

流量制御型浸透破壊実験装置を用いたまさ土の浸透破壊実験

日本大学工学部 正 会 員 ○梅 村 順

1. はじめに 浸透破壊現象に対する規準である限界動水勾配や限界流速を実験で調べる方法には従来、動水勾配を制御する方法の実験装置が用いられている。しかし一般に、この試験による方法で得た限界動水勾配や限界流速は浸透破壊形態の複雑さに起因して、その評価方法や、現場への適用に多くの問題が残されている¹⁾。そこで著者は昨年度、異なる視点からこれら規準値を調べる実験装置として、流量を制御する方法で行うことのできる実験装置を製作し、報告した²⁾。本文ではこの実験装置を用いて現場の土への適用性を検討するために、その侵食性がしばしば問題となるまさ土を対象に行った実験結果について述べる。

2. 実験装置・用いた試料と実験方法 用いた装置の模式図を図-1に示す。装置は透水円筒と流量制御部からなり、浸透流は供試体に、下部から鉛直一次元上向きで与える方式である。流量の制御は、螺旋状のピストンを回転させて水を送り出す機構で脈動を生じない特徴を持つスクリューポンプを、リングコーン変速機に電気信号を送って制御するものである。また、実験用水には蒸留水を循環して用い、供試体を浸透後の水の濁りは貯水タンクで沈降分離した後に経路の途中で浄化フィルタを取り付けて除去して供給水の清浄を確保できる。さらに、経路の途中で脱気膜を取り付け、供試体には常に脱気水が供給できるものである。

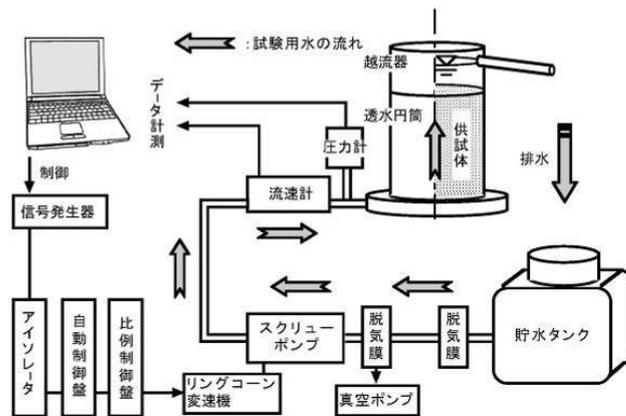


図-1 流量制御型装置模式図

試料に用いたまさ土には、福島県石川郡平田村(空釜)と同石川町(南須釜)で採取した2種類を用いた。これら試料を、ふるいを用いて0.106~2mmの範囲に粒度調整し、60℃で炉乾燥して試料とした。それらの物理的性質を図-2に示す。まず、カラーを取り付けた透水試験用円筒(直径10cm、高さ12.7cm)の底盤に漏斗を立て、漏斗内に試料を入れてからそれを一定速度で引き上げる方法で試料を詰めた。そして、自作の振動機で所定の時間振動させて、表-1に示す締固め条件を目標に締固め、カラーを外して成形し、供試体とした。

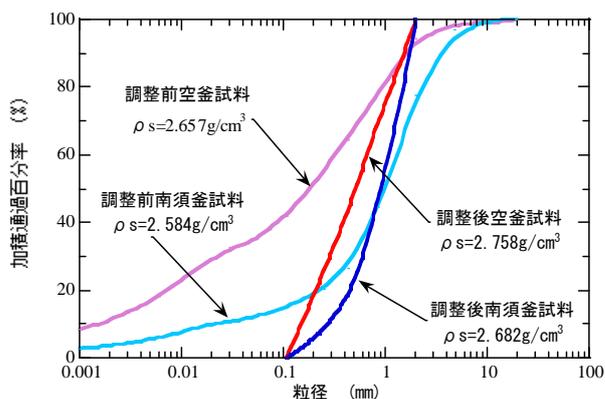


図-2 用いた試料の物理的性質

表-1 供試体の締固め条件

平田村 (空釜)	目標間隙比	0.87	0.69	0.44
	目標乾燥密度 (g/cm ³)	1.48	1.62	1.69
石川町 (南須釜)	目標間隙比	0.72	0.63	0.58
	目標乾燥密度 (g/cm ³)	1.59	1.69	1.72

実験は供試体を装置に取り付け、供試体下部から静かに水浸させた後、天板を取り付けて24時間以上減圧吸水した。その後、天板を外して越流器を取り付け、越流器から越水するまで、供試体下部からゆっくりと給水した。そして、所定の割合で流速を増加させて供試体に浸透水を与え、流速0.5cm/secに達した後、同じ割合で減少させて、その過程での流量と動水勾配を計測した。なお、流速変化割合は、動水勾配割合で表した。すなわち、 $\Delta i = \Delta v / L (\%)$ 、ここに、 Δv : 流速増分 (cm/min²)、 L : 浸透長さ (供試体長さ) である。

3. 結果および考察 実験結果の一例を、図-3および

キーワード：浸透破壊実験・まさ土・限界流速・限界動水勾配

連絡先(〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 TEL024-956-8709 FAX024-956-8858)

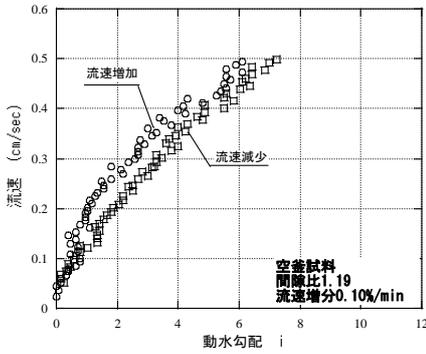


図-3 流速-動水勾配関係の一例
(流量増加と減少の各過程がほぼ一致)

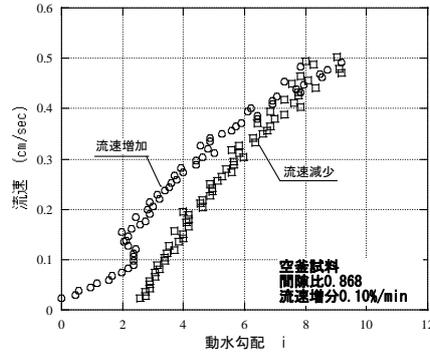


図-4 流速-動水勾配関係の一例
(流量増加と減少の各過程勾配が不一致)

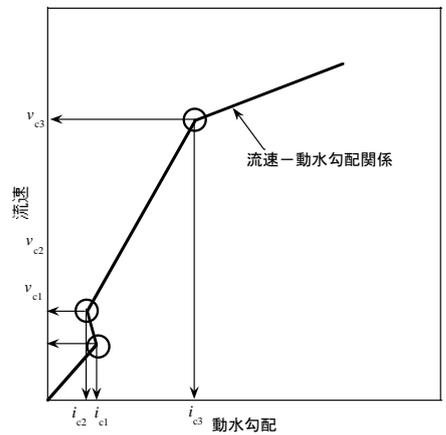


図-5 流速-動水勾配関係模式図と
限界流速・動水勾配検討の
ための破壊点の決め方

4に示した。流速-動水勾配関係は、図-3のような流速増加と減少の各過程がほぼ同一直線上にあるもの、また、図-4のような、同一直線上になく、流速0で動水勾配が残留するもの、の2種類の性状をもつ結果に分類できた。ここでの実験では、供試体の締めと流速変化割合それぞれの条件を変えているが、このような性状の違いはここでの結果では要因を推定できなかった。そこで、流速増加過程のみに着目して検討した。なお、実験では全ての条件を通して供試体が大きな変状はなく、最大流速時に表面の土粒子が踊る程度の変化であった。

限界流速と限界動水勾配を検討するために、図-5のように、流速-動水勾配関係上の3つの変曲点に着目し、それらの流速と動水勾配の値を小さい方からそれぞれ、 i_{c1} 、 i_{c2} 、 i_{c3} 、および、 v_{c1} 、 v_{c2} 、 v_{c3} した。図-6には、空釜試料について、間隙比と変曲点の動水勾配値の関係を、流速変化割合別に示した。間隙比が小さく、また、流速増加勾配が大きいほど、変曲点の動水勾配が大きい傾向にあった。これらに、限界動水勾配規準式としてよく用いられる Terzaghi 式と Sichart 式それぞれの評価を併せて示した。従来行われている動水勾配制御型の実験では、試験結果とこれらの値との適合性が悪い、といわれているが、 i_{c1} と Terzaghi 式、 i_{c3} と Sichart 式それぞれが良く適合する結果となった。特に Terzaghi 式について、動水勾配を制御する実験では i_{c1} のような流速・動水勾配の僅かな変化を捉えることができないが、流量制御実験では計測値が連続的であるのでこの値を捉えることができ、かつ、流速変化勾配が小さいほど Terzaghi 式導入の条件に近づくために、Terzaghi 式とほぼ一致する結果が得られたと解される。一方図-7には、流速と間隙比の関係を、限界流速式の Justin 式と Koslova 式それぞれの評価と併せて示した。流速は間隙比によらずほぼ一定の結果となったが、規準式とは大きく異なる結果となった。この点についてはなお、課題が残された。

参考文献 1)長瀬迪夫: 浸透破壊に関する考え方と破壊発生の条件, 応用地質年報, No. 9, pp. 43-124. (1987) 2)梅村 順: 流量制御式による浸透破壊実験装置の開発, 平成 18 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要. (2008)

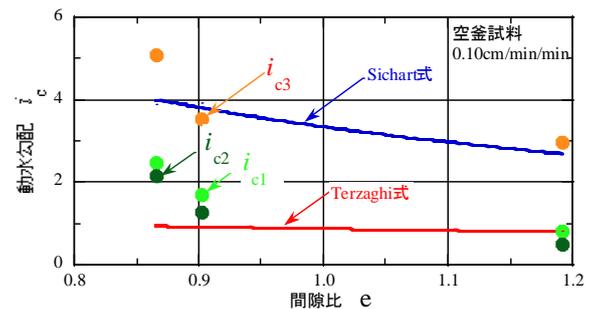
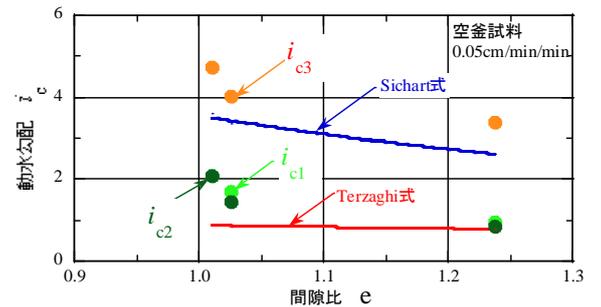
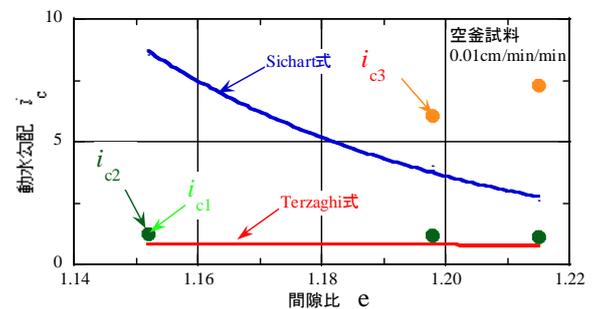


図-6 変曲点の動水勾配と間隙比の関係

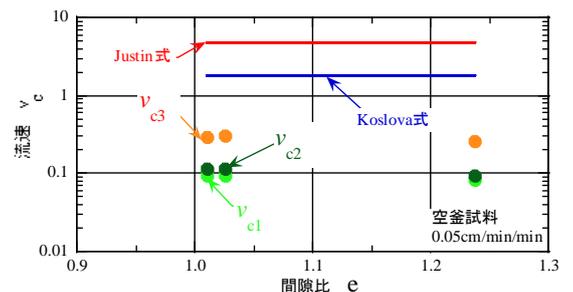


図-7 変曲点の流速と間隙比の関係