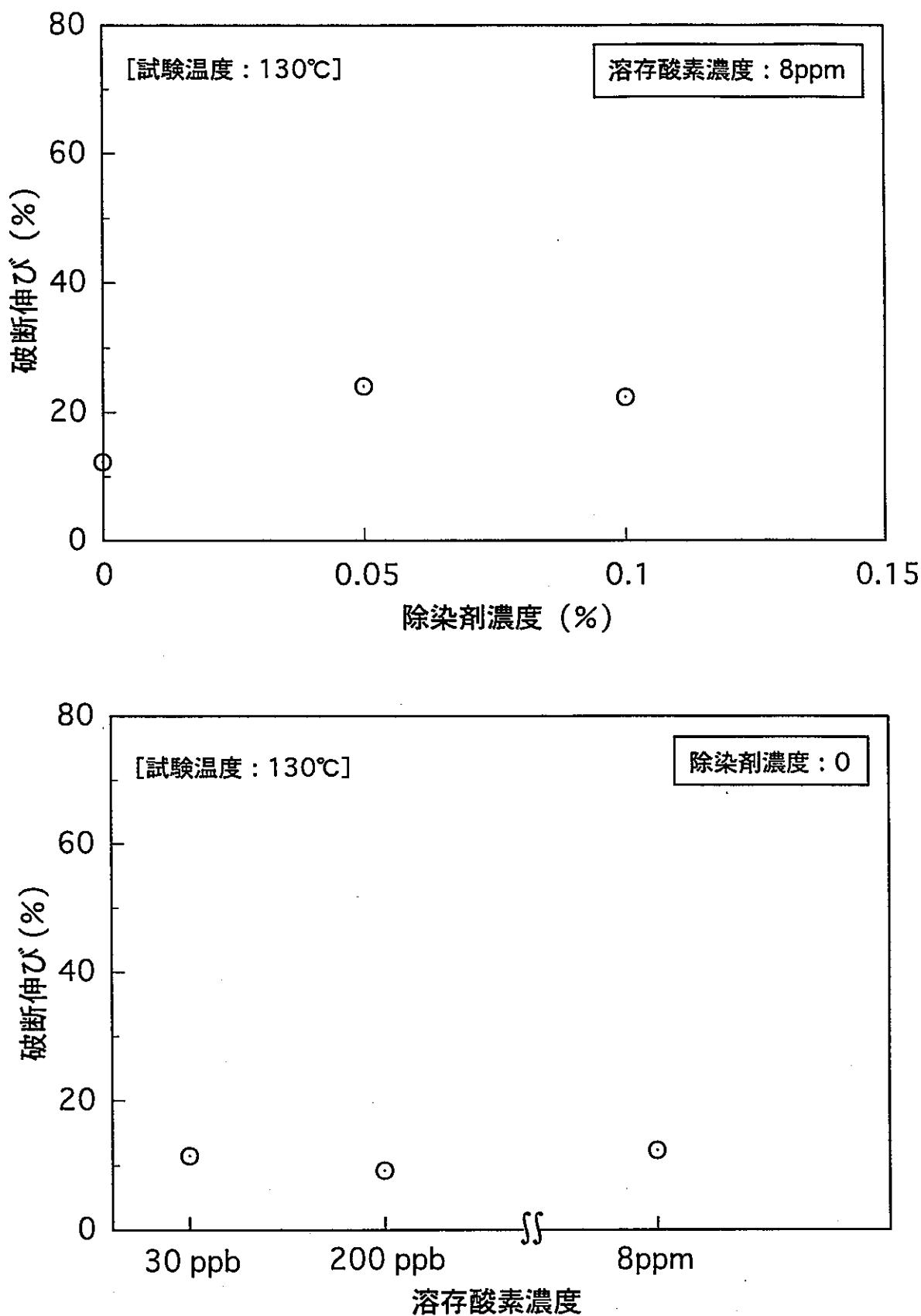


図2-5-2 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 破断伸び)

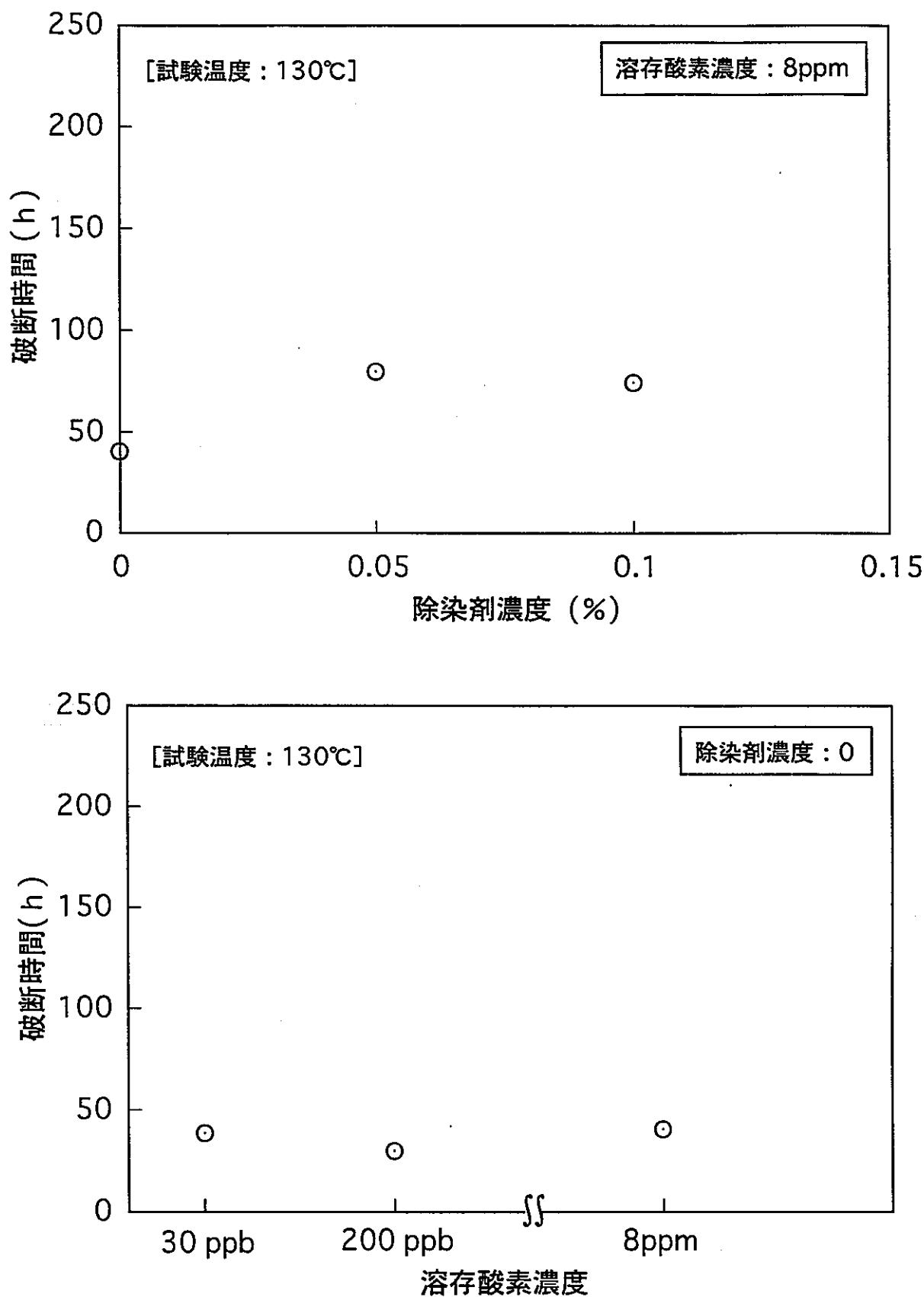


図2-5-3 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 破断時間)

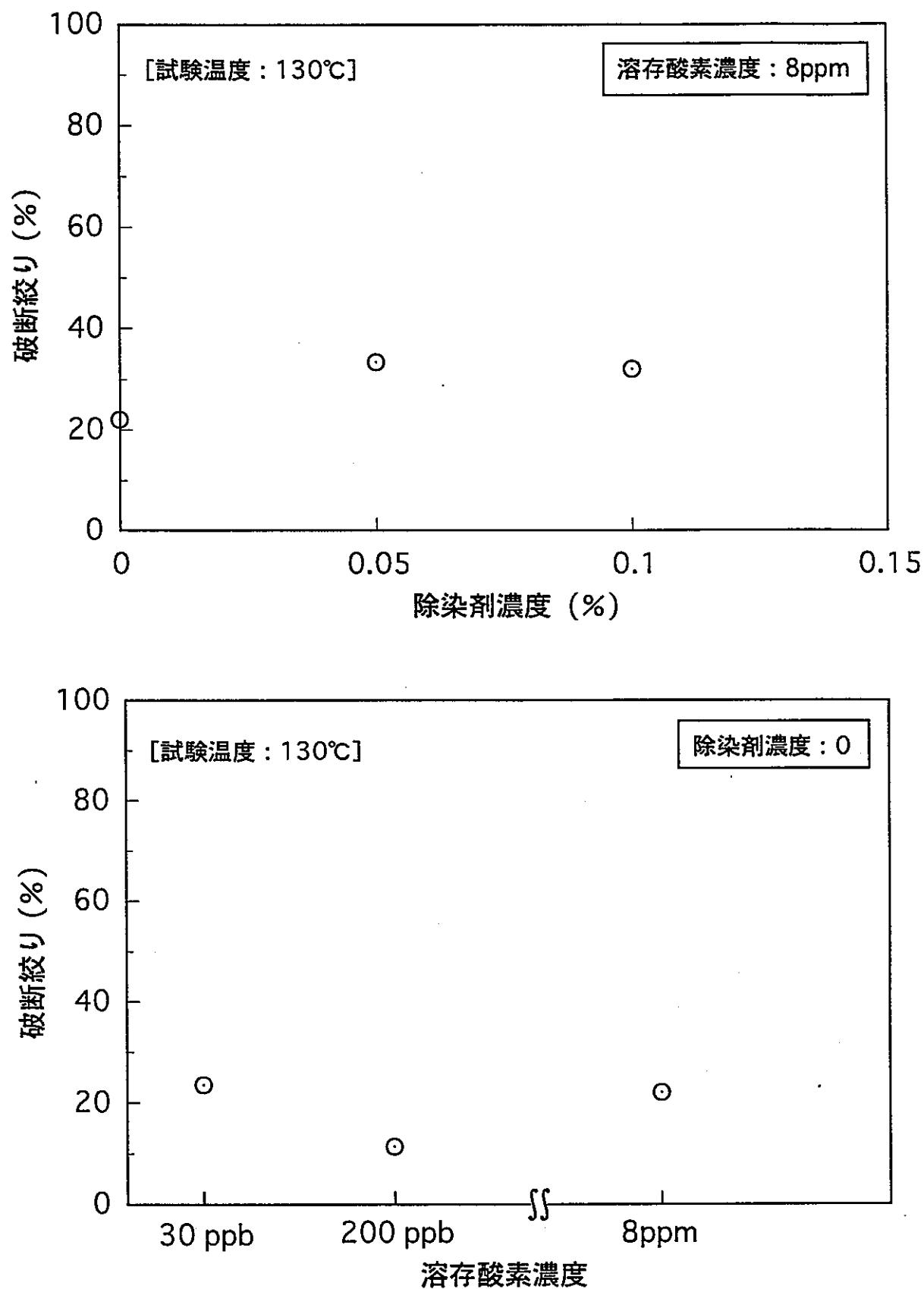


図2-5-4 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす
影響(Inconel-718 : 破断絞り)

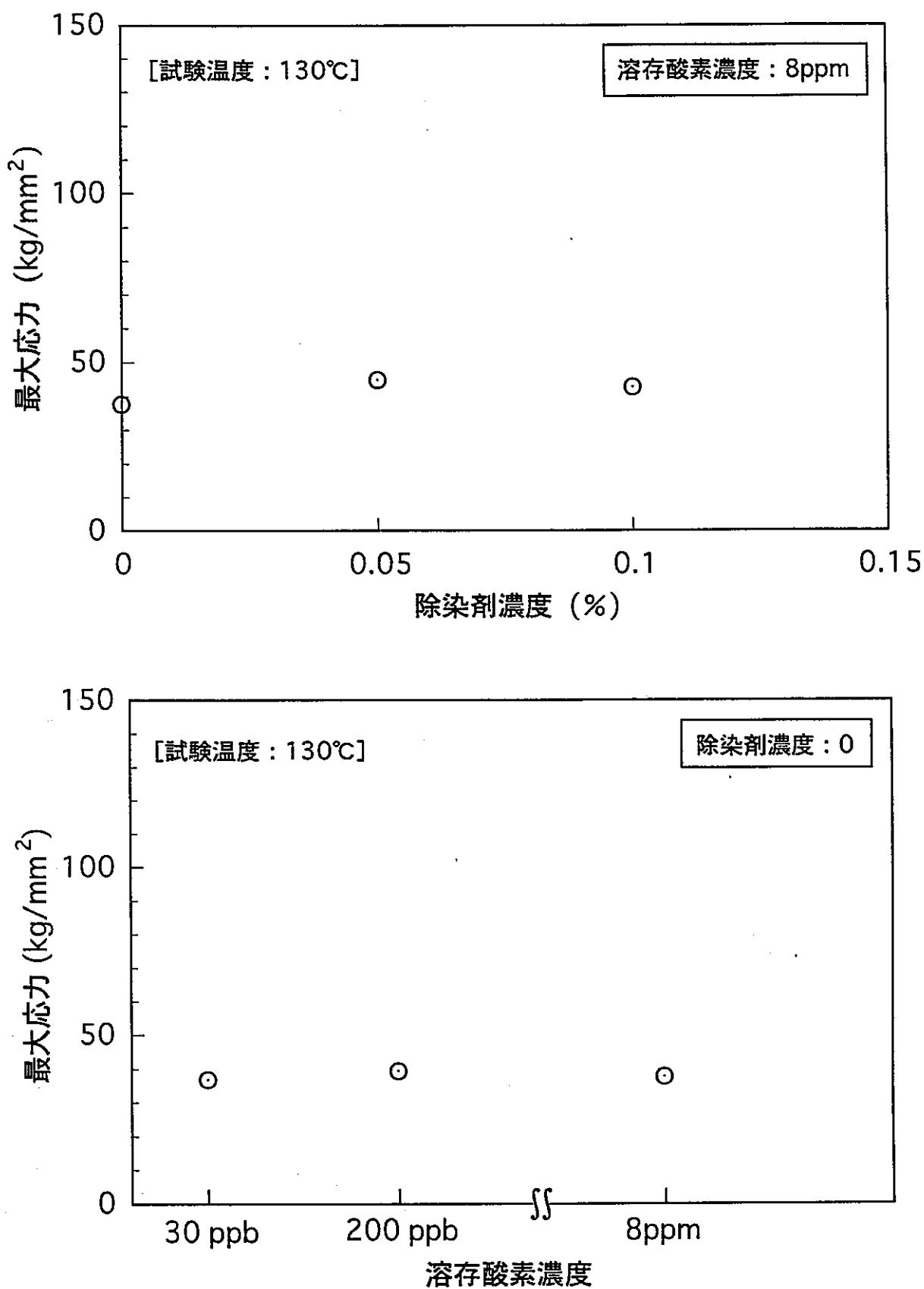


図2-6-1 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 最大応力)

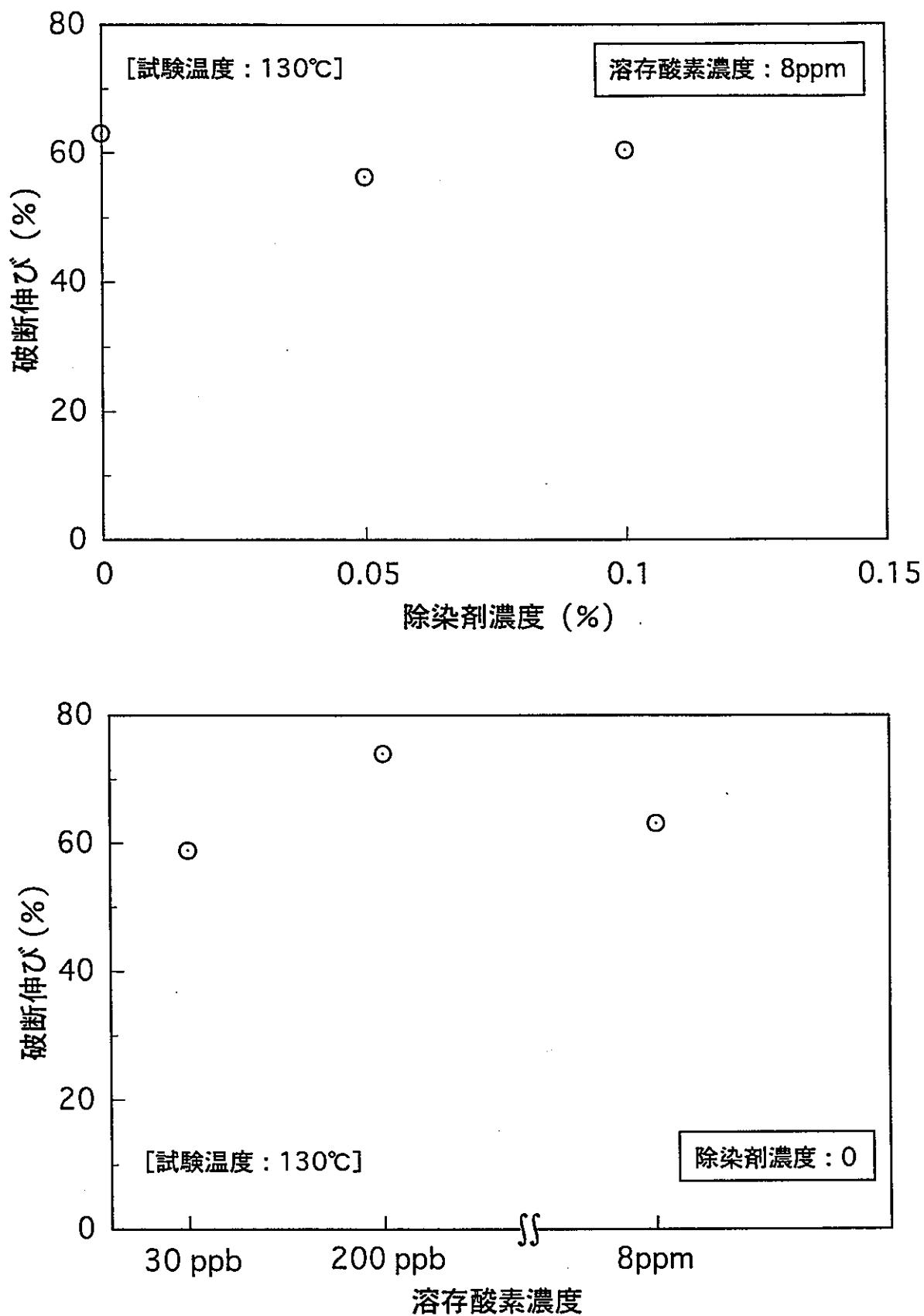


図2-6-2 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 破断伸び)

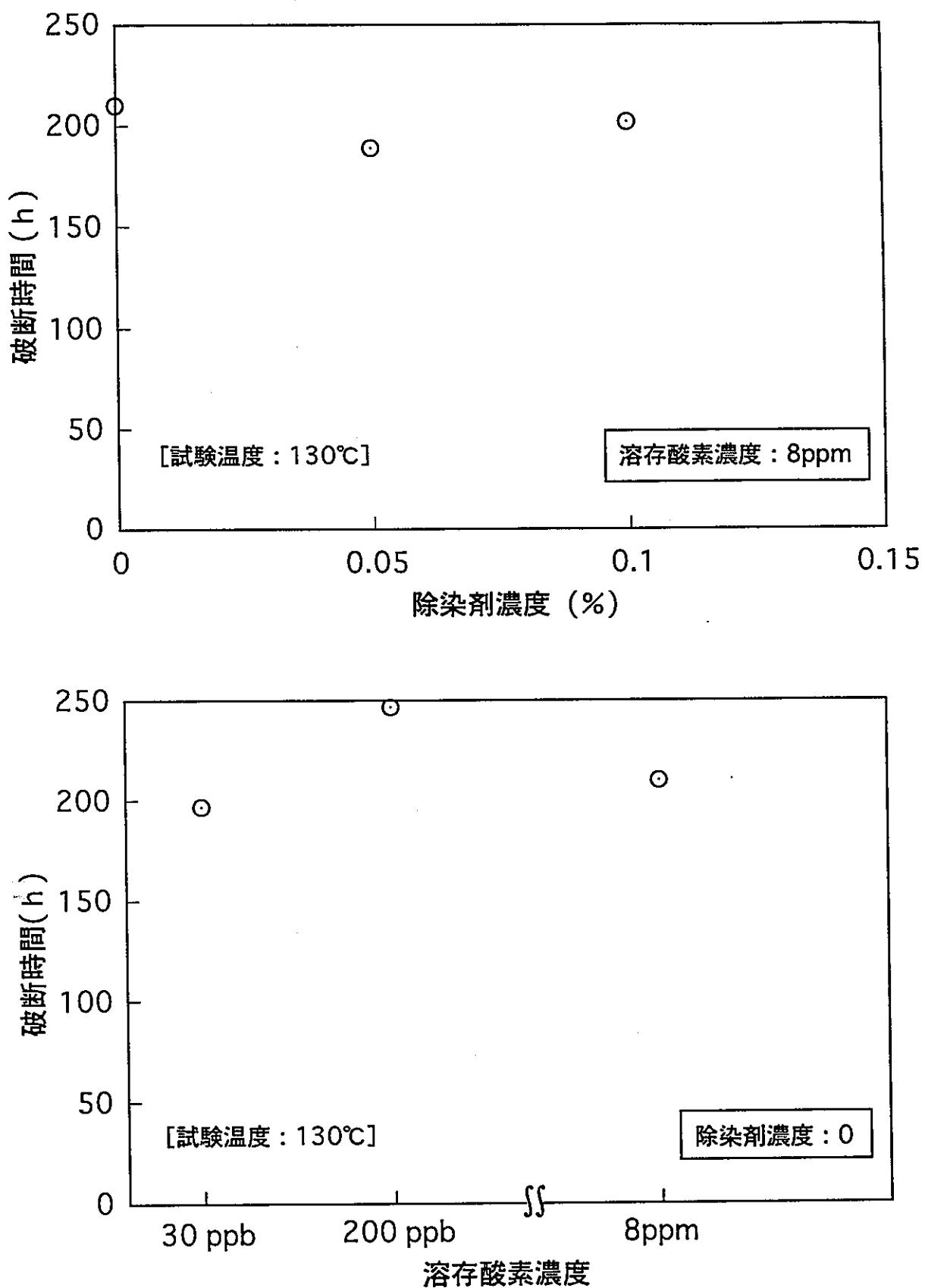


図2-6-3 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 破断時間)

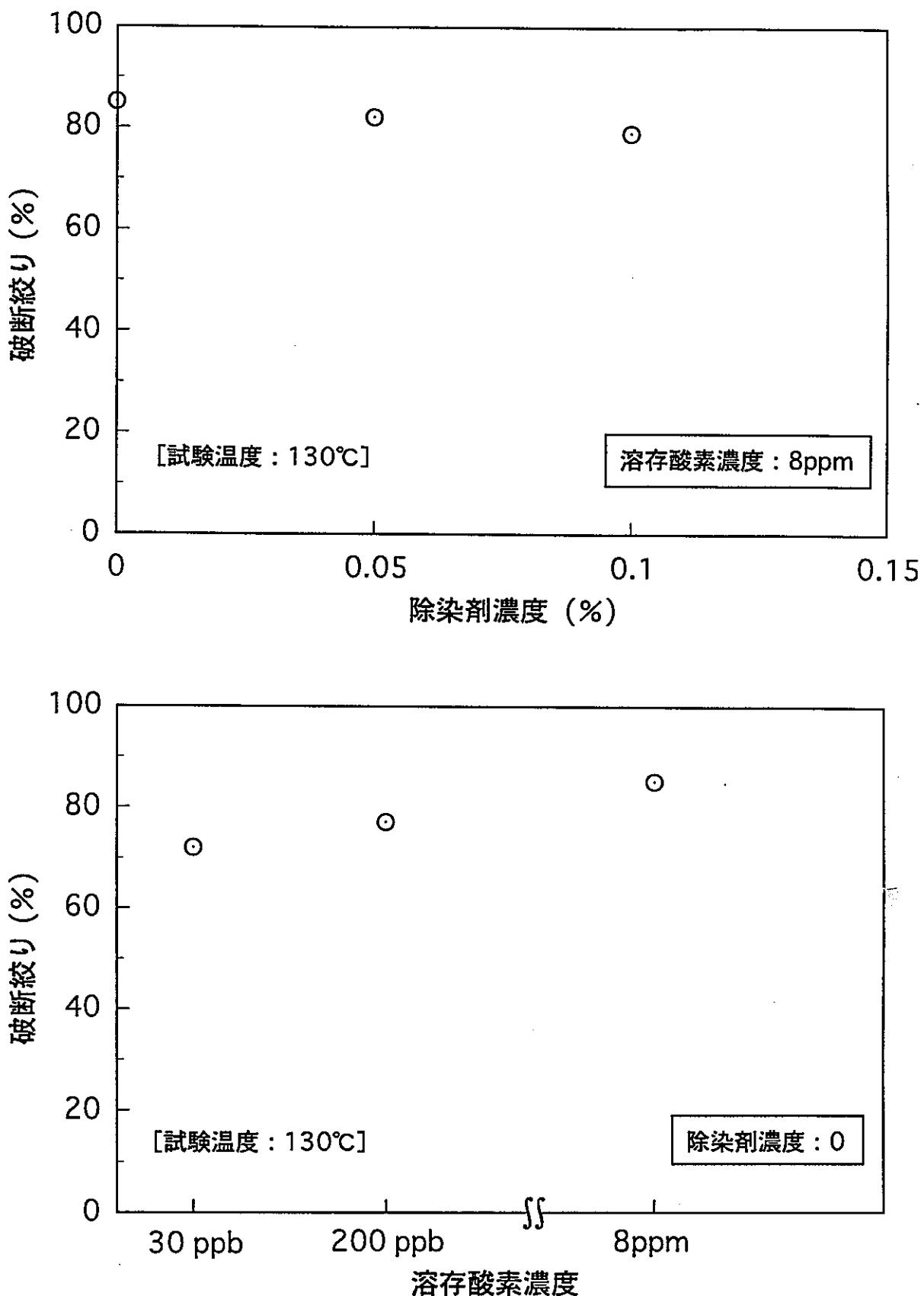


図2-6-4 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13：破断絞り)

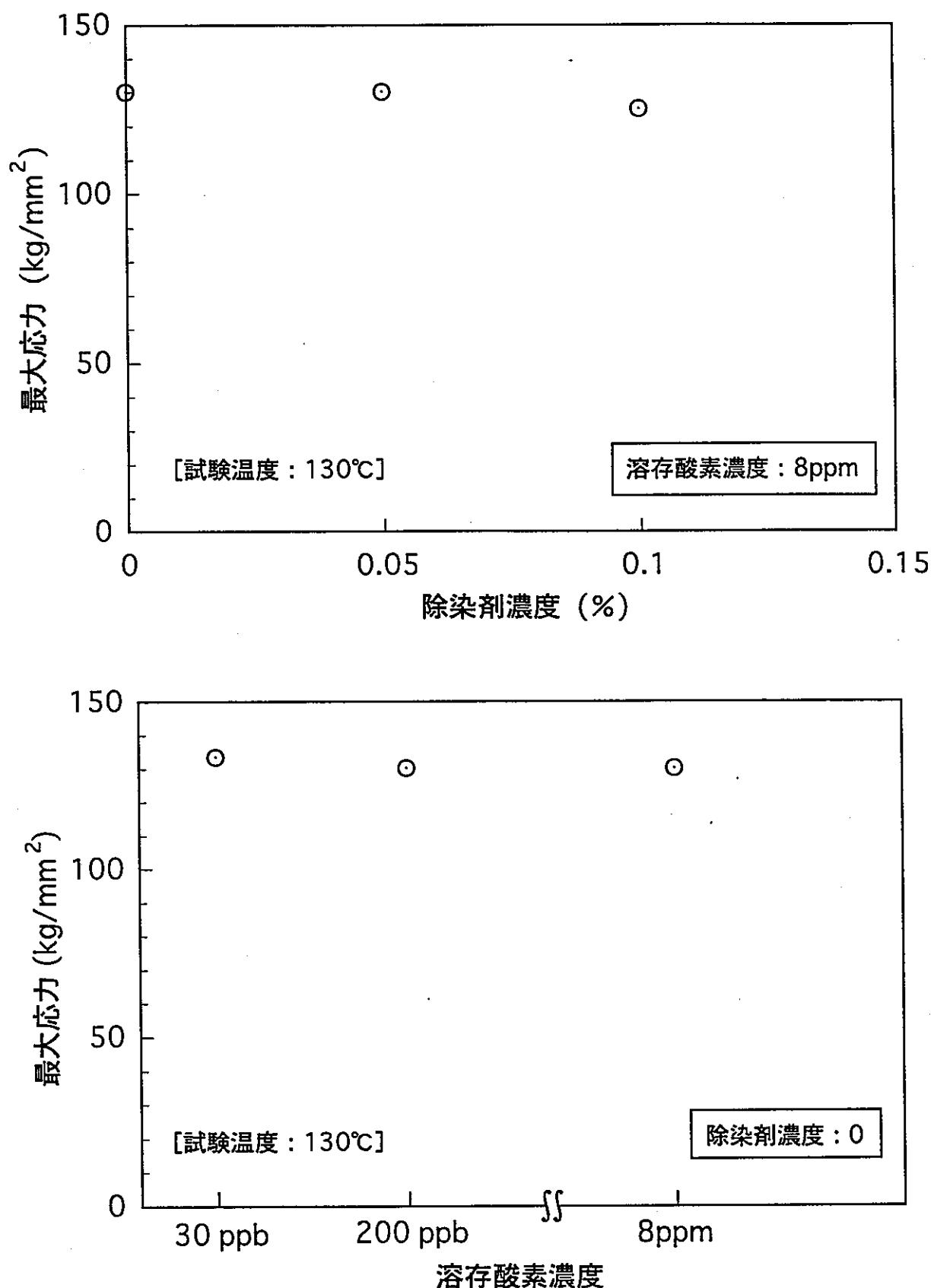


図2-7-1 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 最大応力)

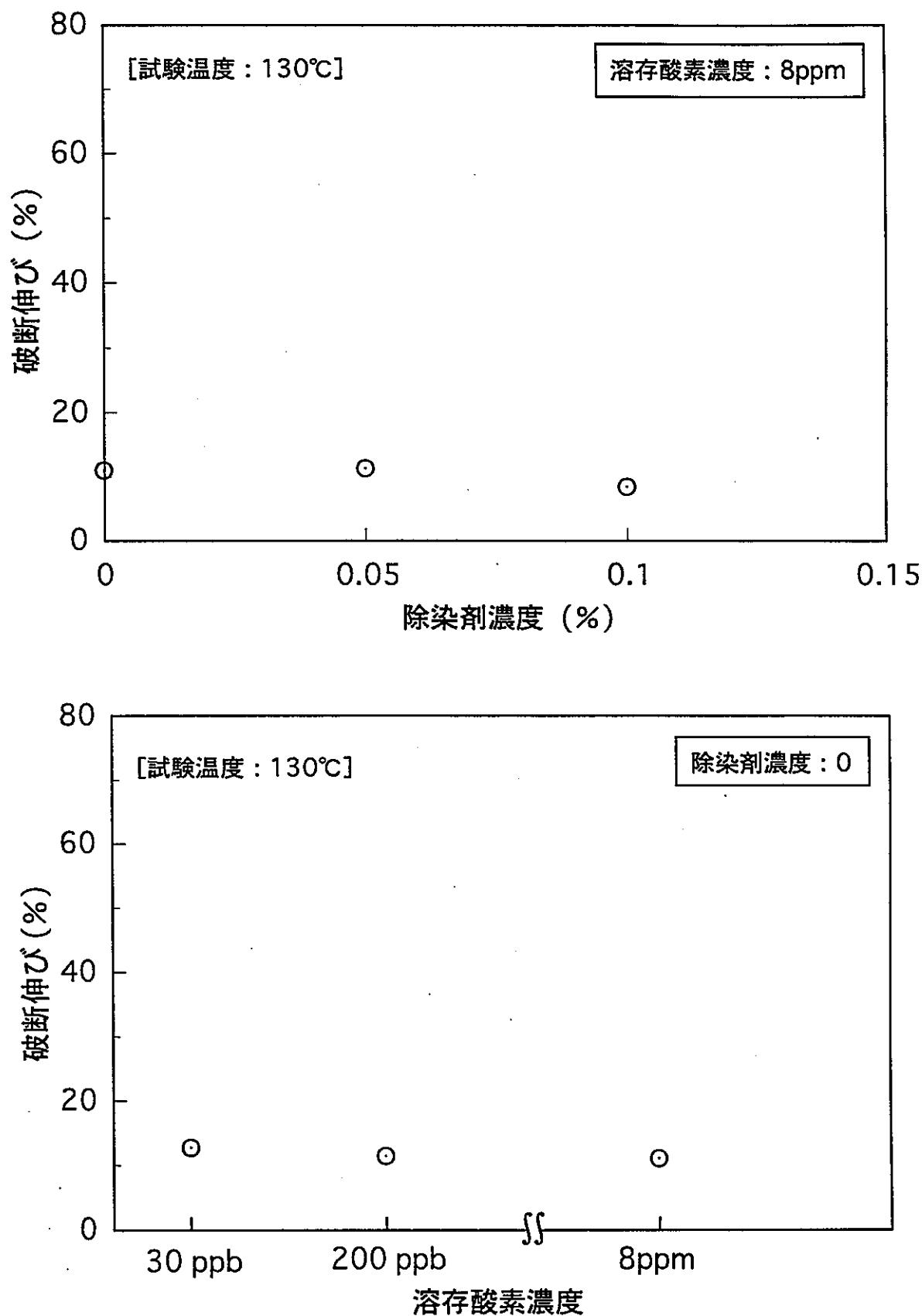


図2-7-2 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 破断伸び)

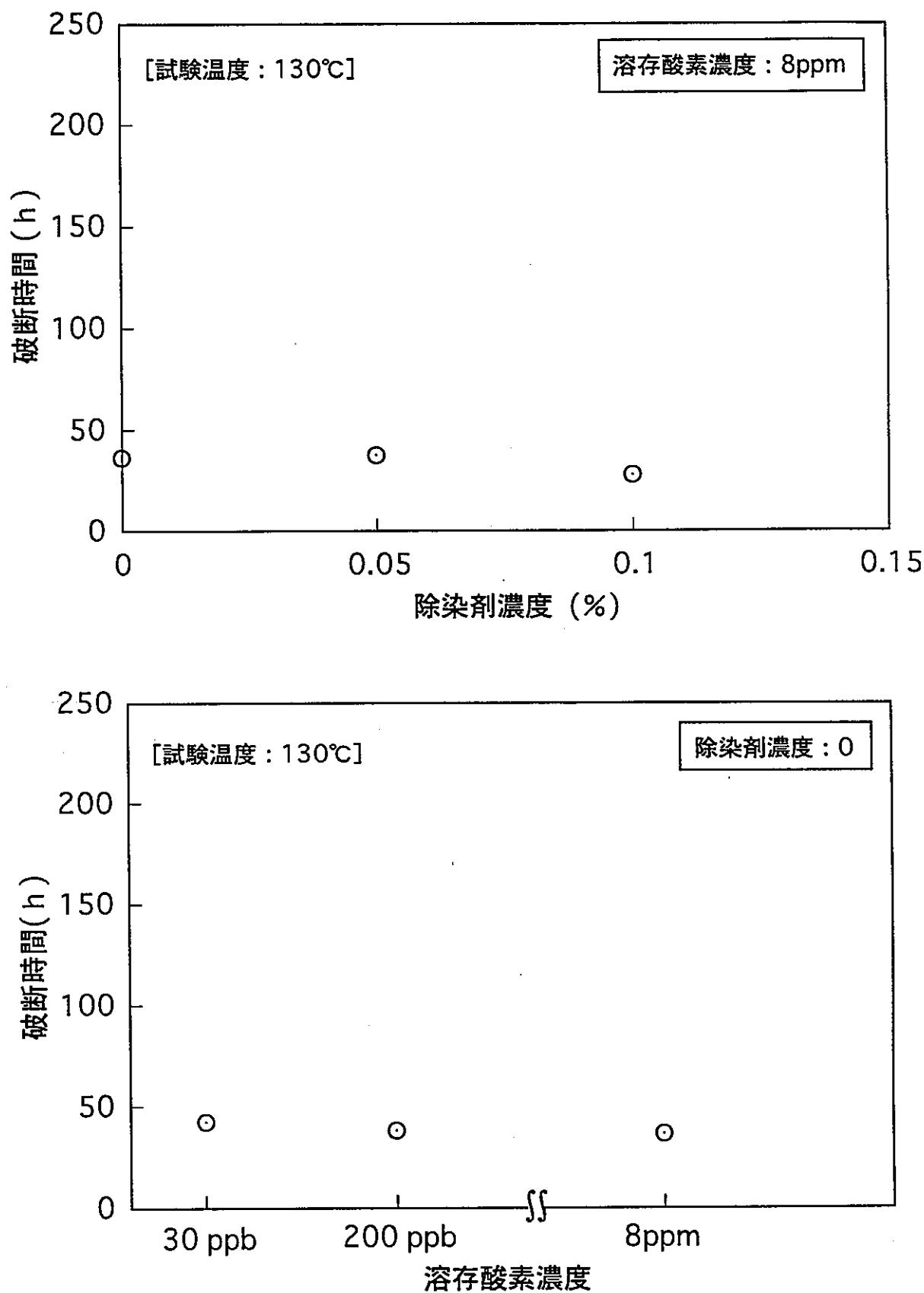


図2-7-3 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630: 破断時間)

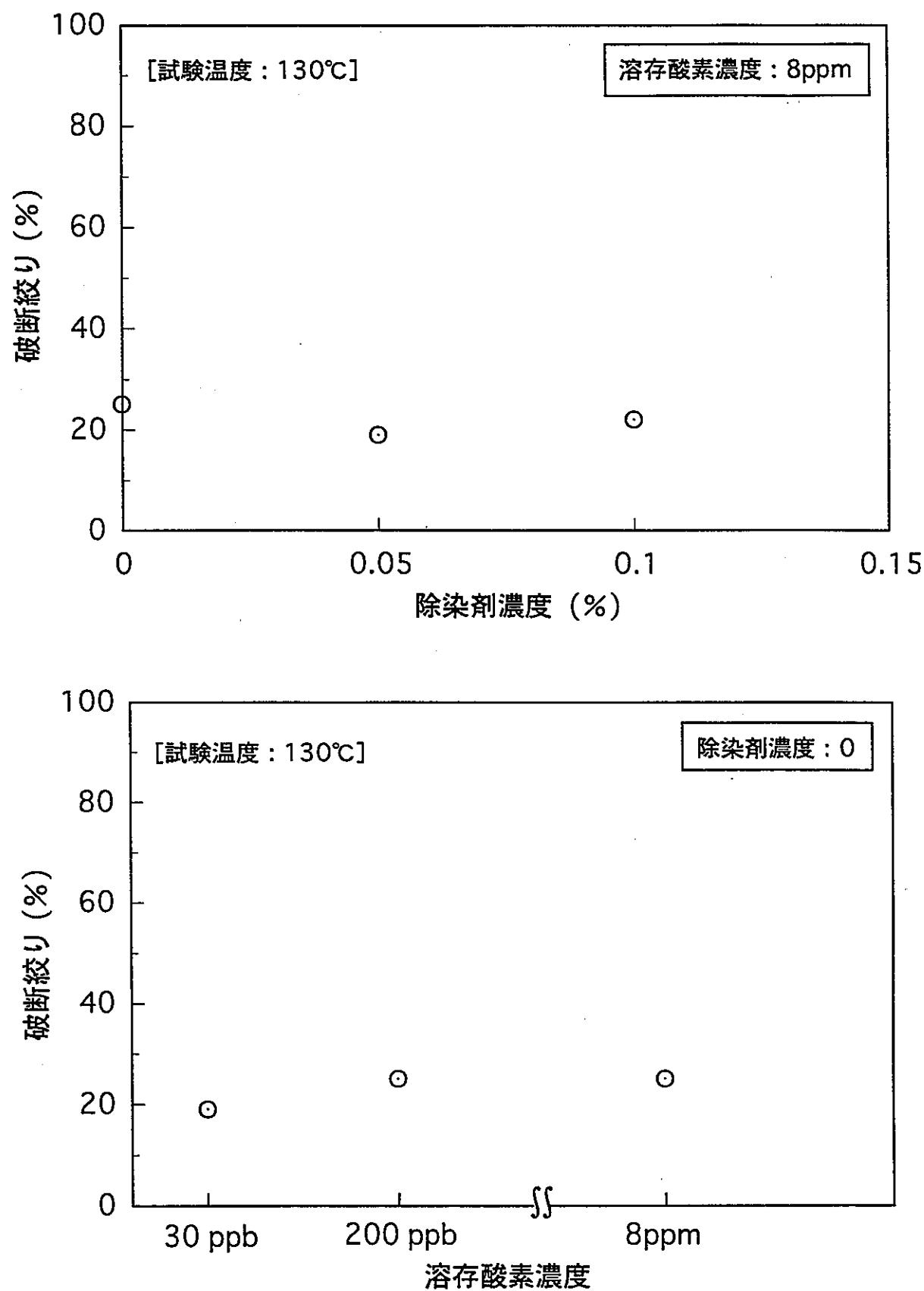


図2-7-4 除染時における除染剤の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 破断絞り)

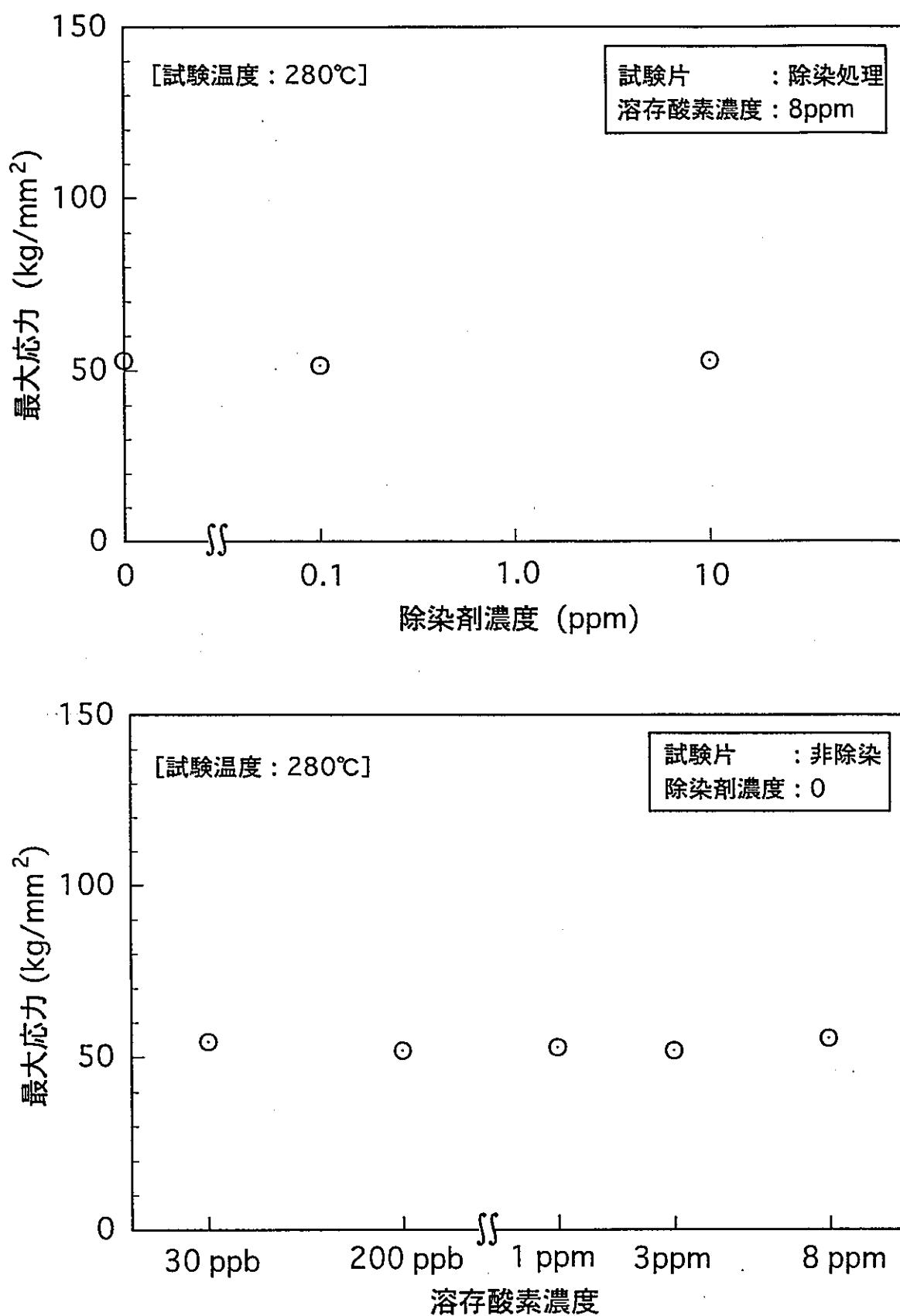


図2-8-1 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 最大応力)

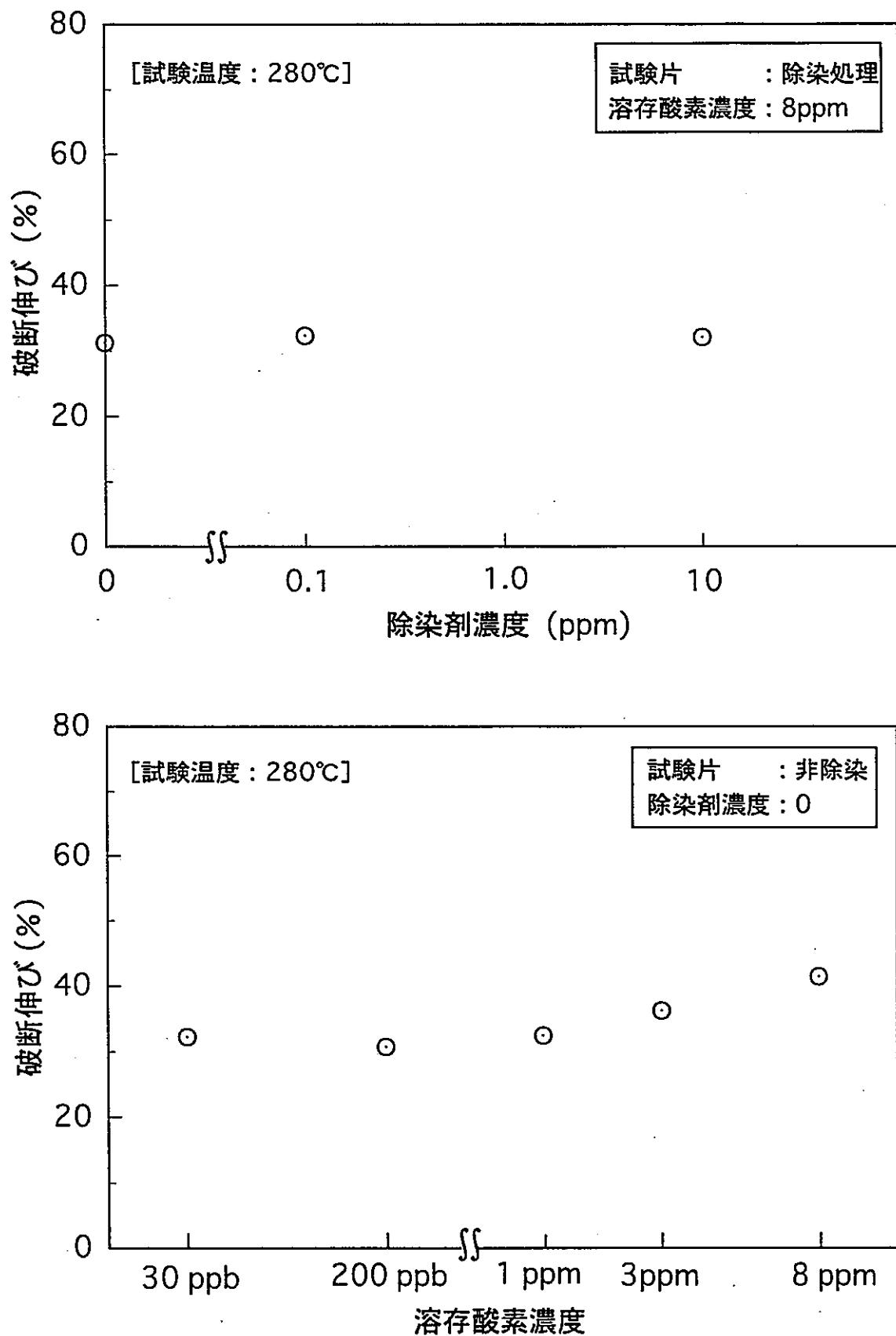


図2-8-2 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 破断伸び)

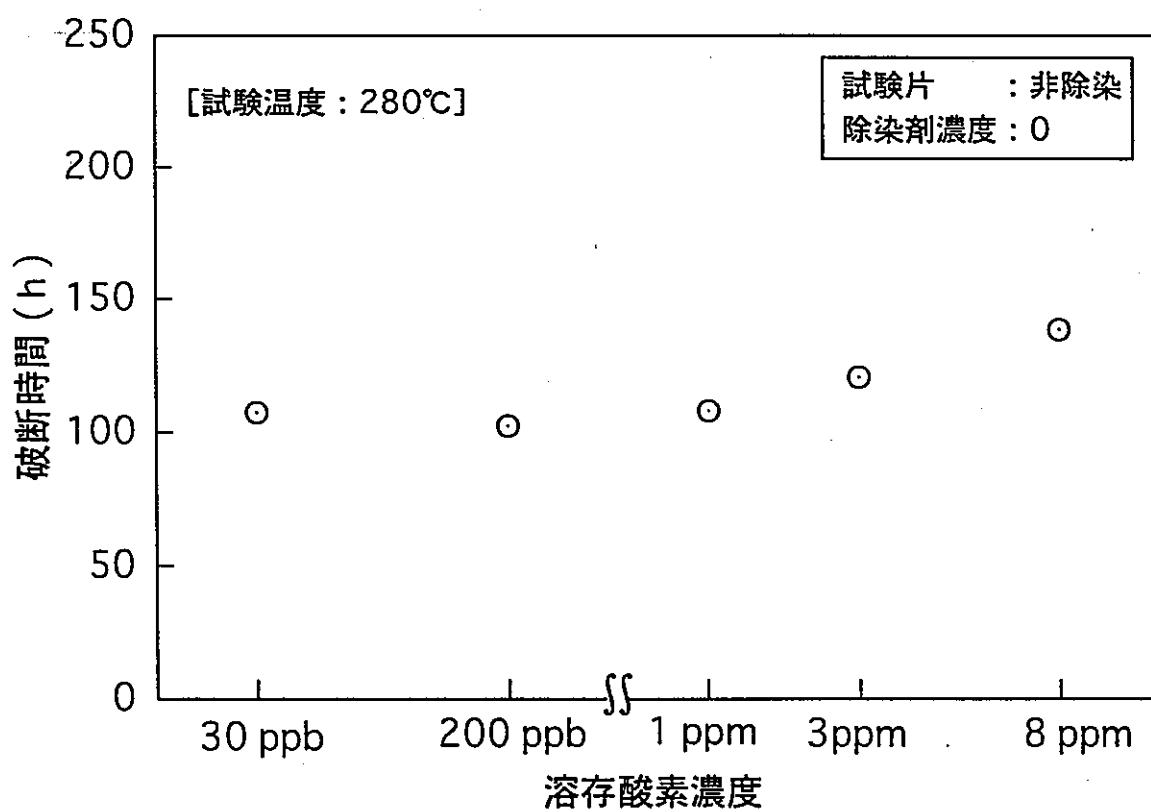
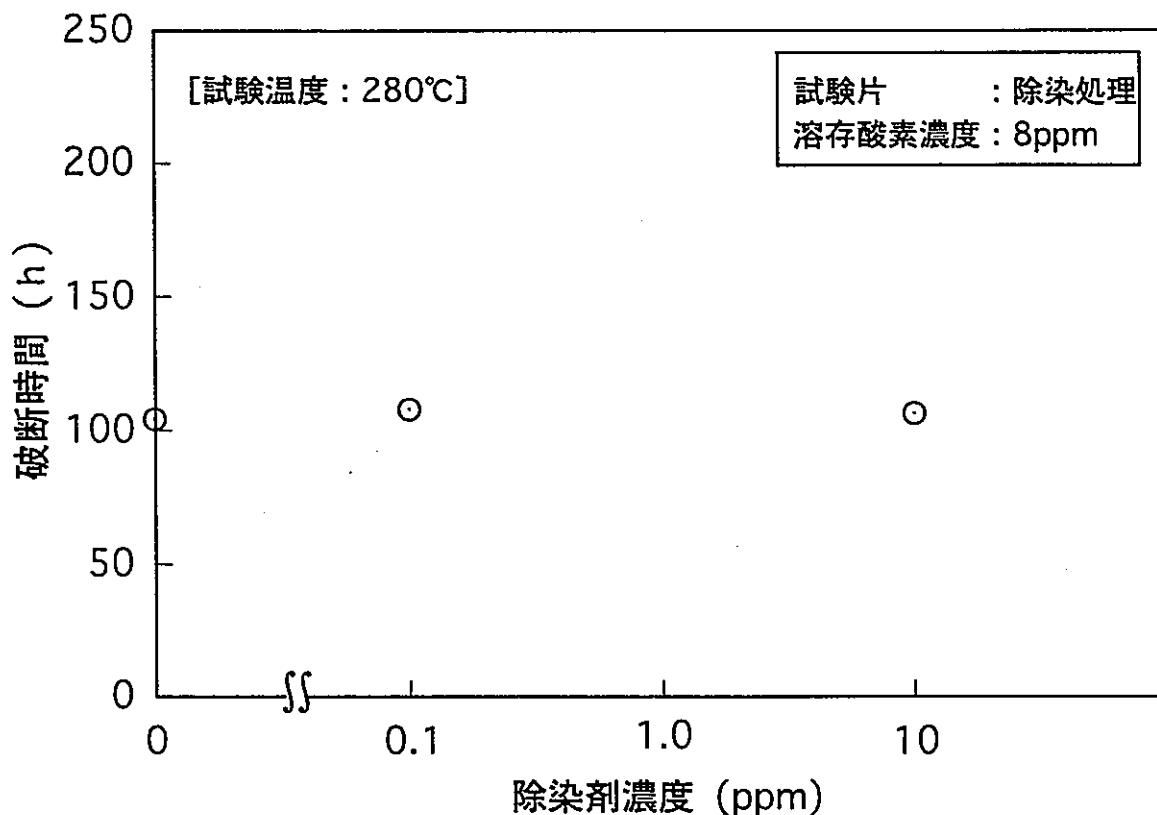


図2-8-3 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 破断時間)

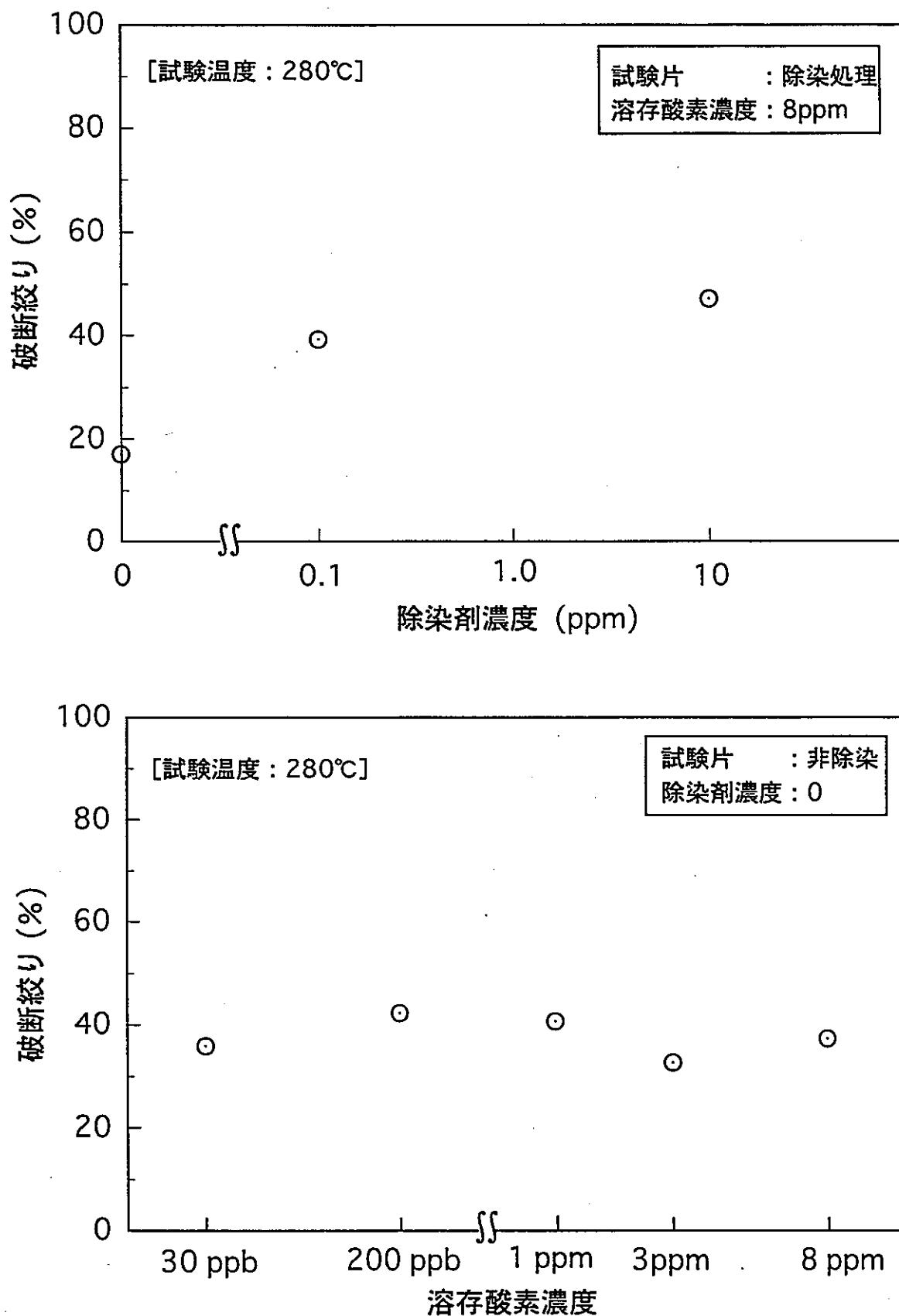


図2-8-4 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 破断絞り)

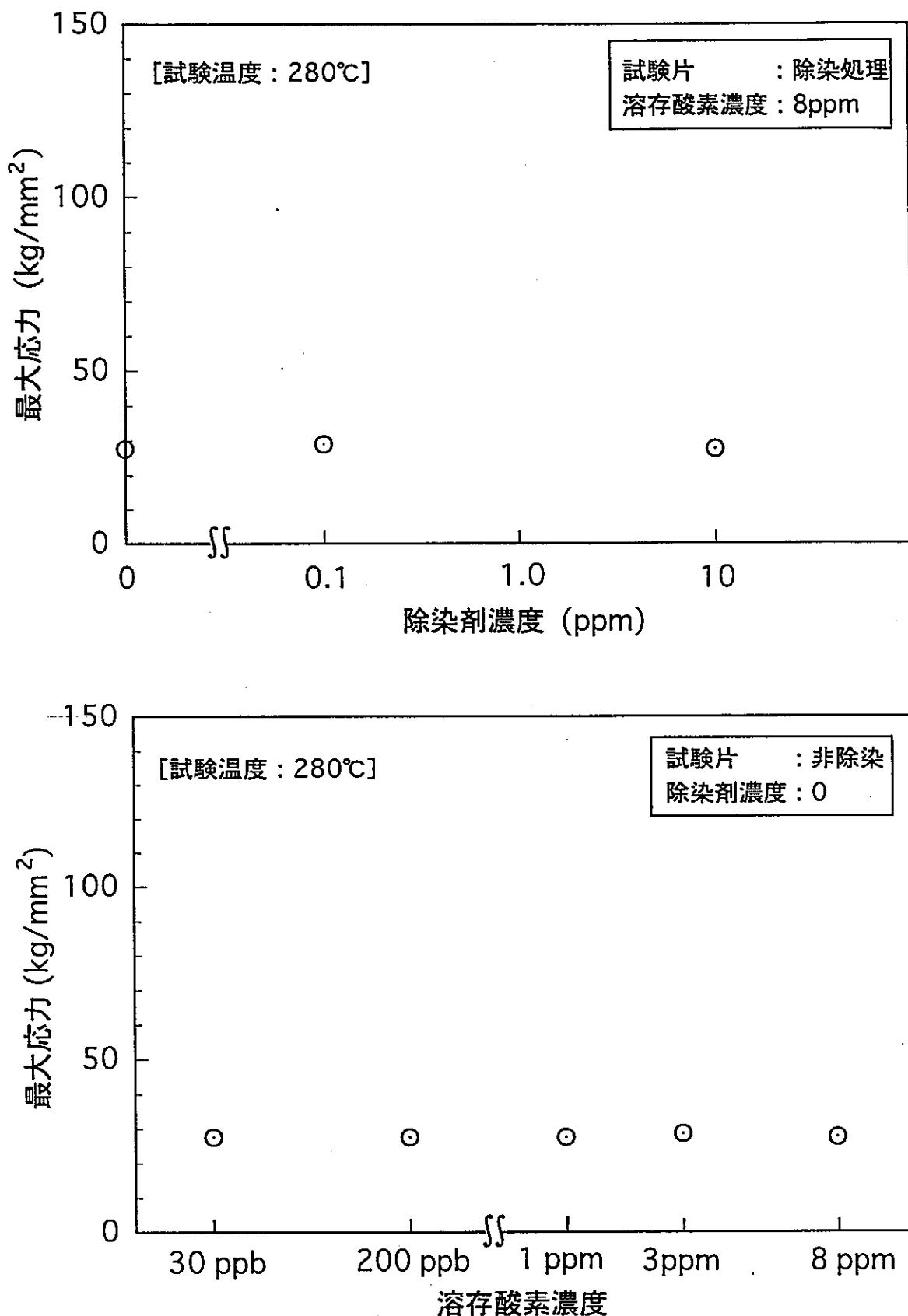


図2-9-1 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 最大応力)

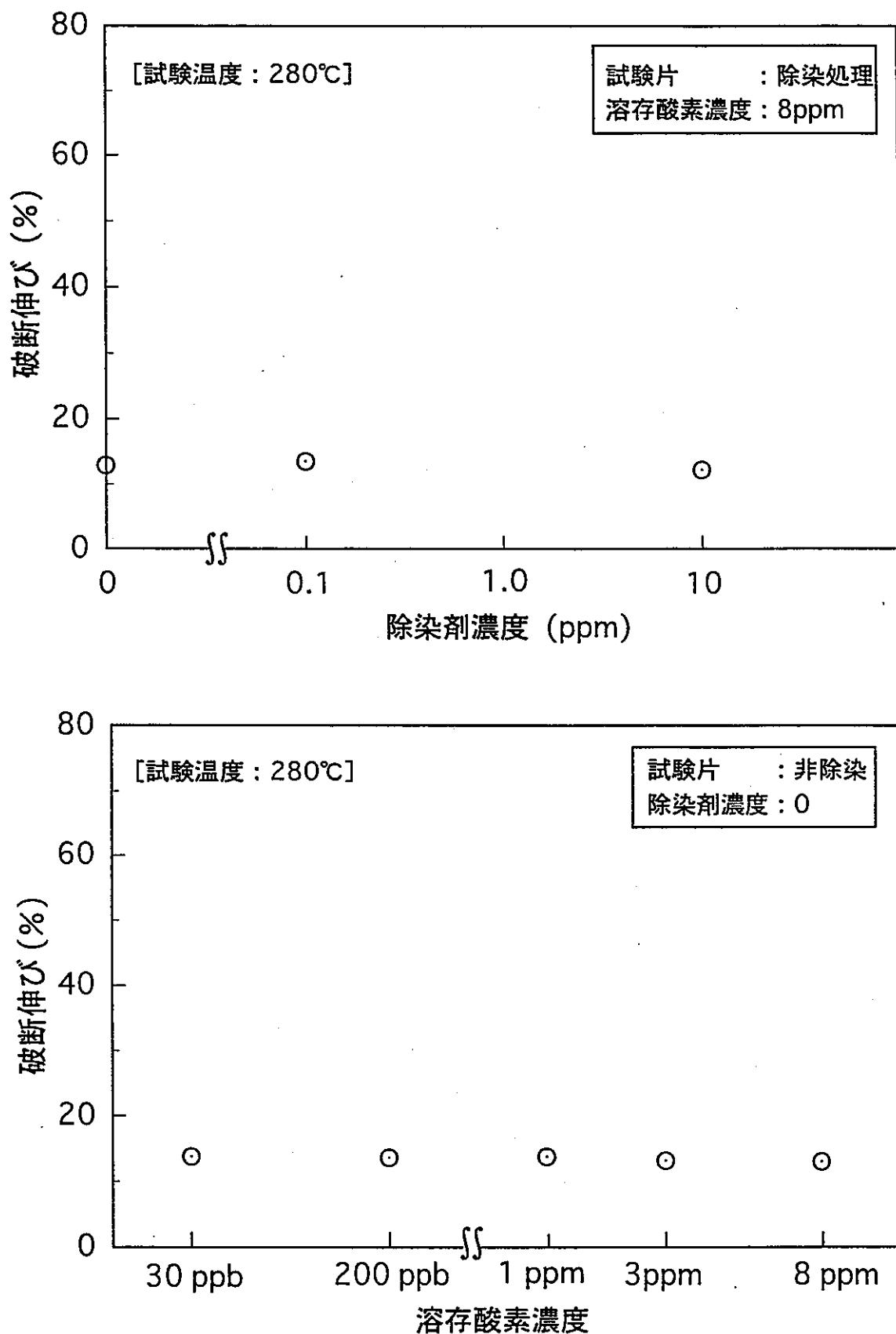


図2-9-2 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 破断伸び)

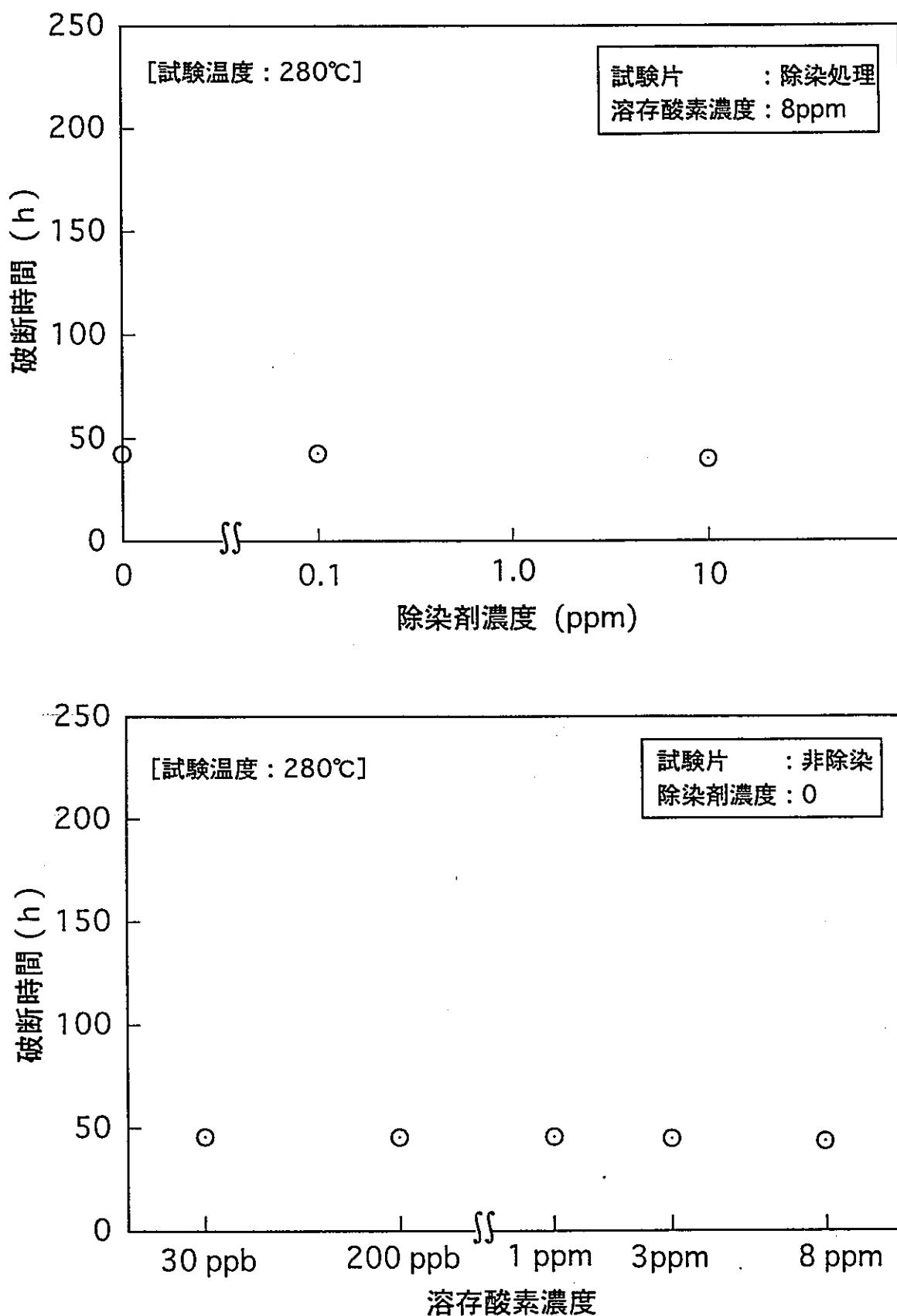


図2-9-3 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 破断時間)

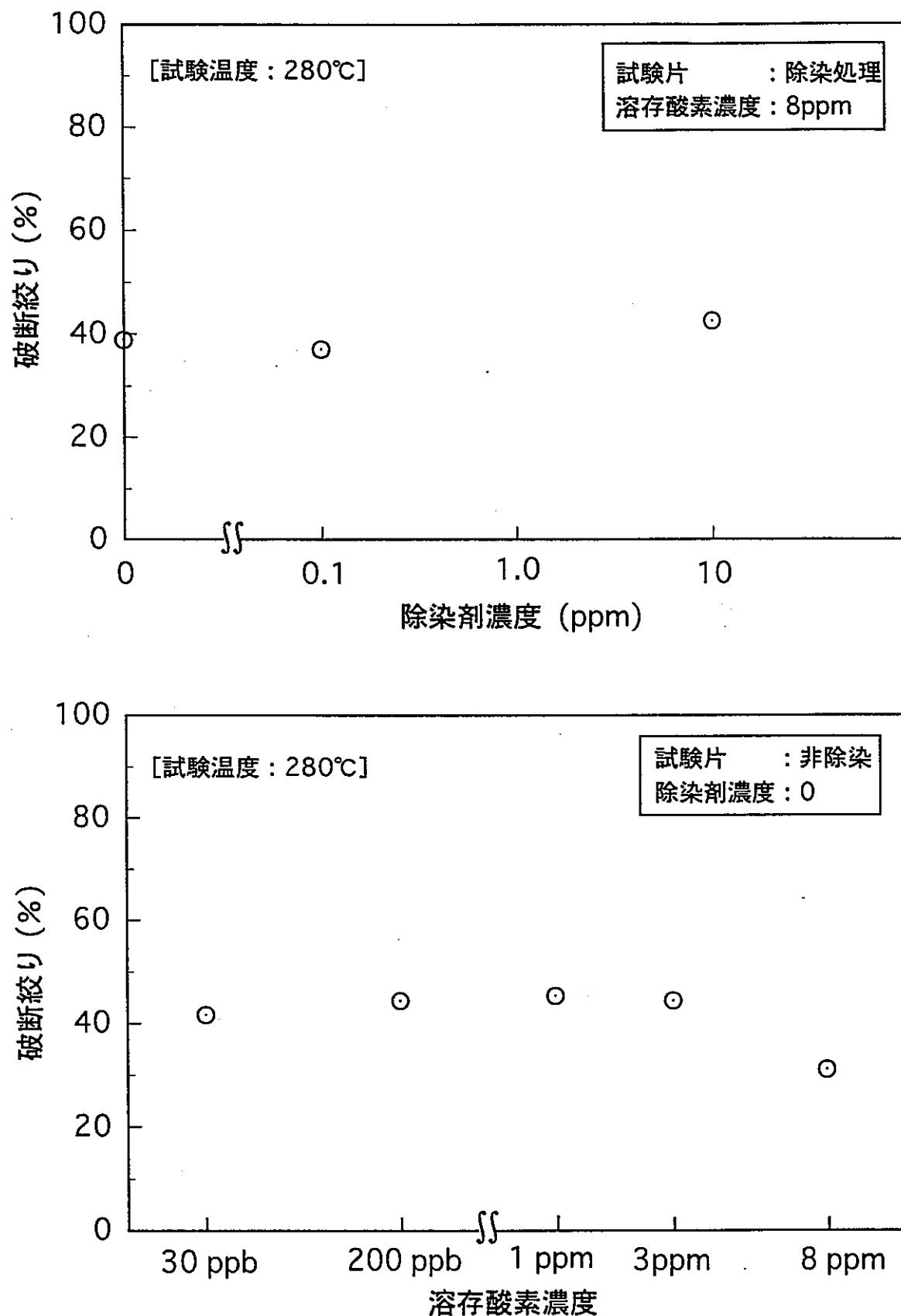


図2-9-4 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食
割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 破断絞り)

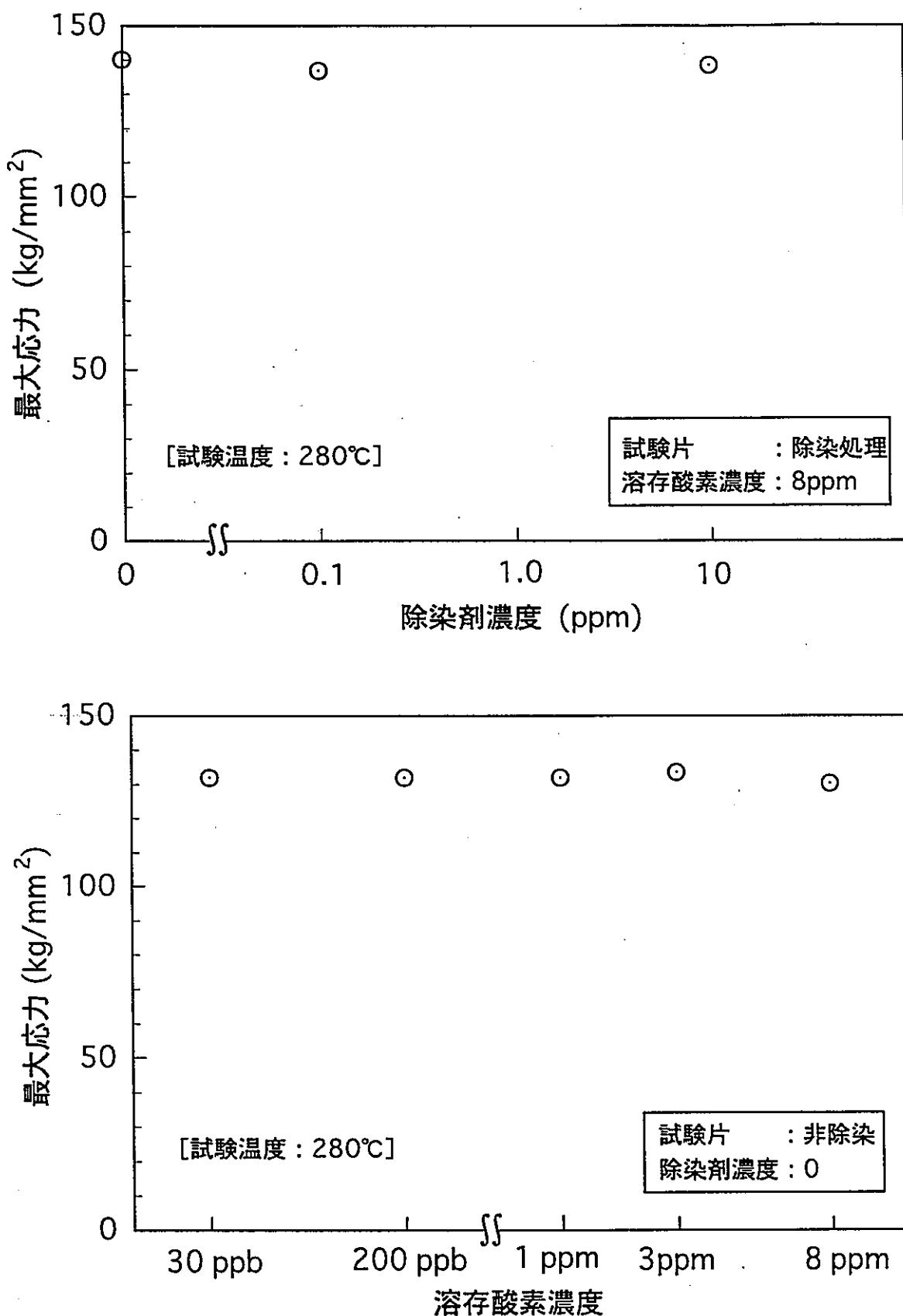


図2-10-1 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 最大応力)

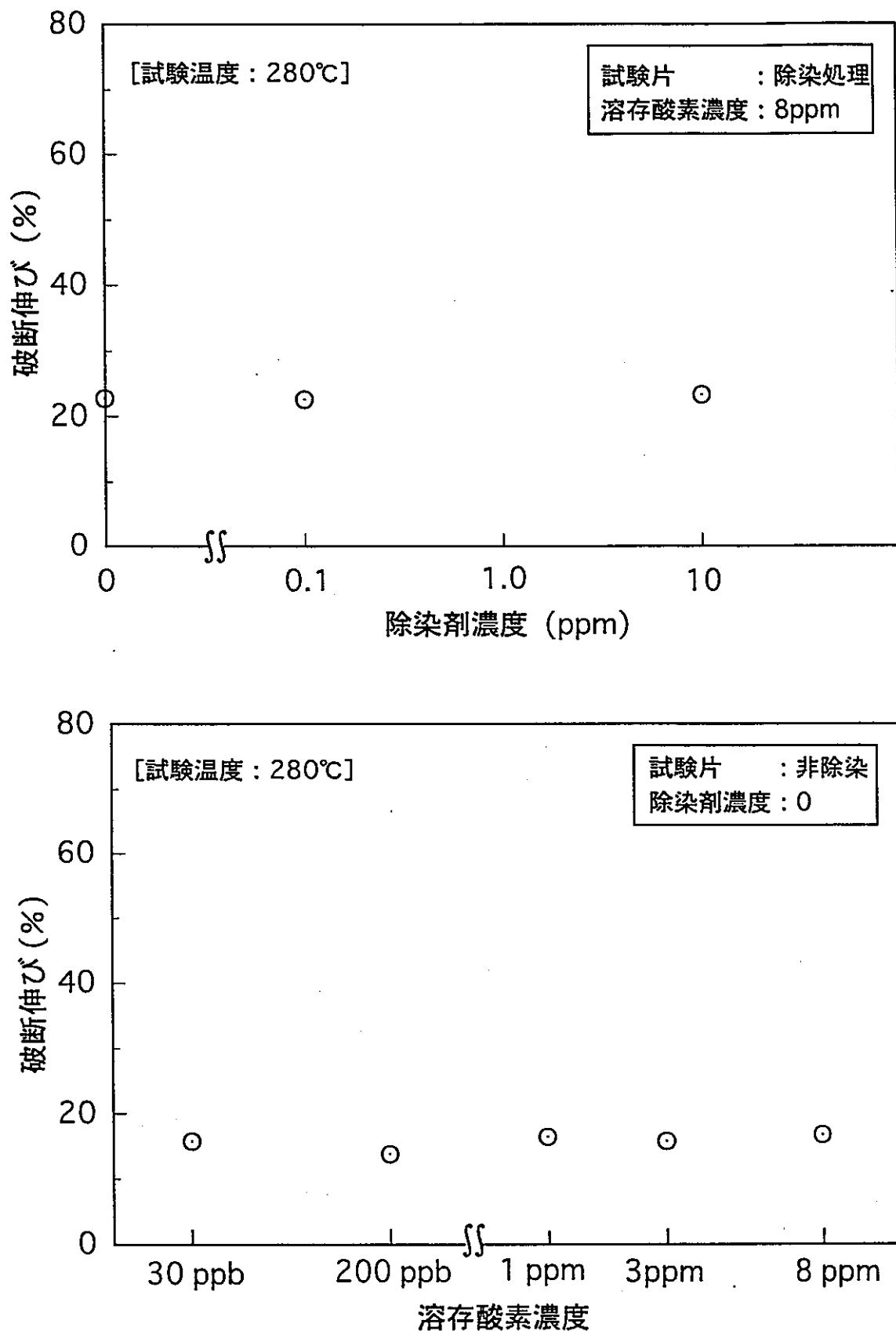


図2-10-2 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 破断伸び)

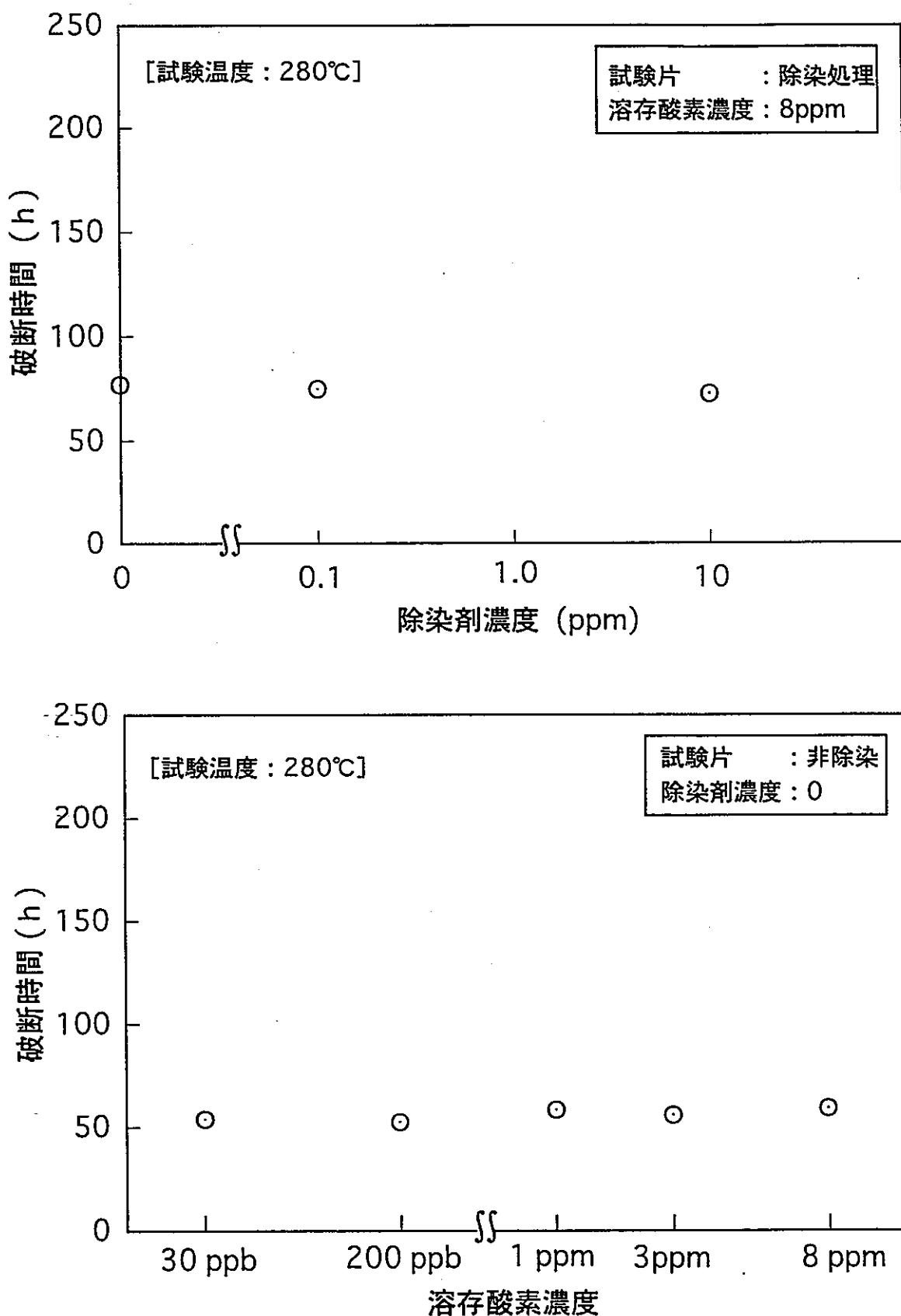


図2-10-3 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 破断時間)

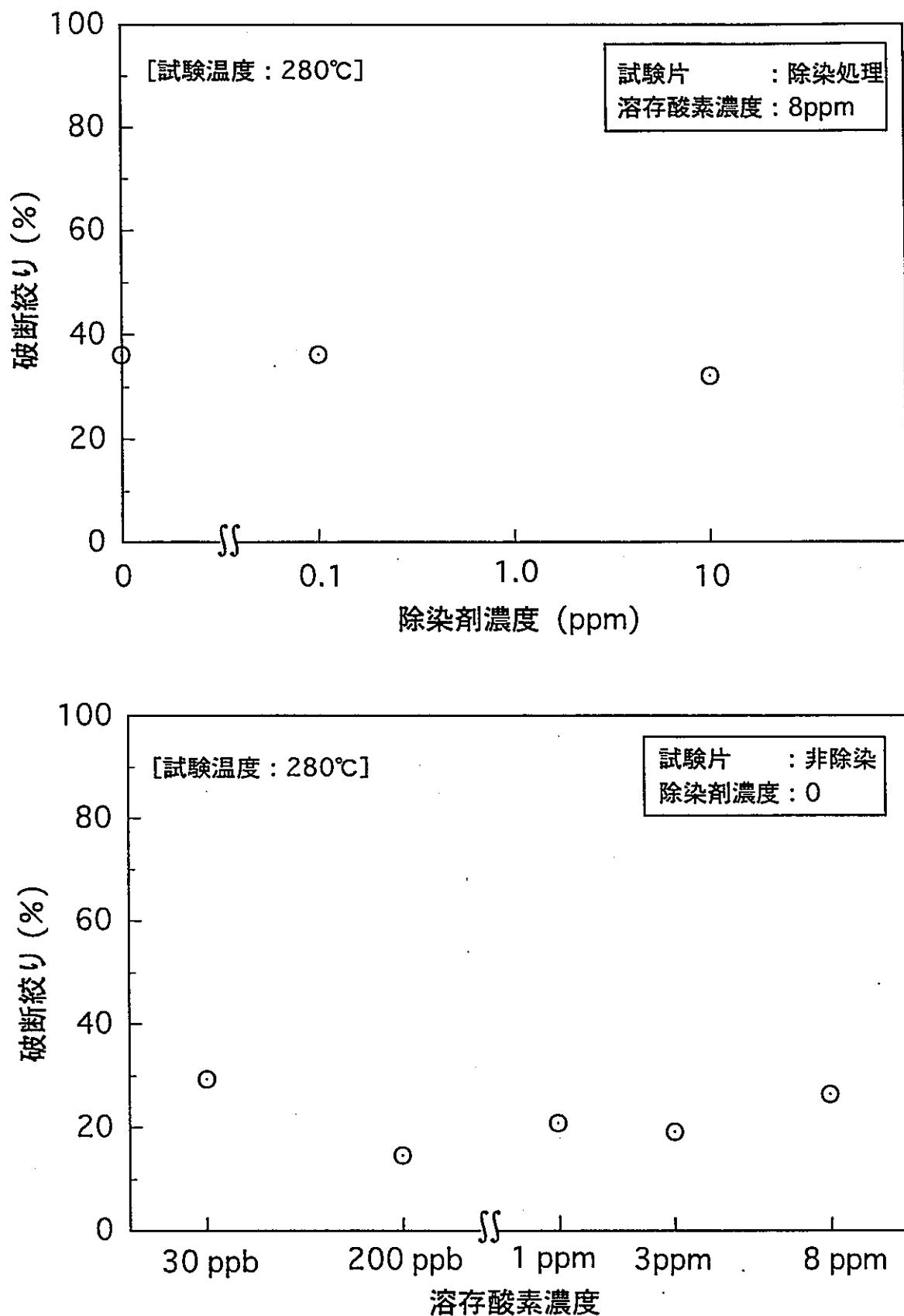


図2-10-4 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 破断絞り)

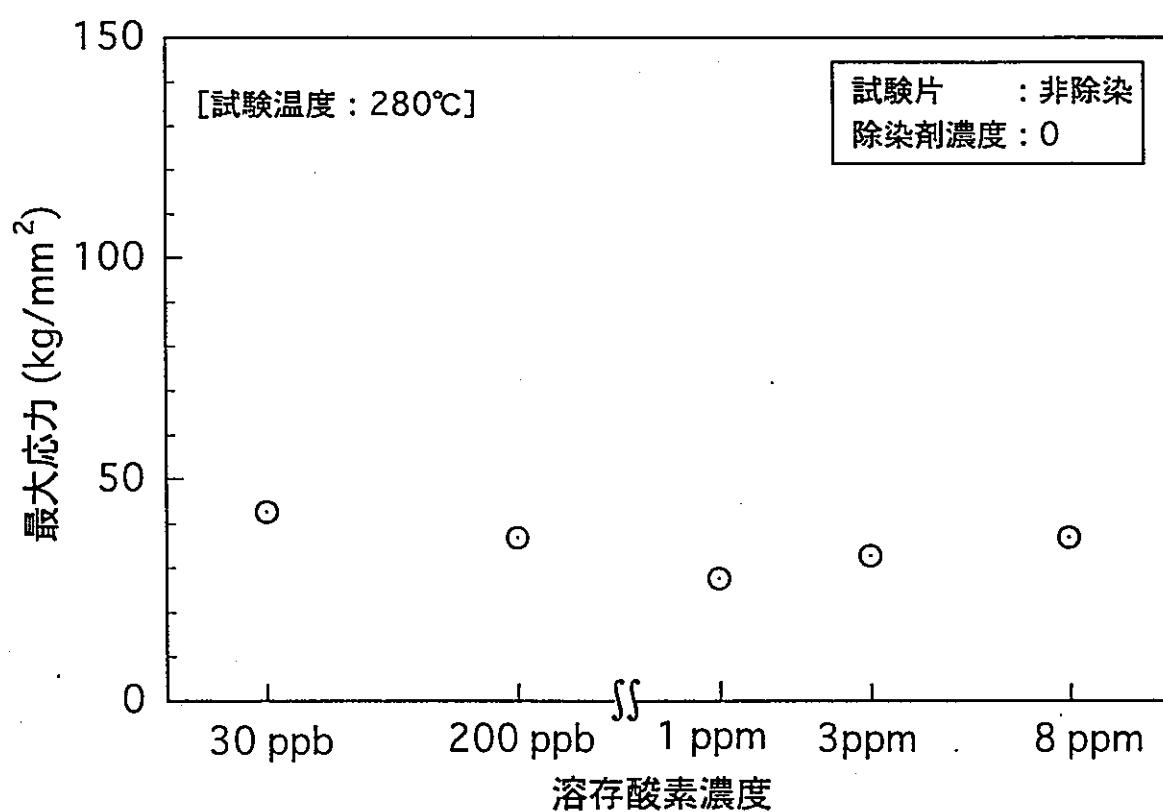
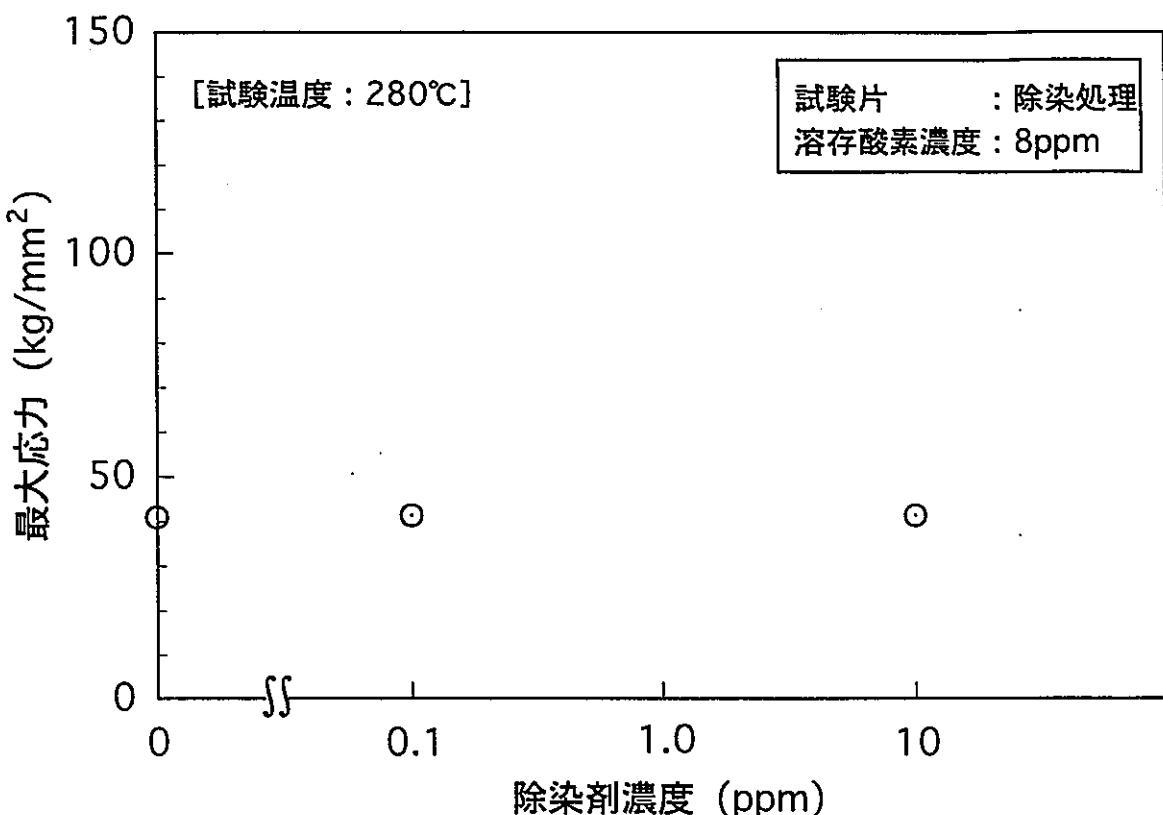


図2-11-1 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 最大応力)

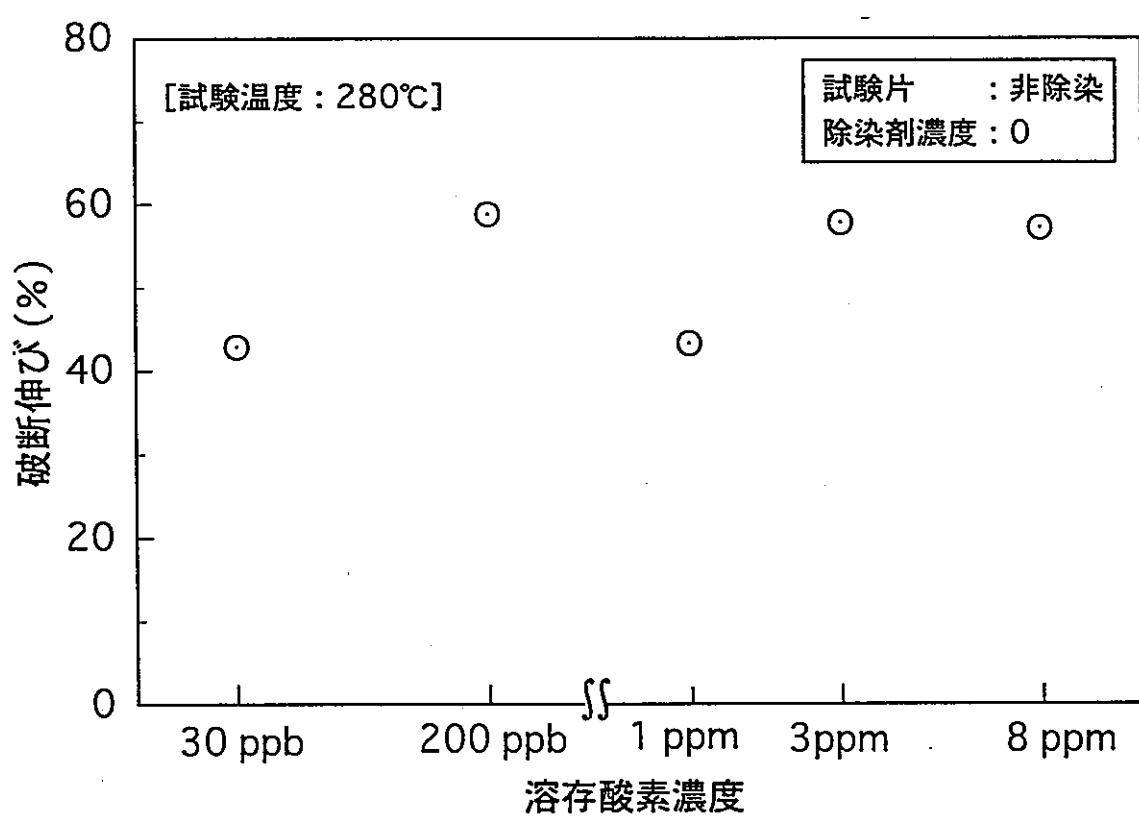
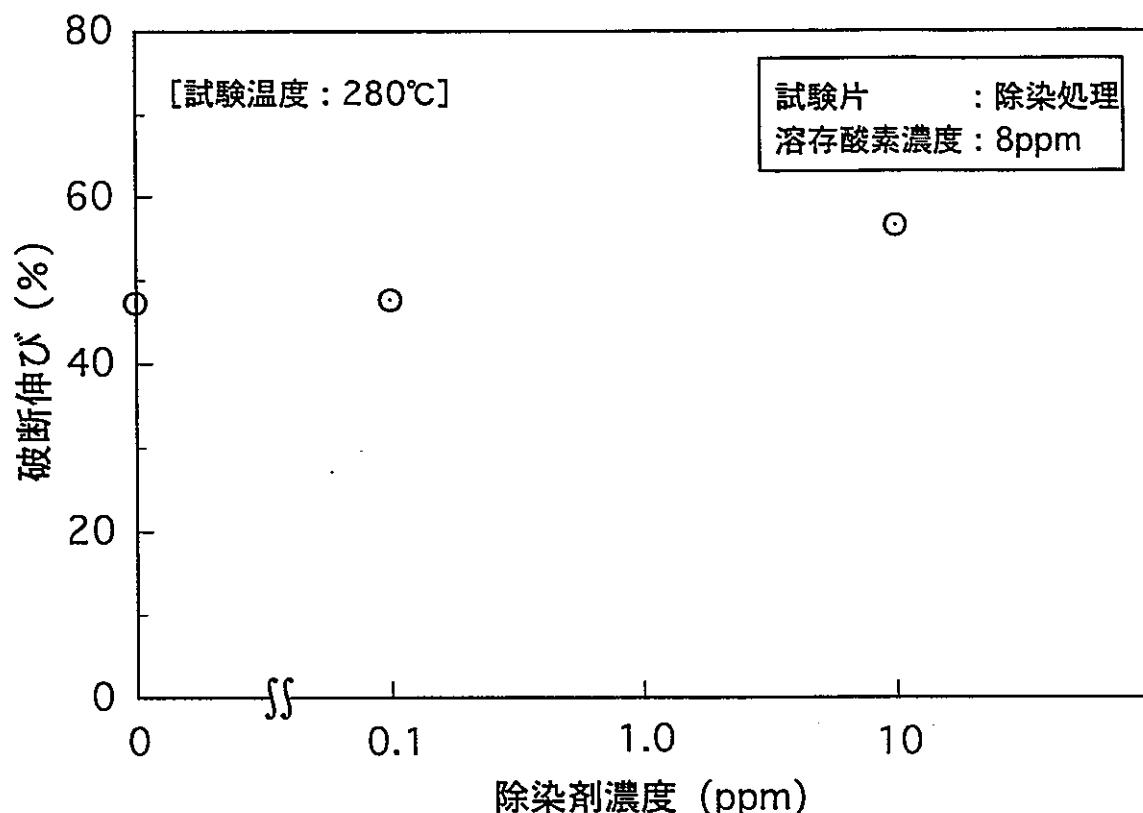


図2-11-2 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 破断伸び)

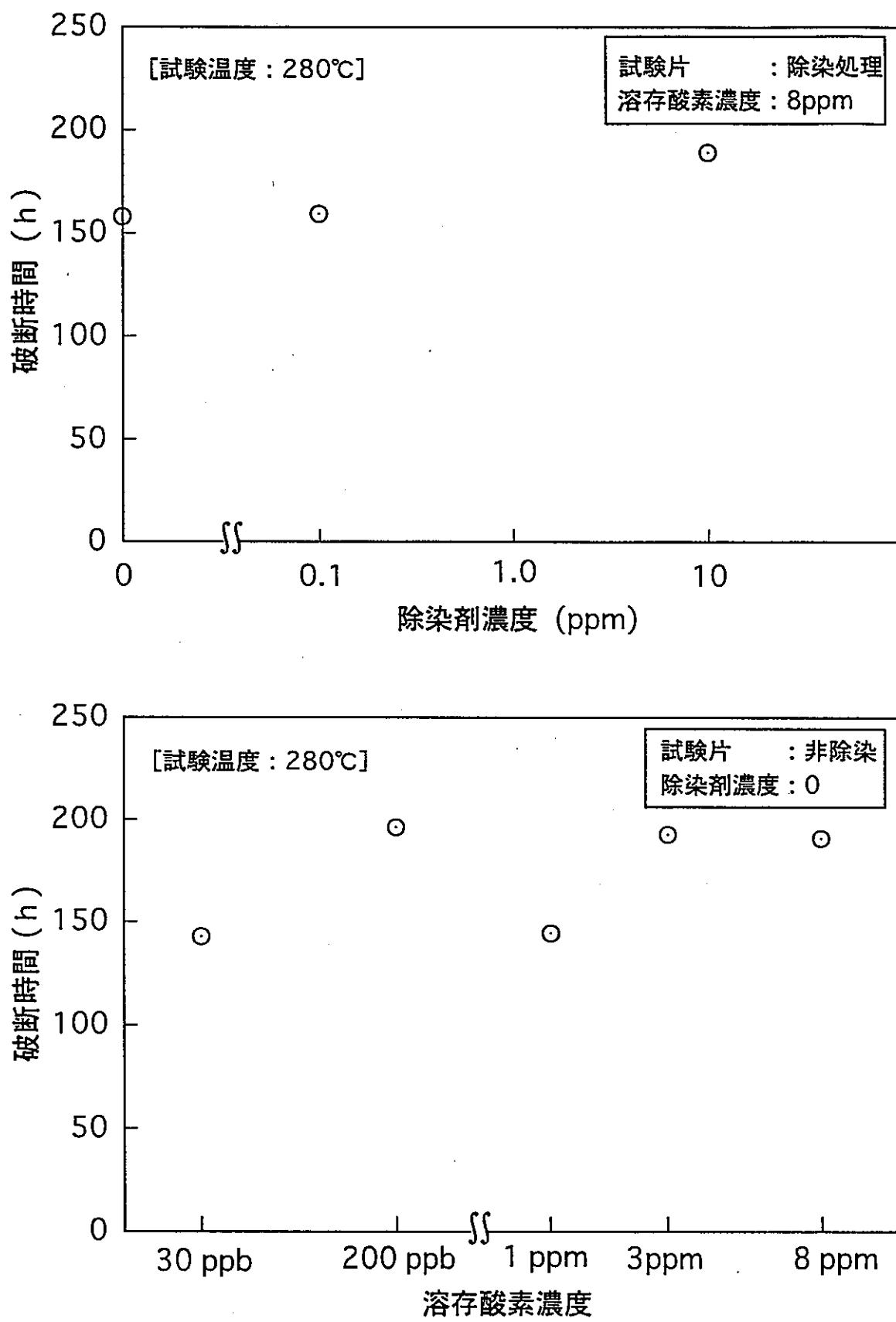


図2-11-3 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 破断時間)

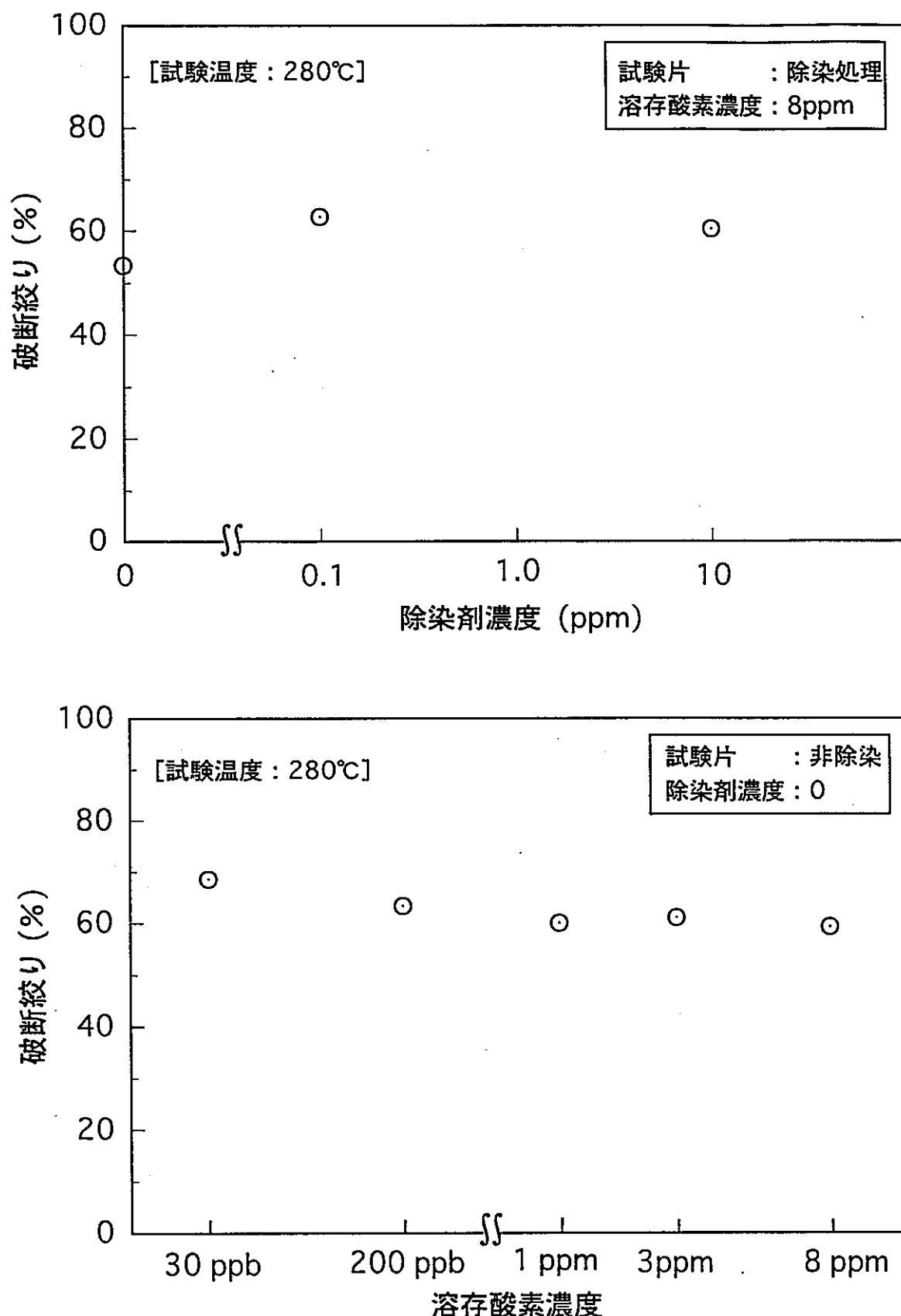


図2-11-4 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 破断絞り)

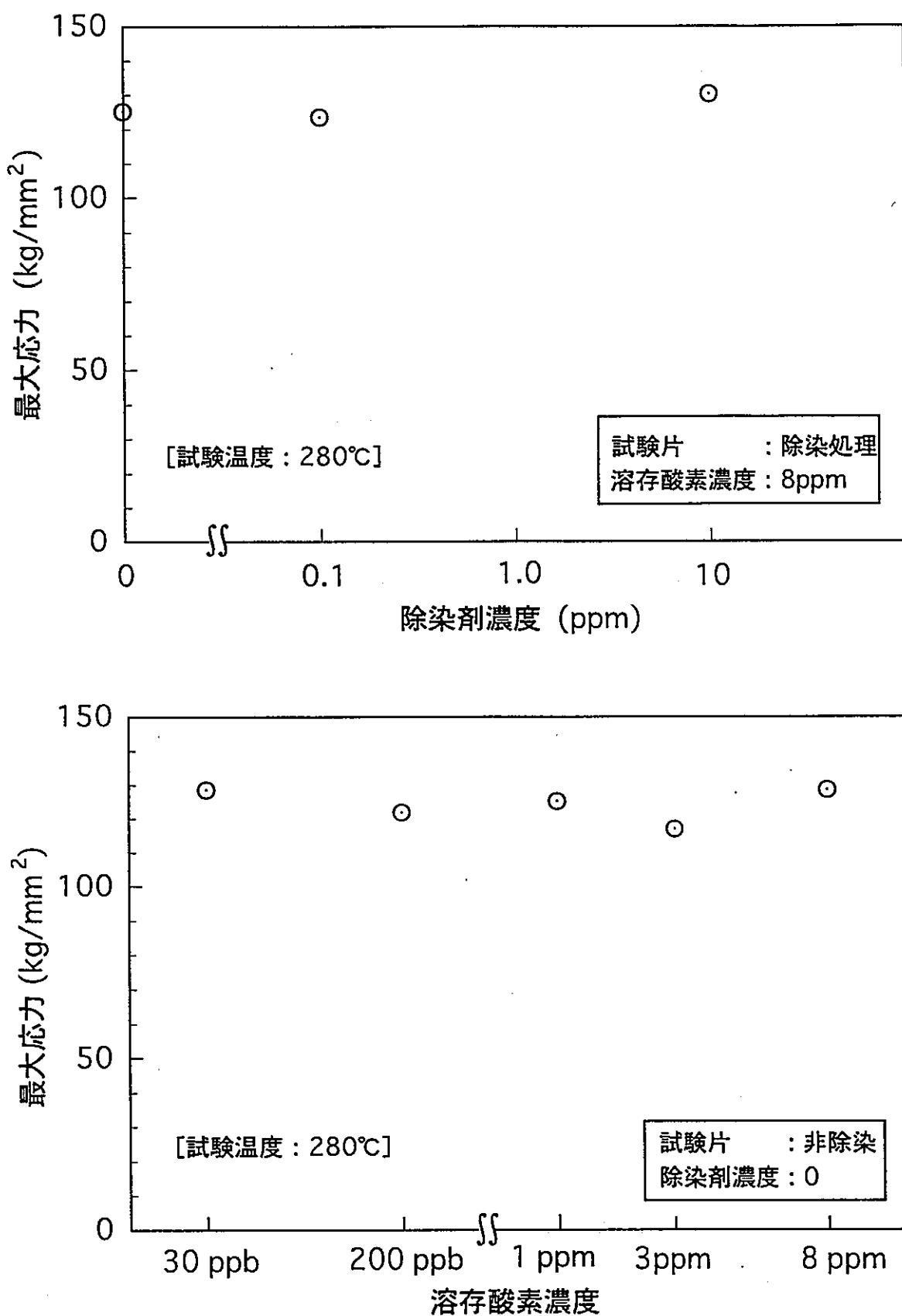


図2-12-1 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630:最大応力)

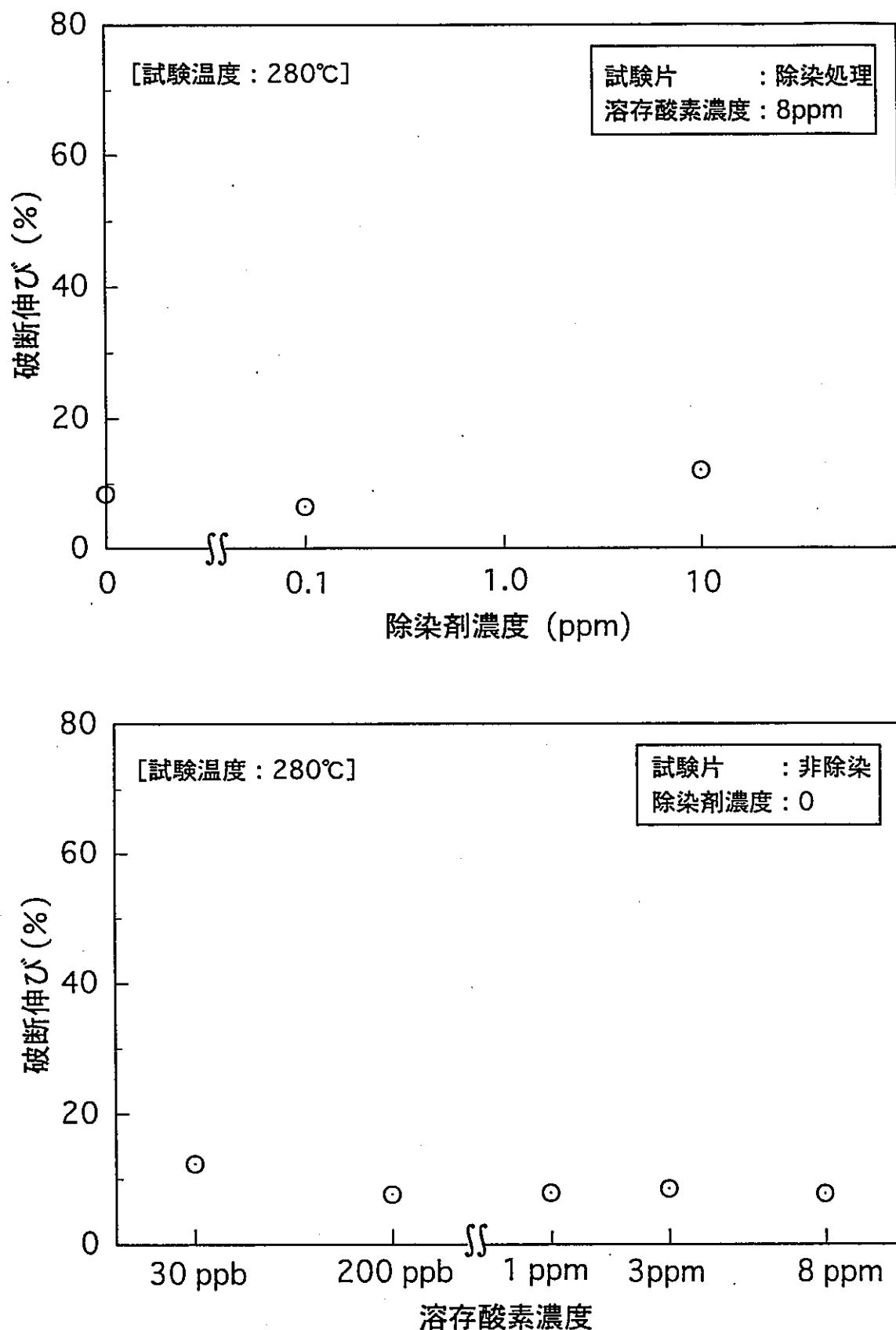


図2-12-2 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 破断伸び)

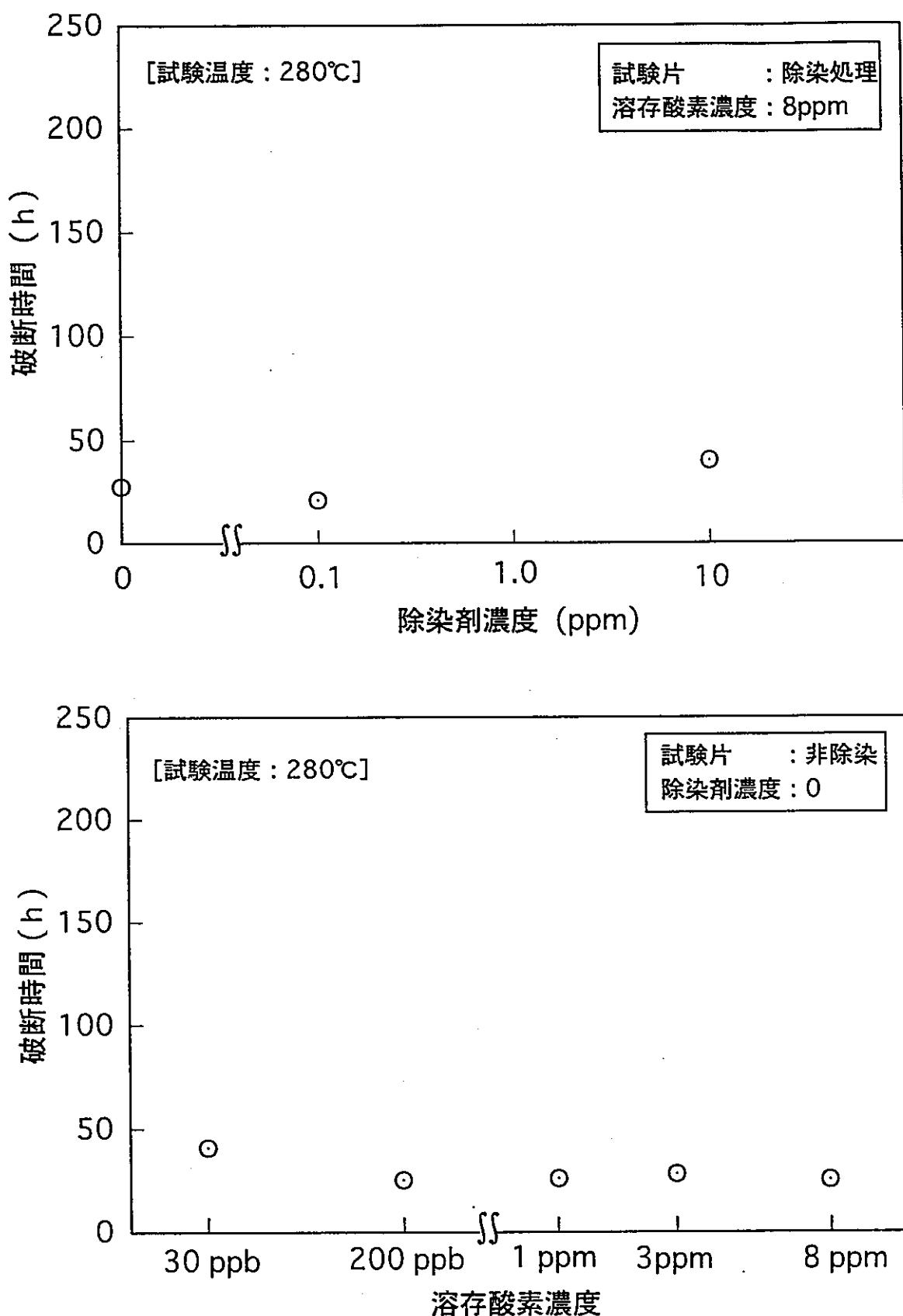


図2-12-3 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 破断時間)

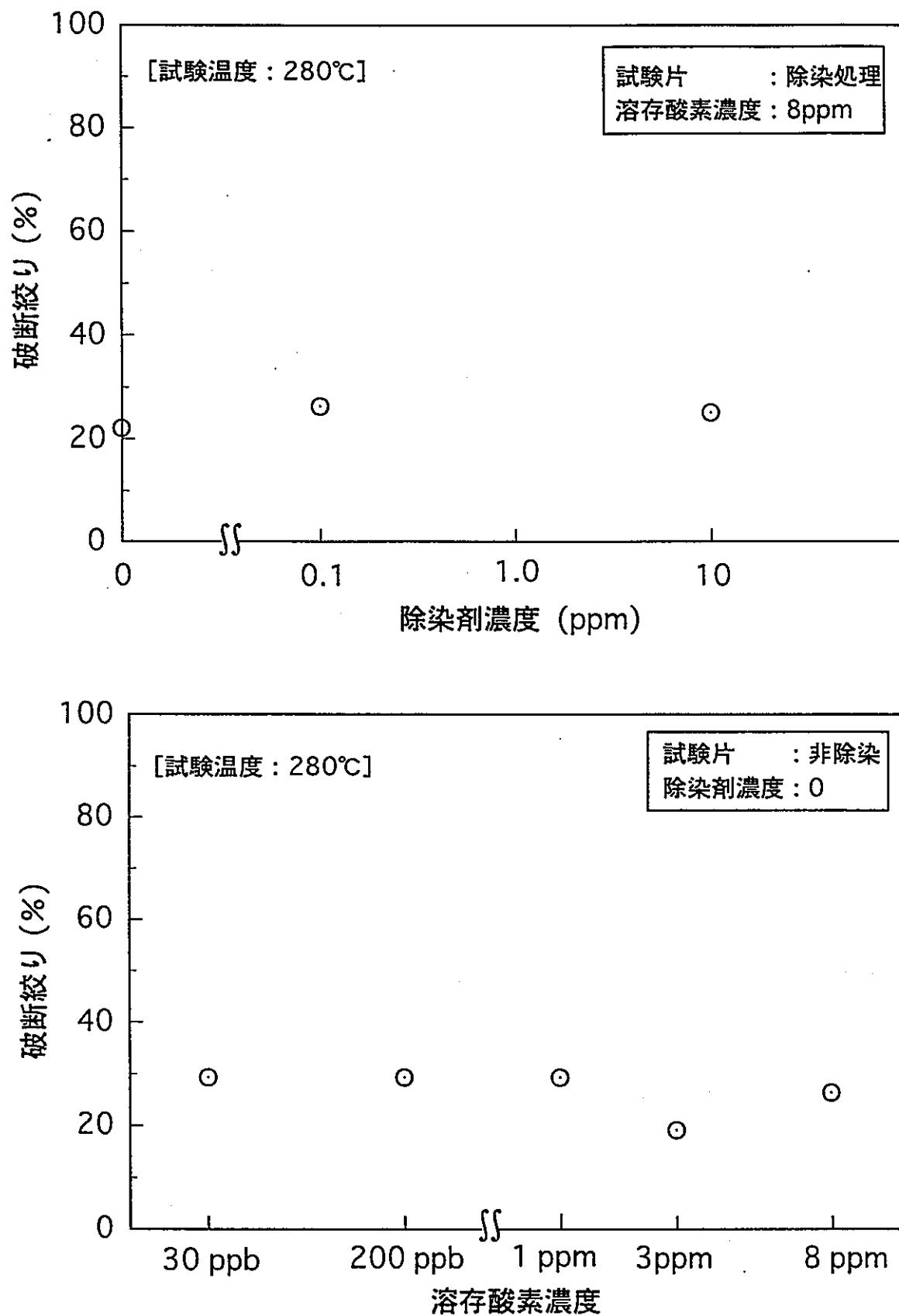


図2-12-4 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 破断絞り)

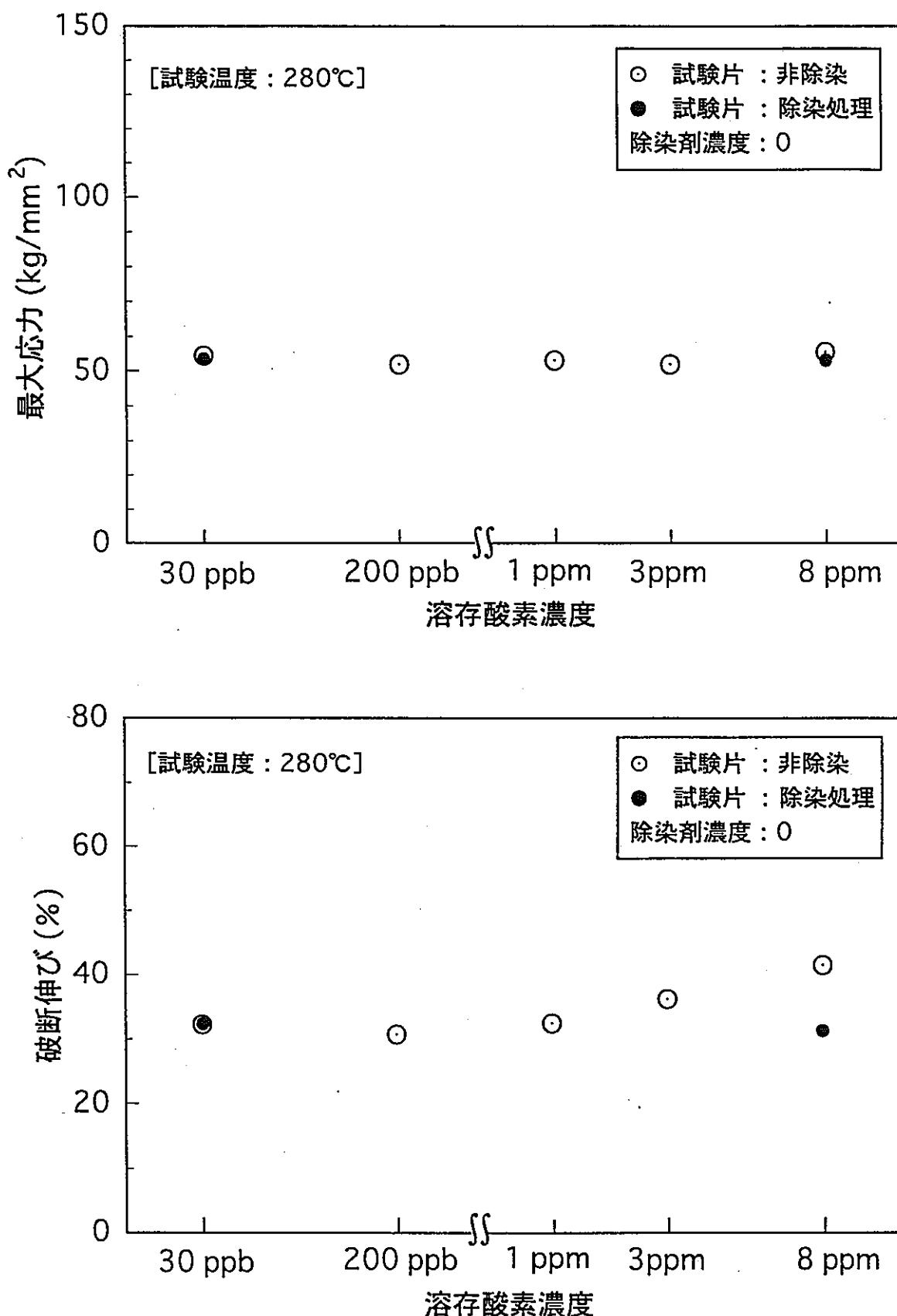


図2-13-1 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 最大応力, 破断伸び)

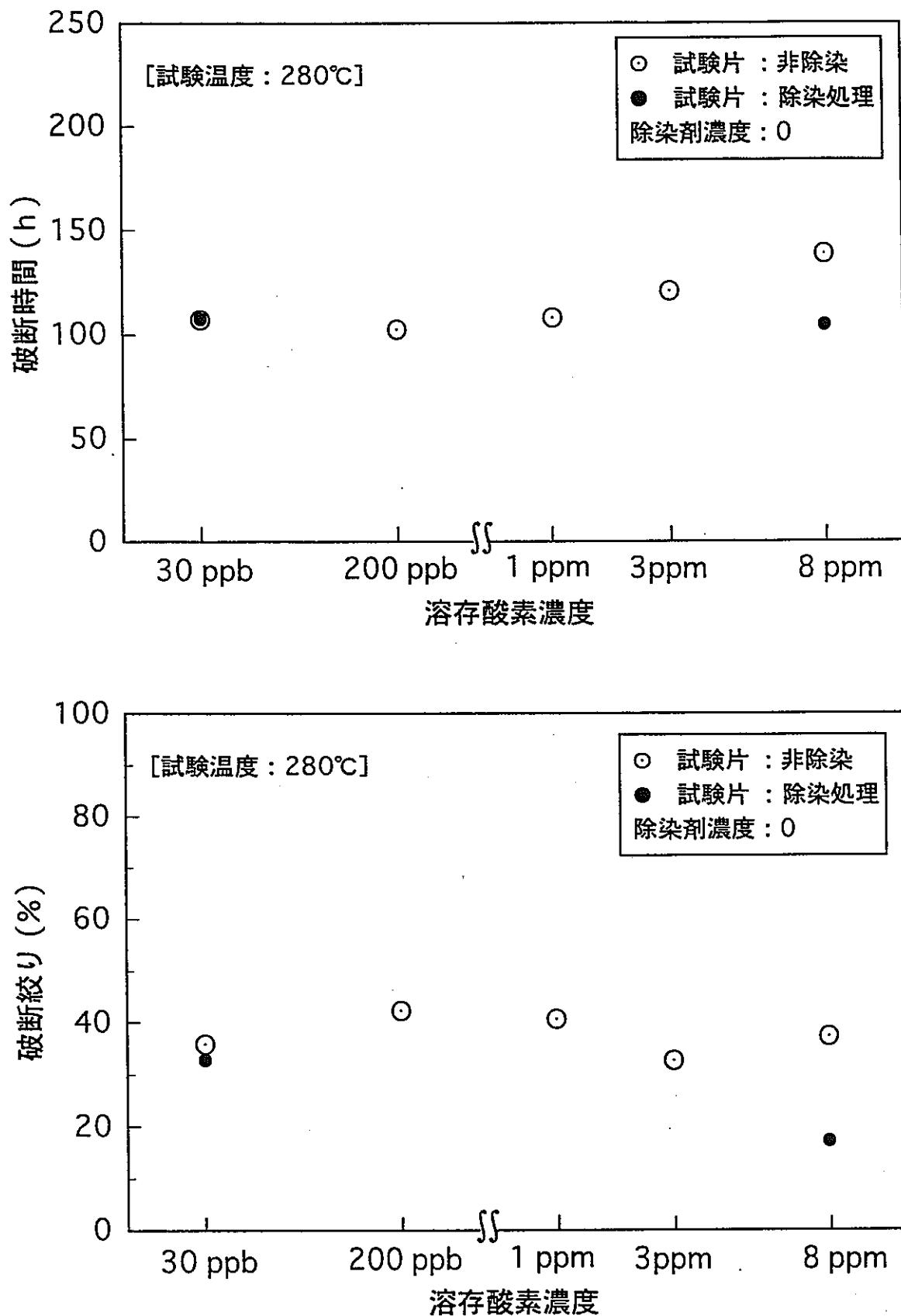


図2-13-2 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2 : 破断時間, 破断絞り)

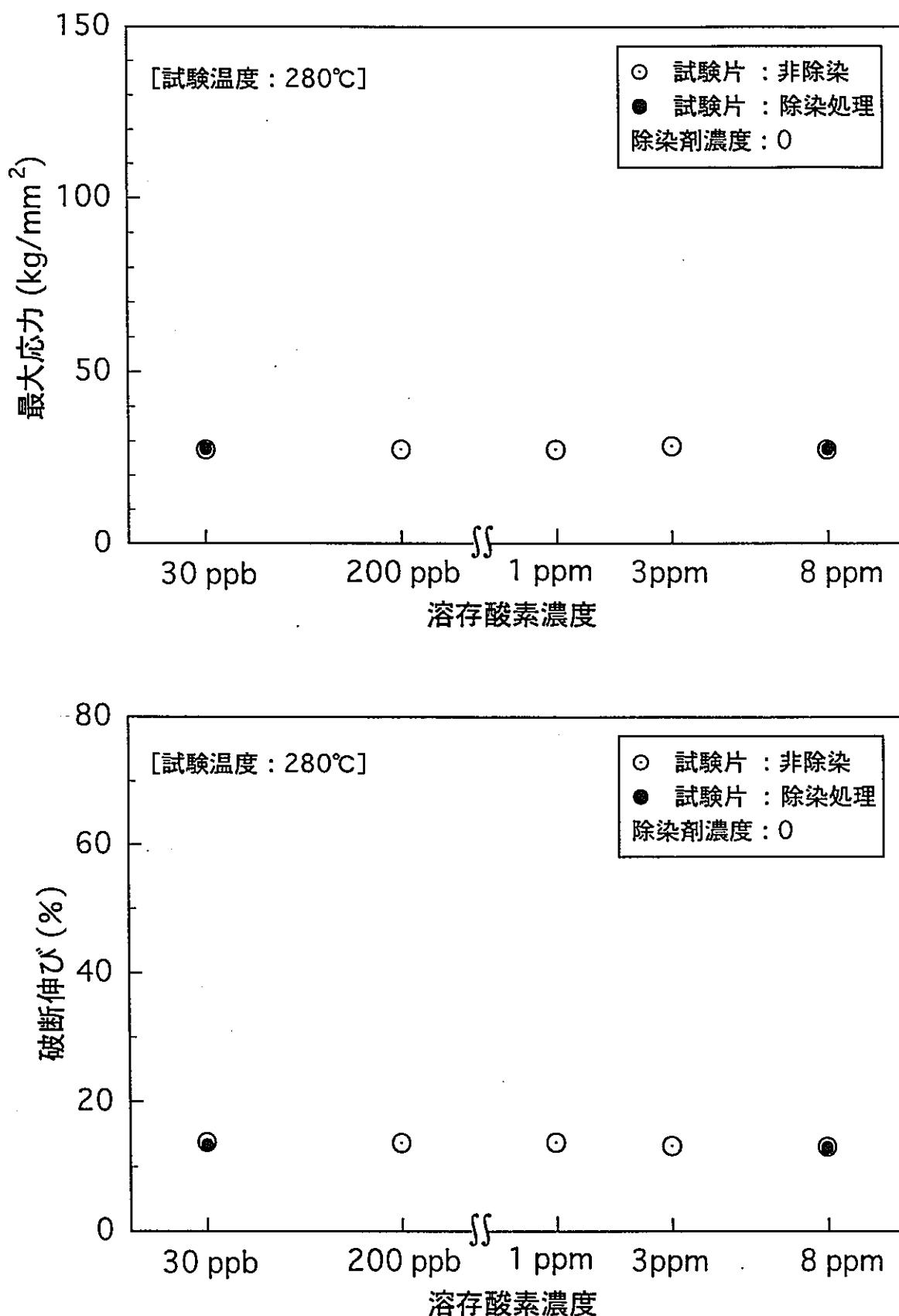


図2-14-1 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 最大応力, 破断伸び)

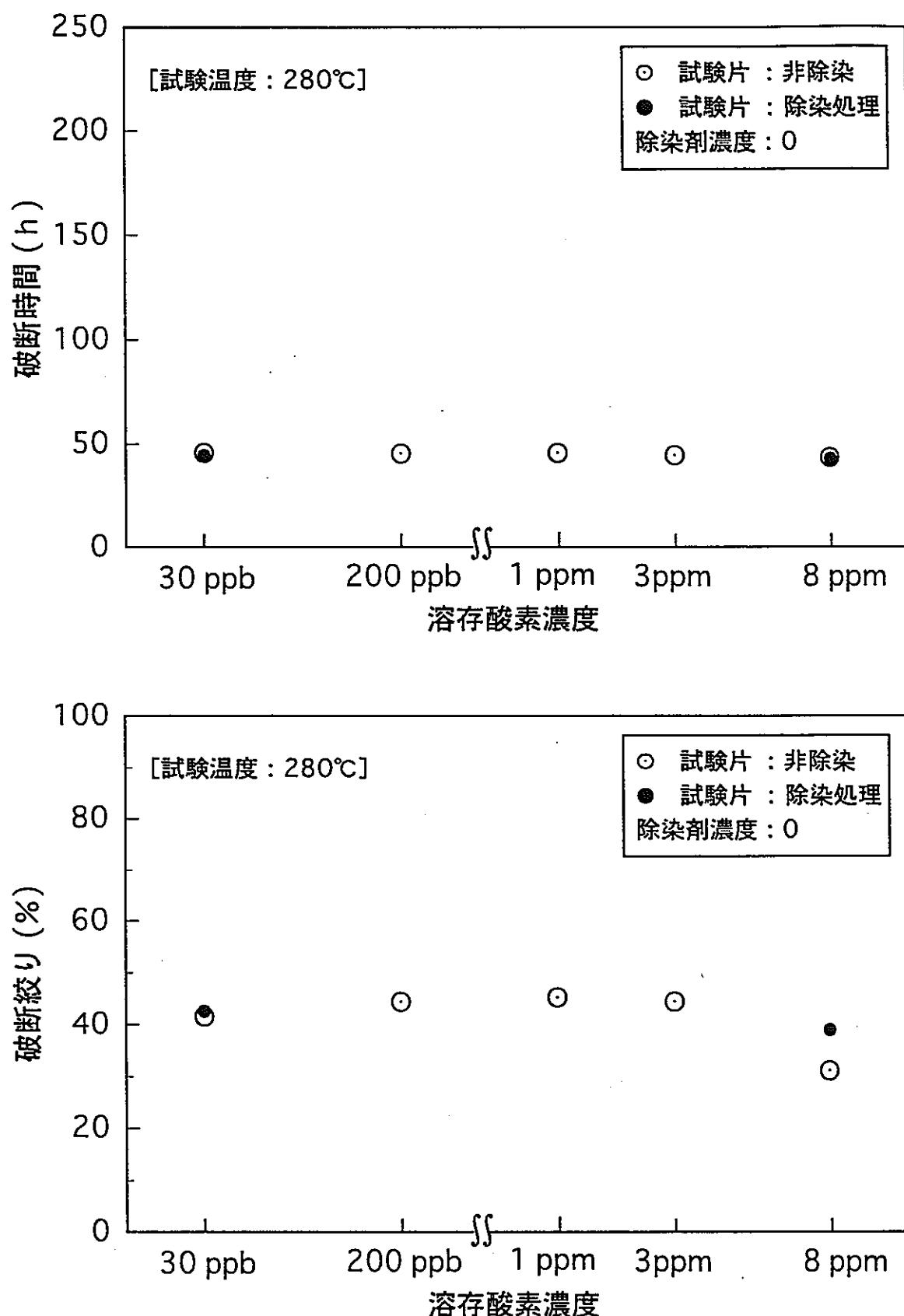


図2-14-2 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Zry-2端栓 : 破断時間, 破断絞り)

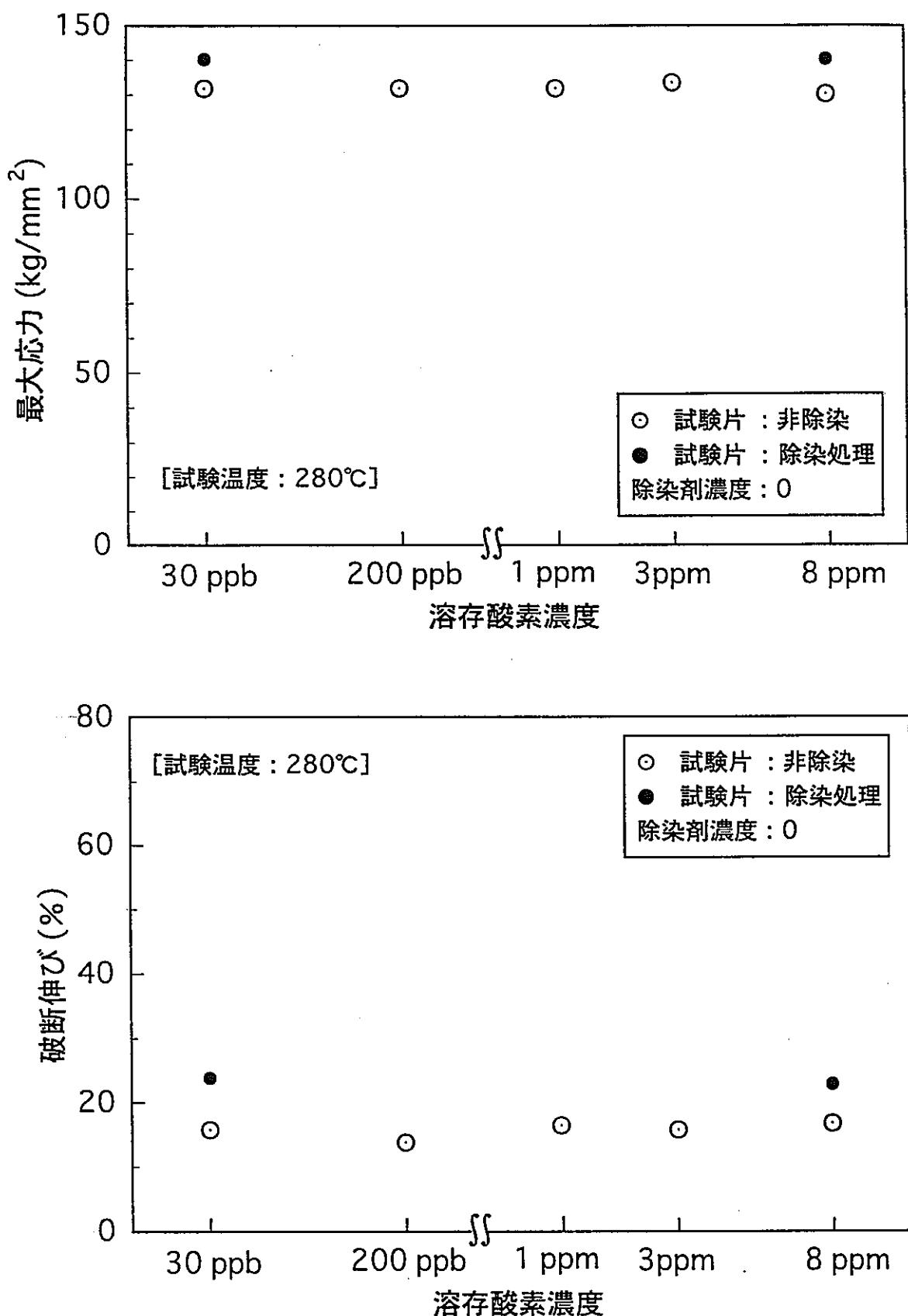
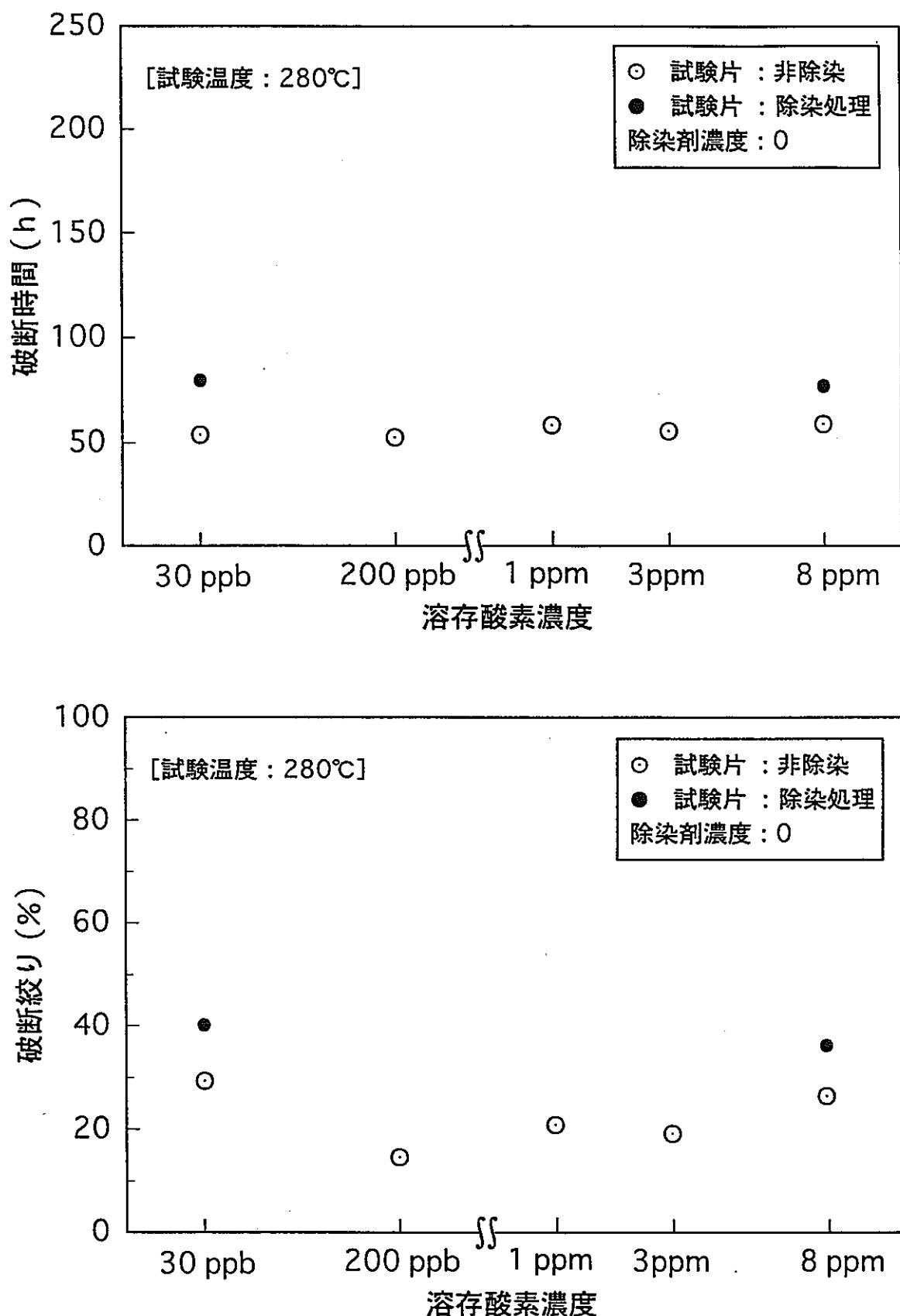


図2-15-1 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 最大応力, 破断伸び)



b) 破 断 絞 り

図2-15-2 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(Inconel-718 : 破断時間, 破断絞り)

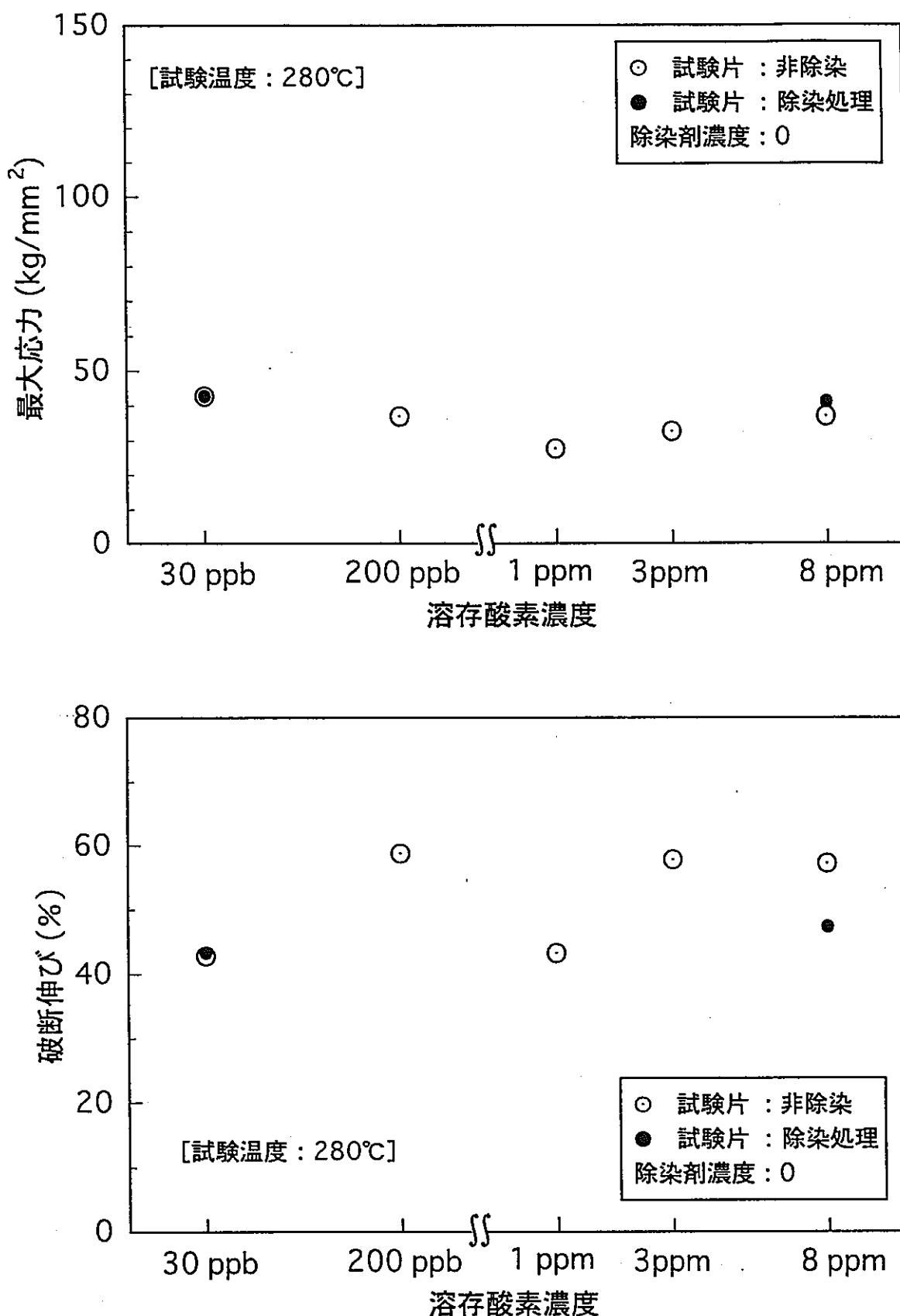


図2-16-1 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13：最大応力，破断伸び)

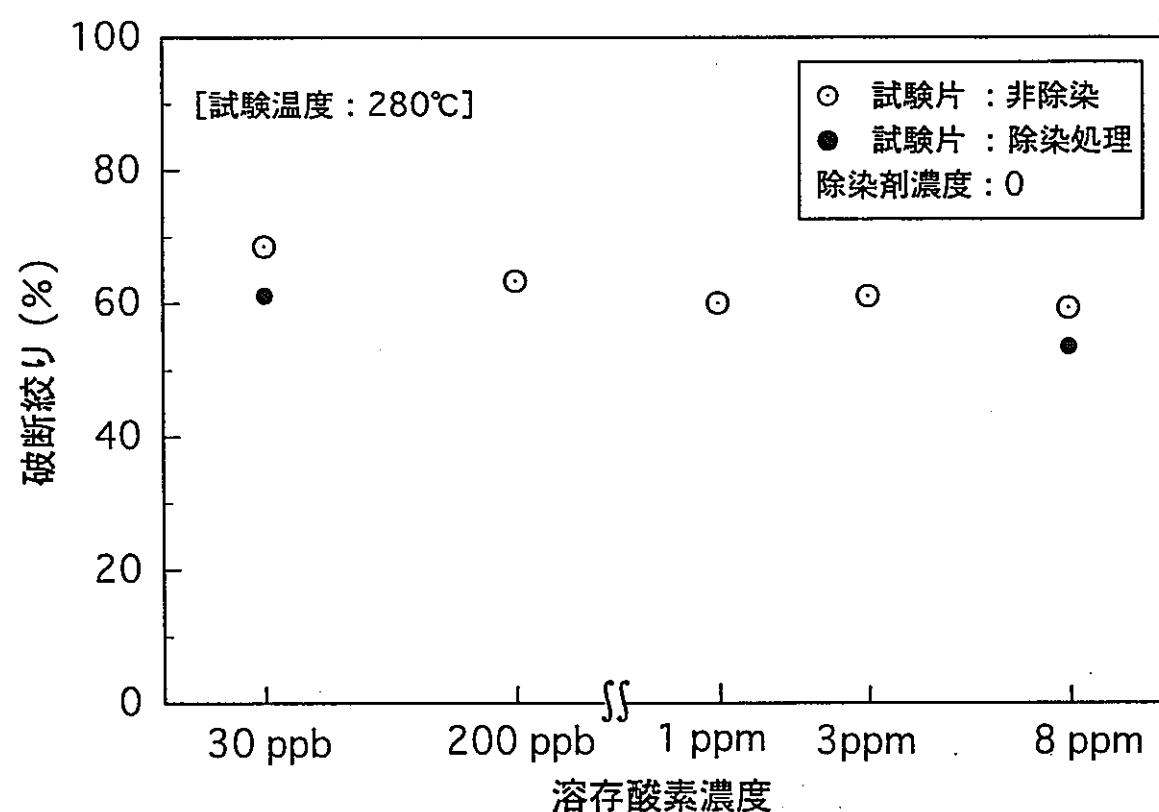
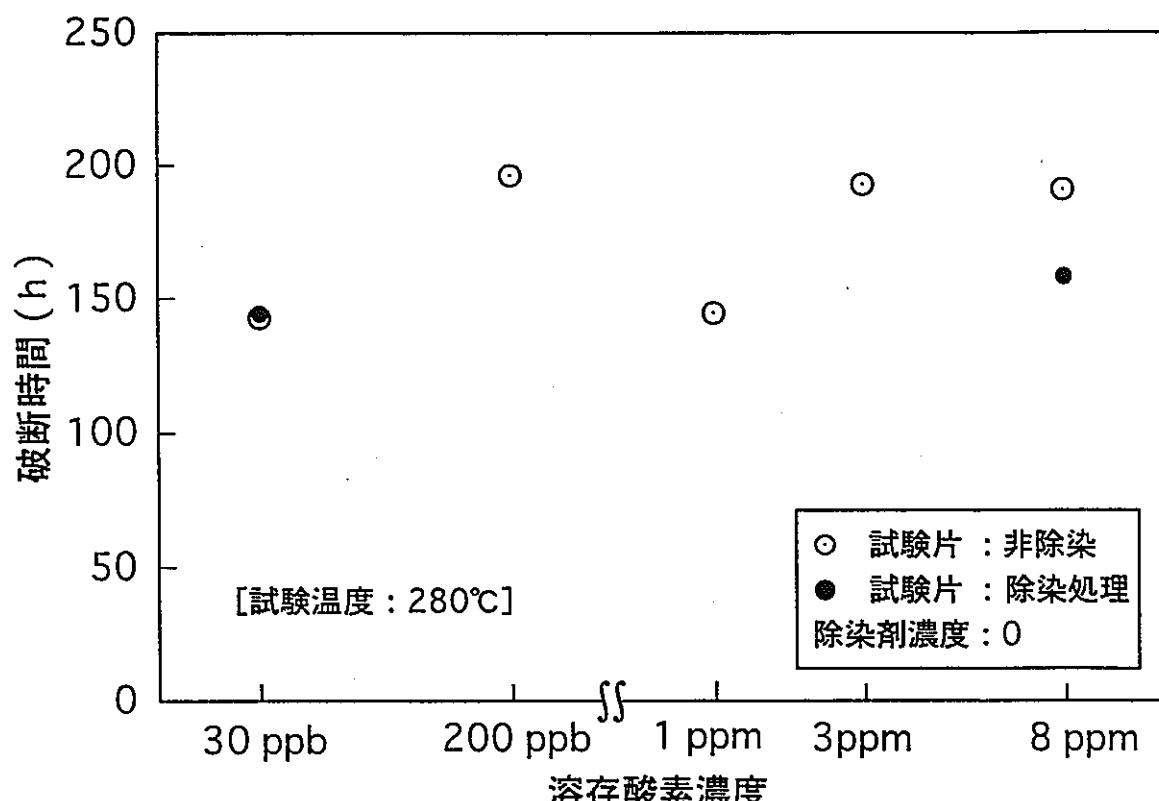


図2-16-2 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SCS13 : 破断時間, 破断絞り)

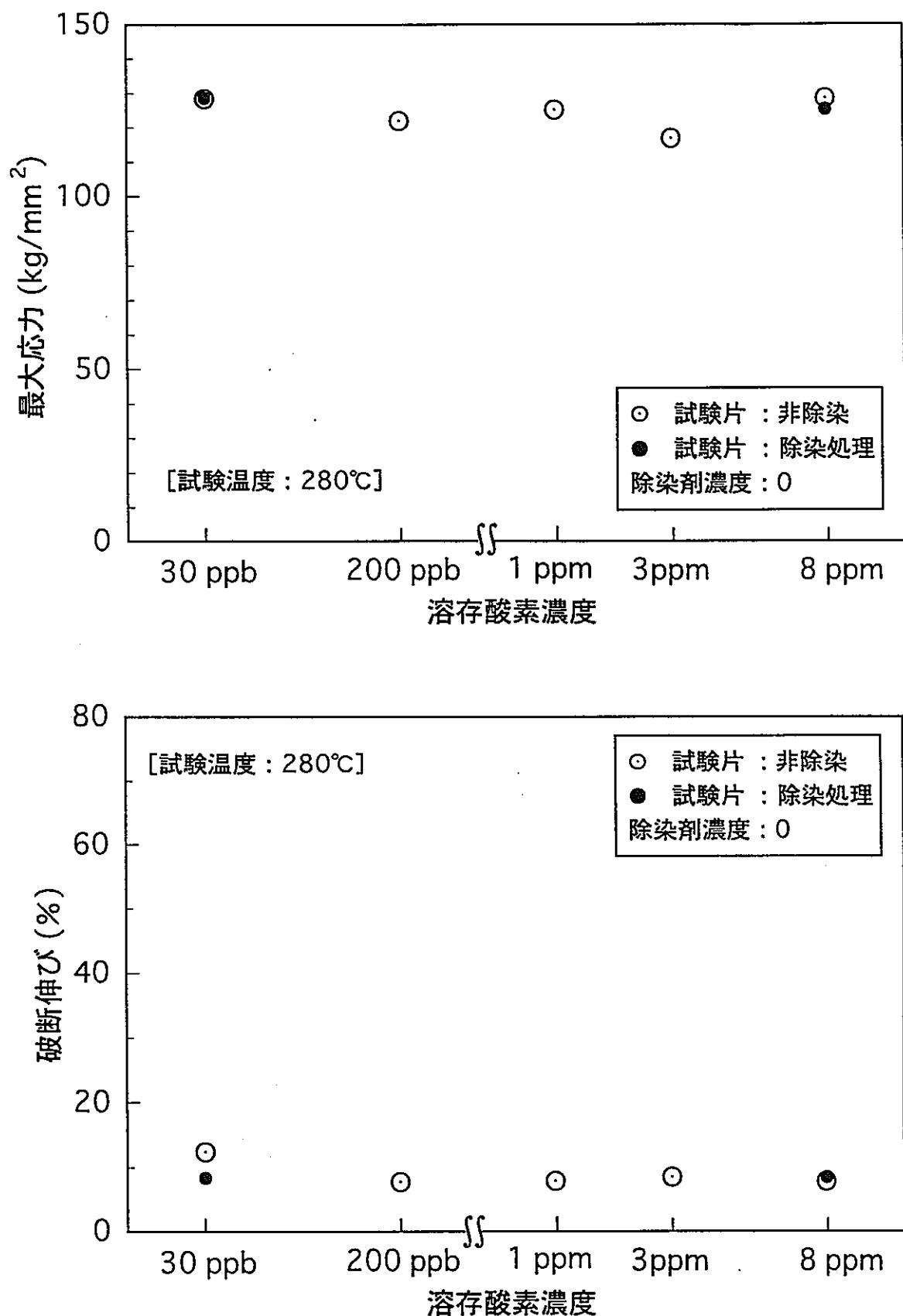


図2-17-1 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630: 最大応力, 破断伸び)

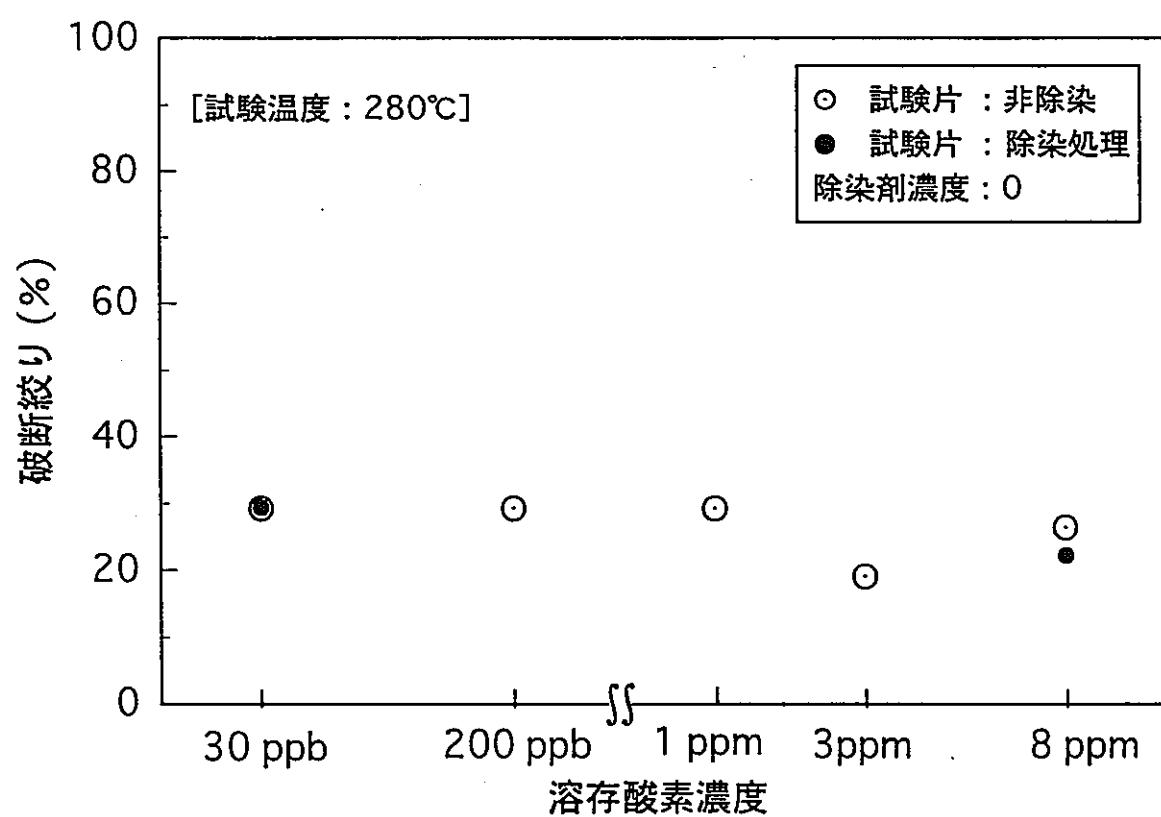
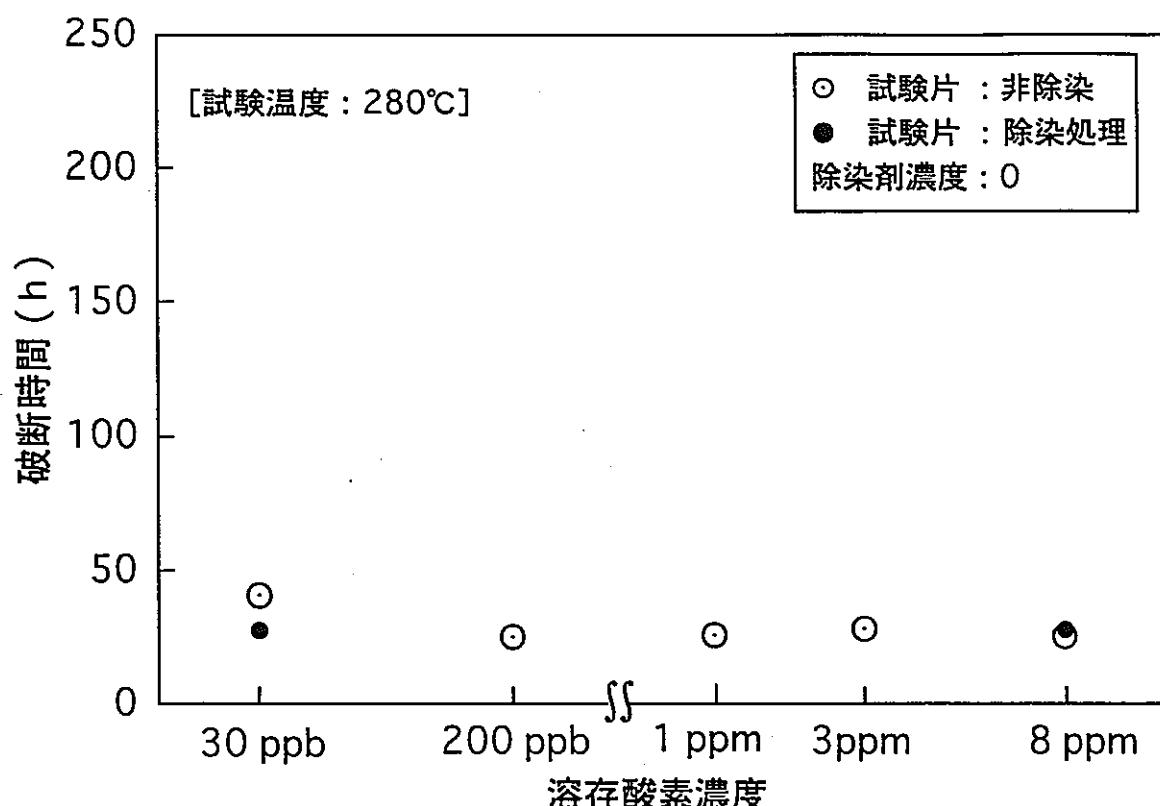
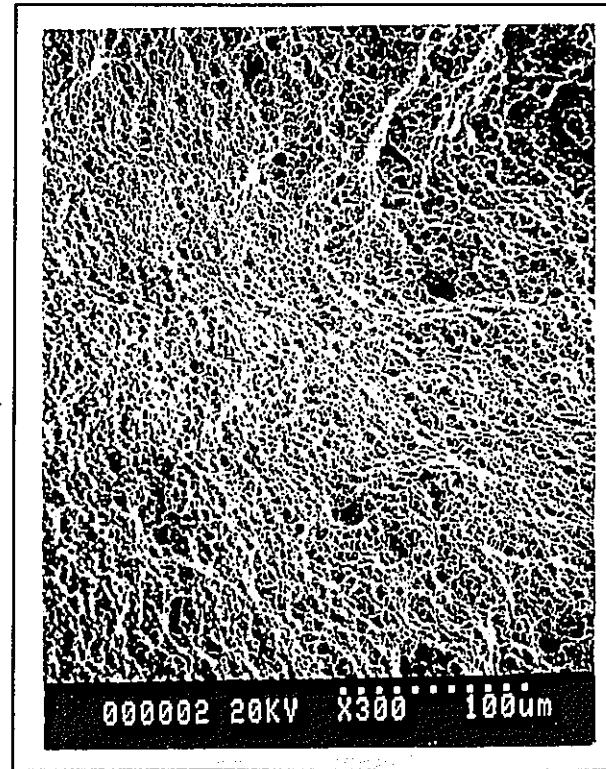
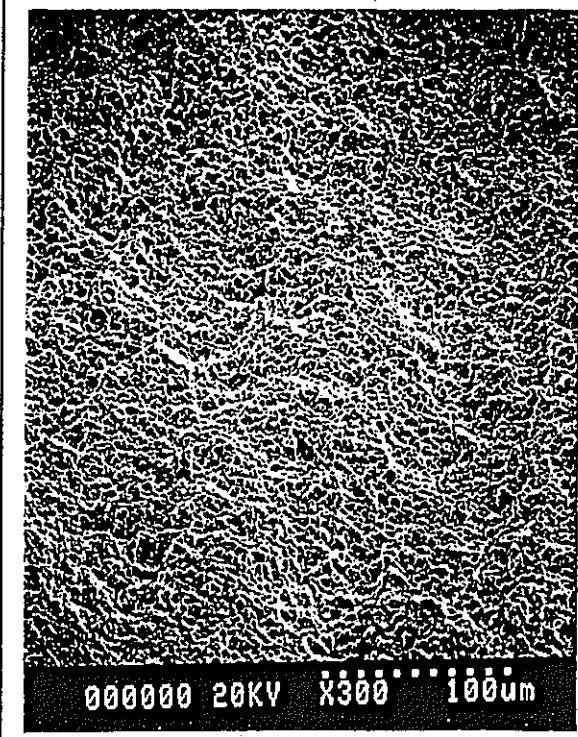


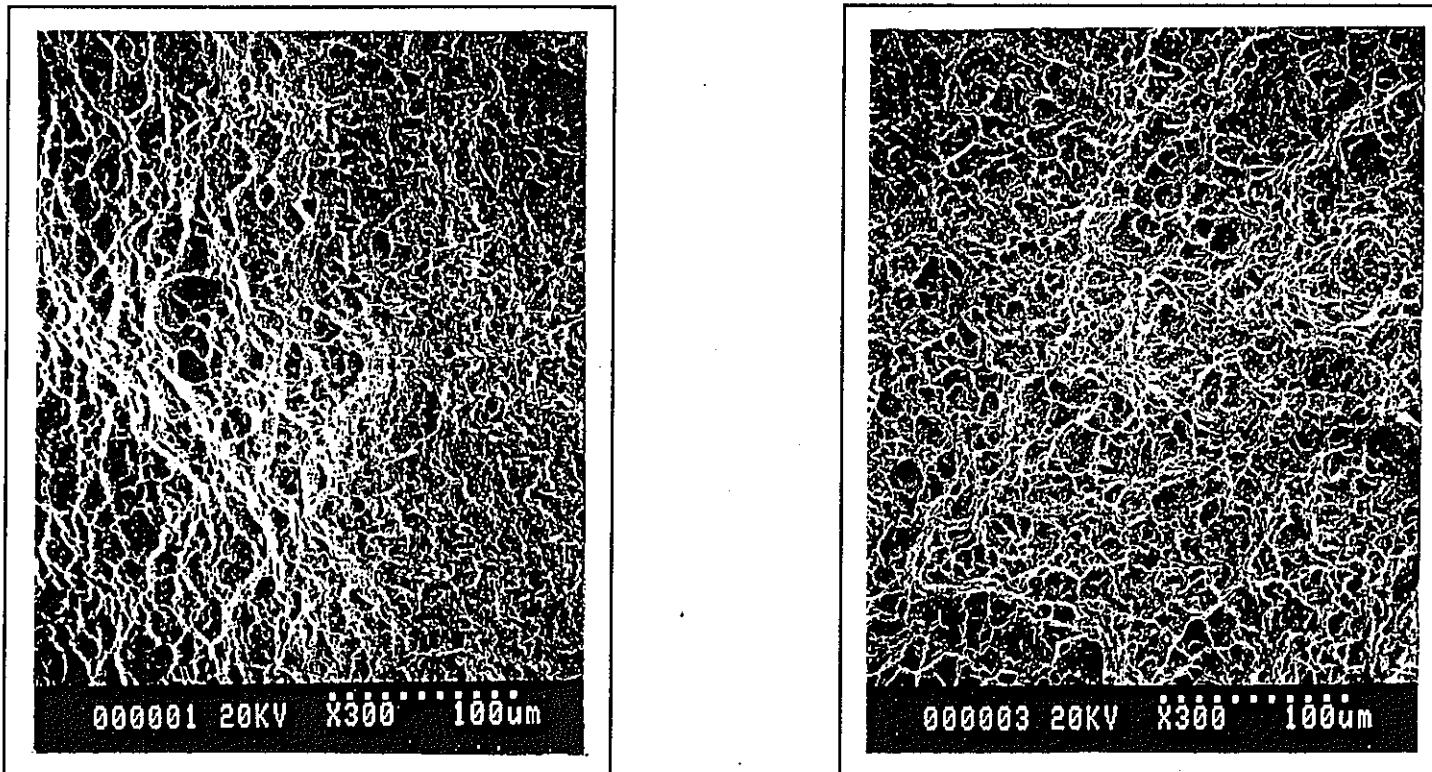
図2-17-2 除染による通常運転時の応力腐食割特性に及ぼす影響(SUS630 : 破断時間, 破断絞り)



- ・除染の有無 : 非除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 78 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 30 ppb
 - 除染剤濃度 : 0 %

- ・除染の有無 : 除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 65 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 8 ppm
 - 除染剤濃度 : 10 ppm

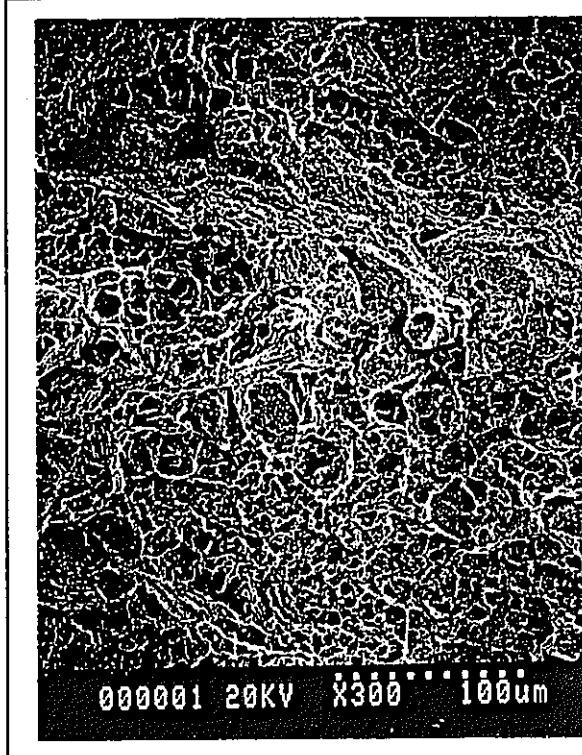
図2-18-1 破断面の代表例(Zry-2)



- ・除染の有無 : 非除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 78 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 30 ppb
 - 除染剤濃度 : 0 %

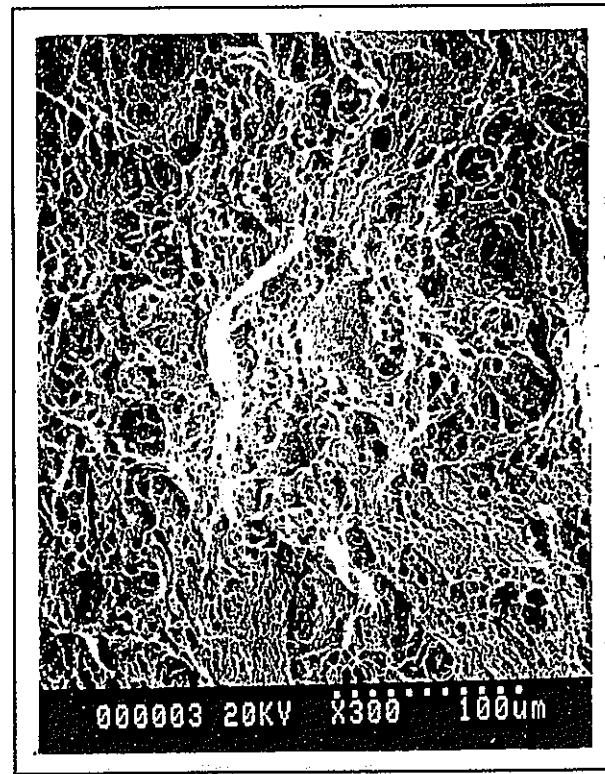
- ・除染の有無 : 除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 65 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 8 ppm
 - 除染剤濃度 : 10 ppm

図2-18-2 破断面の代表例(Zry-2端栓)



000001 20KV X300 100μm

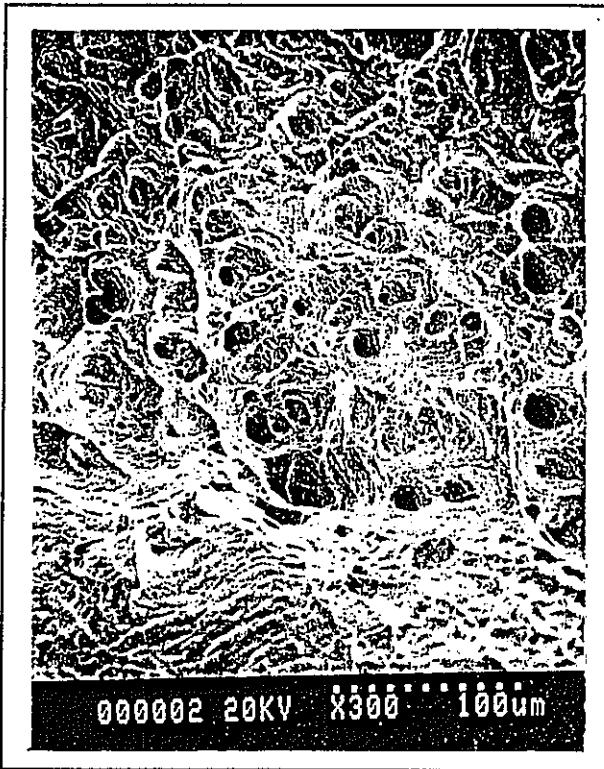
- ・除染の有無 : 非除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 78 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 30 ppb
 - 除染剤濃度 : 0 %



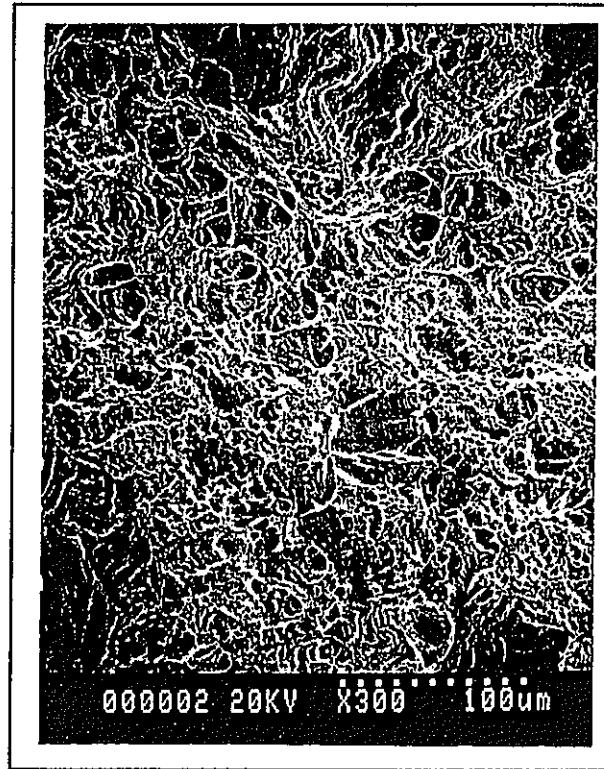
000003 20KV X300 100μm

- ・除染の有無 : 除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 65 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 8 ppm
 - 除染剤濃度 : 10 ppm

図2-18-3 破断面の代表例(Inconel-718)

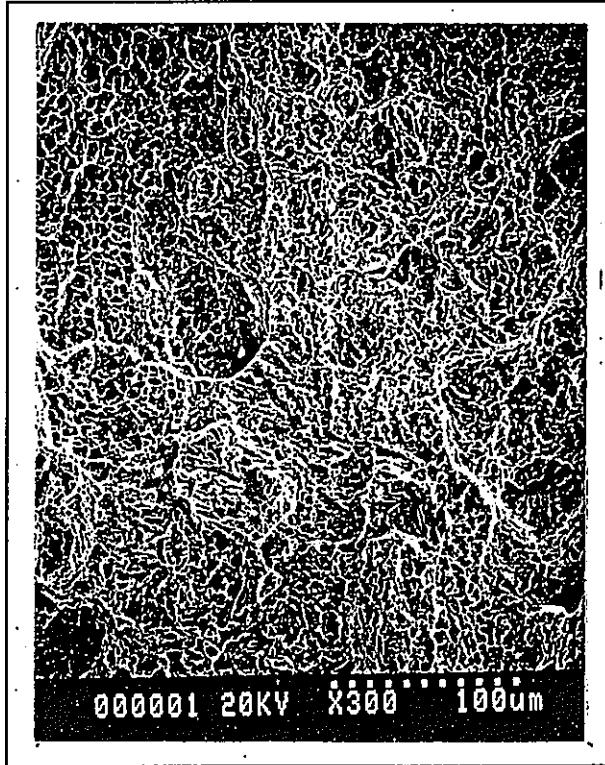
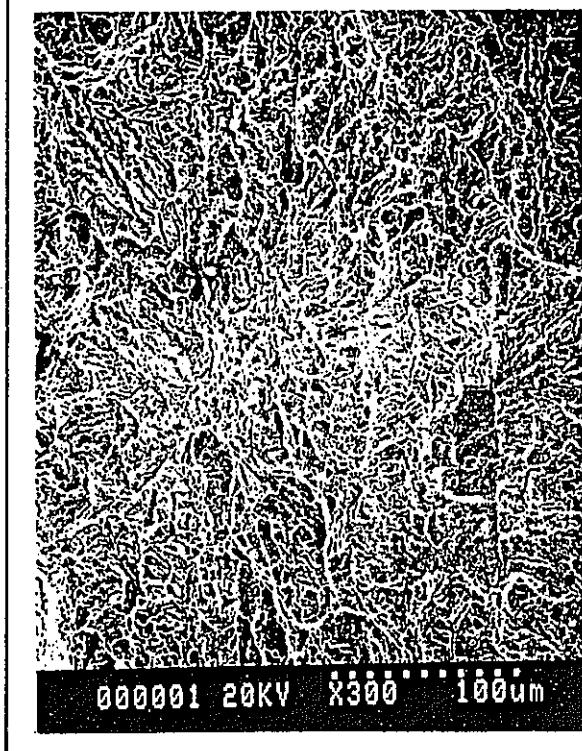


- ・除染の有無 : 非除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 78 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 30 ppb
 - 除染剤濃度 : 0 %



- ・除染の有無 : 除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 65 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 8 ppm
 - 除染剤濃度 : 10 ppm

図2-18-4 破断面の代表例(SCS13)



- ・除染の有無 : 非除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 78 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 30 ppb
 - 除染剤濃度 : 0 %

- ・除染の有無 : 除染
- ・試験条件
 - 試験温度 : 280 °C
 - 試験圧力 : 65 kg/mm²
 - 溶存酸素濃度 : 8 ppm
 - 除染剤濃度 : 10 ppm

図2-18-5 破断面の代表例(SUS630)

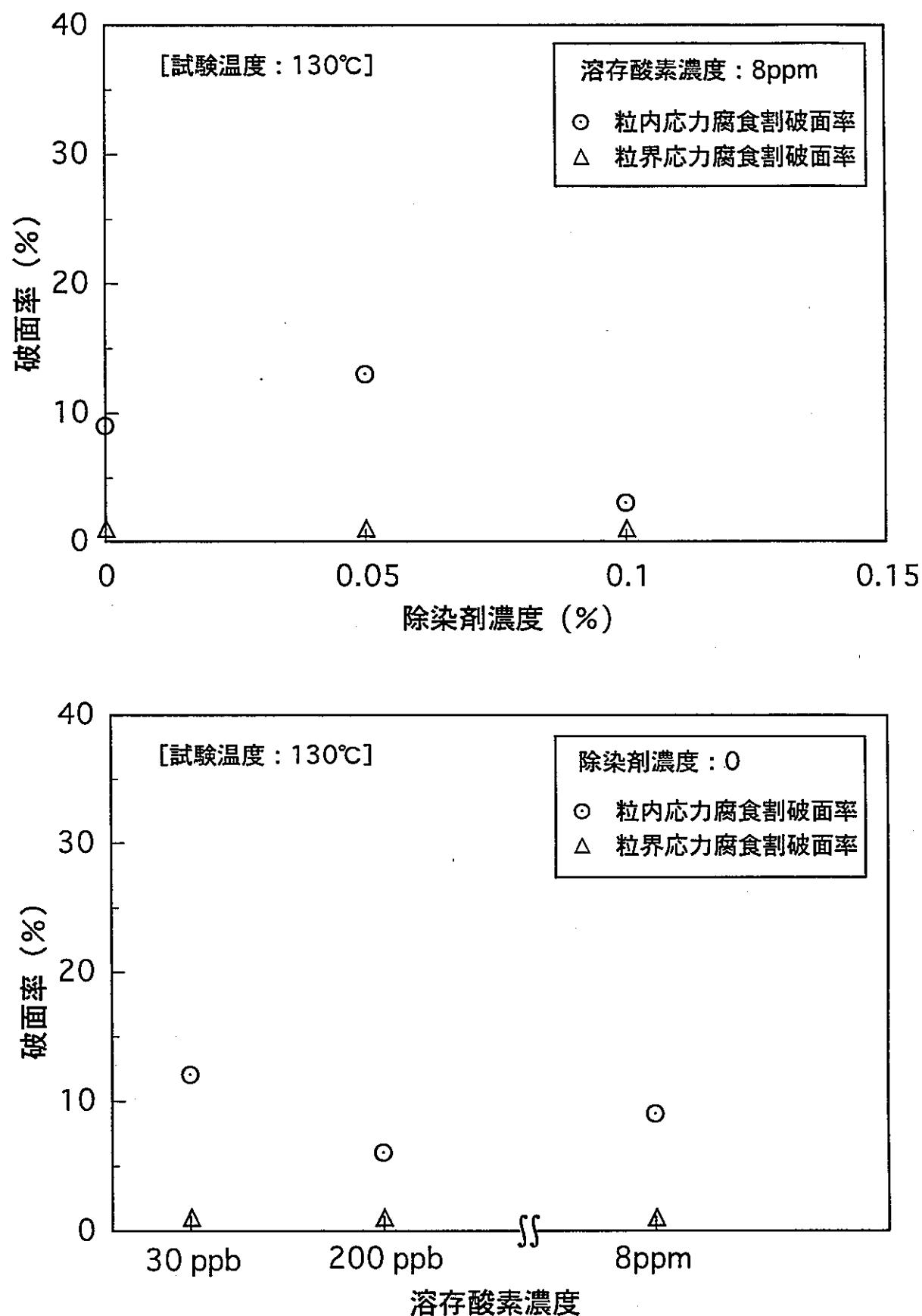


図 2-19 除染時における除染剤の応力腐食割破面発生及び進展に及ぼす影響(SUS630)

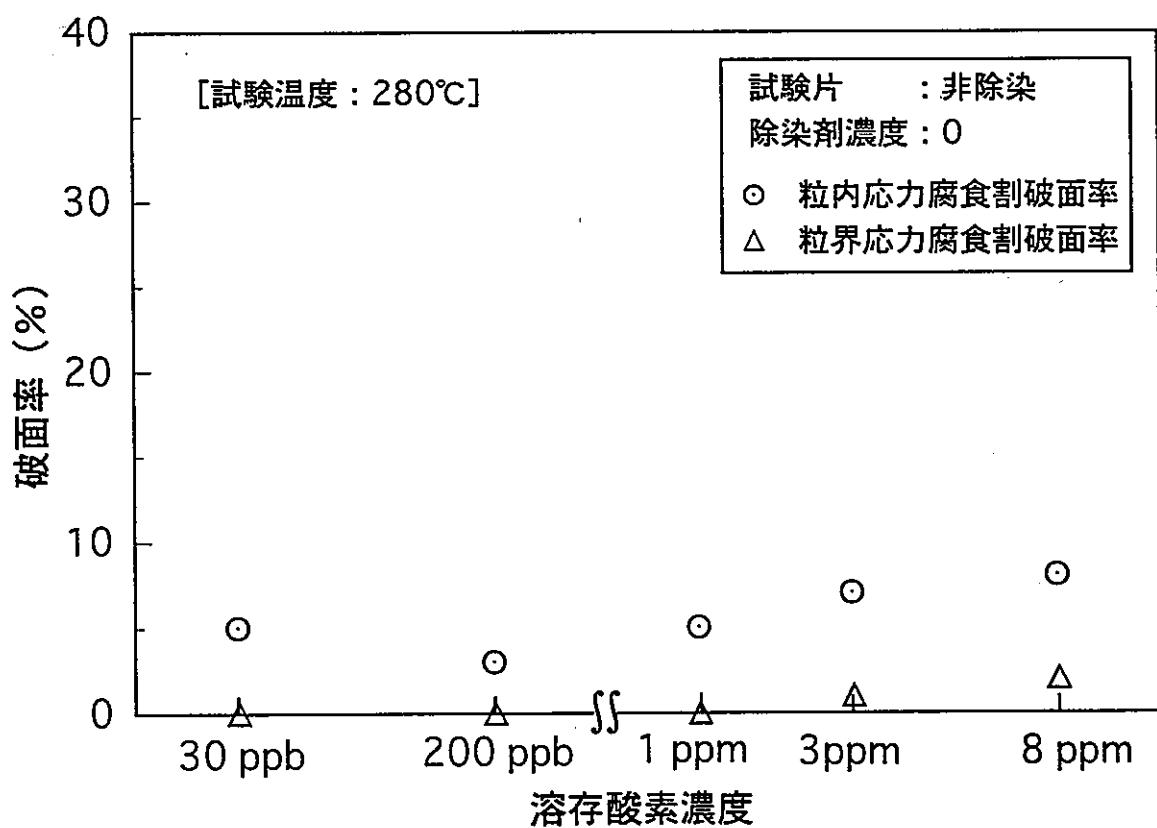
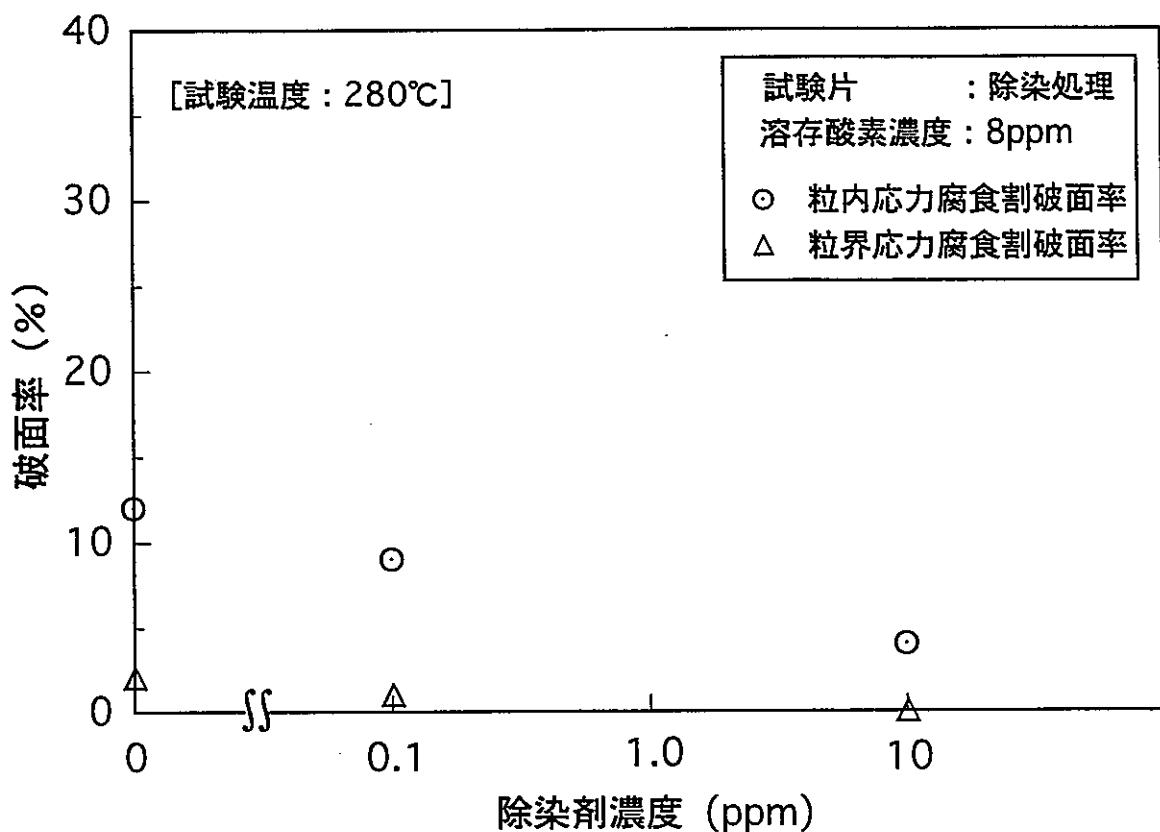


図2-20 除染剤が残留した場合の通常運転時の応力腐食割破面発生及び進展に及ぼす影響(SUS630)

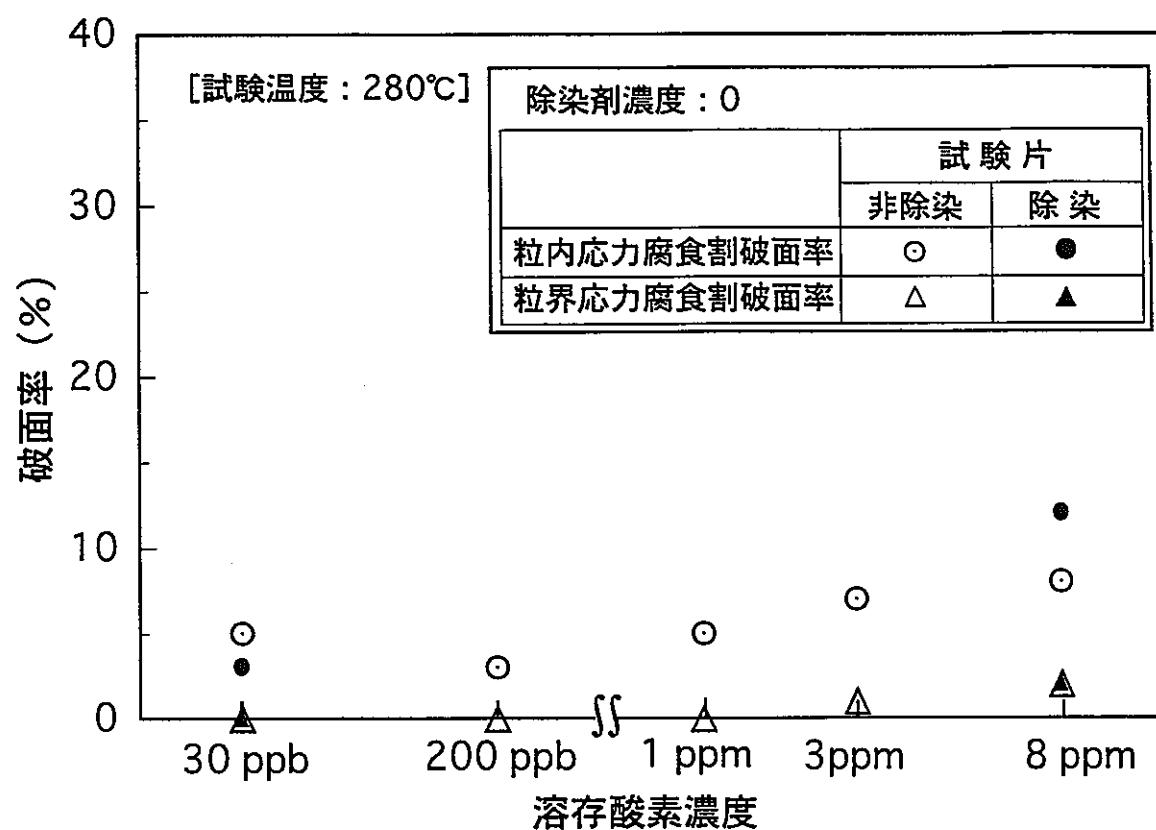


図2-21 除染による通常運転時の応力腐食割面
発生及び進展に及ぼす影響(SUS630)

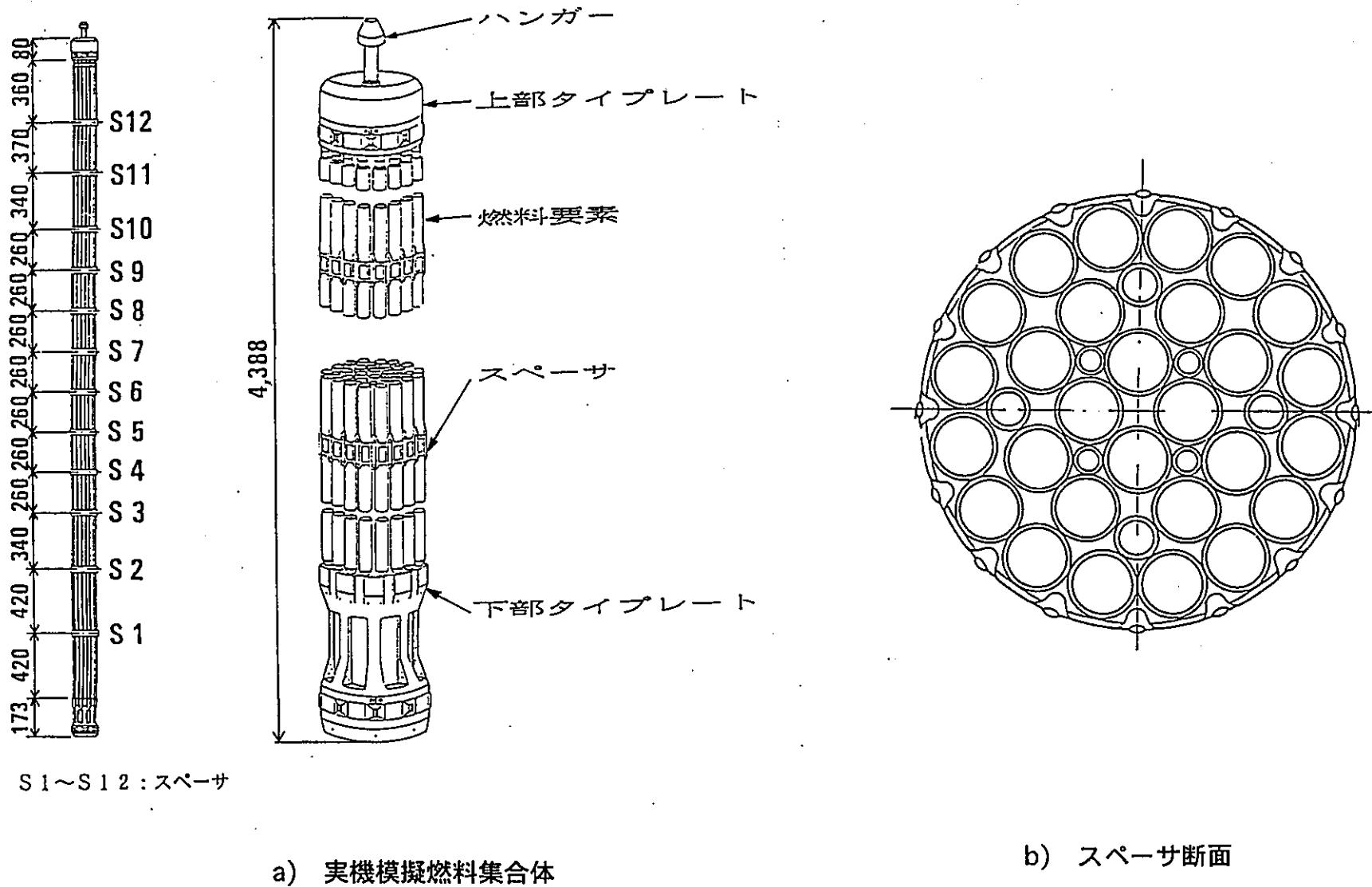


図3-1 実機模擬燃料集合体

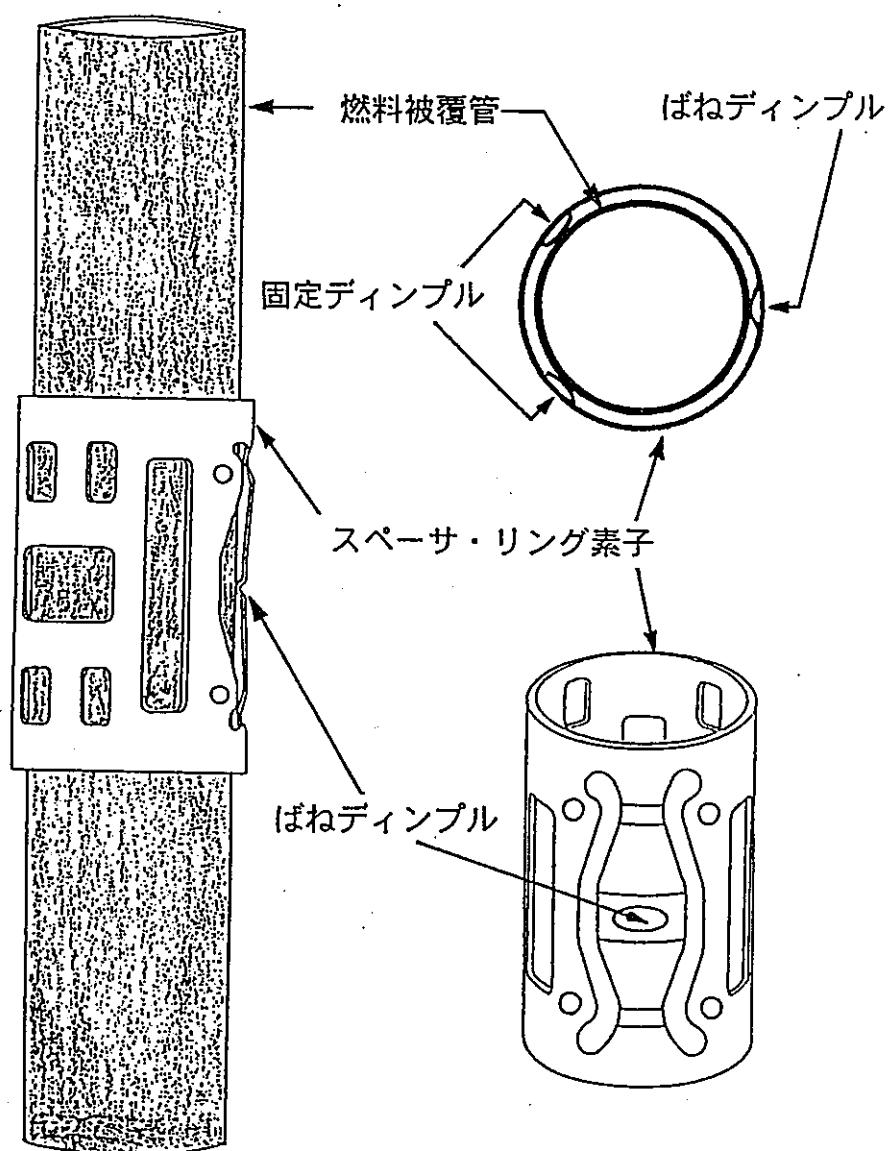


図3-2 スペーサ・リング素子及び燃料要素

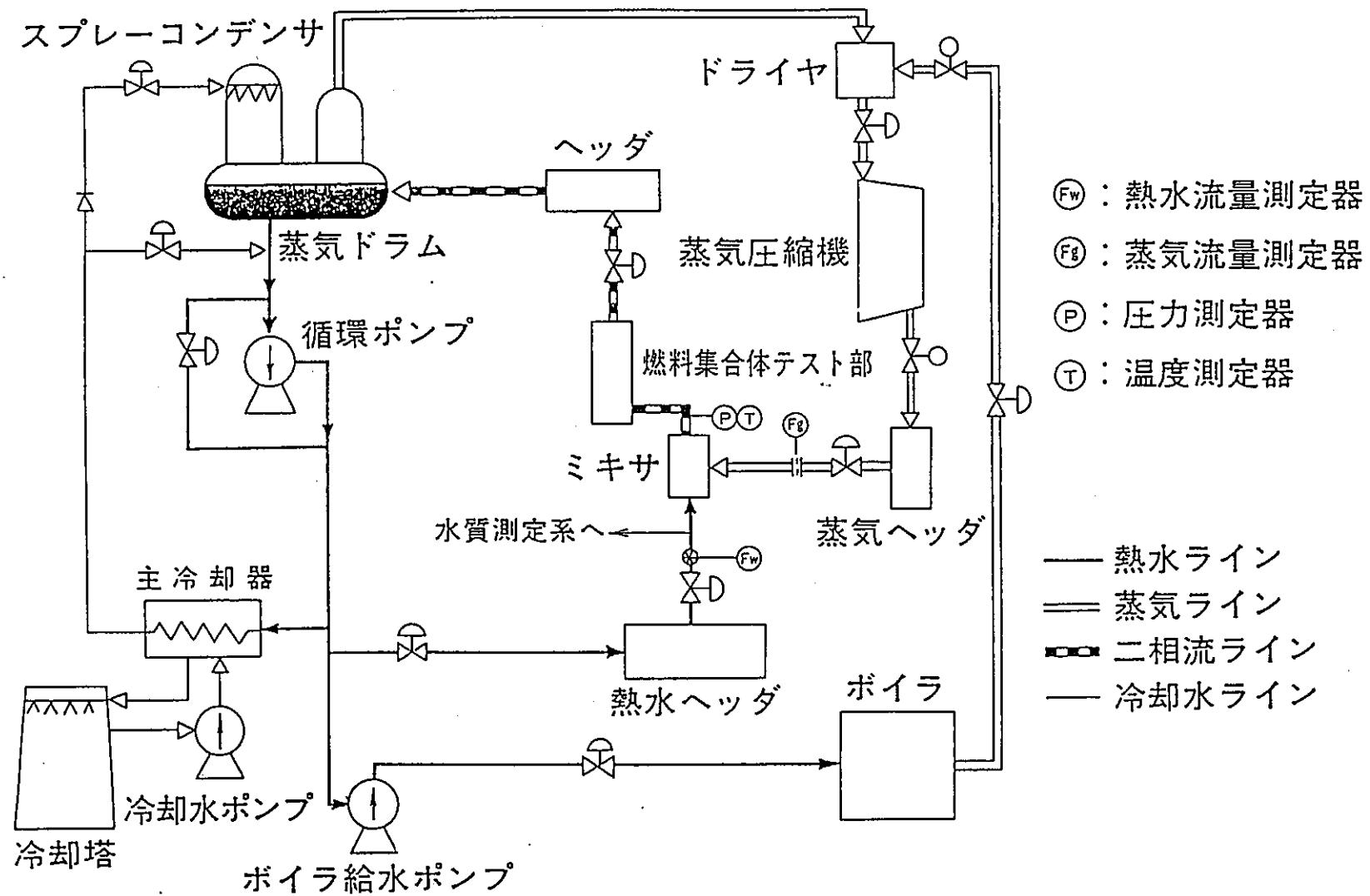


図3-3 コンポーネント・テ스트ループ (CTL)

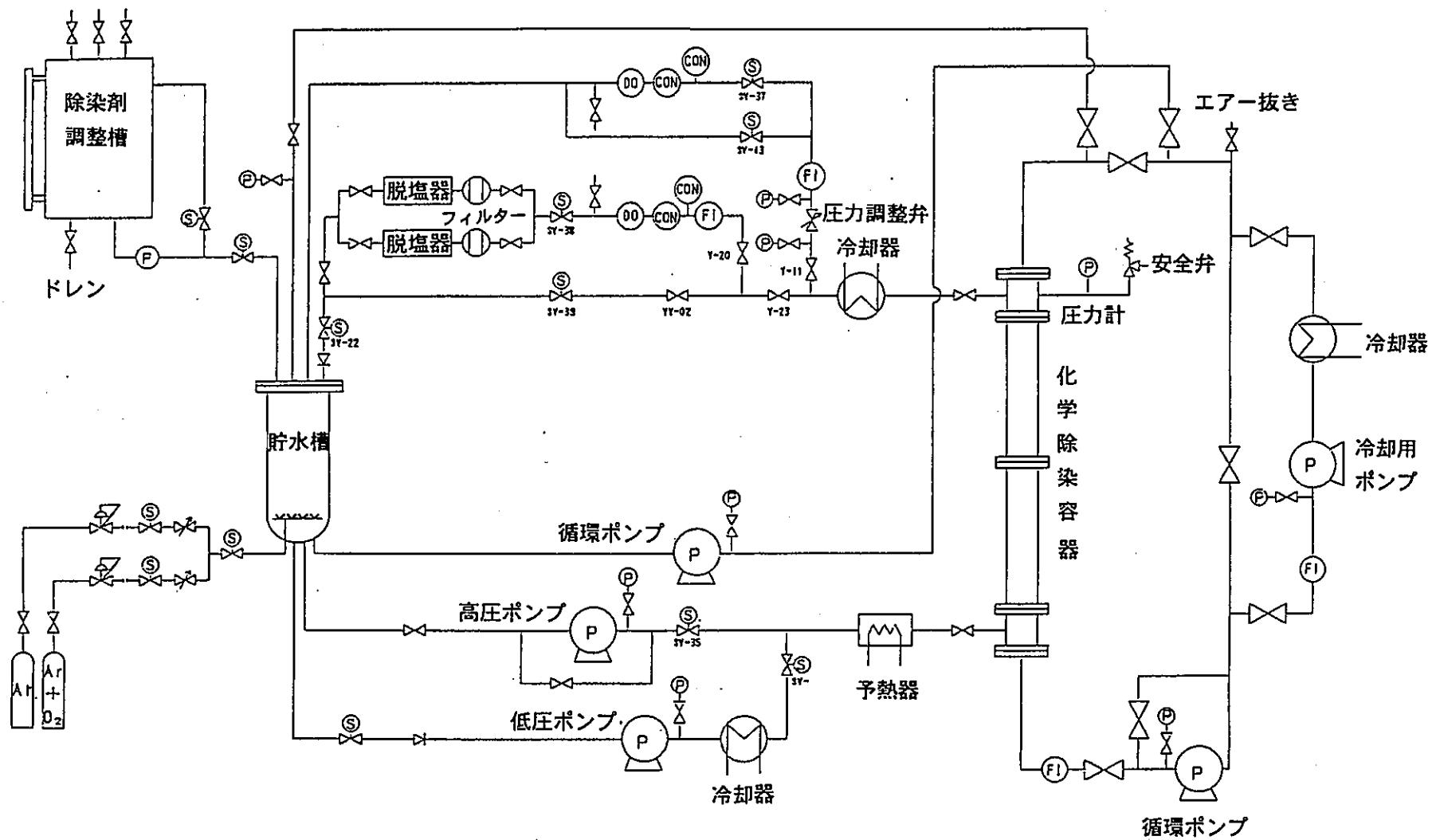


図3-4 除染ループ

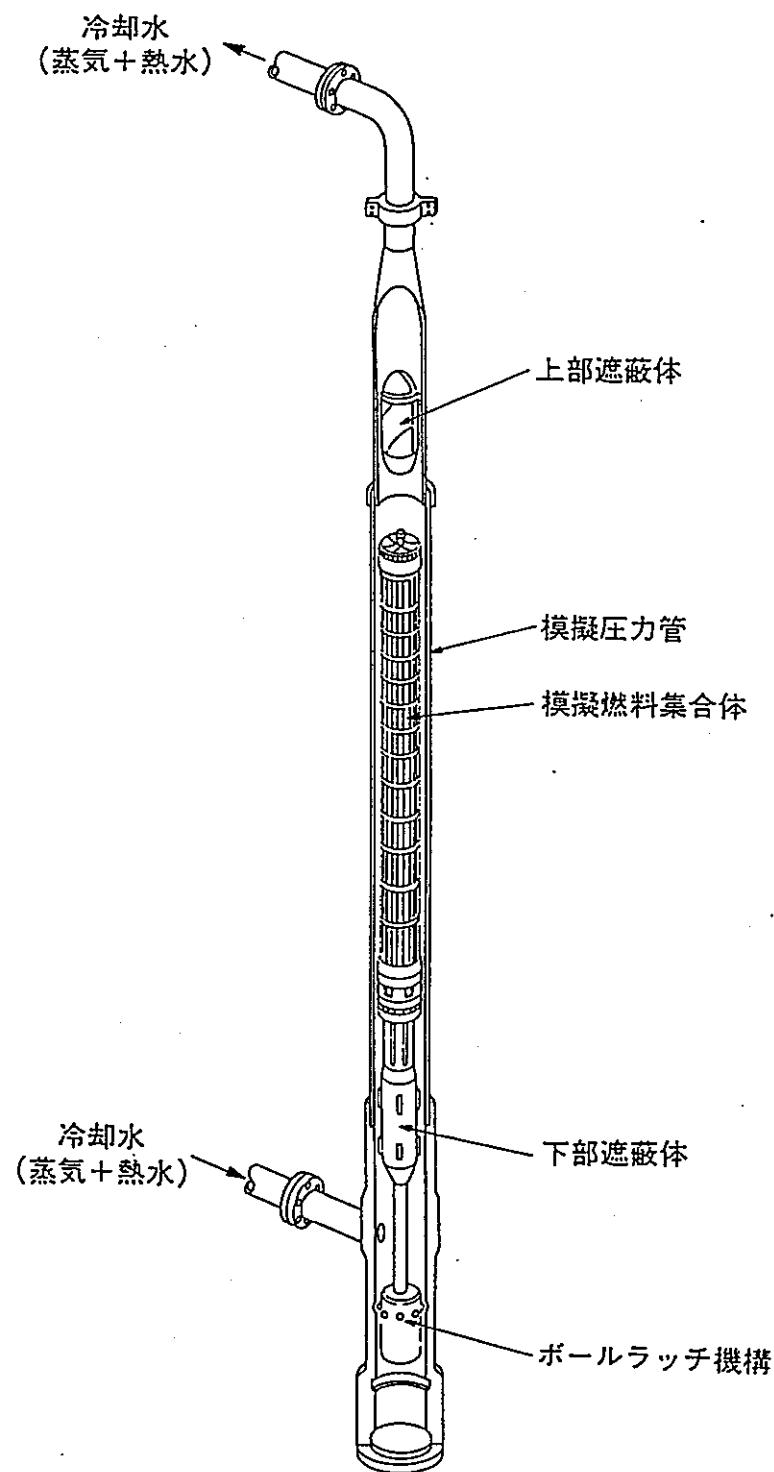


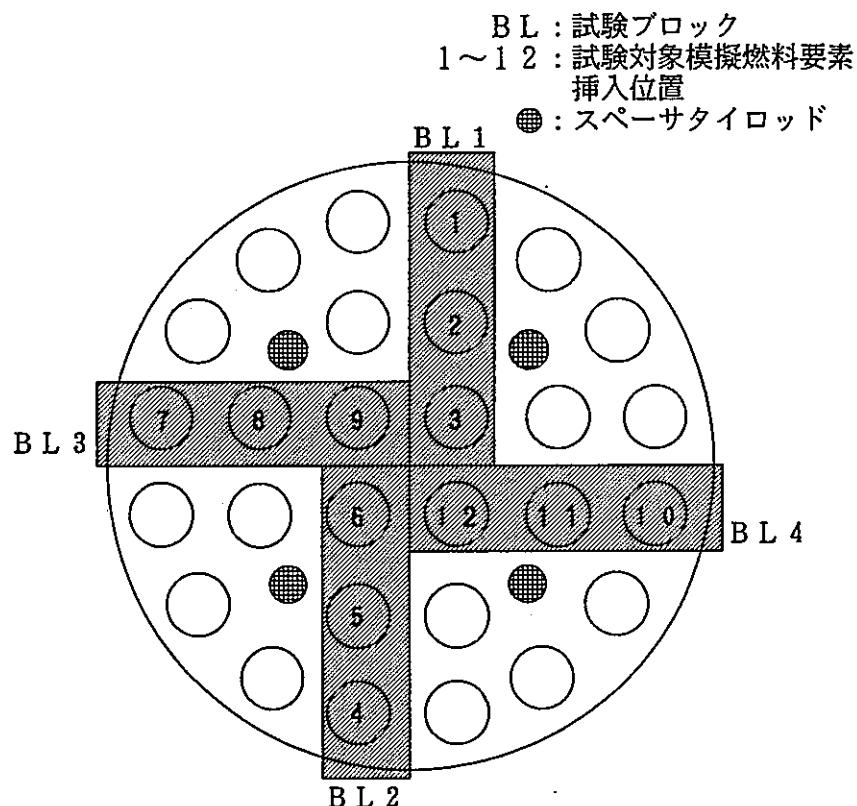
図3-5 模擬燃料集合体装荷状態

| 試験時間 (h) 試験対象 燃料要素 | 700 | 除染 | 1800 | 除染 | 3000 | 除染 | 5600 |
|-----------------------------|-----|----|------|----|------|----|------|
| B L 1 (1, 2, 3) | A | | B | | C | | D |
| B L 2 (4, 5, 6) | | | E | | | | |
| B L 3 (7, 8, 9) | | | F | | | | |
| B L 4 (10, 11, 12) | | | | | G | | |

A～Gの各試験開始の時点で新燃料要素を挿入した。

a) 燃料要素毎の試験条件

| 記号 | 試験時間 (h) | 除染回数 (回) |
|----|-------------|-------------|
| A | 700 | 0 |
| B | 1800 | 0 |
| C | 3000 | 0 |
| D | 5600 | 0 |
| E | 2500 | 1 |
| F | 5500 | 2 |
| G | 11100 | 3 |



b) 試験時間及び除染回数

c) 試験ブロック及び試験対象模擬燃料要素挿入位置

図3-6 燃料集合体の耐久試験実施概要

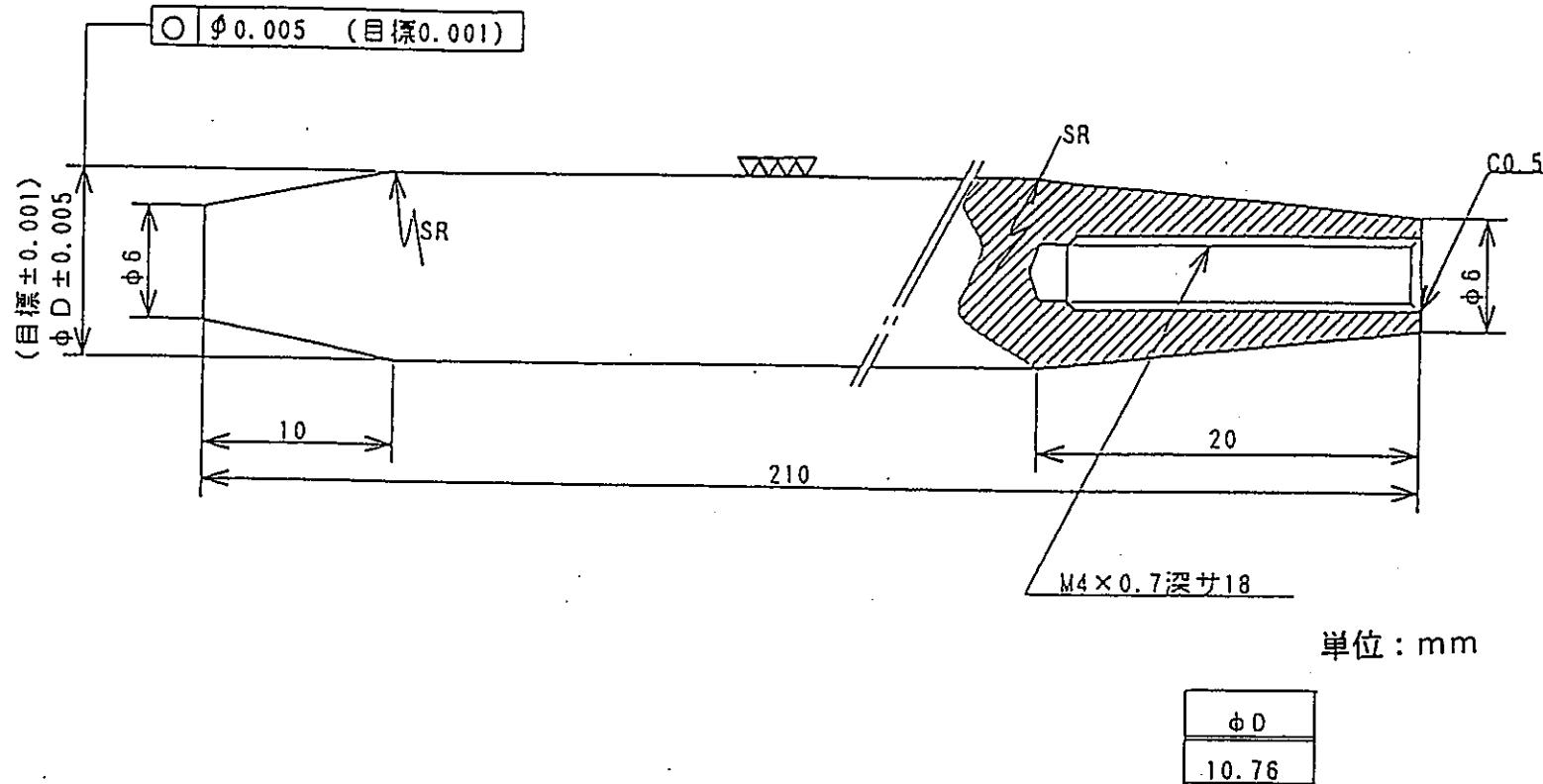


図3-7 スペーサ・リング素子引抜力測定用標準短尺模擬燃料棒

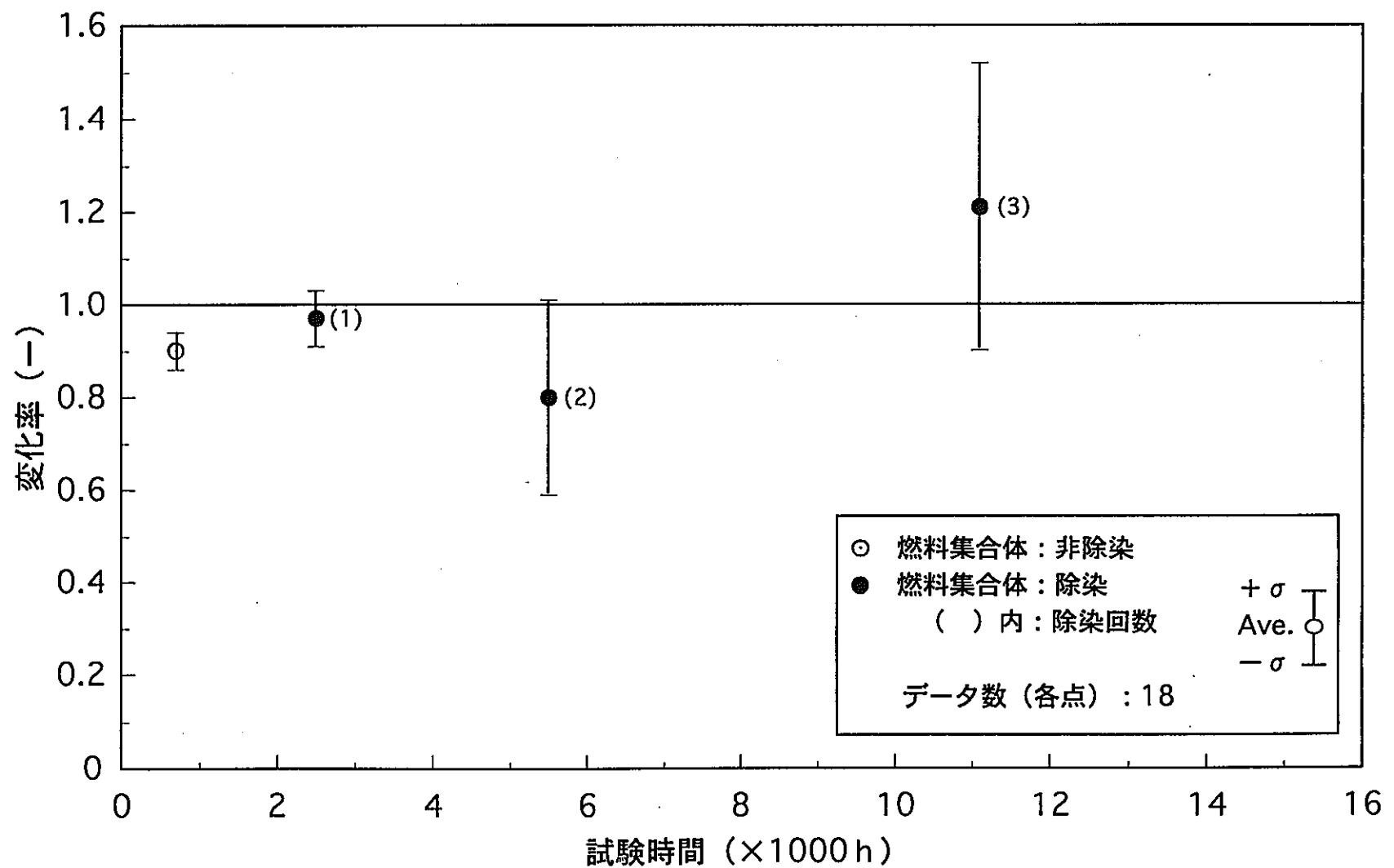


図3-8 時間経過に伴うスペーサ引抜力変化率の変遷

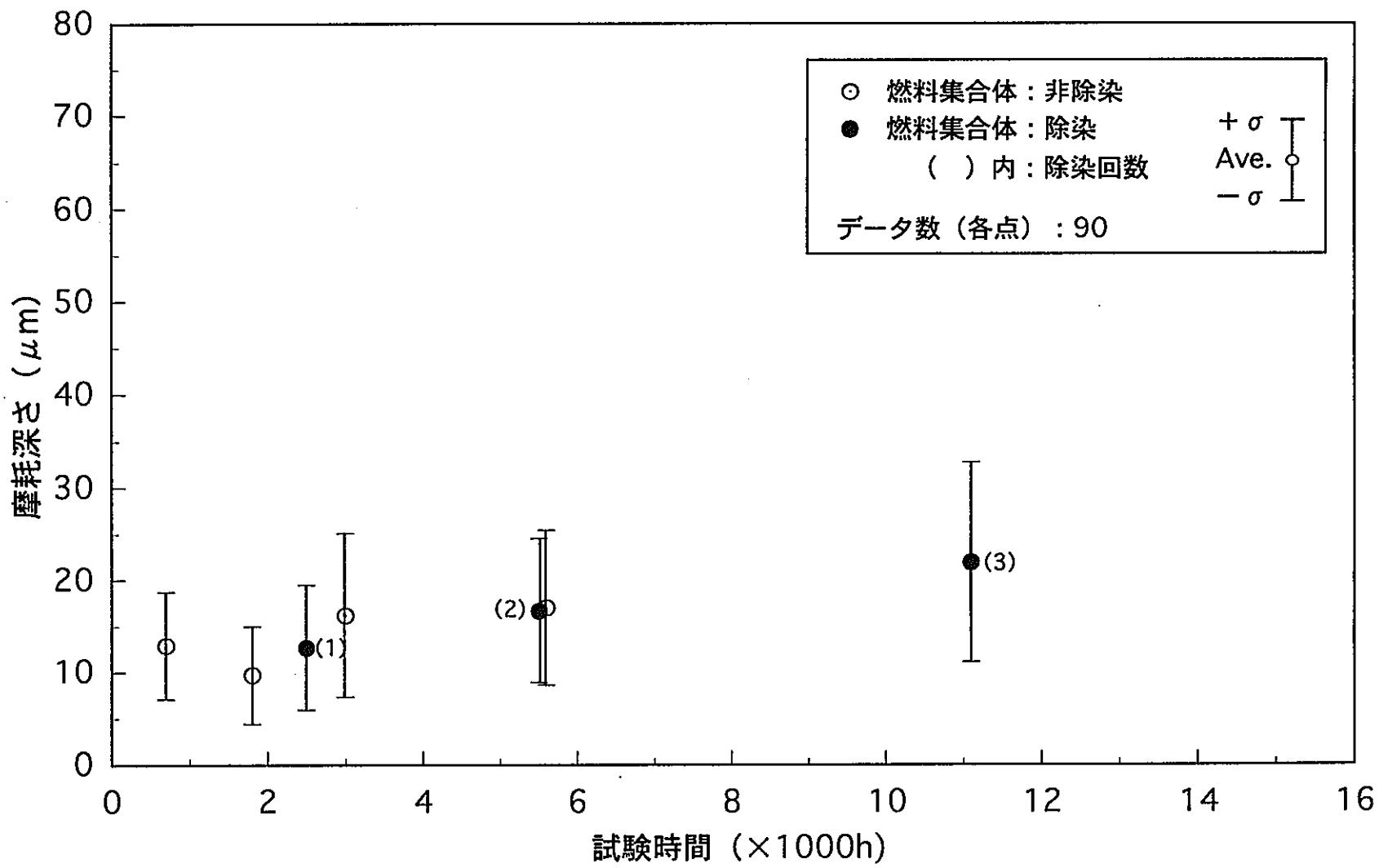


図3-9 フレッティング摩耗深さの進展

参 考 図 表

[
参考表 2 - 1 ~ 参考表 2 - 1 0
参考表 3 - 1 ~ 参考表 3 - 1 1
参考図 3 - 1 ~ 参考図 3 - 1 2
]

新型転換炉心げん発電所
標準燃料集合体

試験機関証明書

| 規格コード | | 区分コード | | | | | |
|--------|-------|--------|----------|-----|-----|------|--|
| 規格番号 | ロット番号 | 規格コード元 | 規格コード区分 | F | キャン | 入荷区分 | |
| SEO 01 | 0905 | CLOI | 1 F 11 A | 009 | 1 | | |

参考表2-1 ミルシート (Zry-2) (1/2)

被覆管 (A)

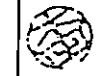
規格寸法: 16.4500 × 14.700 × 0.80, ×WT × 4040 (-)

規格号: Zry-2

株式会社 神戸製鋼所

長府北工場

品質保証室

CP - 37 52
1993年 9月
25E
承認 質量 作成




| 記入年月日 | 記入者 | 規格号 | 規格コード | 規格ビードル番号 | PNC契約番号 | 試験機関 | 規格コード | 規格名 | 規格番号 | 規格 | |
|------------|-----|-----------|-------|----------|----------|--------|-------|---------------|-------|------|---|
| | | | | | | | | | | 年 | 月 |
| 1993年9月25日 | | N50540502 | Zry-2 | 221465 | 011H0001 | 二-89-6 | 6873 | JIS H4751E-TN | 802 D | 1993 | 9 |

| 規格 | 規格番号 | | 規格条件 | 最終冷間加工度 | | | | | | | | | | 規格番号 | | | | | |
|--------|------|---------|---------|---------|-----|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 規格 | 規格 | | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | |
| SEO 02 | 353 | 1030757 | 1031109 | 500 | 2.5 | 72 | 1 | 1 | 0905C | 0905D | 0905A | 0905A | 0905B | 0905A | 0905B | 0905A | 0905B | 0905A | 0905B |

| 化 学 成 分 (wt%) | 不 純 物 (wt%) | | | | | | | | | | | | Si | | | | |
|---------------------------|-------------|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----|----|--|
| | Sn | Fe | Cr | Ni | FeCrNi | Al | B | Ca | C | Co | Cu | Hf | Mg | Mn | Mo | Si | |
| 1.700-2.000 | 1.50-0.80 | 0.50-0.25 | 0.0075 | 0.00005 | 0.00005 | 0.0270 | 0.0020 | 0.0050 | 0.0100 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0120 | 上限 | 下限 | 規格 | | |
| 1.200-0.700 | 0.50-0.30 | 0.15-0.10 | 0.0075 | 0.00005 | 0.00005 | 0.0140 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0053 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0010 | 0.0089 | インゴット上部 | | | |
| 1.450-1.30-1.00-0.50-0.25 | 0.0044 | 0.0002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.0140 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0054 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0010 | 0.0092 | インゴット中間 | | | |
| 1.500-1.40-1.10-0.50-0.30 | 0.0044 | 0.0002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.0130 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0055 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0010 | 0.0089 | インゴット下部 | | | |
| 1.450-1.40-1.00-0.50-0.30 | 0.0044 | 0.0002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.0150 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0055 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0010 | 0.0089 | 製品上部(1) | | | |
| 1.450-1.40-1.00-0.50-0.30 | 0.0044 | 0.0002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.0150 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0055 | 0.0010 | 0.0025 | 0.0010 | 0.0089 | 製品上部(2) | | | |

| 規格 | 不 純 物 (wt%) | | | | | | | | | | | | ガス成分 (wt%) | |
|--------|-------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|----|--|------------|--|
| | Ti | W | U(total) | Ca | Cl | Pb | H | N | O | | | | | |
| SEO 08 | 0.0050 | 0.0100 | 0.00035 | 成品 | 成品 | 成品 | 0.0025 | 0.0020 | 0.0900 | 上限 | 規格 | | | |
| 09 | <0.0025 | <0.0050 | <0.00010 | <0.0010 | <0.0005 | <0.0025 | <0.0005 | 0.0013 | 0.1250 | インゴット上部 | | | | |
| 10 | <0.0025 | <0.0050 | <0.00010 | <0.0010 | <0.0005 | <0.0025 | <0.0005 | 0.0023 | 0.1260 | インゴット中間 | | | | |
| 11 | <0.0025 | <0.0050 | <0.00010 | <0.0010 | <0.0005 | <0.0025 | <0.0005 | 0.0023 | 0.1250 | インゴット下部 | | | | |
| 12 | | | | | | | 0.0006 | 0.0020 | 0.1130 | 製品上部(1) | | | | |
| | | | | | | | 0.0006 | 0.0020 | 0.1120 | 製品上部(2) | | | | |

| 規格 | 表面状況 | | 水素化物位置 | | 腐食性 | | オートクレーブ | | 音波波形 | |
|--------|------|------|----------|------|------|------|---------|----|------|----|
| | 規格 | 規格 | Fn (40°) | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 | 規格 |
| SEO 13 | 9.0 | 9.0 | 下限 | 外層 | 中層 | 内層 | 全層 | 1 | 合 格 | |
| 14 | 12.5 | 12.5 | 上部(3) | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 上層 | 1 | 合 格 | |

| 規格 | 引張強さ | | | 高溫引張(343°C) | | | 低温引張 | | | 上昇 | | |
|----|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|
| | 引張強さ | 0.296kN/mm² | 0.300kN/mm² | 引張強さ | 0.296kN/mm² | 0.300kN/mm² | 引張強さ | 0.296kN/mm² | 0.300kN/mm² | 引張強さ | 0.296kN/mm² | 0.300kN/mm² |
| 15 | 47.0 | 42.020 | 下限 | 29.0 | 23.020 | 下限 | 46.0 | 36.722 | A | 37.421 | A | 34.421 |
| 16 | 75.1 | 57.025 | A | 57.025 | A | 57.025 | 47.0 | 37.421 | A | 37.421 | A | 34.421 |

*1 表面に白色又は褐色の酸化物の付着がないこと。(1:合格 2:不合格)

*2 表面は均一な金属色で白系・白灰のないこと。

*3 錆斑人工欠陥は鏡片の欠陥番号を超える場合はないこと。

新型転換炉ふげん発電所
標準燃料集合体

試験検査結果

| 規格コード | | 区分コード | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|------|---|-----|------|
| 規格品名 | ロットNo. | コード | 規格コード | 規格区分 | F | チャン | 入荷区分 |
| SEQ | 01 | CLD | 11 | F | 1 | 1 | 000 |
| 10905 | | | | | | | |

| 規格品名 | 規格コード | | 規格区分 |
|------|-------|---------|---------|
| | 規格品名 | 規格コード | |
| SEQ | | | |
| 02 | 353 | 1050757 | 1051105 |

| 規格品名 | 全般 | | | | | | | | | | | |
|------|---------|----|----|----|----|---------|--------|--------|--------|-------|-------|----|
| | 外寸 | 規格 | 長さ | 外寸 | | | 内寸 | | | 厚さ | | |
| | | | | 規格 | 外寸 | 最大 | 最小 | 内寸 | 最大 | 最小 | 外寸 | 最大 |
| SEQ | | | | | | | | | | | | |
| 04 | 1050757 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.421 | 14.693 | 14.675 | 0.883 | 0.361 | |
| 04 | 1050758 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.422 | 14.692 | 14.675 | 0.880 | 0.862 | |
| 04 | 1050759 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.419 | 14.695 | 14.673 | 0.885 | 0.853 | |
| 04 | 1050760 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.426 | 16.421 | 14.695 | 14.675 | 0.884 | 0.857 | |
| 04 | 1050761 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.426 | 16.420 | 14.695 | 14.678 | 0.879 | 0.860 | |
| 04 | 1050762 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.434 | 16.418 | 14.693 | 14.675 | 0.886 | 0.858 | |
| 04 | 1050763 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.426 | 16.420 | 14.694 | 14.675 | 0.880 | 0.861 | |
| 04 | 1050764 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.420 | 14.696 | 14.674 | 0.886 | 0.856 | |
| 04 | 1050765 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.420 | 14.694 | 14.677 | 0.882 | 0.858 | |
| 04 | 1050766 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.420 | 14.696 | 14.677 | 0.887 | 0.850 | |
| 04 | 1050767 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.420 | 14.693 | 14.677 | 0.887 | 0.850 | |
| 04 | 1050768 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 15.414 | 14.592 | 14.574 | 0.876 | 0.852 | |
| 04 | 1050769 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.420 | 14.697 | 14.675 | 0.879 | 0.853 | |
| 04 | 1050770 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 15.421 | 14.698 | 14.679 | 0.881 | 0.858 | |
| 04 | 1050771 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.419 | 14.696 | 14.674 | 0.883 | 0.854 | |
| 04 | 1050772 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.420 | 14.695 | 14.673 | 0.882 | 0.857 | |
| 04 | 1050773 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.421 | 14.696 | 14.675 | 0.887 | 0.854 | |
| 04 | 1050774 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.419 | 14.695 | 14.677 | 0.879 | 0.858 | |
| 04 | 1050775 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.418 | 14.694 | 14.678 | 0.879 | 0.858 | |
| 04 | 1050776 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.418 | 14.696 | 14.677 | 0.881 | 0.856 | |
| 04 | 1050777 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.418 | 14.695 | 14.678 | 0.883 | 0.855 | |
| 04 | 1050778 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.418 | 14.697 | 14.675 | 0.887 | 0.859 | |
| 04 | 1050779 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.414 | 14.597 | 14.570 | 0.877 | 0.859 | |
| 04 | 1050780 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.423 | 16.417 | 14.696 | 14.677 | 0.879 | 0.857 | |
| 04 | 1050781 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.420 | 14.694 | 14.674 | 0.882 | 0.859 | |
| 04 | 1050782 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.422 | 16.417 | 14.697 | 14.673 | 0.878 | 0.858 | |
| 04 | 1050783 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.421 | 14.695 | 14.674 | 0.885 | 0.857 | |
| 04 | 1050784 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.421 | 16.405 | 14.703 | 14.672 | 0.874 | 0.851 | |
| 04 | 1050785 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.423 | 16.418 | 14.696 | 14.675 | 0.883 | 0.849 | |
| 04 | 1050786 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.423 | 16.418 | 14.695 | 14.677 | 0.884 | 0.851 | |

参考表2-1 ミルシート (Zry-2) (2/2)

被覆管 (B)

規格寸法: 16.4500 × 14.7000 × 0.80 mm WT × 4040L(m)

規格号: Zry-2

株式会社 神戸製鋼所

長府北工場

品質保証室

| 承認 | 固有 | 作成 |
|----|----|----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

真直度 < 0.25 mm
 ① 4040 +0 -5 mm
 ② 16.46 +0 -0.08 mm
 ③ 14.70 ±0.05 mm
 ④ ≥ 0.800 mm

| 規格品名 | 全般 | | | | | | | | | | | |
|------|---------|----|----|----|----|---------|--------|--------|--------|-------|-------|----|
| | 外寸 | 規格 | 長さ | 外寸 | | | 内寸 | | | 厚さ | | |
| | | | | 規格 | 外寸 | 最大 | 最小 | 内寸 | 最大 | 最小 | 外寸 | 最大 |
| SEQ | | | | | | | | | | | | |
| 04 | 1050787 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.420 | 14.695 | 14.676 | 0.883 | 0.855 | |
| 04 | 1050788 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.426 | 16.420 | 14.697 | 14.675 | 0.877 | 0.860 | |
| 04 | 1050789 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.421 | 14.694 | 14.675 | 0.885 | 0.856 | |
| 04 | 1050790 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.422 | 16.417 | 14.696 | 14.677 | 0.880 | 0.854 | |
| 04 | 1050791 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.417 | 14.696 | 14.676 | 0.890 | 0.844 | |
| 04 | 1050792 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.422 | 16.421 | 14.697 | 14.677 | 0.881 | 0.856 | |
| 04 | 1050793 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.421 | 14.695 | 14.676 | 0.893 | 0.848 | |
| 04 | 1050794 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.420 | 14.695 | 14.679 | 0.882 | 0.856 | |
| 04 | 1050795 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.419 | 14.696 | 14.674 | 0.880 | 0.859 | |
| 04 | 1050796 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.421 | 16.416 | 14.697 | 14.677 | 0.882 | 0.851 | |
| 04 | 1050797 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.431 | 16.419 | 14.695 | 14.677 | 0.586 | 0.856 | |
| 04 | 1050798 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.427 | 16.415 | 14.697 | 14.679 | 0.883 | 0.855 | |
| 04 | 1050799 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.426 | 16.418 | 14.696 | 14.678 | 0.888 | 0.850 | |
| 04 | 1050800 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.419 | 16.406 | 14.700 | 14.672 | 0.873 | 0.851 | |
| 04 | 1050801 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.421 | 14.696 | 14.679 | 0.870 | 0.860 | |
| 04 | 1050802 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.416 | 14.695 | 14.676 | 0.883 | 0.855 | |
| 04 | 1050803 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.425 | 16.421 | 14.696 | 14.675 | 0.880 | 0.858 | |
| 04 | 1050804 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.429 | 16.423 | 14.696 | 14.677 | 0.881 | 0.863 | |
| 04 | 1050805 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.430 | 16.415 | 14.701 | 14.675 | 0.887 | 0.851 | |
| 04 | 1050806 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.422 | 14.696 | 14.677 | 0.881 | 0.859 | |
| 04 | 1050807 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.426 | 16.418 | 14.698 | 14.677 | 0.889 | 0.848 | |
| 04 | 1050808 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.422 | 16.416 | 14.695 | 14.677 | 0.877 | 0.858 | |
| 04 | 1050809 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.421 | 16.417 | 14.695 | 14.676 | 0.882 | 0.853 | |
| 04 | 1050810 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.416 | 16.406 | 14.698 | 14.670 | 0.872 | 0.853 | |
| 04 | 1050811 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.422 | 16.417 | 14.698 | 14.679 | 0.881 | 0.848 | |
| 04 | 1050812 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.428 | 16.408 | 14.704 | 14.668 | 0.879 | 0.854 | |
| 04 | 1050813 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.424 | 16.405 | 14.700 | 14.674 | 0.882 | 0.849 | |
| 04 | 1050814 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.421 | 16.414 | 14.697 | 14.674 | 0.880 | 0.849 | |
| 04 | 1050815 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.421 | 16.413 | 14.696 | 14.677 | 0.875 | 0.858 | |
| 04 | 1050816 | 1 | 1 | 1 | 1 | 116.422 | 16.415 | 14.696 | 14.677 | 0.881 | 0.854 | |



Yasugi Works

2107-2, Yasugi-cho
Yasugi-shi Shimane-ken,
Japan
Tel. 08542-2-3501

参考表2-2 ミルシート(Inconel-718) (1/2)

TEST CERTIFICATE

1/2 Report No. 90712-25 Date 7 12 1989

Order No. _____
 Part Name _____
 Part No. _____ Dwg. No. _____
 Size(mm) 6x500
 Quantity(pcs.) 2 Weight(kgs) 52

| Chemical Composition (%) | Specification | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | W | Mo | V | Co | Cu | Al | Ti | Nb+Ta | B | Fe | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------|---|----------------------------|--|------------------------------|---------------------|----------------------|--------------|--|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------|------------------|--------|---------|--|
| | | max | max | max | max | max | 50.00 | 17.00- | | 2.80- | | max. | max | 0.20- | 0.65- | 4.75- | max | | |
| | Charge No. | 0.08 | 0.35 | 0.35 | 0.015 | 0.015 | 55.00 | 21.00 | | 3.30 | | 1.00 | 0.30 | 0.80 | 1.15 | 5.50 | 0.006 | Bal. | |
| | LA336D1 | 0.05 | 0.10 | 0.05 | 0.006 | 0.002 | 52.50 | 18.68 | | 3.11 | | 0.04 | 0.03 | 0.47 | 0.91 | 5.06 | 0.0036 | Bal. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heat Treatment (as Shipped) | | Heat Treatment (Test Specimen) | | ASTM Grain Size | Tensile Test at Room Temp. | | | | | | Tensile Test at Room Temp. | | | | | | | | |
| Treatment (°C) | | Hardness | Treatment (°C) | | | Yield Str. o. 2 % offset (kgf/mm²) | Tensile Str. .. (kgf/mm²) | El. in (4D) % | Red. of Area % | | Yield Str. o. 2 % offset (kgf/mm²) | Tensile Str. (kgf/mm²) | El. in (4D) % | Red. of Area % | | | | | |
| | | HRC | | | HRC | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTS SPEC | | | max 25 | | | min 38 | 3 or finer | | min 105.5 | min 126.5 | min 15 | - | | max 52.8 | (max) 98.4 | min 30 | - | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTS SPEC | | | 6.0 | 760x10H FC 650x8H AC (TOTAL 20H) | | 44.0 | 4.5 | L | 120.7 | 142.3 | 23.3 | - | L | 35.5 | 82.8 | 57.3 | - | | |
| | | | | | | | T | 122.3 | 143.7 | 22.1 | - | T | 36.4 | 83.9 | 55.9 | - | | | |
| | | (Test Specimen) | | | | | | | | | | | | (as Shipped) | | | | | |
| RESULTS SPEC | Stress Rupture Test | | | | | Macro-structure | Non-Metallic Inclusion (max) | | | | Micro-structure | | | | | Inspection Item | | Results | |
| | Temp. (°C) | Stress psi(kgf/mm²) | Life hrs | El. in (%) | Red. of Area (%) | | A | B | C | D | | | | | | Dimensional | | | |
| | | | | | | | T | H | T | H | T | H | T | H | | Visual | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Ultrasonic | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Liquid Penetrant | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

M. Nishizaka
Manager of Quality Control Section,
Yasugi Works, Hitachi Metals, Ltd.



Yasugi Works

2107-2, Yasugi-cho
Yasugi-shi Shimane-ken,
Japan
Tel. 08542 - 2 - 3501

参考表2-2 ミルシート (Inconel-718) (2/2)

TEST CERTIFICATE

Report No. 90712-25 2/2 Month Day Year
Date 7 12 1989

Order No. _____
Part Name _____
Part No. _____ Dwg. No. _____
Size (mm) 6x500
Quantity (pcs.) _____ Weight (kgs.) _____

| Chemical Composition (%) | Specification | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | W | Mo | V | Co | Cu | Al | Ti | | | | |
|--|--|---------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|------------------------------|----|-----------------------------------|------------------------|-----------------|----------------|----|------------------|---------|--------------------------------------|----------------------------|--------------|----------------|
| | | Charge No. | LA336D1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heat Treatment (as Shipped) Heat Treatment (Test Specimen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Treatment (°C) | Hardness HB | | Treatment (°C) | Hardness HRC | | ASTM Grain Size | | Tensile Test at Room Temp. | | | | | | | Tensile Test at | | | |
| | | | | | | min 38 | | | Yield Str. o. 2% offset (kgf/mm²) | Tensile Str. (kgf/mm²) | El. in (4D) % | Red. of Area % | | | | Yield Str. o. % offset psi (kgf/mm²) | Tensile Str. psi (kgf/mm²) | El. in () % | Red. of Area % |
| RESULTS SPEC | 1065x1H AC 760x10H FC 650x8H AC (TOTAL 20H) | 42.8 | | | | | | | min 105.5 | min 126.5 | min 15 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | L | 118.5 | 139.5 | 22.2 | - | | | | | | |
| | | | | | | | | | T | 120.0 | 141.6 | 21.6 | - | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTS SPEC | Stress Rupture Test | | | | | Macro-structure | Non-Metallic Inclusion (max) | | | | Micro-structure | | | Inspection Item | Results | | | | |
| | Temp. (°C) | Stress psi(kgf/mm²) | Life hrs | El. in () % | Red. of Area % | | A | B | C | D | | | | Dimensional | | | | | |
| | | | | | | | T | H | T | H | T | H | T | Visual | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Ultrasonic | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Liquid Penetrant | | | | | |

M. Nishizaka
Manager of Quality Control Section,
Yasugi Works, Hitachi Metals, Ltd.

参考表2-3 ミルシート (SCS 13)

| 材 料 試 験 成 績 表 RESULTS OF MATERIAL TEST | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------------|-----------------|----------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 需用家 Customer | | 工事名称 Work Name | | | | | | 書類番号 Sheet No. 9212-267 | | | | |
| 監督官 Surveyor to | | 工事番号 Work No. | | | | | | 発行日 Date of Issue 92. 2. 2 | | | | |
| 部 品 名 称 Name of Article | | | 数 量 Quantity | | 種 類 Classification | | 質 別 Quality | | 材 質 Material (Symbol) | | 規 格 Specification | |
| テストピース | | | 4 | | 砂型鋳造 | | | | SCS 13 | | JIS G 5121 | |
| 化 学 成 分 (%) Heat Treatment Chemical Composition Solution 1080°C x 2Hr.W.C. | | | | | | | | | | | | |
| 浴解番号 Charge No. | 成 分 Elements | | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | | | 不純物 Impurity |
| | 規格値 Specification | 0.08 max | 2.00 max | 2.00 max | 0.040 max | 0.040 max | 8.00 max | 11.00 | 18.00 21.00 | | | 以下 max |
| C13119 | トリベ分析値 Ladle Analysis | 0.07 | 1.08 | 0.90 | 0.020 | 0.018 | 8.91 | 19.22 | | | | |
| 試験項目 Item of Test | 引 張 試 験 Tension Test | | | | | | | 曲げ試験 Bend Test | 抗折試験 Transverse Test | 衝撃試験 Impact Test | 硬さ試験 Hardness Test | 判定 Decision |
| | 試験片寸法 Size of Specimen | | | 耐力 Yield Strength | 引張強さ Tensile Strength | 伸び Elongation | 絞り Reduction of Area | 試験片寸法 Size | 支点間距離 Span (mm) | シャルピー Charpy | ブリネル Brinell | |
| | 標点距離 Gage Length | 径 Dia | 断面積 Area | (mm) | (mm) | (N/mm²) | (%) | (%) | Dia (mm) | (Kgf/cm²) | (10/3000) | |
| 規格値 Specification | 70 | 14 | 153.86 | 185 min | 440 min | 30 min | | | | 183 max | | |
| 試験片番号 Specimen No. | C13119 | 70 | 14.00 | 153.86 | 225 | 510 | 42.0 | | | 153 | | |
| 石川金属工業株式会社 ISHIKAWA CASTING & MACHINING CO., LTD 品管課長 K. Ishikawa Kawaguchi City, Saitama JAPAN Chief of Quality Control Section | | | | | | | | | | | | |

参考表2-4 ミルシート (SUS 630)

成績書番号: 90628-2

1989年6月28日

日立金属株式会社安来工場
島根県安来市安来町210
電話 安来 (08542) 2-3501 (代表)



御中

試験成績表 (A)

| 注文番 | | 鋼種 | SUS 630 | | | | 納品状態 | | (ST) | | | | | | | | |
|----------------------------|------|--|--------------------|------------------------------------|-------------|--------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|---------------|------------|-----------------------------|----|-------------------|------|------------|------------|
| 化 学 分 析 試 験 | Item | 寸法 (mm) 規格 溶解番号 | 成分 | | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Nb | Mo | V | Cu | 本数 | 重量 (kg) |
| | | | max 0.07 | max 1.00 | max 1.00 | max 0.040 | max 0.030 | 3.00- 5.00 | 15.50- 17.50 | 0.15- 0.45 | | | | | | | |
| | 1 | 6x500 B7150 | 0.05 | 0.33 | 0.40 | 0.025 | 0.009 | 4.48 | 15.66 | 0.25 | | | | | 3.44 | 2 | 48 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 機 械 試 験 | Item | 試験項目 規格 試験片寸法 (mm) 直径×標点距離 | 耐力・降伏点 % offset | 引張強さ kgf/mm ² psi | 伸び % | 絞り % | シャルピー kgf-mm / cal ft-lbs | 曲げ H _B | かたさ 焼入れ 固溶化 | 試験片熱処理 (C) | 焼まどり 時効 | 製品 かたさ H _B | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | max 363 | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | AC 1040x10min. | 341 | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

検査項目略号 : U 超音波探傷
M 磁気探傷
D 尺寸外観MI ミクロ組織
MA マクロ組織
GS 結晶粒度CL 清浄度
MS 地脱
DC 脱炭NI 非金属介在物
RU ラブチャー

(X 6200)

参考表 2 - 5 端栓溶接条件

| | | | | | |
|-----|----------------|----|---|----|---|
| 工程名 | 燃料被覆管 - 模擬端栓溶接 | | | | |
| 発行 | 平成4年11月5日 | | | | |
| 作成 | ○ | 審査 | ○ | 承認 | ○ |

| 溶接ノペラメータ | | |
|----------|------------------|---------|
| (1) | 溶接時間 | 14 sec |
| (2) | 溶接電流 | 60 Amp |
| (3) | 被覆管周方向 溶接回転速度 | 7 sec/R |
| (4) | 溶接雰囲気 | He |
| (5) | 予熱時間 | 0.5 sec |
| (6) | 立ち上げ時間 | 0.0 sec |
| | 立ち下げ時間 | 5.0 sec |

参考表2-6 引張試験結果 (Zry-2)

| 試験 記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素 濃度 | 除染剤濃度 | 最大応力 (kg/mm ²) | 破断伸び (%) | 破断時間 (h) | 破断絞り (%) | 参考 (破面SEM像) | |
|------------------|--------------|-------------------------------|------------|---------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % | 62.9 | 30.4 | 101 | 33.8 | 参考写真2-1 | |
| | | | 200 ppb | | 61.9 | 33.1 | 111 | 30.3 | 2 | |
| | | | 8 ppm | | 62.9 | 28.2 | 94 | 26.9 | 3 | |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % | 61.4 | 34.3 | 114 | 42.4 | 4 | |
| | | | | 0.1 % | 61.9 | 32.9 | 110 | 49.7 | 5 | |
| B ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 54.3 | 32.2 | 107 | 35.8 | 6 | |
| | | | 200 ppb | | 51.8 | 30.7 | 102 | 42.2 | 7 | |
| | | | 1 ppm | | 52.8 | 32.4 | 108 | 40.6 | 8 | |
| | | | 3 ppm | | 51.8 | 36.2 | 120 | 32.6 | 9 | |
| | | | 8 ppm | | 55.3 | 41.4 | 138 | 37.2 | 10 | |
| * C ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 53.3 | 32.2 | 107 | 32.6 | 11 | |
| | | | 8 ppm | | 52.8 | 31.2 | 104 | 17.0 | 12 | |
| * C ₂ | 280 | 78 | 8 ppm | 0 ppm | 52.8 | 31.2 | 104 | 17.0 | 12 | |
| | | 65 | | 0.1 ppm | 51.3 | 32.2 | 108 | 39.2 | 13 | |
| | | | | 10 ppm | 52.8 | 32.0 | 106 | 47.0 | 14 | |

* : 試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24h除染後試験。

参考表2-7 引張試験結果 (Zry-2端栓)

| 試験 記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素 濃度 | 除染剤濃度 | 最大応力 (kg/mm ²) | 破断伸び (%) | 破断時間 (h) | 破断絞り (%) | 参考 (破面SEM像) | |
|------------------|--------------|-------------------------------|------------|---------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % | 38.1 | 18.1 | 60 | 39.7 | 参考写真2-15 | |
| | | | 200 ppb | | 37.6 | 17.2 | 57 | 41.5 | 16 | |
| | | | 8 ppm | | 38.1 | 15.4 | 51 | 40.6 | 17 | |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % | 38.1 | 19.5 | 65 | 43.4 | 18 | |
| | | | | 0.1 % | 39.1 | 20.0 | 67 | 45.2 | 19 | |
| B ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 27.4 | 13.7 | 46 | 41.5 | 20 | |
| | | | 200 ppb | | 27.4 | 13.6 | 45 | 44.3 | 21 | |
| | | | 1 ppm | | 27.4 | 13.7 | 46 | 45.2 | 22 | |
| | | | 3 ppm | | 28.4 | 13.1 | 45 | 44.3 | 23 | |
| | | | 8 ppm | | 27.4 | 13.0 | 43 | 31.0 | 24 | |
| * C ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 27.4 | 13.2 | 44 | 42.4 | 25 | |
| | | | 8 ppm | | 27.4 | 12.8 | 42 | 38.8 | 26 | |
| * C ₂ | 280 | 78 | 8 ppm | 0 ppm | 27.4 | 12.8 | 42 | 38.8 | 26 | |
| | | 65 | | 0.1 ppm | 28.9 | 13.4 | 43 | 37.0 | 27 | |
| | | | | 10 ppm | 27.4 | 12.1 | 40 | 42.4 | 28 | |

* : 試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24h除染後試験。

参考表2-8 引張試験結果 (Inconel-718)

| 試験 記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素 濃度 | 除染剤濃度 | 最大応力 (kg/mm ²) | 破断伸び (%) | 破断時間 (h) | 破断絞り (%) | 参考 (破面SEM像) |
|------------------|--------------|-------------------------------|------------|--------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % | 132 | 11.4 | 38 | 23.5 | 参考写真2-29 |
| | | | 200 ppb | | 130 | 9.1 | 30 | 11.3 | 30 |
| | | | 8 ppm | | 132 | 12.2 | 40 | 22.0 | 31 |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % | 143 | 24.0 | 80 | 33.3 | 32 |
| | | | | 0.1 % | 143 | 22.3 | 74 | 32.0 | 33 |
| B ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 132 | 15.7 | 54 | 29.2 | 34 |
| | | | 200 ppb | | 132 | 13.7 | 52 | 14.5 | 35 |
| | | | 1 ppm | | 132 | 16.4 | 58 | 20.7 | 36 |
| | | | 3 ppm | | 133 | 15.7 | 56 | 19.0 | 37 |
| | | | 8 ppm | | 130 | 16.7 | 59 | 26.3 | 38 |
| * C ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 140 | 23.7 | 79 | 40.0 | 39 |
| | | | 8 ppm | | 140 | 22.7 | 77 | 36.0 | 40 |
| * C ₂ | 280 | 78 | 0 ppm | 140 | 22.7 | 77 | 36.0 | 40 | |
| | | 65 | 0.1 ppm | 137 | 22.5 | 75 | 36.0 | 41 | |
| | | | 10 ppm | 138 | 23.2 | 72 | 32.0 | 42 | |

* : 試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24h除染後試験。

参考表2-9 引張試験結果 (SCS13)

| 試験 記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素 濃度 | 除染剤濃度 | 最大応力 (kg/mm ²) | 破断伸び (%) | 破断時間 (h) | 破断絞り (%) | 参考 (破面SEM像) |
|------------------|--------------|-------------------------------|------------|---------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % | 36.7 | 58.8 | 197 | 72.0 | 参考写真2-43 |
| | | | 200 ppb | | 39.2 | 73.9 | 247 | 77.0 | 44 |
| | | | 8 ppm | | 37.5 | 63.0 | 210 | 85.0 | 45 |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % | 44.6 | 56.2 | 189 | 82.0 | 46 |
| | | | | 0.1 % | 42.5 | 60.4 | 202 | 79.0 | 47 |
| B ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 42.5 | 42.8 | 143 | 68.5 | 48 |
| | | | 200 ppb | | 36.7 | 58.7 | 196 | 63.3 | 49 |
| | | | 1 ppm | | 27.5 | 43.2 | 144 | 60.0 | 50 |
| | | | 3 ppm | | 32.5 | 57.7 | 193 | 61.0 | 51 |
| | | | 8 ppm | | 36.7 | 57.1 | 191 | 59.2 | 52 |
| * C ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 42.5 | 43.2 | 144 | 61.0 | 53 |
| | | | 8 ppm | | 40.8 | 47.2 | 158 | 53.3 | 54 |
| * C ₂ | 280 | 78 | 0 ppm | 0.1 ppm | 40.8 | 47.2 | 158 | 53.3 | 54 |
| | | 65 | 8 ppm | 0.1 ppm | 41.3 | 47.6 | 159 | 62.7 | 55 |
| | | | 10 ppm | 0.1 ppm | 41.3 | 56.5 | 189 | 60.3 | 56 |

* : 試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24h除染後試験。

参考表2-10 引張試験結果 (SUS630)

| 試験 記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素 濃度 | 除染剤濃度 | 最大応力 (kg/mm ²) | 破断伸び (%) | 破断時間 (h) | 破断絞り (%) | SCC破面率(%) | | 参考 (破面SEM像) |
|------------------|--------------|-------------------------------|------------|---------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------|----------------|
| | | | | | | | | | IGSCC | TGSCC | |
| A ₁ | 130 | 35 | 30 ppb | 0 % | 133 | 12.7 | 42 | 19.0 | 1 | 12 | 参考写真2-57 |
| | | | 200 ppb | | 130 | 11.4 | 38 | 25.0 | 1 | 6 | 58 |
| | | | 8 ppm | | 130 | 11.0 | 36 | 25.0 | 1 | 9 | 59 |
| A ₂ | 130 | 2 | 8 ppm | 0.05 % | 130 | 11.3 | 38 | 19.0 | 1 | 13 | 60 |
| | | | | 0.1 % | 125 | 8.4 | 28 | 22.0 | 1 | 3 | 61 |
| B ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 128 | 12.3 | 41 | 29.2 | 0 | 5 | 62 |
| | | | 200 ppb | | 122 | 7.6 | 25 | 29.2 | 0 | 3 | 63 |
| | | | 1 ppm | | 125 | 7.8 | 26 | 29.2 | 0 | 5 | 64 |
| | | | 3 ppm | | 117 | 8.4 | 28 | 19.0 | 1 | 7 | 65 |
| | | | 8 ppm | | 128 | 7.7 | 25 | 26.3 | 2 | 8 | 66 |
| * C ₁ | 280 | 78 | 30 ppb | 0 % | 128 | 8.2 | 27 | 29.2 | 0 | 3 | 67 |
| | | | 8 ppm | | 125 | 8.3 | 28 | 22.0 | 2 | 12 | 68 |
| * C ₂ | 280 | 78 | 0 ppm | 0.1 ppm | 125 | 8.3 | 28 | 22.0 | 2 | 12 | 68 |
| | | 65 | 8 ppm | 0.1 ppm | 123 | 6.4 | 21 | 26.3 | 1 | 9 | 69 |
| | | | 10 ppm | | 130 | 12.0 | 40 | 25.0 | 0 | 4 | 70 |

* : 試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24h除染後試験。

参考表 3-1 スペーサ引抜力

| 除染処理 (回) | 試験時間 (h) | リング 素子番号 | 引抜力 (kg) | | | | | | Ave. | σ | | |
|-------------|-------------|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|----------|--|--|
| | | | スペーサ番号 | | | | | | | | | |
| | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | |
| 非除染 | 0 | 2 | 0.81 | 0.77 | 1.72 | 1.37 | 1.26 | 1.32 | 1.21 | 0.33 | | |
| | | 6 | 0.59 | 0.85 | 0.73 | 0.75 | 0.72 | 0.93 | 0.76 | 0.11 | | |
| | | 10 | 0.75 | 1.42 | 1.37 | 1.54 | 1.55 | 1.51 | 1.36 | 0.28 | | |
| | | 14 | 0.71 | 1.72 | 1.12 | 1.17 | 1.38 | 1.06 | 1.19 | 0.31 | | |
| | | 17 | 1.13 | 1.12 | 1.22 | 1.30 | 1.21 | 1.37 | 1.23 | 0.09 | | |
| | | 19 | 1.02 | 1.02 | 1.19 | 1.05 | 1.16 | 0.77 | 1.04 | 0.14 | | |
| | | 21 | 0.98 | 1.04 | 1.17 | 0.92 | 1.14 | 1.09 | 1.06 | 0.09 | | |
| | | 23 | 1.07 | 1.21 | 1.33 | 0.81 | 1.24 | 1.42 | 1.18 | 0.20 | | |
| | | 25 | 1.32 | 1.39 | 1.52 | 1.33 | 1.32 | 1.35 | 1.37 | 0.07 | | |
| | | 26 | 1.04 | 1.35 | 1.35 | 1.09 | 1.26 | 1.27 | 1.23 | 0.12 | | |
| | | 27 | 1.20 | 1.39 | 1.15 | 1.25 | 1.41 | 1.24 | 1.27 | 0.10 | | |
| | | 28 | 0.99 | 1.19 | 1.12 | 1.11 | 1.07 | 1.03 | 1.09 | 0.06 | | |
| 1 *1 | 700 | 2 | 0.73 | 0.70 | 1.46 | 1.17 | 1.13 | 1.22 | 1.07 | 0.27 | | |
| | | 17 | 1.00 | 1.03 | 1.02 | 1.18 | 1.12 | 1.22 | 1.09 | 0.08 | | |
| | | 25 | 1.25 | 1.22 | 1.32 | 1.29 | 1.28 | 1.26 | 1.27 | 0.03 | | |
| 2 *2 | 2500 | 10 | 0.77 | 1.47 | 1.44 | 1.60 | 1.66 | 1.39 | 1.39 | 0.29 | | |
| | | 21 | 1.01 | 1.03 | 1.16 | 0.85 | 1.12 | 1.04 | 1.04 | 0.10 | | |
| | | 27 | 1.12 | 1.27 | 1.03 | 1.10 | 1.24 | 1.13 | 1.15 | 0.08 | | |
| 3 *3 | 5500 | 14 | 0.53 | 0.85 | 0.70 | 0.85 | 0.72 | 0.85 | 0.75 | 0.12 | | |
| | | 23 | 0.91 | 1.14 | 1.00 | 1.04 | 0.93 | 0.86 | 0.98 | 0.09 | | |
| | | 28 | 0.91 | 0.97 | 1.00 | 0.59 | 0.97 | 1.22 | 0.94 | 0.19 | | |
| 3 *3 | 11100 | 6 | 0.68 | 1.33 | 1.48 | 1.32 | 1.20 | 1.02 | 1.17 | 0.26 | | |
| | | 19 | 1.06 | 1.14 | 1.25 | 1.10 | 1.21 | 0.78 | 1.09 | 0.15 | | |
| | | 26 | 1.14 | 1.48 | 1.33 | 1.09 | 1.20 | 1.36 | 1.27 | 0.14 | | |

*1 : 図3-6のBL2

*2 : 図3-6のBL3

*3 : 図3-6のBL4

参考表3-2 スペーサ引抜力変化率

| 除染処理 (回) | 試験時間 (h) | リング 素子番号 | 変化率(-) | | | | | | Ave. | σ | | |
|-------------|-------------|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|----------|--|--|
| | | | スペーサ番号 | | | | | | | | | |
| | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | |
| 非除染 | 700 | 2 | 0.90 | 0.91 | 0.85 | 0.85 | 0.90 | 0.92 | 0.89 | 0.03 | | |
| | | 17 | 0.88 | 0.92 | 0.84 | 0.91 | 0.93 | 0.89 | 0.89 | 0.03 | | |
| | | 25 | 0.95 | 0.88 | 0.87 | 0.97 | 0.97 | 0.93 | 0.93 | 0.04 | | |
| | | Ave. | 0.91 | 0.90 | 0.85 | 0.91 | 0.93 | 0.92 | 0.90 | — | | |
| | | σ | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | — | 0.04 | | |
| 1 *1 | 2500 | 10 | 1.03 | 1.04 | 1.05 | 1.04 | 1.07 | 0.92 | 1.02 | 0.05 | | |
| | | 21 | 1.03 | 0.99 | 0.99 | 0.92 | 0.98 | 0.95 | 0.98 | 0.03 | | |
| | | 27 | 0.93 | 0.91 | 0.90 | 0.88 | 0.88 | 0.91 | 0.90 | 0.02 | | |
| | | Ave. | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.98 | 0.93 | 0.97 | — | | |
| | | σ | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.02 | — | 0.06 | | |
| 2 *2 | 5500 | 14 | 0.75 | 0.49 | 0.63 | 0.73 | 0.52 | 0.80 | 0.65 | 0.12 | | |
| | | 23 | 0.85 | 0.94 | 0.75 | 1.28 | 0.75 | 0.61 | 0.86 | 0.21 | | |
| | | 28 | 0.92 | 0.82 | 0.89 | 0.53 | 0.91 | 1.18 | 0.87 | 0.19 | | |
| | | Ave. | 0.84 | 0.75 | 0.76 | 0.85 | 0.73 | 0.86 | 0.80 | — | | |
| | | σ | 0.07 | 0.19 | 0.11 | 0.32 | 0.16 | 0.24 | — | 0.21 | | |
| 3 *3 | 11100 | 6 | 1.15 | 1.56 | 2.03 | 1.76 | 1.67 | 1.10 | 1.54 | 0.33 | | |
| | | 19 | 1.04 | 1.12 | 1.05 | 1.05 | 1.04 | 1.01 | 1.05 | 0.03 | | |
| | | 26 | 1.10 | 1.10 | 0.99 | 1.00 | 0.95 | 1.07 | 1.03 | 0.06 | | |
| | | Ave. | 1.10 | 1.26 | 1.35 | 1.27 | 1.22 | 1.06 | 1.21 | — | | |
| | | σ | 0.05 | 0.22 | 0.48 | 0.35 | 0.32 | 0.04 | — | 0.31 | | |

*1:図3-6のBL2

*2:図3-6のBL3

*3:図3-6のBL4

参考表3-3 時間経過に伴うスペーサ引抜力変化率の変遷

データ数: 18

| 項目 | 非除染 | 除染 | | |
|-----------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | | 1回 *1 | 2回 *2 | 3回 *3 |
| 試験時間 (h) | 700 | 2500 | 5500 | 11100 |
| Ave. (-) | 0.90 | 0.97 | 0.80 | 1.21 |
| min. (-) | 0.84 | 0.88 | 0.49 | 0.95 |
| σ (-) | 0.04 | 0.06 | 0.21 | 0.31 |
| 備考 (リング素子番号) | 2, 17, 25 | 10, 21, 27 | 14, 23, 28 | 6, 19, 26 |

*1: 図3-6のBL2

*2: 図3-6のBL3

*3: 図3-6のBL4

参考表 3-4 フレッティング摩耗深さ

[700時間耐久試験対象燃料要素のデータ(図3-6のBL1)]

単位: μm

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 2 (外層) | | | | | | | 17 (中間層) | | | | | | | 25 (内層) | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|------|------|------|------|----------|----------|------|------|------|------|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 8.0 | 12.3 | 13.0 | 15.9 | 2.0 | 10.2 | 4.8 | 9.8 | 6.0 | 14.0 | 14.3 | 7.0 | 10.2 | 3.4 | 13.0 | 8.1 | 13.0 | 7.1 | 11.5 | 10.5 |
| 8 | 13.6 | 7.0 | 5.5 | 11.0 | 4.0 | 8.2 | 3.6 | 10.4 | 11.3 | 17.8 | 14.0 | 2.8 | 11.3 | 5.0 | 11.5 | 13.5 | 11.0 | 14.0 | 2.8 | 10.6 | 4.0 |
| 9 | 13.9 | 9.1 | 7.1 | 14.3 | 3.1 | 9.5 | 4.2 | 22.1 | 10.5 | 20.2 | 15.0 | 3.2 | 14.2 | 6.8 | 10.2 | 11.6 | 3.0 | 17.8 | 7.0 | 9.9 | 4.9 |
| 10 | 18.7 | 15.8 | 13.0 | 5.8 | 18.1 | 14.3 | 4.7 | 20.0 | 12.0 | 12.0 | 10.8 | 11.3 | 13.2 | 3.4 | 19.0 | 17.4 | 2.2 | 21.0 | 8.5 | 13.6 | 7.1 |
| 11 | 20.7 | 13.3 | 16.2 | 16.3 | 4.1 | 14.1 | 5.5 | 17.0 | 15.0 | 5.0 | 18.0 | 9.2 | 12.8 | 5.0 | 17.2 | 9.8 | 16.2 | 18.3 | 5.3 | 13.4 | 5.0 |
| 12 | 23.9 | 20.6 | 21.1 | 20.2 | 7.8 | 18.7 | 5.6 | 26.0 | 22.0 | 16.0 | 22.5 | 6.5 | 18.6 | 6.9 | 19.9 | 16.0 | 21.6 | 19.0 | 16.0 | 18.5 | 2.2 |
| Ave. | 16.5 | 13.0 | 12.7 | 13.9 | 6.5 | 12.5 | — | 17.6 | 12.8 | 14.2 | 15.8 | 6.7 | 13.4 | — | 15.1 | 12.7 | 11.2 | 16.2 | 8.5 | 12.7 | — |
| σ | 5.2 | 4.4 | 5.3 | 4.5 | 5.5 | — | 6.0 | 5.9 | 4.9 | 4.9 | 3.7 | 3.0 | — | 5.9 | 3.7 | 3.3 | 6.9 | 4.6 | 4.3 | — | 5.5 |

■最大値

参考表 3-5 フレッティング摩耗深さ

[1800時間耐久試験対象燃料要素のデータ (図3-6のBL1)]

単位: μm

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 2 (外層) | | | | | | | 17 (中間層) | | | | | | | 25 (内層) | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|------|------|------|------|----------|----------|------|------|------|-----|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 5.0 | 3.2 | 9.0 | 10.0 | 2.0 | 5.8 | 3.2 | 7.0 | 8.0 | 13.0 | 7.0 | 3.0 | 7.6 | 3.2 | 8.0 | 8.0 | 5.5 | 10.0 | 7.0 | 7.7 |
| 8 | 8.0 | 4.0 | 3.5 | 5.0 | 4.0 | 4.9 | 1.6 | 8.0 | 4.5 | 17.5 | 13.5 | 0.0 | 8.7 | 6.2 | 8.0 | 3.0 | 5.0 | 9.0 | 8.5 | 6.7 | 2.3 |
| 9 | 9.5 | 7.0 | 7.4 | 12.0 | 4.5 | 8.1 | 2.5 | 14.5 | 13.0 | 4.0 | 10.5 | 2.0 | 8.8 | 4.9 | 12.5 | 8.0 | 4.0 | 11.0 | 13.5 | 9.8 | 3.4 |
| 10 | 8.0 | 5.0 | 10.0 | 12.5 | 4.8 | 8.1 | 2.9 | 11.0 | 9.0 | 9.0 | 6.0 | 3.0 | 7.6 | 2.8 | 10.5 | 8.2 | 5.5 | 11.5 | 10.5 | 9.2 | 2.2 |
| 11 | 16.0 | 10.0 | 10.7 | 12.0 | 7.0 | 11.1 | 2.9 | 20.0 | 15.0 | 10.0 | 6.0 | 9.0 | 12.0 | 4.9 | 15.5 | 8.0 | 17.0 | 13.5 | 3.5 | 11.5 | 5.0 |
| 12 | 13.5 | 15.0 | 22.0 | 14.0 | 4.0 | 13.7 | 5.7 | 21.0 | 17.0 | 21.0 | 18.0 | 5.5 | 16.5 | 5.7 | 20.0 | 11.5 | 6.0 | 20.0 | 28.0 | 17.1 | 7.6 |
| Ave. | 10.0 | 7.4 | 10.4 | 10.9 | 4.4 | 8.6 | — | 13.6 | 11.1 | 12.4 | 10.2 | 3.8 | 10.2 | — | 12.4 | 7.8 | 7.2 | 12.5 | 11.8 | 10.3 | — |
| σ | 3.7 | 4.1 | 5.7 | 2.9 | 1.5 | — | 4.5 | 5.4 | 4.3 | 5.6 | 4.4 | 2.9 | — | 5.8 | 4.3 | 2.5 | 4.4 | 3.6 | 7.9 | — | 5.4 |

■最大値

参考表3-6 フレッティング摩耗深さ

[3000時間耐久試験対象燃料要素のデータ(図3-6のBL1)]

単位: μm

- 103 -

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 2(外層) | | | | | | | 17(中間層) | | | | | | | 25(内層) | | | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|--------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 20.0 | 6.0 | 20.0 | 12.0 | 5.0 | 12.6 | 6.5 | 15.0 | 6.0 | 23.0 | 23.0 | 5.0 | 14.4 | 7.8 | 24.0 | 10.0 | 4.0 | 9.0 | 32.0 | 15.8 |
| 8 | 16.0 | 5.0 | 18.0 | 13.0 | 5.0 | 11.4 | 5.5 | 23.0 | 1.0 | 30.0 | 27.0 | 1.0 | 16.4 | 12.8 | 16.0 | 6.0 | 9.0 | 11.0 | 13.0 | 11.0 | 3.4 |
| 9 | 35.0 | 16.0 | 20.0 | 17.0 | 4.0 | 18.4 | 9.9 | 28.0 | 11.0 | 17.0 | 16.0 | 0.0 | 14.4 | 9.1 | 39.0 | 8.0 | 9.0 | 25.0 | 7.0 | 17.6 | 12.6 |
| 10 | 13.0 | 12.0 | 15.0 | 17.0 | 11.0 | 13.6 | 2.2 | 18.0 | 5.0 | 19.0 | 15.0 | 6.0 | 12.6 | 6.0 | 30.0 | 14.0 | 10.0 | 10.0 | 11.0 | 15.0 | 7.6 |
| 11 | 29.0 | 22.0 | 23.0 | 23.0 | 6.0 | 20.6 | 7.7 | 24.0 | 23.0 | 9.0 | 8.0 | 16.0 | 16.0 | 6.7 | 25.0 | 9.0 | 20.0 | 18.0 | 12.0 | 16.8 | 5.7 |
| 12 | 30.0 | 21.0 | 20.0 | 25.0 | 12.0 | 21.6 | 6.0 | 26.0 | 13.0 | 32.0 | 31.0 | 1.0 | 20.6 | 11.9 | 36.0 | 21.0 | 16.0 | 19.0 | 18.0 | 22.0 | 7.2 |
| Ave. | 23.8 | 13.7 | 19.3 | 17.8 | 7.2 | 16.4 | — | 22.3 | 9.8 | 21.7 | 20.0 | 4.8 | 15.7 | — | 28.3 | 11.3 | 11.3 | 15.3 | 15.5 | 16.4 | — |
| σ | 8.0 | 6.6 | 2.4 | 4.8 | 3.1 | — | 7.8 | 4.5 | 7.1 | 7.8 | 7.8 | 5.5 | — | 9.7 | 7.7 | 5.0 | 5.2 | 5.8 | 8.1 | — | 9.0 |

■■■■■ 最大値

参考表3-7 フレッティング摩耗深さ

[5600時間耐久試験対象燃料要素のデータ(図3-6のBL1)]

単位: μm

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 2(外層) | | | | | | | 17(中間層) | | | | | | | 25(内層) | | | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|--------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 14.0 | 23.5 | 20.0 | 14.0 | 6.2 | 15.5 | 5.9 | 11.5 | 13.0 | 19.0 | 12.5 | 1.5 | 11.5 | 5.6 | 13.5 | 19.0 | 19.0 | 20.0 | 39.0 | 22.1 |
| 8 | 8.2 | 8.0 | 12.5 | 15.0 | 10.0 | 10.7 | 2.7 | 19.0 | 5.0 | 24.0 | 13.0 | 2.0 | 12.6 | 8.3 | 11.5 | 26.0 | 20.5 | 13.0 | 17.5 | 17.7 | 5.2 |
| 9 | 16.0 | 7.0 | 12.0 | 16.0 | 4.5 | 11.1 | 4.7 | 22.0 | 9.5 | 14.0 | 14.0 | 8.0 | 13.5 | 4.9 | 12.0 | 12.0 | 33.0 | 15.0 | 9.0 | 16.2 | 8.6 |
| 10 | 14.0 | 11.5 | 12.5 | 21.0 | 8.0 | 13.4 | 4.3 | 26.0 | 12.0 | 9.0 | 19.5 | 13.0 | 15.9 | 6.1 | 25.0 | 20.0 | 8.0 | 17.5 | 22.0 | 18.5 | 5.8 |
| 11 | 17.5 | 11.0 | 23.0 | 25.0 | 1.0 | 15.5 | 8.7 | 19.0 | 16.0 | 20.0 | 20.0 | 7.0 | 16.4 | 4.9 | 29.0 | 31.5 | 19.0 | 18.5 | 12.0 | 22.0 | 7.2 |
| 12 | 23.0 | 20.0 | 18.0 | 22.0 | 20.0 | 20.6 | 1.7 | 27.0 | 10.0 | 22.0 | 19.0 | 17.0 | 19.0 | 5.6 | 29.0 | 24.0 | 33.0 | 32.0 | 54.0 | 34.4 | 10.3 |
| Ave. | 15.5 | 13.5 | 16.3 | 18.8 | 8.3 | 14.5 | — | 20.8 | 10.9 | 18.0 | 16.3 | 8.1 | 14.8 | — | 20.0 | 22.1 | 22.1 | 19.3 | 25.6 | 21.8 | — |
| σ | 4.4 | 6.1 | 4.3 | 4.1 | 5.9 | — | 6.2 | 5.2 | 3.4 | 5.1 | 3.2 | 5.6 | — | 6.5 | 7.8 | 6.1 | 8.7 | 6.1 | 15.9 | — | 9.9 |

■最大値

参考表3-8 フレッティング摩耗深さ

[2500時間耐久試験対象燃料要素のデータ(図3-6のBL2)]

単位: μm

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 10(外層) | | | | | | | 21(中間層) | | | | | | | 27(内層) | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|------|------|------|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|--------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 13.5 | 7.0 | 14.0 | 11.0 | 0.0 | 9.1 | 5.2 | 13.0 | 2.0 | 15.0 | 12.0 | 2.0 | 8.8 | 5.6 | 12.0 | 14.0 | 13.0 | 4.5 | 20.0 | 12.7 |
| 8 | 17.5 | 13.0 | 10.5 | 19.0 | 5.0 | 13.1 | 5.0 | 19.0 | 0.0 | 13.0 | 16.5 | 0.0 | 9.7 | 8.1 | 9.0 | 12.0 | 11.0 | 6.0 | 7.5 | 9.1 | 2.2 |
| 9 | 13.0 | 10.0 | 17.0 | 14.5 | 3.0 | 11.5 | 4.8 | 25.0 | 2.0 | 17.5 | 14.0 | 0.0 | 11.7 | 9.5 | 15.0 | 10.0 | 9.0 | 4.0 | 17.0 | 11.0 | 4.6 |
| 10 | 24.0 | 13.5 | 17.0 | 16.5 | 6.5 | 15.5 | 5.7 | 22.0 | 12.0 | 9.0 | 17.0 | 8.0 | 13.6 | 5.2 | 15.0 | 3.0 | 10.0 | 7.0 | 17.5 | 10.5 | 5.3 |
| 11 | 12.0 | 7.0 | 21.5 | 5.0 | 9.0 | 10.9 | 5.8 | 25.0 | 4.0 | 12.0 | 20.0 | 6.0 | 13.4 | 8.0 | 14.0 | 18.0 | 15.0 | 6.0 | 26.0 | 15.8 | 6.5 |
| 12 | 25.0 | 20.0 | 21.5 | 17.5 | 5.0 | 17.8 | 6.8 | 25.0 | 6.0 | 28.0 | 17.5 | 11.0 | 17.5 | 8.3 | 16.5 | 26.0 | 12.0 | 12.0 | 21.0 | 17.5 | 5.4 |
| Ave. | 17.5 | 11.8 | 16.9 | 13.9 | 4.8 | 13.0 | — | 21.5 | 4.3 | 15.8 | 16.2 | 4.5 | 12.5 | — | 13.6 | 13.8 | 11.7 | 6.6 | 18.2 | 12.8 | — |
| σ | 5.2 | 4.5 | 3.9 | 4.7 | 2.8 | — | 6.3 | 4.4 | 3.9 | 6.1 | 2.6 | 4.2 | — | 8.1 | 2.5 | 7.1 | 2.0 | 2.6 | 5.6 | — | 5.8 |

最大値

参考表3-9 フレッティング摩耗深さ

[5500時間耐久試験対象燃料要素のデータ(図3-6のBL3)]

単位: μm

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 14(外層) | | | | | | | 23(中間層) | | | | | | | 28(内層) | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|------|------|------|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|--------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 15.0 | 18.0 | 13.0 | 13.0 | 4.0 | 12.6 | 4.7 | 21.0 | 7.0 | 14.0 | 25.0 | 3.0 | 14.0 | 8.2 | 15.0 | 14.0 | 5.0 | 20.0 | 9.0 | 12.6 |
| 8 | 36.0 | 13.0 | 19.0 | 17.0 | 7.0 | 18.4 | 9.7 | 19.0 | 18.0 | 9.0 | 12.0 | 6.0 | 12.8 | 5.0 | 17.0 | 13.0 | 22.0 | 10.0 | 10.0 | 14.4 | 4.6 |
| 9 | 24.0 | 17.0 | 17.0 | 16.0 | 4.0 | 15.6 | 6.5 | 23.0 | 13.0 | 6.0 | 15.0 | 7.0 | 12.8 | 6.1 | 21.0 | 16.0 | 20.0 | 12.0 | 10.0 | 15.8 | 4.3 |
| 10 | 22.0 | 9.0 | 20.0 | 18.0 | 6.0 | 15.0 | 6.3 | 16.0 | 8.0 | 27.0 | 18.0 | 7.0 | 15.2 | 7.3 | 14.0 | 11.0 | 20.0 | 15.0 | 18.0 | 15.6 | 3.1 |
| 11 | 37.0 | 16.0 | 14.0 | 21.0 | 9.0 | 19.4 | 9.6 | 22.0 | 17.0 | 16.0 | 17.0 | 10.0 | 16.4 | 3.8 | 29.0 | 10.0 | 24.0 | 15.0 | 11.0 | 17.8 | 7.5 |
| 12 | 34.0 | 19.0 | 34.0 | 27.0 | 10.0 | 24.8 | 9.2 | 26.0 | 16.0 | 30.0 | 37.0 | 8.0 | 23.4 | 10.3 | 33.0 | 21.0 | 26.0 | 17.0 | 24.0 | 24.2 | 5.3 |
| Ave. | 28.0 | 15.3 | 19.5 | 18.7 | 6.7 | 17.6 | — | 21.2 | 13.2 | 17.0 | 20.7 | 6.8 | 15.8 | — | 21.5 | 14.2 | 19.5 | 14.8 | 13.7 | 16.7 | — |
| σ | 8.2 | 3.4 | 6.9 | 4.4 | 2.3 | — | 8.8 | 3.1 | 4.3 | 8.8 | 8.3 | 2.1 | — | 8.0 | 7.2 | 3.6 | 6.8 | 3.2 | 5.5 | — | 6.4 |

■最大値

参考表3-10 フレッティング摩耗深さ

[11100時間耐久試験対象燃料要素のデータ(図3-6のBL4)]

単位: μm

| 燃料要素番号 ディンプル番号 スペーサ番号 | 6(外層) | | | | | | | 19(中間層) | | | | | | | 26(内層) | | | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|----------|---------|------|------|------|------|------|----------|--------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ave. | σ |
| | 7 | 20.0 | 27.0 | 24.0 | 27.0 | 8.0 | 21.2 | 7.1 | 20.0 | 3.0 | 19.5 | 12.0 | 14.0 | 13.7 | 6.2 | 15.5 | 27.0 | 18.0 | 4.0 | 33.0 | 19.5 |
| 8 | 21.0 | 12.0 | 24.0 | 7.5 | 15.0 | 15.9 | 6.0 | 25.0 | 2.5 | 17.0 | 15.0 | 14.0 | 14.7 | 7.2 | 16.0 | 19.5 | 16.0 | 18.0 | 24.0 | 18.7 | 3.0 |
| 9 | 22.0 | 14.0 | 20.0 | 20.0 | 19.0 | 19.0 | 2.7 | 33.0 | 7.5 | 21.0 | 25.0 | 9.0 | 19.1 | 9.7 | 30.0 | 19.0 | 15.0 | 24.5 | 23.5 | 22.4 | 5.1 |
| 10 | 23.0 | 33.0 | 19.5 | 16.0 | 18.0 | 21.9 | 6.0 | 28.0 | 2.0 | 28.0 | 23.0 | 7.0 | 17.6 | 11.0 | 26.0 | 46.0 | 26.0 | 9.0 | 22.0 | 25.8 | 11.9 |
| 11 | 30.5 | 22.0 | 23.0 | 15.0 | 25.0 | 23.1 | 5.0 | 32.0 | 19.0 | 19.0 | 19.5 | 21.0 | 22.1 | 5.0 | 28.0 | 26.0 | 23.0 | 9.0 | 33.5 | 23.9 | 8.2 |
| 12 | 34.0 | 37.0 | 42.0 | 46.0 | 3.5 | 32.5 | 15.1 | 28.0 | 12.0 | 22.0 | 22.0 | 23.0 | 21.4 | 5.2 | 35.0 | 46.0 | 73.0 | 26.5 | 32.0 | 42.5 | 16.5 |
| Ave. | 25.1 | 24.2 | 25.4 | 21.9 | 14.8 | 22.3 | — | 27.7 | 7.7 | 21.1 | 19.4 | 14.7 | 18.1 | — | 25.1 | 30.6 | 28.5 | 15.2 | 28.0 | 25.5 | — |
| σ | 5.2 | 9.2 | 7.6 | 12.2 | 7.1 | — | 9.5 | 4.3 | 6.2 | 3.5 | 4.6 | 5.8 | — | 8.3 | 7.1 | 11.3 | 20.3 | 8.4 | 4.9 | — | 12.9 |

■最大値

参考表3-11 フレッティング摩耗深さの代表値

データ数(各試験時間) : 90

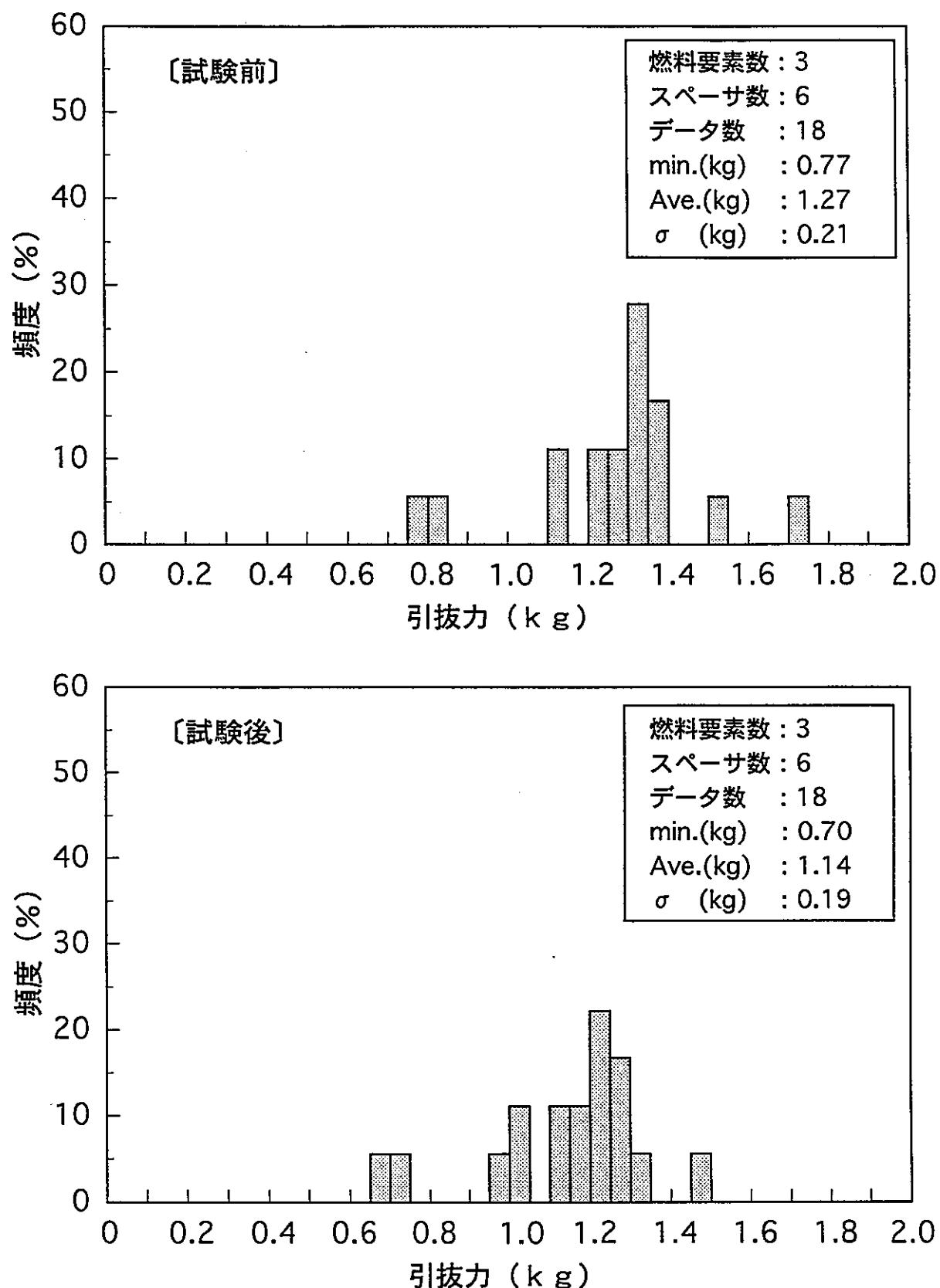
| 項目 除染処理 | 非除染 | | | | 除染 | | |
|----------------|-----------------|-------|-------|------|------------|------------|-----------|
| | 1回 *1 | 2回 *2 | 3回 *3 | | | | |
| 試験時間(h) | 700 | 1800 | 3000 | 5600 | 2500 | 5500 | 11100 |
| Ave. (μm) | 12.9 | 9.7 | 16.2 | 17.0 | 12.7 | 16.7 | 21.9 |
| max. (μm) | 26.0 | 28.0 | 39.0 | 54.0 | 28.0 | 37.0 | 73.0 |
| σ (μm) | 5.8 | 5.3 | 8.9 | 8.4 | 6.8 | 7.8 | 10.8 |
| 備考 (燃料要素番号) | *4 2, 17, 25 | | | | 10, 21, 27 | 14, 23, 28 | 6, 19, 26 |

*1:図3-6のBL2

*2:図3-6のBL3

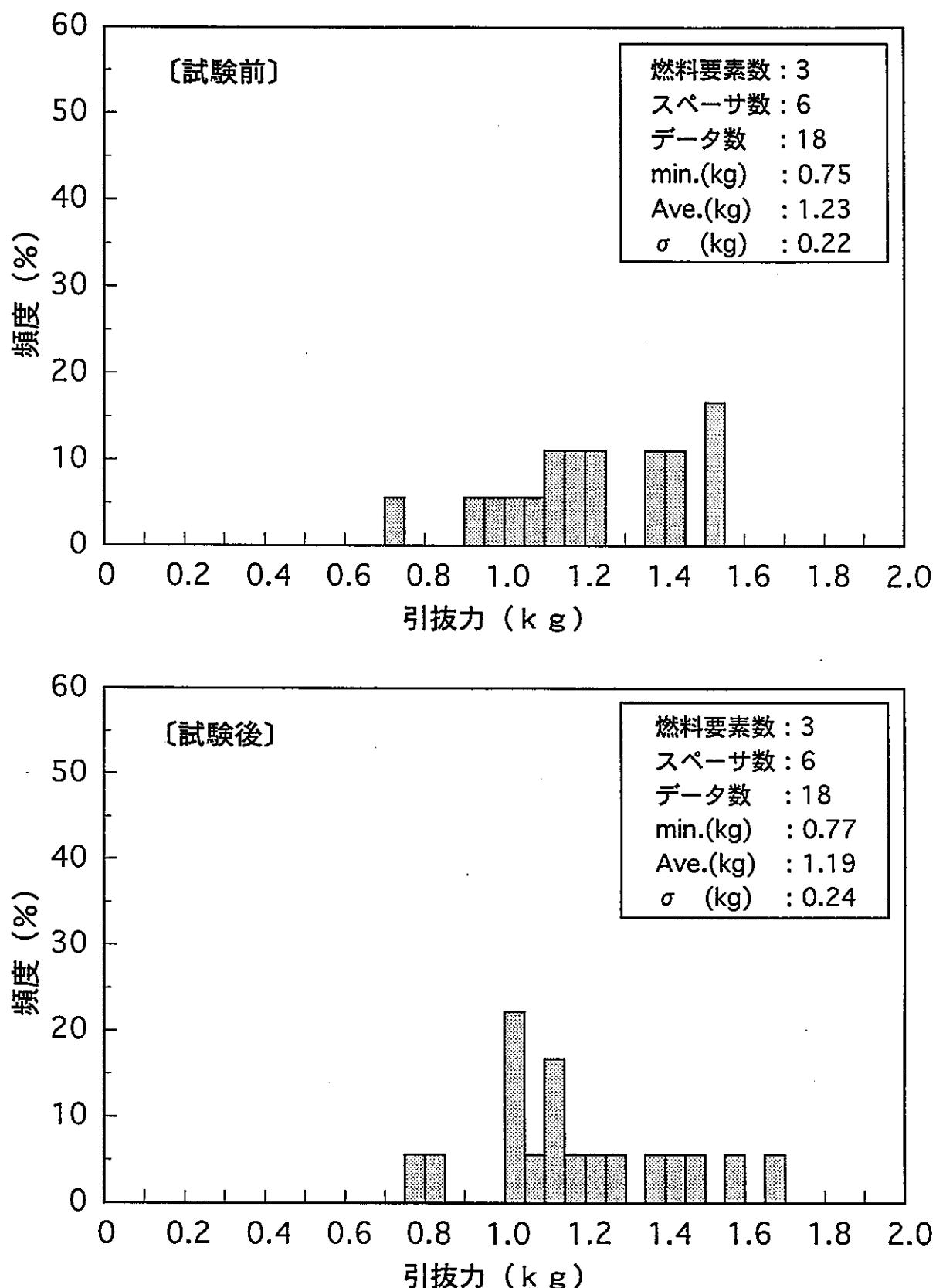
*3:図3-6のBL4

*4:各耐久試験毎に新燃料要素を用いて試験



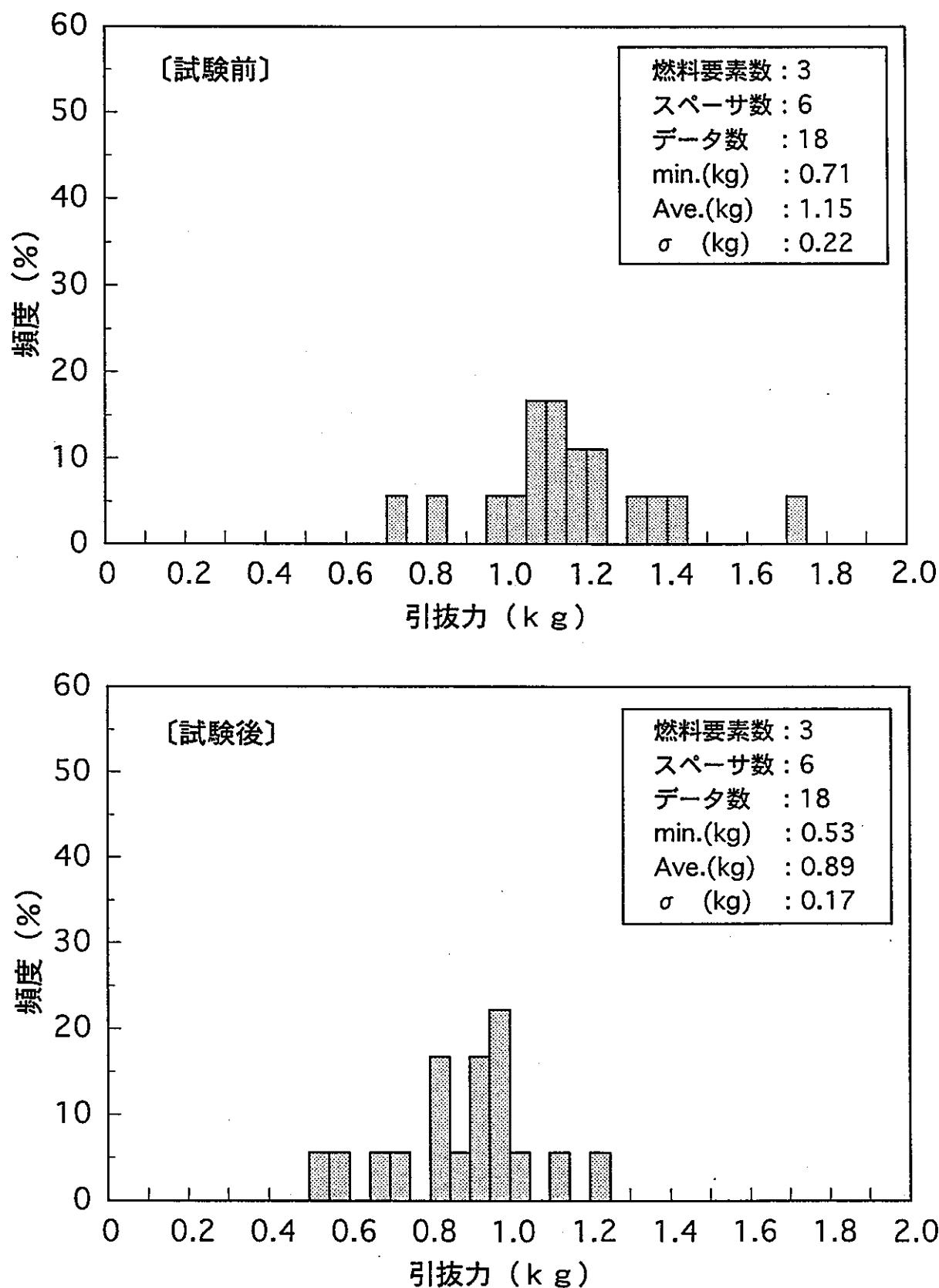
参考図3-1 スペーサ引抜力分布（非除染）

700時間耐久試験対象リング
素子のデータ(図3-6のBL1)



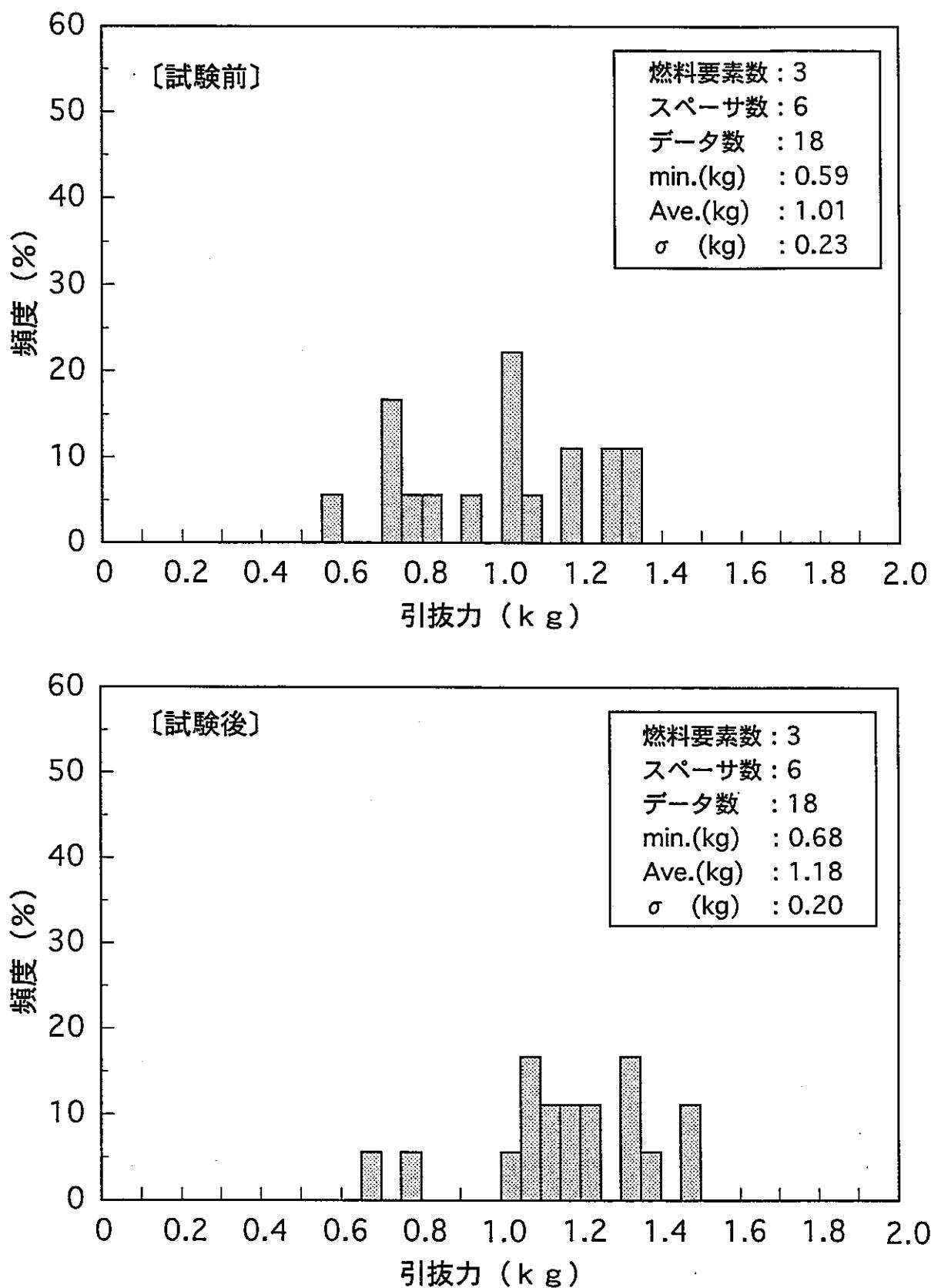
参考図3-2 スペーサ引抜力分布（1回除染）

〔2500時間耐久試験対象リング
素子のデータ(図3-6のBL2)〕



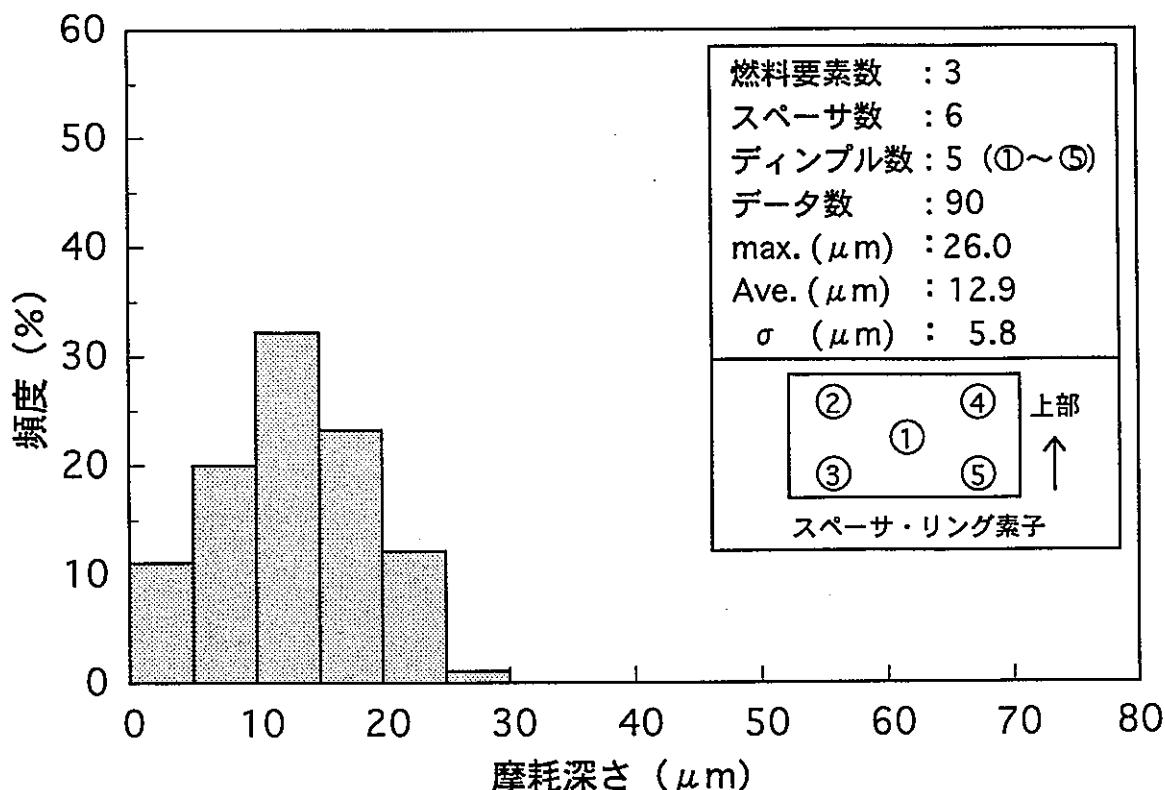
参考図3-3 スペーサ引抜力分布（2回除染）

5500時間耐久試験対象リング
素子のデータ(図3-6のBL3)

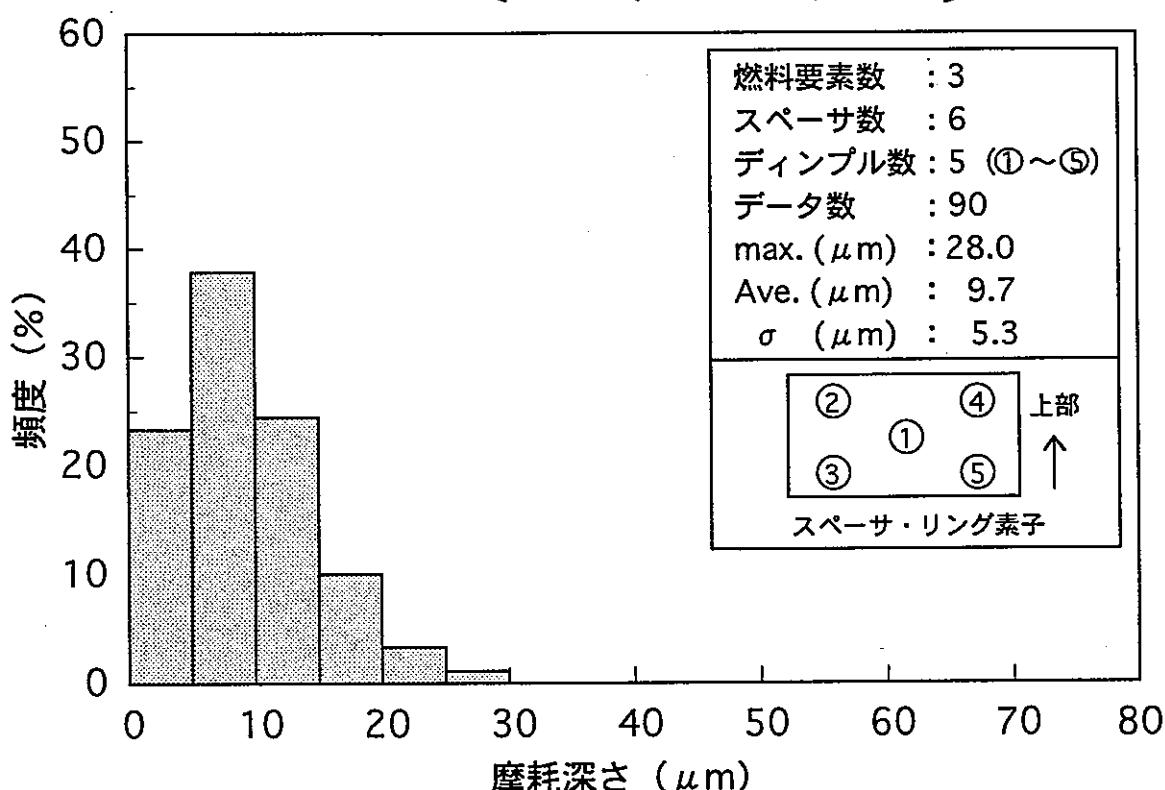


参考図3-4 スペーサ引抜力分布（3回除染）

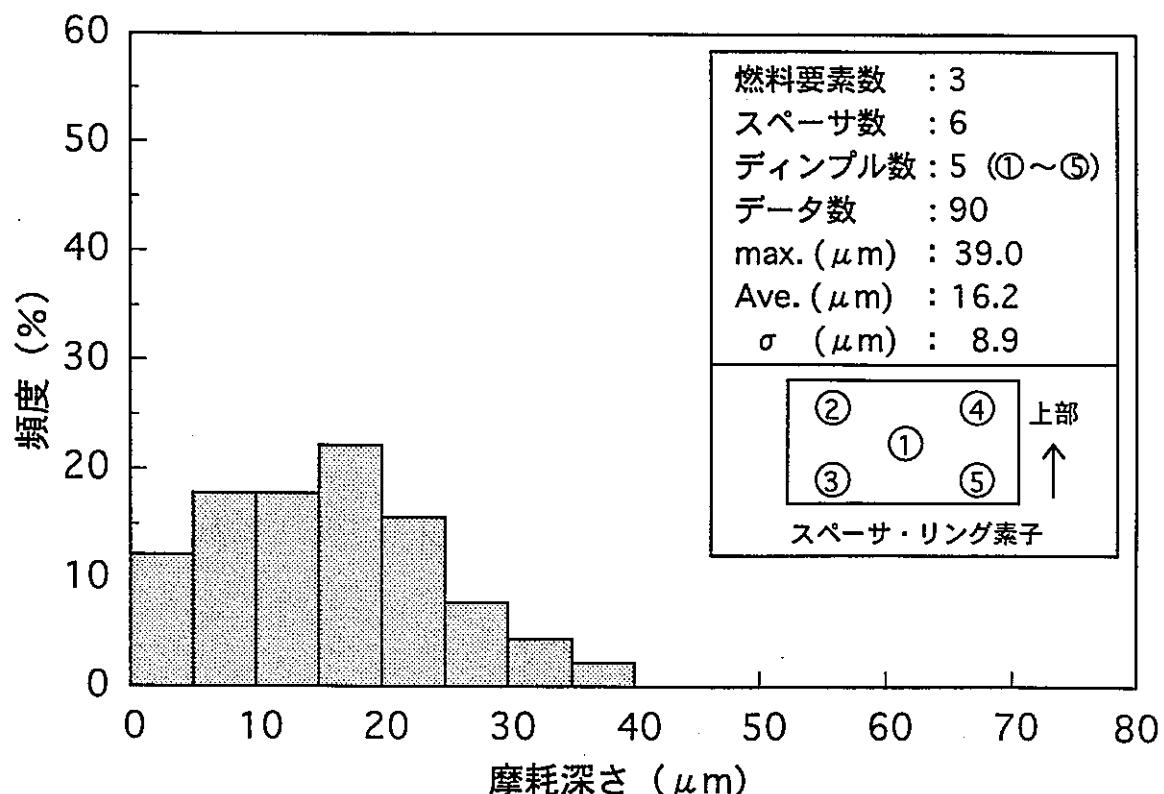
11100時間耐久試験対象リング
素子のデータ(図3-6のBL4)



参考図3-5 フレッティング摩耗深さ分布（非除染）
〔700時間耐久試験対象燃料要素
のデータ(図3-6のBL1)〕

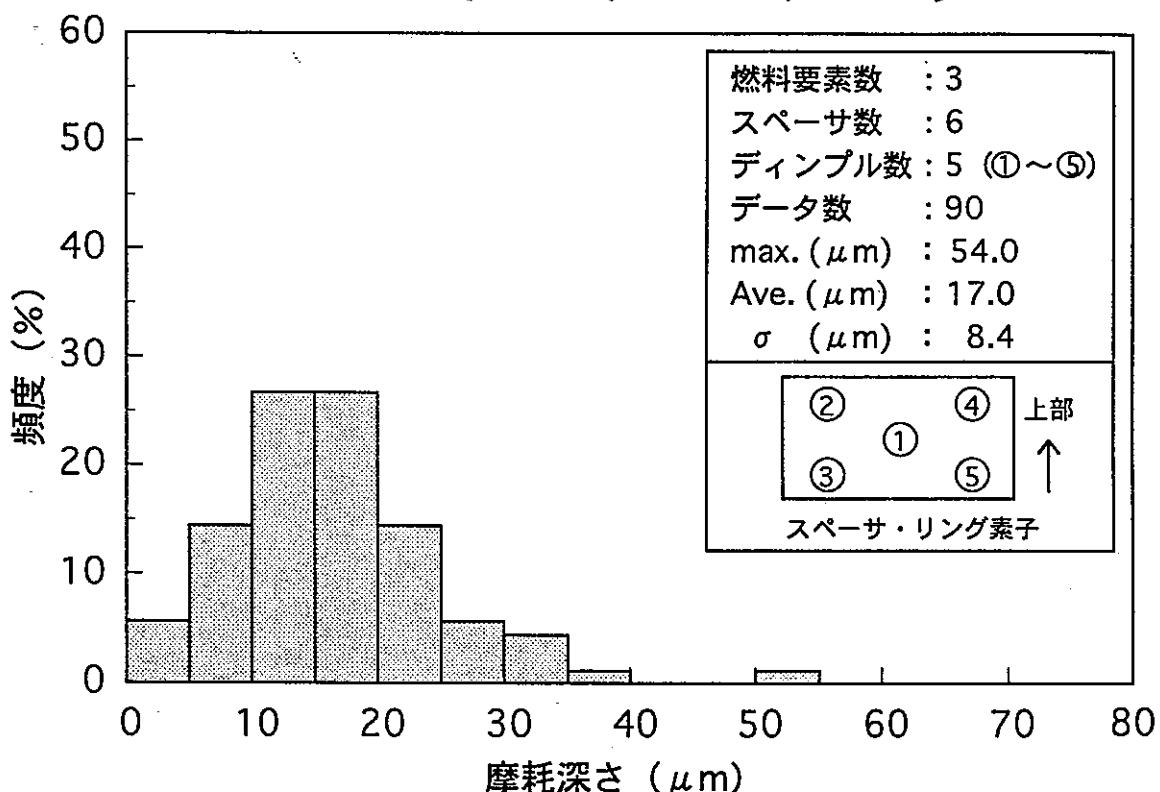


参考図3-6 フレッティング摩耗深さ分布（非除染）
〔1800時間耐久試験対象燃料要素
のデータ(図3-6のBL1)〕



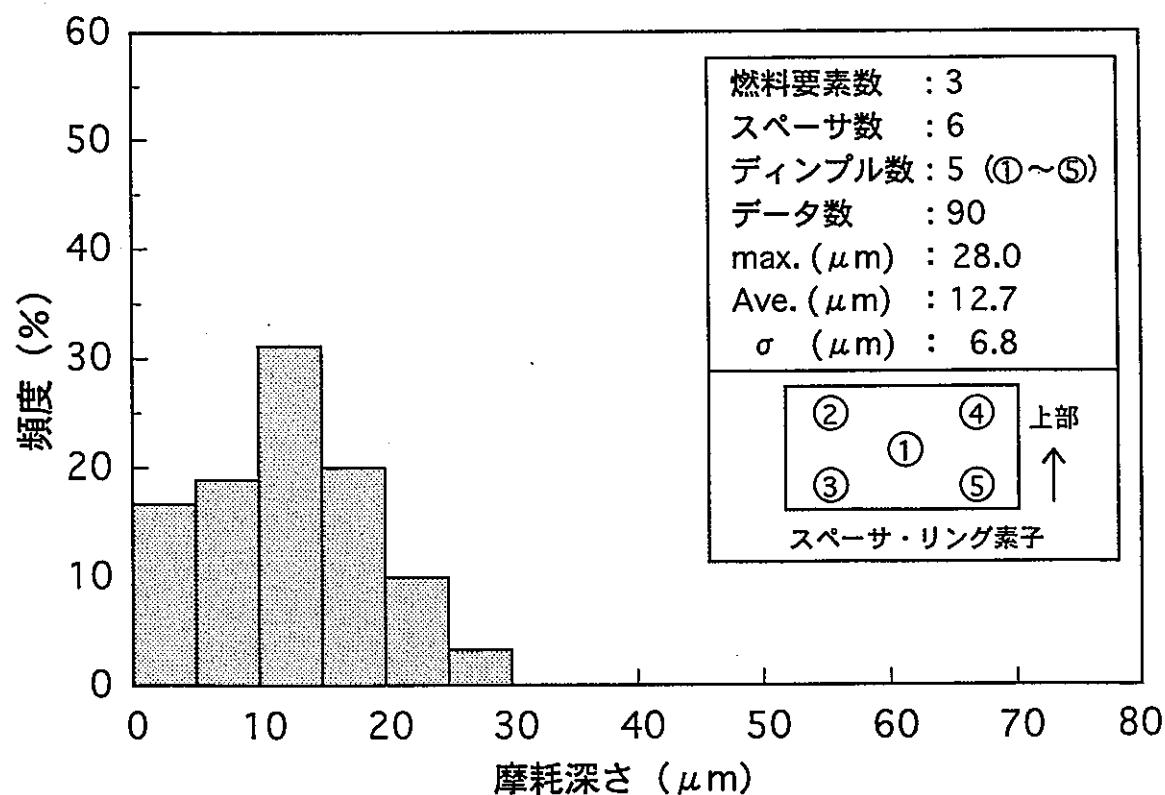
参考図3-7 フレッティング摩耗深さ分布（非除染）

〔3000時間耐久試験対象燃料要素
のデータ(図3-6のBL1)〕

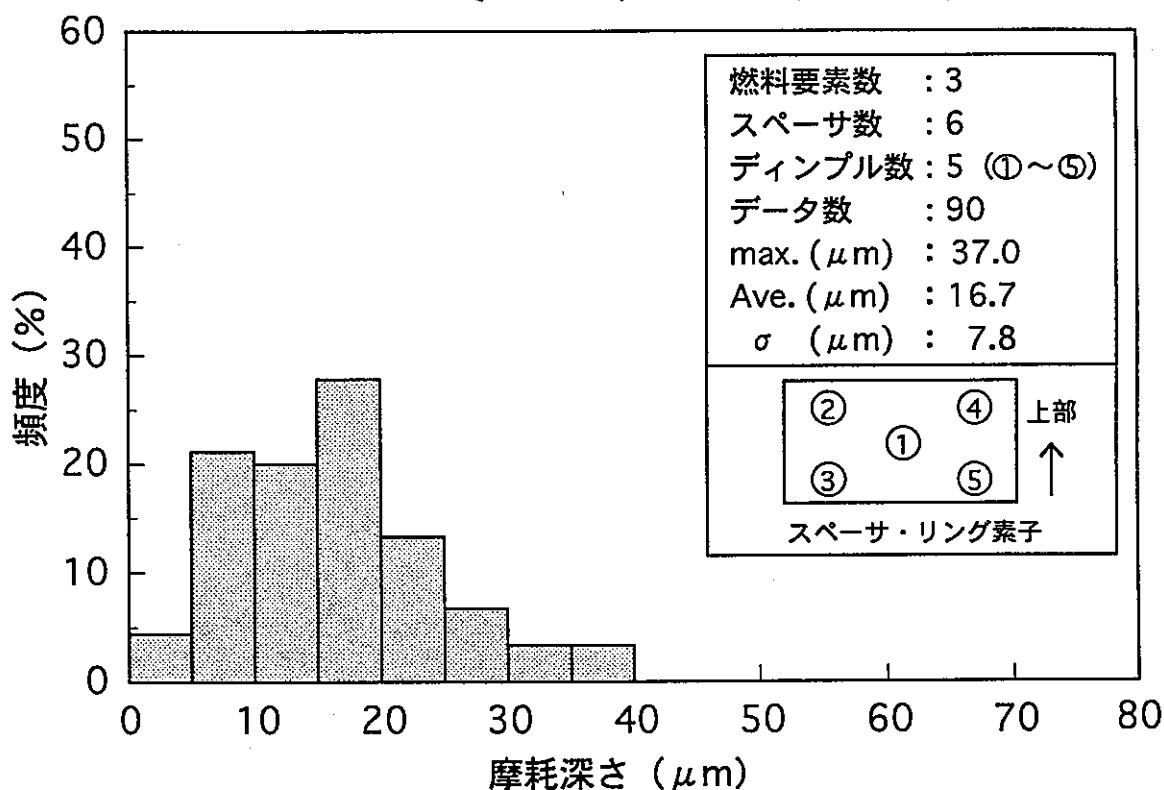


参考図3-8 フレッティング摩耗深さ分布（非除染）

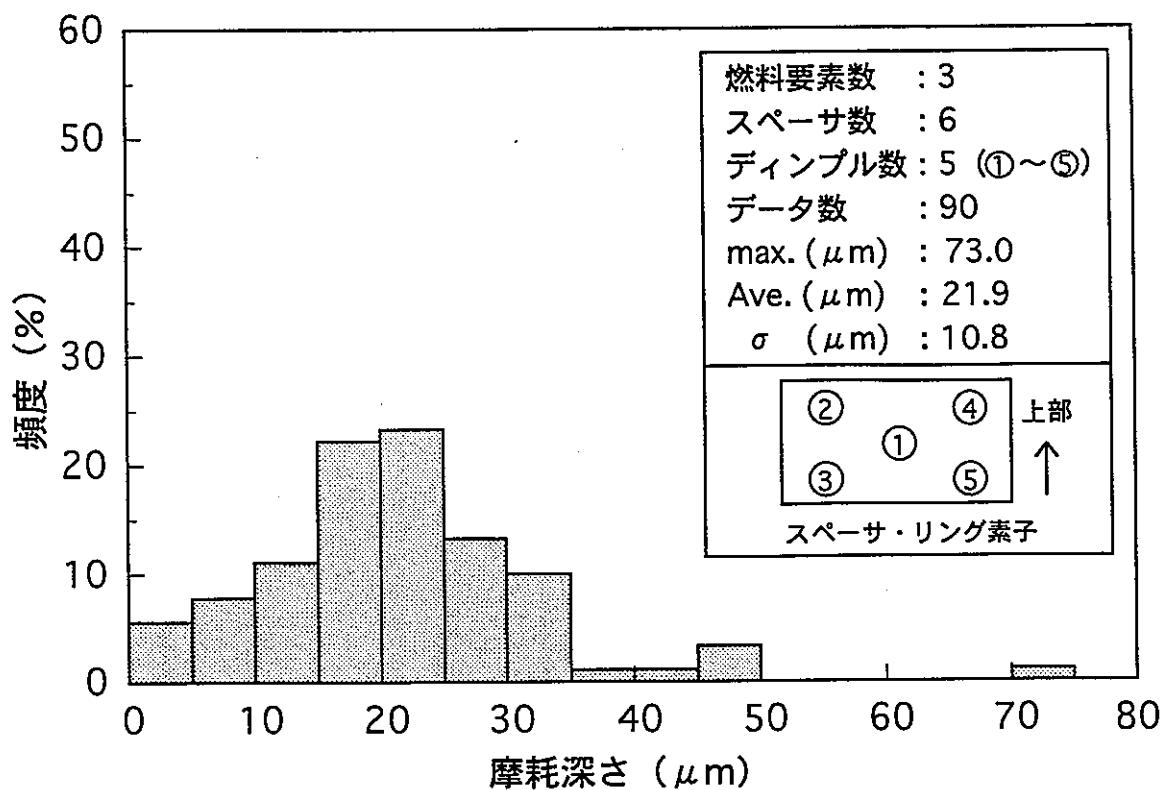
〔5600時間耐久試験対象燃料要素
のデータ(図3-6のBL1)〕



参考図3-9 フレッティング摩耗深さ分布 (1回除染)
 [2500時間耐久試験対象燃料要素]
 のデータ(図3-6のBL2)]

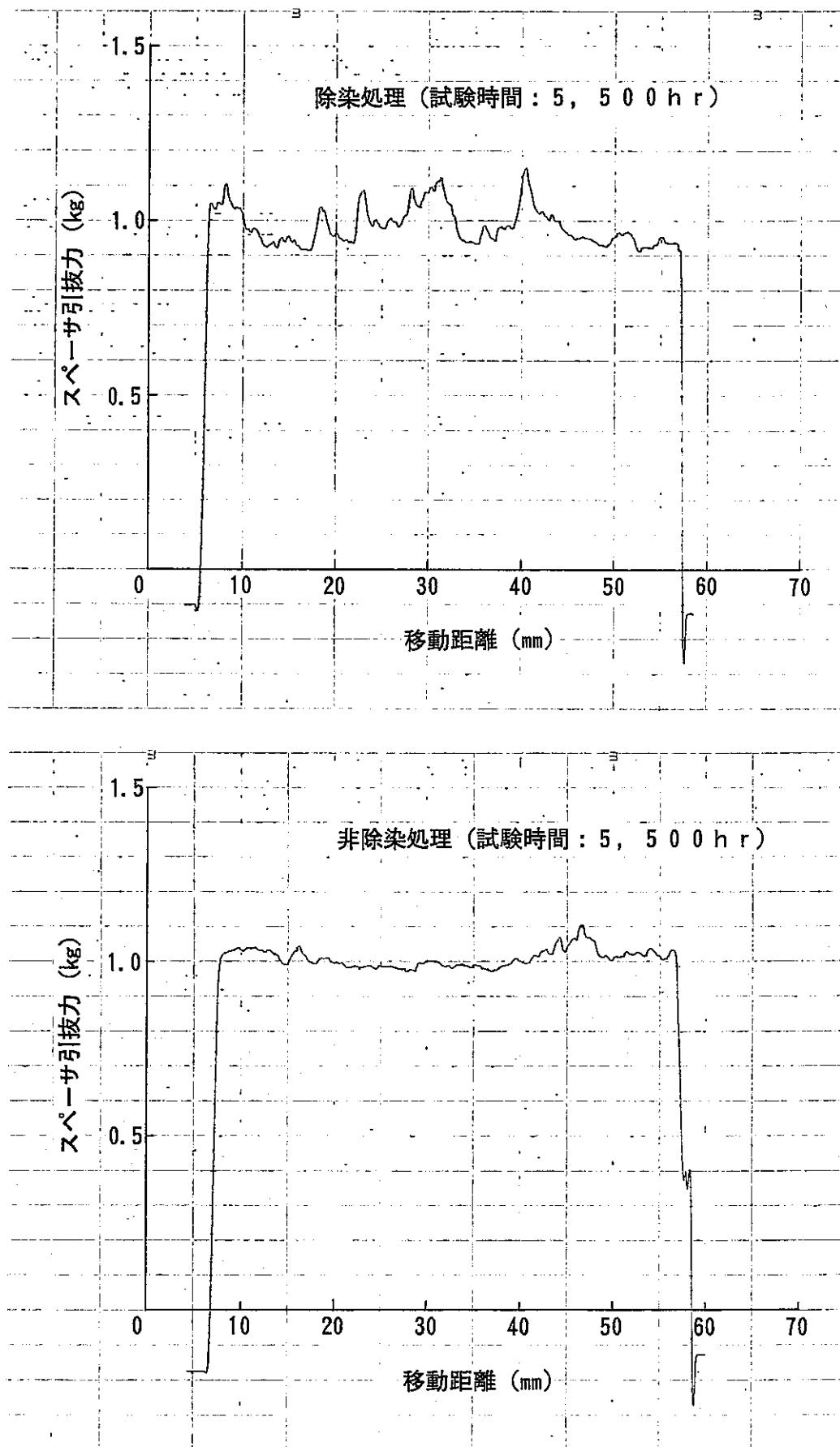


参考図3-10 フレッティング摩耗深さ分布 (2回除染)
 [5500時間耐久試験対象燃料要素]
 のデータ(図3-6のBL3)]



参考図3-11 フレッティング摩耗深さ分布 (3回除染)

[11100時間耐久試験対象燃料要素
のデータ(図3-6のBL4)]



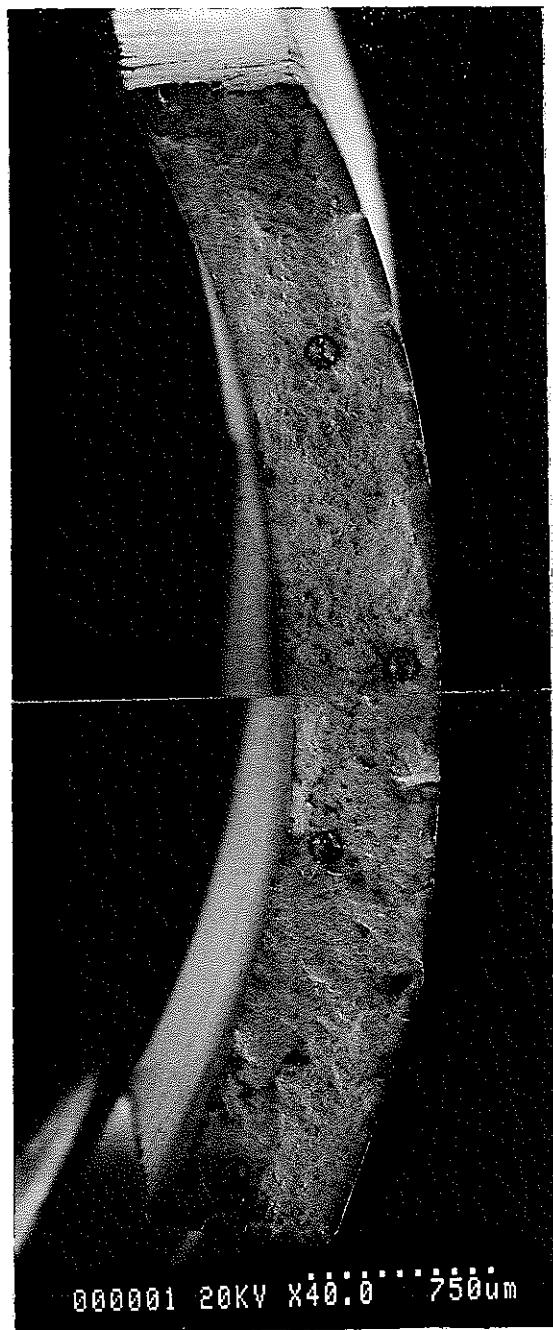
参考図 3-1-2 スペーサ引抜力測定生データ

参考写真

[参考写真 2 - 1 - 1 ∽ 参考写真 2 - 7 0 - 2
参考写真 3 - 1]



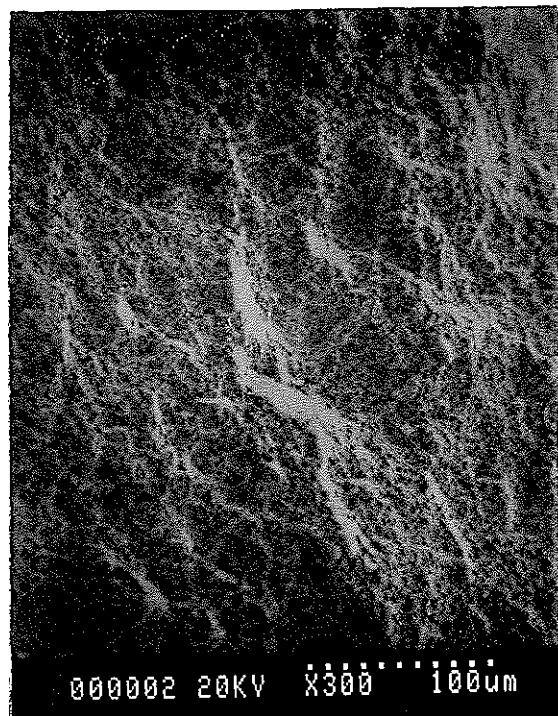
000001 20KV ×40.0 750μm



000001 20KV ×40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

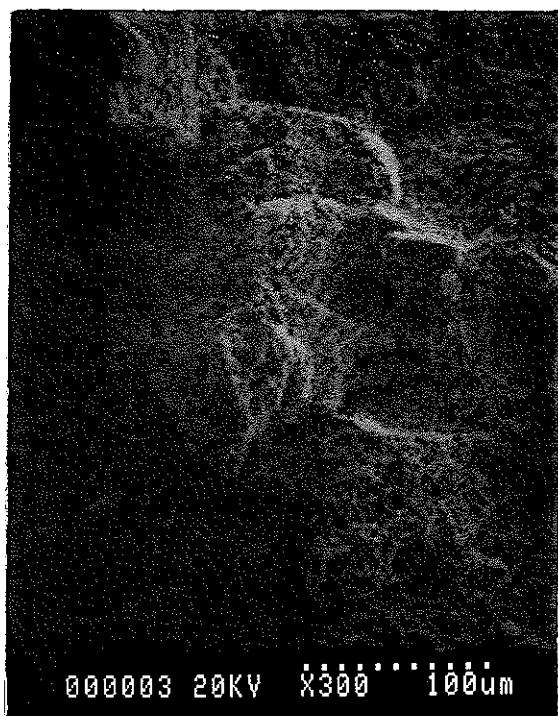
参考写真 2-1-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, ×40)



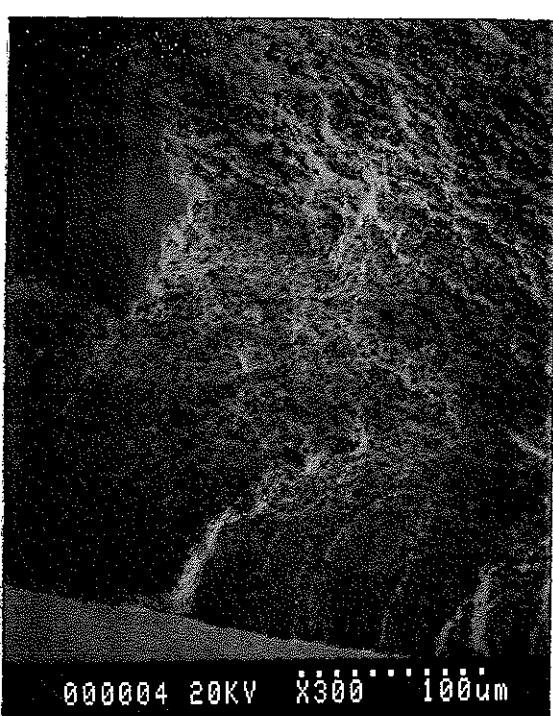
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



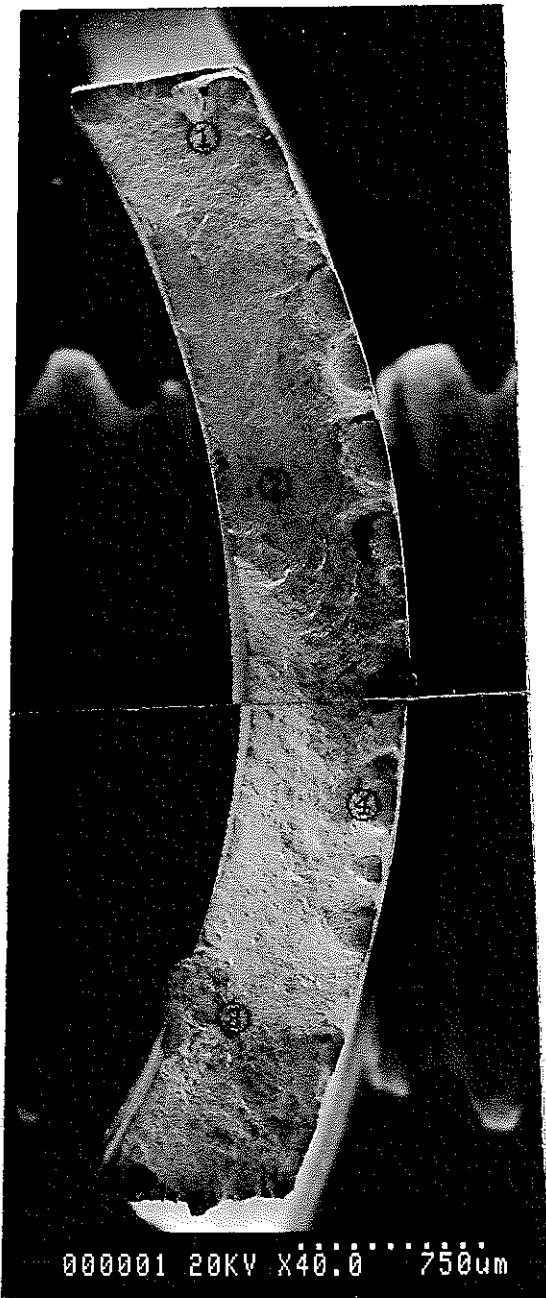
④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真2-1-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



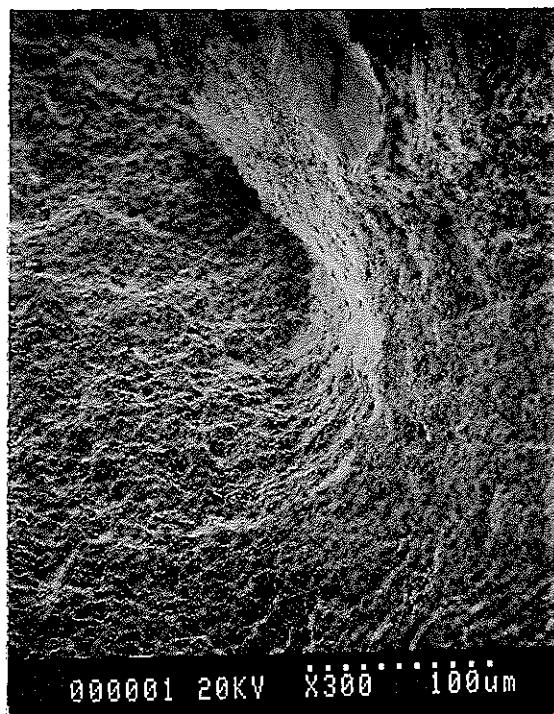
000000 20KV X40.0 750μm



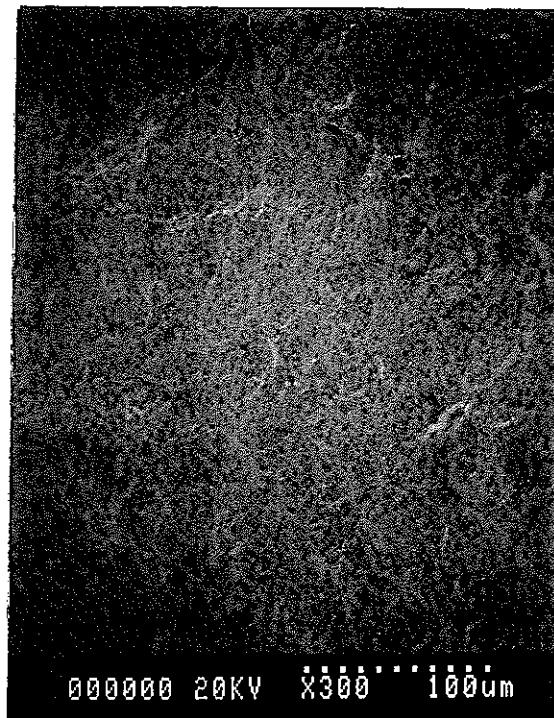
000001 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

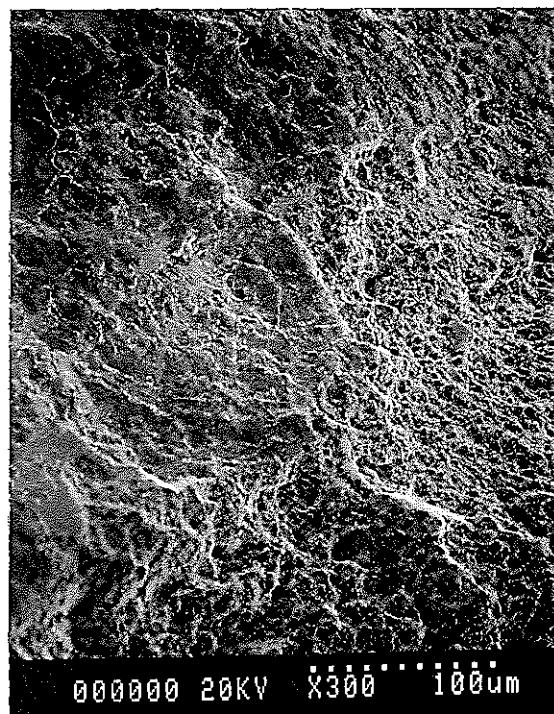
参考写真2-2-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



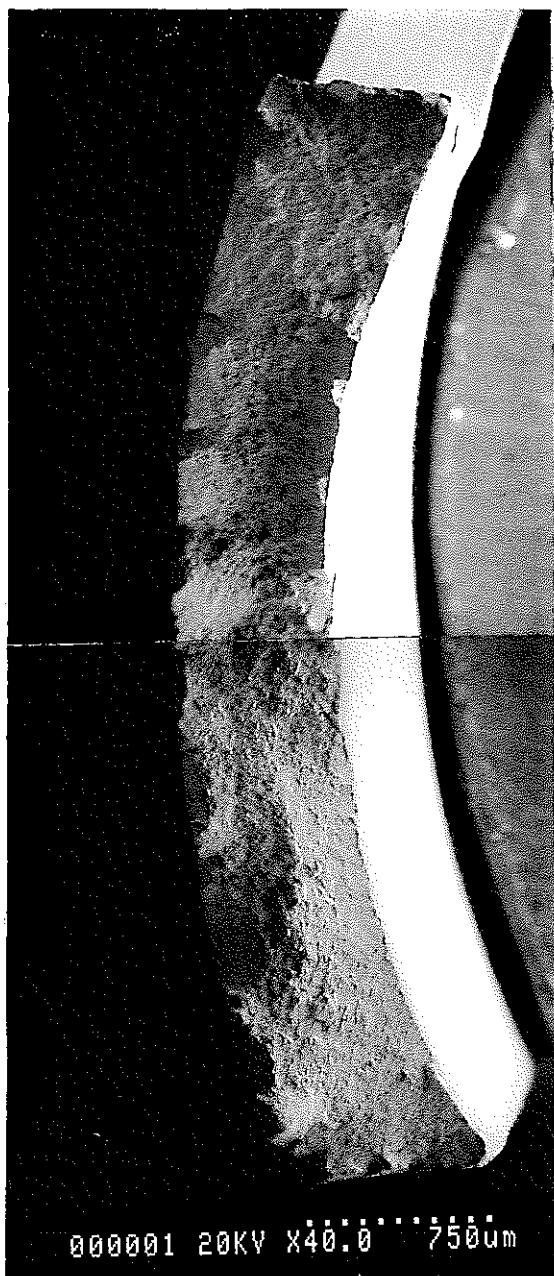
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

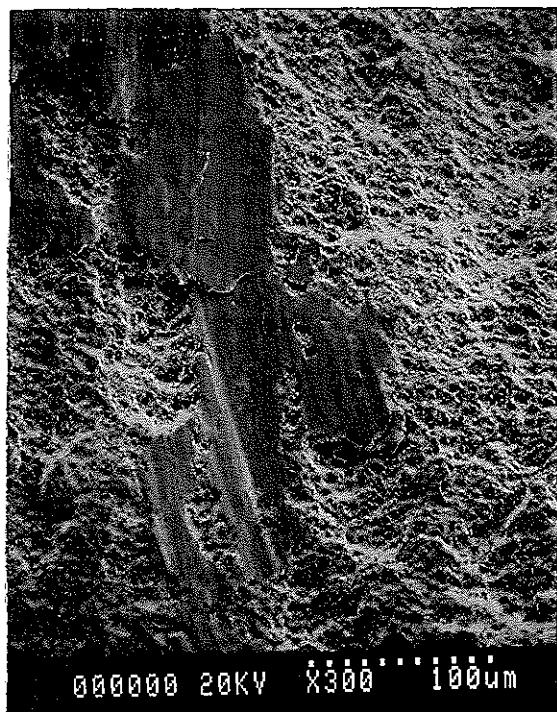
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

参考写真2-2-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

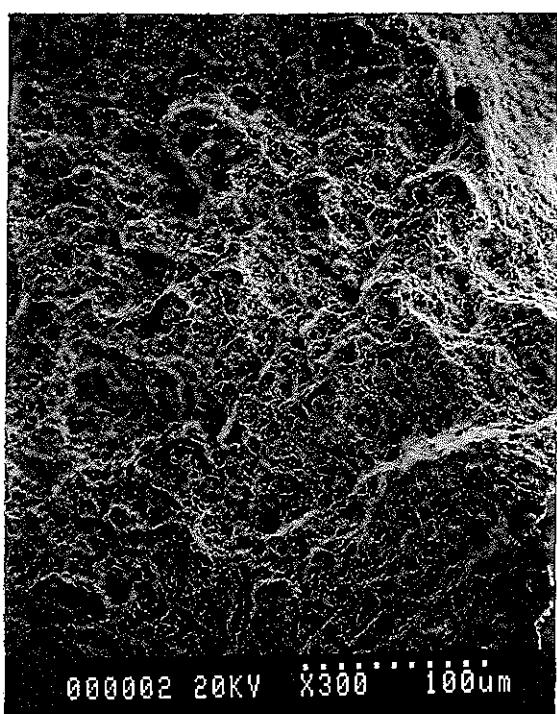
参考写真 2-3-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, × 40)



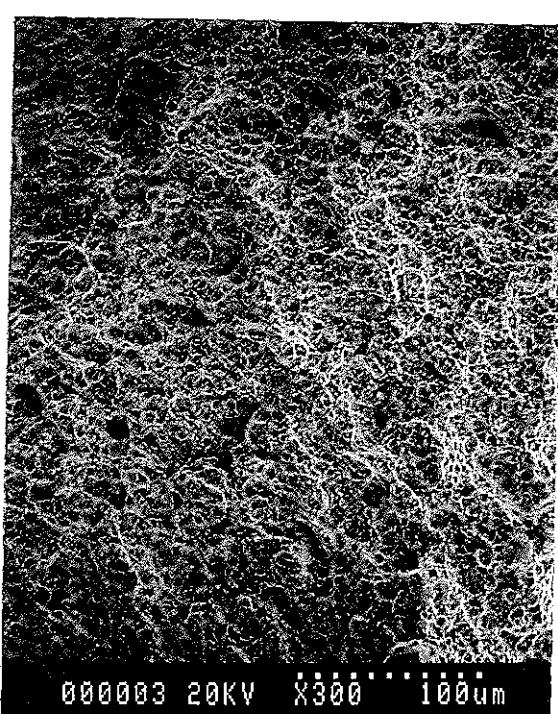
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

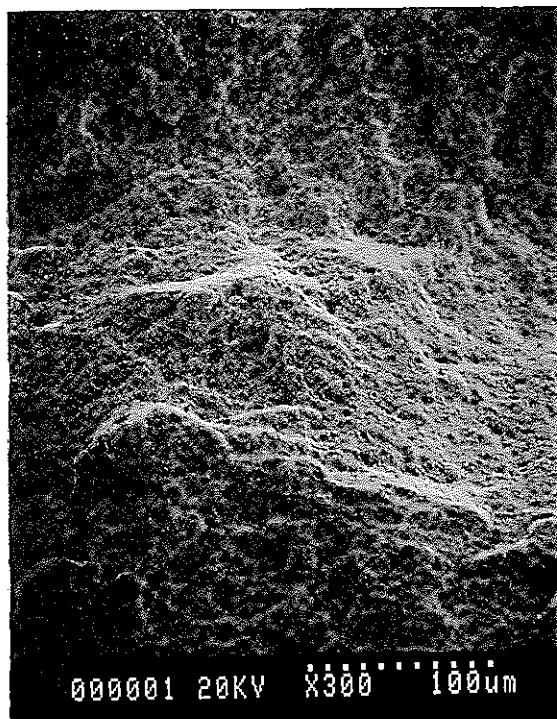
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真2-3-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)

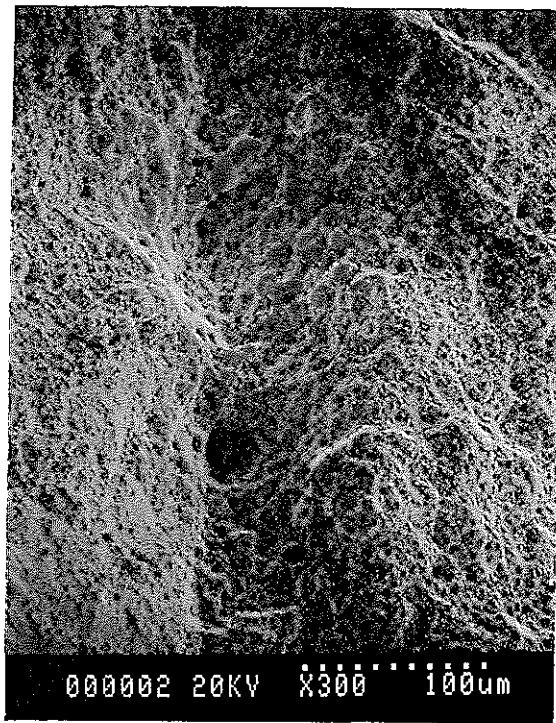


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

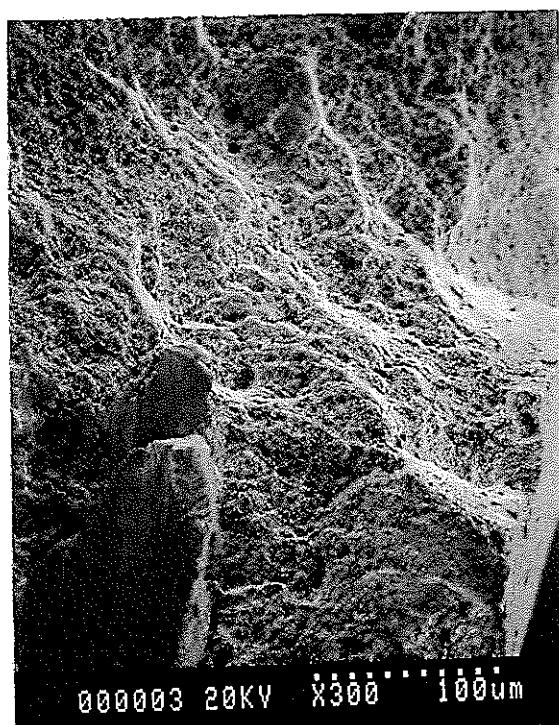
参考写真 2-4-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, × 40)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



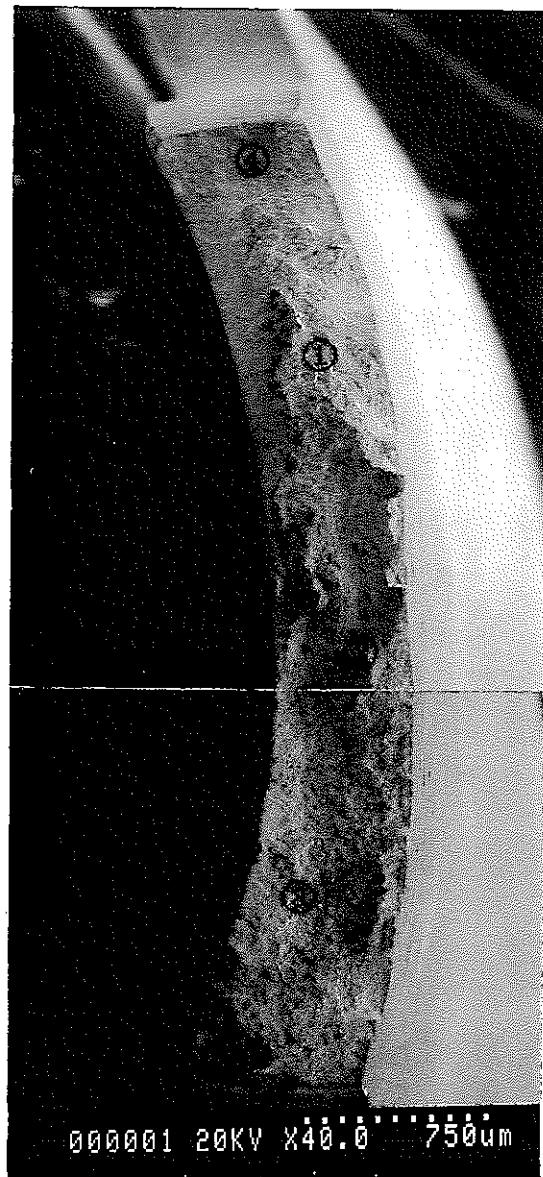
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

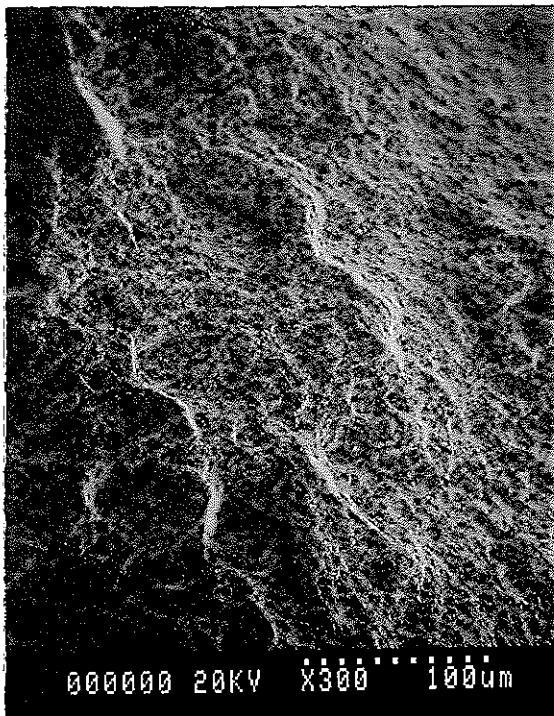
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

参考写真 2-4-2 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, ×300)

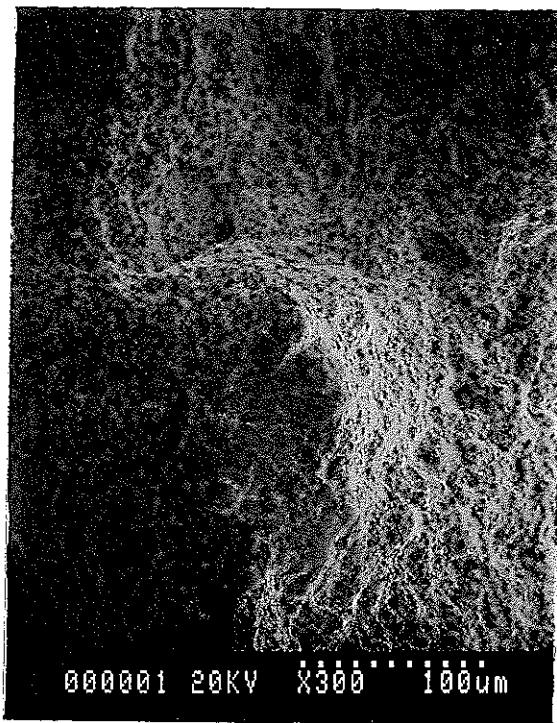


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

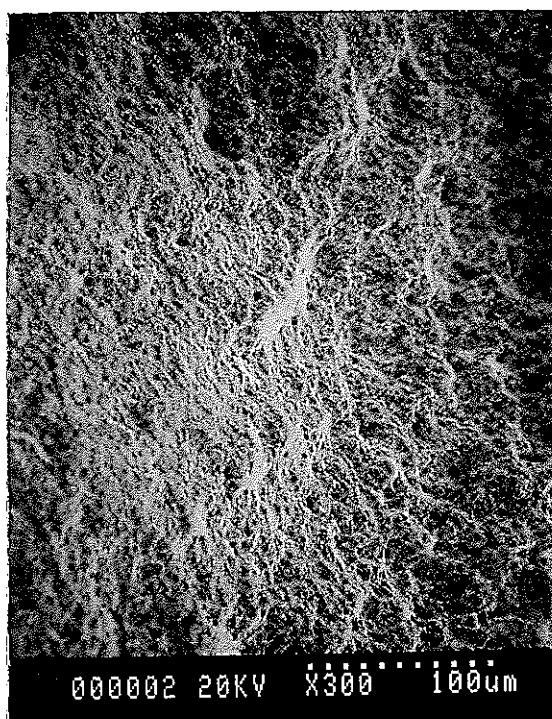
参考写真 2-5-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, × 40)



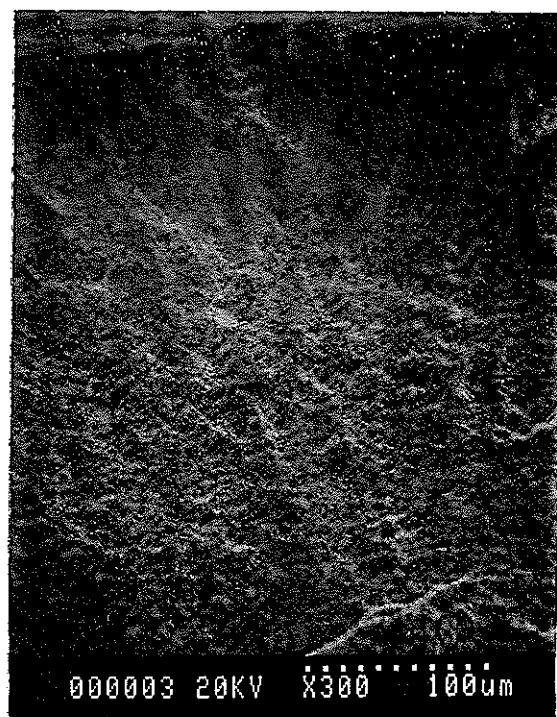
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



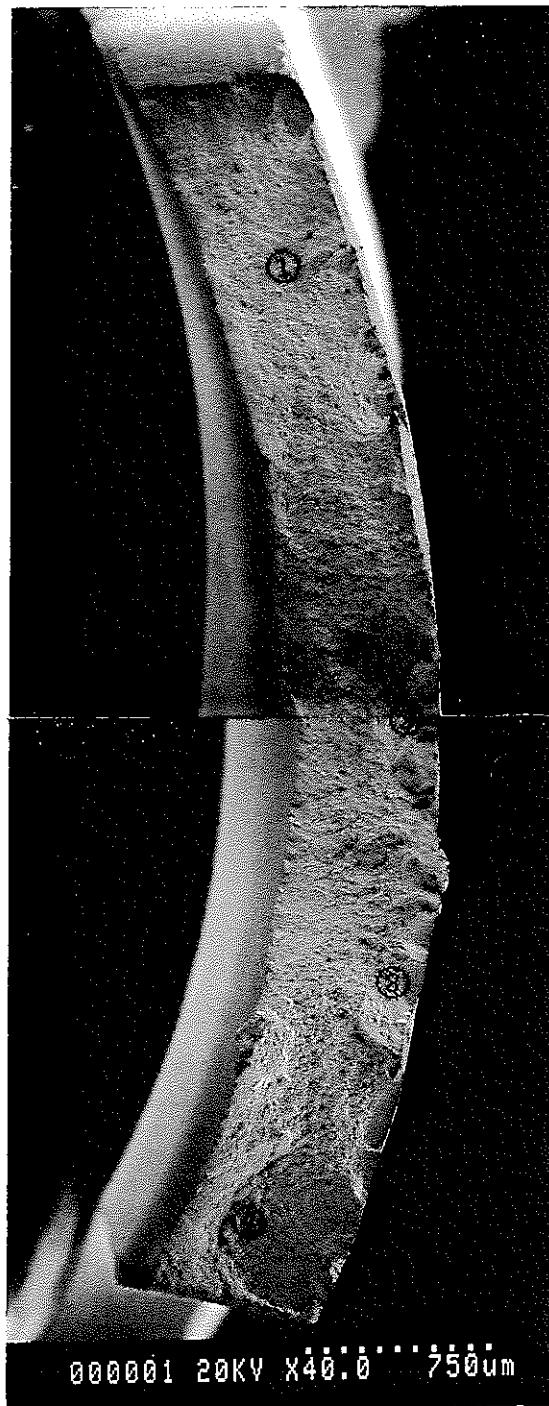
④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

参考写真2-5-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



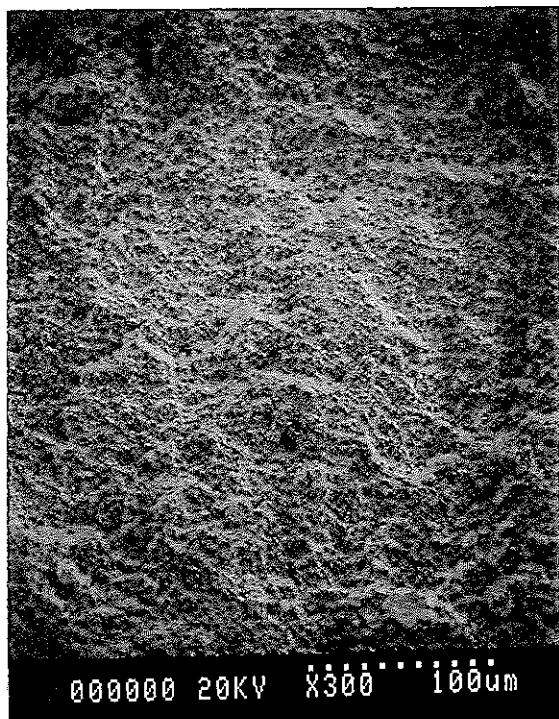
000001 20KV X40.0 750μm



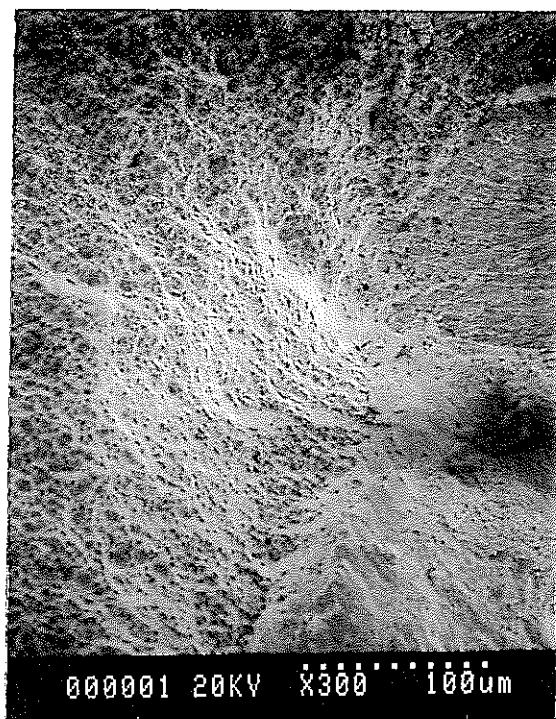
000001 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

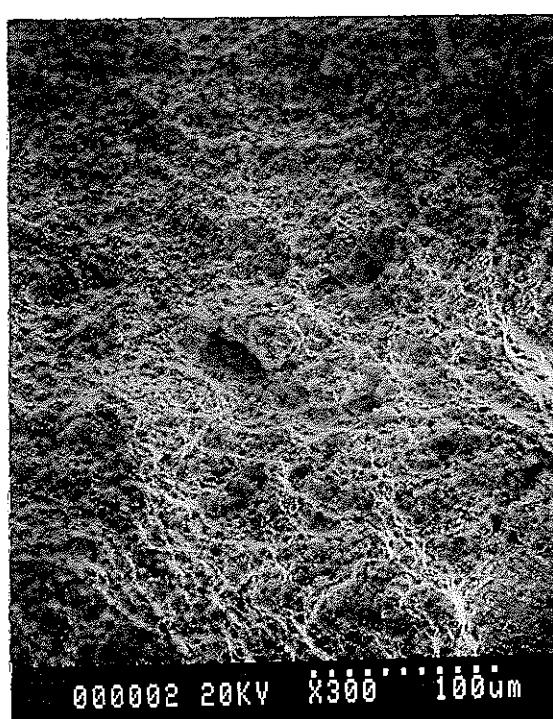
参考写真2-6-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



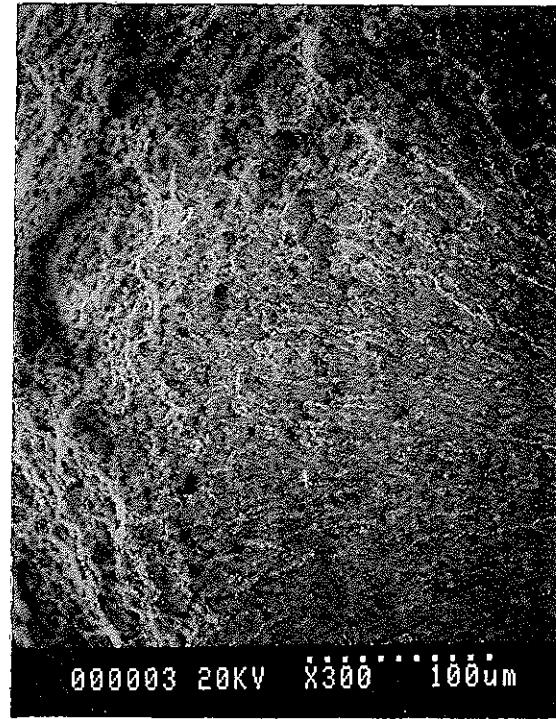
① 部 拡 大



② 部 拡 大



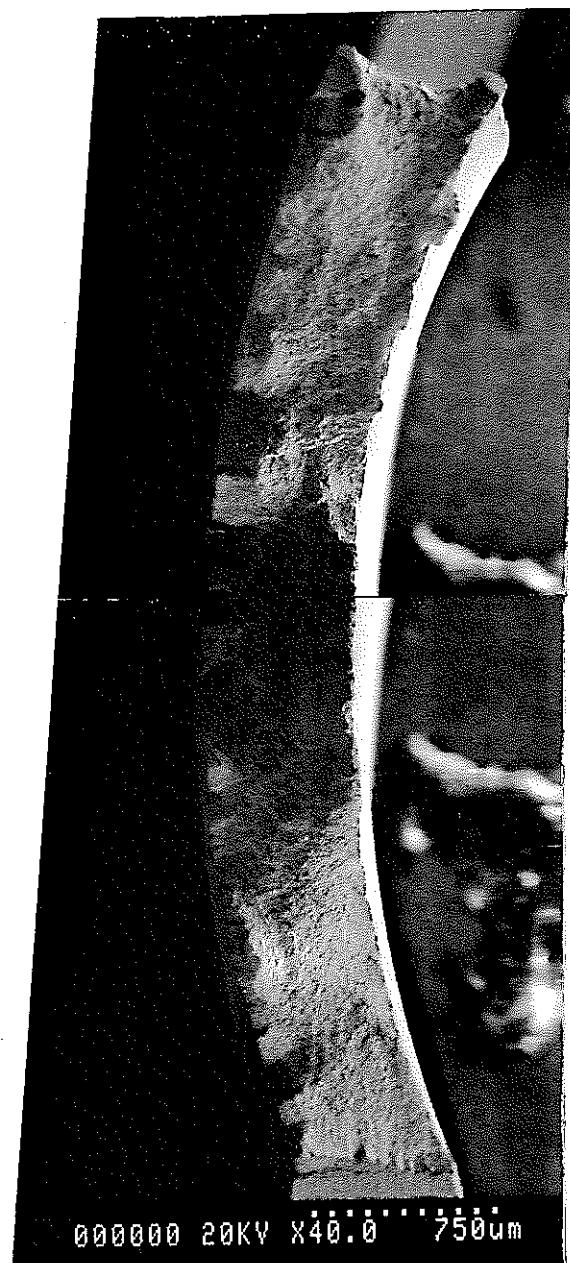
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

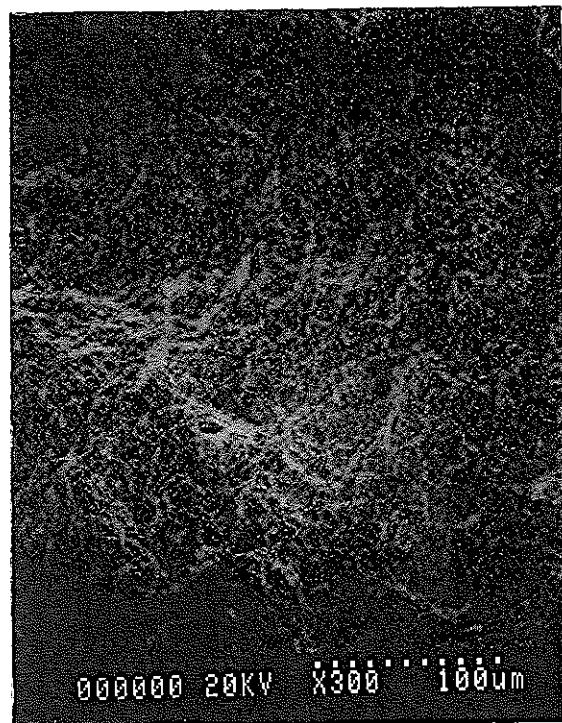
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

参考写真 2-6-2 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, ×300)

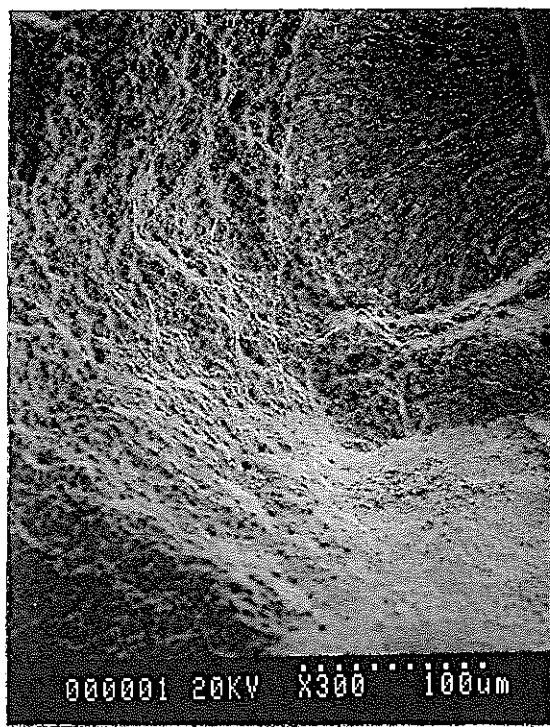


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

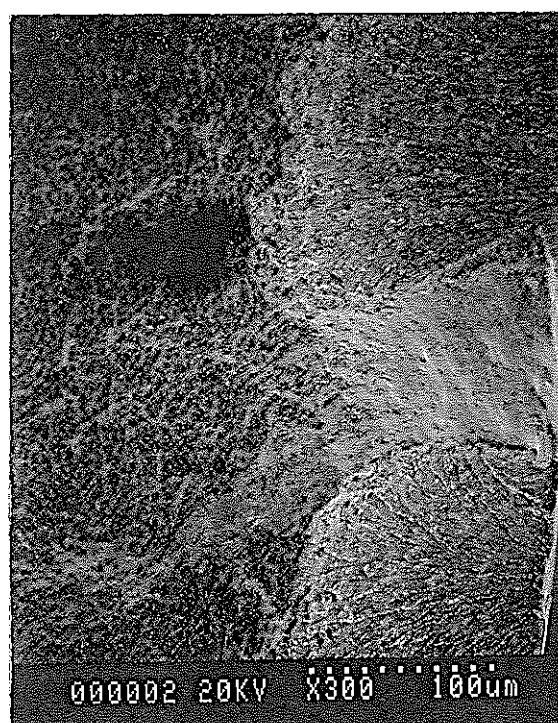
参考写真2-7-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



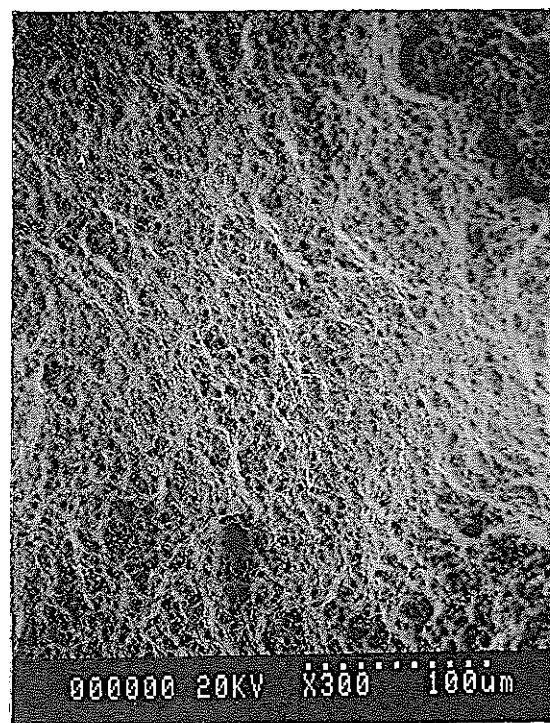
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



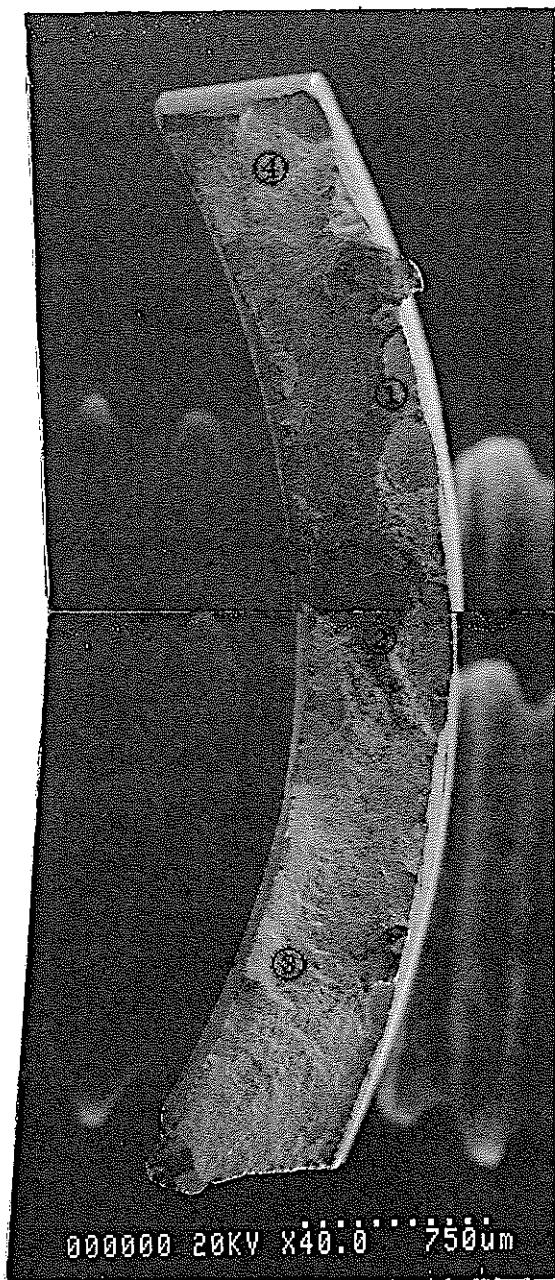
④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

参考写真 2-7-2 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, ×300)



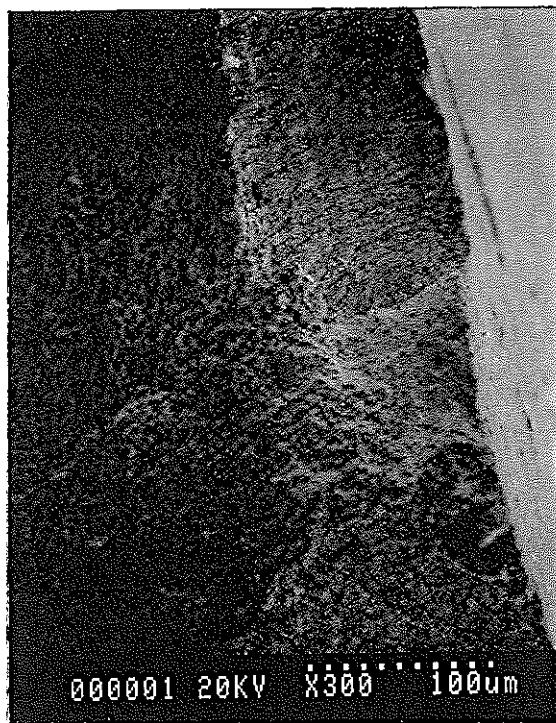
000001 20KV X40.0 750μm



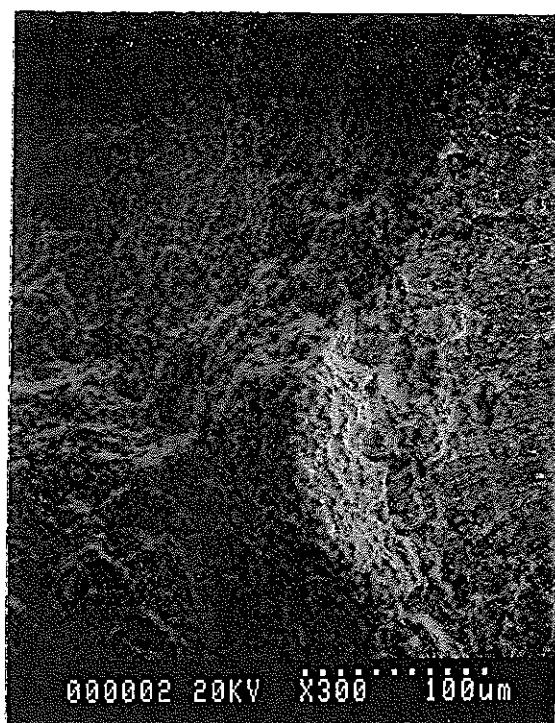
000000 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

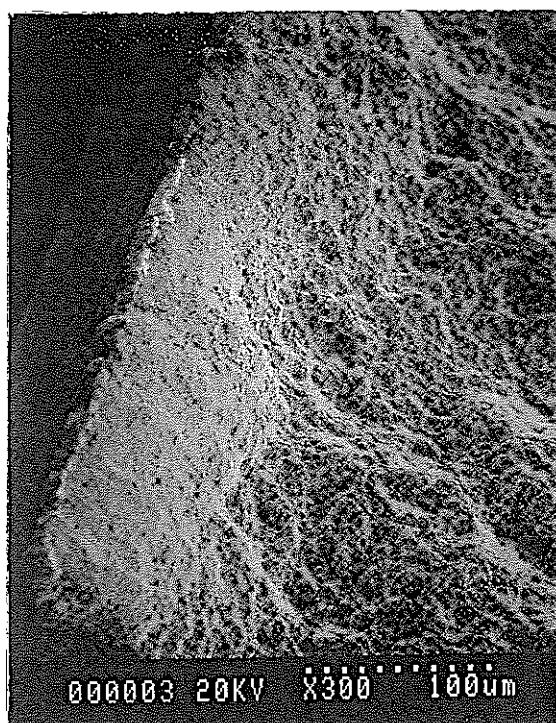
参考写真 2-8-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, × 40)



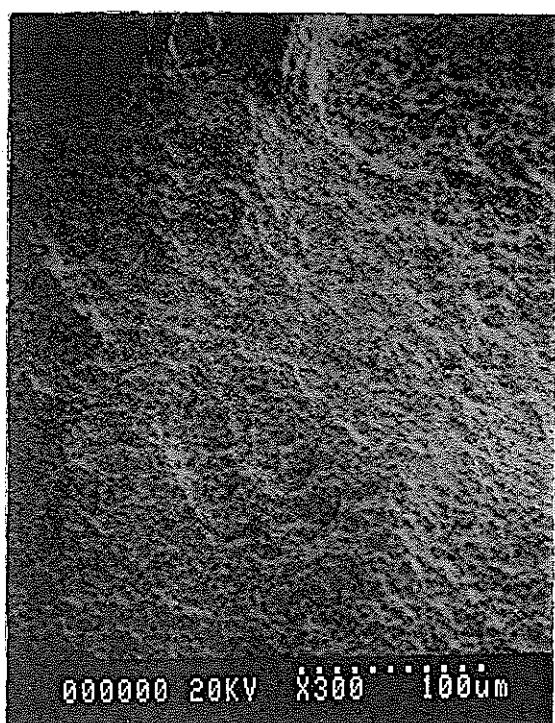
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

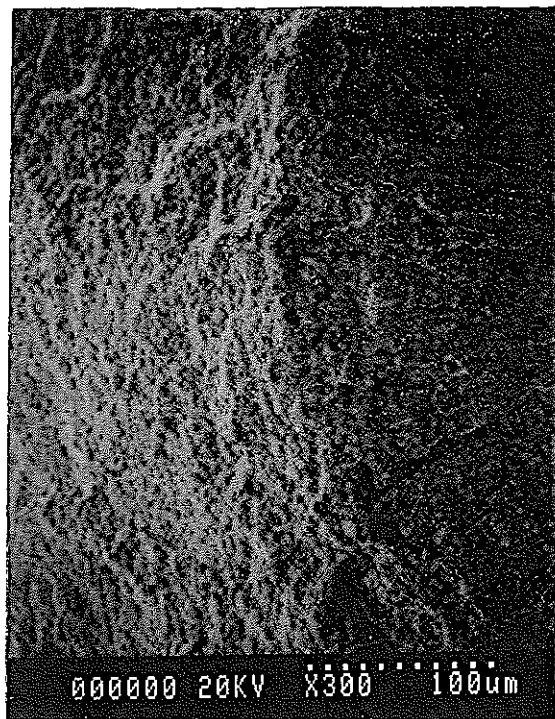
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真2-8-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)

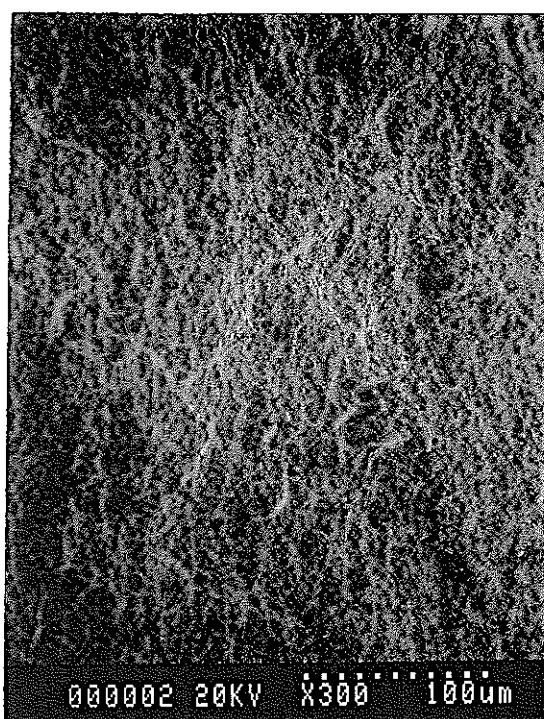


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

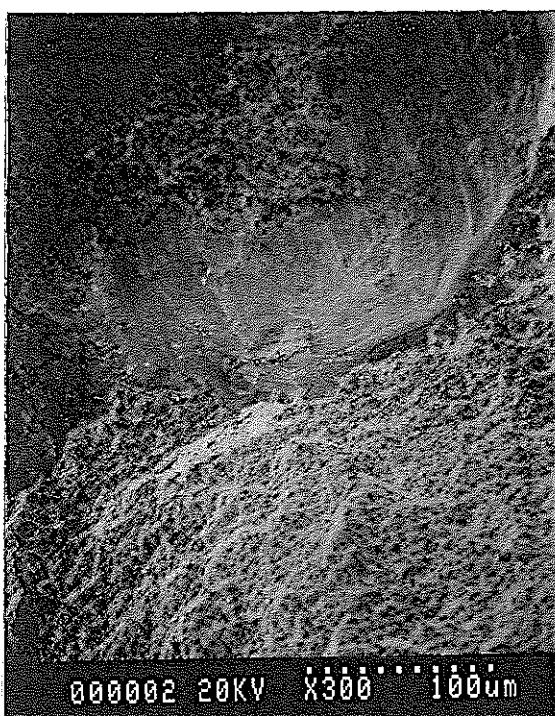
参考写真 2-9-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, × 40)



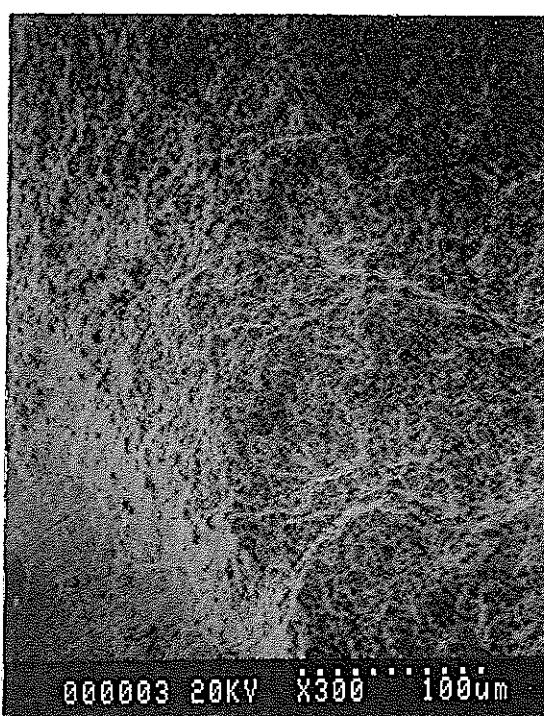
① 部 拡 大



② 部 拡 大



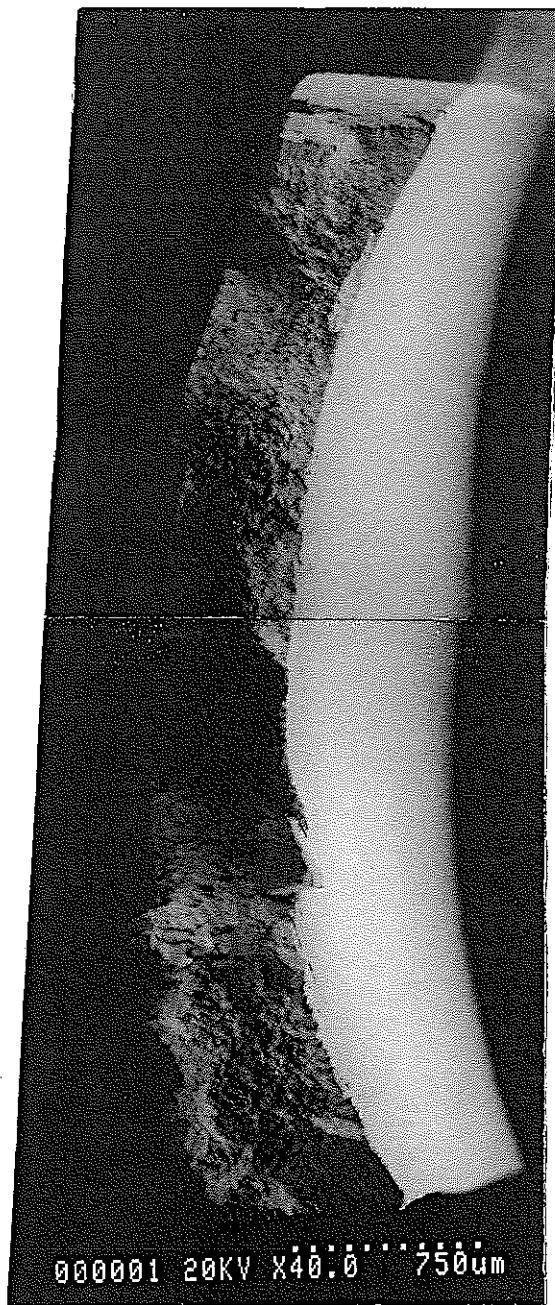
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

参考写真2-9-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



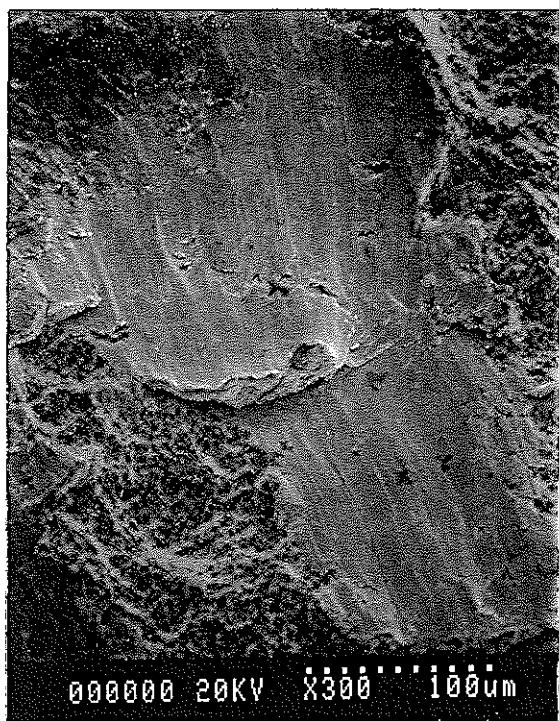
000001 20KV X40.0 750μm



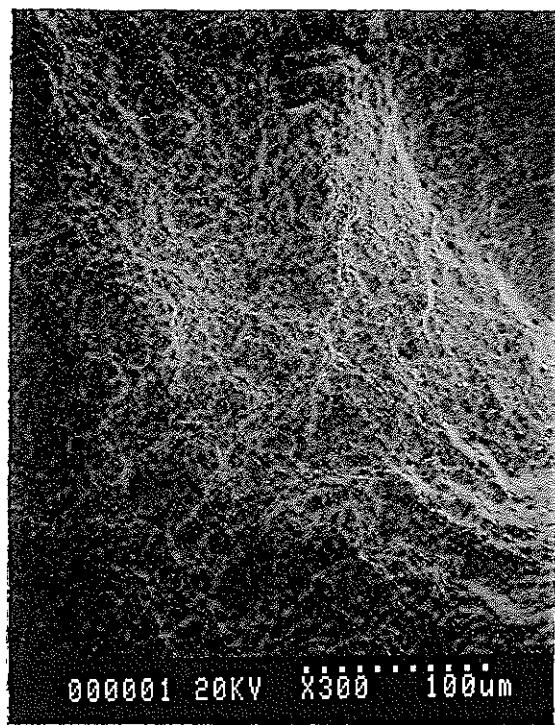
000001 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

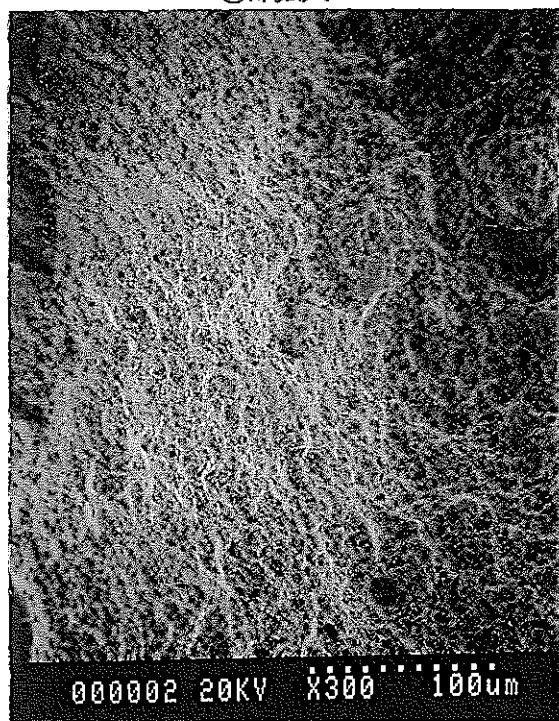
参考写真 2-10-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, × 40)



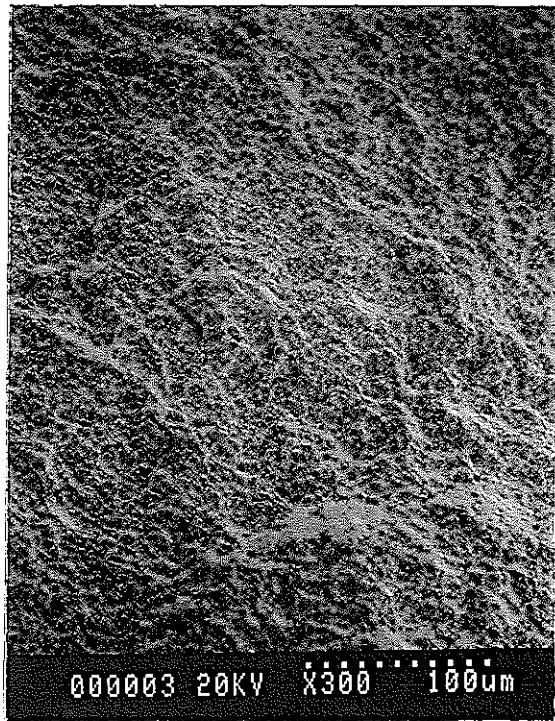
①部拡大



②部拡大



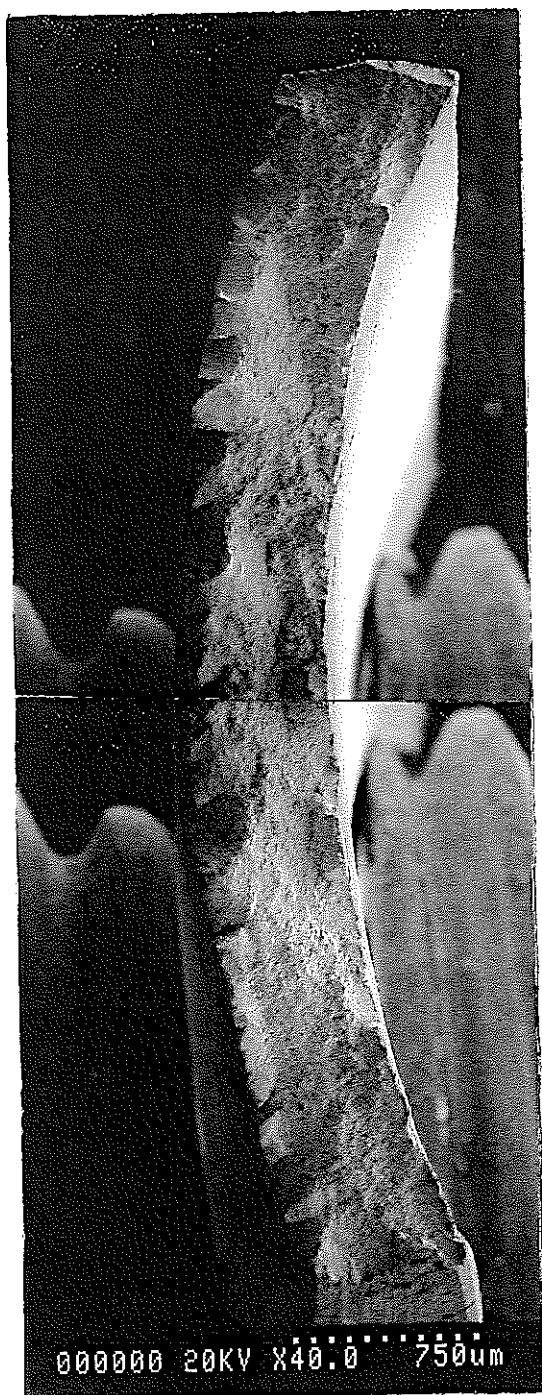
③部拡大



④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B1 | 280 | 78 | 8 | 0 |

参考写真 2-10-2 引張破断面の SEM 像 (Zry-2, ×300)



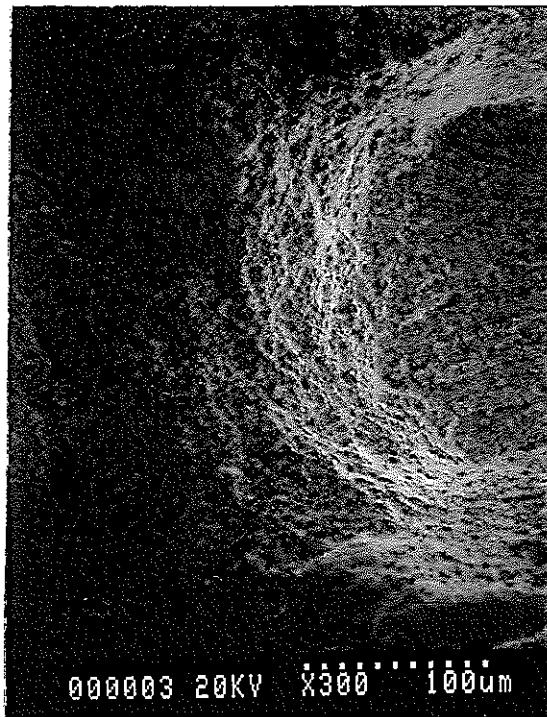
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

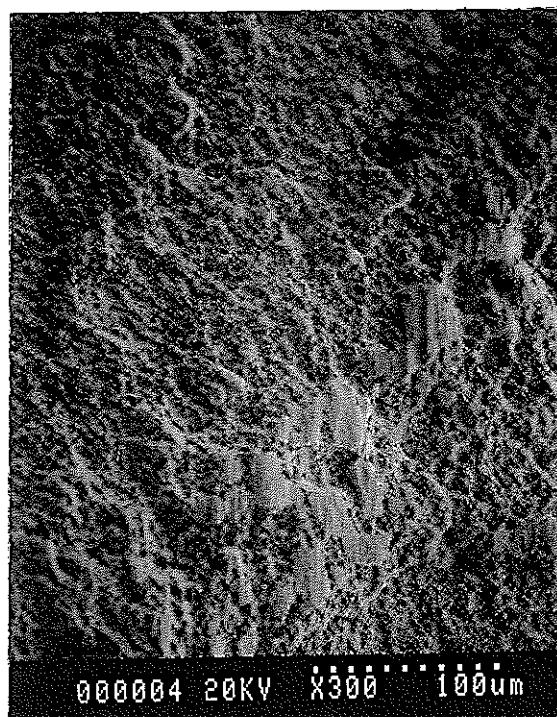
参考写真2-11-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



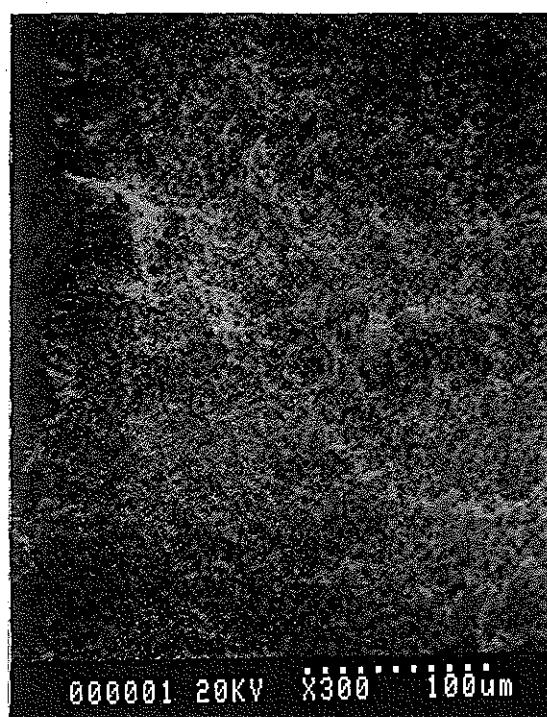
①部拡大



②部拡大



③部拡大

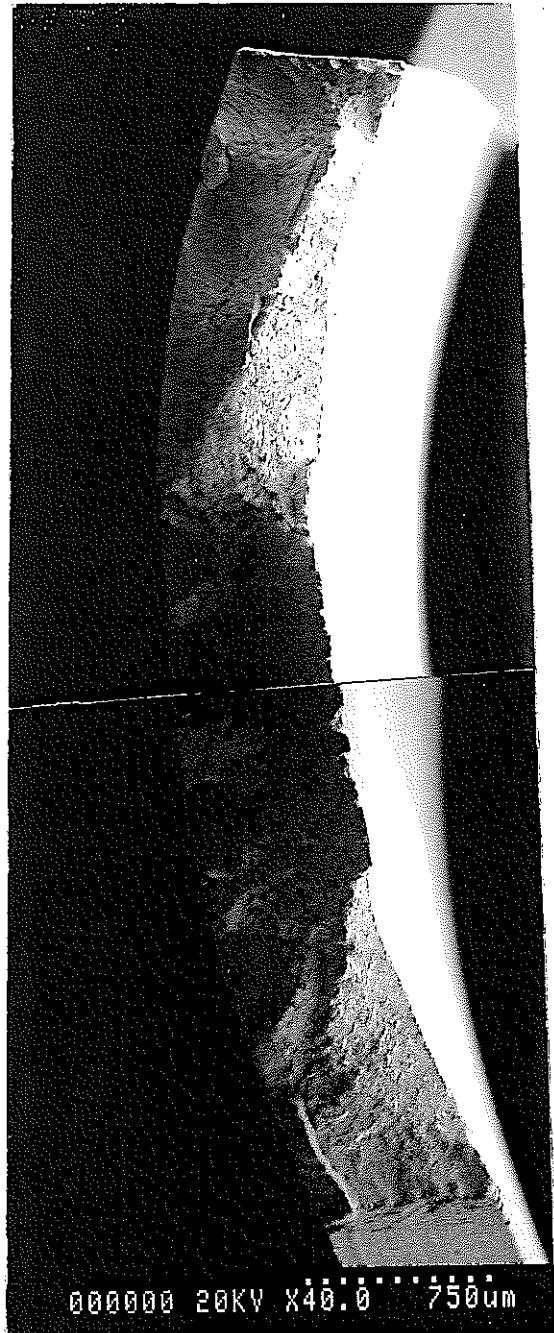


④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

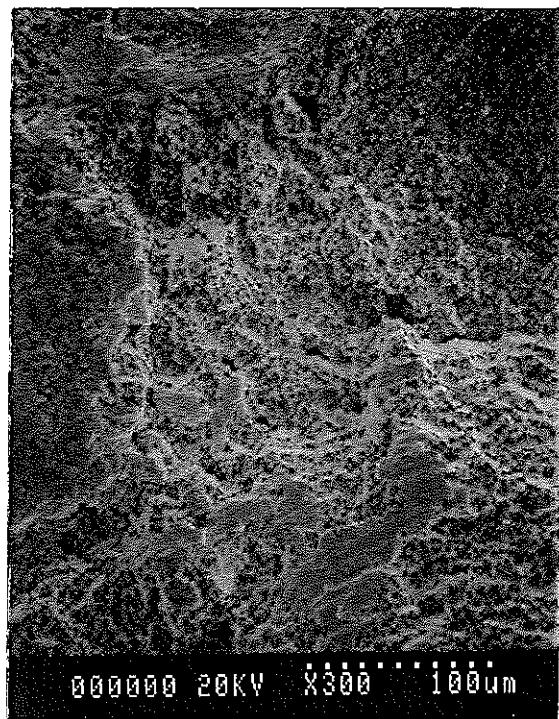
参考写真2-11-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



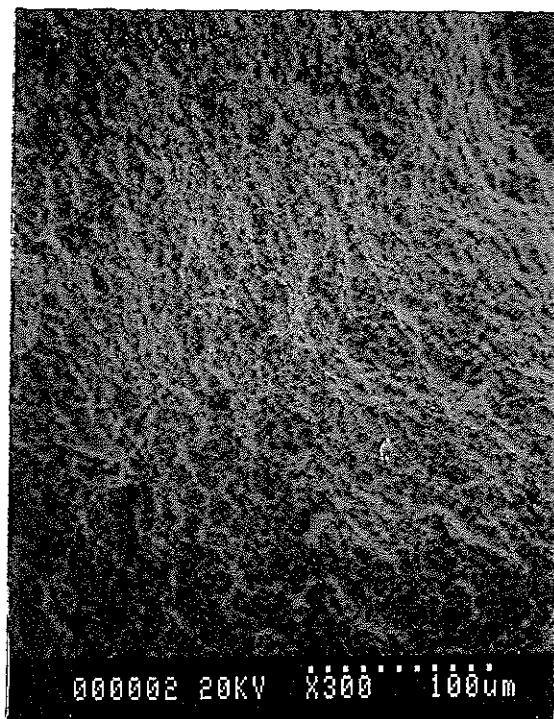
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

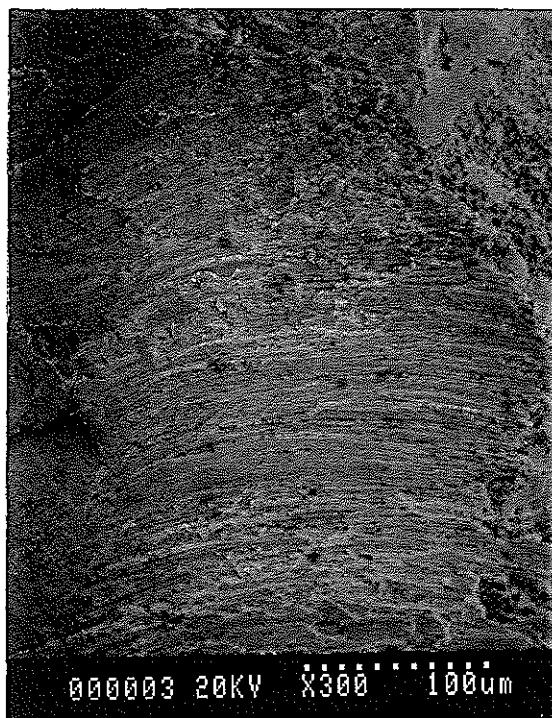
参考写真2-12-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



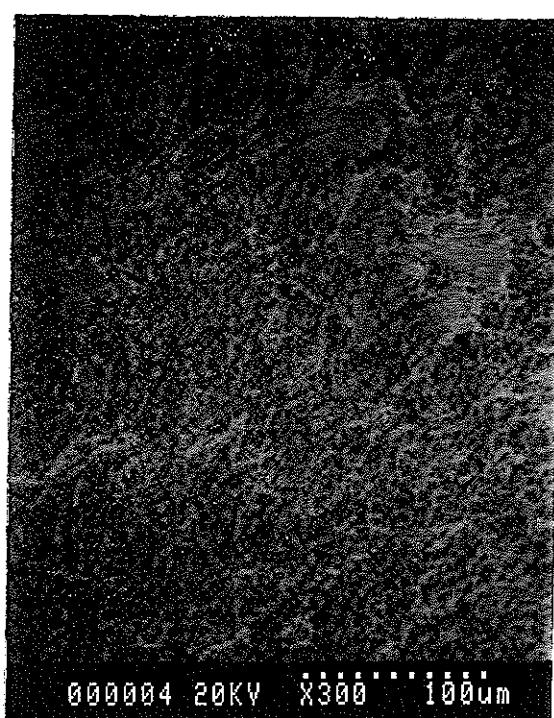
①部拡大



②部拡大



③部拡大

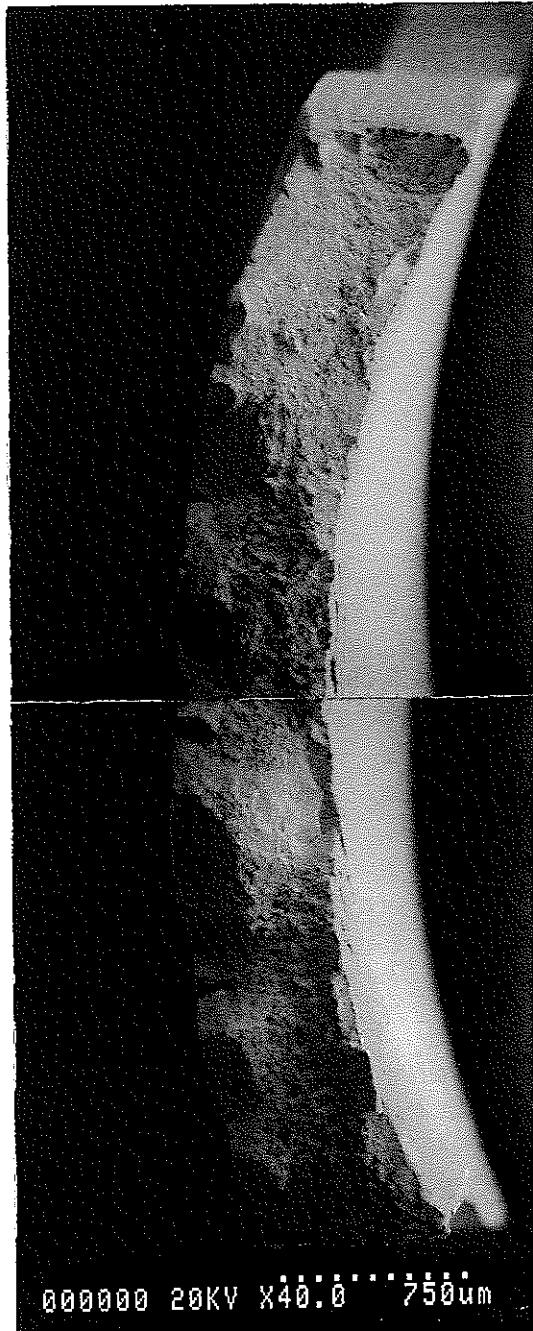


④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

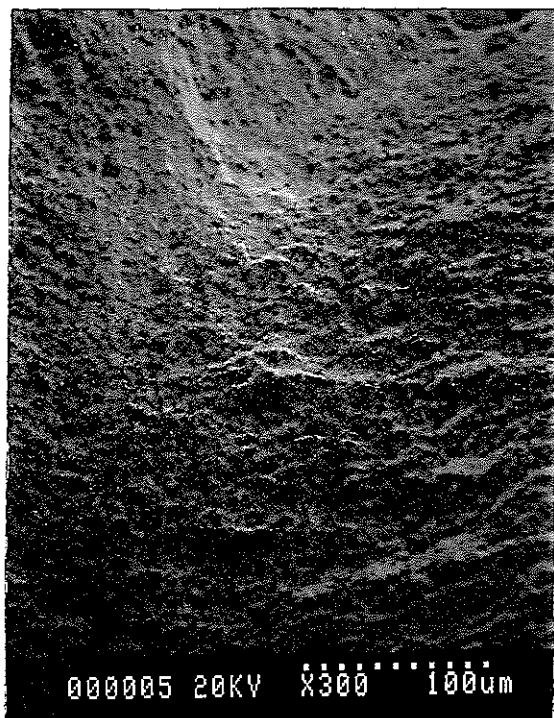
参考写真2-12-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-13-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



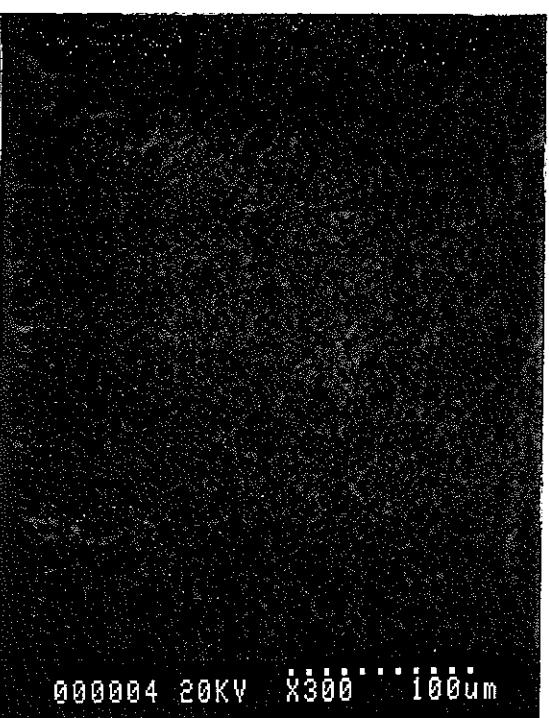
①部拡大



②部拡大



③部拡大

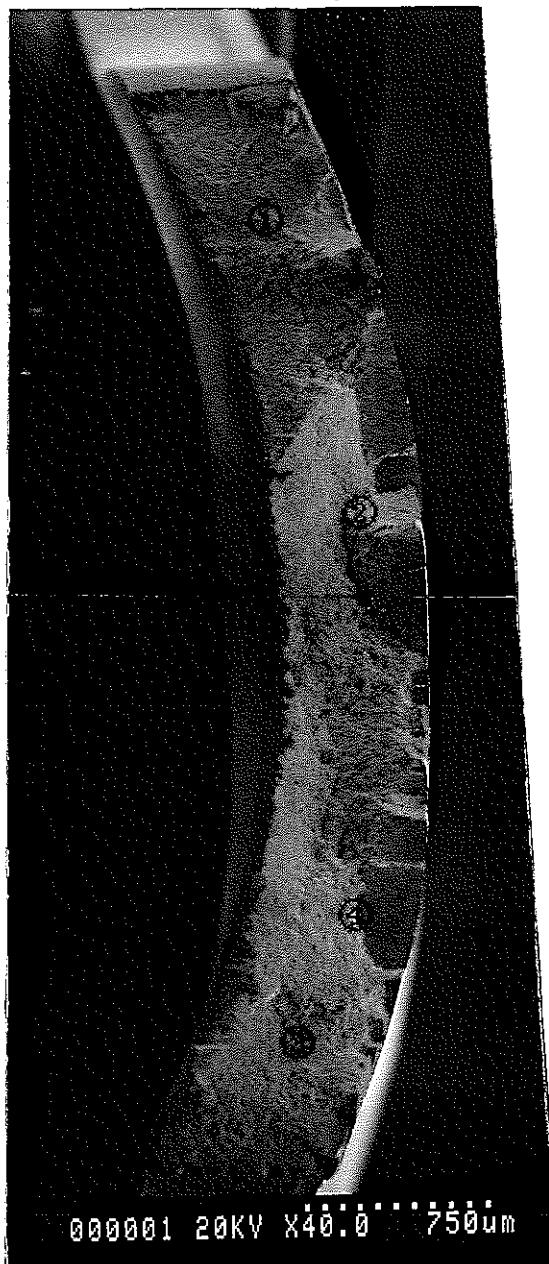


④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

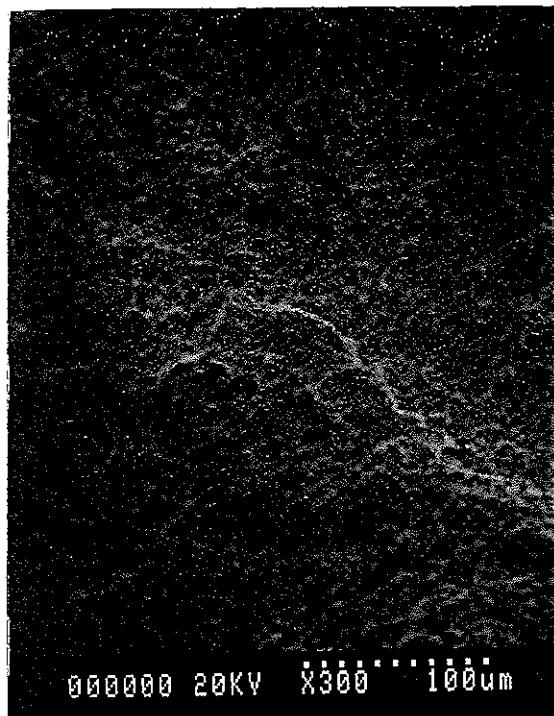
参考写真2-13-2 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×300)



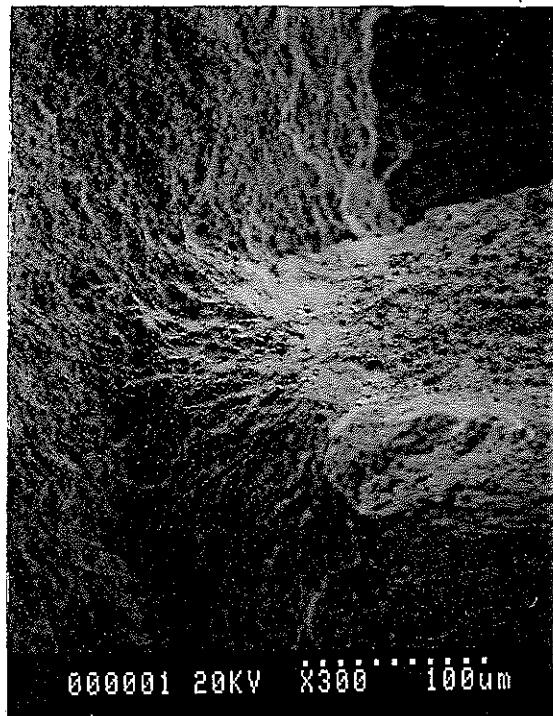
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

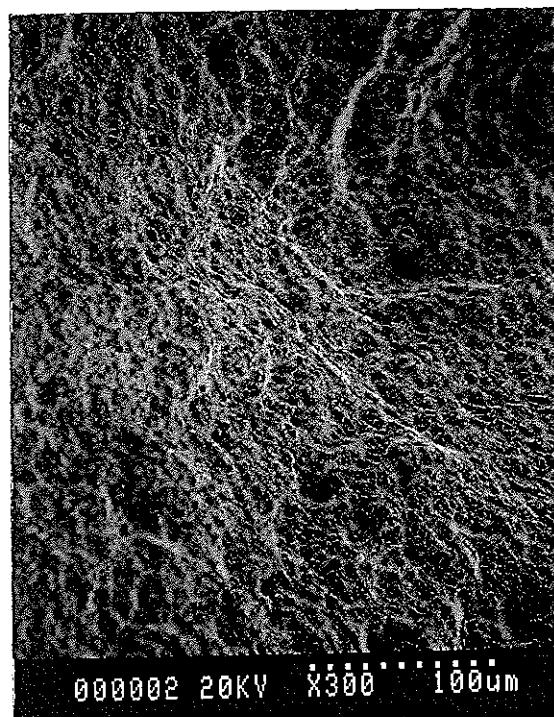
参考写真2-14-1 引張破断面のSEM像(Zry-2, ×40)



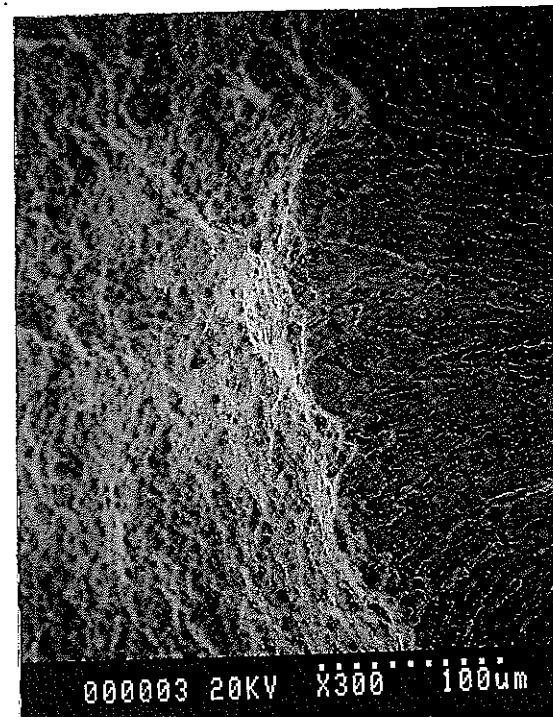
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

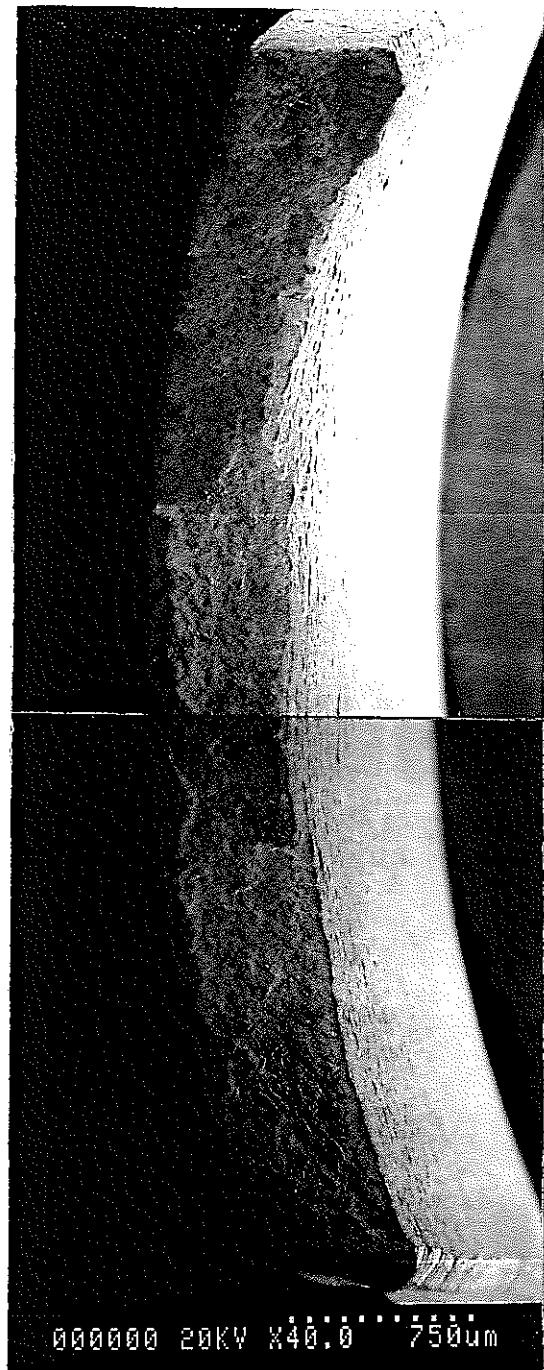


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-14-2 引張破断面のSEM像 (Zry-2, ×300)



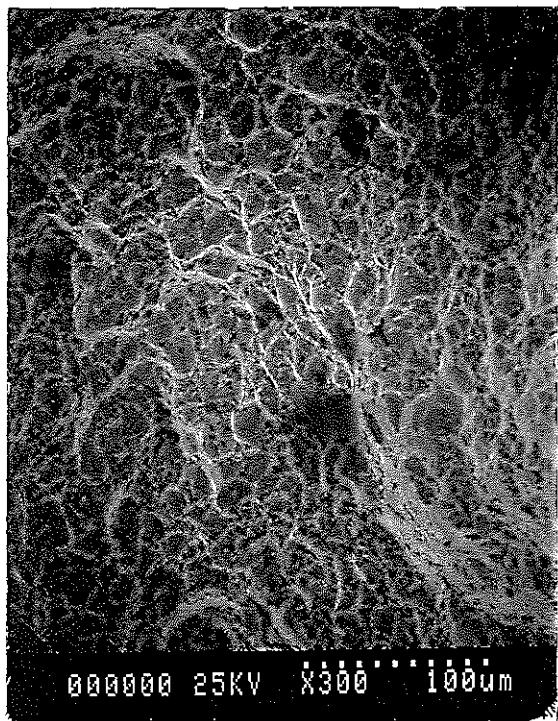
000000 20KV X40.0 750um



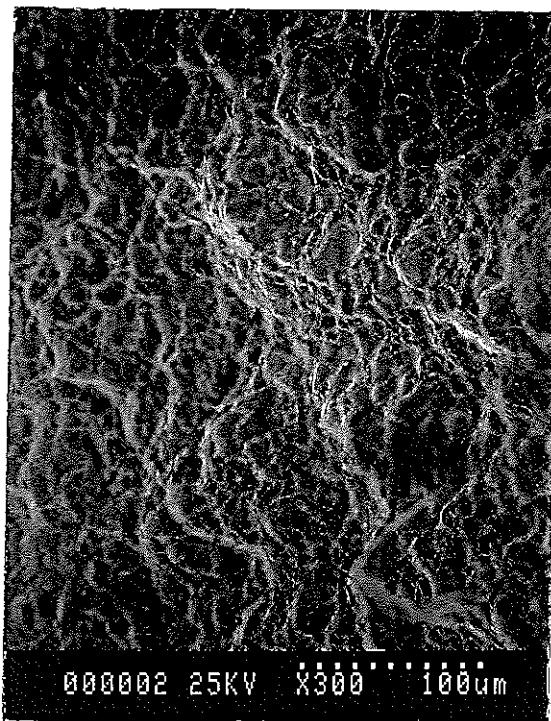
000001 20KV X40.0 750um

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

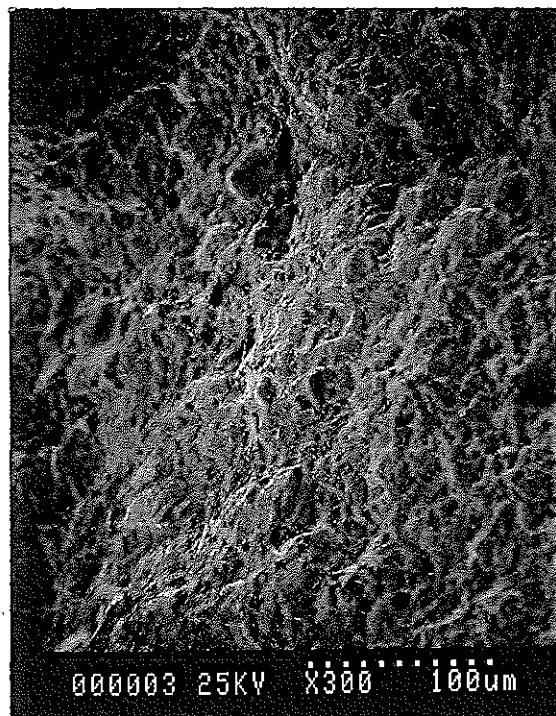
参考写真2-15-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



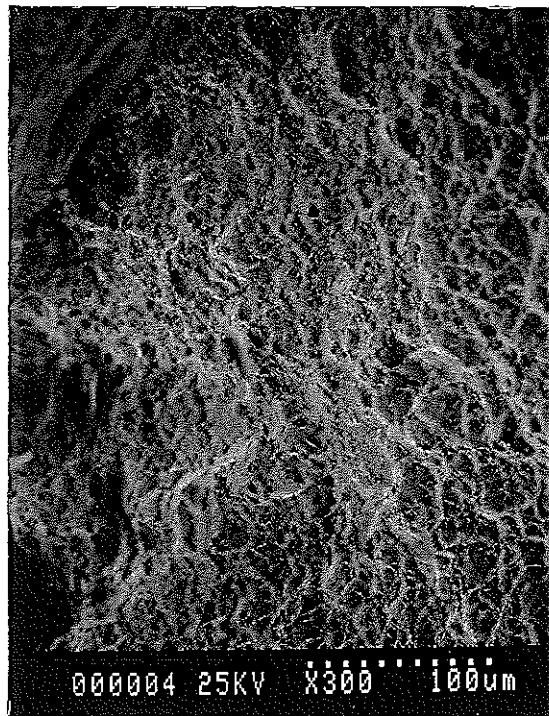
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

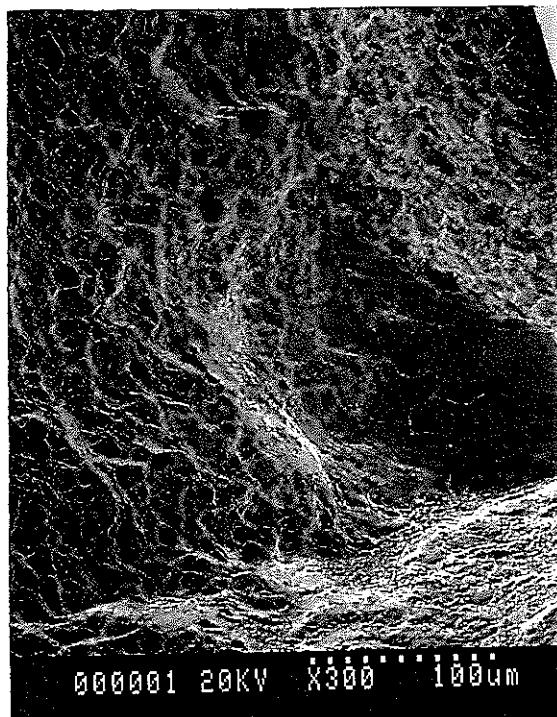
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真2-15-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)

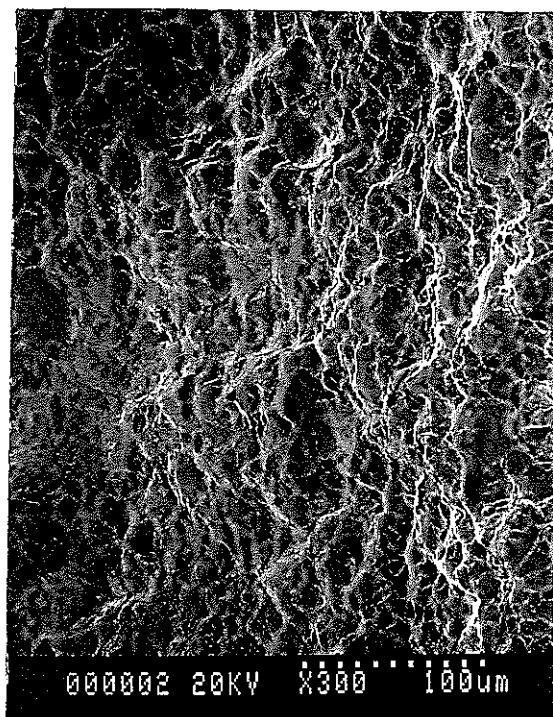


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

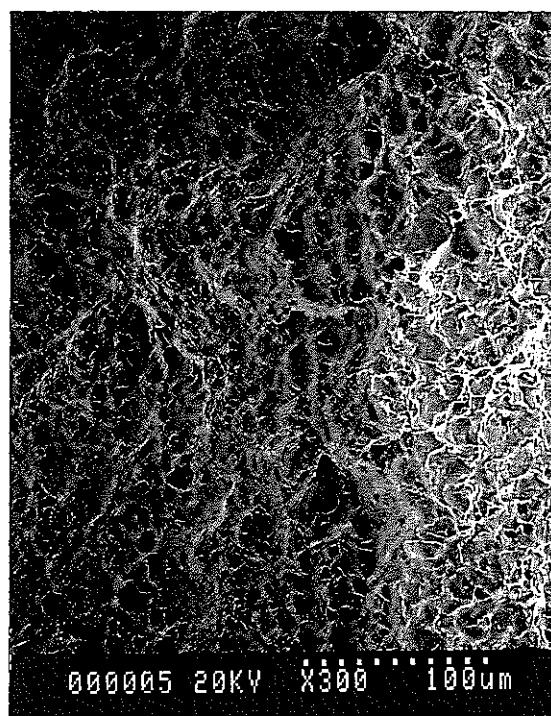
参考写真2-16-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



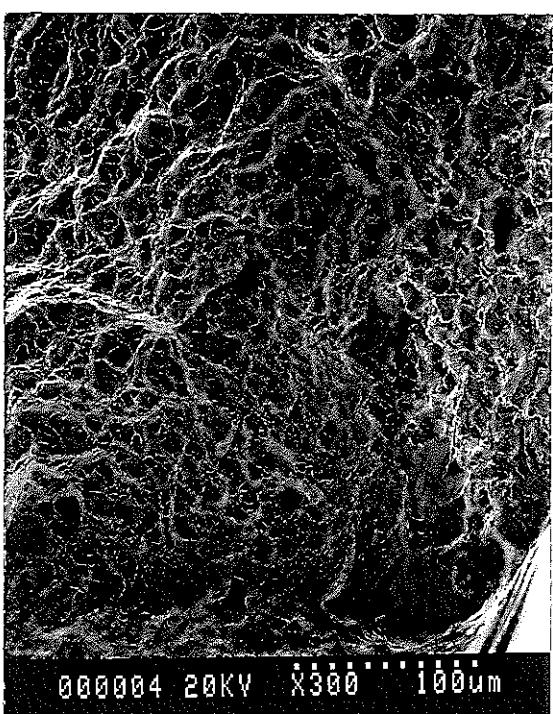
①部拡大



②部拡大



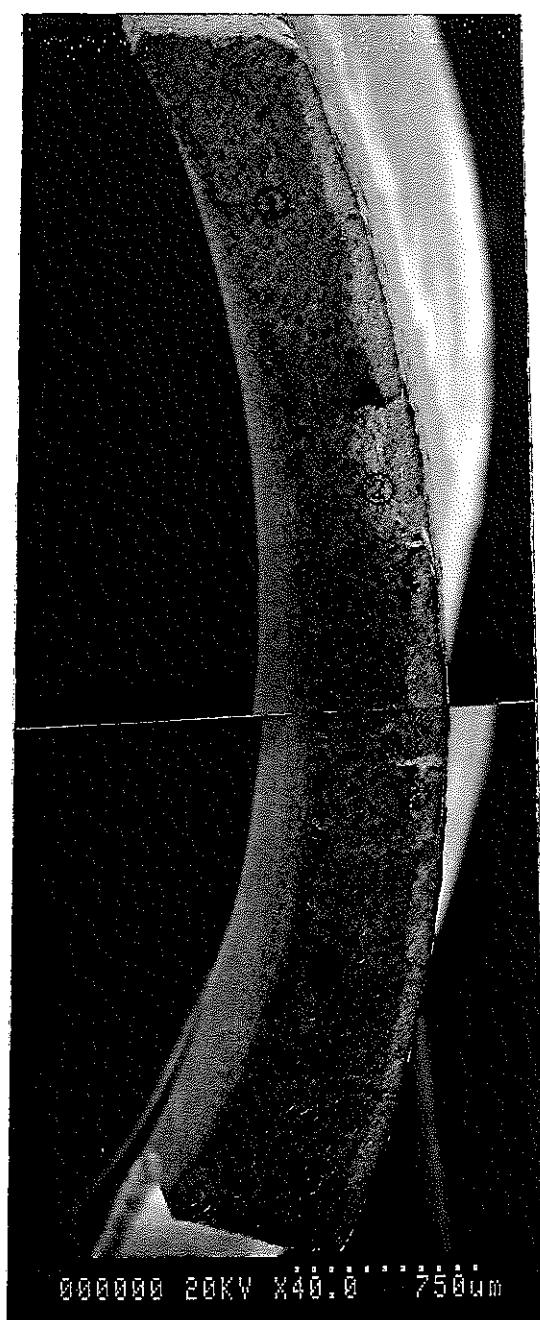
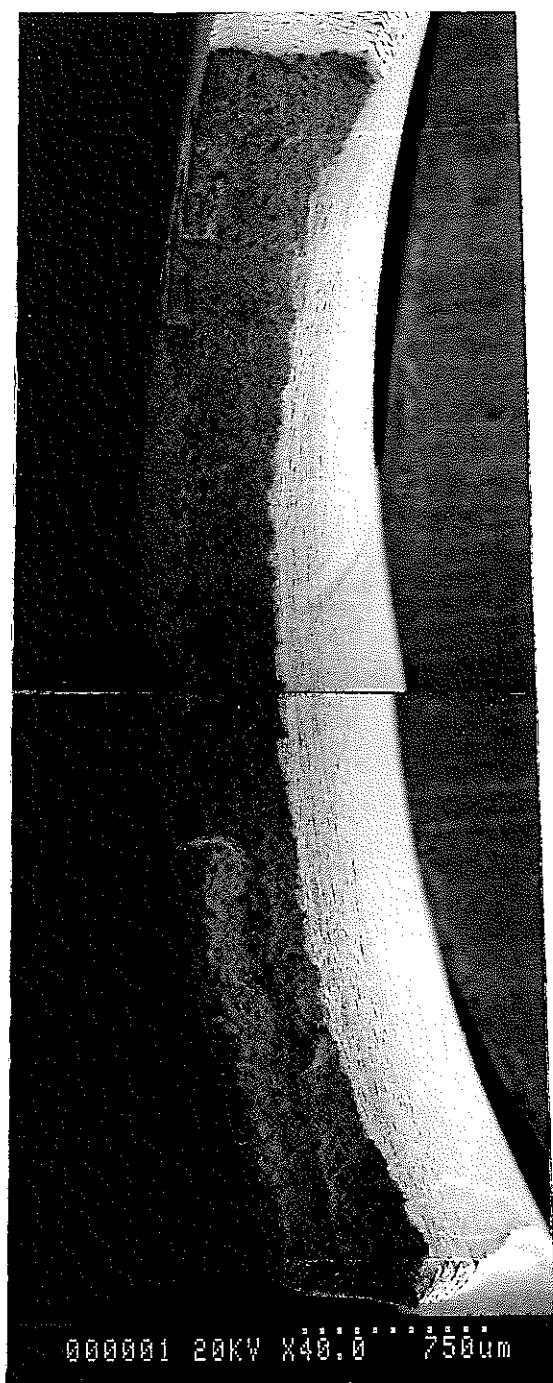
③部拡大



④部拡大

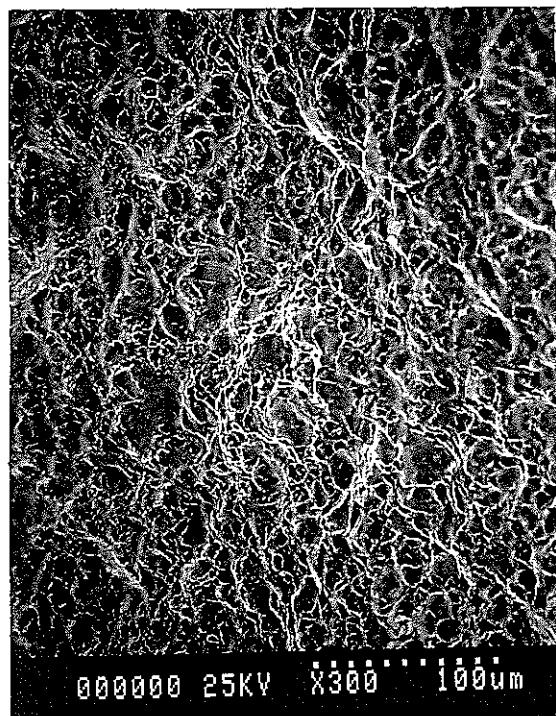
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

参考写真2-16-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)

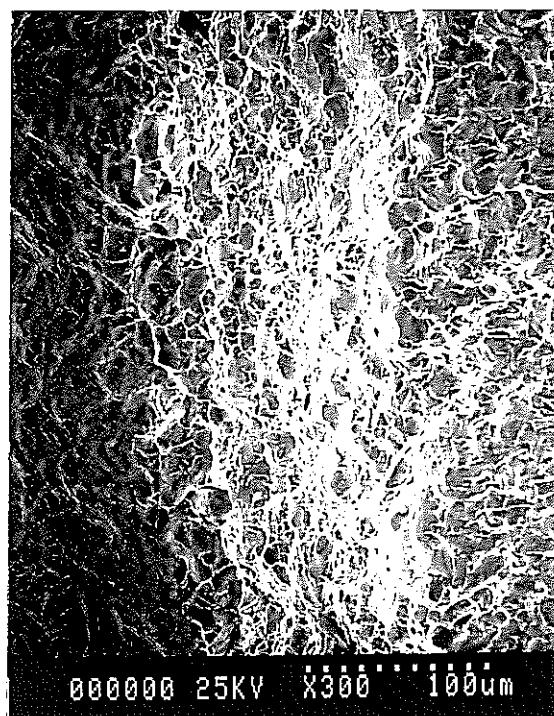


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|-----------|----------------------------|--------------|-----------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

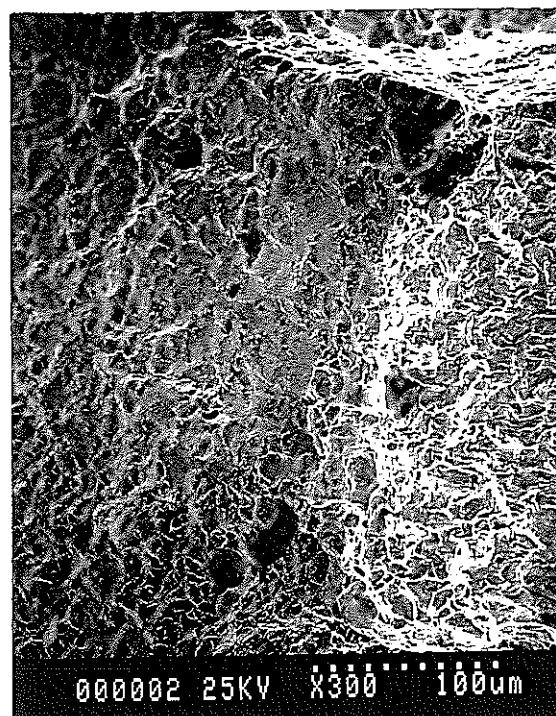
参考写真2-17-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



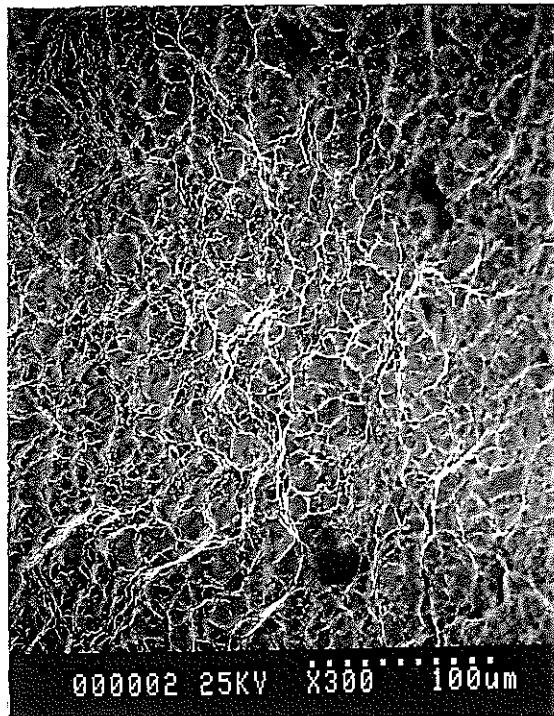
① 部 拡 大



② 部 拡 大



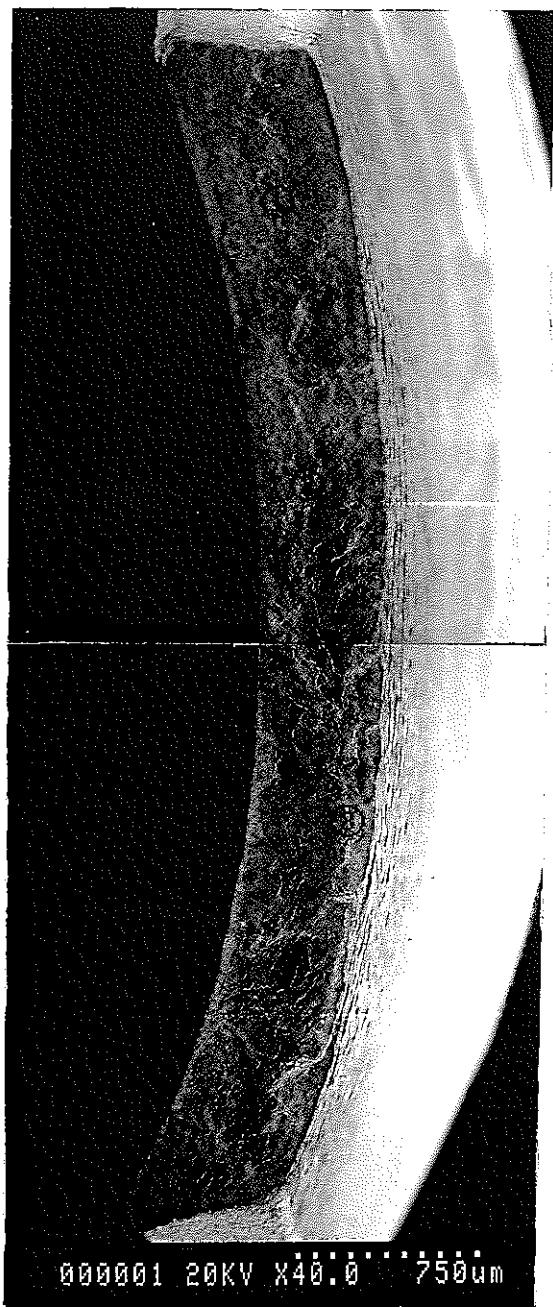
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

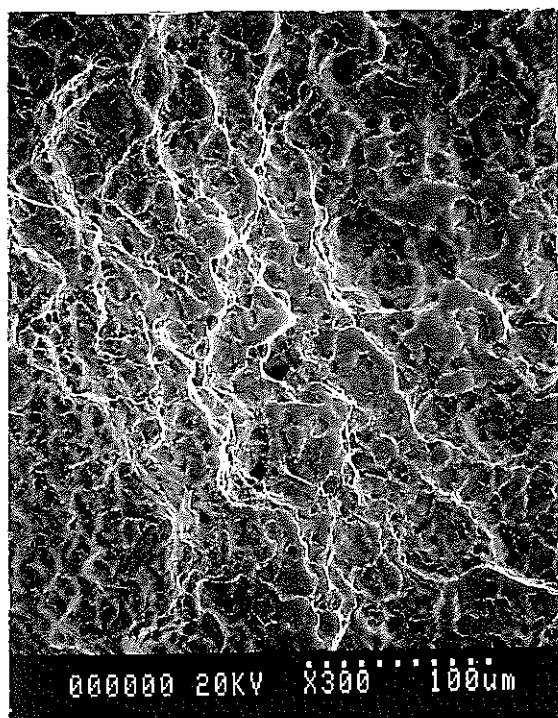
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真 2-17-2 引張破断面の SEM 像 (Zry-2 端栓, ×300)

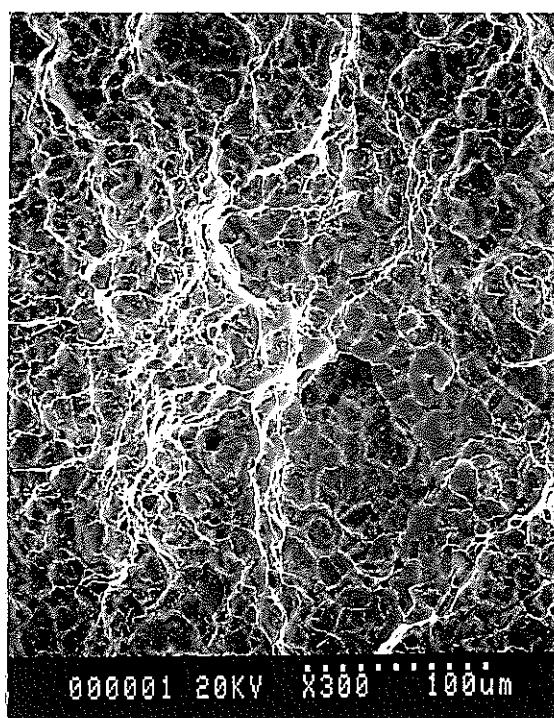


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

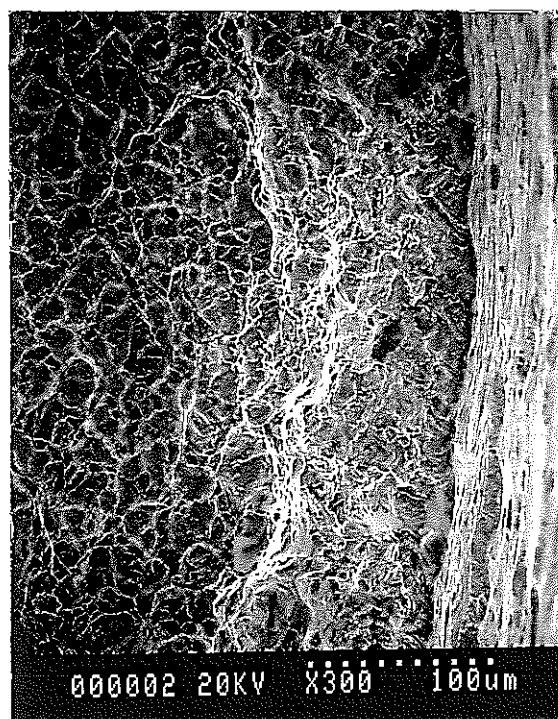
参考写真2-18-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



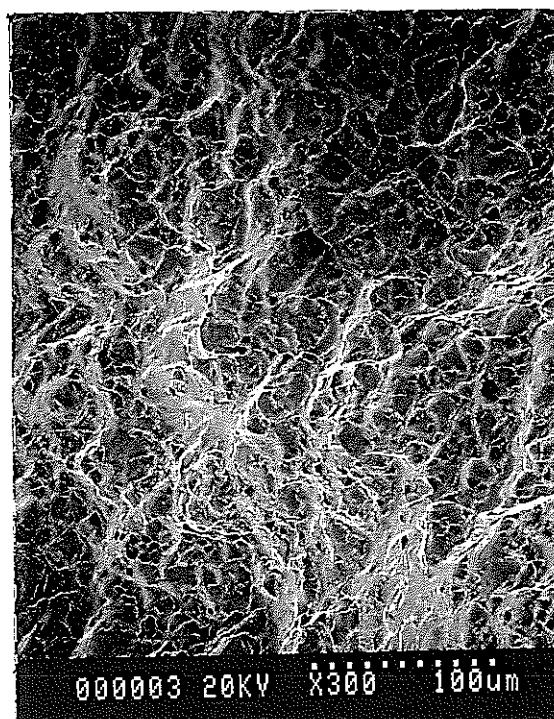
① 部 拡 大



② 部 拡 大



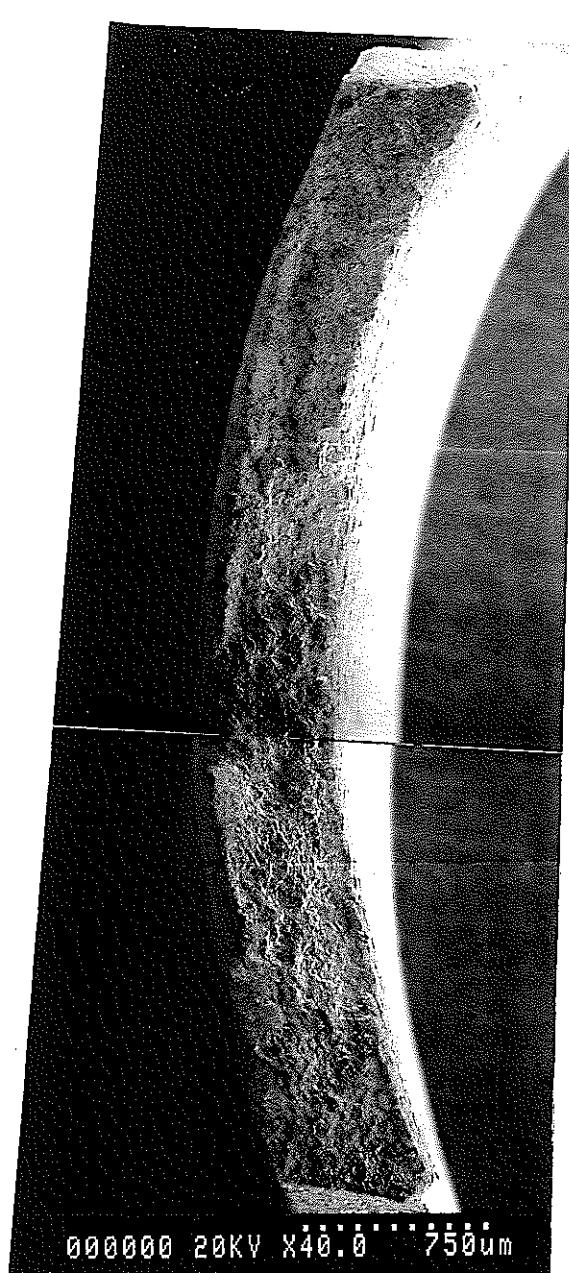
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

参考写真2-18-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



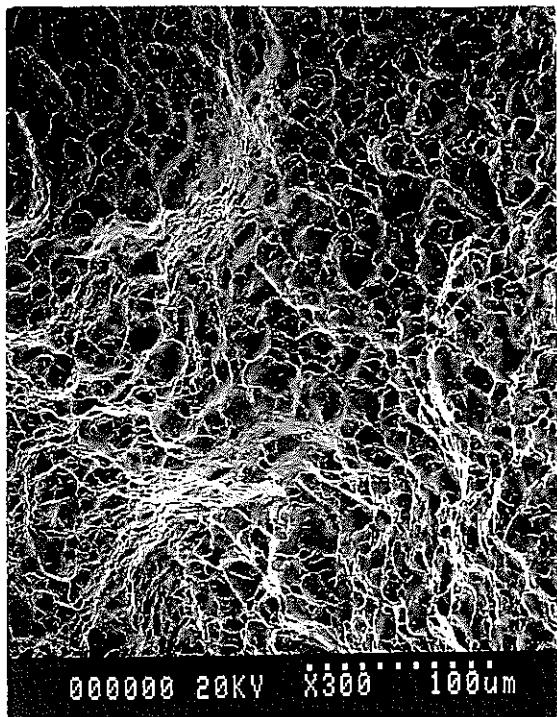
000000 20KV X40.0 750μm



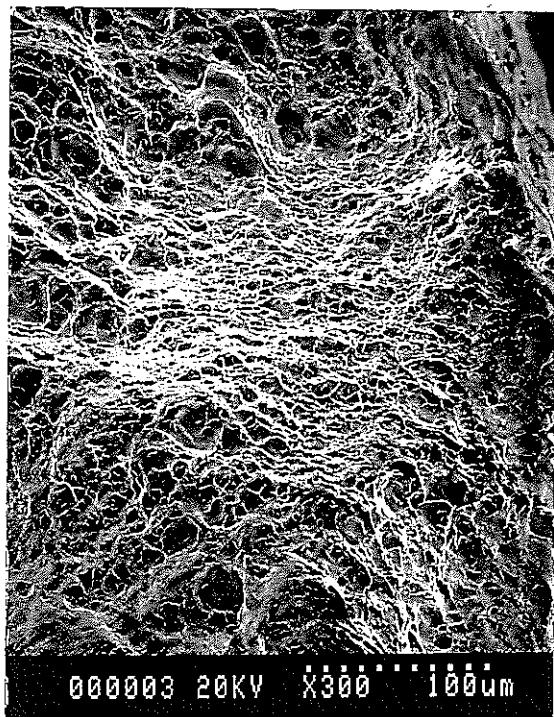
000000 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

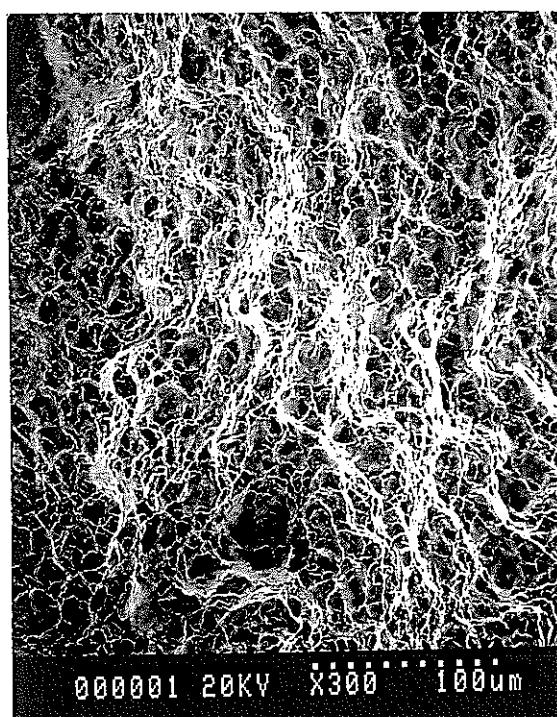
参考写真2-19-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



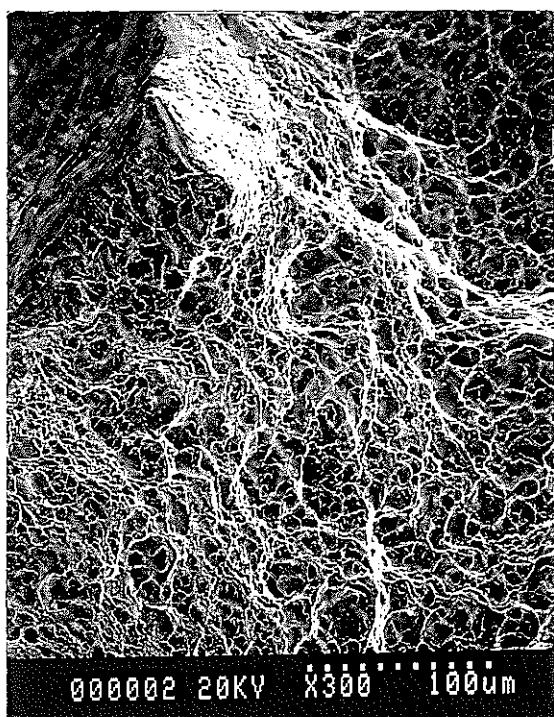
① 部 拡 大



② 部 拡 大



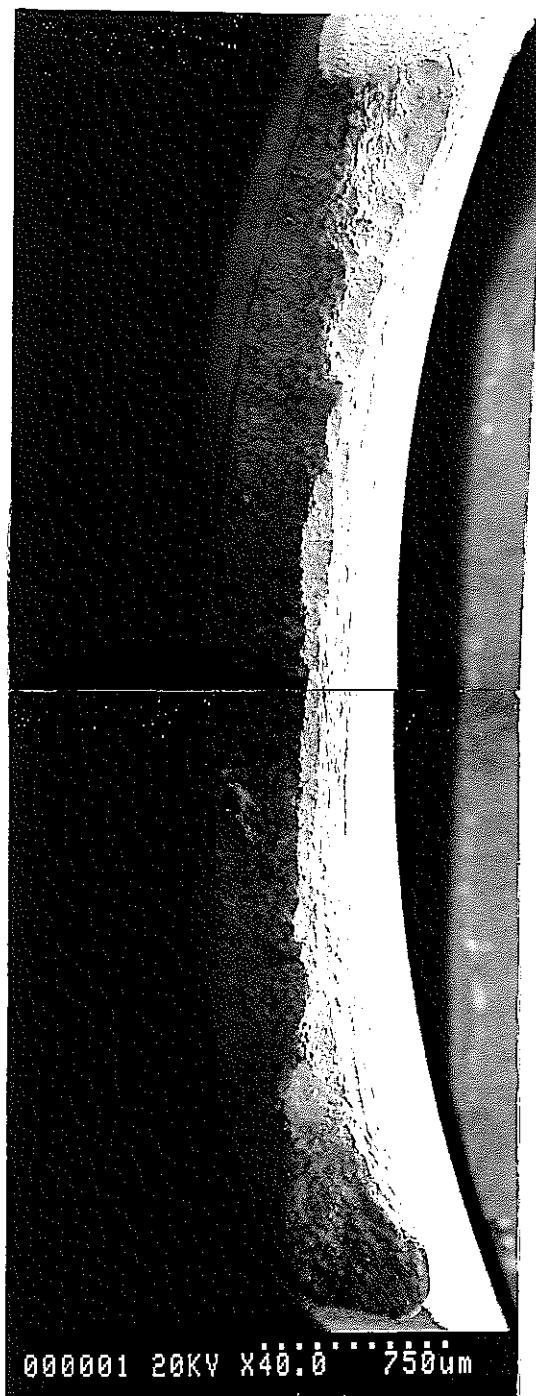
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

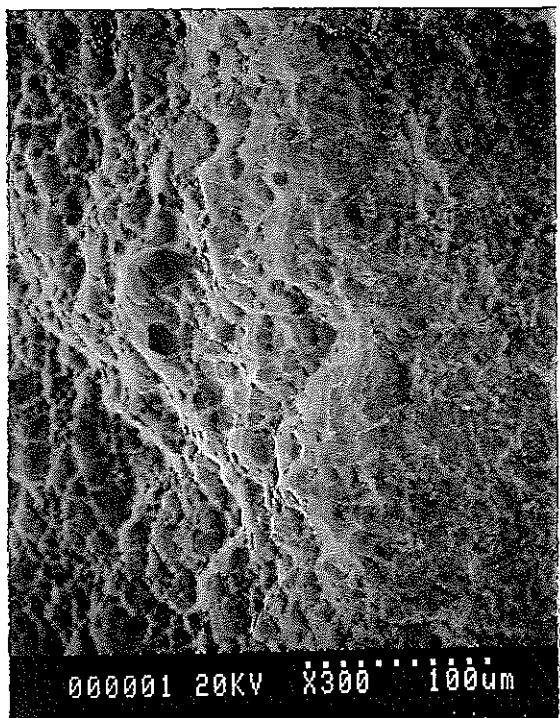
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

参考写真2-19-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)

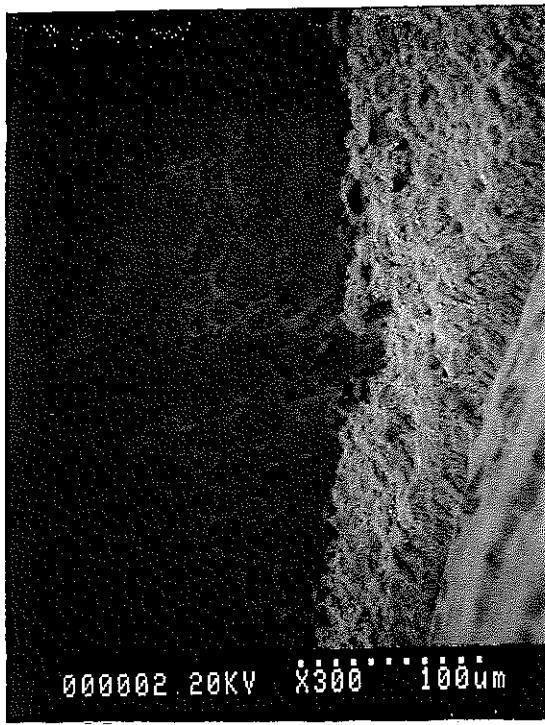


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

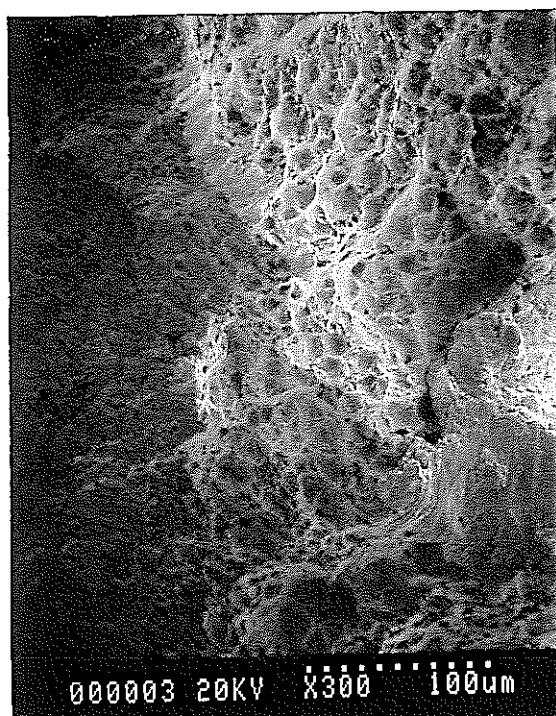
参考写真2-20-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



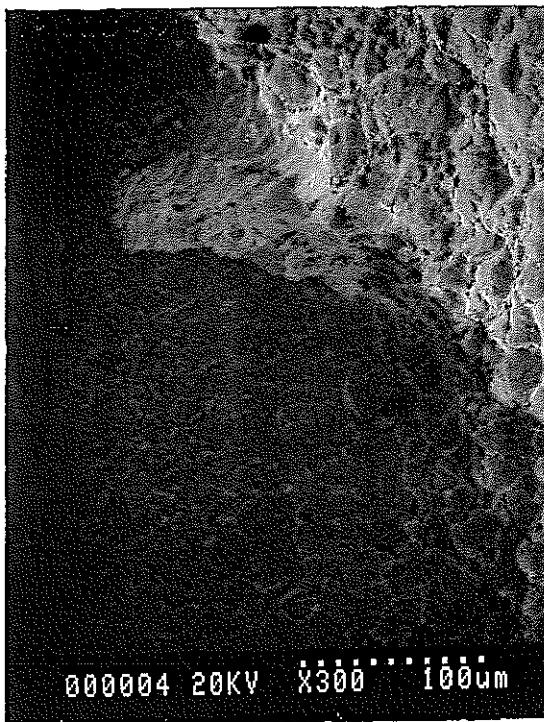
① 部 拡 大



② 部 拡 大



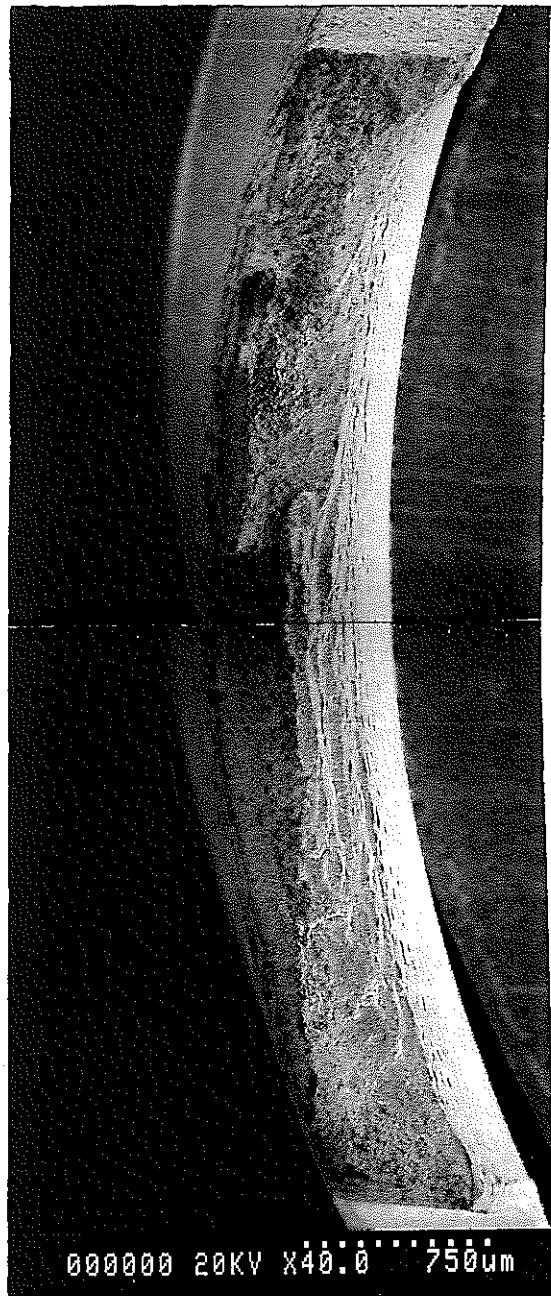
③ 部 拡 大



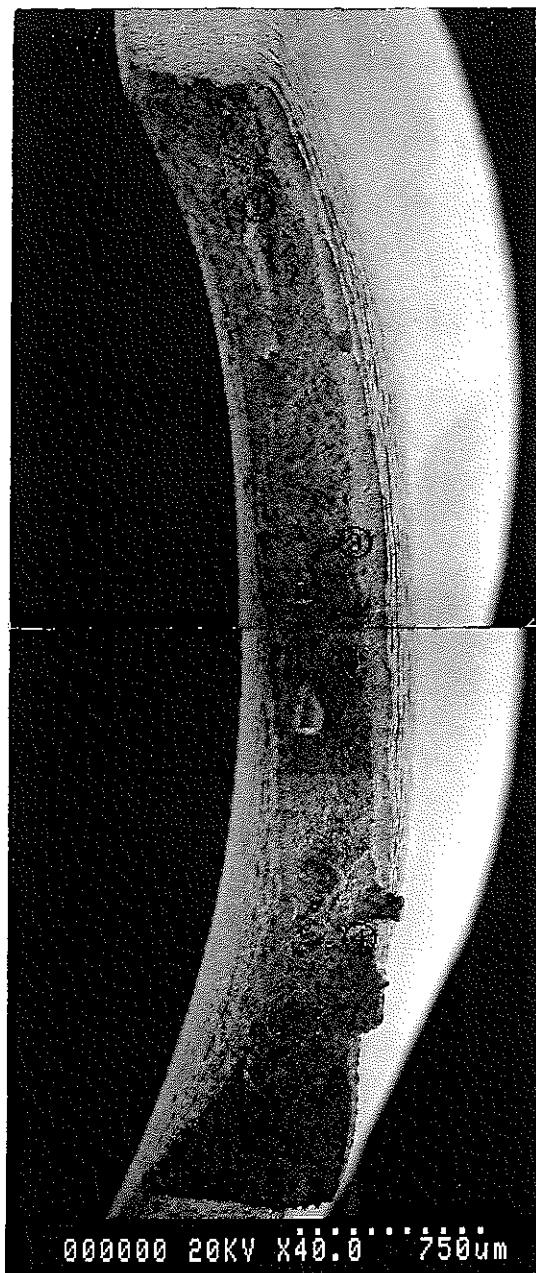
④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

参考写真2-20-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



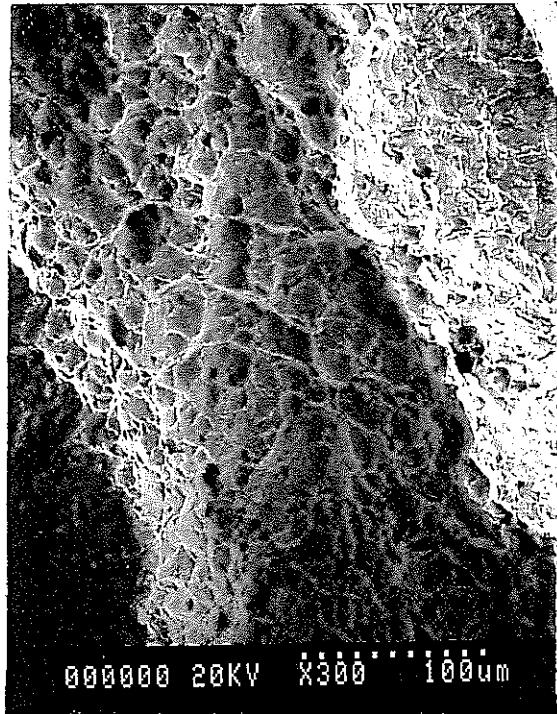
000000 20KV X40.0 750μm



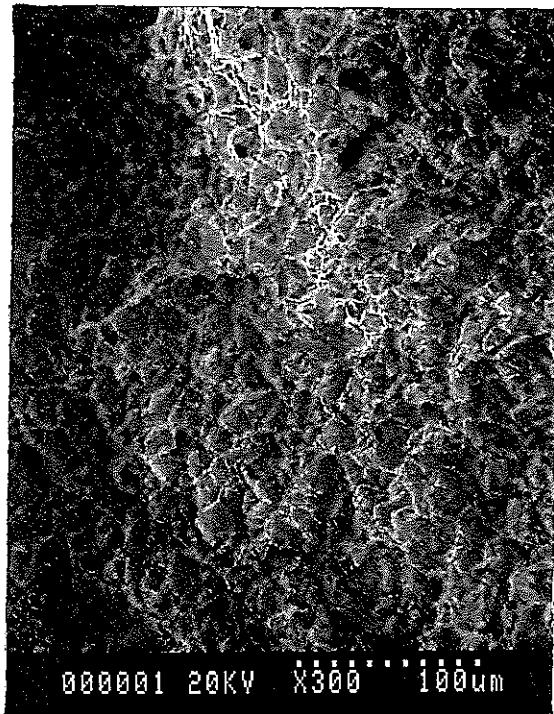
000000 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

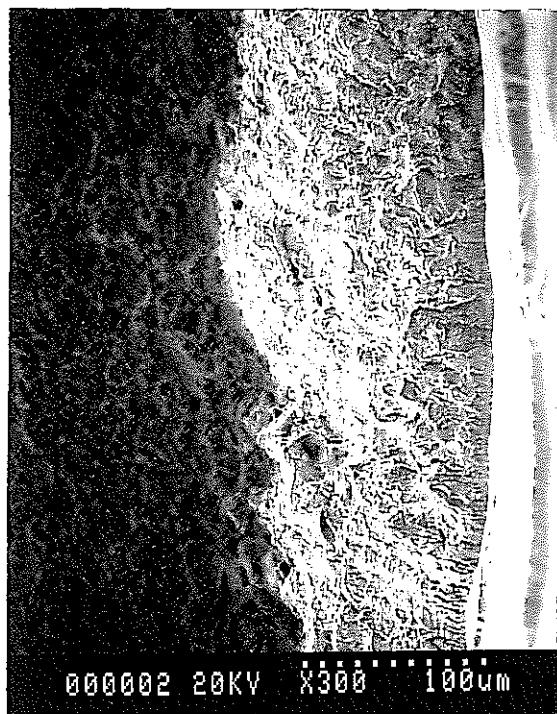
参考写真 2-21-1 引張破断面の SEM 像 (Zry-2端栓, × 40)



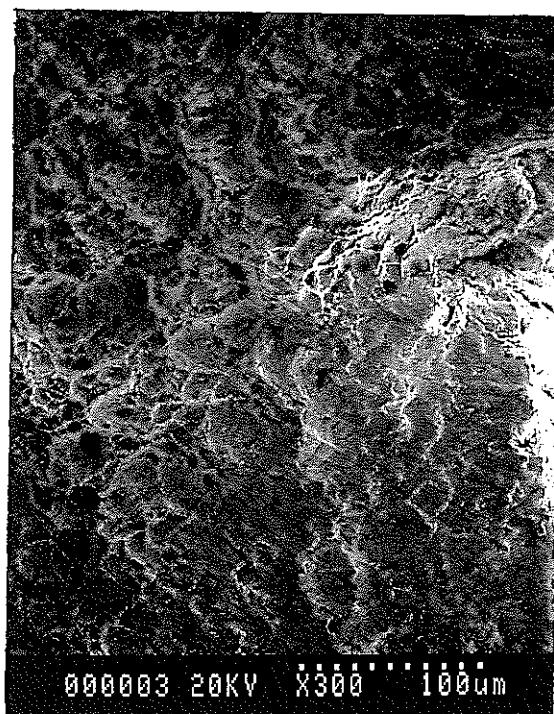
① 部 拡 大



② 部 拡 大



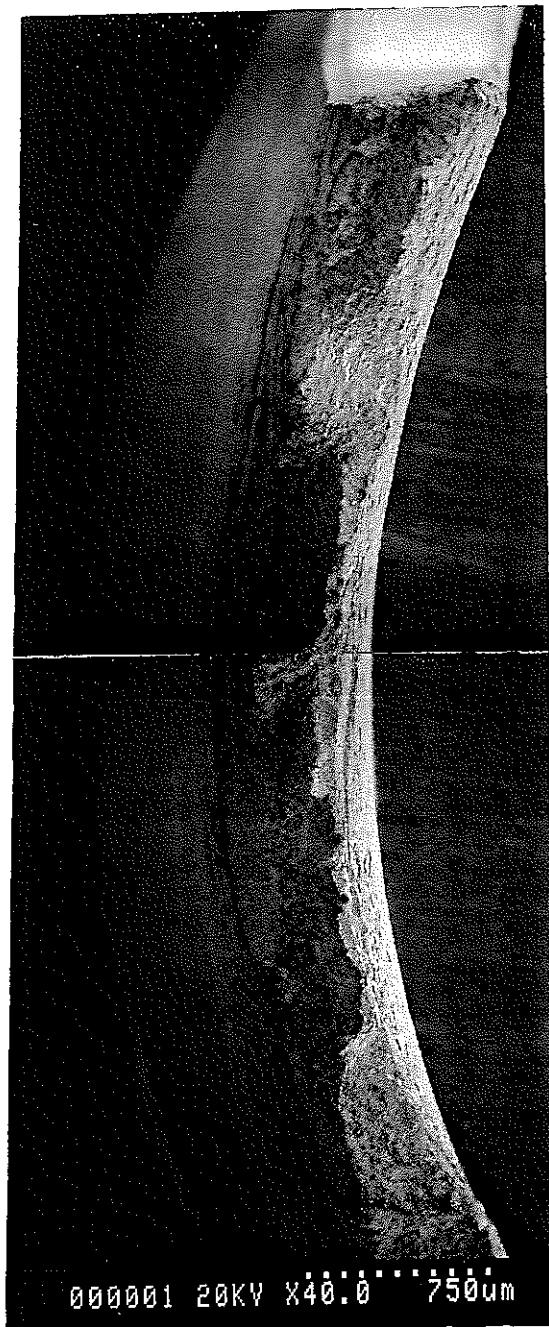
③ 部 拡 大



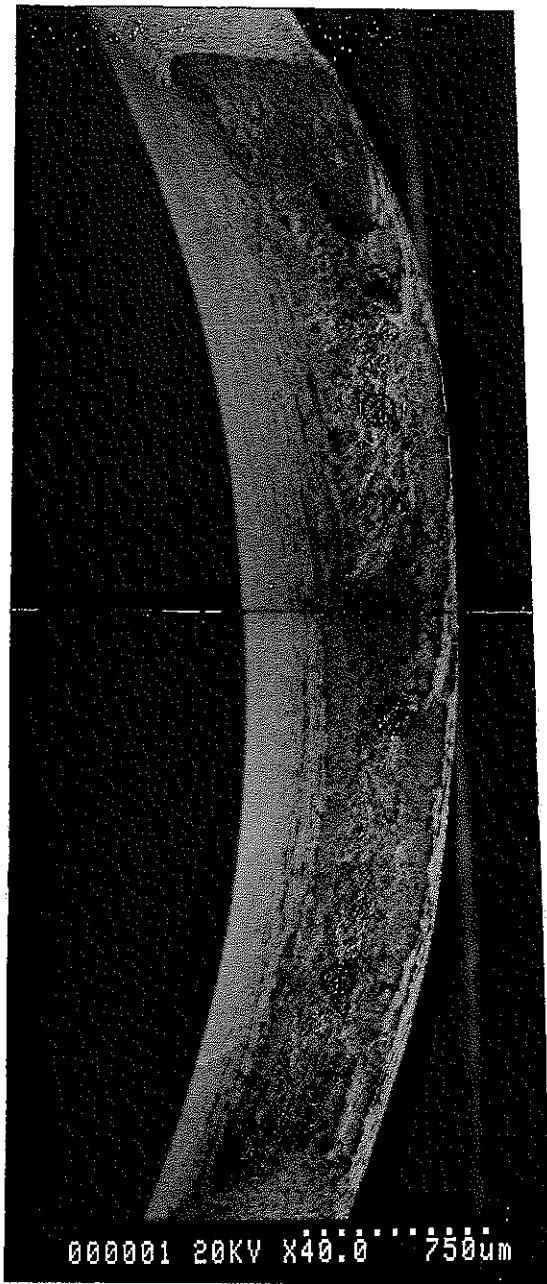
④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

参考写真2-21-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



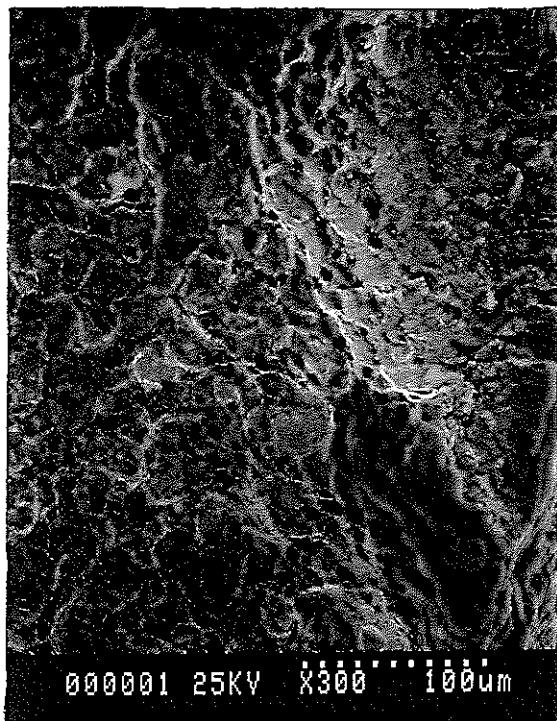
000001 20KV X40.0 750μm



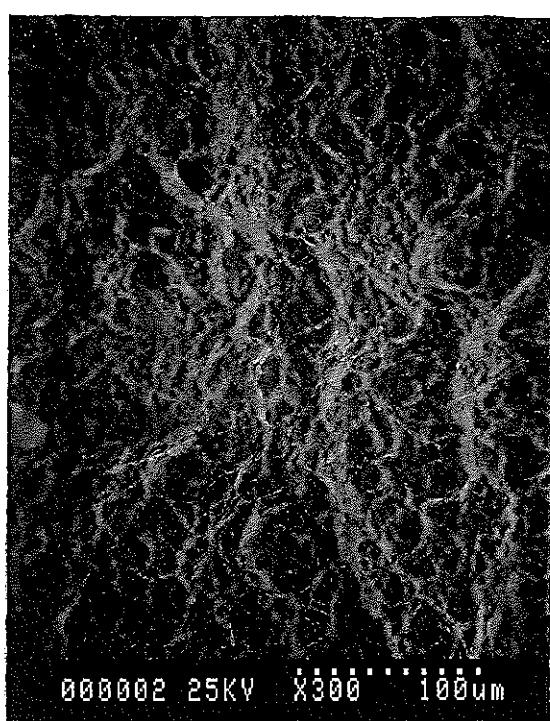
000001 20KV X40.0 750μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

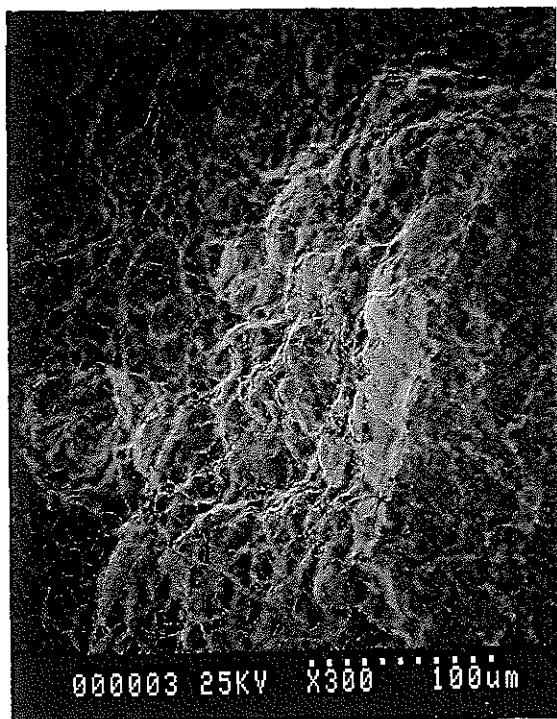
参考写真2-22-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



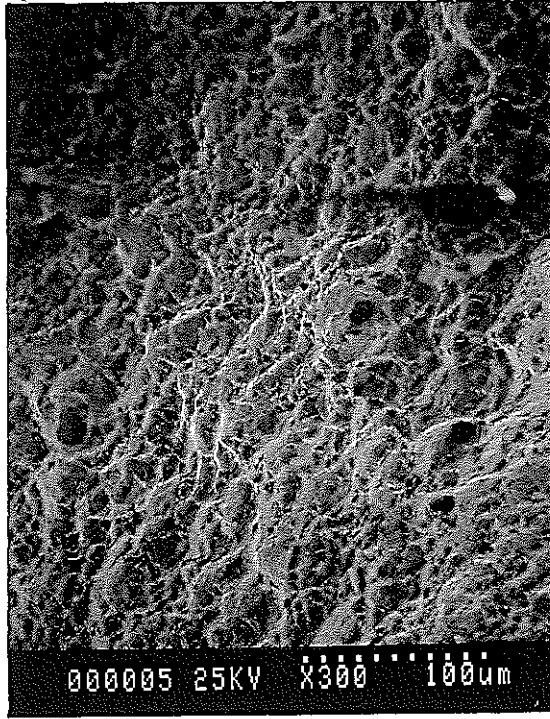
① 部 拡 大



② 部 拡 大



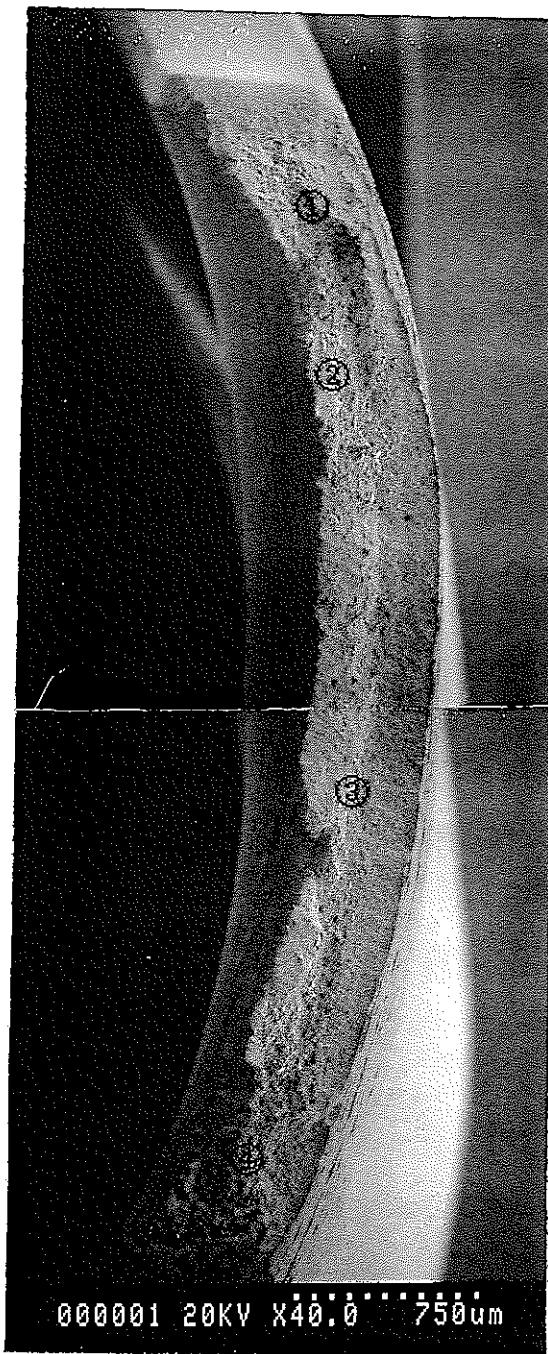
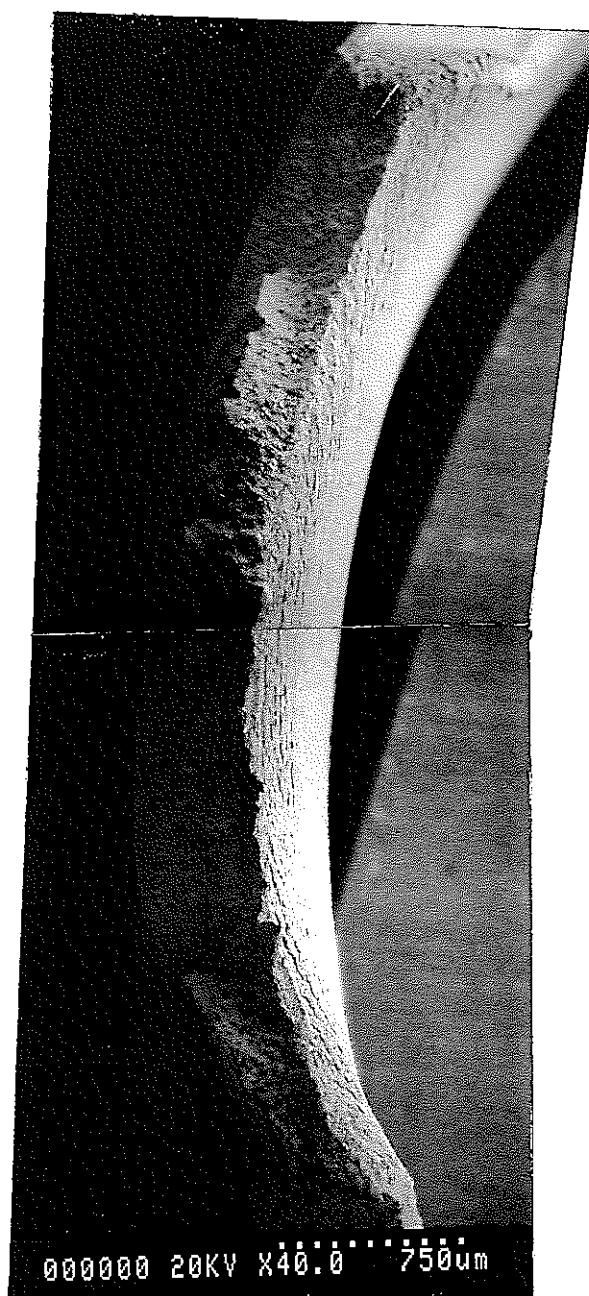
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

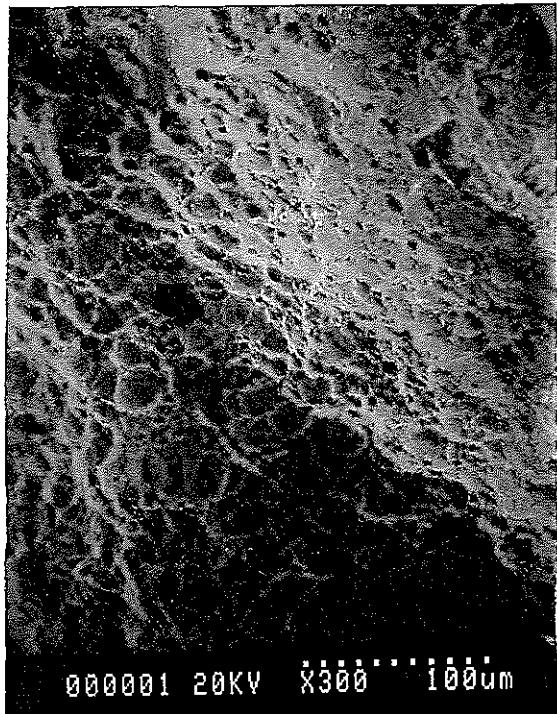
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真2-22-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)

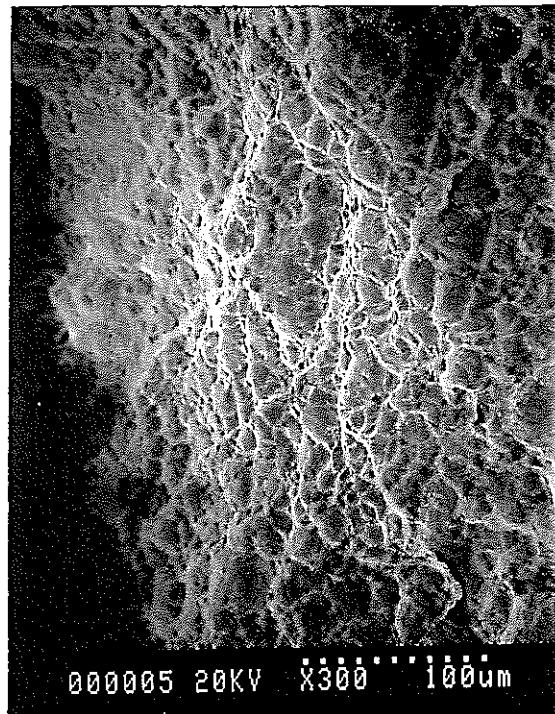


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

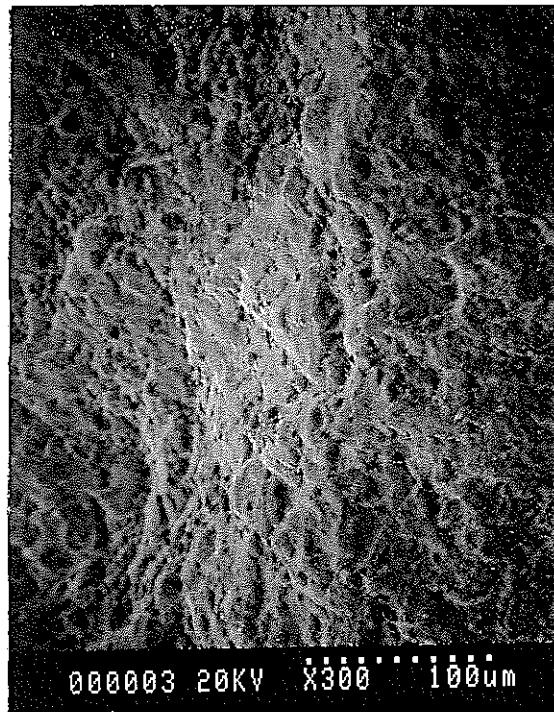
参考写真2-23-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



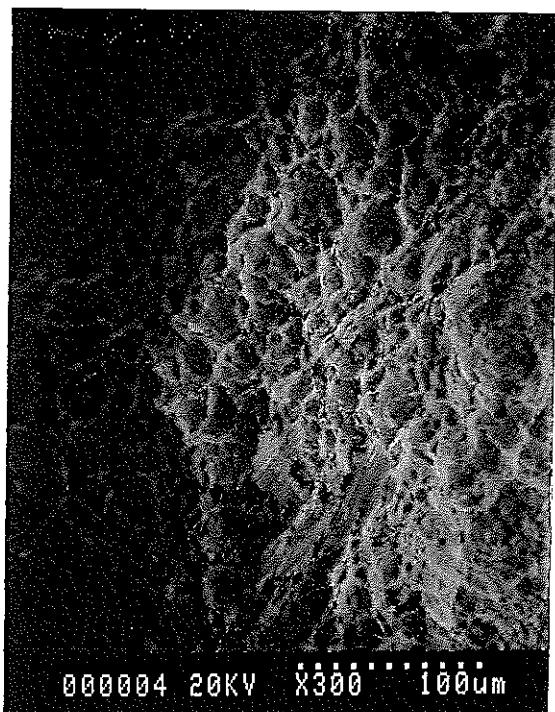
①部拡大



②部拡大



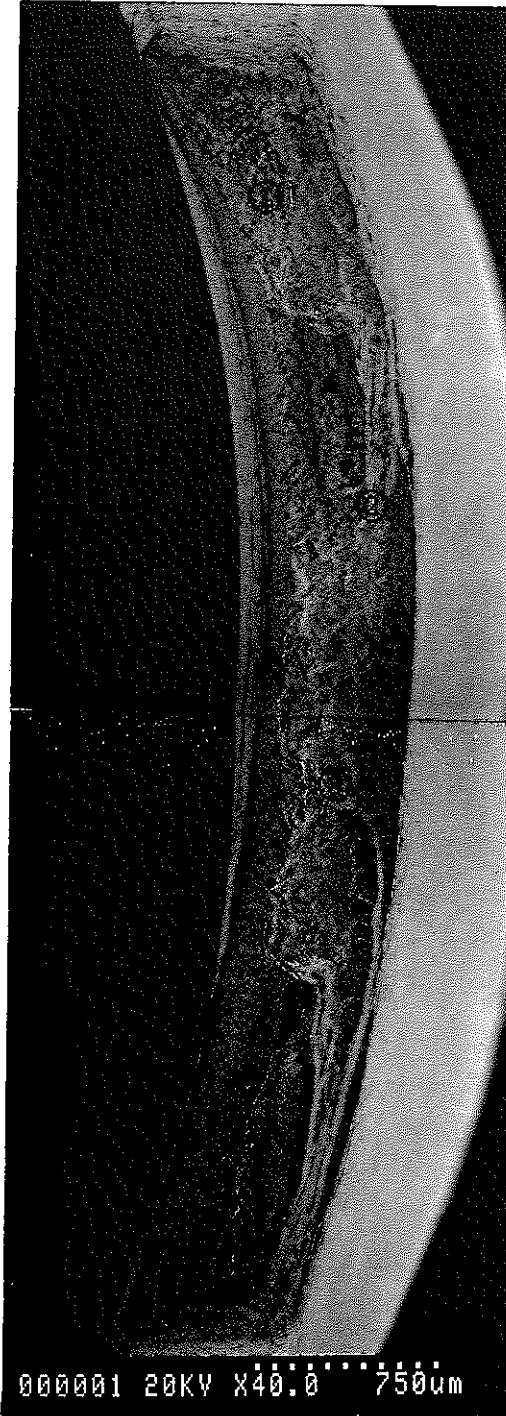
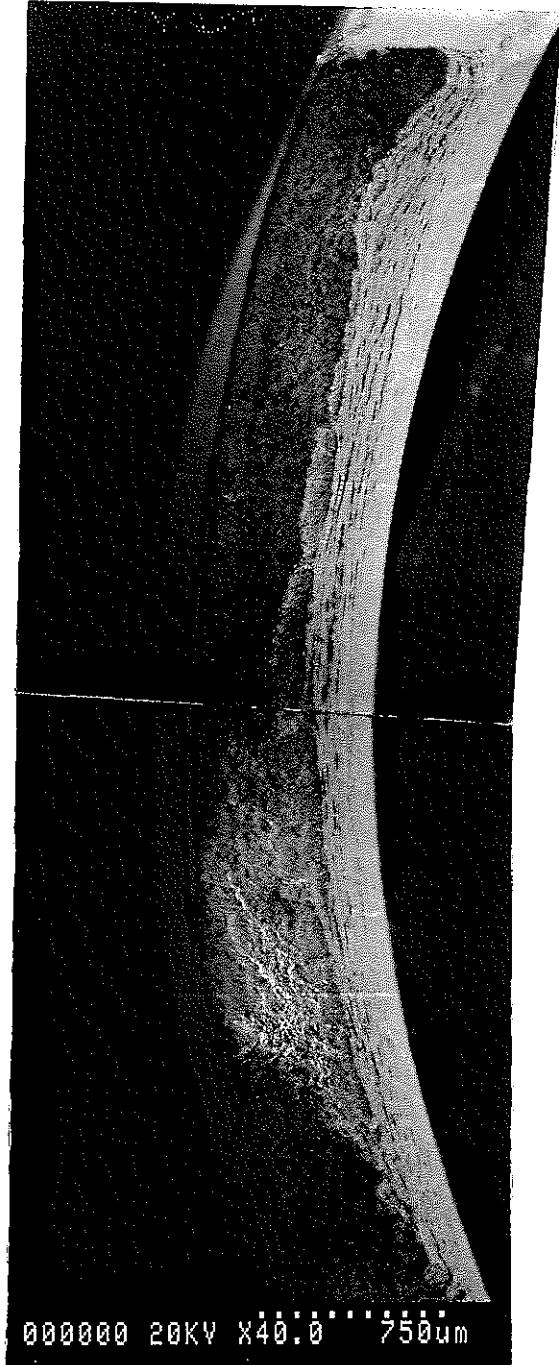
③部拡大



④部拡大

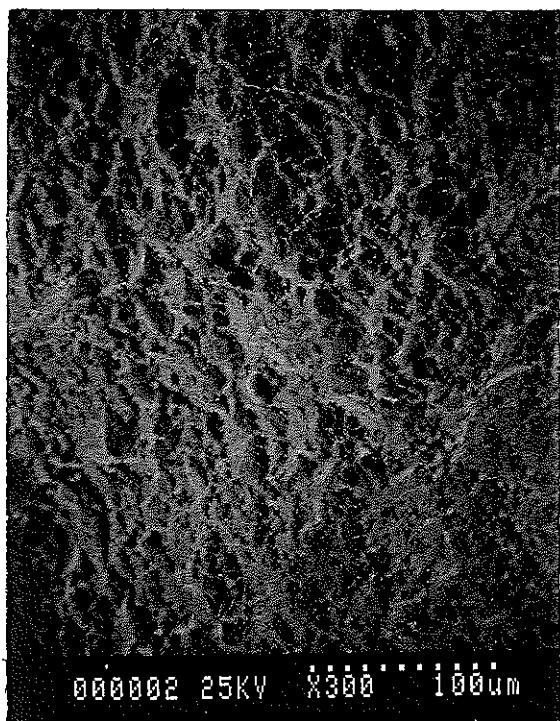
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B1 | 280 | 78 | 3 | 0 |

参考写真2-23-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)

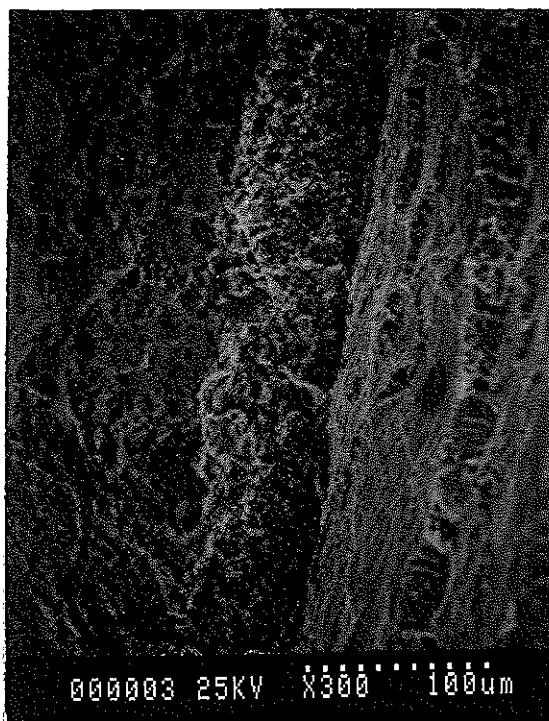


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

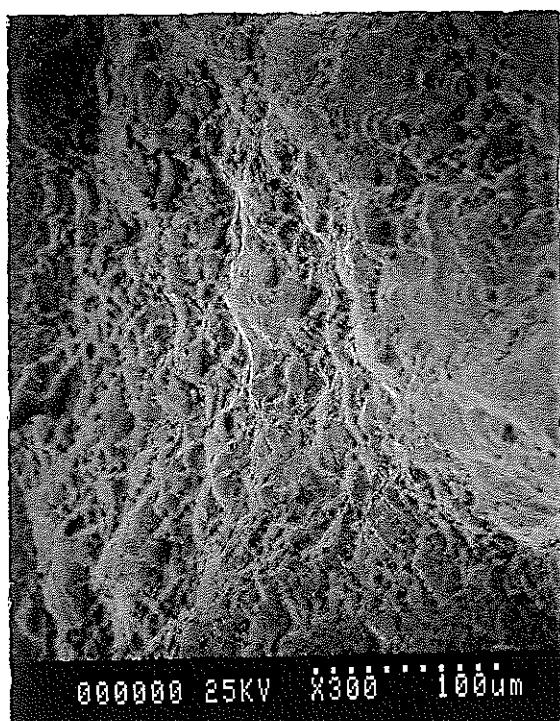
参考写真2-24-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



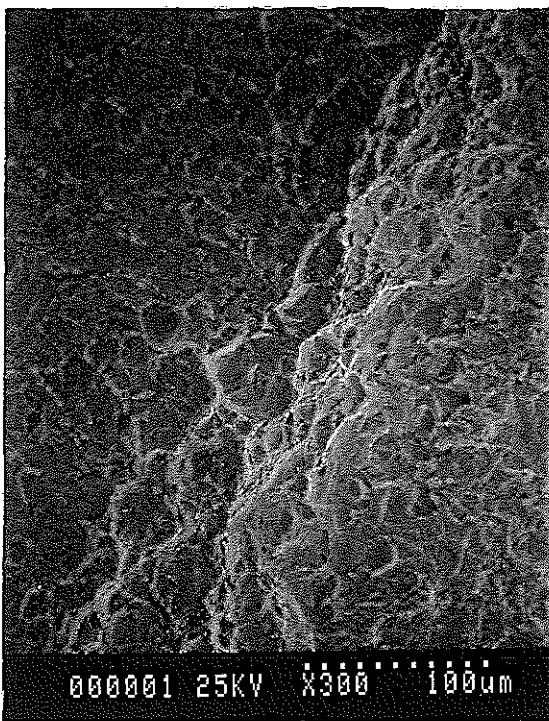
①部拡大



②部拡大



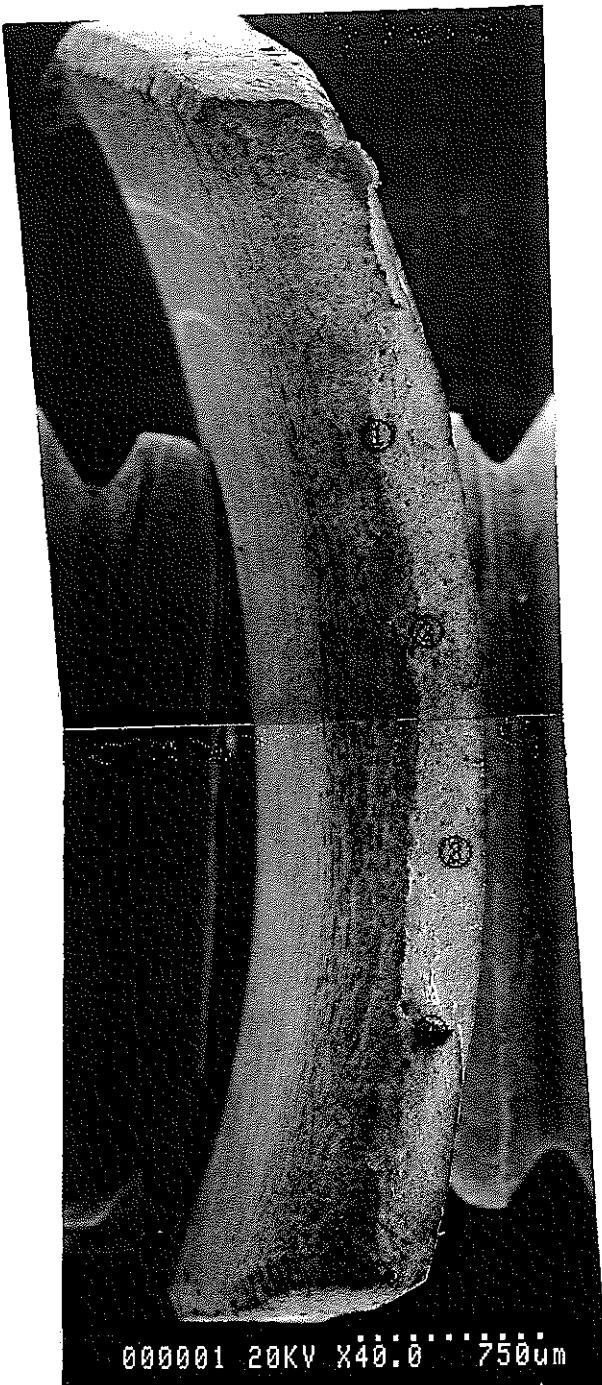
③部拡大



④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

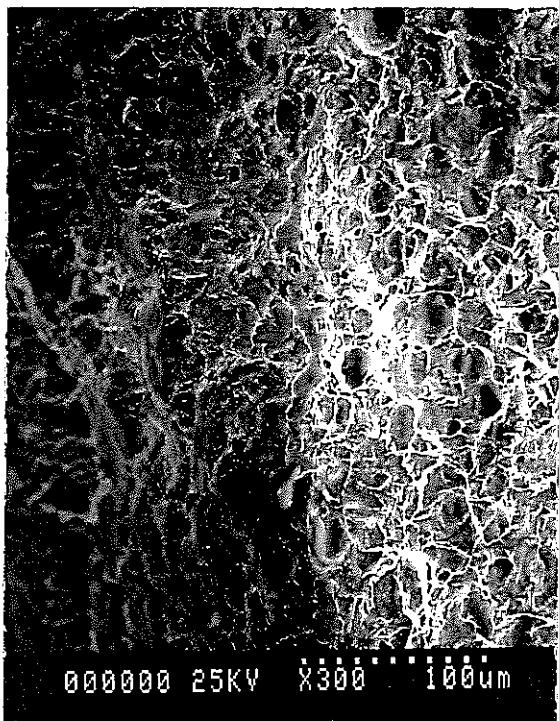
参考写真2-24-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



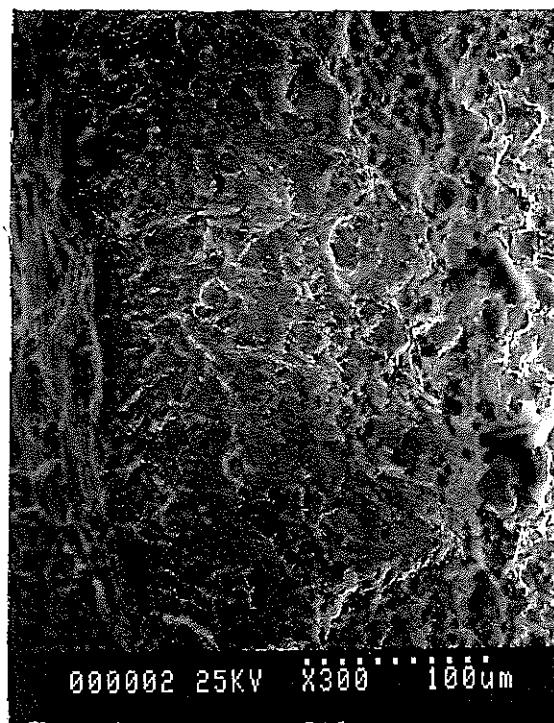
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

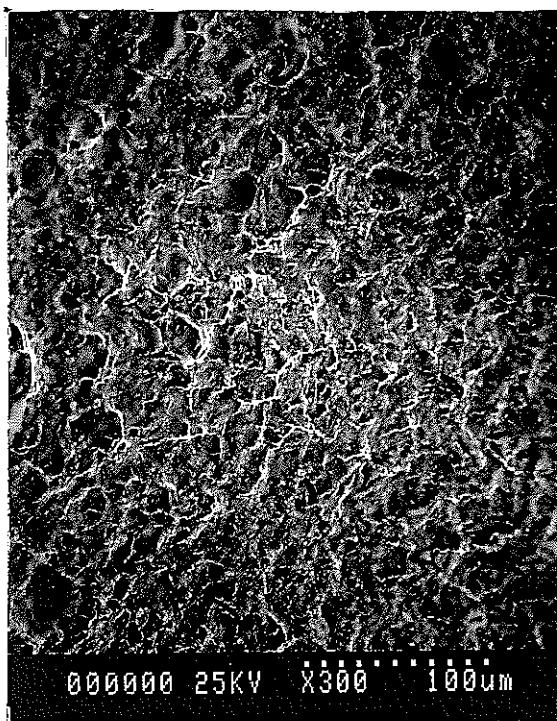
参考写真2-25-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



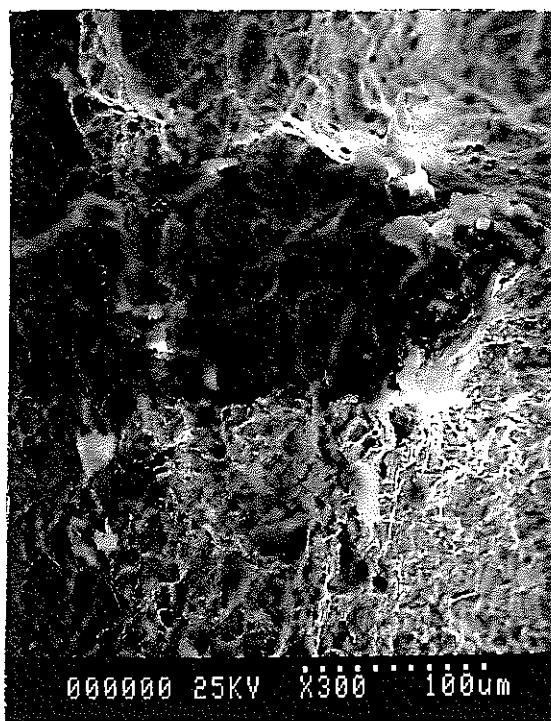
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

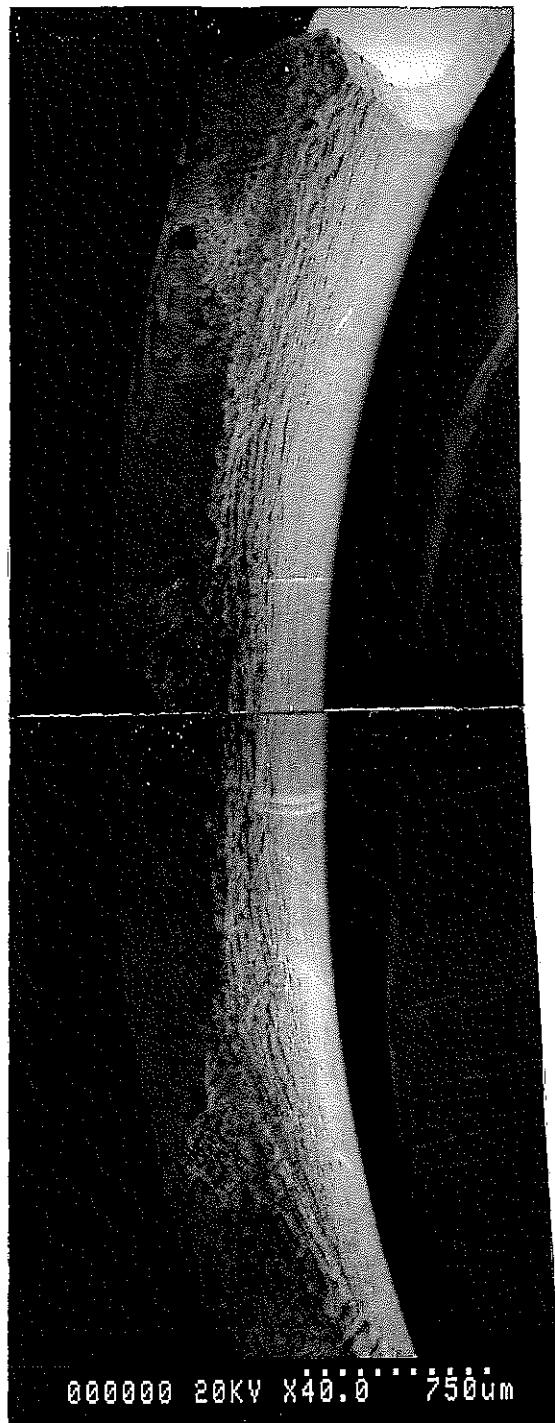


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-25-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



000000 20KV X40.0 750μm

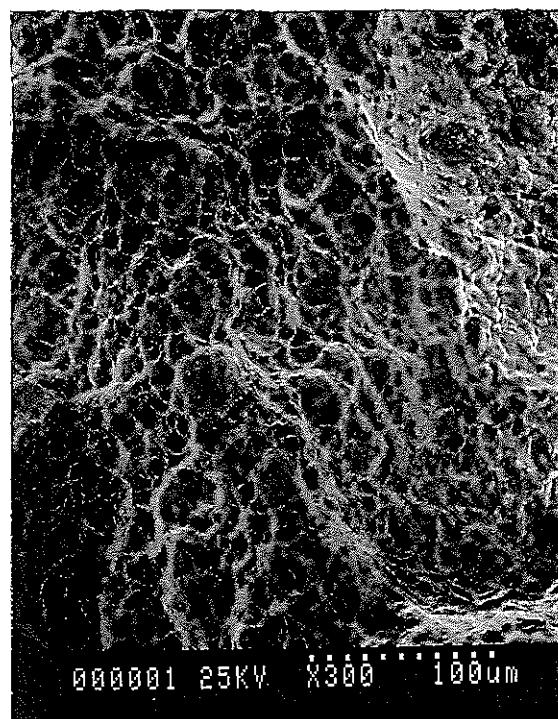


000000 20KV X40.0 750μm

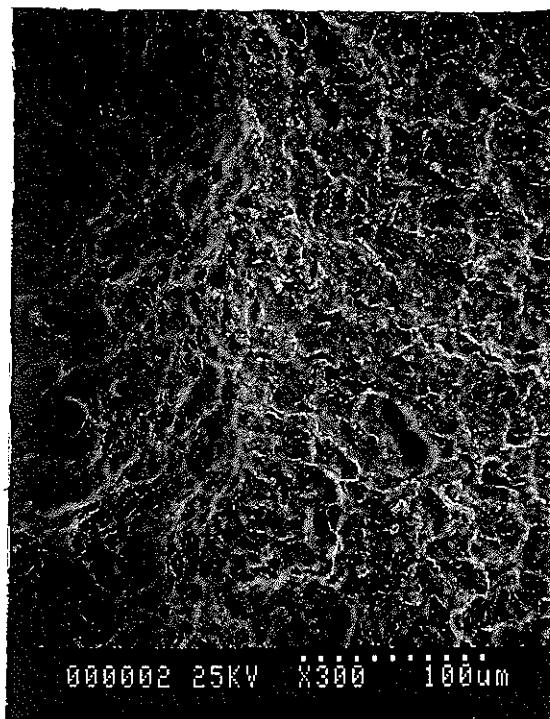
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

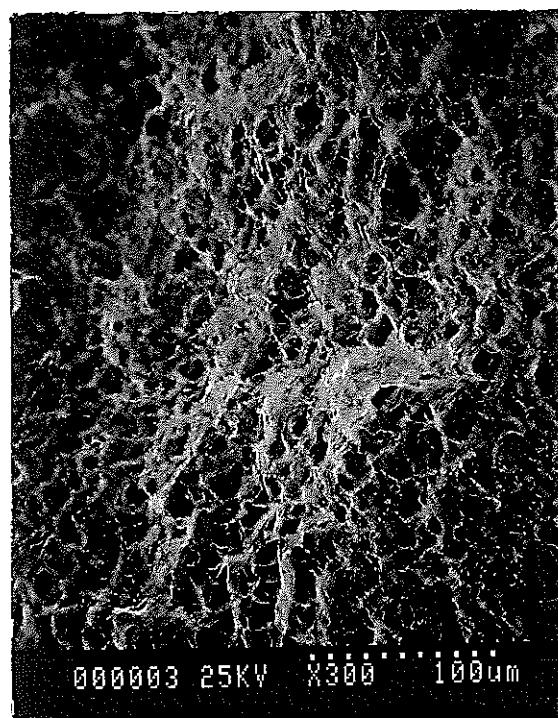
参考写真2-26-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



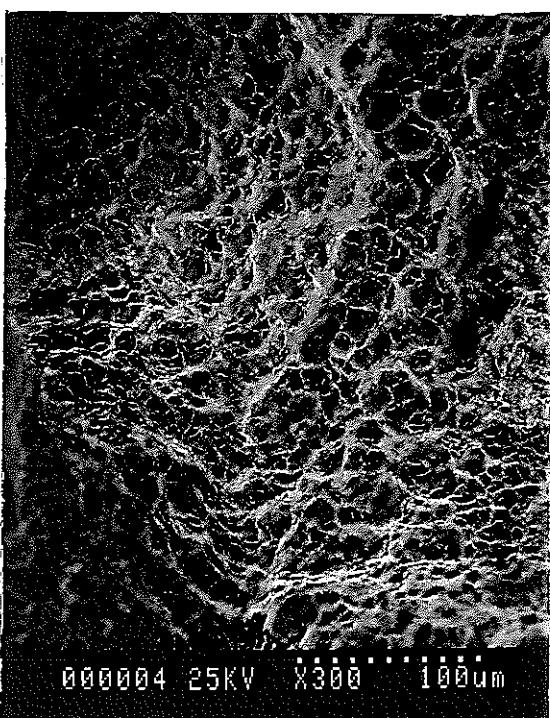
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

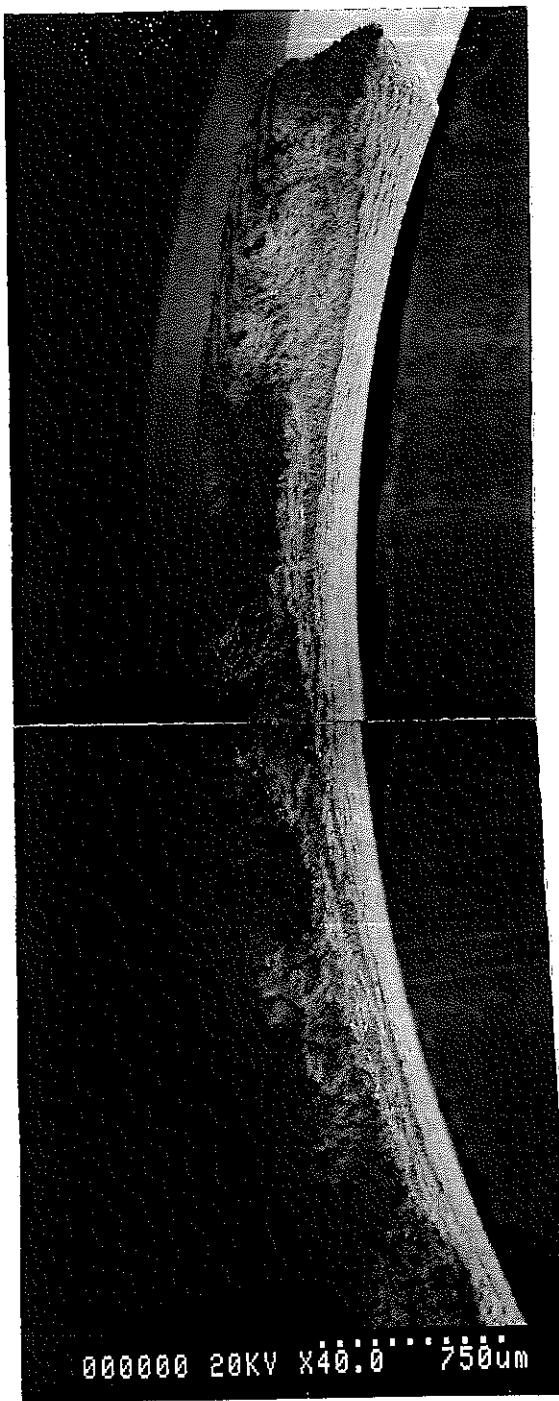


④ 部 拡 大

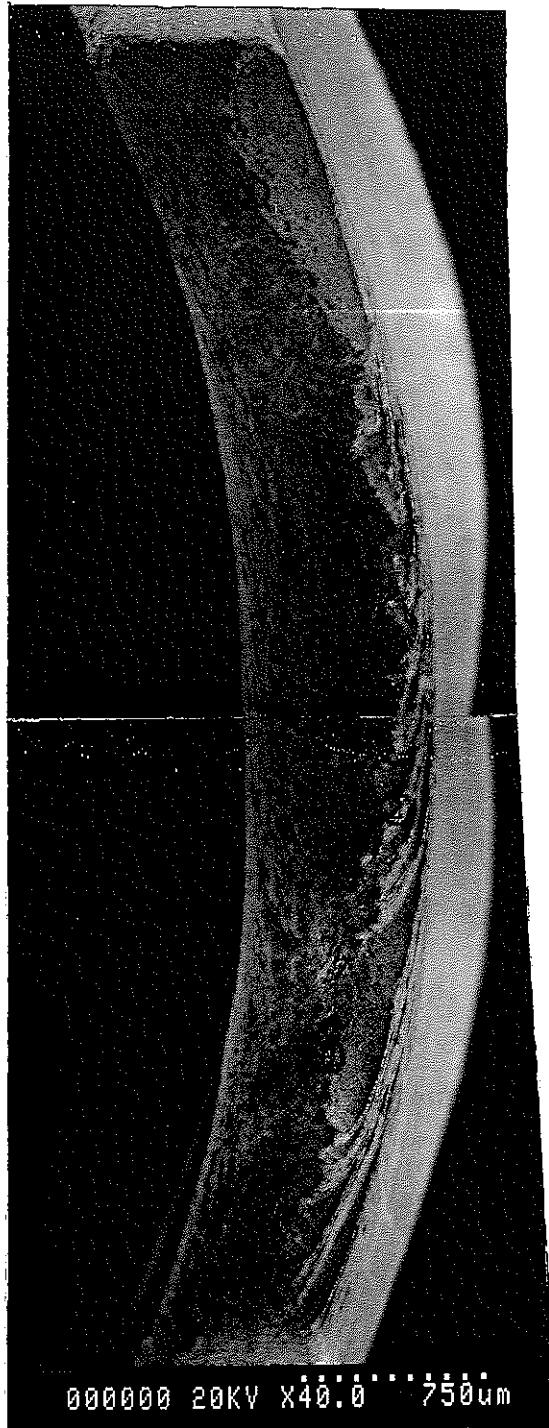
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-26-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



000000 20KV X40.0 750μm

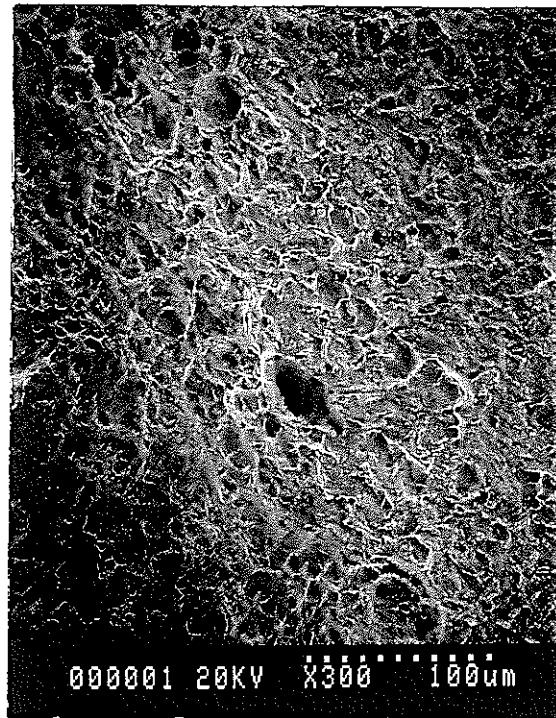


000000 20KV X40.0 750μm

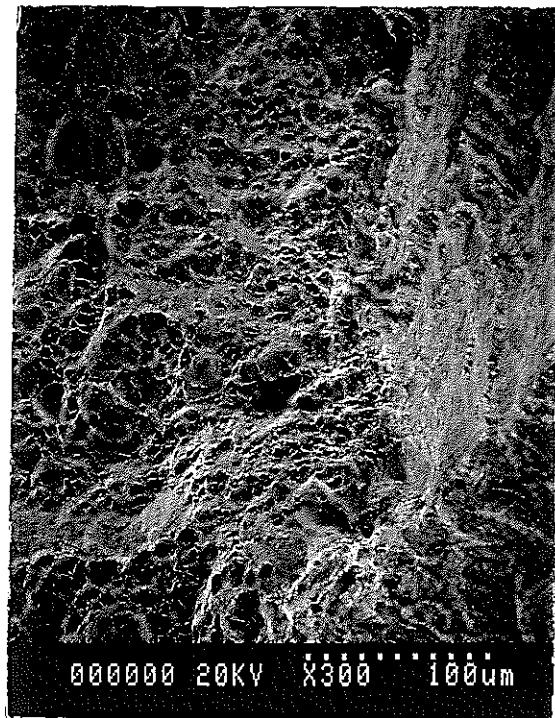
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

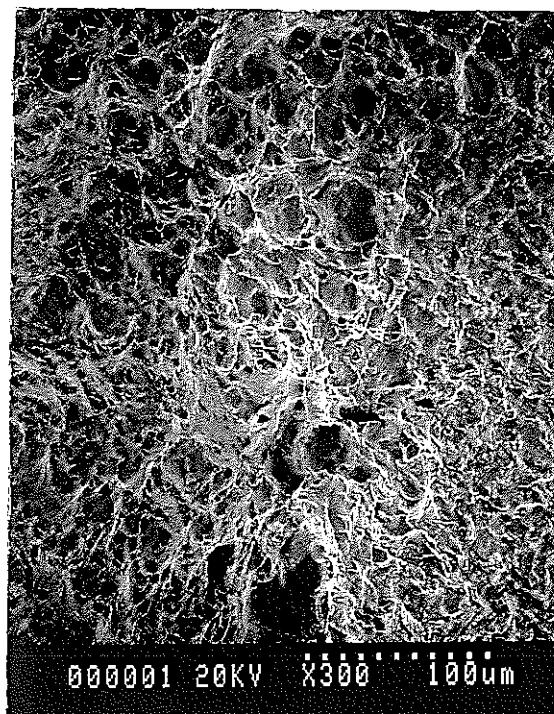
参考写真2-27-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



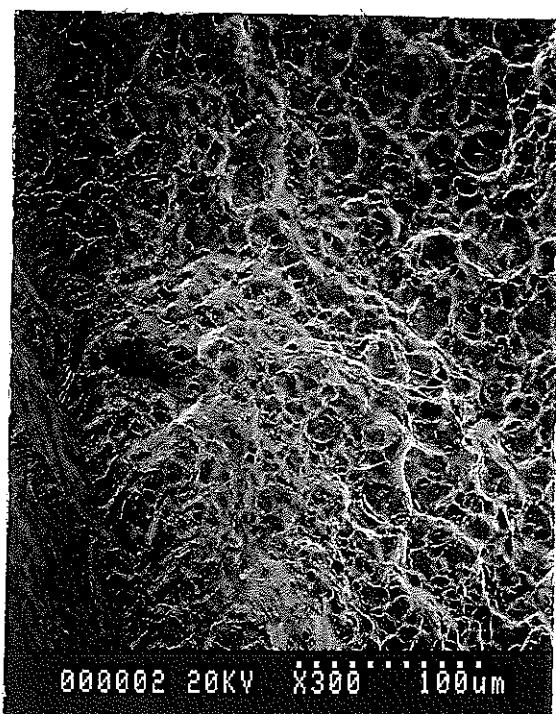
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

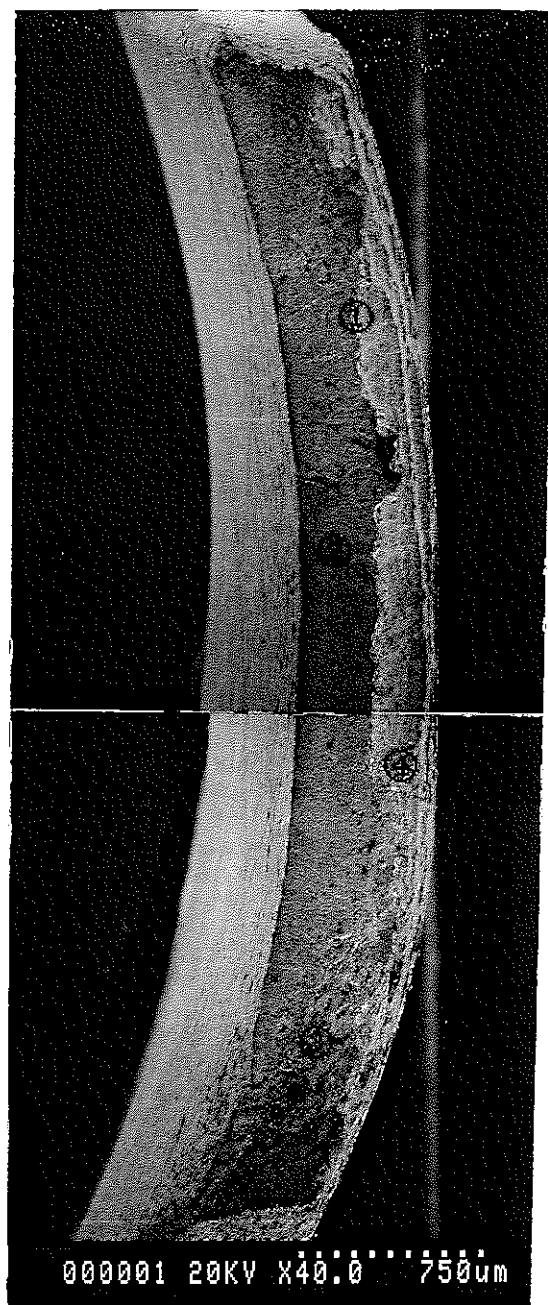


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

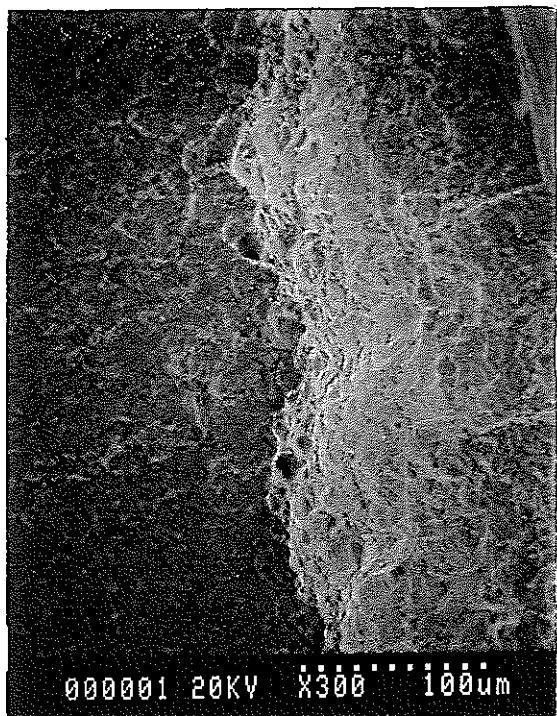
参考写真2-27-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)



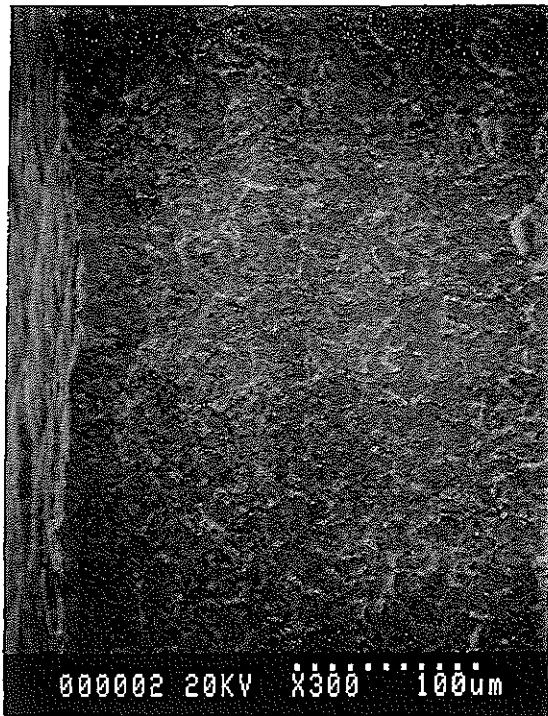
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

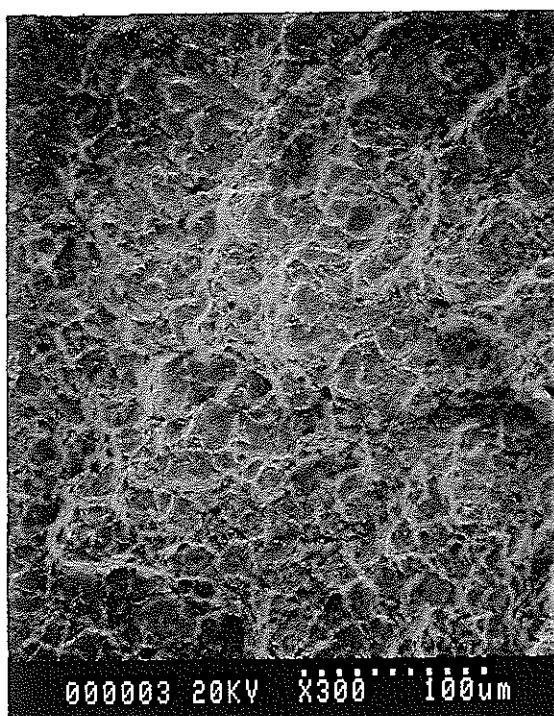
参考写真2-28-1 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×40)



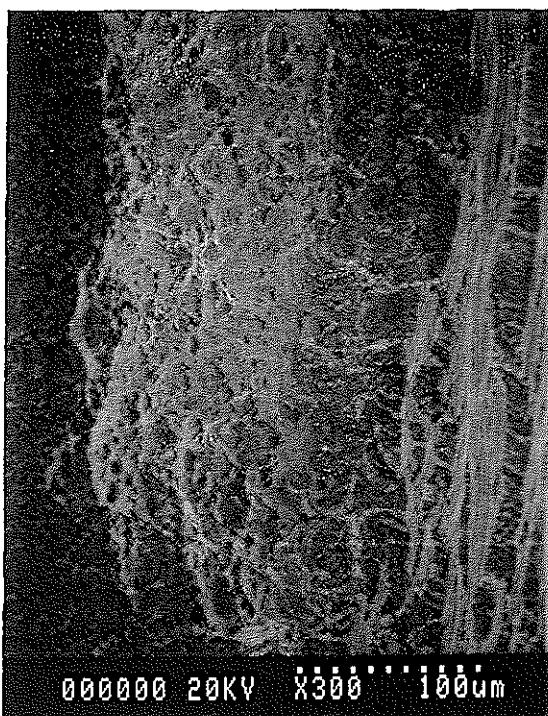
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

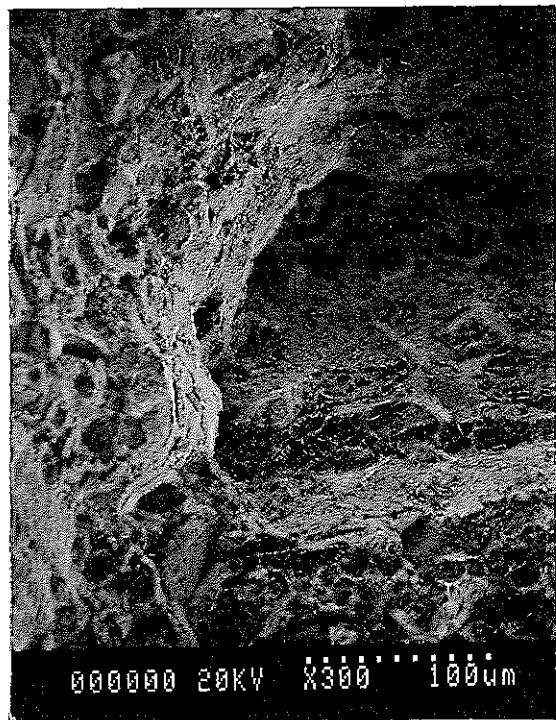
*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-28-2 引張破断面のSEM像(Zry-2端栓, ×300)

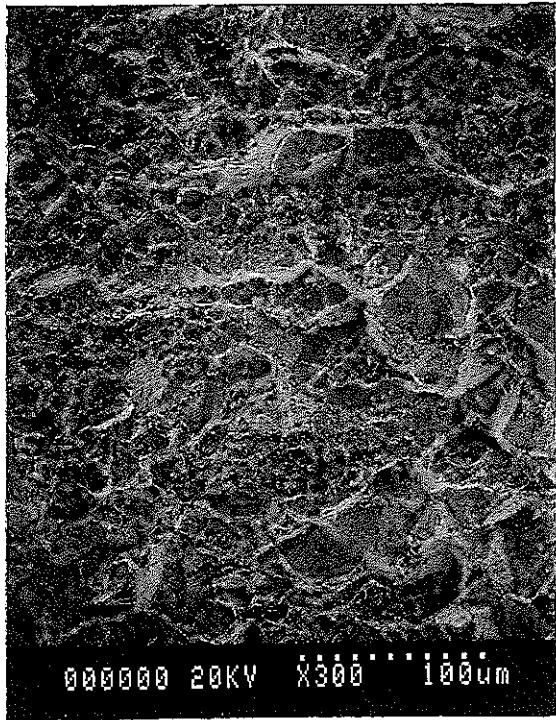


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

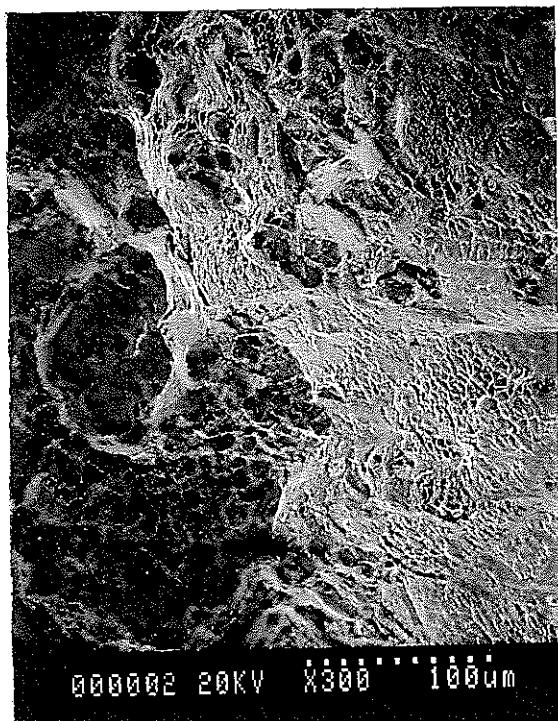
参考写真2-29-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



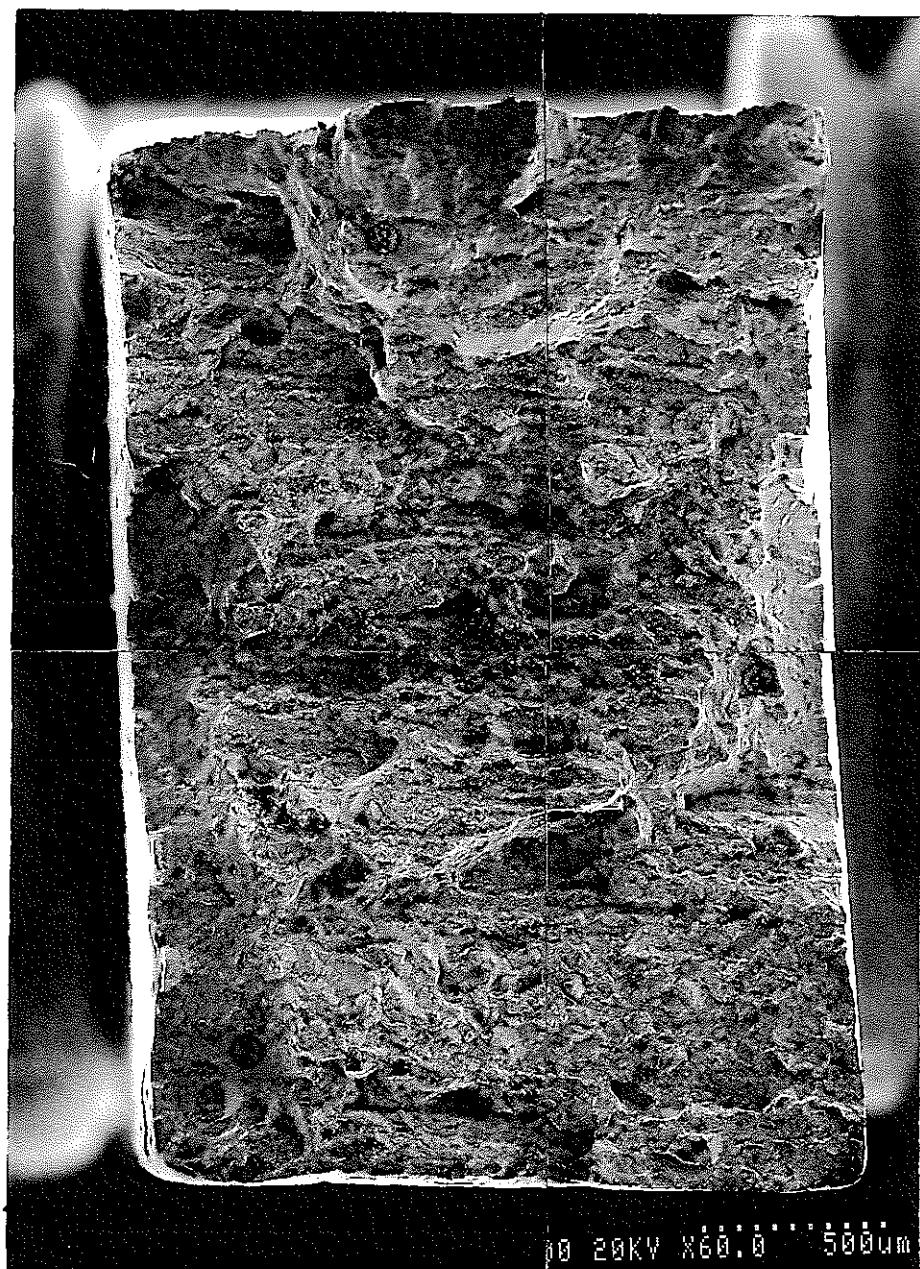
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

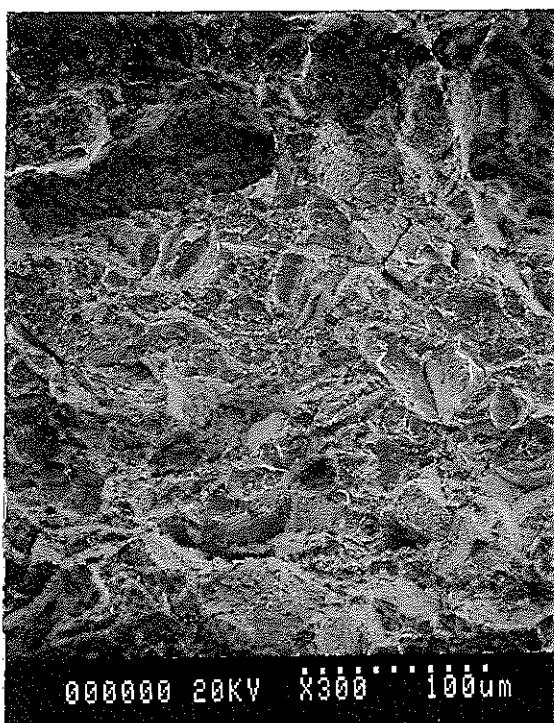
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真2-29-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

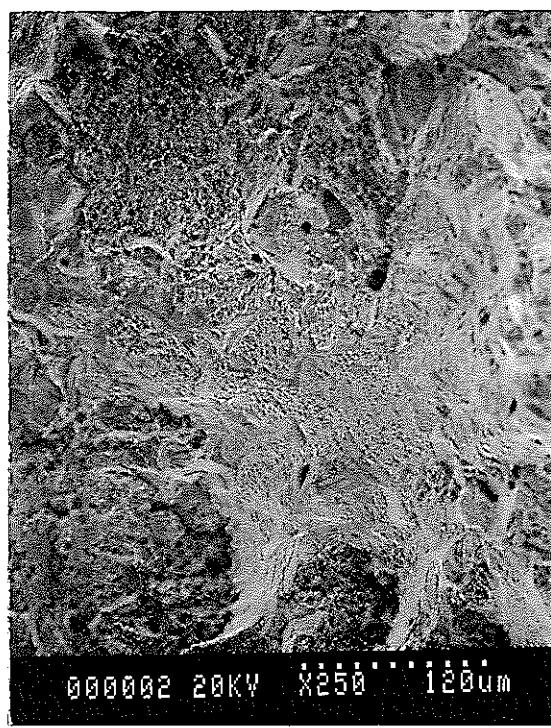


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

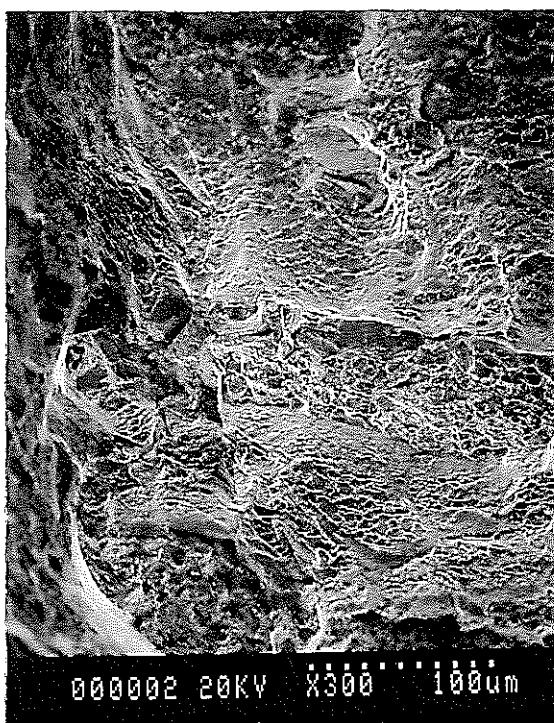
参考写真2-30-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



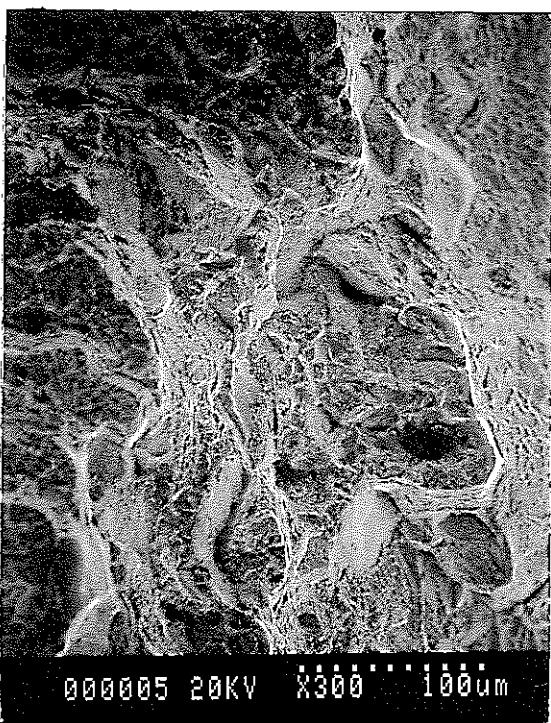
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

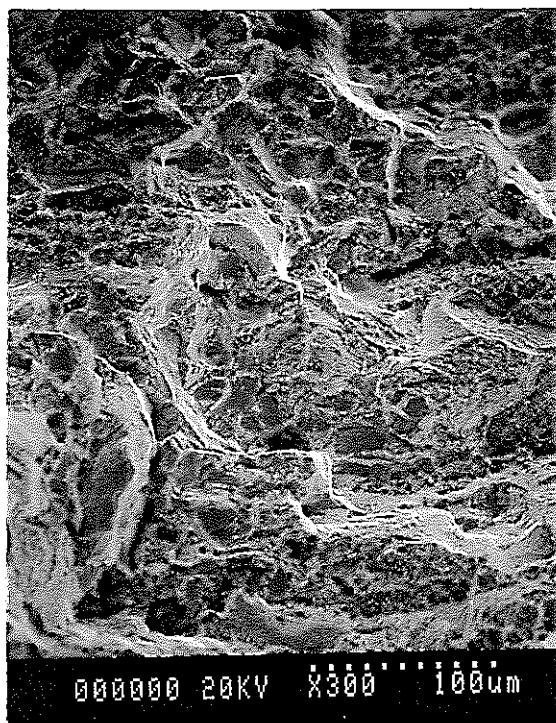
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

参考写真2-30-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

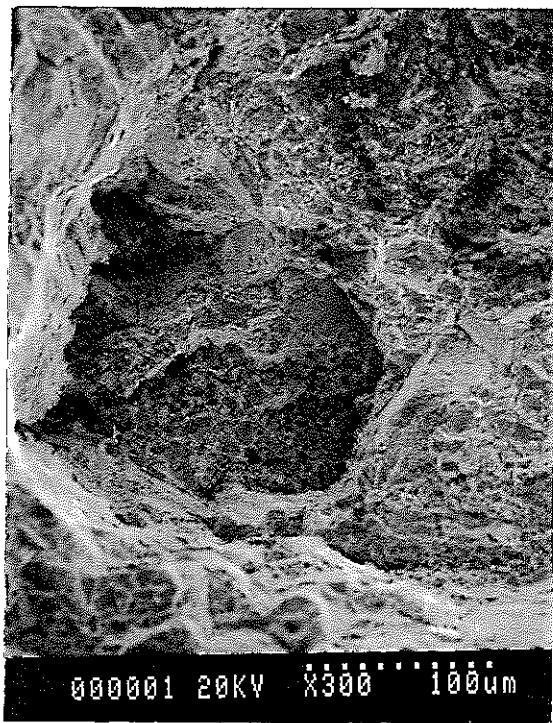


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真2-31-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



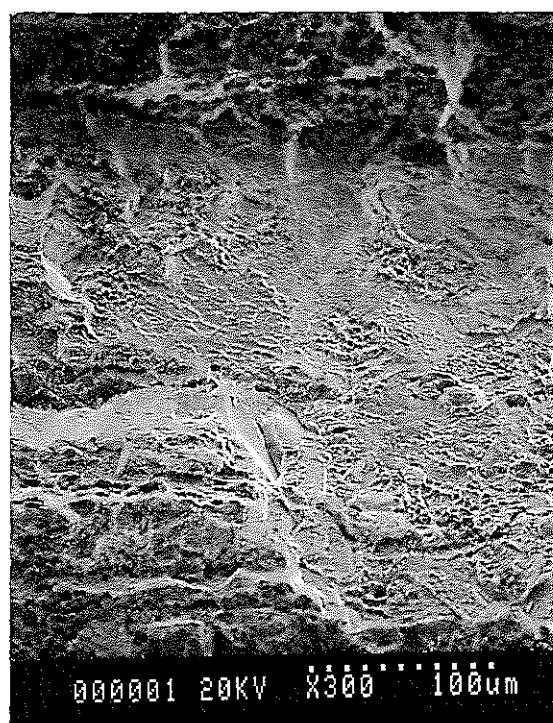
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

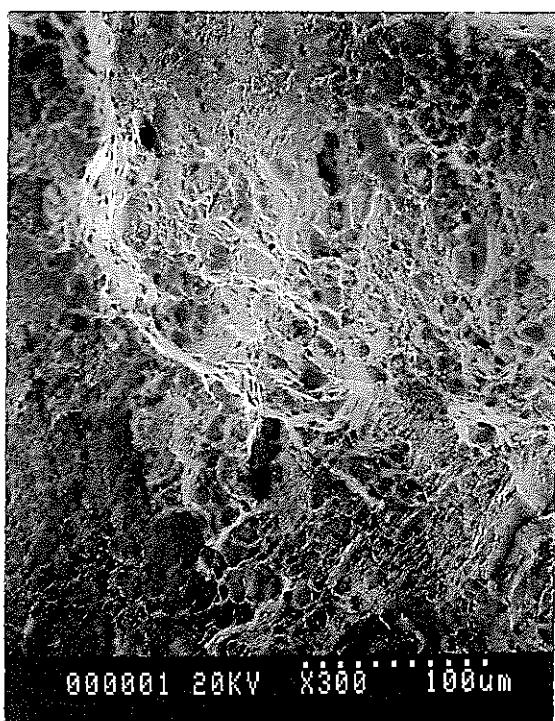
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真2-31-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

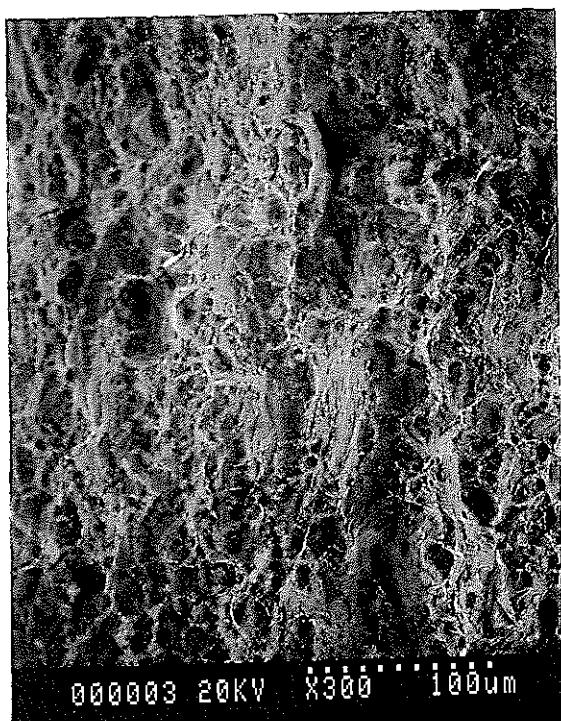
参考写真2-32-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



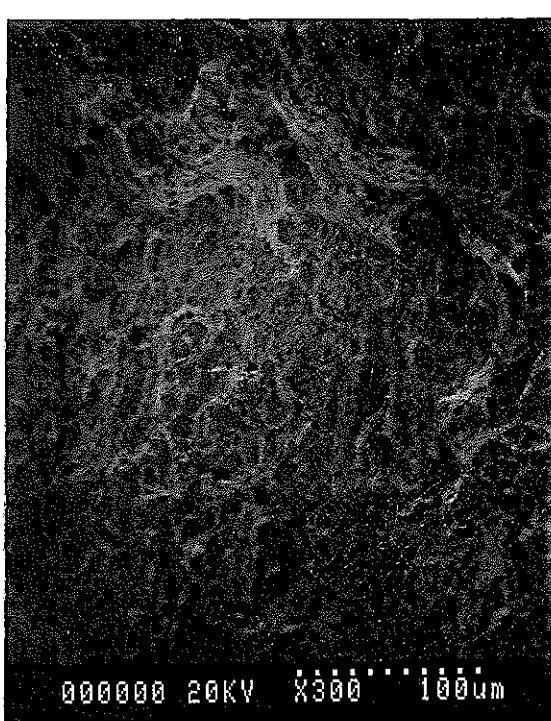
① 部 拡 大



② 部 拡 大



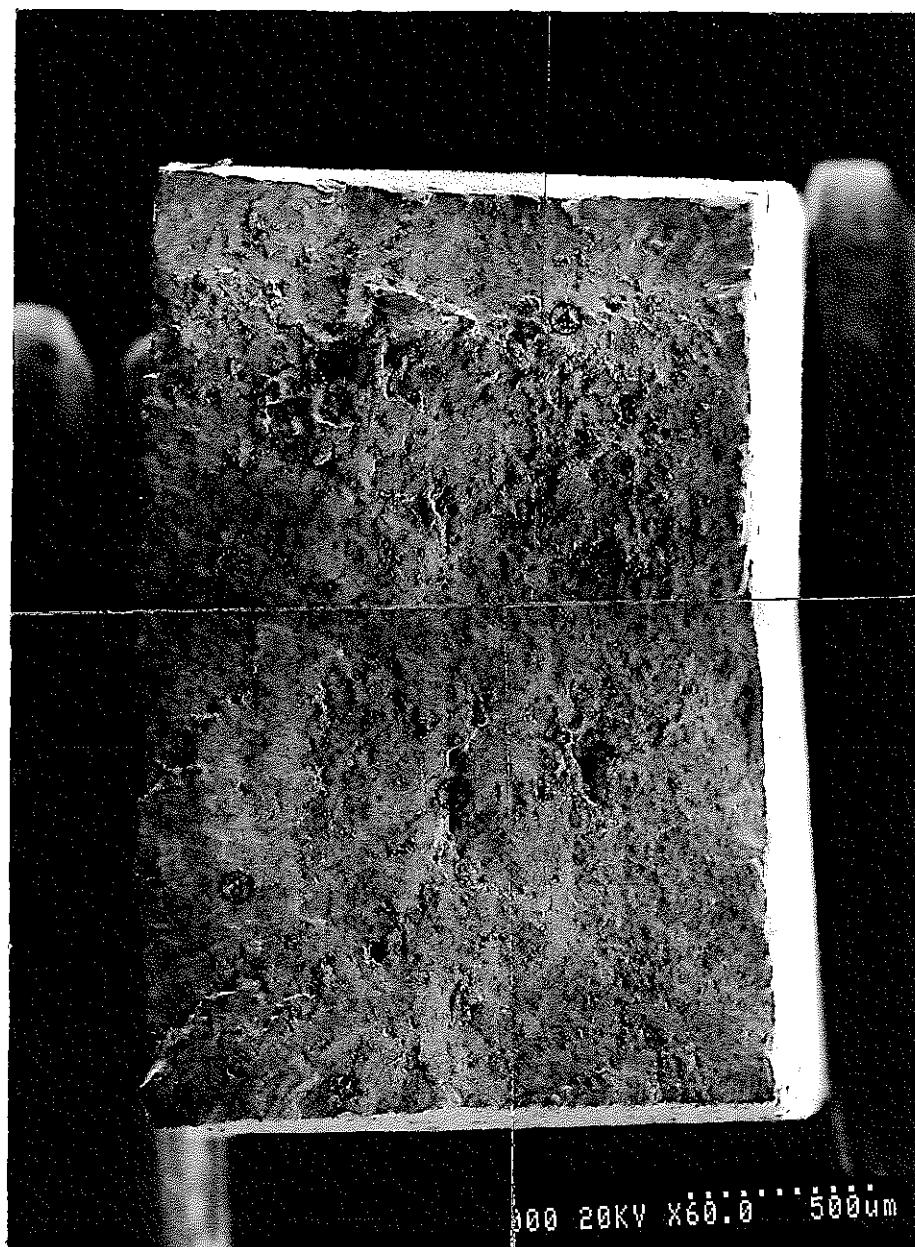
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

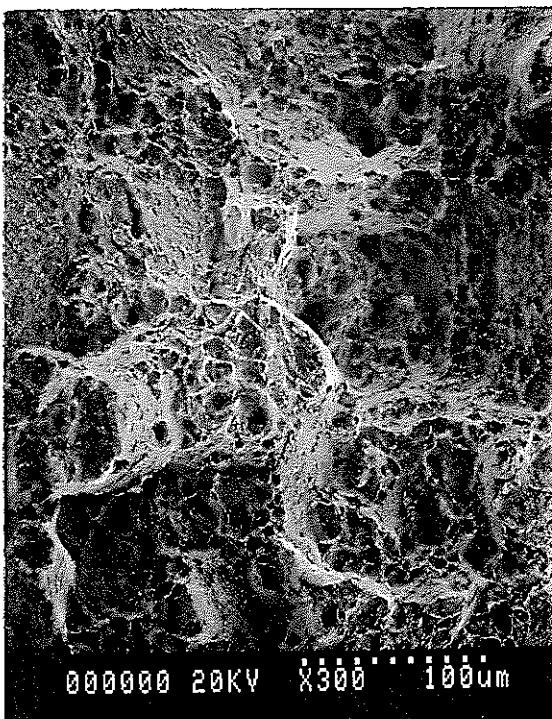
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

参考写真2-32-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

参考写真2-33-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

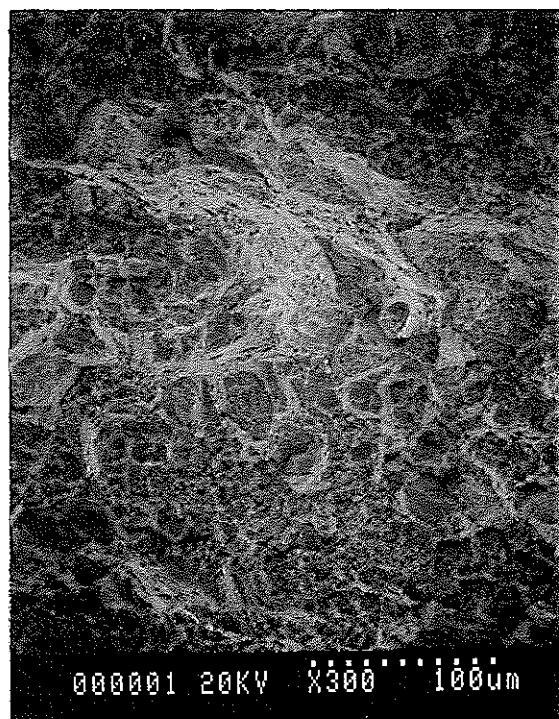
参考写真2-33-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



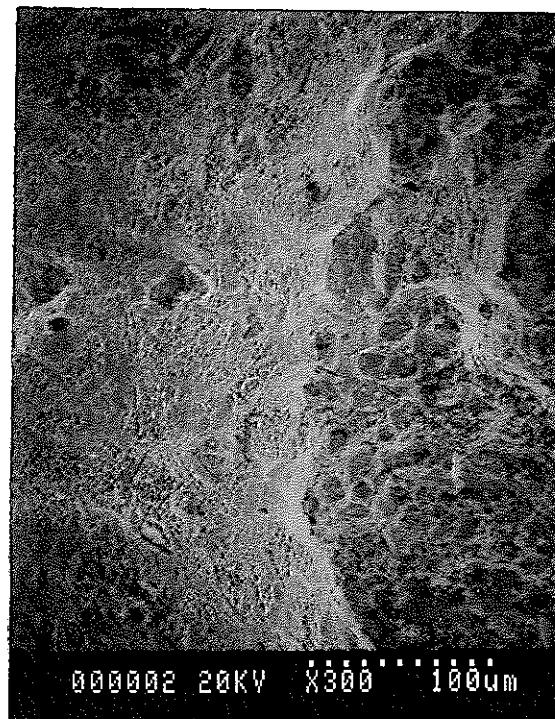
20KV X60.0 500μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

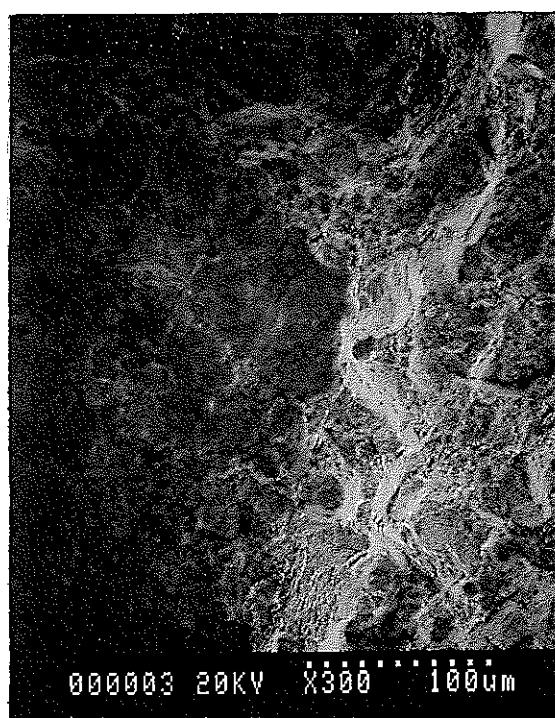
参考写真2-34-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



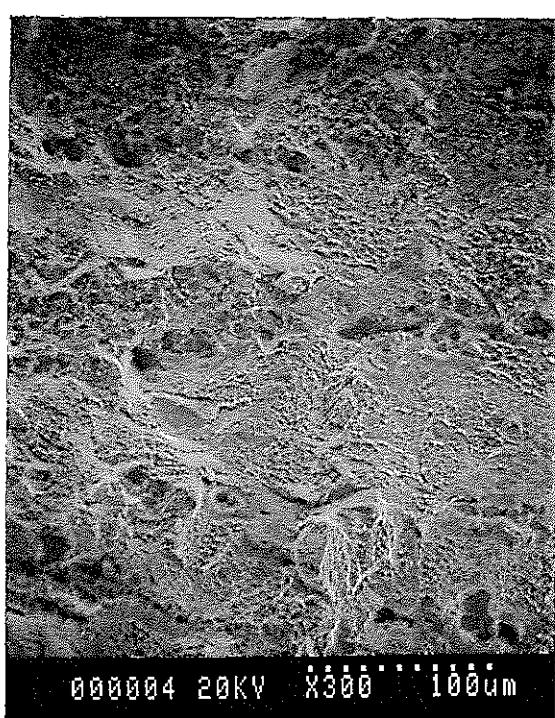
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

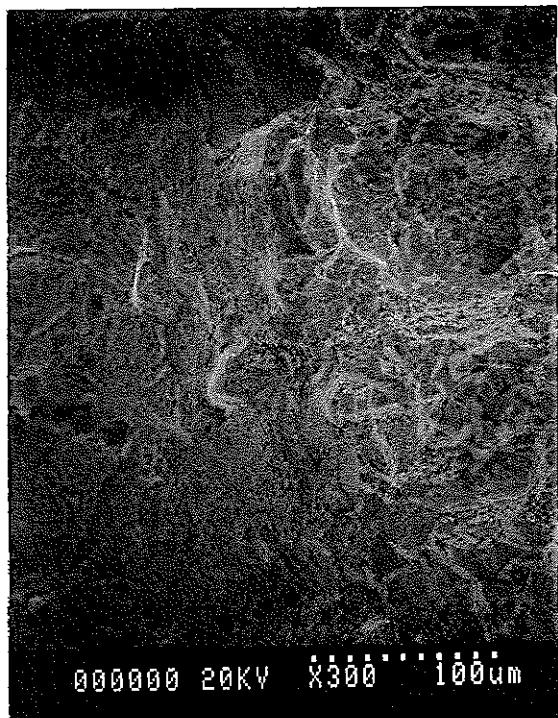
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|-----------|----------------------------|--------------|-----------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

参考写真2-34-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

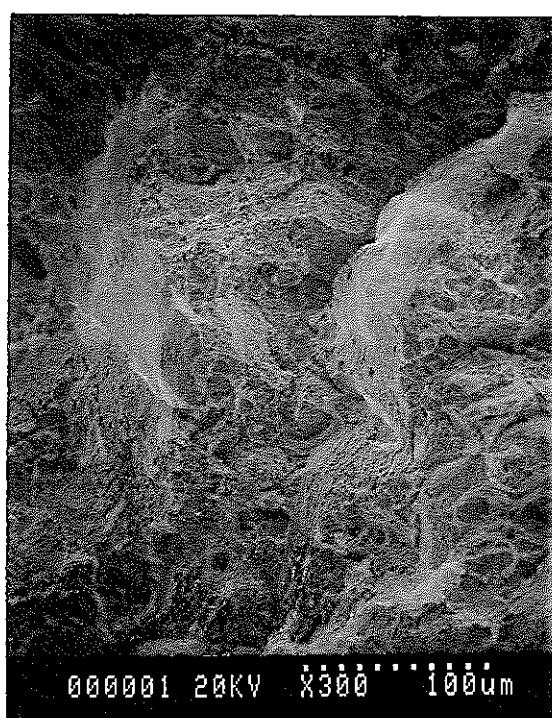


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

参考写真2-35-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



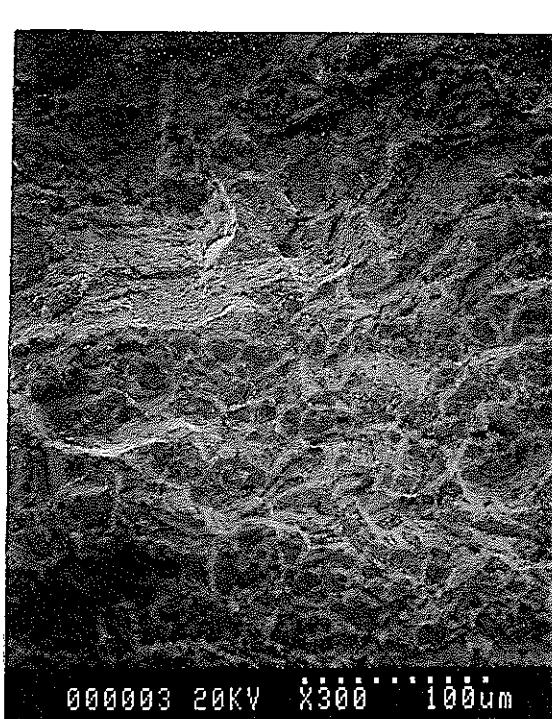
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

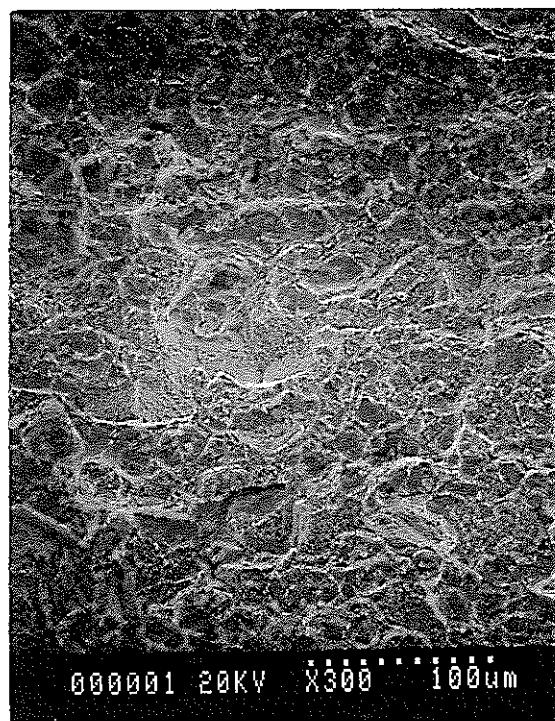
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

参考写真2-35-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

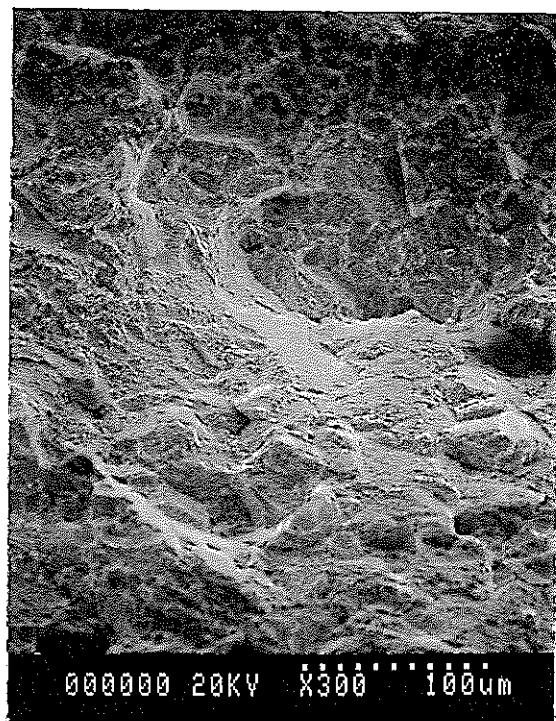


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真2-36-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



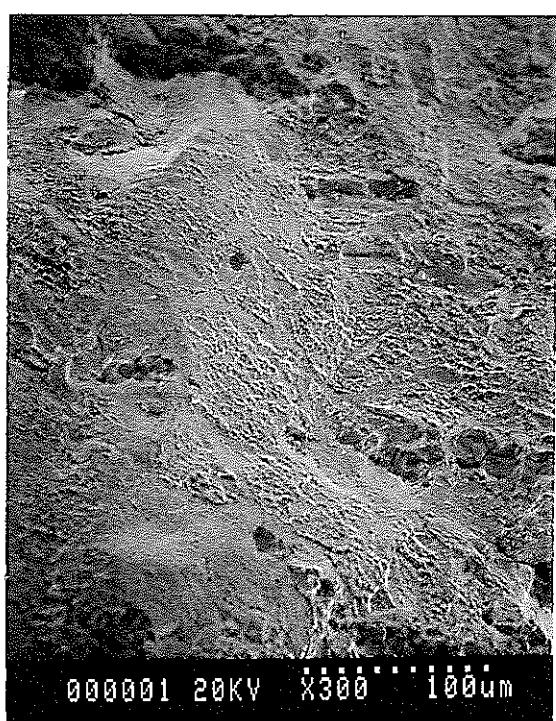
① 部 拡 大



② 部 拡 大



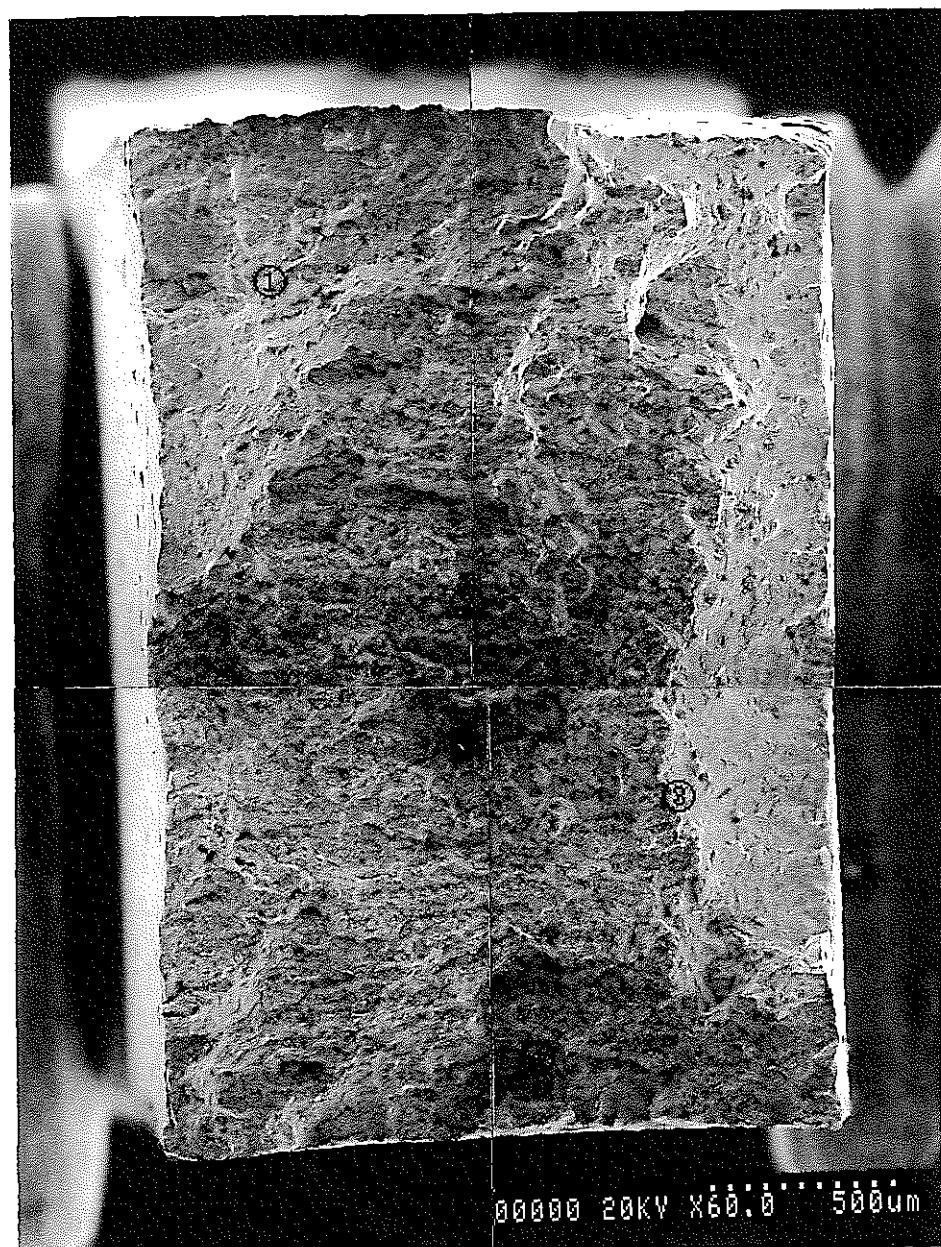
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

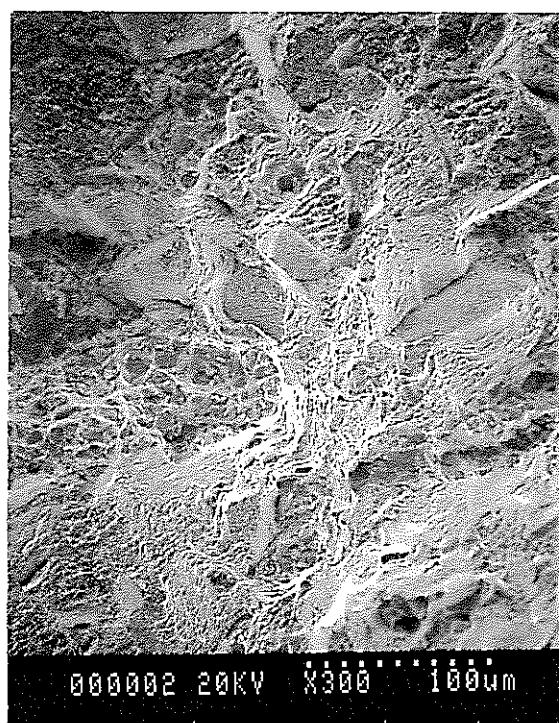
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真2-36-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

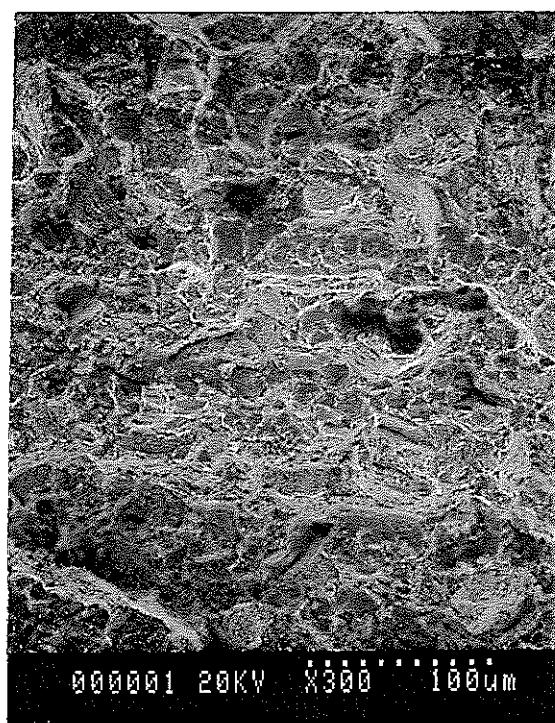


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

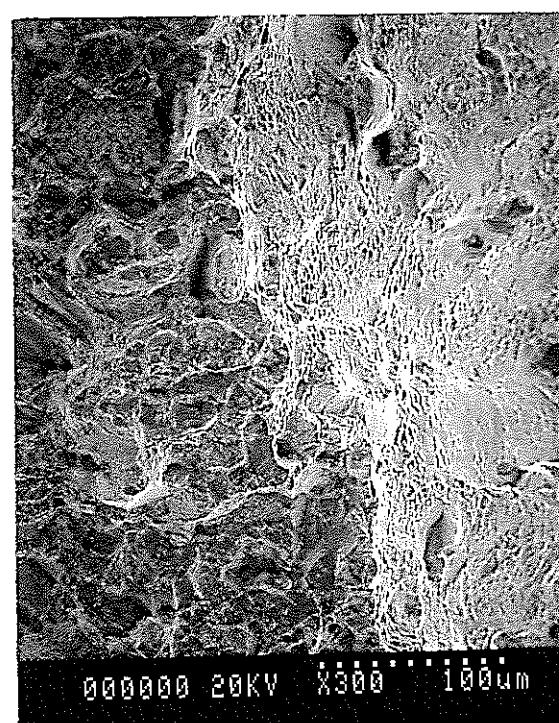
参考写真2-37-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



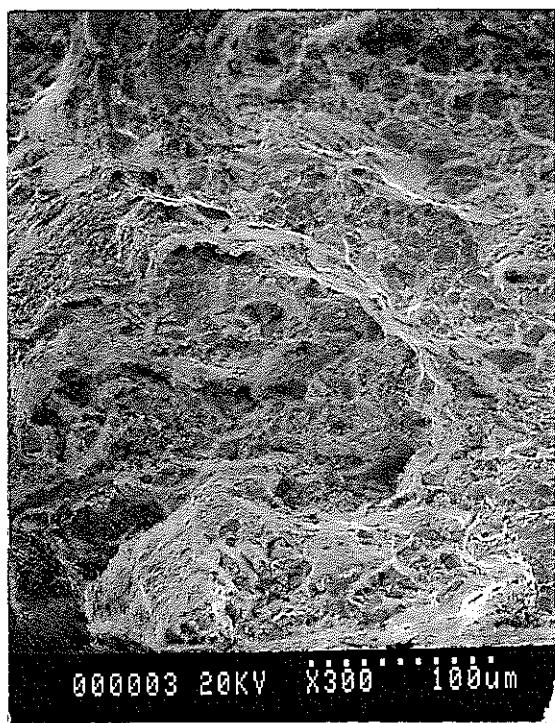
① 部 拡 大



② 部 拡 大



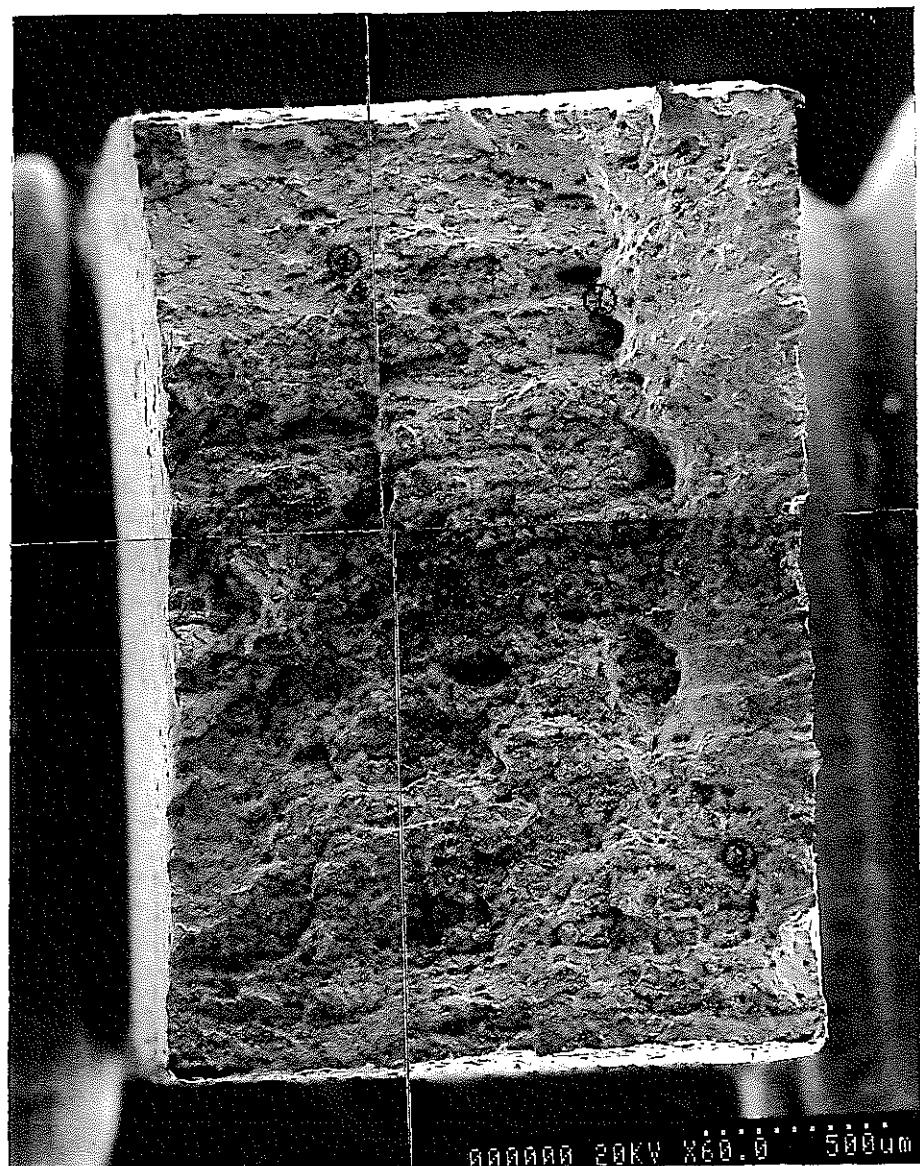
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

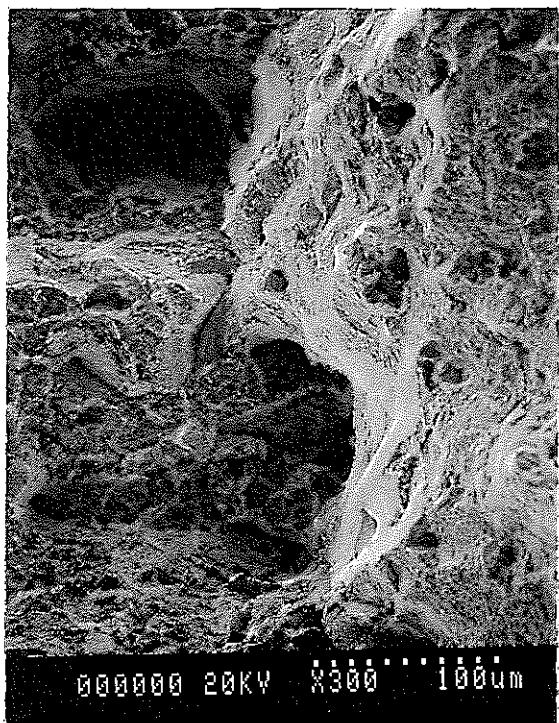
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

参考写真2-37-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

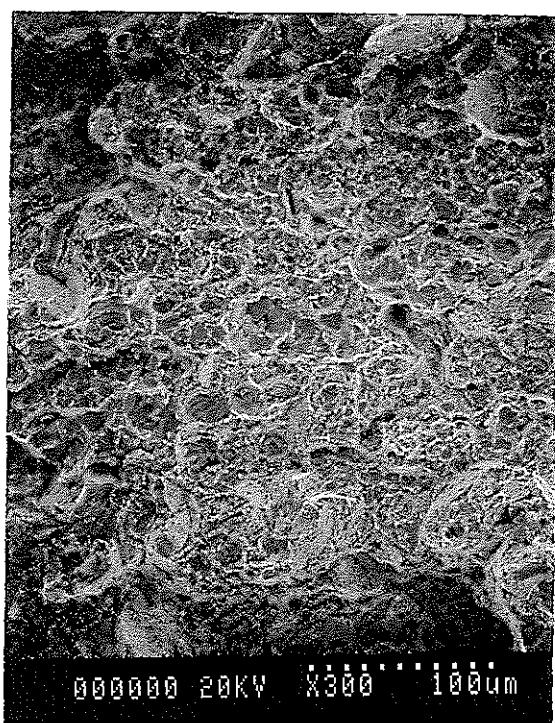


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

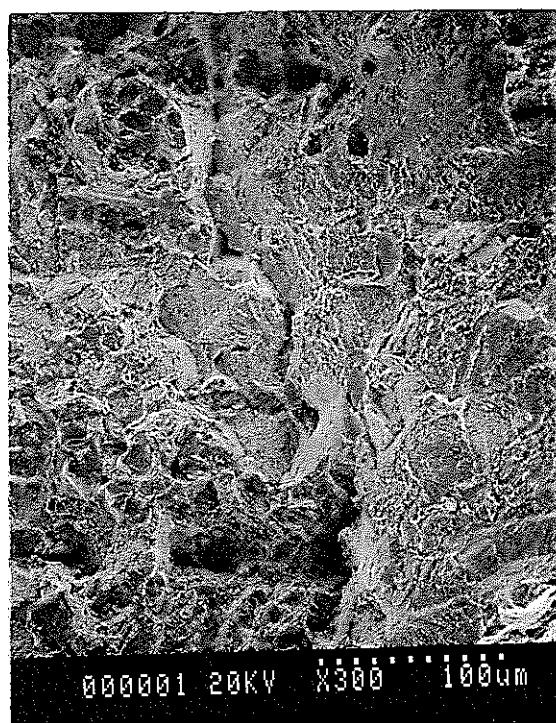
参考写真2-38-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



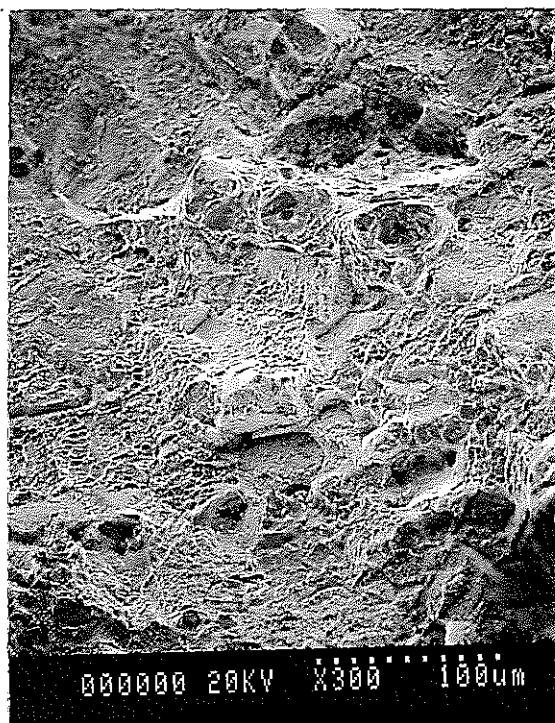
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

参考写真2-38-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

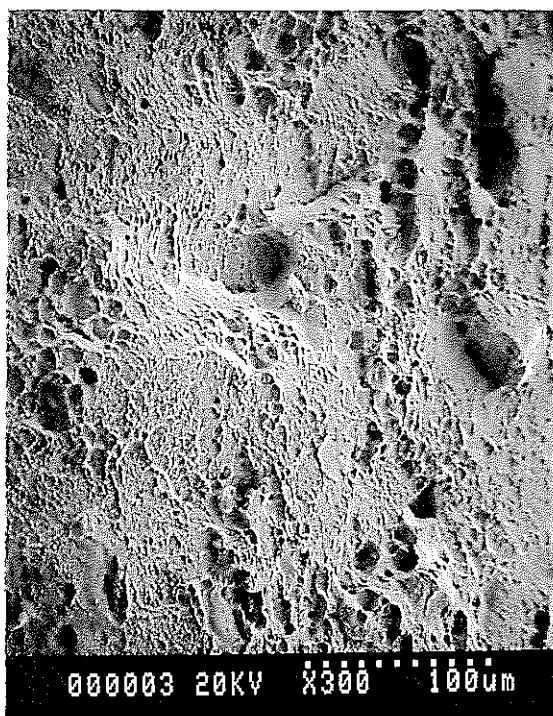
参考写真2-39-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

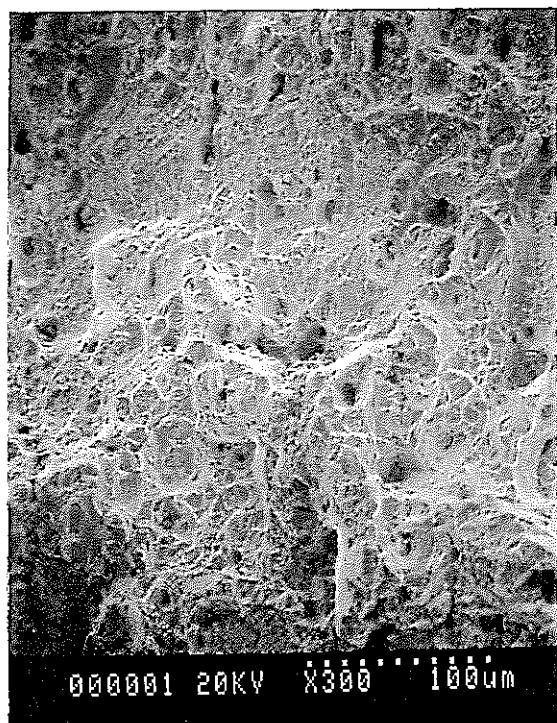
参考写真2-39-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



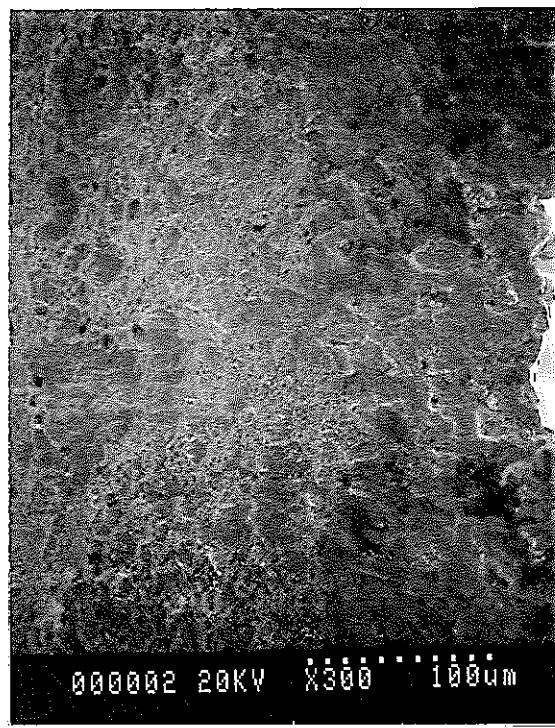
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

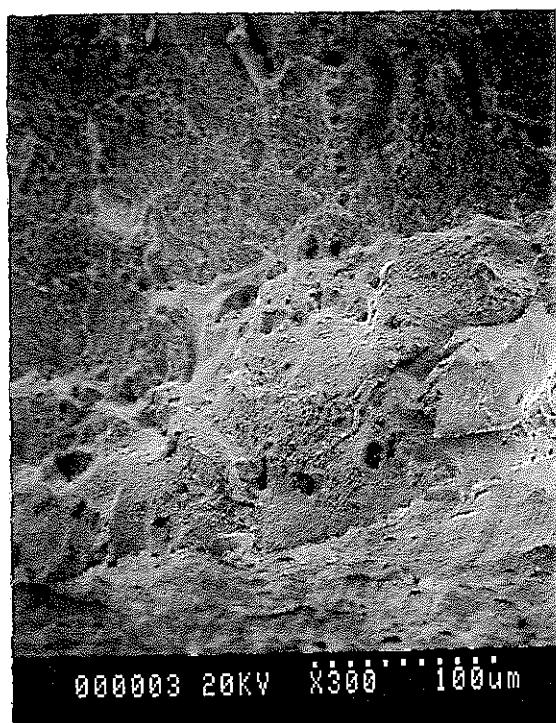
参考写真2-40-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



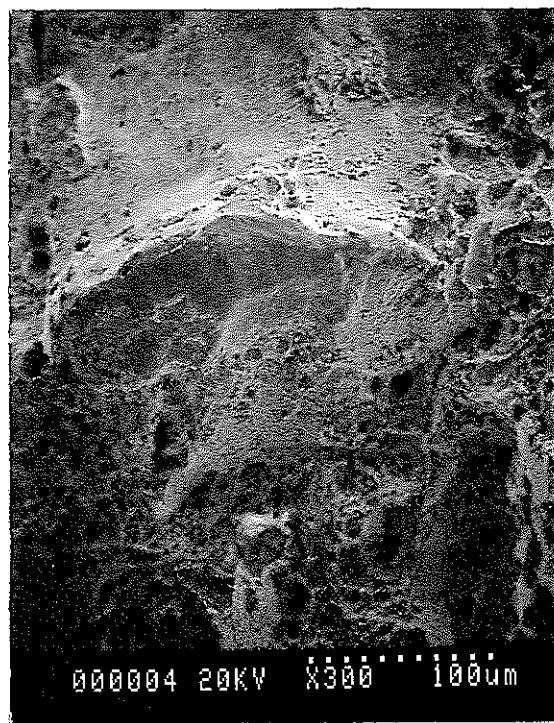
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

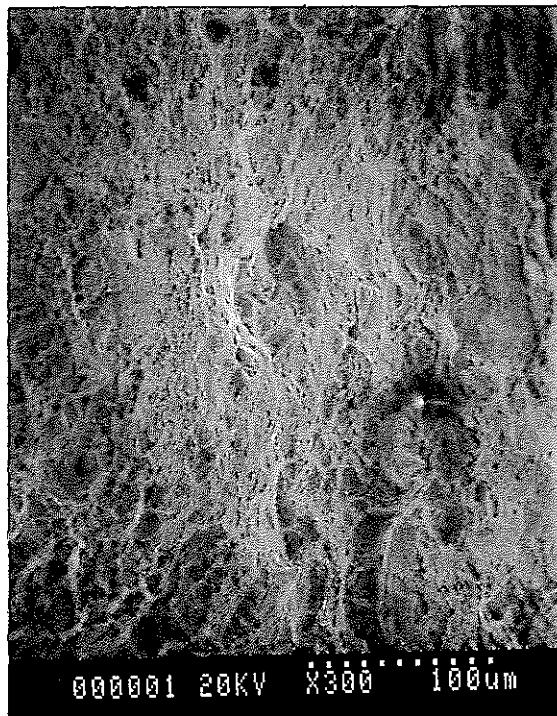
参考写真2-40-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



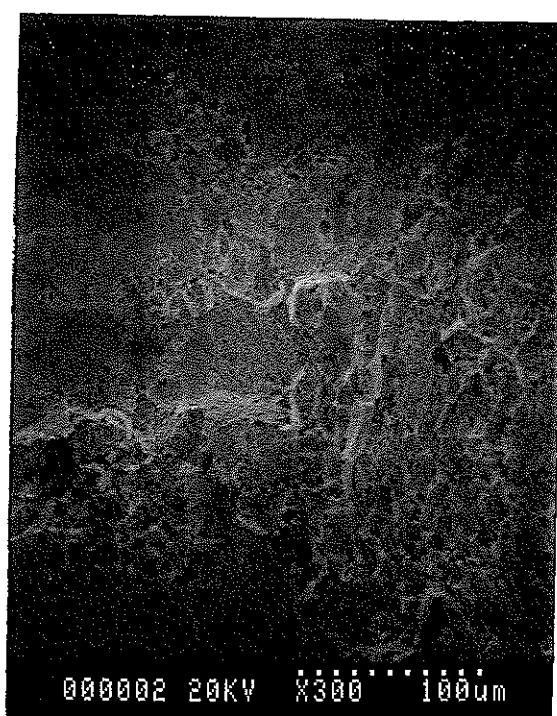
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

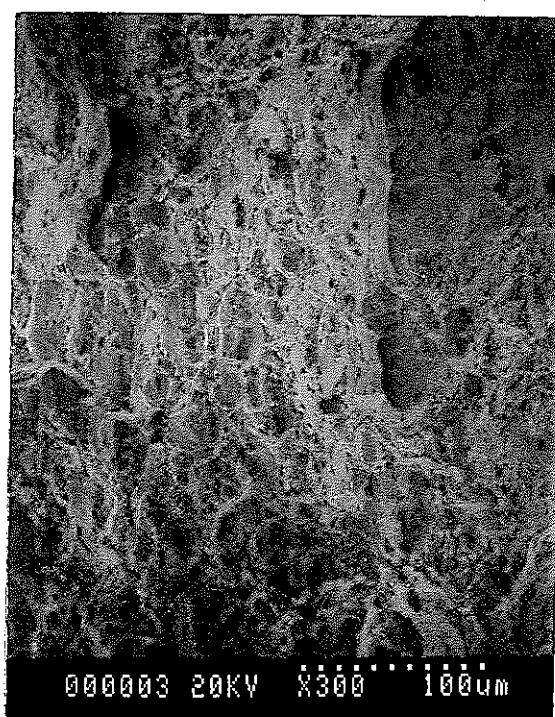
参考写真2-41-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

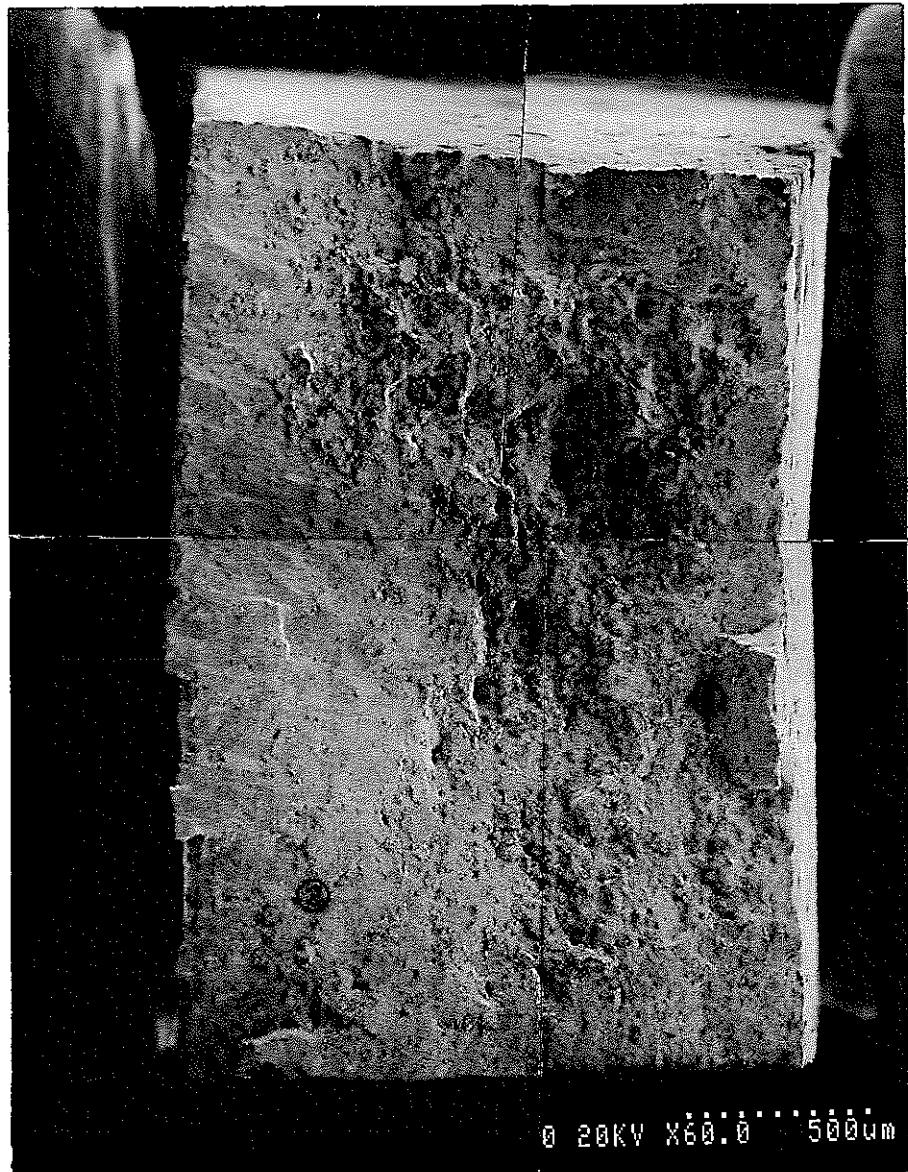


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-41-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)



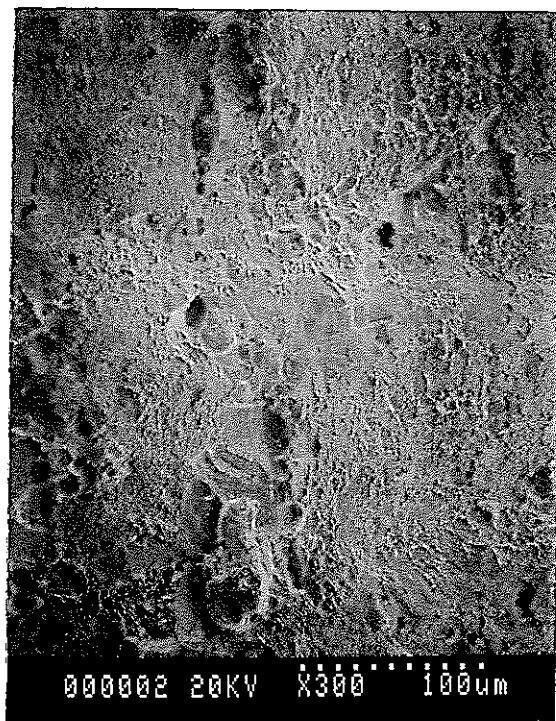
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

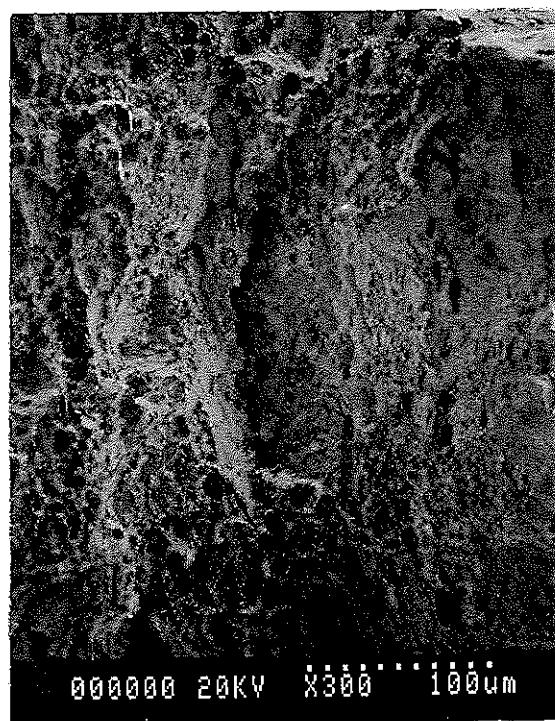
参考写真2-42-1 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×60)



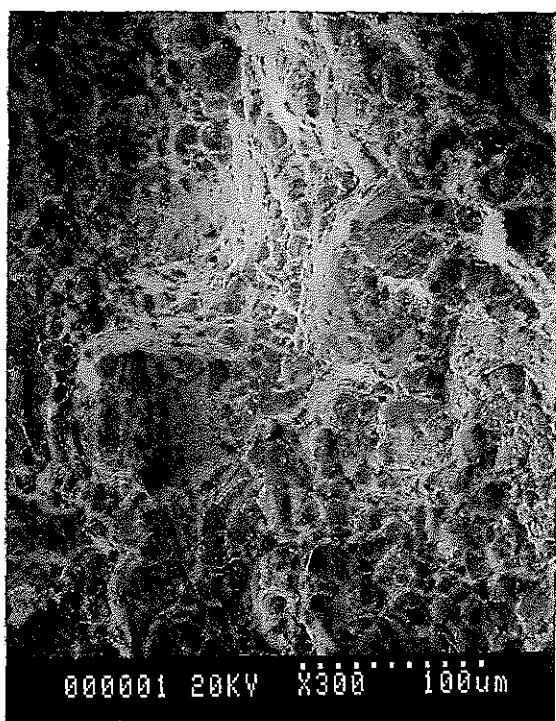
①部拡大



②部拡大



③部拡大

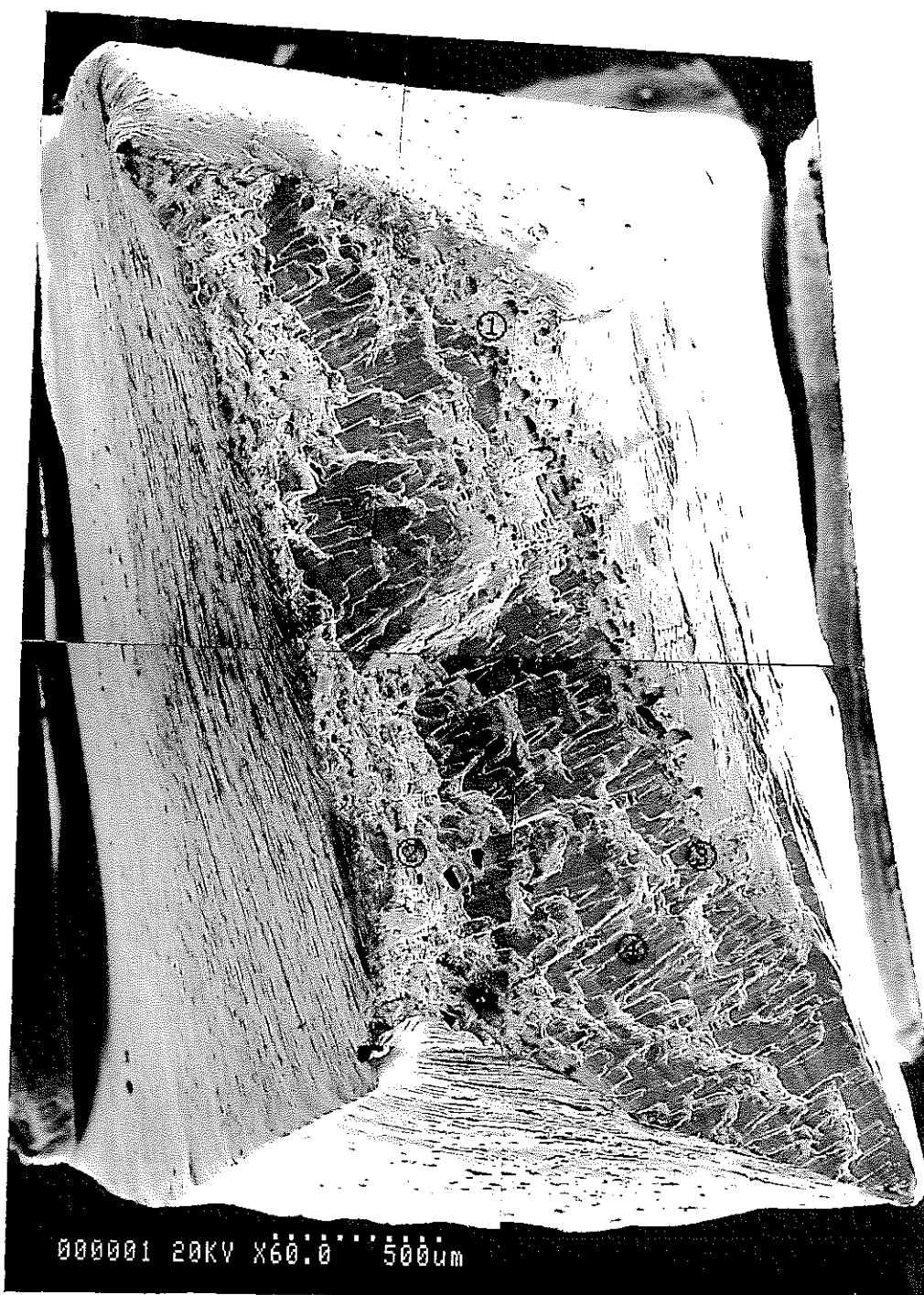


④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

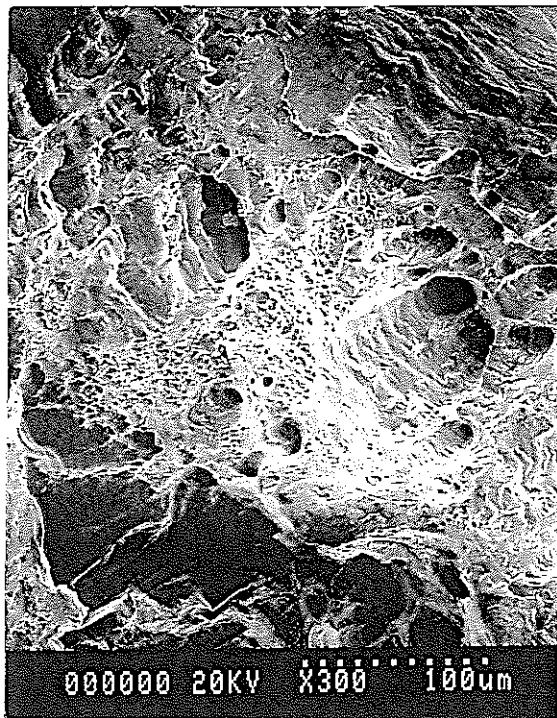
*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-42-2 引張破断面のSEM像(Inconel-718, ×300)

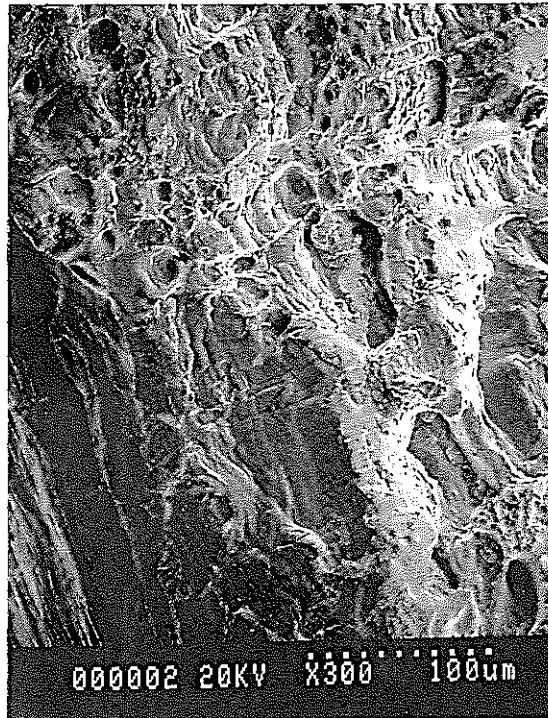


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真 2-43-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真 2-43-2 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 300)

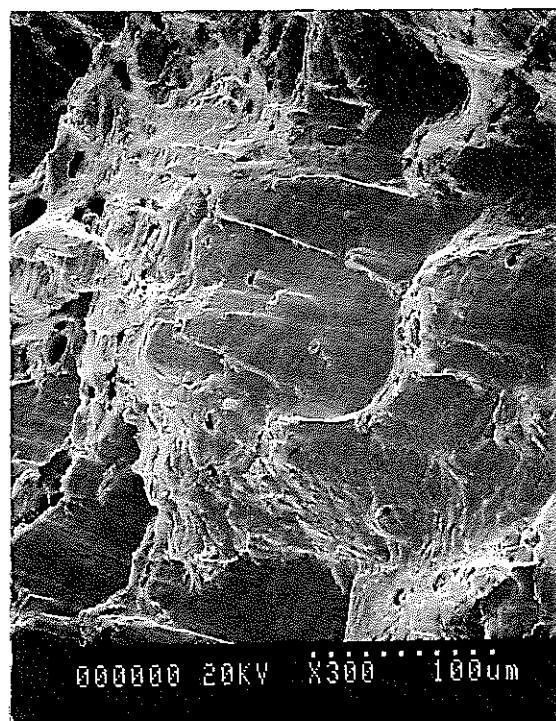


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

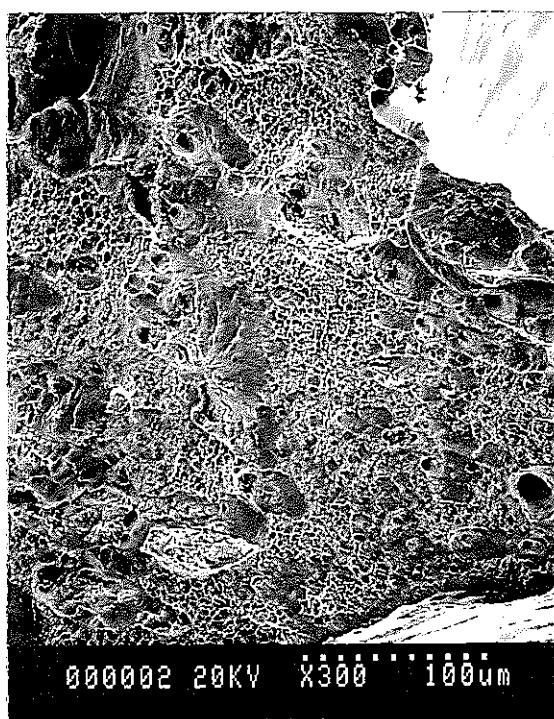
参考写真 2-44-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



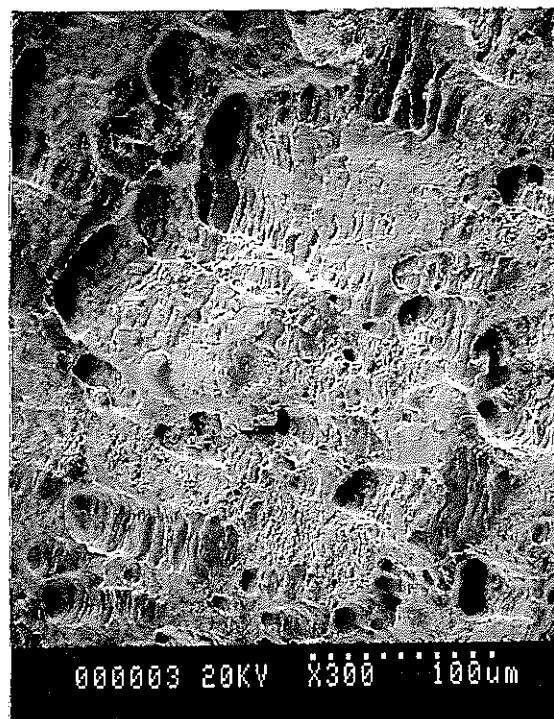
① 部 拡 大



② 部 拡 大



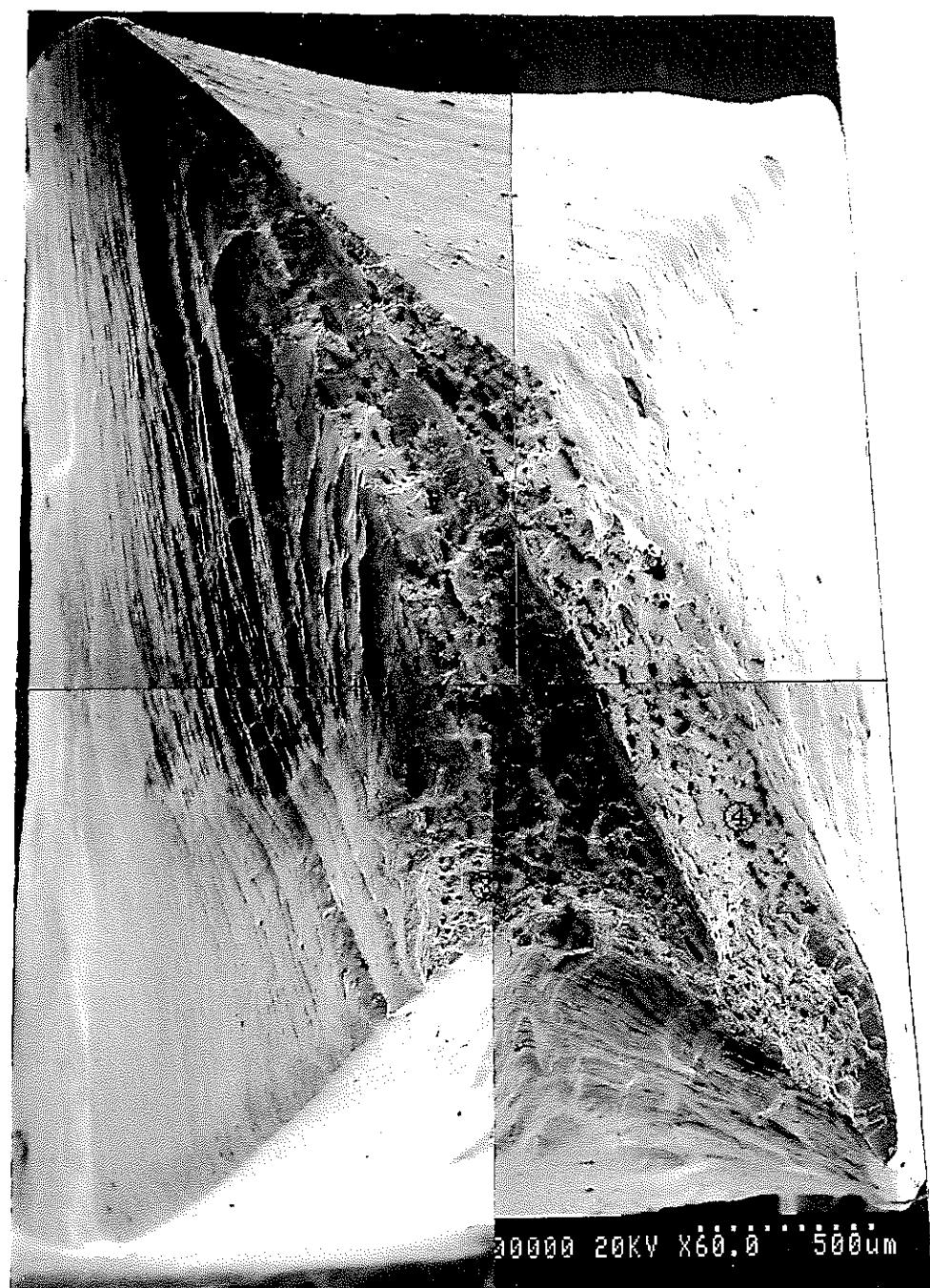
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

参考写真2-44-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)

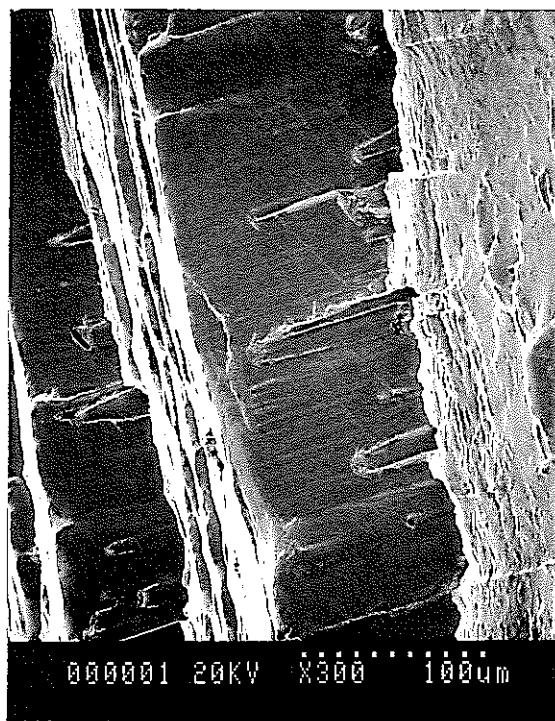


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A _t | 130 | 35 | 8 | 0 |

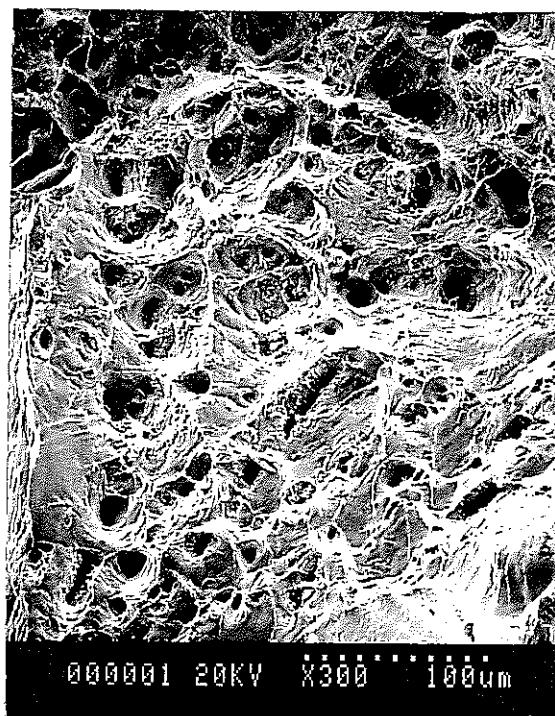
参考写真 2-45-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



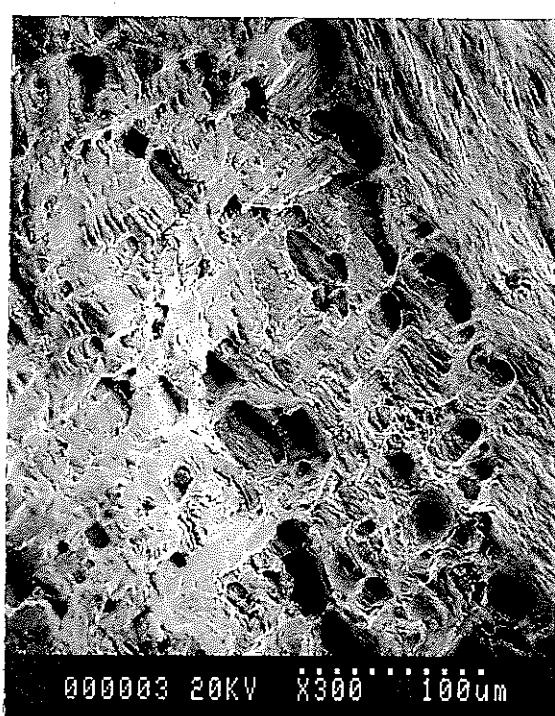
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

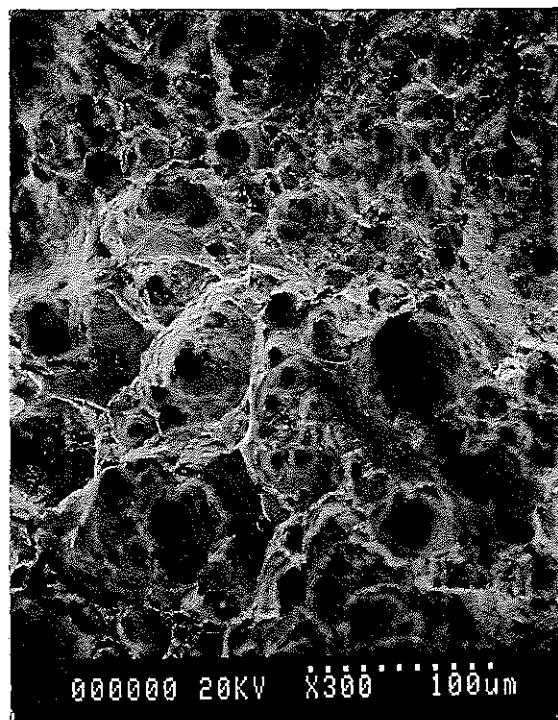
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真2-45-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)

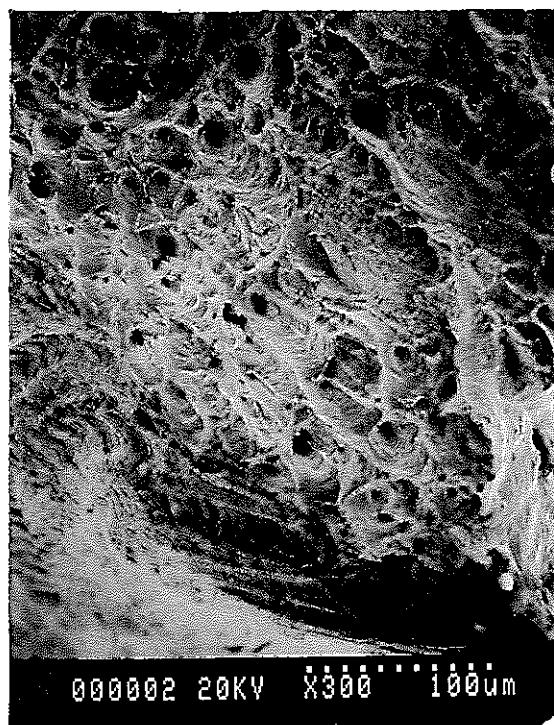


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

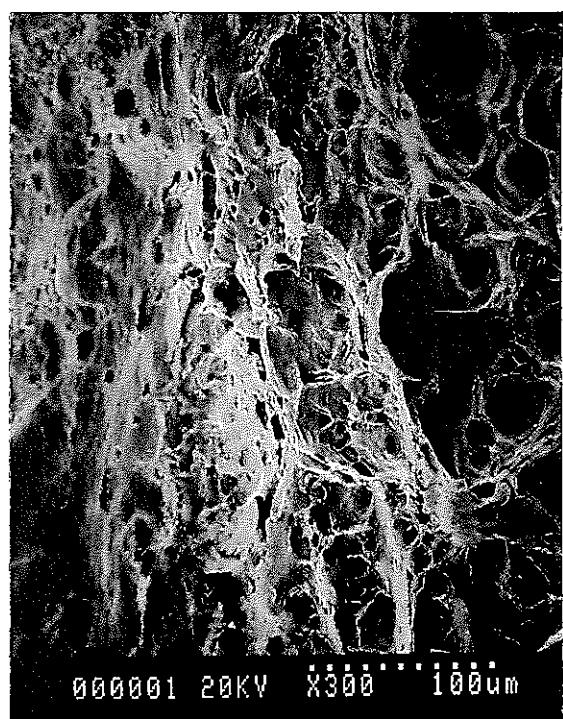
参考写真 2-46-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



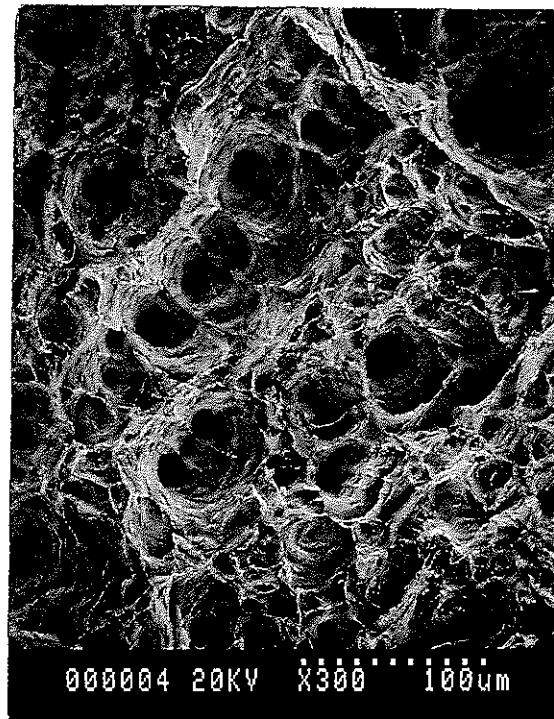
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

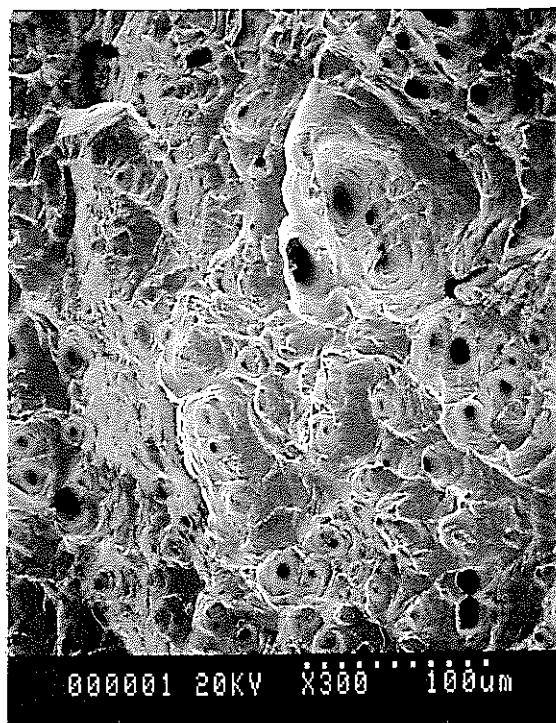
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

参考写真 2-46-2 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

参考写真 2-47-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



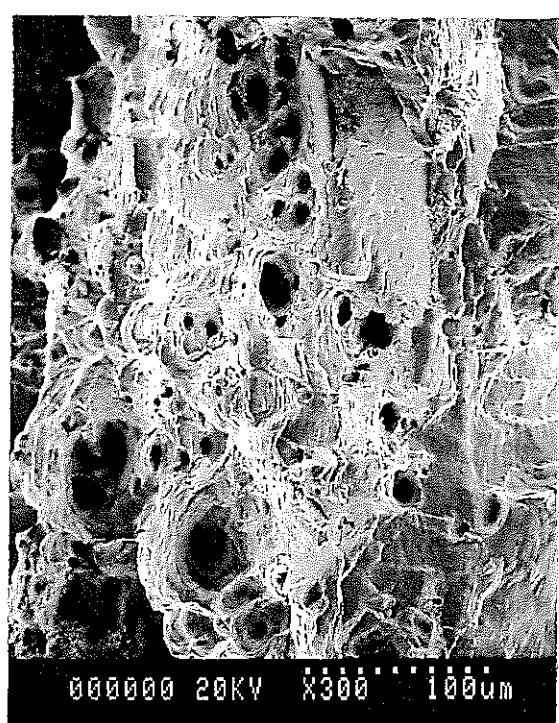
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

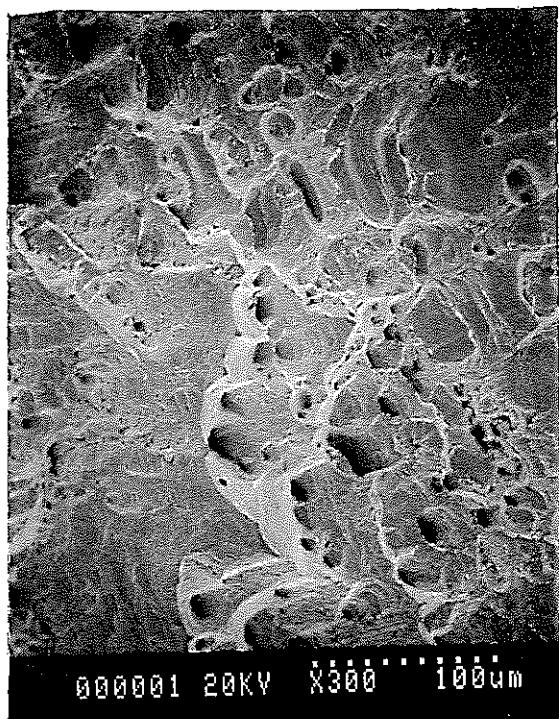
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

参考写真2-47-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)

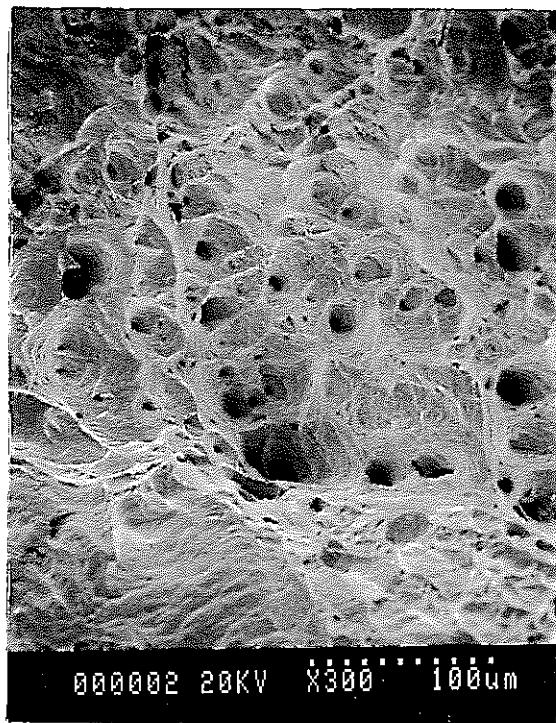


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

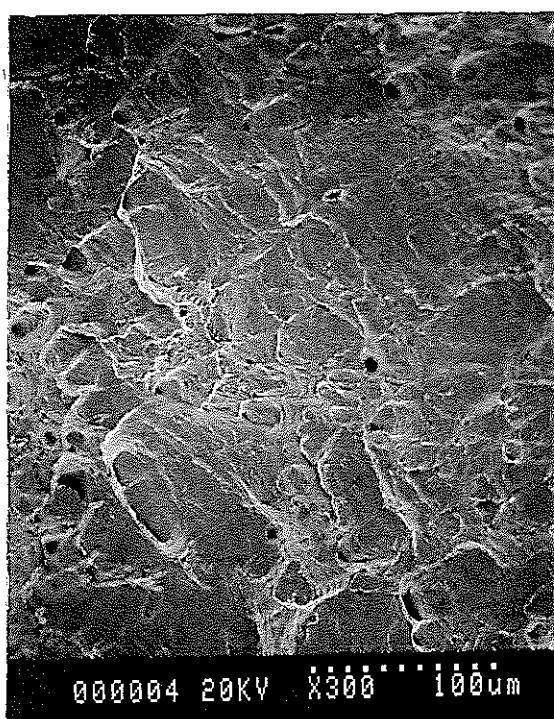
参考写真 2-48-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



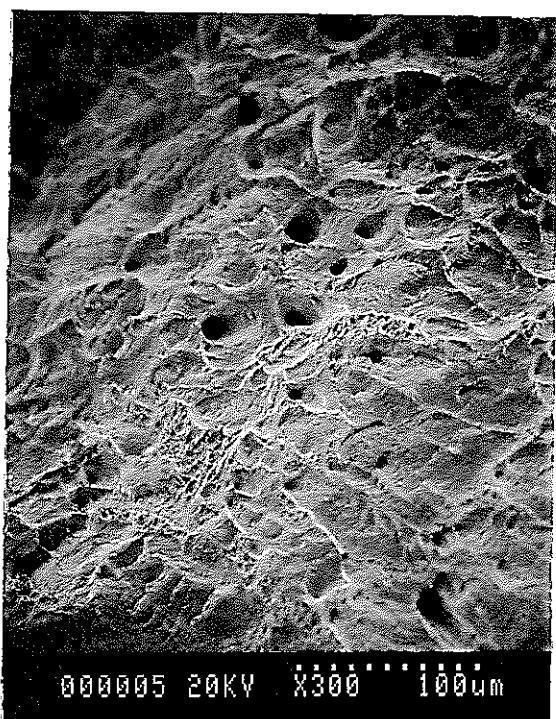
① 部 拡 大



② 部 拡 大



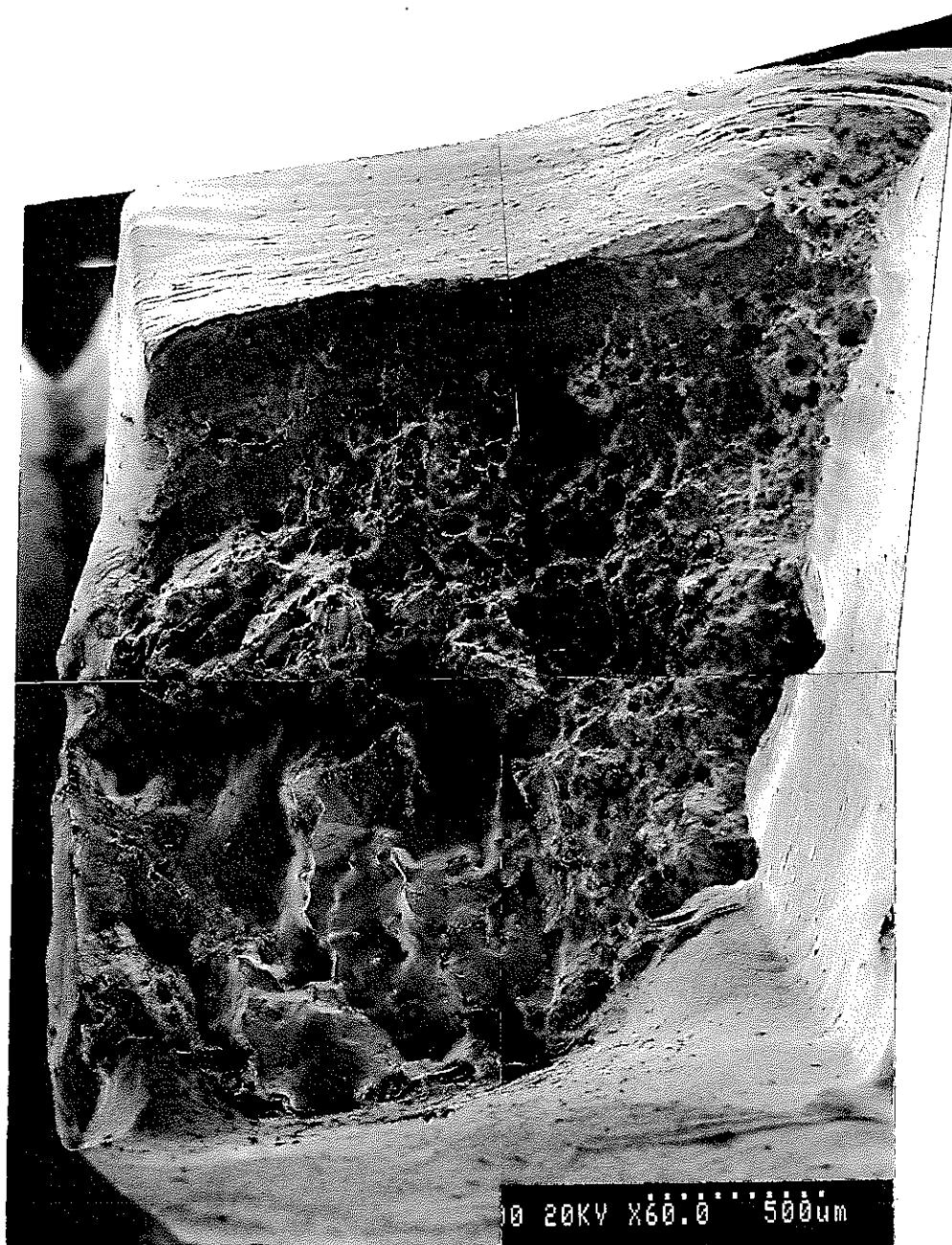
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

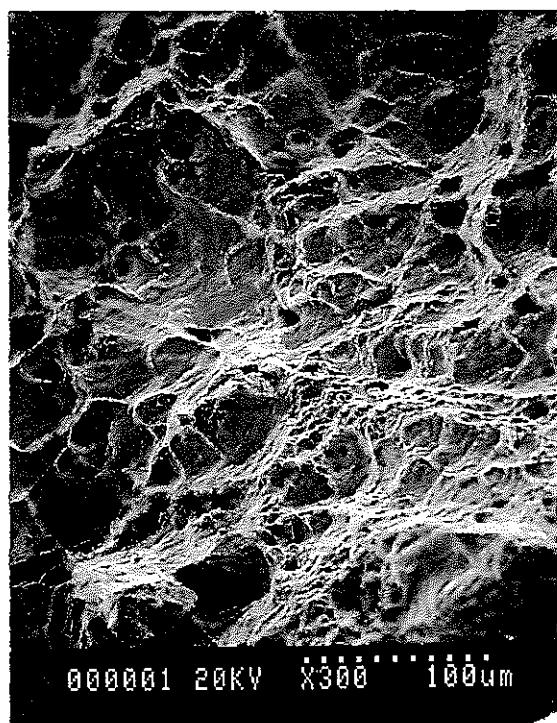
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

参考写真 2-48-2 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 300)

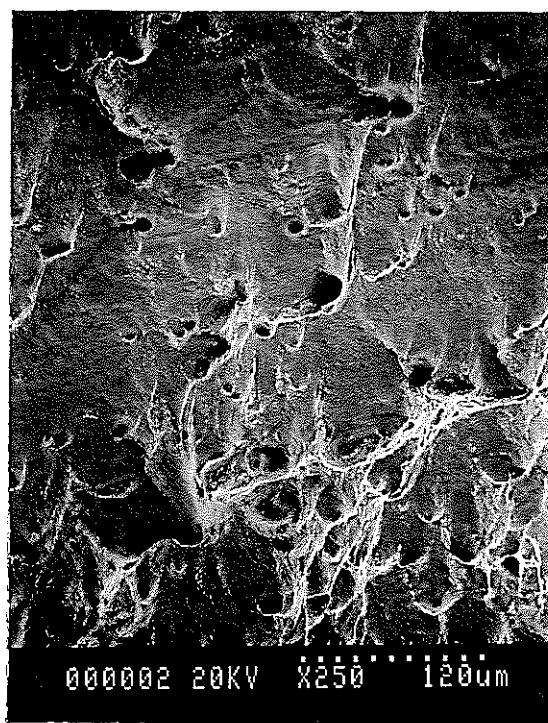


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

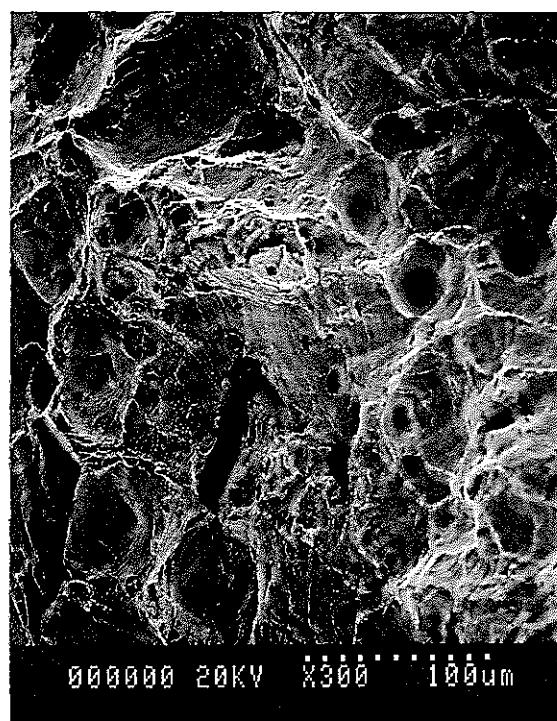
参考写真2-49-1 引張破断面のSEM像(SCS13, ×60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



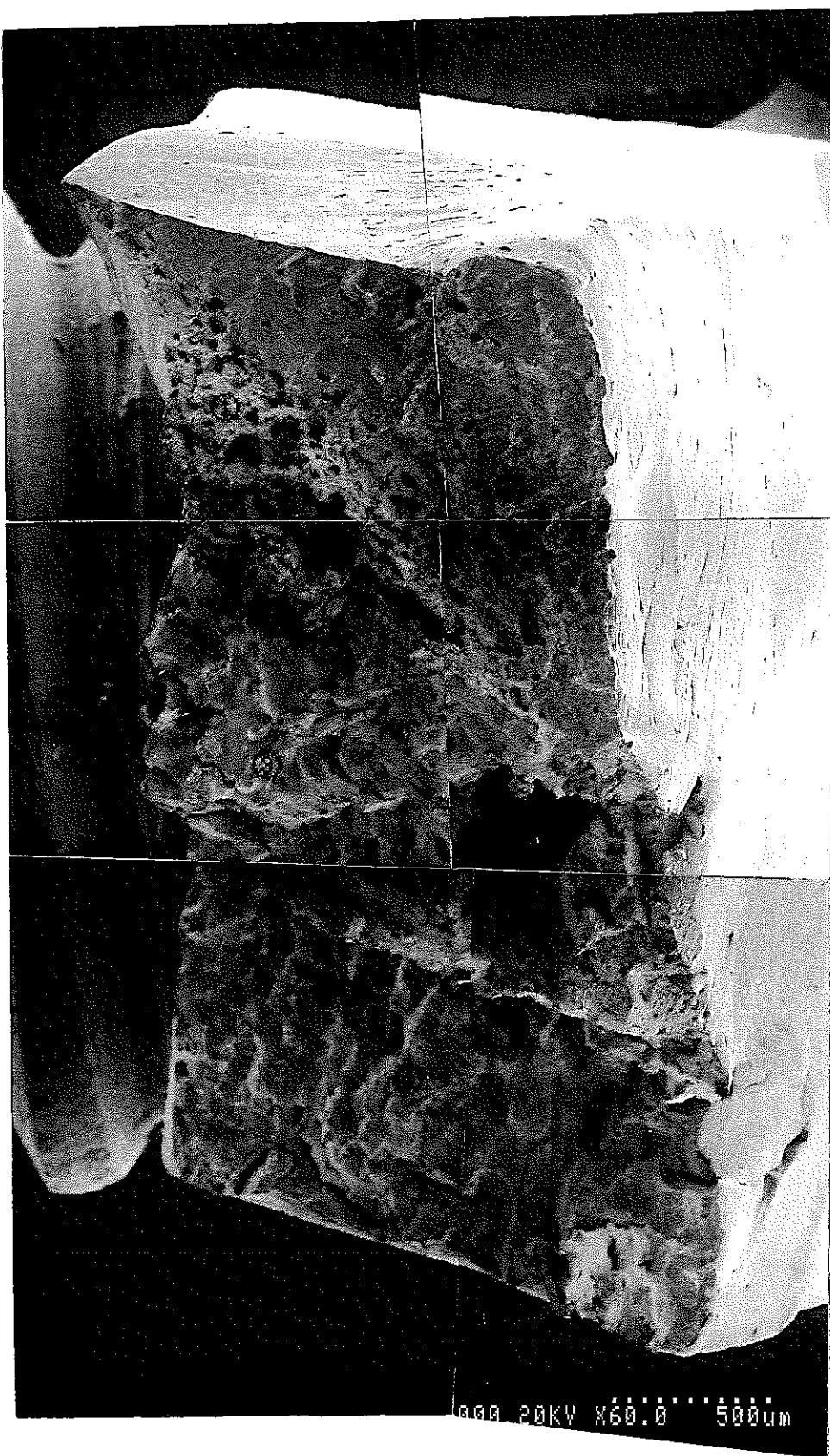
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

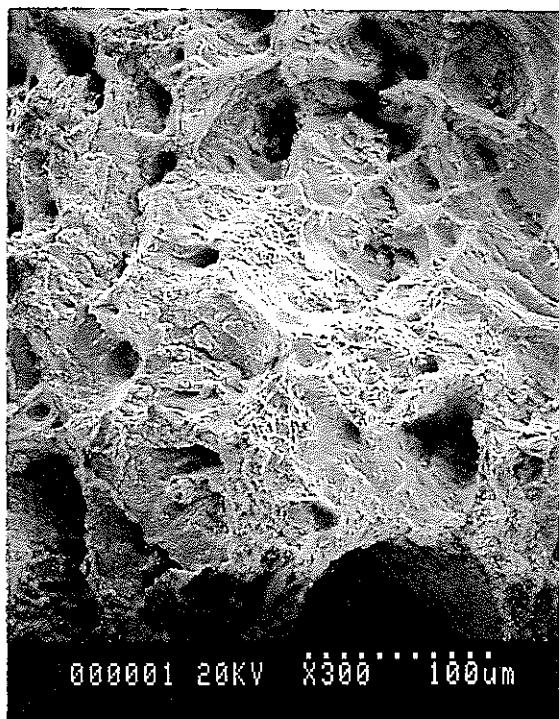
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

参考写真2-49-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)

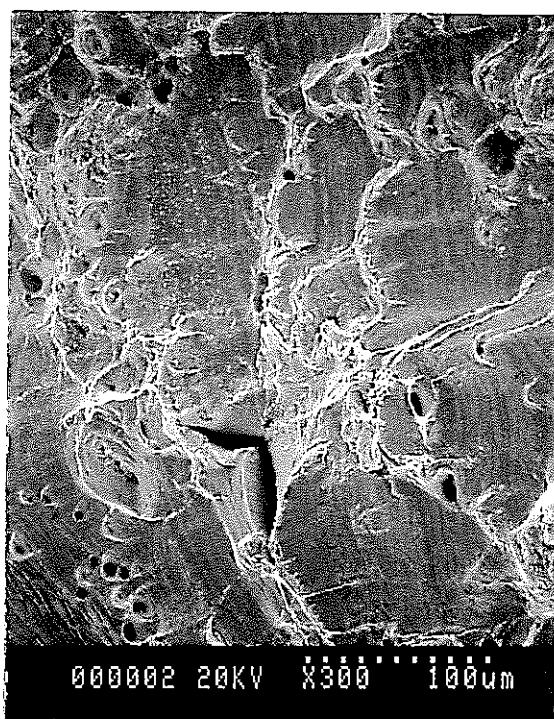


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真 2-50-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

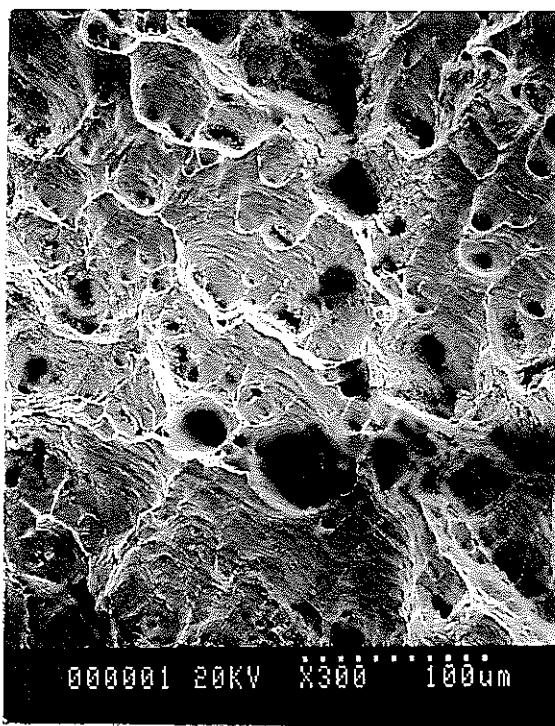
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真2-50-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)

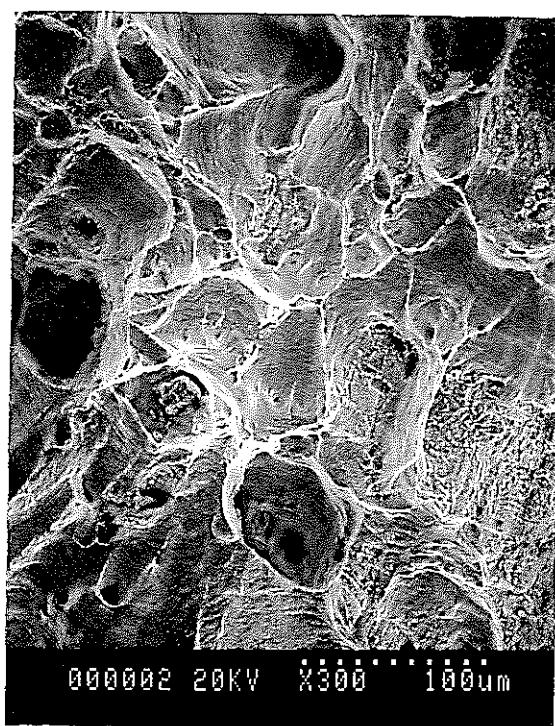


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

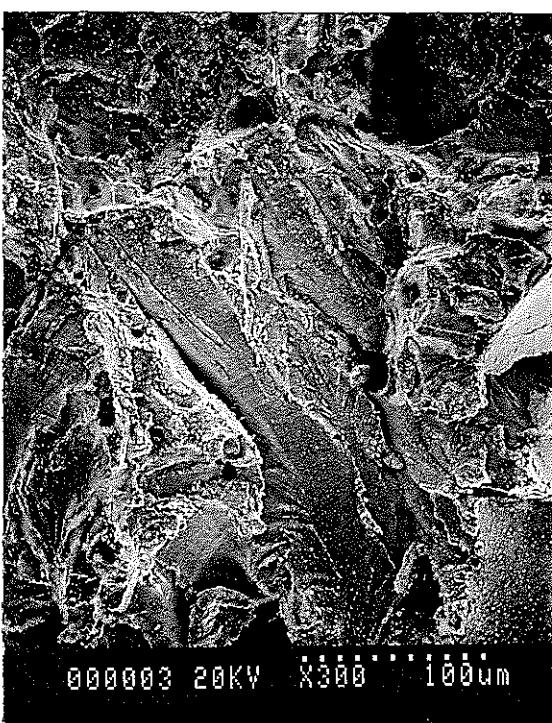
参考写真 2-51-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



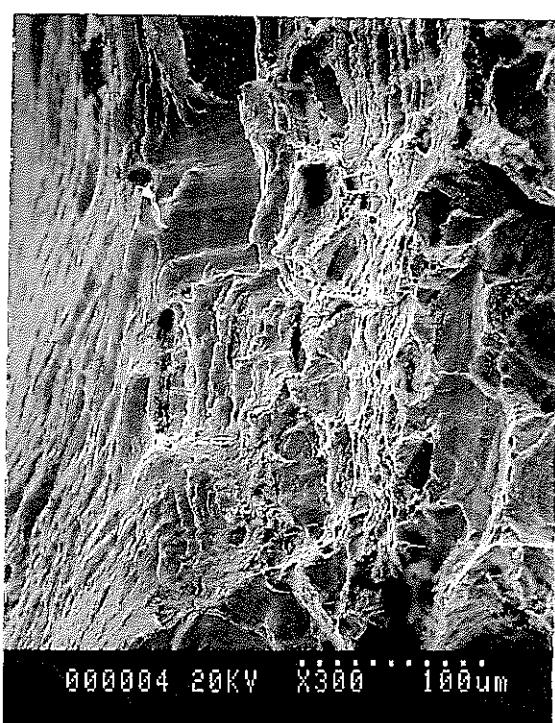
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

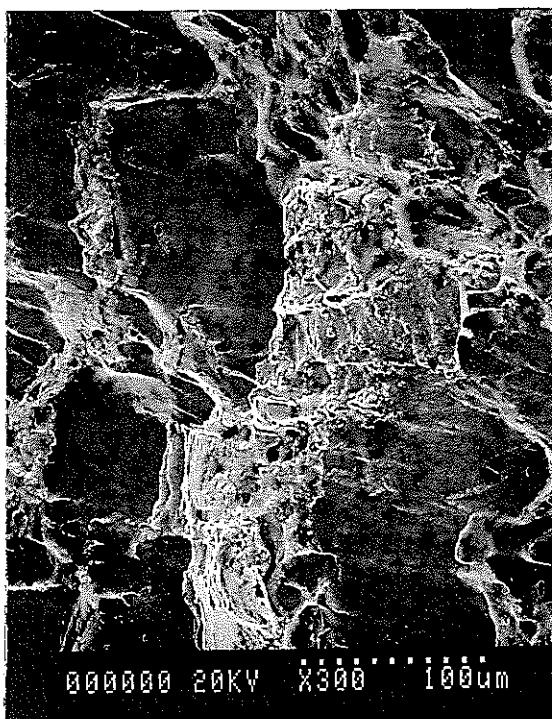
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

参考写真2-51-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)

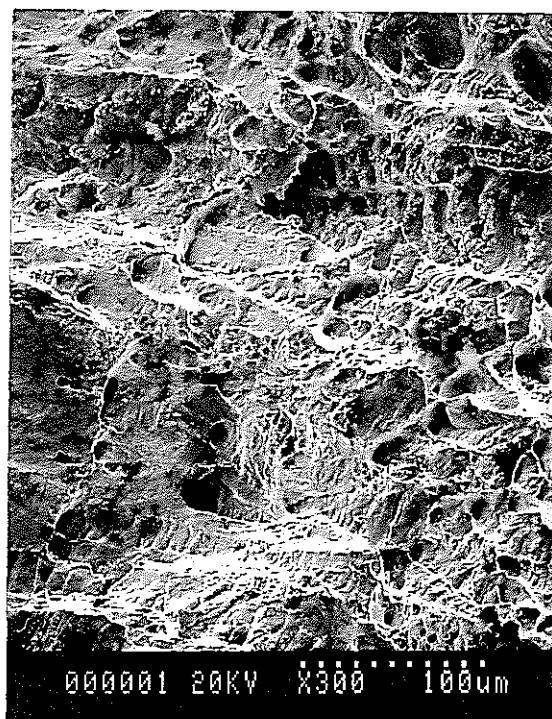


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

参考写真 2-52-1 引張破断面の SEM 像 (SCS13, × 60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



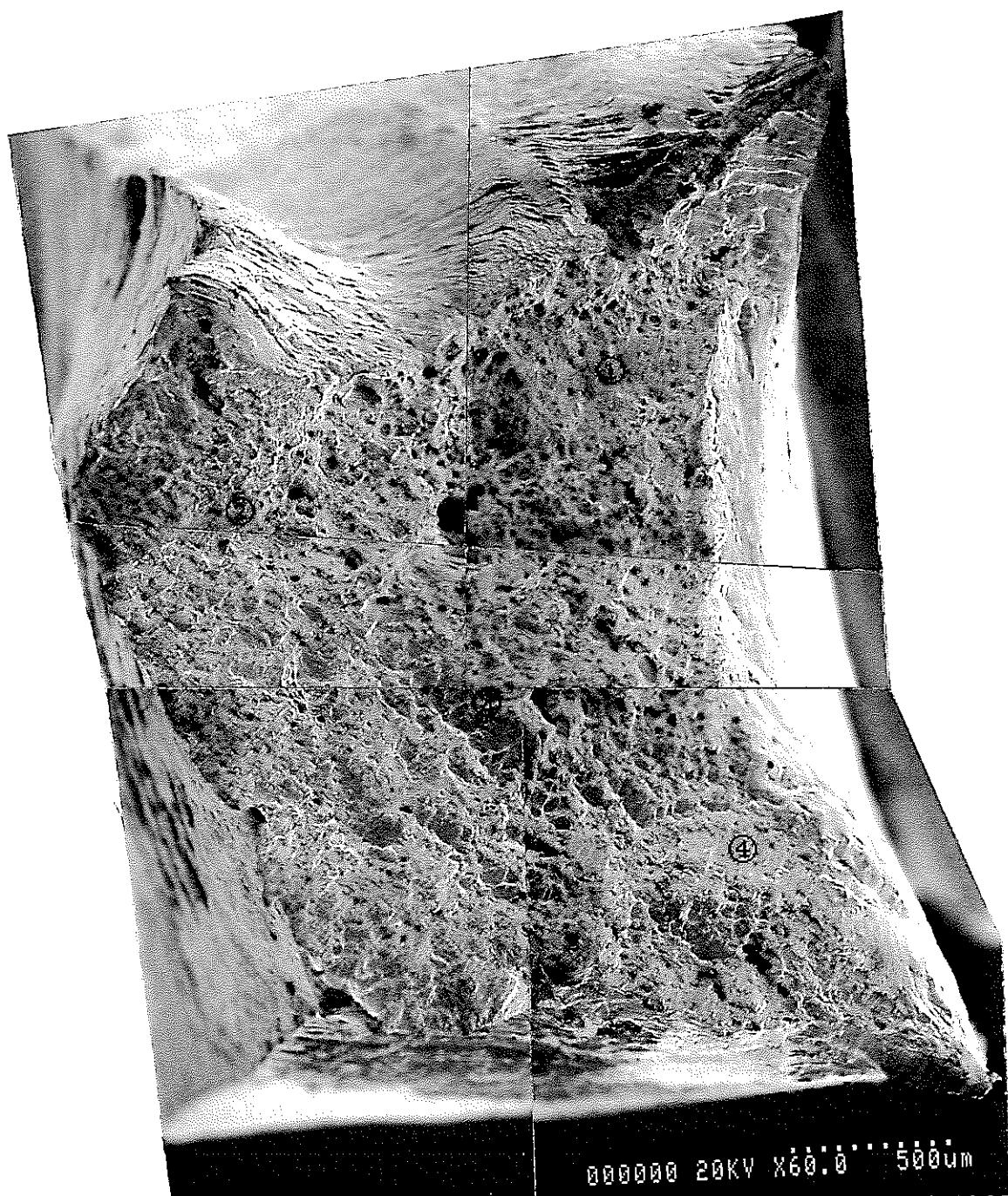
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

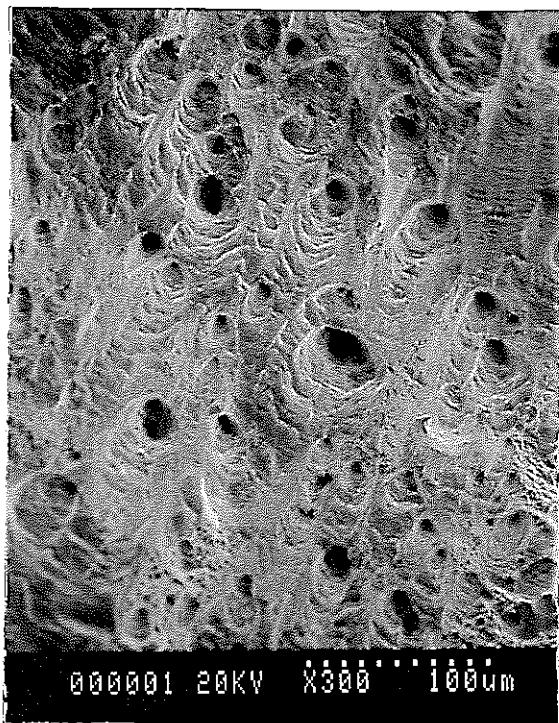
参考写真2-52-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)



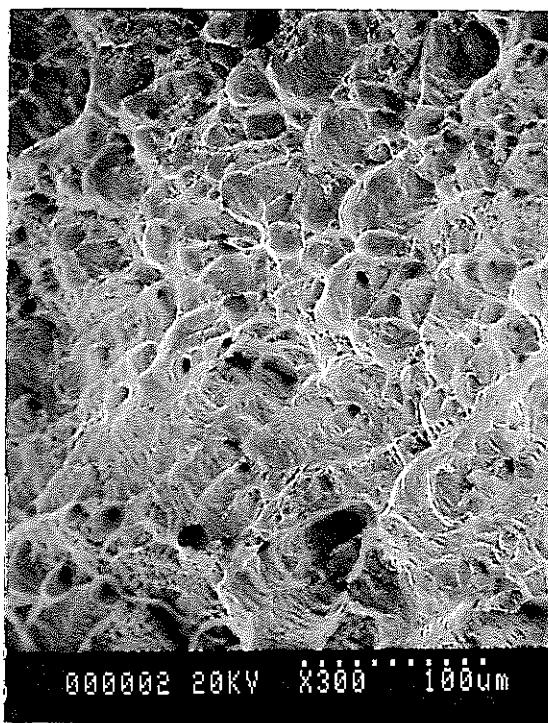
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

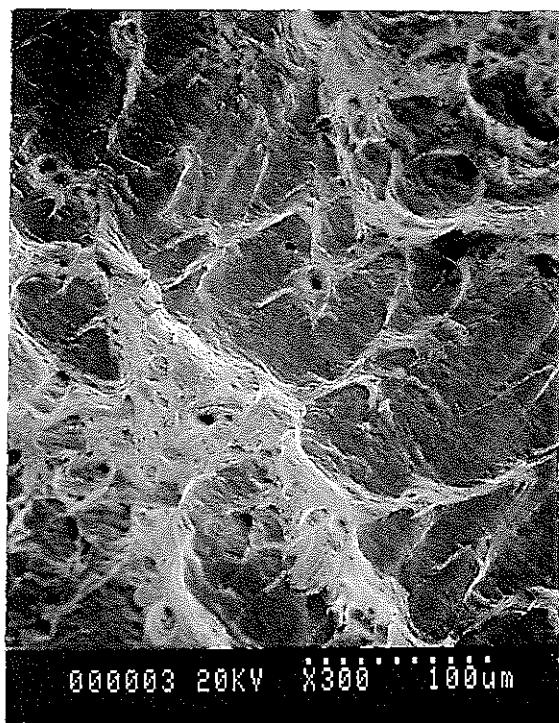
参考写真2-53-1 引張破断面のSEM像(SCS13, ×60)



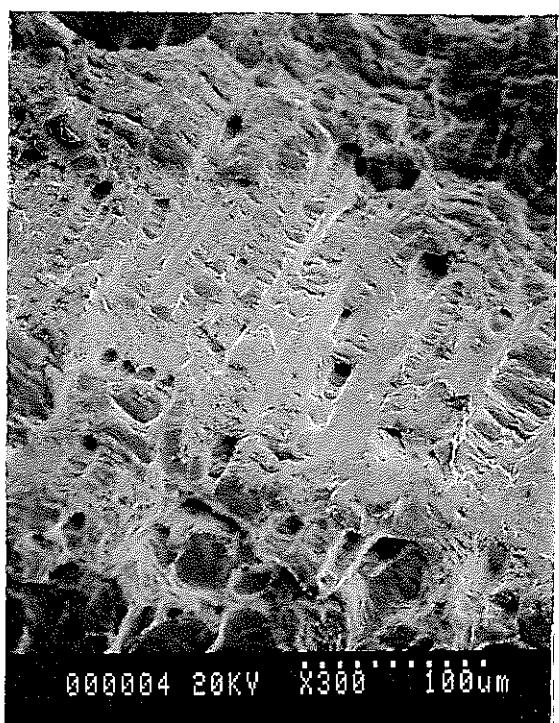
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

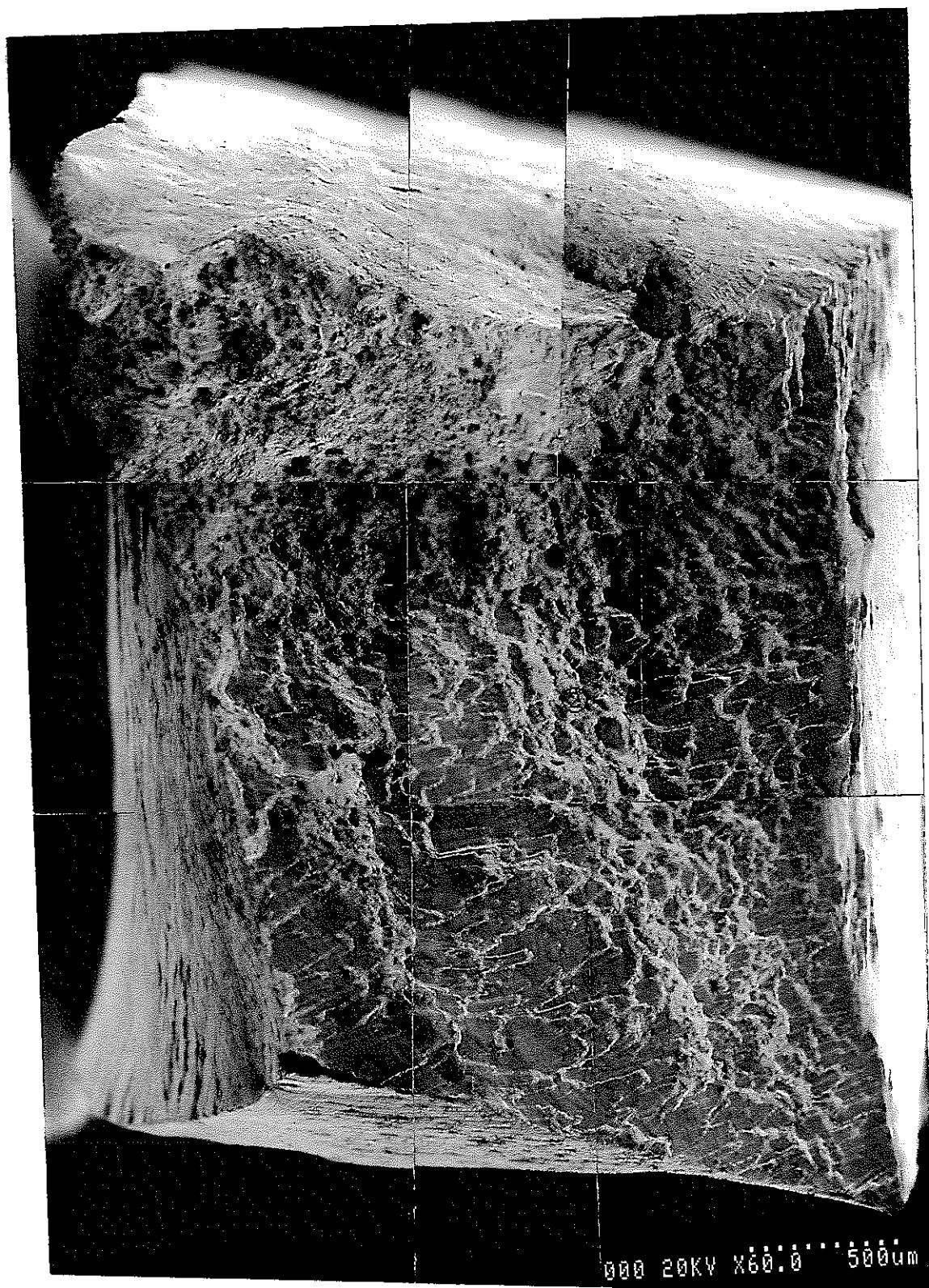


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

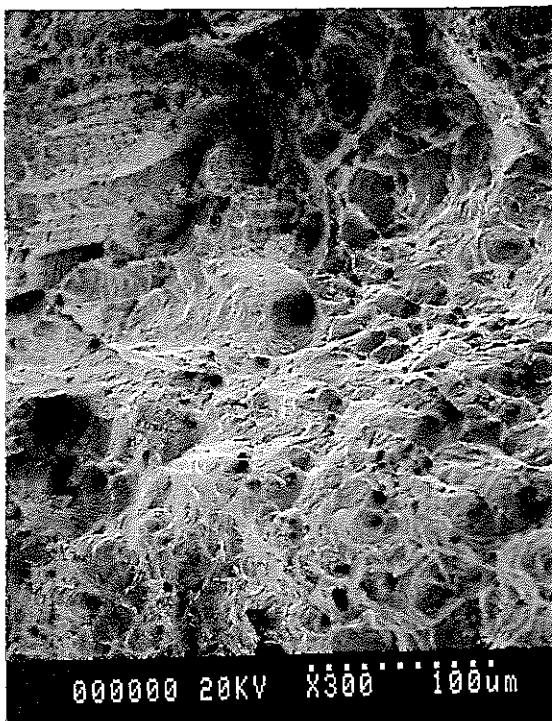
参考写真2-53-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

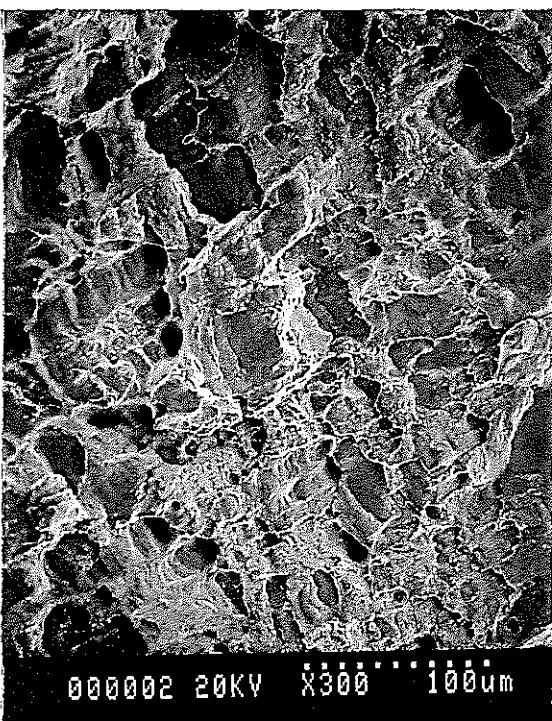
参考写真2-54-1 引張破断面のSEM像(SCS13, ×60)



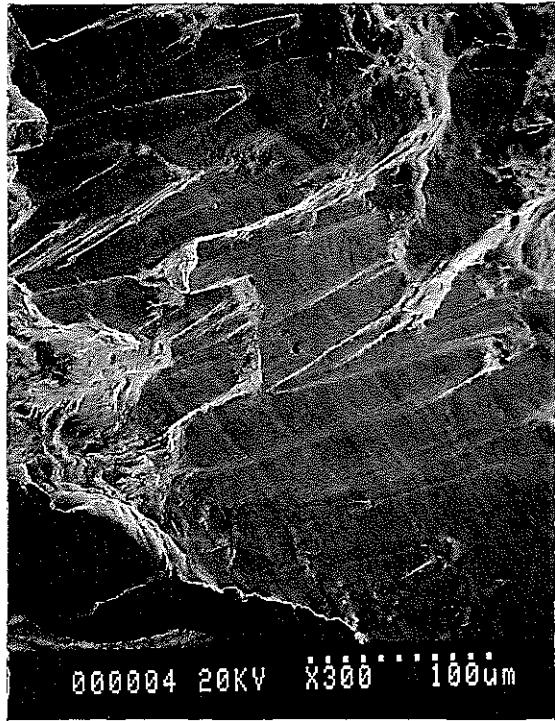
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

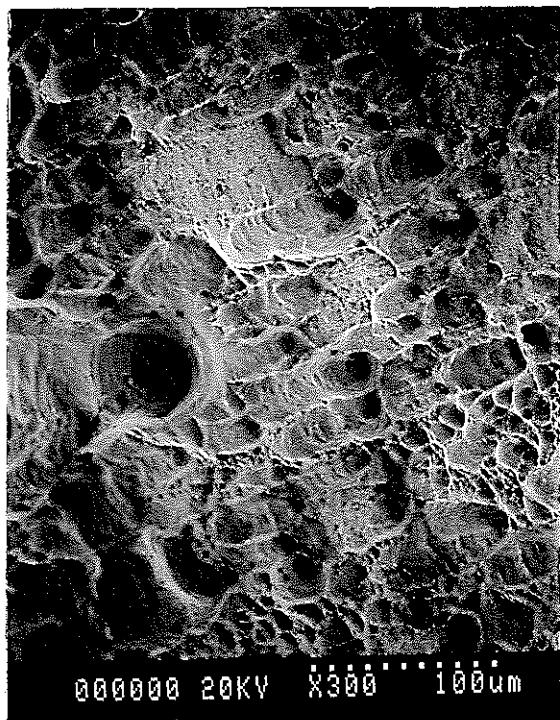
参考写真2-54-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)



| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

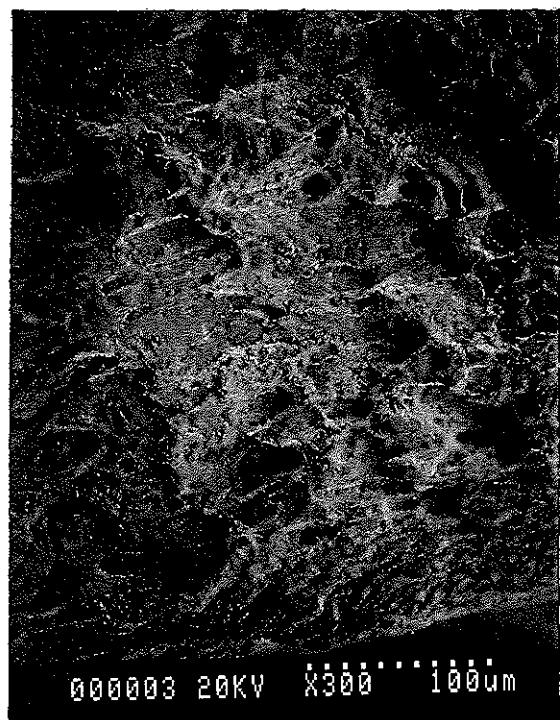
参考写真2-55-1 引張破断面のSEM像(SCS13, ×60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

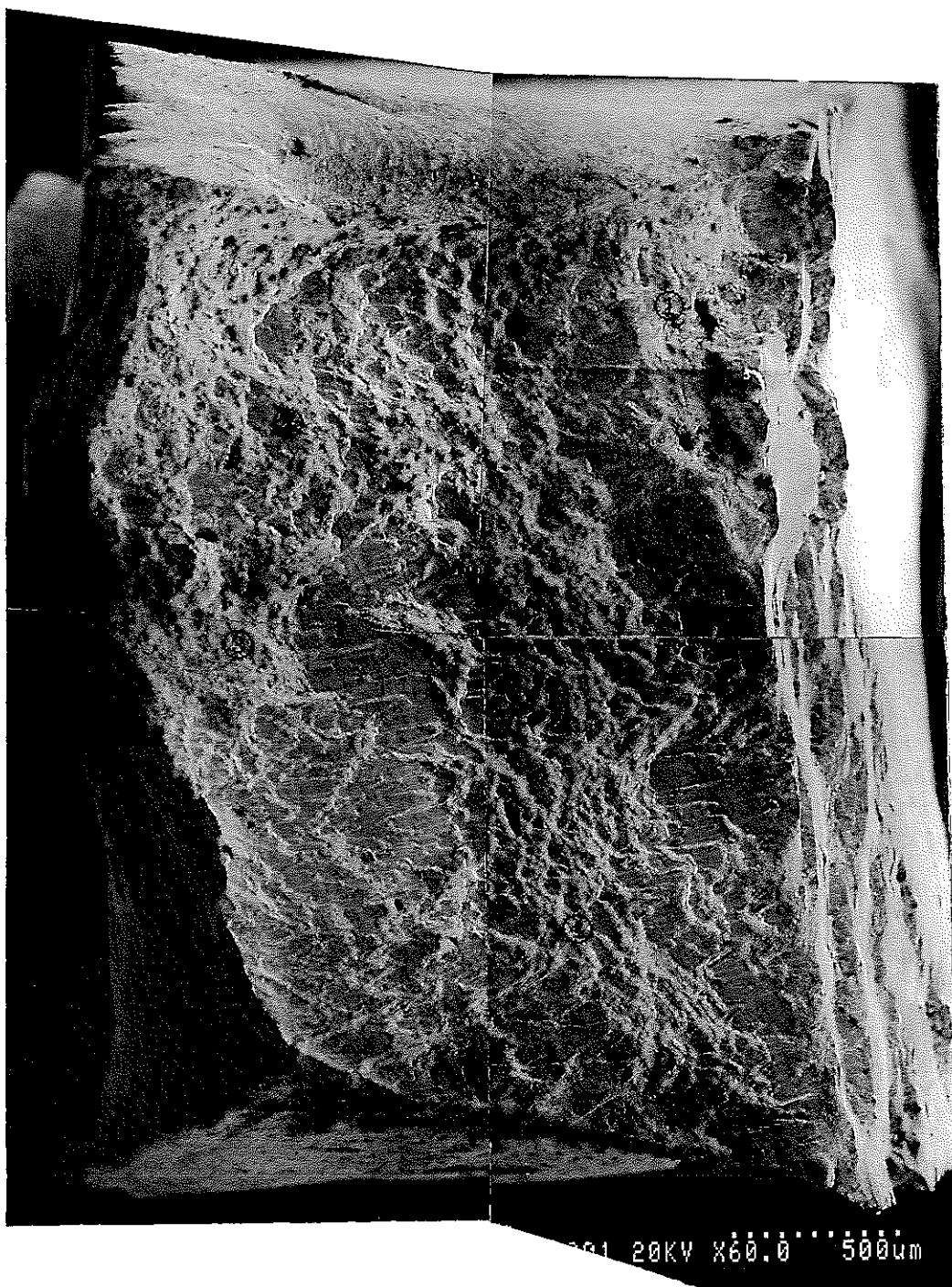


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

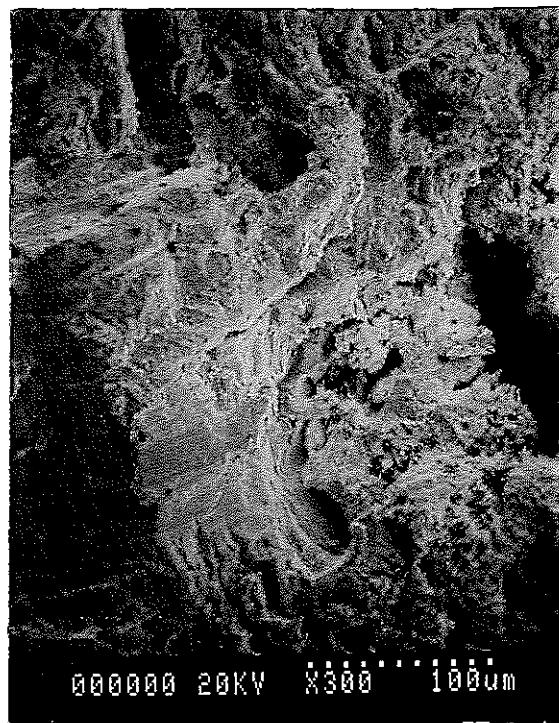
参考写真2-55-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)



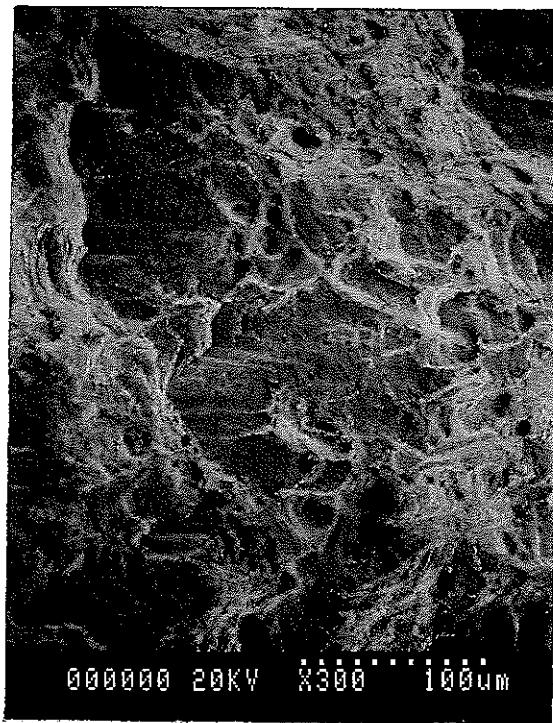
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

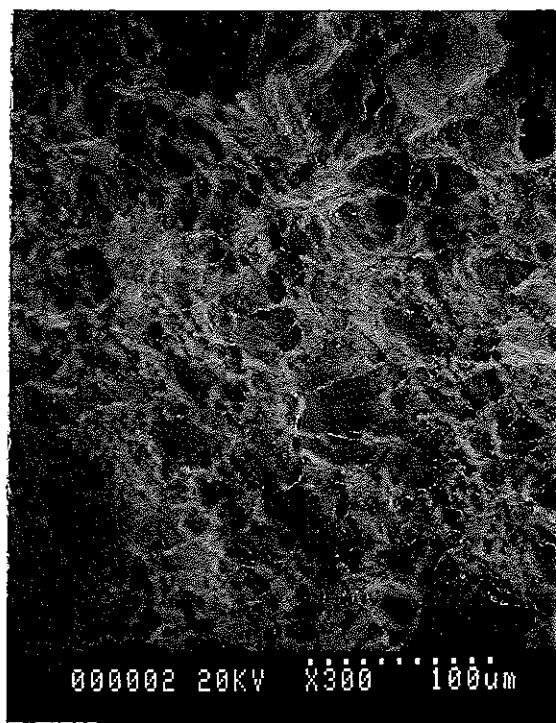
参考写真2-56-1 引張破断面のSEM像(SCS13, ×60)



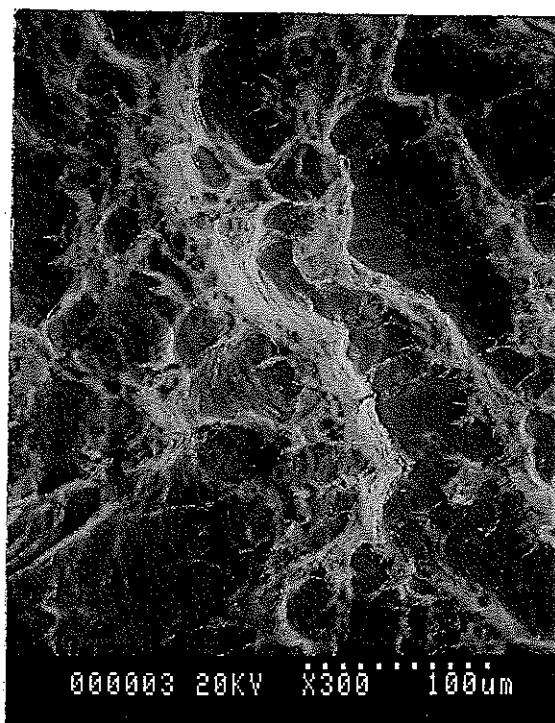
①部拡大



②部拡大



③部拡大

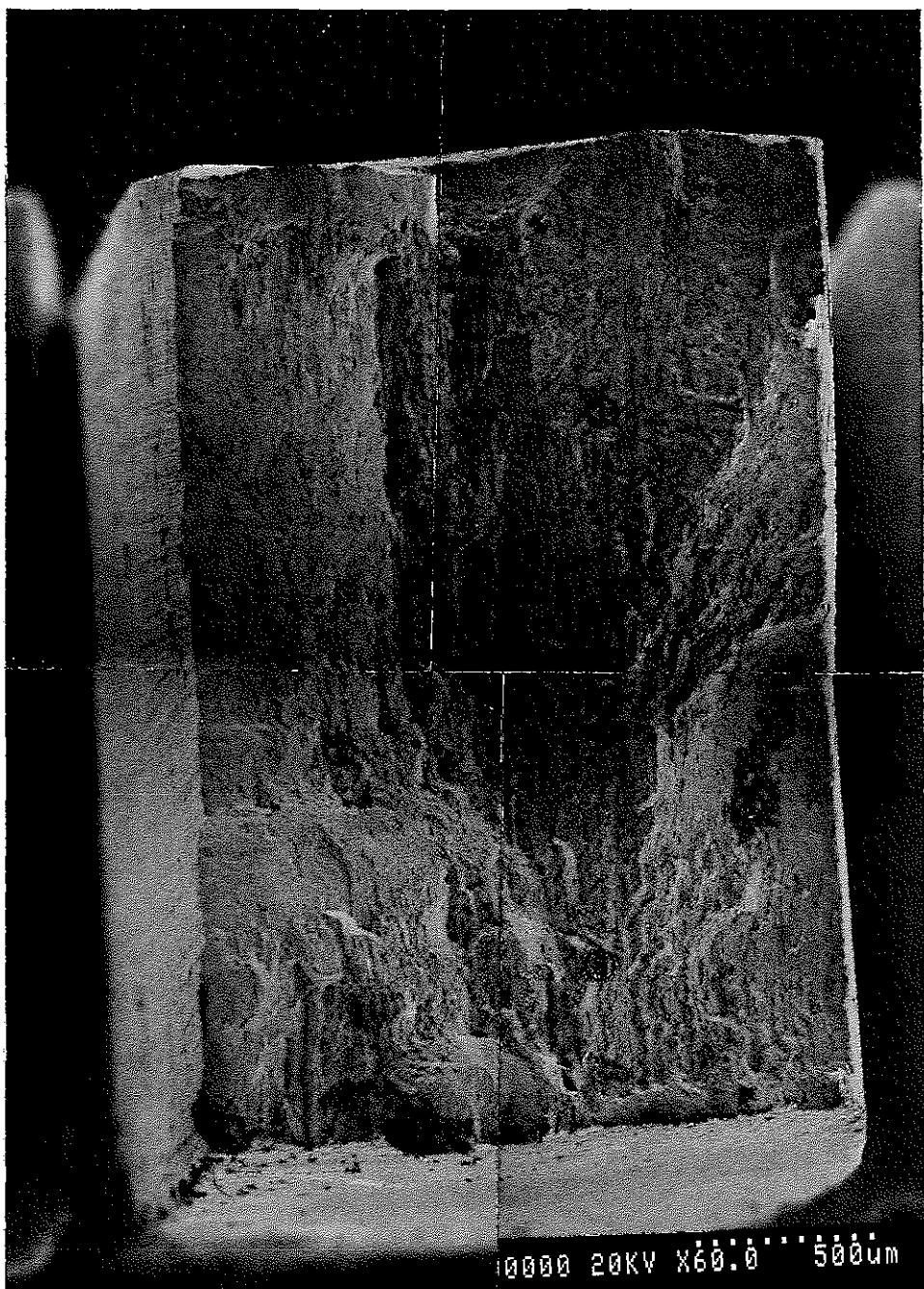


④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-56-2 引張破断面のSEM像(SCS13, ×300)



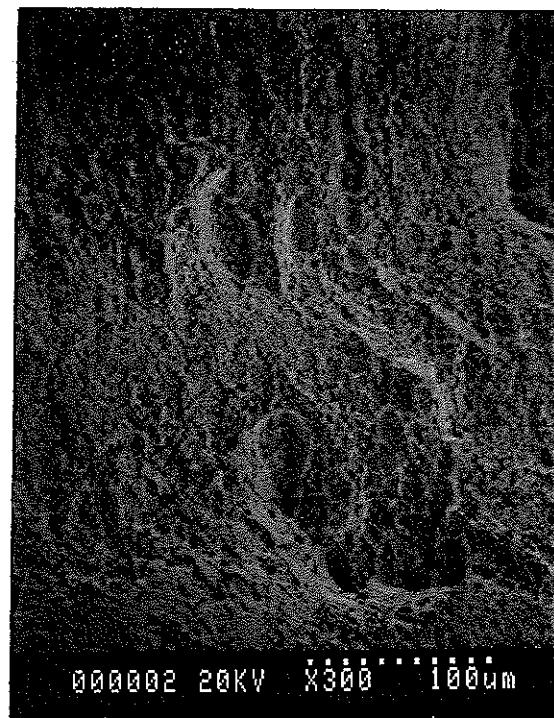
10000 20KV X60.0 500μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真 2-57-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

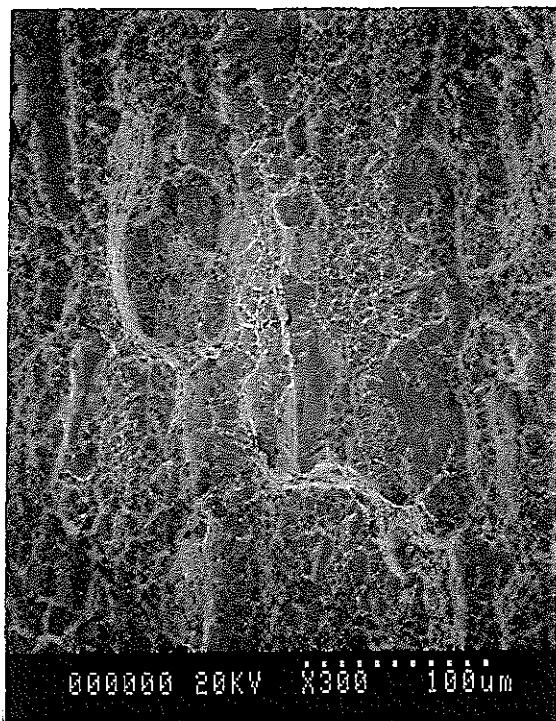
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 30 | 0 |

参考写真 2-57-2 引張破断面の SEM 像 (SUS630, ×300)

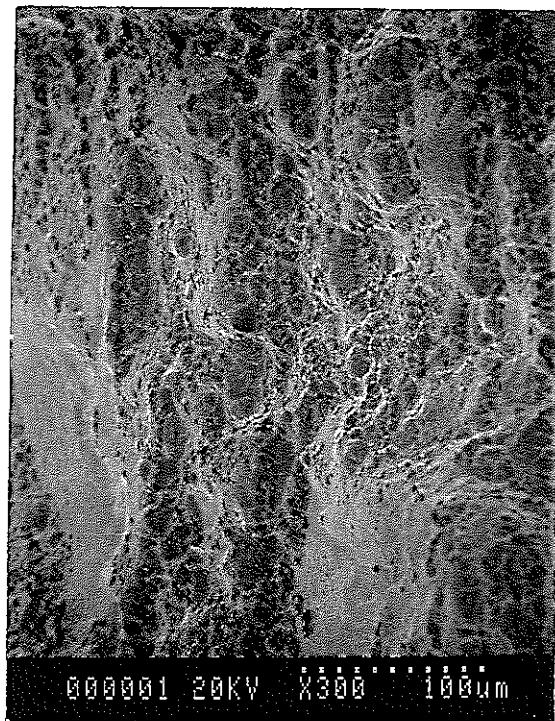


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 200 | 0 |

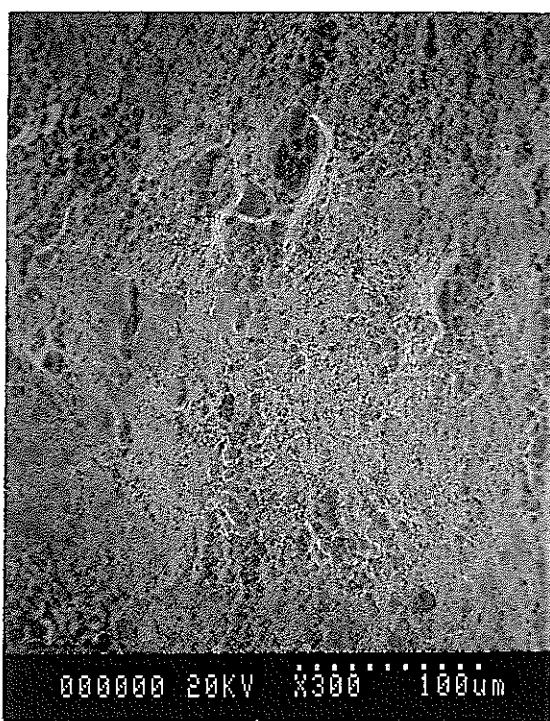
参考写真 2-58-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



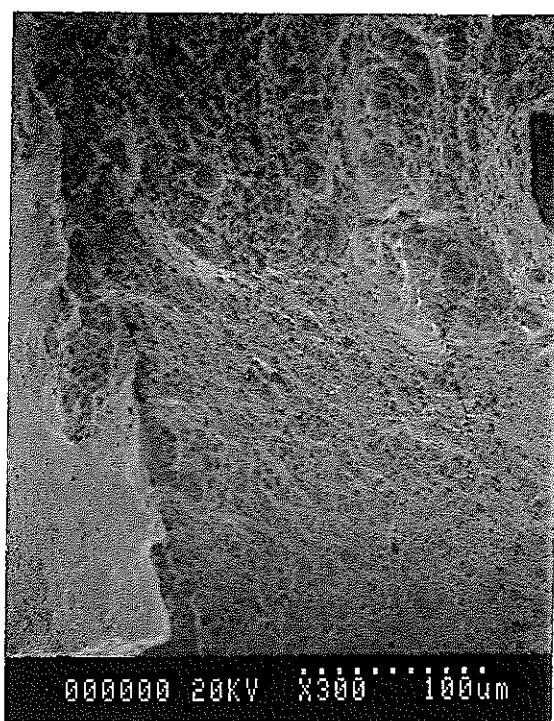
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

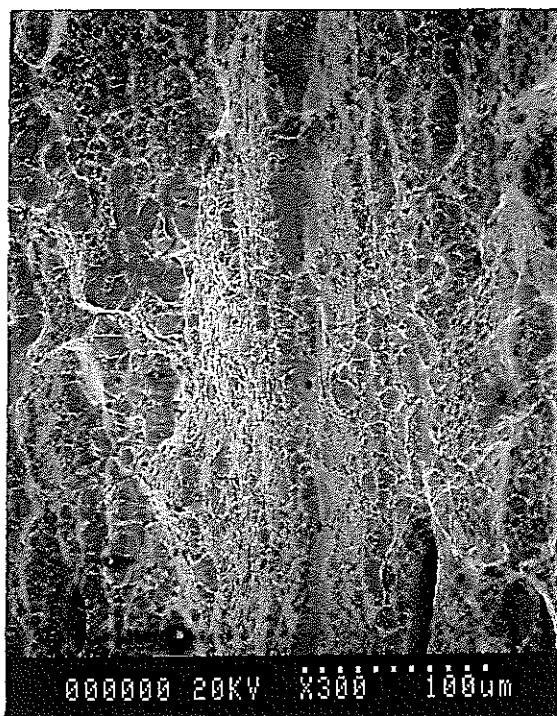
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A1 | 130 | 35 | 200 | 0 |

参考写真2-58-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)

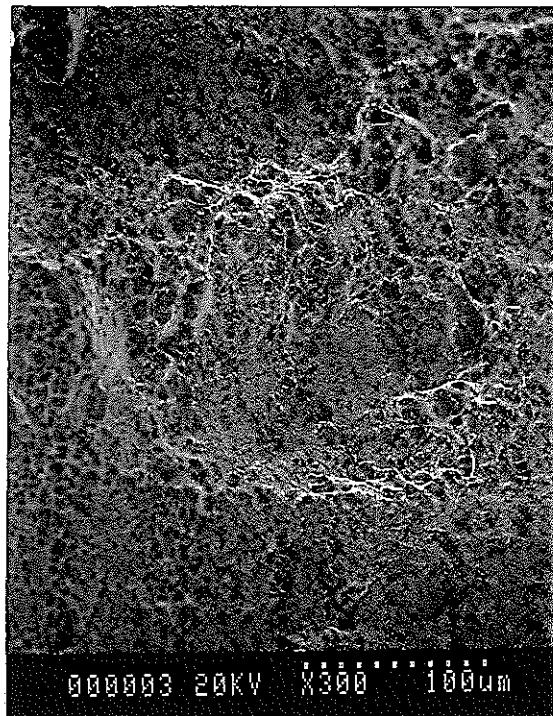


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真 2-59-1 引張破断面の SEM 像 (SUS630, × 60)



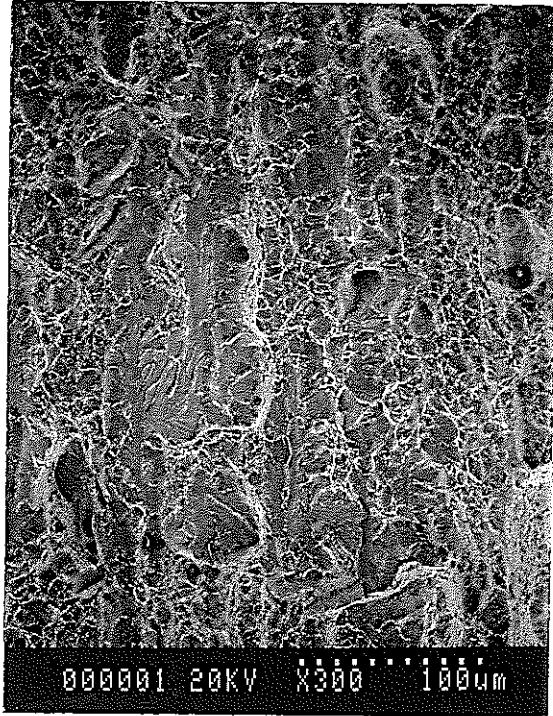
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₁ | 130 | 35 | 8 | 0 |

参考写真2-59-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)

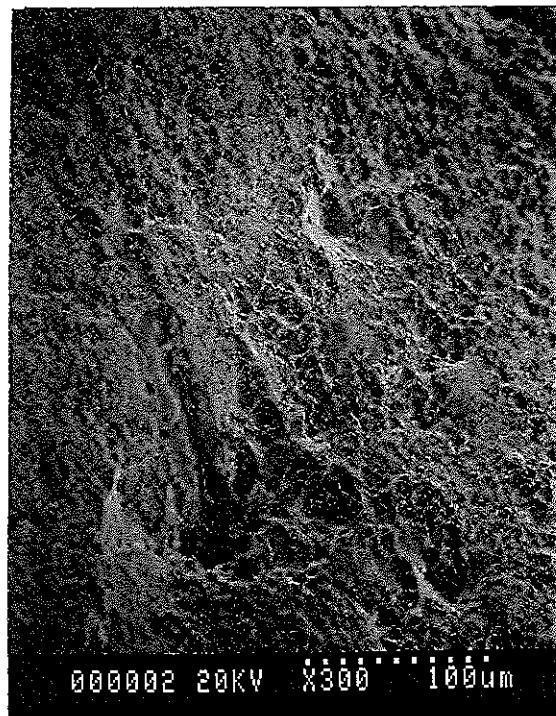


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

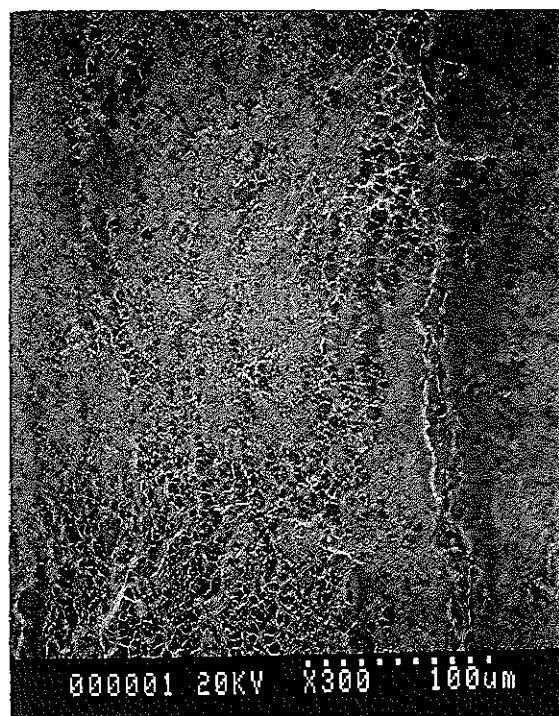
参考写真 2-60-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



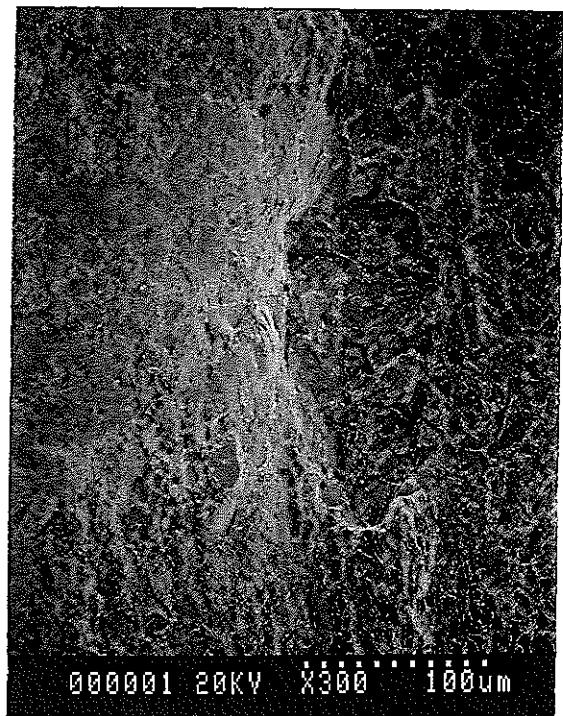
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

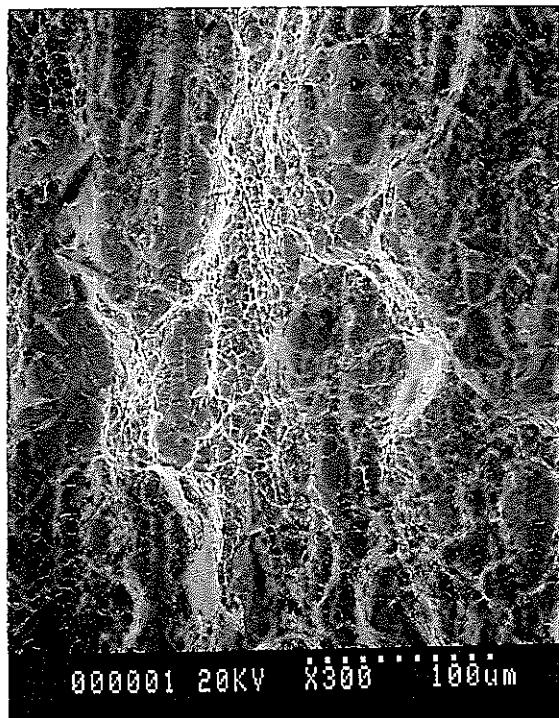
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.05 |

参考写真 2-60-2 引張破断面の SEM 像 (SUS630, ×300)

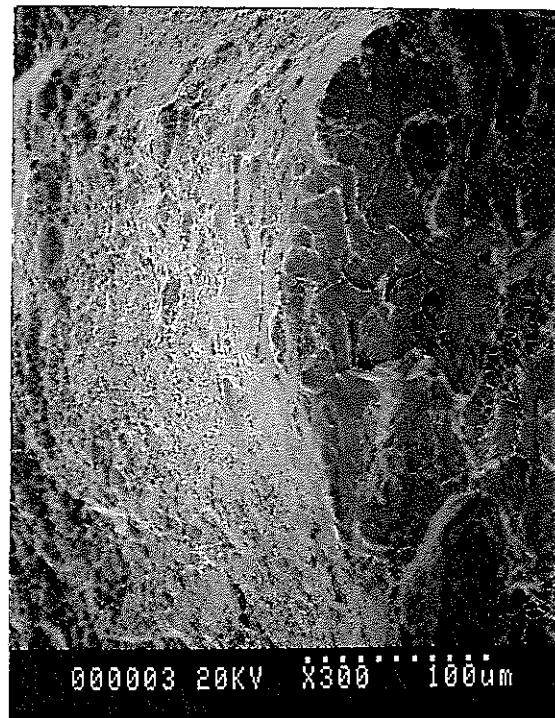


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

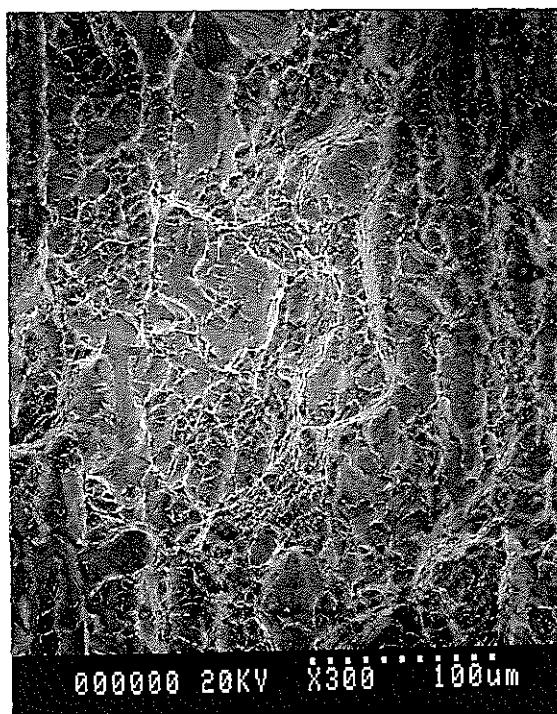
参考写真 2-61-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



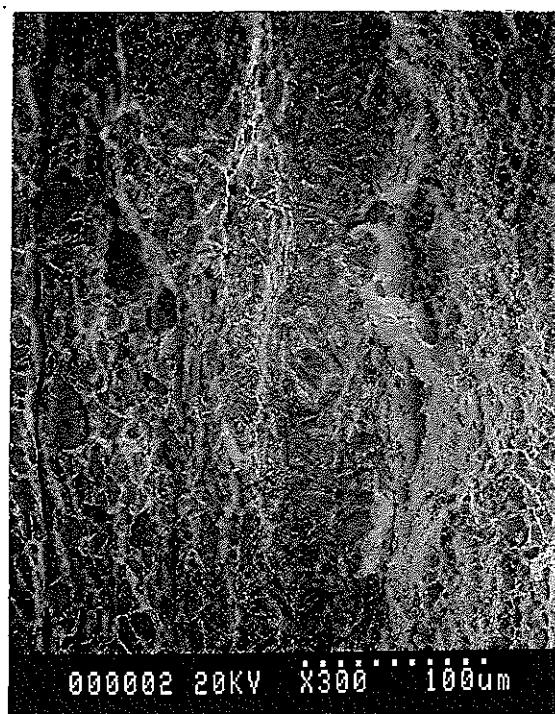
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| A ₂ | 130 | 2 | 8 | 0.1 |

参考写真2-61-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)

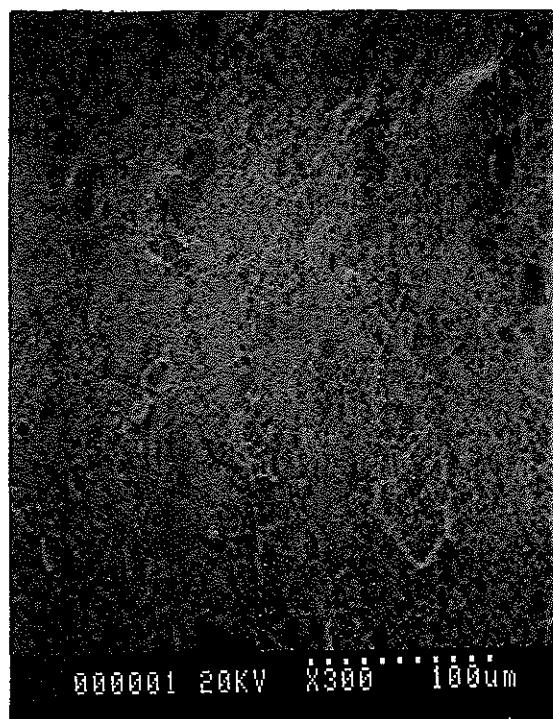


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

参考写真 2-62-1 引張破断面の SEM 像 (SUS630, × 60)



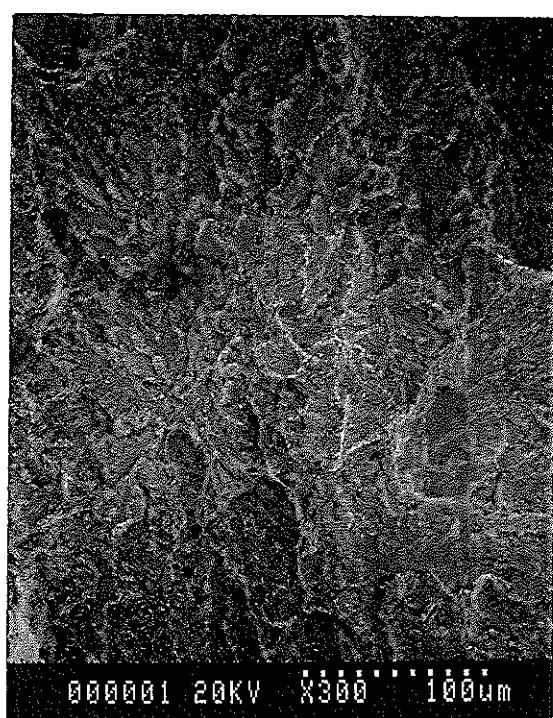
①部拡大



②部拡大



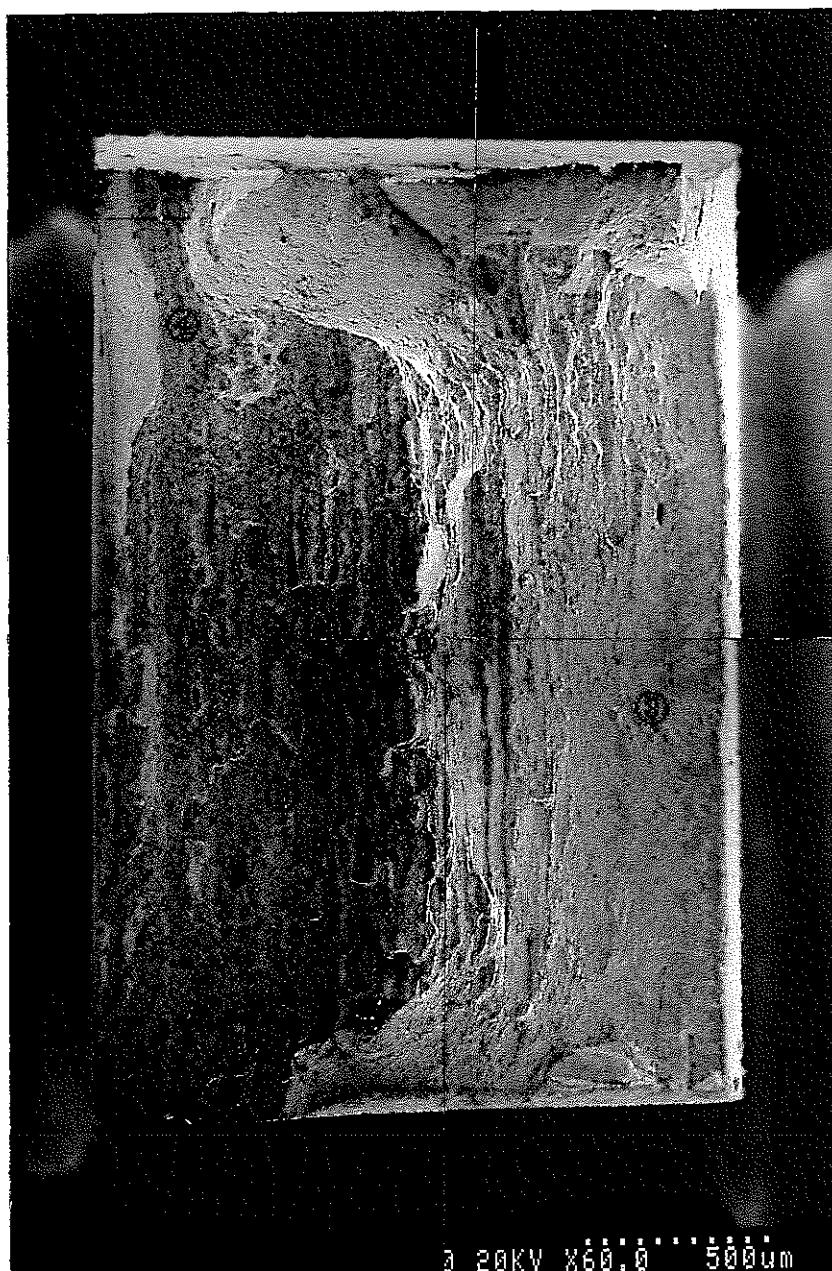
③部拡大



④部拡大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

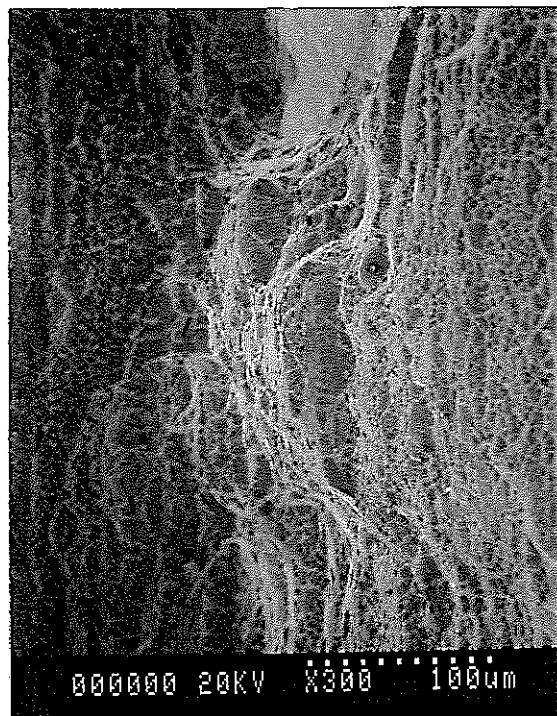
参考写真2-62-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)



3 20KV X60.0 500μm

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

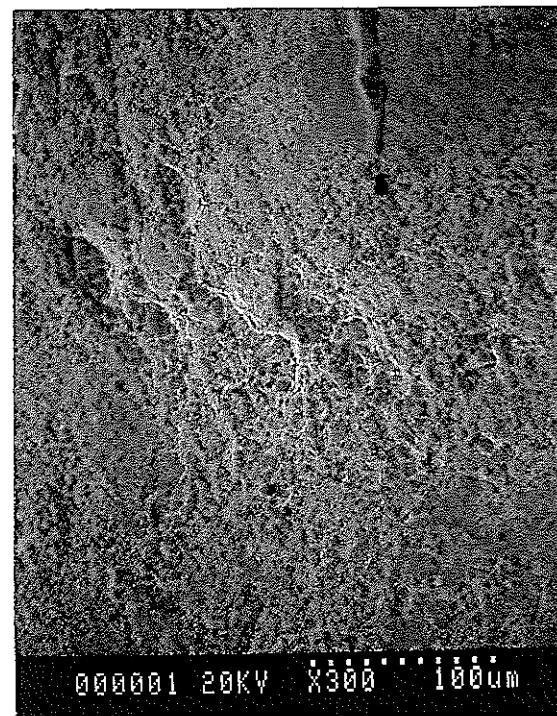
参考写真 2-63-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



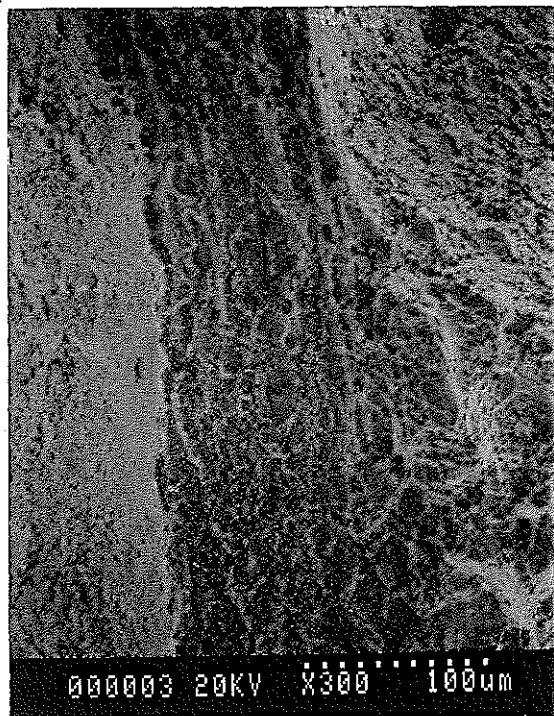
①部拡大



②部拡大



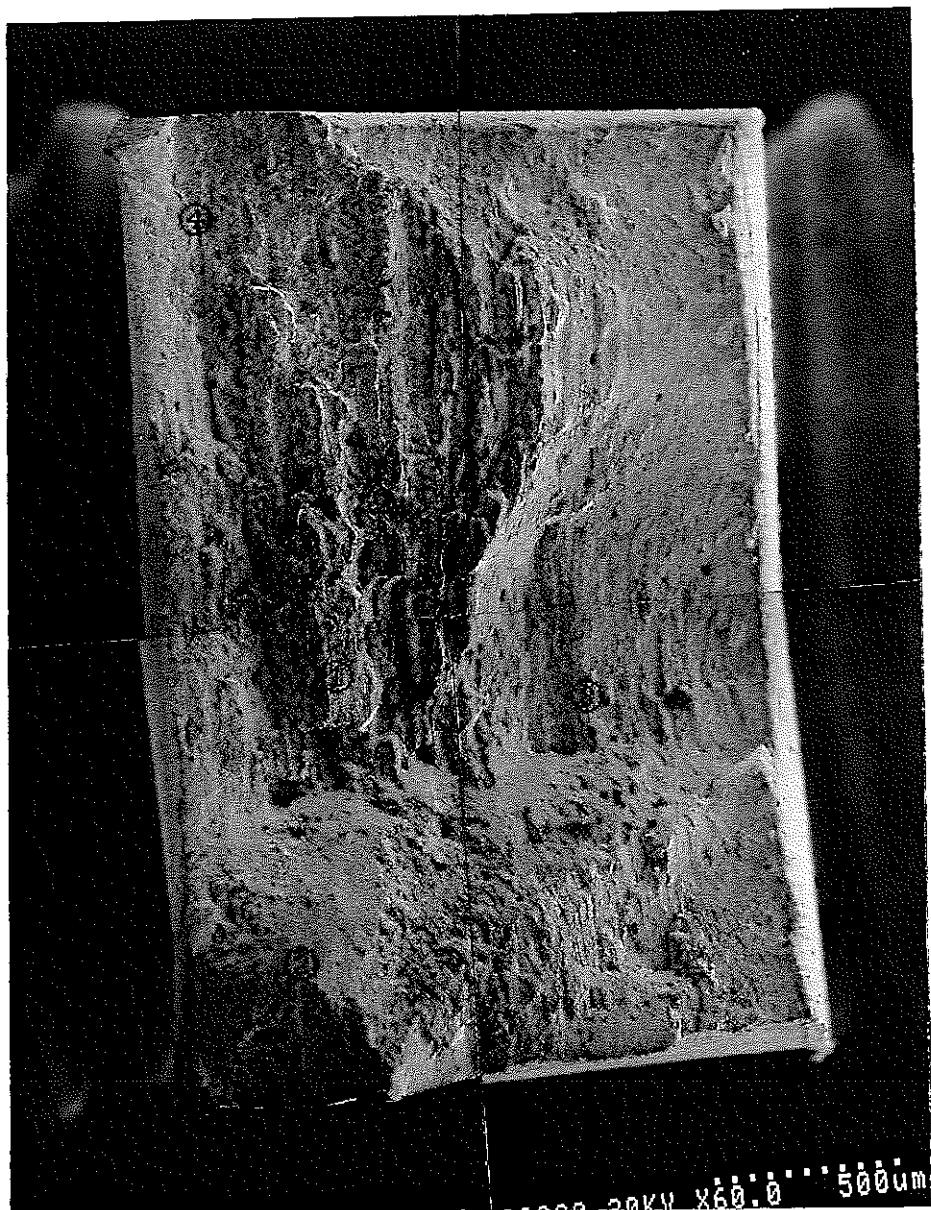
③部拡大



④部拡大

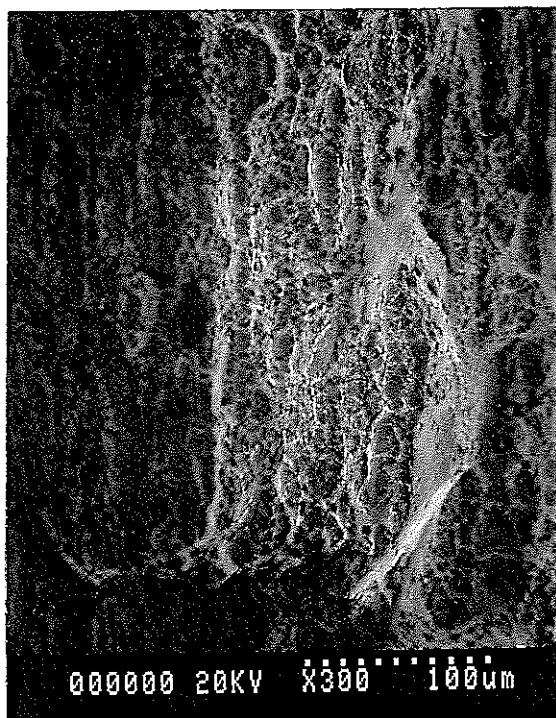
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 200 | 0 |

参考写真2-63-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)

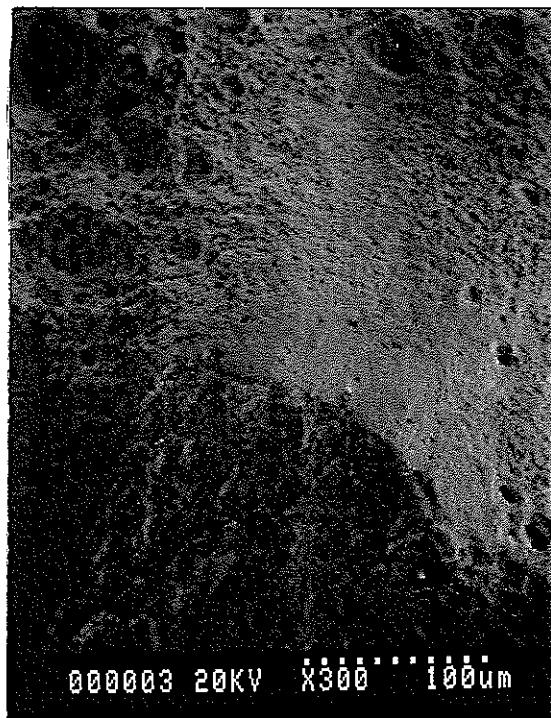


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真 2-64-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



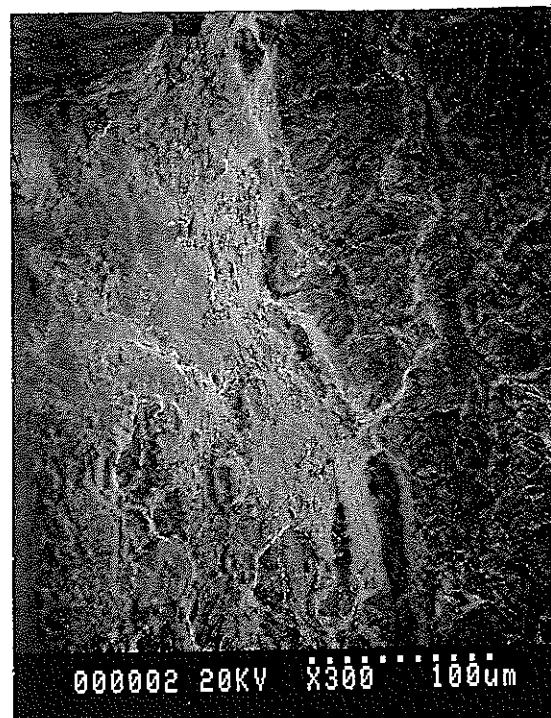
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

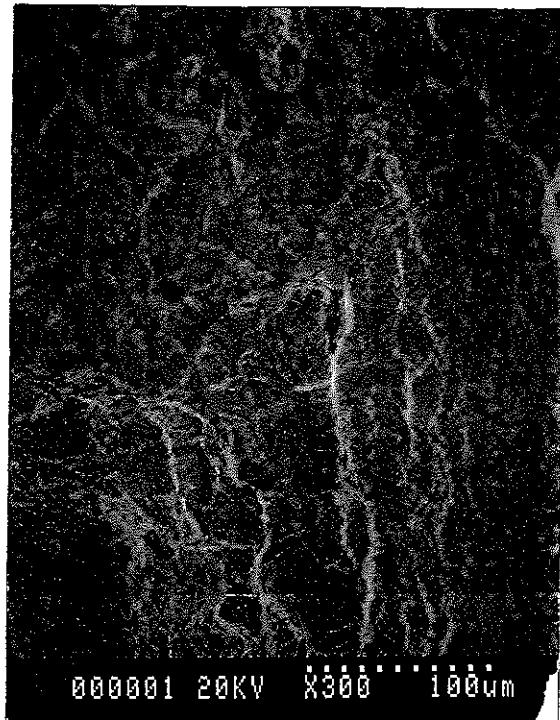
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 1 | 0 |

参考写真 2-64-2 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 300)

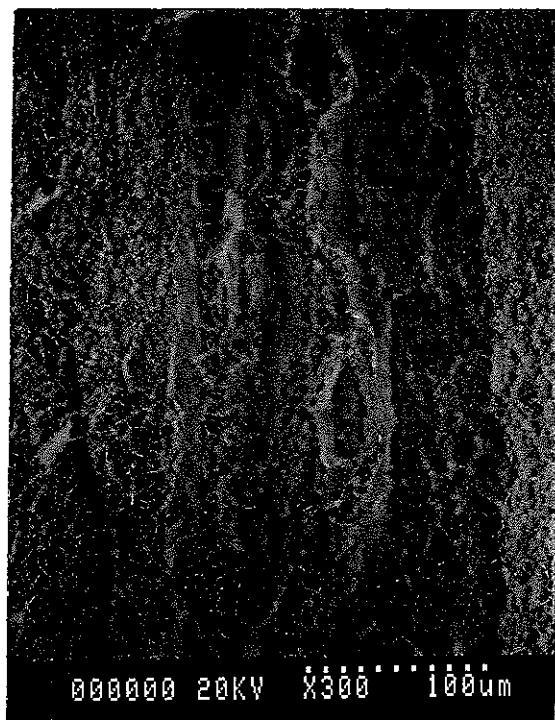


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

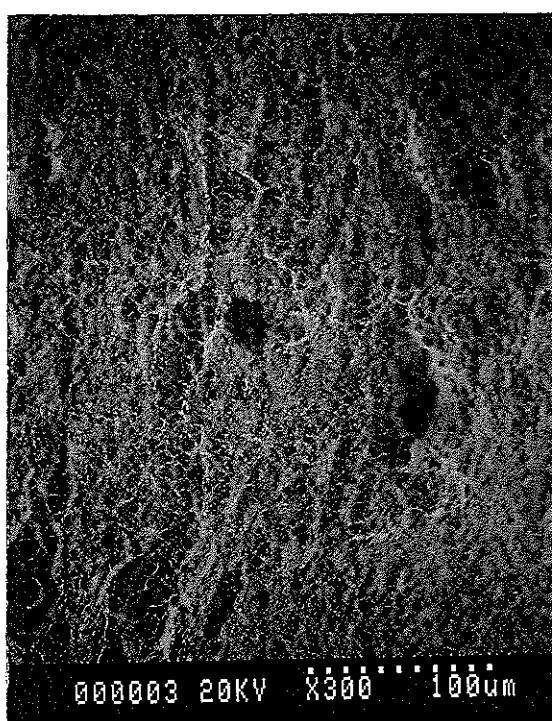
参考写真 2-65-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



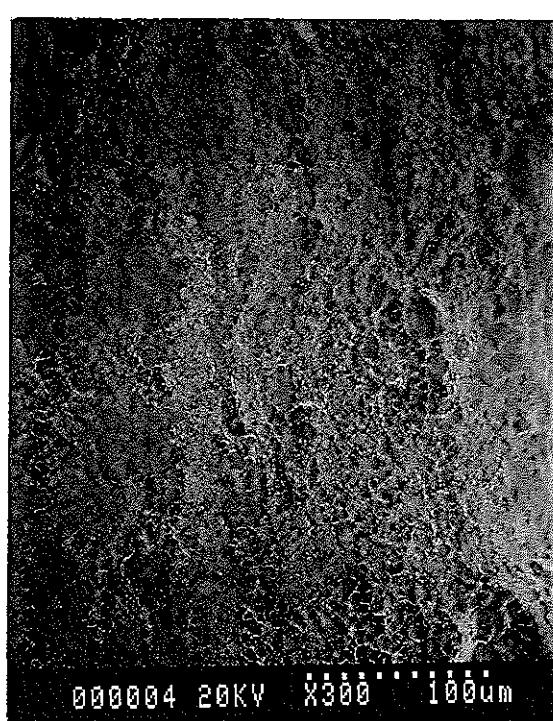
①部拡大



②部拡大



③部拡大



④部拡大

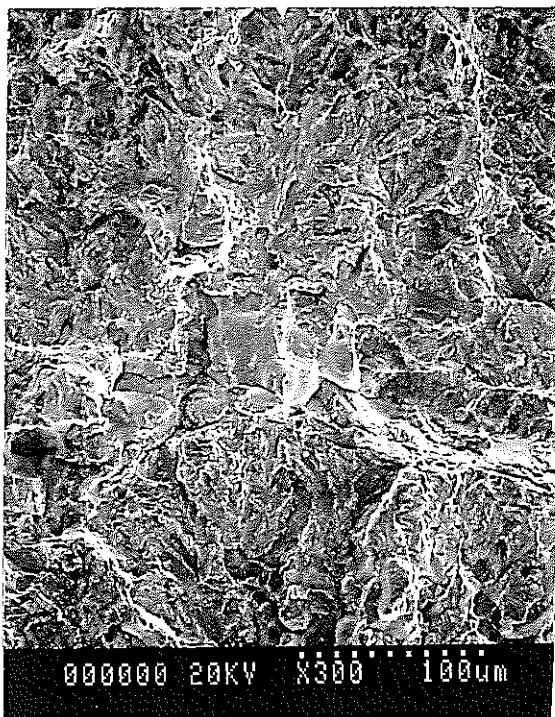
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 3 | 0 |

参考写真2-65-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)

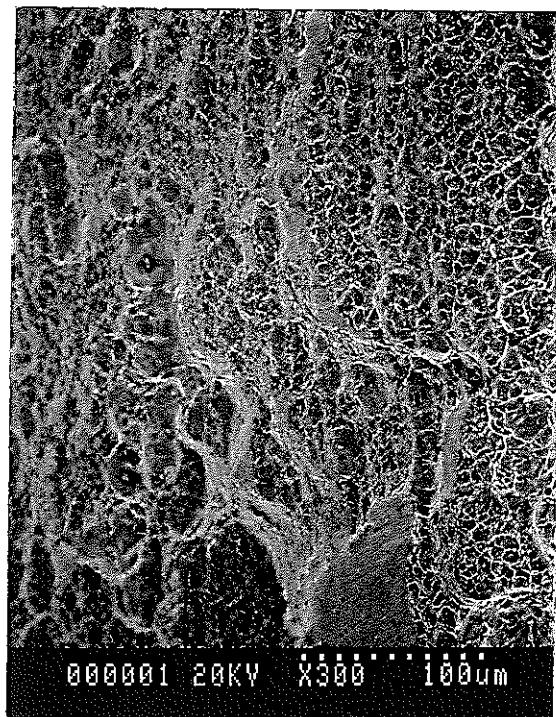


| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

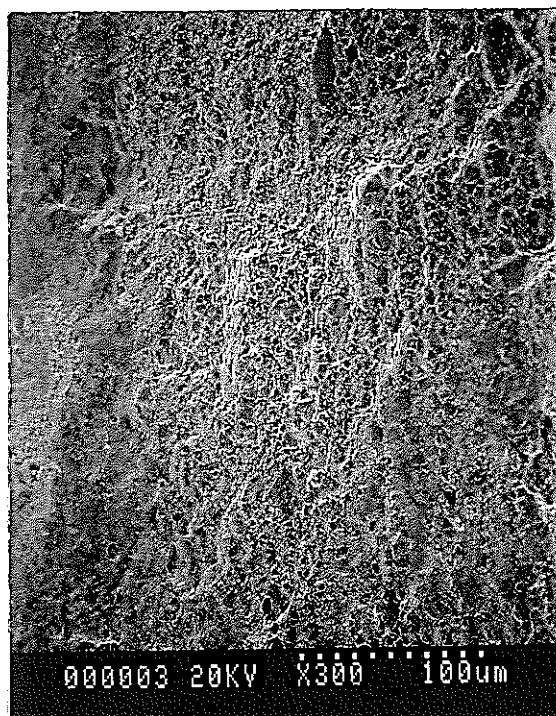
参考写真 2-66-1 引張破断面の SEM 像 (SUS 630, × 60)



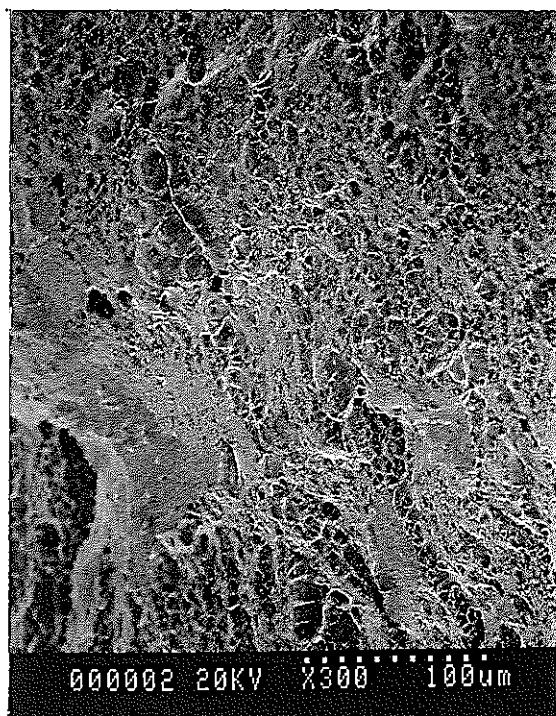
① 部 拡 大



② 部 拡 大



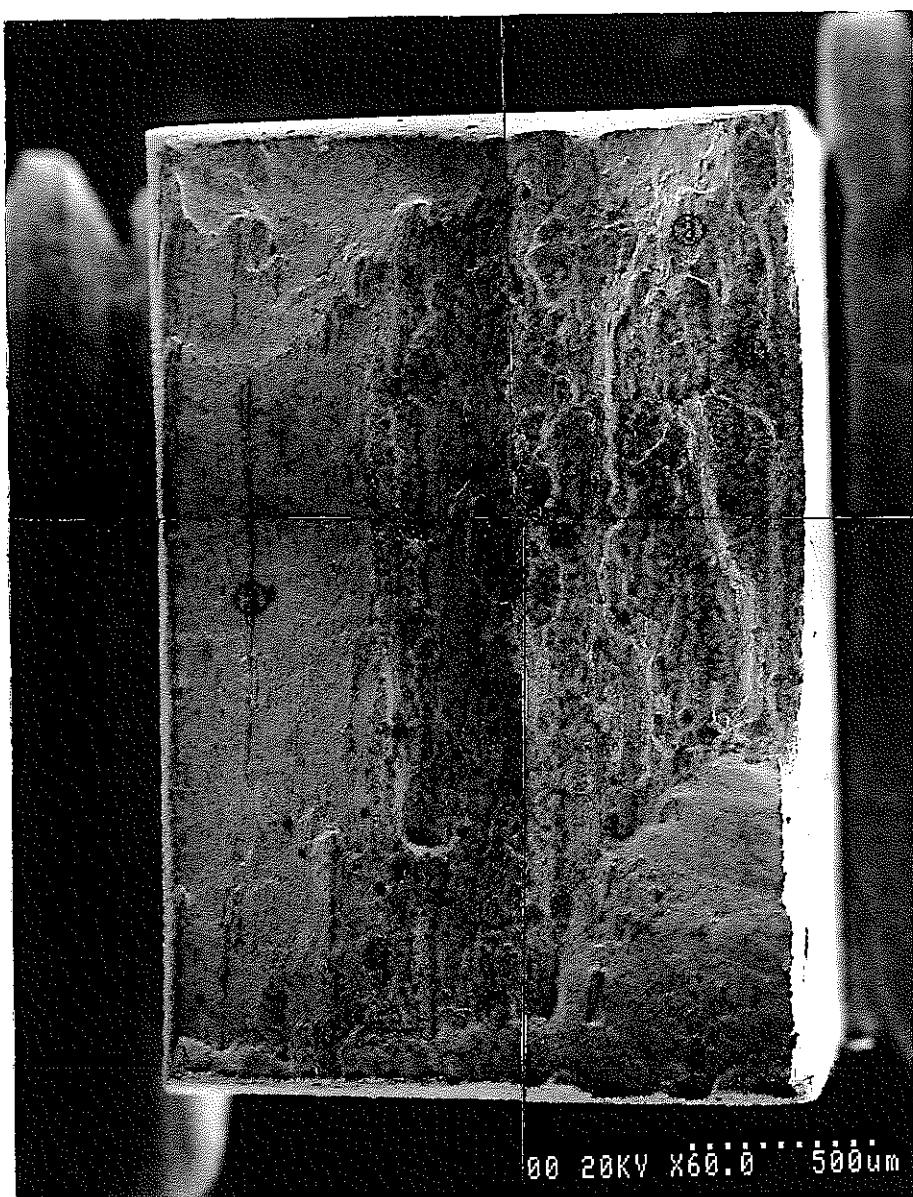
③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| B ₁ | 280 | 78 | 8 | 0 |

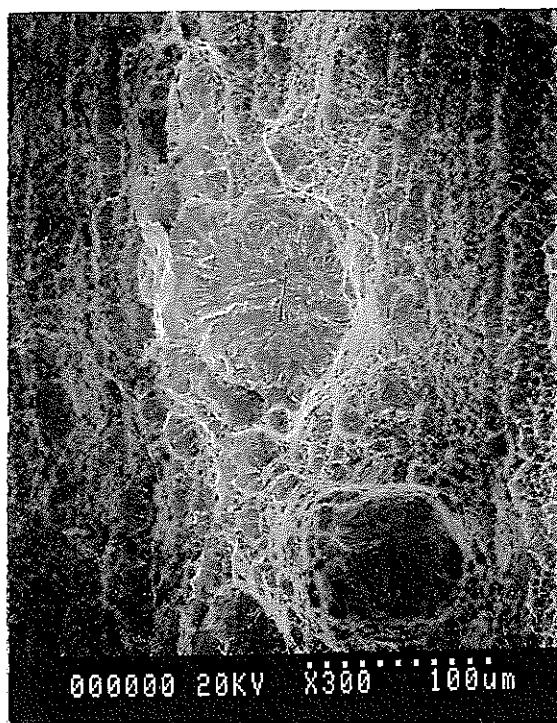
参考写真2-66-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)



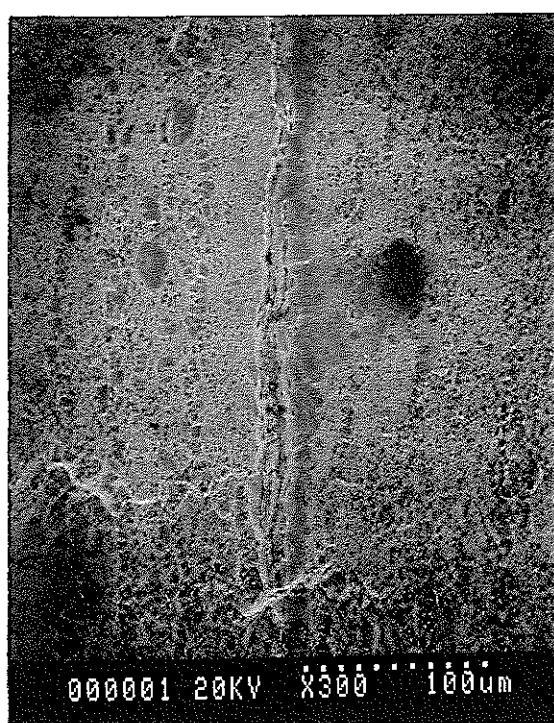
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

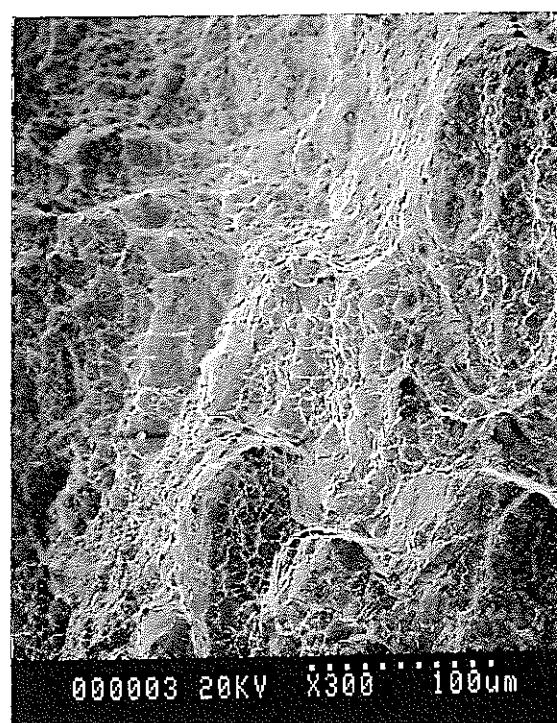
参考写真2-67-1 引張破断面のSEM像(SUS630, ×60)



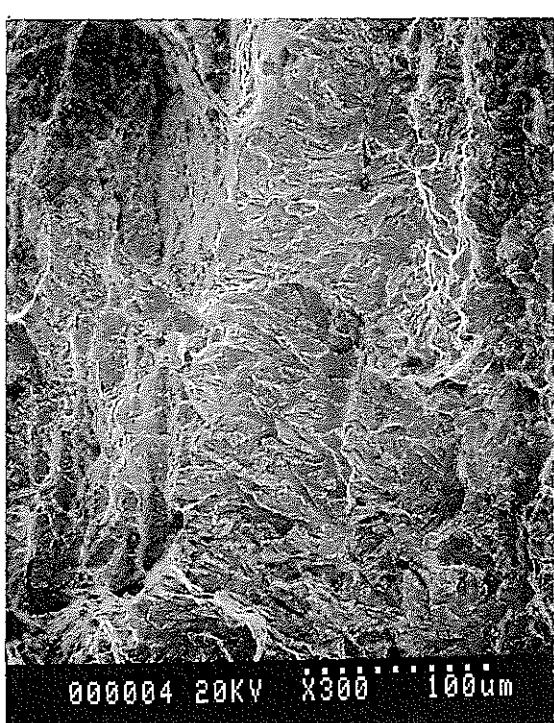
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppb) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ | 280 | 78 | 30 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

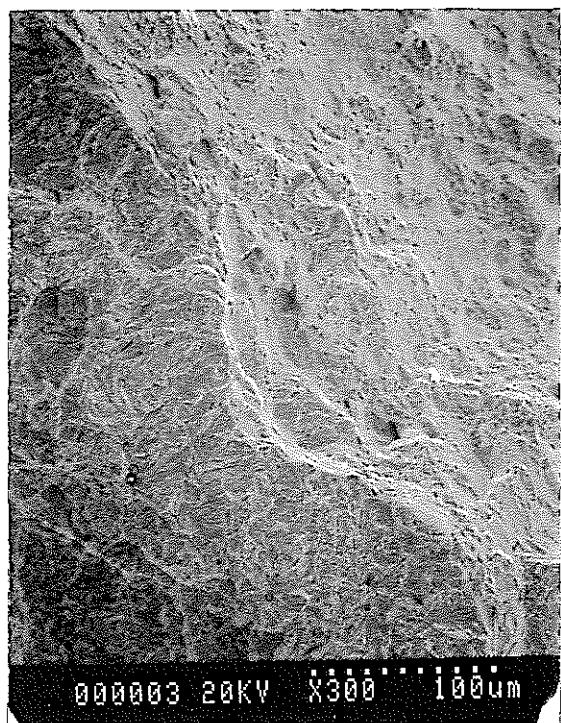
参考写真2-67-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)



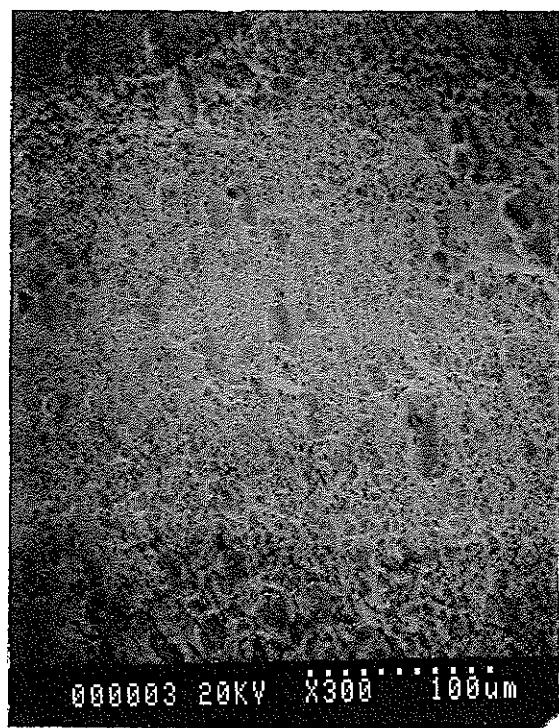
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

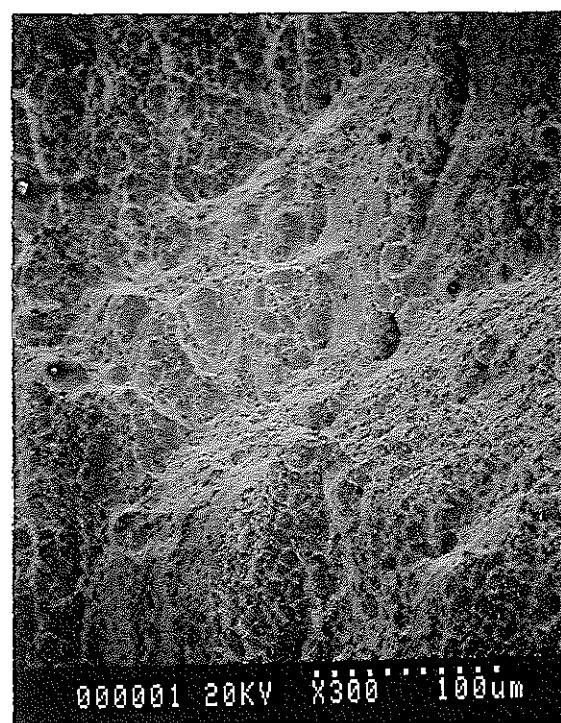
参考写真2-68-1 引張破断面のSEM像(SUS630, ×60)



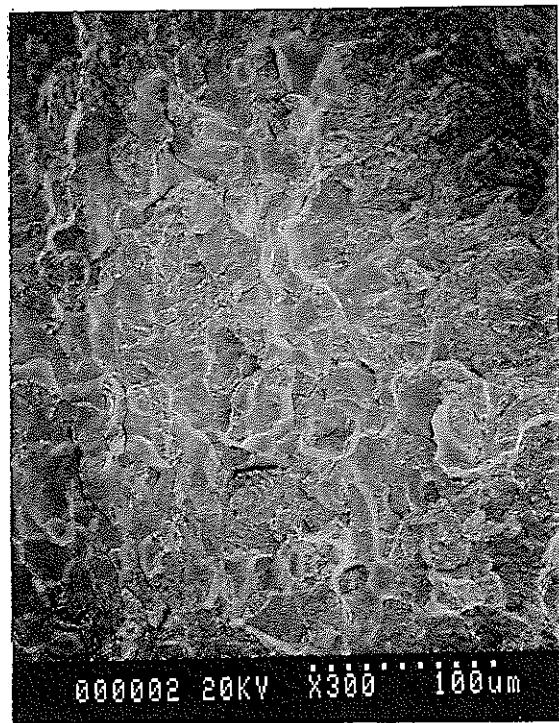
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (%) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| *C ₁ & *C ₂ | 280 | 78 | 8 | 0 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

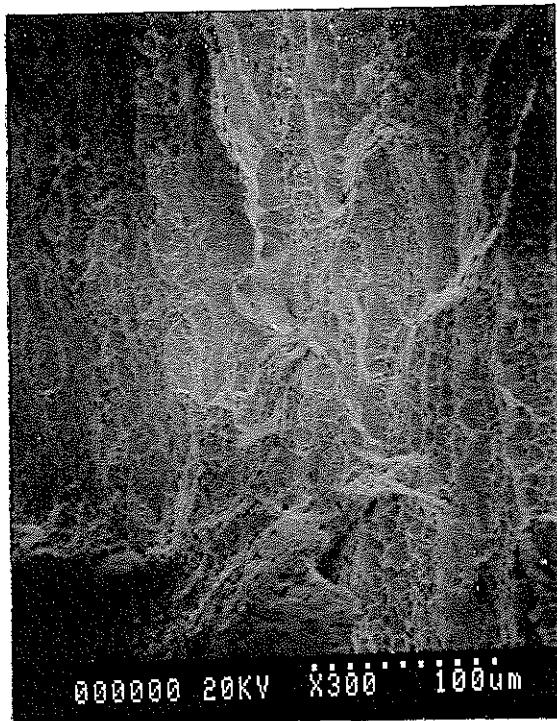
参考写真2-68-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)



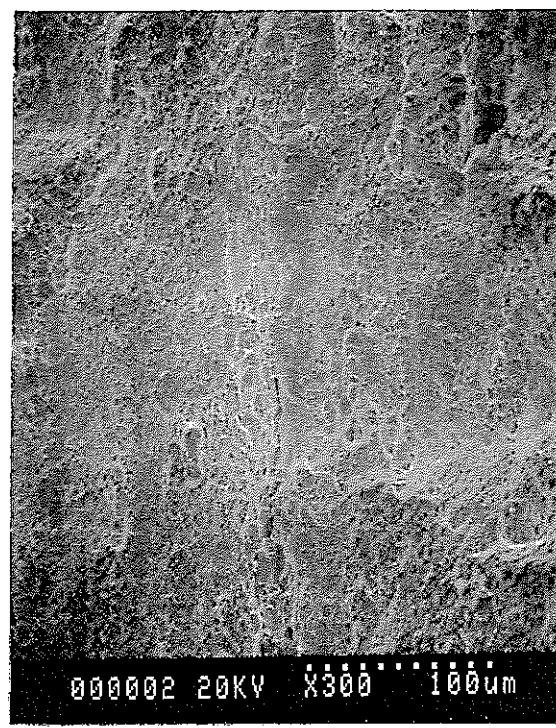
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

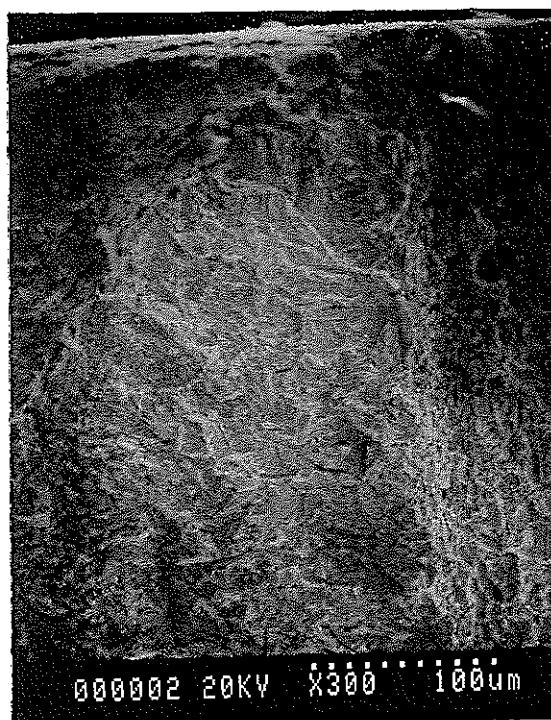
参考写真2-69-1 引張破断面のS E M像(SUS630, ×60)



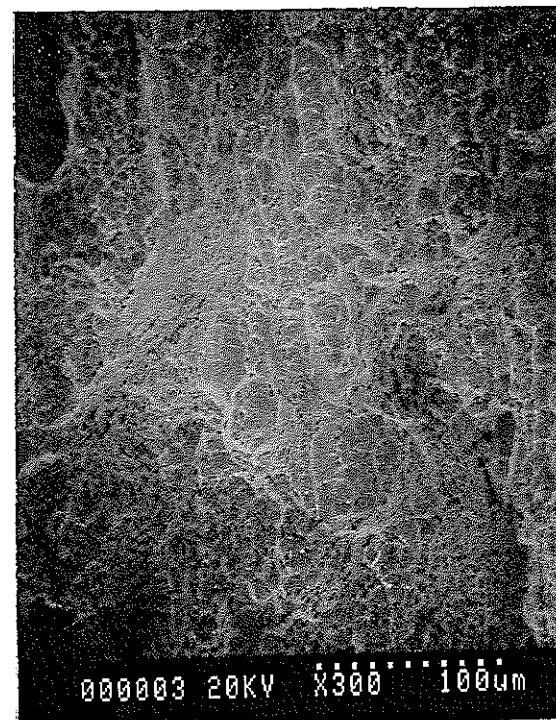
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大

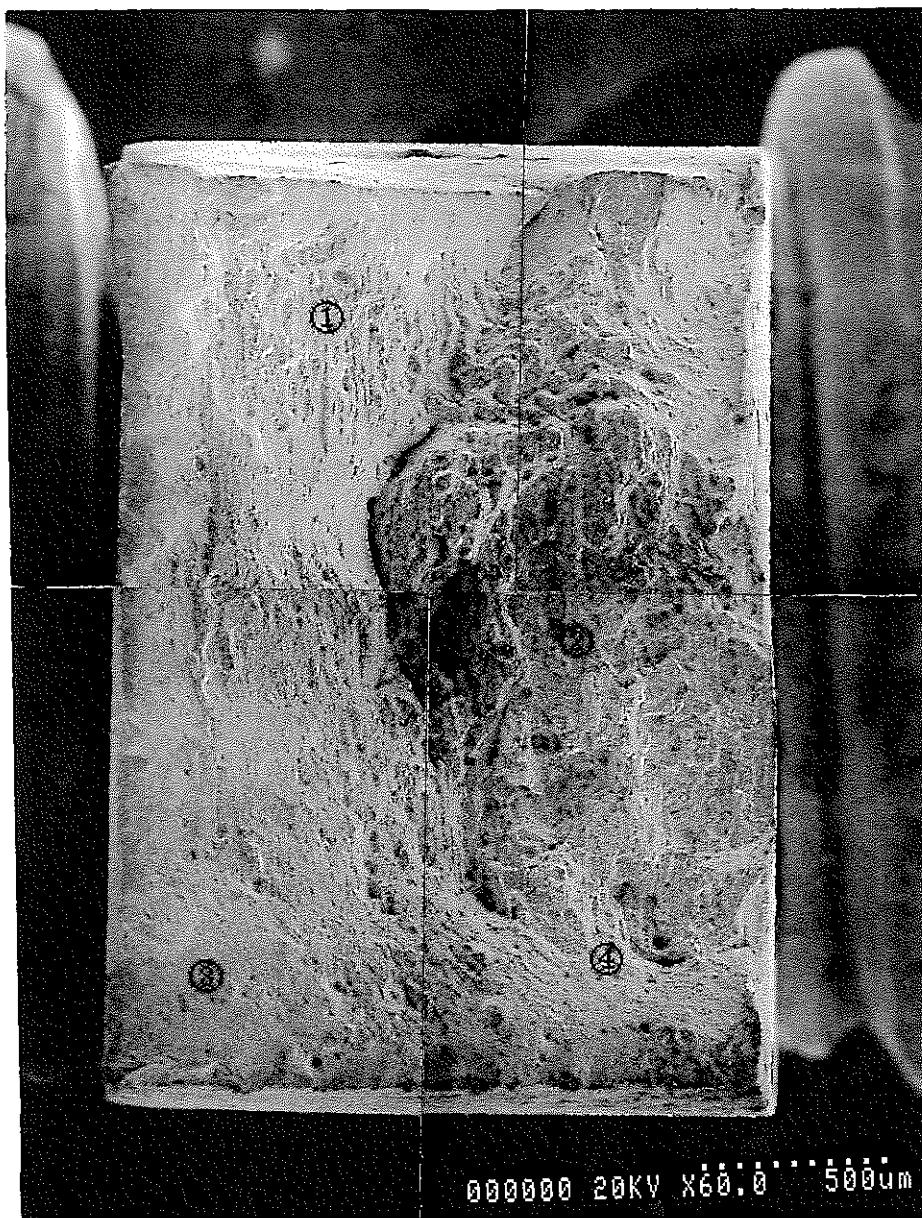


④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 0.1 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

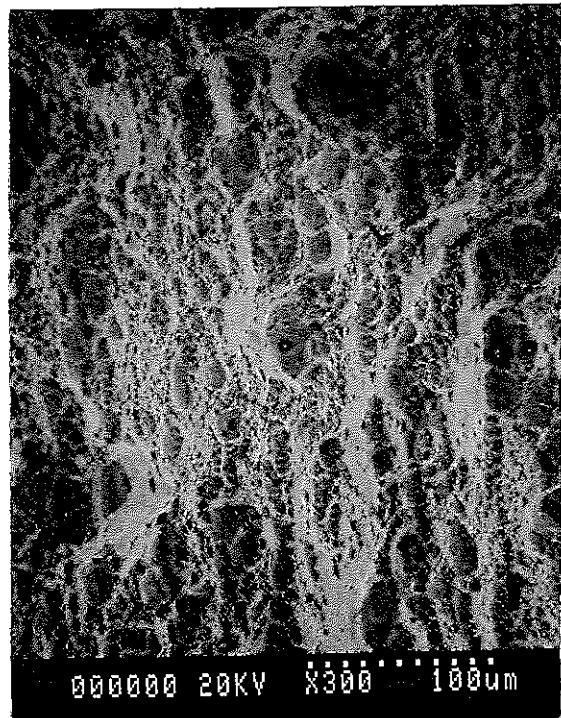
参考写真2-69-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)



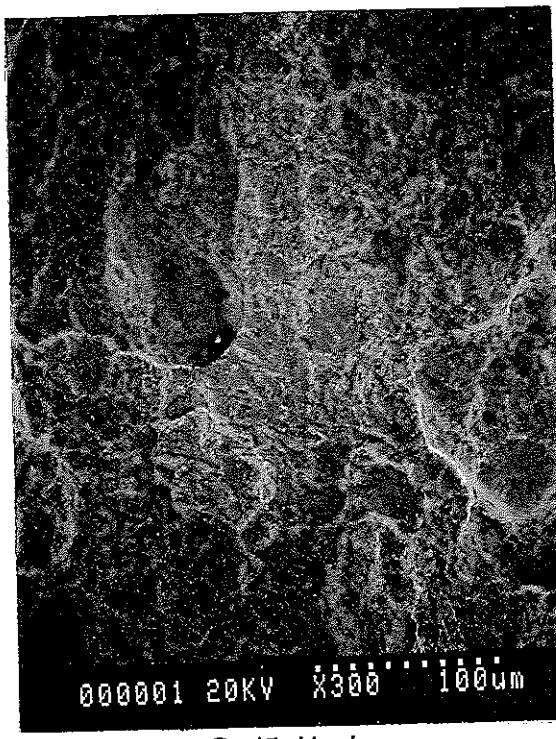
| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

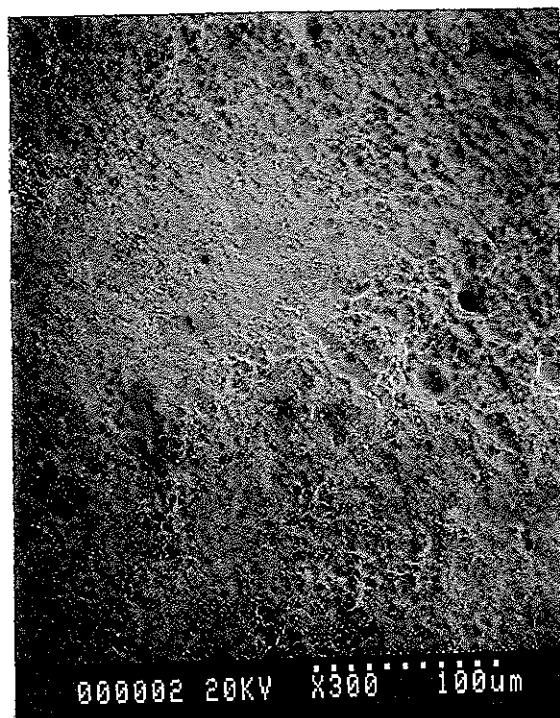
参考写真2-70-1 引張破断面のSEM像(SUS630, ×60)



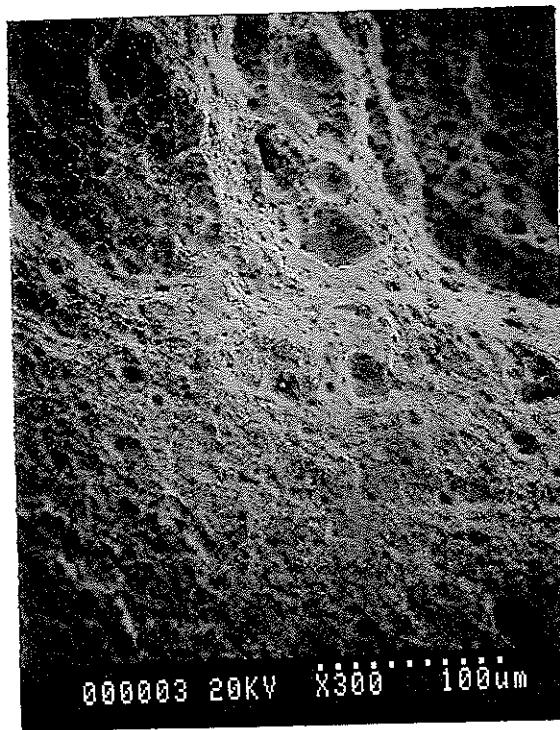
① 部 拡 大



② 部 拡 大



③ 部 拡 大



④ 部 拡 大

| 試験記号 | 試験温度 (°C) | 試験圧力 (kg/cm ²) | 溶存酸素濃度 (ppm) | 除染剤濃度 (ppm) |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| *C ₂ | 280 | 65 | 8 | 10 |

*試験片を、除染剤濃度0.1%，温度130°Cで24時間除染後試験。

参考写真2-70-2 引張破断面のSEM像(SUS630, ×300)



非除染



除染処理

参考写真 3 - 1 スペーサ・ディンプル部表面状態