

VI-108

岸壁背後土圧低減のための軽量気泡混合土の品質

運輸省第三港湾建設局

正会員 輪湖 建雄

正会員 松永 康男

運輸省第三港湾建設局

平田 武士

東亜建設工業株式会社

正会員○岸田 隆夫

正会員 荒井 清

1. はじめに

阪神・淡路大震災によって被災した神戸港港湾施設に対しては、施設の被災状況や制約条件などを考慮の上、各施設に適した方法によって復旧が行われている¹⁾。この内、ポートアイランド2期地区岸壁(-7.5m)では、軽量気泡混合土を利用した岸壁背後土圧を低減する方法が採用されている¹⁾（図-1）。ここでは、わが国の港湾工事で初めて本格的に採用された軽量気泡混合土の打設後の品質を中心に報告する。

2. 配合検討およびプラントシステムの概要

配合検討としては、神戸港内の浚渫土を対象とした各種検討結果¹⁾を下に、利用対象となった浚渫土の物理特性から表-1に示す配合を決定した。なお、処理土の設計強度は $2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 以上であり、密度は気中で $1.0(\text{t}/\text{m}^3)$ 、水中で 1.2 (打設時の目標は 1.1)(t/m^3)を想定した。

復旧工事における混合土の製造・打設プラントのシステム管理については別途報告している²⁾が、その概要は、①浚渫土の解泥処理（液性限界の2.5倍まで加水して均一に混合）、②加水処理した泥水を混練機に安定供給、③高炉B種セメント、気泡を混練、④混合処理土をポンプ圧送し、トレミー管にて連続打設、の4工程から構成されている。

3. 試験調査方法とその結果

(1) 混練後（打設前）の密度の測定結果

泥水にセメントと気泡を混練した混合土を1Lの容器に受け、重量を測定した。その結果を図-2に示す。試験施工及び初期本施工の結果から、圧送・打設によって水中打設で概ね $+0.05\text{t}/\text{m}^3$ 、気中打設で $+0.02\text{t}/\text{m}^3$ 増加することが分かった。しかし、水中施工では気泡混合土の密度が部分的にも $1.03\text{t}/\text{m}^3$ を下回ると海水中で分離・浮き上がりを生じるので、混練後の目標密度は、それぞれ 1.08 、 $0.98\text{t}/\text{m}^3$ と設定した。いずれも、 $\pm 0.05\text{t}/\text{m}^3$ の範囲（平均値では $\pm 0.01\text{t}/\text{m}^3$ 程度）で密度が管理できていることを示している。

なお、この段階で採取した試料のスランプロー値¹⁾は $160\sim 190\text{mm}$ （平均 172mm ）であり、室内気中養生した試料の一軸圧縮強度(28日)は、平均値で $q_u = 4.78\text{kgf}/\text{cm}^2$ であった。

(2) 養生条件による強度への影響の測定結果

養生条件による強度への影響を調べるため、水中打設後の試料を採取してそのまま現場（原位置）で、水中と気中で養生した。養生時の気温は $2\sim 10^\circ\text{C}$ 、水温は約 5°C であった。その試料に対して行った一軸

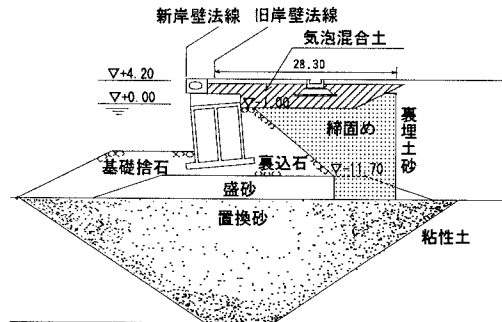


図-1 軽量気泡混合土を用いた岸壁の復旧断面

表-1 浚渫土の物理特性と軽量気泡混合土の標準配合

浚渫土	含水比	液性限界	塑性限界	土粒子比重	湿潤密度
	122 %	97 %	41 %	2.709	$1.390\text{t}/\text{m}^3$
	細粒分含有量	有機分含有量		強熱減量	pH
	93~98 %	3.02 %		8.8 %	8.1

(m^3 当)	加水処理土	セメント	気泡	打設目標(設計)密度
水中配合	952 kgf	140 kgf	196 L	$1.10 (1.20)\text{t}/\text{m}^3$
気中配合	849 kgf	140 kgf	279 L	$1.00 (1.00)\text{t}/\text{m}^3$

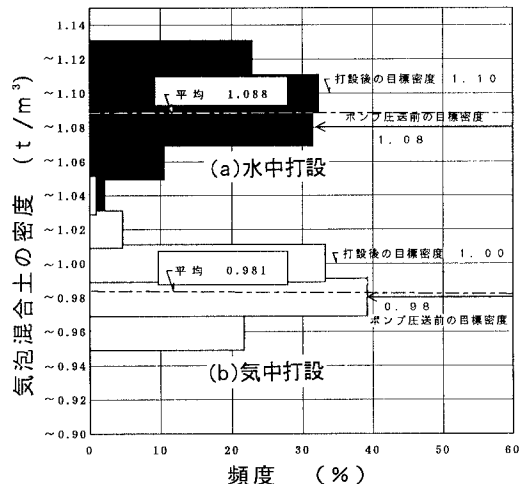


図-2 混練後の軽量気泡混合土の密度分布

圧縮試験の結果を密度と併せて図-3に示す。水中養生した試料の強度は気中養生したものとは比べて 1.0 kgf/cm^2 程度低い値を示しているが、低温かつ潮位変動する厳しい養生条件下でも、17日経過後に $q_u \geq 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ を満たすことが確かめられた。

(3) 若齢時の圧縮強度の測定結果

本工事では工期を短縮するため、打設後早い時期に処理土上で作業する必要があった。1～3日程度の若齢時に、ポータブルコーン試験を気中打設部分で実施した。若齢時のコーン貫入抵抗 q_c と現場養生試料の一軸圧縮強度 q_u を図-4に示す。1日経過後の強度は小さいものの、打設後4日で設計強度の半分 ($q_u = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$) 程度の強度が得られることが分かった。実際に、打設後4日後から敷き鉄板を併用して処理土上の作業を行うことが可能であった。

(4) 現場 CBR 試験の結果

打設後7日経過した3地点（30m間隔）で現場 CBR 試験を実施した。その結果を図-5に示す。ばらつきがあるものの、平均で5.7の値が得られた。同日、No. 3地点でブロックサンプリングを行い、一軸圧縮試験を実施した。平均値で $q_u = 2.01 \text{ kgf/cm}^2$ であった。測定値の数が少ないが、次の関係が導かれる。

$$(\text{現場 CBR 値}) = 3 \sim 4 \times q_u \quad (q_u : \text{kgf/cm}^2)$$

これに上記の気中打設の28日強度 $q_u = 3.9 \text{ kgf/cm}^2$ を代入すれば、現場 CBR の値は10を余裕をもって越えるものと推定され、下部路床⁴⁾としての品質を十分有するものと判断できる。

4. おわりに

当現場では、我が国の港湾工事で初めて本格的に気泡混合土工法を採用し、平成8年3月末にその施工を無事終了した。この間に得られた現場試験・調査結果から気泡混合土の品質として、以下のことが確かめられた。

- ① 混練後の気泡混合土の密度は、目標密度 1.08 および 0.98 に対して $\pm 0.05 \text{ t/m}^3$ の範囲で管理できた。また、打設後の密度は水中で 1.20 t/m^3 以下、気中で $1.0 \pm 0.1 \text{ t/m}^3$ の基準を満たすことが確かめられた。
- ② 水中打設の水中養生部分でも、打設後17日で設計強度 $q_u = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ を満足することが確かめられた。
- ③ 打設後4日で気泡混合土上の作業が可能であった。
- ④ 現場 CBR 試験の結果から気泡混合土は下部路床としての品質を有しているものと判断できた。

本工事の計画に当たって、港湾技術研究所、沿岸開発技術研究センターを始めとする SGM 軽量土研究会の技術支援を受けた。深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 及川・松永他：岸壁背後土圧軽減のための各種セメント処理土の特性，地盤工学会 セメント系安定処理土に関するシンポジウム(1996.2)。
- 2) 輪湖・松永他：岸壁裏埋土としての軽量気泡混合土のプラントシステム管理，土木学会第51回年次学術講演会(1996.9)
- 3) 地盤工学会：地盤調査法(1995)
- 4) 道路公団：設計要領第一集(1994.3)

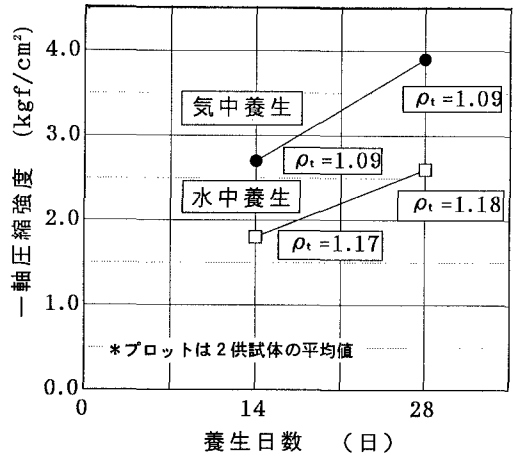


図-3 軽量気泡混合土の養生条件による強度の違い

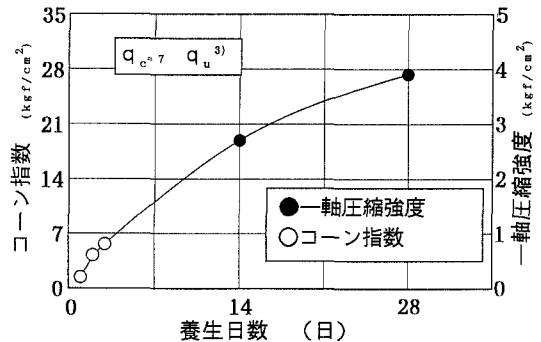


図-4 軽量気泡混合土の若齢時の強度

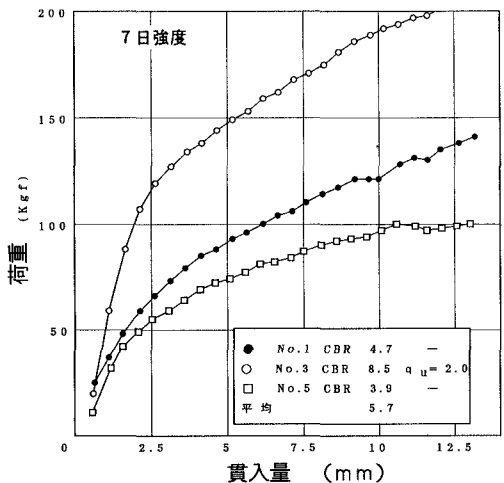


図-5 軽量気泡混合土の現場 CBR 試験結果