

### 吸水・吸湿過程におけるセメントペースト内の水分移動

広島大学	学生会員	○溝口 愛実
広島大学	学生会員	北川 達也
広島大学	正会員	小川由布子
広島大学	フェロー会員	河合 研至

#### 1. はじめに

多孔質体であるコンクリートは内部に水分を安定して保持する性質を持ち、コンクリート構造物を維持管理していくうえでコンクリート中の水分移動を捉えることは極めて重要である<sup>(1)</sup>。しかし、水分移動に関する研究では乾燥過程についての研究が多く、吸水・吸湿過程は塩害や中性化の面において重要であるにも関わらず、研究事例が少ない<sup>(2)</sup>。また、微小区間で内部の水分の経時変化を観測した研究は少ない。そこで、本研究では、吸水・吸湿過程におけるセメントペースト内部の水分分布の変化について検討を行った。

#### 2. 供試体概要

供試体は水セメント比 (W/C) 0.35 および 0.55 のセメントペーストとし、セメントには普通ポルトランドセメントを用いた。供試体寸法をそれぞれ 40x35x80mm, 40x35x8mm とする水分移動用供試体(図 1 左)およびキャリブレーション用供試体(図 1 右)を作製した。水分移動用供試体には直径 0.9mm のステンレス電極を 4mm 間隔で埋め込み、キャリブレーション用供試体では供試体の中央に 4mm 間隔でステンレス電極を埋め込んだ。これらの供試体は 28 日間水中養生を行った後、所定の吸水・吸湿開始時の初期内部相対湿度 (IIRH) に調湿した。IIRH として、顕著な吸水・吸湿状況を把握するための 0%、日本の年間平均湿度である 70%を選定した。すべての調湿は飽和塩法により行った。

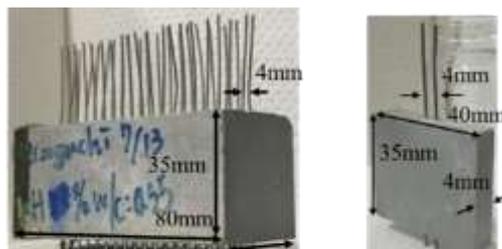


図 1 供試体概要(左:水分移動用供試体, 右:キャリブレーション用供試体)

#### 3. 試験項目

##### 3. 1 細孔径分布試験

水分移動用供試体と同条件で作製したセメントペーストを水分移動試験開始直前に 2.5-5mm に破碎し、細孔径が 3nm から 10 μm 間の細孔径分布を水銀圧入式ポロシメーターを用いて測定した。

##### 3. 2 水分移動試験

水分移動測定開始前の所定の初期内部相対湿度に調湿した後、40x35mm の一面を吸水・吸湿面とし、それ以外の五面をエポキシ樹脂でコーティングし、吸水・吸湿試験を行った。吸水試験では、曝露面を水と接触させ、吸湿試験では、曝露面を相対湿度 98%の環境下に置いた。試験開始後、埋め込んだ電極間に交流電圧を印加して、電気抵抗値を測定した。測定した電気抵抗値は式(1)を用いて、比抵抗に変換した。

$$R = \log\{(d/a)/(\pi \cdot l)\} \cdot \rho = Sf \cdot \rho \quad (1)$$

ここで、R:電気抵抗(kΩ), a:電極棒の半径(cm), d:電極間隔(cm), l:通電部の長さ(cm), ρ:比抵抗(kΩ・cm), Sf:電極固有の形状係数である。

#### 4. 実験結果および考察

図 2 に細孔径分布試験の結果を示す。IIRH=0%の方が、IIRH=70%の場合よりも総細孔量は多くなった。これは IIRH を 0%とした場合は水中養生直後に乾燥炉に入れたため水和反応に必要な水分が初期に逸散したのに対し、その間に 70%は水和反応が進行し、細孔構造が緻密になったと考えられる。また、W/C=0.55 の場合の方が 0.35 よりも総細孔量は多くなった。

キーワード 電気抵抗法, 初期内部相対湿度, 経時変化, 吸水過程, 吸湿過程

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 TEL082-424-7786

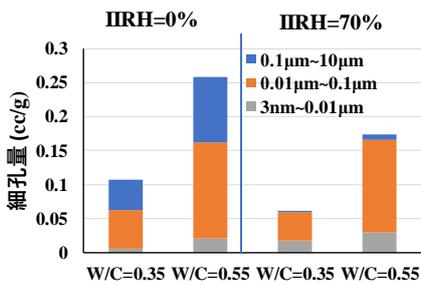


図 2 細孔径分布試験結果

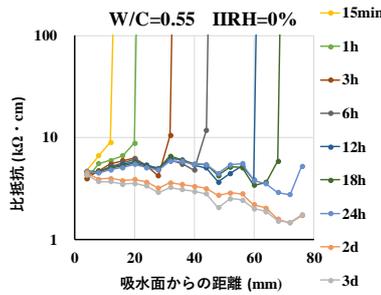


図 3 IIRH=0%, 吸水過程の比抵抗の分布

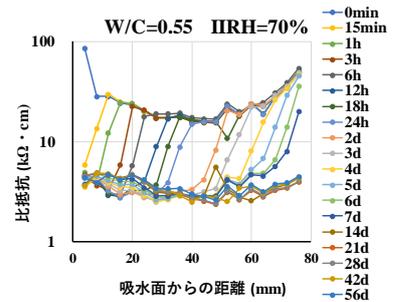


図 4 IIRH=70%, 吸水過程の比抵抗の分布

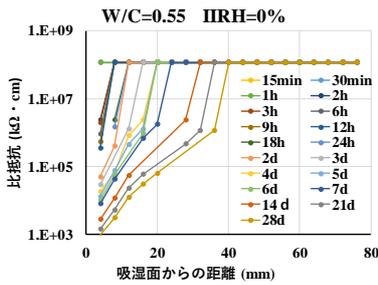


図 5 IIRH=0%, 吸湿過程の比抵抗の分布

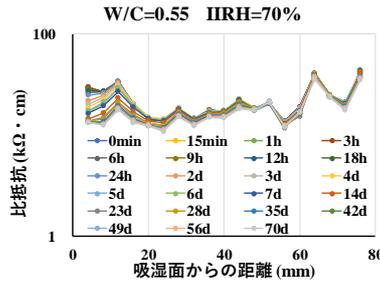


図 6 IIRH=70%, 吸湿過程の比抵抗の分布

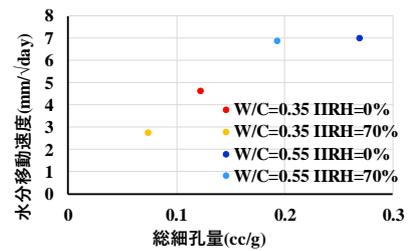


図 7 吸湿過程における水分移動速度と総細孔量の関係

図 3, 4 に W/C=0.55 の供試体で, IIRH をそれぞれ 0%および 70%とした場合の吸水過程における比抵抗値の分布を示す. IIRH=70%の方が徐々に比抵抗が変化しているのに対し, IIRH=0%は急激に変化していることがわかる. これは, IIRH=0%は主に液状水の移動により, 比抵抗が変化し, IIRH=70%は液状水の移動に加えて水蒸気拡散が起きていることを示していると考えられる. また, IIRH=0%の場合, 比抵抗が供試体端部まで減少した後に, さらに全体的に比抵抗が減少している.

図 5, 6 に W/C=0.55 の供試体で, IIRH をそれぞれ 0%および 70%とした場合の吸湿過程の比抵抗の様子を示す. 曝露面の比抵抗の減少量は IIRH=0%の場合の方が大きい. また, IIRH=0%の場合の方が, 同じ日数でより内部に水分が浸透していることがわかる. これは周辺環境の湿度と, 供試体内部の湿度差が IIRH=0%の方が大きいからである.

図 7 に吸湿過程における, 水分移動速度と総細孔量の関係を示す. 総細孔量が多いほど, 水分移動速度は速いことがわかる.

図 3 と図 5 および図 4 と図 6 より吸水過程と吸湿過程をそれぞれ比べると, 吸水過程は比抵抗が急激に変化しているにも関わらず, 吸湿過程は比抵抗が徐々に減少している. このことから, 電気抵抗法を用いて, 直接水に触れさせる吸水過程と相対湿度 98%の状態に触れさせる吸湿過程とは, 水分移動の状況が異なることを捉えることができた.

### 5. 結論

- (1)IIRH によらず, 吸水・吸湿の水分移動速度は, 高水セメント比の方が速くなることを捉えられた.
- (2)電気抵抗法を用いて, 吸水と吸湿で水分の移動形態が異なることを捉えることができた.

### 参考文献

- (1)石田哲也ほか :任意の乾湿繰り返しを受けるコンクリートの含水状態予想モデル, 土木学会論文集, Vol.35, No.564, 1997, pp.199-209.
- (2)柳博文ほか :不飽和コンクリートの吸水過程に及ぼす水セメント比の影響, 土木学会論文集, Vol.53, No.683, 2001, pp.65-73.