

コンクリート応力と衝撃弾性波速度との相関に関する実験的検討

三井住友建設（株）技術研究所 正会員 篠崎 裕生

三井住友建設（株）技術研究所 正会員 野並 優二

(株) コスモプランニング・テクノソリューション部 立見 栄司

1. はじめに

コンクリートの残存プレストレス量は、PC 橋梁の維持管理において安全性判定の際の重要な指標である。これを非破壊で精度良く知ることができれば、維持管理技術の向上に大きく寄与する。これまで、微破壊での応力推定手法がいくつか提案されている¹⁾中、非破壊で計測可能な弾性波速度により応力推定を試みるが行われてきた²⁾などが、未だ実用可能な段階には至っていない。

著者等は、国土交通省の「微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領(案)」に対応した、衝撃弾性波による圧縮強度測定装置（聴強器）を一部改良して、弾性波速度とコンクリート応力の相関性について PC 供試体を用いて調べた。検討にあたっては、聴強器で用いるセンサの電氣的ノイズ低減やセンサの改良を施すとともに、測定値のばらつきを低減する目的で、一部鉄筋をはつり出してその鉄筋にセンサを当てる方法などを検討した。

2. 実験の概要

図-1 に聴強器の外観を示す。2つの圧電型加振動センサを組み込んだ振動検出器をコンクリート表面に接触させ、その近傍をハンマで打撃して衝撃弾性波を発生させる。弾性波速度は、振動センサ間の波動伝播時間差と測定距離から算定される。今回の測定では、計測値のばらつき低減を目的として、振動センサ間距離を従来の 30cm から 50cm に伸ばすとともに、振動検出器や振動計へ浸入するノイズの抑制、波動到達時間の判定に用いている波形勾配比法の比率の改良を実施したものをを用いた。

PC 鋼棒でプレストレスを導入した、幅 500mm、長さ 1500mm、厚さ 250mm の供試体（図-2）を製作した。PC 鋼棒はφ32mm を 2 本配置した。計測時のコンクリートの圧縮強度は 51.4N/mm²、弾性係数は 33.4kN/mm²であった。

計測は、供試体表面の長手方向 3 ライン（A,B,C）と、鉄筋 1,2 ラインで行った。鉄筋打撃およびセンサの接触は、当該位置 3 か所のコンクリートを 5×5cm 程度切り欠いて、鉄筋を露出させて行った。鉄筋打撃の計測は、左端と右端の切



図-1 聴強器と計測概念

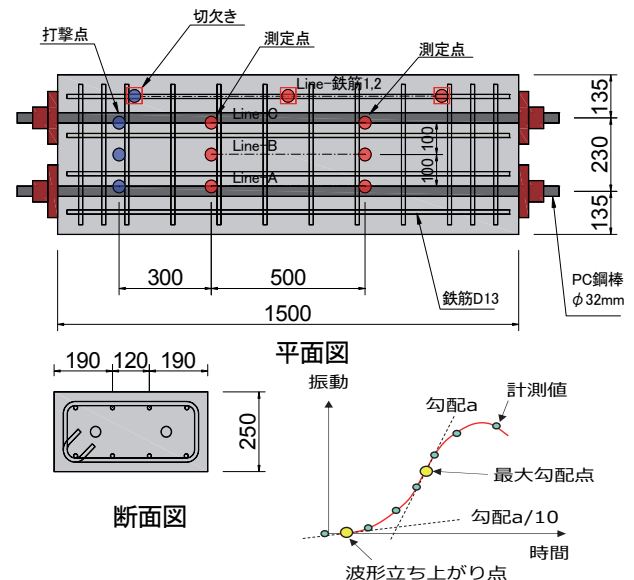


図-2 試験体と測定箇所および
振動波到達の判定方法

欠き部を打撃する 2 ケース実施した。PC 鋼棒緊張力は、コンクリート応力で 0～7.2N/mm² まで 4 段階で上昇させた。計測は各荷重 1 ラインで 50 回実施し、平均値をその代表値

キーワード：プレストレスコンクリート、衝撃弾性波速度、非破壊検査

連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL04-7140-5201, FAX04-7140-5216

とした。各センサに振動波形が到達した時間を判定する方法として波形勾配比法³⁾を用いている。標準では最大波形勾配に対する比が 1/15 の波形勾配を波形立ち上がり点（到達時点）としているが、今回は 50 回計測値の標準偏差が最も小さくなるように 1/10 に設定した。

3. 実験結果

図-3 は、Line-B の計測値の頻度分布である。50 回の計測値は、概ね正規分布することが分かる。その標準偏差は、15～20m/s であった。これ以外の Line-A,C や Line-鉄筋 1,2 についても同様の正規分布を示した。

図-4 は、各 50 回の計測値の標準偏差を示したものである。概ね 10～30m/s の値となるが、Line-A の 2.4N/mm² 時のみ 40m/s と比較的大きな値を示した。鉄筋を打撃・計測した場合においても、概ね同様の標準偏差が得られたが、コンクリート打撃・計測よりも若干劣るようである。

図-5 は、コンクリート応力と弾性波速度の関係を示したものである。鉄筋を打撃したケースも含めて、いずれのケースも弾性波速度は、概ね 4200～4400m/s であった。Line-B 以外は、コンクリート応力の増加にともない弾性波速度が増加する傾向にあることが分かる。Line-A と C は、ばらつきも少なく速度値は多少異なるものの、同様の右肩上がりの傾向であった。鉄筋 1,2 についても、ばらつきは大きいものの、同様の増加傾向を示しているとともに、速度値もコンクリート面打撃・計測と同様であることが分かった。

今回の結果では、弾性波速度の変化量は、0～7.2N/mm² で 50m/s 程度であり、標準偏差の大きさからすると、実用化には更なる精度向上が必要と思われる。また、計測値には鉄筋や PC 鋼棒の位置なども影響すると考えられ、これらの検討も必要と考えられる。

4. まとめ

圧縮強度測定装置（聴強器）を用いて、約 50N/mm² の圧縮強度のコンクリートに作用している応力と弾性波速度の相関を調べた。両者には相関性があることが分かった。これは、コンクリート内の鉄筋で計測しても同様であった。

参考文献

- 1) 二井谷, 渡瀬, 阪田, 綾野: コンクリート部材の有効応力の推定方法に関する研究, コンクリート工学論文集, 第 20 巻第 2 号, pp.27-37, 2009.5
- 2) 春田, 玉越, 高梁, 川間: PC 道路橋のプレストレス評価に関する研究, PC 技術協会第 17 回シンポジウム論文集, pp.253-256, 2008.11
- 3) 立見: コンクリートの非破壊圧縮強度推定法の開発, 三井住友建設技術研究所報告第 3 号, pp.133-141, 2005

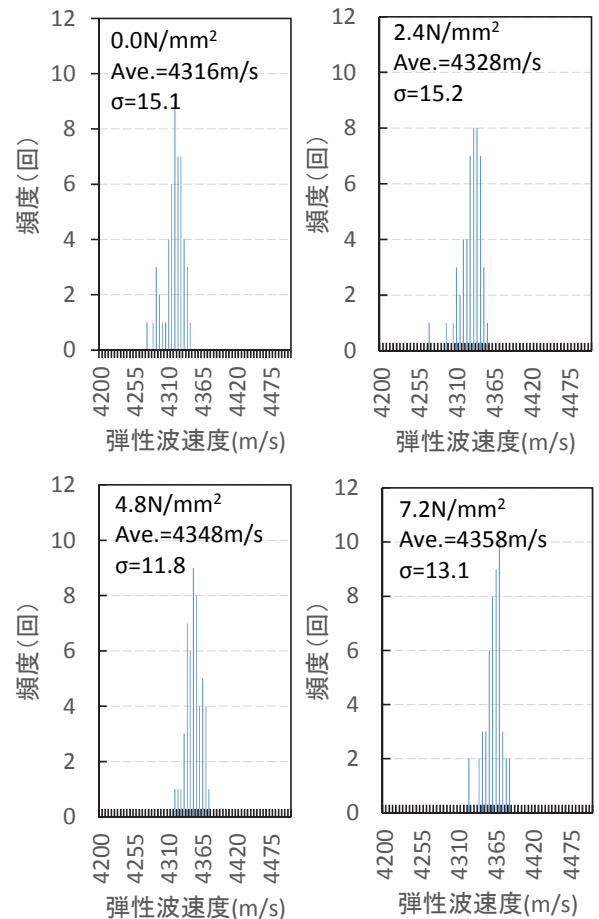


図-3 Line-C 計測値頻度分布

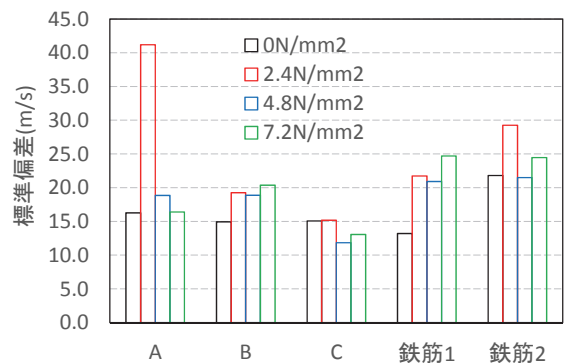


図-4 標準偏差

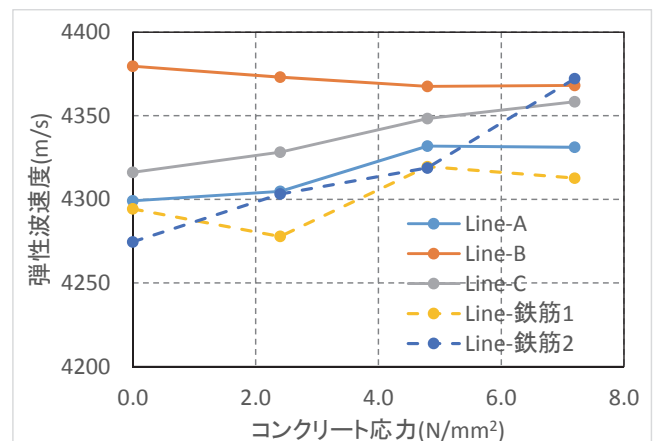


図-5 コンクリート応力と弾性波速度の関係