

テストハンマー法による超速硬セメントコンクリートの圧縮強度推定

豊田工業高等専門学校 正会員 ○河野伊知郎
 豊田工業高等専門学校 正会員 中嶋 清実
 小野田ケミコ株式会社 正会員 岡田 光芳

1. まえがき

建設現場で簡易的にコンクリートの強度推定を行う場合、一般的にテストハンマーが用いられている。テストハンマーはコンクリートの種類に応じて使い分ける必要があるが、超速硬セメントコンクリート用のテストハンマーは市販されておらず、最も普及している普通コンクリート用のテストハンマーを用いて強度推定を行っているのが実情である。しかしこの場合、普通コンクリート用の推定式を用いるために、超速硬コンクリートの推定強度と実際の強度との間に差異が生じることが指摘されている。

したがって、本研究では超速硬セメントコンクリートの強度推定を想定し、テストハンマーによる鉛直方向打撃および水平方向打撃における反発硬度と圧縮強度との関係を明らかにすることを研究の目的とした。

2. 使用材料および配合

使用材料は、セメント：T社製アウイン系超速硬セメント，S社製普通ポルトランドセメント，S社製早強ポルトランドセメント，骨材：静岡県天竜川産の川砂利（最大寸法 25mm，粗粒率 6.57，表乾密度 2.65g/cm^3 ，吸水率 0.71%），三重県員弁川産の川砂（粗粒率 2.96，表乾密度 2.62g/cm^3 ，吸水率 1.61%），混和剤：K社製高性能減水剤，T社製高性能減水剤，T社製 AE 剤，T社製凝結遅延剤，である。

表-1 に実験に用いたコンクリートの配合を示す。超速硬セメントコンクリート（SJC）の配合は、実際の現場で使用されている配合を参考に、単位セメント量を 400kg/m^3 ，水セメント比を 37%，目標スランプを 12cm，とした。また，比較用として単位セメント量および水セメント比を同一とした普通セメントコンクリート（OC）と早強セメントコンクリート（HC）についても実験を行った。

3. 実験概要

反発硬度と圧縮強度との関係を明らかにするにあたり，テストハンマーによる反発硬度試験および圧縮強度試験をおこなった。これらの実験はそれぞれ，JSCE-G504，JIS A 1108-1999 に準じて行った。

本実験では「コンクリートの非破壊検査に関する規格・規準」を参考に， $\phi 150 \times 300\text{mm}$ の円柱供試体を用いた。また，コンクリートの内部温度は養生中の供試体に熱電対を埋め込み計測した。

鉛直方向打撃における反発硬度の測定はクリープ試験機を用いて供試体軸方向に拘束力（ 2.5N/mm^2 ）を与え，打撃が鉛直方向になるように供試体を固定して行った。水平方向打撃の反発高度の測定は圧縮強度試験機を用いて供試体軸方向に拘束力を与えて供試体を固定した。それぞれの場合の反発硬度は供試体中央部側面で計測し，測定値 20 回の平均値を用いた。

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	目標スランプ (cm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m^3)				混和剤(g/m^3)		
					水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能減水剤	AE 剤	遅延剤
SJC	25	12	37	40	148	400	727	1103	8000	—	8000
OC							713	1081	3200	600	—
HC							712	1080	4000	1000	—

キーワード 超速硬セメントコンクリート，テストハンマー，垂直打撃，水平打撃，反発硬度
 連絡先 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町 2-1 豊田工業高等専門学校 TEL 0565-36-5882

4. 実験結果および考察

図-1に各種コンクリートの圧縮強度と積算温度との関係を示す。この図より OC と HC は、積算温度の増加に比例して直線的に圧縮強度が増加していることがわかる。しかし、SJC は積算温度が 100 (°C・h) を境にして2つの直線で示され、初期は急激な強度発現をし、その後緩慢な強度発現を示している。これは、超速硬セメントの強度において、生成時期を異にする2種類の水和物、すなわちエトリンガイドが変曲点の前半を、ケイ酸カルシウムが後半を主に受け持つためと考えられる。

図-2に水平方向打撃における圧縮強度と反発硬度の関係を示す。日本材料学会では OC および HC の強度推定式は同一式を用いている。この図からも OC および HC の圧縮強度と反発硬度との関係はほぼ等しく、同一の強度推定式が適用できると言える。SJC では圧縮強度と反発硬度との関係は変曲点の影響を受けず、OC および HC と同様に若材齢から長期材齢にいたるまで一つの強度推定式で表されることがわかる。これらのことから、SJC の強度推定に OC および HC の強度推定式を使用しても、反発硬度が 40 程度の場合は 2 を、反発硬度が 50 程度の場合は 3 を計測した反発硬度の値に加えれば実用上支障のない範囲で強度推定が可能と言えらる。

図-3に鉛直方向打撃における圧縮強度と反発硬度の関係を示す。ここでも OC および HC の圧縮強度と反発硬度との関係はほぼ等しく、同一の強度推定式が適用できると言える。SJC についても若材齢から長期材齢にいたるまで一つの強度推定式で表される。また、その勾配は OC および HC の強度推定式の勾配に非常に近い値を示しており、平行の位置関係にあると言える。これらのことから、SJC の強度推定に OC および HC の強度推定式を使用しても、反発硬度に補整量(約4)を加えれば実用上支障のない範囲で強度推定が可能と言えらる。

5. まとめ

本研究で明らかになったことを以下に示す。

(1) 超速硬セメントコンクリートの強度推定を行う際に普通および早強セメントコンクリートの強度推定式を用いた場合、同一反発硬度で比較すると 10~15N/mm²程度低く評価される。

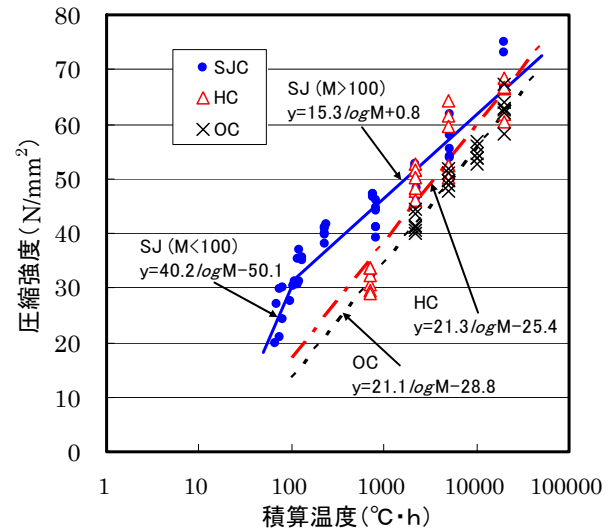


図-1 圧縮強度と積算温度の関係

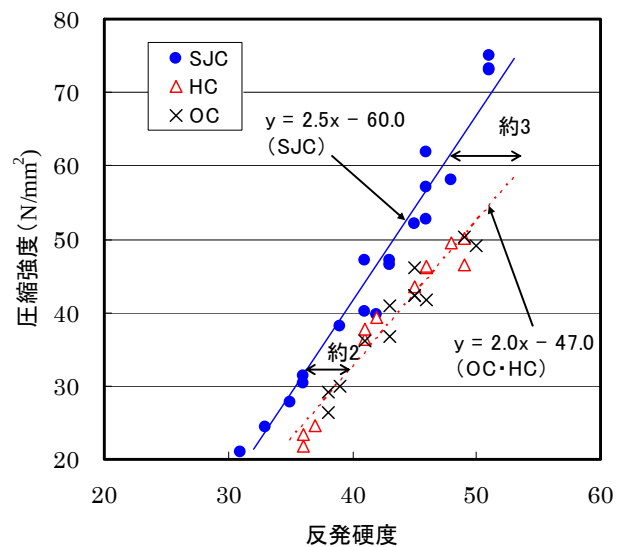


図-2 圧縮強度と反発硬度の関係(水平方向)

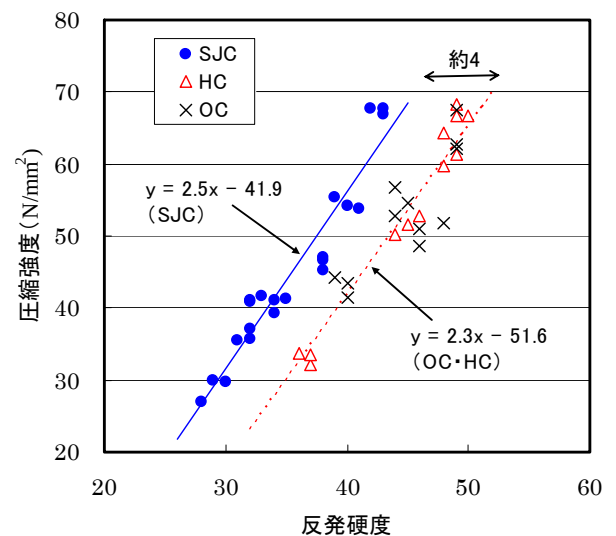


図-3 圧縮強度と反発硬度の関係(鉛直方向)

(2) 普通および早強セメントコンクリートの強度推定式を使用しても、反発硬度に補整量を加えれば実用上支障のない範囲で強度推定が可能と言えらる。