

土の水中堆積時の間隙比に及ぼす容器内径・投入回数・実質土量高さの影響

武蔵工業大学 学生会員○高橋 一暢 正会員 末政 直晃
日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐 雅明

1. はじめに

ポンプ浚渫された海底土砂を土砂処分場に投入すると、配砂管周辺には比較的粗い粒子が、それから離れた区域には微細な粘土粒子が堆積する。このように分級された土砂の堆積状況は、それらを構成している砂(粗粒分)と粘土(細粒分)の割合に依存すると考えられる。そこで、今回はその基礎的研究として砂のみの場合について沈降挙動に及ぼす容器内径・投入回数・実質土量高さ等の要因を検討し、土の水中堆積状態としての間隙比を把握したので報告する。

2. 実験概要

堆積挙動に及ぼす実験上の要因として、容器内径、実質土量高さ、投入回数、水深を考えた。また、試料の違いも検討した。

試料は、珪砂 7 号と豊浦砂を用いた。それらの物理特性を表一1に示す。容器は、容器内径 $\Phi 205 \times H250(\text{mm})$ と $\Phi 75 \times H1000(\text{mm})$ の2種類のアクリル円筒容器を準備した。

実際には2次的に堆積する状況を、本実験では1次的に堆積するとモデル化した。すなわち、アクリル円筒容器を用い、ある所定の深さ($H_w=260, 785(\text{mm})$)の海水中に試料を沈降させた。 H_w は海水面と容器底面及び堆積している試料表面の差である。試料は、多孔板¹⁾を用いて、容器断面に一様になるように投入した。

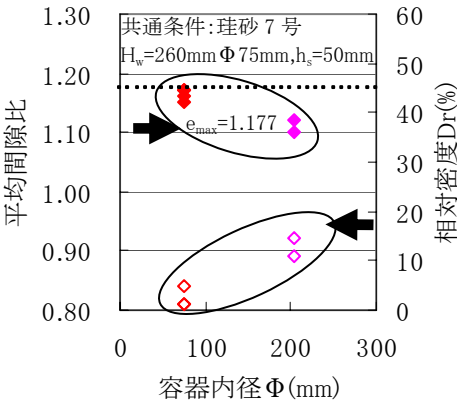
実質土量高さ h_s は 50, 30(mm)に設定した。実質土量高さ h_s とは、間隙比 $e=0$ という仮想状態における土柱の高さである。さらに、投入回数 n を 2, 10 回とし、1 回あたりの投入量を $h_s/n=25, 15, 5(\text{mm/回})$ とした。また、最終的な高さ h_f と実質土量高さ h_s から求めた間隙比を平均間隙比 $e_{ave}=(h_f-h_s)/h_s$ とした。

3. 実験結果・考察

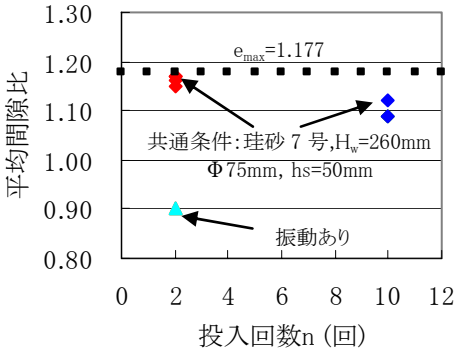
3.1 容器内径の影響: 容器内径 75, 205mm の容器を用い、水中堆積時の間隙比に及ぼす容器内径の影響を考察した。図一1 に容器内径-平均間隙比、 D_r 関係を示す。水中堆積した砂は緩く堆積し、平均間隙比は両容器とも 1.1~1.17 となり $D_r=1 \sim 15(\%)$ 程度となった。詳細にみると、容器内径が大きいほど、平均間隙比が小さく、相対密度 D_r が大きくなり、相対的に密となった。その要因としては、同じ実質土量高さ h_s であるため、容器内径が小さい 75mm のほうが、壁面摩擦に起因するアーチ効果が影響する領域が相対的に広いためと推察される。

表一1 珪砂 7 号及び豊浦標準砂の物理特性

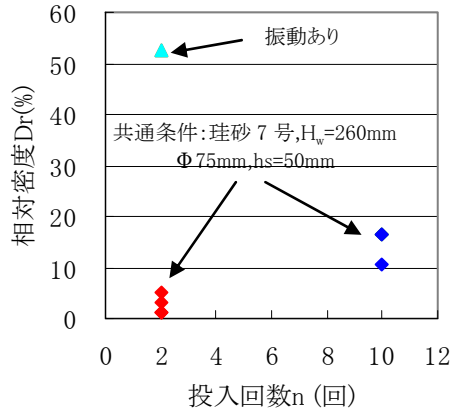
土の種類	珪砂7号	豊浦標準砂
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.614	2.652
平均粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.163	0.178
最大間隙比 $e_{\max}$	1.177	0.987
最小間隙比 $e_{\min}$	0.651	0.612



図一1 容器内径 Φ -平均間隙比、 D_r 関係



図一2 投入回数-平均間隙比 関係



図一3 投入回数- D_r 関係

キーワード 砂 間隙比 水中堆積

連絡先 〒102-8117 東京都千代田区飯田橋 2-18-3 日建設計中瀬土質研究所 TEL03-5226-3030

3.2 投入回数の影響:投入回数を2, 10回とした沈降実験を行い, 砂の堆積密度に及ぼす投入回数の影響を考察した. 図—2 に投入回数-平均間隙比の関係を示す. また, 図—3 に投入回数- D_r 関係を示す. 両容器とも得られた平均間隙比は1.09~1.17となり $D_r=1\sim15(\%)$ 程度となった. 詳細にみると, 投入回数が多いほど相対的に密となった. その要因も容器内径の場合と同様に, 投入回数が多いほど, 堆積する層厚が薄くなるため, 壁面摩擦に起因するアーチ効果の及ぶ領域が相対的に狭くなるためと思われる.

2 回投入の場合に関して, 振動を加える実験を行った. 本実験では, アクリル円筒容器を木製ハンマーで四方から均等に合計 100 回たたくことにより振動を加えた. 図—3, 4 に示したとおり, 振動を加えると, 相対密度が 50%程度となった. これに比較すると, 先に述べた容器内径の影響も含め, 投入回数の影響は小さいといえる.

3.3 実質土量高さの影響:実質土量高さ $h_s=30, 50\text{mm}$ とした沈降実験を行い, 実質土量高さの影響を考察した. 図—4 に h_s -平均間隙比, D_r 関係を示す. どちらの実質土量高さとも平均間隙比は1.08~1.17となり, $D_r=1\sim18(\%)$ 程度となった. 詳細にみると h_s が小さいほど, 平均間隙比が小さく, 相対密度 D_r が大きくなり相対的に密となった.

3.4 水深の影響:砂粒子が沈降する水深の影響を調べるために $h_s=50(\text{mm})$ の場合について水深を 260, 785(mm)とした沈降実験を行った. その結果を図—4 に示す. 詳細にみると, 水深が大きいほど, 平均間隙比が小さく, 相対密度 D_r が大きくなり相対的に密となった. その要因は水深が大きいほど, 容器底ならびに堆積層に堆積する直前の砂粒子の沈降速度が大きいためであると思われる.

3.5 投入1回あたりの実質土量高さの影響:図—5に h_s/n -平均間隙比関係を示す. 平均間隙比は1.08~1.17となり $D_r=1\sim18(\%)$ 程度であった. 詳細にみると h_s/n が小さいほど平均間隙比が小さく, 相対密度 D_r が大きくなり相対的に密となっているが, 今回に実験条件では, h_s/n が20(mm)を境に特性が異なっていることが読み取れる.

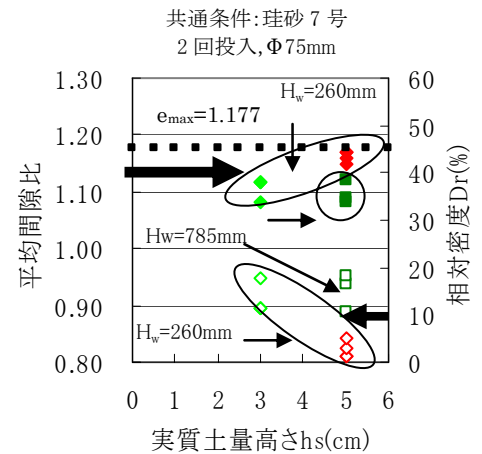
3.6 土の種類の影響:珪砂 7 号及び豊浦標準砂を用いて沈降実験を行い, 土の種類の影響を考察した. 図—6 に土の種類-平均間隙比関係, D_r 関係を示す. 図—6 に示すとおり, 沈降実験により得られた平均間隙比は, 2 つの試料ではあるが, 土の種類によらず最大間隙比 $e_{\max}$ に近い値をとり, 相対密度 $D_r=0(\%)$ 程度となった.

4. まとめ

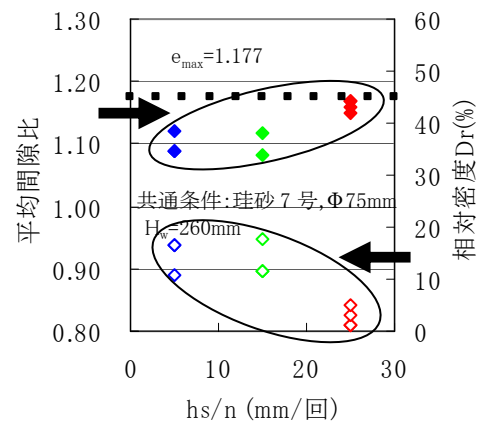
・水中に砂を静かに堆積させると, 砂の平均的間隙比は, 砂の堆積, 容器内径, 水深, 投入量に依存したが, 相対密度で整理すると, それらは $D_r=0\sim20(\%)$ の範囲内に位置した.

今後, 細粒分の混入率を変えた試料の沈降実験から, それらの水中堆積時の間隙比を把握し, 土砂処分場における砂分が占める容積を推測する資料としたい.

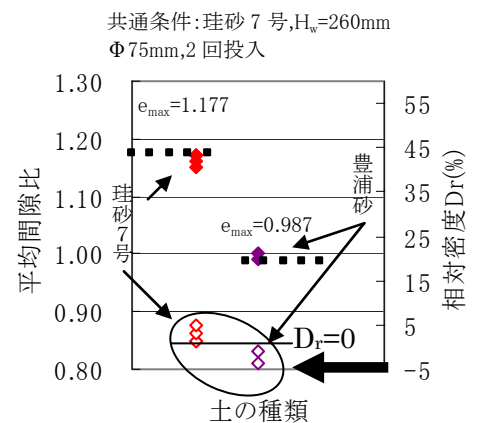
参考文献: 1) Nishimura, M., et. al (1998) : Determination of consolidation parameters for clay sludge by centrifuge, Proc. of Int. Conf. of Centrifuge '98, pp.181-184.



図—4 h_s -平均間隙比, D_r 関係



図—5 h_s/n -平均間隙比 関係



図—6 土の種類-平均間隙比, D_r 関係