

植生の根系が豪雨時における河川堤防の浸透挙動に及ぼす影響

名古屋工業大学 学生会員 ○大桑 有美 正会員 前田 健一
 名古屋工業大学 学生会員 一瀬 守 学生会員 澤村 直毅

1. はじめに

気候変動に伴う豪雨の強度増加や長期化によって、堤防決壊に至る危険性は高まっている。また、堤体へ及ぼす植生の影響は未解明な部分が多く、現行の河川堤防における設計指針¹⁾では、植生の影響が考慮されていない。そこで本研究では、植物根のみに着目し、根の有無や間隔、降雨強度を変えて模型実験²⁾を実施し、植物根が地盤への降雨浸透に与える影響について検討した。

2. 実験概要

図-1に実験模型概略図を示す。寸法は高さ450mm、幅300mm、奥行き300mmであり、実堤防の一部を取り出した一要素と想定している。ただし、地盤内の空気の移動経路を見るため、底面および断面は不透気非排水としている。試料には豊浦砂を使用し、空中落下法で堆積させて相対密度を40%とした。豊浦砂の透水係数は $k=1.23 \times 10^{-4}$ m/sであり、粒度分布は図-2に示す。本実験では、地盤表面から50mm (No.1)、150mm (No.2)、250mm (No.3)、350mm (No.4)の位置に土壌水分計を設置し、模型中央の体積含水比を計測した。また、散水装置には安定して均一な降雨強度を保つために、均等分布ノズルを用いた。実験ケース一覧を表-1に示す。実験は全6ケース実施し、観察断面が完全に浸透した時点を実験終了とした。また、植物根をモデル化したケースでは、長さ150mm、直径3mmの竹串を貫入させている。

3. 実験結果および考察

3.1. 降雨強度による浸透挙動の違い

各ケースにおける体積含水比の経時変化を図-3に示す。各ケースのNo.4に水が浸透した時間に着目すると、降雨強度が強いと浸透する速度が速くなっていることがわかる。また、降雨強度の条件のみ異なるCase1とCase4、Case2とCase5、Case3とCase6をそれぞれ比較すると体積含水比の増加量が一時的に低

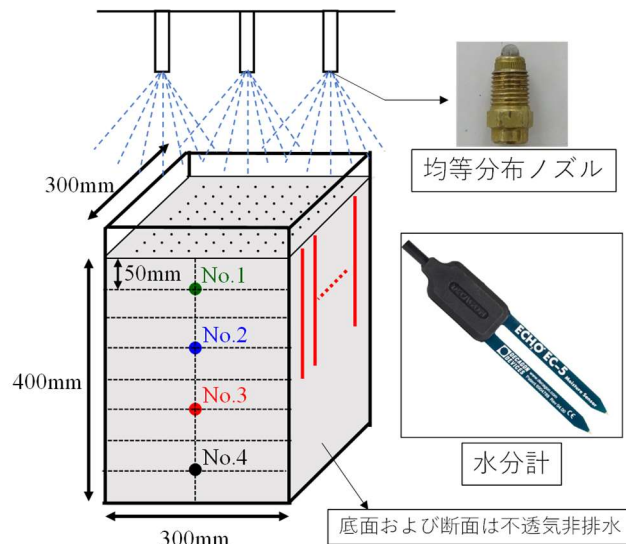


図-1 模型実験概略図及び水分計の設置位置

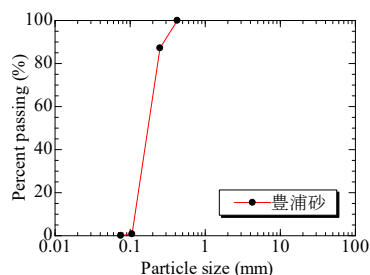


図-2 実験に用いた試料の粒度分布

表-1 実験ケース

実験Case	竹串の有無	長さ(mm)	本数	降雨強度(mm/h)
Case1	×			90
Case2	○	150	81	90
Case3	○	150	25	90
Case4	×			30
Case5	○	150	81	30
Case6	○	150	25	30

下する時刻と位置に違いが生まれている。体積含水比の増加量が一時的に低下する理由としては水の浸透により間隙空気が圧縮されることで、圧縮された間隙空気がそれ以上の水の浸透を阻害しているためであると考えられる。このことから間隙空気の移動経路および圧縮される位置が降雨強度の強さによ

て変化していることがわかる。

3.2. 竹串による体積含水比の経時変化の違い

Case1 と Case2 の実験模型断面で確認された堤体浸透の経時変化を図-4 に示す。図-4 より、Case1 では一次元的に浸透するのに対し、Case2 では竹串により集水されており、異なる浸透挙動をしていることが確認できる。また、図-3 より Case1, Case4 は、No.1 の体積含水比が 25%前後で停止している。これは水が浸透するにつれて、堤体内に存在した間隙空気は水と入れ替わることで上層から排気されようとするが、水の浸透により間隙空気が圧縮されることで排気されにくくなり、No.1 付近で圧縮されたと考えられる。Case4 では、降雨強度が 30mm/h であるため、No.3 のグラフから水と間隙空気の入れ替わりが円滑に行われていることがわかる。

次に Case2, Case5 は、No.2 の体積含水比が 25%前後で停止している。これは、水が竹串の側面に集中し、水みちを形成する。間隙空気も上層に向かって排気されようと上層から 150mm の竹串先端がある No.2 付近に集中するが、竹串の側面には水みちがあるため、間隙空気は竹串の間から排気される必要がある。しかし、竹串が 81 本の Case2, Case5 では竹串の間隔が密であるため間隙空気が排出される隙間が少ないことから No.2 付近に圧縮されたと考えられる。

一方 Case3, Case6 では、どの点においても体積含水比が 30%を超えることが確認できた。Case3, Case6 も Case2, Case5 と同様に水と空気は竹串の側面に集中するが、竹串が 25 本であることから Case2, Case5 に比べて疎であるため空気が排出されるための隙間が充分にあることで間隙空気が圧縮されることなく排気されたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、竹串を植物根に見立て、堤体への水の浸透及び間隙空気の挙動について模型実験を実施し検討した。その結果、竹串の側面に集水され、水みちを形成する一方、間隙空気は竹串の有無により圧縮される位置が異なる。また、竹串の本数の違いにより間隙空気の抜けやすさが変化することから、間隙空気を排出する最適な竹串の本数があることが示唆される。今後は模型底面や土の種類を変化させ、より実

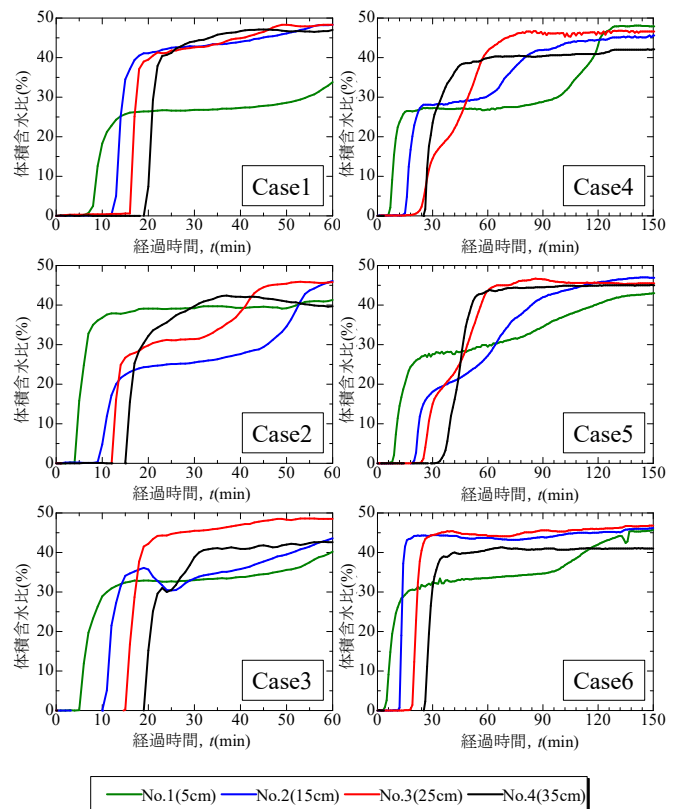


図-3 体積含水比の経時変化

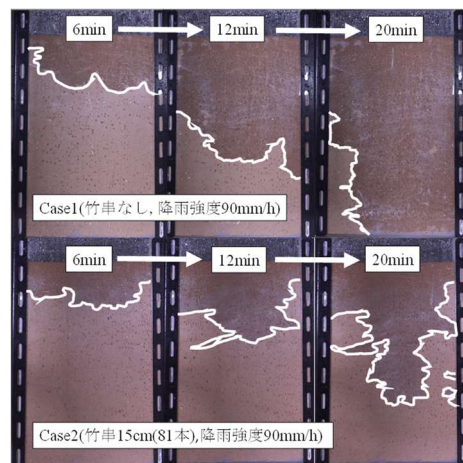


図-4 竹串の有無による浸透挙動の違い

堤防に近い条件での実験を行い、ケース数を増加させ更なる検討を行う。

5. 参考文献

- 1) 国土交通省河川局治水課，河川堤防設計指針，2007.
- 2) 前田健一，柴田賢，馬場干児，小林剛，榎尾孝之，尾畑功：模擬堤防土槽実験によるエアブローの確認と数値解析，河川技術論文集，Vol.18，pp.305-310，2012.