

芯材とモルタルによる同径鋼管の連結構造に関する基礎的研究

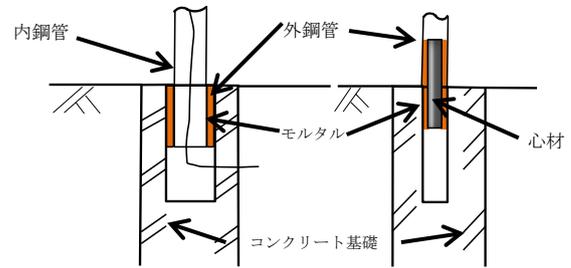
大阪市立大学大学院 学生員 ○塩津 良将
 國陽電興(株) 正会員 川満 逸雄
 大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄

1. はじめに

照明柱や標識柱などの道路付属物において、腐食劣化や衝突などにより柱基部に損傷が生じることが多い。しかし、基礎まで損傷しているわけではなく、基礎を残したまま更新することで、簡易かつ時短が図れると考えられる。そのため、筆者らは図-1(a)のように基礎を活用したまま既存より細径の鋼管柱を用いる連結方法を提案した¹⁾。しかし、照明柱であっても周りの照明柱との統一性の観点から同一径を用いることが望まれる場合がある。さらに、標識柱などにおいては、更なる細径の柱は困難である。そこで、図-1(b)のように外見を変更せず既存の鋼管径と同一の径の柱を用いた更新方法を検討すべく、鋼管柱に対して芯材として連結材を挿入し、その芯材と柱の接合部材としてのモルタルを充填した場合の接合効果を明らかにするため純曲げ実験を行った。

2. 実験概要

図-2 に示すように漸増荷重载荷による4点曲げ試験を行った。純曲げ区間を500mmとし、供試体中央で全長900mmの2本の鋼管を付き合わせた状態になっている。芯材は中央から左右150mmの区間をモルタルで充填した。表-1 に供試体一覧を示す。芯材として、鋼管、カーボンパイプ、丸鋼、鉄筋を選定した。鋼管とカーボンパイプにおいては剛性を増加させるために、内部をモルタルで充填したパターンも実施した。外鋼管径は標識柱断面を想定した。なお、T-0は基準として外鋼管単体とした。用いた材料は鋼材がSTK400材の既成鋼管、SS400の丸鋼、SD295Aの鉄筋である。モルタルは施工性を考慮して、超速硬型無収縮モルタルを使用した。計測は図-2 に示す変位や荷重および図-3 に示す軸方向ひずみである。また、供試体中央にはクリップゲージを設置し、連結部の開き量を計測した。



(a) 既往研究概念 (b) 本研究イメージ
 図-1 埋め込み式基礎更新手法

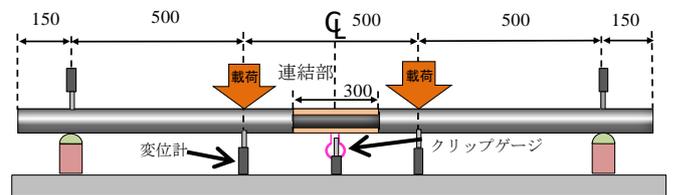


図-2 载荷実験図 単位(mm)

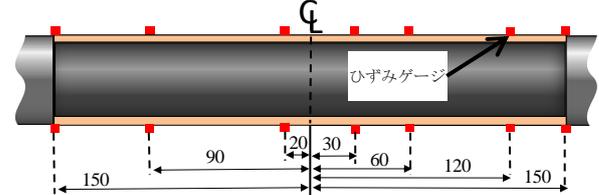


図-3 ひずみゲージ設置箇所 単位(mm)

表-1 供試体一覧

供試体名	芯材				外鋼管			充填状況
	材料	径 D_i [mm]	板厚 t_i [mm]	EI [kNmm ²]	径 D_o [mm]	板厚 t_o [mm]	EI [kNmm ²]	
T-nmf	鋼管	42.7	3.2	1.6E+07	60.6	3.2	4.7E+07	中空
T-mf		42.7	3.2	1.8E+07	60.6	3.2		モルタル
CT-nmf	カーボンパイプ※	42	3.5	8.0E+06	60.6	3.2		中空
CT-mf	パイプ※	42	3.5	9.9E+06	60.6	3.2		モルタル
RS	丸鋼	42	-	3.2E+07	60.6	3.2		-
RE	鉄筋	41.3	-	2.8E+07	60.6	3.2		-
T-0	-	-	-	-	60.6	3.2	-	

※参考文献2)の値を適用

3. 実験結果

3.1 剛性

図-4 に荷重-中央変位関係を示す。弾性範囲ではT-0よりもCTシリーズの剛性が低く、RSやREの剛性が大きい。全てにおいて芯材単体の曲げ剛性は外鋼管単体より低い、類似した剛性となった。このことは圧縮域における外鋼管とモルタルも剛性に寄与していることが考えられる。

キーワード：同径鋼管，連結，更新，曲げ，モルタル
 連絡先： 〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL06-6605-2723

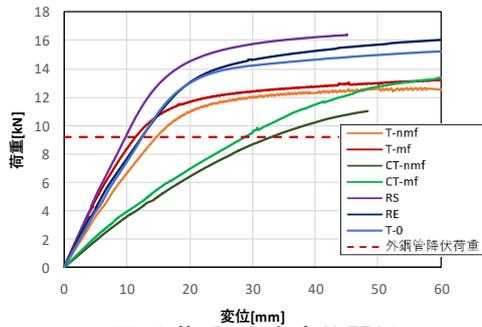


図-4 荷重-中央変位関係

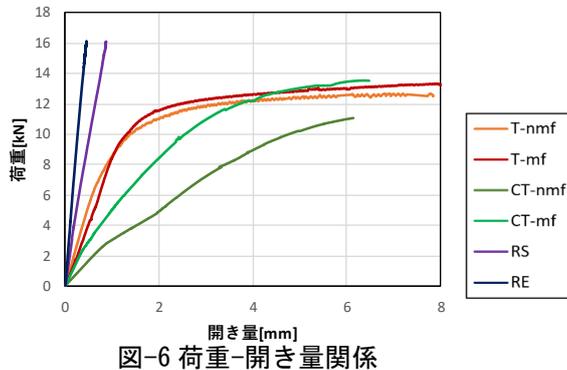


図-6 荷重-開き量関係

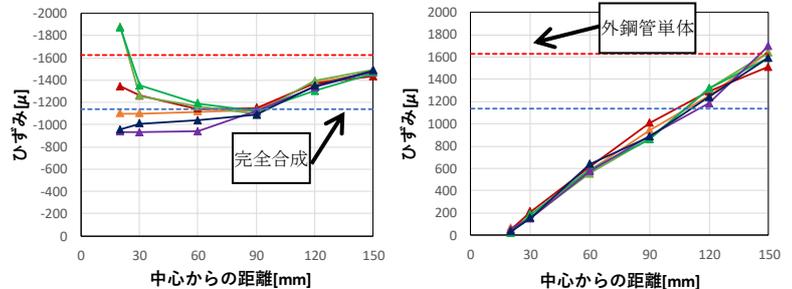


(a) T-nmf

(b) CT-nmf

(c) RS

図-5 連結部の状況



(a) 外鋼管圧縮側

(b) 外鋼管引張側

図-7 外鋼管ひずみ分布（降伏モーメント作用時）

3.2 連結部の開き

図-5に載荷後の連結部の状況を示す。Tシリーズでは中心断面の引張側でモルタルが割れたが、CTシリーズは圧縮側でもモルタルが割れ、左右に抜け出す挙動となった。しかし、RSとREの開きは見られなかった。さらに、図-6に荷重-開き量関係を示す。全体を比較すると、図-4の荷重-中央変位関係と比べて、芯材の剛性や付着の影響が明確になっていると考えられる。特にCTシリーズの開き量が大きいことがわかる。芯材の充填の違いに着目すると、Tシリーズではモルタル充填の有無による差がない。一方でCTシリーズではモルタルを充填していないCT-nmfの方が開き量が大きい。これは芯材に対する充填モルタル剛性の比率が影響していると考えられる。また、開き量において、付着性能が同等と考えられるRSとTシリーズではRSの方が小さく、RSより大きなREの方がさらに小さい。よって、付着のみならず芯材の剛性と相互関係で決定されることがわかる。

3.3 外鋼管ひずみ分布

図-7(a),(b)に純曲げ区間に外鋼管降伏モーメント作用時の接合面からの距離と外鋼管軸方向ひずみ関係を示す。図には理論値として、モルタル充填二重鋼管部の断面を外鋼管単体と仮定した時と完全合成と仮定した時の値を表記した。中心から20mm位置

では引張側で外鋼管に応力がほとんど伝わっていない。圧縮側では芯材の剛性が小さいほど外鋼管がより応力を負担していることがわかる。つまり、突き合わせ部付近では芯材が引張側の応力を負担しており、芯材の剛性の小さいCTシリーズは弾性係数が小さいため、芯材の引張応力負担領域が大きくなり、供試体が左右に抜ける挙動となったと考えられる。中心から90mm以降の位置では圧縮側、引張側ともに芯材によらず、ほぼ同じ分布になっていることから、充填部の開きによる影響範囲は90mm程度までであると考えられる。

4. まとめ

本研究で提案した同径鋼管を用いた連結構造として安定した挙動をするためには、連結鋼管の1/2程度の曲げ剛性を有する芯材を用いる必要があると考えられる。

謝辞：本研究は大阪府ものづくりイノベーション支援助成金（大阪府指令もの第1081号）を受けたものであり、ここに謝意を表す。

参考文献：

- 1) 菅, 角掛, 川満, 塩津：照明柱基礎へのモルタル充填二重鋼管構造の適用性に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, pp.1177-1182, 2018
- 2) 株式会社ホーペック：技術データ, <https://www.hopec.jp/contents/data/>