

I-A 480 鋼床版デッキ溶接部へのクリーピングウェーブの適用性

日本製鋼所室蘭製作所	正会員	田中 秀秋
北見工業大学	正会員	大島 俊之
アスペクト	正会員	久下 幹雄

1. まえがき

鋼床版デッキ溶接部の非破壊検査には自動超音波探傷（AUT）が多く適用されるようになってきた。AUTでは、これまで手探傷の超音波探傷での問題点であった「検査結果の記録性」が解決され、「安全性が高い」、「作業性が良い」と「割れ欠陥などの面状欠陥の検出能が高い」などのメリットが言われている¹⁾。しかし、溶接部の探傷に用いている横波5MHz、70°の斜角探傷では、欠陥の傾きによる影響を大きく受けるため、溶接に垂直な面を持った欠陥の検出能が低い問題がある。また、AUTでは接触媒質や溶接ビードの形状による疑似エコーの発生に対する確認手段としての手探傷の実施や、鋼床版デッキの始末端など形状的に探傷のできない部分など、手探傷を実施しなければならない所がある。この場合、手探傷における記録性の問題がある。

このようにAUTにおいても垂直な面を持った欠陥に対する検出と、AUTの補足として手探傷が必要であるなどの問題があることから、本報告においては、これらの問題を解決する手法として、厚さ12mmの突合せ溶接部に対し縦波斜角であるクリーピングウェーブの適用性を検討したので、その結果を報告する。

2. 欠陥の傾きとエコー高さ

欠陥の傾きとエコー高さの関係を調べるため、 $\phi 2$ mmの平底孔人工欠陥を角度を変えて加工し、その試験片を用いて測定した。その結果、横波斜角5MHz、70°では、垂直な面を持った欠陥である傾き20°で20dB（1/10）のエコーの低下が認められた。縦波斜角2MHz、70°では、約6dB（1/2）の低下で、その低下量は少ない。これは緒方²⁾らの実験結果とも一致する。

クリーピングウェーブは主ビームが85°近くで、探傷面に添って伝搬する縦波斜角であるが、同時に横波も発生しており、この横波は底面で反射し底面側のクリーピングウェーブとなる。このため、クリーピングウェーブの伝搬は探傷面と底面側の両方を伝搬することになり、欠陥での反射の伝搬経路は複雑である。しかし、欠陥での反射は直射と底面で反射した2種類の波で生じることになり、欠陥をより検出し易くなる。また、裏波での反射エコーが少ないなどの特徴がある。

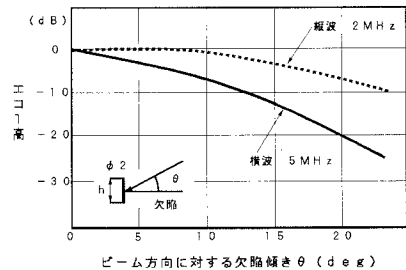


図. 1 欠陥傾きと反射エコー高さ

3. AUT、放射線透過試験、及び、クリーピングウェーブによる探傷結果の比較

試作した実物大モデルの鋼床版曲線箱桁橋を用いて、AUTと放射線透過試験（RT）、及び、クリーピングウェーブによる探傷結果の比較を行った。この結果、表. 1 に示すようにRTでは5箇所の欠陥が検出された。AUTでは欠陥の他に裏波形状や、表面ビードの影響による疑似エコーも検出しており、合計8箇所の欠陥が検出された。しかし、RTで検出された欠陥の中で1箇所欠陥を検出できない所があった。

クリーピングウェーブを手探傷にて実施した結果では、AUTと同じくRTで検出した欠陥の内、4箇所を検出した。また、RTで長さ50mmの欠陥がAUTでは35mmしか検出されていなかったのに対し、47mmとRTと同等の欠陥指示を検出しており、検出能が高いことを示していた。また、AUTで検出した疑似エコー部も容易に欠陥か疑似エコーかの判別が可能であった。

実橋においては、室蘭港へ架橋中の白鳥大橋補剛桁現場鋼床版デッキ溶接部に対し、AUTを実施した。

現場溶接部の探傷結果は、補修すべき欠陥が検出されず良好な溶接が行われた。このため、溶接の始末端で用いられるエンドタブを用い、斜角探傷70°、RT、クリビングウェーブの比較を行った。

溶接の始末端部では高温割れが発生しやすく、このためエンドタブを用い実橋には残存させない施工が行われている。この高温割れは、垂直な面を持った欠陥であるため超音波探傷では検出しにくい欠陥である。

調査した28枚のエンドタブの中から欠陥の検出した5枚を用い、斜角5MHz、70°、L/2検出レベルでの検出能と、RTの検出能、及び、クリビングウェーブの検出能について調査した結果、表2に示すようにクリビングウェーブが最も欠陥を良く検出していた。RTでは欠陥幅が狭いために欠陥が検出されない場合があった。

欠陥 No	基準端から の距離	RT判定の 欠陥性状	RT 長さ	斜角 長さ	クリビ 長さ
1	249	融合不良	55	35	47
2	505	融合不良	6	6	6
3	1486	裏波形状	無	10	無
4	8725	溶込不足	8	無	無
5	444	表面形状	無	46	無
6	6925	表面形状	無	13	無
7	189	裏波形状	無	30	無
8	329	溶込不足	12	14	14
9	2043	溶込不足	8	8	6

表1 試作鋼床版曲線箱桁橋による比較

欠陥 No	RT 指示長さ	斜角70° 指示長さ	クリビング 指示長さ
A	22	27	33
B	無	13	15
C	11	15	22
D	4	8	15
E	9	13	15

欠陥は全て垂直な高温割れ (mm)

表2 エンドタブによる比較

4. 手探傷のクリビングウェーブの記録

クリビングウェーブは探傷面側と底面側の両方を伝搬する波が発生するため、図2に示すように探触子を前後走査せず溶接線に沿った走査で欠陥の検出が可能である。これは、探触子の位置の1軸方向だけを検出し表示すればよいことになり、手走査の記録が容易にできる。

探触子の保持具に1軸方向の位置検出が可能なようにエンコーダを内蔵し、探触子移動量を横軸に取り、超音波の伝搬距離を縦軸に取って検出されたエコー高さを白黒濃淡表示すると、図3に示すように欠陥の有無と共に欠陥の指示長さが読みとれる。

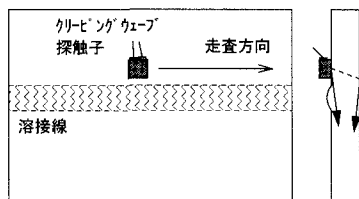


図2 クリビングウェーブの走査方向

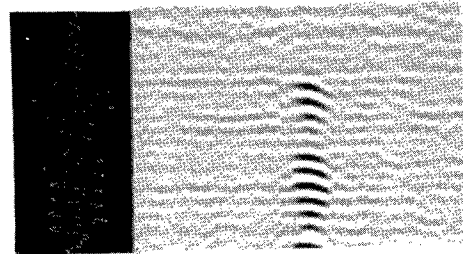


図3 クリビングウェーブの記録例

5. まとめ

試作実物大モデルの鋼床版曲線箱桁橋、および、室蘭港へ架橋中の白鳥大橋補剛桁現場鋼床板デッキ溶接部のエンドタブ材を用いて、AUT、RT、および、クリビングウェーブによる探傷の比較を行った。その結果、以下のことが判明した。

- (1) 垂直な欠陥の検出を目的とした場合、クリビングウェーブの使用が有効であることが確認された。
 - (2) クリビングウェーブでは、探触子を溶接線に沿って走査するだけで良いため手探傷での記録も容易である。
- 今後は、更に、自動的な欠陥合否判定処理方法の検討を行っていく予定である。

<参考文献>

- 1) 鋼橋技術研究会，板継ぎ溶接継手への自動超音波探傷検査の適用に関する研究（平成6年）
- 2) 緒方、平澤、長谷川，平面状欠陥への超音波の入射角度とエコー高さの関係 日本非破壊検査協会、平成5年度秋季大会（平成5年）