

3号機 炉心シュラウド等の健全性の評価結果について（続報）

平成 17 年 5 月 24 日

定期点検中の3号機（沸騰水型、定格電気出力110万kW）は、「[炉心シュラウドの点検計画](#)」等に基づいて、炉心シュラウド等の溶接部について点検を行い、溶接部の一部にひび割れを確認しました。

本点検結果に基づき炉心シュラウド等の健全性評価を実施し、本日（5月24日）、評価結果を国へ提出しましたので、お知らせいたします。

前回（第12回）と今回（第13回）の定期点検にて、電気事業法に基づく炉心シュラウドの点検対象部位について全て点検を行うとともに、その他の部位についても自主的に点検を行いました。点検で確認したひび割れについては、健全性評価を実施し、炉心シュラウド等の構造健全性は確保されると評価しました。

1. 今回の定期点検での点検結果

以下の溶接部にひび割れを確認しました。

- シュラウドサポートリングの外側溶接部（H7a, H7b）付近
- シュラウドサポートシリンダとシュラウドサポートレグとの内側溶接部（H10）
- 上部胴外側縦溶接部（V2）付近
- 下部リング外側縦溶接部（V6）付近

（平成 17 年 2 月 8 日、2 月 28 日お知らせ済み）

なお、他の溶接部（H1内側、H2内側、H6a内側、H6b内・外側、V1内・外側、V2内側、V3内・外側、V5外側、V6内側、V7内・外側、H8上側、H9上側、H10外側、H11内・外側）についても点検を行い、ひび割れのないことを確認しました。

2. ひび割れの原因

これまでに確認しているひび割れとの類似性等から、ひび割れは、いずれも応力腐食割れによるものと推定しました。

3. 健全性評価結果

今回の定期点検で、タイロッド工法（※1）による炉心シュラウドの補修工事を実施したことから、炉心シュラウドについては、周方向溶接部のひび割れの状況に関わらず、構造健全性を確保することができます。しかしながら、このような対策の実施とは別に、炉心シュラウド等にひび割れが確認された場合は、健全性評価を行い、技術基準に適合しているかを評価する必要があります。

今回確認したひび割れについて、以下のとおり健全性評価を実施し、炉心シュラウド等の構造健全性は確保されることを評価しました。

※1 タイロッドと呼ばれる長尺の支柱を用いて、炉心シュラウドを上下方向に挟み込み締め付ける補修方法です。

(1) シュラウドサポートリング外側溶接部（H7a, H7b）付近のひび割れ

シュラウドサポートリング外側溶接部付近に確認されたひび割れは、ほぼ全周に断続的に広がっており、ひび割れの深さの平均値は5.3mm、最大値は15.7mmでした。

シュラウドサポートリング溶接部（H7a, H7b）付近については、前回の定期点検で、内側にひび割れを確認しており、ひび割れを残したまま運転を継続することについて、国に特殊設計施設

認可の申請を行い、その後5年間の運転を継続することについて認可を受けました。

今回の健全性評価に際しても、内側のひび割れは既に国に認可を受けた評価を適用したことから、現在及び、認可を受けた残りの期間である3.48年後の評価を行いました。

その結果、現在及び3.48年後においても、炉心シュラウド等の構造健全性は確保されると評価しました。

(2) シュラウドサポートシリンダとシュラウドサポートレグとの内側溶接部(H10)のひび割れ

シュラウドサポートシリンダとシュラウドサポートレグとの内側溶接部に確認されたひび割れは、周方向溶接線に垂直な形状(縦方向形状)であり、ひび割れ深さの最大値は24.6mmでした。

今回確認されたひび割れについては、今後の進展を考慮しても、シュラウドサポートの構造健全性は確保されると評価しました。

(3) 上部胴外側溶接部(V2)付近及び下部リング外側縦溶接部(V6)付近のひび割れ

上部胴の縦溶接部近傍に確認されたひび割れは、縦溶接線に沿った形状であり、ひび割れの長さは約35mm、ひび割れ深さの平均値は6.8mm、最大値は9.1mmでした。また下部リング外表面の縦溶接部近傍に確認されたひび割れは、縦溶接線に沿った形状及び複雑な形状であり、ひび割れの最大長さは約40mm、ひび割れ深さの平均値は7.5mm～12.7mm、最大値は17.3mmでした。

今後、これらのひび割れの進展を考慮しても、炉心シュラウドの構造健全性は確保されると評価しました。

	構造健全性を確保するのに必要な量	必要量に達するまでの時間
V2付近のひび割れ	上部胴長さで約52mm	約105年
V6付近のひび割れ	下部リング厚さで約6mm	約36年

4. 前回の定期点検で確認されたひび割れについて

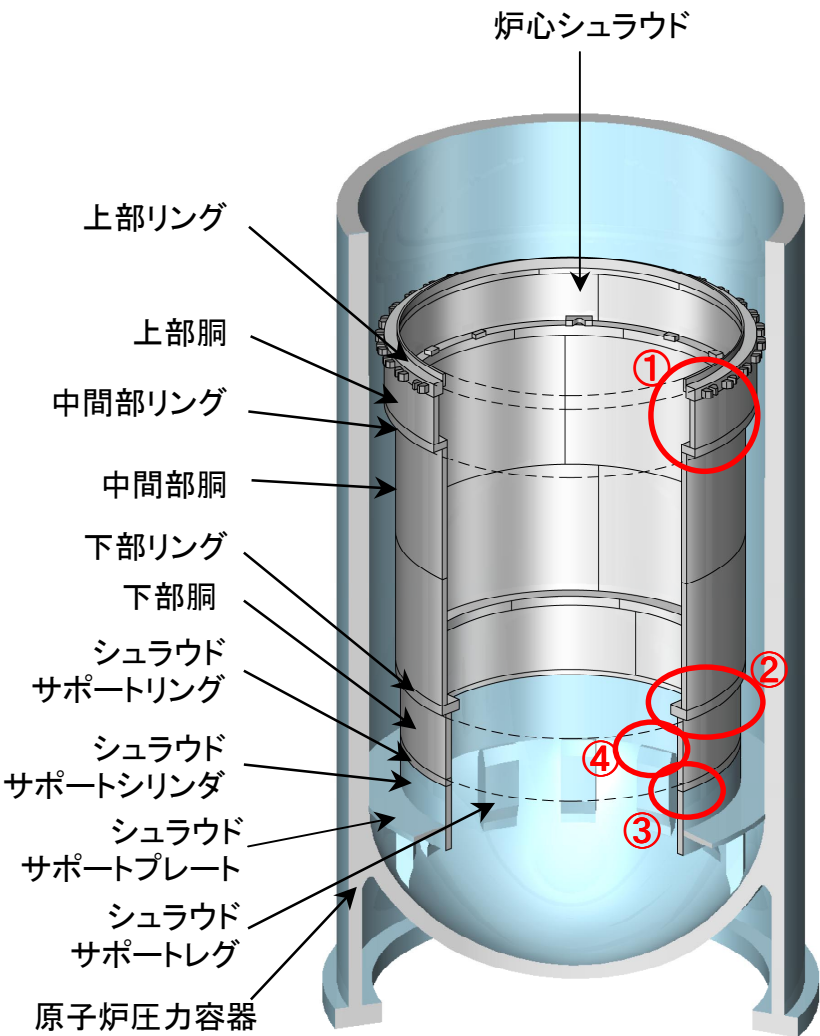
ひび割れの進展に関する知見の蓄積の観点から、前回の定期点検で確認されたひび割れの一部について調査を実施しました。

調査の結果、ひび割れの進展は、前回実施した炉心シュラウド等の健全性評価の予測範囲内であり、炉心シュラウド等の構造健全性が確保されていることを確認しました。

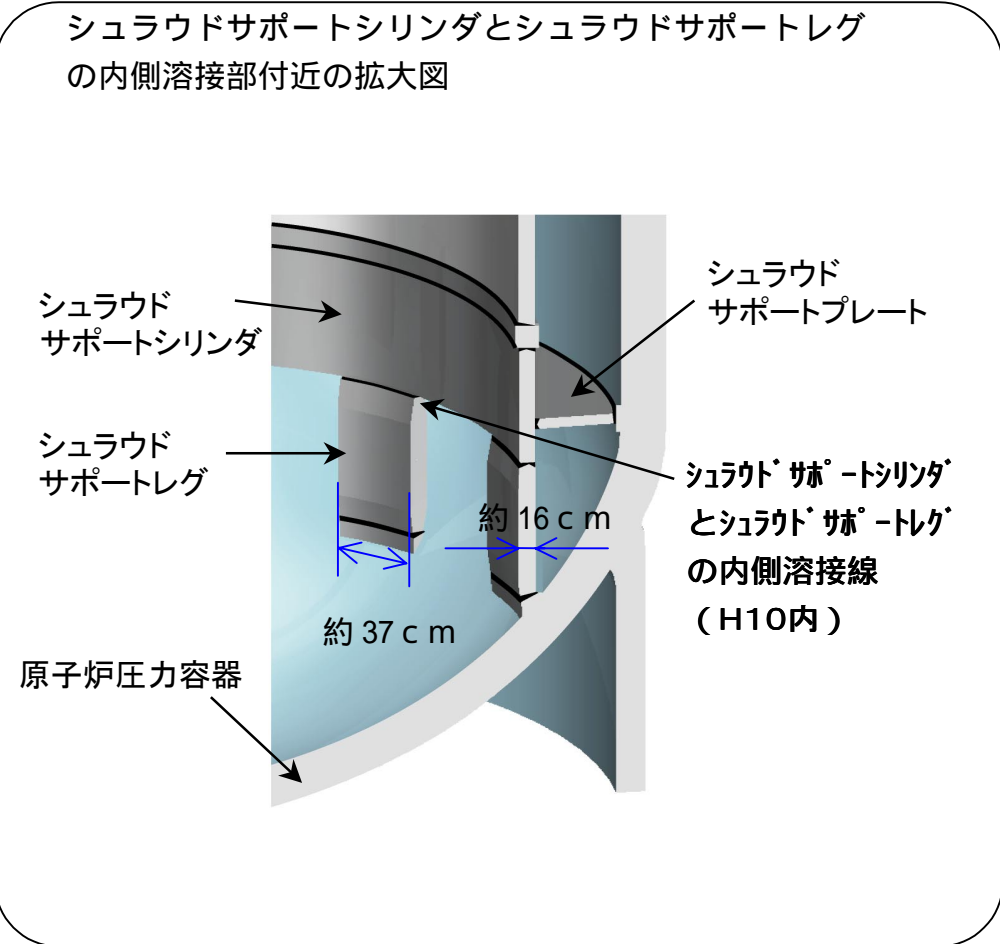
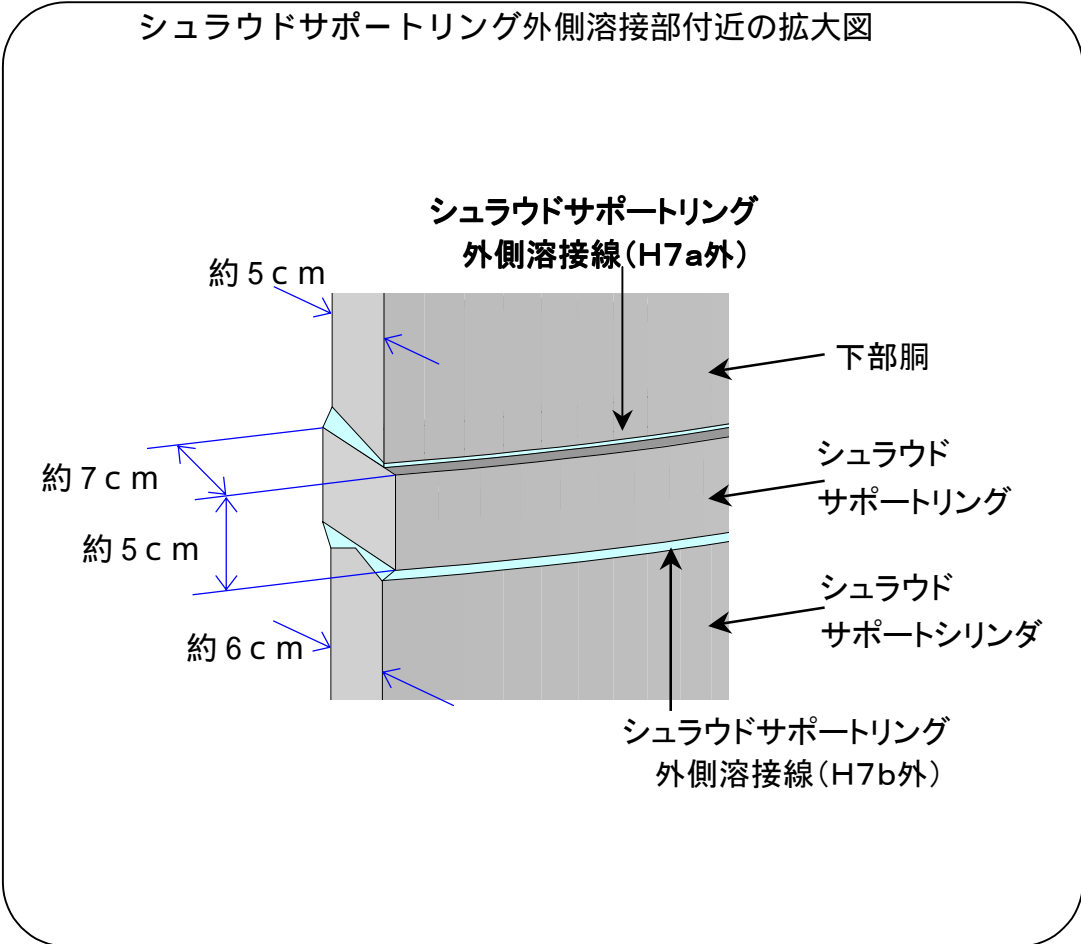
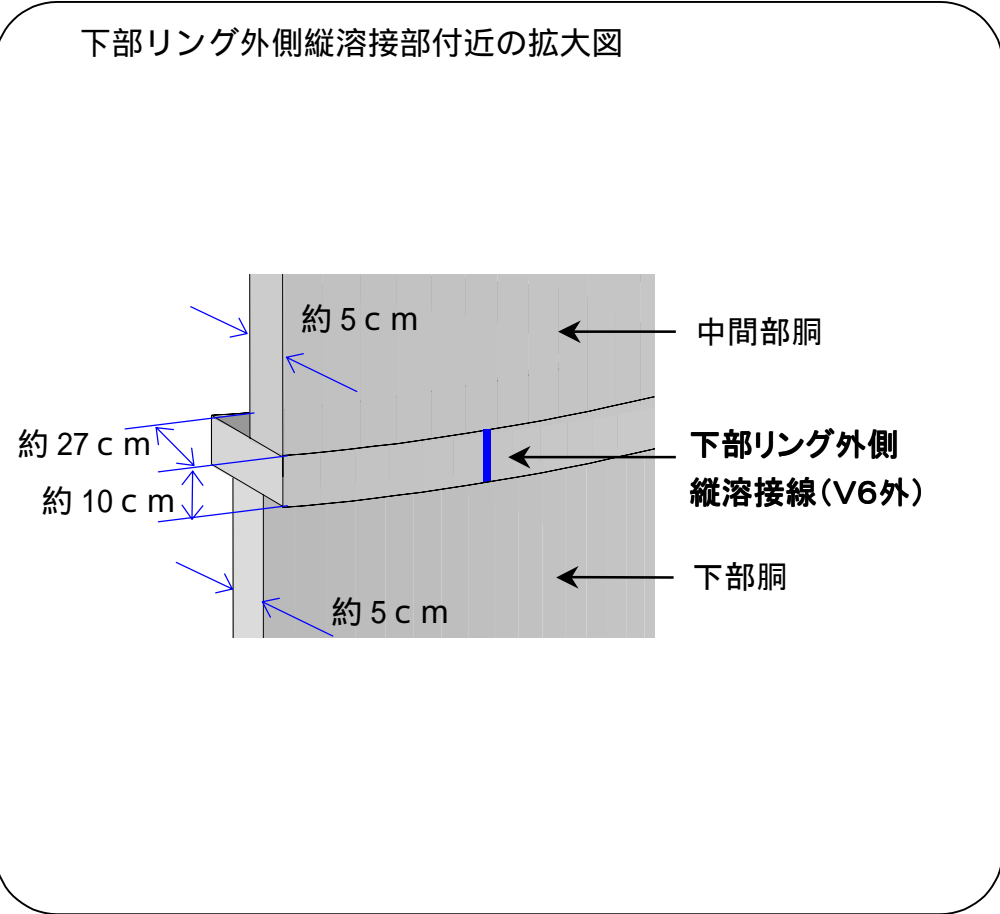
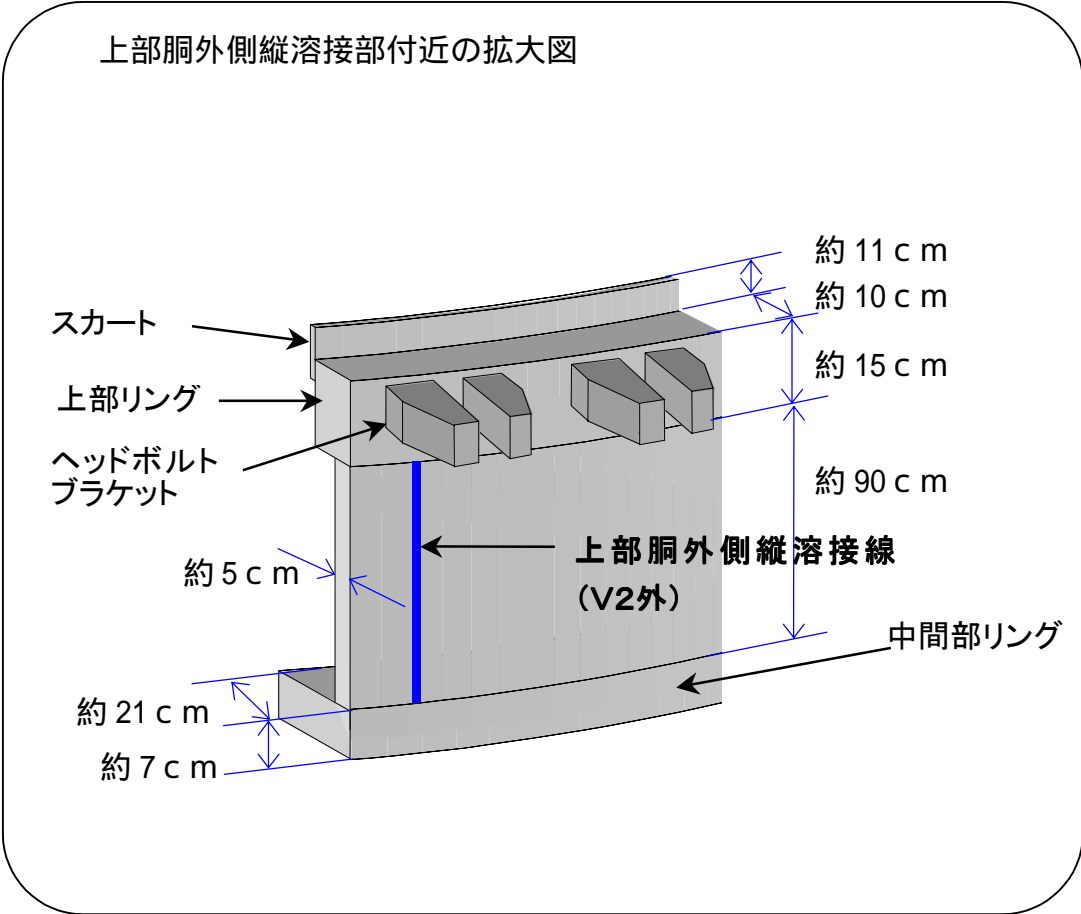
	ひび割れの測定値(平均値)		ひび割れの進展量	
	今回(①)	前回(②)(※2)	①-②	進展評価による予測値
H4内側 (長さ方向の進展)	約39mm	約24mm	約15mm	約73mm
H6a外側 (深さ方向の進展)	9.1mm	9.1mm	0mm	約5mm
H7b内 (長さ方向の進展)	約10mm	約10mm	0mm	約17mm
H7a, b内 (深さ方向の進展)	9.8mm	9.3mm	0.5mm	約8mm

※2 確認されたひび割れ全部の平均値ではなく、今回の点検範囲に対応するひび割れの平均値以上

浜岡3号機 ひび割れの確認された炉心シュラウド等の溶接部



炉心シュラウドの仕様
 ○材料：ステンレス鋼(SUS316L)
 ○高さ：約6.7m(上部リングからシュラウドサポートリングまで)
 ○内径：約5m
 ○重量：約52トン



炉心シュラウド等の健全性評価(1)

シュラウドサポートリング溶接部(H7a、H7b)付近のひび割れ

(1) 現在の健全性評価

① シュラウドサポートリング内側

(a) H7a付近に断続的に存在する周方向のき裂については、約16.6mm(※1)のひび割れが全周にあるものと仮定。

(b) H7b付近に認められた6箇所のY字型のひび割れについては、保守的に板厚方向に貫通しているものと仮定。

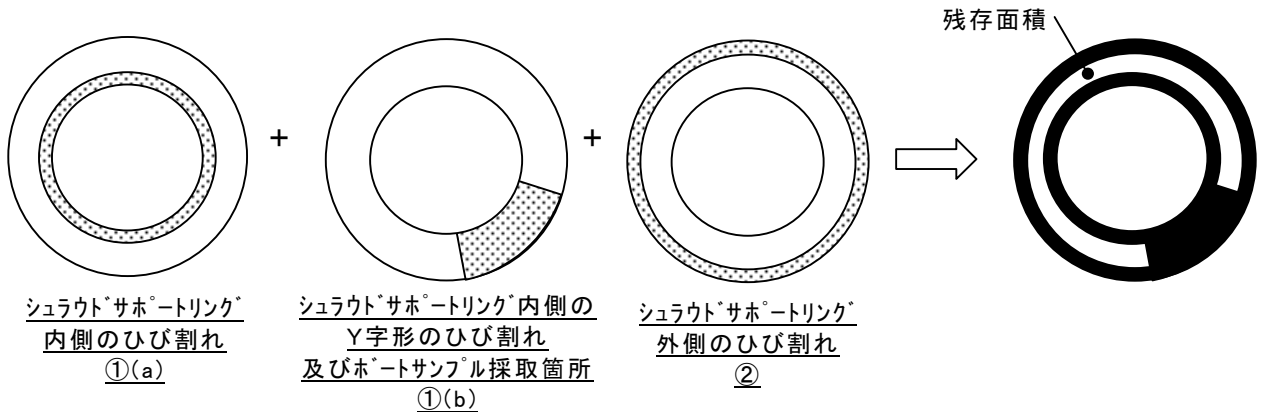
② シュラウドサポートリング外側

・5.3mm(※2)のひび割れが全周にあるものと仮定。

※1: 前回の定期点検で測定したひび割れ深さの平均値に、現在までのひび割れの進展予測を加えた値。

※2: 今回の定期点検で測定したひび割れ深さの平均値。

上記①、②を重ね合わせて健全な部分の面積(残存面積)を求め、残存面積が最低限必要な残存面積に比べて大きいことを確認しました。

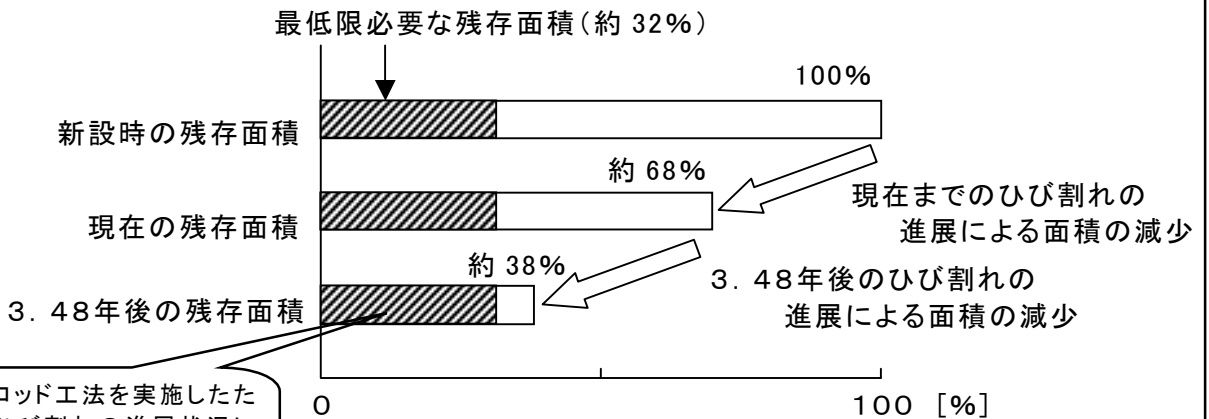


(2) 今後の健全性評価

ひび割れが半径方向及び周方向に広がっていくものとして、3.48年後の残存面積を求めたところ、最低限必要な残存面積に比べて大きいことを確認しました。

(3) まとめ

評価の結果、現在及び3.48年後においても、炉心シュラウドは必要な強度を確保していると評価しました。



タイロッド工法を実施したため、ひび割れの進展状況に関係なく、構造健全性を確保できます。

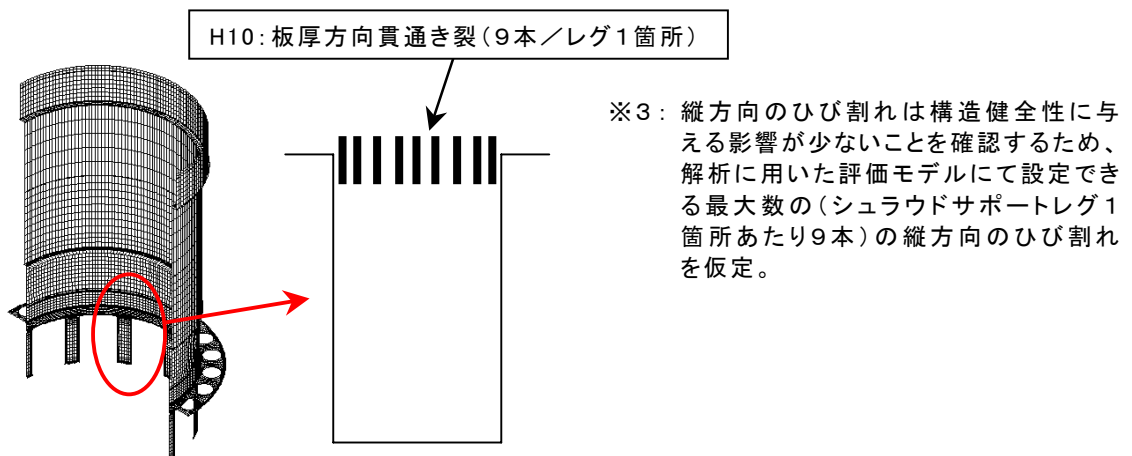
図 シュラウドサポートリングの残存面積の比較

炉心シュラウド等の健全性評価(2)

シュラウドサポートシリンダとシュラウドサポートレグとの内側溶接部(H10)のひび割れ

(1) 健全性評価方法

確認したひび割れは、いずれも縦方向であったことから、シュラウドサポートレグ全数(12箇所)に、1箇所あたり多数(9本)(※3)の貫通した縦方向のひび割れがあるものと仮定し、シュラウドサポートの構造健全性の評価を行いました。



(2) 評価結果

シュラウドサポートレグ全数(12箇所)に1箇所あたり多数(9本)の貫通した縦方向のひび割れがある場合の評価結果とシュラウドサポートレグが健全な場合の評価結果に、大きな差はなく、縦方向のひび割れが構造健全性に殆ど影響を及ぼさないこと(※4)を確認しました。これにより、今回確認された縦方向のひび割れは、今後の進展を考慮しても、シュラウドサポートの構造健全性は確保されると評価しました。

※4 縦方向のひび割れがあっても、シュラウドサポートが崩壊しない範囲の最大の荷重(最大荷重)が、 S_2 地震により発生する荷重(S_2 地震荷重)に対し、1.5倍以上の裕度があることを確認しました。

	最大荷重/ S_2 地震荷重	
	評価結果	判定基準
シュラウドサポートレグが健全な場合	約3.5	1.5以上
1箇所あたり多数(9本)の貫通した縦方向のひび割れがある場合	約3.1	

また、目視点検で確認されたひび割れは縦方向形状でしたが、周方向への進展について、残留応力評価を行った結果、周方向への進展は非常に遅く、板厚の半分以下で停留すると評価しました。

このため、上記の縦方向のひび割れの評価に加えて、縦方向の貫通したひび割れと、深さが板厚の半分、長さがシュラウドサポートレグ幅の周方向のひび割れを仮定し、健全性評価を実施した結果、シュラウドサポートの構造健全性は確保されると評価しました。

浜岡3号機炉心シュラウド等点検結果一覧

溶接部名称				点検結果	
				第12回定検	第13回定検
電気事業法に基づく点検箇所	上部リングと上部胴の溶接部	H1	内側	—	異常なし
			外側	異常なし	—
	上部胴と中間部リングの溶接部	H2	内側	—	異常なし
			外側	異常なし	—
	中間部リングと中間部胴の溶接部	H3	内側	異常なし	—
			外側	異常なし	—
	中間部胴上半と下半の溶接部	H4	内側	ひび割れ確認	(定点調査) ^{※1}
			外側	異常なし	—
下部リングと中間部胴の溶接部	H6a	内側	—	異常なし	
		外側	ひび割れ確認	(定点調査) ^{※1}	
下部リングと下部胴の溶接部	H6b	内側	—	異常なし	
		外側	—	異常なし	
シュラウドサポートリングと下部胴の溶接部	H7a	内側	ひび割れ確認	(定点調査) ^{※1}	
		外側	—	ひび割れ確認	
シュラウドサポートリングとシュラウドサポートシリンダの溶接部	H7b	内側	ひび割れ確認	(定点調査) ^{※1}	
		外側	—	ひび割れ確認	
当社が自主的に実施した点検箇所	ガイドピンブラケットと上部リングの隅肉溶接部			—	異常なし
	シュラウドヘッドホルトと上部リングの隅肉溶接部			—	異常なし
	スカートと上部リング隅肉溶接部			—	異常なし
	アライナーブラケットと中間部リングの溶接部			ひび割れ確認	—
	上部格子板用ベースと中間部リングの溶接部			ひび割れ確認	—
	上部リング溶接部	V1	内側	—	異常なし
			外側	—	異常なし
	上部胴溶接部	V2	内側	—	異常なし
			外側	—	ひび割れ確認
	中間部リング溶接部	V3	内側	—	異常なし
			外側	—	異常なし
	中間部胴上半溶接部	V4	内側	異常なし	—
			外側	異常なし	—
	中間部胴下半溶接部	V5	内側	異常なし	—
			外側	—	異常なし
	下部リング溶接部	V6	内側	—	異常なし
			外側	—	ひび割れ確認
下部胴溶接部	V7	内側	—	異常なし	
		外側	—	異常なし	
シュラウドサポートシリンダとシュラウドサポートプレートの溶接部	H8	上側	—	異常なし	
		下側 ^{※2}	—	—	
シュラウドサポートプレートと圧力容器の溶接部	H9	上側	—	異常なし	
		下側 ^{※2}	—	—	
シュラウドサポートシリンダとシュラウドサポートレグとの溶接部	H10	内側	—	ひび割れ確認	
		外側	—	異常なし	
シュラウドサポートレグと圧力容器の溶接部	H11	内側	—	異常なし	
		外側	—	異常なし	

※1: ひび割れの進展に関する知見の蓄積の観点から、前回の定期点検で確認されたひび割れの一部について調査を実施

※2: 溶接部に応力腐食割れの発生しにくい材質(インコネル82)を使用しており、今回は点検対象外

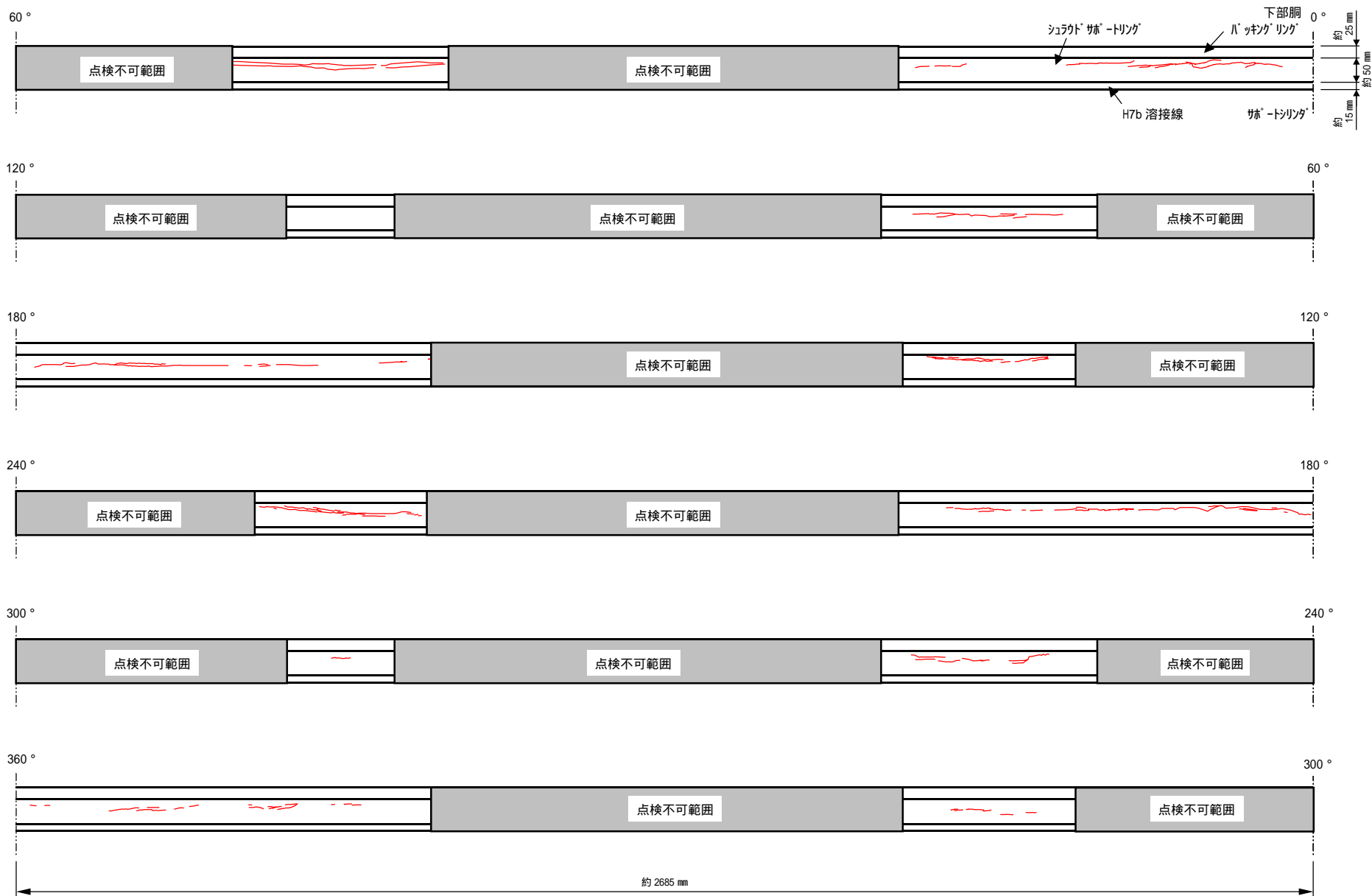


図1 溶接部 (H7a,b 外) 近傍の目視点検結果

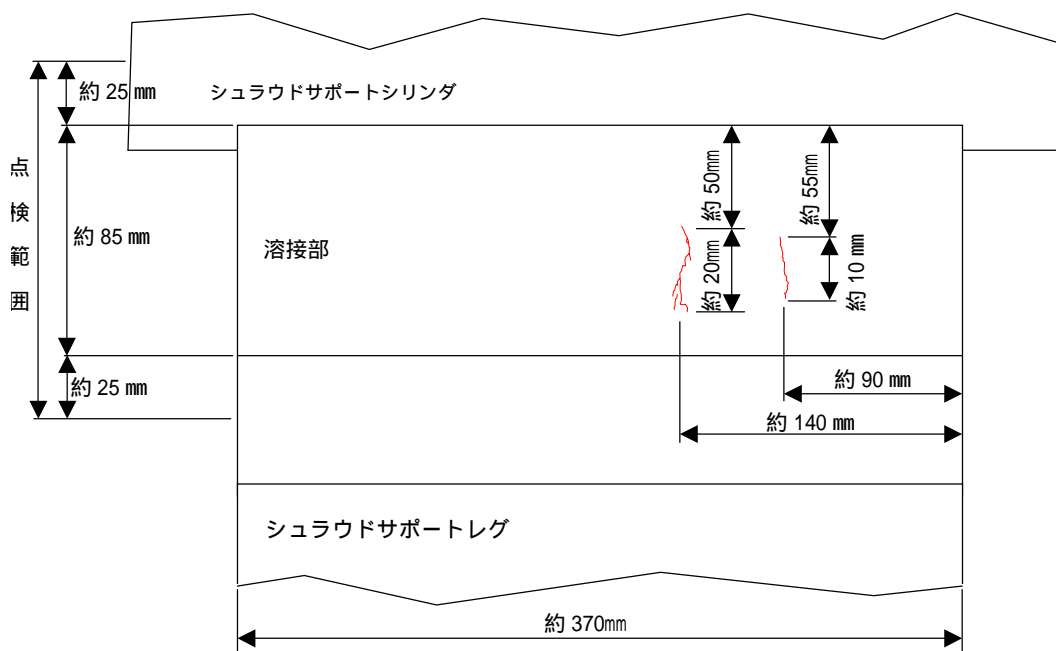


図2 溶接部 (H 1 0) 目視点検結果

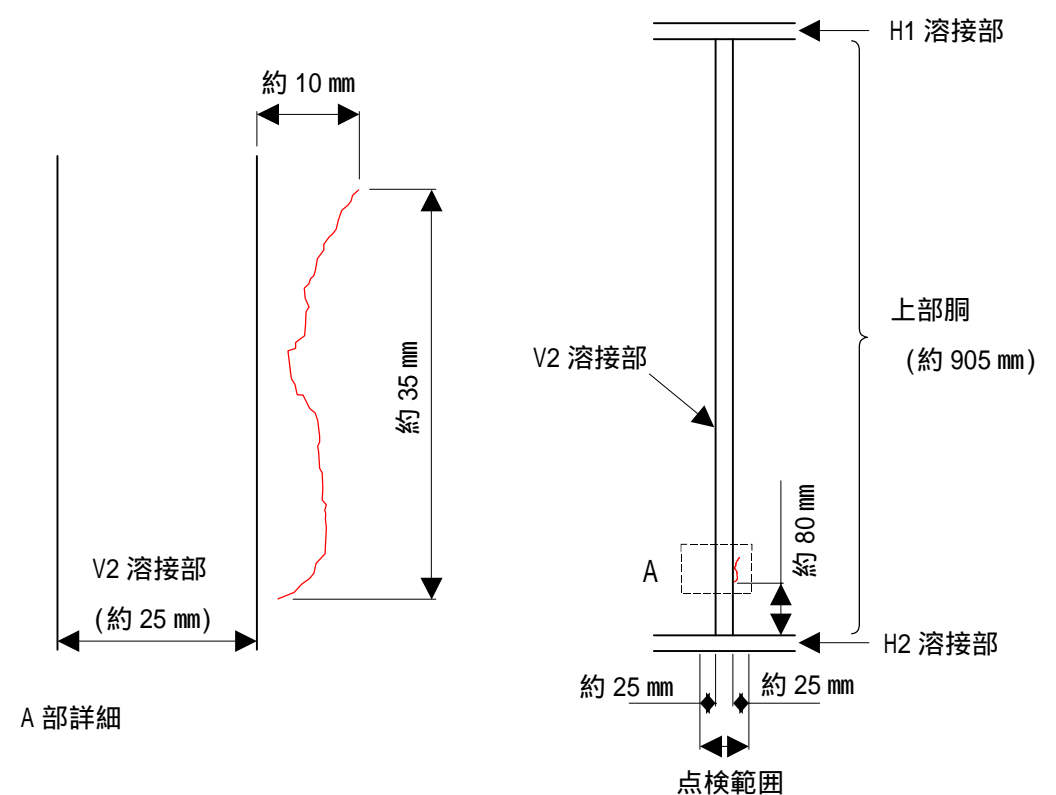


図3 溶接部 (V 2 外) 近傍の目視点検結果

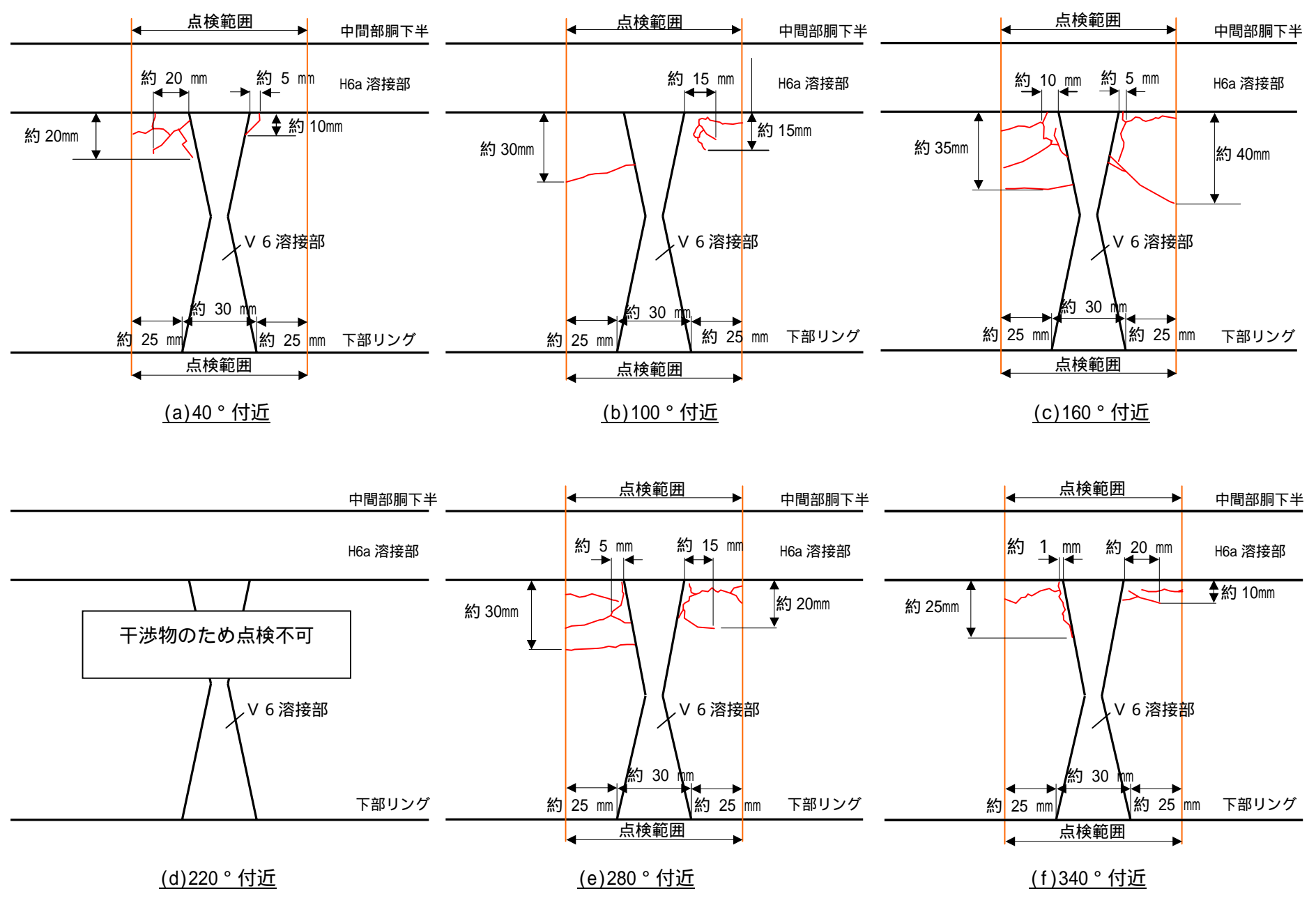


図4 溶接部 (V 6 外) 近傍の目視点検結果