PC 橋梁桁の健全性 1 次診断方法としての弾性波速度測定

（株）大進コンサルタント　正会員　○炭谷　浩一
リック（株）　正会員　岩野　聡史
（一社）iTECS 技術協会　正会員　山下健太郎

1．まえがき

これまで，橋梁の健全性に関する 1 次スクリーニング的な方法として目視調査またはハンマーによる打音調査が多く用いられてきた[1)]．しかしながら打音診断などでは，客観的なデータを残すことが難しく，また調査者には高いスキルが要求されるという問題点がある．一方，コンクリート構造物の非破壊試験方法として，衝撃弾性波法をはじめいくつかの技術が用いられるが，これらの方法は高精度ではあるものの局所的欠陥の検出方法として確立されているものであり，構造物の全体を詳細に検査するには莫大な費用と労力，時間を要することになる．

本報告では，弾性波速度を PC 桁の健全性の指標として用いる方法について検討する．すなわち，弾性波速度は，健全な場合と比較して欠陥があると必ず低下すること，またコンクリートの場合，健全であれば打設深さが深いほど弾性波速度が速くなるという特性を利用し，弾性波速度の低下を指標として，PC 桁の健全性評価を行おうとするものである．

2．実験方法

一般的なコンクリート構造物の場合，打込み面からの深さが深くなるほど強度が高くなる傾向を示すといわれている[2)]．また，同一配合であれば，強度が高いコンクリートほど弾性波速度が速いとされている．したがって，健全に施工された橋梁桁の場合，桁の下部の方の弾性波速度が速くなる．さらに，これまでの知見によるとひびわれ等の欠陥が進展すると弾性波速度も低下するとわかっている[3)]．これらをもとに弾性波速度の分布をモニタリングすることで橋梁桁の健全性判定に関する有用な情報を得ることができる．

実験では，長さ 4600mm，高さ 600mm，幅 700mm の中空断面を持つ PC 模型橋梁を用い，上部から荷重を段階的に作用させ，載荷段階ごとに，桁軸方向の弾性波速度の分布を測定した．載荷荷重は，最大 950ｋN 程度まで 50kN ステップで載荷し，都度測定を行った．載荷は，2 点支持 2 点曲げ載荷試験である．図-1 に使用した模型 PC 橋梁の形状，及び，弾性波速度の測定位置を示す．

弾性波速度は，桁の軸方向の透過及び表面伝搬について測定した．実施工された橋梁桁では，軸方向の透過弾性波速度の測定は桁端面が露出していないことから困難であるが，今回は載荷試験用の模型桁であるため，透過方向の弾性波速度の測定が可能であった．実際の橋梁桁の場合は，信号入力点，受信点とも桁の側面となるため，これを想定して表面を伝搬する弾性波速度の測定を行っている．

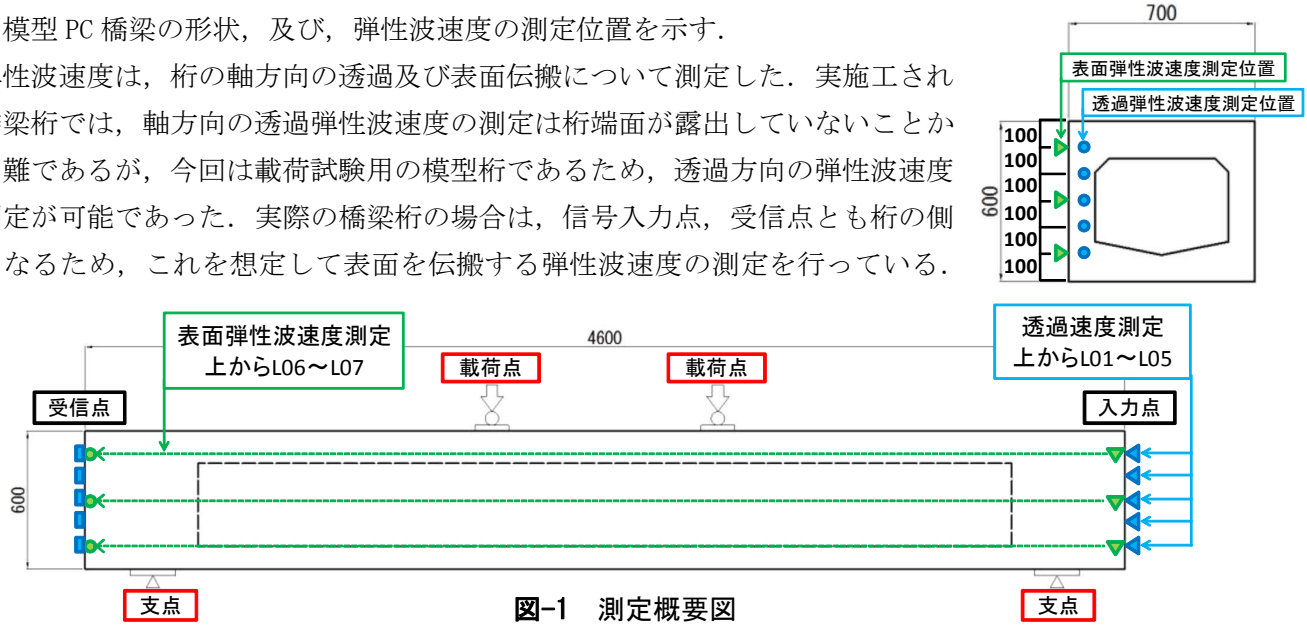

図-1　測定概要図

キーワード　PC 桁，非破壊試験，スクリーニング，弾性波速度
連絡先　〒861-2102　熊本県熊本市東区沼山津 4 丁目 2-22　（株）大進コンサルタント　TEL096-365-0112

３．実験結果

図-2 に実験結果を示す．図-2(a)は，透過弾性波速度，(b)は，表面伝搬弾性波速度である．図の横軸は，載荷荷重を示している．図から明らかなように，載荷前の初期状態では，桁下部の断面での弾性波速度が，桁上部側よりも速く，初期状態では，桁が健全であったことが示される．弾性波速度は，透過，表面伝搬のいずれも，桁下部の方が速いが，透過弾性波速度の方が明瞭にその傾向を示している．これは，表面を伝搬する縦弾性波と比較して，断面を透過する縦弾性波の方が測定し易く，また誤差も小さいことに起因しているものと思われる．

図に示されるとおり，載荷段階が進行するに従って弾性波速度は低下する傾向を示し，また，桁下端にひび割れが生じ始めた 250kN 載荷時付近を境にして桁上下断面での弾性波速度分布が逆転する傾向を示す．すなわち，ひび割れ発生について，透過弾性波速度及び表面伝搬弾性波速度とも低下することがわかる．

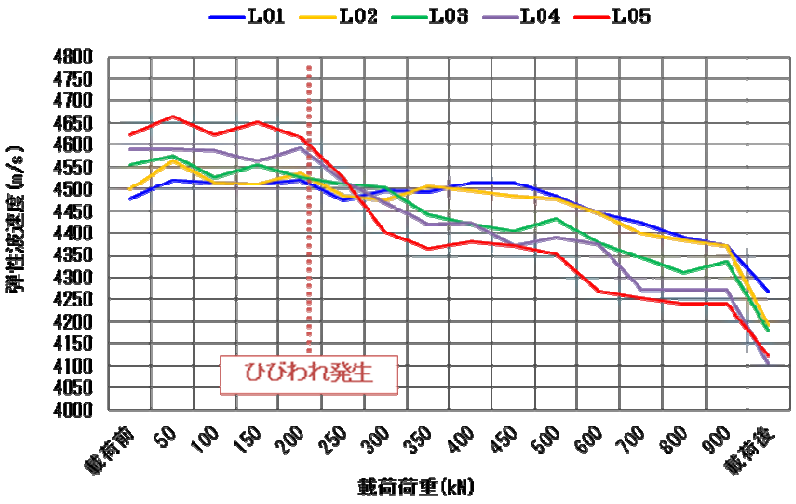

図-2（a） 透過弾性波速度測定結果

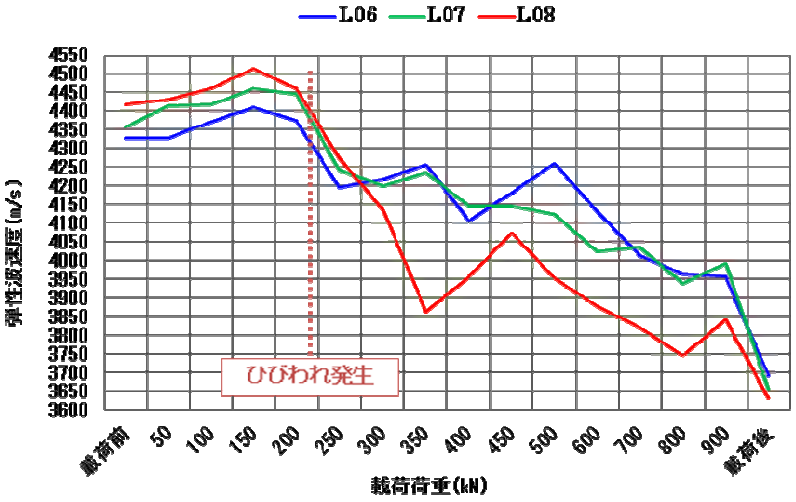

図-2（b） 表面弾性波速度測定結果

４．考察

実験結果から，弾性波速度を経時的にモニタリングすることによって，橋梁桁の健全性評価が可能であることがわかった．健全な状態での弾性波速度が既知であれば，弾性波速度の低下率によって健全度の低下度合いが定量化出来る可能性が伺える．初期弾性波速度がわかっていない場合，弾性波速度の桁上下方向の分布を調査し，桁下端に向かって弾性波速度が速くなる傾向を示せば，桁は健全であると評価できよう．これは，橋梁の場合，桁上面側に荷重が作用し，健全性が損なわれた場合，桁下端にひび割れなどの損傷が進行し，結果的に弾性波速度が低下すると考えられるからである．また，表面を伝搬する弾性波の場合，桁の比較的長い区間について一挙に調査することができ，橋梁桁の健全性の１次スクリーニング方法としても有用と考えられる．

５．謝辞

本報告での実験は，(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センターが実施したものであり，弾性波速度モニタリングに関する測定は，技術フィールド提供の機会を得て実施したものである．ここに，(独)土木研究所及び関係各位に深く感謝の意を表します．

参考文献

1) 国土交通省 道路局 国道・防災課：橋梁定期点検要領
2) 公益社団法人 日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術
3) 三上信雄，極檀邦夫，笠井哲郎，藤田孝康：表面弾性波速度による既設沿岸構造物の劣化診断，土木学会第 63 回年次学術講演会，5-187，2008.9