

セメント硬化体の乾燥収縮制御技術の開発

Development on drying shrinkage control technology of hardened cement paste

沼尾 達弥¹⁾ 木村 亨¹⁾ 舟川 勲¹⁾ 増田 健康²⁾ 飯倉 寛³⁾
 Tatsuya NUMAO Toru KIMURA Isao FUNAKAWA Takeyasu MASUDA Hiroshi IIKURA

¹⁾茨城大学 ²⁾ダイフレックス ³⁾原子力機構

熱中性子ラジオグラフィを用いて、各種水セメント比のセメント硬化体の水分強度と含水容量の関係性を明らかにした。この結果を用いることによって、今後、試験体内の含有湿度分布の推定が可能となると考えられる。

キーワード： セメント硬化体、熱中性子ラジオグラフィ、水分強度、含水容量、乾燥収縮

1. 目的

社会基盤ストック重視による構造物の高耐久性化への要求から、鉄筋コンクリート構造のひび割れへの社会的な関心が高まっている。コンクリートのひび割れは、鉄筋腐食進行の大きな要因となり構造物の耐久性を損なうことから、その抑制および制御方法の確立が重要視されている。コンクリート構造物においては外部環境により、水分逸散・湿潤による乾燥収縮や湿潤膨張および温度変化による熱膨張や熱収縮等の体積変化が起こる。その中で乾燥収縮は水分逸散により直接引き起こされる現象であるため、水分移動と密接な関係を持ち、コンクリート表面にひび割れを発生させ、耐久性状に影響を与えることから、水分移動と乾燥収縮変形の間関係を定量化することはセメント硬化体の乾燥収縮制御技術およびひび割れ制御技術を確立するうえで重要な課題となる。

本課題では、各種水セメント比および各種含水容量に調整したセメント硬化体を用いて、熱中性子ラジオグラフィにより、水分強度と含水容量の間関係を把握することを目的とし、今後、セメント硬化体内部の含有湿度分布を定量的に評価するための基礎データ取得を行う。

2. 方法

1) 測定方法

セメント硬化体片（直径 10mm、厚さ 3mm のペースト硬化体）を任意の含水容量（0～100%）で事前に作製し、アルミ枠、アルミ箔で固定させ、熱中性子ラジオグラフィにて撮影し、試験体の水分量と水分強度の関係について測定する（図 1）。カメラレンズは 200mm を用い、画像は 3 枚取得した。また、コンバータと試験体の距離は 100mm とした。

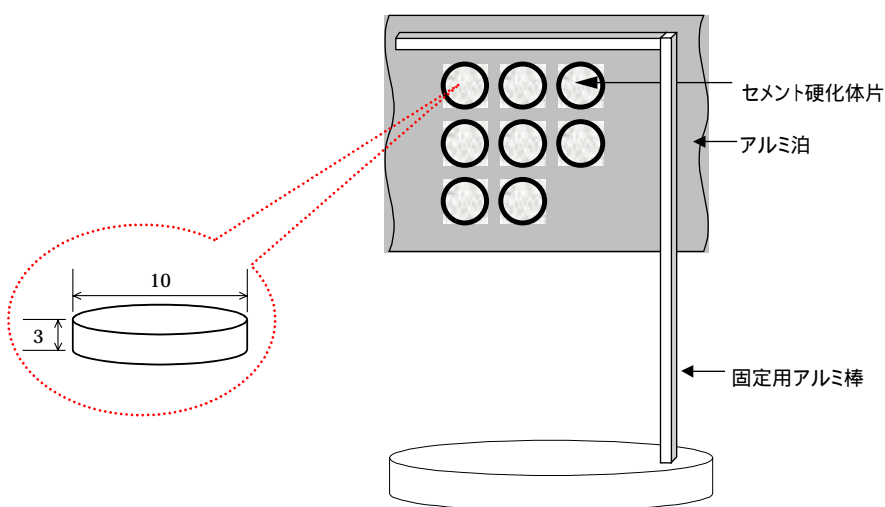


図 1 試験体の水分量測定

2) 実験水準

実験水準を表 1 に示す。水セメント比を 20～65% の 10 水準とした。

表1 試験体水準

水セメント比 (W/C)	20、25、30、35、40、45、50、55、60、65%の10水準								
内、試験体の含水容量	100%、	97%、	94%、	90%、	85%、	80%、	70%、	60%	
	50%、	40%、	30%、	20%、	15%、	10%、	5%、	0%	

3. 研究成果

差水分強度と試験体の面積当たりの含水量(自由水)の関係を図2に示す。X軸は、含水状態における水分強度から絶乾状態での水分強度(結合水)を引いた、差水分強度 $\ln(I/I_0)$ である。また、横軸は、単位面積当たりの水分量 w_w (g/cm²) を表す。

ここで、

w : ペースト中の水のかさ密度 (g/cm³)

w_w : 水の厚さ = 試験体厚さ (ρ) = マトリクス厚さ (cm)

図2における一次近似式線の傾きが質量吸収係数 w となり、この値は試験体水準によらず一定となる。実験の結果、 $w=3.11$ となった。

各水セメント比における差水分強度と含水率の関係を図3に示す。この結果は、得られたデータを、それぞれ一次近似式線として表したものである。図より、水セメントが小さくなるほど、その傾きが小さくなる傾向となることが明らかとなった。

各種水セメント比における単位面積当たりの含水率と差水分強度の関係を把握することで、セメント硬化体内部の含水率を推定できると考えられる。

4. 結論・考察

一般環境下では、セメント硬化体内部では中心部から表面近傍へ方向に湿度勾配が発生しており、これが起因して乾燥収縮でのひび割れ誘発の一要因となっている。

しかしながら、これまでの研究ではセメント硬化体(試験体)の重量を測定し、内部の含有湿度分布を平均化して扱っていたため、これらの現象を正確に捉えることは容易でなかった。本研究では、熱中性子線の特性を活かした中性子ラジオグラフィを用いることにより、水分強度と含水容量の関係を明らかにしたことにより、今後、試験体内の含有湿度分布の推定が定量的に可能となり、セメント硬化体の乾燥収縮機構の解明にとって、より精度の良い情報を得ることができると考えられる。

5. 引用(参照)文献等

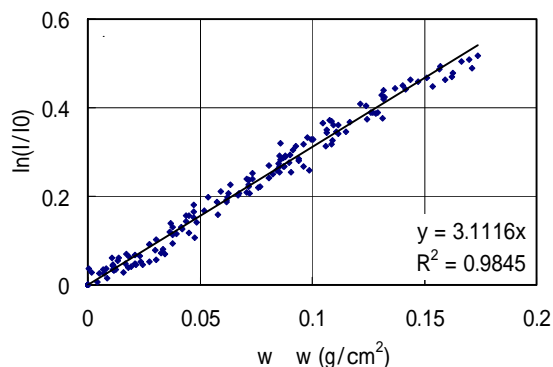


図2 差水分強度と試験体の面積当たりの含水量(自由水)

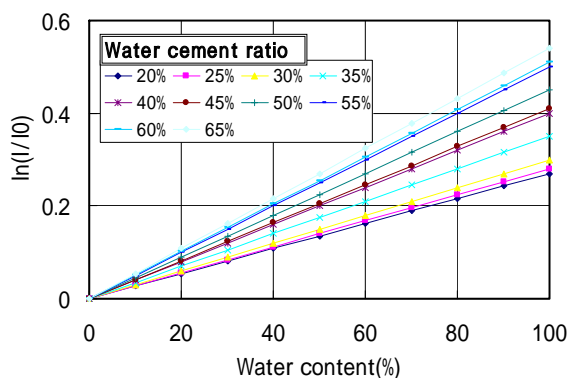


図3 各水セメント比における差水分強度と含水率の関係(一次近似式での比較)