

V-473

高強度鉄筋コンクリート構造物への鋼繊維の適用に関する実験

鉄建建設技術研究所 正会員 松尾庄二
鉄建建設技術研究所 正会員 武田康司
神鋼建材工業 守田 孝

1. はじめに

コンクリートに鋼繊維を混入することにより、ひび割れの分散化やひび割れ発生後のじん性能が増大することが知られている。このような鋼繊維による補強効果は鉄筋コンクリート（以下、RC）構造物に対しても有効¹⁾であり、せん断補強鉄筋をほとんどあるいは全く有しない柱供試体を用いた実験においてもせん断耐力や変形性能が大きく改善されることが報告されている²⁾。本報文では、高強度コンクリート、高強度鉄筋を使用した高強度RC構造物に対する鋼繊維の補強効果の確認を目的とした交番載荷実験の結果を報告する。なお、本研究はSQC構造物開発・普及協会鋼繊維部会及び耐震部会の研究活動の一環として実施したものである。

2. 実験概要

2.1 供試体諸元

供試体は図-1に示すような500×500mmの正方形断面（有効高さ440mm）を有する柱試験体であり、載荷点高さは柱基部より1300mmとした。軸方向鉄筋としてはD25(USD685)、せん断補強鉄筋としてはD10(USD785)をそれぞれ使用した。また、鋼繊維は長さ30mm、公称径0.6mmのインデント型繊維を柱部のみに体積比で1.0%混入した。高強度鋼繊維補強コンクリート(HSFC)の配合は表-1に示すとおりである。ただし、最大骨材寸法は繊維長との関係から20mmとした。

供試体に作用する軸力は、軸力比で0.10とした。この時のせん断余裕率は鋼繊維による補強効果を考慮しない場合0.84である。

2.2 載荷方法

実験は、一定の軸力を保持しつつ水平方向の正負交番載荷を行った。載荷は、載荷点の水平変位を $\pm 1/2 \delta y$ 、 $\pm \delta y$ 、 $\pm 2 \delta y$ …と1サイクル毎に順次増大させて行い、水平荷重が $\pm \delta y$ 時の荷重を下回った時点で終了した。ただし、 δy は引張側軸方向鉄筋ひずみが降伏ひずみに達した時の載荷点の水平変位である。なお、各変位における載荷回数を1回としたのは、低サイクル疲労による軸方向鉄筋の破断を避けるためである。

キーワード：鋼繊維、高強度コンクリート、高強度鉄筋、交番載荷実験

鉄建建設技術研究所（〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 TEL:0476-36-2355 FAX:0476-36-2380）

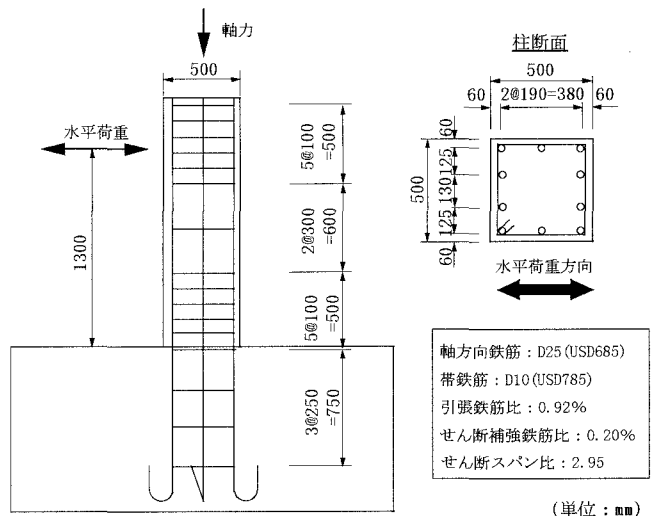


図-1 供試体概要

表-1 コンクリート配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	S	G	SF	SP
29	67.9	167	571	1039	510	80	9.0

※SF：鋼繊維、SP：高性能AE減水剤
※セメントはビーライト系セメントを使用した。

3. 実験結果

表-2 に鉄筋及びコンクリートの材料試験結果を示す。ただし、帯鉄筋として使用した D10 の材質は、降伏棚を有しない USD785 であるため、降伏強度としては 0.2% 耐力で表した。

表-3 及び図-2 に水平交番載荷実験結果を示す。ただし、供試体に作用する荷重は、水平荷重及び軸力による偏心モーメントの和として柱基部に作用するモーメントで表現した。なお、表中の θu （終局部材回転角）は終局変位 δu をせん断スパンで除したものである。

正側の水平変位が 14.0 mm（負側は 12.6 mm）で引張側軸方向鉄筋 (D25) のひずみは降伏ひずみに達したが、せん断破壊することなくそれ以降も曲げモーメントの増加が見られ、水平変位 $3\delta y$ で最大値を記録した。最大曲げモーメント Mu は降伏時の曲げモーメント My を 15% 程度上回っており、この比率は同様に高強度材料（ただし、鋼繊維無混入）を用いた鈴木らの実験結果³⁾ ではいずれも 7% 程度であったことと比較すると、鋼繊維の混入により曲げ耐力も若干向上すると考えられる。最大モーメント以降の低減傾向は比較的緩やかであり、 $6\delta y$ まではさほどの低下は見られなかった。 $7\delta y$ のサイクルに入ると柱基部における圧縮側コンクリートの破壊が進行し、モーメントも降伏時のレベルまで低下した。しかし、この時点においても軸力は保持されており軸方向鉄筋の座屈・破断等は確認されなかった。これは、ひび割れ面において鋼繊維による応力伝達が行われることにより、かぶりコンクリートの剥離・欠落が阻止あるいは遅延されるためだと考えられる。終局部材回転角は 0.0758（約 1/13）で上記の実験結果より大きな値を示しており、十分な変形性能を有していると判断できる。なお、鈴木らの実験と同条件（コンクリート強度及び軸方向鉄筋量）で比較すると、本実験結果は耐力、変形性能ともにせん断補強鉄筋比 1.126%（せん断余裕率 3.0）のケースとほぼ同等の補強効果を示している。

4. おわりに

鋼繊維を混入することにより高強度材料を用いた柱部材においても、普通強度材料の場合と同様にせん断耐力、変形性能ともに向上することが確認された。今後は鋼繊維の補強効果を定量的に評価することが必要となるであろう。

なお、本研究における実験の計画、実施に際しては、東京大学岡村甫教授、東京大学前川宏一教授、元東京大学小澤一雅助教授及び（財）鉄道総合技術研究所のご指導を賜ったことを付記し、謝辞といたします。

【参考文献】

- 例えば、原道也、永坂具也、柳瀬高仁：繰返し水平荷重を受ける鉄筋コンクリート柱における鋼繊維の混入効果に関する実験的研究（その 3）、日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）、pp. 1863-1864、1983. 9
- 益田彰久、松岡茂、松尾庄二、武田康司：鋼繊維補強コンクリート柱の交番載荷試験、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 19、No. 2、pp. 1521-1526、1997. 6
- 鈴木顕彰、三島徹也、佐藤勉、渡辺忠朋：高強度材料を用いた柱部材の変形性能に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 20（投稿中）

表-2 材料試験結果

鉄筋	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏 ヒズミ
D10	930	1073	162	0.0077
D25	670	849	170	0.0041
コン クリ ート	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	最大荷重 時ひずみ	ポアソン比
HSFC	74.1	33.3	0.0032	0.145

表-3 交番載荷実験結果

My (kN・m)	Mu (kN・m)	δy (mm)	δu (mm)	Mu /My	θu (rad)
896	1033	14.0	98.6	1.15	0.0758

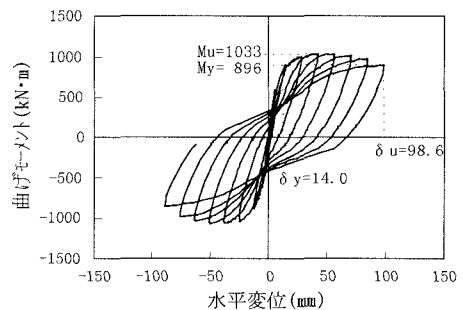


図-2 交番載荷実験結果：荷重－変位関係