

I - 12

鉄筋コンクリート充填鋼管構造に関する実験的研究 その1 柱の場合

八戸工業大学 学生員 ○ 森 雅幸
八戸工業大学 正会員 長谷川 明
八戸工業大学 池田 達哉

1. はじめに

阪神淡路大震災で多くの鋼製橋脚や RC 橋脚が倒壊した。しかし、その中で部分的にコンクリートを充填した鋼製橋脚が倒壊を免れた例があり、耐力・変形性能の大きい鉄筋コンクリート充填鋼管 (RCFT) が注目された。そこで本研究では、昨年に引き続き RC 充填鋼管を作成し、配筋の種類・リブの有無・径厚比 D/t (D : 直径、 t : 鋼管厚) の違いによる力学的特性や、中詰コンクリートの強度が耐力に及ぼす影響を明らかにするため圧縮・曲げ試験を行った。ここでは圧縮試験を報告する。

2. 試験概要

試験体は鋼管の厚さが 3.2mm (N32)、4.5mm (N45)、6.0mm (N60) のリブ無しシリーズと 6.0mm (R60) のリブ付きシリーズ (高強度 (HM-C)、低強度 (LM-C)、低強度大リング (LB-C)、低強度小リング (LS-C)、低強度二重配筋 (LW-C): 各一体) を作成した。また、単純累加強度を求めるためにそれぞれ鋼管のみ試験体 (CH-C) と RC 試験体 (高強度 (CHM)、低強度 (CLM)、低強度大リング (CLB)、低強度小リング (CLS)、低強度二重配筋 (CLW): 各 3 体) も作成した。試験体の配筋図を図-1 に示す。圧縮試験に使用した材料は、鋼管にはリブ無し SS400、リブ付き STK400、主鉄筋 SR295 $\phi 6$ 、帯鉄筋 SR295 $\phi 3$ を使用した。中詰コンクリートの圧縮強度は、高強度コンクリートが 50.0N/mm²、低強度コンクリートが 19.2N/mm² であった。

試験は最大 2 940KN まで載荷できる試験装置を使用した。載荷方法は荷重制御方式より行い、載荷速度は 5.88 KN/sec、載荷ピッチを 196KN とし、CH-C 試験体と RC 試験体を除く試験体を 1176KN から各荷重の載荷を 3 回繰り返して行い、RC 試験体は最初の段階から各荷重の載荷を 3 回繰り返して行った。CH-C 試験体は載荷速度 2.94 KN/sec、載荷ピッチを 98 KN として行った。測定項目は載荷荷重・鉛直変位 4 点・鋼管及びコンクリート側面にひずみゲージを貼り付けて行い、中詰コンクリートの中央にモールドゲージ 3 点・ただし LM-C 試験体と HM-C 試験体はモールドゲージ 1 点として行った。

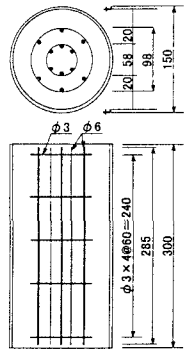


図-1 配筋図

3. 実験結果

表-1 合成効果と靱性率

表-1 から最大耐力力はリブ付き (R60) が最も優れ、鋼管が厚くなることに伴い高くなっている事がわかる。合成効果は、鋼管のみ試験体の最大耐力力と、RC 試験体 3 体の最大耐力力の平均を加えたものを単純累加強度とし、この単純累加強度と各種試験体の最大耐力力の比とした。合成効果を比較してみると鋼管が厚くなるにつれ減少し、N60 シリーズの合成効果が著しく小さい事がわかる。また、リブ付き試験体にややばらつきがあるものの、他の試験体と比べると高い数値が出ている。靱性率は、最大荷重時の変位と降伏荷重時の変位で除したものである。靱性率を比較してみると、鋼管が厚くなるにつれ増加していることがわかる。また、合成効果と同様に、リブ付き試

低強度RC試験体				低強度コンクリート充填鋼管タイプ						
試験体	最大耐力力 (KN)	最大耐力力 平均 (KN/A)		鋼管のみ試験体		単純累加強度 C=A+B	RC充填鋼管		合成効果	靱性率
				試験体	最大耐力力 (KN B)	靱性率	試験体	最大耐力力 (KN DL)		
CLM-C1	392	377		N32CH+C	492	2.7	N32LM-C	975	1.12	1.7
CLM-C2	343			N45CH+C	821	2.7	N45LM-C	1348	1.12	7.5
CLM-C3	397			N60CH+C	959	4.5	N60LM-C	1375	1.03	6.9
				R60CH+C	1079	8.0	R60LM-C	1571	1.08	8.5
CLB-C1	398	463					N32LB-C	1052	1.10	4.6
CLB-C2	494						N45LB-C	1374	1.07	5.6
CLB-C3	507						N60LB-C	1509	1.06	9.4
							R60LB-C	1642	1.06	10.5
CLS-C1	531	513					N32LS-C	1041	1.04	4.3
CLS-C2	478						N45LS-C	1369	1.03	5.2
CLS-C3	530						N60LS-C	1473	1.00	7.6
							R60LS-C	1669	1.05	5.1
CLW-C1	484	549					N32LW-C	1139	1.09	4.5
CLW-C2	603						N45LW-C	1442	1.05	5.0
CLW-C3	561						N60LW-C	1565	1.04	7.1
							R60LW-C	1814	1.11	8.2

高強度RC試験体				高強度コンクリート充填鋼管タイプ						
試験体	最大耐力力 (KN)	最大耐力力 平均 (KN/A)		鋼管のみ試験体		単純累加強度 C=A+B	RC充填鋼管		合成効果	靱性率
				試験体	最大耐力力 (KN B)	靱性率	試験体	最大耐力力 (KN DH)		
CHM-C1	925	878		N32CH+C	492	2.7	N32HM-C	1517	1.11	1.4
CHM-C2	920			N45CH+C	821	2.7	N45HM-C	1966	1.16	1.5
CHM-C3	788			N60CH+C	959	4.5	N60HM-C	1829	1.00	1.8
				R60CH+C	1079	8.0	R60HM-C	2150	1.10	1.4

験体の数値が他の試験体に比べ、高い数値が出ているのがわかる。しかし HM-C 試験体は靱性率が極めて小さい。

荷重変位包絡線の図-2 (a、b) を比較すると、どの配筋もリブ付き試験体のほうが最大耐荷力と変形性能が大幅に上がった事がわかるが、配筋の種類による耐荷力の影響を見てみると N60・R60 とともに二重配筋が最も優れ、大リング・小リングの違いによる差は N60 では降伏点には差は見られず、最大耐荷力後の伸びに多少の差が見られる。R60 では降伏点と降伏点後の差があまり見られず、最大耐荷力後の伸びも差が見られない。また、鋼管に高強度コンクリートを充填したものを他の試験体と比べてみると、耐荷力は大幅に上がっているが降伏点から最大耐荷力までの伸びが無く最大耐荷力後に急激に下がっているのがわかる。次に、径厚比について図-3 の包絡線を見てみると、径厚比の値が小さくなるにつれ耐荷力が上がっているが、表-1 の合成効果と靱性率を比べると合成効果が減少しているのに対し、靱性率は増大していることがわかる。

破壊状況は、CH-C 試験体のリブ無し試験体はどの厚さも上部と下部に提灯座屈し、上部よりも下部のほうが激しく座屈していた。リブ付き試験体も同様に座屈が発生していたが、リブとリブの間が膨らみ、鋼管表面のコーティングがリブ模様に剥離したという特徴が見られた。N32LM-C と N32LB-C と N32LW-C の試験体は上部、中央部、下部の3点に局部座屈が発生したが、その他の試験体はリブの有無に関わらず、上部と下部の対角線上に局部座屈が発生している。内部コンクリートの破壊状況に大きな損傷は見られなかった。これは鋼管によってせん断破壊を抑制されたと思われる。RC 試験体の低強度コンクリートは配筋に関係なくせん断破壊し、コンクリートが剥離・剥落した。高強度コンクリートは圧壊し、粉碎した。

4. まとめ

- ・ N60 に比べ、R60 のほうが耐荷力、合成効果、靱性率とも上回っていることから、リブを付ける事により強度が増し、変形性能が向上する。
- ・ LM-C 試験体に比べ、HM-C 試験体の耐荷力は大幅に増大するが、最大耐荷力後の伸びがなく変形性能に劣る。
- ・ 破壊状況から、RCFT は上部と下部に局部座屈が対角線上に見られたことから、内部コンクリートのせん断破壊を抑制し、急激な破壊をせず、変形性能に優れている。
- ・ 径厚比が小さくなると耐荷力が向上し、合成効果は減少するが、靱性率は増大する。

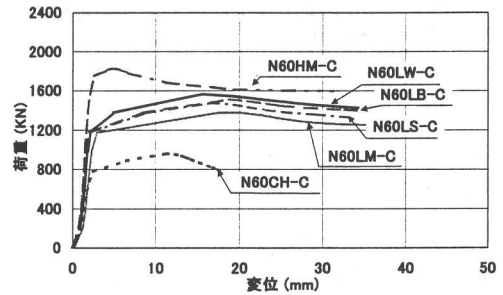


図-2(a) N60 荷重-変位包絡線

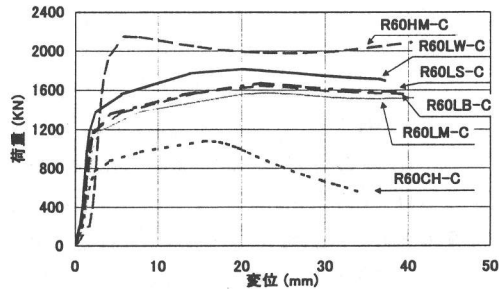


図-2(b) R60 荷重-変位包絡線

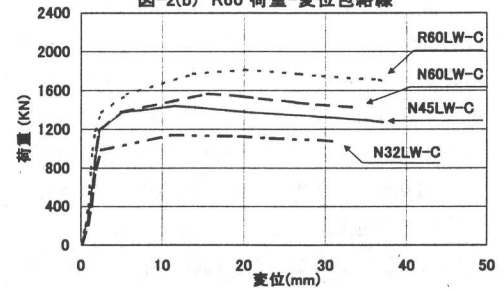


図-3 LW-C 荷重-変位包絡線

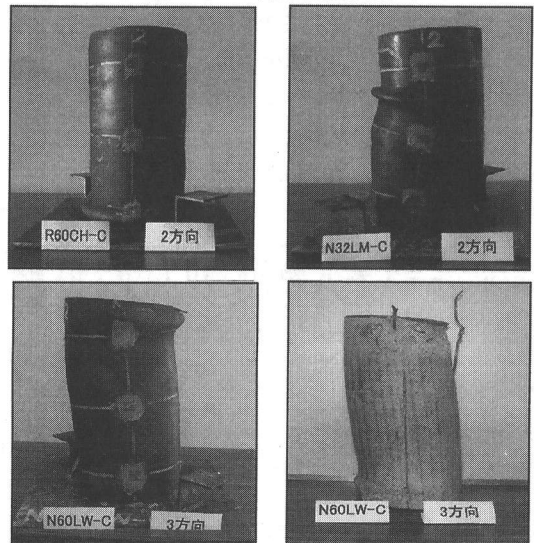


写真-1 破壊状況