

論文 高靱性型セメント材料を用いた鉄骨コンクリート構造柱の復元力特性に関する実験的研究

高橋 宏行*1・前田 匡樹*2・倉本 洋*3

要旨：本研究では、鉄骨鉄筋コンクリート構造(以下、SRC 構造)の施工を合理化することを目的に、鉄筋を省略した鉄骨とコンクリートからなる合成構造(以下、SC 構造)を開発するため、SC 構造および一般的な SRC 構造の柱の曲げせん断加力実験を行ない、復元力特性について比較検討した。その結果、SC 構造柱は通常の SRC 構造と同程度の復元力特性であった。また、高靱性型セメント系材料を用いることによって、コンクリートのひび割れや圧壊などの損傷も少なく靱性に富む性能が得られることが明らかとなった。

キーワード：鉄骨コンクリート構造、高靱性型セメント材料、ひび割れ幅

1. はじめに

鉄骨鉄筋コンクリート構造(以下、SRC 構造)は、鉄骨構造と鉄筋コンクリート構造を合成した構造システムであり、より高い耐力・変形性能が得られることが知られている。しかし、SRC 構造は、鉄骨工事及び鉄筋工事の両方が必要であり、施工が複雑になるという短所がある。そこで、SRC 構造の鉄筋を省略した鉄骨コンクリート合成構造(以下、SC 構造)で、施工を合理化することを検討した。しかし、SC 構造のコンクリート部分は、鉄筋による拘束がなく拘束効果を期待できないので、かぶりコンクリート部分は、早期に剥落することが予測され、耐力・変形性能にはあまり有効ではないと考えられる。そこで、このコンクリート部分に、最近研究開発^{[1][2][3]}が行なわれている高靱性型セメント系材料を使用することにより SC 構造の欠点を補うことを検討した。高靱性型セメント系材料は、コンクリート中あるいはモルタル中に短繊維を混入する方法で靱性能を向上させ、コンクリートの弱点となる引張性状に改善が見られ、ひび割れ幅抑制、せん断補強効果が期待できる材料である。

以上のような背景のもと、本研究では、鉄骨と高靱性型セメント系材料からなる合成構造システムを開発し実用化することを目的とした、柱部材

の曲げせん断加力実験を行ない、その復元力特性について比較検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体形状を図-1 に、試験体一覧を表-1 に示す。

試験体は、上下に加力スタブを有し、柱部分は断面 $b \times D = 400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 、内法高さ $h_0 = 1600\text{mm}$ (せん断スパン比 $M/QD=2$) とした。

一般的な SRC 構造柱を基本モデルとした試験体、計 4 体を作成した。

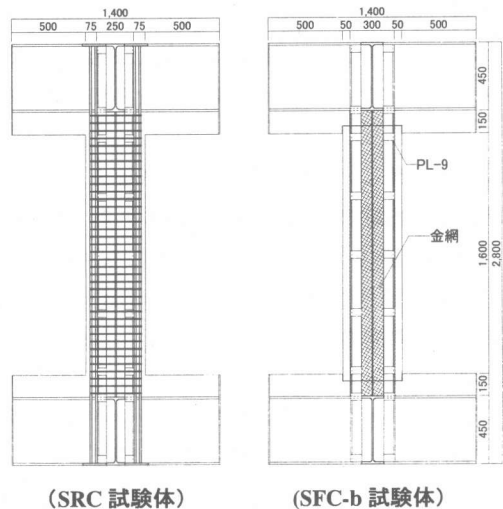


図-1 試験体形状例

*1 (株)大林組 (正会員)
 *2 東北大学大学院 助教授 工学研究科 都市・建築学専攻, 博士 (工学) (正会員)
 *3 建設省建築研究所 企画部 国際研究協力官, 工学博士 (正会員)

表-1 試験体一覧

試験体名		SRC	SC	SFC	SFC-b
断面形状 (mm)					
構造形式		SRC	SC		
コンクリート	種類	普通コンクリート		PVA-ECC ¹⁾	
	σ_B (MPa)	35.5	37.3	31.2	34.8
	E_c (GPa)	24.1	26.1	10.2	11.4
鉄骨		2H-250×125×6×9 (SS400)		2H-300×150×6.5×9 (SS400)	
主筋		12-D13 (SD295)	—	—	—
帯筋		2-D6@50 (SD295)	—	—	—
鉄骨とコンクリートとの付着		—	—	—	フランジ-金網
曲げ降伏強度	Q_y (kN) ²⁾	414.4	475.6	387.2	408.9
終局曲げ強度	Q_{mu1} (kN) ²⁾	510.0	531.6	522.1	554.2
	Q_{mu2} (kN) ³⁾	489.2	524.0	483.4	508.7
せん断強度	Q_{su} (kN) ³⁾	489.2	477.1	463.1	471.8

1) σ_B , E_c 共に 4 パッチの平均値による。 2) 平面保持を仮定した曲げ解析 3) SRC 規準計算値

表-2 PVA-ECC 特性表

ビニロン繊維の力学的特性						PVA-ECC 調合							
径 (μm)	長さ (mm)	密度 (g/cm ³)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	破断伸び (%)	水セメント比 W/C (%)	繊維混入量 V_f (vol.%)	所要量 (1 パッチあたり)					
								水 W (kg)	セメント C (kg)	砂 S (kg)	繊維 V_f (kg)	増粘剤 V (g)	消泡剤 (g)
40.8	15.0	1.30	1850	43.9	7.0	50	1.5	87.0	43.5	34.8	1.77	43.5	4.35

SRC 試験体は標準試験体であり、2H - 250×125×6×9 の十字鉄骨を内蔵し、主筋 12 - D13、帯筋 2 - D6@50 を配筋し、曲げ降伏をせん断破壊に先行させるように設計した。他 3 体は、SRC 構造の鉄筋を省略し、標準試験体と曲げ強度を合わせるために、内蔵鉄骨の断面積を大きくした 2H - 300×250×6.5×9 の十字鉄骨を内蔵した SC 構造とした。SC 試験体は、SC 構造の性状を確認するため、鉄骨周囲に普通コンクリートを用いた。SFC 試験体及び SFC-b 試験体は、普通コンクリートの代わりに、引張韌性に富む高韌性型セメント系材料を用いた。更に SFC-b 試験体では、鉄骨とコンクリートの付着を改善するため、内蔵鉄骨の 4 面のフランジに金網を点溶接で貼付けた (図-1 参照)。部材の強度計算は、「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」¹⁴⁾(以下、SRC 規準)における終局曲げ耐力式、終局せん断耐力式、及び平面保持

を仮定した曲げ解析による。材料強度を用いた各強度の計算結果を表-1 に示す。曲げ解析では、コンクリートの応力 - 歪関係は Park-Kent モデル (拘束効果を無視) を使い、PVA-ECC は図-2 のようにモデル化した。鋼材はバイリニアモデルを用いた。曲げ終局モーメントは、コンクリートでは圧縮線の歪度が 0.3%、PVA-ECC では 0.6% となった時の値とした。

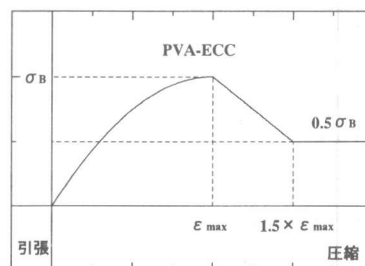


図-2 PVA-ECC のモデル化