

浸透特性に及ぼすスケールと降雨履歴の影響

鳥取大学大学院(学) 粕谷 広史
鳥取大学工学部(正) 榎 明潔

1.はじめに 降雨時の斜面表層崩壊は雨水の浸透に伴う間隙水圧の上昇が主原因であると考えられる。崩壊土塊の幾何形状のスケールは長さ 10m、幅 15m、厚さ 0.5m 程度であり¹⁾、このようなスケールでの透水実験を行うことは難しいため、現場透水実験は斜面のほんの一部で数箇所行っている。しかし、同じ斜面でも場所によって透水係数に大きなばらつきがあり²⁾、斜面の浸透特性を正確に知ることができない。このため、スケールが浸透特性にどのような影響を及ぼすのか検討する。また、降雨履歴の影響についても検討する。

2.不飽和浸透特性に関する実験

実際の斜面と同じような状況下で試料の不飽和浸透特性を求めため、フラックス法を用いた。フラックス法は不飽和定常浸透過程であり、降雨による鉛直浸透過程は不飽和非定常浸透過程という違いがある。実験装置を図 1 に示す。フラックス法は、ロードセルにより実験装置全体の重量を計測しながら試料内に定常流が発生するまで一定流量 R を加える。定常流が発生した後、試料の増加重量、間隙水圧 を計測する。これらより、不飽和浸透特性である体積含水率-透水係数 (k) 関係、水分特性曲線 (θ) を求める。内径 70mm、厚さ 10mm、長さ 20cm の塩化ビニル製パイプに試料を詰め、下端から 10cm の位置にテンシオメーターを取り付けた。用いた試料は、5mm ふりい通過のまさ土で間隙比 e は 0.81 ~ 0.84、初期含水比は 10%とした。実験方法：長さ 20cm の塩化ビニルパイプに上記の条件で土を詰めた供試体を何体か作成する。すべての供試体についてフラックス法を行い、個々の供試体の持つ浸透特性を知ることができる。次に、先にフラックス法を行ったすべての供試体を並列に並べた場合(面積のスケール)と、直列につないだ場合(長さのスケール)についてフラックス法を行い、スケールが浸透特性にどのような影響を及ぼすかを見た。実験結果を図 2 に示す。間隙を円筒のパイプと仮定し、いろいろな径の多数のパイプが供試体に存在し、(図 3) 水はサクシオンにより細かいパイプから満たされていき、体積含水率の増加と共に透水係数も大きくなることになる。パイプモデルでこの実験を考えた場合、供試体を直列につなげたとき図 3 のようにパイプがつながることが考えられる。

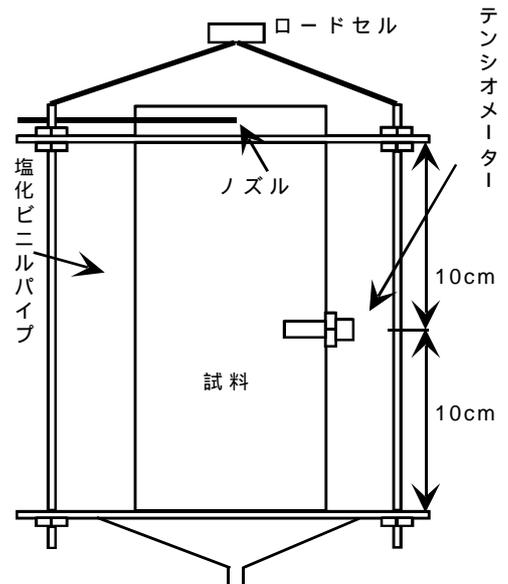


図1 フラックス法

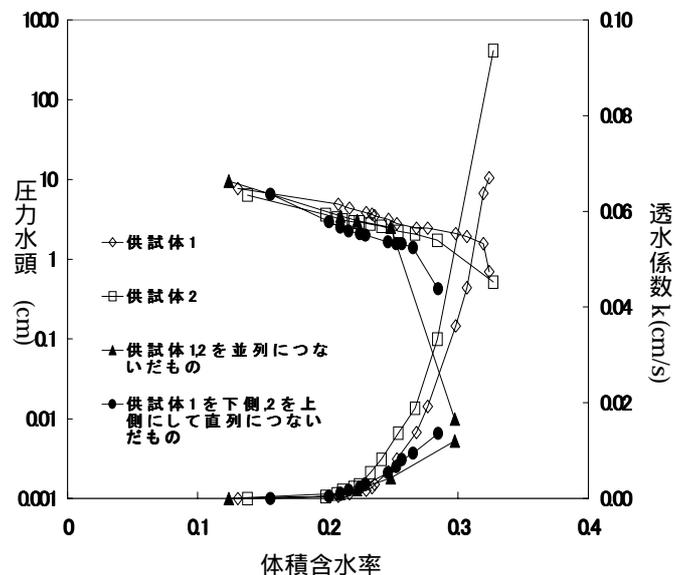


図2 2つの供試体を並列、直列につないだときの浸透特性

キーワード スケール、降雨履歴、浸透特性、パイプモデル

〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学工学部土木工学科、Tel0857-31-5289 Fax0857-28-7899

この場合、パイプの透水性は細いパイプに支配される。直列に供試体をつなげたとき、図3のパターンが多数存在すると供試体を長くすると透水性が悪くなることになる。供試体を並列にした場合には、パイプは独立して存在しパイプ同士が繋がることがないので平均的な透水性となる。しかし、上述したように直列につなげたときの透水性は少なくとも供試体2より小さくなると思われる。実験結果をからも小さくなっていることがわかるが、実験では供試体1から飽和した。また、並列につなげた場合の実験結果を見てもらうと、供試体1、2の平均的な値になると考えられる飽和透水係数 k_s は、 k_s の小さい供試体1よりもさらに小さい値となっている。このことから、供試体を直列につないだとき図4のような太いパイプが細いパイプにつながると言う状況が起こっていると言うことはできない。この

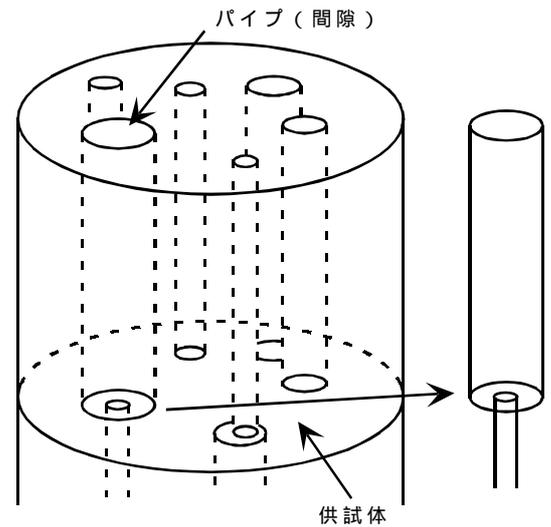


図3 パイプモデル

のような結果になるのは、まさ土の土の特性によるものと考えられる。風化花崗岩であるまさ土は細粒分が多く、降雨強度が大きくなるとその細粒分が流出し始める。特に、飽和時において時間と共に飽和透水係数が小さくなることからわかるように、細粒分が多量に流出することによって大きな間隙を充填し、供試体の底面に細粒分がたまっていくことがわかる。³⁾このことから、実験結果図2をみると、白抜きの $-k$ 曲線は自然斜面と比べると密度が均一な盛土斜面などの人工斜面で斜面に降る最初の降雨で考えられる浸透特性である。また、黒塗りの $-k$ 曲線は長年の降雨により人工斜面の細粒分が流出した場合に斜面内に細粒分がたまったときの浸透特性と考えられ、これらから斜面の安全性について二つのことが考えられる。ひとつは、流出した細粒分が

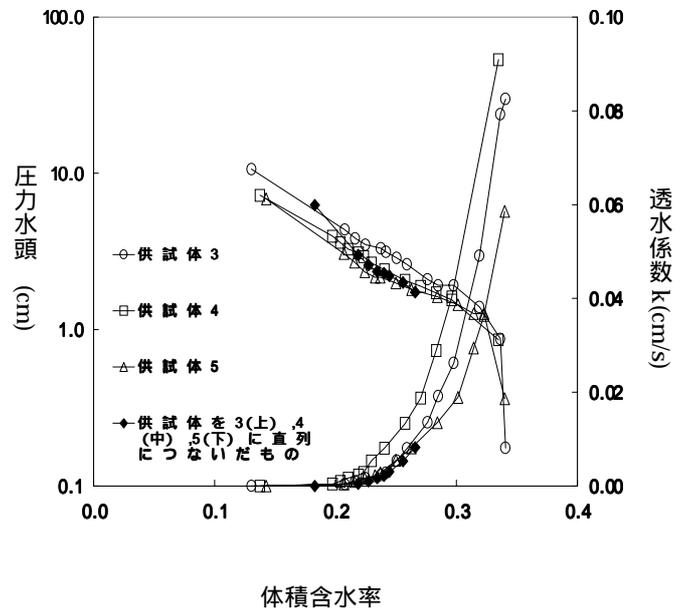


図4 三つの供試体を直列につないだときの浸透特性

斜面内のある場所に蓄えられた場合、斜面内に透水性の悪い層が形成される。梅雨期や台風期に長雨や豪雨があると、先に形成された透水性の悪い層から地下水面上昇し、間隙水圧の増加により斜面崩壊の危険性が増すことになる。図4の実験結果では、中央につないだ供試体4から飽和した。このことは、飽和透水係数の一番大きい供試体4が供試体底面に細粒分を多く蓄えたためだと考えられ、先に述べたことが起こりうることを示している。二つ目は、流出した細粒分が斜面外に排出される場合には斜面の間隙率は時間と共に増大し、それに伴って透水性も大きくなり斜面の傾斜角が小さい場合には斜面崩壊に対して安全側になる。

3.おわりに 本研究においてスケールが浸透特性にどのような影響を及ぼすのか明確な結論はでなかった。しかし、まさ土において、降雨による細粒分の流出によって斜面内に透水性の悪い層を形成した場合、間隙水圧の上昇による斜面崩壊の危険性が増すことが考えられる。

参考文献

1) 榎 明潔 他：降雨による斜面表層崩壊の理論モデル、第32回地盤工学研究発表会講演集、1996 2) 吉川 太洋：平成11年広島豪雨による斜面崩壊に関する現地調査、鳥取大学卒業論文、2000 3) 土質工学会：風化花崗岩とまさ土の工学的性質とその応用、1979