

膨張性超速硬繊維補強コンクリートの膨張収縮挙動に関する検討

日本大学工学部 学生員 ○澤田 卓也
日本大学工学部 尾見 優
日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

我が国の高度経済成長期に集中整備された高速道路や橋梁は、供用後 30 年以上経過したものも多く、今後、補強を必要とする構造物が急増することが予想される。このうち都市内高速道路橋 RC 床版の補強は、これまで交通規制を必要としない床版下面から行われてきたが、この方法にも限界があり、今後は床版上面からの補強も余儀なくされると考えられる。以上の背景より、本研究では、都市内高速道路に適用可能な床版上面増厚材料として開発された膨張性超速硬繊維補強コンクリート(以下、SFRC-Ex)の膨張収縮挙動について検討することとした。本研究では、冬期の屋外(神戸)において、実機により製造した SFRC-Ex について、外気温と同等の室内(平均約 12℃)に保管した供試体の膨張収縮挙動を測定するとともに(実機試験)、20℃一定恒温室内で製造および保管した SFRC-Ex と膨張材を用いない超速硬繊維補強コンクリート(以下、SFRC)の膨張収縮挙動の比較検討を行なった(室内試験)。

2. 実験概要

フレッシュ性状の要求性能は、都市内高速道路という厳しい立地条件下での施工性を考慮し、さらに近隣に配慮した低振動低騒音施工を可能とするため、可使時間 30min 以上、可使時間内のスランプが 15-5cm を満たすこととした。膨張収縮挙動に関しては、ひび割れ制御を目的とした膨張材による収縮補償効果に期待し、初期の自己収縮が顕著に抑制されることと、材齢 7 日で収縮側に移行しないことを当面の目安とした。本研究におけるコンクリートの構成材料は、水、超速硬セメント(密度 3.01g/cm³)、陸砂(表乾密度 2.59g/cm³)、砕石(G_{max} =13mm、表乾密度 2.63g/cm³)、早強性石灰系膨張材(密度 3.19g/cm³:NEX)、鋼繊維(鋼繊維長 30mm、密度 7.85g/cm³:SF)、高性能減水剤(SP)、凝結遅延剤(JS)および空気量調整剤(MA)である。表-1 に、実機試験における示方配合表を、表-2 に室内試験の示方配合表を示す。

本研究では、フレッシュ性状を評価するにあたりコンクリート排出から約 10 分間隔で、可使時間を切るまでのスランプの経時変化を測定した。一方、膨張収縮挙動の測定は、100×100×400mm の角柱供試体を用いた。型枠は既往の文献¹⁾を参考に作製し、コンクリートが型枠による拘束を受けない構造とした。図-1 に、自由ひずみ測定用供試体を示す。養生方法は、コンクリートを型枠に存置したまま打設面をプラスチックフィルムで覆った封かん養生とした。ひずみの測定は、図に示す通り供試体中央に埋込みゲージを設置し、データロガーによる自動計測とし、膨張収縮挙動の始点は凝結始発時とした¹⁾。なお、膨張収縮ひずみの値は、ひずみゲージより測定される実ひずみから、コンクリートの線膨張係数を 10×10⁻⁶/℃として算出した温度ひずみを差し引いたものである。

表-1 示方配合表(実機試験)

G _{max} (mm)	W/B (%)	s/a (%)	Unit Contents(kg/m ³)								
			W	C	NEX	S	G	SF	SP	JS	MA
13	37.5	52.5	185	473	20	824	760	100	3.45	4.44	0.0986

表-2 示方配合表(室内試験)

G _{max} (mm)	W/B (%)	s/a (%)	Unit Contents(kg/m ³)								
			W	C	NEX	S	G	SF	SP	JS	MA
13	37.5	52.5	185	473	20	824	760	100	4.93	5.42	0.0986
13	37.5	52.5	185	493	0	824	760	100	3.94	2.47	0.0986

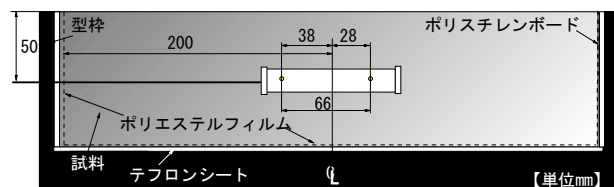


図-1 自由ひずみ測定用供試体

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状

図-2 は、実機試験および室内試験におけるコンクリート排出後のスランプの経時変化を示したものである。スランプ試験は、実機試験では室温12℃、室内試験では18℃の環境下で行った。図より、SFRC-Ex は18℃環境下では排出後10分程度で偽凝結の兆候が現れたが、切り返すことによりスランプが回復する傾向を示した。一方、その他の条件では、良好なフレッシュ性状を示した。以上より、フレッシュ性状の要求性能は、実機試験および室内試験共に満足する結果が得られた。

3.2 膨張収縮挙動

図-3 および図-4 に、実機試験と室内試験における自由ひずみを24時間スパンと168時間スパンで表したものを示す。図-3 より、SFRC-Ex(実機)では、始発直後に自己収縮がほとんど発生することなく膨張し、2時間でピーク(約120 μ)に達した後、ゆっくりと膨張ひずみが減少する傾向を示した。また、室内試験の結果より、SFRC では始発後急激な自己収縮を示し、250 μ 近い収縮を示した後一旦収縮ひずみが減少し、2時間後に再びゆっくりと増加する傾向を示した。一方、SFRC-Ex では、SFRC に比べ初期の急激な自己収縮をある程度抑制することができたが、150 μ 程度の収縮ひずみは発生する結果となった。その後、収縮ひずみは減少し、2～3時間後からほぼ一定に推移する結果となった。図より、実機試験を行なったSFRC-Ex では1週間後のひずみも膨張側にあり、膨張材による顕著な効果が確認された。他方、室内試験の結果、SFRC では1週間後250 μ を超える収縮が確認されたのに対し、SFRC-Ex では130 μ 程度に抑制された。しかしながら、材齢7日で収縮側に移行しないという目標を満足することは出来なかった。

4. まとめ

新たに開発した膨張性超速硬繊維補強コンクリートは、実機により製造し、比較的低温下におかれた場合には良好な膨張挙動を示したが、20℃環境下では、本来膨張材に期待している収縮補償効果を得ることが出来なかった。この点は課題であり、今後、想定されるあらゆる温度環境下において、膨張材による効果が発揮されるような配合を見出していく必要がある。

謝辞：本研究は(株)NIPPO コーポレーション、太平洋セメント(株)、小野田ケミコ(株)との共同研究の一環として行われたものである。ここに関係者に記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの自己収縮研究委員会報告書，pp51-54，2002

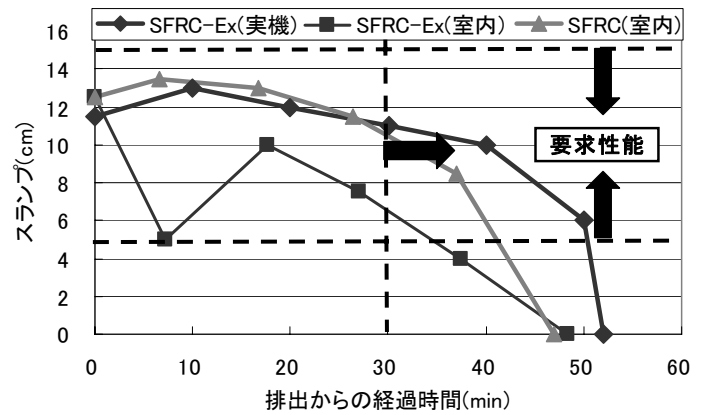


図-2 スランプの経時変化

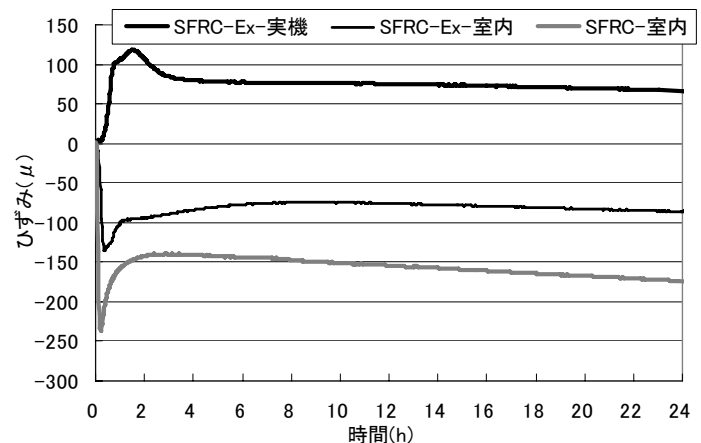


図-3 自由ひずみ(24h)

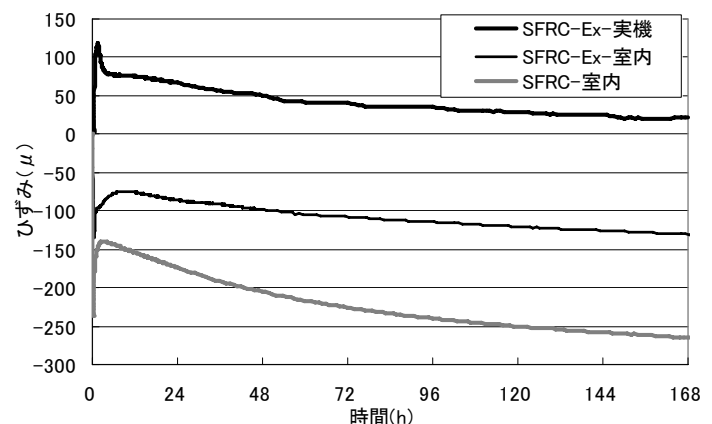


図-4 自由ひずみ(168h)