

事前混合処理土の耐久性について

日本国土開発 正会員 ○杉本 雅人
日本国土開発 正会員 二宮 康治
日本国土開発 正会員 芳澤 秀明
日本国土開発 正会員 中島 典昭

1. はじめに

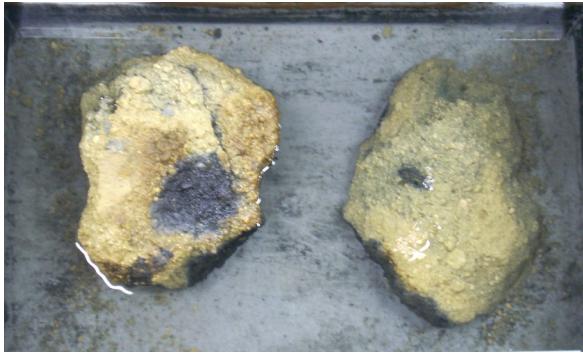
事前混合処理工法は、土砂に少量の安定材（セメント等）と分離防止剤を添加・混合し、改良土に処理した後、所定の場所に埋め立てて安定した地盤を造成する工法¹⁾である。当初は埋立砂地盤の液状化防止を目的に開発された工法であるが、最近では安定材により付加された粘着力の作用により土圧低減効果があること、および砂質土から粘性土まで多様な種類の土砂材料を高品質に改良できることから、既設岸壁や護岸の耐震補強に採用される例が多い。本工法は基礎研究から 27 年、実用化されてから 17 年程度経過しているが、処理土の耐久性については明らかではない。このようなことから事前混合処理土の耐久性を評価するために、研究開発当時に採取した処理土を 20 年海水循環水槽に暴露した試料について各種試験を行った。本稿では、その結果について述べる。

2. 試験概要

採取した試料は、昭和 62 年 4 月に六甲まさ土に高炉セメント B 種を土砂乾燥重量に対して 5.5%添加して、ベルトコンベヤ混合方式で製造したものである。製造した処理土は、屋外の大型水槽(6.0m×16.0m×深さ 3.3m,水深 2.57m)に模擬土運船(2.1m³ 積み)を用いて埋め立てた。今回の試験に用いた供試体は、埋め立てた処理土を材令 5 箇月でブロックサンプリングし、20 年間潮位変動のある海水循環水槽において暴露した試料から整形・採取したものである。

2.1 供試体

海水循環水槽から取り出し、水洗いした代表的な試料を写真－1 に示す。この試料の周囲を石膏で固定後コアカッターによりφ100mm のサンプリングを行った。端面は整形を行い、密度試験、一軸圧縮試験を行うための供試体を作製した。



写真－1 ブロックサンプリング試料

2.2 試験項目および試験方法

(1)試験項目

試験項目を表－1 に示す。試験は処理土の一軸圧縮強さを確認することを主体としたが、六甲まさ土には最大粒径 Dmax=19.1mm の礫が含まれているため、一軸圧縮試験用供試体の整形が困難であると想定されたため、その補間として針貫入試験を行った。

(2)試験方法

JIS 等の規格にない針貫入試験および中性化深さ試験の方法を以下に示す。

1)針貫入試験

試料の新鮮な面で試験を行うため、直ナイフで試料表面を削り取り整形し、測定枠を設置する。測定は 10mm 間隔で、縦 10 点×横 10 点の 100 点/1 試料を基本とした。10mm 貫入時の荷重を針貫入勾配とした。

表－1 試験項目

試験項目	試験内容
土の湿潤密度試験	湿潤密度、乾燥密度
土の一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ
針貫入試験	針貫入勾配
中性化深さ試験	中性化範囲

キーワード 事前混合処理土 耐久性 海水暴露 一軸圧縮強さ 中性化

連絡先 〒107-8466 東京都港区赤坂 4-9-9 TEL03-5410-5764 FAX03-5410-5808

2)中性化深さ試験

試料断面にフェノールフタレイン 1%エタノール溶液を噴霧し、赤色反応により評価した。

3. 試験結果

表－2に供試体の整形が困難ため一軸圧縮試験を実施できなかった試料の試験結果一覧を示す。また図－1に乾燥密度の分布を、図－2に一軸圧縮強さの分布を示す。図中には埋立後トリプルサンプラーにより採取して試験した20 年前の結果も示す。試験の結果、処理土の針貫入勾配の平均値はNP=23.3N/cm、中性化深さはφ 100～150mm の供試体全面においてフェノールフタレインの赤色反応は無反応であった。また、一軸圧縮強さの平均値は $q_u=266\text{kN/m}^2$ 、乾燥密度は $\rho_d=1.517\text{g/cm}^3$ であり、埋立時（20 年前）の平均一軸圧縮強さは 84kN/m^2 、平均乾燥密度は 1.546g/cm^3 であった。

4. まとめ

(1)湿潤密度、乾燥密度はともにやや小さめの値を示したが、ほとんど差異は認められなかった。

(2)中性化深さは、試料の大きさ(約 150mm のブロック状)から考えると、70～80mm 以上進んでいる。

(3)一軸圧縮強さは、20 年前に比較して平均的に大きくなっている。一方、陸上における湿潤状態でのセメント改良土は長期に

わたって強度が増加する傾向があることと比較すると、本試料の強度はそれほど増加していない。これは、高炉セメント B 種に含まれる鉄鋼スラグの潜在水硬性は、セメントの水和生成物である水酸化カルシウムによって現れるが、処理土の養生条件が長期間の海水暴露であり、中性化が進んだために十分発現しなかったことが原因として考えられる。

(4)針貫入勾配は、直接一軸圧縮強さとの相関がないため、数値で判断することができないが、粘性土を深層混合処理したもので $q_u=41.8NP-4$ が提案されている²⁾。これに平均針貫入勾配 2.32 を代入すると 93.0kN/m^2 となる。平均一軸圧縮強さ(266kN/m^2)より小さい値となったが、母材が粘性土と砂質土の違いがあり、同じ針貫入勾配では、内部摩擦角が大きい砂質土の方が大きい一軸圧縮強さを得られたのではないかと推察される。

以上の結果から、海水暴露という厳しい養生条件にかかわらず処理土の強度は中性化の進行によらず埋立当時から低下していないと判断できる。また、実際の構造物において処理土は大きな塊状で施工されることから、海水に接触する表面以外は厳しい条件環境条件とならないため、その耐久性は確保され则认为られる。

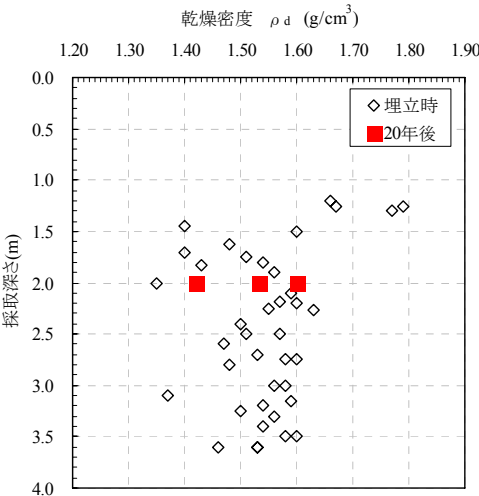
最後に、開発当時から御指導を頂き、本試料の長期保存にもご協力を頂いた九州大学大学院善教授ならびに港湾空港技術研究所山崎動土質研究室長に謝意を表します。なお、本試験は事前混合処理工法協会技術委員会活動の一部として実施したものである。

参考文献

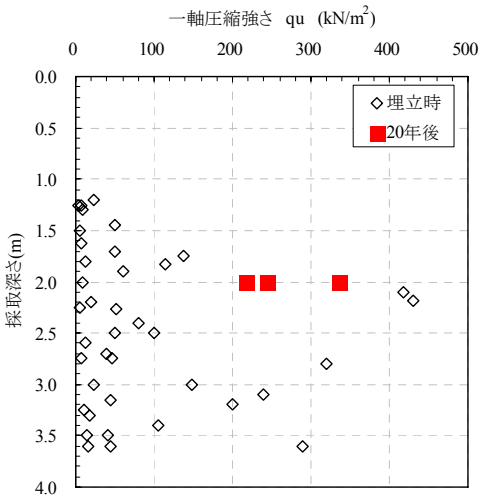
1)財団法人 沿岸技術研究センター：事前混合処理工法技術マニュアル（改訂版）,平成 20 年 12 月
2)内田直人：針貫入試験による深層混合改良体の簡易強度評価技術,九州電力テクノレポート,2005

表－2 試験結果

試料	針貫入勾配 NP(N/cm)	中性化深さ
No.4	1.89(平均)	無反応
No.5	0.81(〃)	無反応
No.6	2.01(〃)	無反応
No.7	2.76(〃)	無反応
No.8	1.88(〃)	無反応
No.9	4.55(〃)	無反応
平均	2.32	無反応



図－1 試料採取深さと乾燥密度



図－2 試料採取深さと一軸圧縮強さ