

曲げせん断を受ける角形 CFT 柱の鋼繊維補強による靱性改善に関する基礎的研究

高張力鋼繊維 軸力比 最大せん断耐力
相対軸変位

正会員 ○山本 貴正 *1 同 関 俊力 *2
同 川口 淳 *3 同 山田 和夫 *4

1. はじめに

コンクリート充填鋼管（以下、CFT）柱の充填コンクリートの高強度化に伴う靱性の低下を改善するため、従来から多くの研究成果が蓄積されている高靱性の繊維補強コンクリート例えば、1) に着目し、曲げせん断を受ける角形 CFT 柱の高張力鋼繊維補強による靱性改善について実験的に考察している。

2. 実験概要

2.1 試験体

本実験の試験体は、表-1 と図-1 に示す通しダイヤフラム付き角形 CFT 柱である。実験要因として、充填モルタルの種類（充填モルタル無し、鋼繊維混入率 V_f が 0 および 4% のモルタル充填の 3 水準）を取り上げ、鋼管柱試験体、CFT 柱および鋼繊維補強 CFT 柱を各 1 体の合計 3 体の試験体を作製した。

試験体の作製に際して、セメントとして早強ポルトランドセメント、細骨材として豊田産の山砂（最大寸法：5mm、表乾密度：2.56g/cm³）および高張力鋼繊維（直径 x 繊維長：0.62x30mm、フック付ストレート）を使用して試し練りにより調合を決定した。なお、混和剤として、高性能減水剤をセメントの使用質量に対して 3.0%、100 倍希釈の消泡剤を高性能減水剤の使用質量に対して 0.3% 添加した。本実験で用いたプレーンモ

ルタルおよび鋼繊維補強モルタルの標準調合表を表-2 に示す。

鋼管から採取した引張試験片の降伏点は 396N/mm²、プレーンおよび鋼繊維補強モルタルのそれぞれの標準供試体の圧縮強度は 111 および 107N/mm² である。

2.2 加力・測定要領

本実験で使用した加力装置を図-2 に示す。試験体の上端部に設置した 2 台のストローク 100mm の高感度変位計で荷重 - 相対水平変位関係を測定、また表裏に設置したストローク 25mm の高感度変位計で軸変位 - 相対水平変位関係を測定した。加力に際しては、CFT 柱に所定の一定軸力を加えた後に、相対水平変形角（以下、変形角）が ±1/25rad（相対水平変位 $d = \pm 39.2\text{mm}$ ）になるまで漸増正負繰返し逆対称曲げせん断载荷を行った後に相対水平変位が 60mm で押し切り载荷した。

3. 実験結果・考察

3.1 最大せん断耐力

最大せん断耐力（後掲図-3 第一象限参照）は、鋼管にモルタルを充填することにより増大した。また、

表-1 実験の概要

試験体記号	W/C (%)	V_f (%)	試験体外寸法		鋼管詳細		軸力比 (N/N ₀)
			断面寸法 D (mm)	高さ H (mm)	肉厚 T (mm)	横補強比 Pw (%)	
ST-COLUMN2	—	—	□100	980	3.2	6.40	0.2
VF00-MFTC2	20	0.0	□100	980	3.2	6.40	
VF40-MFTC2	20	4.0	□100	980	3.2	6.40	

[注]N₀:CFT柱の1軸圧縮耐力。

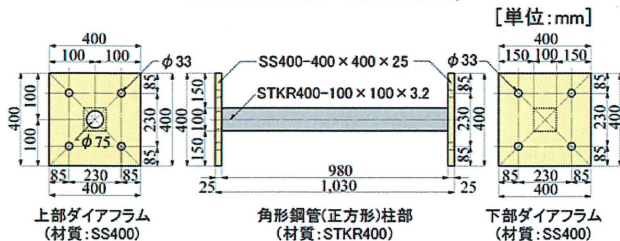


図-1 試験体の形状・寸法

表-2 プレーン・鋼繊維補強モルタルの標準調合

W/C (%)	S/C (%)	単位量 (kg/m ³)				減水剤 (kg/m ³)	消泡剤 (g/m ³)	V_f (%)	目標フロー値
		セメント	水	細骨材	鋼繊維				
20	1.00	1,080	216	1,080	0	32.4	97.2	0.0	220±10
		1,036	207	1,036	314	31.1	93.3	4.0	

[注] 設計空気量:2%、高性能減水剤(SSP-104)をセメント質量に対して3.0%、消泡剤(AFK-2)を減水剤の使用量に対して0.3%混入する。

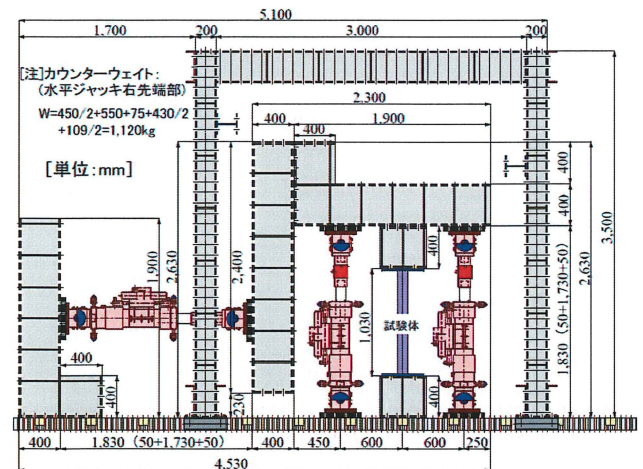


図-2 本実験で使用した逆対象曲げせん断加力装置

Fundamental Study on Ductility Improvement by Steel Fiber Reinforcement in Square CFT Column Subjected to Bending and Shear

YAMAMOTO Takamasa, SEKI Toshikatsu, KAWAGUCHI Jun, YAMADA Kazuo

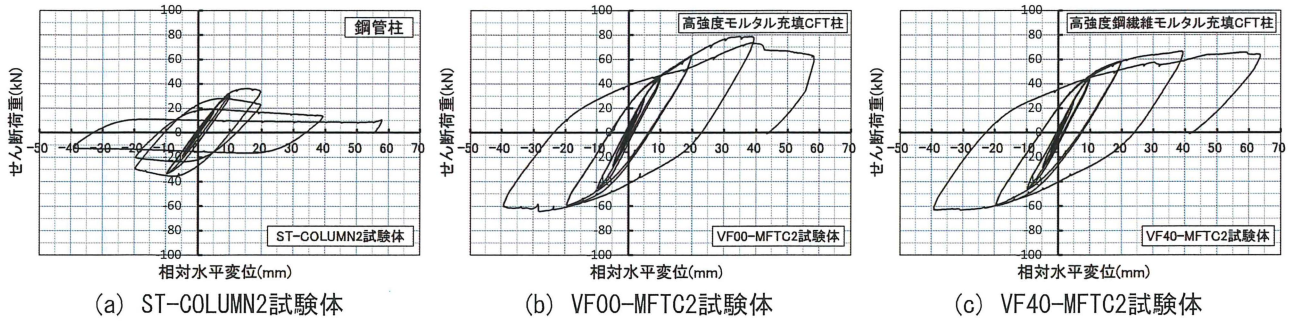


図-3 せん断荷重-相対水平変位関係の実験結果

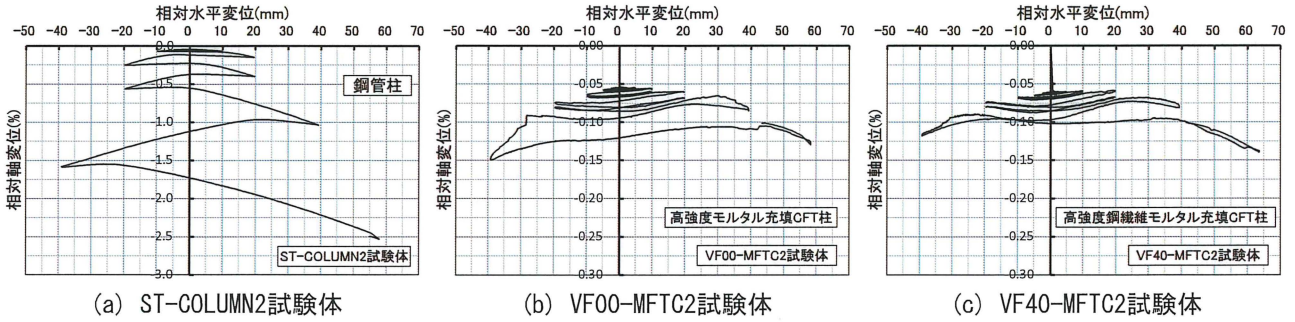


図-4 相対軸変位-相対水平変位関係の実験結果

鋼繊維を混入した VF40-MFTC2 は、鋼繊維補強無しの VF00-MFTC2 と比べて最大せん断耐力が低くなる結果が得られたが、この原因として、鋼繊維の混入によりモルタル中の空気量が増加したことが考えられる²⁾。

3.2 せん断荷重 - 相対水平変位関係

図-3(a)-(c)に、本実験によって得られた鋼管柱およびCFT柱のせん断荷重-相対水平変位関係を充填モルタルの種類別に示す。同図(a)(b)より、鋼管にモルタルを充填することにより繰返し載荷に伴う耐力低下が小さくなり、靱性が增大していることがわかる。また、同図(b)(c)より、モルタルを充填したCFT柱は、鋼繊維の混入有無に関わらず大変形領域を含めて安定したせん断荷重-相対水平変位関係を示すことが認められる。ただし、鋼繊維補強無しの VF00-MFTC2 は、相対水平変位が $\pm 39.2\text{mm}$ (変形角 = $\pm 1/25\text{rad}$) で最大耐力に到達し、その後の押し切り載荷時に耐力低下を示しているが、鋼繊維有りの VF40-MFTC2 は、相対水平変位が 60mm (変形角 = $1/16\text{rad}$) まで耐力低下することなく、鋼繊維混入による靱性改善効果が確認できる。

3.3 相対軸変位 - 相対水平変位関係

図-4(a)-(c)は、前掲図-3の縦軸を相対軸変位に置き換えている。同図(a)(b)より、鋼管にモルタルを充填することにより耐荷性能が増大していることがわかる。また、同図(b)(c)より、CFT柱は、 $+39.2\text{mm}$ (変形角 =

$\pm 1/25\text{rad}$) までの加力では、鋼繊維混入による違いはほとんど認められないが、その後の -39.2mm へ向かう加力中に鋼繊維補強無しの VF00-MFTC2 の相対軸変位が急激に増大しており、耐荷性能に対する鋼繊維混入による効果が確認できる。なお、通常の鋼繊維補強無しのCFTは、軸力比が大きいほど、鋼管柱のように、大変形領域において、軸変位が発散しやすくなるため、今後は、この変形に及ぼす鋼繊維補強の影響を検討する予定である。

4. おわりに

曲げせん断を受ける角形CFT柱の鋼繊維補強による靱性改善を実験的に確認した。今後は、試験体数を増やし、本報で得られた知見をより深める予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、小栗寛生氏、可児裕也氏(愛知工業大学卒業生)に多大なご助力を頂きました。さらに使用した混和剤は竹本油脂株式会社より提供して頂いた。また、本報の研究成果は、平成27年度科学研究費補助金・若手(B)研究課題番号26820240の支援による。付記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 谷川恭雄, 山田和夫, 畑中重光: 鋼繊維補強RCはりの曲げ耐力および変形能力の寸法効果, コンクリート工学年次講演会講演論文集, 第1巻, pp. 369-372, 1979. 5
- 2) 牛田耕悟, Nasir, S., 上原匠, 梅原秀哲: 高強度コンクリートの鋼繊維補強に対する繊維形状および混入率の影響, コンクリート工学論文集, 第15巻第2号, pp. 13-23, 2004. 5

*1 国立豊田工業高等専門学校建築学科 准教授・博士(工学)
 *2 愛知工業大学 研究生・修士(工学)
 *3 三重大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)
 *4 愛知工業大学工学部建築学科 教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, National College of Technology, Toyota College, Dr. Eng.
 Research Student, Aichi Institute of Technology, M. Eng.
 Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Mie University, Dr. Eng.
 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Aichi Institute of Technology, Dr. Eng.