

## 薄板形状供試体を用いたコンクリートの乾燥収縮特性測定試験

飛島建設	土木事業本部	正会員	○寺澤 正人
飛島建設	土木事業本部	正会員	田畑 美紀
飛島建設	土木事業本部		川里麻莉子
東北大学大学院		フェロー	鈴木 基行

## 1. はじめに

「2007年制定 コンクリート標準示方書〔設計編〕」(土木学会)では、「照査に用いるコンクリートの収縮歪は、使用するコンクリートの収縮歪の試験値や既往の資料や実績をもとに定める」ことが原則とされた。一般に乾燥収縮歪の測定は JIS A1129 を適用し、 $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$  の角柱供試体を用いて水中養生7日後6ヶ月乾燥条件の下で実施するが、試験実施に長期間を必要とする点が課題である。一方、初期ひび割れ検討においては、温度応力解析に加え、乾燥収縮ひび割れ解析法として「湿気応力解析」が適用されはじめているが、解析には相対湿度と乾燥収縮歪の関係(以後、「乾燥収縮歪特性」と呼ぶ)が必要であるため、解析精度の向上等を考えると、使用するコンクリートの乾燥収縮歪特性が事前かつ早期に得られることが望ましい。筆者らは角柱供試体よりも厚さを薄くした薄板形状供試体を用いて乾燥速度を速め、埋設型歪ゲージおよび埋設型湿度センサ<sup>1)</sup>を供試体内に配置して乾燥収縮歪特性を含む収縮特性を早期に知る試験法を考案し、その試行の中間結果を前報<sup>2)</sup>で紹介したが、本報告ではその後実施した継続・追加試験結果について報告する。

## 2. 試験法概要

## 2-1 供試体形状寸法および測定方法

供試体形状は、厚さを粗骨材の最大寸法に合わせて20mmとした $2 \times 10 \times 40 \text{cm}$ の薄板形状とした。各試験水準に対して供試体は2体作製し、図-1に示すように1体には埋設型歪ゲージ、もう1体には埋設型湿度センサを断面の中央、表面から深さ10mm位置に配置し、1時間ピッチでコンクリート歪と内部相対湿度を乾燥材齢91日まで自動計測した。なお、試験環境は $20^\circ\text{C}$  60%RH環境とし、コンクリート

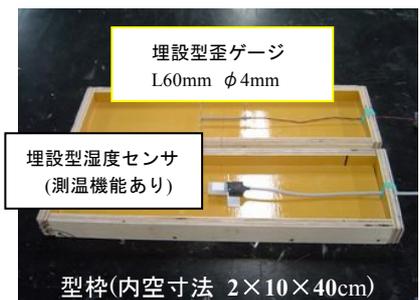


図-1 計測器配置状況

表面均し完了時点でポリ塩化ビニリデンシート(以後「ラップ」と呼ぶ)で型枠を含む供試体全周囲を密閉し、湿潤(封緘)養生を7日間実施した後に、ラップおよび型枠を撤去して供試体の乾燥を開始した。

## 2-2 試験水準

試験は普通ポルトランドセメントを使用したコンクリート(以後「N」と呼ぶ。前報<sup>2)</sup>で中間結果を報告済)に高炉セメントB種を使用したコンクリート(以後「BB」と呼ぶ)を追加して2水準に対して実施した。

## 2-3 使用材料およびコンクリート配合

使用材料を陸砂(君津産)、砕石(最大寸法20mm八王子産)、AE減水剤標準形、配合目標をスランプ $15 \pm 2.5 \text{cm}$ 、空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ として、「N」は $W/C=55\%$ 、単位セメント量 $C=336 \text{ kg/m}^3$ 、単位水量 $W=185 \text{ kg/m}^3$ 、「BB」は $W/C=55\%$ 、単位セメント量 $C=300 \text{ kg/m}^3$ 、単位水量 $W=165 \text{ kg/m}^3$ の配合とした。

## 3. 試験結果および考察

図-2にコンクリート内部相対湿度の測定結果、本法に付随してコンタクトゲージ法(JIS A1129)で測定した乾燥収縮歪測定値と併記する形で図-3~4に乾燥収縮歪の測定結果を示す。また、JCI TC911式<sup>3)</sup>およびCEB-FIP式<sup>4)</sup>で推定した乾燥収縮歪特性を併記して図-5~6に測定結果から求められた乾燥収縮歪特性を示す。これらから本法による乾燥収縮特性測定結果に関して次の知見、考察等が得られる。

キーワード 乾燥収縮, 相対湿度, 歪計測, 湿気応力解析

連絡先 〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地 TEL 03-5214-7092

- 1) 「N」のほうがコンクリート内部相対湿度の低下速度がやや速いものの、「N」「BB」とも乾燥材齢 28~35 日程度以降において、外気の相対湿度とほぼ同程度にまで内部相対湿度が低下する。
- 2) 乾燥収縮の進行程度は「N」「BB」でほぼ同等であり、内部相対湿度がほぼ定常となる乾燥材齢 28~35 日以降の乾燥収縮の進行は小さくなる。「N」「BB」とも、乾燥材齢 56 日程度までは JIS A1129 法による乾燥収縮に先行して乾燥収縮が進行するが、それ以降は JIS A1129 法のほうが乾燥収縮が進行し、乾燥材齢 182 日(6 カ月)での最終乾燥収縮歪は本法での最終計測乾燥収縮歪(乾燥材齢 91 日)よりも大きな値である。この原因を今回の試験の結果のみから論ずることはできないが、供試体の寸法形状の違いによる供試体内部の水分量の大小や断面内乾燥度分布の違いが、その一因であると推察される。
- 3) 例えば本法による乾燥収縮歪に補正係数を掛けて JIS A1129 法による最終乾燥収縮歪を推定できれば本法は最終乾燥収縮歪の早期予測法になり得ると考えられる。表-1 に代表な乾燥材齢における本法による乾燥収縮歪  $\epsilon$  に対する JIS A1129 法での最終乾燥収縮歪  $\epsilon_{\infty}$  の倍率(=  $\epsilon_{\infty} / \epsilon$ )を示すが、「N」と「BB」の値に違いがある。その原因はセメント種別、単位水量の違いやコンタクトゲージ法固有の測定誤差等が考えられるが、原因追究や早期予測法確立のためにはさらなる試験の実施とデータの蓄積が必要と考えられる。

- 4) 「N」「BB」ともに得られた乾燥収縮歪特性は JCI TC911 式に比較して精度が高いとされる<sup>5)</sup>CEB-FIP 式の値に近いものであり、本法は一定の精度を有していると考えられる。また実際に使用するコンクリートに対して比較的短期間に乾燥収縮歪特性が得られることから湿気応力解析精度向上等に対して有効な測定試験法であると考えられる。

4. おわりに

試験を通じて、本法に関する課題等が把握された。今後は、本法の信頼度をより高めるために研究を継続したいと考えている。

表-1 薄板供試体による乾燥収縮歪に対する JIS A1129 法による最終乾燥収縮歪の倍率一覧

乾燥材齢 (日)	N		BB	
	薄板供試体 乾燥収縮歪 $\epsilon$ ( $\mu$ )	$\frac{\epsilon_{\infty}}{\epsilon}$	薄板供試体 乾燥収縮歪 $\epsilon$ ( $\mu$ )	$\frac{\epsilon_{\infty}}{\epsilon}$
28	539.3	1.49	545.8	1.30
35	551.7	1.45	546.8	1.29
56	570.6	1.40	598.1	1.18
91	583.9	1.37	626.4	1.13
JIS A1129法 最終乾燥収縮歪 $\epsilon_{\infty}$	800.9	( $\mu$ )	707.3	( $\mu$ )
単位水量	185	( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	165	( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

参考文献

- 1) 寺澤正人ほか：コンクリート内部の相対湿度計測と湿気移動解析，土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集，V-425，2008.9.
- 2) 寺澤正人ほか：薄板形状供試体を用いたコンクリートの収縮特性測定試験の試行，土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集，V-444，2009.9.
- 3) JCI：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研究委員会報告書，2001.
- 4) CEB：CEB-FIP MODEL CODE 1990，1993.
- 5) JCI：マスコンクリートソフト作成委員会報告書，2003.11.

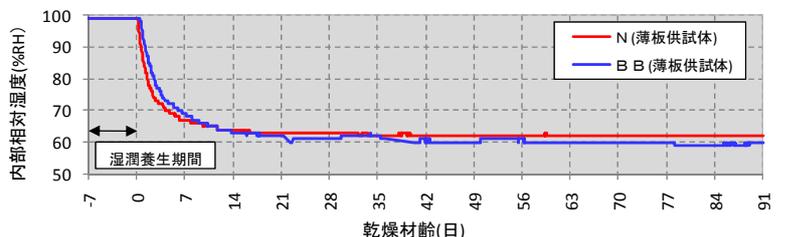


図-2 コンクリート内部相対湿度測定結果

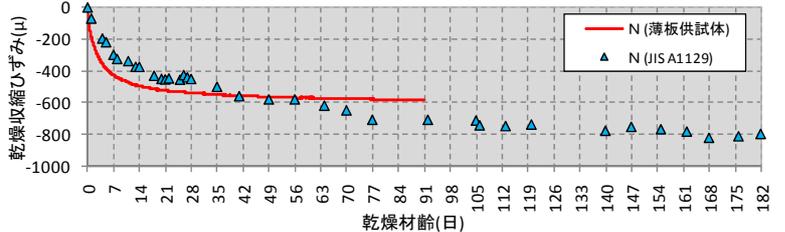


図-3 乾燥収縮歪測定結果(N)

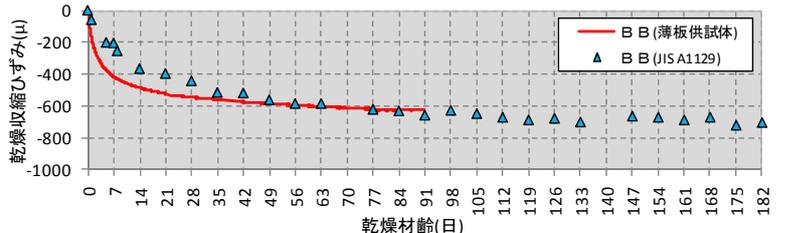


図-4 乾燥収縮歪測定結果(BB)

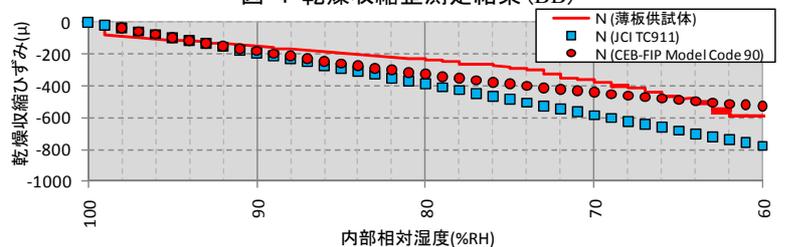


図-5 乾燥収縮歪特性(N)

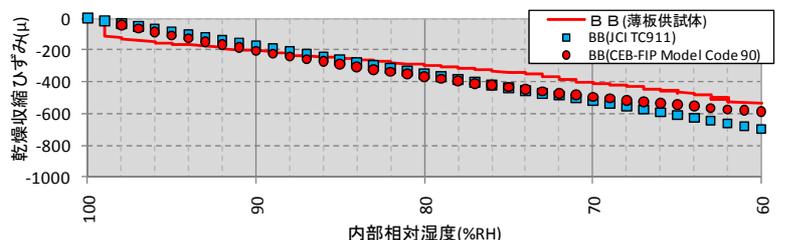


図-6 乾燥収縮歪特性(BB)