

ステンレス鋼を用いたコンクリート合成柱の圧縮強度に関する基礎的研究

ものつくり大学 正会員 大垣賀津雄, 小畑健

○太平洋マテリアル 正会員 大久保藤和

日本大学 正会員 川井豊, 新日鉄住金ステンレス 志村保美

1. はじめに

昭和30年代頃から港湾の栈橋や護岸等の構造物の鋼管杭や矢板等では、鋼材が使用されてきている。しかしながら、建設後長期間経過した海洋環境下の鋼管柱では干満帯や飛沫部を中心に腐食が著しく進んでいるのが確認されており、機能の確保や安全面の観点から問題視されている。

そのような状況に対する補修・補強の新たな工法として、ステンレス鋼とポリマーセメントモルタルを用いた合成柱化工法の検討を行うこととした。ステンレス鋼は近年、2相系の開発が進み、耐食性と強度が向上している状況にある。一方、ポリマーセメントモルタルの一種であるゴムラテックスモルタルは、鋼材に対する接着力が強く、収縮も少ない材料である。これらの材料を使い2重鋼管合成柱について、基本的な性能が発揮されるかどうか圧縮実験により検証を行うものである。

表-1 ステンレス鋼, 炭素鋼の機械的性質

ステンレス鋼規格	0.2%耐力 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	伸び %
SUS821L1	555	774	32
S32205	619	831	28
炭素鋼規格	降伏点 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	伸び %
STK400	391	466	37

2. 実験供試体

ステンレス鋼管を用いた合成柱供試体を製作する。今回の実験では2種類の2相ステンレス鋼を用いることとした。SUS821L1とそれよりも耐食性に優れたS32205(ASTM規格)を合成柱外側鋼管に適用して供試体を製作した。また、2重鋼管合成柱のケースについては、内側に既設鋼管柱を想定して炭素鋼STK400の鋼管を用いた。これらの材料の機械的性質を表-1に示す。

表-2 実験供試体と材料パラメータ

供試体	外側鋼管 ステンレス鋼	内側鋼管 STK400	ゴムラテック スモルタル	普通コン クリート
1A	SUS821L1			
1B				○
1C		○	○	
1D		○	○	○
2A	S32205			
2B				○
2C		○	○	
2D		○	○	○

実験に用いた供試体の材料パラメータを表-2に示す。

供試体 TYPE-1A~1D と TYPE-2A~2D ではステンレス鋼の鋼種を上述の2種類としている。ステンレス鋼管の中にコンクリートを充填した供試体、ゴムラテックスモルタルと鋼管(STK400)を用いた供試体など、全8体で比較を行った。図-1に供試体の断面構造を、図-2に施工状況を示す。

ゴムラテックスモルタルと早強タイプの普通コンクリートの圧縮強度試験を実験前後で行い、その平均値はそれぞれ38.1N/mm²と27.5N/mm²であった。これらの強度を後述の耐荷力評価に用いた。

供試体の高さはすべて600mm(外側ステンレス鋼管径の約3倍)とし、内側鋼管の位置を保持するために専用のスペーサーを用いた。

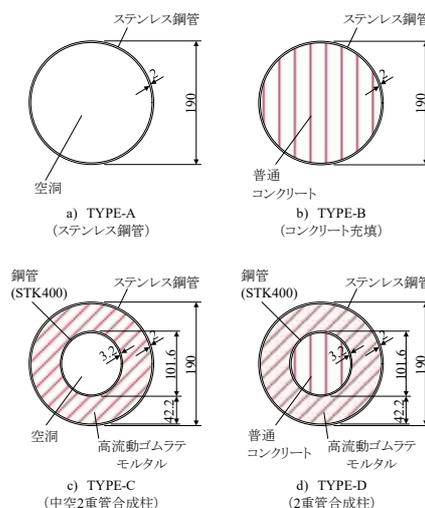


図-1 供試体断面構造



図-2 供試体施工状況

キーワード ステンレス, ゴムラテックス, 鋼管柱, 合成柱, 補修・補強

連絡先 〒114-0014 東京都北区田端 6-1-1 田端 ASUKA タワー15F TEL 03-5832-5217

3. 実験結果

(1)変位挙動

図-3 に TYPE-1, 2 の荷重と鉛直変位 (4点平均) の曲線を示す. TYPE-1A, 2A 以外のすべての供試体は, 最大荷重が約 1,800kN 以上であり, さらに, 鉛直変位が 25mm に達しても 15%程度以下の耐荷力低下であり, 靱性が高いことがわかった. 中空 2 重鋼管合成柱である TYPE-1C, 2C はステンレス鋼管合成柱である TYPE-1B, 2B とほぼ同等の終局強度(最大荷重)であり, 変形性能に大差はない.

(2)ひずみ挙動

図-4 に TYPE-1, 2 の荷重と供試体中心部の鉛直方向ひずみ (4点平均) の曲線を示す. ステンレス鋼管合成柱である TYPE-1B, 2B の鉛直方向ひずみ挙動は, 中空 2 重鋼管合成柱である TYPE-1C, 2C

と同程度であり大差はない. 充填 2 重鋼管合成柱である TYPE-1D, 2D は荷重が 2,000kN 以上载荷したときに, ひずみが 6,000 μ に達しており, 最も軸ひずみに対する抵抗が大きいことがわかる.

また, 同図からひずみ挙動が荷重増分に対して単調増加していない部分に気付く. この理由として, ひずみを測定しているステンレス鋼管が周全体で外側に膨らみ, 一時的に引張のひずみが大きく生じて圧縮ひずみを相殺したためであると考えられる.

4. 終局強度の考察

载荷実験により求めた終局荷重を表-3にまとめて示す. 同表中の計算値は, それぞれの材料の耐荷力を単純累加したものにコンファインド効果を考慮した値を計算値としている^{1), 2)}.

終局荷重は計算値より実験値の方が若干上回る値であったが大きな差はなく, 非常によい一致を示した. 特に, 2 重鋼管合成柱の耐荷力は, ある程度この計算で評価可能であるといえる. また, ステンレス鋼管の耐力は 0.2%オフセット値を用いることで, 比較的安全側により一致を示すことがわかった.

5. まとめ

本研究で得られた結論は以下の通りである. ①中空 2 重鋼管合成柱は, ステンレス鋼管合成柱とほぼ同等の終局強度である. ②本研究で示した計算方法でよい一致を示す.

今後の課題は, ステンレス鋼の港湾環境での耐食性の確認, 曲げと軸力を受ける場合の強度特性の検討, および実構造を想定した施工確認等である. 本研究遂行に際して, 港湾空港技術研究所の山路徹氏, 加藤絵万氏, 川端雄一郎氏より貴重なご意見を頂きましたことに感謝いたします.

【参考文献】 1) 秋山, 内藤, 小野, 白濱, 松本, 鈴木: コンクリート充填スパイラル鋼管柱の一軸圧縮特性および鋼管により横拘束されるコンクリートの平均化応力-ひずみ関係, 土木学会論文集 E, Vol.65, No.4, pp.548-563, 2009.11.
2) 秋山, 洪, 佐藤, 鈴木, 前田, 鈴木: 一軸圧縮を受ける高強度 RC 柱における横拘束筋の拘束効果と応力-ひずみ関係の定式化に関する実験的研究, 土木学会論文集, N0.753/V-62, pp.137-151, 2004.2.

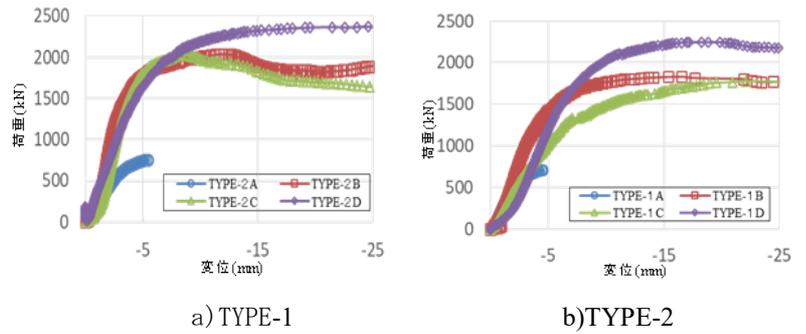


図-3 荷重-鉛直変位の関係

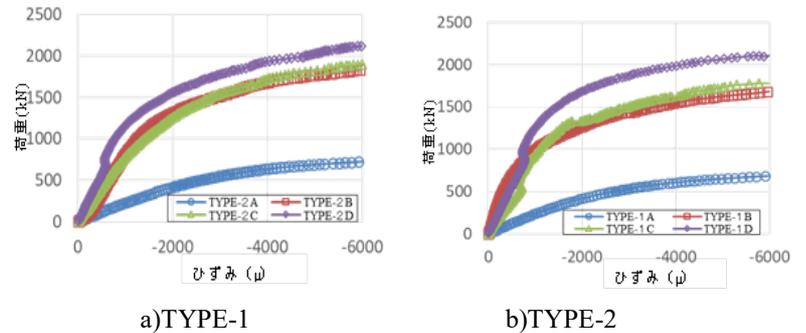


図-4 荷重-鉛直ひずみの関係

表-3 終局荷重の計算値と実験値の比較

供試体	ステンレス鋼管	炭素鋼管	ゴムラテックスモルタル	普通コンクリート	計算値 A (kN)	実験値 B (kN)	A/B
1A	SUS821L1				656	719	0.91
1B				○	1725	1938	0.89
1C		○	○		1732	1788	0.97
1D		○	○	○	2288	2253	1.02
2A	S32205				731	759	0.96
2B				○	1800	2067	0.87
2C		○	○		1807	2041	0.89
2D		○	○	○	2363	2377	0.99