

供用中のガントリークレーンレール基礎の補強対策工法

(株)日本港湾コンサルタント 正会員 ○清水建一郎
 (株)日本港湾コンサルタント 正会員 高野 向後
 (株)日本港湾コンサルタント 正会員 川嶋 憲

1. はじめに

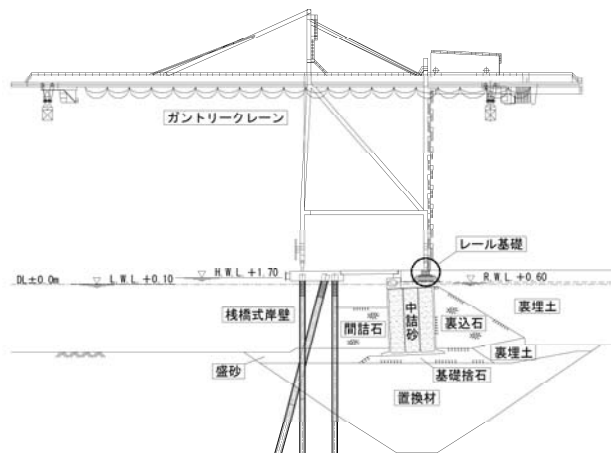
近年，港湾ではコンテナ船の大型化に伴い，その荷役機械であるガントリークレーンの大型化が進められているが，クレーン重量の増加による既設レール基礎部材の耐力不足の問題が発生している¹⁾．この問題への対応として，通常であればレール基礎の補強か部材更新を選択するが，神戸港コンテナターミナル RC-7 バースでは岸壁の供用および荷役作業の休止が不可能であったため，岸壁を供用しながら施工が可能な薬液注入工法による地盤改良によって，レール基礎直下の地盤を強化することで対応した．本稿では本事例に用いた工法の有用性について報告する．

2. 既設レール基礎の諸元および地盤の目標強度

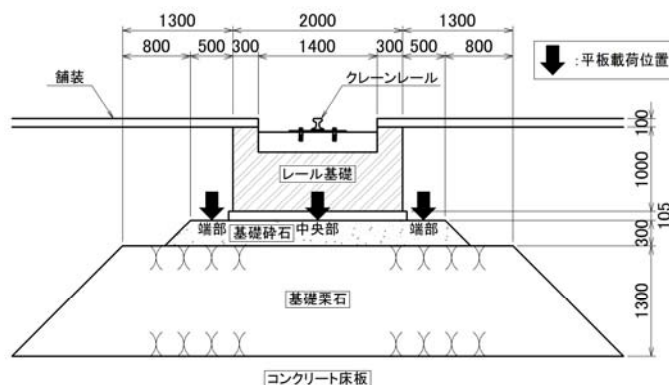
図－1，2に示した既設レール基礎は RC 版構造の直接基礎形式であり，地盤改良の対象はレール基礎直下の基礎栗石および基礎碎石のマウンド部分である．

レール基礎の部材耐力は，弾性床土上の梁として照査し，レール基礎の曲げ耐力を満足する地盤バネとして，鉛直地盤反力係数(K_{v0})は $285\text{MN}/\text{m}^3$ 以上必要であった．

この目標地盤反力係数を現地地盤が保有できているか確認するため，平板載荷試験を実施した結果を表－1に示す．目標値 $285\text{MN}/\text{m}^3$ に対して強度不足が見られたため，当バースは補強対策が必要と判断した．



図－1 岸壁断面図



図－2 レール基礎断面図

表－1 平板載荷試験結果

施設	試験箇所	鉛直地盤反力係数実測値 K_{v0} (MN/m^3)	目標地盤反力係数 K_{v0} (MN/m^3)	判定
RC-7	海側端部	118	285	NG
	中央部	391		OK
	陸側端部	44		NG

3. 工法選定および試験施工の提案

(1) 工法選定

設計において最適工法を選定するにあたり，現地の制約条件や技術的課題は以下であった．

- 岸壁を供用しながらの施工であり，短時間で作業エリアを開放できること
- 改良によって供用中のレールに変状を与えないこと
- 改良には高強度および充填性が求められること
- 対象地盤は粗石が多数混入する礫質土であるが，間隙にはシルト混じり細砂が介在していること

a)の条件から，高圧噴射攪拌工法もしくは薬液注入工法が対象となるが，高圧噴射攪拌工法はレールや地盤の変状が危惧され，その場合 b)の条件を満たせないことから，薬液注入工法を選定した．また c)および d)の条件より，薬液注入材については高強度が必要なため非溶液型の選択となるものの，一般的なグラウト材では充填性に懸念があることから微粒子注入材が適していると判断した．ここで，薬液注入材の浸透性が高く，薬液の逸走の防止が必要であったため，任意方向への

浸透の制御が可能な工法により外側に厚さ 0.5m の隔壁を造成後、内部に浸透注入する工法を提案した(図-3)。また本工法が現地の制約条件や技術的課題を克服できるかが設計段階では不確定であったため、本施工の前に2回の試験施工の実施とその仕様を提案した。

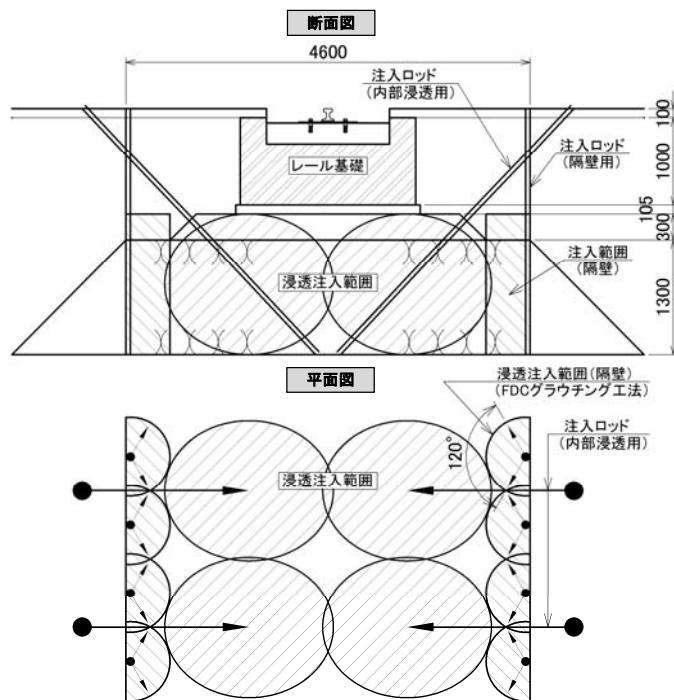


図-3 浸透注入概念図

表-2 試験施工での平板載荷試験結果

試験箇所	鉛直地盤反力係数 Kvo'(MN/m ³)			目標地盤 反力係数 Kvo(MN/m ³)	判定
	改良前	改良後	増分		
端部	118	471	353	285	OK
中央部	391	676	285		OK
隔壁無し部	--	277	--		NG

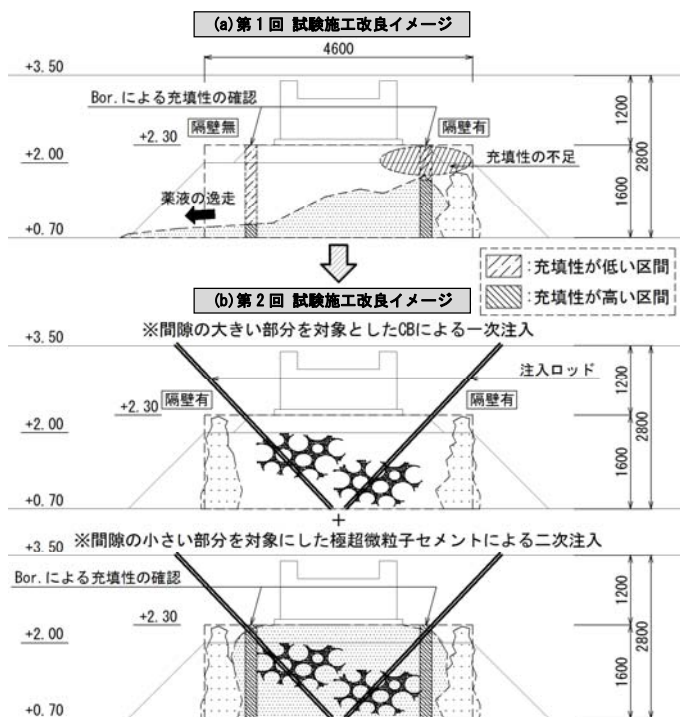


図-4 注入状況イメージ

(2) 試験施工の結果と対応

提案工法の適用性を検証するため、1回目の試験施工では、注入材として隔壁、内部浸透注入とも極超微粒子セメント²⁾(平均粒径 1.5μm)を用いて実施し、さらに隔壁の効果を確認するため、一部に隔壁の施工を行わない部分を試験的に設けた。

1回目の試験施工後の平板載荷試験結果を表-2に示す。隔壁が無い部分を除き、地盤反力係数は目標値を超えているため、本地盤改良工法の適用性および隔壁の効果が確認できた。しかし、チェックボーリングを行ったところ、図-4(a)のように、改良範囲上部の充填性が不十分であった。そこで2回目の試験施工では、対応策として注入率の引上げ(36%→41%)と、さらに間隙の大きい部分を対象としたセメントベントナイトによる1次注入を行った後、間隙の小さい部分を対象とした極超微粒子セメントによる2次注入を行ったところ(図-4(b))、充填性が改善された。このとき、レールおよび地盤の変状は確認されていない。

4. 結論

本検討により得られた知見は、以下の通りである。

- (1) 提案した薬液注入工法によるレール基礎の補強対策は、レールおよびレール基礎の撤去が不要な工法であるため、施設を供用しながらの施工が可能であり、短時間での作業エリア開放などの制約条件下におけるレール基礎の補強対策の一工法として有用性を示した。
- (2) 改良の対象となった地盤は、粗石が多数混入する礫質土で、間隙にはシルト混じり細砂が介在した地盤であったが、微粒子注入材の選定および先行隔壁の造成により、高強度かつ充填性の高い薬液注入を実現した。

なお、現地では提案工法により本施工が実施され、施工後の平板載荷試験、チェックボーリングおよび孔内水平載荷試験により必要な強度および十分な充填性が得られたことが確認された。また、レールおよび地盤の変状も発生せず、供用しながらの施工が実現した。

今後、ガントリークレーンの大型化への対応として、コンテナバースを供用しながらレール基礎の補強を実施する事案が増えていくことが予想されるため、本報告が工法選定の一助になるものと考えられる。

参考文献

- 1) 二田義規, 山本邦夫: 供用中のガントリークレーン基礎直下の地盤の補強について, 平成28年度近畿地方整備局研究発表会, 2016
- 2) 日特建設㈱: 極超微粒子セメント, Hyper NP-1500, 製品カタログ