

高強度コンクリートの水分移動に関する実験的研究

広島大学大学院 学生会員○竹内 崇剛
 広島大学工学部 正会員 楊 楊
 広島大学工学部 正会員 河合 研至
 広島大学工学部 正会員 佐藤 良一

1. はじめに

コンクリート中の水分は、強度発現、収縮およびクリープの進行、中性化、鉄筋腐食などの劣化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。そこで本研究は、水和反応が活発な若材齢から、コンクリート供試体に電極を埋込み、電気抵抗を測定する方法を用いて、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。本実験で用いた配合を表-1に示す。

2.2 相対比抵抗と相対含水率の関係

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。コンクリートに埋込んだ電極の電気抵抗を測定することにより、コンクリートの水分状態を把握するためには、あらかじめ相対比抵抗と内部の水分状態を表す相対含水率の関係を表すキャリブレーションカーブを求める必要がある。このキャリブレーション試験においては、供試体断面内の水分分布を一様にする目的で、寸法 30×50×200mm の小型供試体を用いた。

2.2.1 比抵抗

φ2mm のステンレス（SUS304）棒を 8mm 間隔で配置した電極を小型供試体中央に埋込み、凝結直後

表-1 コンクリートの配合

記号	細骨 材率 s/a	単位量 (kg/m ³)				※ 混和剤 SP (%)
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	
C-25	39	167	667	602	956	1.1
C-35	41	169	483	691	1011	0.85
C-45	43	171	380	759	1022	0.9

※セメント重量に対する添加率

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。電極の形状係数 C は、比抵抗 ρ が既知である 1%NaCl 水溶液（25℃, 60[Ωcm]）を用いて電気抵抗 R 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

電気抵抗測定と同時に、同条件の供試体を粉砕し、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。このように直接蒸発可能水量を測定することにより、水和反応による水分の消費と乾燥による水分の逸散を考慮することが出来る。

2.3 コンクリート内部の相対含水率分布

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 となるようにステンレス製電極、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なった。キャリブレーションカーブを用いることによって、得られた相対比抵抗から各断面の相対含水率を経時的に求めた。

キーワード：高強度コンクリート、若材齢、相対含水率、自己乾燥、水分拡散係数

〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学工学部第四類(建設系) TEL・FAX：0824-24-7786

3. 実験結果および考察

3.1 相対比抵抗と相対含水率の関係

W/C25,35,45%の相対含水率と相対比抵抗の関係を求めたキャリブレーション試験の結果を図-1に示す。その値を回帰した近似式も同時に示す。近似式は式(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 水分分布

各配合における、封緘および材齢1日から乾燥開始の各条件下の相対含水率分布を図-2, 3に示す。

図-2によると、W/C25%の場合材齢約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、図-3に示すように、他の供試体において同様の傾向が見られない場合があること、また打設後の水和発熱に伴う断面内での温度差は最大0.8℃であったことを考慮すれば、水分分布に影響を及ぼすほど水和反応の進行に差があったとは考え難い。

3.3 水分拡散係数

得られた相対含水率分布の経時変化を回帰することにより環境の変動によるばらつきを修正し、拡散方程式を用いて求めた水分拡散係数を図-4に示す。若材齢から乾燥を受けることによりセメントの水和反応が阻害されると考えられ、また乾燥面からの距離により乾燥の影響を受ける程度が異なることに起因して、各断面により水和度が異なる。したがって乾燥開始材齢と乾燥面からの距離により内部構造が異なるため、同一の相対含水率であっても水分拡散係数が異なる結果となった。しかし、乾燥開始材齢1日の供試体を除けば、その影響は小さいと考えられる。

4. まとめ

(1)水和反応による水分の消費を考慮することにより、若材齢に適用できる相対含水率と相対比抵抗の関係を求めた。また、本研究の範囲では水セメント比によらないことを示した。

(2)本実験で用いた供試体寸法においては、封緘供試体の水分分布はほぼ一様であった。これは断面内の

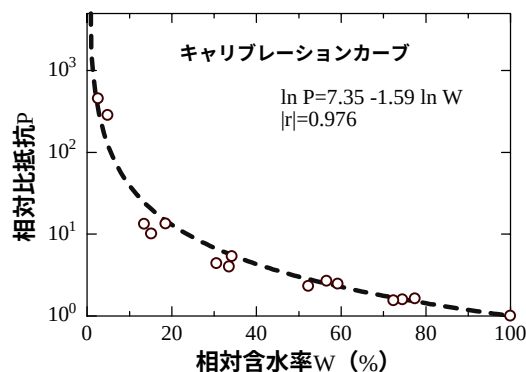


図-1 キャリブレーションカーブ

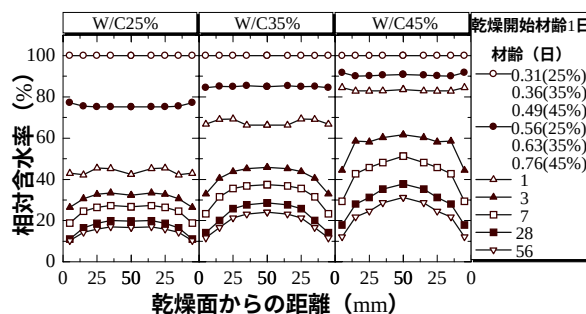


図-2 相対含水率分布

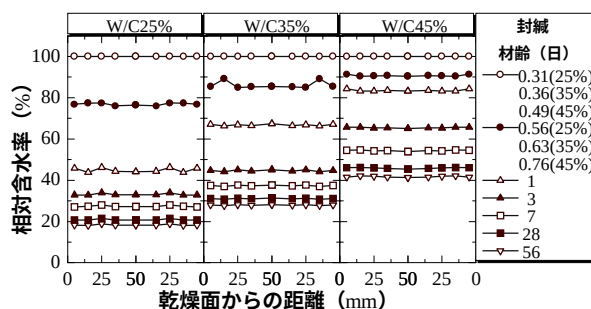


図-3 相対含水率分布

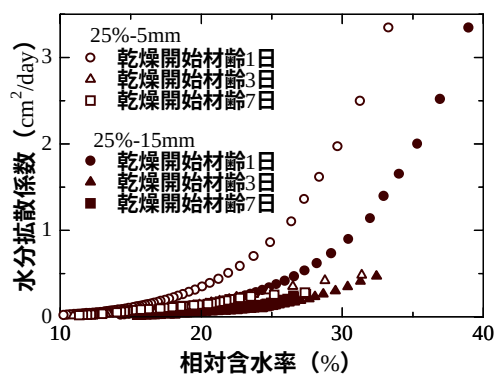


図-4 水分拡散係数

温度差が小さかったことが原因と考えている。

(3)水分拡散係数は、同じ相対含水率であっても乾燥開始材齢や乾燥面からの距離により異なったが、乾燥開始材齢1日の場合を除けば、その影響は小さい。

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