

衝撃弾性波による PC 橋の横締めグラウト充填診断

首都高速道路(株) 正会員 ○永田 佳文
 (一財) 首都高速道路技術センター 正会員 白鳥 明
 アイレック技建(株) 伊藤 武文
 首都高メンテナンス西東京(株) 小林 真

1. 目的

PC 鋼棒は腐食や損傷により断面が欠損すると脆性的な破断が生ずる。その破断時の衝撃エネルギーにより後埋めコンクリートもはく落して、都市内では第三者に被害を及ぼすこともある。従来の衝撃弾性波法による横締め PC グラウトの充填診断は、後埋めコンクリートをはつり PC 鋼材端部を直接打撃する必要がある、作業性に改善の余地があった。著者らは横締め PC 鋼材定着後に施工された後埋めコンクリート面を、打撃用治具を介してハンマーにより打撃し、受信した伝播波形により診断を行う方法を検討してきた。本文では、横締め PC 鋼棒が用いられた実橋を対象に、衝撃弾性波法による診断を実施した内容を報告するものである。

2. 計測方法の概要

2.1 衝撃弾性波法

今回使用した衝撃弾性波法の計測システムの概要を図-1に示す。本システムでは、ハンマーで PC 鋼材の一端をコンクリート表面上より打撃し、受信側の AE センサーにて伝播波形を測定する。コンクリート表面での安定した打撃エネルギーを確保するため、打撃面には鋼板を設置した。ハンマーには加速度センサーを取付けて伝播時間の測定および打撃エネルギーの評価を行い、入力波形を確認しながら一定のレベルの打撃強度となるように打撃を行った。コンクリート表面上からの打撃では受信信号が微弱であるため、プリアンプ(増幅器)を設置し、増幅率は 60dB とした。

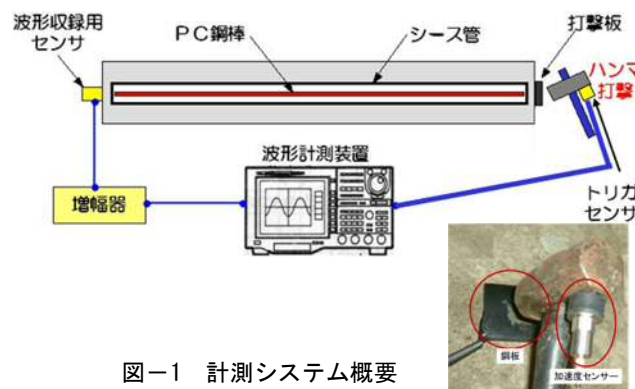


図-1 計測システム概要

2.2 計測対象橋梁の概要

対象橋梁の概要図を図-2に示す。診断した実橋梁は、横締め PC 鋼棒を用いている昭和 38 年 9 月しゅん功の PC ポストテンション 3 径間連続 I 桁橋(3 主桁、桁長 15.0m、桁高 1.25m)である。当該橋梁の各径間には端支点横桁、中間横桁、中間支点には中間支点横桁と間詰め部があり、各 2 本ずつ、計 22 本の PC 鋼棒(シープ管径 $\phi 34$ mm、鋼棒 $\phi 25$ mm)が配置されている。なお、横締め PC 鋼線を用いている橋梁を対象に行った検討については、佐々木ら¹⁾の報告を参照されたい。

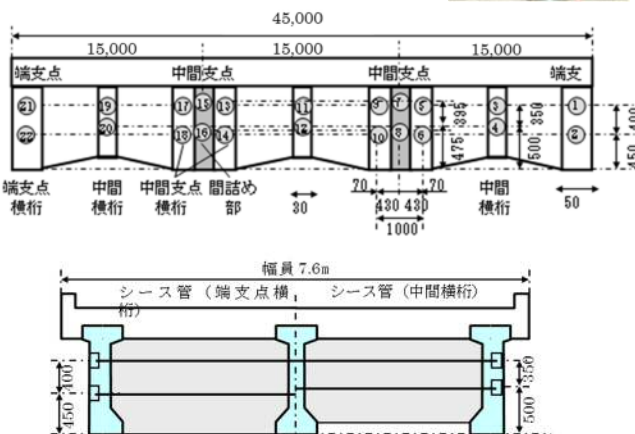


図-2 橋梁概要図(横締め)

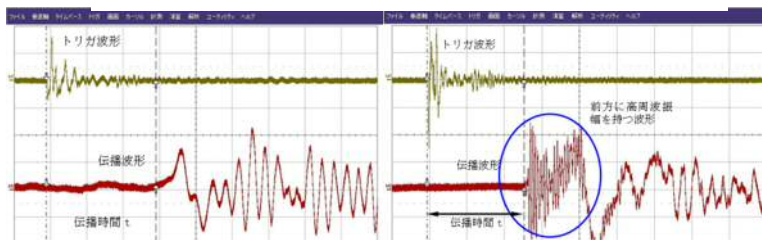


図-3 観測波形(充填)

図-4 観測波形(未充填)

3. 計測結果

3.1 計測波形の特徴

キーワード PC 橋、非破壊検査、横締め、グラウト、充填度

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-16-3 首都高速道路(株)西東京管理局 TEL 03-3264-8609

PC 鋼棒の横締めを対象に、本計測システムを用いて得られた波形例を図-3 および図-4 に示す。図-3 は「充填」の場合の波形であり、図-4 は伝播波の前方、到達時刻付近に高周波振幅が見られる特徴的な波形（以降、前方高周波振幅波）で、「未充填」の場合に観測される波形である。

3. 2 横締め PC 鋼棒の評価指標の検討

(1) 伝播速度および前方高周波による評価

PC 鋼棒の伝播速度の計測結果を、前方高周波振幅波の有無に着目して整理したものを図-5 に示す。平均速度は 4446m/s であり、最速は上り No.1（端横桁）の 5709 m/s である。前方高周波振幅波が観測された PC 鋼棒に対して、X 線調査ならびにはつりによる目視確認を実施したところ、未充填が確認された。これらの PC 鋼棒について、充填度調査結果をまとめたものを表-1 に示す。下り No.20（4565m/s）は、伝播速度のみの評価では充填と診断される可能性があるが、前方高周波振幅波と複合評価することにより、適切に診断することが可能となる。

(2) 伝播速度の立ち上がり時間

鎌田ら²⁾が供試体等で試みた伝播波形の立ち上がり時間を今回の検討に適用した。立ち上がり時間は振幅が最初に閾値を超えてから最大値に至るまでの時間として定義した。

分析には表-1 に示す未充填と判定される 7 データと、充填と判定される 10 データ（前方高周波無・伝播速度が遅い 4 データ、前方高周波無・伝播速度が速い 4 データ、前方高周波の存在の判断困難 2 データ）を抽出して行った。立ち上がり時間を整理したものを図-6、7 に示す。この結果、未充填と診断したデータの立ち上がり時間の平均値(0.77msec)は速く、充填の平均値(1.86msec)は遅い結果となった。さらに、立ち上がり時間の大きい前方高周波の存在の判断困難 2 データを除外した場合であっても、未充填と充填の立ち上がり時間の比を求めると 2 倍以上の差があることが明らかになった。

このことから、立ち上がり時間を評価指標として実橋の PC 鋼棒のグラウト充填診断に導入することは有効であると考えられる。

4. おわりに

PC 横締めに PC 鋼棒が使用されている実橋梁において、衝撃弾性波法によるグラウト充填調査・診断方法および評価方法を検討した。既往の研究も含め、本計測手法は PC 鋼線および PC 鋼棒の両形式に有効であることが確認された。

参考文献

- 1) 佐々木ら：「衝撃弾性波法による実橋における PC グラウト充填度の診断」，土木学会，弾性波法の非破壊検査研究小委員会報告書および第 2 回弾性波法によるコンクリートの非破壊検査に関するシンポジウム講演概要集，pp. 131-138，2007. 2
- 2) 鎌田敏郎・浅野雅則・国枝稔・六郷恵哲：「弾性波特性パラメータを用いた PC グラウト充填評価手法」，土木学会論文集，No. 746/V-61，25-39，2003. 11

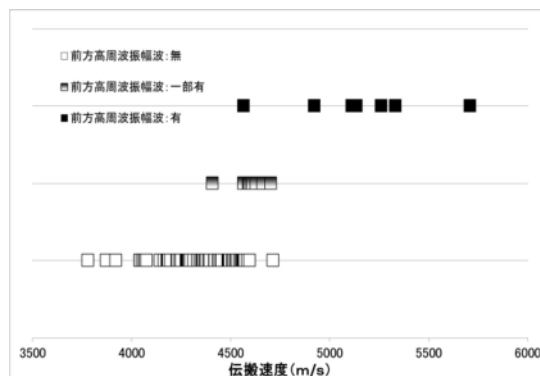


図-5 伝播速度の計測結果

表-1 充填度調査結果（未充填）

測定箇所	平均速度 (m/s)	前方高周波 振幅波の 有無	X線 調査結果	はつり 調査結果
上り No.1	5,709	有	----	完全未充填
上り No.8	4,924	有	----	----
上り No.13	5,135	有	----	両端部は充填、中央部が未充填
下り No.3	5,113	有	未充填あり	端部片方は充填、途中から断面の半分程度未充填
下り No.8	5,332	有	----	----
下り No.17	5,262	有	----	----
下り No.20	4,565	有	----	端部片方は充填、途中から完全未充填

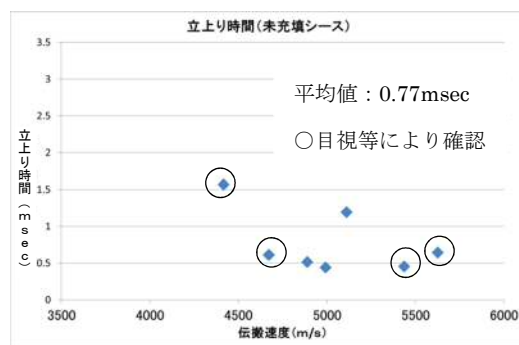


図-6 未充填ケースの立ち上がり時間

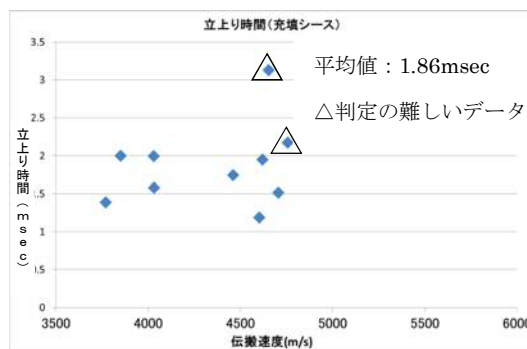


図-7 充填ケースの立ち上がり時間