

室内実験によるパイピングの進展状況

岐阜大学工学部 正 員 佐藤 健
岐阜大学工学部 学生員○酒井 友幸
岐阜大学工学部 学生員 山田 保

1. まえがき

浸透破壊には、全体破壊の形態と浸行性破壊の形態とがある。室内実験による浸透破壊の観察・計測はいろいろと行われているけれども、全体破壊を再現した研究が多いように見受ける。本論文では、装置の一部に水の流れを集中させることによって地盤中に弱部を設け、その弱部（水みち）の発生・拡大によって、局所的な浸透破壊の再現を試みた。解析的研究も進めつつあるが、ここでは実験で見られた破壊の形態とその進展状況について報告する。

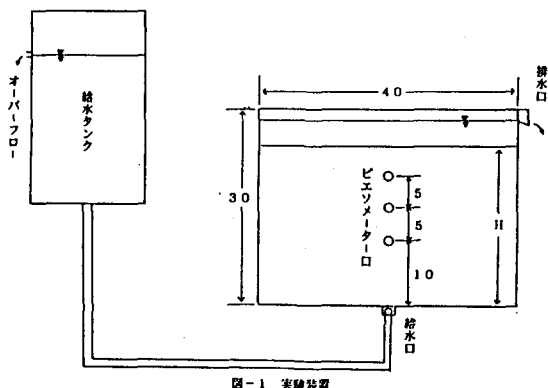


図-1 実験装置

表-1 試料状態

ケース	目標層厚 (cm)	乾燥単位体積重量 (gf/cm^3)	間隙比	試料
A	18	1.50~1.52	0.740~0.763	豊浦標準砂
B	23	1.51~1.53	0.729~0.752	
C	26	1.50~1.55	0.706~0.763	

2. 実験概要

アクリル製箱型土槽（縦30cm，横40cm，奥行き5cm）下部に設けた給水口（幅3mmのスリット）に給水タンクより水を満たし、試料（豊浦砂）を目標層厚（ $\gamma_s=1.5\text{gf}/\text{cm}^3$ ）となるように水中落下させて詰めた。なお試料上部には、地表付近の地盤変状を探るために、鉄棒（長さ15cm）を根入れ2cmで立てた。箱型土槽底部のスリットより給水して、給水タンクを2.5cmづつ段階的に上昇させながら各段階において、側面の各深さに設けたビュツメーターの値と浸透流量を測定した。試料上部の棒の様子及び試料側面の水みちの拡大状況を観測・観察する。なお、水みち発生以後はビデオ撮影により、その拡大状況を逐次観察し、記録した。

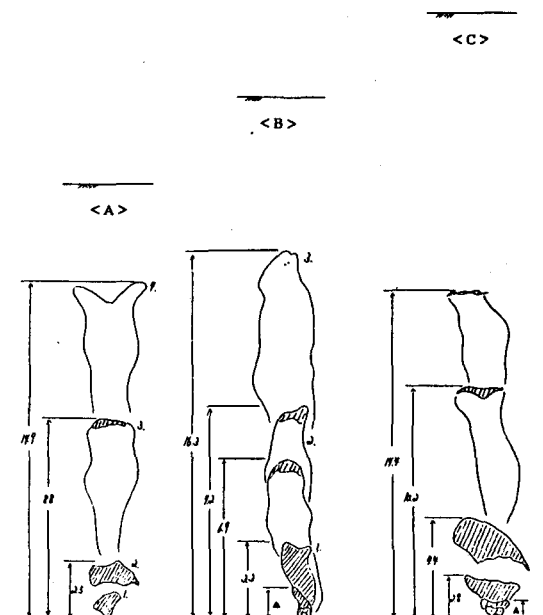


図-2 空気、水みちの進展状況

3. バイピングの進行状況

表-1の各ケースごとに、それぞれ5回づつ実験を実施した。これは、全体的に均質に試料を作成することは困難で、局部的な不均質性（確率的不均質性）は否定できず、そうしたことの影響を調べるためである。得られた結果をまとめると以下のようなものである。

- ①水みちの進行方向は、いずれもほぼ真上に進み、間隙水の流れ方向とほぼ一致している。詳細に調べると、水みちの先端の進行方向、大きさ、形状は、同一の層厚でも微妙に異なっている。
- ②いずれのケースでも最初給水口付近に空洞が発生し、それが拡大・進行して地表面でボーリングが発生する。
- ③ビデオによる観察から水みちの進行速度を詳細に調べたが、各ケースごと、又、同一のケースにおいても10倍以上の違いが見られ、統一的な傾向は見出せなかった。
- ④層厚の違いによる空洞（水みち）の大きさや進行形態は多様で、統一的パターンは認めがたい。

4. 空洞発生からボーリングにいたる各部の変状

- ①空洞発生からボーリングに至るまでの時間は層厚に関係ない。
- ②各ケースとも、空洞発生、ボーリング時の水位差（給水面水位と排水面水位）は同じではない。（空洞発生時の水位差ではボーリングに達しない）
- ③空洞が小さい（図-2中▲印）ときに棒の傾斜、沈下が起き、試料上部の地盤支持力が減少したことを伺わせる。
- ④地表面の膨張は、ボーリング直前に確認される。
- ⑤破壊に伴う各部の変状は、いずれも水頭差の増大に伴い、次のように逐次変化した。

空洞発生
 ↓
 棒の傾斜、沈下
 ↓
 水みちの拡大
 ↓
 棒の転倒
 ↓
 ボーリング

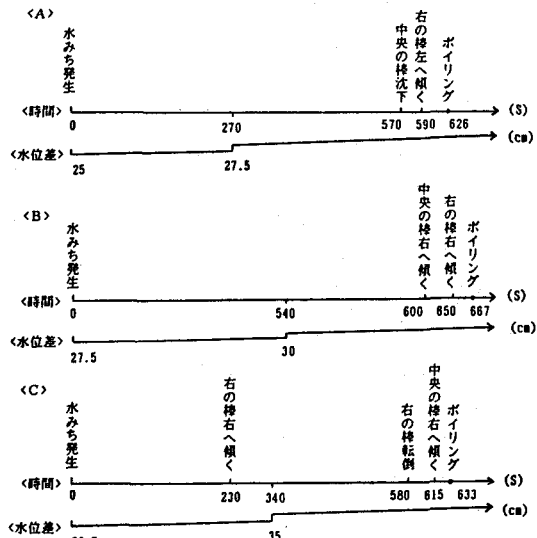


図-3 水位、各部変状の時間的変化

5. 動水勾配

- ①図-4のケースBの結果より、層厚0cmから10cmまでの区間の動水勾配の値を見ると、水みち発生時（番号1）は、図中に限界動水勾配値（0.939）を示したが、それに比べても大きな値を示す。
- ②ピエゾメーター口に水みちが拡大して近づくと動水勾配は増大し、水みち先端が通過すると動水勾配は小さくなり、限界動水勾配付近の値となる。

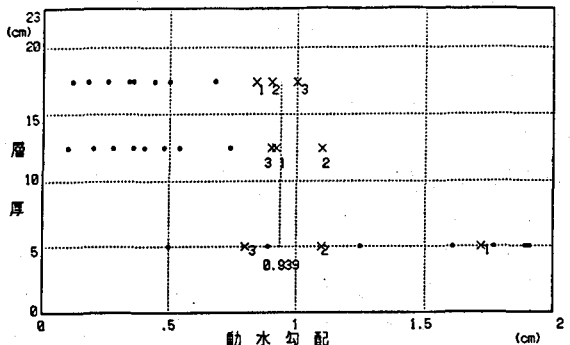


図-4 各区間の動水勾配