

V-47 鉄筋コンクリート充填鋼管柱（RCFT）の終局限界に関する研究

八戸工業大学 学生会員 ○安重正人
八戸工業大学 石川武史
八戸工業大学 牛山弘幸

1. はじめに

兵庫県南部地震等で鉄筋コンクリート（RC）、構成構造物に数多くの被害が発生した。その中で RC 構造物の曲げせん断破壊、鋼製構造物の座屈破壊が重大な被害に結びついている。このような被災を避けるために、今後も高密度に集中する都市内構造物は設計荷重を超える地震力に対して十分な変形性能を確保する必要がある。昨年はコンクリート充填鋼管（CFT）、鉄筋コンクリート充填鋼管（RCFT）の鋼管の厚さ（径厚比）、鋼管形状（普通鋼管、リブ付き鋼管）、配筋方法、コンクリート強度をそれぞれ変えた試験体で、せん断破壊、曲げ破壊に対する挙動を明らかにした。そこで、今年度は、より実構造物に迫り形状の試験体に対して正負交番水平載荷試験を行い、曲げせん断に対する挙動を明らかにした。その載荷試験の結果を報告する。

2. 試験概要

試験体は鋼管のみ 4 体、高強度 CFT4 体、低強度 4 体、RCFT6 体、RC3 体、計 21 種類として、鋼管の厚さは 3.2mm、4.5mm、6.0mm、リブ付き 4 種類、充填コンクリート内の配筋は大リング、小リング、二重リングの 3 種類とした。

試験は最大 300kN 載荷可能な試験装置を使用した（図 - 1）。試験方法は、試験体頭部を荷重制御方式で正負交番載荷する。曲げ試験で、載荷ピッチは 1kN とし、塑性域に達した後 3 回ずつ繰り返して載荷を行い、各供試体の最大荷重、変位を測定した。その値から靱性率、合成率を求めた。

使用材料は、普通鋼管に SS400、リブ付き鋼管に STK400、主鉄筋（φ6mm）に SR235、帯鉄筋（φ3mm）に SWRM6TM、圧縮強度 46.8N/mm² の高強度コンクリート、圧縮強度 23.68N/mm² の低強度コンクリートを使用した（図 - 1）。試験体の寸法は図 - 2 に示す。

3. 実験結果と考察

3.1 耐荷力

表 - 1 に耐荷力の結果を示す。供試体の中では、R60LW-BS が最も高く、次いで R60HM-BS となった。配筋別に見ると二重リング、大リング

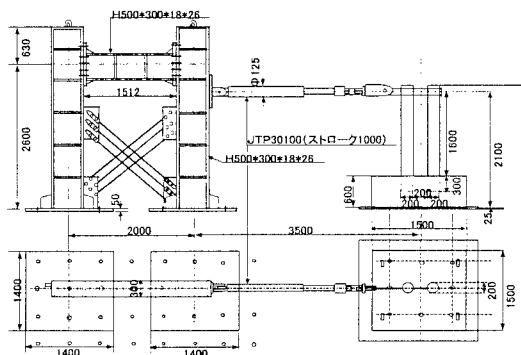


図 - 1 試験装置

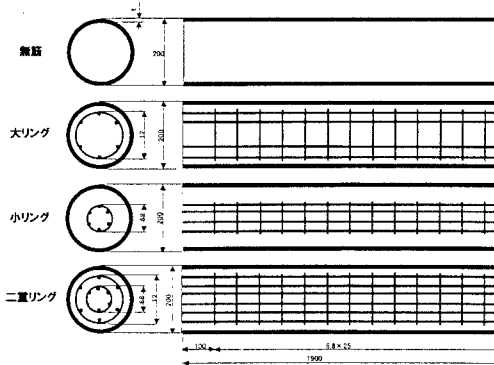


図 - 2 試験体寸法

表 - 1 配合表

	水セメント比 W/C (%)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	空気量 (%)	粗骨材率 s/a (%)	水 W (kg)	セメント W (kg)	細骨材1 S1 (kg)	細骨材2 S2 (kg)	粗骨材 G (kg)	混和材 F (kg)	スランプ (cm)
高強度コンクリート	44	15	4.5	51.3	185	425	598	255	837	4.675	15
低強度コンクリート	64	15	4.5	60	190	297	736	316	726	3.267	15

表・2 正負交番載荷曲げ試験結果

試験体名	鋼管厚 (mm)	リブの 有無	特徴	最大耐力 (KN)	最大曲げ モーメント (KN・m)	降伏時の 変位 σ_y	最大耐力の 変位 σ_u	靱性率	累加最大曲げ モーメント (KN・m)	合成率
N32CH-BS	3.2mm	無し	鋼管	58.23	87.35	16.0	40.3	2.5	—	—
N32HM-BS			高強度(CFT)	125.97	188.96	16.8	109.5	6.5	—	—
N32LM-BS			低強度(CFT)	107.17	160.76	14.5	105.0	7.2	—	—
N45CH-BS	4.5mm	無し	鋼管	93.87	140.81	15.1	30.3	2.0	—	—
N45HM-BS			高強度(CFT)	146.55	219.83	13.5	105.4	7.8	—	—
N45LM-BS			低強度(CFT)	105.65	158.48	18.0	125.9	7.0	—	—
N60CH-BS	6.0mm	無し	鋼管	136.51	204.77	18.0	79.5	4.4	—	—
N60HM-BS			高強度(CFT)	174.81	262.22	19.4	69.6	3.6	—	—
N60LM-BS			低強度(CFT)	175.66	263.49	17.5	55.9	3.2	—	—
N60LB-BS*			RCFT(大リング)	137.11	205.67	—	—	—	222.28	0.93
N60LS-BS*			RCFT(小リング)	133.68	200.52	—	—	—	225.55	0.89
N60LW-BS			RCFT(二重リング)	195.56	293.34	22.5	84.5	3.8	240.19	1.22
R60CH-BS	6.0mm	有り	鋼管	175.14	262.71	26.0	53.4	2.1	—	—
R60HM-BS			高強度(CFT)	253.55	380.33	20.2	59.0	2.7	—	—
R60LM-BS			低強度(CFT)	216.97	325.46	23.3	53.9	2.3	—	—
R60LB-BS			RCFT(大リング)	253.00	379.50	21.0	65.4	3.1	280.22	1.35
R60LS-BS			RCFT(小リング)	233.23	349.85	24.8	80.2	3.2	283.49	1.23
R60LW-BS			RCFT(二重リング)	253.56	380.34	22.9	102.6	4.5	298.13	1.28
CLB-BS	鋼管無し	—	RC(大リング)	11.67	17.51	—	—	—	—	—
CLS-BS			RC(小リング)	13.85	20.78	—	—	—	—	—
CLW-BS			RC(二重リング)	23.61	35.42	—	—	—	—	—

*は測定機器トラブル

が同等の耐力を示した。これは二重リング、大リングの鉄筋が外側に配置されているためにコンクリートのひび割れの進行を抑制しているためと考えられる。鋼管の厚さ別に見ると、6.0mm、4.5mm、3.0mm となっている。N60 供試体（普通鋼管）と R60 供試体（リブ付き鋼管）を比較すると、R60 供試体の耐力が大幅に向上した。これはリブ付き鋼管の凹凸によってせん断力の伝達が向上し、ひび割れが分散された結果、耐力が増したと考えられる。高強度 CFT と低強度 CFT を比較すると、高強度 CFT が高い耐力を持つ。RC 供試体では平均的に高い耐力は得られなかった。以上のことから、鋼管が厚いほど耐力は高くなり、普通鋼管よりもリブ付き鋼管を使用の方が耐力は向上すると考えられる。

3.2 靱性率

最大耐力 90% の変位 (σ_{90}) を初期降伏時の変位 (σ_y) で除したものを靱性率とし、結果を表-1 に示す。全供試体のうち、N45HM-BS の値が最も高く、次いで N32LM-BS、N45LM-BS の順となった。配筋別に見ると二重リングの値が最も高く、次いで小リング、大リングの順となっている。平均すると 4.5mm の CFT、3.2mm の CFT の靱性率が高くなった。一連の試験から、径厚比が小さくなると靱性率が低下する傾向が見られる。これは、コンクリート柱の中心部に鉄筋を配置したことでせん断破壊を抑制したと考えられる。また、二重リングは配筋を二重にしたことで更に靱性に優れた傾向を示した。

3.3 合成効果

最大曲げモーメントを鋼管と RC の累加最大曲げモーメントで除したものを合成効果とした結果を表-1 に示す。全体では、R60LB-BS が最も高く、次いで R60LW-BS、R60LS-BS の順となっている。個々には、普通鋼管よりもリブ付き鋼管の方が優れていると言える。また、大リングを使用することで、鋼管の局部座屈に伴うコンクリートの断面を抑制し、合成効果が向上したものと考えられる。

4. まとめ

- ① 鋼管に RC を充填することにより、鋼管の持つ粘り強さが最大限に発揮され、高い耐力を持つ。
- ② 鋼管が厚くなると高い耐力を持つが、靱性率が下がり、鋼材特性を十分に発揮できない。
- ③ RCFT は CFT より靱性率で優れている。
- ④ 径厚比が小さくなると靱性率が低下する。
- ⑤ リブ付き鋼管は凹凸によって力を分散されるため耐力、合成効果が向上する。