

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
 アサヒ技研株式会社 正会員 菰田 康浩
 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をスラブに用いた場合を想定し、テストハンマーによる鉛直方向における反発硬度と圧縮強度との関係を明らかにするとともに、反発硬度に与える影響因子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%，目標スランブを 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）についても同一の実験を行った。

3. 実験概要

実験項目は圧縮強度試験（JIS A 1108-1999），テストハンマーによる反発硬度試験（JSCE-G504），細孔径分布測定である。

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。

反発硬度試験はクリープ試験機を用いて供試体軸方向に拘束強さ（ 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。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。また、反発硬度から求める推定圧縮強度は、日本材料学会式より算出した。

細孔径分布の測定は、コンクリートと同じ水セメント比のペーストで $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の供試体を用い、水銀圧入法で行った。

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)	目標スランブ (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	—

超速硬セメントコンクリート，テストハンマー，垂直打撃，反発硬度，圧縮強度
 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町 2-1 TEL 0565-36-5882 FAX 0565-36-5927

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るとしている。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。また、この強度推定式の勾配はOCおよびHCの強度推定式とほぼ同じであり、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3)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る。

表-2に細孔量と平均細孔径を示す。この表よりSJCはOCおよびHCと比較して、材齢が進むほど細孔径が著しく小さくなっていることがわかる。このことが、コンクリート硬化体を緻密にし、推定強度よりも実際の強度が高くなっている一つの要因と考えられる。

4. 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圧縮強度と反発硬度の関係は一つの関係式で表され、また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る。
- (2) 同一反発硬度において、超速硬セメントコンクリートの圧縮強度が普通および早強セメントコンクリートよりも高くなる要因としては、ペースト中の細

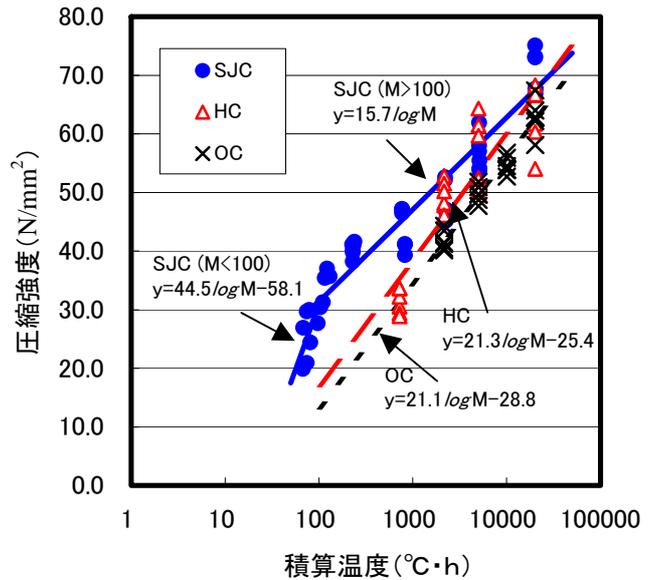


図-1 圧縮強度と積算温度の関係

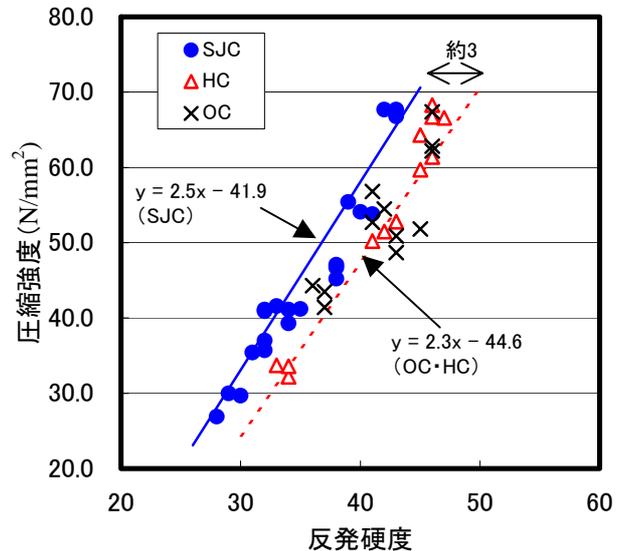


図-2 圧縮強度と反発硬度の関係

表-2 細孔量と平均細孔径

コンクリートの種類	細孔量 (mm³/g)			
	3 hours	3 days	7 days	28 days
SJC	102.82	89.02	73.63	26.47
OC	—	128.65	101.06	55.33
HC	—	75.87	44.25	37.57

コンクリートの種類	平均細孔径 (nm)			
	3 hours	3 days	7 days	28 days
SJC	472	20	14	12
OC	—	54	54	42
HC	—	34	24	14

孔径が材齢が進むにつれて著しく小さくなり、硬化体を緻密にすることが一つの要因と考えられる。