

# 鉄筋コンクリート充填鋼管構造の耐震性に関する研究 その1 (圧縮せん断試験について)

(株)コサカ技研 正会員 三浦 晋  
八戸工業大学 正会員 塩井 幸武  
八戸工業大学 学生員 毛利栄一郎

## 1. はじめに

阪神大震災等の大規模地震において鉄筋コンクリート(RC)橋脚には、重大な破損被害が発生している。本研究では、大規模地震が発生しても崩壊等の致命的な被災にならないようにするために、設計荷重を超える荷重に対してはそのエネルギーを変形性能で吸収できる構造部材としてコンクリート充填鋼管(CFT)鉄筋コンクリート充填鋼管(RCFT)に着目し、その力学的特性を検討した。本文はせん断に関する特性を報告するものである。

## 2. 試験概要

本研究は、被害現場で見られた曲げせん断破壊を曲げ破壊と、せん断破壊に分け、せん断破壊(図-1)を研究の対象にして、圧縮せん断試験と呼ぶこととする。試験に用いた円形柱供試体(図-2)の寸法は150×300mmで、無筋コンクリート(低強度と高強度)と3種類の配筋(大リング、小リング、二重リング)の低強度鉄筋コンクリートを使用し、コンクリートグループ21体、リブなし鋼管グループ18体(板厚6.0mm、4.5mm、3.2mm各6体)リブあり鋼管グループ6体(板厚6.0mm)とした。鋼管の材料はSTK400(リブありはSSK400)、主鉄筋にはSR235(6mm)、帯鉄筋にはSWRM6TW(3mm)を使用した。コンクリートは28日圧縮強度21.6N/mm<sup>2</sup>、42.5N/mm<sup>2</sup>のものを使用した。試験は最大2940kNまで載荷可能な試験装置を使用し、載荷は荷重制御方式で行った。コンクリートグループは載荷速度2.94kN/sec、載荷ピッチ98kNで初期段階から3回繰返し載荷とし、鋼管グループは載荷速度5.88kN/sec、載荷ピッチ196kNで1176kNから3回の繰返し載荷を行った。計測項目は、載荷荷重、鉛直変位、コンクリートおよび鋼管表面のひずみ、コンクリート内部のひずみとした。

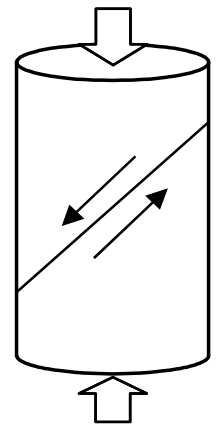


図-1

せん断破壊

## 3. 試験結果および考察

### 3.1 耐荷力

試験結果を表-1に示す。全体ではR60HM-Cが最も耐荷力が高く、次いでN45HM-Cとなり、高強度CFTの順になっている。低強度CFTとRCFTの中で比較すると、N60LW-C、N60LS-C、N45LW-Cの順になっている。配筋別に見ると二重リング、大リング、小リング、無筋の順になっている。鋼管の厚さ別にみると6.0mm、4.5mm、3.2mmとなっている。鋼管同士の比較ではN32CH-Cに対して、N45CH-Cが67%、N60CH-Cが95%の増加となっている。CFT、RCFTでは、N32LM-Cに対して、N45LM-Cが38%、N60LM-Cが41%の増加。N32LW-Cに対して、N45LW-Cが27%、N60LW-Cが37%の増加となっており、その他のRCFTも同じような増加になった。一般的にRCではコンクリートの中心部を鉄筋で補強する小リング帯鉄筋が高いせん断耐力を有する。しかし、RCFTでは、帯鉄筋の大小にはあまり差が無く、むしろ、大リング帯鉄筋の方がわずかに耐荷力大きい。また、リブによる効果はN60の各配筋と比較すると、10%前後の向上が見られた。図-3にCLM、CLW、鋼管3体、

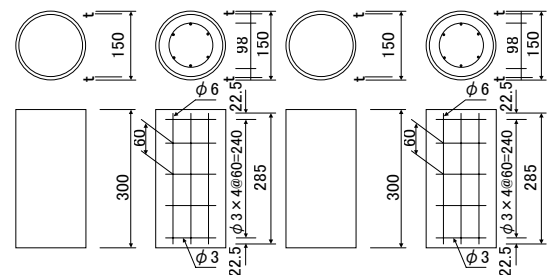


図-2 供試体寸法

キーワード：せん断破壊 CFT RCFT 靱性率 変形性能

連絡先：八戸工業大学構造工学研究所塩井研究室 Tel.0178-25-3111(内 3107)E-mailwww-shioi@stud.hi-tech.ac.jp

低強度 CFT、RCFT（二重リング）の荷重変位曲線を示す。この表から CLM、CLW の強度は最大荷重が加わった後に急激に下がっているのに対し、CFT、RCFT は最大荷重を載荷した後も直線的には下がらず徐々に下がっている。このことから CFT、RCFT が高い残留耐力を保持していることがわかる。

3.2 靱性率

靱性率は最大荷重を加えたあとの、最大耐力力の95%時の変位 ( $\sigma_{95}$ ) を初期降伏点時の変位 ( $\sigma_y$ ) で除したものとした。表 - 1 に靱性率の結果を示す。全体では 45LM-C の靱性率が最も高く、次いで 60LB-C、45LB-C の順となった。配筋別に見ると大リングが最も大きく、次いで二重リング、小リングとなっている。平均的に鋼管厚さが 4.5mm の CFT、RCFT の靱性率が高くなった。耐力力の高かった高強度 CFT の靱性率が低く、低強度 CFT と比較すると、3.2mm で 6 倍、4.5mm で 6.5 倍、6mm で 3.1 倍と、低強度 CFT の方が高い。この理由として、高強度コンクリートの強度が、鋼管の強度より大きいため最大荷重時の破壊でコンクリートの破壊が先行したためと考えられる。このことから靱性率を高く保つためには、充填するコンクリートの強度と鋼管の肉厚の関係を考慮する必要がある。

3.3 合成効果

合成効果は表 - 1 で示した耐力力を、コンクリートと鋼管本体の累加強度で除した値である。合成効果の結果は表 - 2 に示す。45HM-C の合成効果が最も高く、次いで、32HM-C、45LM-C となっている。鋼管の厚さ別に見ると 3.2mm の平均が 1.14、4.5mm が 1.14、6.0mm が 1.09 となり、3.2mm と 4.5mm の合成効果が高かった。このことから、耐力力だけを重視するなら 6.0mm が最も優れていると言えるが、材料の特性を十分に発揮するためには、一概に厚ければ良いとは言えない。

3.4 破壊状況

図 - 4 に RCFT 供試体の破壊状況を示す。RC 供試体では最初にかぶりの剥離など見られ、有効断面積が小さくなった。しかし、鋼管を巻くことにより、それを防ぐことができる。また、上下の対角線上に座屈が見られ、コンクリートのせん断破壊を確認することができる。

4. まとめ

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、CFT、RCFT は高い残留体力を持つ

低強度 CFT は、高強度 CFT よりも、靱性で優れている。

鋼管が厚くなると、靱性率と、合成効果が下がり、部材の材料特性を十分に発揮できない。

表 - 1 耐力力・靱性率・合成率

供試体名	特徴	耐力力 (kN)	靱性率 ( $\sigma_{95}/\sigma_y$ )	合成率
N32CH-C	中空	492.5	3.3	—
N32HM-C	高強度CFT	1517.0	1.6	1.17
N32LM-C	低強度CFT	975.4	9.1	1.16
N32LB-C	RCFT(大リング)	1052.6	11.0	1.15
N32LS-C	RCFT(小リング)	1041.6	8.1	1.08
N32LW-C	RCFT(二重リング)	1139.3	10.1	1.14
N45CH-C	中空	821.0	3.5	—
N45HM-C	高強度CFT	1965.9	2.2	1.23
N45LM-C	低強度CFT	1347.7	14.4	1.17
N45LB-C	RCFT(大リング)	1374.1	12.0	1.12
N45LS-C	RCFT(小リング)	1369.3	9.1	1.07
N45LW-C	RCFT(二重リング)	1441.6	9.4	1.10
N60CH-C	中空	959.1	5.5	—
N60HM-C	高強度CFT	1829.5	2.8	1.07
N60LM-C	低強度CFT	1576.8	8.8	1.08
N60LB-C	RCFT(大リング)	1509.5	13.1	1.12
N60LS-C	RCFT(小リング)	1472.7	10.6	1.06
N60LW-C	RCFT(二重リング)	1565.5	11.3	1.10
R60CH-C	中空	1079.9	9.7	—
R60HM-C	高強度CFT	2149.6	3.6	1.18
R60LM-C	低強度CFT	1576.8	8.9	1.12
R60LB-C	RCFT(大リング)	1642.0	18.4	1.11
R60LS-C	RCFT(小リング)	1669.5	8.4	1.10
R60LW-C	RCFT(二重リング)	1813.7	13.7	1.17
CHM	高強度コンクリート	878.6	—	—
CLM	低強度コンクリート	377.7	—	—
CLB	RC(大リング)	513.2	—	—
CLS	RC(小リング)	463.4	—	—
CLW	RC(二重リング)	549.9	—	—

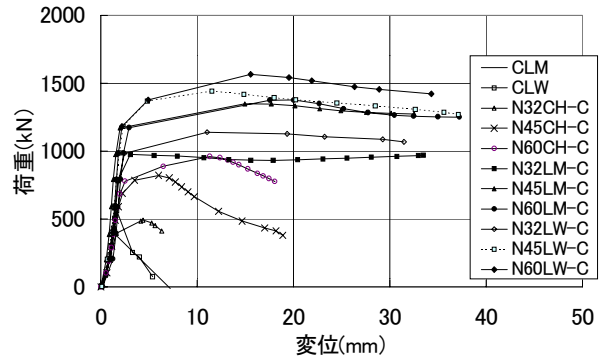


図 - 3 荷重変位曲線



図 - 4 破壊状況