

流量制御式による浸透破壊実験装置の開発

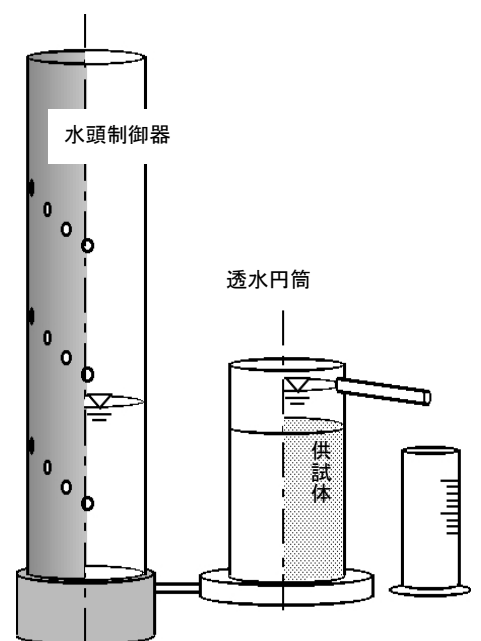
日本大学工学部 正 会 員 ○梅 村 順

1. はじめに 浸透破壊現象の規準の一つである限界動水勾配を調べる方法に、透水試験装置を利用した浸透破壊試験による方法がある。しかし、一般に、この試験による方法で得た限界動水勾配は、現場よりも大きな値を与えることが多く、また、試験方法およびその評価方法に多くの問題が残されている。従来、浸透破壊試験は図－1に示すような装置を用いて、動水勾配を制御する方法で行われているが、この試験方法および評価方法の問題点を解決するためには、異なる観点から行う試験の開発が必要であると考えた。そこで著者は、浸透破壊試験を流量制御で行うための装置を試作した。本文では試作した装置について紹介すると共に、その装置を用いた2, 3の試験結果について述べる。

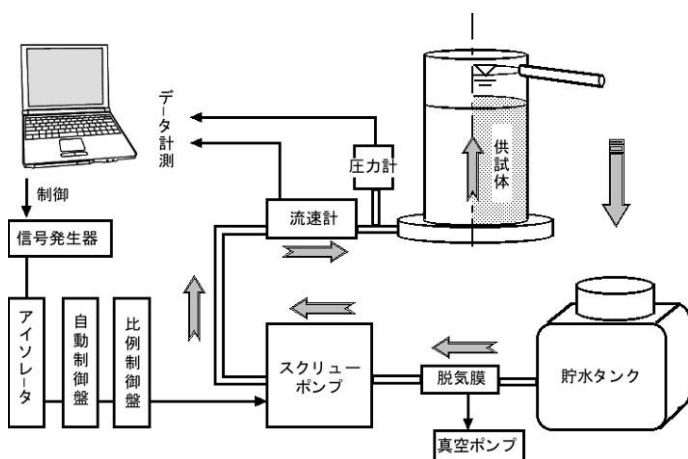
2. 動水勾配制御型試験の問題点と流量制御型試験装置の概要 従来行われている動水勾配制御型浸透破壊試験装置は、図－1に示すような透水円筒と水頭制御器からなり、透水円筒にセットした供試体に、下部から鉛直一次元上向きの浸透流を与えるものである。試験では供試体に作用させる動水勾配を徐々に上げ、それぞれの動水勾配での流量を測定する。そして、流量が急増するときの動水勾配を以て限界動水勾配とする。この試験は装置の構造が単純で、扱いが容易という利点がある一方、①流量が多くなるので充分量の脱気水の用意が困難で水道水を用いざるを得ず、試験中のキャビテーションの影響を否定できない。②段階的に動水勾配を上げるために破壊形態がパイピング、リフトアップ、ボイリング等様々であり、客観的に破壊を認定することが困難である。また、③各動水勾配段階で定常を確認するために、試験が長時間にわたる。等の点が問題点として挙げられる。

上記のような動水勾配制御試験の問題点を鑑み、著者らは、流量制御試験ができる装置を試作した。その装置を写真－1に、模式図を図－2に示す。装置は透水円筒と流量制御部からなり、浸透流は動水勾配

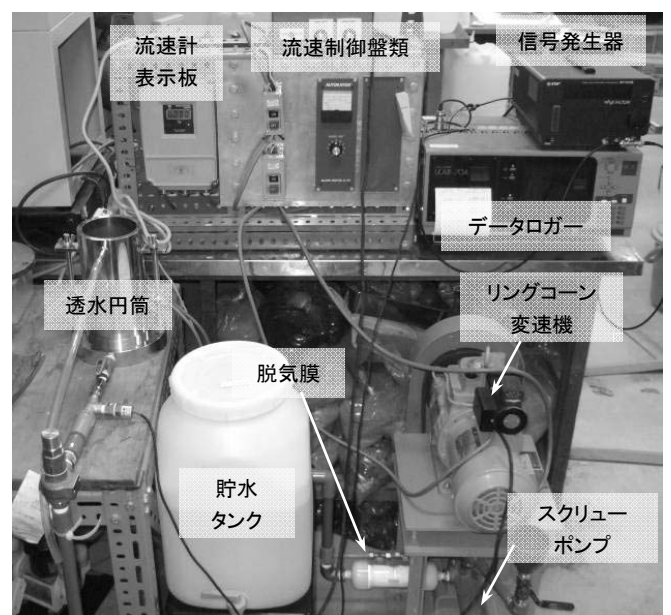
制御同様、透水円筒にセットした供試体に下部から鉛直一次元上向きで与える方式とした。流量の制御は、螺旋状のピストンを回転させて水を送り出す機構をもつス



図－1 動水勾配制御型装置略図



図－2 流量制御型装置略図



写真－1 流量制御型装置

表－１ 試料(ガラスビーズ)の諸量

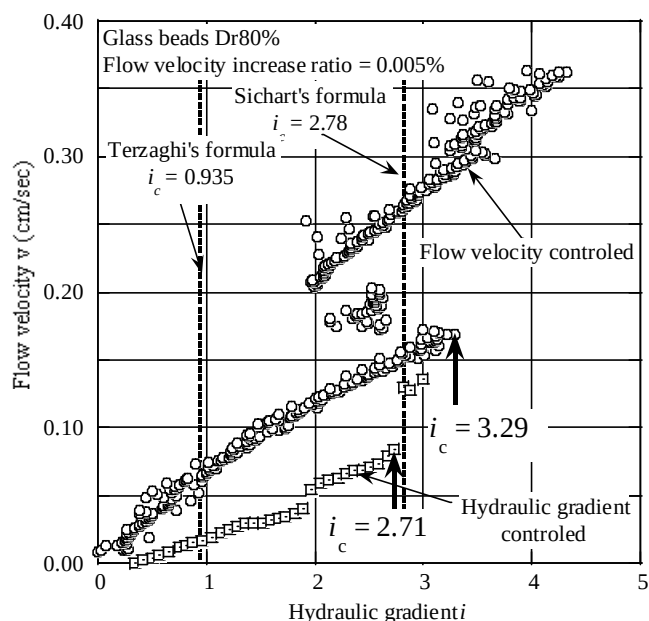
粒径(μm)	平均粒径 (μm)	ρ_s (g/cm^3)	ρ_{dmin} (g/cm^3)	ρ_{dmax} (g/cm^3)
350～850	178.5	2.489	1.447	1.590

クリューポンプをリングコーン変速機で作動させ、その変速機に電気信号を送って行うようにした。このスクリューポンプは、機構上通常のポンプが有する脈動が生じず、定常的に水流を吐出することができるものである。また、経路の途中に脱気膜を取り付け、脱気水をポンプに供給するようにした。

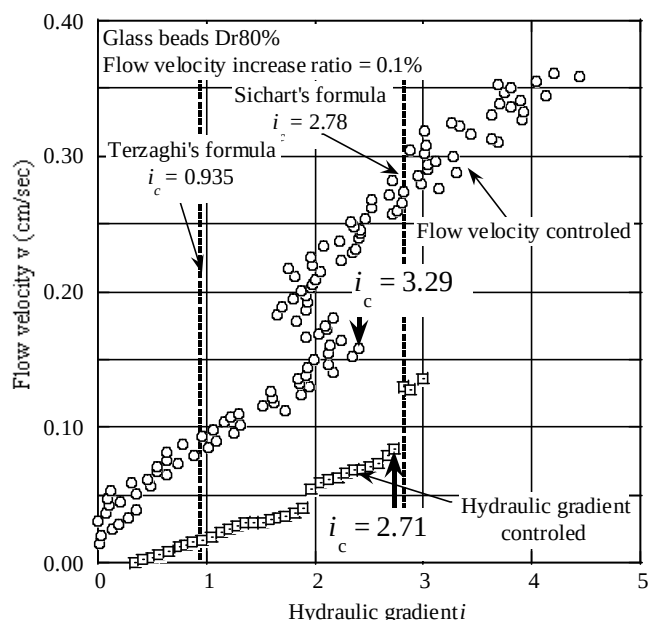
３．試料および試験方法 試作した試験装置の性能を確認するために、従来の動水勾配制御試験での結果との比較を合わせた試験を行った。試験には、表－１に示すガラスビーズ試料を用いた。これらを透水円筒に、振動させながら詰め、所定の相対密度にして供試体とした。動水勾配制御試験は、まず、供試体下部から十分に時間(概ね 24 時間)をかけて水浸させた後、天板を取り付けて 24 時間浸水脱気法で飽和させた。その後、越流器を取り付けて図－１のように装置をセットした。そして、水頭制御器に水道水を供給しながら空けた穴に下から順にゴム栓を填めることで、段階的に水頭を上げて供試体に所定の動水勾配を与えた。各動水勾配では越流器からの水をメスシリンダで計測し、流速を求めた。そして、流量が急増、供試体にパイピング等の異常が認められたら試験を終了した。一方、流量制御試験では、動水勾配制御試験同様に供試体を作成、装置にセットした後、所定の増分で流速を与えた。その過程で流量と動水勾配を計測した。今回、流速増分は、供試体の長さの 0.005%/min および 0.1%/min とした。

４．結果および考察 試験結果を図－３および４に示した。

流速増分 0.005%/min の結果、および 0.1%/min の結果をそれぞれ、限界動水勾配試験の結果と併せて示した。動水勾配の増加に対する流速の増加割合(透水係数)は、流速制御試験の方が大きくなった。また、限界動水勾配は、両試験ともほぼ同じ結果であった。そして、動水勾配制御試験では限界動水勾配に達した後、供試体がボイリングを呈して、それ以上動水勾配を上げることができなかったが、流量制御試験では限界動水勾配を越えた後、一時動水勾配は低下するが再び上昇し、その後も動水勾配と流量の関係を追うことができ、限界動水勾配を挟んで透水係数が変化する現象が把握できた。以上のように、流量制御試験は、従来行われている動水勾配制御試験とほぼ同じ限界動水勾配を得られるのに加え、限界動水勾配を越えた後の状態も追える点で得られる情報が多い。なお、図－３、４中には、参考として、Terzaghi と Sichart の限界動水勾配値を示した。今回の結果は、Sichart の限界動水勾配値とほぼ同じであった。また、限界流速は、Justin が 131.82cm/sec、Koslova が 8.29cm/sec、沈降速度で 1.85cm/sec となり、いずれも試験結果よりも大きな値であった。これら限界動水勾配と限界流速の関係についても今後、この装置を用いて検討することになっている。



図－３ 流速増分 0.005%/min での試験結果



図－４ 流速増分 0.1%/min での試験結果