

## 地盤の異方性を考慮した物質移行拡散特性

(株)フジタ技術研究所 正員 仲沢 武志  
(株)フジタ技術研究所 正員 福島 伸二

### 1. まえがき

地盤の透水性や地盤中を拡散する物質の挙動は、土要素が現位置で受ける拘束圧や地盤自体の堆積過程による異方に影響されるものと考えられる。筆者等は拡散物質の挙動における拘束圧の影響を実験的に調べてきた<sup>1)</sup>。その結果、土試料中の細粒分含有量が増加するに伴って土要素の透水・拡散挙動に対する拘束圧の影響が強くなることを把握した。本文では、拘束圧と共に透水・拡散挙動に影響すると考えられる土要素の異方性について実験を行い、その挙動を把握することを目的としている。

### 2. 要素試験

#### (1) 試験概要

要素試験は、図 1 に示すような 3 軸セルを用いた試験装置で実施している。試験装置には 2 つの通水経路があり、1 つは真水を供試体に供給する経路で、もう 1 つの経路は拡散物質混入液を供試体に供給する経路である。破過試験またはカラム試験と呼ばれる試験は、一般に定水位状態で実施されることが多い。本試験装置では、閉じた系で定水位を維持するため、マリオット管を用いている。

供試体の形状は約 8cm の立方体とし、突固めによって作成した。その際、事前に実施した突き固め試験の結果から得られた最適含水比の状態での突固め $k_{\text{H}}^*$ を  $5.4 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{kgf/cm}^3$  としている。土試料の調整は、標準砂と粘性土を混合し、細粒分含有率を変化させている。実施した細粒分含有率は 3%, 4.5%, 6% の 3 ケースである。既往の報告から、細粒分含有率が多い場合には拘束圧の影響が強くなることから、細粒分含有率 6% の供試体については拘束圧を段階的に上昇させた試験も実施し、その影響も調べている。なお、ここでの拡散物質は簡単のため食塩を用い、その濃度を 100ppm とした。

#### (2) 試験方法

供試体は所定の $k_{\text{H}}^*$ でモールド中に突固めた後、3 軸セル内に設置する。その際、初期段階の拘束圧を  $0.2 \text{ kgf/cm}^2$  とした。この状態で供試体が一旦飽和するまで真水を通水した。その後、まず透水試験を実施し、透水特性を把握してから破過試験を開始した。破過試験は、供試体内の通水状態が定常的になるまで真水を通水し、供給水を食塩水の経路に変えることで試験の開始とした。以降、時間の経過に伴う供試体からの採水液の濃度変化を計測した。なお、供試体の設置方向として、供試体を突固めた向きに設置するもの(鉛直方向)と、突固め方向に直角な向きで設置したもの(水平方向)とで試験を実施し、堆積構造を考慮した異方性の影響を調べることにした。

#### (3) 試験結果

拘束圧  $0.2 \text{ kgf/cm}^2$  における透水特性と細粒分含有率の関係を図 2 に示す。この図より、細粒分含有率が増加するに伴って透水性が低くなっている。さらに、鉛直方向と水平方向で透水性に違いが生じていて、水平方向の透水性が高いことがわかる。異方性をもった供試体の拘束圧の影響は細粒分含有率 6% において実施しているが、図 3 に透水特性における拘束圧依存性の結果を示している。図 2 より、透水性には異方性が生じているが拘束圧の影響は鉛直方向と水平方向とでほぼ同じ強さで生じている。既往の研究と照合して考察すれば、地盤には堆積過程によって異方性が生じるものの、拘束圧の影響は細粒分含有率に依存することになると思われる。なお、本試験での透水性における異方性の影響は、概ね  $k_{\text{H}}=1.3 \sim 1.4k_{\text{V}}$  と得られた。この点に関しては、ダムの上水材における試験結果として、火山灰質粘性土と風化凝灰角レキ岩混ぜた試験結果があり<sup>2)</sup>、そこでは  $k_{\text{H}}=2.5 \sim 3.5k_{\text{V}}$  と得られている。

図 4 には拘束圧  $0.2 \text{ kgf/cm}^2$  での分散特性と細粒分含有率の関係を示している。透水特性と同様に、細粒分含有

キーワード：拘束圧、異方性、細粒分含有率

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 TEL 046-250-7095 FAX 046-250-7139

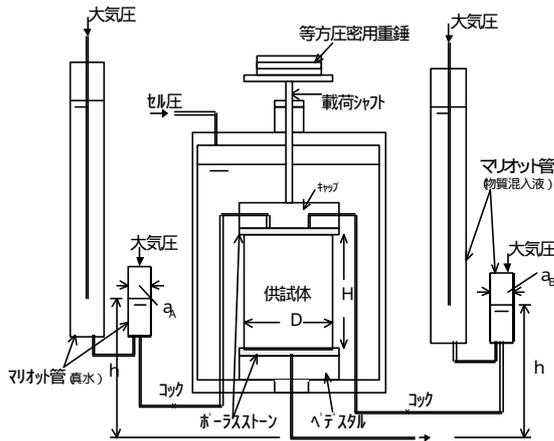


図 1 試験機概要

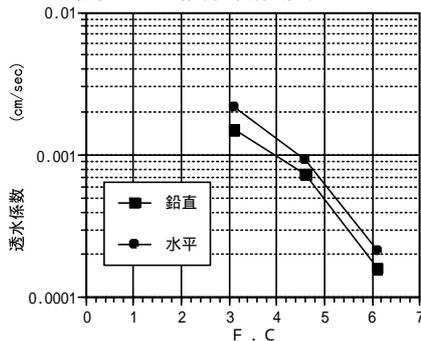


図 2 細粒分含有率と透水性

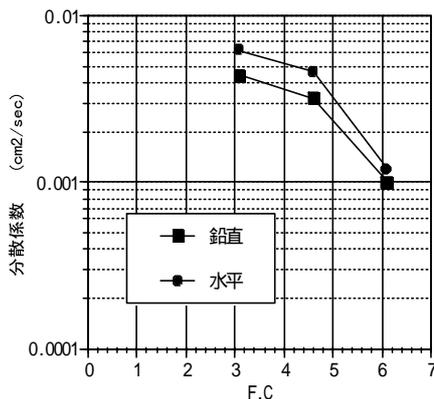


図 4 細粒分含有率と分散性

表 1 試験結果

細粒分含有率 (%)	鉛直透水係数 $k_v$ (E-3cm/sec)	水平透水係数 $k_H$ (E-3cm/sec)	$k_H/k_v$
3.1	1.490	2.150	1.44
4.6	0.729	0.920	1.26
6.1	0.159	0.213	1.34
細粒分含有率 (%)	鉛直分散係数 $D_v$ (E-3cm/sec)	水平分散係数 $D_H$ (E-3cm/sec)	$D_H/D_v$
3.1	4.37	6.21	1.42
4.6	3.27	4.58	1.40
6.1	0.911	1.23	1.35

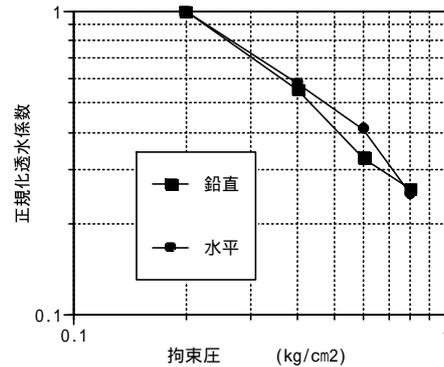


図 3 正規化透水係数と拘束圧

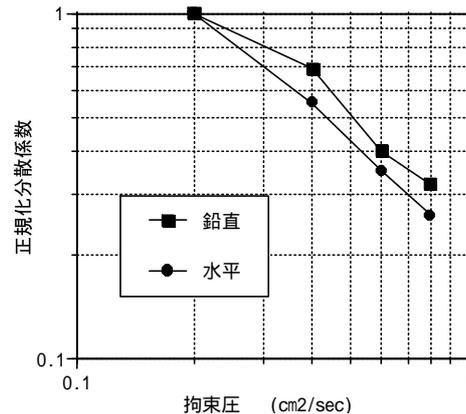


図 5 正規化分散係数と拘束圧

率が増加するに伴って分散係数が小さくなっている。さらに、水平方向の分散係数の方が鉛直方向の分散係数より大きな値と得られた点は透水特性を同様である。本試験での分散特性の異方性は概ね、 $D_H=1.4D_v$ と得られている。さらに、分散特性についても粒分含有率が6%の供試体において拘束圧の影響を調べたが、その結果を図5に示している。透水特性と同様に、分散特性についても、堆積過程等による異方性がある場合でも、拘束圧の影響はほぼ細粒分含有率(F.C.)に依存するものと考えられる。以上を表1にまとめている。

### 3. あとがき

本文では、地盤の透水・拡散特性における堆積過程による異方性の影響と拘束圧依存性について実験を行なった。堆積過程による異方性は本試験における試料では小さく生じたが、実際の地盤ではかなり大きなものと考えられる。また、異方性の影響があっても、拘束圧の透水・拡散挙動への影響は細粒分含有率に依存することは興味深い。

これらの点についてさらに研究を進めたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 仲沢、福島：地盤特性を考慮した物質移行拡散に関する研究、第35回地盤工学研究発表会概要集、2000
- 2) 近藤、八木、小林、福島：盛立中のフィルダム遮水ゾーンの透水性の拘束圧依存性と強度特性、ダム工学、Vol.8, No.4, 1998