

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

八戸工業大学大学院 学生員 ○ 石橋 博則
 八戸工業大学 正会員 長谷川 明
 八戸工業大学 正会員 塩井 幸武

1.はじめに

コンクリート充填鋼管(CFT)は、耐荷力や靱性、変形性能など優れた力学的特性を有する。そこで本研究では、鋼管とコンクリートの一体化が促進すればその性能は飛躍的に増大すると考えられることから、中詰コンクリートに鉄筋コンクリート(RC)を充填した鉄筋コンクリート充填鋼管(RCFT)試験体を作成し、昨年に引き続き鋼材とRCの合成作用や力学的特性、リブによる力学的特性を明確する他に、今回は板厚の異なる鋼管の影響と、中詰コンクリート強度が及ぼす影響を明らかにするために圧縮・曲げ試験を行った。

2.試験概要

試験体は図-1に示すような寸法で、鋼管の厚さ(t)を3.2mm(N32)・4.5mm(N45)・6.0mm(N60)の普通鋼管(Nシリーズ)と、6.0mm(R60)のリブ付き鋼管(Rシリーズ)を使用し、充填状況・配筋種類によって、6種類の試験体を24体作成した。圧縮試験に関しては、単純累加強度を求めるためにRC試験体を15体作成した。使用した材料は、普通鋼管にSS400を、リブ付き鋼管にSTK400を使用し、鉄筋は主鉄筋にSR295φ6、帯鉄筋にSR295φ3を使用した。コンクリートの材料特性は、表-1に示す通りとなった。

試験は最大2940kNまで載荷可能な試験装置を使用した。載荷は荷重制御より行い、制御方法・測定項目は、表-2に示す通りに試験を行った。

3.試験結果

(1) 圧縮試験

表-3に圧縮試験の試験結果を示す。合成効果は、中空鋼管の最大耐荷力とRC試験体の最大耐荷力を加えたものを単純累加強度とし、その単純累加強度と各試験体の最大耐荷力の比とした。鋼管の板厚で比較すると、径厚比が大きい程合成効果は大きく

なる傾向がある。これは板厚が薄いものほど局部座屈に乏しく、コンクリートを充填することで座屈補剛効果によって耐荷力が増大したと考えられる。コンクリート強度で比較すると、最大耐荷力は高強度コンクリート充填タイプが優れるが、合成効果は両者同等であった。したがってコンクリート強度は合成効果にさほど影響はないものと考えられる。配筋による影響は、二重配筋のものが最も優れていた。しかし鉄筋の有無または量によって合成効果に目立った変化はなく、鉄筋による合成効果の増大には寄与しないと考えられる。リブに関しては、Rシリーズのものが最大耐荷力、合成効果ともに優れていた。これは、リブ付き鋼管自体の強度が高いことに加え、リブによって合成構造の一体化を促進させ、高い合成効果を生み出すとともにコンクリート強度を増大させたためと考えられる。図-2に板厚 $t=4.5\text{mm}$ 試験体の荷重-変位曲線を示す。高強度コンクリート充填タイプは優れた強度を発揮したが、最大耐荷力後、急激に耐荷力が低下した。

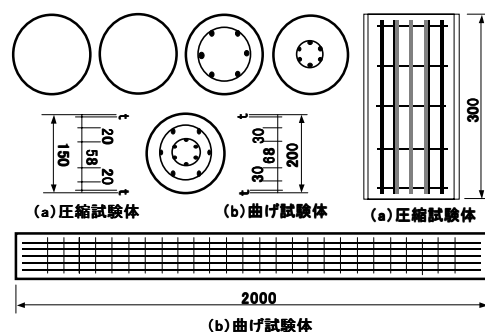


表-1 コンクリート材料特性

図-1 試験体寸法

試験	コンクリート強度	28日圧縮強度(N/mm ²)	粗骨材最大寸法(mm)	スランブ(cm)	スランブフロー(mm)	空気量(%)	混和剤
圧縮	高強度	50.0	15	24	552×549	4.3	高性能AE減水剤、増粘剤
	低強度	19.2	15	23	365×362	11.0	
曲げ	高強度	42.5	15	24	670×690	6.1	
	低強度	21.6	15	21	373×363	6.8	

表-2 制御方法と測定項目

試験	試験体	載荷ピッチ(kN/sec)	載荷速度(kN)	制御条件	測定項目
圧縮	RC	2.94	98	最初から3回繰り返し	載荷荷重・鉛直変位・表面ひずみ・コンクリート内部ひずみ
	中空・N32CFT	2.94	98	載荷荷重が1176kNに達した時、載荷を3回繰り返し	
	その他	5.88	196		
曲げ	中空・N32CFT	2.94	49	塑性域に達した後、載荷を3回繰り返し	載荷荷重・鉛直変位・表面ひずみ・コンクリート内部ひずみ
	その他	2.94	98		

キーワード：鉄筋コンクリート充填鋼管 リブ 板厚 コンクリート強度

連絡先：八戸市大字妙字大開 88 - 1 TEL：0178 - 25 - 8075 FAX：0178 - 25 - 0722

靱性率は、最大耐力時の変位を降伏時の変位で除したものとした。高強度コンクリート充填タイプは、最大耐力後、急激に耐力が低下したため他の試験体より靱性率が低くなった。RCFT タイプと CFT タイプを比較すると、ややばらつきが多い結果となったが、全体的に RCFT タイプのものが優れた靱性を有した。また、リブに関して比較すると、R シリーズは N シリーズに比べて靱性率が優れていた。

表-3 圧縮試験結果

試験体		最大耐力 (kN)	合成効果	靱性率	試験体		最大耐力 (kN)	合成効果	靱性率
充填状況	No.				充填状況	No.			
中空	N32CH-C	492	-	2.7	かぶり小	N32LB-C	1052	1.10	4.6
	N45CH-C	821	-	2.7		N45LB-C	1374	1.07	5.6
	N60CH-C	959	-	4.5		N60LB-C	1509	1.06	9.4
	R60CH-C	1079	-	8.0		R60LB-C	1642	1.06	10.5
高強度	N32HM-C	1517	1.11	1.4	かぶり大	N32LS-C	1041	1.04	4.3
	N45HM-C	1966	1.16	1.5		N45LS-C	1369	1.03	5.2
	N60HM-C	1829	1.00	1.8		N60LS-C	1473	1.00	7.6
	R60HM-C	2150	1.10	1.4		R60LS-C	1669	1.05	5.1
低強度	N32LM-C	975	1.12	1.7	二重配筋	N32LW-C	1139	1.09	4.5
	N45LM-C	1348	1.13	7.5		N45LW-C	1442	1.05	5.0
	N60LM-C	1375	1.03	6.9		N60LW-C	1565	1.04	7.1
	R60LM-C	1571	1.08	8.5		R60LW-C	1814	1.11	8.2

表-4 曲げ試験結果

試験体		最大曲げモーメント (kN・m)	中空鋼管に対する強度増大率	靱性率	試験体		最大曲げモーメント (kN・m)	中空鋼管に対する強度増大率	靱性率
充填状況	No.				充填状況	No.			
中空	N32CH-B	36.9	-	2.5	かぶり小	N32LB-B	82.3	2.23	5.8
	N45CH-B	63.2	-	2.0		N45LB-B	110.9	1.75	4.7
	N60CH-B	92.2	-	4.1		N60LB-B	144.4	1.57	7.6
	R60CH-B	80.1	-	5.5		R60LB-B	129.2	1.61	8.1
高強度	N32HM-B	87.3	2.37	8.4	かぶり大	N32LS-B	80.6	2.18	5.3
	N45HM-B	120.5	1.91	4.3		N45LS-B	116.7	1.85	5.3
	N60HM-B	152.6	1.66	8.6		N60LS-B	143.3	1.55	6.4
	R60HM-B	131.0	1.64	6.8		R60LS-B	127.4	1.59	10.3
低強度	N32LM-B	80.7	2.19	11.7	二重配筋	N32LW-B	89.9	2.44	7.5
	N45LM-B	110.6	1.75	6.4		N45LW-B	118.8	1.88	5.9
	N60LM-B	140.1	1.52	9.2		N60LW-B	148.6	1.61	7.7
	R60LM-B	122.9	1.53	8.2		R60LW-B	131.7	1.64	9.8

(2) 曲げ試験

表-4 に曲げ試験の試験結果を示す。配筋で比較すると二重配筋 RCFT 試験体が最も優れた曲げモーメントを有した。このことから、鉄筋を挿入することで曲げモーメントが向上することが示された。また、コンクリート強度による影響は、低強度 CFT 試験体に比べ、高強度 CFT 試験体が高い曲げモーメントを示した。中空鋼管に対する強度増大率は RCFT・CFT 試験体の最大曲げモーメントを対応する中空鋼管の最大曲げモーメントで除したものとした。最小厚さ $t=3.2\text{mm}$ 鋼管の強度増大率は 2.2~2.4 と著しく向上していることから、鋼管の板厚が薄いものほどコンクリートを充填することによって座屈補剛効果が大きくなるためである。リブに関しては、R シリーズのものがわずかながら大きい強度増大率を示したことから、リブに合成効果を増大させると考えられる。図-3 に板厚 $t=4.5\text{mm}$ 試験体のモーメント-曲率曲線を示す。高強度 CFT 試験体が低強度 RCFT 試験体とほぼ同等な挙動を示していることが分かる。

靱性率は、最大耐力時の変位を降伏時の変位で除したものとした。試験体載荷途中に治具がズレたため試験を停止したことによってややばらつきが多い結果となったが、中空鋼管と比較して CFT・RCFT 試験体が 5~11 と高い靱性率を示した。リブに関して比較すると、CFT 試験体では N シリーズより R シリーズが劣ることから、リブの凹凸からひび割れが進行したためと考えられる。それに対し、RCFT 試験体では、CFT 試験体とは逆に N シリーズより R シリーズが優れていた。これは、鉄筋を挿入することでひび割れの進行が抑制されたと考えられる。また、コンクリート強度の影響は、圧縮試験では靱性率が非常に低かった高強度充填試験体ではあるが、曲げ試験では他の CFT・RCFT 試験体に比べて遜色のない値を示した。

4.まとめ

- (1) CFT・RCFT 梁、柱とも、強度と変形性能とも優れて力学的特性を示した。
- (2) コンクリート強度の影響は、柱試験体では強度は優れる。しかし、最大強度後に急激に耐力を失い変形性能は乏しい。それに対し、梁試験体では強度は優れ、変形性能も低強度タイプのものと遜色ない挙動を示した。
- (3) RCFT 梁、柱の鉄筋は、コンクリートのひび割れを抑制し、変形性能を向上させる働きがある。
- (4) 鋼管が薄いほどコンクリートによる座屈補剛効果が大きくなるため、合成効果・強度増大率は高くなる。
- (5) リブは強度・合成効果を向上させるが、梁の場合はリブがひび割れを促進させ強度を低下させる可能性がある。

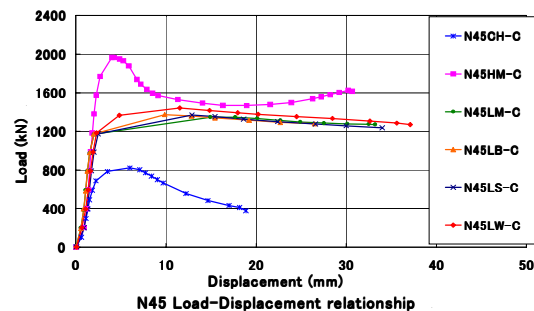


図-2 荷重-変位曲線

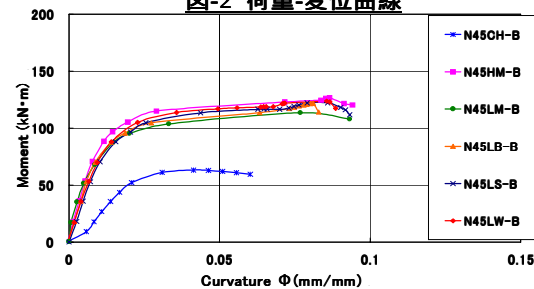


図-3 モーメント-曲率曲線