

Ⅲ-57

三軸タイプ透水試験機で測定した高品質不攪乱砂試料の透水特性

（その1）異方性と拘束圧の影響

竹中技術研究所 ○畑中宗憲 内田明彦

(株) 東京ソイルサーチ 竹原直人 鈴木 博

1. はじめに

地盤の透水係数は、実務では地盤の粒度特性を用いて、クレーガーの提案やヘーゼンの式で推定したり、あるいはボーリング孔を用いた揚水試験で求めている。前者の方法は推定される値に大きな幅があり、後者はある特定の層の透水係数を求めるのには不適である。この様な背景から、原位置地盤凍結法により4つのサイトから6種の不攪乱砂試料を採取して、三軸タイプの透水試験機を用いて、制御された応力状態のもとで透水係数を測定し、透水係数に及ぼす、①異方性、②拘束圧、③間隙比および④地盤の粒度特性の影響を調べた。本報(その1)では①異方性と②拘束圧の透水特性への影響について報告する。

2. 試験試料と供試体作成法

試料は原位置地盤凍結法（詳細は文献1参照）により採取した。凍結ブロックから高さ5cm、高さ10cmの円柱状供試体を整形した。透水特性の異方性の検討のため、円柱供試体の軸と地盤の堆積方向が平行な試料（H-供試体）と直角な試料（V-供試体）の2種の供試体を作成した。供試体の物理特性は表1に示した。

3. 試験装置と試験方法

図1は本研究に用いた透水試験機の機構を示している。直径5cm、高さが10cmの凍結供試体にゴム膜をかぶせた後上下両端をOリングでベDESTALおよびキャップに密封した。凍結試料は0.2kgf/cm²程度の拘束圧のもとで、排水状態で融解させ、炭酸ガス、脱気水および約2kgf/cm²の背圧により、飽和度を高めた。供試体の間隙圧係数B値はすべて0.95以上であった。飽和の後、供試体は所定の拘束圧で圧密された。有効拘束圧は、供試体の原位置での有効上載圧 σ_v' と σ_v' の0.5倍および4倍の3種類を用いた。試験は拘束圧の低い方から順に大きくして実施した。各拘束圧において動水傾度を0.1から0.1ピッチで0.5まで順次あげて、定水位状態で動水傾度と流量の関係を求めて、(1)式により供試体の透水係数を求めた。

$$V=ki, i=(hA-hB)/L \quad (1)$$

4. 実験結果

4.1 異方性の透水特性への影響

図2(a)～(e)は拘束圧が有効上載圧 σ_v' に等しいときのH-供試体の透水係数(K_h)とV-供試体の透水係数(K_v)について比較したものである。図より、供試体IK1の K_h と K_v はほとんど差がない。供試体IK2、NG1とSW1は K_h が K_v より30%程度大きい。しかし、この3つの供試体については表1に示すように、H-供試体の間隙比はV-供試体の間隙比よりもやや大きい。 K_h が K_v より30%程度大きい原因は主として間隙比の差であると考えられる。なお、透水係数に及ぼす間隙比の影響については(その2)で詳細に述べる。一方、供試体KF1では、V-供試体の間隙比がH-供試体より大きいにもかかわらず、H-供試体の透水係数がV-供試体よりも約70%程度大きい。物理特性については表1に示すように両供試体はほとんど差がない。はっきりした理由は分からないが、供試体KF1は2つの礫層に挟まれた砂層から採取しており、この砂層の堆積環境が影響しているかも知れない。

4.2 拘束圧の透水特性への影響

図3と図4は拘束圧の透水係数への影響をそれぞれH-供試体とV-供試体について示したものである。図中の値は $i=0.3$ の場合の値である。図より、拘束圧が供試体採取深さの有効上載圧よりも大きい範囲では、H-供試体もV-供試体も拘束圧が大きくなるにしたがって、透水係数がわずかに低下する傾向が見られる。図中

表1 試験試料の物理特性

Sample name	IK1		IK2		IK3		NG1		SW1		KF1	
Sample type	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
Uc	1.8	2.0	1.9	2.1	2.2	2.9	3.5	10.3	227.0	113.0	2.7	2.87
D ₅₀ (mm)	0.28	0.27	0.29	0.28	0.14	0.15	0.59	0.60	0.26	0.30	0.30	0.32
D ₂₀ (mm)	0.20	0.19	0.21	0.18	0.10	0.10	0.38	0.33	0.025	0.037	0.19	0.18
D ₁₀ (mm)	0.17	0.15	0.17	0.15	0.07	0.05	0.19	0.07	0.002	0.003	0.13	0.13
ρ_d (g/cm ³)	1.36	1.34	1.37	1.26	1.46	1.43	1.39	1.38	1.32	1.32	1.49	1.50
void ratio	0.98	1.01	0.97	1.10	0.89	0.90	1.00	1.01	0.99	1.00	0.82	0.80

の各データの近くに示した数字は供試体の間隙比である。拘束圧が増大するとともに、間隙比が僅かに減少している。従って、拘束圧の透水係数への影響は間隙比の影響として説明できる。

5. 結論

高品質不攪乱砂試料を用いた三軸タイプの透水試験により、以下の結果が得られた。①水平方向の透水係数は鉛直方向の透水係数より大きい傾向が見られるが、最大で約1.7倍である。②拘束圧が大きくなると透水係数がわずかに減少する傾向が見られる。その量は最大で20%程度であり、その主たる原因は拘束圧の増大にともなう供試体の間隙比の減少と考えられる。

【参考文献】

- 1) Hatanaka, M., Suzuki, Y., Kawasaki, T. and Endo, M. (1988): "Cyclic undrained shear properties of high quality undisturbed Tokyo gravel," S&F, Vol. 28, No. 4, pp. 57-68.
- 2) 畑中、内田、竹原、鈴木(1995): 「三軸タイプ透水試験機で測定した高品質不攪乱砂試料の透水特性(その1) 異方性と拘束圧の影響」、第50回土木学会学術講演会

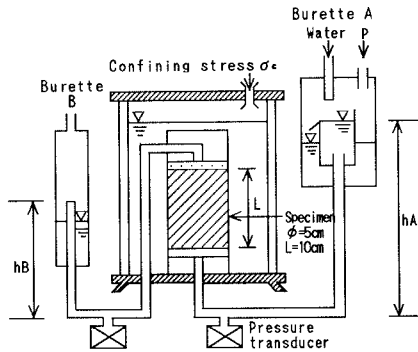


図1 透水試験機機構図

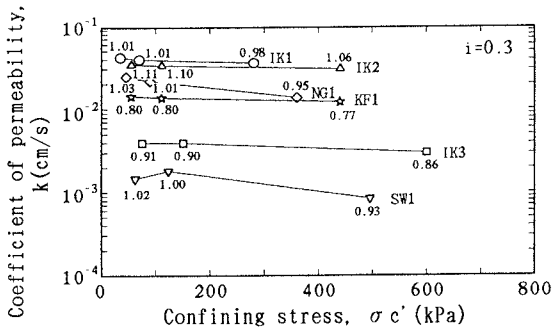


図3 H-供試体における拘束圧の透水係数への影響

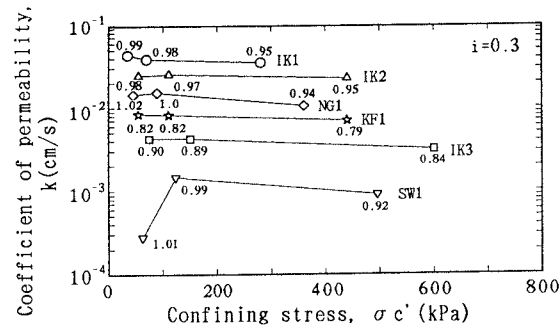


図4 V-供試体における拘束圧の透水係数への影響

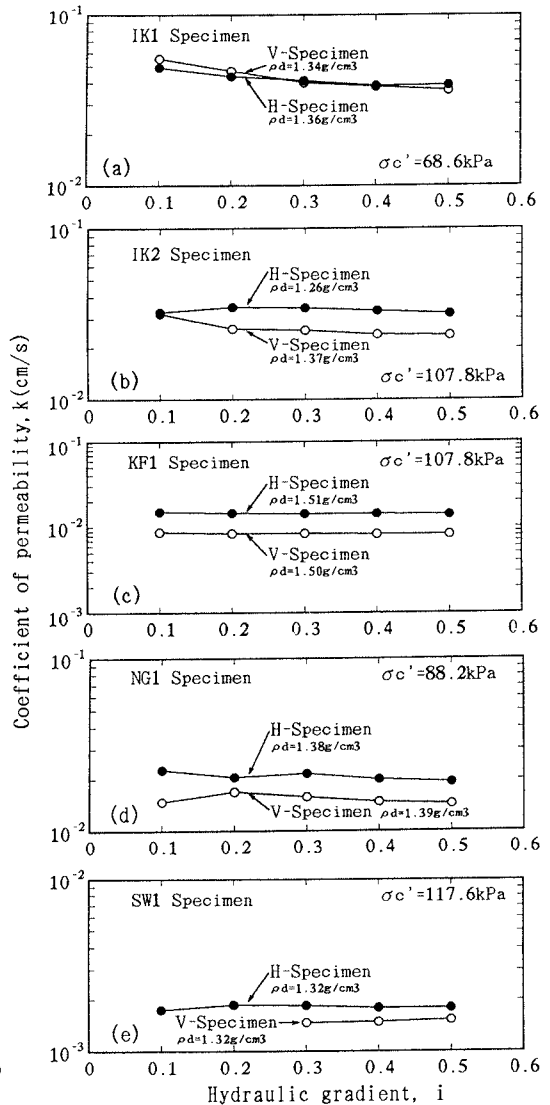


図2 異方性の透水係数への影響