

V-23

角形断面鉄筋コンクリート充填鋼管構造の圧縮せん断に関する実験的研究

八戸工業大学 学生会員 ○二戸 毅

藤村英喜

三浦速夫

1. はじめに

三陸はるか沖地震（1994年）、阪神淡路大震災（1995年）等の地震で、数多くのRC構成構造物に被害が発生した。今後、このような被災を防ぐためにも従来の耐震設計に対し更なる検討が必要である。

そこで本研究は、耐震性の高い構造部材として、鉄筋コンクリート充填鋼管構造・コンクリート充填鋼管構造の圧縮せん断に関する力学的挙動を明らかにするため、1)異なる配筋、2)鋼管厚、3)異なるコンクリート、以上の項目を用いて試験を行った。この稿では、圧縮せん断試験の結果と考察を行い、一昨年に行った円形断面RCFT、及び、円形断面CFTの圧縮せん断試験の結果との比較について報告する。

2. 実験概要

本試験に使用する試験体は、表-1に示す。また、試験体の寸法を、図-2に示す。

使用材料は、鋼管にSS400、主鉄筋（ $\phi 6\text{mm}$ ）にSR235、帯鉄筋（ $\phi 3\text{mm}$ ）に鋼線SWRM6TM、圧縮強度 43.4N/mm^2 の高強度コンクリート、圧縮強度 28N/mm^2 の低強度コンクリートを使用した（表-2）。

試験には、最大 3000KN 載荷可能な試験装置を使用した（図-1）。試験方法は、角柱試験体に鉛直載荷するものとし、塑性域に達した後、3回ずつ繰返し載荷を行う。試験体内部中央にモールドゲージ、試験体外部の二面（対称面）に三軸ひずみゲージを取り付けた上で各供試体の最大荷重と変位を測定した。その値から、靱性率、耐荷力、合成率を求める。

3. 実験結果と考察

3.1 耐荷力

表-1に各供試体の耐荷力を示す。供試体別に比較すると、60HW-SCが最も高く、配筋別に比較すると、二重帯筋が最も高く、次いで大径帯筋、小径帯筋の順となったが、大径帯筋と小径帯筋はほぼ

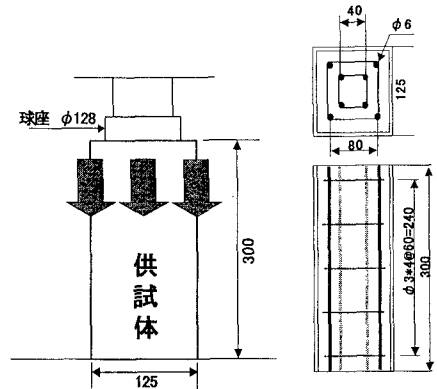


図-1 試験装置

図-2 試験体寸法

表-1 圧縮せん断試験結果

試験体名	鋼管厚 (mm)	充填状況	最大荷重 (KN)	靱性率 δ_r / δ_y	靱性率 δ_{95} / δ_y	合成効果
32CH-SC	3.2	中空	421.67	1.84	2.05	—
32LM-SC	3.2	低強度コンクリート	865.05	2.61	3.24	0.99
32HM-SC	3.2	高強度コンクリート	1,115.79	1.48	1.63	1.09
32HB-SC	3.2	大径鉄筋	1,028.44	1.70	2.01	1.00
32HS-SC	3.2	小径鉄筋	984.49	1.49	1.93	0.93
32HW-SC	3.2	二重帯鉄筋	1,176.61	1.43	1.70	1.17
45CH-SC	4.5	中空	788.02	1.60	1.93	—
45LM-SC	4.5	低強度コンクリート	1,064.53	1.46	2.69	0.86
45HM-SC	4.5	高強度コンクリート	1,312.97	1.34	1.67	0.95
45HB-SC	4.5	大径鉄筋	1,301.20	1.63	2.08	0.93
45HS-SC	4.5	小径鉄筋	1,329.45	1.47	1.93	0.94
45HW-SC	4.5	二重帯鉄筋	1,373.01	1.25	1.93	1.00
60CH-SC	6.0	中空	1,083.42	2.60	2.99	—
60LM-SC	6.0	低強度コンクリート	1,444.03	1.92	3.37	0.94
60HM-SC	6.0	高強度コンクリート	1,512.70	1.45	2.26	0.90
60HB-SC	6.0	大径鉄筋	1,561.75	1.41	2.75	0.92
60HS-SC	6.0	小径鉄筋	1,563.71	1.27	2.45	0.91
60HW-SC	6.0	二重帯鉄筋	1,599.42	1.67	2.59	0.96
CLM-SC	鋼管無	低強度コンクリート	449.35	—	—	—
CHM-SC	鋼管無	高強度コンクリート	598.65	—	—	—
CHB-SC	鋼管無	大径鉄筋	606.98	—	—	—
CHS-SC	鋼管無	小径鉄筋	632.54	—	—	—
CHW-SC	鋼管無	二重帯鉄筋	585.62	—	—	—

表-2 配合表

	水セメント比 (%)	空気量 (%)	水 (%)	セメント (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和剤 (kg)
高強度コンクリート	34.5	4.5	185	537	650	953	8.055
低強度コンクリート	55	4.5	182	331	855	921	4.965

同等の耐荷力を示した。このことから、帯鉄筋の大小による耐荷力への影響は少ないと考えられるが、二重の鉄筋配置の場合は、せん断耐力を保持させるのに有効であると考えられる。45HW-SCのように、一度減少した耐荷力が再び増加している理由は、ひび割れ後の内部 RC の補剛効果と考えられる。図・3 に鋼管の厚さ別の荷重変位曲線を示す。図より、径厚比が小さくなると耐荷力が高くなることが分かる。また、RCFT は CFT よりも残留耐力に優れている。これは、鉄筋を配置したことで、せん断破壊や圧縮破壊を抑制したと考えられる。高強度コンクリートを充填した試験体の耐荷力が急激に減少している理由には、内部コンクリートのせん断破壊が原因と考えられる。

3.2 靱性率

靱性率は、最大荷重時の変位 (δ_r) と最大荷重 95% 時の変位をそれぞれの初期降伏時の変位で除したものとした。最大荷重時の靱性率 (δ_r/δ_y) を供試体別に比較すると、32LM-SC が最も高く、配筋別に比較すると、大径帯鉄筋が最も高い。鋼管の厚さ別に比較すると、平均で 3.2mm 鋼管が最も高い。低強度 CFT と高強度 CFT を比較すると、各鋼管で低強度 CFT が上回った。次に、最大荷重 95% 時の靱性率 (δ_{95}/δ_y) を供試体別に比較すると、60LM-SC が最も高く、配筋別に比較すると、大径帯鉄筋が最も高い。鋼管の厚さ別に比較すると、平均で 6.0mm 鋼管が最も高い。

低強度 CFT と高強度 CFT を比較すると、各鋼管で低強度 CFT が上回った。こ

れより、高強度コンクリートを充填すると靱性が低くなると言える。理由としては、充填した高強度コンクリートが先に破壊を起こし、鋼管の座屈破壊を抑制できなかったと考えられる。また、最大荷重時よりも最大荷重 95% 時の方が 3.2mm 鋼管で約 20%、4.5mm 鋼管で約 40%、6.0mm 鋼管で約 60% の靱性率の伸びが見られた。鋼管が厚くなると塑性領域における変形性能が向上すると言える。

3.3 合成効果

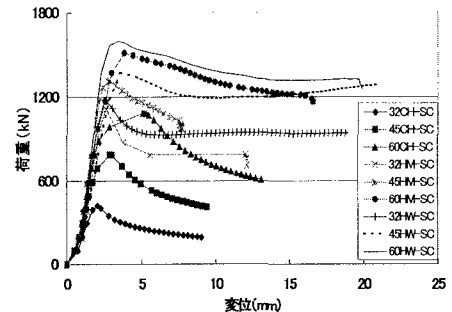
実験から得た、鋼管の最大荷重とコンクリートの最大荷重の単純累加強度を、コンクリート充填鋼管の最大荷重で除したものを最大荷重の合成効果とした。供試体別に比較すると、32HW-SC が最も高く、配筋別に比較すると、二重帯鉄筋が最も高い。鋼管の厚さ別に比較すると、平均で 3.2 mm 鋼管が最も高く、次いで 4.5mm 鋼管、6.0mm 鋼管の順になった。以上のことから、鋼管厚が小さいと、鋼管とコンクリートの耐荷力のバランスがよく、二重帯鉄筋で合成効果がみられるが、鋼管厚が大きくなると鋼管の座屈をコンクリートにより抑制する前にコンクリートが破壊し、鋼管と肌離れを起こしてしまうと考えられる。

3.4 円形断面との比較

一昨年行った円形断面のデータを元に、合成効果の比較を行った。結果的には、全体的に円形断面が角形断面よりも高い合成効果を発揮している。理由としては、円形断面は均等に鋼管の拘束圧が働き、三軸応力状態になり、鋼管とコンクリートの間の拘束圧がもたらす摩擦力によって付着作用が確保される。しかし、角形断面は面の部分と角の部分があるため拘束が有効に働かず、圧縮荷重が鋼管のみに作用する場合にはポアソン比によって鋼管側面のみが拡大するため、鋼管とコンクリートは肌離れして合成効果が発揮されないと考えられる。

4. まとめ

- ① 耐荷力を向上させるためには、鋼管厚と充填効果が重要なポイントである。特に RC を充填することによって、鋼管の持つ粘り強さが最大限に発揮され、高い耐荷力を持つことができる。
- ② 高強度コンクリートを充填すると、靱性率が低くなる。
- ③ 鋼管が厚くなると合成効果は期待できない。
- ④ RCFT の効果は終局限界状態で発揮される。二重に帯鉄筋を配することで、その効果は増大する。



図・3 荷重変位曲線