

## 粘り強い河川堤防に向けた透気防水シートの施工について (1)

|                |     |       |
|----------------|-----|-------|
| 太陽工業 (株)       | 正会員 | ○川岸 靖 |
| 太陽工業 (株)       | 正会員 | 山本 浩二 |
| 太陽工業 (株)       | 非会員 | 藤城 裕也 |
| (地独) 大阪産業技術研究所 | 非会員 | 西村 正樹 |

## 1. はじめに

近年の気候変動による局地的あるいは線状降水帯による集中豪雨や大型台風の影響で、全国で土砂災害や浸水被害が発生するなど、その被害は広範囲となってきた。令和元年台風19号の接近・通過に伴う洪水では、全国で142箇所の河川堤防が決壊（主要因の86%が越水）<sup>1)</sup>し、翌年の令和2年7月豪雨災害では九州・中国地方、東北地方に甚大な被害が生じた。今後も気候変動による洪水被害の頻発化・激甚化が考えられ、洪水に対する被害の防止・軽減が求められている。また、堤防設計に関しては、令和元年7月5日付河川砂防技術基準（設計編）改訂で、堤防の機能に「侵食及び浸透並びに降雨による浸透に対して安全」が追記され、令和2年の技術検討会報告書<sup>2)</sup>では、越水に対する河川堤防の強化「粘り強い河川堤防」の留意点（①表面被覆材の安定性、②表面被覆材下の土砂吸出し抑制、③堤体内空気の排気）が示された。

本論文では、堤防への雨水浸透を防止し、かつ「粘り強い河川堤防」を構築可能な対策工として、透気防水シートとブロックマット被覆工を組み合わせた構造について、確認試験を行った結果を報告する。

## 2. 透気防水シートへのブロックマット被覆工に関する確認試験

透気防水シート（図-1）は、河川堤防に敷設することで堤体内への雨水や河川水の浸透を抑制し、かつ堤体内空気をシート全面から排気させることが可能である。越水に対する河川堤防強化に関する既往研究<sup>2)</sup>では、遮水シートの重ね合わせ部から堤体侵食が急激に進行することなどが報告されている。しかし、透気防水シートは、シート同士の熱融着接合や接着剤接合が可能で、これにより接合部の防水性が確保されるとともに、透気防水シート下の土砂吸出しが抑制される。

透気防水シートにおける、越流水の負圧によるめくれに対する安定性は、透気防水シート上にブロックマット（コンクリートブロック付き吸出し防止シート）を被覆することで確保されるが、ブロックマットの滑動を防止する必要があるため、ブロックマットと透気防水シートとの摩擦係数試験を行った。また、ブロックマット同士の連結や透気防水シート上へのブロックマットの固定（滑動防止目的）に使用されるアンカーピン（図-2）は、透気防水シートを貫通するため、アンカー部からの浸水や土砂吸出しが懸念される。そこで、アンカーピンの周囲に接着剤を塗布することとし、垂直方向透水性試験によりアンカー部の止水性を確認した。

## (1) ブロックマット/透気防水シートの摩擦係数試験

ブロックマットを構成する吸出し防止シートには織布と不織布の2種類のタイプ（図-2）があり、両タイプに対して摩擦係数試験を行った。静止摩擦係数が大きければアンカーピン本数を減らせ、アンカーピンからの浸水等のリスクを軽減できる。摩擦係数試験では、2種類のブロッ

ックマット（ブロック：W200×L200×t100 mm、重量約5.0 kg/個、吸出し防止シート：W200×L500 mm）を透気防水シート上に置き（図-3）、さらに覆土厚（50 cm相当）を考慮した5～35 kgの錘を載荷した上で吸出

キーワード 雨水浸透防止、粘り強い河川堤防、越水、透気防水シート、ブロックマット

連絡先 〒154-0001 東京都世田谷区池尻 2-33-16 太陽工業(株) 建設事業統括本部 国土事業本部 TEL.03-3714-3425

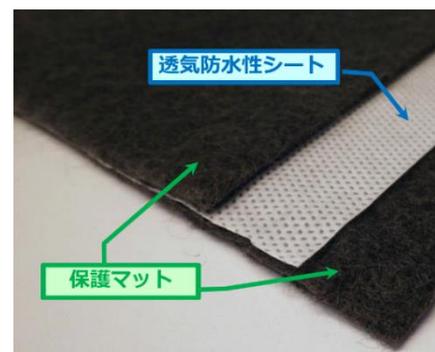


図-1 透気防水シートの三層一体型構造

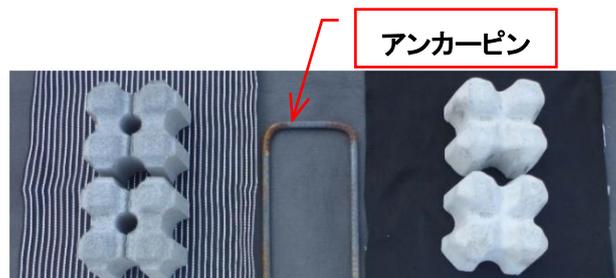


図-2 ブロックマット（左：織布タイプ、右：不織布タイプ）

し防止シートを水平に引張り、最大静止摩擦力 ( $F_N$ ) を計測した。試験の結果、静止摩擦係数は不織布 0.346、織布 0.266 となり (図-4)、堤防のり面の勾配によってはアンカーピン固定が必要であることが確認された。

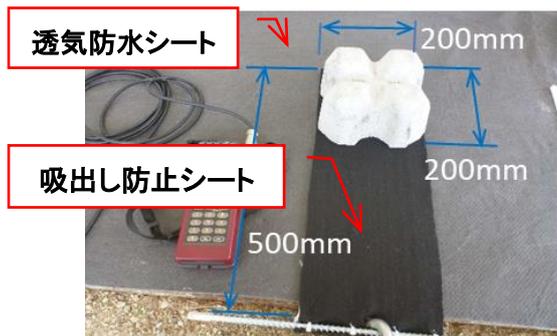


図-3 摩擦係数試験の様子

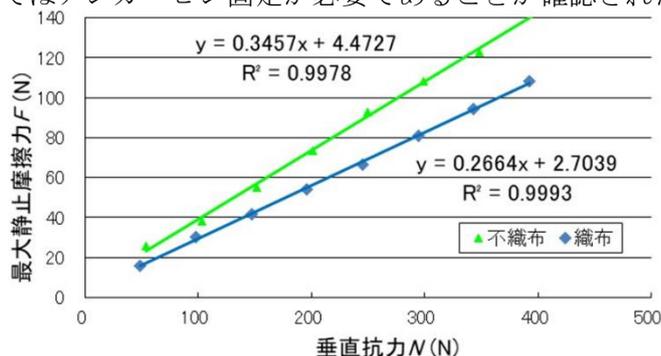


図-4 ブロックマット/透気防水シートの静止摩擦係数

(2) 接着剤塗布 (含浸) による止水性能確認  
アンカー部からの浸水・土砂吸出し防止対策として、アンカーピン周囲に接着剤を塗布 (含浸) した (図-5)。施工時に接着剤の必要塗布量を管理できるよう、図-6 に示す専用接着剤塗布用手動ガンを作業上の単位 (1 トリガー) とし、1 トリガーあたりの接着剤吐出量を計測するとともに、アンカーピン周囲への必要塗布量を把握した。計測の結果、手動ガン 1 トリガーあたりの吐出量は 8 g、含浸に必要な塗布量は 2 トリガーの 16 g であった。



図-5 左:接着剤塗布状況, 右:接着剤含浸硬化状況



図-6 専用接着剤塗布用手動ガン

表-1 アンカー部の透水性

|        | 透水量 $Q$<br>( $\text{m}^3/\text{h}$ ) | 透水係数 $k_v$<br>( $\text{cm}/\text{s}$ ) |
|--------|--------------------------------------|--|
| 不織布タイプ | $3.6 \times 10^{-3}$                 | $0.50 \times 10^{-6}$                  |
| 織布タイプ  | $5.2 \times 10^{-3}$                 | $0.72 \times 10^{-6}$                  |

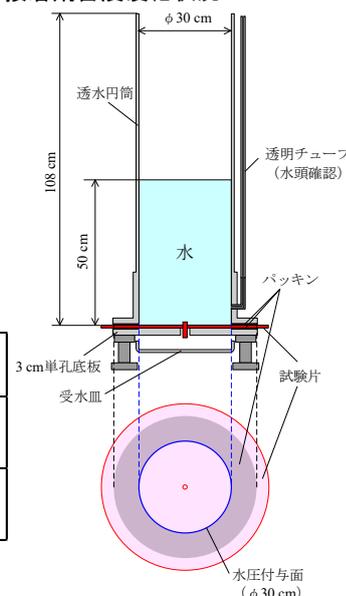


図-7 透水性試験器模式図

次に、上記の手順で接着剤を含浸させたアンカー部について、図-7 に示す透水性能試験器により透水量を評価した。垂直方向透水性能試験で得られた、 $\Delta h = 50 \text{ cm}$  での透水量  $Q$  を表-1 に示す。さらに、透気防水シート自体の母材部の透水性 (図-7 を用いた垂直方向透水性能試験での透水量:  $4.1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$ ) はアンカー部と比べて極めて小さいこと、上述の摩擦係数試験の結果から、法面勾配を仮に 1:2 ~ 1:3 とすると、アンカーピンは透気防水シート敷設面の  $2 \text{ m}^2$  あたり 1 本必要になると考えられることから、アンカー部を含む透気防水シート敷設面全体としての垂直方向透水係数 ( $k_v \text{ cm/s}$ ) を算定すると、表-1 に示す値が得られた。これらの値は、透気防水シートの透水係数規格値 ( $2 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$  以下) を満たしており、不織布タイプおよび織布タイプのいずれにおいても、アンカーピンの周囲に接着剤を含浸させることで、アンカー部を含む透気防水シート敷設面に求められる止水性能は確保されていると評価できる。

### 3. まとめ

透気防水シート上に敷設するブロックマットの摩擦係数が小さく、堤防のり面の勾配によっては滑動防止のアンカーピンが必要であることを確認した。ブロックマット連結部以外にアンカー部が増えることは、透気防水シートの防水性能に影響を及ぼすことになる。今後はブロックマットの滑動を抑制するため、透気防水シート表面の粗面加工による摩擦向上等を視野に改良を考えたい。

### 参考文献

- 国土交通省：令和元年台風 19 号の被災を踏まえた河川堤防に関する技術検討会報告書，令和 2 年 8 月。
- 独立行政法人土木研究所：河川堤防の耐侵食機能向上技術の開発(1)，平成 22 年度重点プロジェクト研究報告書，2010。