

VI-47

高含水比土砂を対象とした事前混合処理システムの開発と施工

運輸省第三港湾建設局 正会員 及川 研
 運輸省第三港湾建設局 正会員 松永 康男
 東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 三宅 達夫
 東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 和田 眞郷

1. はじめに

1995年1月に発生した兵庫県南部地震により、神戸港ではほぼ全ての施設に甚大な被害が発生した。被災した施設の復旧では、被災変形量が比較的小さく、被災変形後の法線も比較的直線性を保っていた施設において、岸壁背後から作用する地震時土圧を低減する方法として、背面を掘削して発生する水中掘削土、陸上掘削土および購入土（家島産）をセメント処理により粘着力を付加した後、埋め戻す事前混合処理工法が採用された¹⁾。この事前混合処理工法として、全ての土砂に対してベルトコンベア方式のセメント処理システム²⁾を検討したが、水中掘削土については高含水比のためセメント混合が困難となり、新たに開発した二軸パドルミキサー方式のシステムで対応することとした。ここでは、高含水比土砂のセメント処理に用いた二軸パドルミキサーによるセメント混合処理システムおよびその結果の概要について報告する。

2. 工事概要

事前混合処理工法によって復旧する六甲アイランド-10m岸壁の復旧断面を図-1に示す。なお、処理土の強度は、地震時（設計震度：0.20）の岸壁の安定性が確保できる値として粘着力 $c=5.0(\text{tf/m}^2)$ 以上、セメント添加量は、事前実施した室内配合試験、水中打設実験結果から7.5%とした¹⁾。事前混合処理土の埋戻しは、-2.5m以下の深部（投入最大水深-12.2m）は、水中掘削土を二軸ミキサー方式でセメント処理し、海上から処理土を直接投入する。-2.5mより浅い部分は、陸上掘削土、購入土をベルトコンベア方式でセメント処理し、ブルドーザによって撒き出しする。なお、プラントのセメント処理能力は、どちらも $250\text{m}^3/\text{h}$ である。

3. 二軸ミキサーによるセメント処理システムの概要

本工事に用いた二軸ミキサーによるセメント混合処理システムでは最大粒径100mmの砂礫および粘性土の処理が可能で、本システムで処理する水中掘削土（主に六甲まき土）は、最大粒径100mm、平均粒径2mm、細粒分13%の粒度特性を有し、平均含水比は28%程度である。このシステムにおけるセメント処理工程を図-2に示す。水中掘削土砂は、前処理として投入ホッパ上のスクリーンおよび振動グリズリにてそれぞれ200mm、100mm以上の巨礫を除去した後、二軸ミキサー混合システムの土砂ホッパに投入される。次に土砂フィーダーを介して二軸ミキサーに定量供給される。二軸ミキサー内でセメントホッパよりセメントを添加し攪拌混合した後分離防止剤（75mg/kg；希釈液

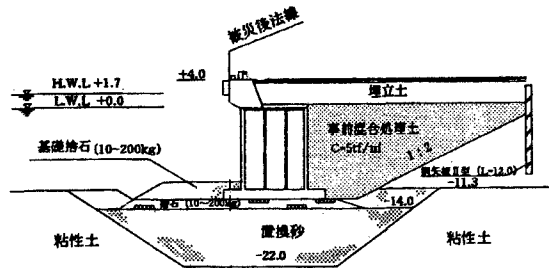


図-1 六甲アイランド-10m 岸壁復旧断面

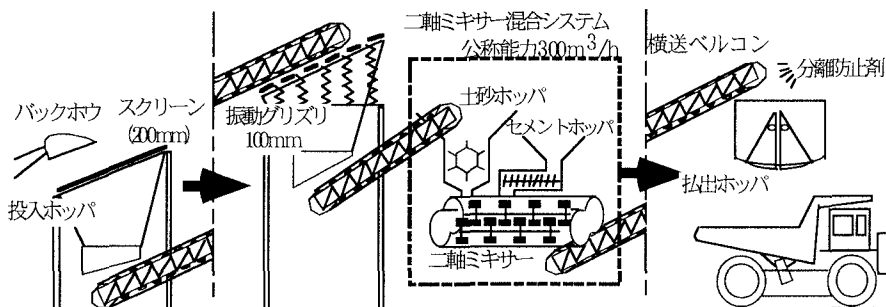


図-2 二軸ミキサー混合システム概要図

液）を噴霧し払出ホッパに貯留する。その後、処理土をダンプトラックにて投入位置まで運搬し、図-3に示すフローティングコンベア上に設置した移動スクレーパーから所定の位置に海中投入して埋戻しを行なう。なお、二軸ミキサーは、混合効率の極めて高いパドルタイプの攪拌機構を採用している³⁾。

4. 主な品質管理項目

二軸ミキサーによるセメント混合処理における主な品質管理項目は、

1) 適切な量のセメントを連続して添加するための改良対象土の迅速な含水比測定⁴⁾、2) 混合システムにおける混合効率の確認、3) 改良地盤強度の確認、である。また、セメントの添加量は図-4に示すフローにしたがって常に適切なセメント添加率が得られるよう

コントロールした。システムの混合効率の確認は、払出ホッパ下部で採取した処理土の一軸圧縮試験（ $\phi 150\text{mm}$ ）により評価した。なお、供試体については、処理土は海中で堆積し締固め等の処理は行なわれないこと、および作製者の違いによる個人差をなくするため、含水比測定架台⁴⁾を用いて自由落下による充填で作製した。

5. 埋戻し後の地盤強度

改良地盤強度は、水中モールドサンプリングにより $\phi 600\text{mm}$ 、 $h=1200\text{mm}$ の大型供試体を作製し、一軸圧縮試験等を実施し強度を確認した。採取深さを図-3中に示す。この大型供試体における一軸圧縮強度と材齢の関係を図-5に示す。材齢7日で目標改良強度（ $q_u=1.0\text{kgf/cm}^2$ ）を満足し、材齢28日までに一軸圧縮強度は、 $0.886\sim 1.454\text{kgf/cm}^2$ 増加しており、材齢7日を基準とした強度増加比は1.2～1.5の範囲であった。一軸圧縮強度と乾燥密度 ρ_d の関係を図-6に示す。水中モールドサンプリングから得られた供試体の乾燥密度 ρ_d は平均で 1.640t/m^3 で、一軸圧縮強度は乾燥密度の増加に伴い大きくなる傾向が見受けられる。なお、吐出口で採取した供試体の材齢28日における一軸圧縮強度は $q_u=7.8\text{kgf/cm}^2$ （平均値）であった。

6. おわりに

吐出口採取試料で一軸圧縮試験結果より、本システムで高含水比土砂についてもセメント混合処理が確実にこなえること、さらに水中サンプリングした大型供試体で一軸圧縮強度が、目標改良強度を十分満足したことにより海中投入後も十分な地盤強度を発現することが確認された。なお、本施工の混合処理工程（約 14万 m^3 ）は、平成7年7月～10月の4ヵ月を要し、平成8年2月に延長約370m区間（総延長1500m）が部分的に竣工した。

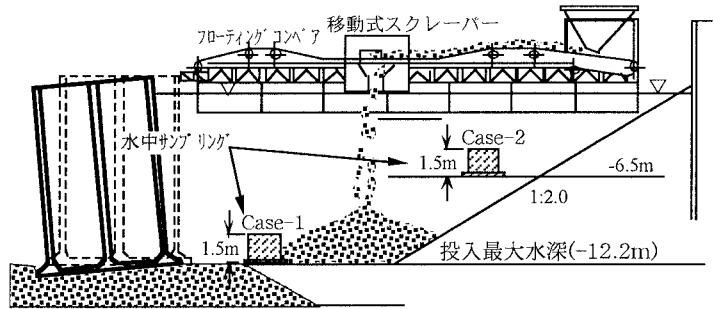


図-3 処理土の水中投入方法概要図

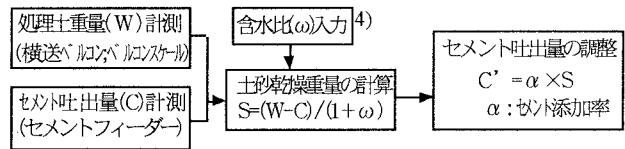


図-4 セメント添加量制御のフロー

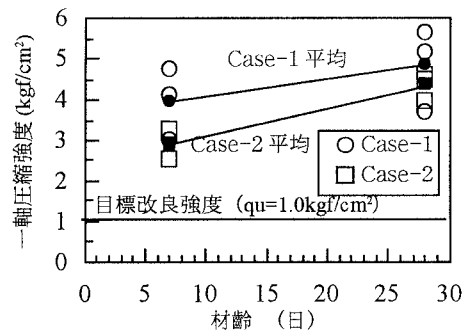


図-5 一軸圧縮強度と材齢

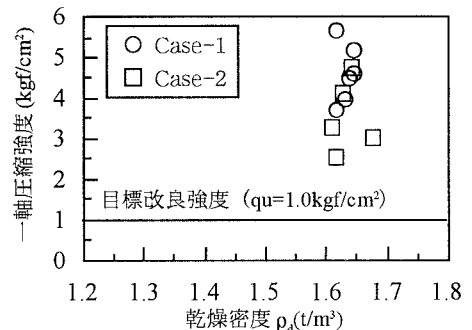


図-6 一軸圧縮強度と乾燥密度

参考文献 1) 松永、及川、加藤、尾崎他：震災復旧にともなう岸壁裏埋土としての事前混合処理土の特性、セメント系安定処理土に関するシンポジウム、1996年2月、2) 事前混合処理工法（PREM工法）技術資料、事前混合処理工法協会、1989年6月、3) 島浦、鏡田：建設残土の有効利用を図る土砂連続改良プラント「DEI-KON SYSTEM」、最新の施工技術、土木学会講習会、1995年2月、4) 三宅、和田、濱田：砂質系土砂の含水比の簡易測定法に関する検討、第31回地盤工学研究発表会、1996年7月（投稿中）