

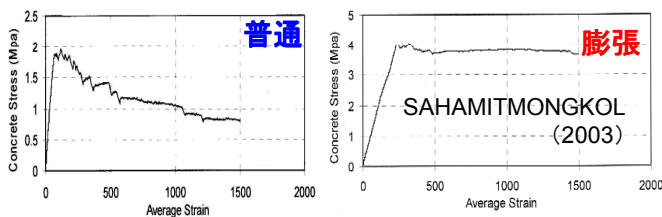
ケミカルプレストレストコンクリートの特徴的挙動メカニズムの解明とその知識化による膨張コンクリートの効果的な活用に向けた検討

【概要・目的】

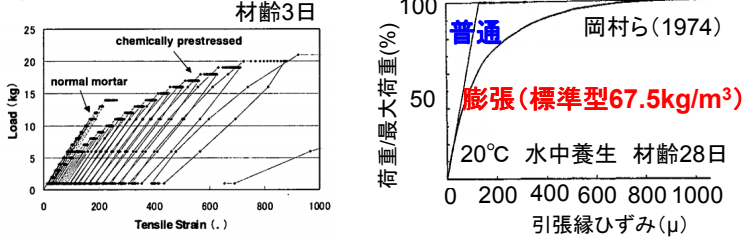
膨張材によりケミカルプレストレスを導入したコンクリート(CPC)は様々な特徴的な挙動を示す。しかしながらそれらの評価手法が確立されておらず、そもそも挙動メカニズムも完全には解明されていないため、その特徴を十分に活かし切れていないのが現状である。本研究では上記挙動メカニズムを解明し、知識化することで、コンクリート構造物の性能向上を可能とする膨張コンクリートの更なる有効活用を目指して検討を行った。

【今回検討したCPCの特徴的な挙動】

①テンションスティフニング効果向上 (石村ら:2001)



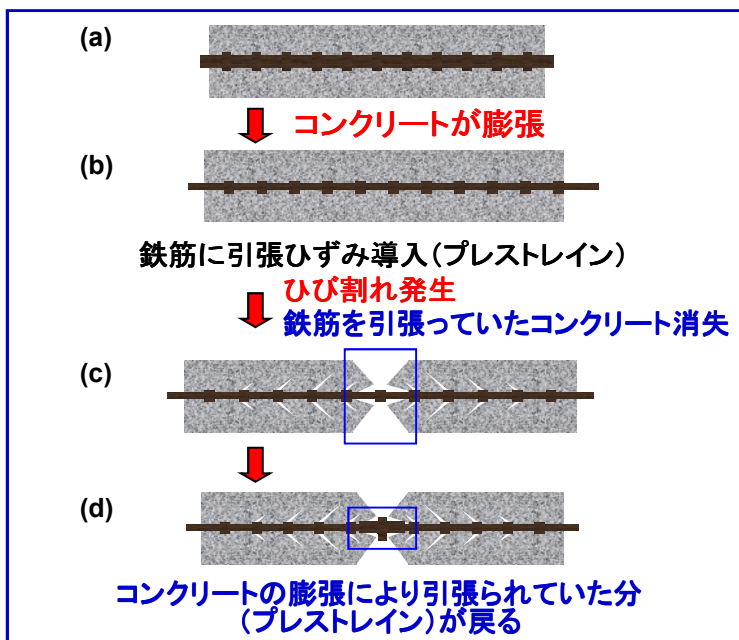
②非線形挙動 細田ら(2001) 材齢3日



【①テンションスティフニング効果向上】

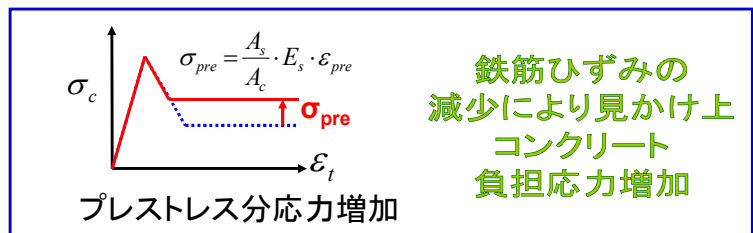
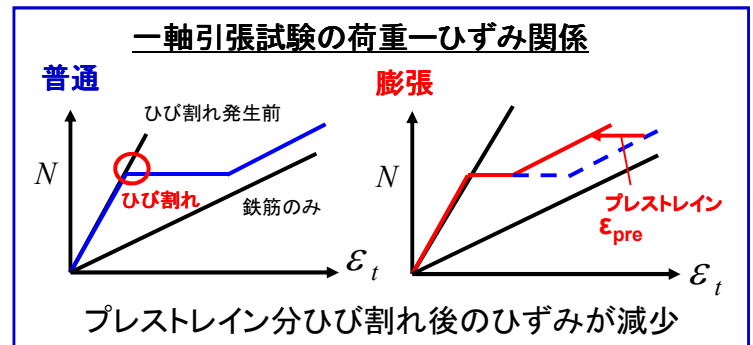
1.ケミカルプレストレンによるひずみの減少

鉄筋を有する膨張コンクリート(a)では、膨張作用によって載荷前から鉄筋に引張ひずみ(ケミカルプレストレン)が生じる(b)。ここにひび割れが発生すると、それまで鉄筋を伸ばしていたコンクリートが消失することになり(c)、その部分の鉄筋の伸びがプレストレン分戻る(d)。



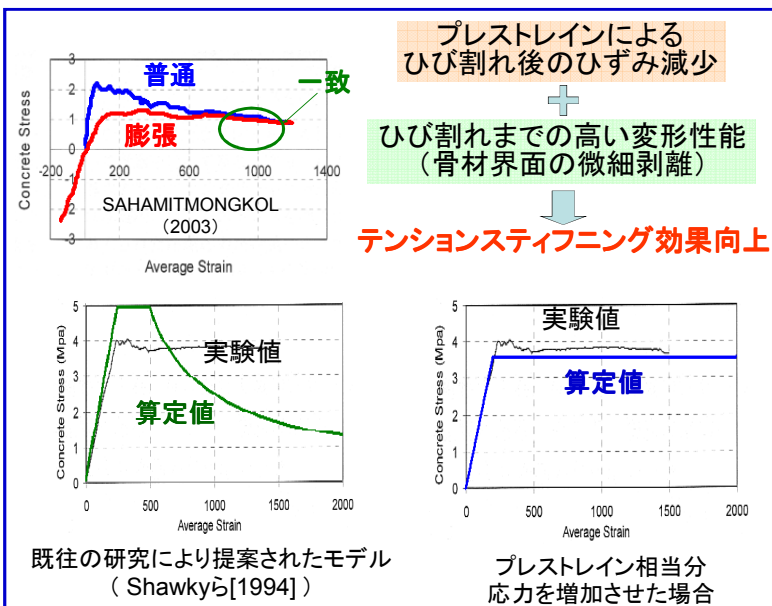
2.コンクリート負担応力の増加

プレストレンの作用により、ひび割れ発生後の鉄筋ひずみはプレストレン分減少する。これを、コンクリート負担応力を縦軸にして書き直すとプレストレン相当分コンクリート応力が増加する。これにより、コンクリート応力の最終的な負担応力が増加する。



3.テンションスティフニング効果向上メカニズム

プレストレン相当分、膨張コンクリートの曲線をシフトすると、最終的な到達点が普通コンクリートと一致することはプレストレンの貢献を裏付けている。ただし、膨張コンクリートはひび割れ前の変形性能も大きく、これによる貢献も大きいと考えられる。変形性能に関しては「②非線形挙動」において検討する。



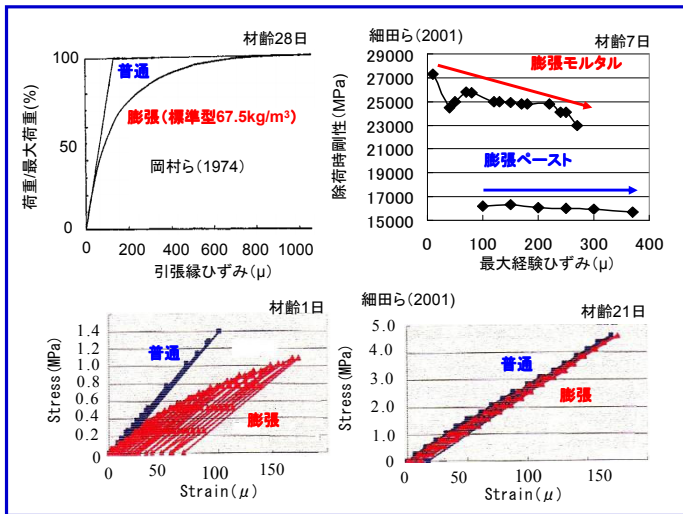
膨張作用に起因する鉄筋のひずみにより
コンクリート負担応力増加

ケミカルプレストレストコンクリートの特徴的挙動メカニズムの解明とその知識化による膨張コンクリートの効果的な活用に向けた検討

[②非線形挙動の検討]

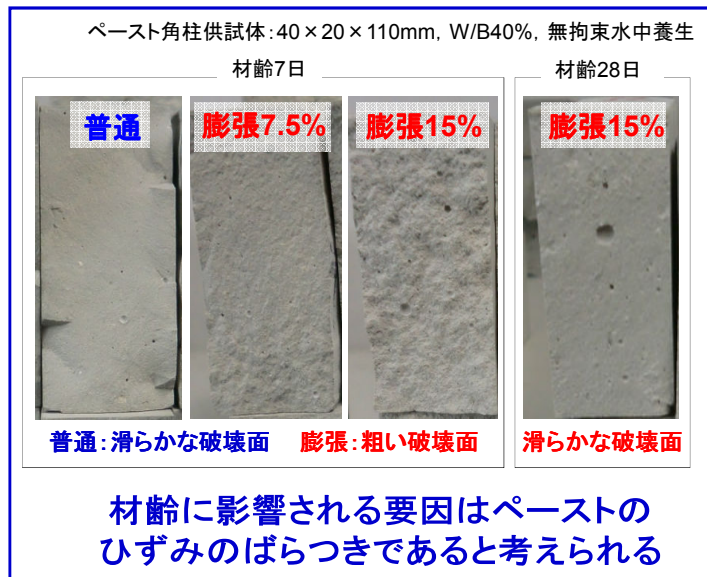
1.非線形挙動検討のポイント

岡村らによるコンクリートの曲げ試験では、材齢28日でも顕著な非線形性が確認された。一方、細田らによる膨張モルタルの繰返し引張試験では材齢の経過により非線形挙動が減衰し、また膨張ペーストと比較して大きな非線形性が生じることが報告されている。以上は、**材齢に影響される要因**と**影響されにくい要因**の存在を示唆している。



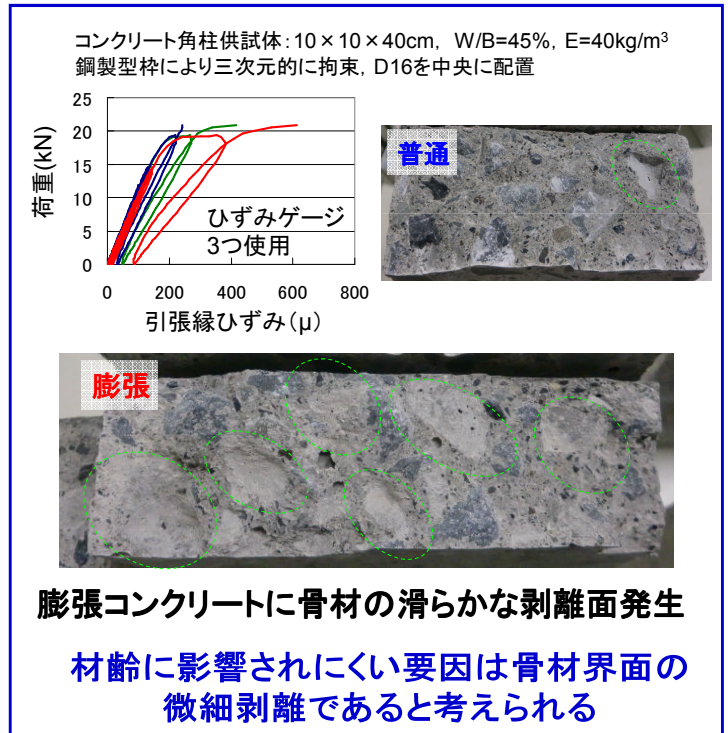
2.ペーストに着目した検討

曲げ破壊面を観察した結果、膨張材をセメントと7.5%置換した供試体では、下部には凹凸のある破壊面が生じ、上部には平滑な破壊面が生じた。これは、下部では引張変形により徐々に微細損傷が発生する一方、上部では一気にひび割れが進展したことを示している。また、材齢の経過により破壊面の凹凸は抑制された。以上は、膨張によるひずみのばらつきに起因して微細損傷が生じていることを示す証拠であると考えられる。



3.骨材に着目した検討

拘束養生を与えた膨張コンクリート供試体の繰返し曲げ試験を実施した結果、ひび割れ前に顕著な塑性変形が生じた。破壊面を観察した結果、粗骨材の滑らかな剥離痕が多数発生しており、これにより非線形性が発現している可能性が高い。骨材界面では水和物が生成されにくく、剥離のスケールは微細損傷より大きいいため、材齢に影響されにくいものと考えられる。



ペーストマトリックスのひずみのばらつきと骨材界面の剥離により非線形挙動発現

[まとめ]

本検討では鉄筋の初期ひずみとメソスケールの観察結果に着目して、膨張コンクリートのテンションスティフニング効果向上と非線形挙動のメカニズムを説明した。上記の鉄筋ひずみの影響や界面での微細剥離を仮定することにより、これまで理解が困難であった特異挙動(乾燥により性能が低下しにくい、ひび割れ間隔が増加するなど)も説明可能であり、それらを裏付ける実験結果もこれまでに得ている。また剥離により液状水の移動抵抗性は低下しないことも、これまでに確認している。

[今後の展開]

- ①今回得られたメソスケールの知見と、既往の研究において報告されているマクロ・ミクロスケールでの知見を統合することで、複雑な膨張コンクリートの挙動メカニズムを包括的に理解・知識化する。
- ②これまで膨張材は「経験則で効く部材に使用」されることが多く、必ずしも使用者側のニーズに一致していなかった。今後は上記挙動メカニズムに基づいて、膨張材の適切な利用方法を提案する。