

第1章 ブリーザブルシート

1.1 開発の趣旨

これまでの遮水シートによる表のり面被覆工法は、表のり面からの河川水の浸透を抑制する目的で使用されてきたが、近年の超過外力に対しては雨水浸透や間隙空気についての対応が不十分と考えられる。なお、遮水シートや吸出し防止シート（以下「従来のシート材」という。）を裏のり面にも適用することは、雨水浸透だけでなく、越水時の侵食防止に対しても効果的である。しかし、これら従来のシート材を堤防のり面に適用するには浸透や越流水に対して以下のような課題が確認されている⁶⁾。

[従来のシート材（遮水シートや吸出し防止シート）の課題]

遮水シート

- ・遮水性があるが堤体内の間隙空気を透過しないため、堤体内で間隙空気圧が高まる可能性がある

吸出し防止シート

- ・遮水性がないため、雨や河川水の浸透は防止できない。透気性が高い反面、水を透過するため、越流時の侵食防止対策として使用した場合は裏のり面を侵食する可能性がある

そこで、遮水シートや吸出し防止シートの欠点を補うことのできる新しいシート材として、透気性と防水性をあわせもつブリーザブルシートを開発した。

[ブリーザブルシートの特徴]

- ・防水性と透気性をもつ透気防水性シートとその両面を保護する保護マットで構成された三層一体型のシート
- ・従来の遮水シートに比べて軽量
- ・接合部にも防水性あり（熱融着や接着剤による接合）

1.2 定義

ブリーザブルシートは透気防水性シートを長繊維不織布製の保護マットで挟み込んだ三層一体型のシートである。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、堤体内外の空気の透過を可能にする。

長繊維不織布製の保護マットは熱融着が可能で、ブリーザブルシート接合部の防水性を確保することができる。

【解説】

ブリーザブルシートは、図 1.1～1.3 に示すような透気性と防水性を有する透気防水性シートとその両面を保護する保護マットで構成される三層一体型のシートである。

ブリーザブルシートは、従来の遮水シートのような遮水性はないが、10～50 cmの覆土換算できるシルト～砂質土程度の防水性能を有している。

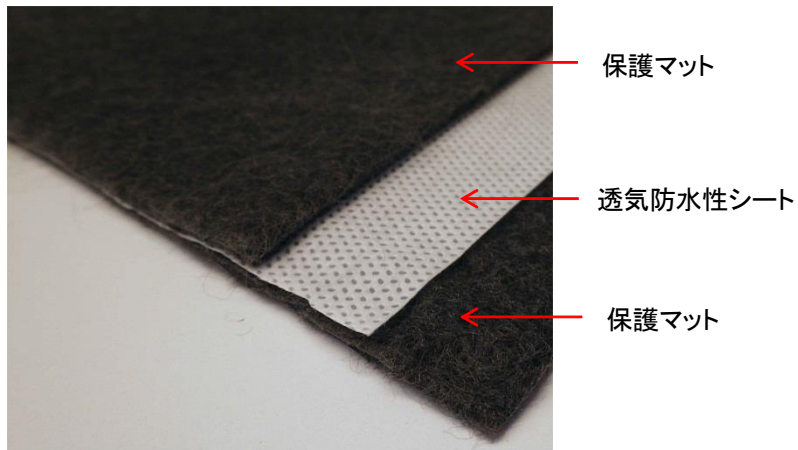


図 1.1 ブリーザブルシートの三層一体型構造

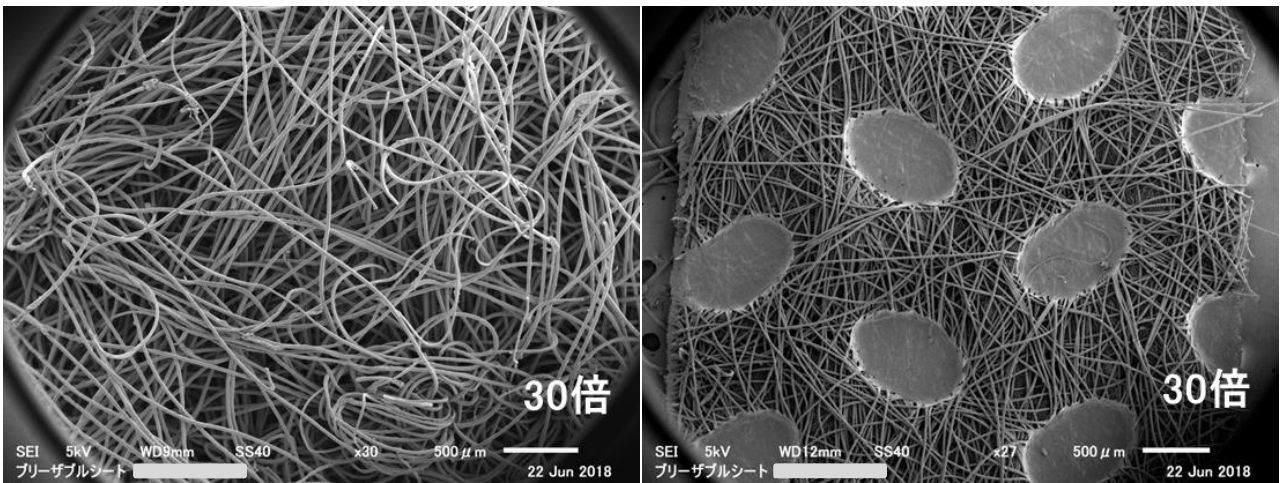


図 1.2 ブリーザブルシート(左:保護マット、右:透気防水性シート)の表面顕微鏡写真

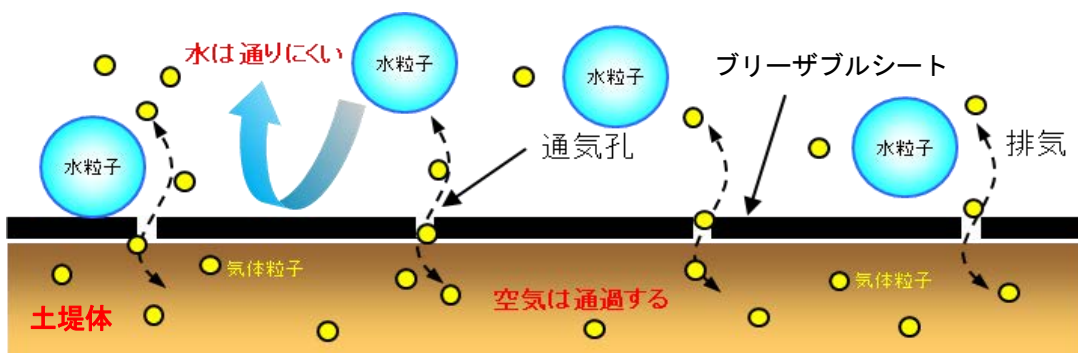


図 1.3 ブリーザブルシートの概念図

保護マットは、図 1.4 に示すように熱融着による接合が可能な芯鞘構造繊維から成る長繊維不織布を用いることで、ブリーザブルシート接合部の防水性を確保する。

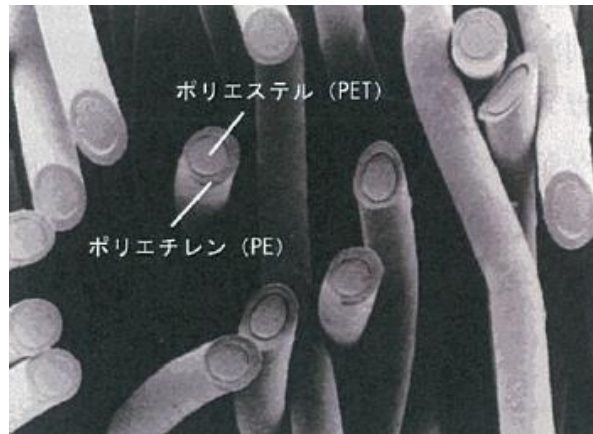


図 1.4 保護マットの芯鞘構造繊維

透気防水性シートを芯鞘構造繊維の保護マットで挟み込んだ三層一体型シートのブリーザブルシートは、図 1.5 に示すように工場でシート両端部に特殊な加熱圧縮加工を施すことにより、保護マットの空隙を潰し、面内方向への通水を遮断することが可能でありこの加熱圧縮加工部同士を接合することにより、接合部の防水性が確保される。



図 1.5 ブリーザブルシート端部加熱圧縮加工

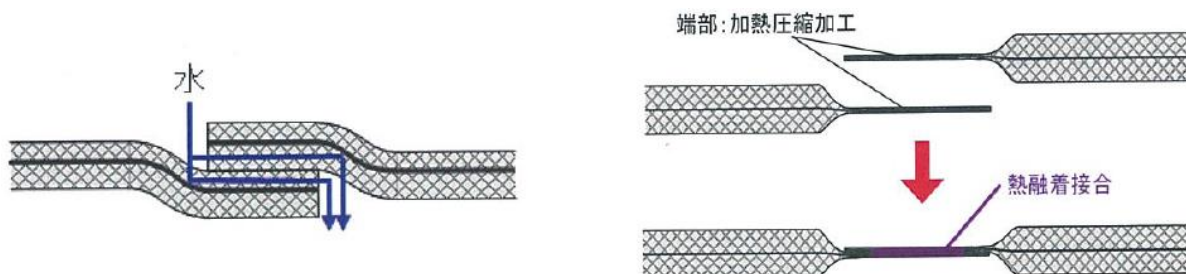


図 1.6 面内方向の通水経路と端部加熱圧縮加工同士の接合による防水性の確保

なお、ブリーザブルシートの保護マットは通常、熱融着接合が可能な芯鞘構造繊維の保護マットを使用しているが、熱融着タイプではない一般の保護マットで挟み込んだ三層一体型シートも非熱融着タイプとして製品化しており、この非熱融着タイプのブリーザブルシートを接合する場合は、

図 1.7 に示すように接合するブリーザブルシート端部を突き合わせ、専用の接着剤を塗布した上に二層一体型シートを貼りあわせて接合する。なお、熱融着タイプのブリーザブルシートにおいても現場で熱融着接合ができない場合は、同様に専用接着剤により貼り合せて接合する。

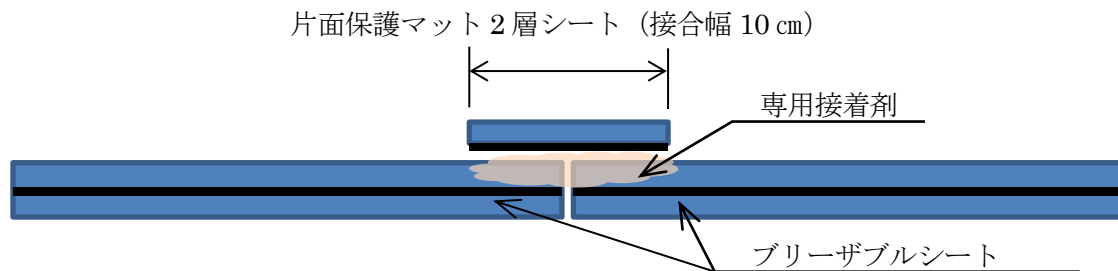


図 1.7 専用接着剤による接合例

1.3 適用範囲

ブリーザブルシートは、河川堤防において①降雨による地表面からの堤体内への雨水浸透抑制、②堤体内への河川水浸透抑制、③間隙空気圧の上昇防止、④超過洪水時（堤防越水時）の裏のり面の侵食防止を行う場合に適用する。

敷設位置はその目的、現場条件に応じて①表のり面に敷設する場合、②裏のり面に敷設する場合、③天端舗装部を除く表・裏のり面に敷設する場合、④全面に敷設する場合がある。

【解説】

ブリーザブルシートは、河川堤防に適用することで、降雨や洪水に伴う河川水位上昇の時間経過の中で図 1.8 に示す機能を期待するものである。

- ① 雨水浸透の抑制（防水効果）
- ② 河川水位上昇による浸透抑制（防水効果）
- ③ 間隙空気圧の上昇防止（透気効果）
- ④ 超過洪水（堤防越水）時の天端および裏のり面侵食防止（保護効果）

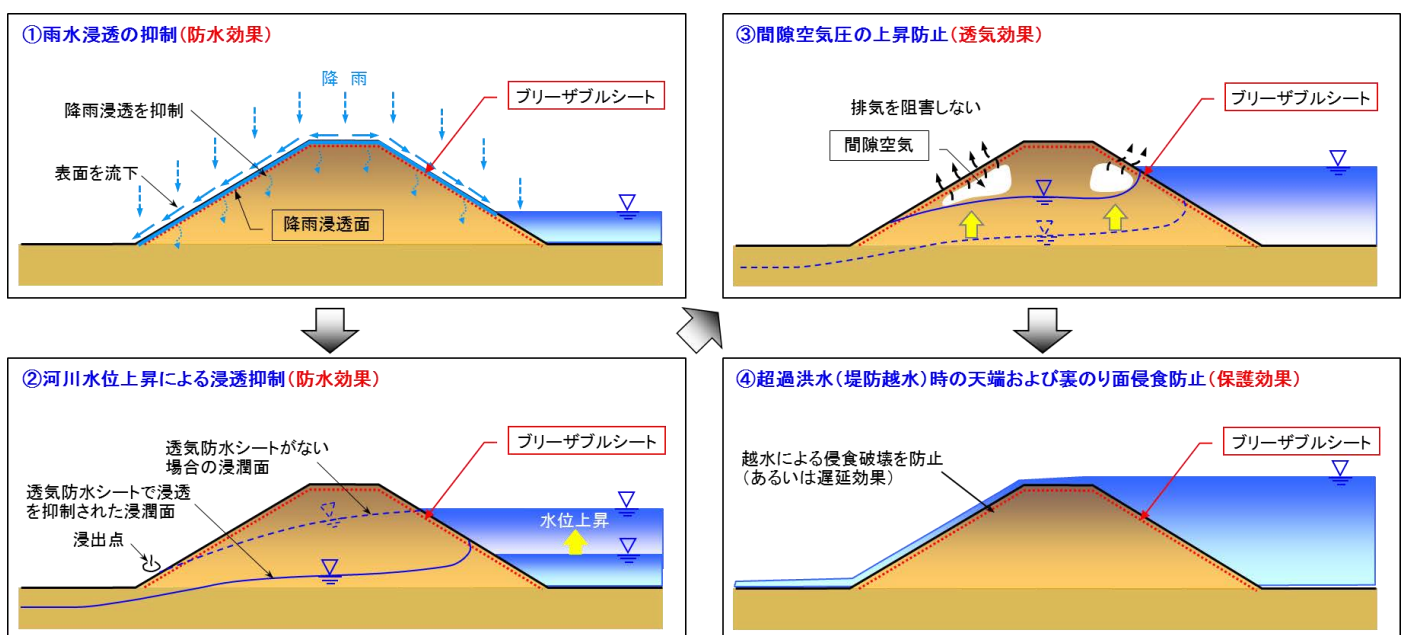


図 1.8 ブリーザブルシートの機能

(1) 表のり面に敷設する場合

表のり面への雨水浸透の抑制（防水効果）、河川水位上昇による浸透抑制（防水効果）、間隙空気圧の上昇防止（透気効果）の目的で敷設する。

通常、護岸は計画高水位（H.W.L.）以下に設置することが原則となるが、超過洪水などの頻度が高まっているため、ブリーザブルシートは法肩まで敷設することが望ましい。

【従来のシート材の課題】

- 従来の表のり面被覆工法に使用される遮水シートでは、空気を透過しないため、河川水位上昇に伴う浸潤線上昇により、遮水シート裏面の間隙空気圧が上昇し、高水位時や堤防越流時になると、遮水シートに揚圧力が作用し、シートが剥がれる際に堤体に損傷を与える可能性がある。

【ブリーザブルシートの効果】

- ブリーザブルシートを表のり面に使用することで、表のり面全体からの透気性能により間隙空気が排出され、ブリーザブルシートより下部の堤体を保護する。

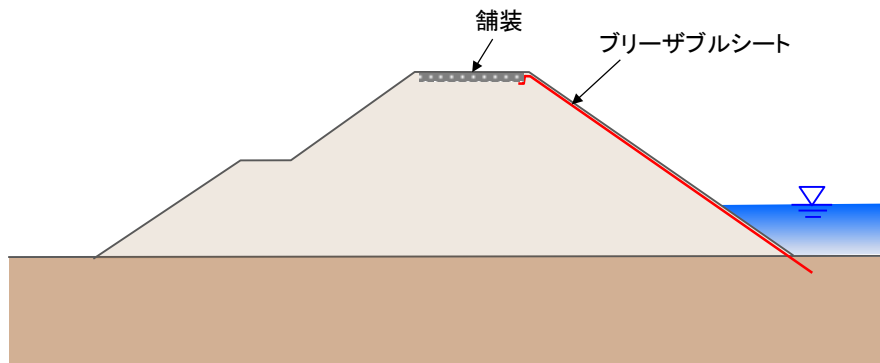


図 1.9 表のり面への敷設

(2) 裏のり面に敷設する場合（表のり面に被覆工等、護岸がある場合）

裏のり面は豪雨時の侵食やのり崩壊が生じやすい箇所であることから、裏のり面侵食防止（保護効果）および雨水浸透の抑制（防水効果）の目的で敷設する。

【従来のシート材の課題】

- 従来の表のり面被覆工法に使用される遮水シートでは、裏のり面に敷設した場合も表のり面同様に空気を透過しないため、河川水位上昇に伴う浸潤線上昇により、遮水シート裏面の間隙空気圧が上昇し、高水位時や堤防越流時になると、遮水シートに揚圧力が作用し、シートが剥がれる際に堤体に損傷を与える可能性がある。
- 吸出し防止シートを敷設した場合は、遮水性がないため降雨浸透を防止できず、また、重ね合わせ部や吸出し防止シート裏面に越流水が浸透して侵食する可能性があるため、越流時の侵食防止対策としての適用には一定の限界がある。

【ブリーザブルシートの効果】

- ブリーザブルシートを裏のり面に使用することで、表のり面被覆工、天端舗装を含めた堤体全面が覆われることになるが、裏のり面全体からの透気性能により間隙空気が排出

され、堤体とブリーザブルシートとの密着性が確保でき、ブリーザブルシートより下部の堤体を保護する。

- 裏のり面からの降雨浸透を抑制し、越流時の侵食防止に効果がある。

※裏のり面は堤体からの排水を阻害しないよう、のり尻部（高さ 50 cm の範囲）へのブリーザブルシートの敷設はせず、図 1.10 に示すとおり、裏のり尻部は堤体内からの排水性を確保し、浸潤線を低下させる目的でドレーン工および堤脚水路を設置する。このような構造とすることにより、堤防の安全性をさらに高めることができる⁸⁾。

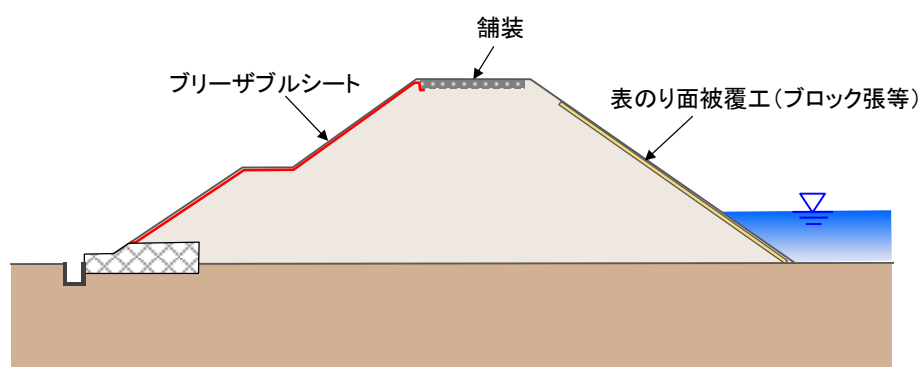


図 1.10 裏のり面への敷設

（3）表のり面＋裏のり面に敷設する場合（天端が舗装などで被覆されている場合）

堤防天端は舗装などで被覆されている場合で雨水浸透の抑制（防水効果）、河川水位上昇による浸透抑制（防水効果）、間隙空気圧の上昇防止（透気効果）の目的で敷設する。

【従来のシート材の課題】

- 従来の表のり面被覆工法に使用される遮水シートでは、裏のり面に敷設した場合も表のり面同様に空気を透過しないため、河川水位上昇に伴う浸潤線上昇により、遮水シート裏面の間隙空気圧が上昇し、高水位時や堤防越流時になると、遮水シートに揚圧力が作用し、シートが剥がれる際に堤体に損傷を与える可能性がある。
- 吸出し防止シートを敷設した場合は、遮水性がないため降雨浸透を防止できず、また、重ね合わせ部や吸出し防止シート裏面に越流水が浸透して侵食する可能性があるため、越流時の侵食防止対策としての適用には一定の限界がある。

【ブリーザブルシートの効果】

- ブリーザブルシートを表・裏のり面に使用することで、天端舗装を含めた堤体全面が覆われることになるが、表・裏のり面全体からの透気性能により間隙空気が排出され、堤体とブリーザブルシートとの密着性が確保でき、ブリーザブルシートより下部の堤体を保護する。
- 堤体内への降雨浸透を抑制し、越流時の侵食防止対策に効果がある。

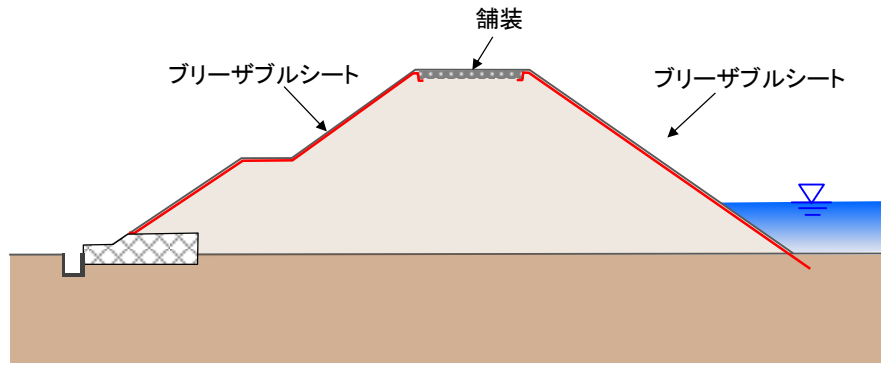


図 1.11 表のり面+裏のり面への敷設

(4) 全面に敷設する場合

表のり面、裏のり面、堤防天端への雨水浸透の抑制（防水効果）、河川水位上昇による浸透抑制（防水効果）、間隙空気圧の上昇防止（透気効果）の目的で敷設する。

【従来のシート材の課題】

- 従来の表のり面被覆工法に使用される遮水シートでは、裏のり面に敷設した場合も表のり面同様に空気を透過しないため、河川水位上昇に伴う浸潤線上昇により、遮水シート裏面の間隙空気圧が上昇し、高水位時や堤防越流時になると、遮水シートに揚圧力が作用し、シートが剥がれる際に堤体に損傷を与える可能性がある。
- 吸出し防止シートを敷設した場合は、遮水性がないため降雨浸透を防止できず、また、重ね合わせ部や吸出し防止シート裏面に越流水が浸透して侵食する可能性があるため、越流時の侵食防止対策としての適用には一定の限界がある。

【ブリーザブルシートの効果】

- ブリーザブルシートを全面に使用することで、堤体全面が覆われることになるが、堤体全面からの透気性能により間隙空気が排出され、堤体とブリーザブルシートとの密着性が確保でき、ブリーザブルシートより下部の堤体を保護する。
- 堤体内への降雨浸透を抑制し、越流時の侵食防止対策に効果がある。特に堤体全面を覆っており、越流時の弱点になりやすい不連続部を解消できるため、越流時の侵食防止対策としては最も効果が高い。但し、堤体の沈下が想定される場合は、沈下部分の土砂の置き換え等を阻害することも考えられるため、設計時に配慮しておく必要がある。

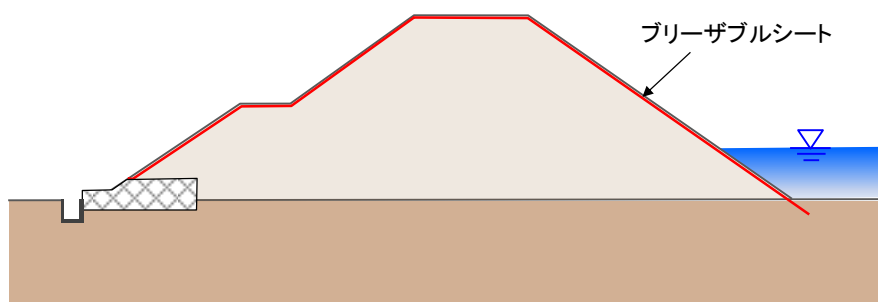


図 1.12 全面への敷設

1.4 標準物性

河川堤防へ適用するブリーザブルシートは、必要な透気性能と防水性能を有し、かつ重機による施工時の損傷に対する耐久性や覆土、降雨および河川水位の上昇による水圧等を受けた後も透気性能や防水性能が必要物性値を満足する必要がある。

なお、接合部からの漏水量は、母材部の透水量に対してオーダー的に小さいため無視する。

【解説】

ブリーザブルシートの標準物性を表 1.1 に示し、参考値として耐久性を表 1.2 に示す。ここでは、一般的な試験方法（①～⑤、⑧、⑩、⑫）を除いた⑥、⑦、⑨、⑪（表 1.1、1.2 網掛け部）の試験方法について詳述する。

表 1.1 ブリーザブルシートの標準物性

項目		単位	規格値	試験方法	
①	厚さ	2kPa	5.0	JIS L 1908	
		20kPa	3.2		
②	質量	g/m ²	600 以上		
③	引張強さ	N/5 cm	800 以上		
④	伸び率	%	60 以上		
⑤	貫入抵抗	N	500 以上	ASTM D 4833	
⑥	透気係数	cm/s	1×10 ⁻² 以上	φ 100 mm透気試験装置、湿潤状態	
⑦	透水係数 ^{注1)}	cm/s	2×10 ⁻⁶ 以下	JGS 0931 に準拠	
⑧	接合部	接合部引張強さ	N/5 cm	450 以上	JIS K 6850、25 mmまたは 50 mm幅短冊型試験片
⑨		接合部漏水量	m ³ /(m・h)	1×10 ⁻² 以下	φ 300 mm透水試験装置、50 cm水頭時（国土交通省土木工事共通仕様書(案)、平成 29 年 4 月改定、法覆護岸工遮水シートの品質規格値 25ml/s/1.8m ² の 1/10 に相当）

注 1) 垂直方向透水性能試験（後掲 13 頁の表 1.3）での最大値

表 1.2 ブリーザブルシートの耐久性(参考値)

項目		単位	測定値	試験方法		
⑩	耐久性	耐候性	貫入抵抗	N	663	JIS A 1415(W.S 型)促進暴露試験(1000hr 暴露後)
⑪		耐衝撃性	引張強さ	N/5 cm	1117	JIS L 1908
			透水係数 ^{注2)}	cm/s	2.2×10 ⁻⁷	JGS 0931 に準拠
⑫	耐薬品性(化学的安定性)	引張強さ ^{注3)}	N/5 cm	1173	JIS K 7114 に準拠	

注 2) 垂直方向透水性能試験（後掲 16 頁の表 1.6）での最大値

注 3) 耐薬品性能試験（後掲 39 頁の（参考）表 2.3）での最小値

(1) 透気性能試験

河川堤防へブリーザブルシートを適用するにあたり、その透気性能を把握する。

透気性能試験は、河川堤防へのブリーザブルシート敷設時の覆土を想定し、シート上面に載荷圧 $p(\text{kN/m}^2)$ を与え、その圧縮に伴うシートの鉛直変位 $\delta(\text{mm})$ が一定に落ち着いた状態で実施し、シートの透気係数 $k_a(\text{m/s})$ はダルシー則に従って式 1.1 で表される。

$$k_a = \frac{Q_a/A}{(h_a - h_{a0})/L^*} \times \frac{1}{100} \quad \dots \dots \dots \text{(式1.1)}$$

ここに k_a : シートの透気係数(m/s)

Q_a : 透過空気流量(cm^3/s)

A : シート断面積 ($= 78.54\text{cm}^2$ 、 $\phi 10\text{cm}$ より)

h_a : シート下面側に与えた空気圧力水頭(cm)

h_{a0} : シート上面での空気圧力水頭(cm)

L^* : シートの厚さ(cm)

透気係数を求める透気試験装置の一例を図 1.13 に示す。

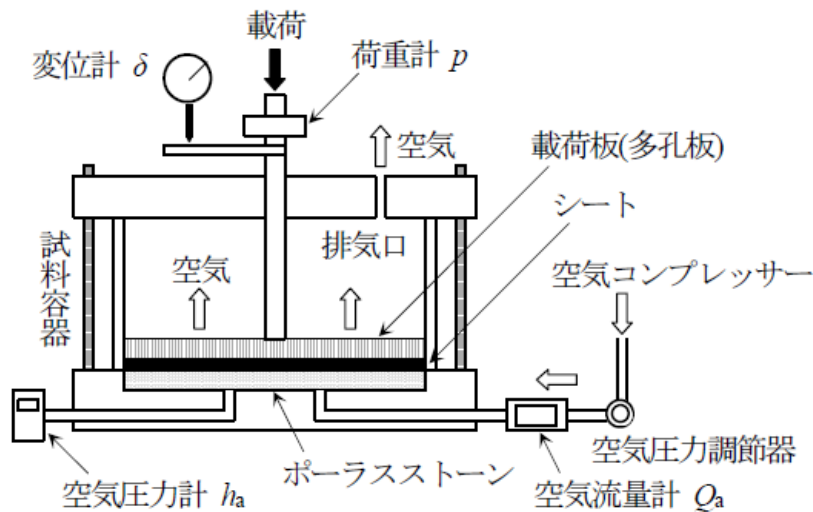


図 1.13 透気試験装置の概要図⁹⁾

(2) 垂直方向透水性能試験

河川堤防へブリーザブルシートを適用するにあたり、その垂直方向の防水性能を把握する。

河川堤防や護岸の吸出し防止対策などで排水材やフィルター材として用いられるジオテキスタイルおよびその関連製品の垂直方向透水性能は、定水位試験 (JGS 0931^{10,11}: 比較的透水性の高いジオテキスタイル) の場合式 1.2 で表され、垂直方向透水性試験により評価される。また、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能と垂直方向透水係数、厚さの関係は式 1.3 で表される。

$$\psi_v = \frac{Q}{\Delta h A} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式1.2})$$

$$\psi_v = \frac{k_v}{H_g} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式1.3})$$

$$k_v = \frac{Q}{\Delta h A} \times H_g \quad \dots \dots \dots \quad (\text{式1.4})$$

ここに Q : 単位時間当りの流量 (cm^3 / s)

ψ_v : 垂直方向透水性能 (s^{-1})

k_v : 垂直方向透水係数 (cm / s)

H_g : ジオテキスタイルの厚さ (cm)

A : 断面積 (cm^2)

Δh : ジオテキスタイルに作用する水頭差 (cm)

垂直方向透水性能試験装置は、図 1.14 に示すように水位を 300 mm まで任意に変化させることができる透明な円筒容器からなるもので、その最小径は 50 mm、装置の内径の平均は 0.1 mm の範囲内とし、試験片のさらされている断面積直径は円筒容器と同じ径を有するものとしている。

しかし、ブリーザブルシートは垂直方向透水係数が小さいため、比較的水頭の大きな条件下で試験を行わないと流量の計測ができないと考えられ、また、接合部の漏水量も評価する必要があったことから、JGS 0931 に準拠し、図 1.15 に示す透水性能試験装置により試験を行った。

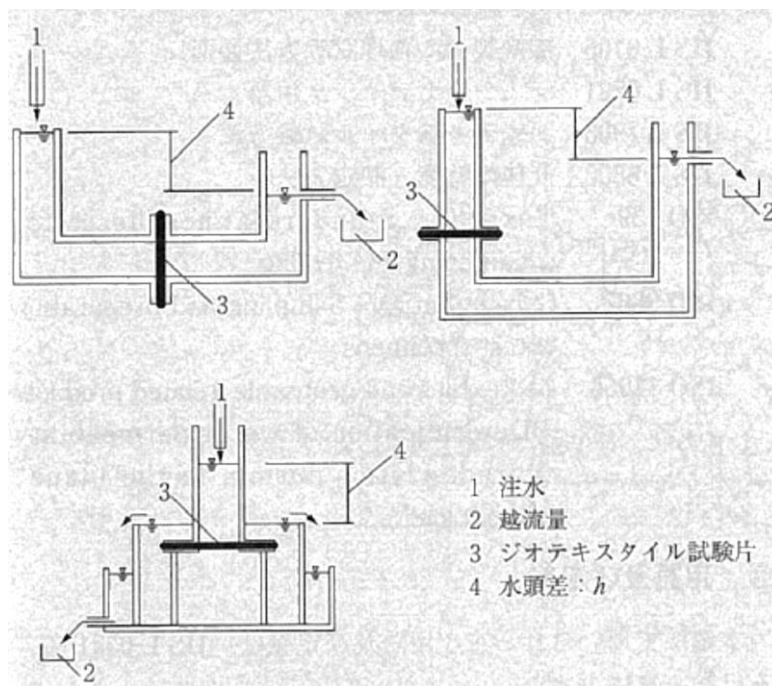


図 1.14 垂直方向透水性能試験装置(定水位試験)の例

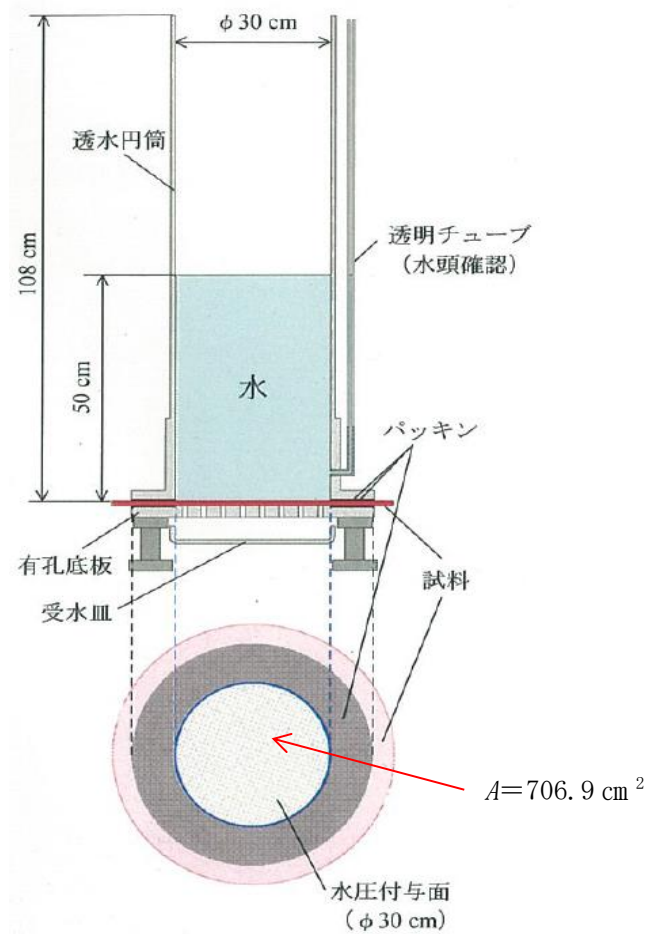


図 1.15 垂直方向透水性能試験装置模式図

ブリーザブルシートの任意の位置より 20 枚の試料を採取し、試料の表面および裏面のパッキンと接する面には、パラフィンおよびシリコン系のコーキング剤を含浸させ、水圧付与面以外からの不要な水漏れを防止した。

試料の水圧付与面積は直径 30 cm の円形であり、透水円筒に水を投入して試料に 50 cm 水頭を付与し、ブリーザブルシートからの透水が認められた場合は、50 cm 水頭を確保しつつ、1 時間（あるいは透水量により 3 時間）あたりの透水量 V (m^3/h) を 3 回計測し、それらの平均値を求めた。その結果を表 1.3 に示す。

$\Delta h=50$ cm 水頭での透水量の最大値は

$$\text{透水量 } Q = 4.1 \times 10^{-4} m^3 / h = 4.1 \times 10^{-4} \times \frac{10^6}{3600} cm^3 / s = 0.11 cm^3 / s \text{ である。}$$

この垂直方向透水性能試験結果より、定水位試験の垂直方向透水係数 k_v を算出すると式 1.4 よりブリーザブルシートの厚さ $H_g=0.50$ cm のとき垂直方向透水係数 k_v は、

$$\text{垂直方向透水係数 } k_v = \frac{Q}{\Delta h A} \times H_g = \frac{0.11}{50 \times 706.9} \times 0.50 = 1.6 \times 10^{-6} cm / s$$

ブリーザブルシートの垂直方向透水係数は、表 1.3 に示す最大値よりも大きな $k_v=2 \times 10^{-6} cm/s$ を規格値とする。

表 1.3 ブリーザブルシートの透水量

試験片 No.	透水量 Q (m^3/h)	透水係数 k_v (cm/s)	試験片 No.	透水量 Q (m^3/h)	透水係数 k_v (cm/s)
1	1.8×10^{-4}	0.7×10^{-6}	11	3.0×10^{-4}	1.1×10^{-6}
2	1.5×10^{-4}	0.6×10^{-6}	12	2.6×10^{-4}	1.0×10^{-6}
3	2.7×10^{-4}	1.1×10^{-6}	13	1.9×10^{-4}	0.7×10^{-6}
4	2.3×10^{-4}	0.8×10^{-6}	14	3.5×10^{-4}	1.4×10^{-6}
5	1.4×10^{-4}	0.6×10^{-6}	15	1.7×10^{-4}	0.7×10^{-6}
6	3.3×10^{-4}	1.3×10^{-6}	16	3.2×10^{-4}	1.3×10^{-6}
7	1.1×10^{-4}	0.4×10^{-6}	17	2.3×10^{-4}	0.8×10^{-6}
8	2.4×10^{-4}	1.0×10^{-6}	18	2.9×10^{-4}	1.1×10^{-6}
9	4.1×10^{-4}	1.6×10^{-6}	19	3.3×10^{-4}	1.3×10^{-6}
10	2.0×10^{-4}	0.8×10^{-6}	20	2.0×10^{-4}	0.8×10^{-6}
平均値	2.3×10^{-4}	1.0×10^{-6}	最大値	4.1×10^{-4}	1.6×10^{-6}

(3) 接合部漏水量試験

(2)と同様に垂直方向透水試験機を用いて試験した。試料の水圧付与面積は直径 30 cmの円形であり、試料の有効接合長 $L(m)$ は $L=0.27m$ である。ブリーザブルシート接合部が中心となるように試料を取り付け、透水円筒に水を投入して試料に 50 cm水頭を付与し、接合部からの漏水が認められた場合は、50 cm水頭を確保しつつ、1時間あたりの漏水量を 3 回計測し、それらの平均値 $V_{1h}(m^3)$ を求め、式 1.5 により接合長 1m あたり、1時間あたりの漏水量 $Q m^3/(m \cdot h)$ を求めた。

$$Q = \frac{V_{1h}}{L} \quad \dots \dots \dots \text{(式1.5)}$$

接合部漏水量試験結果を表 1.4 に示す。ブリーザブルシートの接合部漏水量は、熱融着および専用接着剤接合共に $k_v < 1 \times 10^{-2} m^3/(m \cdot h)$ を確保できることが確認された。

表 1.4 接合部漏水量

接続方法	漏水量 ($m^3/(m \cdot h)$)
熱融着	5.0×10^{-4}
専用接着剤	4.2×10^{-4}

(4) 耐衝撃性試験

ブリーザブルシートを設置する場合、覆土および路盤材施工時の重機による転圧作業により、どの程度ブリーザブルシートが破損あるいは防水性能が低下するかを確認する必要がある。耐衝撃性試験は「ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル¹²⁾」に記載の方法を参考に実施する。

覆土および路盤材をまき出し、敷均し転圧後、ブリーザブルシートを敷設し、その上に覆土および路盤材をまき出し、振動ローラにて所定回数転圧する。その後、ブリーザブルシートを取り出して外観の観察（目視による損傷の有無）および垂直方向透水性能試験（前述の(2)参照）により防水性能の維持状況を確認する。表 1.5 に耐衝撃性試験条件および試験方法を示し、図 1.15 に耐衝撃性試験施工図を示す。

表 1.5 耐衝撃性試験条件および試験方法

項目	内容
品名	ブリーザブルシート（透気防水シート）
供試体寸法および枚数	幅 2.0m×長さ 5.0m、各 2 枚
試料土	まさ土、砕石（C-40）
使用重機	まき出し用：バックホウ 0.45m ³ 級 ホイールローダー 1.3m ³ 級（運転質量 7.0ton） 転圧用：自走式振動ローラ（運転質量 3.6ton、起振力 24.5kN）
① 下地造成	バックホウおよびホイールローダで試料土を 30 cmまき出し、振動ローラで転圧、整地する
② 供試体設置	ブリーザブルシートを所定の位置に敷設する
③ 覆土	バックホウおよびホイールローダでブリーザブルシート上に試料土をまき出し、整地する
④ 転圧	振動ローラで 8 回転圧
⑤ 供試体取り出し	供試験体に傷をつけないように取り出し、付着物を取り除く
⑥ 外観目視観察	施工後の衝撃に対する供試体の破断および損傷の程度を確認する
⑦ 引張試験	施工時の供試体の引張り強さを確認する
⑧ 垂直方向透水性能試験	施工後の衝撃に対する試料について防水性能を確認する

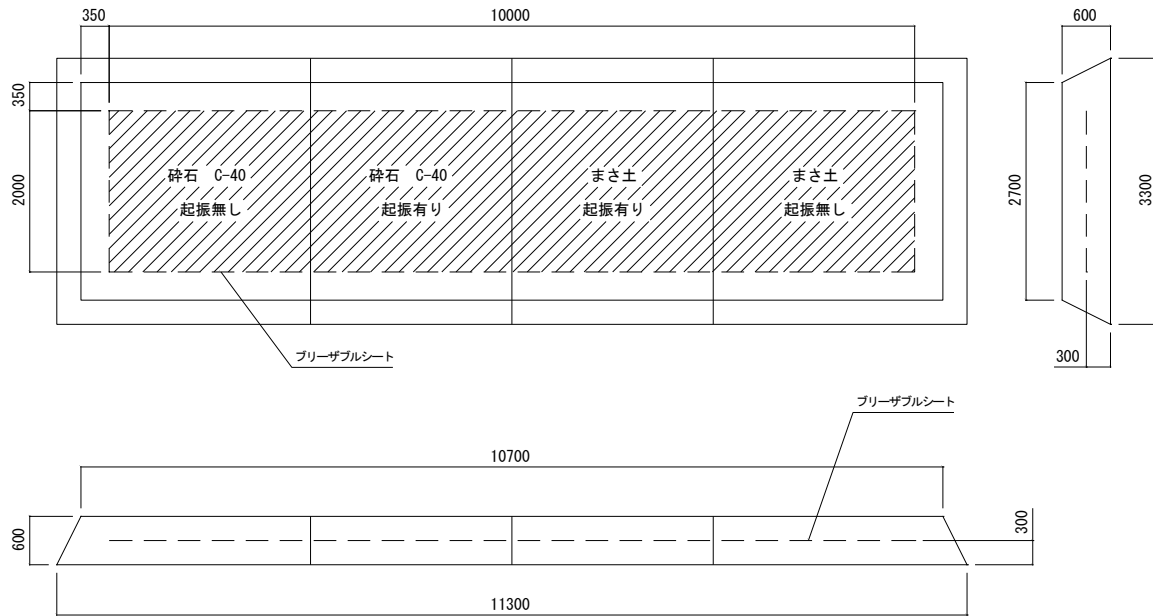


図 1.15 耐衝撃性試験施工図



図 1.16 左:プリーザブルシート敷設 右:重機によるまき出し



図 1.17 左:振動ローラによる転圧 右:プリーザブルシート取り出し

取り出したブリーザブルシート試料について、損傷程度を目視確認した結果、まさ土箇所では損傷はなく、碎石（C-40）箇所では保護マット表面に小さな傷（凹み）が確認されたが、透気防水性シートが破損し性能低下につながるような大きな傷は認められなかった。



図 1.18 振動ローラ転圧後の保護マット表面(1) 左:まさ土(起振無) 右:まさ土(起振有)



図 1.19 振動ローラ転圧後の保護マット表面(2) 左:碎石(C-40)起振無 右:碎石(C-40)起振有

垂直方向透水性能試験および引張試験を行った結果を表 1.6 に示す。試験結果より、引張強さについては、ほぼ 90%以上の強度保持率を有することが確認された。防水性能においては、性能低下は確認されなかった。

ブリーザブルシートの主な適用範囲は堤防のり面であり、覆土の施工はバックホウバケットによるのり面整形程度である。これに対して本試験はより厳しい試験条件下での結果であることから、実用面で支障はないといえる。

表 1.6 耐衝撃性試験結果

供試体	試料土	転圧条件	引張強さ(N/5 cm) ^{注4)}			透水係数(cm/s)	
			試験前 タテ/ヨコ	試験後 タテ/ヨコ	保持率(%) タテ/ヨコ	試験前	試験後
Case1	まさ土	起振無	2206/1273	2129/1168	97/92	2.5×10 ⁻⁷	2.2×10 ⁻⁷
Case2		起振有		2010/1117	91/88		1.8×10 ⁻⁷
Case3	碎石(C-40)	起振無		2180/1166	99/92		0.6×10 ⁻⁷
Case4		起振有		2165/1209	98/95		0.6×10 ⁻⁷

注 4) 引張強さは、供試体 N=5 の平均値