

鋼板接着部の剥離検出のための弾性波を用いた実験

○東京工業大学大学院 学生会員 山口 雄也
 東京工業大学大学院 非会員 沈 洋
 東京工業大学大学院 正会員 廣瀬 壮一
 (株) 駒井ハルテック 正会員 橘 肇

1. はじめに

昭和40年代に橋梁コンクリート床版の損傷の問題が顕在化して以来、床版の補修・補強法として、鋼板接着工法が広く用いられてきた。コンクリート床版の場合、荷重を繰り返し受けると、鋼板と樹脂、またはコンクリートと樹脂との間の剥離が広がり、床版が押し抜きせん断破壊に至ることが報告されている¹⁾。そのような背景から、鋼板接着補強した床版に関して、剥離や充填不良といった欠陥の検査手法の研究や開発が行われている²⁾。しかし、定量的手法の確立には至っておらず、剥離部における滞水の影響を考慮している文献は数少ない。

そこで本研究では、鋼板接着部の定量的剥離評価手法として、衝撃弾性波法および弾性振動法の二つの非破壊検査手法を用いて実験を行い、鋼板接着部における剥離および充填不良の剥離損傷パターンの検出、剥離面積の違いによる影響評価および剥離部の滞水による影響を確認する。

2. 弾性波を用いた計測実験

(1) 供試体

作製した供試体を図1に示す。図1(b)は健全体モデルである。図1(c), (e)のコンクリート面剥離、充填不良モデルの剥離面積はそれぞれ150mm角である。図1(d)の鋼板面剥離モデルは120, 150, 180mm角の剥離面積を持つ供試体をそれぞれ作製した。

(2) 衝撃弾性波法

衝撃弾性波法とは、任意の固体表面に機械的衝撃を加えて、弾性波動を生じさせる打撃法の一つである。

本論文においては、剥離中心から50mm離れた鋼板表面上に高さ30mmからφ10の鉄球を自由落下させ、その衝撃で発生した弾性波を、剥離中心から対角線上に50mm離れた位置に設置した加速度計で測定した。その後、測定波形をフーリエ変換し、各供試体モデルにおける測定波形の振幅、周波数、波形の減衰時間の比較を行った。

(3) 弾性振動法

弾性振動法とは、弾性波の送受信に圧電効果を利用したセンサを用いる方法で、周波数の帯域に関係なく超音波法と定義されることもある。

本論文においては、剥離中心から対角に50mm離れた位置において、主に0~20kHzの低周波成分を含む広帯域な

音波を送信探触子から伝搬させ、受信探触子で測定した。その後、衝撃弾性波法と同様にして、各供試体モデルの測定結果について比較を行った。

3. 測定結果例

(1) 衝撃弾性波法

衝撃弾性波法の測定結果の例を図2に示す。図2は鋼板面剥離モデルに対する測定結果であり、この結果から、剥離面積が大きいほど、卓越周波数が低周波数側に集中していることが確認できる。このことから、卓越周波数の傾向が把握できれば、フーリエスペクトルから剥離面積を推定することが可能だと考えられる。

(2) 弾性振動法

非滞水状態における弾性振動法の測定結果を図3に示す。まず、各モデルの測定波形を見ると、図3(a)健全体の場合と比較して、各剥離損傷モデルは大きな振幅を示している。しかし、図3(c)鋼板面剥離モデルの測定波形の振幅は、図3(b)充填不良モデルの振幅と同程度であるが、図3(d)コンクリート面剥離モデルの振幅は図3(b), (c)と比べて小さいことが確認できる。これは、図3(d)の場合、鋼板とエポキシという物性の異なる二つの部材が接着された状態で振動していることが原因だと考えられる。また、フーリエスペクトルを見ると、図3(a)と比較して、図3(c), (d)では5~15kHz

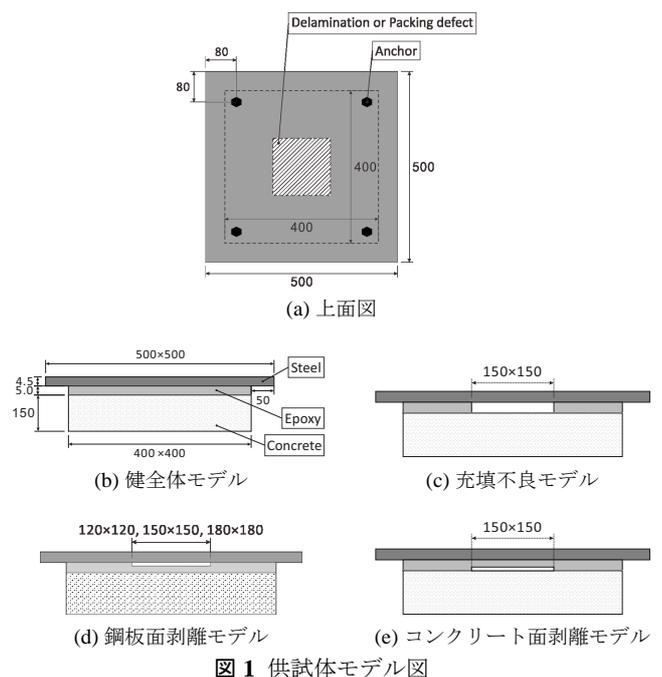
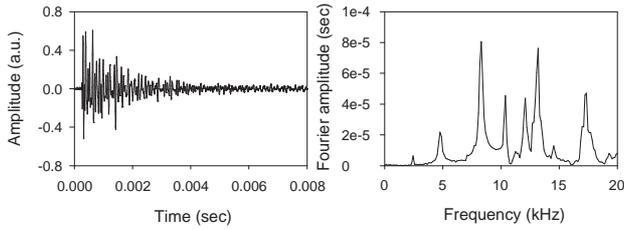


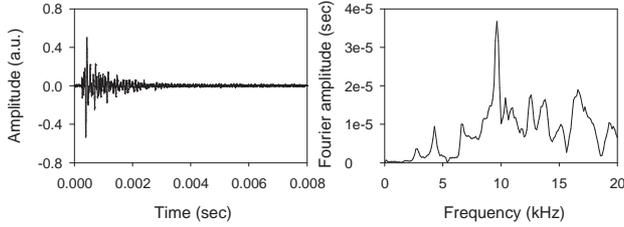
図1 供試体モデル図

Key Words: 鋼板接着工法, 剥離, 滞水, 弾性波, フーリエスペクトル

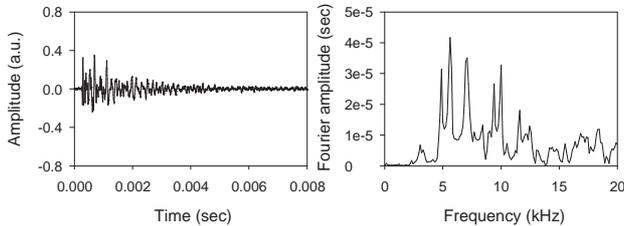
〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1, W8-22 TEL/FAX:03-5734-3587



(a) 120×120 mm鋼板面剥離モデル



(b) 150×150 mm鋼板面剥離モデル



(c) 180×180 mm鋼板面剥離モデル

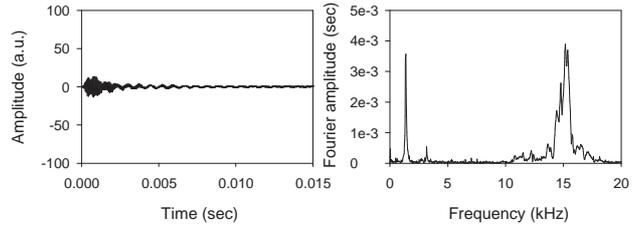
図2 衝撃弾性波法を用いた測定波形(左)とフーリエスペクトル(右)

に周波数の分布が見られる。しかし、図3(b)では1.1, 2.4kHzにピークが見られるが、15kHz周辺のピークが小さくなっている。これは、送信探触子の振動によって引き起こされる鋼板の自由振動の固有周波数の低周波成分が、充填不良モデルの場合、特に卓越して現れているためだと考えられる。このように、剥離損傷パターンの違いによる測定波形および周波数特性への影響が確認できることから、各剥離損傷の識別も可能であると考えられる。

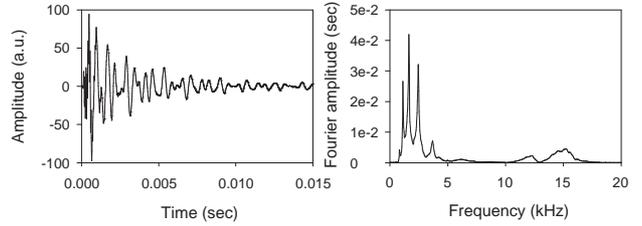
次に、剥離部の滞水の影響について考察する。図3(d)コンクリート面剥離モデルの滞水状態における測定結果を図4に示す。この結果から、滞水状態における測定波形は非滞水状態の測定波形と比べて、振幅の減衰が大きいことが確認できる。また、フーリエスペクトルを見ると滞水状態の結果は、5~10kHzの周波数を含まないことが確認できる。このように、滞水が周波数特性に与える影響が確認できることから、非滞水状態と滞水状態の識別も可能であると考えられる。

4. おわりに

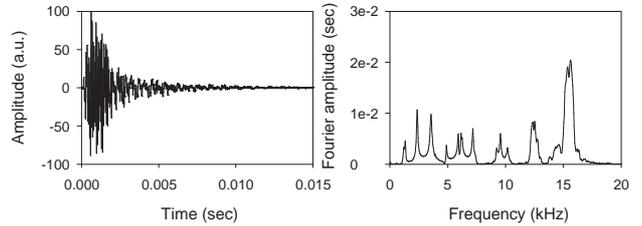
二つの検査手法を用いて、弾性波による鋼板接着部の剥離評価を行った。衝撃弾性波法、弾性振動法の二つの非破壊検査手法を用いて波形を計測し、測定波形およびフーリエスペクトルの比較を行うことで鋼板接着部の剥離の検出す



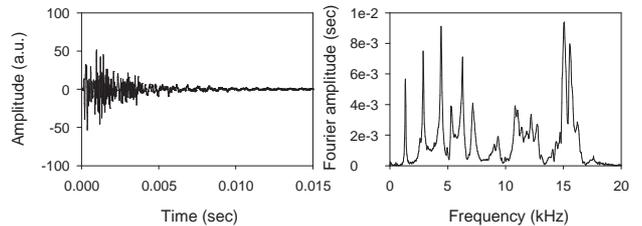
(a) 健全体モデル



(b) 150×150 mm充填不良モデル



(c) 150×150 mm鋼板面剥離モデル



(d) 150×150 mmコンクリート面剥離モデル

図3 弾性振動法を用いた測定波形(左)とフーリエスペクトル(右)

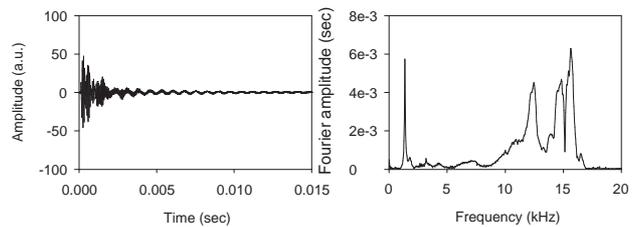


図4 滞水状態の150×150 mmコンクリート面剥離モデルにおける弾性振動法を用いた測定波形(左)とフーリエスペクトル(右)

ることができた。また、剥離部が滞水状態である場合においても、剥離を検出することができ、非滞水状態との区別も可能であることを示した。

参考文献

- 1) 園田恵一郎, 沖野真, 林秀侃, 喜田浩: 道路橋RC床版に対する鋼板接着補強工法の信頼性に関する研究, 土木学会論文集, 398, pp.245-254, 1988.
- 2) 丸茂文夫, 神谷誠, 飯東義夫, 菅野匡: 鋼板接着されたコンクリート床版の剥離非破壊検査法の研究, コンクリート工学年次論文報告書, 17(1), pp.1249-1254, 1995.