

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

JFE スチール株式会社 正会員 ○大場 雄登
正会員 後藤 宏輔
JFE 建材株式会社 松岡 馨
株式会社 JFE 設計 正会員 中西 克佳

1. はじめに

近年、老朽化による橋脚基礎の更新需要は増加しているが、立体交差部や道路近接等の場合、狭隘地での施工となることがある。鉄筋コンクリート基礎（以下 RC 基礎）を構築する一般的な工法のオープンケーソン工法は、比較的施工に期間や敷地が必要で上記のような厳しい条件下では適用が難しい。一方で狭い場所に短工期でシールドトンネル用の立坑を構築する技術として、工場製作された分割構造の鋼製リング体を現場で組み立て、圧入沈設させるアーバンリング工法がある¹⁾²⁾（図 1）。近年では、アーバンリング工法を仮設土留めとし、RC 基礎を構築する事例が増えつつある（図 2）。そこで、筆者らはアーバンリングを RC 基礎本体の一部として扱う合成構造基礎とすることで、難条件に対応する急速かつコンパクトに基礎を構築する工法を検討した。本稿では、従来工法である RC 基礎と合成構造基礎の縮尺試験体を用いた正負交番載荷試験を実施し、構造性能を検証した結果を述べる。

2. 合成構造基礎の概要

図 2 に示すようにアーバンリング工法を仮設土留めとし、RC 基礎を構築する場合、仮設土留めに用いたアーバンリング鋼材は埋殺しとなるため、合理化の余地がある。そこで、アーバンリングを本設部材の一部として扱うべく、アーバンリングを RC 基礎の帯筋として評価し、帯筋を省略する合成構造基礎とした。

3. 正負交番載荷試験

3. 1. 試験体仕様と試験方法

従来工法の RC 基礎と合成構造基礎の縮尺試験体の寸法を表 1 に、材料試験結果による材料特性を表 2 に示す。モデルとした RC 基礎の実設計の想定は直径 3600mm 断面とし、試験体は直径 1200mm の 1/3 縮尺断面とした。なお、コンクリートの圧縮強度は正負交番載荷試験当日の材料試験結果である。比較する 2 体の試験体は全体曲げ耐力が同等となるよう、従来工法の RC 基礎の帯筋に対して合成構造基礎の周方向変形量が同等以上となるよう設計した。

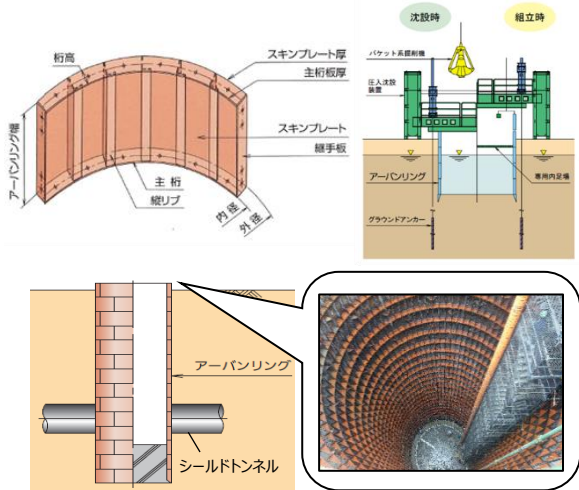


図 1 アーバンリング工法

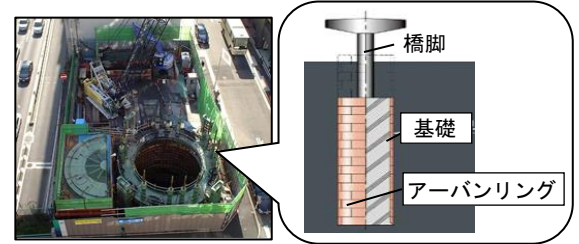


図 2 アーバンリング基礎

表 1 試験体の寸法

ケース	1	2
試験体	RC基礎	合成構造基礎
試験体外径 (mm)	1200	1200
リング数	-	13
セグメント数 (1リング)	-	5
アーバンリング幅 (mm)	-	300
桁高 (mm)	-	113
主桁板厚 (mm)	-	4
スキンプレート厚 (mm)	-	2
主筋 (規格×本数)	D19×60	D19×60
帯筋部材	D13-100mmピッチ	主桁+スキンプレート

表 2 試験体の材料特性

名称	部材	機械的性質 (材料試験値)
		降伏応力度 (N/mm ²)
アーバンリング	スキンプレート	321
	主桁	330
	補剛材	330
	継手板	303
鉄筋	主筋 D19	397
	帯筋 D13	339
名称	部材	機械的性質 (材料試験値)
		圧縮強度 (N/mm ²)
コンクリート	RC基礎	31.2 (材令48日)
	合成構造基礎	33.0 (材令56日)
名称	部材	機械的性質 (材料試験値)
		破断応力度 (N/mm ²)
リング間ボルト	ボルト M16	505
ピース間ボルト	ボルト M12	419

キーワード アーバンリング, 鋼製セグメント, RC 基礎, 帯筋, 正負交番載荷試験

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

土木研究所のガイドライン³⁾を参考に前述の2体の試験体に対して軸力有の正負交番載荷試験を実施した。図4に載荷方法、図5に試験状況を示す。載荷点間距離4500mmの片持ち曲げとし、軸力は想定元設計の3195kNを1/9とした355kNを一定に保ったまま、載荷方向から135度位置にある主鉄筋が降伏ひずみに達するまで正側に載荷し除荷した。この時の降伏ひずみ時の基部から3610mmの地点の水平変位を正側の $1\delta y$ (24.31mm)とした。以後、同サイクル各3回、かつサイクルの最大水平変位を正側の $1\delta y$ の倍数で $\pm 1\delta y$ ずつ漸増させる繰返し載荷を載荷設備の限界まで実施した。その後、載荷設備の組み換えを行い、設備の限界まで負側に載荷した。

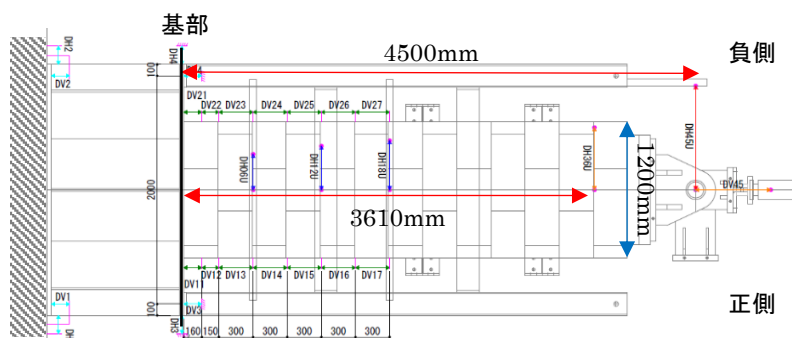


図4 載荷方法

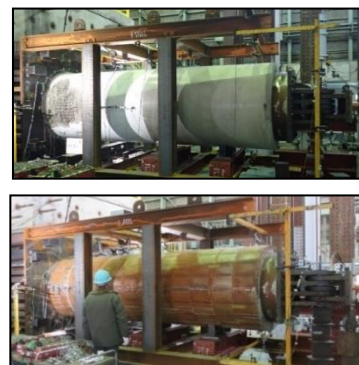


図5 試験状況

3.2. 試験結果

図6に載荷荷重－変位曲線を、図7に載荷荷重－変位包絡線を示す。なお、主桁が帯筋として内部コンクリートを拘束していると仮定し、H29道示V⁴⁾に準拠して計算した設計耐力も図上に示した。両者より、交番時において従来工法のRC基礎は $2\delta y$ (48.62mm)でピークを迎え、合成構造基礎は $4\delta y$ (97.24mm)でピークを迎えることを確認した。また終局時の負側載荷の際には耐力が再び上昇し、最終的に従来工法のRC基礎は荷重が上昇しなくなるまで、合成構造基礎はピーク確認前に載荷設備の限界で載荷を終了した。合成構造基礎の最大荷重は従来工法のRC基礎を交番時で17%、負側載荷終局時で34%上回り、変形性能も同等以上であることを確認した。

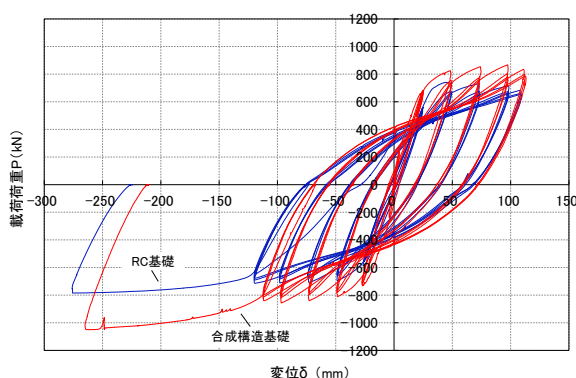


図6 載荷荷重－変位曲線

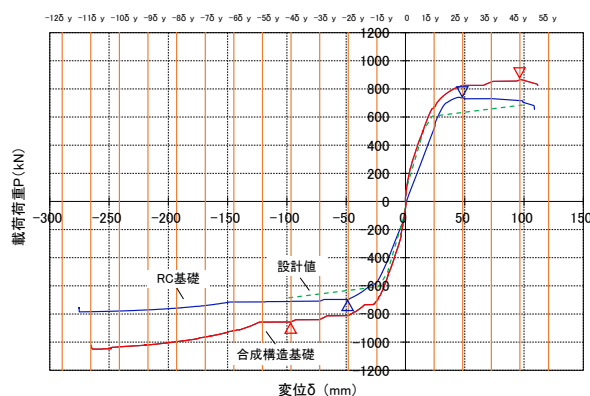


図7 載荷荷重－変位包絡線

4. おわりに

アーバンリングが帯筋機能を発揮し、従来工法のRC基礎と同等以上の耐力および繰返し変形性能を有することを正負交番曲げ試験によって確認した。今回検証したアーバンリングを用いた基礎構造の合理化技術により、さらなる工期短縮、専有面積の削減を見込める可能性を示した。今後は、合成構造基礎の設計手法の確立を目指し、引き続き検討を行う所存である。

参考文献

- 1) 公益社団法人 土木学会 トンネル工学委員会：トンネル・ライブラリー27 シールド工用立坑の設計
- 2) 松岡馨，松井良典，大場雄登：都市型圧入ケーソン「アーバンリング工法®・アーバンウォール®工法」，JFE 技報 No.43，2019
- 3) 運上茂樹，星隅順一，西田秀明：橋の耐震性能の評価に活用する実験に関するガイドライン（案）：橋脚の正負交番載荷実験方法及び振動台実験方法，土木研究所資料 第4023号，2006年8月
- 4) 公益社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，平成29年11月