

## 広範囲な動水勾配条件における礫質土の透水性に関する研究

防衛大学校 学 〇一政 徹 正 宮本慎太郎  
防衛大学校 正 宮田喜壽

### 1. はじめに

東日本大震災以降、防潮堤、海岸堤防、道路盛土などを含めた複合的な津波対策、いわゆる多重防御の概念が提唱されている。これまでに筆者らは、防潮堤や盛土構造物の背後に蛇籠工を設置することによってエネルギー減衰効果が大幅に増加することを明らかにした。さらに数値解析による実験結果の再現を試みている<sup>1)</sup>。しかし、現状では、大きな動水勾配下での礫質土の透水性評価手法が確立されていないことから、蛇籠工内部の流れを再現するのが難しい状況にある(図-1)。本研究では、広範囲の動水勾配条件下で試験が行える透水試験装置を開発するとともに、粒径の異なる礫質土の透水性の評価を試みた。

### 2. 実験装置の概要

開発した透水試験装置を図-2に示す。本装置は、アタッチメントを替えることで定水位試験と変水位試験の両方が行える装置となっている。基本的な試験法は JIS A 1218 に準拠している。供試体寸法は直径 100、高さ 120 mm であり、直径の 1/10 の最大粒径を有する試料までを対象とした。広範囲の動水勾配条件を評価するため、給水側円筒は一般的な装置の 20 倍程度である 1000mm とした。定水位試験では、排水側円筒の高さを調整することで、任意の動水勾配を与える。変水位試験では、供試体下の止水板を引抜くことで試験を開始し、水面に浮かべたフロートの変位を計測することで動水勾配と流速を評価する。今回は、平均粒径  $D_{50} = 2.0, 4.8, 9.6$  mm である 3 種類の礫質土(それぞれ D02, D05, D10 と称する)を用いて試験を行った。

### 3. 実験結果と考察

定水位試験において、通水を始めてから流速が安定するまでの時間を評価した。動水勾配  $i = 0.92$  一定の条件で試験を行い、任意時間に 5 回以上の計測を行った。試験結果を図-3に示す。図-3(a)は D05 の通水時間と流速の関係、図-3(b)は全ケースにおける通水時間と標準偏差の関係を示している。通水を開始してから 30 分を経過すると流速は安定し、ばらつきも 1% 以下になる。これより、通水開始から 30 分以上経過後に計測を行った。動水勾配を変化させて試験を行った結果として、動水勾配と流速の関係を図-4に示す。動水勾配が小さい範囲では、流れは Darcy 則に従い、動水勾配が大きくなると流れが乱流に移行する様子が確認された<sup>2)</sup>。しかし、本図以上の動水勾配条件では、給水に必要な流量が大きくなりすぎるため難しい状況であった。

変水位試験での時間と水位の関係を図-5に示す。フロートの変位を計測することで水位の変化が計測可能であり、粒径の違いによる影響も評価可能であった。本結果より一定時間における平均的な動水勾配と流速を評価した。動水勾配と流速の関係を図-6に示す。本図には、定水位試験結果も合わせて示した。変水位試験結果は、同動水勾配条件において定水位試験結果と同様であった。さらに定水位試験に比べて、比較的容易に大きな動水勾配 ( $i < 10$  程度) 条件での透水性を計測することが可能であった。礫質土内の水の流れは、動水勾配  $i = 1.0$  前後で層流から乱流に移行し、乱流条件では流れに対する抵抗が大きくなる特性がみられた。

### 4. まとめ

- 1) 定水位・変水位両条件で礫質土の透水性を評価可能な透水試験装置を開発した。
- 2) 水位計測用のフロートを用いた新たな変水位試験法を提案し、広範囲な動水勾配条件下での礫質土の透水性が評価可能であることを示した。
- 3) 礫質土内の流れは、動水勾配  $i = 1.0$  前後で層流から乱流に移行し、乱流条件では流れに対する抵抗が大きくなる特性を示した。

/キーワード 礫質土, 透水性, 定水位透水試験, 変水位透水試験

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL. 046-841-3810 E-mail : miyamoto@nda.ac.jp

参考文献

- 1) 宮本慎太郎, 多田毅, 宮田 喜壽: 蛇籠工の越流エネルギー減衰効果に関する流体-多孔質体弱連成解析, 第 53 回地盤工学研究発表会, 講演概要集(CD-ROM), E-07, 2163-2164, 2018.
- 2) 木暮敬二: 土の透水性とその改良に関する研究, 博士論文, 京都大学, 1970.

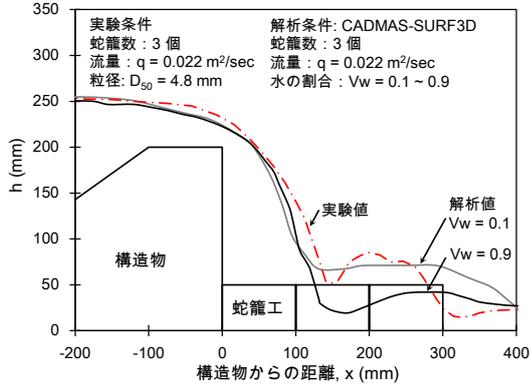
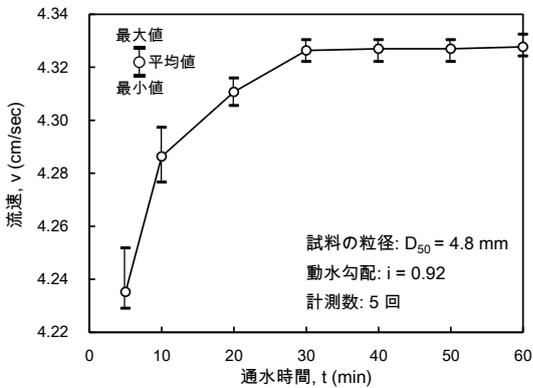
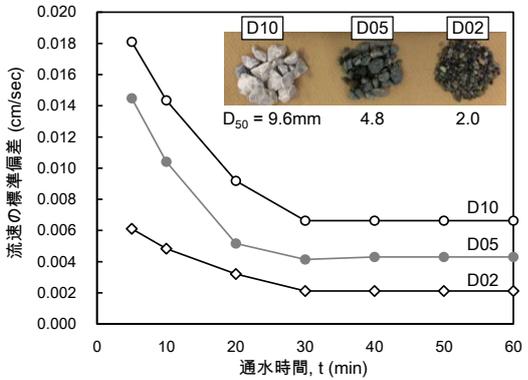


図-1 越流対策工の再現解析の例<sup>1)</sup>



(a) 流速



(b) 標準偏差

図-3 通水時間が試験結果に及ぼす影響 (定水位試験)

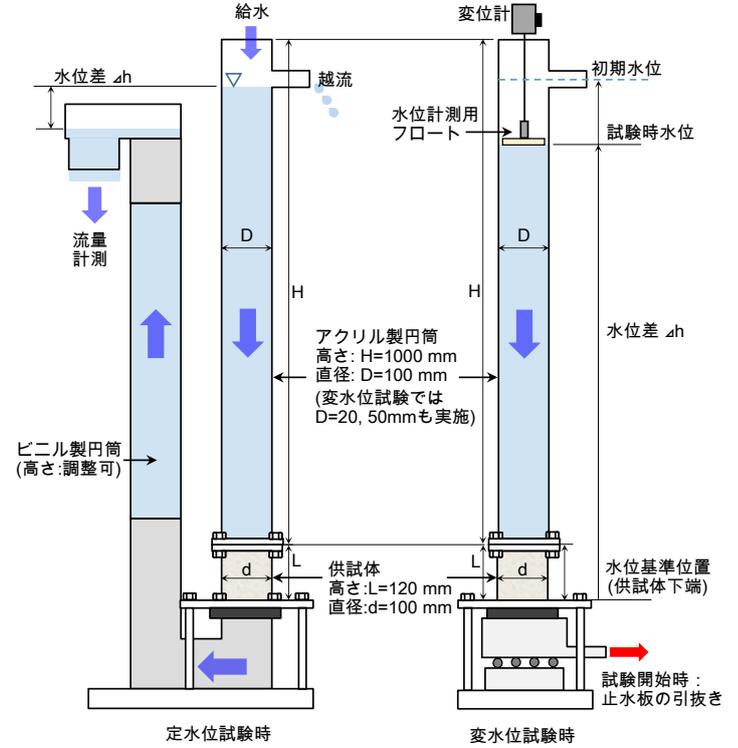


図-2 透水試験装置

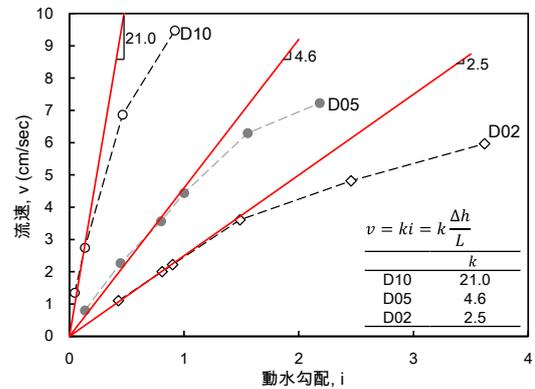


図-4 動水勾配と流速の関係 (定水位試験, 動水勾配<4)

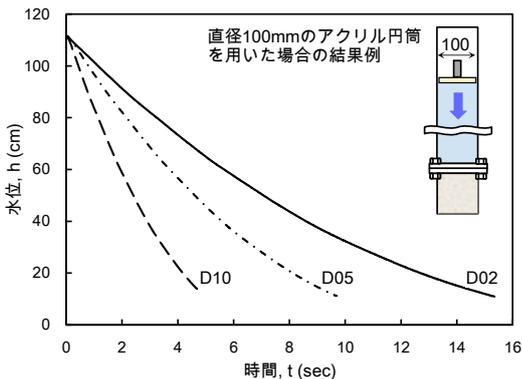


図-5 時間と水位の関係 (変水位試験)

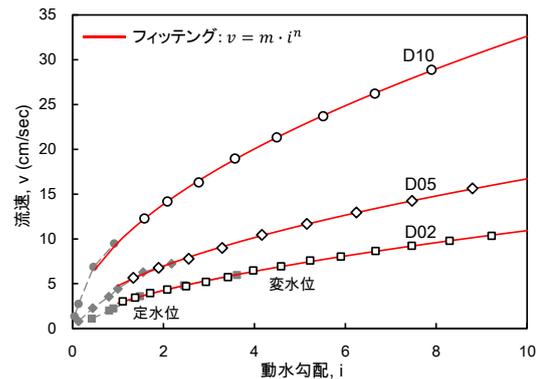


図-6 動水勾配と流速の関係 (変・定水位試験, 動水勾配<10)