

鋼板接着補強床版の内部コンクリートの劣化度評価技術の開発

阪神高速道路(株) 正会員 ○八ツ元 仁, 小坂 崇, 佐藤 彰紀 (株)CORE 技術研究所 正会員 小椋 紀彦
 京都大学 正会員 塩谷 智基, 西田 孝弘

1. はじめに

鋼板接着補強を行った RC 床版（以降、鋼板接着床版と呼ぶ）は、上面側がアスファルト、下面側が鋼板により覆われているため、内部コンクリートの劣化状況を目視点検等で把握することが難しい。また、鋼板の剥離状況と鋼板接着床版そのものの耐荷性能との間に相関関係も無いことが筆者らの研究で明らかにされている¹⁾。このことから、鋼板接着床版の耐荷性能ないしは劣化度を評価する新たな手法の開発が必要とされてきている。

鋼板接着床版を多数保有する阪神高速では、京都大学、西日本高速道路(株)と協同して、非破壊検査技術を基本としたアンカーボルトセンシングの開発を行ってきた^{1), 2)}。本稿では、実橋から切り出し鋼板接着床版や実現場での計測結果を基に、この開発したアンカーボルトセンシング技術の精度や現場への適用性について述べる。

2. アンカーボルトセンシングの概要

図-1 にアンカーボルトセンシングの概要を示す。図中に示すように、鋼板接着を施工する際に仮止めを行うために設置され存置されるアンカーボルトを衝撃弾性波のウェーブガイドとして用いるセンシング技術となる。アンカーボルトのヘッド部を鋼板で打撃するため、発信側センサーは受信側センサーと異なりアンカーボルト近傍の鋼板面に設置することとなる。衝撃弾性波の初動波は、伝播速度が圧倒的に早い鋼板を伝わるため、本センシングの目的である内部コンクリートの劣化状態を把握するためにはこの初動波の分析結果を用いることは適切でない。そこで、本検討では、図-2 に示すようにウェーブレット解析を行い、コンクリート内部を伝播する後続波の周波数に着目し、内部コンクリートの劣化度の評価を行った。具体的には、文献 2) の中で提案する卓越する周波数のピークの伝播速度（以降、卓越周波数の伝播速度と呼ぶ）を算出し、その速度の変化から内部コンクリートの劣化度を把握しようとする評価方法である。今回の検討では、発信側センサーで得られた卓越周波数、12kHz に着目して分析を行った。

3. 実構造物を用いたアンカーボルトセンシング技術の検証結果

本検討で提案する卓越する周波数の伝播速度が、鋼板接着床版の内部コンクリートの劣化状況を把握し得る指標になるかどうか検証するために、鋼板接着床版の輪荷重試験においてアンカーボルトセンシングを行った。

輪荷重試験の供試体は、阪神高速で約 40 年間供用している路線から切り出して作製した鋼板接着床版となる。供試体の寸法は 2800mm×4500mm×170mm であり、接着補強床版の厚さは 4.5mm であった。輪荷重試験における載荷荷重は 157kN で橋軸方向に繰返し載荷を行った。アンカーボルトセンシングによる計測は、輪荷重載荷前と 4000 回載荷後において 2 回行った。

図-3 に輪荷重試験による鋼板接着床版のたわみ量の変化を示す。床版のたわみ量は、橋軸および橋軸直角方向でキーワード 鋼板接着補強床版, 劣化度評価, アンカーボルトセンシング, ウェーブレット解析

連絡先 〒541-0056 大阪府中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株) 技術部技術推進室 TEL06-4963-5790

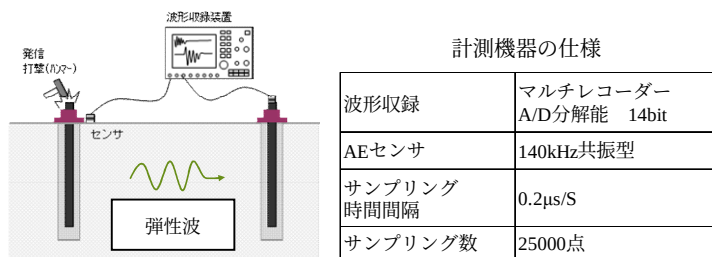


図-1 アンカーボルトセンシングの概要

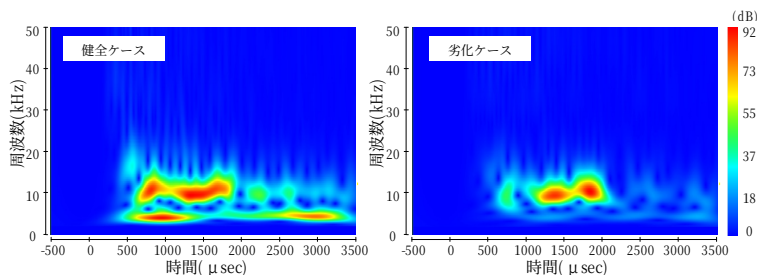


図-2 ウェーブレット解析による分析のイメージ

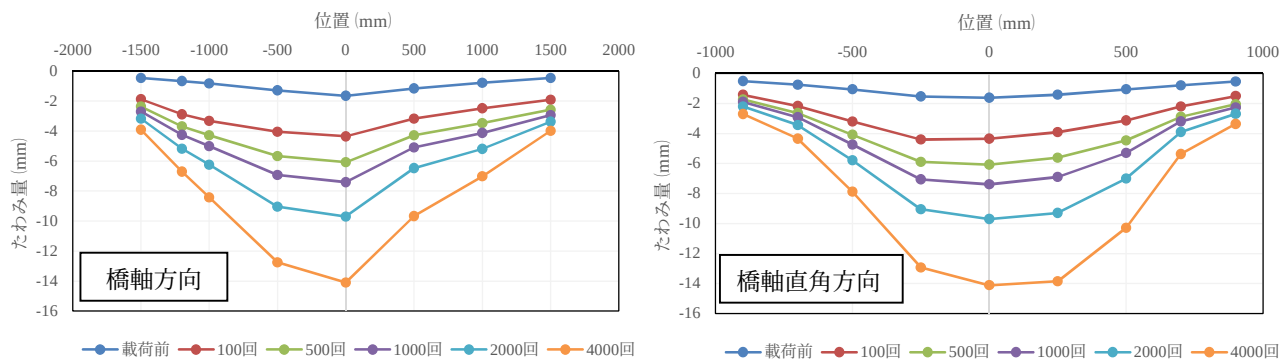


図-3 輪荷重試験におけるたわみ量の変化

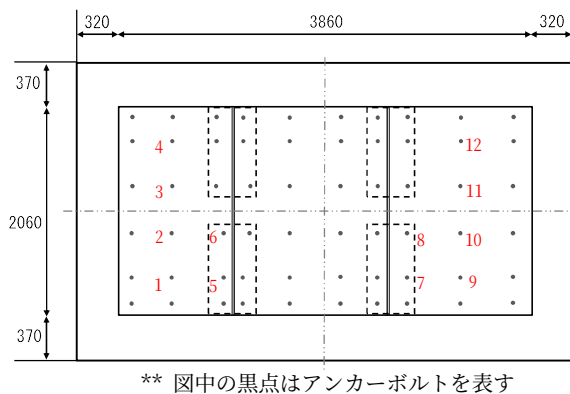


図-4 計測位置図 (赤字：計測位置番号)

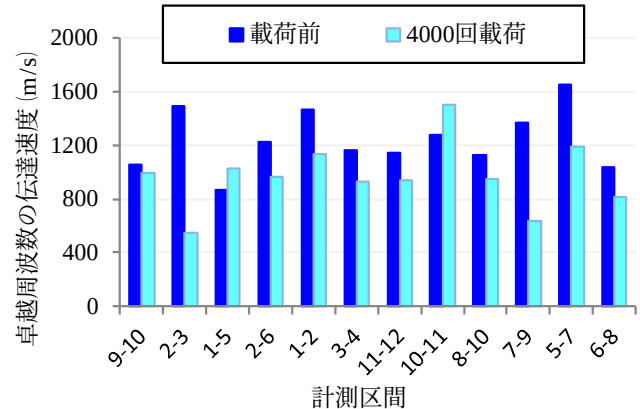


図-5 輪荷重試験における卓越周波数の伝播速度の変化

ともに床版の中央部における計測結果であり、計測範囲は橋軸方向で 4000mm、橋軸直角方向で 2000mm、とした。たわみ量の計測は載荷回数 0, 100, 500, 1000, 2000, 4000 において計測を行った。図中に示すように、載荷回数が増加するごとに橋軸方向、橋軸直角方向でたわみ量が増加していった。中央部のたわみ量が最も大きいことから、供試体に局所的な損傷の発生などは生じておらず、輪荷重による疲労損傷が進展していったものと考えられる。

次に、アンカーセンシングによる卓越周波数の伝播速度の結果について示す。図-4 に発信と受信センサーを配置した位置図、図-5 に計測区間毎の卓越周波数の伝播速度の変化を示す。図-5 の横軸に示す計測区間とは、例えば 9-10 なら、図-4 に示す計測位置 9 に発信センサーを、計測位置 10 に受信センサーを付け計測したことを表している。図-5 に示すように、計測した 12 計測区間のうち 10 の計測区間において、4000 回の輪荷重載荷を行った後、卓越周波数の伝播速度は低下した。低下の割合として大きいもので約 60%、小さいもので約 5%とバラつきが大きくなったが、平均して約 20%の低下が生じており、計測時によるノイズ等の影響があったと考えても、輪荷重試験による供試体と卓越周波数の伝播速度の低下の関係の相関があることがわかる。卓越周波数の伝播速度が増加した 2 計測区間の原因については、例えば、新たなクラック開口、既開口クラックの閉合、などが考えられるが、少なくとも本実験より、卓越周波数の伝播速度を利用することで、鋼板接着床版の内部コンクリートの劣化度を評価できる可能性について確認することができた。

4. おわりに

筆者らが開発したアンカーボルトセンシングは、鋼板接着床版の劣化度を適切に評価できる手法であることを、実験を通して確認することができた。提案する卓越周波数の伝播速度による劣化度の定量化については、今後、さらに劣化度を変えた様々な実験を行うことで実施する予定である。

謝辞：本稿は、京都大学インフラ先端技術共同研究講座との共同研究成果の一部である。記して、関係各位に感謝の意を表す。

参考文献：1) ハツ元ら：鋼板接着補強 RC 床版の劣化度評価に関する研究（その 1），土木学会第 70 回年次学術講演会概要集，V-123，pp245-246，2015 年 9 月 2) 小椋ら：鋼板接着補強 RC 床版の劣化度評価に関する研究（その 2），土木学会第 70 回年次学術講演会概要集，V-124，pp246-247，2015 年 9 月