

I - 60

TOFD法によるすみ肉溶接部の探傷

(株) 日本製鋼所 正 員 田中 秀秋
北見工業大学 フェロー 大島 俊之

1. はじめに

鋼橋の溶接部に対する超音波探傷は、突き合わせ溶接部を対象としたものが一般的である。しかし、溶接部は突き合わせだけではなく、すみ肉やT継手、角継手など多様である。ここでは、すみ肉、T継手、角継手に対して、TOFD法により探傷可能であるかの検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 試験体の形状

実験に用いた試験片の形状としては、図1、図2、図3に示すように厚さ25mmの材料を用い、それぞれすみ肉溶接、T継手溶接、角継手溶接を施工し試験片とした。また、試験片にはφ2mmのドリルによる人工欠陥を作成した。溶接試験片には溶接中に発生した自然欠陥も含まれるような溶接を施工した。

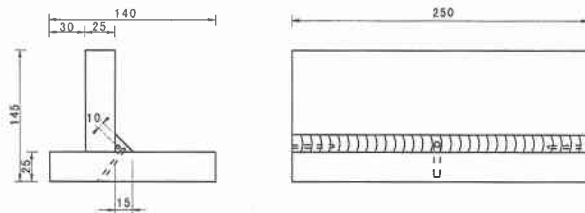


図1. すみ肉溶接試験片

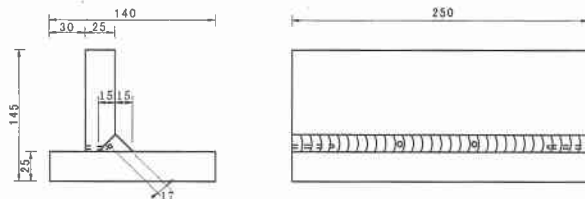


図2. T継手溶接試験片

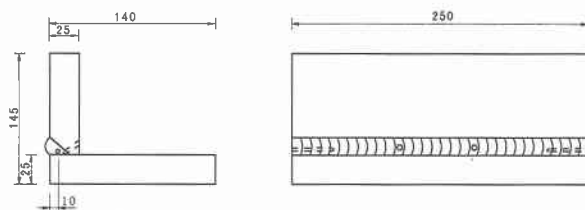


図3. 角継手溶接試験片

Ultrasonic test of Time Flight Diffraction (TOFD) method for T Type Fillet welded joint
by Hideaki TANAKA, Toshiyuki OSHIMA

3. TOFD法による探傷方法

3. 1 すみ肉溶接部

すみ肉溶接部に対するTOFD法による探傷方法としては、図4に示すように

- ①溶接部を挟んで探触子を90°の位置に配置する方法
 - ②探触子を溶接線上にて向かい合わせに配置する方法
 - ③溶接部の裏側から、すみ肉溶接部をねらった探傷方法
- が考えられる。TOFD法では探触子を向かい合わせて探傷する必要性から、同一面状、又は連続した面に2個の探触子を配置する。

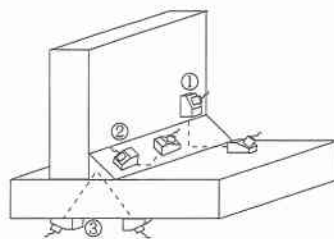


図4. すみ肉溶接部のTOFD探傷方法

3. 2 T継手溶接部

T継手溶接部では、すみ肉溶接部と同様に図5に示すように、

- ①溶接部を挟んで探触子を90°の位置に配置する方法
- ②探触子を溶接線上にて向かい合わせに配置する方法
- ③溶接部の裏側から溶接金属部をねらった位置に探触子を配置する方法

が考えられる。

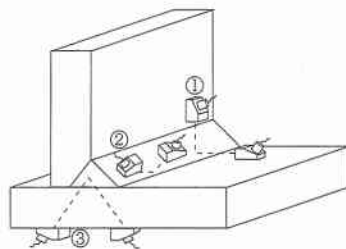


図5. T継手溶接部のTOFD探傷方法

3. 3 角継手溶接部

角継手溶接部に対しては、溶接部を跨いだ本来のTOFD法が可能になる。図6に角継手部のTOFD探傷方法を示す。探傷方法としては

- ①溶接部を挟んで探触子を向かい合せに配置する方法
- ②探触子を溶接線上にて向かい合せに配置する方法

以上の方法がある。

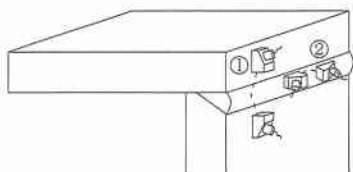


図6. 角継手溶接部のTOFD探傷方法

4. 探傷の結果

4. 1 すみ肉溶接部

図4に示す①の90°の位置に5MHz、70°の探触子を配置した場合は、図7に示す横穴からの散乱波が検出され溶接金属内にも音波が伝搬していることが確認されたが、弱いエコーであり欠陥探傷までに至るものではない。音波は直進するだけでなく回折現象も持っているため、溶接金属内にも音波が伝搬することが可能で周波数を低くするほど迂回する程度が多くなる。しかし、強い波ではなく小さな欠陥の検出は難しい。このため、図4の②に示す溶接線上の探傷が考えられる。この場合、通常の垂直探傷とは異なり斜めに音波を伝搬させていることにより、探傷する長さが長くなり音波が広範囲に拡げることができる。

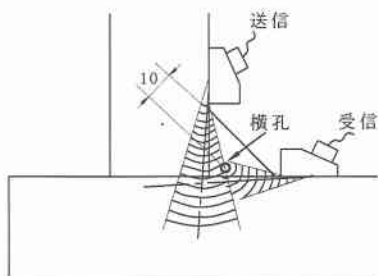


図7. すみ肉溶接部の音波の伝搬

この方法による人工欠陥の検出例を図8に示す。このように溶接線上の探傷では、溶接の溶込み深さとブローホールなどの内在欠陥の検出が可能であり、溶接の品質管理を目的とする検査に適用できる。しかし、溶接線に沿った融合不良や亀裂などに対しては検出能が低い問題がある。

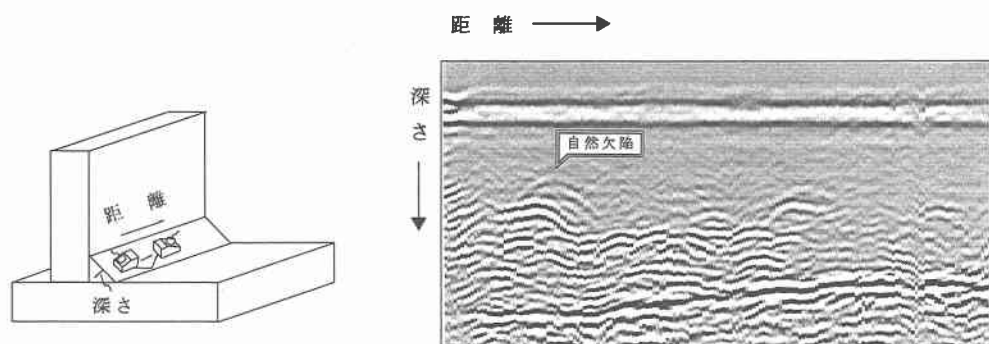


図8. 溶接線上のTOFD探傷結果

4. 2 T継手溶接部

T継手溶接部においては、図4 ①の90°の位置に探触子を配置した状態においても音波が溶接金属内に伝搬することが可能で、ドリル孔にて作成した人工欠陥を検出することが可能であった。

図9に見られるように表面に沿った縦波のエコー（ラテラルウェーブ）が十分に検出されており、音波の回折によって溶接金属を音波が伝搬しているのが見られる。これは、T継手の溶接部は開先加工されて

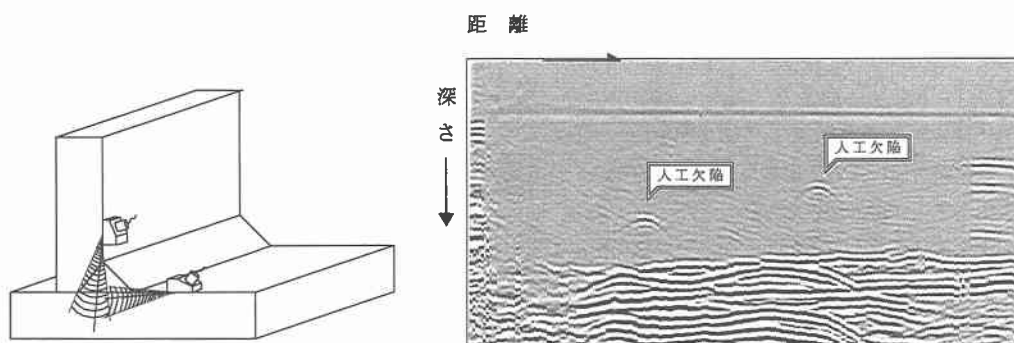


図9. 溶接線を挟み90°の探触子配置による探傷結果

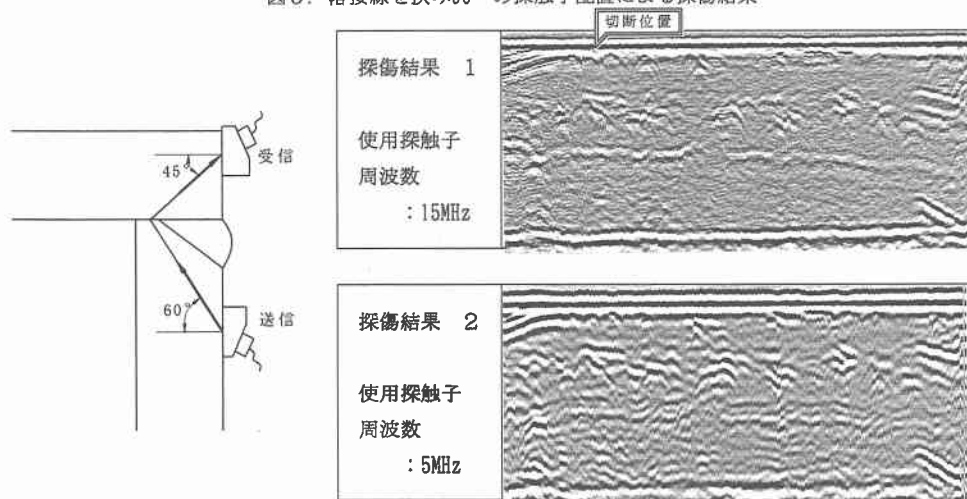


図10. 角継手のTOFD探傷結果

おり、すみ肉部の出っぱりが少ないため、超音波の殆どが溶接金属内を伝搬することによる。

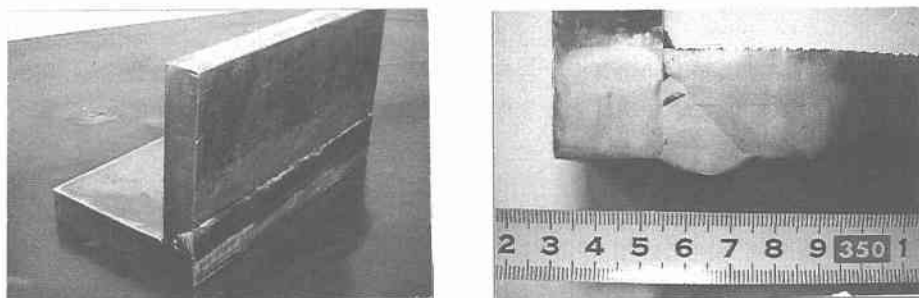


図 1.1. 試験体の外観と切断面の欠陥状況

4. 3 角継手溶接部

角継手溶接部は、TOFD本来の探触子配置である溶接部を挟んだ向かい合わせの位置に探触子をセットすることが可能で、正確な探傷ができる。しかし、探触子位置（溶接部を挟んだ状態での探触子間距離）が十分にとれない問題がある。ここでは、送信側探触子に 60° の屈折角を受信側に 45° の屈折角を用い、周波数5MHzと15MHzの探触子を用いて探傷を行った。その探傷結果を図10に示す。

その結果、欠陥像の鮮明度としては15MHzの探触子を用いた方が良好であるが、キズの検出能は5MHz、15MHzとも同程度であった。溶接部には溶接中に発生したブローホールと溶込み不足が多数内在している像が得られたため、その一部を切断し調査を行った。

その結果、図11に示すように $\phi 1\text{mm}$ 程度のブローホールと5mm程度の溶込み不足が検出されており、この探傷方法において十分な検出能があることが確認された。

5. まとめ

鋼橋の各種溶接部であるすみ肉溶接、T継手、角継手に対するTOFD法の適用可否について実験検討を行った。その結果、以下のことが得られた。

- 1)すみ肉溶接部では溶接線上走査は可能であり、溶接の品質管理は行える。しかし、溶接線に沿った欠陥の検出は難しく今後更に検出方法の開発が必要である。
- 2)T継手では溶接線上走査、溶接線を挟んだ走査とも可能であり溶接金属内の欠陥は十分に検出できる。
- 3)角継手では通常のTOFDと同じ溶接線を挟んだ走査が可能で、十分な探傷が可能である。ただし、探触子の走査位置に制限があり、屈折角の選定が必要になる。

これらの結果をもとに実機の鋼橋の溶接部に適用できる探触子の設計と保持部の検討を行う予定である。

《参考文献》

- (1)W. E. Gardner, J. A. Hudson: ULTRASONIC INSPECTION OF THICK SECTION PRESSURE VESSEL STEEL BY THE TIME OF FLIGHT DIFFRACTION METHOD: Nondestructive Evaluation in the Nuclear Industry(1982)
- (2)菅原、大島他： ON THE ACCURACY IMPROVEMENT IN ULTRASONIC INSPECTION BY USING COMPUTER GRAPHICS AND WAVEFORM ANALYSIS, 土木学会論文集、(1993)
- (3)菅原、大島他：欠陥を有する隅肉溶接部の応力波動伝搬の解析、土木学会北海道支部論文報告集 第50号 1994
- (4)佐藤、山崎、山田、田中、大島、三上：波形解析を応力した溶接欠陥の検出精度向上、土木学会北海道支部論文報告集 第52号 1996
- (5)田中、大島：TOFD法における亀裂と超音波散乱の関係、土木学会北海道支部論文報告集 第53号 1997