

III-B 347

岸壁基礎地盤としての床掘置換砂の振動締固め

運輸省第三港湾建設局 正会員 松永康男 正会員 及川 研
 運輸省第三港湾建設局 安達 崇 奥田 健 尾崎克己
 運輸省第一港湾建設局 加藤悦郎

1. 概要

阪神・淡路大震災によって壊滅的な被害を受けた六甲アイランドのフェリーバースRF3（設計震度0.15、図-1）は、神戸港復興計画によって耐震強化岸壁（設計震度0.25）として復旧されることになった。復旧方法としては、被災したケーソンを撤去し、置換砂を締固めた後、ケーソンを据え直し、ケーソン背後を土圧低減のための事前混合処理土で埋め戻す工法を採用した（図-2）¹⁾。ここでは、強震時の置換砂のせん断耐力の低下²⁾を防止するために実施された、捨石マウンド上からの鋼管杭の貫入・引抜きによる置換砂の振動締固め状況について報告する。

2. 対象地盤および締固め方法

締固め対象の置換砂層は、CDL-20m以深のN値が概ね20以上であり、締固めの目標N値を20程以上としていることから、締固めの範囲をCDL-12～20mまでの層厚8mの地盤とした。事前の土質調査結果から、対象地盤のN値は10～15程度が得られており、細粒分含有率はおおよそ10%程度、港湾の基準³⁾による粒度範囲では液状化の可能性がある範囲（図-3）に含まれる結果となった。

締固めに用いた鋼管杭、杭打ち船およびパイプロハンマーの仕様を表-1に示す。実施工では、パイプロハンマーに鋼管杭（ $\phi 1016\text{mm}$ ）をセットし、捨石マウンドを貫き、締固め対象深度（CDL-20m）まで初期貫入を行った後、引抜き（3m）と貫入（2m）を繰り返す、マウンド下面まで締固めを行った（図-4）。

3. 試験施工

本施工での杭打ち間隔の決定のため、杭打設中心間隔を $2\times 2\text{m}$ 、 $3\times 3\text{m}$ 、 $4\times 4\text{m}$ の3パターンの正方形配置とした試験施工を行い、杭間でのN値の増加状況を調査した。締固め前後の杭間のN値増加状況として、 $3\times 3\text{m}$ の結果を図-5に示す。また、これらのデータを整理した結果を図-6に示す。杭間N値の増分としては、 $2\times 2\text{m}$ で20～45程度、 $3\times 3\text{m}$ で10～30程度、 $4\times 4\text{m}$ で5前後～15程度となり、改良後の杭間N値としては、 $2\times 2\text{m}$ で40～60程度、 $3\times 3\text{m}$ で20～40程度、 $4\times 4\text{m}$ で10～30程度となった。

これらの結果から、本施工での打

表-1 鋼管杭・杭打ち船の仕様

鋼管杭	杭長 25.5m（先端補強 1.5m） $\phi 1016\times t 16\text{mm}$ （先端部 $t 40\text{mm}$ ）
杭打ち船	必要吊り能力80t、必要揚程35m 全長40m、幅18m、深さ3.2m
パイプロハンマー	形式 VM4-3600A、モーター出力 240kw

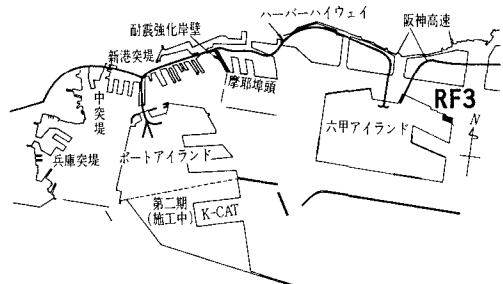


図-1 神戸港平面図

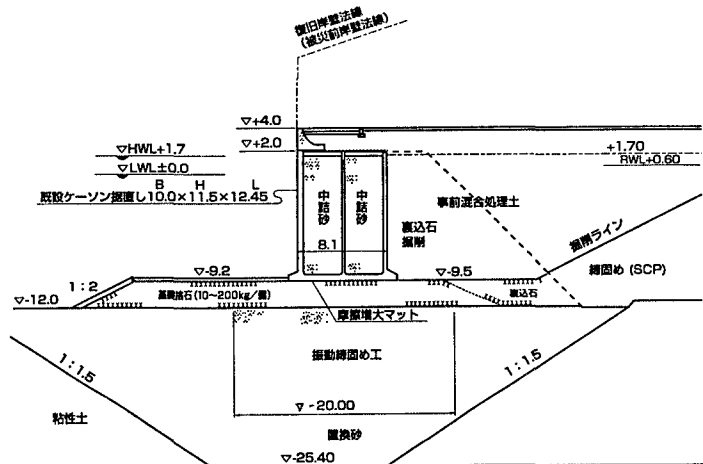


図-2 六甲アイランドフェリーバース(RF3)復旧断面図

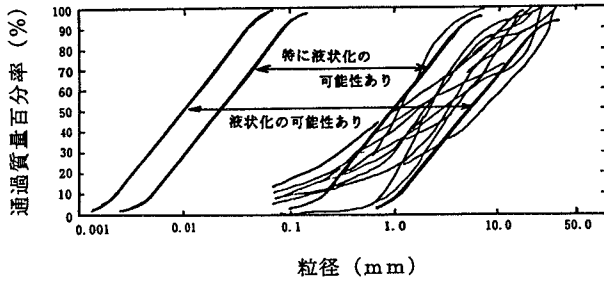


図-3 置換砂の代表的な粒度

設間隔は、改良効果のばらつきを考慮し、改良後のN値が20程度になるように3.5×3.5mの正方形配置とした。また、捨石マウンド表面の深浅測量を行った結果、各パターンともに平均で60～70cmの沈下が確認され、杭貫入位置では約1mの沈下が生じた。

4. 本施工

試験施工の結果より、本施工では杭打設の平面配置を3.5×3.5mの正方形配置とし、打設深さはCDL-20mまでとした。杭打設本数は、法線直角方向に6本、法線方向に75本の計452本となった。打設効率は杭1本あたりのサイクルタイムが約20分であり、全体工期は約1ヶ月となった。本施工の結果を図-6中に示すが、杭間N値の増分は5～35程度、改良後の杭間N値は20前後～45程度が確保された。捨石マウンド表面の沈下は、平均で60cm程度であった。

5. まとめ

捨石マウンド上から鋼管杭の貫入・引抜によって、岸壁基礎地盤としての床掘置換砂のN値が十分に増加することが確認された。本手法は、捨石マウンド上から直接置換砂を改良できるため、既存施設の置換砂締固めに有効な方法であると言える。

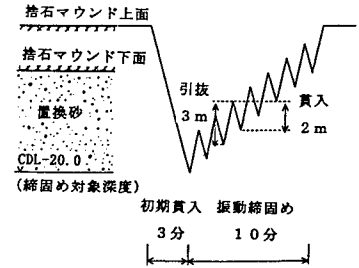


図-4 鋼管杭の貫入・引抜き状況

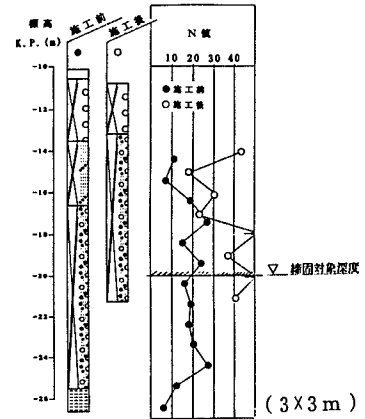


図-5 締固め前後のN値の比較

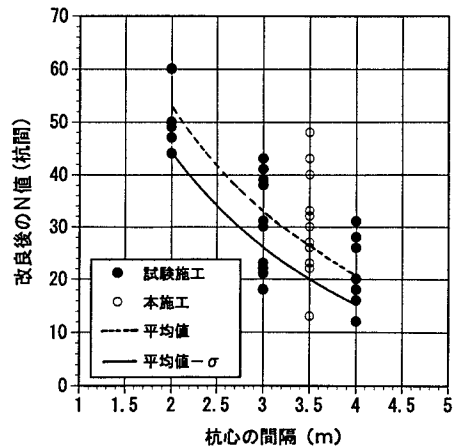
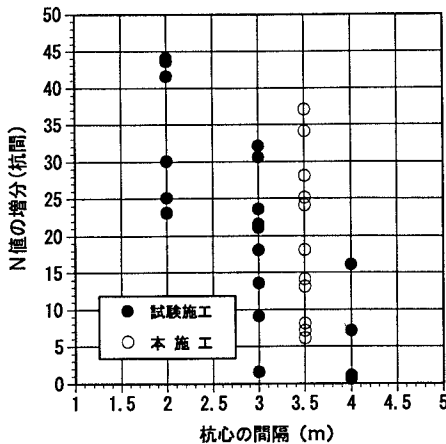


図-6 鋼管杭打設間隔と杭間のN値

参考文献 1) 及川 研・輪湖建雄・松永康男・成瀬英治：神戸港の港湾施設の復旧・復興、阪神・淡路大震災に関する学術講演会、土木学会、1996年1月。 2) 港湾施設耐震構造委員会の中間報告、地震対策に関する港湾技術セミナーテキスト、(財)沿岸開発技術研究センター、平成7年10月。 3) 港湾の技術上の基準・同解説、(社)日本港湾協会、平成元年3月。