

不織布の上載圧下における垂直・面内方向透水係数の評価（その1）

—厚さ制御型の垂直／面内方向透水試験装置の開発—

信州大学工学部 正会員 河村 隆, 正会員 梅崎健夫
 信州大学工学部 学生会員○伊藤翔大, 清水風佐
 信州大学大学院 学生会員 井上 駿

1. はじめに 盛土の水平排水材に用いられる不織布は、上載圧によって大きな圧縮変形が生じるため、圧縮された状態での透水性の評価が必要である。しかし、不織布は低い圧縮応力においても圧縮クリープが生じるため、圧縮応力を負荷する透水試験では、試験中に供試体の厚さが徐々に減少する問題がある。

本研究では、透水試験中の厚さを制御することにより上載圧で圧縮された状態を保持できる垂直／面内方向透水試験装置を開発した。本文では、研究の端緒として、スポンジを用いた試験を実施し、装置の有効性を検証した。

2. 厚さ制御型の透水試験装置

(1) 垂直方向透水試験装置 図-1(a)に装置の概略を示す。有孔板で供試体を挟んで圧縮することにより、上載圧が作用する状態を模擬した。このとき、装置の所定の厚さのスペーサー（厚さ1.0～9.3mm）を設置することにより、透水試験における供試体の厚さ h （=透水距離 L ）を保持した。有孔板の孔への供試体の食い込みと有孔板と供試体の接触部における透水が阻害されるのを低減するために、供試体の上下にはステンレスメッシュを設置した。供試体の周面からの漏水を防止するため、シリコンシーラントで止水を行った。定水位透水試験を実施し、透水係数 k_v を求めた。

(2) 面内方向透水試験装置 図-1(b)に装置の概略を示す。供試体をアクリル板で挟んで圧縮し、垂直方向透水試験装置と同様に、スペーサー（厚さ1.0～9.3mm）を用いて、供試体の厚さ h を保持した。供試体の側面を沿う透水と試験装置外への漏水を防止するために、シリコンシーラントを用いた。上流側を外部の水槽に接続し、水槽の質量変化から透水量を算定した。水槽の断面積を大きくすることにより、微小時間では定水位状態が保たれていると仮定して透水係数 k_h を求めた。

(3) ガラスビーズに対する予備試験 図-2に、予備試験として、2種類のガラスビーズ（粒径0.4mm, 1.0mm）に対して実施した試験結果を示す。透水係数 k_{JIS} は、JIS A 1208:2020（土の透水試験方法）に準拠して、直径100mm, 高さ100mmの透水容器にガラスビーズを充填して求めた結果である。透水係数 k_v , k_h は、垂直／面内方向透水試験装置において、供試体厚さ $h=30$ mmとして求めた結果である。 k_{JIS} と k_v , k_h の

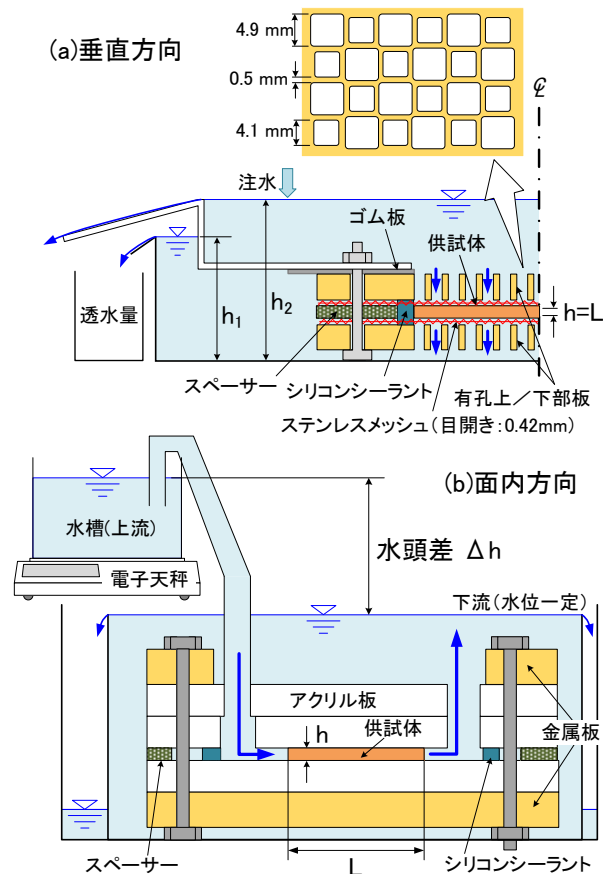


図-1 垂直／面内方向透水試験装置

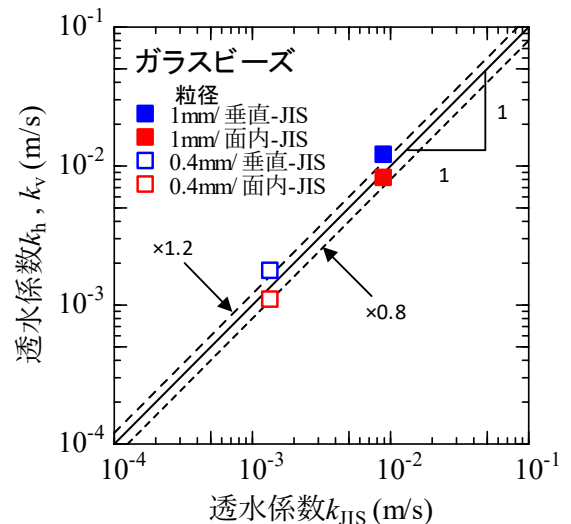


図-2 JIS法により求めた透水係数と垂直／面内方向透水係数の関係（ガラスビーズ）

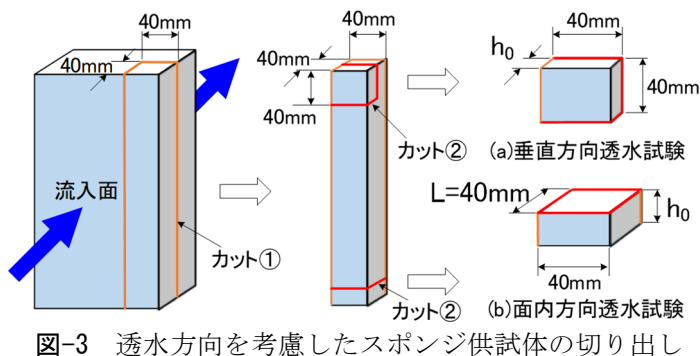


図-3 透水方向を考慮したスポンジ供試体の切り出し

差は、0.8～1.2 倍未満であり、開発した透水試験装置は、JIS 法と同等の値を得ることができる。

3. スポンジ供試体の準備 透水性が高く、厚さの小さい材料に対する適用性を検証するために、所定のサイズに切り出した PVA スポンジ（超吸水スポンジブロック）を用いた。垂直／面内の 2 つの透水試験において、同じ透水方向の試験を行うために、図-3 に示すようにスポンジ供試体を切り出した。厚さ h_0 に切り出したスポンジ供試体を透水試験装置に設置して、厚さ h のスペーサーを介して圧縮し、厚さ h の供試体とした。

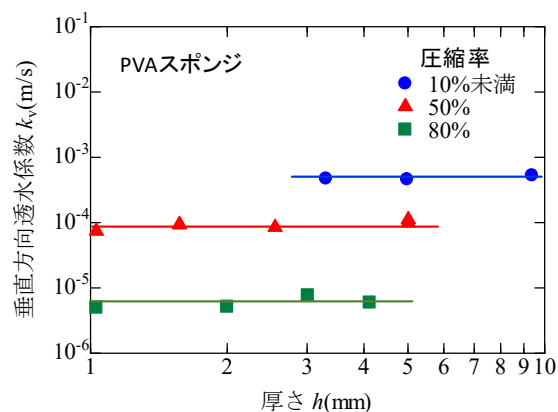
4. 試験結果および考察 図-4(a), (b)に、垂直／面内方向透水試験における供試体の厚さ h と透水係数 k_v および k_h 関係を示す。圧縮率を変えた場合の試験結果をまとめたものである。 k_v , k_h とともに、供試体の厚さ h に関わらずほぼ同じ値が得られている。供試体の厚さ $h = 1 \sim 8$ mm 程度の範囲において、厚さの影響を受けずに、透水係数 k_v , k_h を求めることができる。

図-5 に透水係数 k_v と k_h を直接比較して示す。図-4(a), (b) に示した供試体の厚さ h が近い条件から得られた透水係数を直接比較して示した。図中には、図-2 に示したガラスビーズの結果も示している。すべての条件において、 k_v と k_h の差は 0.5～2 倍程度の範囲で収まっている。透水方向を揃えて切り出したスポンジに対して、 $10^{-6} \sim 10^{-2}$ m/s 程度の範囲においてほぼ同じ値が得られている。

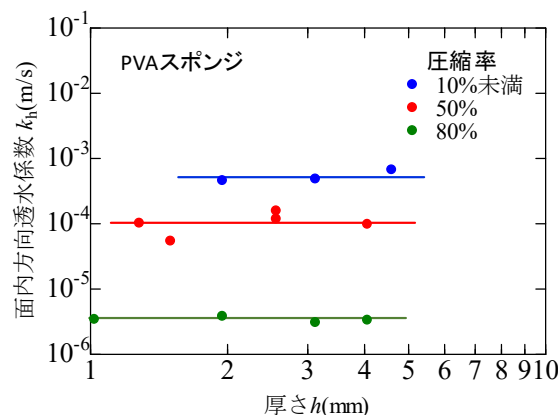
5. まとめ 新しく開発した厚さ制御型の垂直／面内方向透水試験装置の適用性について検討した。得られた知見は以下のとおりである。①ガラスビーズに対して求めた透水係数 k_v , k_h と JIS 法によって求めた透水係数 k_{JIS} の差は 0.8～1.2 倍程度以内であり、ほぼ同じ結果が得られる。②厚さ 1～8 mm 程度の範囲において、厚さの影響を受けることなく、透水係数 k_v , k_h を求めることができる。③透水方向を考慮して切り出したスポンジに対する k_v , k_h の差は 0.5～2 倍程度以内であり、ほぼ同じ値が得られる。④新しく作製した装置は、上載圧によって薄く圧縮された不織布の垂直／面内方向透水係数を求めることが可能であると判断される。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 21K04250（代表者：信州大学 河村 隆）の助成を受けた。透水試験の一部は、信州大学工学部水環境・土木工学科（当時）津田真佑氏、橋本大地氏の卒業研究の一環として行われた。ここに付記して謝意を表します。

【参考文献】1)河村 隆, 梅崎健夫, 井上 駿: 統計的手法を用いた不均一性を有する不織布の圧縮特性の評価(その 3), 令和4年度土木学会中部支部研究発表会, 2023. (印刷中)



(a)垂直方向透水試験



(b)面内方向透水試験

図-4 供試体の厚さと透水係数の関係

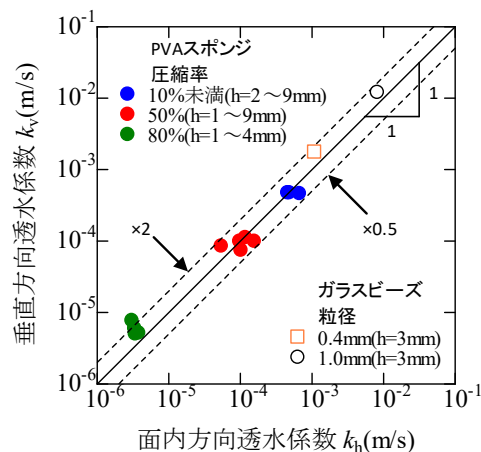


図-5 垂直方向と面内方向の透水係数の関係

①ガラスビーズに対して求めた透水係数 k_v , k_h と JIS 法によって求めた透水係数 k_{JIS} の差は 0.8～1.2 倍程度以内であり、ほぼ同じ結果が得られる。②厚さ 1～8 mm 程度の範囲において、厚さの影響を受けることなく、透水係数 k_v , k_h を求めることができる。③透水方向を考慮して切り出したスポンジに対する k_v , k_h の差は 0.5～2 倍程度以内であり、ほぼ同じ値が得られる。④新しく作製した装置は、上載圧によって薄く圧縮された不織布の垂直／面内方向透水係数を求めることが可能であると判断される。