

## 粘性土のせん孔に関する土質工学的考察

京都大学工学部 正 員 松尾新一郎

京都大学大学院 学生員 〇木暮 敬二

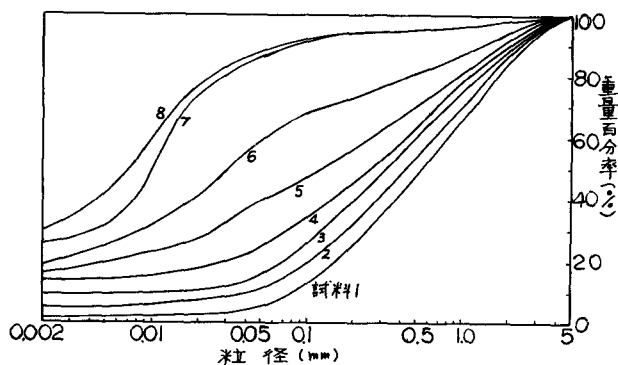
## 1 まえがき

著者らは、地下排水路、地中ダム集水路、地域排水などのために、地盤の透水性を向上せしめる目的で、射出水による地盤改良工法について研究している。本工法は地盤内に水を射出することによって、地盤を攪乱し、循環して地表面に上昇してくる水流とともに地盤内の微細土粒子を除去する一種の粒度調整である。この際の重要な要因の一つとしては、土性と射出水の攪乱せん孔能力との関係である。今回は、粘性土を対象として、両者の関係について実験し、次元解析により考察したものである。

## 2 実験方法

試料土の粒度分布を図-1、それらの物理特性を表-1に示す。この試料土を高さ70、横40、縦3cmの前面ガラス板の土槽内に、まき厚4cmで均一になるように突固めた。突固めの際に送水管と射出ノズルを入れるための堅孔を作るために、地盤中央に木柱を立てておき、後よりこれを引きぬいた。地盤は24時間浸水し、含水比を40~50%とした。送水管と射出ノズルは、射出水が鉛直地盤断面に垂直に衝突するように設置し、せん孔攪乱の測定はガラス板を通しての写真撮影によって行なった。

図-1 試料土の粒度分布



## 3 実験結果とその考察

せん孔量として、射出位置での水平方向のせん孔深さ $s$ をとり、これに影響する因子を考えてみる。射出水の因子としては、射出口径 $D$ 、射出流速 $v$ 、動粘性係数 $\nu$ 、密度 $\rho$ 、地盤の因子としては、中央粒径(50%粒径) $d_{50}$ 、乾燥密度 $\rho_d$ が考えられる。含水量も土性を支配する重要な因子であるが、ここではほぼ一定であるので省略した。その他射出時間も重要な因子となる。射出ノズルと鉛直地盤断面との初期間隔は一定としたのでこの項は考えない。以上の因子は次の無次元積の関数関係で表わすことができる。

$$\frac{s}{D} = f_1 \left\{ \frac{v}{D^2}, \frac{Dv}{\nu}, \frac{d_{50}}{D}, \frac{\rho_d}{\rho} \right\} \quad (1)$$

せん孔深さ $s$ と時間の対数は直線関係にある

表-1 土の物理特性およびせん孔攪乱係数

| 試料 | $d_{50}$<br>(mm) | $\rho_d$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | PI   | 0.075mm<br>以下の% | $I_s \times 10^4$ |
|----|------------------|----------------------------------|------|-----------------|-------------------|
| 1  | 0.550            | 1.85                             |      | 9.5             | 5.7               |
| 2  | 0.429            | 1.87                             | 3.9  | 15.5            | 5.4               |
| 3  | 0.310            | 1.96                             | 6.0  | 21.0            | 4.8               |
| 4  | 0.225            | 1.67                             | 7.7  | 30.0            | 2.8               |
| 5  | 0.130            | 1.57                             | 13.2 | 44.4            | 2.9               |
| 6  | 0.032            | 1.82                             | 15.9 | 64.6            | 2.6               |
| 7  | 0.012            | 1.60                             | 21.0 | 90.0            | 2.2               |
| 8  | 0.007            | 1.65                             | 25.8 | 90.3            | 2.1               |

図-2  $S/D$  と  $tu/D^2$  の関係

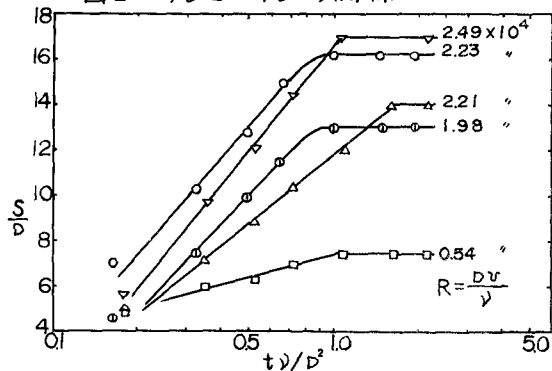
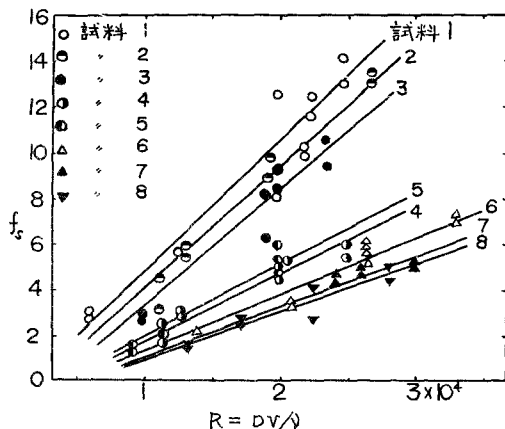


図-3  $f_s$  と  $R$  の関係



ことはすでに報告した<sup>1)</sup>。この関係より式(1)は

$$\frac{S}{D} = f_s \log \frac{tu}{D^2} \quad (2)$$

と表わせる。一例として試料1の結果を式(2)で示したのが図-2 (図中の  $R$  はレイノルズ数)である。これよりせん孔浮立の時間的变化にはレイノルズ数が大きく影響することになる。  $f_s$  とレイノルズ数  $R$  の関係を示したのが図-3である。式(1), (2)および図-3の結果より、

$$f_s = f_2 \left\{ \frac{Dv}{v}, \frac{ds_0}{D}, \frac{ra}{s} \right\} = I_s \frac{Dv}{v} \quad (3)$$

$$I_s = f_3 \left\{ \frac{ds_0}{D}, \frac{ra}{s} \right\} \quad (4)$$

すなわち、  $I_s$  (せん孔攪乱係数と呼ぶ、表-1にその値を示す) は地盤の性質の関数となり、地盤の相対的なせん孔攪乱性を示す指標である。  $I_s$  と  $ds_0/D$  の関係を示したのが図-4であり、  $PI$  との関係を示したのが図-5である。これより粒径の減少についてせん孔攪乱性が低下しており、粒径に依存する土の塑性

性質も大きく影響することになる。また、  $ds_0/D \div 0.28$  で直線の勾配が変化しており、この前後でせん孔の機構が違ってくると推定される。  $ds_0/D \div 0.28$  以上では粒径および  $PI$  の影響が大きい。  $I_s$  と  $ra/s$  の関係を示したのが図-6である。密度1.6~1.9では、密度の影響は粒径のそれに比較して小さく、明確な関係はないが、類似した粒度分布の土A, B, C群に分けて考えるとある程度影響を比較できる。

参考文献

1) 松尾, 本郷, 沢 "射出水による土質改良について" (第3報) 土木学会関西支部講演報告(64)

図-4  $I_s$  と  $ds_0/D$  の関係

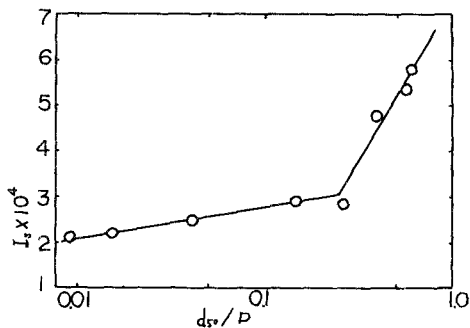


図-5  $I_s$  と  $PI$  の関係

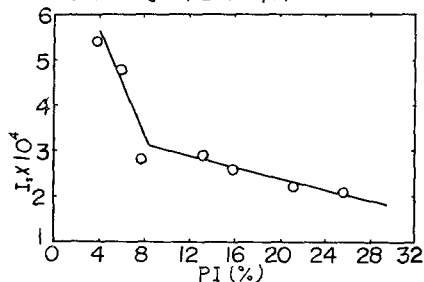


図-6  $I_s$  と  $ra/s$  の関係

