

高強度コンクリートの水分分布に関する実験的検討

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○竹内 崇剛
 広島大学大学院工学研究科 正会員 楊 楊
 広島大学大学院工学研究科 正会員 河合 研至
 広島大学大学院工学研究科 正会員 佐藤 良一

1. はじめに

コンクリート中に含まれる水分は、強度発現、収縮およびクリープの進行などと深く関わっており、その挙動について正確に把握することは極めて重要である。高強度コンクリートの場合については、物性の発現が早く、凝結直後から自己収縮が発生することが明らかとなっている。そこで本研究は、供試体内部の電気抵抗を測定する方法を用いて、若材齢から水分移動に関する基礎的データを得ることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験は、W/C25,35,45%のコンクリートを対象とした。材料として普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³）、鬼怒川産川砂（表乾密度 2.60 g/cm³、吸水率 1.78%、粗粒率 2.78）および鬼怒川産川砂利（表乾密度 2.58 g/cm³、吸水率 2.15%、粗粒率 6.86）を使用し、高性能減水剤としてポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体を使用した。配合を表-1に示す。

2.2 キャリブレーション試験

本研究では、コンクリート内部の水分状態を表す指標として相対含水率を用いた。相対比抵抗、相対含水率は、凝結時点の比抵抗および蒸発可能水量に対する各材齢での比抵抗および蒸発可能水量の比と定義する。水分分布を極力小さくする目的で、寸法 30×50×200mm の小型供試体を用いて、相対比抵抗と相対含水率の関係（キャリブレーションカーブ）を作成した。

2.2.1 電気抵抗の測定

図-1に示すステンレス（SUS304）製の電極を小型供試体中央に埋込み、凝結直後から 50℃の乾燥炉で乾燥を開始し、相対含水率 100,80,60,40,20,5%を目標に調湿した。乾燥炉から取出し、供試体温度が約 20℃になるまで封緘した後、LCR メータを用いて電気抵抗 R を測定した。印加電圧は交流 1V、周波数は 1kHz とし

表-1 コンクリートの配合

記号	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤※ SP*(C(%))
		水	セメント	細骨材	粗骨材	
	s/a	W	C	S	G	
C-25	39	167	667	602	956	1.10
C-35	41	169	483	691	1011	0.85
C-45	43	171	380	759	1022	0.90

※セメント重量に対する添加率

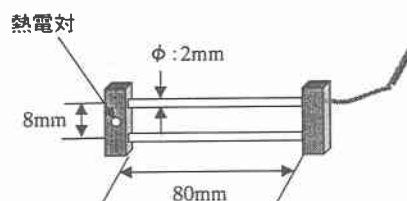


図-1 電極形状

た。また電極形状の補正のため、形状係数 C[1/cm]を用いて式(1)により比抵抗 ρ に換算した。ステンレス製電極の形状係数は、比抵抗が既知である 1%NaCl 水溶液（25℃、60[Ωcm]）中で電気抵抗を測定した結果、 $C=0.109[1/cm]$ であった。

$$R=C\rho \quad (1)$$

2.2.2 蒸発可能水量の測定

電気抵抗測定と同時に、同条件の供試体を粉砕し、2.5mm のふるいを通過した試料約 40g を採取し、その後 50℃の乾燥炉で質量変化がなくなるまで約 3 日間乾燥させ、逸散水分量を蒸発可能水量とした。蒸発可能水量を測定することにより、水分逸散および水和反応による水分の消費を考慮することが出来る。

2.3 各断面の相対含水率

供試体寸法は 100×100×400mm とし、封緘および乾燥開始材齢 1,3,7 日の 4 条件とした。また乾燥面は 2 面とし、乾燥面からの距離が 5,15,25,35,50mm となるように電極、熱電対を埋込み、凝結時から電気抵抗及び供試体温度を測定した。電気抵抗は、既往の研究¹⁾に従い温度補正を行い、得られた相対比抵抗からキャリブレーションカーブを用いて各断面の相対含水率を求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 キャリブレーションカーブ

相対含水率と相対比抵抗の関係を求めるキャリブレーション試験の結果およびその値を回帰した回帰式を図-2に示す。キャリブレーションカーブは式(2)で表され、相関係数は、0.976であった。このことから相対比抵抗と相対含水率は強い相関があると考えられ、水セメント比に関わらず、同一のキャリブレーションカーブを適用してコンクリート内部の相対含水率を推定することは可能であると考えられる。

$$\ln(P) = 7.346 - 1.595 \ln(W) \quad (2)$$

3.2 コンクリート断面内の水分分布

各配合の各条件下における相対含水率分布の経時的な変化をそれぞれ図-3～図-5に示す。W/C25%の場合、材齢1日で乾燥開始した供試体については、材齢28日において乾燥面からの距離が15mmまで乾燥の影響を受けており、乾燥開始材齢3, 7日の供試体については、乾燥面からの距離が5mmまで乾燥の影響を受けている。W/C35%の場合、材齢28日において乾燥の影響を受ける深さは、乾燥開始材齢1, 3, 7日の順に15, 15, 5mmであった。W/C45%の場合、乾燥開始材齢により乾燥の程度は異なるが、材齢28日において供試体中心まで乾燥を受けていることが分かった。

図-3によると、W/C25%の乾燥開始材齢1日供試体については材齢約3日までの若材齢において、供試体中央の相対含水率が乾燥面から35mm, 25mmでの相対含水率と比較して若干小さかった。しかしこの差は相対含水率で約3%と小さく、他の乾燥条件の供試体において同様の傾向が見られなかった。また打設後の水和発熱に伴う断面内での温度差はW/C25%で最大0.8℃であり、水分分布に影響を及ぼすほど水和反応の進行に差がなかったと考えられる。すなわち、水和反応に起因する自己乾燥が原因とは考え難い。しかし大断面の場合や断面内の温度差が大きい場合についてはさらに検討する必要があると考えられる。

4. まとめ

- (1) 水和反応の進行による水分の消費を考慮すれば、相対比抵抗と相対含水率の関係は、本研究の範囲では、水セメント比に関わらず同一のキャリブレーションカーブで表すことが可能である。
- (2) 封緘した供試体において、自己乾燥による断面内の相対含水率分布は一様であったが、断面内の温度差が大

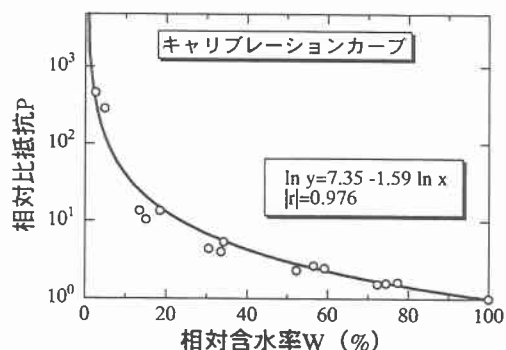


図-2 キャリブレーションカーブ

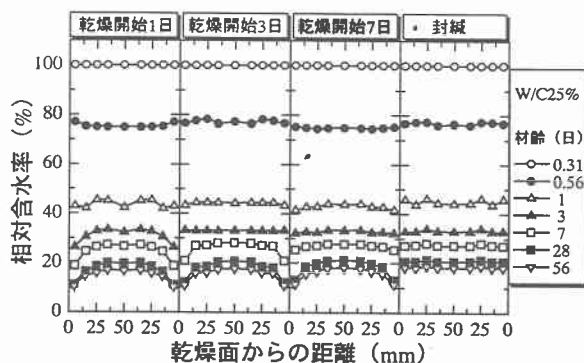


図-3 相対含水率分布

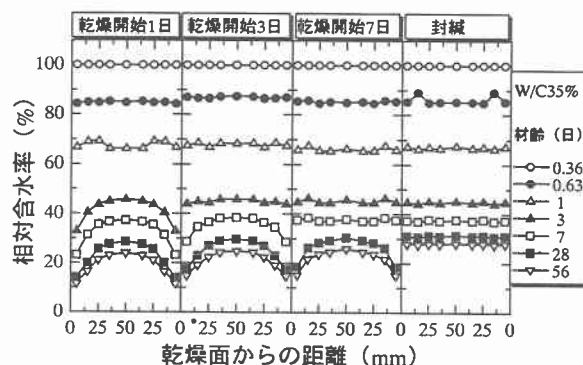


図-4 相対含水率分布

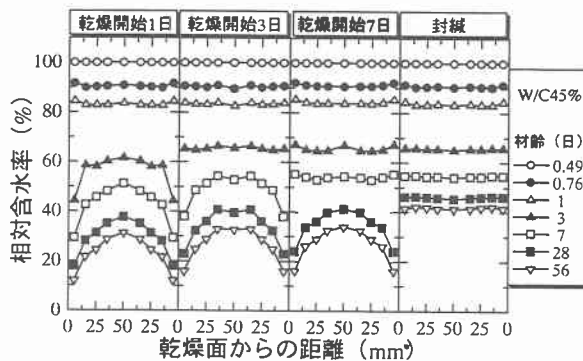


図-5 相対含水率分布

きい場合、さらに検討する必要があると考えられる。

参考文献 1) 田中良樹・河野広隆・丁海文・鹿島孝之：硬化コンクリートの比抵抗と含水率の関係，土木学会第55回年次学術講演概要集，V-266, 1999