

III-48 軽量発泡体による軟弱地盤の改良について

佐賀大学理工学部 正 岩尾雄四郎

松尾建設株式会社〇正 西田耕一

1. はじめに

現在、有明海周辺部の堤防や軟弱地盤上での道路盛土等においては、沈下が激しく年間数cmに及んでいる。そのため、繰り返し嵩上げや舗装のやり直しが行なわれるという悪循環が生じている。

原因としては第一に軟弱粘土地盤の圧密沈下があげられるが、それには盛土材が重すぎることが大きく作用している¹⁾。この沈下を解決するためには、大きく分けて2つの方法が考えられる。1つは基礎を補強してやる方法（例えば深層改良工法）と他の1つは盛土を軽くする方法（例えばEPS工法）の2通りである。

今回は盛土を軽くする工法のうち、購入土を用いず現場発生土に発泡材を混入する工法について室内実験並びにシミュレーションを行なったので、それらについて2～3の考察を試みるものである。

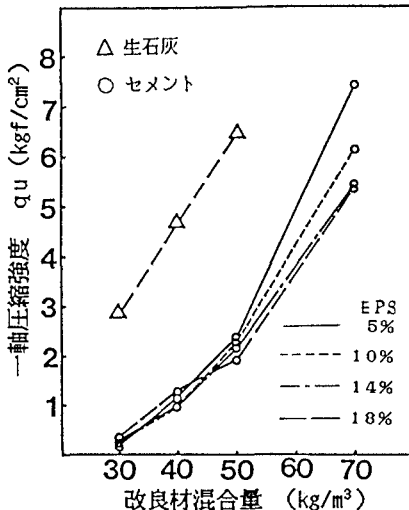
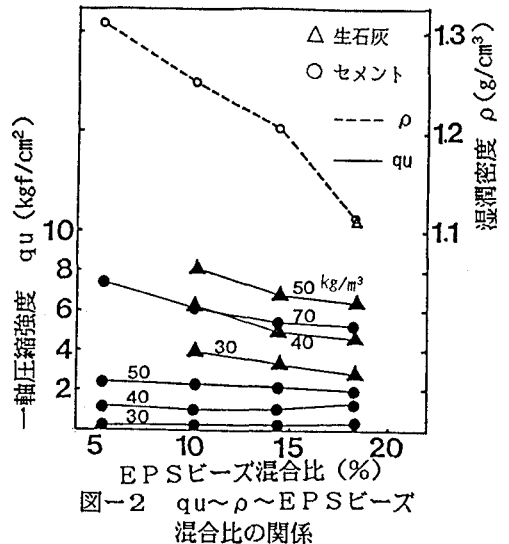
2. 室内実験

表-1に示す有明粘土に発泡スチロールビーズと地盤改良材（普通ポルトランドセメント、生石灰）を混合し、各混合比における湿潤密度並びに一軸圧縮強度を調査した。その結果が図-1～2であり、発泡スチロール体積混合比20%程度で $\rho = 1.1\text{g/cm}^3$ $qu = 5.3\text{kgf/cm}^2$ （普通ポルトランドセメント 70kgf/m^3 ） $qu = 6.5\text{kgf/cm}^2$ （生石灰 50kgf/m^3 ）が確保できることがわかった。現場混合における強度低減を考えても、 $qu = 2.0\text{kgf/cm}^2$ 程度は十分に確保できると考えられる。また改良材としては普通ポルトランドセメントよりも生石灰のほうが効果が高いことがわかった。

一般に土木材料は自然界に存在するものにできるだけ近いものが良いとされている。特に問題となりがちなのは材料の透水性である。そこで確認のため同様に作成した試料を、透水試験用のモールドに充填して7日間養生したのについて変水位透水試験を行なった。その結果透水係数 $k = 2 \times 10^{-6}\text{cm/s}$ となり、有明粘土そのものの透水係数とあまり変わらないものと思われる。

表-1 実験に用いた有明粘土の特性

自然含水比 w_n (%)	140～150
液性限界 LL (%)	117～120
塑性限界 PL (%)	43～48
塑性指数 PI (%)	75～90
一軸圧縮強度 qu (kgf/cm ²)	0.25～0.29
透水係数 k (cm/s)	$7 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-6}$


図-1 $qu \sim$ 改良材混合量の関係

図-2 $qu \sim \rho \sim$ EPSビーズ混合比の関係

3. 改良堤防の安定性

室内実験より求めた $\rho = 1.1\text{g/cm}^3$, $qu = 2.0\text{kgf/cm}^2$ の状態の改良堤防盛土と、現況堤防盛土についてそれぞれ堤体直下での応力増加を有限要素法で解析した。堤防の形状は図-3に示す通りである。この場合盛土材の粘着力が増加しているの、堤体斜面の勾配も急にする事が出来ると仮定して形状を決定した。

これらの増加応力と仮定した土質定数に基づき圧密沈下量を算定した結果を表-2に示す。沈下量においては、現況堤防に比べて改良堤防では30%未満にすぎないことがわかる。

改良堤防の安定性を確認するために、円弧すべりの算定も行なってみたが $F_s \geq 1.65$ となり十分に安定している。また $\rho = 1.1\text{g/cm}^3$ であるので、浮力や滑動等の点から考えても十分に耐えうる盛土材である。

盛土材として改良材を使用する場合、露出部が存在する。そこで露出表面に雨水等が当たった場合を想定して $28 \times 38 \times 5\text{cm}$ の供試体を作成し、雨滴状の水道水 (200ml/sec) による耐浸食試験を行なった。これは長期的な実験であるために、最終結果は判明していないが試験開始後延べ100時間過ぎた現在、浸食された状況は示されていない。またアルカリ水の流出も起きていない。

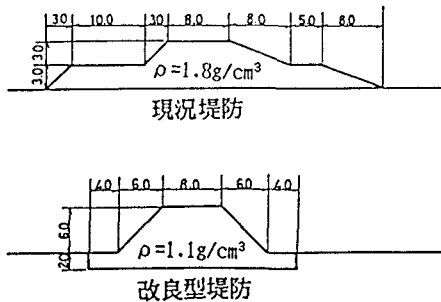


図-3 堤防の形状

表-2 現況堤防と改良型堤防の比較

	現況堤防	改良型堤防
ρ (g/cm ³)	1.8~2.1	1.1
Δp (tf/m ²)	8.07~9.91	3.31~3.96
C_e	0.35~0.47	0.11~0.27
e	1.5~3.0	1.5~3.0
ΔH (m)	1.545	0.428
$\Delta H_1 / \Delta H_2 = 0.277$		

4. 考察

今回の実験は、盛土材の軽量化の範囲、ならびに強度を確認しようとするものであったが、その結果 $\rho = 1.1\text{g/cm}^3$, $qu = 2.0\text{kgf/cm}^2$ であれば軽すぎて浮き上がることもない理想的な盛土材となる。しかし発泡スチロールビーズの現場混合は問題も多く、施工機械の選定が大きな課題となる。けれども今回のような改良堤防にすれば、舗装の耐用年数の増加や堤体の縮小化による用地の減少などをトータル的に考えると、かなり経済的に有利となるであろう。また今日土捨て場がなくなりつつあり問題となっているが、残土処分として取り扱われる現場発生土を再利用することも可能となるので、その点でも非常に有利な工法といえる。

5. まとめ

発泡スチロールビーズを用いた新しい改良盛土材による盛土工法について述べてきたが、次のような結果を得るに至った。

1) 湿潤密度 $\rho = 1.1\text{g/cm}^3$, $qu = 2.0\text{kgf/cm}^2$ の盛土材を使用し図-3の改良型堤防にすれば、圧密沈下量が従来の1/3以下に低減できる。

2) $qu = 2.0\text{kgf/cm}^2$ の改良盛土材を使用するので、安定計算上堤体の断面積を大幅に縮小できる。

3) 現場発生土の再利用が可能であるので、山土等の盛土材を購入する必要がない。

以上3つの事が考えられるが、現場に於ける発泡スチロールビーズの混合方法などは十分に検討する必要があるし、試験盛土を行い盛土の挙動を追跡調査するなどして今後の研究を進めていきたいと思う。

最後に発泡スチロールビーズのデーター等でお世話になった三菱油化バーディッシュ株式会社の清水正氏に感謝の意を表します。

(参考文献) 1) 岩尾雄四郎, 榎渡正美: 軟弱地盤上の盛土と地盤沈下, 佐賀大学理工学部集報 N0 9

pp87-pp95