

河川堤防の浸透対策のための透気防水シートの越流時における防水性

岐阜大学工学部 正会員 神谷浩二
 岐阜大学大学院 学生会員 ○梶浦聡太
 太陽工業(株) 正会員 山本浩二 川岸 靖
 岐阜大学工学部 正会員 小島悠揮

1. まえがき

河川堤防の浸透対策として、筆者らは、堤体全面を透気防水シートによって被覆する工法を提案している¹⁾。これは、堤体への降雨と河川の浸水を抑制する機能(防水性)とともに、全面被覆に伴う堤体内の間隙空気の入・圧力増大現象に対処するため地表から空気を速やかに排出させる機能(透気性)を期待したものである。本報告では、シートを敷設したときの堤体の抵抗力を基礎的に検討する趣旨で、シート敷設した堤体模型地盤の越流実験に基づきシートの防水効果を考察した。

2. 堤体模型地盤の越流実験

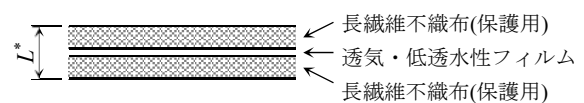
(1)透気防水シート： シートは、図1に示すように、太さが1dtex未満の繊維による不織布構造をもった透気・低透水性フィルムとその両面を保護する長繊維不織布によって構成されている。なお、そのフィルムの厚さは0.02cm程度であり、シート全体の厚さ L^* は0.5cm程度である。

シートの特に長繊維不織布の部分の圧縮性が高く、面に垂直な方向に 10kN/m^2 程度の載荷圧を与えたときにはシート全体の圧縮量は0.1cm程度である^{1), 2)}。一方、載荷圧 $0\sim 10\text{kN/m}^2$ 程度の範囲では、シートの透気係数は、

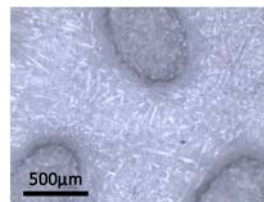
乾燥状態で $2.6 \times 10^{-2} \sim 2.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$ 程度の範囲、湿潤で $7.3 \times 10^{-3} \sim 4.3 \times 10^{-3} \text{m/s}$ 程度の範囲にあって載荷圧の増加に伴い小さくなり²⁾、シートが飽和状態での透気係数は $3.0 \times 10^{-6} \sim 2.9 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 程度の範囲であった¹⁾。

(2)装置と方法： 図2は、堤体模型地盤の越流実験の概要を示したものである。幅(奥行)が50cmの水路内に、堤体の裏のり面側を想定して高さ60cm、天端幅20cm、2割勾配ののり面を有する盛土(堤体)を作製した後、のり尻付近から天端に至る堤体全体を透気防水シートで被覆した。なお、シートと水路壁面、天端付近の不透水壁、のり尻付近の床板のそれぞれとの接触部分では、シリコン系シーリング剤を充填することによって遮水性を確保した。そして、水路内の貯水槽において越流水深を h (cm)(水路底面からの水位は $60 + h$ (cm))に一定に保った状態で越流させて、そのときの堤体内の5箇所における体積含水率 θ の経時変化を市販の水分計：TDT(Time Domain Transmissiometry)センサーによって測定した。なお、水分計は、裏のり面の表面付近の2箇所(図2の①と②の位置)、表面からの深さが20cm程度の3箇所(図2の③、④、⑤の位置)にそれぞれ図2の奥行き方向の中央に設置した。

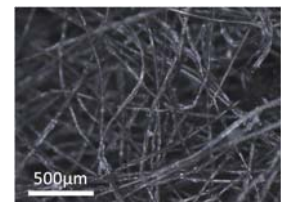
(3)実験ケース： 堤体材料には江戸崎産山砂(土粒子密度は 2.694g/cm^3 、50%粒径は0.191mm、均等係数は6.1)を用いた。堤体は1層10cm程度の計6層に分けて各層を



(a) 断面構造の概要



(b) 透気性・低透水性フィルムの顕微鏡写真



(c) 長繊維不織布(保護用)の顕微鏡写真

図1 透気防水シート

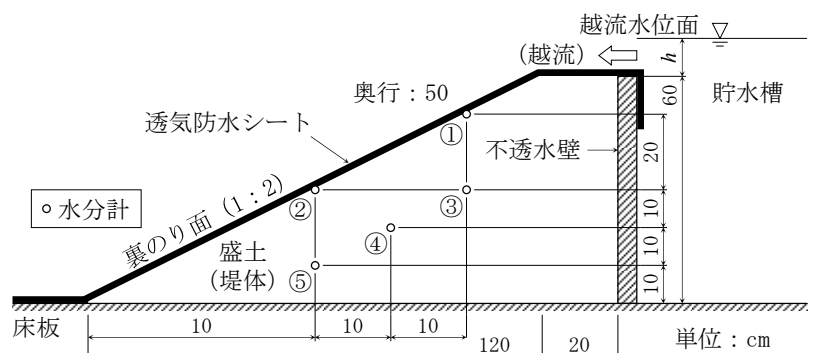


図2 透気防水シートを敷設した堤体模型地盤の越流実験

キーワード 河川堤防, 強化工法, 越流

連絡先 住所: 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 Tel&Fax: 058-293-2421

締め固めて作製したものであり、その乾燥密度は 1.76g/cm^3 程度であった。

越流実験は、透気防水シートを敷設した場合(ケース A)に加えて、図 3 の(a)に示すように裏のり面の天端付近でシートに長さ 5cm で裏面に達する切り込みを入れた状態(ケース B)、(b)に示すようにシートに幅 10cm の継目を有した状態(ケース C)のそれぞれの場合について実施した。ケース B は、越流時に

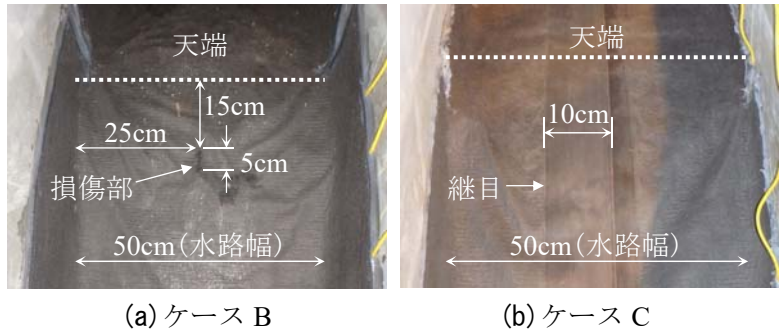


図 3 越流実験時の透気防水シートの様子(ケース B と C)

運搬物がシートに損傷を与えることが懸念され、損傷による防水性への影響を検討したものである。ケース C は施工方法に関する検討でシート継目の防水性を確認したものであり、継目部分は約 300°C の熱風を与えて融着させた。そして、いずれのケースも越流水深 $h=15\text{cm}$ 、越流時間は 20min とした。この越流水深のとき、裏のり面のシート上における水深 $h_0=0.02\text{cm}$ 程度であり、掃流力は $\tau_0=\gamma_w(h_0/100)\sin\alpha=0.08\text{kN/m}^2$ (ここで、 γ_w (kN/m^3) は水の単位体積重量、 α ($^\circ$) は裏のりの傾斜角で本報では 26.6°) と試算される³⁾。

3. 越流時のシート敷設の効果

図 4 は、越流の前後を含めて、堤体内の体積含水率の経時変化を示したものである。ケース A と B(ケース C は欠測)では、越流開始後に地表付近(水分計①、②)での体積含水率の増加が認められる。また、実験終了後にシートを撤去した際には、シート敷設前に比べると、堤体表面において浸潤が進行した状況が観察された。一方、堤体内の水分計③～⑤の位置での体積含水率は、いずれのケースにおいても越流に伴う変化は生じていない。例えばケース A において、上記のようにシートの厚さ $L^*=0.5\text{cm}$ 、透水係数 $k=3.0\times 10^{-6}\text{m/s}$ 、シート上の水深 $h_0=0.02\text{cm}$ とすると、20min 間の越流によるシートの単位面積あたりの透水量は、ダルシー則より 1.7cm^3 と試算され僅かである。即ち、本報のケース A～C では、越流時には幾らかのシートの透水量があるが堤体内の浸潤面を顕著に上昇させるような水量ではなく、ある程度の防水効果が確認された。ところで、図 4 のケース B では、ケース A に比べると、損傷部の影響によって越流開始後に地表付近の体積含水率が早期に上昇する傾向にあり、損傷部の大きさによる透水量等への影響は今後の課題である。なお、いずれのケースにおいても越流に伴い敷設シートや堤体に変状が生じなかったことを付言する。

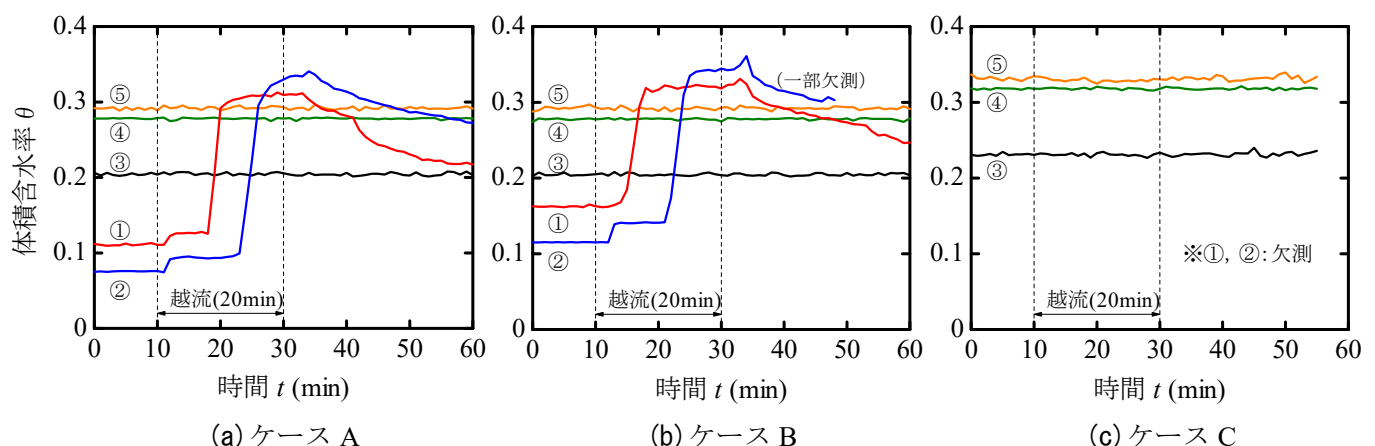


図 4 越流実験時の盛土(堤体)内の体積含水率の経時変化

4. あとがき

本報告は、河川堤防の浸透対策に用いる透気防水シートの越流時の防水性を実験に基づいて分析した結果、本報のケースでは、シート敷設によって越流時に堤体内の浸潤面上昇などを抑制できることなどが得られた。

【参考文献】 1)例えば、神谷ほか：河川堤防の浸透対策工のための透気防水シートの機能評価，河川技術論文集，Vol.23，pp.369-374，2017。
2)神谷ほか：河川堤防の浸透対策に用いる透気防水シートの透気性評価，第 53 回地盤工学研究発表会平成 30 年度発表講演集(2018 年 7 月発表予定)。
3)川岸ほか：河川堤防の透気・防水性シートによる越流侵食防止効果，ジオシンセティックス論文集，Vol.32，pp.167-174，2017。