

鋼製セグメント圧入工法を用いた橋脚基礎の曲げ載荷解析による評価

JFE スチール株式会社 正会員 ○大場 雄登
 JFE 建材株式会社 正会員 松岡 馨
 株式会社 JFE 設計 正会員 中西 克佳
 早稲田大学 正会員 岩波 基

1. はじめに

近年、主要幹線道路内での橋脚基礎工事等、狭隘地に基礎を急速に施工するニーズが増えている。上記に対応する図1に示すアーバンリング工法（地上で鋼製セグメントを組み立て、圧入）は、立坑構築技術として実績を積んできたが、狭隘地で急速施工が可能な利点から、図2に示す橋脚基礎を構築する際の仮設地下壁としても活用される。

筆者らは、鋼製セグメントを本設 RC 橋脚基礎の本体構造における帯筋部材として評価する合成構造基礎とすることで、狭隘地に急速施工が可能で、合理的な工法を提案した。本稿では、提案した合成構造基礎の縮尺試験体を用いた正負交番載荷試験の結果¹⁾を参考に、曲げ載荷解析モデルを構築し、解析評価を用いることで横拘束効果を発揮する各部材の挙動を明確化し、鋼製セグメントによる横拘束効果の発揮メカニズムの検討を実施した。

2. 合成構造基礎の概要

鋼製セグメントを帯筋として評価する合成構造基礎とするため、従来の比較的剛性が低い一般的なボルト接合に変えて、セグメント継手間の接合を剛とする BOX 構造継手（図-3）を採用する構造とした。BOX 構造継手は鋼板による格子状の枠とアンカーボルト接合を特徴とする構造で、鋼製セグメント沈設後の基礎構築の際に、継手部の格子にコンクリートが充填されることで完成する。

図4に示すように、従来は RC 基礎より大径の鋼製地下壁を構築した後、別途内部に RC 基礎を構築していたが、合成構造化することにより、主桁分の掘削縮径や主筋位置拡張による断面性能向上が可能となる。また、配筋作業の省略により、施工短縮や鉄筋材料費の削減も可能となる。

3. 曲げ載荷解析

3.1. 対象仕様と解析方法

合成構造基礎の縮尺試験体を用いた正負交番載荷試験の結果²⁾を参考に、一方向曲げ載荷解析モデルを構築した。寸法は表1、材料特性は表2に示した試験値と同様とした。

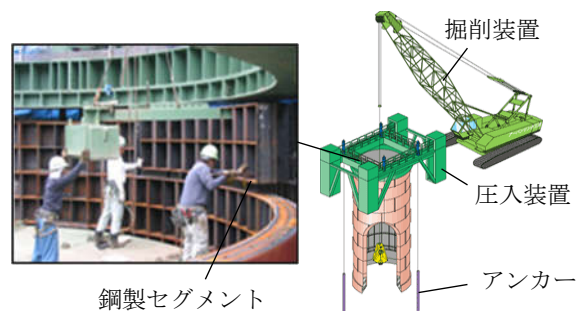


図1 アーバンリング工法

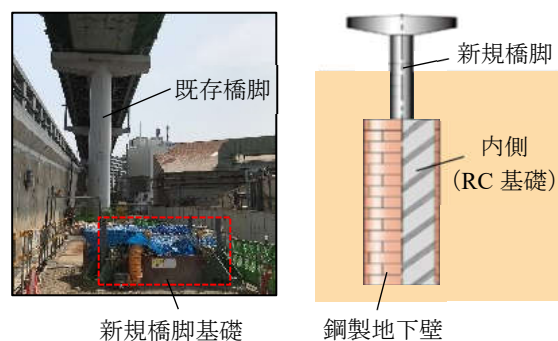


図2 アーバンリング工法を用いた橋脚基礎

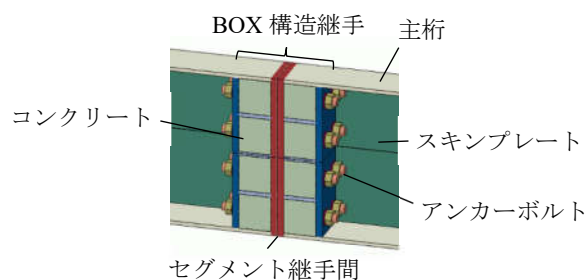


図3 セグメント継手 (BOX 構造継手)

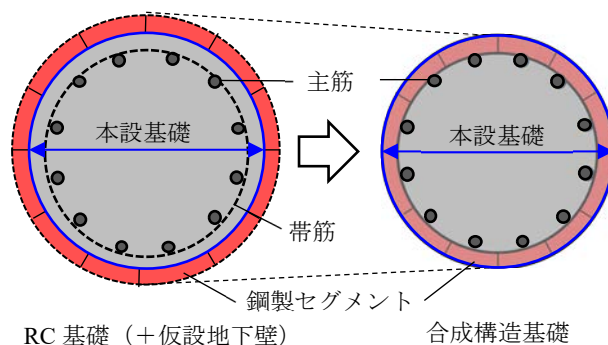


図4 橋脚基礎の断面（掘削縮径の場合）

キーワード アーバンリング、圧入工法、基礎、帯筋、曲げ載荷解析

連絡先 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 JFE スチール(株) スチール研究所 TEL 044-322-6162

図5に構造FEM解析ソフトAbaqusを用いて構築した3次元曲げ載荷解析モデルを示す。主桁、縦リブ、継手板はソリッド要素、スキンプレートはシェル要素、鉄筋およびボルトはビーム要素とし、1/2 対称条件による断面ハーフモデルとした。コンクリートは分布ひび割れモデルを用いたソリッド要素、鉄筋は埋込みモデル、その他鋼材とコンクリートの間は摩擦係数0.6の接触条件とした。

材料特性は材料試験結果に基づき、鋼材は降伏応力を基準にヤング係数が1/100となるバイリニア型の弾塑性体とした。コンクリートの引張軟化特性は引張破壊エネルギーGfによるバイリニア型モデル²⁾、圧縮軟化特性はFeenstraモデル³⁾を参考に設定した。載荷方法は、載荷点間距離4,500mmの片持ち梁方式とし、全体軸力355kNを一定に保ち、負側に載荷した。なお、基部に対して、主筋とコンクリートは固定し、主桁はリング継手により接合した。

3.2. 解析結果

図6に水平荷重－変位曲線を示す。試験値は水平変位122mmまで、正負交番載荷試験の負側包絡線であり、水平変位122mm以降は、設備を組み換え、一方向載荷を設備の限界まで実施した結果である。図6より、解析値は弾性レベルでは同等で、降伏レベルでも、正負交番載荷と一方向載荷の耐力関係⁴⁾を考慮すると同等の範囲内であり、妥当な解析検討モデルであることを確認した。

図7に、橋脚柱状体基礎の降伏以降の制限変位(H29道示IV)レベルとなる水平変位80mm時のコンター図を示す。図7より、最大曲げモーメントが発生する基部側の圧縮側において、横拘束効果の発揮の際に作用する主桁およびスキンプレートの周方向応力が大きくなっており、主桁により圧縮側の主筋のはらみ出しを、スキンプレートにより圧縮側のコンクリートの膨張を、抑制することを確認した。

4. おわりに

アーバンリング工法を用いた合成構造基礎の曲げ載荷解析モデルを構築し、解析検討により横拘束効果を発揮する鋼製セグメントの各部材の挙動を明確化した。今後は、全体軸力が異なる際の挙動把握等、引き続き検討を行う。

参考文献

1) 大場雄登, 後藤宏輔, 松岡馨, 中西克佳: アーバンリング工法を用いた橋脚基礎の正負交番載荷試験による性能評価, 土木学会第75回年次学術講演会, 2020.
2) 社団法人土木学会: コンクリート標準示方書(2012年制定) 設計編, 2012.12.
3) Feenstra, P. H.: Computational Aspects of Biaxial Stress in Plain and reinforced Concrete, PhD thesis, Delft University of Technology, 1993.
4) 中村泰介, 鈴木基行, 尾坂芳夫: 交番繰り返し荷重を受けるRC部材の履歴復元力特性及び靱性評価, コンクリート工学年次論文報告集, 1989.

表1 試験体寸法

名称	合成構造基礎1/3縮尺試験体
外径(mm)	1200
リング数	13
セグメント数/リング	5
鋼製セグメント幅(mm)	300
主桁高(mm)	113
主桁板厚(mm)	4
主桁間隔(mm)	300
スキンプレート厚(mm)	2
主筋(規格×本数)	D19×60
リング継手(規格×本数)	M16×20
セグメント継手(規格×本数)	M12×6

表2 材料特性

名称	部材	降伏応力(N/mm ²)
鉄筋	主筋 D19 (SD345)	397
名称	部材	圧縮強度(N/mm ²)
コンクリート	普通コンクリート	33.0 (材令56日)
名称	部材	降伏応力(N/mm ²)
鋼製セグメント SS400	スキンプレート	321
	主桁	330
	縦リブ	330
	継手板	303
名称	部材	降伏応力(N/mm ²)
リング継手	ボルト M16 (4.8)	482
セグメント継手	ボルト M12 (6.8)	644

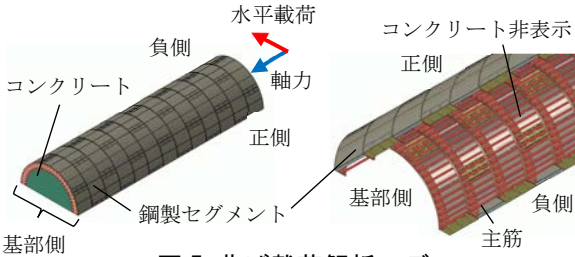


図5 曲げ載荷解析モデル

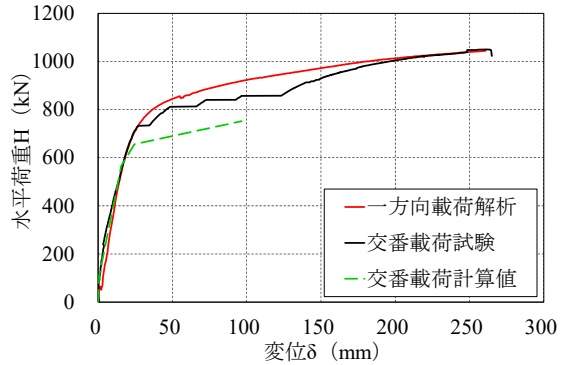


図6 水平荷重－変位曲線

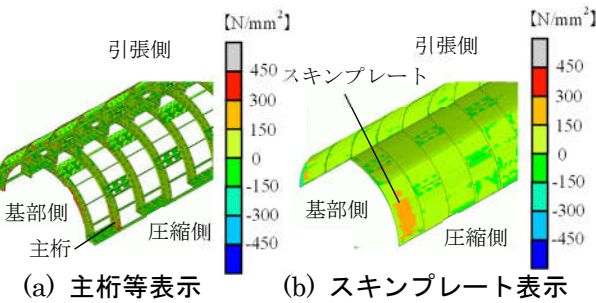


図7 周方向応力コンター図(変位80mm時)