

III-468

大規模地下掘削の施工時安全性の研究

(株)大本組 正 東山 和生
宇都宮大学 正 横山 幸満
宇都宮大学 正 日下部 治

1. 研究の目的

地下空間の利用が増えていくが、その施工時安全製の評価をした研究は極めて少ない。本研究はその地下空間の開発で避けられない立杭の掘削の安全性について基礎的研究を行ったものである。すなわち、深い立杭の掘削の問題点として、①浸透流による主動土圧の増加と受動土圧の減少②釜場排水に伴う土砂排出による間隙比の増大と透水係数の増加があり、特に後者の非定常安定問題が重要になってくるので、この点に重点をおいて研究した。

2. 実験概要

a. 実験装置

実験に用いた装置を、図-1と図-2に示す。
従来考えられている透水試験は、下向き浸透流により透水係数を求めるが、図-1の装置は上向き浸透流を発生させるものである。図-2に示す装置は、土砂排出による、締切矢板回りの挙動、透水係数の変化について実験を行うものである。試料は、稲城砂だけを用いたもの、稲城砂とレキを重量比で、1:1で混ぜたものの2種類である。試料の稲城砂とレキの性質を表-1に示す。

b. 実験方法

図-1の装置では、水頭差を変えることによって動水勾配を変化させ、透水係数がほぼ一定となったところでその試料の透水係数を測定した。その後更に動水勾配を増加させ、試料がボイリングしたところで実験を終了した。実験後その試料を炉乾燥させその重量より間隙比を求めた。透水係数 k と間隙比 e は、次の式より求めた。

$$k = V L / H A t$$

$$e = (G_s V - w) / w$$

図-2の装置では、沸水状態で静に試料を水中落させ、アクリル棒で上から突き固めて地盤を作成した。その後、矢板内の水を一定深さまで排水させ流量と排水土砂量を測定した。この流量より透水係数 k を求めるに当たっては、ラプラス方程式による定常解を用いて、流量から逆算した。

3. 実験結果及び考察

本実験の結果を図-3, 4, 5, 6に示す。

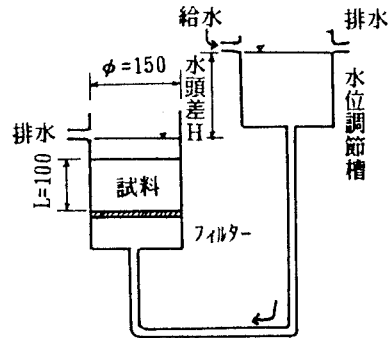


図-1 実験装置

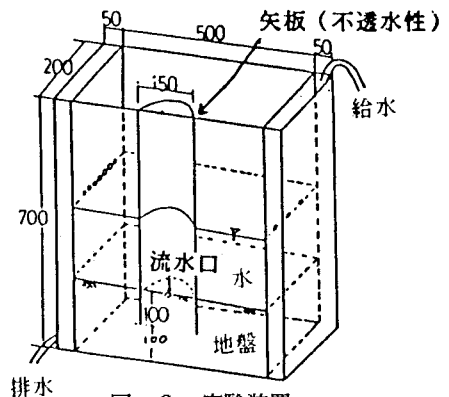


図-2 実験装置

表-1 稲城砂とレキの性質

	稲城砂	レキ(河床用)	稲城砂+レキ 重量比 1 : 1
比重	2.666	2.580	2.622
最大乾燥密度	1.755 gf/cm ³	1.640 gf/cm ³	1.890 gf/cm ³
最小乾燥密度	1.435 gf/cm ³	1.415 gf/cm ³	1.715 gf/cm ³

図-3は、間隙比～透水係数のグラフで、図-1の装置より求めた結果より、最小二乗法により次のような回帰曲線が得られた。

$$k = 0.1166e - 0.0362$$

図-4, 5は、稲城砂地盤と稲城砂とレキの混合地盤におけるボーリング直前の透水係数の変化を表したグラフである。これらの実験は見かけの動水勾配=1（ここで、動水勾配 i = 水頭差 H / 矢板回りの試料の長さ L とする。）でおこなったものである。矢板内の水を規定位置まで排水させたと同時にパイピングが始まり、地盤内の粒子が水とともに排出され、次第に流出量が増して、その状態が続いた後、ボーリングした現象である。

図-5のグラフは、小径の稲城砂が先に排出されて、その後矢板回りの地盤はレキ分の多い状態になり、間隙比が増大しそれと共に透水係数も増加して、ボーリングを起こしたものである。

図-6は、稲城砂地盤において、十分な根入れを行った状態（建設省土木研究所のボーリングに対する検討式¹⁾より求めた根入れ深さ（安全率1.2）7.4cmに対して、10cmとした）での時間と透水係数の関係を示したものである。はじめは矢板内の水を抜いたときには、釣合が保たれおり、パイピングは生じないが、水とともに稲城砂は流出して、実験を始めて約6時間後にパイピングが始まり、13.5時間後には地盤内の粒子が抜け、間隙比が増加し、その後パイピングが起きたことによって矢板の外回りの粒子が沈下し、動水勾配が上がって、ボーリングが起こった。

4. 結論

立杭掘削では、掘削底部の上向き浸透水は地上に汲み上げられるが、排出水の中には地盤内の細留分も含まれているため、ひどく濁った状態である。従って、施工中に排水中の土粒子の変化を測定することが重要である。今回の実験により、地盤内の細留分が排出されて、地盤の間隙比が変わり、カラストロイックに地盤の安定が失われる現象を観察することができた。

参考文献

1)土木研究所試料 掘削土留め設計指針（案）昭和57年3月 建設省土木研究所構造橋梁部基礎研究室

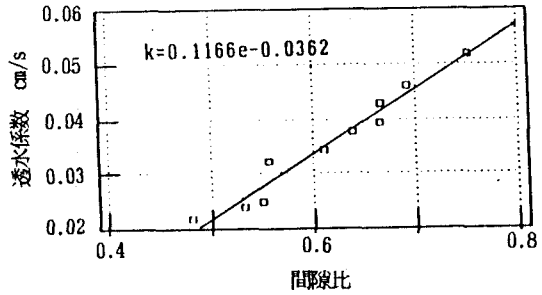


図-3 間隙比と透水係数の関係

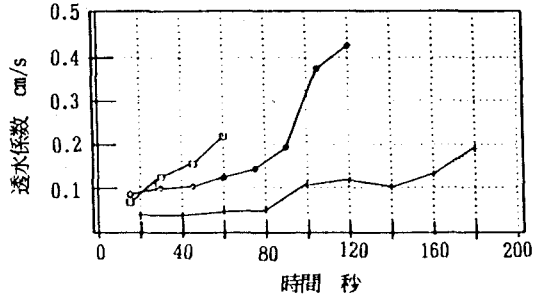


図-4 稲城砂地盤

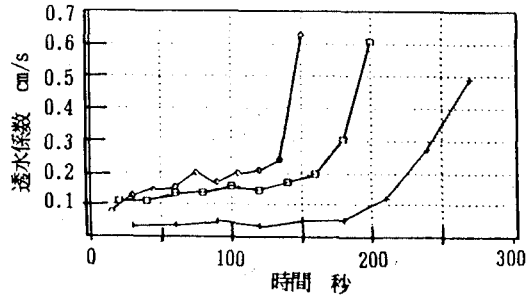


図-5 混合地盤

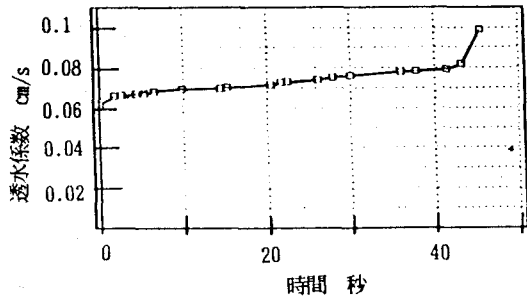


図-6 稲城砂地盤 $i=0.57$