

I-A 478 超音波散乱エコー法を用いた突き合わせ溶接継手の欠陥評価

東京工業大学	学生員	白旗 弘実
東京工業大学	正会員	三木 千壽
東京工業大学		塩崎 匡克

1. はじめに

鋼橋の主桁の現場継手は特に板厚が大きい場合には、高力ボルト接合が困難となり、溶接継手の使用が検討されている。しかし、現場溶接継手の溶接の品質管理は難しく、高温割れ、融合不良などの溶接欠陥が生じる可能性がある。本研究では、こうした溶接継手に対し、端部エコー法を適用し、欠陥を識別し、開口合成によりその画像化を試みたものである。

2. 試験体とその距離感度特性、最適入射波の検討

図1は主桁を現場溶接したときのものである。本試験体は、この溶接継手部のフランジを取り出したものである。試験体は図2に示され、板厚60mmと80mmの板をくみあわせたものである。また、試験体制作時に溶接条件を工夫して、図3に示されるような欠陥を発生させた。探傷する際、図2のC面からの探傷はテーパ部で凹凸があること、B面からの探傷はウェブがあることからA面からのみの探傷を行った。

図3に示す座標において、 $X=210$ (mm) において高温割れ、 $X=380$ (mm) において融合不良と思われるエコーが発見され、2MHz、5MHzのインパルスを用い、JIS Z3060に基づいた距離感度特性を調べた。その結果を図4に示す。2MHzインパルスの場合高温割れからと思われるエコーのレベルは1/2 L線とL線の間、融合不良からと思われるエコーのレベルはL線とM線の間、5MHzインパルスの場合、高温割れからと思われるエコーのレベルはほぼ1/2 L線上、融合不良からと思われるエコーのレベルは1/2 L線とL線の間にあった。これらのレベルは低く、5MHzのほうが、2MHzよりも欠陥レベルを低く、見積もる可能性があることがわかる。

さらに送信周波数を2MHz、5MHz、送信波数を0.5、1、2、3、4、5、のバースト波とし、欠陥エコーレベルの変化を調べた。送信周波数5MHzの場合、波数の変化によるエコーの高さはほとんど変化がみられなかった。送信周波数2MHzの場合、波数0.5から2まではエコーが高くなり、波数2、3、4、5のそれぞれにおいてエコー高さはそれほど差はなかった。波数の増加により、距離分解能が低下するため、ここでは周波数2MHz、波数2のバースト波を用いることとした。

3. 開口合成による画像化

以上より、定めた入射波を用い、欠陥の画像化を行った。1探触子法で45度の斜角探触子を用い、溶接

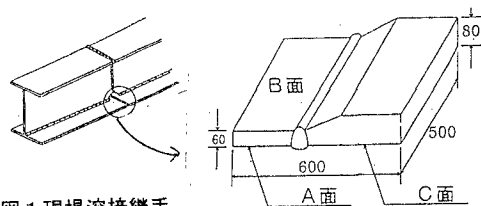


図1 現場溶接継手

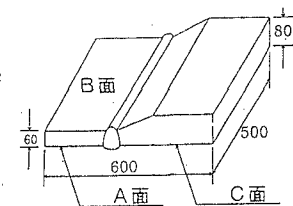


図2 試験体 (mm)

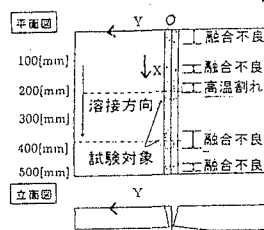


図3 溶接欠陥位置

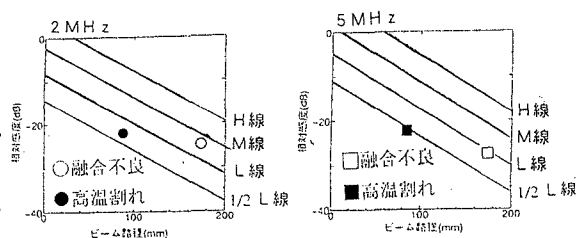


図4 インパルスを用いた距離感度特性

線に直角に溶接余盛りの接近限界から1 mmピッチのラインスキヤニングを行った。探触子の指向角 γ の範囲で超音波ビームの振幅をフライトタイムに対応する空間位置にプロットする。指向角 γ はこの場合8.8度である。この角度の範囲内で図5に示す4つの超音波伝播経路を考慮した。タイプ1は反射体に対し、波が直接入射し、直接受信される場合である。タイプ2は入射波が1回底面で反射し、反射体で反射したのちにさらに1回底面で反射し、受信される場合である。タイプ3は1回底面に反射して、反射体に入射した波が、直接受信される場合である。タイプ4はタイプ3とは逆に反射体に直接入射後、1回底面で反射した後、受信される場合である。

図6は $X=210$ (mm)における高温割れと思われる場所での開口合成像でタイプ1のビーム経路を考慮したもの、図7はタイプ1、2を考慮したもの、図8はタイプ1、2、3を考慮したもの、図9はタイプ1、2、3、4を考慮したものである。タイプ2、3、4とさらに経路を考慮していくにつれ、 $X=2$ (mm) $Y=60$ (mm) 前後の欠陥の像が現れる。また図10は健全と思われる場所 $X=350$ (mm)での開口合成図で、タイプ1、2、3、4の経路を考慮したものである。

謝辞

本研究を行うにあたり、三菱電機の小池光裕氏、和高修三氏、木村友則氏、馬目裕一氏に貴重な御助言と実験器具を貸していただきました。ここに記してお礼とさせていただきます。

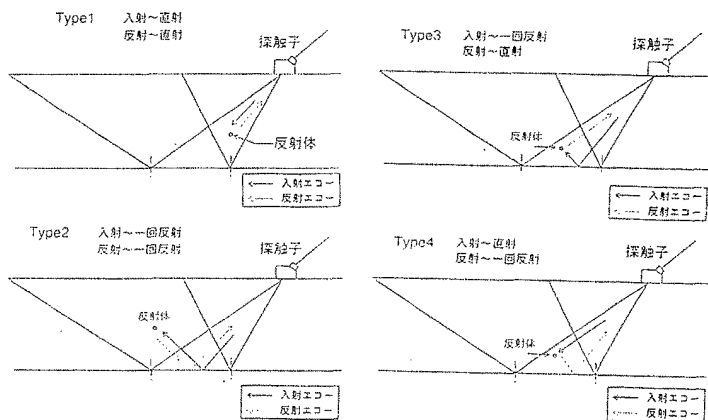


図5 開口合成における各ビームパス

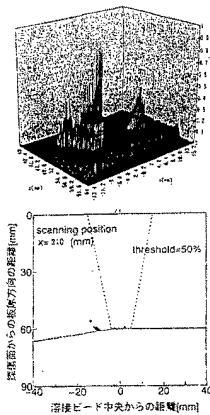


図6 高温割れと思われる位置での開口合成（タイプ1）

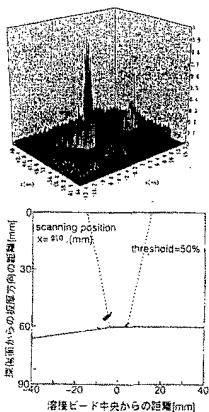


図7 高温割れと思われる位置での開口合成（タイプ1+2）

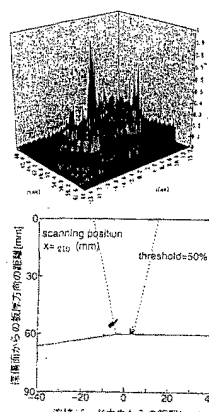


図8 高温割れと思われる位置での開口合成（タイプ1+2+3）

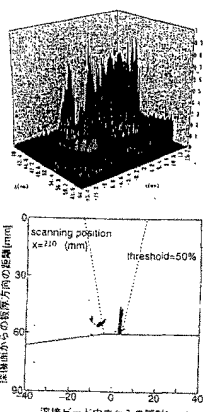


図9 高温割れと思われる位置での開口合成（タイプ1+2+3+4）

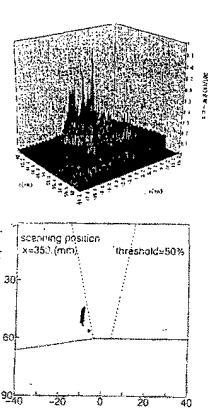


図10 健全部と思われる位置での開口合成（タイプ1+2+3+4）