

I-A139

圧縮力を受ける鉄筋コンクリート充填鋼管の複合効果と合成効果

八戸工業大学大学院 学生員 ○ 王 海軍
 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

コンクリートあるいは鉄筋コンクリート充填鋼管構造は、耐力や剛性やじん性など良い力学的特性と、省力化や工期の短縮などの優れた施工性を有する。これは、鋼管とコンクリートの複合材料としての効果によるところが大きい。しかし、リブを有する鋼管を使用すると合成効果が発生し、さらに優れた力学的特性を発揮できると考えられる。そこで、リブ無し鋼管とリブ有り鋼管を使用して、コンクリートと鉄筋コンクリートを充填させた試験体で圧縮耐力実験を行った。ここでは、その実験概要および実験結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 試験体

試験体は図-1 に示すような3種類の配筋と無筋コンクリートを使用し、リブ有り鋼管に充填させた試験体10体(SHグループ)、リブ無し鋼管に充填させた試験体10体(SNグループ)、及びコンクリートのみと鉄筋コンクリートのみの試験体12体(CNグループ)で、全部で32試験体(直径は200mm)である。

(2) 実験装置と計測

実験は300tf 載荷装置を使用した。計測は、鉛直荷重1点、上端部のまわりの鉛直変位4点、中詰めコンクリートの中心ひずみ1点および鋼管側面のひずみ12点である。

3. 実験結果

3.1 最大荷重

(1) 複合効果

各試験体の最大荷重を表-1,2 に示す。300tf で破壊しなかった試験体については、荷重変位曲線を weibull 分布と仮定し最大荷重を求めた。かぶり6cmの試験体の最大荷重はかぶり3cmの試験体より大きい。また、コンクリートのみ、あるいは鋼管のみの最大荷重から求められた最大応力を使用して単純累加方法で各試験体の最大荷重の計算値を求めた。これを表-1 に示し、実験値と計算値の比を複合効果として計算した。それによると、CN グループ、SN グループの比の平均値は、それぞれ0.99、1.40 である。すなわち鋼材を使用したときの複合効果は、コンクリートを取り巻くように使用することが優れていることが示された。これは、圧縮されるコンクリートが鋼管により軸直角方向に拘束されていることと、充填コンクリートにより鋼管の局部座屈が防止されていることによるものと考えられる。

(2) 複合効果を含む合成効果

鋼管の内側面にリブを付けると、合成鋼管になり、複合効果に加えて合成効果を生み出される。リブを有する鋼管試験体の合成効果を表-2 に示す。その平均値は1.75 であり、複合効果のみの試験体に比べて大きな最大荷重となった。リブなし鋼管の場合と比較すると、表-3 の様に計算され、合成効果によって、約1.17 倍の最大荷重となった。

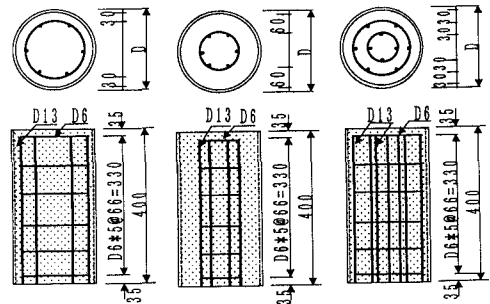


図-1 試験体

表-1 CN,SN グループ試験体の複合効果

コンクリートのみ			鉄筋コンクリート試験体				複合効果
試験体番号	最大荷重(tf)	平均荷重(tf)	試験体番号	最大荷重(tf)	平均荷重(tf)	累加強度法の計算値(tf)	平均値D1/EC/D1
CN1	87.5		CN4	127.2		124.9	
CN2	99.5	95.5	CN5	128.7	129.4	124.9	1.04
CN3	99.4		CN6	132.4		124.9	
			CN7	139.3		124.9	
			CN8	120.0	122.3	124.9	0.98
			CN9	107.5		124.9	
			CN10	127.8		154.3	
			CN11	160.5	148.5	154.3	0.96
			CN12	157.2		154.3	
リブ無し鋼管のみ			コンクリート充填鋼管				複合効果
試験体番号	最大荷重(tf)	平均荷重(tf)	試験体番号	最大荷重(tf)	平均荷重(tf)	累加強度法の計算値(tf)	平均値D2/EN/D2
SN1	130.4		SN3	294.5		235.7	
SN2	143.7	137.0	SN4	294.2	294.3	235.7	1.25
			SN5	310.0		260.7	
			SN6	416.4	363.2	260.7	1.39
			SN7	351.2		260.7	
			SN8	431.3	391.3	260.7	1.50
			SN9	349.1		285.7	
			SN10	478.5	413.8	285.7	1.45

キーワード : 鉄筋コンクリート 充填鋼管 複合効果 合成効果
 連絡先 : 八戸工業大学 工学部 土木工学科 長谷川 明
 八戸市妙大開88-1 TEL : 0178-25-8075 FAX : 0178-25-0722

3.2 剛性

表一4 に全試験体の荷重変位曲線の包絡線により、求めた剛性を示す。この表によると、試験体グループによって剛性が異なっていることが示されている。かぶり 3cm の試験体の剛性はかぶり 6cm の試験体より大きい。

3.3 靱性率

一部の試験体の靱性率を表一5 に示す。ここでは、最大荷重の 90% 荷重時の変位 (δ_R) と最大荷重時の変位 (δ_U) の比率 (δ_R/δ_U) で靱性率を計算した。コンクリート充填鋼管試験体の靱性率は鋼管試験体とコンクリート試験体の靱性率より大きい。

4. 試験体の破壊状況

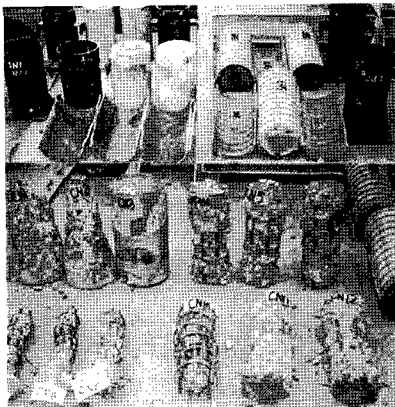
SH、SN グループおよび CN グループ試験体の破壊状況をそれぞれ写真一1 に示す。鋼管のみの試験体は、リブの有無に関わらず下部で提灯座屈した。リブのない鋼管のみの試験体は下部とともに上部でも座屈した。コンクリートのみの充填試験体は 294tf で壊れ、上部と下部の鋼管対面で座屈した。この鋼管を開いて見ると、鋼管が座屈した位置のコンクリートは破壊し、上部から下部へ約 10cm の破壊帯が見られ、細かいひび割れが発生していた。鋼管とコンクリートの表面には横縞模様が付いていた。ほかの SH、SN 試験体は壊れなかったが、鋼管とコンクリートの表面には横縞模様が付いていた。

5. 結論

(1) コンクリートあるいは鉄筋コンクリートを充填鋼管には複合効果がある。鋼材を鉄筋としてよりも鋼管として使用すると、高い複合効果がある。

(2) リブ有り鋼管試験体は複合効果と合成効果がある。このため、リブ無し鋼管より高い耐荷力を有する。

(3) 鉄筋コンクリートのみの試験体では、かぶりの増大に伴い、最大荷重と剛性が小さくなる。しかし、鉄筋コンクリート充填鋼管では、かぶりの増大に伴い、最大荷重が大きくなり、剛性が小さくなる。



写真一1 試験体の破壊状況

表一2 SH グループ試験体の複合効果

リブを有する鋼管のみ			コンクリート充填鋼管			複合効果	
試験体番号	最大荷重 (tf)	平均荷重 (tf) B2	試験体番号	最大荷重 (tf) EH	平均荷重 (tf)	累加強度法の計算値	平均値 D3 EH/D3
SH1	189.7		SH3	321.2		208.8	
SH2	193.7	191.7	SH4	342.8	332.0	207.3	208.0 1.60
			SH5	416.7		230.7	
			SH6	382.4	399.6	230.7	230.7 1.73
			SH7	467.8		233.8	
			SH8	427.8	447.8	230.7	232.3 1.93
			SH9	415.0		261.9	
			SH10	489.2	452.1	260.4	261.1 1.73

表一3 鋼管試験体の合成効果

リブ無し鋼管の試験体 (SN グループ)			リブを有する鋼管の試験体 (SH グループ)			合成効果
試験体番号	最大荷重 (tf)	平均荷重 (tf) B1	試験体番号	最大荷重 (tf)	平均荷重 (tf) B2	B2/B1
SN1	130.4		SH1	189.7		
SN2	143.7	137.0	SH2	193.7	191.7	1.40
SN3	294.5		SH3	321.2		
SN4	294.2	294.3	SH4	342.8	332.0	1.13
SN5	310.0		SH5	416.7		
SN6	416.4	363.2	SH6	382.4	399.6	1.10
SN7	351.2		SH7	467.8		
SN8	431.3	391.3	SH8	427.8	447.8	1.14
SN9	349.1		SH9	415.0		
SN10	478.5	413.8	SH10	489.2	452.1	1.09

表一4 各試験体の剛性

充填状況	コンクリート試験体		リブ無し鋼管試験体		リブ有り鋼管試験体	
	試験体	剛性	試験体	剛性	試験体	剛性
鋼管のみ			SN1	50.61	SH1	61.64
			SN2	47.01	SH2	54.49
コンクリート	CN1	66.71				
	CN2	66.42	SN3	128.87	SH3	126.89
	CN3	62.56	SN4	125.61	SH4	118.46
	CN4	84.37				
かぶり 3cm	CN5	84.94	SN5	183.97	SH5	147.59
	CN6	85.03	SN6	100.60	SH6	128.43
かぶり 6cm	CN7	78.32				
	CN8	78.28	SN7	88.86	SH7	148.13
	CN9	78.01	SN8	131.71	SH8	106.39
	CN10	93.46				
二重鉄筋	CN11	94.39	SN9	143.40	SH9	135.44
	CN12	92.20	SN10	139.10	SH10	135.41

表一5 一部試験体の靱性率

試験体	終局変位 (mm) δ_R	最大荷重の変位 (mm) δ_U	靱性率 δ_R/δ_U	平均値
SH1	11.7	8.86	1.32	
SH2	13.23	10.07	1.31	1.32
SN1	10.21	7.58	1.35	
SN2	9.14	7.35	1.24	1.30
SN3	14.41	5.76	2.50	
SN4	13.92	5.32	2.62	2.56
CN5	3.45	2.22	1.55	
CN6	3.55	2.23	1.59	1.57
CN10	3.41	2.94	1.16	
CN12	3.11	2.5	1.24	1.20