# ガイド波を用いた鋼板剥離部における 滞水の有無の判別

○東京工業大学	学生会員	松岡夫	宦宜	東京工業大学	学生会員	松野壮展
駒井ハルテック	正会員	橘	肇	駒井ハルテック	正会員	中本啓介
東京工業大学	正会員	古川	陽	東京工業大学	正会員	廣瀬壮一

### 1. はじめに

橋梁床版の補強方法の代表例として,鋼板接着工法が知 られているが,近年,その補強部分の劣化が問題となって いる.特に,剥離した鋼板上面における滞水の有無は,構造 物の耐久性に大きな影響を及ぼす.そのため,検査におけ る滞水の有無の判別は,維持管理においても重要な役割を 果たす.これまで著者らの研究グループでは,ガイド波を 用いて,鋼板上の滞水層厚を推定する研究を行ってきた<sup>1)</sup>. 本稿では,その手法をより複雑な層構造に適用し,その有 効性について検証する.具体的には,劣化を含まない健全 状態と鋼板の剥離部に水が飽和した剥離・満水状態に対し て,供試体を用いた実験を行い,滞水の有無の判別可能性 について検討を行う.

## 2. 判別手法の概要

本研究で用いる判別手法では、ガイド波の分散性に着目 する.ガイド波は平板や層構造などの境界面に沿って伝搬 する波動の伝搬モードであり、周波数によって位相速度が 異なる性質、すなわち分散性を有することが知られている. 鋼板接着床版を想定し、図1に示すような、健全状態およ び剥離・満水状態を表現する2種類のモデルを考える.こ のとき、これらのモデルに対応するガイド波の位相速度分 散曲線は、図2に示す通りとなる.同図において、青色の 線に対応する位相速度 $c_p = 1800$  [m/s] の場合について考 える.このとき、この青色の線と位相速度分散曲線の交点 に対応する周波数(これ以降は、励起周波数と呼ぶ)で超 音波を送信すれば、ガイド波を励起することができる.そ





Key Words: 9	<b>罁</b> 极接着床版,	ガイド波、分散日	田緑		
〒 152-8552	東京都目黒国	乙大岡山 2-12-1-W	8-22 TEL 03-573	34-3587 FAX 03-573	34-3587

のため、本実験においては、送信する超音波の周波数を変 化させ、ガイド波が励起される周波数を調べることで、図 1 に示す状態の判別を試みる.なお、位相速度の設定には、 斜角探触子のウェッジの縦波速度と入射角を用いる<sup>2)</sup>.

#### 3. 供試体を用いた計測実験

#### (1) 実験の概要

本稿に示す実験では、中心周波数を200 [kHz] とする接 触型の斜角探触子を用いる.図3に剥離・満水状態を再現 した供試体に対する実験の様子を示す.本実験では、入射 角を55 [deg] とし、斜角探触子のウェッジには油性ゲルを 用いた.油性ゲルは、温度・湿度によってその縦波速度が 変化するため、実験前に縦波速度を計測し、その後入射角 を設定した.また、送信・受信探触子の中心間距離は100 [mm] とした.

#### (2) 健全モデルに対する実験結果

健全モデルを再現した供試体に対する実験によって得ら れた計測波形を図4に示す.この図より,ガイド波の群の 振幅が2度,増減しているとわかる.2度あるガイド波の 群の増減のピークを励起周波数とし,その値を読み取れば, 72 [kHz] および228 [kHz] となる.

## (3) 剥離・満水モデルに対する実験結果

次に,剥離・満水モデルを再現した供試体に対する実験 結果を示す.図5に滞水層厚が1.5 [mm]の場合の計測波 形を示す.健全モデルに対する実験結果と同様に,ガイド 波の群の振幅が2度増減していることが確認できる.これ らの増減のピークを読み取れば,励起周波数は78 [kHz] お よび138 [kHz] となる.







図3 剥離・満水状態における実験の様子



図4 健全モデルを再現した供試体から得られる計測波形



図5 剥離・満水状態を再現した供試体から得られる計測波形(滞水層厚 $h_2 = 1.5$ [mm])

続いて、図6に滞水層厚が3.0 [mm] の場合における計測 波形を示す.図6より、これまで示してきた結果と同様に、 ガイド波の群の増減のピークが2度確認できる.これらの 値を読み取れば、励起周波数は84 [kHz] および116 [kHz] となる.

## 実験結果に基づく滞水の有無の判別可能性の 検討

図7に,前節に示した計測実験によって得られた励起周 波数を,ガイド波の位相速度分散曲線上にプロットした結 果を示す.同図より,健全状態と剥離・満水状態で,計測実 験によって得られた励起周波数と位相速度分散曲線の傾向 が概ね一致していることが確認できる.この結果から,ガ



図6 剥離・満水状態を再現した供試体から得られる計測波形(滞水層厚 h<sub>2</sub> = 3.0 [mm])



図7 実験結果によって得られた励起周波数と位相速度分散曲線 の比較

イド波を用いた判別手法によって,健全状態と剥離・満水状 態の判別が可能であることが確認できる.その一方で,本 実験では,励起周波数の値とそれに対応する位相速度分散 曲線上の周波数の値との間に,ずれが生じていることも確 認できる.この原因については,分散曲線の計算に用いた 材料定数・形状寸法と,実際に使用した供試体の材料定数・ 形状寸法の間に差が生じていたためであると考えられる.

#### 5. おわりに

本研究では、鋼板接着床版を対象に、劣化を含まない健 全状態と鋼板の剥離部に水が飽和した剥離・満水状態の判 別可能性について検討した。判別にはガイド波の分散性を 利用し、2種類の状態を再現する供試体を用いた実験を行っ た.その結果、ガイド波を用いて、健全状態と剥離・満水 状態の判別、すなわち滞水の有無の判別が可能であること が確認された。一方で、励起周波数の値そのものと位相速 度分散曲線から得られる周波数の値に、精度の良い一致は みられなかった。今後は、この点を改善し、滞水層厚の推 定を試みる予定である。

#### 参考文献

- 松野壮展,古川陽,廣瀬壮一:ガイド波を用いた鋼板上の滞水 層厚の推定,土木学会第72回年次学術講演会講演概要集,原 稿番号: CS7-012, 2017.
- J. L. Rose: Ultrasonic Waves in Solid Media, Cambridge University Press, 1999.