

第 部門 コンクリートの中性化が反発度法による強度推定に及ぼす影響の検討

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 中西 宏彰  
立命館大学理工学部 フェロー 尼崎 省二

1. はじめに

コンクリート構造物の強度を推定する簡易な非破壊試験方法の1つに反発度法がある。2002年、国土交通省より反発度法による試験の推奨の通達がなされるなど、反発度法の重要性は高まりつつある。しかし、反発度法は様々な要因に影響されることが指摘されており、その影響要因をいかに排除・評価するかということが重要となる。特に、中性化はコンクリート表面組成を密実にし反発度に影響を及ぼすことが知られているが、中性化の程度が反発度にどの程度の影響を及ぼすかは明らかにされていない。そこで、本研究では中性化深さが反発度に及ぼす影響を定量化することを目的とし、実験・検討を行った。

2. 実験概要

表1に使用材料および示方配合を示す。配合は水セメント比80~50%の4配合とした。供試体は、配合毎に圧縮強度試験(JIS A 1108)の100×200mm円柱供試体、反発度試験(JSCE-G 504-1999)の200mm立方供試体を作製した。供試体は材齢1日で脱型し、材齢4日まで散水養生後、材齢28日まで室内保管を行った。材齢28日以降は気密室静置、CO<sub>2</sub>濃度15%、常温、相対湿度50%の環境下で中性化を促進した。測定は材齢28日および促進材齢1、2、7、14、28日とした。なお、円柱供試体は促進材齢91日まで中性化を促進し、強度変化を調べた。中性化部分と未中性化部分での反発度の比較を行うため、せき板面に接した4面のうち、2面を暴露状態(以下、暴露面)として中性化を促進し、他の2面はビニルフィルムを貼付して中性化を抑制した(以下、抑制面)。反発度の測定は供試体に2.45MPaの応力を作用させ、暴露面、抑制面についてシュミットハンマーNR型を用いて行った。中性化深さは、反発度の測定後に立方供試体を割裂し割裂面にフェノールフタレインを噴霧し、赤変した部分までをノギスで測定した。ハンマー作動状況の確認のため、アンピル試験を行った。アンピル試験は下向き打撃を5回行った。アンピルの平均反発度 $R_a$ が本研究で使用したアンピルの公称反発度 $78 \pm 2$ の範囲に無い場合は、次式で補正を行いその面での反発度 $R$ とした<sup>1)</sup>。

$$R = 78R_0 / R_a \quad [1]$$

ここに $R_0$ :測定反発度、 $R_a$ :アンピルの平均反発度

表1 使用材料および示方配合

使用材料	種 類	特 性
OPC	普通ポルトランドセメント	密度:3.16g/cm <sup>3</sup>
細骨材	野洲川産川砂	表乾密度:2.61g/cm <sup>3</sup> 吸水率:1.17% FM:2.67 単位容積質量:1.67kg/l
粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石	表乾密度:2.70g/cm <sup>3</sup> 吸水率:0.65% FM:6.85 単位容積質量:1.58kg/l

水セメント比 W/C(%)	細骨材率 S/a(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				単位量(ml/m <sup>3</sup> )	
		水W	セメントC	細骨材S	粗骨材G	AE減水剤	AE助剤**
80	50.1	182	228	910	938	570	1140
70	48.1	179	256	866	967	640	922
60	46.1	174	290	823	995	725	754
50	44.1	171	342	772	1013	855	1368

\* リゲニスルホン酸化合物とポリオールの複合体  
\*\* アリキルアリルスルホン酸化合物系イオン界面活性剤

3. 実験結果

図1に促進材齢と圧縮強度との関係を示す。促進材齢の経過に伴って全ての配合で圧縮強度は増加している。促進材齢14日まではいずれの配合も圧縮強度の増加は5MPa程度であるが、促進材齢14日以降は水セメント比の大きいコンクリートほど圧縮強度が一定値に漸近する促進材齢が小さくなる傾向がある。この場合の強度発現は、3日間の散水養生とその後の室内保管としていることから、水和

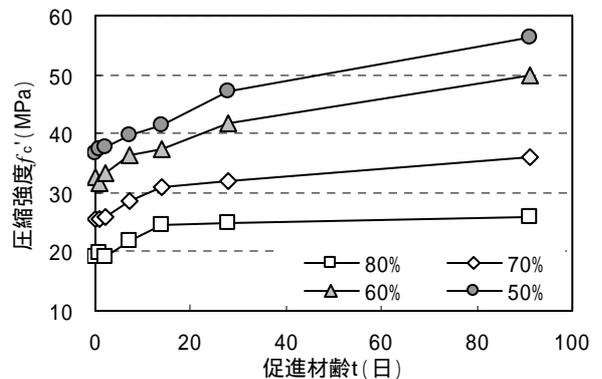


図1 圧縮強度の経時変化

によるものではなく中性化による密度増が原因していると考えられる。図 2 に中性化率（中性化領域の体積/円柱供試体の体積）と強度増大比（各促進材齢/材齢 28 日）の関係を示す。強度増大比 - 中性化率関係は、水セメント比に大きく影響されないことがわかる。中性化率を図中に示す近似曲線から推定すると、中性化率 80%での円柱供試体強度は未中性化時の 1.4 倍程度になっている。

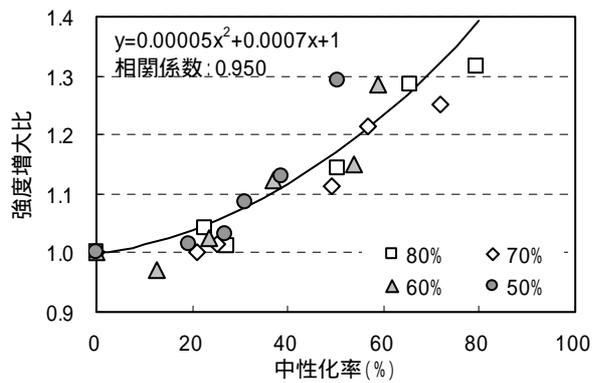


図 2 中性化率と強度増大比との関係

図 3 に促進材齢とハンマーNR による反発度との関係を示す。暴露面において、促進材齢 2 日まではいずれの配合でも反発度の増加は約 5 程度と配合による差異は生じていないが、促進材齢 2 日以降は、水セメント比が小さいコンクリートほど反発度の増加が大きくなっている。これは、セメント硬化体中の水酸化カルシウム絶対量に起因するものと考えられる。なお、未中性化部分は全ての配合で材齢による明確な差は見られず一定の値を示した。図 4 に中性化深さと反発度との関係を示す。中性化深さの増加に伴って反発度も増加しており、水セメント比の小さいコンクリートほど顕著である。水セメント比 80%では中性化深さ 6mm 程度から反発度の増加はほとんど見られなくなるが、反発度の増加が認められなくなる中性化深さは水セメント比が小さいほど深くなる傾向が認められる。図 5 に中性化深さと反発度増大比（各促進材齢/材齢 28 日）との関係を示す。中性化深さの増加に伴って反発度増大比は増加する傾向を示した。配合に関係なく一つの関係で示されることがわかる。中性化深さが判明すれば、中性化深さ - 反発度増大比関係から、未中性化部分の反発度が近似的に得られると思われる。

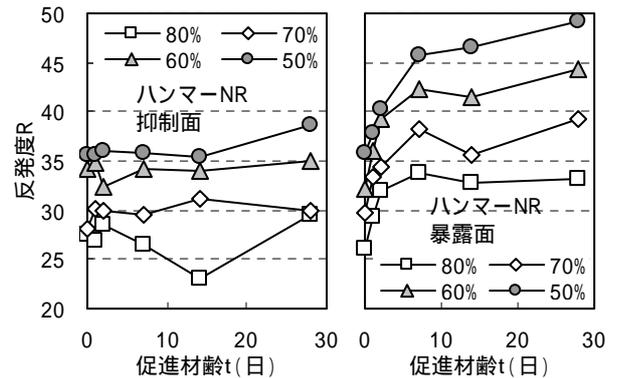


図 3 促進材齢と反発度の関係

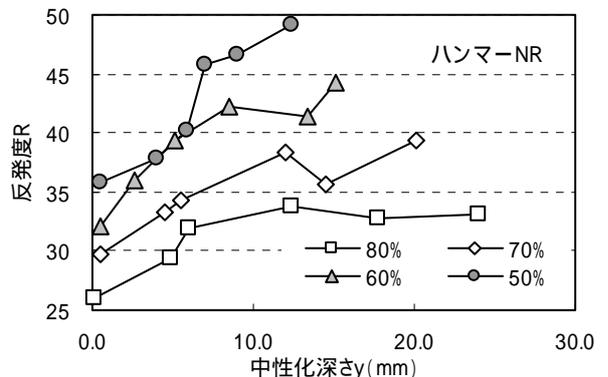


図 4 中性化深さと反発度との関係

#### 4. まとめ

本研究の範囲内では次のようにまとめることができる。

- (1) 中性化の進行に伴って圧縮強度は増加し、中性化コンクリート供試体の圧縮強度は未中性化コンクリート供試体と比較すると約 1.4 倍程度まで増加した。その程度は水セメント比が小さいものほど顕著である。
- (2) 中性化深さと反発度は密接な関係があり、中性化深さ - 反発度増大比関係を用いて中性化コンクリートの反発度の補正を行えば、中性化の影響を除去した強度推定が可能になると考えられる。

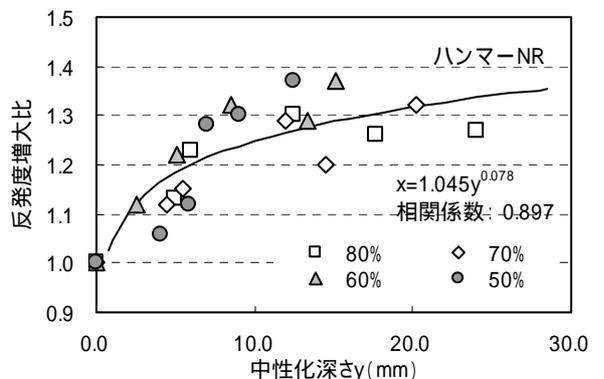


図 5 中性化深さと反発度増大比との関係

#### 参考文献：

- 1) Operating Instructions : concrete Test Hammer, TypeN , 1960