

I-A165

TOFD法による 厚板突き合わせ溶接部の探傷

（株）日本製鋼所 正会員 田中 秀秋
北見工業大学 フェロー 大島 俊之

1. 前書き

近年、橋梁において合理化・省力化を指向すると同時に長寿命を目的とした開発が積極的に行われている。鋼橋の合理化・省力化においては、部材数を減し、構造を単純化するとともに厚肉材料を用いる事で強度への対応を取る考え方がある。この場合、板厚を50mm以上とすると、これまでの検査方法である放射線透過試験（RT）では欠陥の検出能や作業時間、安全性での問題があるため、超音波探傷試験の適用が考えられる。しかし、通常の反射エコーを用いた探傷では垂直な面状欠陥に対する検出能に懸念があると言われている。このため、欠陥形状の影響を受けにくく、特に面状亀裂の検出能にすぐれているTOFD法を用い、板厚60mmにおける傷の検出能の確認を行った。

2. TOFDの探傷感度

TOFDでは面状欠陥の上端・下端での散乱波を明瞭に検出する必要がある。通常の斜角探傷では横穴人工欠陥を基準にしていることから、TOFD法においても加工のしやすい横穴からの散乱波を基準とする事を検討した。

TOFD法では、白黒濃淡から、傷の判定を行うため、その背景である結晶組織からの散乱ノイズエコー（以後ノイズとする）を5～10%高さに現れる状態にし、濃淡差のコントラストから傷の上下端の散乱波を検出する方法をとっている。しかし、目的とする傷を検出できるか否かの確認では、参照する人工傷が必要となる。このため、適正な探傷感度であるかを確認する目的でノイズと面状人工欠陥、及び、横穴ドリル孔での散乱波の高さを求めた。

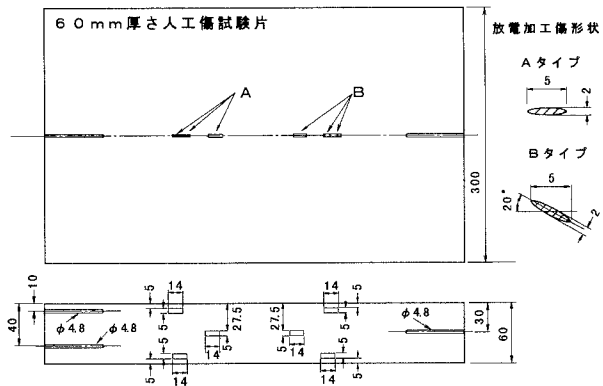


図1 60mm厚さ人工傷試験片の形状

使用した試験片の形状を図1に示した。この試験片には放電加工で人工欠陥を内在させた。その人工欠陥の形状は垂直に立った楕円形のもの、斜め20°に傾いた楕円形のものである。それぞれの人工欠陥の高さ寸法は5mm、長さは14mmである。また横穴は、JIS Z 3060の規定に従い、RB-4、NO.3の寸法を用い、φ4.8mmのドリルで長さ75mmとし探傷側から10, 20, 40mmの3ヶ所に加工した。

探傷感度を確認するためノイズを5%としたときのそれぞれの人工傷での散乱波の高さを求めた。その結果、ノイズと楕円状人工傷とのS/N比は17dB以上あり明瞭に傷エコーを捕らえる事が可能である事がわかる。また、ノイズとφ4.8ドリル孔とのS/N比は20dB以上あった。このことより、φ4.8ドリル孔を基準として探傷する場合、ノイズを5%とした時のドリル孔のエコー高さが80%以上であることを確認する事により、TOF

キーワード： 超音波探傷, TOFD, 溶接, 溶接欠陥

連絡先： 北海道室蘭市茶津町4番地 tel.0143-22-9211 Fax.0143-23-8324

D法で亀裂状欠陥からの散乱波を十分に検出可能である事が確認された。

3. 面状欠陥高さの測定精度

図1に示す厚さ60mmの試験材に内在している楕円状欠陥を検出し、その大きさをTOFD法により測定すると表1に示す結果となる。深さ5mmの位置に加工した欠陥は表層デットゾーンの為、傷高さを測定することはできなかったが、表への記載をしなかったが、他の4ヶ所の欠陥は傷の傾きにかかわらず高さ4.6～

表1 楕円状人工傷の傷高さ測定精度

番号	実体傷寸法			TOFD探傷結果		
	傷までの深さ (mm)	傷高さ (mm)	傷長さ (mm)	傷までの深さ (mm)	傷高さ (mm)	傷長さ (mm)
①	5.0	5	1.4	5.0.4	4.8	1.4.7
②	2.7.5	5	1.4	2.7.1	4.7	1.5.5
③	2.7.5	5	1.4	2.7.2	4.6	1.4.7
④	5.0	5	1.4	5.0.2	4.8	1.3.8

4.8mmと測定され、実体の大きさである5mmに対し、-0.2～-0.4mmと非常に精度良く測定されている。長さ方向の測定精度は高さ方向より低く、実寸14mmに対し13.8～15.5mmと-0.2～+1.5mmの精度であった。この実体の長さ寸法はRT撮影を行い、そのフィルムから得たものがある。また、高さは、溶接で試験片を接続する前に実体を測定したものである。

4. TOFD法と放射線透過試験（RT）との比較

楕円形状人工欠陥及び自然欠陥を内在させた試験片3個についてRTとTOFD法の検出比較を行った。用いた試験片の厚さは60mmであり、図2にその結果を示す。

図2の結果は横割れの内在しているB試験材で上部にはTOFDにて検出した傷を断面で示し、下部にはRTにて上面から撮影した結果を示した。

このRTとTOFDの比較では、RTにて横割れと、その周囲に小さなブローホール（BH）が認められる。TOFDにおいては横割れ部は一群の割れ状欠陥部と見られ、更に、RTにて検出されていない位置にも連続した欠陥部が見られる。横割れ部をTOFDにて斜め走査するとその割れ高さを求めることが可能で、その結果から4.7mmと求められる。RTで検出されなかった図中左端の欠陥部は溶接線に沿った融合不良と

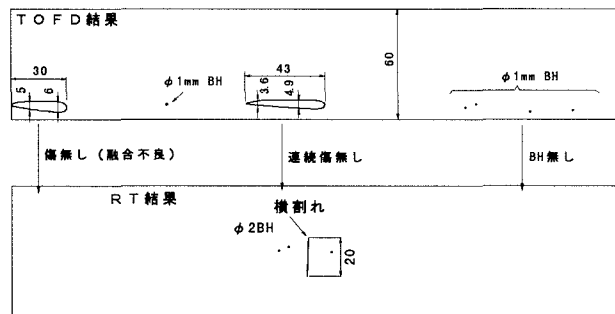


図2 TOFD法とRT結果の比較

見られ、その高さはTOFD法で2.3mmである。この左端をグラインダーで彫り込み傷を露出させたところ、溶接線に沿った斜めに傾いた融合不良でありTOFDの探傷結果と一致した。RTにては傷が斜めになっていたため検出できなかったものと思われる。

5. まとめ

TOFD法とRT撮影結果、および 内在している実体欠陥の調査結果から以下の事が言える。

- 1) TOFD法における面状欠陥の高さ測定精度は $\pm 0.4\text{mm}$ である。
- 2) TOFD法においてはブローホールも検出する事が可能である。
- 3) TOFD法はRTよりも検出能が高く、特に亀裂状欠陥の検出にすぐれている。

しかし、TOFD法では小さな傷までも検出され、その傷大きさの測定には散乱波の映像からの経験的な読み取りによって行っており、これらを定量的に処理でき、誰もが同じ結果を出せる基準作りが必要と思われる。

【参考文献】

- 萬年他：TOFD法における亀裂先端と超音波散乱について、日本非破壊検査協会 平成9年度春期講演大会 P.89
 三木他：厚板突き合わせ溶接部に存在する面状欠陥の超音波非破壊評価に対する基礎検討 土木学会論文集 No.0/I-1, 1997.9