



# 非破壊試験技術資料

金属組織

平成30年度

東亜非破壊検査株式会社

## 目次

### 1. 金属組織

(1) レプリカ法によるクリープ損傷量評価	.....	1
(2) レプリカ法による金属組織試験	.....	2
(3) 破損原因調査及び設備診断技術	.....	3
(4) DOSテスターによる鋭敏化測定	.....	4

# レプリカ法によるクリープ損傷量評価

非破壊的に組織の変化や損傷を検出するレプリカ法は、プラント機器の寿命評価の中心となるものです。採取されたレプリカを光学顕微鏡及び走査電子顕微鏡により観察し、炭化物の状態や粒界に発生したクリープポイドを調査します。そこで、機械的損傷及び顕微鏡組織について、総合的に余寿命の推定を行います。

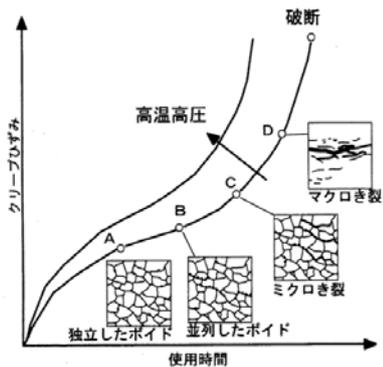
また、定期自主検査時期の延長や機器の更新の検討に有効な検査です。

## 特徴

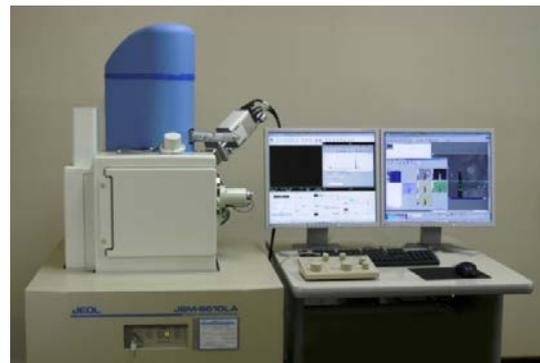
- 試験片の採取は不要
- すみ肉溶接部の採取可能
- 現場でのレプリカ採取から解析まで一貫して施行
- 弊社のみで、他の非破壊検査と同時に施行可能

## 適用

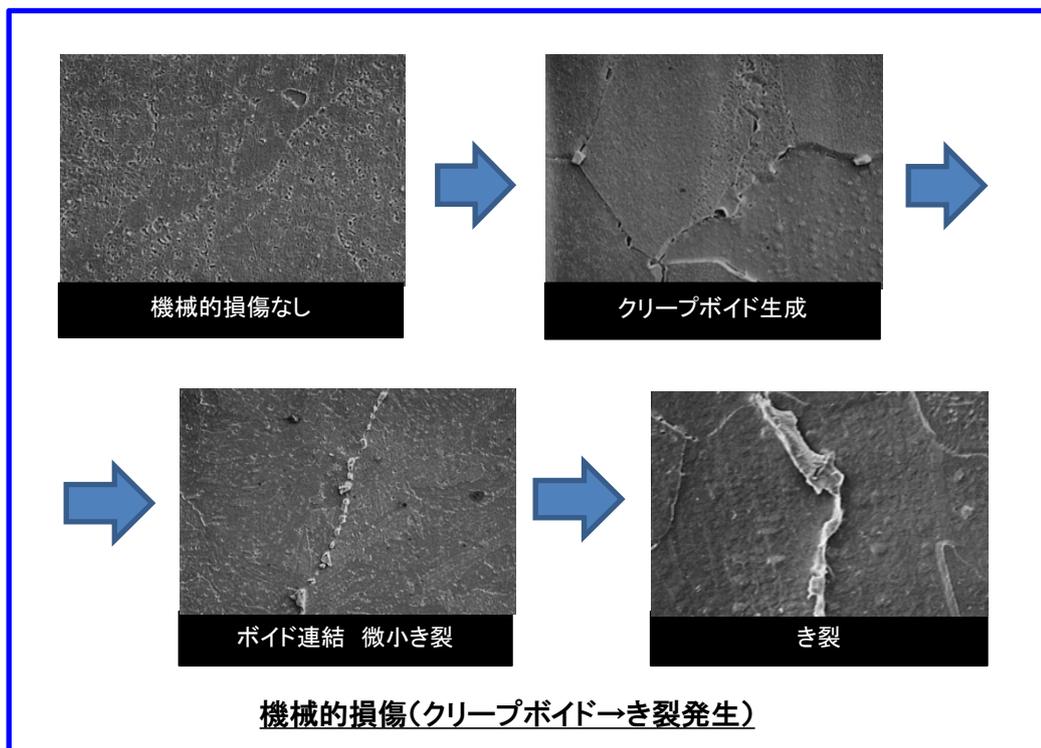
- 対象機器: 加熱炉、ボイラー
- 対象部位: ボイラーチューブ、ボイラーヘッダー  
主蒸気配管、弁箱、タービンケーシング
- 材質: クロムモリブデン鋼  
オーステナイト系ステンレス鋼



クリープ曲線とき裂の関係



走査電子顕微鏡



# レプリカ法による金属組織試験

試験対象物の金属組織を非破壊的に調査します。試験片の切り出しが不可能な場合に、現場にてレプリカの採取が可能です。  
組織の健全性及び劣化状態を顕微鏡を用いて判定し、設備診断を行います。

## 手順



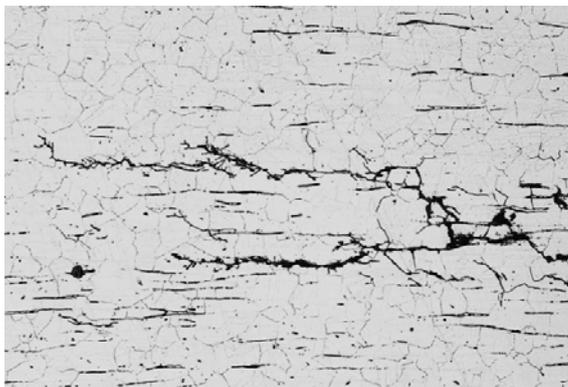
## 適用

- 材質
  - ・鉄鋼
  - ・オーステナイト系ステンレス鋼
  - ・耐熱合金
  - ・チタン など
- 調査目的
  - ・プラント構造物の欠陥発生原因調査
  - ・オーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化調査
  - ・高温クリープによるボイド発生調査
  - ・機器の余寿命予測

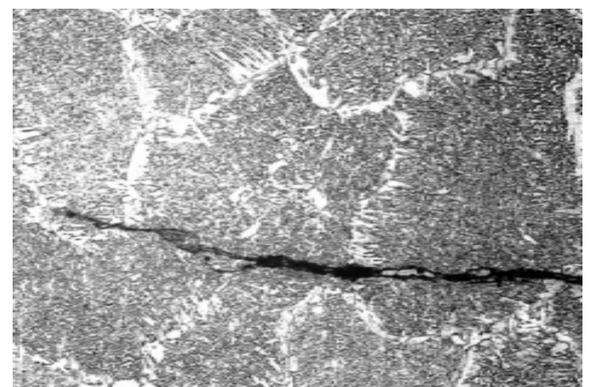


光学顕微鏡

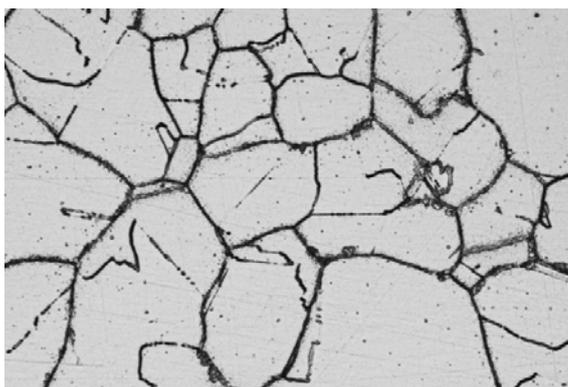
## 光学顕微鏡写真



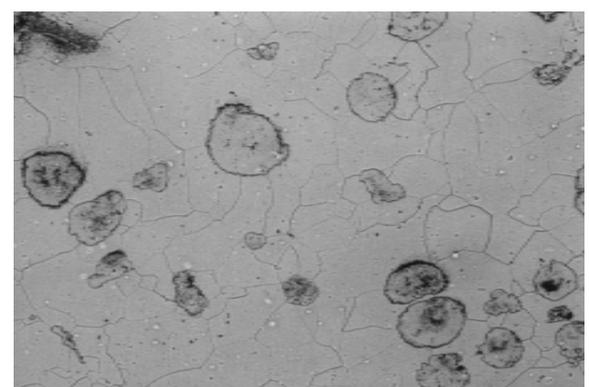
SUS304の応力腐食割れ 100倍



鋼溶接部の割れ 200倍



オーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化 500倍



黒鉛の球状化 100倍

# 破損原因調査及び設備診断技術

損傷を起こした材料の試験片切断加工から破損原因調査までを一貫して施行し、総合的に破損原因の究明を行います。材料の劣化や健全性の調査によって余寿命診断や安全性の評価が可能であり、機器のメンテナンスや更新時の設備診断にもお役立て下さい。

また、破損原因を特定することにより、同様の破損防止及び安全性の向上が可能となります。

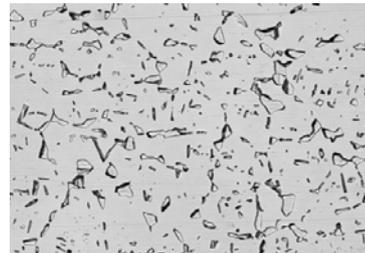
## 金属組織試験

材料の健全性を調査します。

例. SUS304のシグマ相の析出によって材料の劣化が見られます。



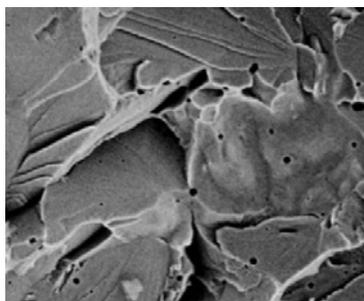
健全な組織



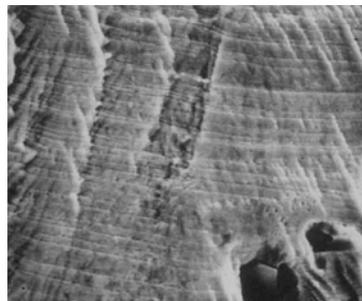
劣化した組織(シグマ相析出)

## 走査型電子顕微鏡(SEM)

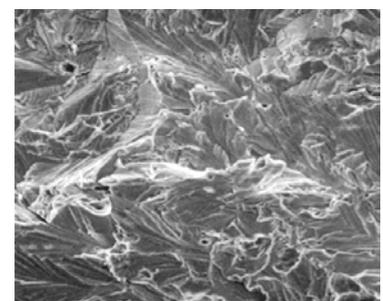
破断面の形態を観察します。



脆性破面:リバーパターン



疲労破面:ストライエーション

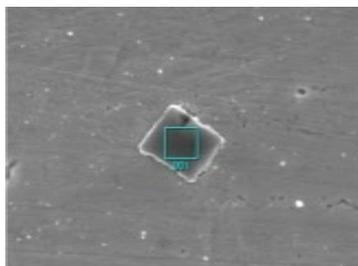


応力腐食割れ破面:ファンシェイプドパターン

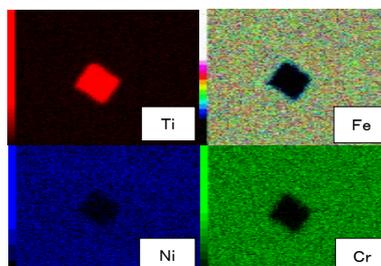
## エネルギー分散型X線分析(EDS)

試験体の材質や介在物、付着物の元素分析を行います。

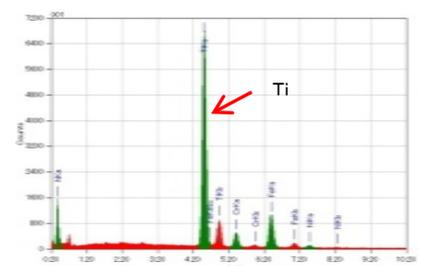
例.SUS321の材質分析結果より、方形の範囲はチタンであることが推定できます。



SUS321 SEM像 分析位置



SUS321 面分析(マッピング)



エリア分析(Tiピークの検出)

## 適用

- 機械部品
- 配管
- プラント機器

## 特徴

- SEMの試料室が大きく、200×200(mm)サイズの観察が可能
- SEM低真空モードにより、非導電性物質の観測が可能

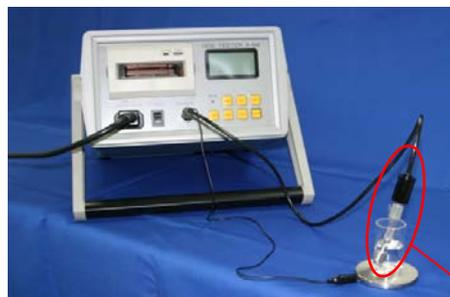
## その他施行可能な項目

- 硬さ試験
- 曲げ試験
- 引張試験
- シャルピー衝撃試験
- 化学分析

# DOSテスターによる鋭敏化度測定

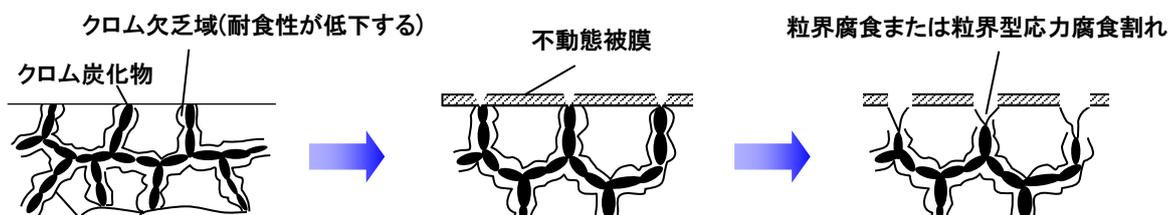


DOSテスター(A-94型)

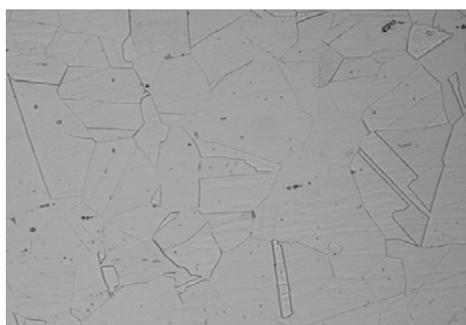


測定状況

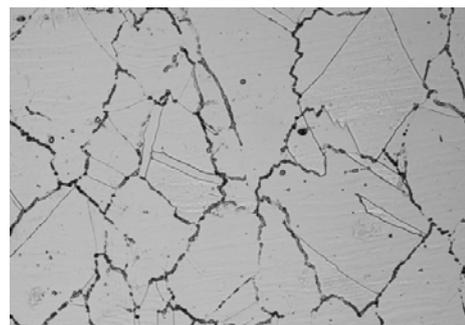
電極



腐食に強いステンレス鋼でも溶接などにより550℃～850℃に加熱されると、金属の結晶粒界に耐食性が劣化する部分(クロム欠乏域)ができることがあります。これを鋭敏化と呼んでいます。鋭敏化が進むと粒界腐食や粒界型応力腐食割れ等の損傷につながり、重大な事故に発展する可能性もあります。鋭敏化度測定器DOSテスターは、テストピースを切り出すことなく、非破壊的にしかも定量的に鋭敏化度を測定することができ、事故を事前に防止する有効な手段となります。



健全な組織(SUS304)



鋭敏化した組織(SUS304)

## 特長

- 現場で非破壊的に測定可能
- 鋭敏化の程度を定量的に測定可能
- JIS G 0580:2003「ステンレス鋼の電気化学的再活性化率の測定方法」に基づき測定

## 適用

- 測定可能温度:7℃～36℃
- 測定可能鋼種:SUS304(304L)、SUS316(316L)、SUS321、SUS347等のオーステナイト系ステンレス鋼

## 営業品目

- ・放射線透過試験
- ・超音波探傷試験
- ・磁気探傷試験
- ・浸透探傷試験
- ・渦電流探傷試験
- ・ひずみゲージ試験
- ・超音波厚さ測定
- ・漏れ試験
- ・内視鏡検査
- ・地中探査
- ・空洞調査
- ・金属組織試験
- ・金属材料試験
- ・溶接後熱処理
- ・危険物タンクの保安検査
- ・溶接管理
- ・技術員派遣
- ・測量業務
- ・検査機材販売

## 東亜非破壊検査株式会社

<http://www.toandi.co.jp>

### ■千葉営業所

〒299-0111 千葉県市原市姉崎 830-1  
TEL (0436) 60-7251 FAX (0436) 62-7997

### ■名古屋営業所

〒478-0001 愛知県知多市八幡字東水代 16-3  
TEL (0562) 33-3908 FAX (0562) 33-3969

### ■大阪営業所

〒593-8327 大阪府堺市西区鳳中町 10-4-25  
TEL (072) 263-3115 Fax (072) 263-3116

### ■北九州営業所

〒806-0002 福岡県北九州市八幡西区東浜町 6-10  
TEL (093) 644-5701 Fax (093) 644-5730

### ■技術開発センター

〒800-0211 福岡県北九州市小倉南区新曾根 8-46  
TEL (093) 471-2394 Fax (093) 471-2408

### ■本社

〒805-8518 福岡県北九州市八幡東区山王 1-13-15  
TEL (093) 661-1115 Fax (093) 661-1193

その他の営業所などは弊社のHPをご参照下さい



## Memo

---

---

---

---

---

---

---