

初期内部相対湿度が異なるセメントペーストの吸湿性状に関する一考察

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

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重要である⁽¹⁾。コンクリートの水分移動形態はいくつか存在するが、既往の研究では力学的挙動に影響を与える乾燥過程について多くの研究が行われており、吸湿過程についての研究は少ない⁽²⁾。また、吸湿開始時のコンクリートを絶乾すなわち初期内部相対湿度(IIRH)を0%とした研究が多く、周辺環境の違いにより吸湿時の水分分布がどのように変化するのかについての研究はほとんどない。そこで、本研究では、IIRHの相違により、セメントペーストの吸湿性状がどのように変化するかについて検討した。

2. 供試体概要

普通ポルトランドセメントを用いて、水セメント比(W/C)を0.35, 0.45, 0.55としたセメントペーストを用い、水分移動用供試体とキャリブレーション用供試体を作製した。図1左に示すとおり、水分移動用供試体は寸法を40x35x80mmとし、直径0.9mmのステンレス電極を4mm間隔で供試体内部に埋め込んだ。また、図1右に示すとおり、キャリブレーション用供試体では、寸法40x35x8mmの供試体中央に4mmの間隔でステンレス電極を埋め込んだ。本研究に用いる全ての供試体は、材齢28日まで水中養生を行った後、所定の吸湿開始時の初期内部相対湿度に調湿した。吸湿開始時の初期内部相対湿度は、既往の研究⁽³⁾と同じ0% (100℃炉乾燥)、70%(日本の年間平均湿度)とし、飽和塩法で調湿した空間に静置した。



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

IIRHとW/Cが異なる各条件において、後述する水分移動試験開始直前の供試体を対象として試験を実施した。水分移動用供試体と同様のセメントペーストを破砕した試料を用い、アセトン浸せきにより水和停止を行った後に、水銀圧入式ポロシメーターを用いて細孔径分布の測定を行った。

3. 2 キャリブレーション試験

絶乾状態にあるIIRHを0%とした供試体を、飽和塩法により6%-98%に調湿した環境に恒量となるまで静置した。その後、電極間の電気抵抗値を測定し、各供試体の比抵抗と内部相対湿度の関係を求めた。IIRHを70%とする場合も同様に70%に調湿した後、70-98%に調湿した環境に恒量となるまで静置して試験を実施した。

3. 3 水分移動試験

水分移動用供試体は、所定のIIRHに調湿した後、40x35mmの一面を吸湿面とし、この面以外の5面をエポキシ樹脂でコーティングし、98%に調湿した密閉箱に静置した。試験開始後、所定の時間において電極間に交流電圧(1kHz, 1V)を印加し、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。

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

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。

キーワード 吸湿過程, 初期内部相対湿度, 電気抵抗法, 経時変化

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

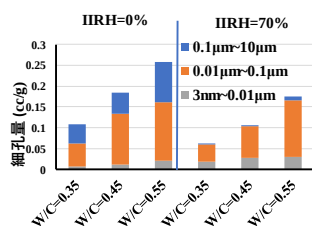


図 2 細孔径分布試験結果

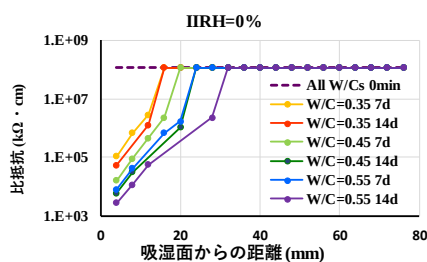


図 4 IIRH=0%, 吸湿過程の比抵抗の分布

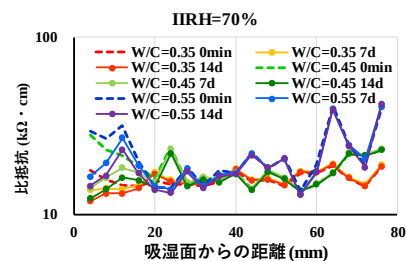


図 5 IIRH=70%, 吸湿過程の比抵抗の分布

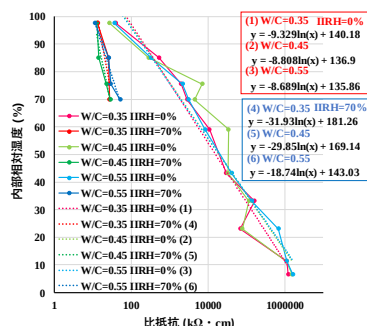


図 3 キャリブレーション試験結果

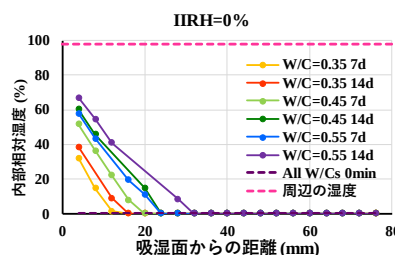


図 6 IIRH=0%, 吸湿過程の内部相対湿度の分布

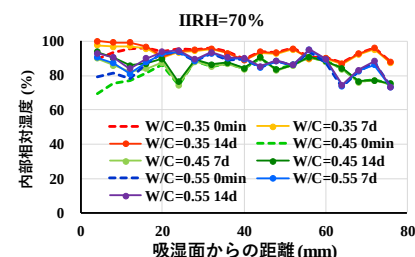


図 7 IIRH=70%, 吸湿過程の内部相対湿度の分布

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 に関わらず、W/C が大きくなるごとに総細孔量は多くなり、細孔径は大きいものが多くなった。IIRH=70%の総細孔量は IIRH=0%の総細孔量よりも少なくなった。これは、IIRH=0%の方は水中養生直後に乾燥炉に入れたため水和に必要な水分が早期に逸散したのに対し、IIRH=70%の方は水中養生後、相対湿度 70%に調湿された空間に静置したことにより、水和反応が進行したためと考えられる。

図 3 にキャリブレーション試験の結果を示す。IIRH に関わらず比抵抗は W/C にほとんど依存しなかった。また、IIRH が異なれば吸湿過程の比抵抗は異なるが、内部相対湿度が 100%付近では比抵抗の値が同程度となることが確認できた。

図 4, 5 に IIRH を 0%および 70%とした場合の吸湿過程における比抵抗の経時変化をそれぞれ示す。W/C が大きくなるにつれて比抵抗の減少量は大きくなった。これは、細孔径が大きく細孔量の多い方が吸湿しやすいことを示している。IIRH=0%と IIRH=70%を比較すると、IIRH=0%の方が IIRH=70%よりも比抵抗の減少量が大きいの。これは供試体内部の湿度と、周辺環境湿度の差が IIRH=0%の方が大きいためと考えられる。

図 6, 7 に IIRH を 0%および 70%とした場合の吸湿過程における内部相対湿度の経時変化をそれぞれ示す。W/C が大きいほど吸湿面付近の湿度の増加量が大きくなる傾向がみられた。吸湿から 14 日後における表面近傍の相対湿度は W/C=0.35 で 38%, W/C=0.45 で 60%, W/C=0.55 で 68%となった。電気抵抗法により内部相対湿度を捉えることができた。

5. 結論

- (1)同じ吸湿日数における吸湿面の比抵抗の減少量は、IIRH=70%と比較して IIRH=0%の方が大きくなった。
- (2)電気抵抗法により、W/C が高いほど吸湿しやすい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. (3)北川達也ほか：乾燥・吸湿過程におけるセメント硬化体の水分移動に関する電気抵抗法を用いた検討，土木学会年次学術講演会概要集，Vol.472, 2017, pp.943-944.