

軽量骨材コンクリートの反発硬度法における強度推定方法に関する実験的検討

太平洋マテリアル（株） 正会員 ○竹下 永造
太平洋マテリアル（株） 正会員 杉山 彰徳
人工軽量骨材協会 正会員 石川 寛範

1. 目的

近年、コンクリート構造物の劣化現象が顕在化したことにより、コンクリート構造物の品質が問われ、様々な品質管理試験が実施されている。その中でも、テストピースの圧縮強度ではなく、構造物の圧縮強度に関する品質管理試験に対しては、非破壊試験による方法やボス供試体のようなコンクリート構造物の内部を損傷することなく容易に供試体の採取ができる方法など様々な手法が提案されており、コンクリート構造物の品質管理に対する高い関心が伺える。

本研究で着目するテストハンマーによるコンクリートの反発硬度法は、簡便な非破壊検査手法として世界的に広く利用されており、日本においても、1958 年に日本材料試験協会（現在、日本材料学会）で試験案が取り纏められている。その後、研究・実績を踏まえ、土木学会基準や日本建築学会マニュアルが作成されてきたが、2003 年には、初めて日本工業規格（JIS A 1155）が制定されている。しかし、反発硬度法には、ある程度の誤差が避けられず、土木学会基準によれば、テストハンマー強度は円柱供試体の圧縮強度とは±50%、場合によってはそれ以上も異なることを考慮しなければならないとしている。JIS の解説も同様の問題を取り上げ、圧縮強度の推定方法を定めていない。また、測定結果がコンクリートの測定面の乾燥・吸水状態に影響されることが明らかにされているが、その影響の程度については必ずしも明確ではなく、降雨等の影響を受ける現場での測定結果を適切に評価することは容易ではない。さらに、軽量骨材コンクリートの場合に関しては、既往の研究も少なく不明な点が多い。

そこで、本研究では、テストハンマーの種類による影響、水セメント比の影響、コンクリート表面の乾湿状態が及ぼす影響の確認を目的とした実験を行なった。

2. 実験概要

(1) コンクリート配合

コンクリートの配合表を表－1に示す。単位セメント量を一定とし、水セメント比を 45, 50, 55%と設定した。単位セメント量の値は、単位水量が建築での基準である 185 (kg/m³) となるように調節を行った。細骨材率 (s/a) は、「土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕 付録1 コンクリートの配合設計方法」を参考にし、水セメント比が 50%で細骨材率を 48%と設定した。その値を基準とし、細骨材の絶対容積が同一となるように細骨材率を調整した。これは、細骨材による影響要因を除くためである。これにより、粗骨材の絶対容積が 351 (ℓ/m³) 中心として±17 (ℓ/m³) の変化となっている。目標スランプは、20±2 (cm) とし、目標空気量は、5.0±1.0 (%) に設定し、混和剤にて調整を行なうこととした。

(2) 試験方法

圧縮強度試験はφ10×20 (cm) の円柱供試体を、テストハンマー試験には日本材料学会の試験と同様に一辺が 20 (cm) の立方体を供試体として使用した。養生は気中養生とし、材齢は 28 日とした。

表－1 コンクリートの配合

コンクリート種類	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³) ※括弧値:絶対容積(ℓ/m ³)					
				W	C	S _N	S _L	G _N	G _L
普通コンクリート	45	46.9	5.0	151	336	846 (324)	-	974 (368)	-
	50	48.0		168				930 (351)	
	55	49.3		185				885 (334)	
軽量1種コンクリート	45	46.9		151		846 (324)	-	-	618 (368)
	50	48.0		168					590 (351)
	55	49.3		185					561 (334)
軽量2種コンクリート	45	46.9		151	-	635 (324)	-	-	618 (368)
	50	48.0		168					590 (351)
	55	49.3		185					561 (334)

キーワード 反発硬度法, 軽量骨材, 表面水率, 推定強度

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル（株） 開発研究所 TEL 043-498-3921

3. 実験結果

(1) 各種コンクリートの表面水分率

図-1に各種コンクリートと表面水分率の関係を示す。表面水分率の測定はケット社製 HI-520 の水分計を用いて行なった。水分計の設定は、測定対象：人工軽量骨材コンクリート、厚さ：30mmで行なった。図より、各種コンクリートの表面乾燥状態は12%程度であり、1日間測定面を水につけた場合は、普通コンクリートで15%程度、軽量1種コンクリートで21%程度、軽量2種コンクリートで15%程度となった。

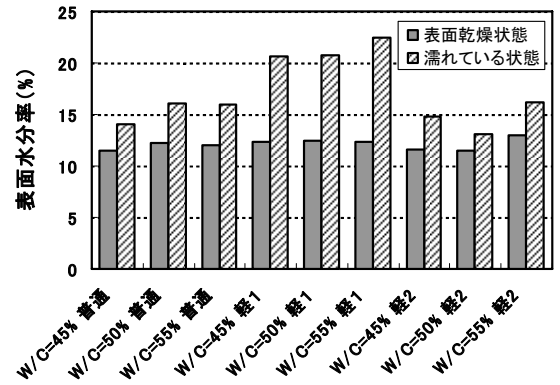


図-1 各種コンクリートの表面水分率

(2) 反発度－圧縮強度関係

図-2に反発度と圧縮強度の関係を示す。ここで、普通コンクリートの結果は、N型テストハンマーを用いた結果であり、軽量骨材コンクリートの結果は、L型テストハンマーを用いた結果である。図より、表面乾燥状態での測定では、反発度と圧縮強度は比例関係にあることが分かるが、表面が濡れている状態では、軽量1種コンクリート以外のケースでは、反発度がばらついていることが分かる。これは、既往の研究³⁾でも明らかになっているが、表面が濡れている状態での測定においては、反発度が小さくなる場合があり、その影響によりばらつきが生じていると考えられる。従って、表面が濡れている状態での測定は、反発度が大きく異なる場合があるため、注意が必要であると言える。また、表面乾燥状態での普通コンクリートの反発度と圧縮強度の関係を比較して、軽量骨材コンクリートの反発度と圧縮強度の関係は、同じ直線上ではないことも分かる。これは、テストハンマーの種類の違いによる影響と、コンクリートの種類による影響により、反発度が異なることを表している。

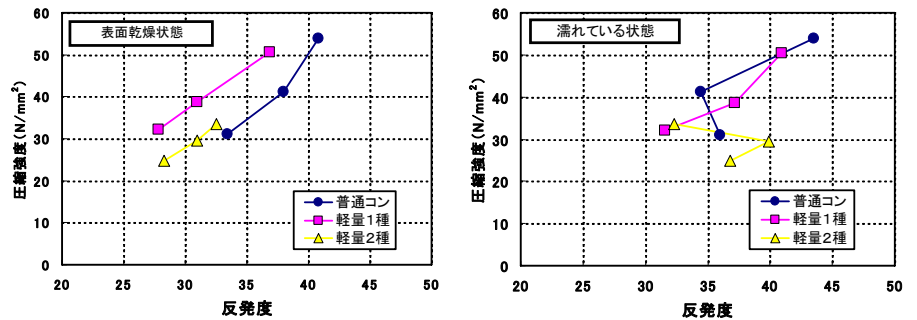


図-2 反発度－圧縮強度関係

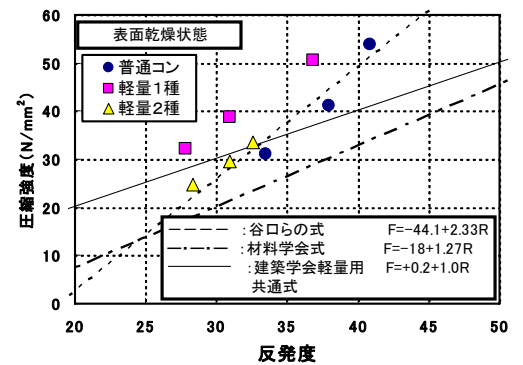


図-3 推定圧縮強度の関係

(3) 圧縮強度の推定

図-3に推定圧縮強度の関係を示す。図中の谷口らの式は既往の研究で明らかとなっている高強度コンクリート用の推定強度式であり、材料学会式は、日本材料学会が定めた式である。また、建築学会軽量用共通式は、日本建築学会「コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル」からの共通実験式の近時式である。図より、谷口らの式が普通コンクリートの結果と近似しているが、材料学会式と建築学会軽量用共通式は大きく相違していることが分かる。これは、材料学会式と建築学会軽量用共通式は低強度コンクリート用として提案されたものであり、今回の実験にはそぐわない結果となっていると考えられる。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す。

- (1) 反発硬度法による圧縮強度推定の際に用いるテストハンマーの種類は、反発度に影響を及ぼす。
- (2) 反発硬度法による圧縮強度の推定は、構造物の表面乾湿状態が大きく影響する。
- (3) 軽量骨材コンクリートの反発硬度法による圧縮強度の推定は、精度を上げるため、反発度と圧縮強度の関係を把握し、各配合で検量線を定めることが望ましい。