

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所1号機のシュラウドひび割れ部(K1-H4)に関する調査の概要 (2/4)

平成15年1月21日
調査実施: 日本原子力研究所

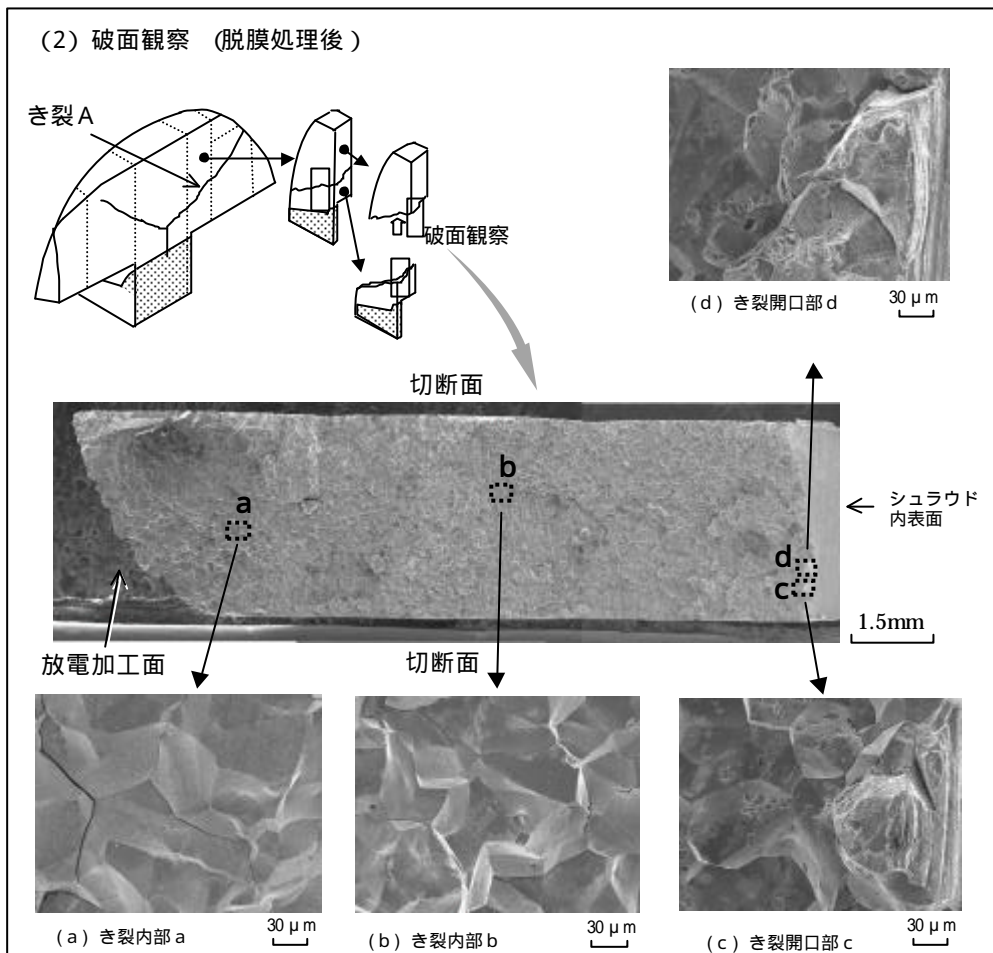


図3 き裂部破面各部のSEM写真

脱膜処理条件:

- 1回目: クリデコン101(10%) 約80 2時間+クリデコン201(5%) 約90 3時間
- 2回目: 1回目の処理+クリデコン201(5%) 約120 1時間
- ・クリデコン101 過マンガン酸塩主体+アルカリ性強酸化剤
- ・クリデコン201: カルボン酸系キレート剤

まとめ: き裂はポートサンプルの切り出し領域を貫通しているものもあり、当該部位での最大の割れ深さを評価できなかった。
・破面の大部分は粒界割れを呈していた。

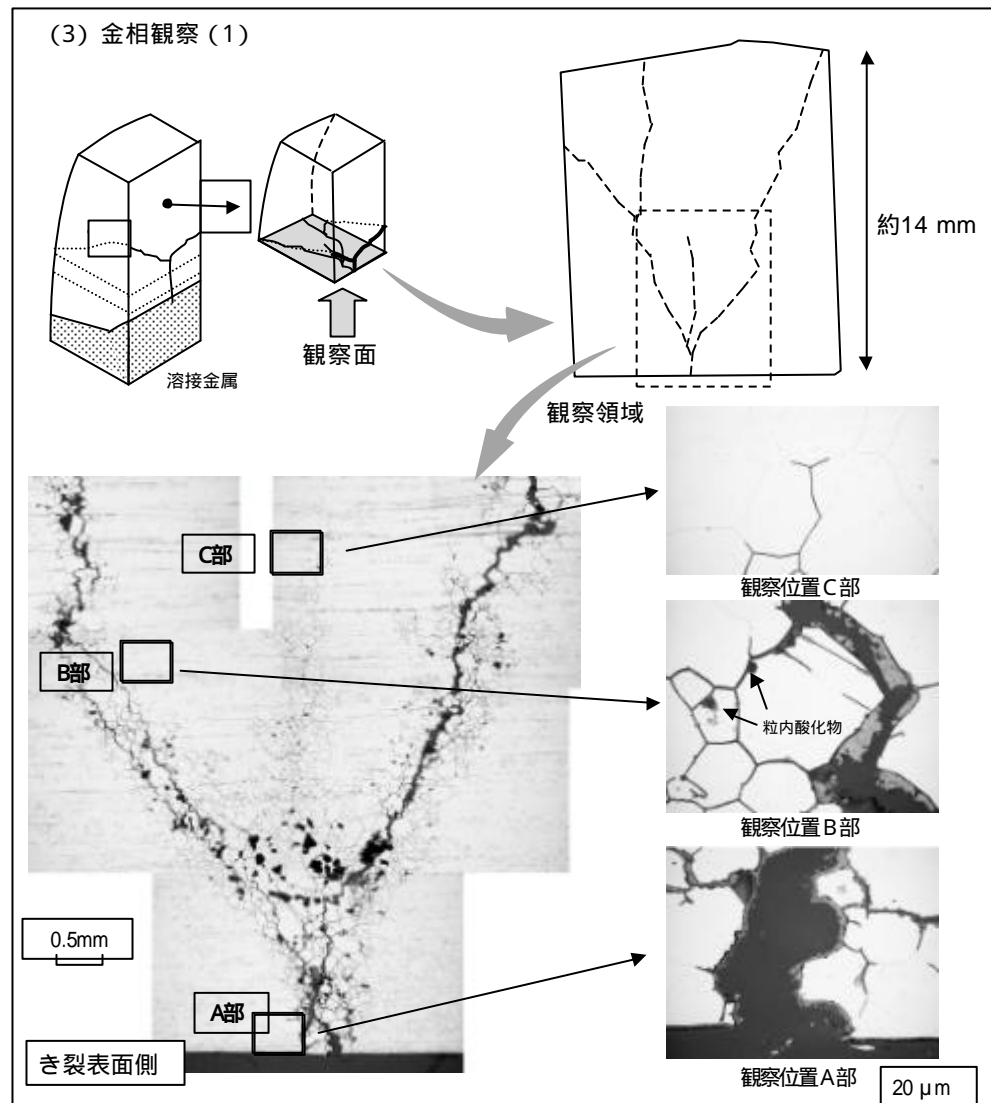


図4 断面の金相組織観察結果 (シュウ酸エッチング)

まとめ: 表面から入ったき裂は、内部で主に結晶粒界を經由しながら複雑に分岐して、3次的に成長していた。
・き裂内部には腐食生成物が沈着している他、粒内への酸化物成長も見られた。

(3) 金相観察 (2)

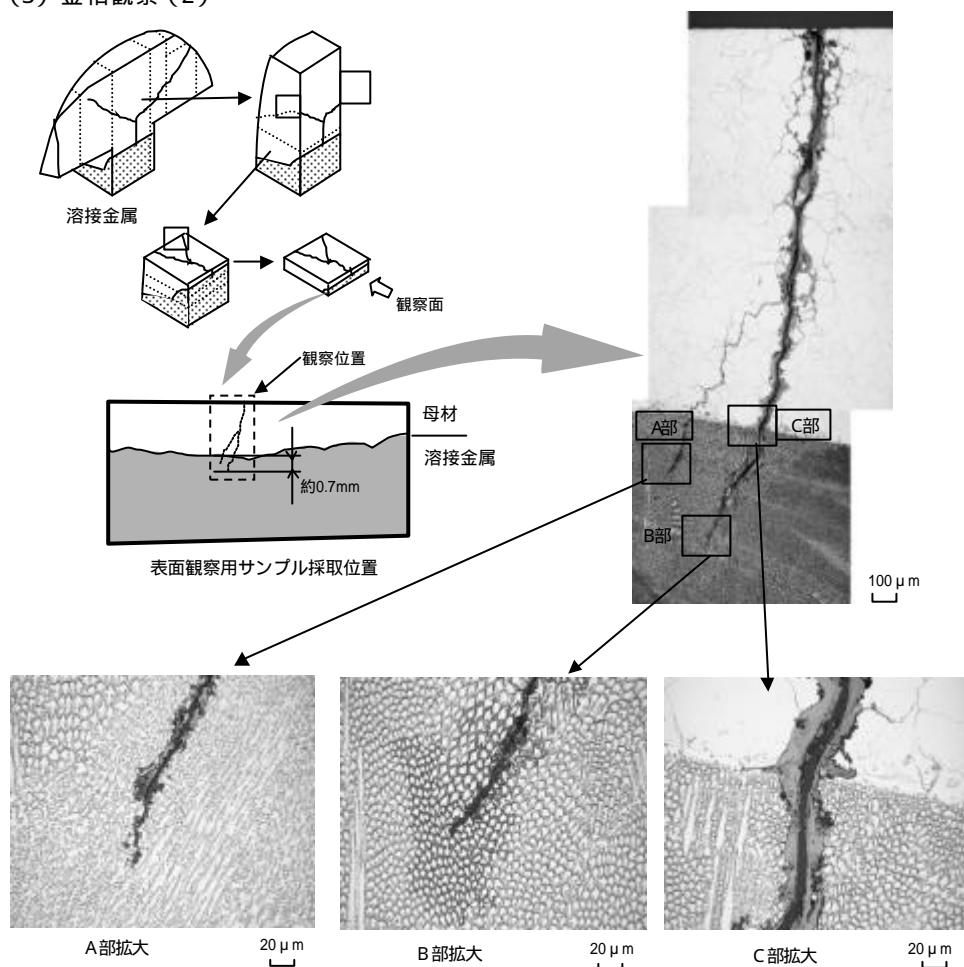


図5 溶接金属を進展しているき裂のSEM写真

まとめ: 熱影響部から複数のき裂が溶接金属内部に進展していた。

(4) 硬さ試験

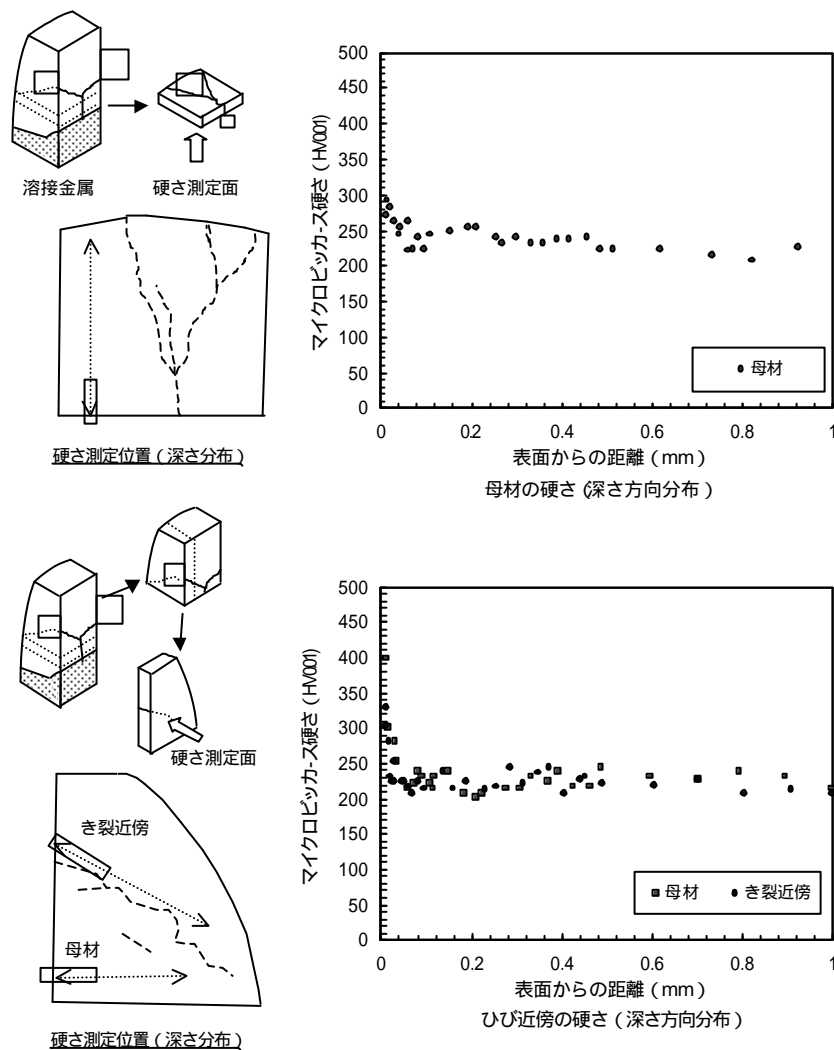


図6 表面に垂直な方向に沿った硬さ分布

まとめ: 表面には硬化層が見られるものの、その深さは数10 μm程度と浅かった。

(5) 試料分析 (結晶粒界の化学成分分析 (FE-TEM))

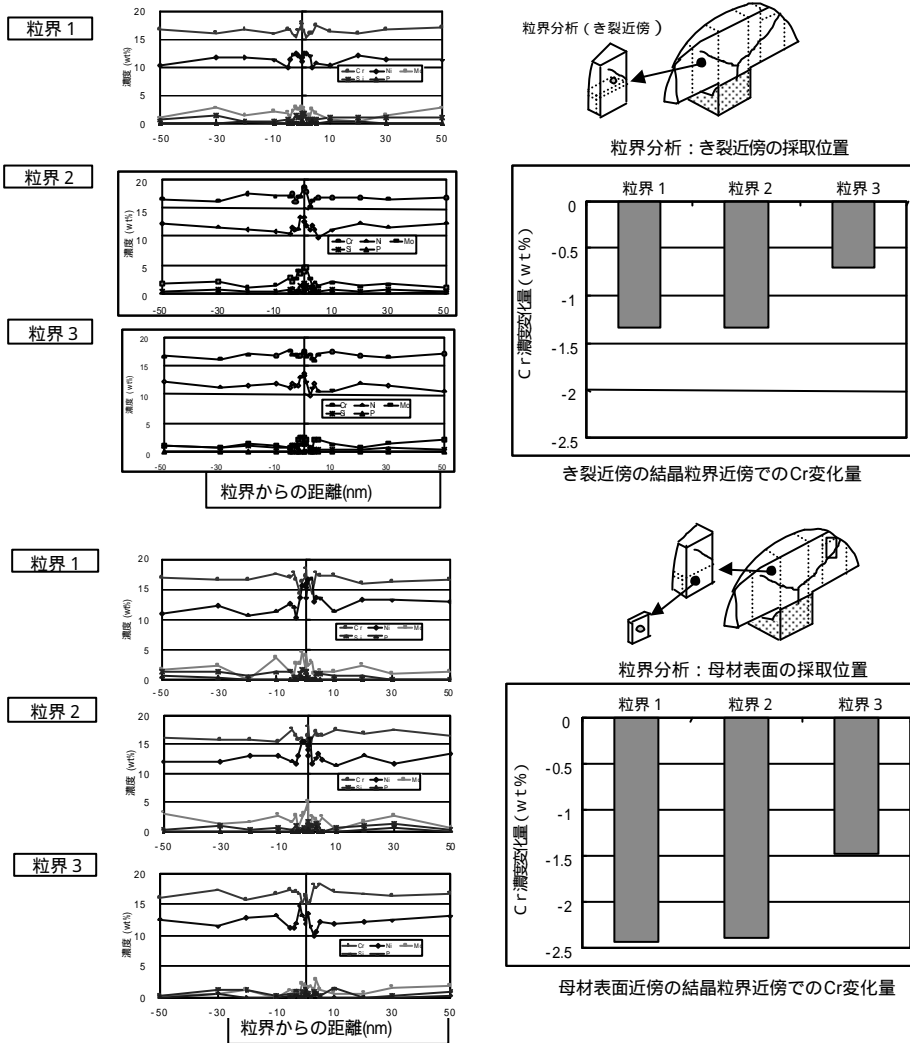


図7 結晶粒界近傍のCr, Ni, Mo, Si, Pの濃度分布

まとめ : 結晶粒界には、従来の鋭敏化材に見られるCr濃度の顕著な低下傾向が見られなかった。

(6) 試料分析 (EPMA組成分析)

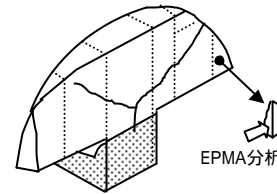


表1 シュラウドサポートリング母材の分析値 (wt%)

	Cr	Ni	Mo	Fe
JIS G4306 SUS316L規格	16~18	12 ~ 15	2 ~ 3	Bal.
ミルシート値	16.68	12.51	2.15	Bal.
EPMA分析値 (参考値)	17.4	13.4	2.1	Bal.

まとめ : 材料中の化学成分元素の含有量は、JIS規格SUS316Lを満足していた。
・実用温度での 相安定性に関わるCr, Ni, Mo量は規格の下限側に近かった。

4. 結論

表面側で発生したき裂は、内部への進展に伴い、3次的に複雑に分岐する成長挙動を呈しており、サンプル採取部の厚さ約14mmを貫通していた。
き裂の主たる形態は粒界型であった。
き裂の一部は溶接金属に到達していた。
き裂の内壁面には、皮膜が厚く、酸化物が粒内に成長した部位も見られた。
表面の加工層は、通常の研磨や機械加工で入り得る数10μm程度であった。
結晶粒界には、従来の鋭敏化材に見られるCr濃度の顕著な低下傾向が見られなかった。
組成は、JIS規格SUS316Lを満足しているが、Cr, Ni, Moの量は下限側に近い値であった。

以上の点から、き裂は、浅い加工層を有する表面で応力腐食割れ(SCC)により発生後、SCCとして内部へ分岐しながら結晶粒界を經由して3次的に成長し、き裂の一部は溶接金属内部へ進展していた。なお、主き裂に沿った粒界腐食の発生状況及び粒界や粒内の酸化物の成長状況等から、放射線により発生した遊離基の影響等環境側の腐食条件がより厳しかった可能性も示唆される。

(注) 本調査は、経済産業省原子力安全・保安院からの受託事業として発電設備技術検査協会が実施している「平成14年度高経年化対策関連技術調査等」の一環として、日本原子力研究所が実施したものである。