

敦賀発電所1号機のシュラウドサポート部損傷の調査状況について

既にお知らせしましたとおり、当社、敦賀発電所1号機（沸騰水型軽水炉、定格出力35万7千キロワット）は、平成11年8月20日から第26回定期検査を開始し、予防保全対策としてシュラウド取替工事を実施中のところ、12月9日にシュラウドサポート部に複数のひび割れが認められました。

ひび割れが認められた部位について、表面の組織観察（レプリカ観察）を実施したところ、割れは金属組織の結晶粒界に沿ったものであることが観察されました。

このため、原因調査として、金属サンプル（上部及び下部シュラウドサポート部の切断面）採取による、破面観察、硬さ測定、化学成分分析等及びレプリカ採取による金属組織観察等の詳細調査を行なうとともに、シュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部のひび割れを研削して、割れ深さを測定することとしました。

なお、本事象に伴う環境への放射能の影響はありませんでした。

（平成11年12月10日、12月22日発表済み）

その後、採取した金属サンプルの破面観察等の詳細調査から、割れは溶接金属部で金属組織の結晶粒界に沿って進展していることを確認しました。また、シュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部のひび割れ5箇所について深さ測定を実施したところ、表面から最大約3.4mmであった。なお、これらのひび割れは原子炉圧力容器本体には至っていないことを確認しました。

引続き、金属サンプル破面観察等の詳細調査を継続するとともに、割れ発生の要因として考えられる環境条件や発生応力等を確認するため、シュラウドサポートに係る製造や運転履歴の調査、応力解析評価等を行い、原因究明に努めて参ります。さらに、シュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部のひび割れ部を全て研削し、ひび割れの程度を確認していきます。

以上

（通商産業省によるINESの暫定評価尺度）

基準1	基準2	基準3	評価レベル
—	—	0—	0—

（別紙） 「シュラウドサポート部損傷」調査状況について

(別 紙)

「シュラウドサポート部損傷」調査状況について

1. レプリカ調査

ひび割れが認められた部位のうち、17箇所について表面の組織観察（レプリカ観察）を行い、これまでに14箇所について調査が終り、割れは金属組織の結晶粒界に沿ったものであることが観察された。

残り3箇所については、引続き表面の組織観察等の調査を実施している。

2. サンプル調査

上部・下部シュラウドサポート部及びシュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部のひび割れ発生箇所よりサンプル13箇所を選定し、破面観察等を実施している。これまでに終了した9箇所のうち、代表4箇所の調査結果は以下のとおりで、5箇所は評価中である。残り4箇所については、引続き調査を実施している。

(1) サンプルN o.1 (下部シュラウドサポート部0°) <添付3-1 (1/2、2/2) 参照>

特徴：下部シュラウドサポート縦溶接線上で溶接金属から母材にかけて割れが確認された部位

破面観察の結果、当該部の割れは溶接金属部で発生し、柱状結晶に沿って進展し、一部母材部にも進展したと考えられる。

溶接金属部及び母材部における割れは、いずれも粒界破面（溶接金属部は柱状結晶粒破面、母材部はロックキャンディ状破面）であった。

(2) サンプルN o.2 (下部シュラウドサポート部120°) <添付3-2参照>

特徴：下部シュラウドサポート縦溶接線上で溶接金属部内で割れが認められた部位

断面ミクロ観察結果、割れは下部シュラウドサポート内側から、結晶粒界（柱状結晶粒界）に沿って枝分かれしながら進展しているのが認められた。また、組織は、通常の凝固組織に認められる柱状結晶組織を呈していた。

(3) サンプルN o.3 (下部シュラウドサポート部240°) <添付3-3 (1/2、2/2) 参照>

特徴：下部シュラウドサポート母材部に割れが認められた部位

当該部は建設時に金属試料（サンプル）を採取した後、溶接した部位と考えられ、破面観察の結果、溶接金属部で発生し、柱状結晶に沿って進展し、母材部にも進展したものと考えられる。溶接金属部及び母材部における割れはいずれも粒界破面（溶接金属部は柱状結晶粒破面、母材部はロックキャンディ状破面）であった。

(4) サンプルN o. 7 (シュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部215°) <添付3-4参照>

特徴：ひび割れに横向き部がある複雑な形状のもの

破面観察の結果、溶接金属部の割れは粒界破面（柱状結晶粒破面）で、結晶粒界（柱状結晶粒界）に沿って枝分かれしながら進展している。また、組織は、通常の凝固組織に認められる柱状結晶組織を呈していた。

3. ひび割れの深さ測定・確認 <添付-4参照>

シュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部の割れ5箇所について深さを測定した結果、表面（シュラウドサポート端部）から最大約34mmであった。なお、これらのひび割れは原子炉圧力容器本体に至っていなかった。

4. 今後の予定

(1) レプリカ調査

残り3箇所の表面の組織観察等の調査を引続き実施する。

(2) サンプル調査

残り4箇所の破面観察、金属組織観察、硬さ測定、化学成分分析等の調査を実施する。

また、実施済みの5箇所については、引続き評価を継続する。

なお、今後の調査状況に応じて、追加サンプル調査等を行なうこととする。

(3) 製造・運転履歴調査

シュラウドサポートに係る製造・運転履歴についての調査を引続き実施する。

(4) 応力評価

シュラウドサポートの発生応力を運転時における応力、及び溶接部の残留応力についての解析評価を行ない確認する。

(5) ひび割れの程度確認

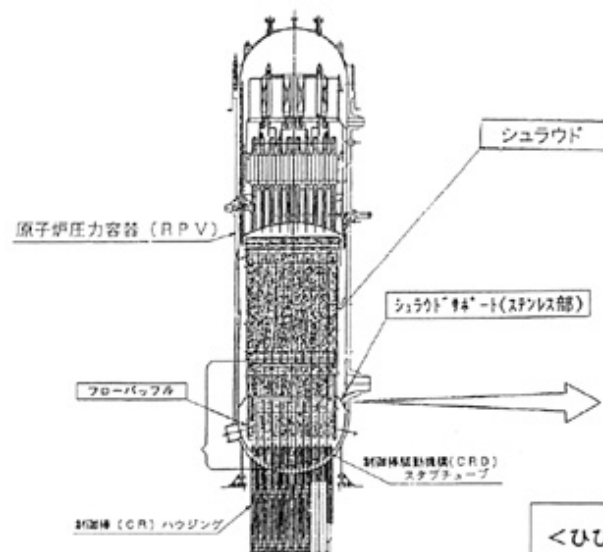
シュラウドサポートと原子炉圧力容器との溶接部のひび割れを全て研削し、ひび割れの程度を引続き確認する。

以上

添付資料1	<u>シュラウドサポートひび割れ発生状況</u>
添付資料2	<u>ひび割れ状況とサンプル、レプリカ位置（1／2）</u>
添付資料2	<u>ひび割れ状況とサンプル、レプリカ位置（2／2）</u>
添付資料3-1	<u>ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプルNO.1）（1／2）</u>
添付資料3-1	<u>ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプルNO.1）（2／2）</u>
添付資料3-2	<u>ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプルNO.2）</u>
添付資料3-3	<u>ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプルNO.3）（1／2）</u>

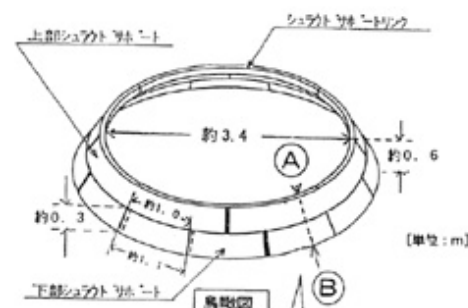
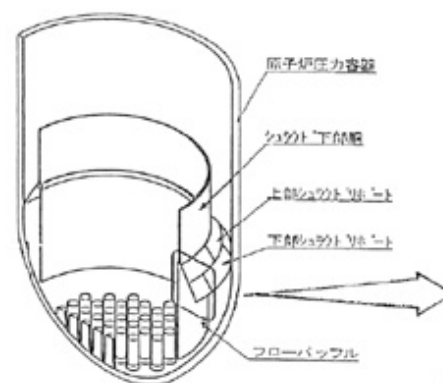
添付資料 3-3	<u>ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプル NO.3）（2／2）</u>
添付資料 3-4	<u>ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプル NO.7）</u>
添付資料 4	<u>ひび割れ深さ測定結果</u>

シュラウドサポートひび割れ発生状況



新シュラウドの形状・主要寸法・材料

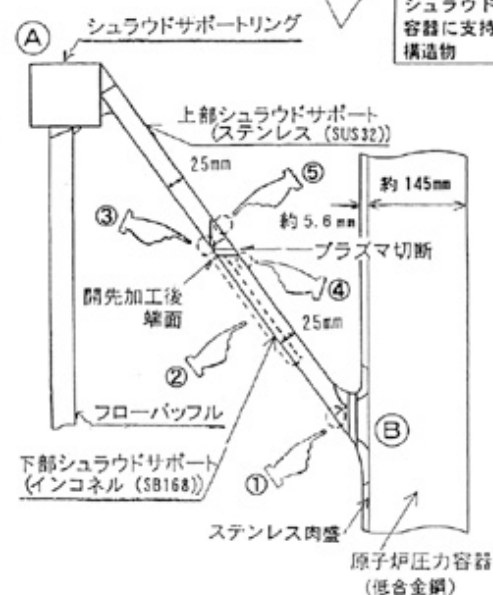
形状	円筒形	
主要寸法	胴高さ	約 6.7m
	胴最大内径	約 3.7m
	胴板厚	約 4cm
材料	鋼	SUS316L



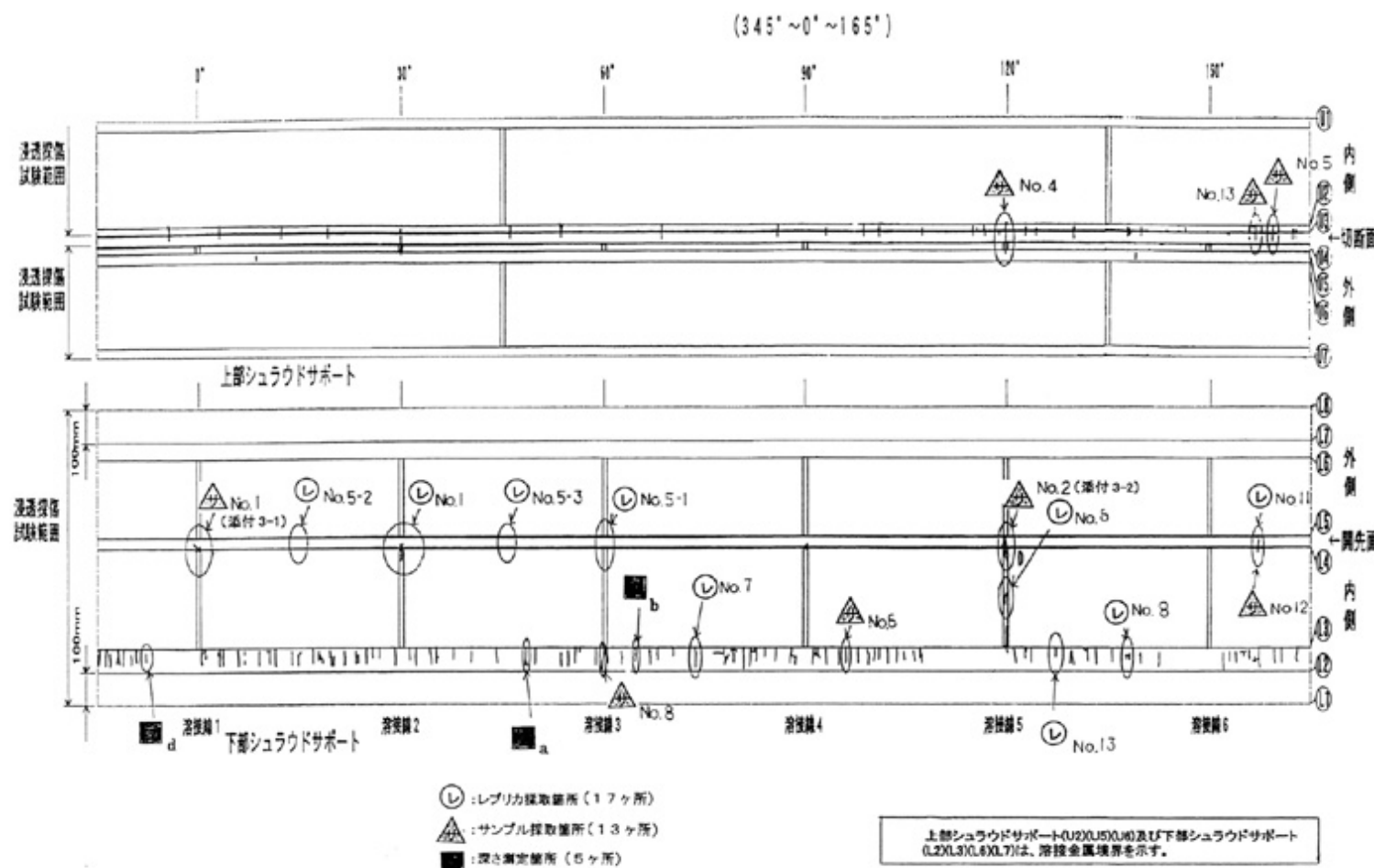
シュラウドサポート
シュラウドを原子炉圧力容器に支持する円錐状の構造物

<ひび割れ発生部位>

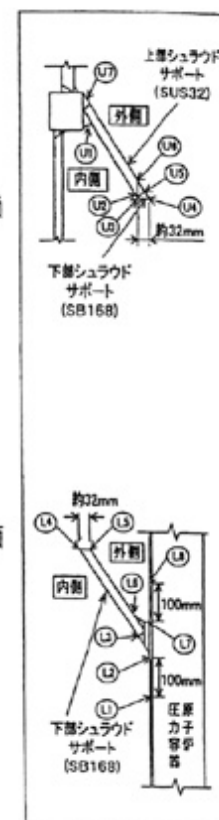
- ①下部シュラウドサポート部と原子炉圧力容器との溶接部内側に228箇所
- ②下部シュラウドサポートの縦溶接部内側及び溶接部跡等で認められた部位に19箇所
- ③上部シュラウドサポートと下部シュラウドサポートの周方向溶接部内側又はその近傍に46箇所
- ④下部シュラウドサポート外側に内側から進展して貫通と考えられる割れ1箇所
- ⑤上部シュラウドサポートに残っていて下部シュラウドサポートの縦方向溶接部外側に4箇所(そのうち、貫通と考えられる割れ2箇所)と周方向溶接部外側に6箇所

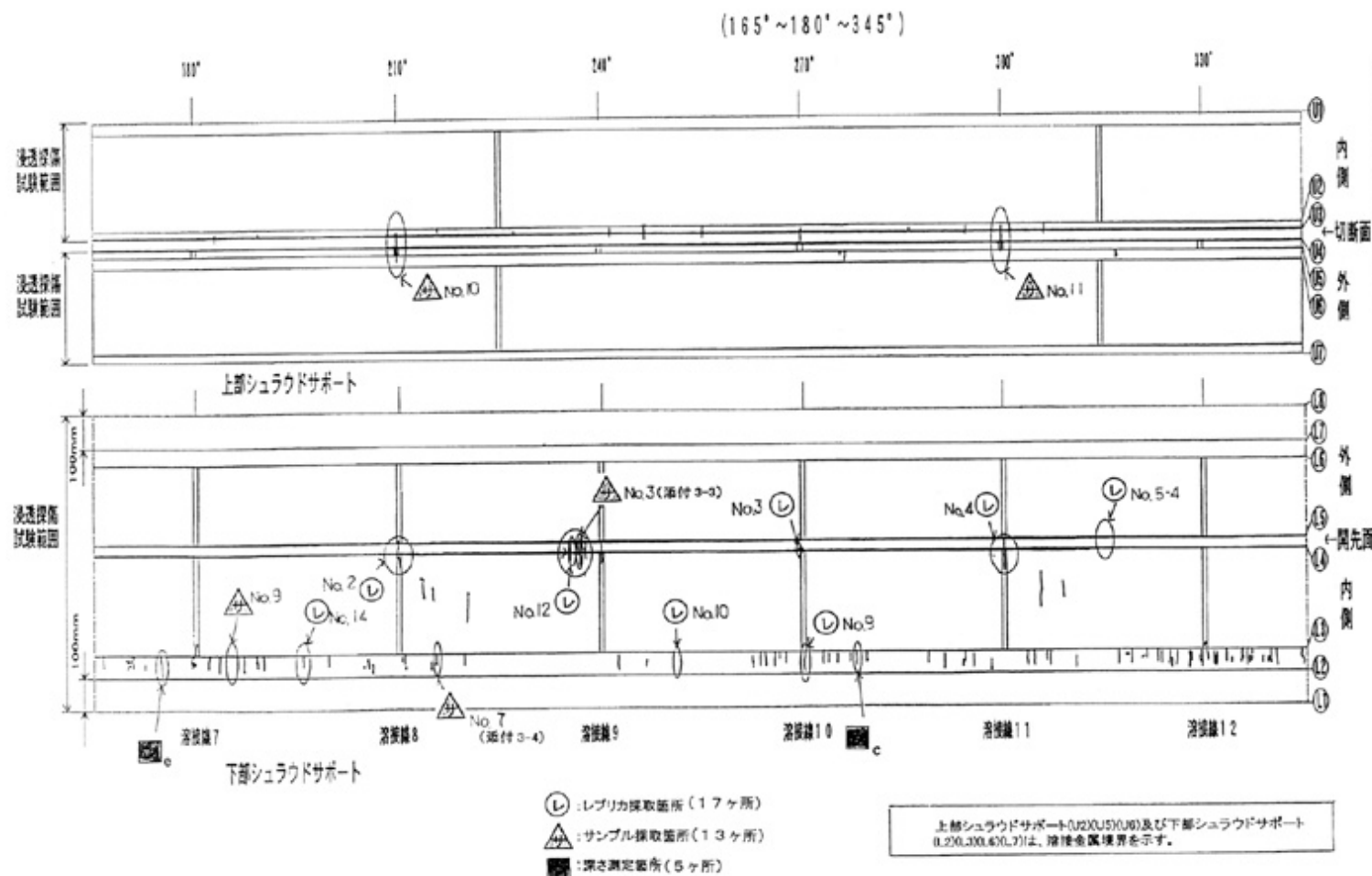


ひび割れ状況とサンプル、レプリカ位置

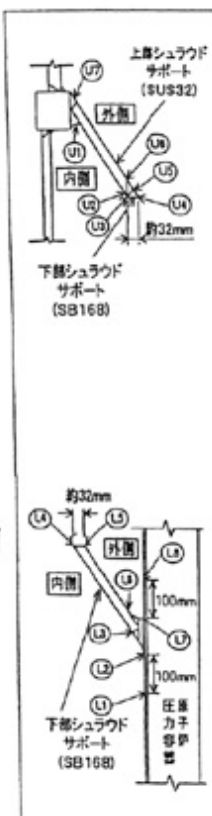


上部シュラウドサポート(U2XU5U6U7)及び下部シュラウドサポート(L2XL3L4XL7)は、溶接金属境界を示す。





上部シュラウドサポート(U2XU5(U6))及び下部シュラウドサポート(U2XU3XU4(U7))は、溶接金属境界を示す。

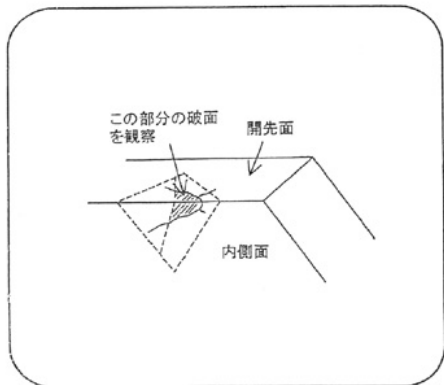
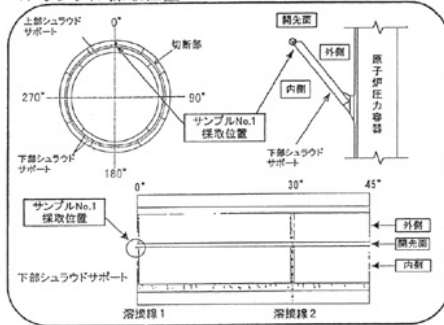


ひび割れ部サンプル詳細調査結果(サンプルNo. 1)

添付3-1

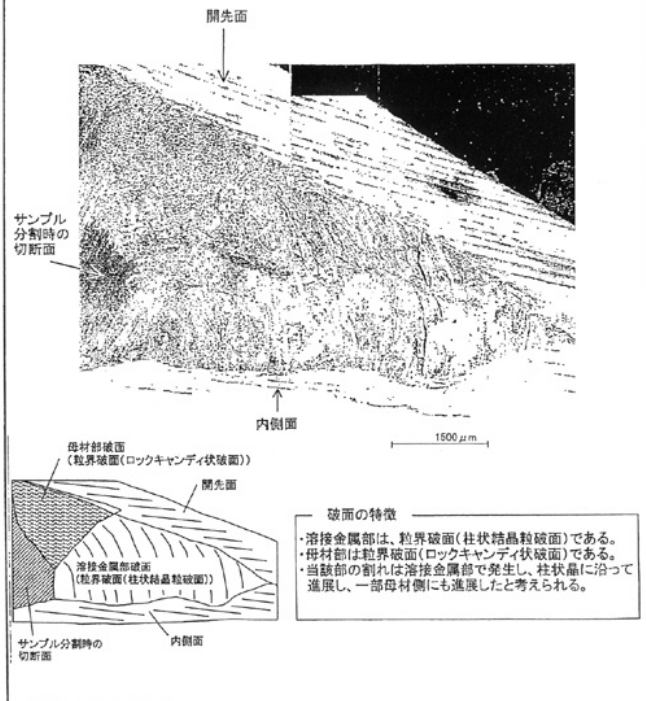
(1/2)

1. サンプル採取位置

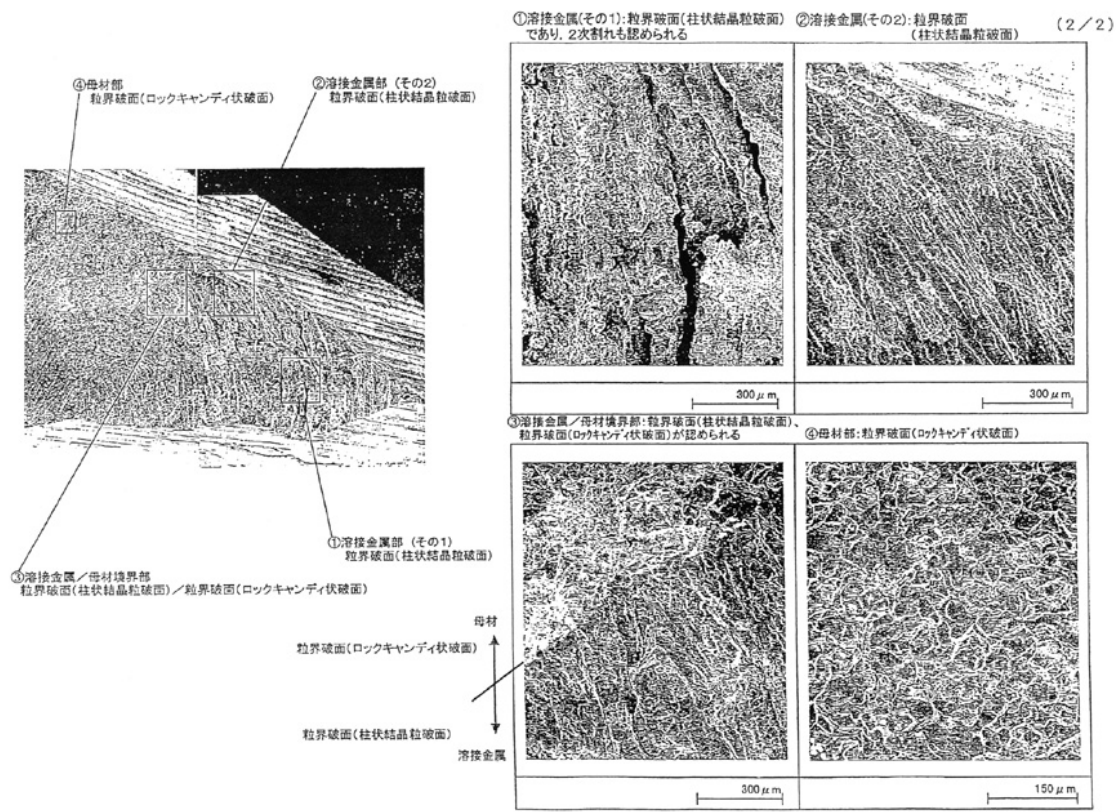


2. 調査結果【破面観察(SEM)】

2.1 低倍率破面



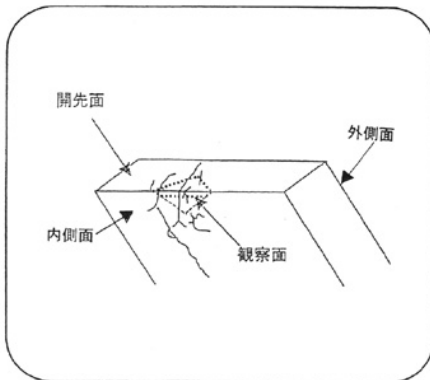
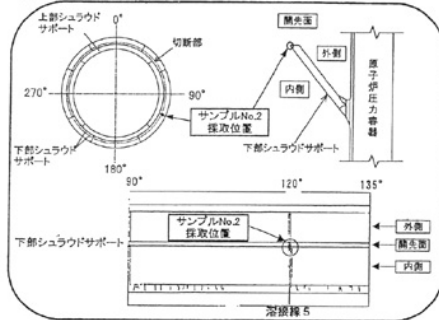
ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプル NO.1）（2／2）



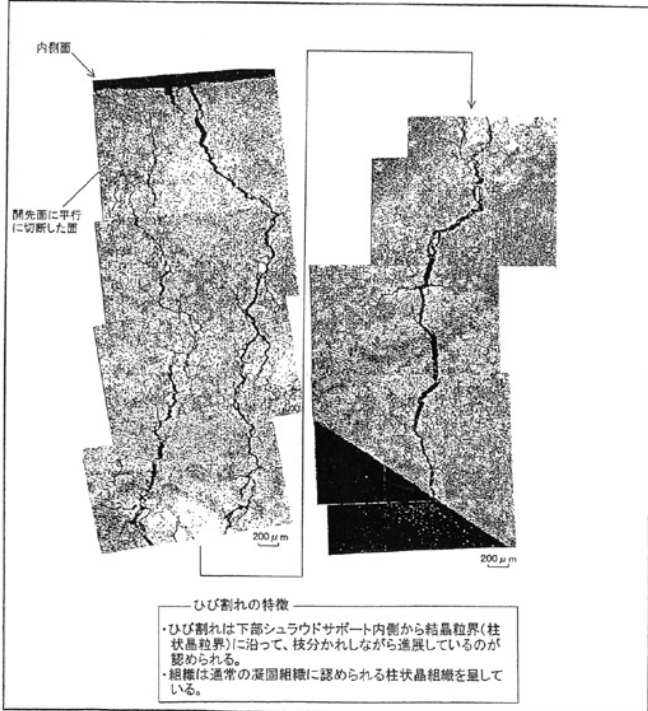
ひび割れ部サンプル詳細調査結果(サンプルNo. 2)

添付3-2

1. サンプル採取位置



2. 調査結果【断面ミクロ観察(光学顕微鏡)】

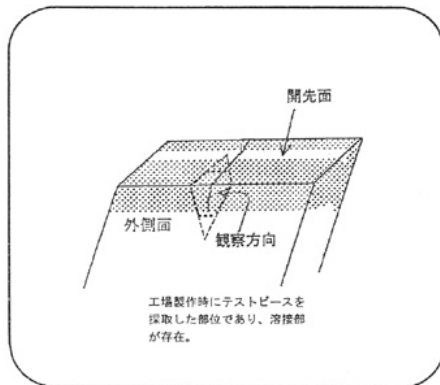
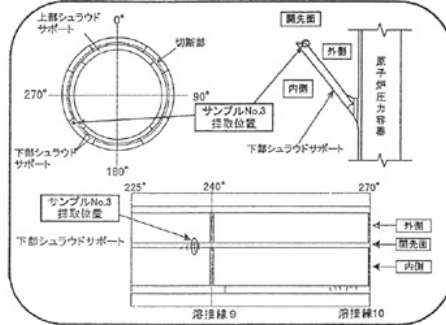


ひび割れ部サンプル詳細調査結果(サンプルNo. 3)

添付3-3

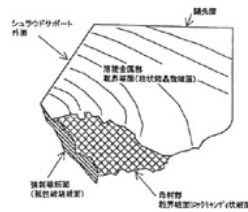
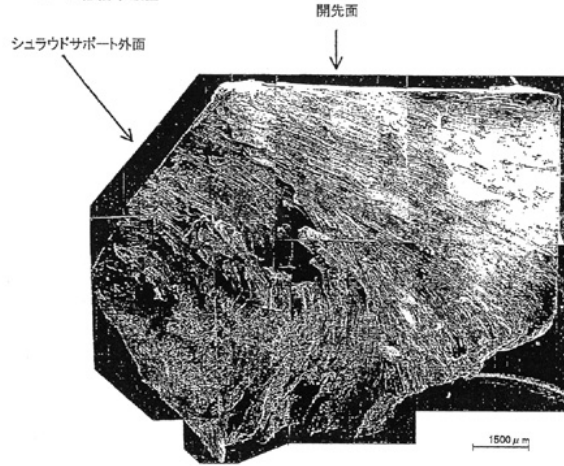
(1/2)

1. サンプル採取位置



2. 調査結果【破面観察(SEM)】

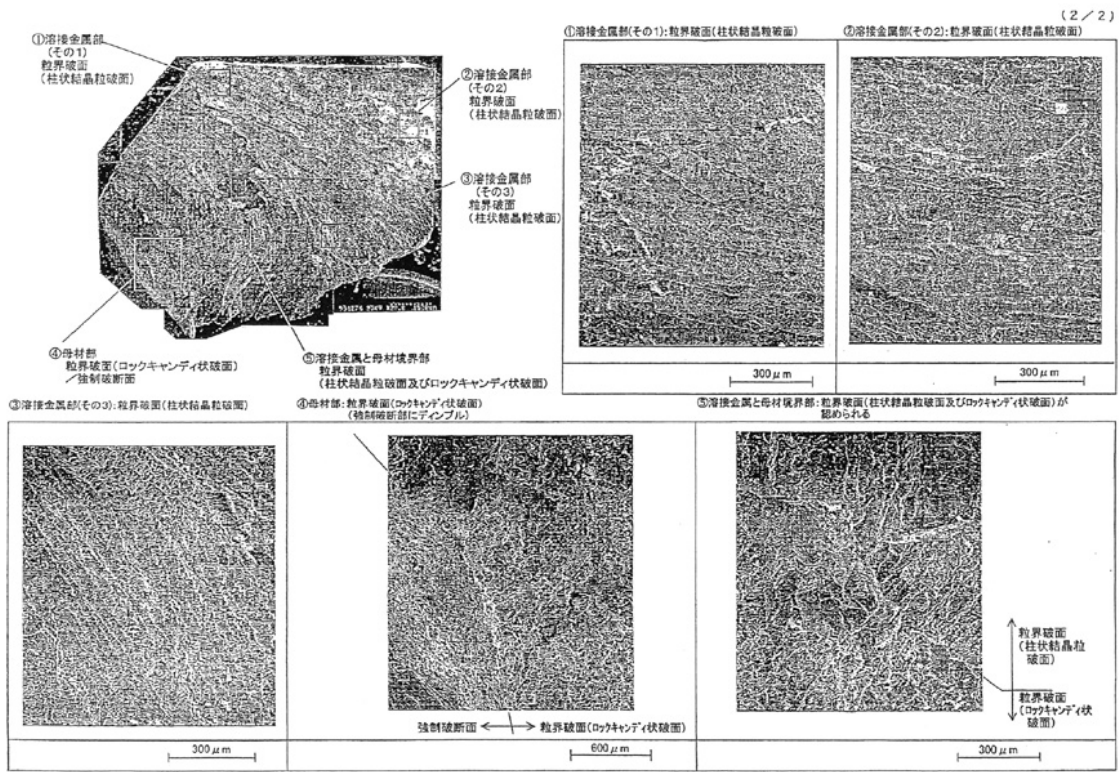
2.1 低倍率破面



破面の特徴

- ・溶接金属部は、粒界破面(柱状結晶粒破面)である。
- ・母材部は、粒界破面(ロッキング状破面)である。
- ・強制破断部は、ディンプルを伴う延性破壊破面である。

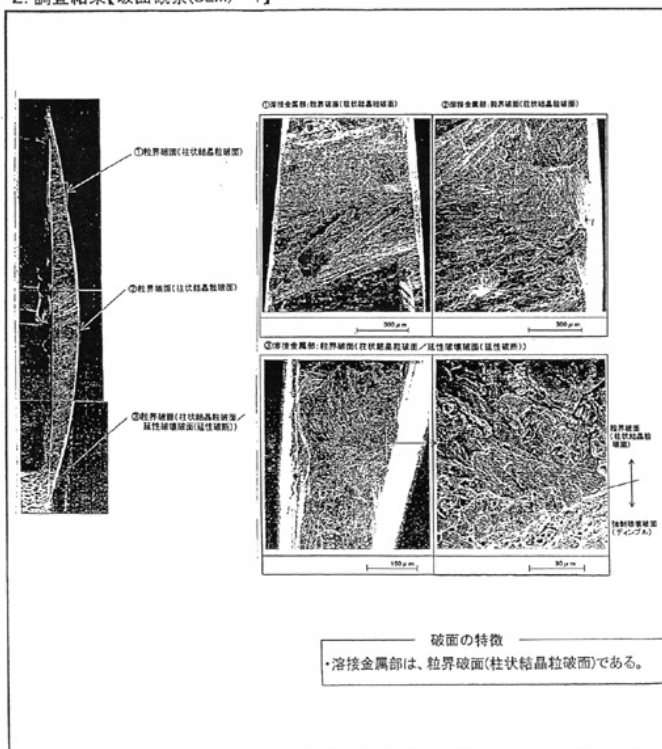
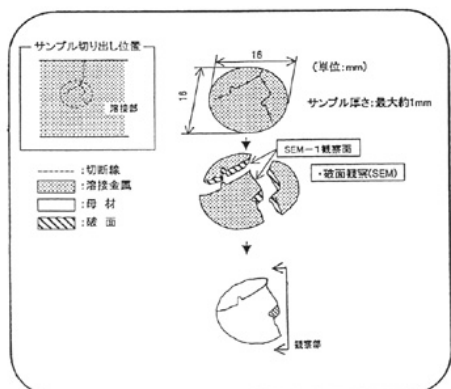
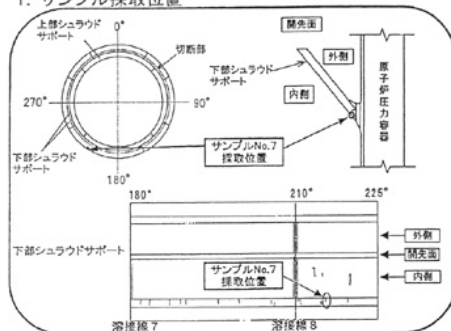
ひび割れ部サンプル詳細調査結果（サンプル NO.3）（2／2）



ひび割れ部サンプル詳細調査結果(サンプルNo. 7)

2. 調査結果【破面観察(SEM)-1】

1. サンプル採取位置



ひび割れ発生箇所と深さ測定結果

添付 4

