

一軸拘束試験におけるコンクリートの乾燥収縮ひび割れ発生過程に関する実験的検討

岐阜大学大学院工学研究科 学生会員 ○芳村 真希 内田 慎哉

岐阜大学工学部

正会員 小澤 満津雄 鎌田 敏郎 森本 博昭

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性を著しく低下させる原因の一つに、材齢初期に発生するひび割れ(以下、初期ひび割れ)がある。初期ひび割れの原因には、乾燥収縮と温度応力および自己収縮等の体積変化がある。コンクリートの体積変化には、コンクリート中の水和反応による水分の消費や乾燥による水の移動が大きく関与していると考えられる。これまでに、コンクリートの体積変化について種々の研究がなされているが¹⁾、内部相対湿度と変形の関係を検討した例は少ないのが現状である。そこで本研究では、コンクリート中の内部湿度と変形およびひび割れ発生との関連を検討する基礎的資料を得るために、一軸拘束試験を実施し、供試体の内部相対湿度とひずみを計測した。併せて収縮ひび割れの発生を検出を AE 法(アコースティック・エミッション法)により試みた。

2. 実験概要

表-1 にコンクリート供試体の配合を示す。W/C は 57%として、セメントは普通セメントを使用した。図-1 に拘束供試体の形状・寸法および各センサの配置位置を示す。拘束供試体の断面寸法は 100×100mm で、全長 750mm、試験区間長 500mm のダンベル型とした。また、試験区間中央部にひび割れを発生し易くするためのくびれ部を設けた。くびれ部は長さ 200mm、幅 25mm とした。無拘束供試体は断面寸法が 100×100mm で、全長 750mm の角柱とした。コンクリート内部に温度とひずみを計測するために、埋め込み型ひずみゲージと熱電対を配置した。配置位置は、供試体端部から 150mm の位置とした。また、拘束供試体の内部相対湿度を計測するために、セラミック型湿度センサを配置した。配置位置は、供試体端部から 150mm の位置として、断面方向に表面から 10mm と 50mm とした。AE センサ(150kHz 共振型)は、図-1 に示す 2 箇所に設置した。供試体は、コンクリートを打設後、材齢 96 日まで湿布養生を行った。一軸拘束試験は JCI の品質評価試験方法

(案)²⁾を参考にした。試験開始直前に側板を外し、乾燥を開始し、5 分毎に各供試体のひずみと内部温度と内部相対湿度をデータロガーにより計測した。AE センサにて検出された AE 信号は、AE 計測装置に記録した。表-2 にひび割れ発生時(材齢 106 日)における強度および弾性係数を示す。

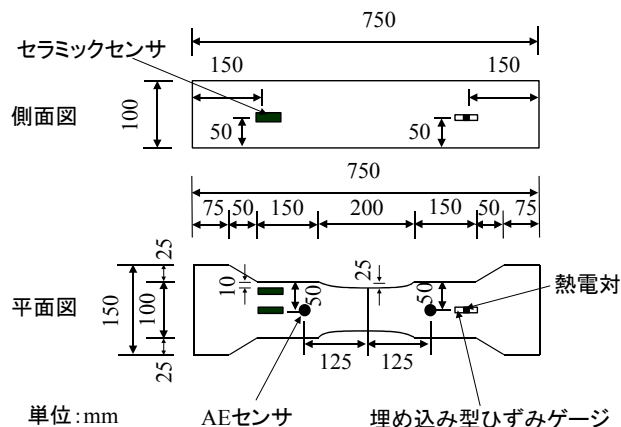


図-1 拘束供試体の形状・寸法と各センサの配置位置

表-1 示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	混和剤
57	44.2	180	316	851	926	3.16

表-2 強度試験結果(材齢 106 日)

圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
37.9	3.3	27.7

3. 実験結果と考察

図-2, 3 に雰囲気温度と湿度および供試体内部の温度と湿度の経時変化を示す。図より、供試体内部温度は外気温の変化に追随していることがわかる。一方、湿度については、雰囲気湿度が 40%~80%の範囲で変化しているが、内部相対湿度は表面から 10mm および 50mm とともにほぼ 100%を保っている。図-4 に各供試体における収縮ひずみの経時変化を示す。図より計測されたひずみは周囲の温度の影響を受けているが、乾燥開始から 9 日目で拘束供試体のひずみは 70×10^{-6} 程度を示し、無拘束供試体のひずみは 100×10^{-6} 程度を示した。すなわち、この時点で拘束供試体における断面平均拘束ひずみ(以降、拘束ひずみと記す)は 30×10^{-6} 程度である。

キーワード 一軸拘束試験, 乾燥収縮ひび割れ, AE 計測, 内部相対湿度

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL/FAX 058-293-2459

乾燥開始後 10 日目に、拘束ひずみが 50×10^{-6} 程度に達した時点でくびれ部において、写真-1 に示すようなひび割れが発生した。その後は、無拘束供試体とほぼ同様の挙動を示した。くびれ部の断面積はひずみ計測断面の 1/2 であるのでひび割れ断面の拘束ひずみは 100×10^{-6} に達していたと考えられる。一方、図-2 に示すように、供試体内部の相対湿度は、表面から 10mm 以上の部分では 100%を保っていることから、断面内の乾燥収縮ひずみ分布は、表面近傍で集中的に大きなひずみが発生しているものと考えられる。AE 発生数の経時変化を拘束供試体内部の収縮ひずみの経時変化と併せて図-5 に示す。図から、乾燥開始後 10 日目において、AE の発生数が急激に大きくなっていることがわかる。これは、拘束供試体において、ひび割れが発生したためと考えられる。また、AE 発生数と収縮ひずみを比較すると、AE 発生数が増加した時刻において、収縮ひずみも急激に大きくなっている。これより、本研究の範囲内では、AE 計測によって得られた AE 発生数の経時変化に着目することにより、拘束供試体におけるひび割れ発生時期を把握することが可能であると考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1)乾燥開始後 10 日目で拘束供試体にひび割れが生じた。ひび割れ発生時の拘束供試体における拘束ひずみは 100×10^{-6} 程度であった。
- (2) 拘束供試体内部の相対湿度は、表面から 10mm 以上の部分では 100%を保っていることから、断面内の乾燥収縮ひずみ分布は、表面近傍で集中的に大きなひずみが発生しているものと考えられる。
- (3)AE 発生数が急激に増加する時期は、ひび割れ発生に伴い拘束供試体における拘束ひずみが開放された時期とほぼ一致した。
- (4)AE 法は、乾燥収縮ひび割れの発生を検出する方法として、十分有効であると考えられる。

【参考文献】

- 1)日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物のクリープおよび収縮による時間依存変形に関するシンポジウム委員会報告書・論文集，2001,7
- 2)日本コンクリート工学協会：品質評価試験方法研究委員会の活動報告および品質評価試験方法（案），1999.8

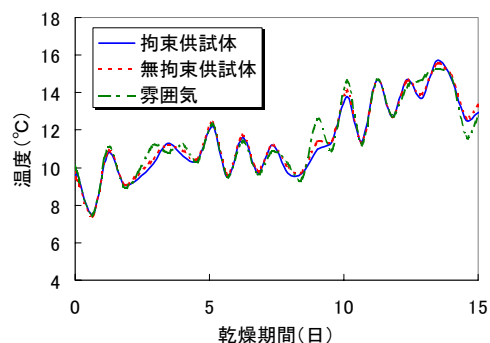


図-2 供試体内部温度と雰囲気温度の経時変化

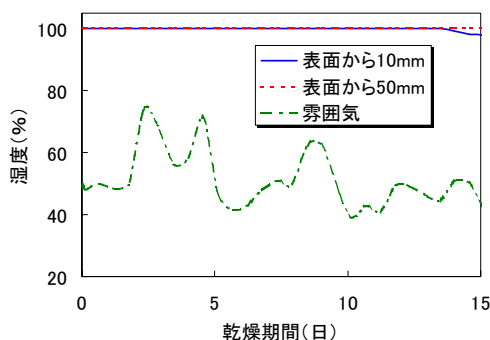


図-3 供試体内部湿度と雰囲気湿度の経時変化

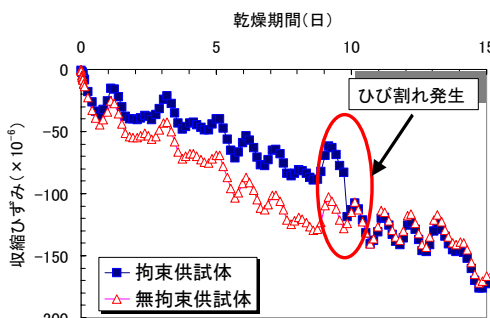


図-4 各供試体における収縮ひずみの経時変化



写真-1 ひび割れ状況

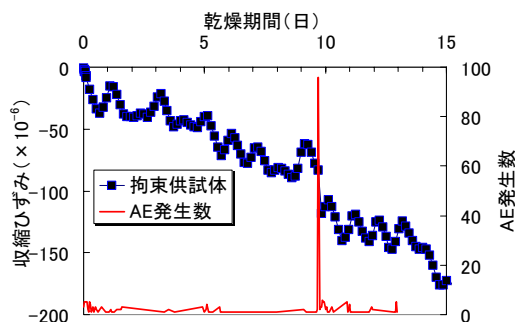


図-5 AE 発生数と収縮ひずみの経時変化