

ステンレス 2 重鋼管合成柱の曲げ耐荷性能に関する実験研究

太平洋マテリアル 正会員 ○石田学, 赤江信哉, 中島裕
ものづくり大学 正会員 大垣賀津雄
新日鉄住金ステンレス 正会員 志村保美

1. はじめに

高度経済成長期より港湾部の護岸や栈橋等に埋設されている鋼管柱や鋼管杭は, 鋼製のパイプが主材料である。しかしながら, このような海洋環境下では潮汐や飛沫による腐食劣化を受けることと, 阪神淡路大震災後に見直した耐震基準以前に設計施工された構造物の耐震性不足も懸念されている。

このような鋼管柱や鋼管杭構造物の補修・補強法が幅広く求められている中, 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を施工する工法の有効性を検討することとした。ポリマーセメントモルタルには一般的に鋼材との接着力が高く, 収縮の小さい材料であるゴムラテックスモルタル¹⁾を用いた, また, 既存の鋼管の外側に耐食性と強度の高い 2 相系ステンレス鋼を使用して, 2 重鋼管合成柱とすることを前提としている。これらの圧縮実験を行い, 基本性能は確認済である²⁾。本文は曲げ耐荷性能実験³⁾を行って, 曲げ変形性能や水平せん断ズレ等を調査することとした。

2. 実験概要

実験供試体は図-1 に示す通り, 2 相系のステンレス鋼管と炭素鋼管を用いた 2 重鋼管合成柱である。2 相系ステンレス鋼管には S32205 (ASTM 規格) を適用した。この材料は一般的なステンレス鋼より優れた強度特性および耐食性を有するものである。また内側の鋼管は既設鋼管柱を想定して炭素鋼 STK400 を用いた。これらの材料の機械的性質を表-1 に示す。充填材は普通モルタルとゴムラテックスモルタルを使用し, 鋼板との付着強度を表-2 に示す。また, これらのモルタルの各材令の圧縮強度は表-3 に示す通りである。供試体 2 重鋼管部へのモルタルの施工状況を図-1 に示す。本実験では, 炭素鋼の中にはモルタルを充填していない。

本実験は 3,000kN 万能試験機を利用し, 図-2 に示す通り 3 点曲げ載荷で実験を行った。また, 変位計を両端部の水平方向に設置し, 鋼管とモルタルおよび, モルタルとステンレス鋼の相対ずれを計測している。

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 %
S32205	579	784	30
炭素鋼規格	降伏点 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	伸び %
STK400	351	442	44

表-2 付着強度特性 (N/mm²)

モルタル	1 回目	2 回目	3 回目
普通モルタル	0	0	0
ゴムラテックス	2.8	3.6	3.4

注)普通モルタルは試験前に外れたため 0 としている。

表-3 平均圧縮強度特性 (N/mm²)

モルタル	7 日	14 日	28 日
普通モルタル	19.0	24.1	30.3
ゴムラテックス	39.2	46.0	48.8

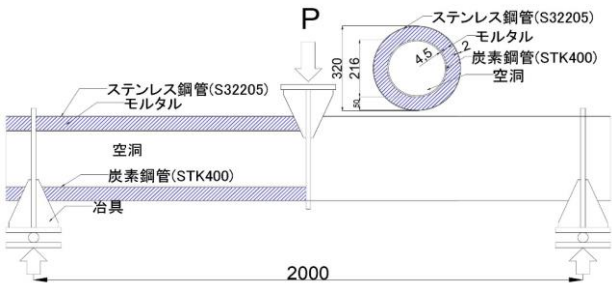


図-1 実験供試体

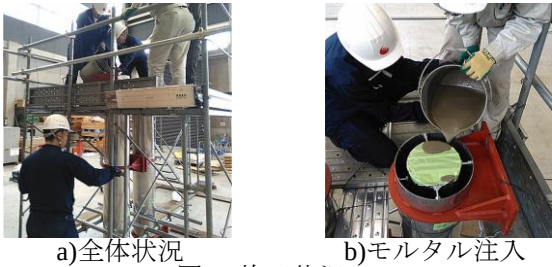


図-2 施工状況

キーワード ステンレス鋼, 合成柱, ゴムラテックスモルタル, 曲げ耐荷力
連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL : 043-498-3921

3. 実験結果及び考察

図-3 に両供試体の荷重と曲率の関係を示す．また表-4 は最大荷重や局部座屈荷重等を示す．曲率から見た変形性能に大差はないが，普通モルタル(最大荷重 516kN)より，ゴムラテックスモルタル(最大荷重 556kN)は，7.8%終局強度が向上している．これは単にモルタルの圧縮強度差が原因であると考えられる．

図-4 に供試体中央部におけるステンレス鋼管表面の上部圧縮側と下部引張側の軸方向ひずみを示す．両供試体は共に中央載荷点近傍の上部で局部座屈している．引張側のひずみは両供試体の差が少ないが，圧縮側はゴムラテックスモルタル供試体のひずみの急増点を局部座屈荷重と考え場合，その座屈荷重で約 19.3%向上している．

図-5 に両供試体端部における相対変位の曲線を，図-6 に載荷実験における相対変位計測状況を示す．ゴムラテックスモルタルの方の上端部での相対ズレ発生荷重は最大 17%程度大きく，合成効率が高いことがわかる．また普通モルタルとは異なり，ゴムラテックスモルタルは上側と下側のズレ発生荷重がほとんど同じであることがわかる．このことから局部座屈発生時までゴムラテックスモルタルはズレを抑制する接着力を持っていたことがわかる．

4. まとめ

本実験研究で得られた結論は以下の通りである．

①ステンレス 2 重鋼管合成柱において，ゴムラテックスモルタルを用いたものは,普通モルタルにより終局荷重，局部座屈発生荷重等の性能が向上する．

②ゴムラテックスモルタルを用いることで素材間の接着力が向上し，局部座屈発生までズレが生じない．

今後の課題は曲げと軸力を受ける場合の強度特性の確認実験を行って基本性能を調査する．また実際の鋼管を用いた施工方法の検討や充填度の確認などが必要である．本研究遂行に際して，港湾空港技術研究所の加藤絵万氏，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) 杉野，佐竹，大垣，小出：床板補修用ポリマーセメントモルタルの耐久性に関する評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，2012， 2) 大垣，小畑，川井，志村，赤江：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，第 12 回復合構造の活用に関するシンポジウム講演集，【29】，2017.11， 3) 林堂，杉浦，河野，大島，出向井：コンクリート充填中空式二重鋼管柱の曲げ特性に関する研究，構造工学論文集 A，Vol.54，p.670-679，2008.03．

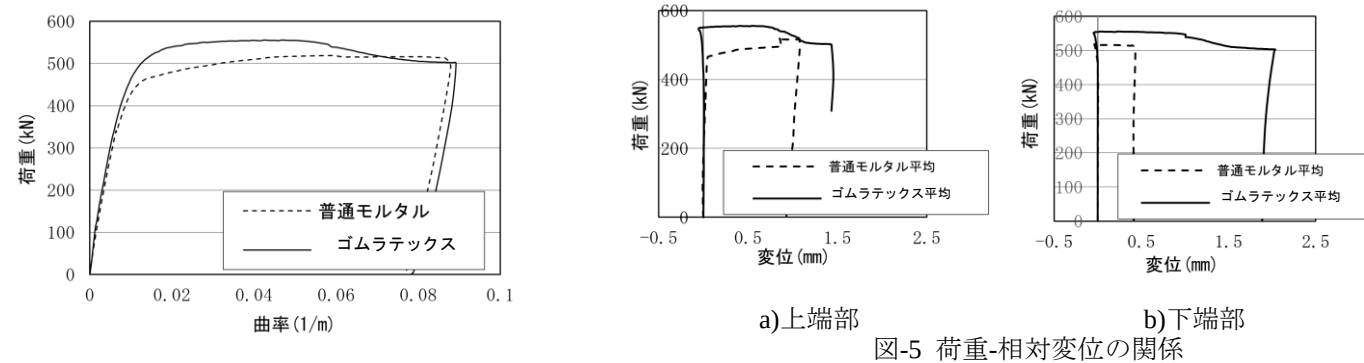


図-3 荷重-曲率の関係

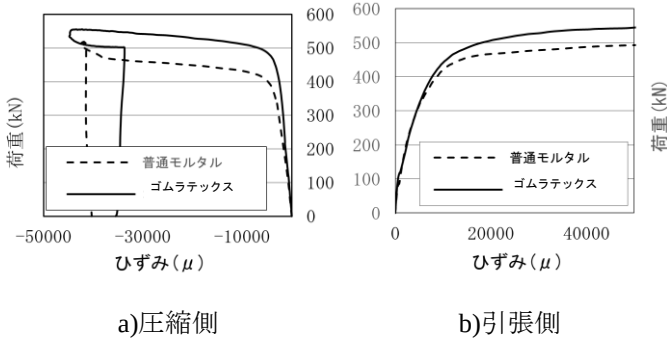


図-4 荷重-ひずみの関係

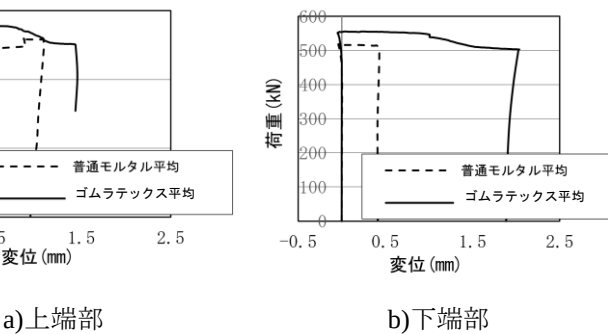


図-5 荷重-相対変位の関係



図-6 載荷実験（相対変位計測）

表-4 実験結果 (kN)				
モルタルの種類	最大荷重	局部座屈荷重	相対ズレ発生荷重	
			上端部	下端部
普通モルタル	519	419	471	516
ゴムラテックス	556	500	551	556

注)局部座屈荷重はひずみの急増点を ϵ^2 で評価して算出．