鋼繊維補強コンクリートを用いた実大セグメントの構造実験

大成建設(株) 土木技術研究所　正会員　○三桶　達夫，正会員　堀口　賢一，フェロー会員　丸屋　剛
大成建設(株) 土木技術部　正会員　西田　与志雄

1．はじめに

近年，道路トンネルにおいて，セグメントの経済性の追求と高速施工の要求を満たすため，セグメントの大型化が求められている．今回，セグメントの耐久性向上と施工時のひび割れ，角欠け防止，供用後の剥落防止のため，コンクリートに鋼繊維を混入させたセグメント（以下 RSF セグメントと称す）の開発を行った．セグメント幅については 2000mm とした．そこで同じ主鉄筋比の実物大の RSF セグメントと RC セグメントを製作し，4 点曲げ試験で比較実験を行うことにより鋼繊維混入が部材特性に与える影響の確認を行った．

本論文は，これらの実験に関して報告するものである．

2．実験概要

図-1 に試験概要図を示す．試験体はセグメントを模したアーチ形状試験体とした．断面は 2000mm×350mm，主鉄筋は SD345-D16 を 12 本，引張鉄筋比で 0.46%とした．等曲げ区間については 1200mm とし曲げ破壊が先行するようにせん断スパン有効高さ比 *a/d* を 6.77 とした．また，載荷状況を**図-2** に，試験体の寸法と配筋の状況を**図-3** に示す．今回 RSF 試験体については主鉄筋に対する応力伝達を鋼繊維に期待し，配力鉄筋及びフープ鉄筋は省略した．RSF 試験体の鋼繊維混入量は 0.4vol%とした．

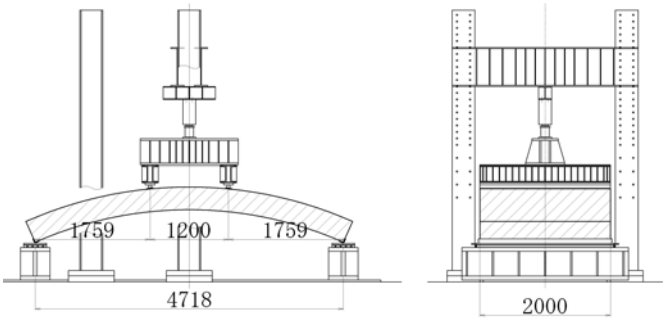

図-1　曲げ試験概要図　単位 mm

表-1 にベースコンクリートの配合を示す．混和材には高炉スラグ微粉末を用いた．今回は鋼繊維の他に耐火対策としてポリプロピレンを 1.5kg/m^3 加えてある．また，コンクリートの設計基準強度は 54N/mm^2 とした．

載荷は 1000kN 油圧ジャッキを使い，中央 2 点に対し鉛直方向に線荷重を試験体に破壊が生じるまで単調漸増載荷を行った．

計測項目はロードセルによる油圧，試験体の鉛直およ

図-2　載荷状況

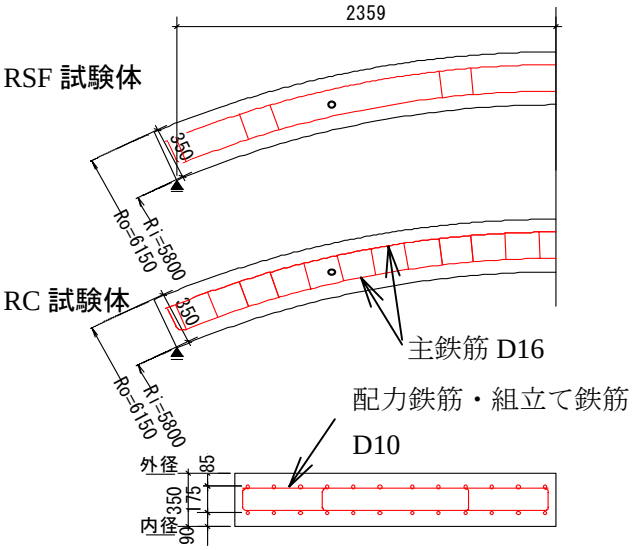

図-3　試験体配筋図　単位 mm

表-1　ベースコンクリートの配合

試験体	水粉体比 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)							鋼繊維 SF(vol%)	有機繊維 PP(kg/m^3)
			水 W	ｾﾒﾝﾄ C	混和材 B	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 SP	消泡剤 AD		
RSF	26.5	60.0	167	315	315	964	647	1.15%	10T	0.4	1.5
RC	26.5	60.0	167	315	315	964	647	1.15%	10T	－	1.5

キーワード　鋼繊維補強コンクリート，RSF セグメント，スチールファイバー，ポリプロピレン
連絡先　〒245-0051　神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1　TEL 045-814-7230

び水平変位，主鉄筋のひずみなどとした．

３．実験結果と考察

表-2,3 に試験時における鉄筋及びコンクリートの材料試験結果を示す．また，**図-4** に各試験の荷重－スパン中央たわみ関係を，**図-5** に試験後のひび割れ性状を示す．

RSF 試験体は 252kN，RC 試験体は 154kN でひび割れが発生し，ひび割れ発生荷重は RSF 試験体の方が高かった。その後，RSF 試験体は 401kN，RC 試験体は 232kN で主鉄筋が初降伏し，RSF 試験体は 437kN，RC 試験体は 312kN で最大荷重を迎えた．破壊形態は両試験体とも曲げ破壊であった．

両試験体における主鉄筋の初降伏荷重を比較すると 401kN/232kN=1.73 となり，RSF 試験体においては RC 試験体と比較して鋼繊維を混入することで，降伏荷重が約 7 割向上した．

最大荷重についても RSF 試験体は鋼繊維を 0.4vol%混入したことにより，同じ主鉄筋比の RC 試験体と比較して大幅に増加することが確認された．

等曲げ区間のひび割れ発生状況は RSF 試験体が RC 試験体と比較して若干分散傾向にあったが，RSF 試験体において最大荷重以降は 1 箇所のひび割れに進展が集中した．

RSF 試験体において荷重低下後も載荷を続けたところ，400kN（鉄筋初降伏荷重レベル）まで荷重が回復していた．これはひび割れが集中した箇所で主鉄筋にひずみ硬化が生じたためと考えられる．

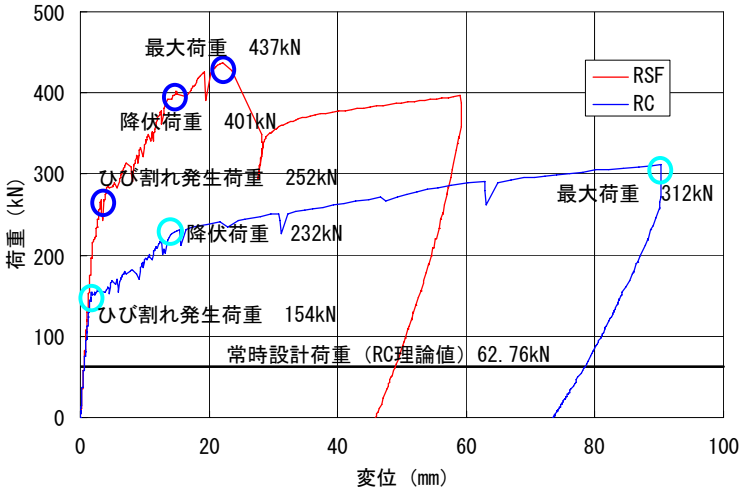

図-4　荷重－スパン中央たわみ関係

表-2　鉄筋の材料物性値

	鋼種	呼び名	降伏強度(N/mm^2)	引張強度(N/mm^2)	ヤング係数(kN/mm^2)
主鉄筋	SD345	D16	377	541	183
配力鉄筋	SD345	D10	375	507	180

４．結論

コンクリートに鋼繊維を混入させた RSF セグメントと RC セグメントの載荷試験を行った結果，得られた結論は以下の通りである．

① 同じ主鉄筋量とした場合，RC セグメントに比べ RSF セグメントは主鉄筋の降伏荷重が大幅に増加することが確認された．

② 鋼繊維による曲げ補強効果を考慮して設計を行うことで，主鉄筋を低減でき合理的な構造となる可能性が示された．

謝辞：東京工業大学大学院の二羽淳一郎教授には，載荷実験の際にご指導を頂きました．ここに記して深謝致します

参考文献

1) コンクリートライブラリー97　鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針(案)，土木学会，1999
2) 鋼繊維補強コンクリートの設計施工マニュアル　トンネル編，日本鉄鋼連盟、2002

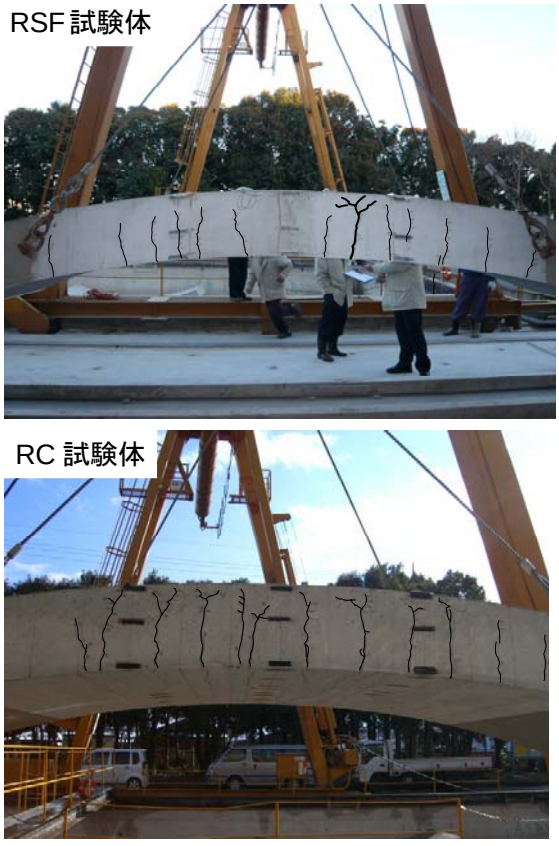

図-5　ひび割れ性状（載荷終了時）

表-3　コンクリートの材料物性値

	RSF	RC
圧縮強度(N/mm^2)	57.9	62.0
引張強度(N/mm^2)	4.44	3.94
ヤング係数(kN/mm^2)	31.6	33.8