

Ⅲ－5

流量制御方式による土の浸透破壊実験

日本大学工学部 正員○梅村 順・正員 森 芳信

1.はじめに 降雨による自然斜面や盛土斜面の安定性を検討する上で、斜面内部に発生する浸透流の影響を考慮されることが多い。しかし、現位置での斜面の調査結果では、浸透流により微細土粒子が土中を移動して、空疎な透水性の良い部分と、微細粒子が目詰まりした透水性の悪い部分が生じ、透水性が不均一になることが崩壊の一因になり得ることが報告されている¹⁾。また、室内での浸透破壊実験でも、平均間隙径よりも小さな微細土粒子の目詰まりが局所的な透水性の減少に影響を与え、Terzaghiの限界動水勾配よりも小さな値で破壊することが示唆されている²⁾。著者らは、このような微細土粒子の目詰まりが浸透破壊に及ぼす影響について、動水勾配と流速の両面からの検討が必要であると考え、流量（流速）を制御する浸透破壊実験装置を作成した。本文ではこの装置の概要とガラスビーズを用いた実験の一例について述べる。

2.実験装置の概要 作成した流量制御方式浸透破壊実験装置の概要図を図-1に示す。実験装置は、本体と流量制御用無脈動ポンプからなる。本体は山内ら³⁾の開発した限界流速実験装置に改良を加えたものである。流量制御用ポンプは、一般のポンプでは排出水が脈動して実験に影響を及ぼすことを考慮し、回転容積型一軸偏心ネジポンプとした。このポンプから排出された水は、電磁流量計を介して供試体下部から送り込まれる。そして、流量の制御、測定および供試体の上下の静水圧の測定は1台のパソコンで行うことができるようになっている。なお、供試体は、直径64mm、高さ64mmの円柱である。

3.試料・実験方法 試料にはまず、作成した試験装置の特性を知る目的も兼ねて、4種類のガラスビーズを対象に行った。用いたガラスビーズの粒径、粒子密度、および、本文で述べる装置の本体を使用して求めた限界流速を、表-1に示す。

実験は、まず、装置本体の性能を確認するために、限界流速実験を行った。次いで、本体を流量制御用ポンプに接続し、脱気水を十分に循環させた後、水中落下法で供試体を作成

表-1 ガラスビーズの粒径・粒子密度・限界流速

粒 径 (mm)	粒子密度 (gf/cm ³)	限界流速 (cm/sec)
1.500~2.500	2.496	2.160
0.991~1.397	2.497	1.170
0.350~0.500	2.474	0.253
0.063~0.088	2.465	0.046

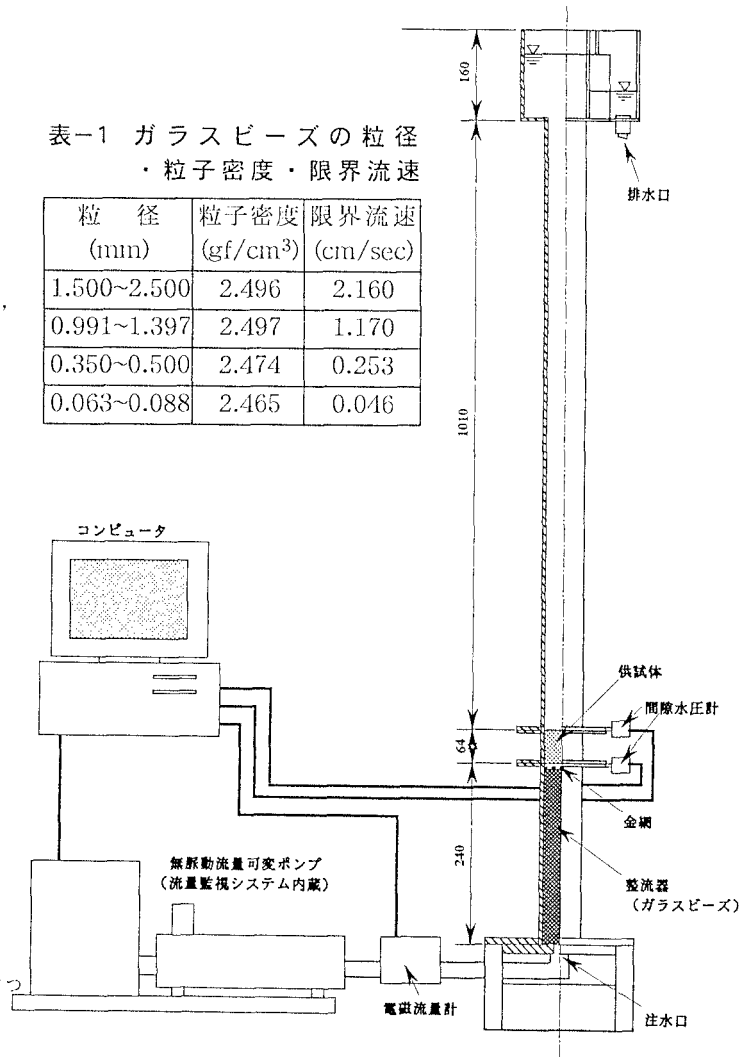


図-1 流量制御方式浸透破壊実験装置概要図

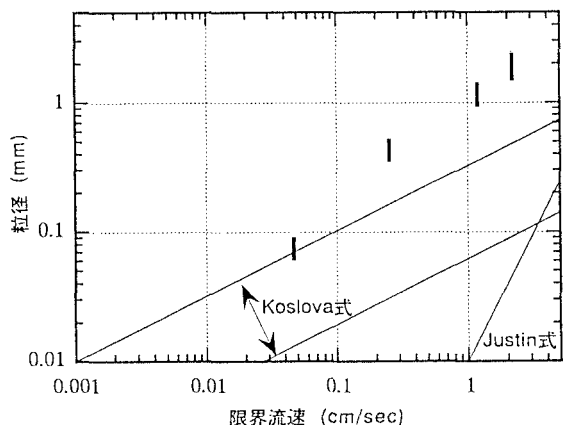


図-2 用いたガラスビーズの
移動限界流速と粒径の関係

した。その後、装置を組み立て、充分小さな流量で24時間以上脱気水を循環させてから実験を開始した。

4.実験結果・考察 図-2は、本体の性能を確認するために行った、限界流速実験の結果を示したものである。この結果の妥当性を検討するために、図-3には既往の限界流速測定実験の結果を示した。両者を比較すると、著者らの求めた限界流速は、粒径が小さくなるに連れ、既往の結果に較べて大きくなる傾向にあった。これは、既往の結果の土に較べ、ガラスビーズが球形に近く、流体抵抗が小さいことが影響したためと考えられるので、本装置は既往のものとはほぼ

同じ性能を持ち、得られる結果は妥当であると判断した。図-4は、流量制御方式浸透破壊実験の結果の一例である。流速増加速度は 0.00081cm/sec/min で行った。パイピングの発生を破壊と認定し、動水勾配について、Terzaghiの限界動水勾配(供試体 $e=0.705$)と比較すると、結果はこれをほぼ首肯できるものであった。一方、流速について、図-2に示した実験結果と比較すると、約60%の流速で破壊した結果となった。この結果について、限界流速が粒子近傍の流速であることを考慮し、浸透流がそれに垂直方向の断面の間隙部分を通ると考え、その部分の平均流速を求め直したのが、図中の v_c' である。この v_c' と比較すると、実験結果はほぼ首肯できる結果となった。そして、従来の動水勾配制御方式の実験装置では、パイピングやアップリフト等の破壊の後、供試体が著しく壊れてデータ測定が不可能であったが、本装置では最初のパイピング発生後も、供試体は大きく壊れることなく、パイピングが収まったり、別の場所に現れたりする様子が観察でき、動水勾配と流速の関係にもその様子を表すことができることを確認した。なお、本研究は、文部省科学研究費補助金(奨励研究(A))の補助を受けた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献 1)例えば、芥川：地盤の劣化とその地域特性を考慮した崩壊危険度の評価に関する研究，文部省科学研究費自然災害特別研究成果，pp.19-22，1985。 2)杉井ら：粒度配合を考慮した浸透破壊の発生機構，第38回土質工学シンポジウム—建設工事と地下水に関する諸問題—発表論文集，pp.17-24，土質工学会，1993。 3)山内ら：しらすの侵食特性，九大工学集報，第56巻5号，pp.619-627，1983。 4)中島ら：X線写真を利用したパイピング現象の観察，第20回土質工学研究発表会講演要旨集，pp.1479-1482，1985。

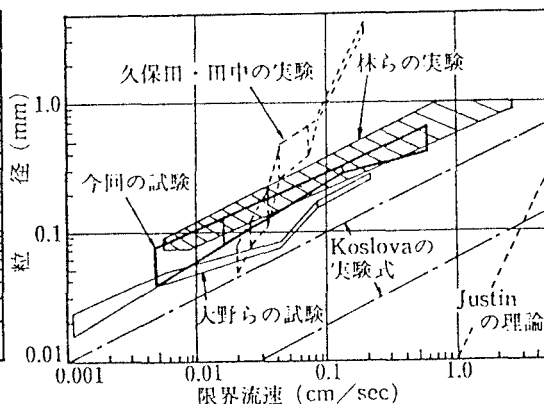


図-3 粒径と限界流速の関係
(中島ら，1985) 4)

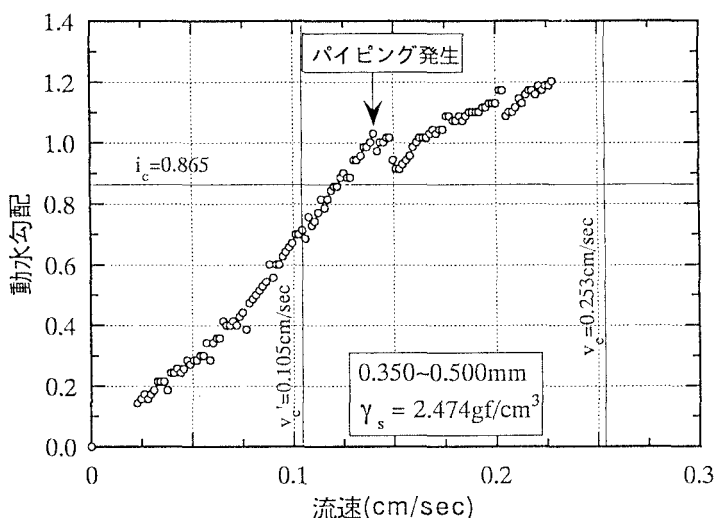


図-4 流量制御方式浸透破壊実験結果の一例