

PC グラウト充填度調査の実橋における精度確保の取組み

中日本高速道路(株) 正会員 酒井修平 野口彰宏
鹿島建設(株) 正会員 ○伊藤成樹 石黒裕崇

1. はじめに

長野自動車道岡谷高架橋において、既設 PC 箱桁橋の健全性を確認するために PC グラウトの充填度調査を行っている。本調査においては、作業性などを考慮して広帯域超音波法¹⁾と電磁パルス法²⁾の2種類の非破壊検査手法を用いた。本論では、特に実橋では比較的採用事例の少ない電磁パルス法での調査における精度確保の取組みについて報告する。

2. 調査概要

岡谷高架橋は、PC 鋼棒(φ32mm)を主鋼材としており、シース径はφ38mmである。図-1に岡谷高架橋の側面から見た鋼材配置の模式図を、図-2に断面の鋼材配置図を示す。今回は、主に上床版張出鋼棒、ウェブ連結鋼棒に対し、電磁パルス法による調査を実施した。

3. 調査結果

3.1 一次調査(電磁パルス法の調査精度について)

電磁パルス法は、励磁コイルから発生した磁場によりシースを振動させ、振動により生じた弾性波をコンクリート表面に設置した AE センサで感知する手法である。図-3に電磁パルス法の概要を示す。シース内にグラウトが充填されている場合は、シースが拘束され振動は小さいが、シース内に空隙がある場合は、振動は大きくなる。また、かぶり小さいほど AE センサで感知する振動は大きくなる。この振動を波形エネルギーとして数値化を行い、かぶり深さとのかぶり深さとの相関関係から散布図を作成し、グラウトの充填不足箇所を確認しながら近似曲線を引くことで、調査箇所全体のグラウトの充填状況を把握することが可能となる。

当初、電磁パルス法で調査を行った際、波形エネルギーは比較的大きいがグラウトは充填、またはその逆といった結果が複数箇所で見られた。原因として、励磁コイルから磁場を発生させる際の振動がセンサに感知されてしまったことによる波形の乱れが考えられたため、改善策として励磁コイルとコンクリート面に衝撃緩衝用のクッション材を挟むことにした。これにより、不要な振動の影響を抑え、シースの振動を適正に計測することができた。

今回の調査における波形エネルギーとかぶり深さの関係の一例を図-4に示す。クッション材による改善策を施す前は結果のばらつきも見られたが、改善によりばらつきが低減され、グラウト充填不足の有意な近似曲線を引くことができたと考えられる。この近似曲線より下方の範囲がグラウトが充填されているエリアとなるが、後述するコンクリートの状態や近傍の鋼材の影響等により調査時の波形が若干乱れることもあるため、今

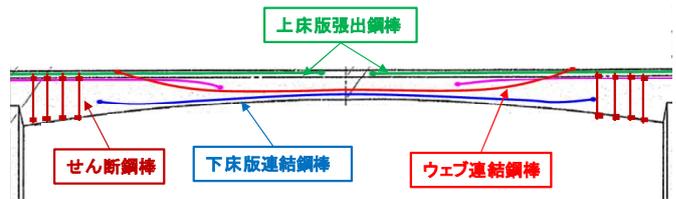


図-1 鋼材配置の模式図

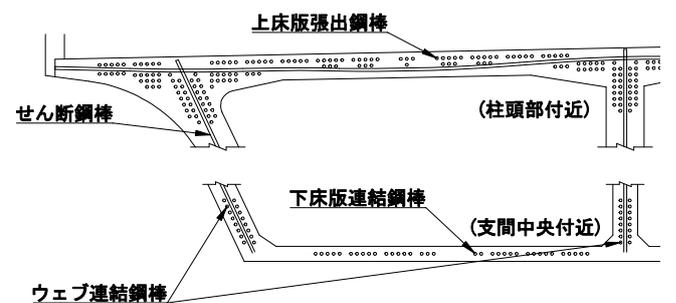


図-2 断面の鋼材配置図

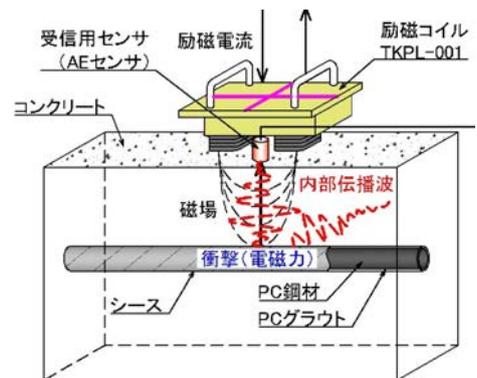


図-3 電磁パルス法の概要

キーワード グラウト調査, PC 箱桁橋, 広帯域超音波法, 電磁パルス法

連絡先 〒333-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町 2-1-1 鹿島建設(株)関東支店土木部 TEL 048-658-7800(代)

回は充填・未充填エリアの閾値を確定するには至らず、今後の課題と考える。

3.2 二次調査(広帯域超音波法と電磁パルス法の比較)

今回、2種類の非破壊検査の精度検証を実施したため、岡谷高架橋 P7-P9 間のウェブ連結鋼棒 114 箇所において広帯域超音波法、電磁パルス法で同一箇所の調査を行い、削孔結果と比較した。表-1 に非破壊検査と削孔結果の比較を示す。広帯域超音波法と、改善前の電磁パルス法を比較すると、(A)削孔結果と一致していた箇所はともに約7割程度であった。また、(B)安全側評価となっていた箇所を合わせると、両手法ともに全体の9割程度となっており、(C)危険側評価となった箇所は全体の1割程度であった。また、クッション材による電磁パルス法の改善後、(A)削孔結果と一致していた箇所は8割以上と調査精度が上がったが、(C)危険側評価となった箇所はやはり1割程度存在した。

4. まとめ

今回の調査を通じ、電磁パルス法では励磁コイルによって生じる振動の影響を抑えることで、精度の向上につながる事がわかった。また、電磁パルス法は比較的新しい手法であるが、従来から行われている広帯域超音波法と同程度の調査精度を有していると考えられる。

ただし実橋における調査の注意点として、広帯域超音波法や電磁パルス法のようにコンクリート中を伝播する波を利用する非破壊検査手法では、媒質となるコンクリートの状態が判定結果に影響を及ぼすことも明らかになった。本橋のように建設から年数が経過した橋梁では、ひび割れや塩害等に起因する浮き・剥離等も見られるが、このような箇所では非破壊検査とその後行った削孔とで、結果が異なるケースも散見された。また、PC 鋼棒が多段配置となっている箇所や鉄筋が交差している箇所では、調査時に波形が他の鋼棒の影響を受けるため、調査精度の確保が困難となる。ほかにも、シースのジョイント部やカップラー部の近傍では、シースが振動しやすいまたはシース径が異なるといった理由から、やはり計測結果に不具合が出る可能性が高い。調査手法の精度は大事であるが、事前にコンクリートの状態の把握や鋼材配置図の確認等を行った上で、調査位置を選定することも重要である。

謝辞：本検討に当たり、大阪大学教授 鎌田敏郎先生、埼玉大学名誉教授 睦好宏史先生、山梨大学教授 斉藤成彦先生にご指導を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 濱岡弘二, 青木圭一, 原幹夫, 木下尚宜: 広帯域超音波法を用いた PC グラウトの充填調査, プレストレストコンクリート, Vol.56, No.6, pp.35-40, 2014
- 2) 服部晋一, 木部大紀, 寺澤広基, 鎌田敏郎: 電磁的入力方法により励起されるシースおよび鋼棒の電磁場応答を用いた PC グラウト充填評価手法に関する基礎的検討, プレストレストコンクリート, Vol.61, No.6, pp.83-91, 2019

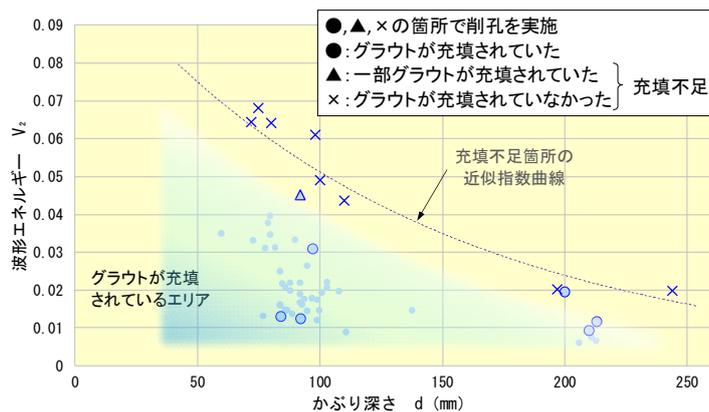


図-4 かぶり深さ-波形エネルギーの散布図

表-1 非破壊検査と削孔結果の比較 (箇所数)

比較結果	広帯域超音波法	電磁パルス法 改善前	電磁パルス法 改善後
(A)非破壊検査と削孔結果が一致	76 (66.7%)	82 (71.9%)	96 (84.2%)
(B)非破壊検査では充填不足だが、削孔結果は充填であった (安全側評価)	29 (25.4%)	21 (18.4%)	8 (7.0%)
(C)非破壊検査では充填だったが、削孔結果は充填不足であった (危険側評価)	9 (7.9%)	11 (9.6%)	10 (8.8%)
箇所数合計	114	114	114