

モルタル充填鋼管柱の圧縮耐荷力

広島大学工学部 学生員 ○西川貴志
広島大学工学部 正 員 藤井 堅
広島大学工学部 学生員 小寺親房

1. まえがき

モルタル充填鋼管柱は、短柱では軸圧縮力を受けると鋼管の拘束効果（コンファインド効果）により内部のモルタルが3軸圧縮状態となり、大きな強度を発揮することが知られているが、長柱に関しては実験データが少ない。そこで本実験では、柱長や鋼管の板厚を変化させてコンファインド効果及び耐荷特性について実験的説明を試みた。

表-1 供試体

2. 実験方法

供試体は表-1に示すように、柱長及び鋼管の板厚を変化させて計11体用意した。鋼管の材料特性はそれぞれの板厚の鋼管について引張試験を行って求め、モルタルの材料特性は各供試体について載荷日に合わせて圧縮強度試験を行って求めた。その結果を表-1に示す。載荷方法は鋼管とモルタルの全断面載荷で、境界条件は両端ピンである。写真-1にその様子を示す。

供試体	形状・寸法			鋼管			モルタル			耐荷力 (tf)
	長さ (mm)	板厚 (mm)	外径 (mm)	降伏強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比	圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比	
B 60-60	600	1.68	114.2	2180	1650000	0.294	290	183000	0.185	46.0
B100-16	1000	1.71	114.2				292	189000	0.206	47.5
B150-16	1500	1.66	114.4				348	205000	0.203	38.0
B200-16	2000	1.61	114.2				294	197000	0.200	36.0
B250-16	2500	1.62	114.3				339	182000	0.214	28.0
B100-60	1000	5.95	114.6	4503	1850000	0.295	358	199000	0.209	106.0
B150-60	1500	5.86	114.8				358	222000	0.214	89.0
B200-60	2000	6.02	114.8				364	212000	0.209	80.0
B250-60	2500	5.88	114.7				408	213000	0.211	72.0
B250-35	2500	3.35	114.5	2873	1720000	0.281	390	197000	0.193	43.0
B250-45	2492	4.36	114.3	3293	1950000	0.272	329	200000	0.203	58.0

3. 実験結果と考察

図-1、図-2に荷重-軸方向変位関係を示す。ただし、軸方向変位は供試体長さで除して無次元化している。図-1は鋼管の板厚を変化させた場合であり、図-2は柱長を変化させた場合である。これらの図より、どの供試体においても最高荷重まではほぼ直線的に

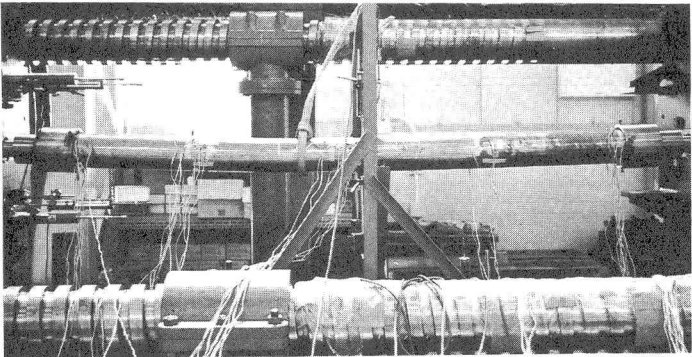


写真-1 実験状況

軸ひずみが増加することが分かる。図-1を見ると、鋼管の板厚の厚いものほど傾きが大きくなっている。これは板厚が厚くなると荷重を受ける鋼管の断面積が大きくなるので、全体の伸び剛性が大きくなることを示す。図-2では、鋼管板厚が同じであるので荷重-軸方向変位関係は柱長に関係なくほぼ同一である。

次に、中央断面の荷重-鋼管の応力の関係を図-3、図-4に示す。図の左側が軸方向応力であり、右側が周方向応力である。なお応力は、鋼管を完全弾塑性体としてMisesの降伏条件とPrandtl-Reussの塑性流れ則を用いて算出した。図から分かるように鋼管の応力は、軸方向にはほぼ線形的に増加しているが、周方向にはほとんど現れない。すなわち、コンファインド効果はほとんどないといえる。これは、弾性域でのポアソン比は鋼管の方がモルタルより大きいからであると考えられる。モルタルの分担荷重を計算すると、モルタル単体での破壊荷重の70%となる荷重付近からコンファインド効果は現れる傾向が見られた。図-3から、

短柱領域では板厚に関係なくコンファインド効果が現れていることが分かる。鋼管の板厚が厚くなるとモルタルの荷重分担率が少なくなるので、板厚の厚い供試体ほど大きい荷重でコンファインド効果が現れている。図-4のように柱長を変化させた場合を見ると、柱長が長いものでは周方向の応力が現れることなく崩壊している。これは、長柱ではコンファインド効果が現れる前に座屈により崩壊してしまうからであると思われる。

最後に荷重分担について見てみる。図-5にB200-60、図-6にB100-16の荷重分担を示す。縦軸が分担荷重であり、横軸が荷重である。図のP-2はモルタルと鋼管の累加荷重であり、2tfを載荷したときを初期状態としているので、荷重Pから2tfを引いている。分担荷重は、鋼管については中央断面の軸方向応力から算出し、モルタルについてはP-2の直線から鋼管の分担荷重を引いて求めた。モルタルの分担荷重に注目してみると、図-5ではモルタル単体での破壊荷重に達していないのに対し、図-6ではその荷重を上回っている。コンファインド効果は、モルタルの分担荷重がモルタル単体の破壊荷重より大きくなって初めて有効に発揮されると判断される。従って、B100-16のような短柱領域ではコンファインド効果により耐荷力の向上は期待できるが、B200-60のような長柱領域では期待できないといえる。表-1に耐荷力を示したが、長さ100cm以下の供試体の耐荷力はモルタルと鋼管の累加強度より大きくなっていたのに対し、それ以上の長さの供試体の耐荷力は累加強度に達していなかった。

3. まとめ

モルタル充填鋼管柱は、弾性域で座屈するような長柱の場合ではコンファインド効果は期待できず、モルタルの分担荷重がモルタル単体の破壊荷重以上となるような短柱の場合のみコンファインド効果は有効に発揮され、耐荷力は向上する。したがって、コンファインド効果を効率よく発揮させるためには細長比を小さくすることが必要である。

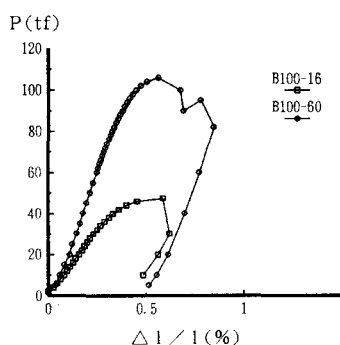


図-1 荷重-軸方向変位(柱長100cm)

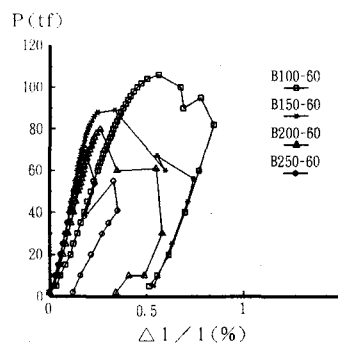


図-2 荷重-軸方向変位(板厚6.0mm)

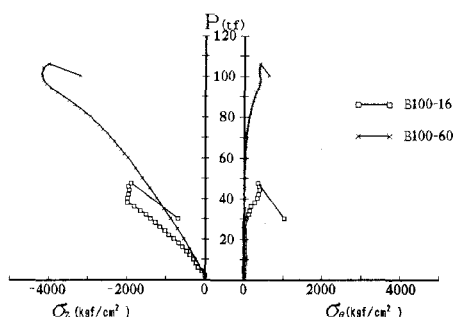


図-3 荷重-鋼管の応力(柱長100cm)

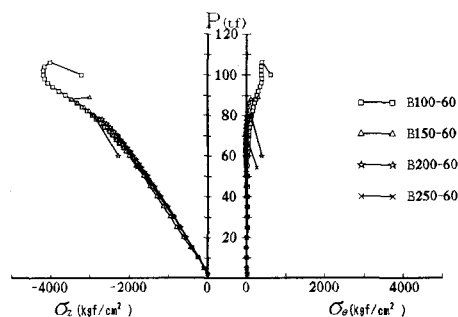


図-4 荷重-鋼管の応力(板厚6.0mm)

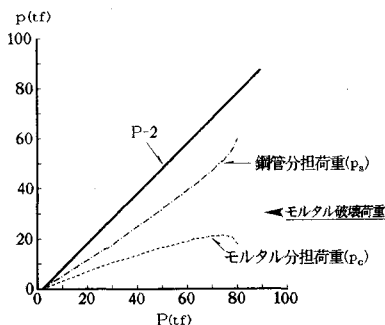


図-5 荷重分担(B200-60)

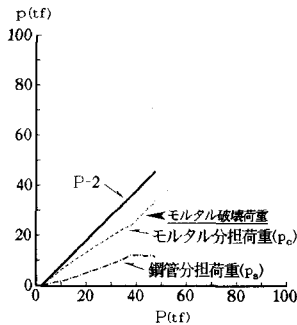


図-6 荷重分担(B100-16)