

鉄道橋におけるP Cグラウト充填評価のための電磁パルス法試験の適用

東海旅客鉄道株式会社
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社
大阪大学大学院工学研究科

正会員 ○金谷 大樹, 佐藤 浩二, 神田 仁
正会員 稲熊 唯史
正会員 内田 慎哉, 鎌田 敏郎

1. はじめに

P C橋におけるグラウトは、P C鋼材を保護し、本体構造物と一体化させることで、部材の耐荷力および耐久性を確保する重要な役割を担っている。このグラウト充填評価に関しては、数多くの非破壊検査事例が報告されている。一般的に、P C横締鋼棒が複数連続して破断しなければ問題のない設計となっているが、構造物長期健全性確保の観点から、グラウト充填評価を合理的に行える技術の検証が必要である。

当社では、東海道新幹線のP C横締鋼棒に衝撃弾性波法試験を適用した実績があり、鋼棒端部の後埋めモルタル撤去の必要がない合理的な手法を検証している¹⁾。しかし、平林ら²⁾は衝撃弾性波法による伝搬速度で1本の鋼棒単位としてグラウト充填不足が認められた場合においても、充填不足範囲を具体的に特定することは難しいとしていることから、角田ら³⁾が供試体試験にて実績を残している電磁パルス法を実橋のP C横締鋼棒に適用し、充填不足範囲を非破壊検査で特定することを目的とした。

2 衝撃弾性波法試験

2. 1 試験概要

衝撃弾性波法試験概要を図-1に示す。打撃位置は端部アンカープレート下部直下のコンクリート表面とし、AEセンサ(140kHz 共振型)の取付位置は、両側の端部アンカープレート下部直下のコンクリート表面とした。なお、弾性波入力は鋼球を使用し、一定の方法で打撃している。

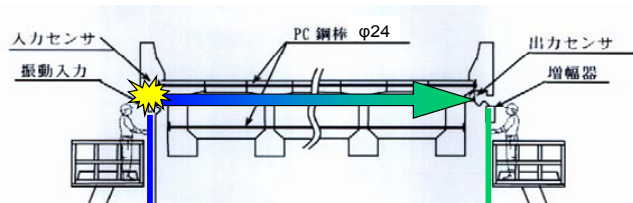


図-1 衝撃弾性波試験概要

2. 2 サンプリング試験

施工会社の異なる4つのP C橋りょうにて、無作為にサンプリングした横締鋼棒に対し、衝撃弾性波試験を行った。その結果、受振した弾性波の伝搬速度が比較的大きいと認められた、即ちグラウト充填不足の可能性があると考えられたA橋りょうにて、全数の横締鋼棒を試験することとした。

2. 3 A橋りょうの概要

A橋りょうはポストテンション方式のP C桁で、支間15mの上下線別桁構造、主桁4本とはね出し部から構成されている。それらを一体化しているのが片線21本のP C横締鋼棒であり、はね出し部まで緊張している鋼棒と、主桁のみ緊張している鋼棒が交互に配置されている構造である(図-2)。また、鋼棒(φ=24mm)には、約30tの緊張力を与える設計となっており、シースは鋼製(φ=35mm)である。

2. 4 衝撃弾性波法試験の結果

A橋りょうのP C横締鋼棒全数に衝撃弾性波法試験を行い、P波の伝搬速度、入出力比の2つを指標としてグラウト充填評価を行った。その結果、佐藤ら¹⁾の研究の知見から、A橋りょうでは一定程度の横締鋼棒グラウトが部分充填、あるいは未充填である可能性のあることが判明した。

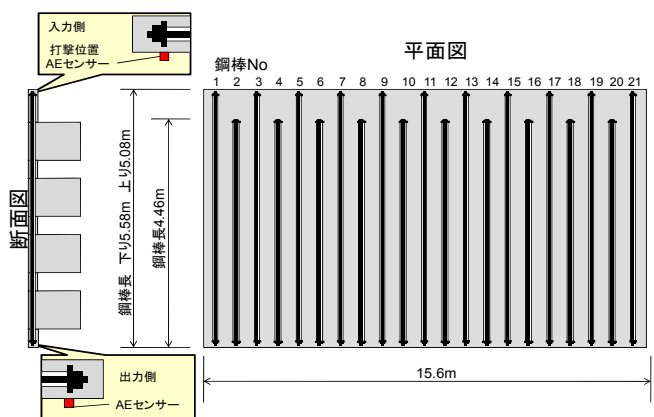


図-2 A橋りょう概要

キーワード：東海道新幹線，P Cグラウト，充填評価，非破壊検査，衝撃弾性波，電磁パルス

〒533-0031 大阪府大阪市東淀川区西淡路1-2-56 東海旅客鉄道株式会社大阪新幹線構造物検査センター tel.06-6307-0512

3 電磁パルス法の適用

3. 1 試験対象鋼棒の選定

電磁パルス法を適用してグラウト充填不足箇所の特定を試みる横締鋼棒は、伝搬速度帯域別でばらつくように考慮しつつ、9本をサンプリングすることとした。内訳は、完全充填とされる鋼棒が2本、部分充填とされる鋼棒が6本、未充填が1本とした。

3. 2 電磁パルス法試験の概要

鉄道実橋としては初めてとなる電磁パルス法の適用にあたり、図-3に示す通り試験方法を定めた。鋼製シース直下のコンクリート表面から20mmの位置に非接触で設置した励磁コイルにパルス状の電流を流し、コイル周辺に磁場を発生させることにより、鋼製シース管を振動させた。この鋼製シース管の振動は、シース管外部のコンクリートに伝達され、弾性波としてコンクリート表面まで伝搬する。ここでは、鋼製シース管内部のグラウトの充填状況の違いがシースの振動特性、および、コンクリート表面で受振される弾性波に反映されると考えた。そこで、センサの設置位置を励磁コイル近傍のコンクリート表面とした。また1鋼棒につき、はね出し部、間詰め部3箇所の計4箇所を試験することとした。

3. 3 電磁パルス法試験実施および結果

A橋りょうにおける、電磁パルス法試験実施にあたっては、発生する誘導電流等により、列車運行保安上の問題のないことを確認してから行った。また、試験結果と実状との整合性を確認するため、シース管削孔による空洞検査も行った。

その結果、はね出し部のデータから、弾性波振幅と削孔結果との整合性が最大となるような、しきい値(2.1V以上：充填不足、2.1V未満：完全充填)を見出すことが出来た。

代表的な4本の試験結果と、空洞検査結果との比較を表-1に示す。

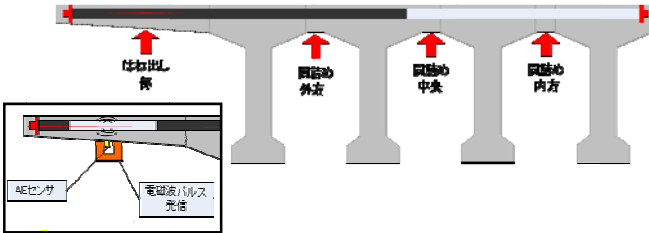


図-3 電磁パルス法試験概要

表-1 電磁パルス法試験及び空洞検査結果

鋼棒No	上線No.7 (弾性波判定:未充填)				上線No.15 (弾性波判定:部分充填)			
	はね出し	間詰め部外方	間詰め部中央	間詰め部内方	はね出し	間詰め部外方	間詰め部中央	間詰め部内方
励磁コイル近傍弾性波振幅(V)	2.23	1.80	1.41	1.48	2.32	1.83	1.69	2.01
暫定閾値判定	充填不足	完全充填	完全充填	完全充填	充填不足	完全充填	完全充填	完全充填
空洞検査結果	充填不足	充填不足	充填不足	充填不足	充填不足	充填不足	充填不足	充填不足
NDTと現物検査の整合性	○	×	×	×	○	×	×	×
鋼棒No	下線No.9 (弾性波判定:部分充填)				下線No.19 (弾性波判定:完全充填)			
	はね出し	間詰め部外方	間詰め部中央	間詰め部内方	はね出し	間詰め部外方	間詰め部中央	間詰め部内方
励磁コイル近傍弾性波振幅(V)	1.24	4.35	1.77	2.60	1.30	2.17	1.59	2.26
暫定閾値判定	完全充填	充填不足	完全充填	充填不足	完全充填	充填不足	完全充填	充填不足
空洞検査結果	完全充填	充填不足	充填不足	充填不足	完全充填	完全充填	充填不足	充填不足
NDTと現物検査の整合性	○	○	×	○	○	×	×	○

4 A橋りょうのグラウト充填不足に対する修繕

3章までにて確認されたA橋りょうのグラウト充填不足に関しては、低粘性グラウト材を使用し、手押しポンプによる加圧(0.5MPa)と真空ポンプ(-0.09MPa)を併用した工法にて再充填を行った。

5 結論

本研究にて得られた結論を以下に記す。

- 1) 電磁パルス法試験を実施した9本に対して、しきい値(2.1V)を暫定的に定めた。
- 2) これを用いて判定したところ、コンクリート品質が均一であると考えられる、はね出し部については実状との整合性が高かった。なお、間詰め部の判定精度向上が今後の課題である。

参考文献

1) 佐藤浩二ほか：鉄道橋PC桁実橋における衝撃弾性波法を用いたグラウト充填調査の一考察，土木学会第62回年次学術講演会，2007

2) 平林望，植木博，齋藤豪：PCグラウトの充填度評価に関する非破壊検査の適用，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，2003

3) 角田 蛸，鎌田敏郎ほか：弾性波によるPCグラウト充填評価手法への電磁パルス法の適用に関する基礎研究，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，Vol.9，2009

謝辞

本研究を進めるにあたり、大阪大学大学院 社会基盤設計学領域の角田様、(株)国際建設技術研究所の葛目様、ジェイアール東海コンサルタンツ(株)の山本様、大西様、神田様、辻様には、大変ご協力を戴きました。ここに記して謝意を表します。