

フェーズドアレイ探触子を用いた鋼床版ビード進展疲労き裂の検出

東京都市大学	正会員	白旗弘実
東京都市大学	フェロー	三木千壽
東京都市大学 (研究時)	非会員	上田竜輝

1. はじめに

鋼床版に生じる疲労き裂が問題となっている¹⁾。デッキプレートとUリブの溶接部は車両の輪荷重がほぼ直接載ることになるので、疲労き裂を検出することは重要である。デッキプレートとUリブの溶接部に生じる疲労き裂はUリブ内閉断面であるので、非破壊検査によりき裂を検出することとなる。

疲労き裂は主に2種類あることが知られている。いずれも溶接ルート部から発生し、一つはデッキに進展していくもの、もう一つはビードを進展していくものである。ビード進展き裂を対象としたまだそれほど多くとはいえず、スリット試験片による検討がある程度である²⁾。

本研究はフェーズドアレイ探傷システムを鋼床版の疲労き裂の中でもビード進展タイプの検出を目的としている。疲労試験体を用い、疲労試験および探傷実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 超音波探傷システム

使用したフェーズドアレイ超音波探傷システムを図-1に示す。システムは探傷器、探触子、スキャナおよびパソコンより構成される。スキャナにはフェーズドアレイ探触子を2つ取り付けることができる。2つの探触子はそれぞれリブとデッキ板に設置できるような構造となっている。スキャナにはエンコーダが取り付けられており、1mm間隔で波形を取ることができる。それぞれのフェーズドアレイ探触子は10MHzで32素子のものを使用した。

3. 疲労および探傷試験

実験で使用した試験体を図-2に示す。試験体は厚さ6mmの板と12mmの板を溶接して十字型にしたものであり、実構造物のそれぞれリブとデッキ板の厚さと同じである。板は12度ほど傾きがついているが、Uリブとデッキの傾きと同様である。溶接部の溶け込みは0%となっている。

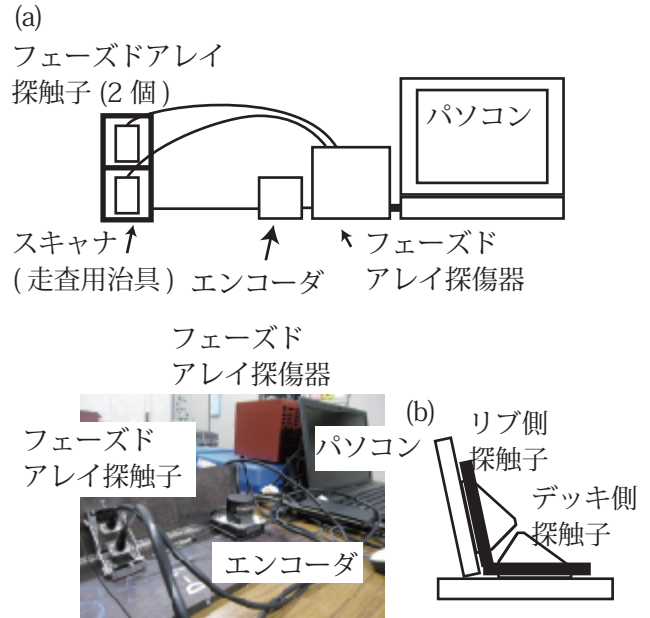


図-1 フェーズドアレイ超音波探傷システム

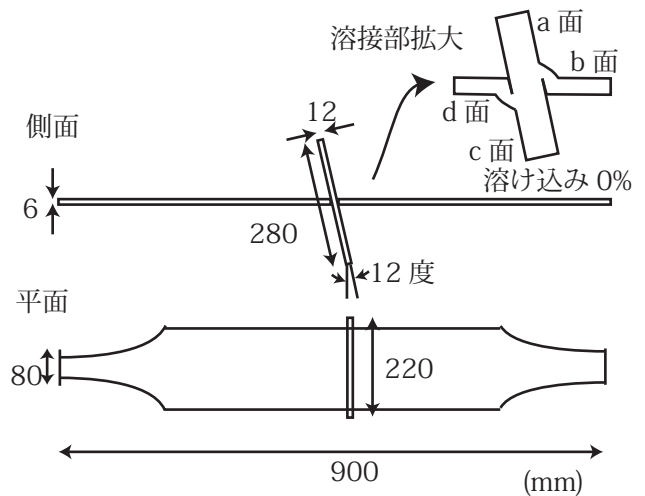


図-2 試験体

疲労試験における繰り返し荷回数および荷重範囲を表-1に示す。試験体は約101万回で破断した。

疲労試験において、10万回おきに試験体を試験機からはずして、探傷試験を行った。探傷試験は図-2に示すa面からd面に探触子を置いて行った。aおよびc面での探傷がデッキからの探傷、bおよびd面での探傷がリブからの探傷に相当する。いずれの場合においても、フェーズドアレイ探触子からの入射波は

表-1 疲労試験における载荷回数と载荷荷重範囲

载荷回数	荷重範囲
0 ~ 10 万	10.0kN
10 万 ~ 30 万	20.0kN
30 万 ~ 60 万	15.0kN
60 万 ~ 80 万	5.0kN
80 万 ~ 90 万	20.0kN
90 万 ~ 100 万	30.0kN
100 万 ~ 101 万	20.0kN

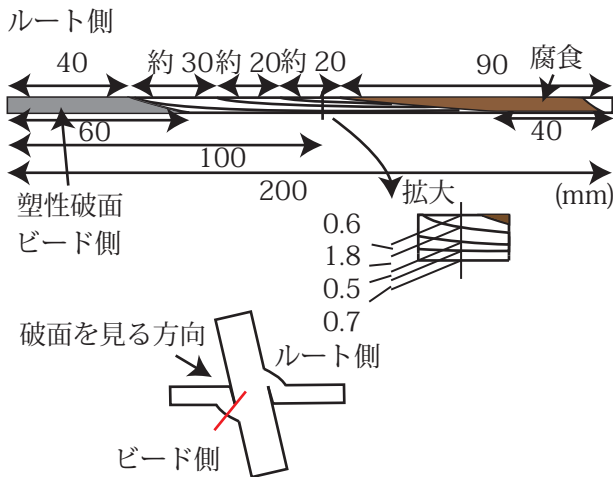


図-3 疲労破面のスケッチ

探傷面から深さ 10mm に集束し、入射角は 50 から 88 度となる範囲でのセクタスキャンとした。溶接線に沿って 1mm おきに波形を取得した。探傷器は同時に 2 チャンネルのフェーズドアレイ探触子をセクタスキャンすることが可能で a および b 面、あるいは c および d 面は 1 度の走査で、波形を取得することが可能である。

4. 画像化

疲労試験では、荷重の载荷荷重範囲を変えることで、ビーチマーク模様が出るようにした。疲労破面のスケッチを図-3 に示す。载荷荷重範囲を増加させた 80 万から 100 万回で疲労き裂は進展していったものと考えられる。

開口合成法により、試験体のビード内部に生じる疲労き裂の像を再構成した。再構成はリブに配置した探触子により得られた波形を用いて行った。デッキに配置した探触子ではエコーの変化は観察されなかった。

溶接線長は 200mm あったが、中央部である 100mm における画像化結果を図-4 に示す。図-4(a) は疲労試験開始前、(b), (c) および (d) はそれぞれ 80 万回、90

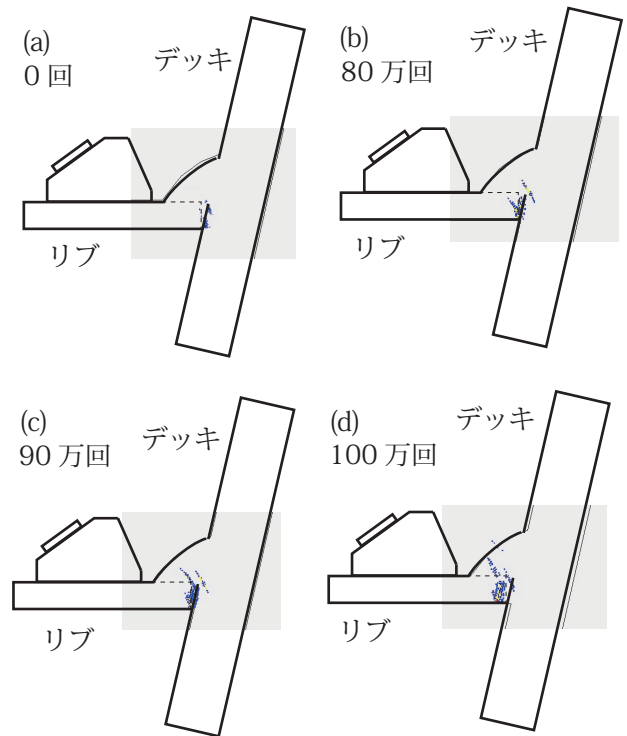


図-4 疲労き裂再構成像

万回および 100 万回载荷したときの探傷結果である。図-4(a) の 0 回载荷時では、リブのコーナー部およびルート先端部に像が得られている。図-4(b) の 80 万回载荷時においては、ルート先端部よりき裂と思われる像が得られている。90 万回、100 万回と疲労き裂の進展に伴い、き裂先端部の像が進展していることがわかる。コーナーエコーは探触子から直射の経路、溶接ルートおよびき裂エコーはリブ底面で反射していく経路と考えられる。

5. まとめ

フェーズドアレイ超音波探傷によりビード進展き裂の非破壊評価を行った。き裂の進展を追跡することができた。本報告の他に、溶け込み量を変化させた試験体を作製しており、溶け込み量が増加した際にエコーがどのような現れ方をするか調べる予定である。デッキ進展き裂についても疲労試験を行う予定である。

謝辞

本研究は国土交通省 建設技術研究開発助成制度 政策課題解決型技術開発の補助を受けました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼橋の疲労，1997.
- 2) 岡俊蔵，八木尚人，池上克則，村野益巳：フェーズドアレイ超音波法によるビード貫通型き裂の探傷，土木学会第 69 回年次学術講演会，I-164，2014.