

表面 2 点法による圧縮強度測定法の橋梁工事への適用

三井住友建設(株) 土木技術部 正会員 ○吉川 雅人

三井住友建設(株) 技術研究所 立見 栄司

1. はじめに

コンクリート構造物の品質を評価する上で圧縮強度は重要な要素の一つであることから、立見らは、建設現場における構造体コンクリートの圧縮強度の確認・管理法に着目し、強度推定に関する非破壊検査法として衝撃弾性波による圧縮強度推定方法¹⁾を開発した。

本稿では、衝撃弾性波の表面 2 点法による圧縮強度測定法²⁾を、橋梁下部工事の現場で試行³⁾し、その適用性について報告する。

2. 衝撃弾性波の表面 2 点法による圧縮強度測定法

衝撃弾性波の表面 2 点法による圧縮強度測定法（以下、本強度測定法）は、コンクリート表面に 2 つの振動センサを組み込んだ振動検出器を当て、その近傍をハンマーで軽く叩くという簡便な方法によりコンクリートの弾性波速度を測定し、圧縮強度を推定する方法である。事前に円柱供試体を用いて測定対象コンクリートの弾性波速度と圧縮強度との関係式（圧縮強度推定式）を作成し、これを用いることにより、精度および信頼性の高い強度推定が可能となる。

3. 橋梁工事への適用

1) 工事概要

適用した現場は、国土交通省近畿地方整備局発注の 9 号矢井原橋床版補強工事の RC アーチ補強工（下部工）である。

アーチは、図-2、図-3 に示すように、断面が 4.5m×1.4m、支間長 61.7m、ライズ 10m の中空アーチである。コンクリートの打設はアーチ中央部の第 1 ロット（130m³）が先行し、5 日後に第 2 ロット（R,L 合せ 180m³）が行われた。この現場では、圧縮強度の施工管理はテストハンマーを用いて行うこととなっていたが、新しい方法として本強度測定法を併せて実施した。計測位置を図-2 の正面図および図-3 の断面図に示す。測定時の材齢は第 1 ロットが 42 日、第 2 ロットが 37 日であった。

2) 使用コンクリート

コンクリートの配合の設計条件を表-1 に、配合表を表-2 に示す。コンクリートは呼び強度が 24N/mm²で、セメントの種類は高炉セメント B 種である。



図-1 圧縮強度測定装置の概観

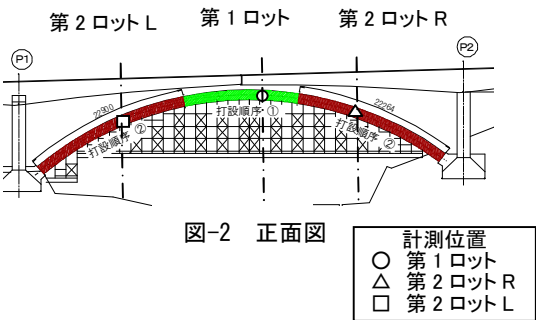


図-2 正面図

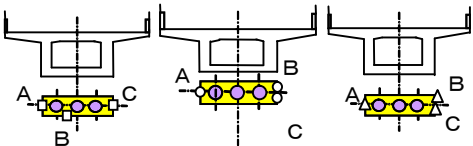


図-3 断面図

表-1 設計条件

コンクリートの種類	呼び強度	スラフ [°]	粗骨材の最大寸法	セメントの種類
普通コンクリート	24 N/mm ²	12cm	20 mm	高炉セメント B 種

表-2 配合表 (kg/m³)

水セメント比	細骨材率	セメント	水	細骨材		粗骨材	混和剤
				①	②		
54%	47.0%	313	169	580	248	945	3.600

キーワード 表面 2 点法，衝撃弾性波，コンクリート，圧縮強度，テストハンマー，品質管理

連絡先 〒164-0011 東京都中野区中央 1-38-1 三井住友建設土木技術部 TEL 03-5337-2132

3) 本強度測定法の測定結果

コンクリート打設時に採取・作製した円柱供試体の材齢7,14,28日において、各々3体の弾性波速度と圧縮強度との関係を調べ、その結果を図-4に示した。また、式(1)で表される圧縮強度推定式³⁾の密度 ρ 、係数 a, b, c の値を表-3に示す。作成された圧縮強度推定式を図-4に太い実線で示す。

$$f_c = a \cdot c \cdot \rho V^2 + b \quad (1)$$

この圧縮強度推定式を用いて、現場で測定された弾性波速度からコンクリートの圧縮強度を求め、表-4および図-4に示す。

この結果、試験回数3回の強度平均値は、27.0N/mm²であり、判定基準である設計基準強度(24N/mm²)を上回っていることが確認できた。しかしながら、標準養生による円柱供試体の σ_{28} は32.6N/mm²であり、冬季打設による温度条件が影響しているものと考えられる。

4. テストハンマーとの比較

本強度測定法で推定された強度と、同じ位置で行ったテストハンマーの反発度(15点を採取し、偏差が平均値の±20%以上のものは捨て、10点の平均値を採用したもの)を用いて、日本材料学会の換算式⁴⁾から求めた圧縮強度との関係を図-5に示す。

この結果、テストハンマーによる推定強度は、表面2点法による推定強度に対して正の相関は見られるが、かなり低い値を示した。このことは、図-4から分かるように、圧縮強度に対する弾性波速度が、細い実線で示す一般的なコンクリートのものよりも低いいため、弾性係数が比較的低いと推測され、反発度が日本材料学会の換算式に適用できなかったものと考えられる。

これに対して、表面2点法は、打設したコンクリートの円柱供試体により作成した強度推定式を用いたため、適切な推定強度が得られたものと考えられる。

5. 結び

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試行要領(案)³⁾によれば、試験回数はコンクリート150m³ごとに、1回の試験を行うことを原則としている。1回の試験における測定は3箇所、技術者1人が約1時間で計測することが可能であり、現場で十分に適用できる技術であることが確認できた。今後は、構造物コンクリートの強度管理のために、積極的に適用していきたいと考える。

最後に本稿を投稿するにあたり、近畿地方整備局豊岡河川国道事務所の方々にご承諾をいただきました。ここに記して深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 衝撃弾性波によるコンクリートの非破壊圧縮強度推定法 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1, pp.985-986(2002)
- 2) 衝撃弾性波試験 表面2点法による新設の構造物コンクリート強度測定要領(案) 2006年5月 (社)日本非破壊検査協会 (三井住友建設(株)), (独)土木研究所
- 3) 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試行要領(案) 平成18年9月 国土交通省大臣官房技術調査課
- 4) テストハンマーによる強度推定調査の6つのポイント 国土交通省大臣官房技術調査課, (独)土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム

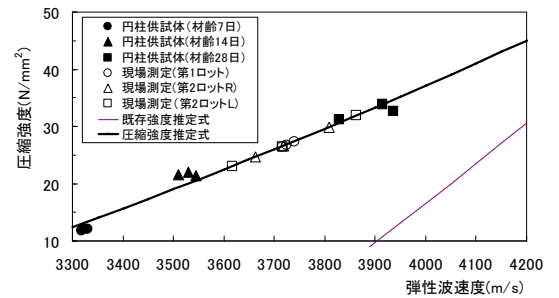


図-4 弾性波速度と圧縮強度との関係

表-3 圧縮強度推定式の係数の値

ρ	a	b	c
2.251	1/384	-40.2	0.825

表-4 測定結果

測定位置	推定強度(N/mm ²)			全平均値
	第1ロット	第2ロットR	第2ロットL	
A	26.8	29.9	23.0	27.0
B	26.5	24.6	31.9	
C	27.4	26.5	26.5	
試験平均値	26.9	27.0	27.1	

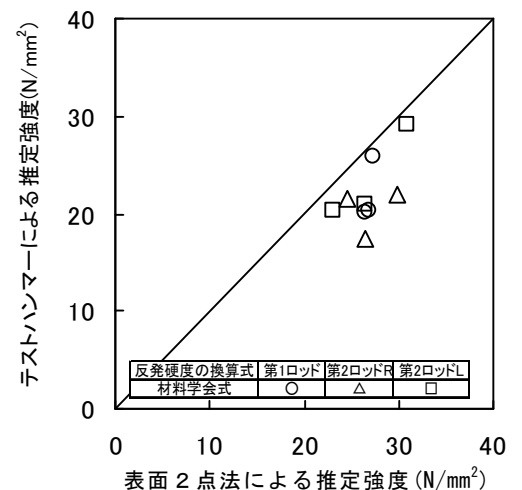


図-5 テストハンマーと表面2点法の比較