

実施課題番号 : 2006B0215 (※)
実施課題名 : 放射光 CT イメージングによる Ni 基合金中の
応力腐食割れ (SCC) き裂の検出
実施責任者
所属機関及び氏名 : 財団法人発電設備技術検査協会
溶接・非破壊検査技術センター 中東 重雄
使用ビームライン : BL19B2

利用目的

Ni 基合金やステンレス鋼溶接部の割れ検出に多く用いられている超音波探傷法 (UT) における測定精度の確認は、UT 測定後、割れ部位の切断試験を行い、実測、評価している。しかし、応力腐食割れ (SCC) のような割れは、鋼中を紆余曲折し、3 次的に分布しているため切断試験のような 2 次元面での深さ (長さ) 測定では、精度よく測定するためには細かい間隔で切断し測定する必要がある。またこのような方法では割れの分布状態やき裂幅などについての情報はほとんど得られないことから、UT 測定の誤差精度の評価や高度化への対応が難しいのが現状である。

そこで、鋼中の割れの 3 次的な分布やき裂の性状を知ることは、UT 測定技術の向上、高度化に欠かせない知見であることから、ここでは放射光を用い Ni 基合金溶接部に付与された SCC の割れ分布状態を 3 次元測定した。

利用方法

Ni 基合金 (Alloy600) の溶接金属部に、テトラチオン酸により種々の長さの SCC を付与したブロック状試料よりき裂を含む丸棒を切り出し、その丸棒をエメリー研磨にて約 $\phi 0.7\text{mm}$ の試験片に仕上げた。測定は、SPRING-8 の産業用ビームライン BL19B2 を用い 37keV の放射光 (SR 光) を用いて測定した。試料を透過した SR 光 (X 線) は、蛍光板で可視光に変換され、レンズで拡大された後 CCD カメラで測定された。また試料と検出器の距離 (カメラ長) を変えることで X 線の屈折を顕著にし、き裂の検出感度の向上を図った。今回の測定ではカメラ長は 800mm と 410mm に設定した。測定は試料を 0.5° ピッチで回転し、得られた X 線像を Filtered Back Projection 法で再構成し、試料内部のき裂の 3 次元イメージ像を得た。

実験結果

Alloy600 溶接金属中に付与された SCC によるき裂の 2 次元面の光学顕微鏡写真を図-1 (左) に示す。測定用丸棒試験片は、観察される 2 つのき裂のうち左側 (矢印) のき裂部より採取した。図-1 (右) には、切出した測定用丸棒試験片の外観写真を示す。この試験片を測定系の回転試料ホルダー上に垂直に設置した (図-2、図-3)。測定の一例を図-4 に示す。この図は、図-2 に示した試料の水平および縦断面の X 線像の結果である。水平断面像では黒い曲線が、縦断面像では白い線がそれぞれ割れを示している。水平断面像の黒い曲線位置が異なっていることにより割れが複雑な分布をしてい

ることを示している。縦断面X線像を観ると割れが複雑に分布している様子が明確に分かる。この縦断面X線像より最長割れ長さを実測すると約 1.6mm であり、2次元面切断試験より得られた実測長さ約 1.2mm より約 0.4mm 長い。この違いは割れが鋼中内部に入り込んでいたためである。図-5には、図-4で得られた水平および縦断面X線像より Filtered Back Projection 法により3次元像に再構成した図である。き裂が回転しながら進展している様子が鮮明に分かる。

今回の実験により、Ni 基合金の溶接金属中に付与された SCC き裂を鮮明に検出することができ、またその3次元分布状態についても鮮明な画像として得ることができた。このように Ni 基合金溶接金属中の SCC き裂の3次元分布とその性状に関する情報が得られたのは初めてであり、これらの知見は超音波探傷シミュレーション解析技術と相まって UT 測定精度の向上および UT 技術の高度化に非常に有益である。

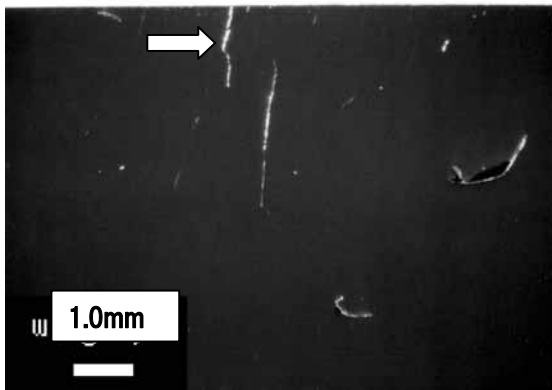


図-1 測定用試料の SCC 割れ（光学顕微鏡像）と測定用試料の外観

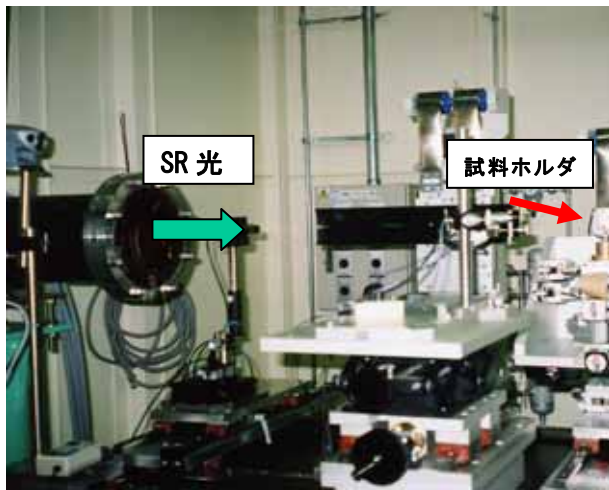


図-2 測定系外観

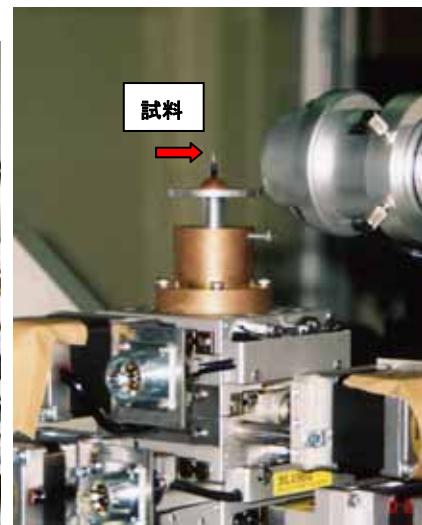


図-3 試料ホルダー

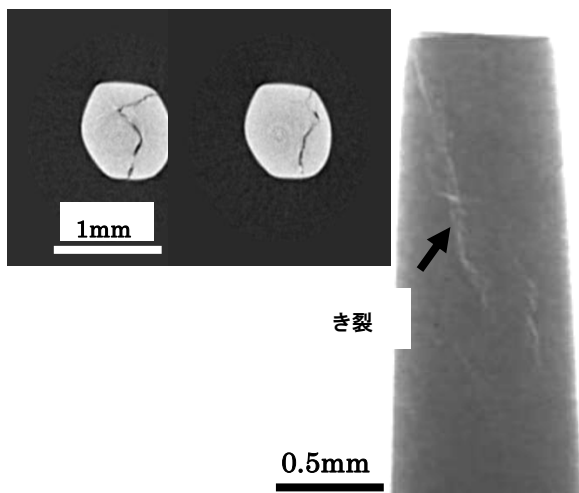


図-4 X線透過像

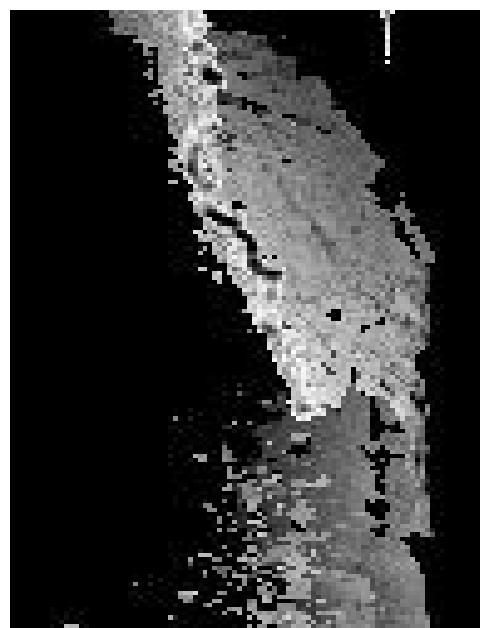


図-5 CT再構成図