

衝撃弾性波法を用いた PC 桁橋シース内グラウト未充填探查測定

東北学院大学大学院工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○相良 雄三
東北学院大学工学部環境建設工学科准教授 正会員 李 相勳

1. はじめに

中径間橋梁の PC 桁橋では、一般的に桁内部に PC 鋼線を通したシースを配置しており、このシース内にグラウトを充填することでシースとコンクリートを間接的に付着させている。またグラウトを充填することで、シース内に水が浸水し生じる、PC 鋼線の腐食や破断、凍結融解作用によるコンクリートの亀裂等を防ぐ働きもある。グラウトの充填においてシースと PC 鋼線の間が狭いため、グラウト充填が容易ではない。また、その作業は、シースの内部が見えないため、施工時に充填・未充填の判断が容易ではない。そのため、PC 橋では、早期に未充填箇所を把握することが維持管理上最も重要な要素である。PC 橋のシース内グラウト未充填探查測定において非破壊検査である衝撃弾性波法が注目されている。

本測定では、衝撃弾性波法を用いて、実構造物の PC 桁橋におけるグラウト未充填箇所の探查測定を行い、その分析結果より未充填を推定した。また確認のため未充填と推定された箇所について穿孔し、工業用内視鏡 (fiber scope) を用いてシース内部を撮影した。

2. 測定概要

2.1 測定対象

本測定の対象の PC 橋梁の側面図と断面図を図-1 に示す。本橋梁には 13 本のシース (Φ48mm) が配置されており、各シースには、5mm の PC 鋼線が 12 本入って

いる。橋梁の一部に発生している亀裂を中心にシースに位置とグラウトの未充填箇所探查測定を行った。

2.2 測定方法

衝撃弾性波法を行う前に橋梁腹部の側面に対しレーダー式鉄筋探查機を用いて、鉄筋とシースの位置を調査した。その結果を図-2 に示す。3 枚の探查記録を比較すると、鉄筋の位置は固定されているものの、傾斜配置されているシースは移動していることがわかる。次に伝播速度を求めるために、シースの配置されていない位置でキャリブレーション測定を行った。そして、図-1 に示すように定めた 3 箇所に対し、左から a (横 5 箇所×縦 3 箇所の 15 箇所)、b (横 6 箇所×縦 3 箇所の 18 箇所)、c (横 5 箇所×縦 3 箇所の 15 箇所) として測定を行った。例として測定点 c の測定箇所の位置を写真-1 に示す。



写真-1 測定点 c

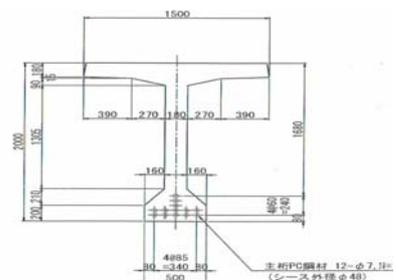
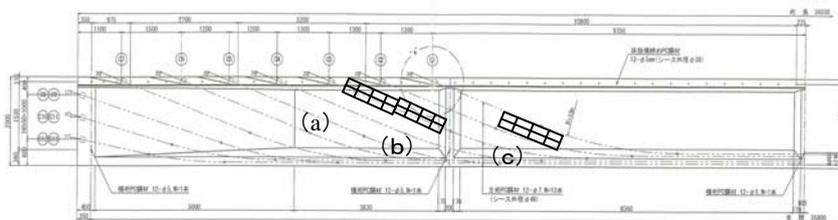


図-1 測定対象構造物の側面図および断面図

キーワード：非破壊検査 衝撃弾性波法 グラウト充填 PC 桁橋

連絡先：東北学院大学工学部環境建設工学科 李 相勳 (E-mail: leesh@tjcc.tohoku-gakuin.ac.jp)

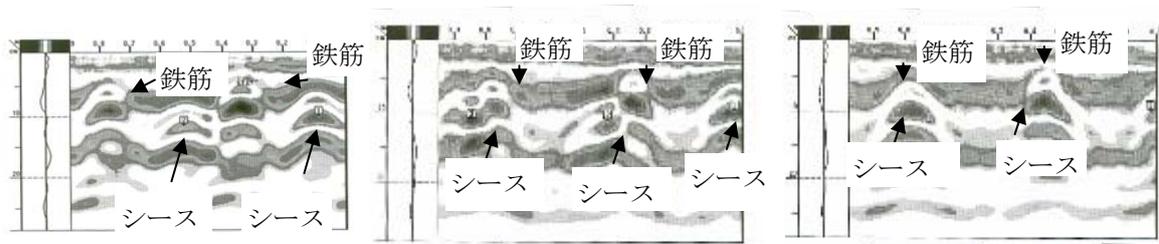


図-2 レーダー式鉄筋探査機による探査結果

3. 測定結果

グラウト未充填探査測定の前に、各測定点付近で行ったキャリブレーション測定における各測定点の結果は類似しており、平均伝播速度は 3000m/s であった。ここでは、図-1 で示した 3 箇所 の測定点の中から測定点 c について要約する。図-3 に測定点 c の 11 箇所目と 12 箇所目のフーリエスペクトルを示す。インパクターとして比較的小さい鋼球 (8mm) を使用したため高周波数域に卓越が見られるが、腹部厚さの 180mm に該当する共振周波数 (8000Hz 付近) にも見られる。一方高周波数域においては、整数倍のみの共振周波数 (16000Hz 付近) の卓越があれば空隙がないことを表すが、図-3 の測定点 11 を見ると 20000Hz 付近で卓越が見られる。これを可視化するため、各測定箇所に対して高周波数ピークと共振周波数の 2 倍との差を等高線で表したものを図-4 に示す。中心部でその差が大きく現れているのは、中心部においてシースと空洞の存在を表しているからである。

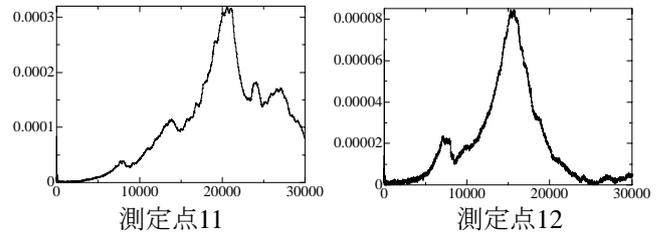


図-3 測定点 c におけるフーリエスペクトル

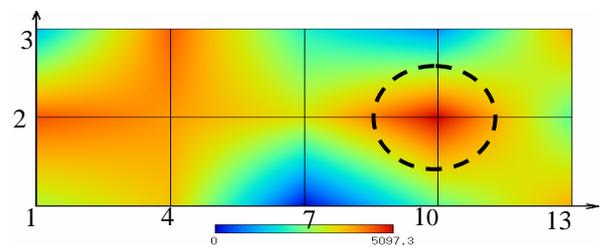


図-4 測定点 c における推定空洞位置

4. 穿孔

各測定によって推定された空洞の位置を確認するため、穿孔後工業用内視鏡 (fiber scope) による撮影を行った。穿孔位置は 11 箇所目の測定位置 (図-3 の左側) 付近であり、6mm 程度の深さでシースが発見された。写真-2 に工業用内視鏡で撮影した内部を示す。PC 鋼線とシースの姿が鮮明に現れていて、円で表した部分が未充填箇所である。PC 鋼線が腐食された跡やシース内部に水が溜まった跡は発見されなくこの未充填は断続的と判断した。



写真-2 穿孔内部

5. 結論

衝撃弾性波法を用いた PC 桁橋グラウト未充填箇所探査測定において、シースの位置はレーダー式鉄筋探査機を使用して推定することで時間を節約することができた。またグラウト未充填の位置は高周波数ピークと厚さを現わす共振周波数の 2 倍数周波数との差でその推定が可能であった。

謝辞

本研究は 2009 年度日本東北建設協会の技術開発支援制度による研究費で実施された。ご支援頂いた協会に感謝申し上げます。

参考文献

1. 富田芳男, 岩波光保, 大即信明 (2000). “衝撃弾性波法を用いた PC フレッシュグラウトの充填性評価に関する研究” 日本土木学会論文集, No.648, V-47, pp.127-135
2. 極檀邦夫, 境友昭 (2002). “衝撃弾性波法による PC 橋梁シース管グラウトの充填度合の測定” 日本コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.1557-1562