

建設省土木研究所 正員 大 堀 俊 雄
同 上 “ 金 井 道 夫

1. まえがき

コンクリートを鋼管に充填したコンクリート充填鋼管は、鋼とコンクリートの合成作用、特に鋼管のフープ作用により、大きなねばりが期待でき、また鋼管の局部座屈がコンクリートにより防止されるために、きわめて経済的な設計が可能になると考えられる。特に、都市内のモノレールや高架橋道の橋脚のように、種々の条件により断面寸法が制限され、かつ高い耐震性を要求される構造には、コンクリート充填鋼管は最的の構造である。しかしながら、コンクリートと鋼管の合成作用、鋼管の局部座屈の防止などについては、コンクリート充填鋼管の挙動が複雑であるために十分解明されていない。このため、コンクリート充填鋼管を利用しようという計画は多いものの、現実に土木構造物に用いられた例は少ないのが実状であり、設計基準の確立が急務である。ここでは、建設省土木研究所が行なったコンクリート充填鋼管の大型試験体による載荷実験の概要を報告する。まず、今回は、中心軸圧縮試験を行ない、鋼管の局部座屈の防止と合成作用について検討を行なった。

2. 載荷実験

今回用いた試験体の形状・寸法を表-1に示す。

表-1 試験体一覧表

鋼管の板厚は3種類とし、コンクリート充填、非充填に分け計10体製作した。試験体Aは非充填鋼管を示したものであり、試験体Bはコンクリート充填鋼管を示したものである。

試験体Bの充填鋼管の内側には、鋼管とコンクリートの付着性能を良くするためにスタットを等間隔に配置してある。しかしB-5だけはスタットを設けていない。また、B-6は高強度コンクリートを用いている。

載荷は3000ton 万能試験機を用いて行ない、中心軸方向圧縮試験を行なった。

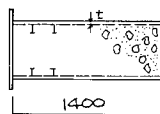
測定はひずみおよび変形について行なった。ひずみの測定はストレインゲージを用い、軸方向および円周方向の2方向について計測した。変形は、軸方向(短縮量)、軸直角方向(面外変形)の2方向について計測した。

3. 実験結果と考察

実験結果および理論値との比較を表-2に示す。表中のScはコンクリートのシリンダー強度 σ_c より求めた値であり、Sbは初期不整を考慮した座屈耐荷力理論式より求めた値、Syは鋼管の降伏応力により求めた値である。

表-2 実験値と理論値

試験体	鋼管寸法(mm)	As(cm ²)	Ac(cm ²)	充填物	σ_c (% σ_s)	σ_y (% σ_s)
A-1	$\Phi 700 \times 6$	130.8	—	—	—	4600
B-1	"	"	3717.6	有	245	"
A-2	$\Phi 700 \times 8$	173.9	—	—	—	4720
A-3	"	"	—	—	—	"
B-2	"	"	3674.5	有	245	"
B-3	"	"	"	"	"	"
B-5	"	"	"	"	"	"
B-6	"	"	"	"	410	"
A-4	$\Phi 700 \times 12$	259.3	—	—	—	4000
B-4	"	"	3589.1	有	245	"



As: 鋼管断面積
Ac: コンクリート断面積
 σ_c : コンクリート強度(シリンダー)
 σ_y : 鋼管の降伏応力
*) スタット無し試験体

試験体	① 実験値	計 算 値				(ton)	
		② Sc	③ Sb	④ Sy	⑤ ②+③	⑥ ②+④	⑦ ⑤/⑥
A-1	540	—	567.0	601.7	567.0	601.7	0.95
B-1	1509	910.7	"	"	1477.7	1512.4	1.02
A-2	753	—	786.0	820.8	786.0	820.8	0.96
A-3	760	—	"	"	"	"	0.97
B-2	1730	900.1	"	"	1686.0	1720.9	1.03
B-3	1722	"	"	"	"	"	1.02
B-5	1694	"	"	"	"	"	1.00
B-6	2663	1814.5	"	"	2380.5	2415.3	1.12
A-4	1087	—	1010.0	1037.2	1010.0	1037.2	1.07
B-4	2230	879.3	"	"	1889.3	1916.5	1.18

*) 耐力はさらに増加する傾向にあるが
P-2230tonで実験を終了した。

表より、コンクリート充填鋼管は、鋼管の板厚

コンクリート強度，スタットの有無にかかわらず，鋼管の降伏応力 σ_y とコンクリート強度 σ_c の累加強度を十分期待できるものと思われ。

図-1～図-4は，各試験体別の荷重-短縮量曲線を示したものである。また，写真-1は載荷試験後のB-1（鋼管の板厚6mm）の形状を写したものである。図中の Se とは鋼管の弾性曲線を，



写真-1

$Se + Sc$ とは鋼管とコンクリートの変位曲線を単に加えた曲線である。

図-1～図-3は，鋼管の板厚 $t = 6, 8, 12\text{ mm}$ における充填鋼管と非充填鋼管の比較を行なったものである。これを見ると，コンクリートを充填することにより，鋼管の強度として降伏応力まで期待できるほか，剛性の増大，塑性域でのねばりが期待できることがわかる。また，写真-1にみられるように，鋼管の板厚が6mmと薄板でも局部座屈はほぼ完全に防止される。

次に図-4であるが，これはスタットの有無による比較を行なったものである。図中のB-3はスタッド有，B-5はスタッド無を示している。両者を比べてみると，耐力，ねばりはスタットを打つことにより若干向上するが，最大荷重程度までは，スタットを打つことによる効果はあまりみられない。逆にスタットを打つことにより，鋼管に残留応力が生じ，若干の初期剛度の低下がみられる。以上のことより，通常はスタットを打たなくても十分コンクリート充填鋼管の特性は期待できる。

今回は，繰り返し載荷も数回行なってみたが（図-4参照），数回の繰り返しによる耐力の低下はみられなかった。

4. あとがき

今回は，コンクリート充填鋼管構造の，特に短柱における局部座屈挙動について考えてきたが，耐力，剛性，ねばりの面で非常に有効であることがわかった。

今後，長柱の軸方向圧縮および曲げを受ける構造について検討していく予定である。

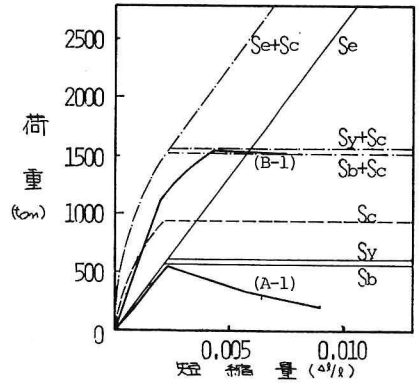


図-1 荷重-短縮量曲線 ($t=6$)

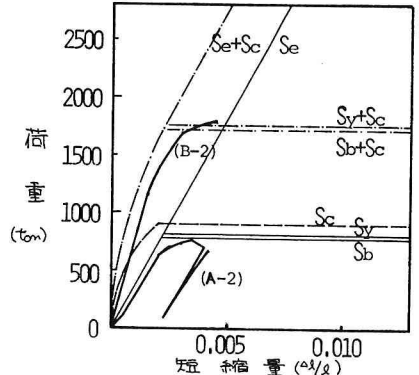


図-2 荷重-短縮量曲線 ($t=8$)

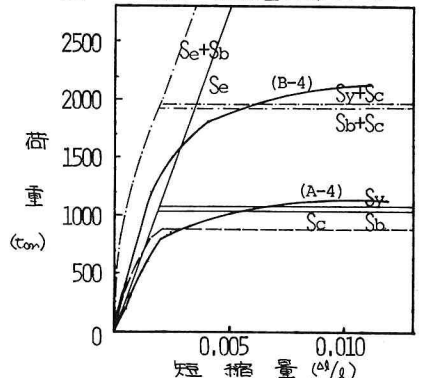


図-3 荷重-短縮量曲線 ($t=12$)

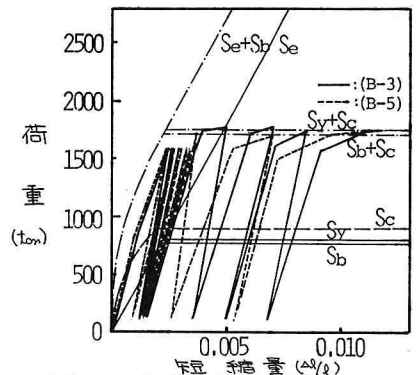


図-4 荷重-短縮量曲線 ($t=6$)