

トンネル覆工の防水技術（防水シート） 性能評価項目と試験方法

		性能評価項目						試験方法（案）等
		性能評価項目		性能評価指標		性能評価		
品質・ 出来形	A-1	排水性能	従来技術と比較した際の遊離石灰等による目詰まりが生じた状態での排水性の向上	排水性能	%	排水性能 = $\frac{\text{（目詰まりした状態での新技術の透水係数）}}{\text{（目詰まりした状態での従来技術の透水係数）}} \times 100$	値が大きい方が高性能	「A-1：防水シート背面の排水性能の維持」による。
	A-2	耐破損性能	新技術と比較した際のロックボルト頭部の凹凸等に対する破損抵抗性の向上	耐破損性能	MPa	各加圧力に対する破損抵抗性	値が大きい方が高性能	「A-2：防水シート背面の凹凸に対する耐破損性」による。 なお、参考として従来技術における耐破損性も確認する。
	A-3	破損箇所検知性能	従来技術と比較した際の防水シートの破損箇所の視認性の向上	破損箇所検知性能	%	破損箇所検知性能 = $\frac{\text{（破損箇所のうち目視により発見した個数）}}{\text{（全破損箇所数）}} \times 100$	値が大きい方が高性能	「A-3：防水シート破損箇所の視認」による。 なお、参考として従来技術における破損箇所検知性能も確認する。

※ 防水シートとは、図-1に示すようにシート（EVAシート等）と裏面緩衝材から構成されるシートであり、道路トンネル技術基準（構造編）・同解説等に記載された内容に適合する防水シートであれば、防水シートとして定義する。

※ A-1（排水性能）は、排水性能の向上を目的とした新技術の評価対象とする。

※ 性能評価の比較表へは、経済性の観点での参考値として、各技術のコストを併記する。

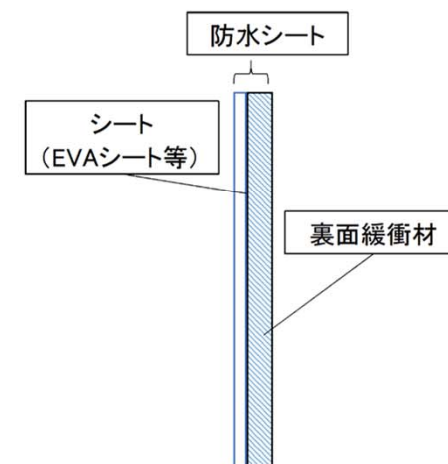
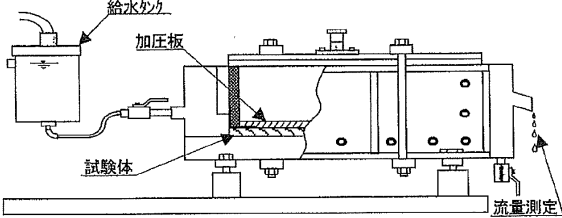


図-1 防水シートの定義

試験方法

A-1: 防水シート背面の排水性能の維持

試験器具	<p>土木用繊維材料において、試料中を流れる水の透過率（透水係数）を測定する試験装置（図1参照）。</p>  <p>図1 通水試験装置 (ISO12958)</p>
供試体	<ul style="list-style-type: none">● 防水シート片 (500mm×500mm) : 2片● 模擬遊離石灰を浸漬した防水シート片 (500mm×500mm) : 2片
供試体作成方法	<p>(模擬遊離石灰を浸漬した防水シート片)</p> <ol style="list-style-type: none">① 50g/l の酸化カルシウム混合液を酸化カルシウムの細粒分がなくなるまで攪拌する。② ①で作成した酸化カルシウム混合液に500mm×500mmの防水シート片を5分浸漬し、静かに攪拌して一様の溶液とする。③ ②の防水シートを50℃に設定した乾燥機で、2時間乾燥した後、1片を切断し100mm×300mmの供試体を3片取り出す。
試験条件	<p>圧力 : 0.04MPa (普通コンクリートの打設圧の半分を模擬) 0.08MPa (普通コンクリートの打設圧を模擬) 0.1MPa (流動化コンクリートの打設圧を模擬)</p>
試験方法	<ol style="list-style-type: none">① 0.04MPaの垂直荷重を加える。② 動水勾配が0.1となるよう給水タンクの水位を調整する。③ 流量測定用の容器で一定時間流出水を採取する。この状態で15秒間以上のインターバルにて流速測定を行った後、圧力を0.08MPaに加圧して①～③の手順を繰り返す。その後圧力を0.1MPaに加圧して①～③の手順を繰り返す。これを6供試体分行い、その平均値を最大流速値とし、面内方向通水性能とする。
評価	<p>6片の供試体で試験を行い、適切でないと判断される結果（異常値）を除いた平均値をそのシートにおける排水性（透水係数）とする。</p>

試験方法

A-2: 防水シート背面の凹凸に対する耐破損性

<p>試験器具</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路橋床版の防水性能試験装置（図2参照） ● コンプレッサ <div data-bbox="1084 236 1411 513" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">図2 道路橋床版の防水性能試験装置</p>
<p>供試体</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 防水シート：3枚×3
<p>供試体作成方法</p>	<p>（模擬遊離石灰を浸漬した防水シート片）</p> <ol style="list-style-type: none"> ① コンクリート台座に模擬ロックボルトを取り付けたものの上に防水シートを被せ、シートの端をコンクリート台座に固定する。 ② 直径125mmの塩ビ管の中央に①の供試体を設置した後、直径100mmの塩ビ管を載せ、塩ビ管の間にエポキシ樹脂を充填し、エポキシ樹脂を固める（図3参照）。 <div data-bbox="860 794 1680 1125" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">図3 供試体概要図</p>
<p>試験条件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 水温：20℃程度 ● 圧力：0.04MPa, 0.08MPa, 0.1MPa
<p>試験方法</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 供試体を防水性能試験装置に取り付ける。 ② 注入口から水を入れる。 ③ コンプレッサで所定の圧力を1時間かける。
<p>評価</p>	<p>1条件当たり3片の試験片で試験を行い、試験後の供試体でシートの損傷の有無を確認する。全てのシート（3片）において損傷が見られなかった場合、その圧力をそのシートにおける耐破損性能とする。</p>

試験方法

A - 3: 防水シート破損箇所の視認

試験器具	<ul style="list-style-type: none"> ● なし
供試体	<ul style="list-style-type: none"> ● 防水シート（2,100mm×1,050mm）：2枚
供試体作成方法	<p>① コンパネ（900mm×1,800mm）にロックボルトの凸部を模擬した発泡スチロール（150mm×150mm）を縦方向に1m間隔、横方向には、0.55m間隔で貼り付ける（図4参照）。</p> <p>② 貫通型損傷の作成：防水シートの指定箇所にシートを貫通させるように切れ込みを模擬損傷として図4に示した位置（105箇所）に表1に示す損傷をそれぞれが交差するようにいれる。</p> <p>③ 非貫通型損傷：防水シートの指定箇所にシートを貫通させないように切れ込みを模擬損傷として図4に示した位置（5箇所）に表1に示す損傷をそれぞれが交差するようにいれる。</p> <p>④ 防水シートをしわが寄らないように張り合わせることで模擬破損パネルを2体作成する。</p>
試験条件	<ul style="list-style-type: none"> ● 照明はLEDとし、照度を20ルクス※、40ルクス、60ルクスの3ケース、視認距離は3m、5mの2ケースとして、合計6ケース行う。 ● 実物大の模擬トンネルにて実施。 ● 技術者3名により視認 ● なお、鉄筋の有無による視認性の相違については、技術の性能とは異なることから、本試験では考慮しない。 <p style="text-align: right;">※「トンネル標準示方書 [山岳工法編] ・同解説（2016年制定）,土木学会」による</p>
試験方法	<p>① 模擬破損パネルをトンネル底盤から400mmの高さに2体並べて設置する（図5参照）。</p> <p>② 上記の試験条件ごと（照度が小さく、視認距離が遠い条件から試験を行う）に模擬損傷パネルを目視し、模擬損傷を検出する。</p> <p>③ 視認方法は、実験を行う順番による差異をなくすために、図4に示す損傷の位置を把握したうえで、10秒間で視認可能か否かで評価する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="510 954 1128 1422" style="text-align: center;"> <p>図4 模擬損傷概要図（案）</p> </div> <div data-bbox="1323 962 2136 1410" style="text-align: center;"> <p>図5 模擬損傷パネル設置図</p> </div> </div>
評価	<p>技術者3名の合計より求めた損傷箇所発見率をそのシートにおける損傷箇所発見率とする。</p>

表1 模擬損傷

貫通型損傷		非貫通型損傷	
No.	長さ	No.	長さ
①	10mm	⑥	10mm
②	10mm	⑦	10mm
③	20mm	⑧	20mm
④	20mm	⑨	20mm
⑤	20mm	⑩	20mm

試験状況

A-1 防水シート背面の排水性能の維持

防水シートと不織布を一体化した試験体を試験装置に設置する（写真-1参照）。試験体を設置した後、エアバック付きの蓋により試験体を固定する（写真-2, 3参照）。試験開始後、排水口から排水される水量を計測し、透水係数を求める。

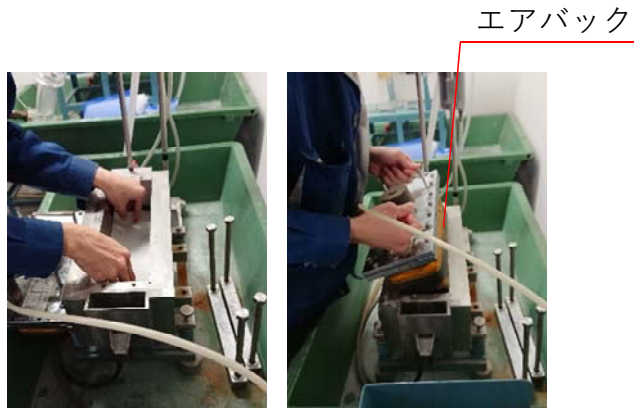


写真-1

写真-2

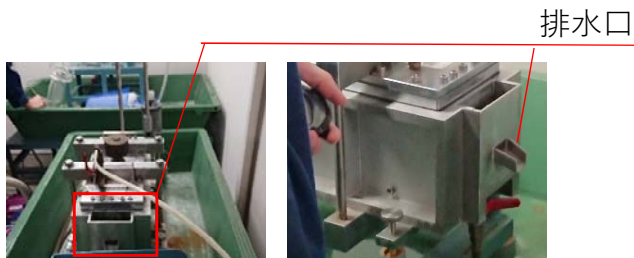


写真-3

写真-4

A-2 防水シート背面の凹凸に対する耐破損性

防水シートを試験装置に設置する（写真-5参照）。試験体を設置した後、試験装置と試験体をブルマンで固定する（写真-6参照）。試験装置の注入口から水を入れる（写真-7参照）。コンプレッサにて所定の圧力を1時間かけ、試験体の破損の有無を確認する（写真-8参照）。

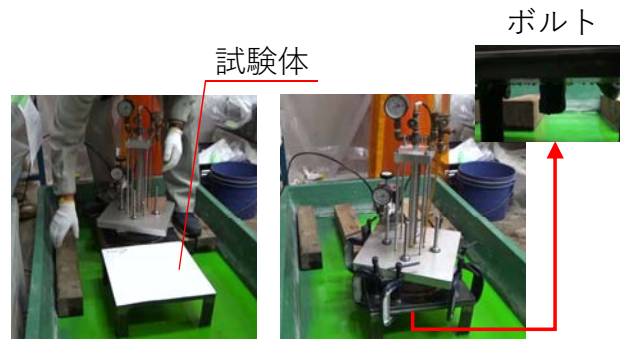


写真-5

写真-6

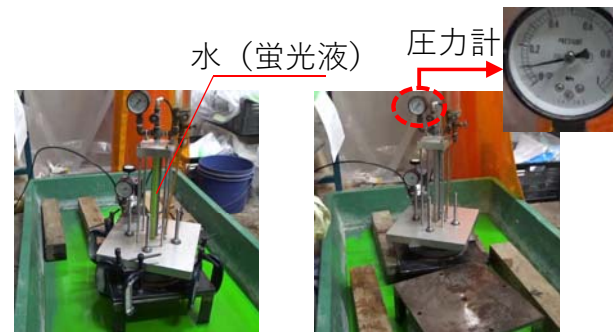


写真-7

写真-8

A-3 防水シート破損箇所の視認

破損箇所が貫通している防水シート（写真-9左側）と破損箇所が貫通していない防水シート（写真-9右側）を並べて立て掛ける。これを視認距離と照度を変更して、それぞれの条件ごとに視認し、各条件の視認できる割合を求める。

貫通防水シート 非貫通防水シート



写真-9



写真-10