

打音振動法を用いた新設 PC 橋のグラウト充てん管理について

○オリエンタル白石(株) 正会員 渡瀬 博
 オリエンタル白石(株) 非会員 高木陽一
 オリエンタル白石(株) 非会員 永田健也

1. はじめに

ポストテンション方式の PC 構造物においては、PC 鋼材の耐久性を確保する上で、シース管内のグラウト充てんを確実にすることは極めて重要である。通常は、シース内の充てん状況は目視できないため、施工時は注入時のグラウト量を流量計で管理するのが標準とされている。また、硬化後は排出ホース内がグラウトで満たされていることを確認することで、グラウトが充てんされたと判断している。ただし、万一ホースから遠い場所にエアードマリーがあった場合などは、排出ホースのグラウトと置換されずに、そのままシース内に滞留することも予想される。ここでは、既設の横締め PC グラウト充てん検査方法として近年実績のある打音振動法を、新設構造物の横締めケーブルに適用し、グラウトの充てん状況を検査した結果について報告する。

2. 検査対象

検査対象は、PC 連結 T 桁橋の床版・横桁横締めで、鋼材はより線の 1S21.8 で全長 11m、シース径は $\phi 35$ 、検査数は 1 径間あたり 45 本が 20 径間あり計 900 本である。床版コンクリートは $f_{ck}=50\text{N/mm}^2$ 、グラウトは超低粘性タイプである。

3. 検査方法

打音振動法は、コンクリート躯体に打撃等の強制的な衝撃荷重を加えることで生じる衝撃弾性波を AE センサで検知し、各種パラメータを調べることでグラウトの充てん状況を診断する非破壊的な検査手法である¹⁾。測定要領を図-1 に、使用計測器を写真-1 に、計測器の仕様を表-1 に示す。有意な弾性波パラメータとしては、弾性波到達速度比、高周波成分の有無、振幅比などが知られているが、今回は施工工程に起因する検査時間の制約などから、弾性波到達速度比のみに着目した。弾性波到達速度は、伝達する材料の弾性係数や密度と相関性があることが知られている。グラウト未充填の場合、弾性波は鋼材内を伝達するのに対し、充てん後は鋼材とグラウトが一体化した

表-1 計測器の仕様

品目	形式	仕様
AEセンサ	AE901S(NF回路設計)	共振周波数140kHz
波形収録装置	NR600(キーエンス)	サンプリング速度1 μs
プリアンプ	9913(NF回路設計)	利得40dB(10000倍)
インパクター	金属製ハンマ	重量85.1g

媒質内を伝達するため比較的遅くなる特性²⁾を利用

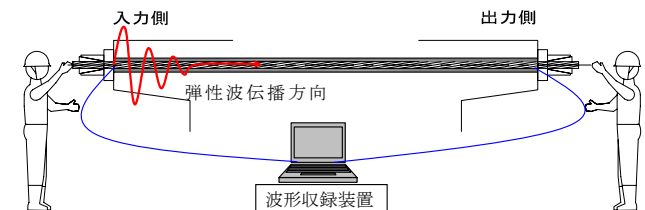


図-1 測定要領

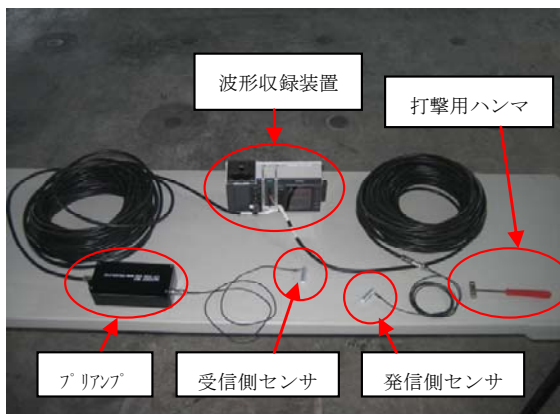


写真-1 測定機器

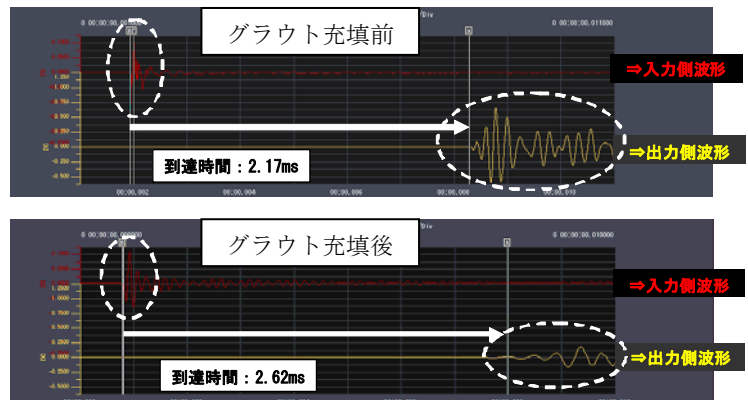


図-2 グラウト充てん前後の弾性波到達速度（例）

キーワード：PC グラウト、充てん管理、非破壊検査、打音振動法

連絡先：〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 5 TEL: 0285-83-7921 E-mail: hiroshi.watase@orosc.co.jp

して、グラウト充填の有無を判定した。また、打撃点および受発信センサ位置はともに支圧板で行った。弾性波記録波形の一例を図-2に示す。過去の横締め調査結果から、充てん後の速度比は85%程度と予想し、管理限界を90%と仮定して検査を開始した。

4. 検査結果

グラウト充てん前の弾性波到達速度については、各ケーブルのばらつきは小さいと考え、全数ではなく1径間目の10ケーブルを対象に、各3回ずつ計30回の測定を行い、この平均値をグラウト0%時の応答値と仮定した。充てん前の弾性波到達速度は平均値が5020.7m/sであるのに対し最小値が4956.5m/s 最大値で5070.7m/sと $\pm 1\%$ 程度のばらつきであった。充てん後の測定は、グラウト注入が4回に分けて行われたため、測定も4回に渡って行った。また測定時のグラウト材齢は同一日にあわせることが、工程上難しかったため、あらかじめ材齢1,2,3,4日で継続的に測定した結果、弾性波到達速度に変化が見られないことを確認できたため、充てん後測定は材齢1日～4日の間で行った。1径間目の充てん前後の測定結果を図-3に示す。充てん後の速度平均値は4241m/sで速度比としては84.5%であった。いずれも管理限界の90%以内にあり、充てん後の分布は充てん前に比べ多少のばらつきはあるものの、標準偏差が52.7m/sで、 $\pm 3\sigma$ の範囲内に充分収まるものでグラウト充てん不足に起因するような異常値は確認されなかった。よって次径間以降は同様に速度比の分布図を書き、測定値が $\pm 3\sigma$ の範囲内にあるか、また管理限界とした90%を超えていないことを確認しつつ充てん検査を進めた。最終的な全数の分布を図-4に示す。平均値83.4%に対し、84.0%～85.3%の範囲にデータの偏りが見られるものの、ほぼ正規分布に近い分布を示している。また、標準偏差は1.7%となり、全てのデータが $\pm 3\sigma$ の範囲に入っており、著しい特異値が無いことから、過大な測定誤差やグラウトの充てん不足が無い事が確認できたと思われる。

5. まとめ

弾性波到達速度の根拠や、計測値のばらつきの原因など、今後検討の余地は残すものの、今回の検査においては、900本の新設ケーブル全てにおいて、過度なグラウト充てん不足がないことを、打音振動法によって確認できた。

【参考文献】

- 1) 鎌田敏郎, 浅野雅則, 国枝泰祐, 六車恵哲: 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, Vol.61, No.746, pp.25-39, 2003
- 2) 鷹江虹, 鎌田敏郎, 浅野雅則, 六車恵哲: 弾性波によるPCグラウト充填評価方法の適用性に関する解析的考察, コンクリート工学年次論文集, vol.26, No.1, pp.1899-1904, 2004

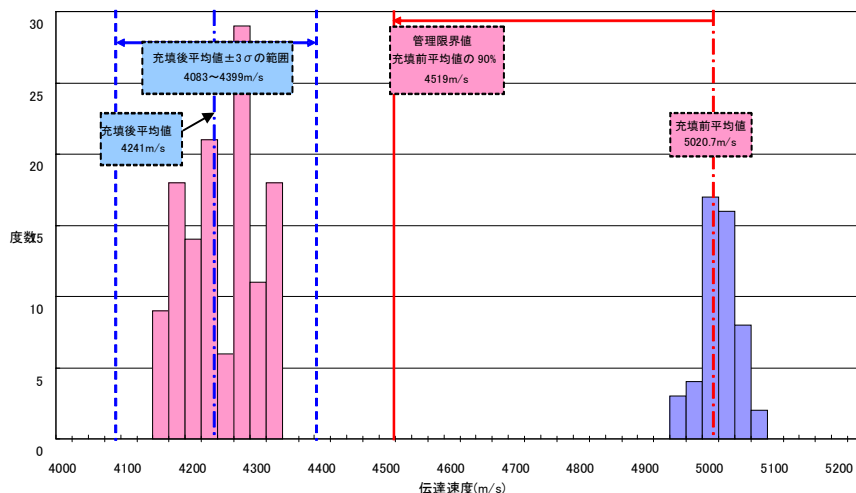


図-3 グラウト充てん前後の弾性波到達速度比分布（1径間目）

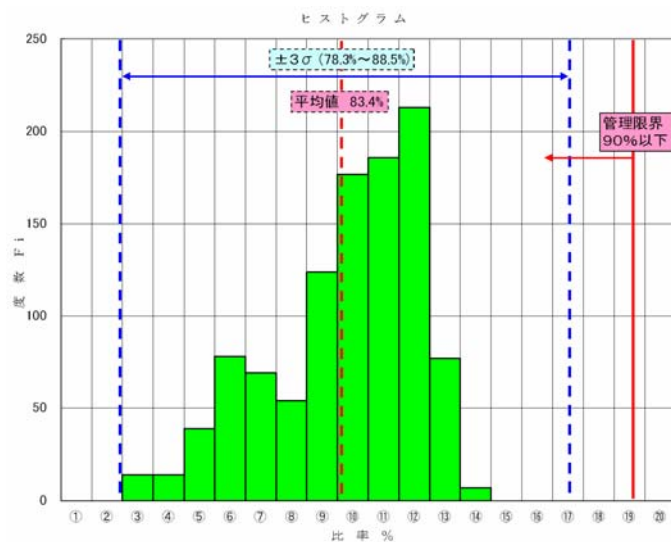


図-4 グラウト充てん前後の弾性波到達速度比分布（全数）