

高強度コンクリートを用いた部材の自己収縮および膨張量の算定に関する実験的検討

オリエンタル白石(株) 正会員 ○中村敏之 二井谷教治
(株)サン環境計画 正会員 手塚正道

1. はじめに

高強度コンクリートを用いたプレキャストコンクリート部材（以下、PCa 部材）は、その接合部も同じ強度のコンクリートであることが多い。一般に、接合部はPCa 部材と比較して寸法が小さいことから、剛性差によってPCa 部材に大きく拘束される。そのため、乾燥収縮や自己収縮などの収縮ひずみにともなう引張応力が大きくなりやすく、その程度に応じてひび割れが生じる可能性がある。特に高強度コンクリートでは自己収縮が大きいため、使用するコンクリートの収縮特性を把握してひび割れが生じるリスクがないかを配合選定時に照査しておく必要がある。

これまでに筆者らは設計基準強度 50N/mm² の高強度コンクリートを用いたプレキャスト PC 床版の接合部を対象に、その収縮量算定に関して、室内試験で得られる JCI や JIS 等の角柱供試体による試験値から得た自己収縮ひずみ、乾燥収縮ひずみを用いた収縮ひずみの算定方法を提案した¹⁾。しかし、自己収縮に関して文献²⁾を参考に寸法効果を考慮して試験値に一律 0.8 を乗じており、その妥当性に課題を残した。また、対象の接合部では一般に膨張材が使われるが、部材に作用する膨張量の算定には至っていない。

そこで、本稿では前述のひずみの算定方法の精度向上を見据えて、室内試験で得られる試験値に対し、部材に作用するひずみを明確にすることを目的とした実験を行った。

2. 実験概要

(1) 試験体

表-1 に試験体の種類を示す。鉄筋の有無、膨張材の有無、養生方法の条件により 3 つのケースに分け、各ケースで試験体は□100×400mm、□200×800mm および□245×980mm の 3 種類のサイズの角柱試験体を製作した。いずれもコンクリートは早強ポルトランドセメント、砕砂・碎石および高性能 AE 減水剤を用いた W/C=34%の配合とした。また、試験体の環境は室内で自然温度とした。

(2) 自己収縮ひずみの寸法効果の検証

Case1 は、無筋および膨張材を混和しない配合とし、24 時間で脱型後、全面にアルミテープを貼り付け、さらにその上にエポキシ樹脂を塗布した封緘養生とし、それぞれのサイズの自己収縮ひずみを求めるものとした。

(3) 部材に作用する膨張量の検討

膨張材は石灰系の低添加型を用いて、セメント置換で 25kg/m³を混和した。Case2 は無筋および膨張材を混和しない配合とし、Case3 は有筋および膨張材を混和した配合とした。両者とも 7 日間の湿潤養生後に脱型し、以降は両側面および端面を封緘、上下面を露出面とした。Case3 で得たひずみから Case2 で得たひずみを差し引いたひずみが膨張量となるが、Case2 は無筋のため、Case2 に有筋とした□200×800mm の角柱試験体を追加して、鉄筋の有無の違いから鉄筋拘束度を算出し、Case2 のひずみを有筋相当に補正して Case3 と比較した。なお、鉄筋はいずれも D13 を使用し、各断面形状においていずれも同じ鉄筋比 1.27%となる本数を配置した。図-1 に試験体の寸法と鉄筋配置を示す。

3. 実験結果

(1) 自己収縮ひずみの寸法効果

図-2 にひずみの測定値（左）と□100mm に対する□200mm および□245mm のひずみの比（右）を示す。若材齢では 0.8 程度であり、寸法が大きいほど自己収縮ひずみが小さい。これは文献²⁾のとおり、セメントの水和にとも

表-1 試験体の種類

	No.	断面	配筋	膨張材	養生
Case1	S1A	100mm	なし	なし	封緘
	S1B	200mm			
	S1C	245mm			
Case2	S2A	100mm	4本	なし	湿潤養生 7日後、 上下二面 封緘
	S2B	200mm			
	S2C	245mm			
Case3	S3AR	100mm	1本	あり	
	S3BR	200mm	4本		
	S3CR	245mm	6本		

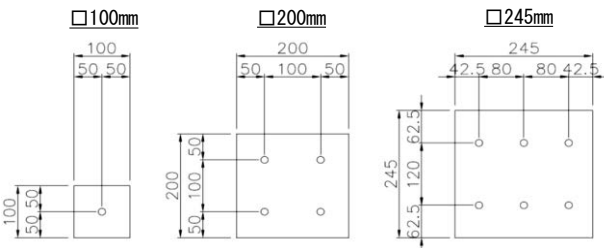


図-1 角柱試験体（鉄筋は一部試験体のみ配置）

キーワード プレキャストコンクリート、接合部、高強度コンクリート、自己収縮、膨張量

連絡先 〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 5 オリエンタル白石（株）技術研究所 TEL 0285-83-7921

ない間隙水が試験体の表層から中心部に移動しようとする
ことから、その移動距離が長くなる寸法の大きい試験体の
自己収縮が小さくなると説明できる。しかし、長期では、
材齢とともにひずみの比は増加しており、1.0に収束する傾
向が見られる。これは前述の現象が継続され、間隙水が移
動し切ることによってひずみが最終的に同じとなると推察される。
このことから、自己収縮ひずみは寸法が大きいことで単に
低減されるというだけではなく、寸法効果によって若材齢
でのひずみの増加率が小さくなるが、最終的に□100mm
(JCI-SAS 試験などの角柱供試体に相当)のひずみとなる
ことを示唆した。乾燥収縮と同様に、水セメント比や単位
体積質量などによる係数で評価できる可能性が推察される
が、さらに様々な条件でのデータの蓄積が必要である。

(2) 部材に作用する膨張量

図-3 に Case2 と Case3 のひずみの測定値を示す。図-4
に Case2 の□200mmにおける鉄筋の有無の違いから算出
した鉄筋拘束度を示す。鉄筋拘束度は無筋と有筋のひずみの
差を無筋のひずみで除した。若材齢以降から概ね一定とな
った。図-5 に JIS A 6202 に準じた拘束膨張試験値と水中養
生条件とした膨張材なしおよび無拘束の□100mm 角柱供
試体の試験値、また、Case2 と Case3 における膨張材の有
無の違いから算出した膨張量を示す。水中の供試体は鉄筋
比が 1.0%であることから、図-4 で得られた値を 1.27 で除
したものを鉄筋拘束度としたうえで無筋相当に換算して、
無拘束供試体を差し引いたひずみを膨張量とした。なお、
水中の供試体のひずみには、どちらも水中におけるコンク
リートの膨潤が体積変化に含まれていると考えられる。一
方の角柱試験体の膨張量は Case2 の有効材齢 t 時の測定値
に図-4 の有効材齢 t 時の鉄筋拘束度を乗じたひずみ量を差
し引き、Case3 との差とした。

これらの結果から、□100mm では鉄筋配置が中央に 1 本
であり、試験体全体の初期膨張量を拘束できなかったと考
えられる。それ以外では、補正した JIS A 6202 試験値と部
材の膨張量は材齢 90 日付近まで概ね一致し、以降は前者が
小さくなった。このことから、JIS A 6202 により得られた
ひずみから鉄筋拘束度と自己収縮ひずみ（膨潤を含む）で
補正したひずみを部材に作用する膨張量とすることで、安
全側に評価できる可能性を示唆した。

4. まとめ

- (1) 自己収縮ひずみは寸法が大きいと低減されるが、これ
は若材齢でのひずみの増加率が小さくなることであつ
て、最終的に規準試験等で用いられる□100mm 角柱供
試体などのひずみと同じとなることを示唆した。
- (2) 膨張材による部材に作用する膨張量は、JIS A 6202 試験
値から補正したひずみを用いることで、安全側に評価
できることを示唆した

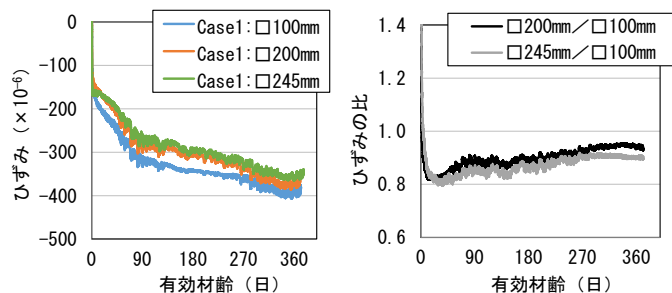


図-2 自己収縮ひずみの寸法効果

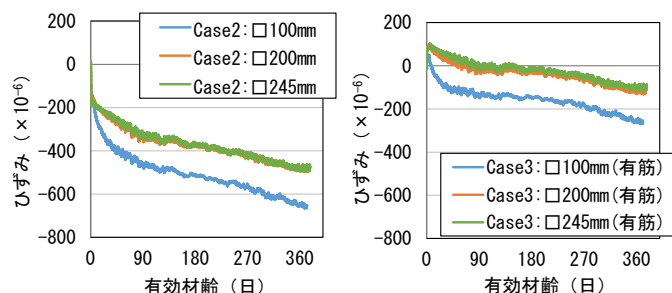


図-3 膨張材および鉄筋の有無によるひずみの違い

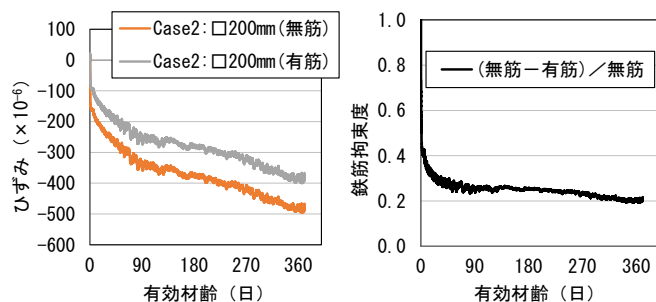


図-4 鉄筋の有無によるひずみの違いと鉄筋拘束度

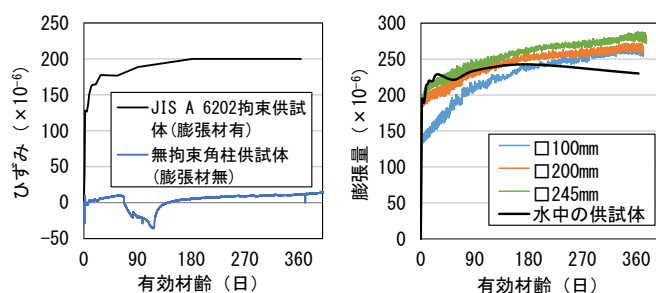


図-5 膨張量

- (3) 上記いずれもさらにデータを蓄積することで、室内試
験等から部材に生じる収縮ひずみが予測でき、信頼性
のある照査方法が確立できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 中村, 二井谷, 手塚: 高強度コンクリートを用いたプ
レキャストコンクリート接合部の収縮量算定に関する
検討, 土木学会第 77 回年次学術講演会講演概要集,
V-297, 2022.9
- 2) 田澤栄一他: セメントペーストの自己収縮, セメント・
コンクリート論文集, No.46, 1992