

モルタル充填二重鋼管構造とした照明柱基礎連結部に関するFEM解析

大阪市立大学大学院 学生員 ○菅 祐太朗
 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
 大阪市立大学大学院 学生員 塩津 良将

1. 研究背景および目的

近年、老朽化や腐食劣化により照明柱の倒壊事故が毎年のように報告されており、中には人的被害を引き起こした事例も存在している。そのため、近年になってから照明柱などの道路附属物に対しても維持管理が求められるようになった。大阪府の試算によると、平成30～32年に更新が必要となる照明柱の数は年間1000～1500本程度と推定されており、安価かつ短期間という省施工な更新方法が望まれる。

以上の背景から、筆者らは照明柱に着目し、新たな更新方法を提案するため、検討を行った。対象としたのは埋め込み式照明柱であり、鋼管の腐食は主に地際付近で生じている。そこで新たな更新方法として、図-1の概念図の様に地際付近を切断して一回り細径の鋼管を挿入し、鋼管間をモルタルで付着させる、いわゆる中空式モルタル充填二重鋼管構造を適用しようと試みた。基礎鋼管内において図の様に電気ケーブルが通っているため、局所的に連結を試みるものである。そのため、モルタルと鋼管との付着低減による引き抜けの影響が懸念され、合成鋼管として機能するための必要埋め込み長の検討が必要となる。

そこで、本研究では埋め込み長に着目し既往研究²⁾での実験の再現解析を行い、供試体ごとの連結部の挙動特性の違いを明らかにすることを目的とした。

2. 研究概要

汎用構造解析プログラム Abaqus6.14 を用いて3次元弾塑性FEM解析を行った。解析モデルは図-2に示すようなハーフモデルとし、鋼管はシェル要素、モルタルはソリッド要素とした。荷重は内鋼管端部一点にX軸方向50mmの1様強制変位(0.5mm/Step)を与えた。境界条件は対称性を考慮して定め、外鋼管の端部円周上を固定端として扱った。

供試体一覧を表-1に示す。既往研究²⁾で用いたものと同様とし、埋め込み長をパラメータとした4つの解析モデルを作成した。そして、使用した材料特性を

表-2に示す。材料実験より鋼管は降伏棚を示さない応力ひずみ関係が得られたため、マルチリニアの材料構成則を用いた。また、モルタルは部材実験の結果からひび割れ等の影響がみられなかったため、弾性材料として扱った。

3. 解析結果

3-1. 妥当性の検討

既往研究²⁾の実験結果との妥当性を確認すべく再現解析を実施した。図-3に、例としてL-30の荷重-変位関係の結果を示す。モルタルと鋼管との付着を完全結合としたL-30結合では、完全合成とした理論値と初

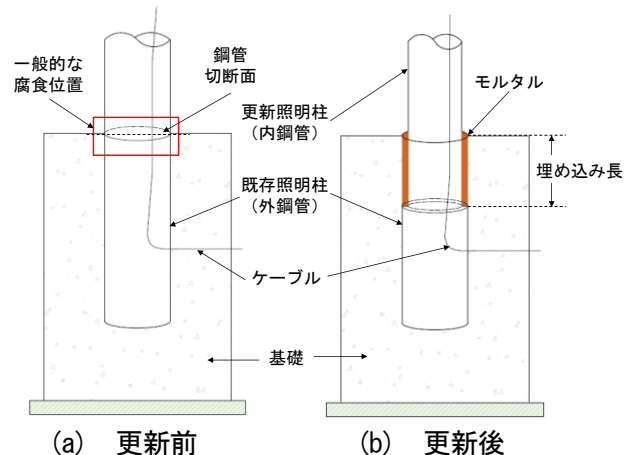


図-1 埋め込み式照明柱基礎の概念図

表-1 供試体一覧

供試体 名称	外鋼管		内鋼管		埋め 込み長 L[mm]
	外径 D _o [mm]	鋼管厚 t _o [mm]	外径 D _i [mm]	鋼管厚 t _i [mm]	
L-15	139.8	3.5	114.3	3.5	150
L-20					200
L-25					250
L-30					300

表-2 材料特性

(a) モルタル		
圧縮強度	[N/mm ²]	48.8
弾性係数	[kN/mm ²]	30.0
ポアソン比		0.20
(b) 鋼管		
降伏強度	[N/mm ²]	372
弾性係数	[kN/mm ²]	200
ポアソン比		0.28

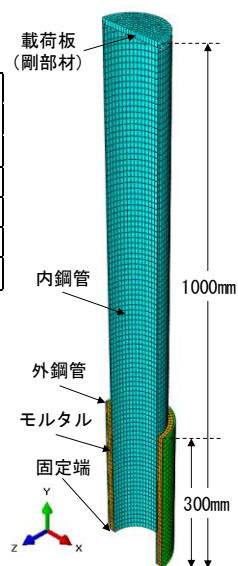


図-2 解析モデル (L-30)

キーワード 照明柱基礎, モルタル充填二重鋼管, 連結, 曲げ特性

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL&FAX 06-6605-2723

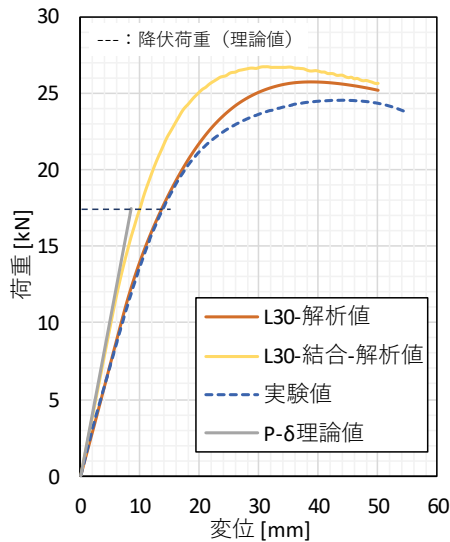


図-3 荷重-変位曲線 (L-30)

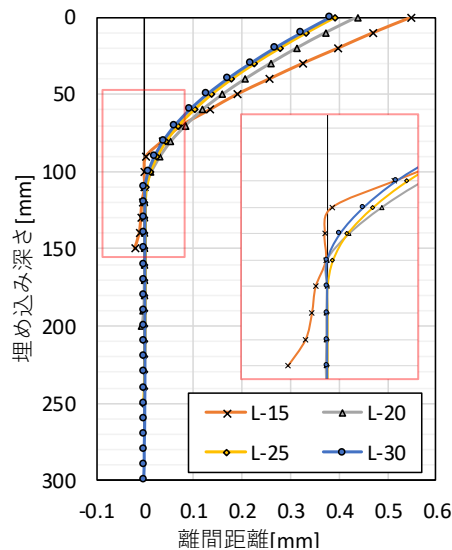


図-4 埋め込み深さ-離間距離関係

期剛性が一致している。しかし、モルタルの付着力のみで接合されている埋め込み部分の表現が出来ていない。そこで、予備実験で実施した押し抜き試験の結果を参考にして摩擦係数 0.6 を導入し、界面の特性を考慮した。その結果、L-30-解析値では降伏後の挙動や終局耐力は実験と解析でやや異なっているが、初期剛性はほぼ一致しており、概ね解析モデルの妥当性があると言える。なお、他のモデルでも同様の結果が得られた。つまり、摩擦特性を考慮したことで解析結果が明らかに異なることから、付着特性が全体の挙動に対して大きな影響を与えていると考えられる。

3-2. 埋め込み部分（連結部）の挙動特性

図-4 に、各モデルの埋め込み長と離間距離の関係を示す。ここでの離間距離とは、埋め込まれた内鋼管の引張縁の X 方向変位と、モルタルのその変位の差分である。つまり正の値の時、離れている状態である。また、埋め込み深さ 0mm 位置において内鋼管が完全合成の場合の降伏曲げモーメントの理論値 (12.2kNm) となる条件で統一している。図より、埋め込み長が短くなるにつれて離間距離が増加していること、そして全供試体において、100mm 以降ではモルタルと鋼管との一体性が確保されていることが明らかになった。しかし、L-15 に関しては鋼管端部で離間距離が負の値を示したり、90mm 付近で急に折れ曲がったりと、他とは少し異なった挙動が確認された。これは、図-5 で示した上記と同じ条件での軸方向ひずみのコンター図（降伏ひずみ基準）にも表れている。埋め込み長が短くなるにつれて、ひずみ分布が異なり応力の流れも異なることが分かる。特に、L-30 と L-15 を比較すると、

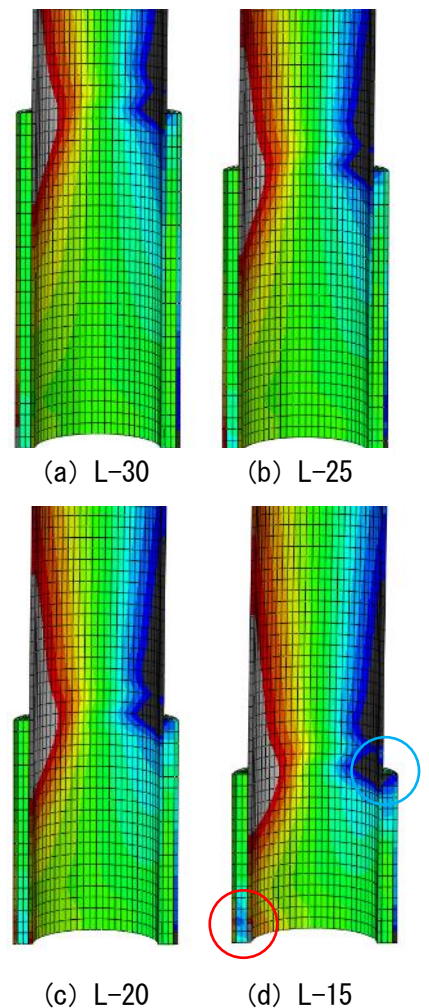


図-5 軸方向ひずみコンター図

L-15 では赤丸で示した内鋼管引張端部、青丸で示した圧縮部において強い応力集中が見られた、既往研究²⁾においても、L-15 だけは特異な挙動をしており、L-15 のように埋め込み長が短いと引張側の付着範囲が狭くなり、連結部内の内鋼管は、青丸付近を支点としたテコ作用が働いているような挙動になると考えられる。

4. まとめ

本研究では、FEM 解析によって、埋め込み長による連結部の挙動特性の違いを明らかにした。特に、L-15 に関しては他と比較して連結部としての付着力が不足、連結部端部に強い応力集中が発生することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 大阪府都市基盤施設維持管理技術審議会：平成 28 年度第 3 回道路・橋梁等部会，資料 4，2016
- 2) 菅祐太郎，角掛久雄，川満逸雄，塩津良将：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，印刷中，2018