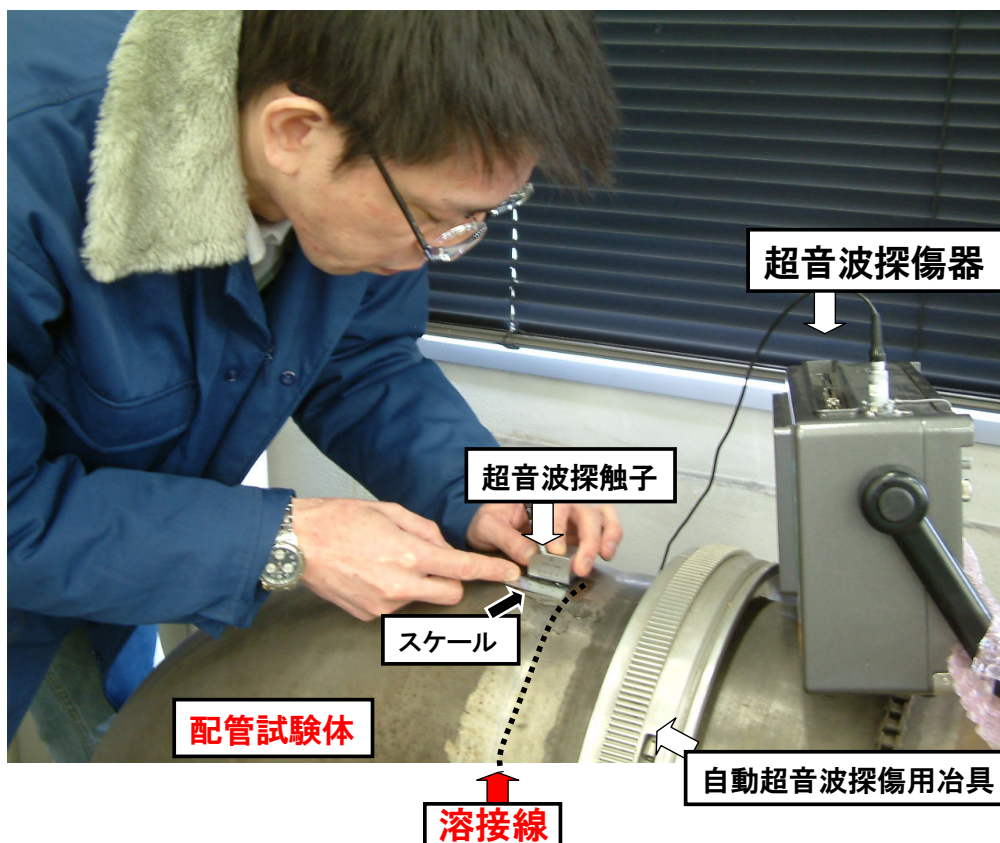
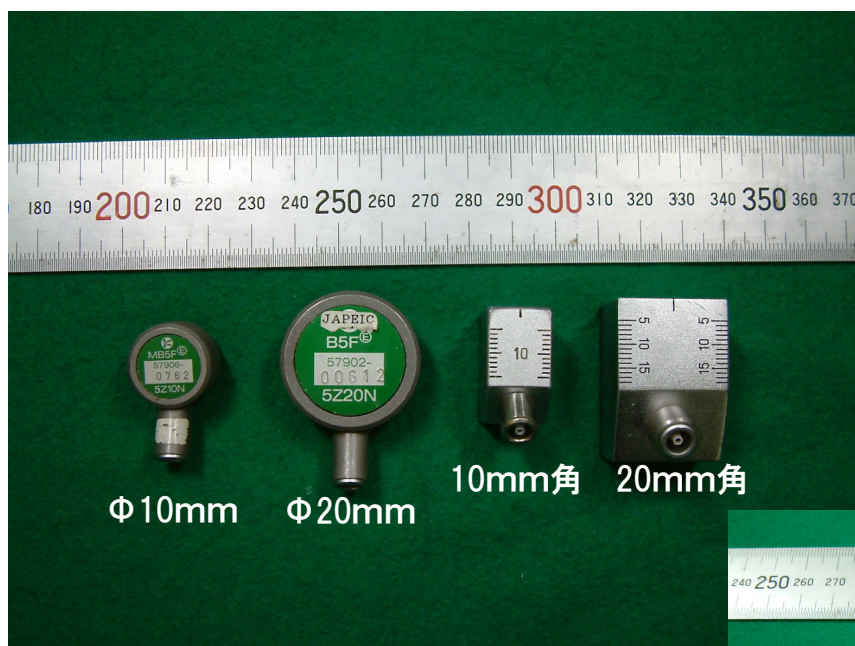


超音波探傷検査風景

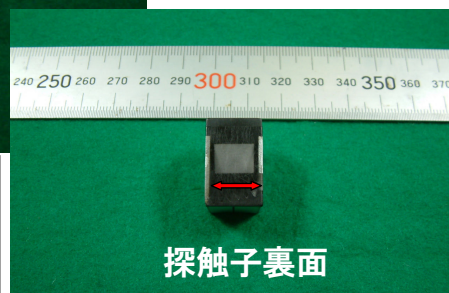


3

【超音波探触子】



- 超音波発振角度 : 垂直、斜角
45°, 60° 等
- 超音波振動数 : 5MHz, 10MHz



4

【超音波探傷器】



垂直探触子の場合の欠陥信号例

5

超音波探傷試験の課題

1. 測定精度
 - 超音波の透過／反射の限界間隙(き裂幅)
 - 欠陥形状、欠陥面の性状 等
2. 反射エコー信号の解析
 - 結晶方位依存性。裏波の影響 等
3. 溶接部近傍の欠陥検出
 - 母材／凝固組織の混合
(超音波の伝達速度の違い)
4. 粗粒金属内の欠陥検出

6

目的

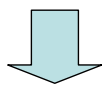
1. **超音波探傷シミュレーションモデルの構築、高度化、モデルの有効性評価と検証**
 - 鋼中欠陥の3次元形状・分布に関する情報
 - * ステンレス鋼応力腐食割れ(SCC)き裂の形状・分布
 - * Ni基合金溶接金属部のSCCき裂形状・分布
 - * き裂面の性状
2. **超音波探傷試験のサイジング精度の評価**
 - 切断試験による誤差
 - 超音波の透過／反射の限界間隙の評価
 - き裂面の性状情報
3. **応力腐食割れき裂進展メカニズムの解明**
 - ステンレス鋼粒界型SCCのき裂進展経路の要因
 - * き裂進展粒界の3次元結晶方位関係の把握

7

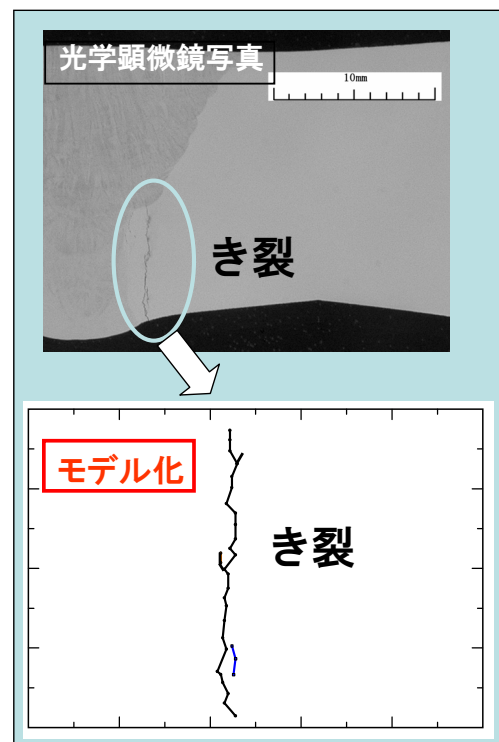
1. 超音波探傷シミュレーションモデルの構築と高度化

き裂の形状は

- 2次元断面写真より
 - ・ 断面形状を座標で入力
 - ・ 座標に乱数を加えてき裂の形状をモデル化
- き裂の奥行き方向のモデル化
 - ・ 情報がなく不可能



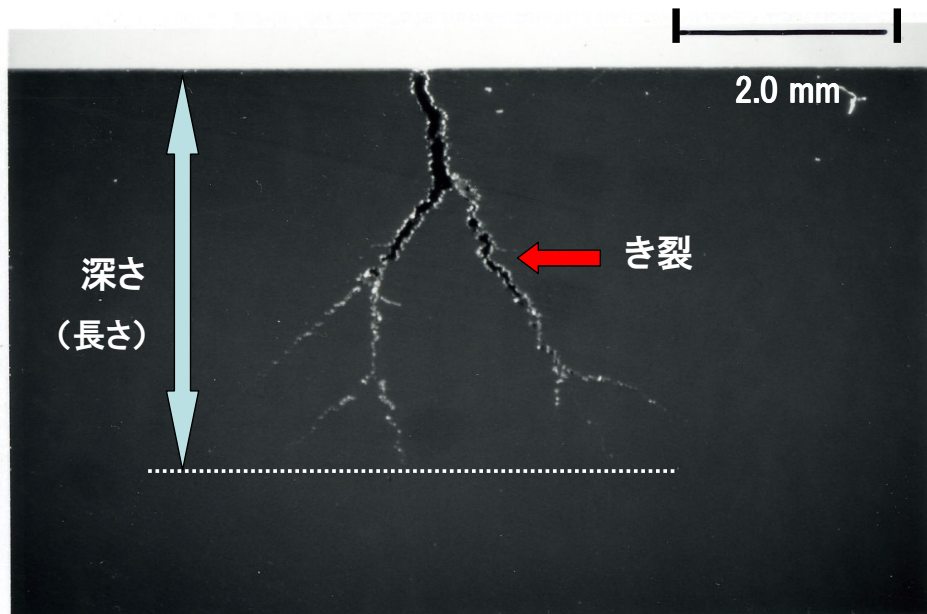
- き裂形状、分布を実測
- データの直接入力化



8 8

2. 超音波探傷試験のサイジング精度の評価

切断試験により深さを測定(細断により精度向上)



9 9

37keV放射光によるCTイメージング

■ 実用鋼中のSCCき裂の3次元形状と分布の観察の可能性の検討

1. 試験体材料

- Ni基合金溶接金属中SCC
- ステンレス鋼SCC(IGSCC/TGSCC)
- ステンレス鋼母材/溶接金属への貫通SCC

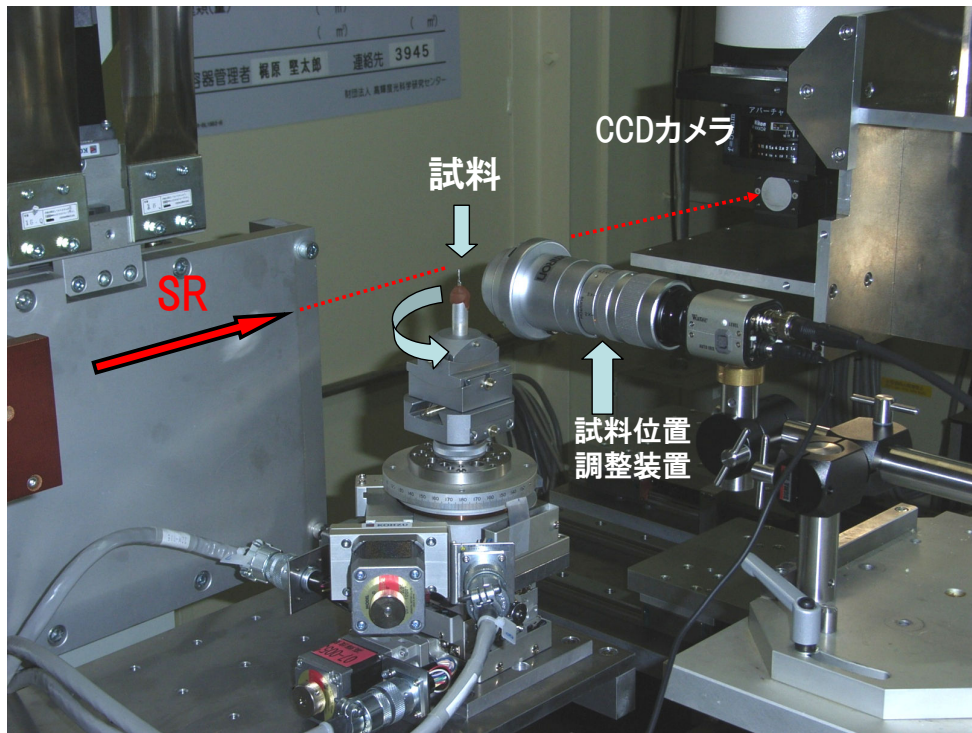
2. 試験体の大きさ

- $\phi 1$ mm ~ $\phi 2$ mm

3. CTイメージング測定条件の決定

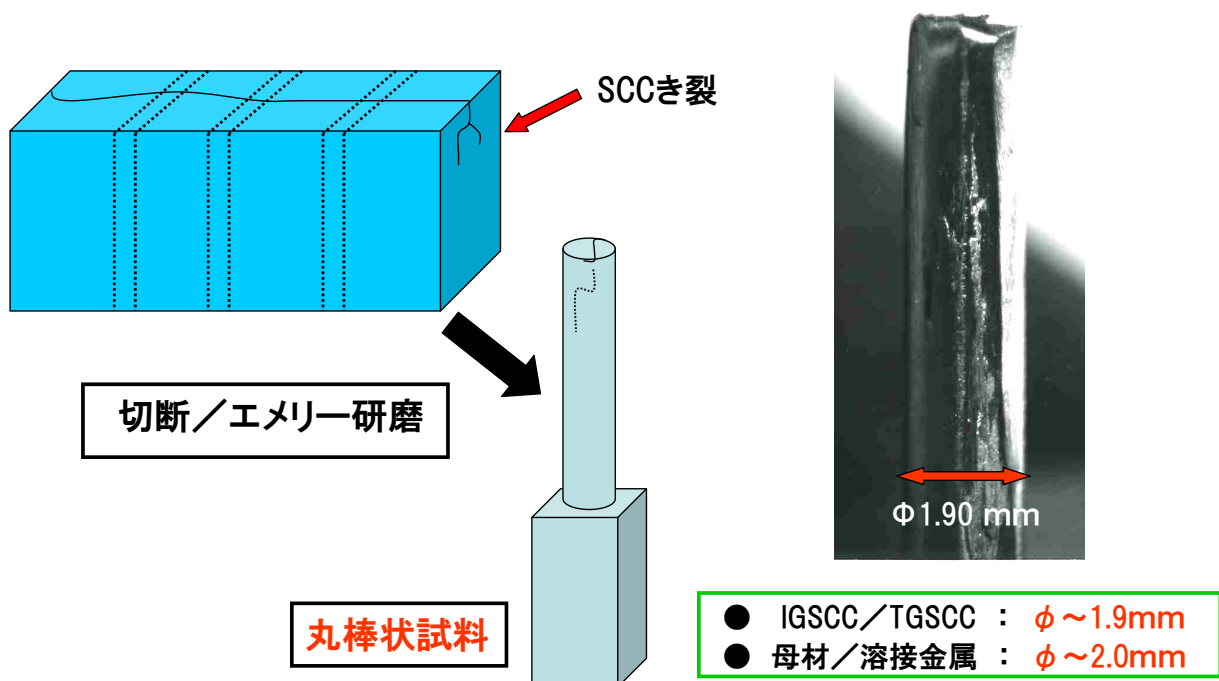
CTイメージング測定装置

BL19B2ビームライン H-1ハッチ



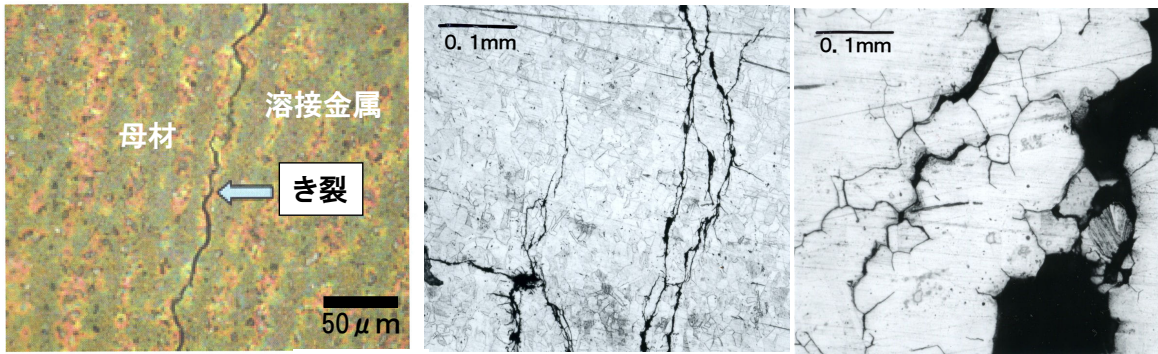
11

測定用試料の作製法



12

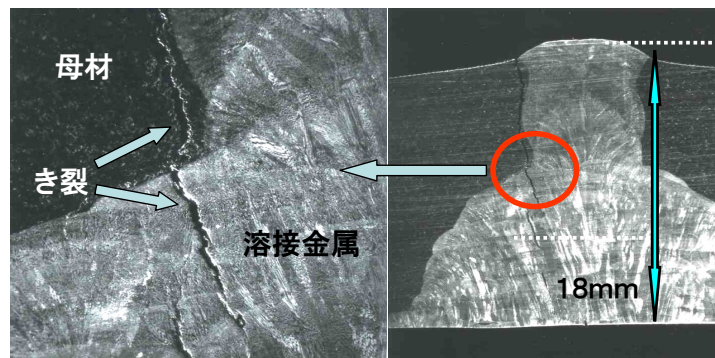
測定用試料の光学顕微鏡によるマイクロ組織



Ni基合金溶接金属内SCC

SUS316L鋼TGSCC

SUS316L鋼IGSCC



SUS304鋼溶接金属内SCC

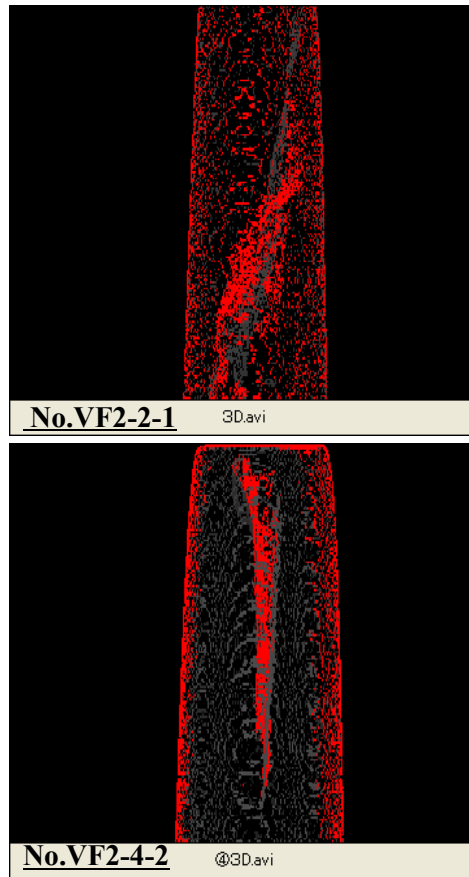
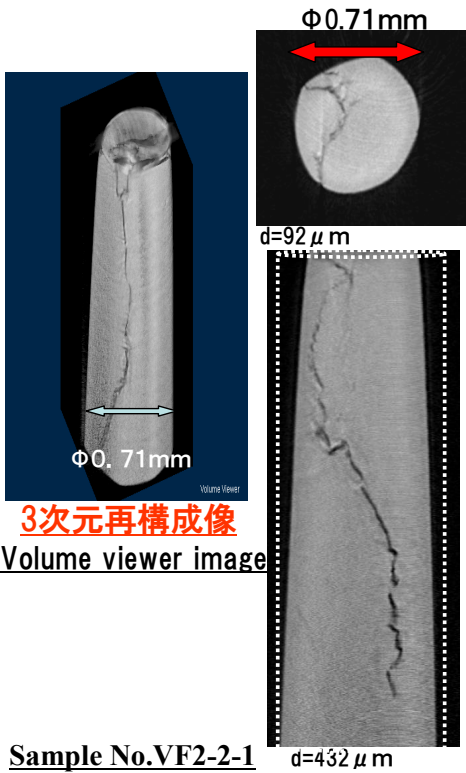
13

CTイメージング測定条件【1】

	IGSCC/TGSCC 母材/溶接金属等
ビームライン	BL19B2
SR光エネルギー	37 keV
ビーム照射範囲	2.7 × 2.7 mm
カメラ長	300 mm
実効ピクセルサイズ	2.9 μm
撮影条件	0 - 180°
撮影ピッチ	0.2°
露光時間	0.2 秒
像再生法	Filtered Back Projection 法 (Image-J)

14 14

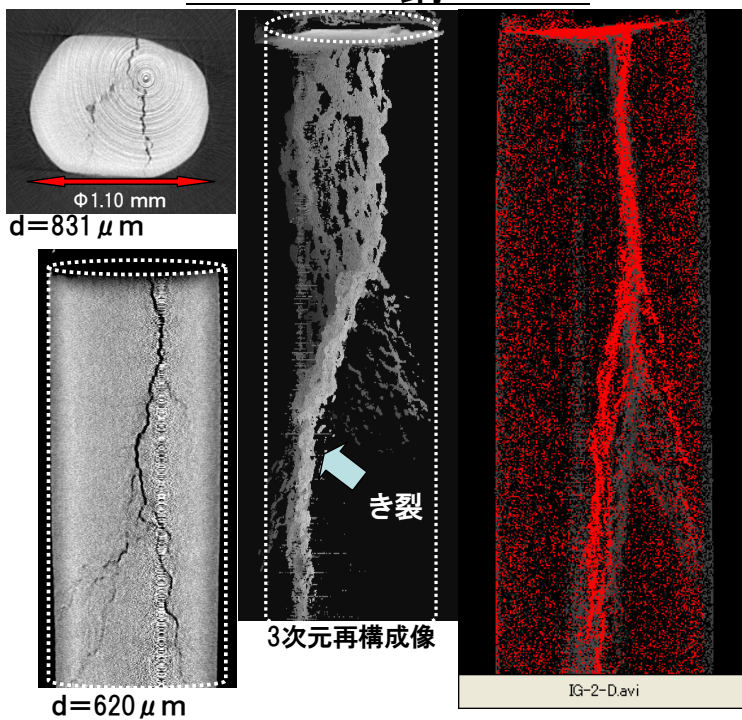
Ni基合金溶接金属 SCCき裂



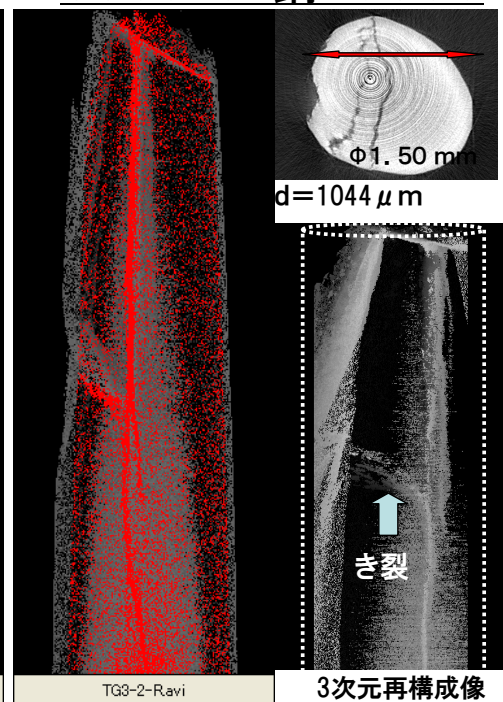
15

ステンレス鋼中のSCCき裂

SUS316L鋼IGSCC

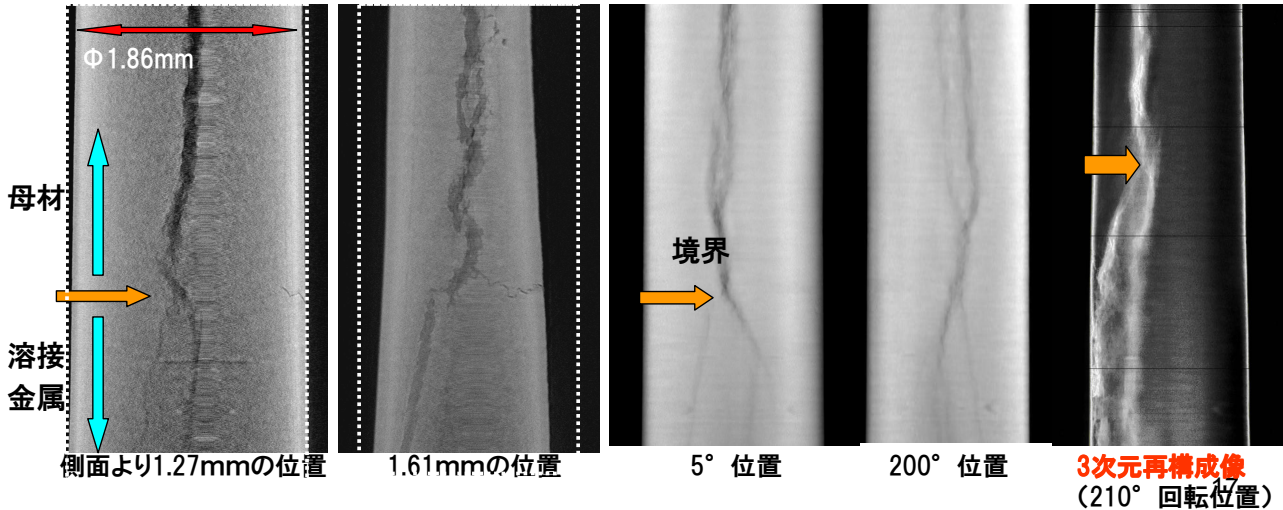
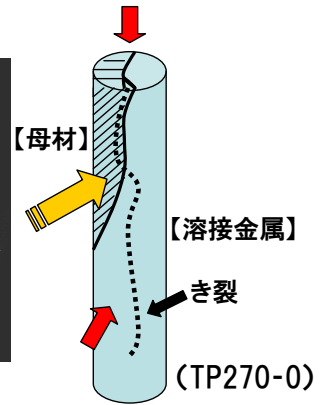
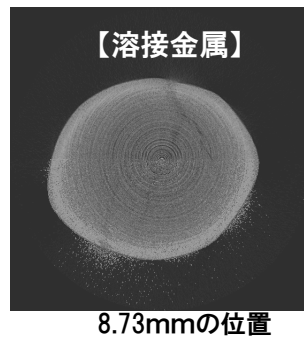
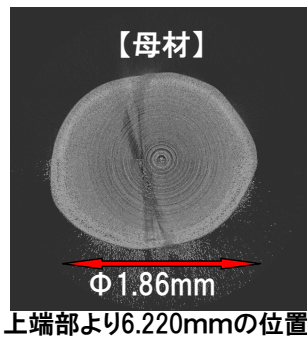


SUS316L鋼TGSCC



16

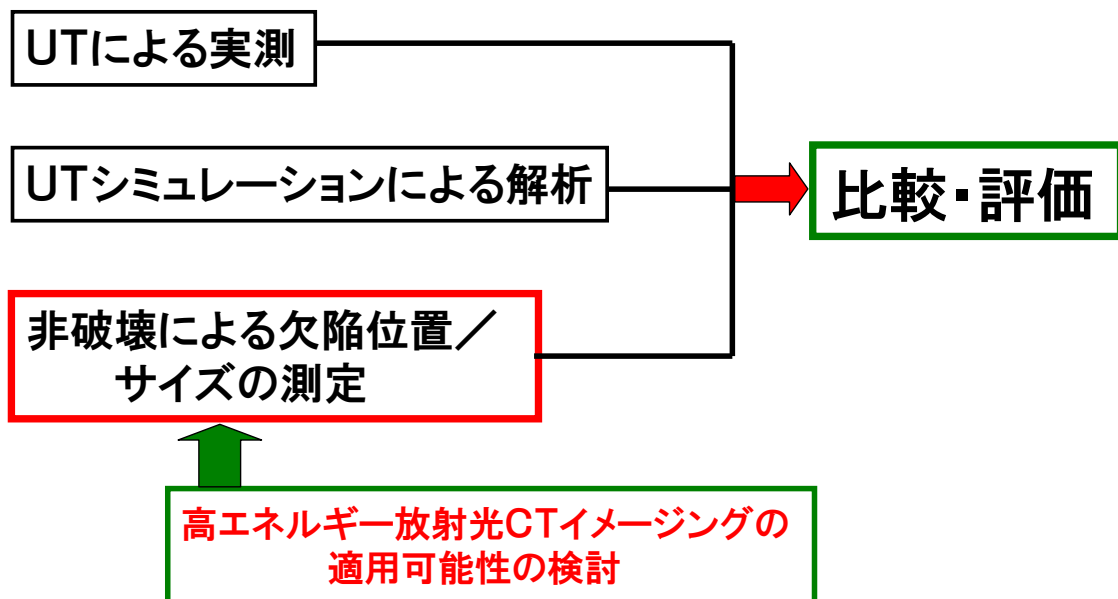
SUS304鋼
母材／溶接金属
へのSCC



37keV放射光によるCTイメージングの結果

1. 実用鋼(Ni基合金／ステンレス鋼)の代表的なSCC
き裂の3次元形状と分布をはじめて観察
2. SCCき裂の形状の分類・パターン化、き裂進展挙動の
特徴を得た
3. 観察可能な限界き裂幅の目安が得られた
4. き裂の実観察結果情報をUTシミュレーションへ反映。
UTシミュレーションモデルの高精度化が図れた

超音波探傷計算機シミュレーションモデルの検証



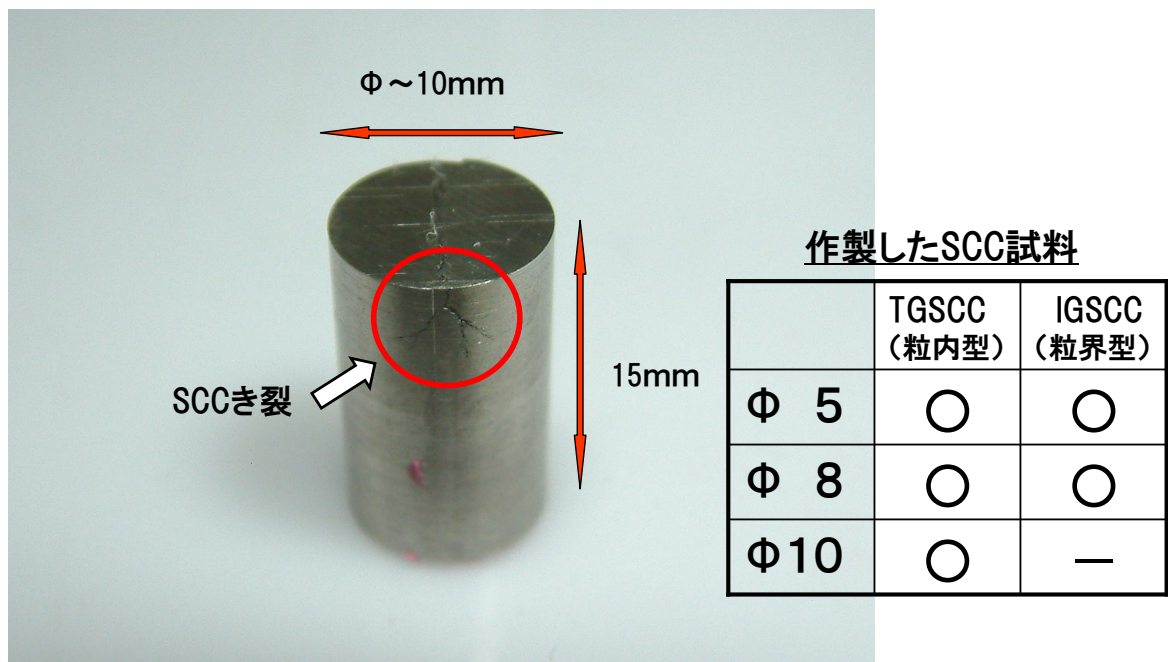
19

CTイメージング測定条件【2】

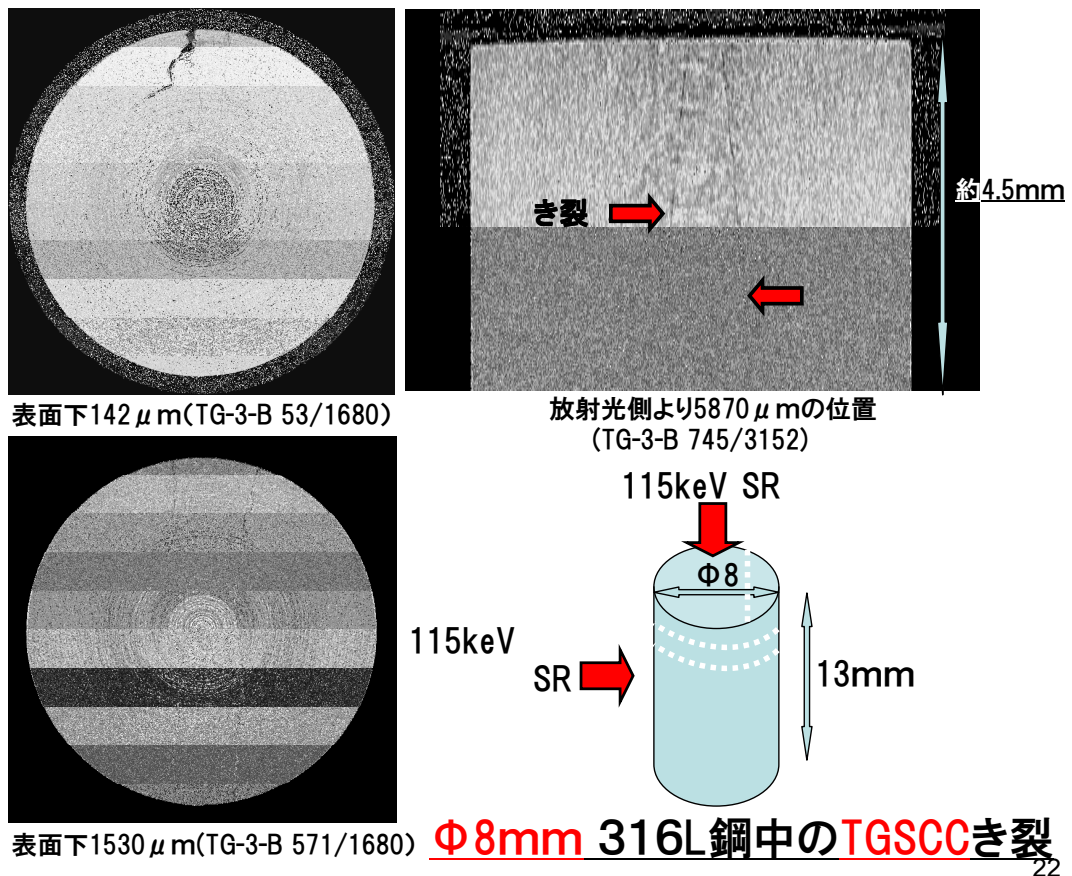
	IGSCC/TGSCC 母材/溶接金属等	φ10~5mm SUS試料等
ビームライン	BL19B2	BL08W
SR光エネルギー	37 keV	115keV
ビーム照射範囲	2.7 × 2.7 mm	4.5 × 12 mm
カメラ長	300 mm	606 mm
実効ピクセルサイズ	2.9 μm	2.9 μm
撮影条件	0 - 180°	
撮影ピッチ	0.2°	2°
露出時間	0.2 秒	8 秒
像再生法	Filtered Back Projection 法	

20/20

115keV CTイメージング測定用試料

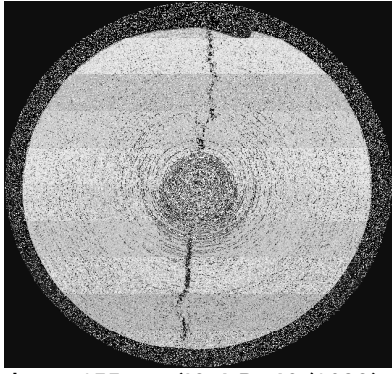


21

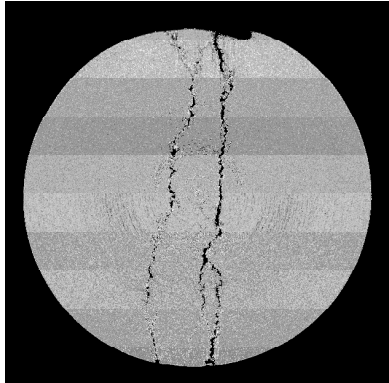


22

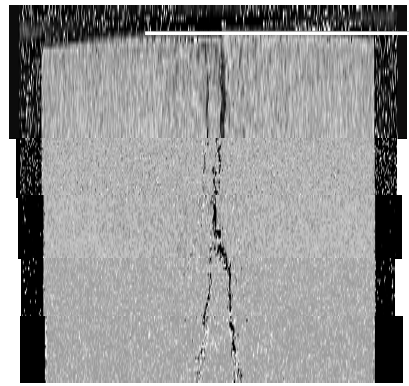
Φ8mm 316L鋼中のIGSCCき裂



表面下155 μm (IG-4-B 43/1680)

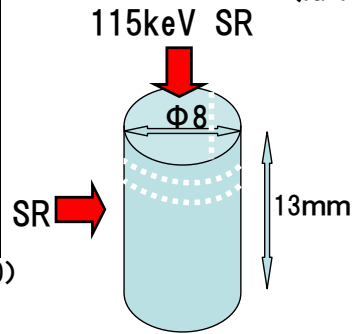


表面下1371 μm (IG-4-B 512/1680)

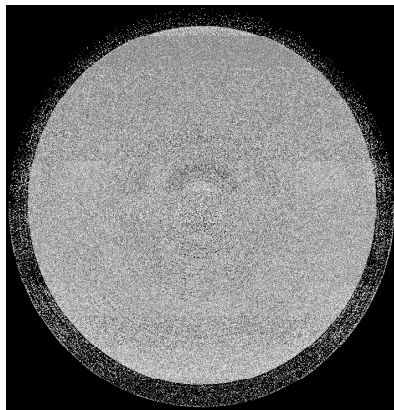


~1.6mm

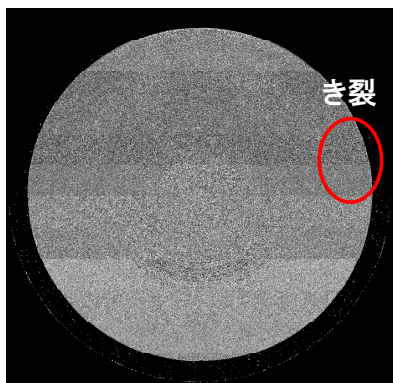
放射光側より1499 μmの位置
(IG-4-B 892/2976)



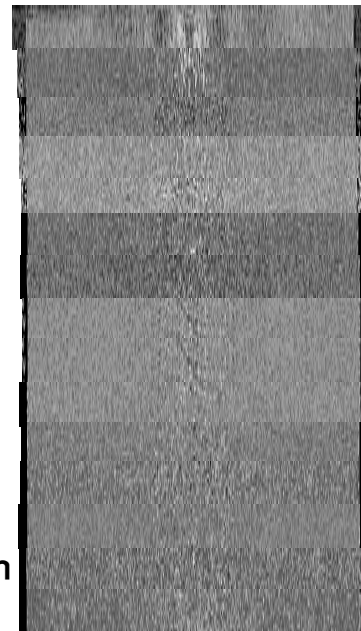
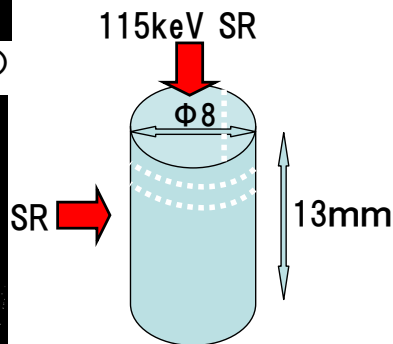
23



表面下65 μm (TG-1-C 23/1600)



表面下652 μm (TG-1-C 232/1600)



放射光側より4604 μmの位置
(TG-1-C 1710/3714)

Φ10mm 316L鋼中のTGSCCき裂

TG-1-C(232/1600)

24

115keV放射光CTイメージングの結果

1. 粒内型SCC試料では
Φ10mm、Φ8mm、Φ5mmまで、
粒界型SCC試料では
Φ8mm、Φ5mmまで **鮮明なき裂が観察された**
2. 現場で使用されている超音波探触子の最低サイズは、
検体接触面が10mm角である。
従って本法は、**UTシミュレーションの検証法として有効な手法**であることがわかった
3. IGSCCき裂幅は、TGSCCき裂幅より大きいことから、
Φ10mm試料中のIGSCCき裂の観察も可能と推測される

25

今後の課題

1. CTイメージングによる**き裂長さの精度評価**
2. 空隙(き裂)の**観察可能限界値の評価**
3. き裂面の**性状評価**
き裂面の粗さ、析出物の有無 等
4. **き裂粒界の3次元結晶方位関係の測定**

26

本成果は、SPring-8の産業利用BL19B2ビームライン
および共用ビームラインBL08Wビームラインを利用して
得られた成果である。

- 課題番号 2009B1369(2009年下期)
- 課題番号 2009A1259(2009年上期)
- 課題番号 2008B2078(2008年下期)
- 課題番号 2008A1901(2008年上期)
- 課題番号 2007B1941(2007年下期)
- 課題番号 2006B0215(2006年下期)