

平成21年度～平成22年度 住宅・建築関連先導技術開発助成事業 技術開発の成果ヒアリング

研究テーマ名 : 超高強度RC柱の高耐久化に関する技術開発

分野: 資源

構成 : 名古屋大学 (丸山一平、勅使川原正臣)

建築研究所 (諏訪田晴彦)

太平洋セメント株式会社 (谷村充、三谷裕二)

安藤建設株式会社 (立山創一、石川伸介)

2012年10月5日

背景・目的・概要

◆ 背景および目的

超高耐久性を有する設計基準強度100MPa超級の超高強度プレキャストRC柱部材の開発を目的とする。特に、本研究では従来の技術では不可避であったコンクリートの自己収縮による影響について、ひび割れ発生の抑制と構造挙動評価に軸足を置き、自己収縮を制御し、構造的・材料的に高耐久なプレキャストRC部材を実現する技術開発を行う。

◆ 概要

2011年度: 膨張材や収縮低減材を用いた場合に、各材料や養生条件がひび割れ抑制にどのように貢献するかの知見を得、特に脱型材齢の影響が大きいことを確認し、これらのデータ整備からプレキャスト部材の製造におけるひび割れ抑制手法を開発した。

2012年度: 自己応力は曲げ耐力に影響しないことから、自己応力の短期せん断耐力への影響について実験的検討を行い、正載荷側耐力には影響が無いこと、負載荷側耐力に影響がでること、弾性域においても若干の剛性が低下することなどの知見を得、RC短柱の性能は自己収縮の影響が剛性低下以外に無く、弾性範囲の設計においては従来手法で問題無いことを確認した。

概要(2011年度)

◆ プレキャスト部材製造時におけるひび割れ抑制方法

1)実験概要

シリーズ1

膨張材の効果
(脱型時期の影響)

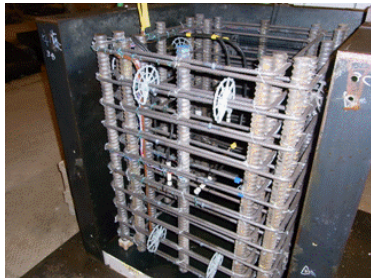
- ・プレーン(PL1)
- ・膨張材20kg/m³混和(EX)

シリーズ2

膨張材・収縮低減剤
併用の効果

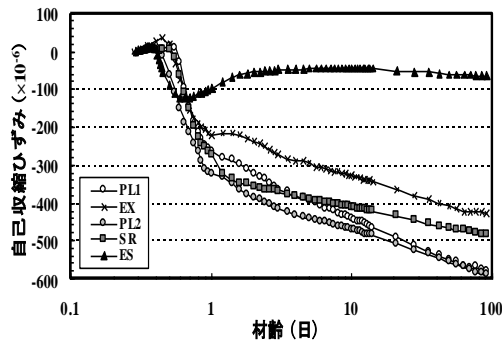
- ・プレーン(PL2)
- ・収縮低減剤6kg/m³混和(SR)
- ・膨張材30kg/m³と収縮低減剤6kg/m³併用(ES)

2)試験体概要



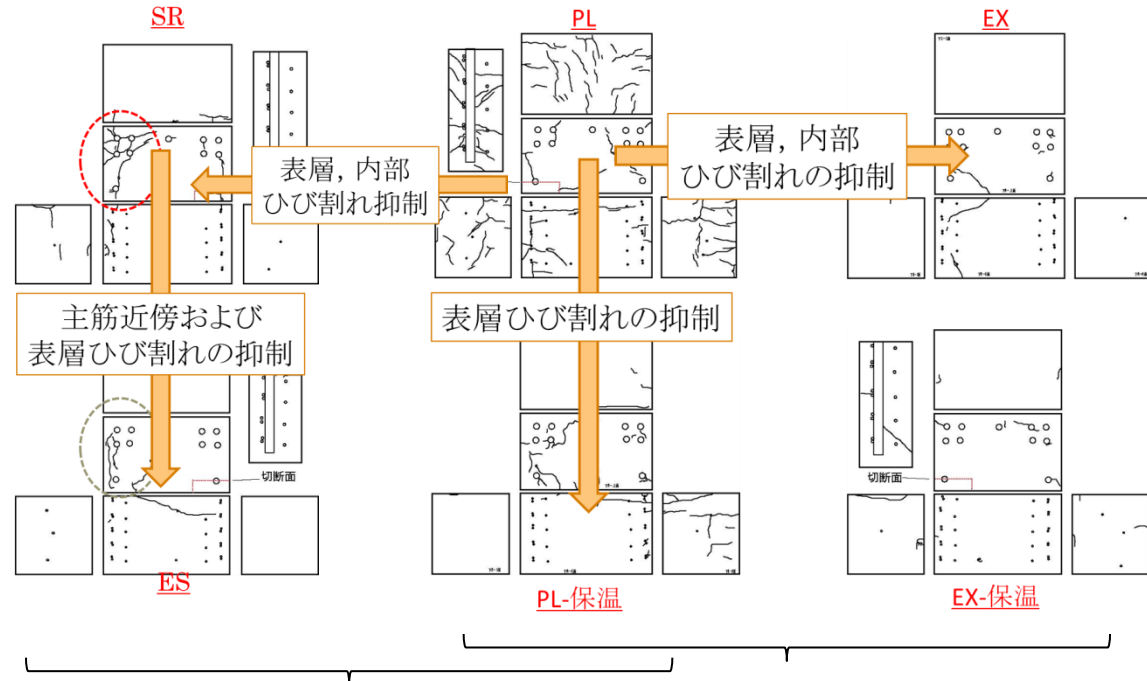
寸法:
900×900×1100mm,
主筋比:3.3%, 帯筋
比:0.56%

3)試験体自己収縮ひずみ



- ・EXの効果大: ~材齢1日, SRの効果大: 材齢1日~ [自己収縮低減量(材齢100日程度)]
- ・EX(膨張材20kg/m³): 150μ, ・SR(収縮低減剤6kg/m³): 100μ
- ・ES(膨張材30kg/m³, 収縮低減剤6kg/m³): 500μ

4)実部材ひび割れ確認



シリーズ2

シリーズ1

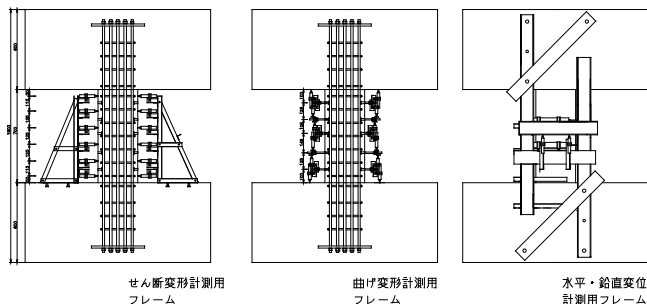
5)まとめ

- ・初期保温養生を施すことによって, 材齢1日で脱型した場合より表層部のひび割れを大幅に低減できる。
- ・膨張材を20kg/m³混和することで, 無混和の場合より, 表層部および鉄筋近傍のひび割れを大幅に抑制することができる。
- ・収縮低減剤を混和することによって, 無混和の場合と比較して, 特に表層部分のひび割れが抑制されることを確認。
- ・膨張材と収縮低減剤を併用することで, 鉄筋近傍および表層部分のひび割れが減少することを確認。
- ・これらの挙動は内外温度差によって拡大する内部拘束応力の影響が大きく, 製造時の内外温度差を極力小さくする手法が有効である。

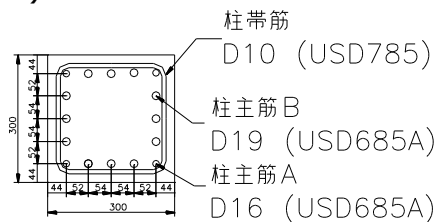
概要(2012年度)

◆ 収縮の有無がRC短柱の曲げせん断荷力時に及ぼす影響

1) 荷力試験概要

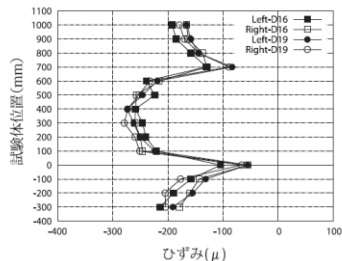


2) 試験体概要

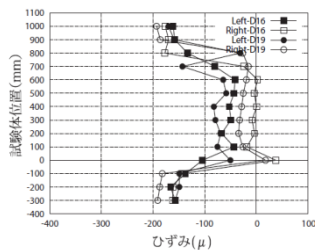


寸法:
h=700mm, 断面
B × D=300 × 300mm,
主筋比4.7%, せん断
補強筋比0.476%

3) 初期応力の評価

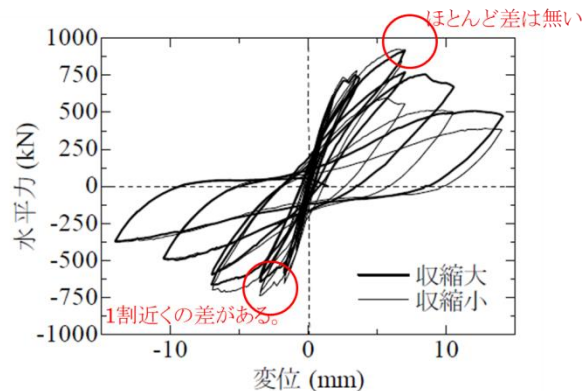


収縮大 試験体
 (コンクリート応力2.4MPa)

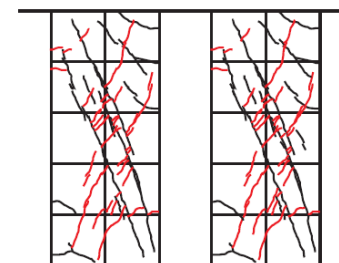


収縮小 試験体
 (コンクリート応力0.5MPa)

4) 載荷の結果

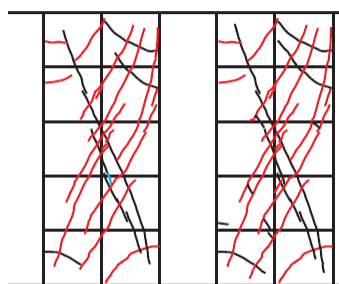


負荷荷 ← → 正荷荷 収縮大



1/200

負荷荷 ← → 正荷荷 収縮小



1/200

5) まとめ

- ・収縮の大小は、十分なせん断補強筋量、十分な主筋がある状態であれば、ほぼ同等の性能を有する。
- ・負側耐力は収縮応力の大小の影響を受ける。これは収縮によって蓄えられた主筋応力がひび割れ部で解放され、RCとしての一体性が損なわれるからと考えられる。
- ・初期剛性: 収縮大の方が8%程度小さい。成分で分離するとせん断剛性が3割近く落ちている。曲げ剛性はほぼ同等。曲げ/せん断=0.8~0.7
- ・曲げひび割れ発生荷重: 収縮大の方が小さい
- ・せん断ひび割れ発生荷重: 収縮大の方が小さい
- ・最大耐力: ほぼ同等
- ・せん断補強筋降伏筋耐力: 7%程度、収縮大の方が大きい。

技術開発の先導性、効率性

◆技術開発の先導性

- 設計基準強度一辺倒であった超高強度コンクリート研究において、自己収縮ひずみ、自己収縮ひずみによって生じる応力およびひび割れを通じた評価を実施し、プレキャスト製品を製造するプロセスを対象に、養生方法、混和剤・材（収縮低減剤および膨張材）の使用効果について、有筋実部材によって評価した点。
- 同じく、初期応力・ひび割れが生じたと思われる部材について、曲げせん断載荷において、短柱のせん断破壊挙動に着目して、材料の体積変化と構造挙動を関連づけた評価を実施した点。

◆技術開発の効率性

- 資金については、成果を得るのに必要十分な資金を獲得して実施した。
- 超高耐久コンクリートを用いたRC部材の製造は、材料、施工、構造挙動すべてを一体的に評価する必要がある。材料については、太平洋セメント株式会社が、施工については安藤建設が、構造挙動については名古屋大学、建築研究所が得意とするところであり、研究実施上必要なキープレイヤーは本プロジェクトにおいて適切に役割分担をしたと考えられる。

実用化・市場化の状況／技術開発の完成度、目標達成度

◆実用化・市場化の状況

- プレキャスト部材の製品化については、安藤建設においては当座難しい状況にある。
- 指針類への反映については、今後、建築学会内での高強度コンクリート指針、収縮ひび割れ制御指針等へ、学会発表を重ねるとともに、指針策定委員会に関係者が参加することによって実現できると期待される。

◆技術開発の完成度、目標達成度

- プレキャスト製品の実用化については、大幅にひび割れを抑制できる条件を見いだすことに成功した。初期ひび割れ発生制御の実用化については目標到達度として80%である。
- 自己収縮応力やそれによって生ずるひび割れが部材に及ぼす影響評価については、対象とした短柱については有益なデータ・知見が蓄えられた。しかし、本検討対象以外にも長柱のクリープ挙動、接合部材評価など、体系化に資する検討は多く必要な段階である。設計法により弾性状態のみで利用する場合の知見は得られたと考えられるので、目標到達度として60%である。

技術開発に関する結果

◆成功点

- プレキャスト製品の実用化については、大幅にひび割れを抑制できる条件を見いだすことに成功した。
- 弾性範囲内において、RC短柱の場合、せん断耐力に大きな影響は無いことを確認した。剛性は収縮が大きいと小さくなることも確認した。すなわち、収縮の影響はそれほど大きく無いことをせん断短柱において確認した。

◆今後の課題

- ひび割れを抑制できる条件の経済合理性については評価できていない。収益性を考慮した検討が今後必要になる。
- 自己収縮応力やそれによって生ずるひび割れが部材に及ぼす影響評価については、対象とした短柱については有益なデータ・知見が蓄えられたが、それ以外にも長柱のクリープ挙動、接合部材評価など、体系化に資する検討は多く必要な段階である。

今後の見通し

◆見通し

- 経済状況が大きく変化してしまったため、技術開発の継続が経済的に難しくなってしまったが、超高耐久コンクリート部材製造上、重要な知見は多く、関連して発展する学問上の問題も多いことから、再度、体制を構築して技術開発を進めていきたいと考える。
- 今後は、1)ひび割れ発生予測システムの構築、2)経済的合理性を有するプレキャスト部材ひび割れ抑制手法の実用化、3)自己収縮応力、ひび割れ、長期クリープの影響を考慮した部材性能評価手法の構築、が必要である。