

# 膨張コンクリートの拘束膨張収縮ひずみの長期性状

太平洋マテリアル株式会社 正会員○長塩靖祐  
同 正会員 竹下永造  
同 正会員 佐竹紳也

## 1. はじめに

コンクリート構造物におけるひび割れの防止対策の一つとして膨張材の使用が挙げられる。近年では、低添加型の膨張材によるコンクリート工事への使用実績も増えてきており、膨張材を使用したコンクリートの期待は大きいものと考えられる。一方、膨張材の効果の検証には、長期における膨張収縮ひずみ性状を確認することが重要となる。現状ではその効果の検証には実構造物あるいは模擬試験体等で検討した例<sup>1)</sup>が多く、試験体レベルで継続的に長期計測を実施した結果は一部あるものの<sup>2)</sup>その数は少ない。実構造物等における長期計測は困難な場合が多々あると想定され、試験体レベルで検討することは今後有用な資料となり得るものと考えられる。

そこで、本報告は JIS に準拠した拘束膨張収縮試験体において長期的な膨張収縮ひずみ性状を確認し、長期的な基礎データを得ることを目的として実施したものであり、今回は屋外暴露および屋内養生における材齢 2.5 年までの結果について報告するものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメントを (C, 密度: 3.16g/cm<sup>3</sup>) を、細骨材には静岡県産山砂 (S, 表乾密度: 2.58g/cm<sup>3</sup>)、粗骨材には茨城県産碎石 (G, 表乾密度: 2.65g/cm<sup>3</sup>)、混和剤にはリグニンスルホン酸系 AE 減水剤 (Ad) を使用した。膨張材には石灰系低添加型膨張材 (EX, 密度: 3.16g/cm<sup>3</sup>) を使用した。

### 2.2 コンクリート配合

コンクリートの配合を表 1 に示す。W/C は 50%、膨張材量は 20kg/m<sup>3</sup> とし、スランブは 15±2.5cm、空気量 4.5±1.5% になるように混和剤の調整により実施した。

### 2.3 試験項目および試験条件

拘束膨張収縮ひずみは、JIS A 6202 付属書 2 (参考) の B 法とし、水中養生期間の測定材齢は 1, 2, 3 および 7 日で実施した。屋外暴露および屋内養生試験は材齢 7 日まで標準養生して測定した試験体を各々の試験に供した。屋外暴露試験は、材齢 1 年までは 1 ヶ月ごとに、それ以降は材齢 3 ヶ月ごとに測定を実施した。測定は、測定する 5 日前に 20℃、60% の恒温室にて前養生を行い、その後試験を実施した。屋内養生は 20℃、60% の恒温室において実施した。拘束膨張収縮ひずみを測定する際に、試験体の重量も測定した。なお、屋外暴露は千葉県佐倉市において実施した。暴露試験状況を図 1 に示す。また、材齢 28 日において JIS A 1108 に準拠し、圧縮強度試験を実施し、膨張材無の場合と比較した。

表 1 コンクリート配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					混和剤 (C+EX) × %
			W	C	EX	S	G	
PL	50	46.4	168	336	-	812	966	0.25
EX	50	46.4	168	316	20	812	966	0.25



図 1 暴露試験状況

## 3. 試験結果

表 2 にフレッシュ性状および圧縮強度試験結果を示す。フレッシュ性状は所要の性状を満足するものであった。また、材齢 28 日の圧縮強度は膨張材無の場合と同様であった。

キーワード：膨張材、拘束膨張収縮ひずみ、長期性状、屋外暴露

連絡先：千葉県佐倉市大作 2-4-2, TEL: 043-498-3921, Fax: 043-498-3925

図2に材齢7日までの拘束膨張ひずみ試験結果を示す。材齢7日における拘束膨張ひずみは、 $200 \times 10^{-6}$ 程度であり、土木学会が定める収縮補償用コンクリートの標準値<sup>3)</sup>である材齢7日で $150 \sim 250 \times 10^{-6}$ の範囲にあることが確認された。

図3に材齢2.5年までの拘束膨張収縮ひずみおよび重量減少率の測定結果を示す。屋外暴露を実施した試験体は膨張側および収縮側と変動しているが、材齢2.5年の経過時点では膨張側の結果にあった。一方、屋内試験を実施した試験体は、材齢3~6か月程度で $200 \times 10^{-6}$ 程度であり、その後はおよそ一定の値が得られる結果となり、その値は $200 \sim 250 \times 10^{-6}$ の範囲内にあった。屋内養生の結果から膨張材の効果は材齢2.5年経過も見受けられる結果にあった。屋外暴露を実施した試験体の重量減少率は、試験結果に変動があるものの1%程度で推移している傾向にあった。一方、屋内養生した試験体の重量減少率は材齢の経過とともに緩やかに減少している傾向にあった。屋外暴露の拘束膨張収縮ひずみと重量減少率を比較するとその挙動については類似しており、拘束膨張収縮ひずみの結果は重量減少率の影響を受けているものと推察される。この要因の一つとして気象の影響を受けているものと考えられ、気象庁のホームページ<sup>4)</sup>から千葉県佐倉市の気象データと本結果を照らし合わせて見ると、降水量の多い時期(例えば5, 6月頃)には重量減少率が停滞する傾向にあり、日射時間が長い時期(8月頃)には重量減少率がやや大きくなる傾向が見受けられた。今後はこれらの影響も考慮して検討を行う必要があるものと考えられる。

次に、屋外暴露試験体と屋内養生の試験体の拘束膨張ひずみについて考えてみると、その差は $200 \sim 250 \times 10^{-6}$ 程度であった。収縮補償コンクリートの定義としてはコンクリートの膨張を鉄筋等で拘束することによって乾燥収縮等により発生する引張応力を相殺もしくは低減させる程度の小さなケミカルプレストレスを付与した鉄筋コンクリートとしている<sup>3)</sup>。今回の結果からも $200 \times 10^{-6}$ 程度の膨張が得られれば、実環境下での収縮によるひび割れ等を低減することが可能であることが示唆されたものと考えられ、今後も継続してデータを蓄積し、膨張材の長期的な効果について検討していく予定である。

4. まとめ

JISに準拠した拘束膨張収縮試験体において、材齢2.5年までの屋外暴露および屋内養生における拘束膨張収縮ひずみについて確認した。

【参考文献】

- 1) 例えば佐竹他：膨張コンクリートを使用した実建造物の長期性状およびひび割れ調査，高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会，pp. 433-438，2011
- 2) 三宅他：膨張材を用いたモルタルおよびコンクリートの長期材齢における性状，セメント・コンクリート，No. 369，pp. 8-13，1977
- 3) 社団法人土木学会：コンクリートライブラリー75，膨張コンクリートの設計施工指針，1993
- 4) 気象庁ホームページ：http://www.jma.go.jp/jma/index.html

表2 フレッシュおよび硬化性状

No.	スランブ (cm)	空気量 (%)	28日圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
PL	13.5	4.5	46.8
EX	13.0	4.2	45.4

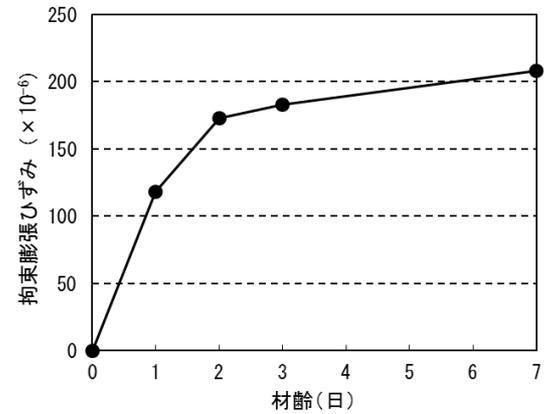


図2 拘束膨張ひずみ

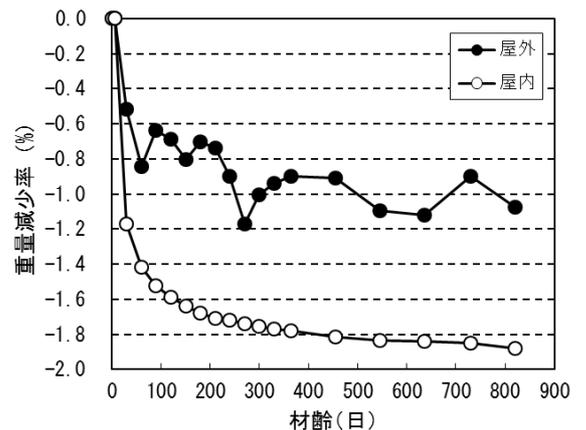
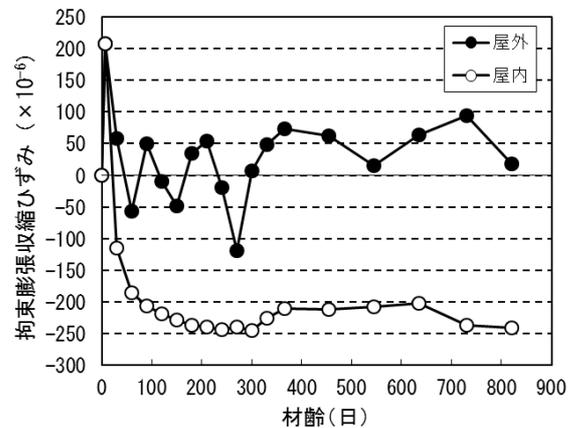


図3 拘束膨張収縮ひずみおよび重量減少率