

吸水過程における電気抵抗試験による水分移動の測定

広島大学大学院
広島大学大学院
広島大学大学院
広島大学大学院
広島大学大学院

学生会員
学生会員
正会員
正会員
フェロー会員

○藤岡 聡
林 明彦
半井 健一郎
石田 剛朗
河合 研至

1. 背景・目的

コンクリート中の水分移動は、コンクリートの収縮挙動や中性化、収縮・クリープの進行、鉄筋の発錆、アルカリシリカ反応などコンクリート構造物の劣化に大きく影響を与える。そのためコンクリート中の水分移動を捉えることは、これらの諸性状の予測を行う上でも重要なことである。コンクリート中の水分移動に関する実験は数多く行われているが、乾燥収縮に関する乾燥過程での水分移動が多く、吸湿・吸水過程における実験は数が少ない現状である。

そこで本研究では、モルタルの吸水過程において電気抵抗試験により水分浸透距離、内部相対湿度の経時変化を細かく測定し、水分移動に関わる劣化の進行予測に資することを目的とした。そのため微小な区間での詳細な水分移動の測定を行うとともに、抵抗値の変化状況における供試体内の内部湿度分布を測定した。また供試体配合を3種類とし水セメント比による水分移動の相違についても確認した。

2. 実験概要

2-1. 供試体概要

供試体はモルタルとし、寸法 20×20×160mm の吸水試験用の供試体と寸法 25×25×10mm の内部湿度測定用の供試体を作製した。セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には珪砂を使用した。配合を表-1 に示す。吸水試験用の供試体では、長手方向に 4mm 間隔で直径 0.9mm のステンレス電極を配置した。内部湿度測定用の供試体は供試体中央に 4mm 間隔で一組のステンレス電極を配置した。打込みから 24 時間後に脱枠を行い、養生箱の中で材齢 28 日まで湿空養生を行った。その後、室温 20℃、相対湿度 60%の養生室において供試体質量が恒量に達するまで乾燥を行った。

表-1 配合表

W/C	単位量(kg/m ³)				
	W	C	S		Ad
			6号	7号	AE減水剤(%) 増粘剤(g)
0.30	320	1067	361	541	C×0.6%
0.45	386	858	361	541	
0.60	430	717	361	541	C×0.13%

内部湿度測定用の供試体は、その後、相対湿度 70%、75%、85%、98%の平衡相対湿度の異なる飽和水溶液により調湿された恒湿槽中に静置し、質量が恒量になるまで吸湿させた。吸水試験用供試体は供試体吸水面を除く 5 面をエポキシ樹脂によってコーティングをした。電気抵抗の測定には LCR メーターを用いた。

2-2. 供試体内部湿度と比抵抗

供試体内部における相対湿度を一定とみなし供試体の抵抗値を測定し、比抵抗と供試体内部湿度の関係式を求めた。なお、比抵抗 ρ はコンクリートの含水量を測定した研究¹⁾から電極形状、測定抵抗値 R と比抵抗 ρ の関係式(1)により算出した。

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

a:電極半径 d:電極間隔 l:通電部長さ Sf: 電極形状係数(本研究では 0.1334)

2-3. 吸水試験

吸水試験用の供試体は、試験時に供試体を中央で半分に切断し長さ 80mm の供試体とし、 1 方向のみからキーワード 電気抵抗, 比抵抗, 相対湿度, 吸水試験

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1A2-522 広島大学構造材料工学研究室 TEL 082-424-7786

吸水させた。測定にあたり、吸水時から時間を計測し、抵抗値の変化と時間を記録した。

3. 試験結果

3-1. 内部湿度と比抵抗

相対湿度 H と比抵抗 ρ の関係を図-1 に示す。これより以下の式(2)~(4)が得られる。

$$H = -0.139 \ln(\rho) + 2.1411 \quad (W/C=0.60) \quad (2)$$

$$H = -0.287 \ln(\rho) + 3.2576 \quad (W/C=0.45) \quad (3)$$

$$H = -0.333 \ln(\rho) + 3.6037 \quad (W/C=0.30) \quad (4)$$

各恒湿槽内の相対湿度と供試体内部の相対湿度は平衡状態にあると仮定し、後述の吸水試験においても上記の式によって測定された比抵抗から供試体内部の相対湿度を求めることとした。

3-2. 吸水試験

吸水試験用の供試体における内部の相対湿度分布の経時変化を $W/C=0.60, 0.45, 0.30$ のそれぞれについて図-2~図-4 に示す。吸水によって相対湿度が吸水面側から徐々に増加するという内部相対湿度の経時変化を得ることができた。増加した相対湿度の値は 100%程度に達するとほぼ一定値となった。これによって飽水状態に達した測定位置が判断でき、吸水面から飽水状態に達した領域の距離から水浸透深さを算出することができる。7 日経過時の水浸透深さは $W/C=0.60$ では 30mm, $W/C=0.45$ では 20mm, $W/C=0.30$ では 5mm 程度であった。

なお、供試体は湿度 60%で乾燥させてから吸水させているため、内部湿度は 60%から 100%の間となるはずであるが、これを外れる値を示した点もあった。気泡の存在量などの供試体内部構造のばらつきや水分分布の違いなど、比抵抗と相対湿度の関係を求めた実験と吸水実験の違いが影響しているものと考えられる。

4. まとめ

水セメント比の異なる供試体に直径0.9mmのステンレス電極を密に配置した電気抵抗試験による水分移動距離、内部相対湿度測定の実験結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 電気抵抗試験による測定はモルタル内の内部相対湿度の経時変化を確認することができる。
- (2) 吸水における電気抵抗値の測定は内部湿度の変化からモルタル内部の水分浸透状況を把握でき、浸透深さの計測が可能である。

参考文献

- 1) 桂修ほか：交流 2 電極によるコンクリート中の含水率測定についての理論的検証，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.16，No.1，1994，p735-740

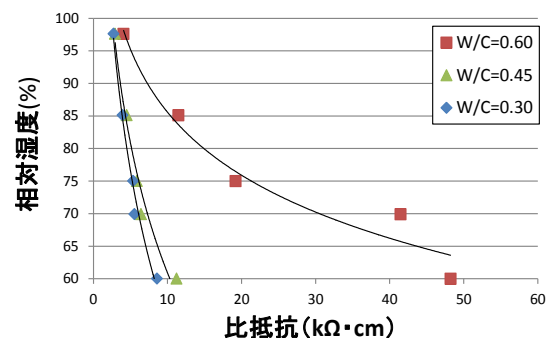


図-1 比抵抗と相対湿度の関係

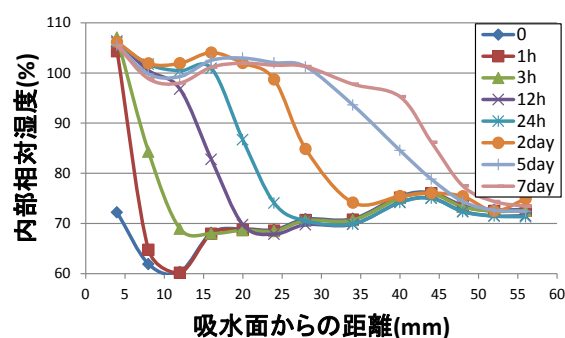


図-2 吸水過程の内部相対湿度変化($W/C=0.60$)

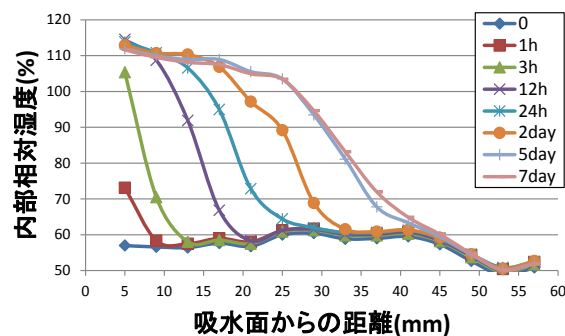


図-3 吸水過程の内部相対湿度変化($W/C=0.45$)

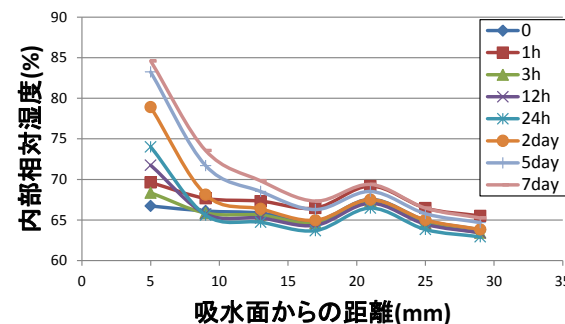


図-4 吸水過程の内部相対湿度変化($W/C=0.30$)