

PS I-8

水圧鉄管・分岐管用超音波自動探傷(AUT)装置の開発及びその適用に関する検討

榎 栗本鉄工所

正員 岡田 斎,

飯山英明

構造物品質保証技術協会 正員 杉友啓二, 大阪大学 正員 堀川浩甫

1. まえがき 水力発電所の水圧鉄管や各種水道管に用いられる溶接鋼管の継手部の非破壊検査(NDI)は、従来一般に放射線透過試験(RT)によって行われてきた。しかし、最近の水圧鉄管の大型化に伴う管厚の極厚化(特に分岐管ではHT80を用いても100mmになる)により、極厚鋼板溶接継手のNDIをRTで行うには、照射時間の増加(^{60}Co を使用した場合、検査長50cm当り板厚100mmでは130分程度)による検査所要日数の増大、 γ 線使用に伴う立入禁止区域及び放射線管理区域の拡大による検査作業や近隣箇所における関連作業に及ぼす多大な影響、管厚の増加に伴う欠陥検出能力の低下、などの問題が生じるようになった。

一方、記録性及び試験結果判定の客観性が大幅に向上した超音波自動探傷試験(AUT)が開発されている。そこで作業の迅速化、記録性の向上、検査結果の可視化、検査者の技能差が判定結果に与える影響の減少などの改善を図るために、AUTの水圧鉄管・分岐管への適応を検討した。AUTは水圧鉄管に採用された例はないため、新たにAUT装置を開発し以下に述べるような検討を行った。なお、榎栗本鉄工所では中部電力奥矢作第一水力発電所以来のエッシャー・ウイス分岐管において超音波探傷試験(UT)を適用している。

2. AUTの水圧鉄管への適用における問題点 従来、AUTが主として用いられてきた橋梁は、平板の組合せで、比較的単純な形状であった。一方、水圧鉄管特にエッシャー・ウイス分岐管は図1に示すごとく曲面形状(円筒形および円錐形)を有しており、AUTを適用するには特に次の問題を解決する必要がある。

- ① 装置の機構 : 水圧鉄管の曲面形状に沿って操作できる装置の開発及びその設置方法の検討。
- ② UTデータの曲面補正 : 曲面によるビーム路程の変化に対する補正及び探触子の位置検出方法の確立。
- ③ 作業姿勢 : 現場継手検査での下向、立向、横向及び上向の全姿勢操作。
- ④ 使用環境 : 水圧鉄管はトンネル内に設置されるため、高湿度等の使用環境への対応。

3. 水圧鉄管用AUT装置の概要 探傷方法はJIS Z 3060(1988)付属書1に基づき、使用する探触子は60°と45°の併用とし、また探傷面は片面両側とし直射法及び1回反射法を用いるものとした。本装置の特徴は次のとおりである。すなわち、データの収録とデータ処理とを分離し、据付現場ではデータ収録のみを行うオンライン処理とする。また、データ処理は使用環境及び演算時間の関係から別に設置されるデータ処理専用コンピュータによってオフライン処理するものとする。そのため現場へ搬入される装置は小さくなり作業性も向上する。

①オンライン処理: 超音波探傷装置において探触子から検出されたエコーがしきい値を超える場合、欠陥エコーとみなしそのエコー高さ及び走査機構部におけるX及びY座標のデータをコンピュータの内部メモリに収録する。そして欠陥エコーデータが一定量に達すれば、これを3.5inディスクに転送する。

②オフライン処理: データ処理用コンピュータにて収録されたディスクのデータから曲率補正及び4chのデータを合成する等の処理を行なった後、B及びCスコップ表示を含めた成績書としてプリントアウトする。オフライン処理におけるデータの流れを図2に示す。

4. 水圧鉄管へのAUT適用検討実験及び結果

入口径: 5500mm

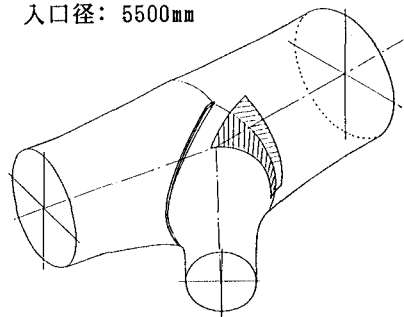


図1 エッシャー・ウイス分岐管の模式図

4-1 模擬球状欠陥検出実験 UT及びAUTではブローホールのような球状欠陥の検出がやや困難である。ここでは、AUTにおけるブローホールを対象とした球状欠陥の検出能力を検討するため、模擬球状欠陥検出実験を行った。板厚60mmのSHY70NS-F(HT80)鋼板に所定の内径でキリ孔をあけ先端を球面加工したものを模擬球状欠陥としAUTで探傷した。その結果、L検出レベルで1.5mmφの模擬球状欠陥が検出できた。

4-2 直管モデル管 開発AUT装置(特に探触子駆動機構及び走査制御装置)の作動性能を確認する目的で直管モデル管(内径3000mm、材質SHY70NS-Fで板厚は60mm)を用いて確認実験を行った。その結果、下向、立向、上向及び横向の全姿勢で正常に作動した。

4-3 小型モデル体 溶接欠陥を意図的に発生させた図3に示す小型モデル体を作成し、AUT及びRTにてNDIを行った。その後溶接部を切断し、欠陥の長さを実測した。RTでの欠陥長さとの関係及びL検出レベルのAUTにおける欠陥指示長さとの関係による欠陥長さ関係をそれぞれ図4及び5に示す。図4よりRTでの欠陥長さは、切断試験での欠陥長さより大部分が短く、実欠陥をやや過小評価する傾向が認められる。また、割れが2ケース、スラグ巻込みが1ケース等検出されていない。次に図5よりAUTのL検出レベルではほとんどの欠陥を切断試験での割れ長さと同程度またはやや長く評価しているが、割れの2ケース等では過小評価していることが認められる。なお、作成された溶接欠陥は主に割れや融合不良等の面状欠陥やスラグ巻込みまた密集ブローホールであり、単独ブローホールはほとんど存在していなかった。

4-4 実物大分岐モデル管 開発AUTの諸性能の確認及び最終調整を行う目的で実物大分岐モデル体による確認実験を行った。実物大分岐モデル体は図1に示す斜線部とし、材質はSHY70NS-Fで板厚は100mmとした。小型モデル体と同様、溶接欠陥を意図的に発生させAUT及びRTにてNDIを行った。その後溶接部を切断し、欠陥の長さを実測した。そして実欠陥長さとの関係及びL検出レベルのAUTにおける欠陥指示長さとの関係による欠陥長さ関係をそれぞれ図4及び5に示す。この試験結果は当日報告する。

5. まとめ 水圧鉄管分岐管にAUTを適用するために新たにAUT装置を開発し、実物大分岐モデル体を含む各種の検討を行った。その結果、実用可能であるとの見通しを得た。

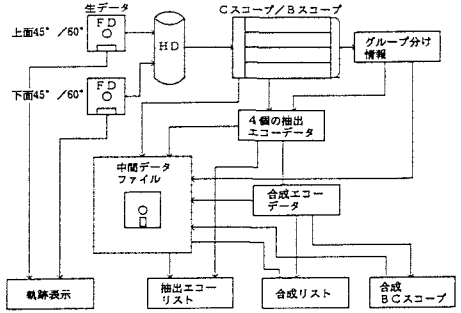


図2 オフライン処理におけるデータの流れ

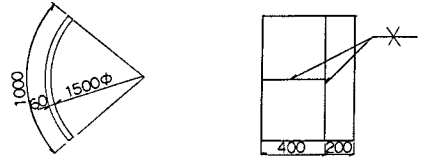


図3 小型モデル体の模式図

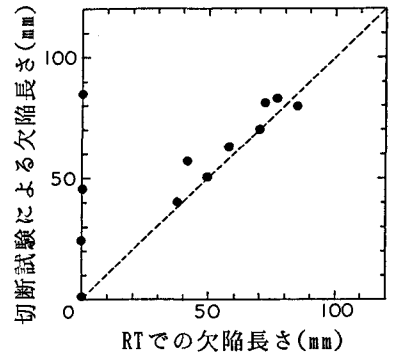


図4 切断試験による欠陥長さとの比較

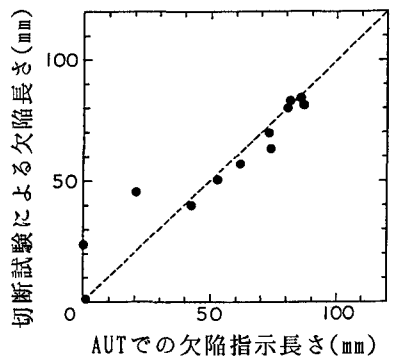


図5 切断試験による欠陥長さとの比較（L検出レベル）