

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-96080

(P2018-96080A)

(43) 公開日 平成30年6月21日(2018.6.21)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
E 2 1 D 11/38 (2006.01) E 2 1 D 11/38 A 2 D 0 5 5
 2 D 1 5 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-240505 (P2016-240505)	(71) 出願人	000003296
(22) 出願日	平成28年12月12日 (2016.12.12)		デンカ株式会社
			東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号
		(71) 出願人	591129771
			シー・アール・ケイ株式会社
			群馬県高崎市小八木町306番地
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100128381
			弁理士 清水 義憲
		(72) 発明者	三島 俊一
			新潟県糸魚川市大字青海2209 デンカ
			株式会社 青海工場内

最終頁に続く

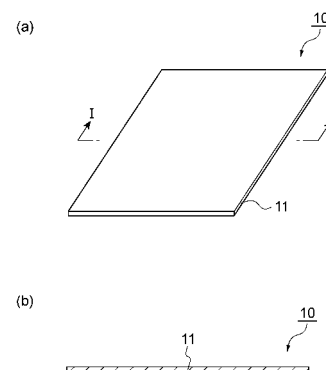
(54) 【発明の名称】 トンネル用防水シート、トンネル防水工法及びトンネル構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】破損が生じた場合、破損箇所が修復され、漏水の継続が防止されるトンネル用防水シートの提供。

【解決手段】加硫ゴムを含有するゴムシート11を備え、ゴムシート11の水膨張倍率が、体積比で1.1～5倍である、トンネル用防水シート10。又ゴムシート11の少なくとも一面上に、厚さ0.1～1mmの不織布又は織布が貼り付けられている。又前記加硫ゴムがクロロプレンゴムの加硫体を含み、前記加硫ゴムのトルエン不溶分が5～50質量%である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

加硫ゴムを含有するゴムシートを備え、
前記ゴムシートの水膨張倍率が、体積比で 1 . 1 ~ 5 倍である、トンネル用防水シート

【請求項 2】

前記ゴムシートの少なくとも一方向上に、厚さ 0 . 1 ~ 1 m m の不織布又は織布が貼り付けられている、請求項 1 に記載のトンネル用防水シート。

【請求項 3】

前記ゴムシートの密度が 0 . 8 ~ 1 . 5 g / c m ³ である、請求項 1 又は 2 に記載のトンネル用防水シート。

【請求項 4】

前記加硫ゴムがクロロプレングムの加硫体を含み、
前記加硫ゴムのトルエン不溶分が 5 ~ 5 0 質量 % である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のトンネル用防水シート。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のトンネル用防水シートを使用する、トンネル防水工法。

【請求項 6】

一次覆工コンクリートの内面側に前記トンネル用防水シートを敷設する工程を含む、請求項 5 に記載のトンネル防水工法。

【請求項 7】

一次覆工コンクリートと、
二次覆工コンクリートと、
前記一次覆工コンクリート及び前記二次覆工コンクリートの間に配置された、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のトンネル用防水シートと、
を備える、トンネル構造。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、トンネル用防水シート、トンネル防水工法及びトンネル構造に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、トンネル工法としては N A T M 工法が主流になっている。N A T M 工法はトンネル掘削直後に吹付による一次覆工を施工し、掘削部分の岩石等の落下及び漏水を止めた後に、二次覆工コンクリートを打設し、トンネルの強度を持たせることによりトンネルを安定化させる方法である。N A T M 工法では、トンネル内への漏水を防止し、二次覆工コンクリートの地山への拘束や地山の動き等によるひび割れを防止できるよう、一次覆工コンクリートと二次覆工コンクリートとの間に、防水及び絶縁（アイソレーション）を目的に防水シートを配置することが行なわれている。

【0003】

N A T M 工法以外では、トンネルボーリングマシンによるトンネルの掘削も行なわれ（T B M 工法）、同様の目的で防水シートが配置されている。

【0004】

トンネル用防水シートとして、例えば、特許文献 1 ~ 3 には、エチレン - 酢酸ビニル共重合体（E V A）からなる防水シートが開示されている。また、特許文献 4 には、発光物質を含む防水シート及び電磁波照射によって当該防水シートの損傷部位を発見する検査方法が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 1 4 6 9 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 0 8 0 8 9 5 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 1 - 1 1 5 7 9 1 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 8 - 8 2 7 1 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

従来のトンネル用防水シートでは、一次覆工コンクリート表面の凹凸部分やロックボルト等の金属部材の露出により防水シートが破損し、一次覆工コンクリート側から二次コンクリート側への漏水が生じる場合があった。この点につき、特許文献 1 ～ 3 には、裏面緩衝材によって防水シートを保護する方法が提案されているが、これらの方法では、破損を完全に防止することは難しい。

10

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、破損が生じた場合でも破損箇所が修復され、漏水の継続が防止されるトンネル用防水シートを提供することを目的とする。また本発明は、当該トンネル用防水シートを用いたトンネル防水工法及び当該トンネル用防水シートを備えるトンネル構造を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の一側面は、加硫ゴムを含有するゴムシートを備え、ゴムシートの水膨張倍率が体積比で 1 . 1 ～ 5 倍である、トンネル用防水シートに関する。

20

【 0 0 0 9 】

一態様において、ゴムシートの少なくとも一方面上に、厚さ 0 . 1 ～ 1 mm の不織布又は織布が貼り付けられていてよい。

【 0 0 1 0 】

一態様において、ゴムシートの密度は 0 . 8 ～ 1 . 5 g / c m ³ であってよい。

【 0 0 1 1 】

一態様において、加硫ゴムがクロロブレンゴムの加硫体を含んでいてよく、加硫ゴムのトルエン不溶分は 5 ～ 5 0 質量 % であってよい。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の他の一側面は、上記トンネル用防水シートを使用する、トンネル防水工法に関する。

【 0 0 1 3 】

一態様において、トンネル防水工法は、一次覆工コンクリートの内面側にトンネル用防水シートを敷設する工程を含んでいてよい。

【 0 0 1 4 】

本発明の更に他の一側面は、一次覆工コンクリートと、二次覆工コンクリートと、一次覆工コンクリート及び二次覆工コンクリートの間に配置された上記トンネル用防水シートと、を備える、トンネル構造に関する。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、破損が生じた場合でも破損箇所が修復され、漏水の継続が防止されるトンネル用防水シートが提供される。また本発明によれば、当該トンネル用防水シートを用いたトンネル防水工法及び当該トンネル用防水シートを備えるトンネル構造が提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】(a) はトンネル用防水シートの一態様を示す斜視図であり、(b) は I - I 線に沿った断面を示す断面図である。

50

【図 2】(a) はトンネル用防水シートの他の一態様を示す斜視図であり、(b) は I I - I I 線に沿った断面を示す断面図である。

【図 3】(a) はトンネル用防水シートの更に他の一態様を示す斜視図であり、(b) は I I I - I I I 線に沿った断面を示す断面図である。

【図 4】トンネル構造の一態様を示す部分断面図である。

【図 5】(a) は実験例 1 の試験体を説明するための斜視図であり、(b) は V - V 線に沿った断面を示す断面図である。

【図 6】実験例 1 の透水試験の試験方法を説明するための図である。

【図 7】実験例 2 の透水試験の試験方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0017】

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施形態について説明する。なお、図面は理解を容易にするため一部を誇張して描いており、寸法比率等は図面に記載のものに限定されるものではない。

【0018】

本実施形態に係るトンネル用防水シート（以下、単に「防水シート」ともいう。）は、加硫ゴムを含有するゴムシートを備えている。また本実施形態において、ゴムシートの水膨張倍率は、体積比で 1.1 ~ 5 倍である。

【0019】

このような防水シートによれば、破損が生じて破損箇所に水が浸入してきても、当該水と接したゴムシートが膨張することで破損箇所が埋まり、その後の漏水が防止される。このため、上記防水シートは、一次覆工コンクリートと二次覆工コンクリートとの間に配置されるトンネル用防水シートとして好適に用いることができる。

20

【0020】

加硫ゴムは、未加硫ゴムの加硫体（架橋体）ということもできる。未加硫ゴムは、加硫剤及び / 又は加硫促進剤によって加硫（架橋）できるゴムであればよく、特に限定されない。未加硫ゴムとしては、例えば、天然ゴム、クロロプレンゴム、エチレン - プロピレン - ジエンゴム（EPDM）、スチレン - ブタジエンゴム等が挙げられる。ゴムシートの強度及び耐久性に優れる観点からは、未加硫ゴムとしてはクロロプレンゴムが最も好ましい。

30

【0021】

加硫ゴムは、トルエン不溶分の含有率が 5 質量 % 以上であることが好ましく、10 質量 % 以上であることがより好ましい。また、加硫ゴムのトルエン不溶分は、50 質量 % 以下であることが好ましく、40 質量 % 以下であることがより好ましい。また、加硫ゴムがクロロプレンゴムの加硫体であり、且つ、当該加硫体のトルエン不溶分が上記範囲であることが更に好ましい。このような加硫ゴムによれば、上述の効果に特に優れるトンネル用防水シートが得られる。

【0022】

トルエン不溶分は、例えば、未加硫ゴムの加硫条件を変更すること等により適宜調整できる。なお、本明細書中、トルエン不溶分は、以下の方法で測定される値を示す。

40

【0023】

（トルエン不溶分の測定）

加硫ゴムを 2 mm 角のチップ状に裁断して試験片を作成し、その質量（A1）を測定する。次いで、試験片をトルエン 150 mL に浸漬し、23℃ で 16 時間攪拌する。その後、200 メッシュの金網でろ過し、金網上に残存した不溶分を回収し、110℃ で 1 時間乾燥させて、不溶分の質量（A2）を測定する。重量 A1 及び A2 から、以下の式によってトルエン不溶分の含有率を計算する。

$$\text{トルエン不溶分（質量％）} = (A2 / A1) \times 100$$

【0024】

未加硫ゴムを加硫するための加硫剤は、特に限定されず、公知の加硫剤を適宜選択して

50

よい。加硫剤は、未加硫ゴムを架橋できる成分であればよく、例えば、硫黄、ポリスルフィド等の硫黄系化合物、p - キノンジオキシム、4 , 4 ' - ジベンゾイルキノンジオキシム等のオキシム系化合物、t - ブチルヒドロパーオキシド、アセチルアセトンパーオキシド、クメンヒドロパーオキシド等の有機過酸化物系化合物等が挙げられる。加硫剤としては、硫黄系化合物が好ましく、硫黄系化合物とそれ以外のものとを組合わせて使用してもよい。

【 0 0 2 5 】

加硫剤の使用量は特に限定されず、例えば、未加硫ゴム 1 0 0 質量部に対して 1 ~ 1 0 質量部であってよく、好ましくは 0 . 5 ~ 5 質量部である。

【 0 0 2 6 】

加硫促進剤は、未加硫ゴムの加硫の促進を目的に使用されてよい。加硫促進剤は特に限定されず、公知の加硫促進剤を適宜選択してよい。加硫促進剤としては、例えば、テトラメチルチウラムジスルフィド、テトラブチルチウラムジスルフィド、テトラメチルチウラムモノスルフィド、ジペンタメチレンチウラムテトラスルフィド等のチウラム系化合物、2 - メルカプトベンゾチアゾール、ジベンゾチアゾールジスルフィド等のチアゾール系化合物、ジメチルジチオカルバミン酸亜鉛、ジエチルジチオカルバミン酸亜鉛等のジチオカルバミン酸塩系化合物、n - ブチルアルデヒドアニリン等のアルデヒドアミン系化合物、N - シクロヘキシル - 2 - ベンゾチアジルスルフェンアミド等のスルフェンアミド系化合物、ジオルソトリルグアニジン、ジオルソニトリルグアニジン等のグアニジン系化合物、チオカルバニリド、ジエチルチオユリア、トリメチルチオユリア等のチオユリア系化合物、亜鉛華などが挙げられる。加硫促進剤はこれらを単独で用いてよく、2 種以上を組み合わせ用いてもよい。

【 0 0 2 7 】

加硫促進剤の使用量は特に限定されず、例えば、未加硫ゴム 1 0 0 質量部に対して 0 . 1 ~ 1 0 質量部であってよく、好ましくは 0 . 2 ~ 5 質量部である。

【 0 0 2 8 】

ゴムシートは、加硫ゴム以外の他の成分を更に含んでいてよい。他の成分としては、例えば、通常の加硫ゴムに配合される無機充填剤、可塑剤、軟化剤、老化防止剤、加工助剤、滑剤、粘着付与剤等が挙げられる。

【 0 0 2 9 】

ゴムシートは、未加硫ゴム及び加硫剤を含むゴム組成物をシート状に成形し、硬化させたものであってよい。この場合、未加硫ゴムが加硫剤により加硫することで、ゴム組成物が硬化する。ゴム組成物には、上述した他の成分が更に配合されていてよい。ゴム組成物は、例えば、従来公知のミキサー、バンバリーミキサー、ニーダーミキサー、二本ロール等の混練装置で混練されてよい。また、ゴム組成物の成形は、例えば、従来公知のプレス成形、押出成形、カレンダー成形等の手法で実施してよく、これらは従来公知の成形装置で行ってよい。成形後の硬化は、例えば、加硫槽内にて、熱空気、流動床、マイクロ波等の手段で加熱することで実施してよい。

【 0 0 3 0 】

ゴムシートの水膨張倍率は、体積比で 1 . 1 倍以上であり、2 倍以上であることが好ましい。水膨張倍率が 1 . 1 倍未満であると、止水性能が十分に発揮されない場合がある。また、ゴムシートの水膨張倍率は、体積比で 5 倍以下であり、4 倍以下であってもよい。水膨張倍率が 5 倍を超えると、膨張によって施工部分から防水シートがはみ出したり、防水シートの強度が低下する場合がある。

【 0 0 3 1 】

なお、本明細書中、ゴムシートの水膨張倍率は、ゴムシートを 2 1 の水道水に 7 日間浸漬させたときの、浸漬前後の体積比（浸漬後の体積 / 浸漬前の体積）を示す。

【 0 0 3 2 】

ゴムシートの密度は特に限定されないが、0 . 8 g / c m ³ 以上であることが好ましく、1 . 1 g / c m ³ 以上であることがより好ましい。ゴムシートの密度が大きいと、止水

10

20

30

40

50

性能が一層向上する傾向がある。また、ゴムシートの密度は、 1.5 g/cm^3 以下であることが好ましく、 1.3 g/cm^3 以下であることがより好ましい。ゴムシートの密度が小さいと、単位面積当たりの重量が軽くなり、自重によるたわみが生じにくくなり、防水シートの施工性が向上する傾向がある。

【0033】

ゴムシートの厚さは特に限定されないが、 0.5 mm 以上であることが好ましく、 1 mm 以上であることがより好ましい。ゴムシートの厚さが厚いと、止水性能が一層向上する傾向がある。また、ゴムシートの厚さは、 3 mm 以下であることが好ましく、 2 mm 以下であることがより好ましい。ゴムシートの厚さが薄いと、単位面積当たりの重量が軽くなり、自重によるたわみが生じにくくなり、防水シートの施工性が向上する傾向がある。

10

【0034】

防水シートは、1つのゴムシートを備えていてよく、2つ以上のゴムシートを備えていてもよい。防水シートが2つ以上のゴムシートを備えるとき、ゴムシートの少なくとも一つが上述の水膨張倍率の数値範囲を満たしていればよく、全てのゴムシートが上述の水膨張倍率の数値範囲を満たしていることが好ましい。また、防水シートが2つ以上のゴムシートを備えるとき、これらのゴムシートは積層されていてよく、積層されたゴムシート間には後述の緩衝層等の他の層が介在してよい。

【0035】

防水シートは、緩衝層を更に備えていてよい。緩衝層は、一次覆工コンクリート表面の凹凸を緩衝する機能、及び/又は、ゴムシートを拘束する機能を有する層であってよい。防水シートが緩衝層を備えることで、一次覆工コンクリート表面の凹凸、金属部材の突起等からゴムシートが保護され、ゴムシートが破損し難くなる。また、緩衝層によってゴムシートが拘束されることで、施工性が向上する。

20

【0036】

緩衝層は、ゴムシートの一方面上に設けられていてよく、ゴムシートの両面に積層されていてよい。また、緩衝層は2つのゴムシート間に挟まれるように設けられていてもよい。

【0037】

緩衝層は、例えば、織布、不織布、編布、合成樹脂発泡体等の緩衝材によって構成されていてよい。緩衝材としては、不織布及び織布が、安価であり、緩衝機能及び引き裂き強度に優れ、積層も容易であるため好ましい。また、緩衝材としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ナイロン等の合成樹脂製の不織布及び織布が、特に好適に用いられる。

30

【0038】

不織布としては、目付量が $10 \sim 300 \text{ g/m}^2$ (より好ましくは $50 \sim 200 \text{ g/m}^2$) であるものが好ましい。また、不織布の厚さは、 $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ であることが好ましく、 $0.3 \sim 0.8 \text{ mm}$ であることがより好ましい。不織布を厚くすると、緩衝機能が向上する傾向がある。また、不織布を薄くすると、ゴムシートが拘束されやすくなり、施工性が一層向上する傾向がある。

【0039】

織布としては、使用原系の織度が $20 \sim 2000$ デニールで、平織(タフタ)のものが好ましい。また、織布の厚さは、 $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ であることが好ましく、 $0.3 \sim 0.8 \text{ mm}$ であることがより好ましい。織布を厚くすると、緩衝機能が向上する傾向がある。また、織布を薄くすると、ゴムシートが拘束されやすくなり、施工性が一層向上する傾向がある。

40

【0040】

防水シートは上記以外の構成を更に備えていてよい。例えば、防水シートは、ゴムシートと緩衝層とを接合する接着層等を更に備えていてよい。

【0041】

防水シートは、トンネル防水工法において使用され、例えば、一次覆工コンクリートと

50

二次覆工コンクリートとの間に配置される。防水シートを用いたトンネル防水工法では、例えば、一次覆工コンクリート表面に防水シートを設置した後、二次覆工コンクリートを打設することによって行われる。一次覆工コンクリート表面への防水シートの固定方法は特に限定されず、例えば、接着剤、鋳等を用いて固定してよい。なお、防水シートは、トンネルの床部分にも使用でき、床部分からの漏水防止にも大きな効果を発揮できる。

【0042】

図1(a)は、防水シートの一態様を示す斜視図であり、図1(b)はそのI-I線に沿った断面を示す断面図である。図1(a)及び(b)に示す防水シート10は、ゴムシート11から構成されている。防水シート10では、ゴムシート11の水膨張倍率が体積比で1.1~5倍であることから、ゴムシート11に破損(例えば、破損孔、切込み等)が生じて、破損箇所へ侵入した水によって破損箇所のゴムシート11が膨張し、破損箇所が埋まる。このため、防水シート10は、ゴムシート11に破損が生じた場合でも継続して防水効果を維持できる。防水シート10は、破損が生じやすく、破損箇所の補修が難しい、トンネル防水工法用の防水シートとして好適に用いることができる。

10

【0043】

図2(a)は、防水シートの他の一態様を示す斜視図であり、図2(b)はそのII-II線に沿った断面を示す断面図である。図2(a)及び(b)に示す防水シート20は、ゴムシート21の一方面上に緩衝層22が設けられている。緩衝層22は、地山の凹凸、一次覆工コンクリート表面の凹凸、金属部材の突起等からゴムシート21を保護し、ゴムシート21の破損を防止する。防水シート20は、緩衝層22によってゴムシート21が破損し難く、また、仮に破損が生じて、上述したゴムシートの膨張効果によって防水効果が維持される。このため、防水シート20は、破損が生じやすく、破損箇所の補修が難しい、トンネル防水工法用の防水シートとして好適に用いることができる。

20

【0044】

図3(a)は、防水シートの更に他の一態様を示す斜視図であり、図3(b)はそのIII-III線に沿った断面を示す断面図である。図3(a)及び(b)に示す防水シート30は、2枚のゴムシート31a及び31bと、ゴムシート31a及び31bの間に配置された緩衝層32とを備えている。防水シート30は、緩衝層32がゴムシート31a及び31bの間に介在していることで、一方のゴムシートが破損した場合に他方のゴムシートまで破損が及ぶことが防止される。このため、防水シート30では、一方のゴムシートに破損が生じた場合でも、他方のゴムシートによって防水効果が維持される。具体的には、例えば、ゴムシート31aが破損した場合に、破損箇所がゴムシート31aの膨張によって埋まるまでの期間も、ゴムシート31bによって防水効果が維持される。これらのことから、防水シート30は、破損が生じやすく、破損箇所の補修が難しい、トンネル防水工法用の防水シートとして好適に用いることができる。

30

【0045】

図4は、トンネル構造の一態様を示す部分断面図である。トンネル構造50は、一次覆工コンクリート70と、二次覆工コンクリート80と、一次覆工コンクリート70及び二次覆工コンクリート80の間に配置された防水シート20と、を備えている。防水シート20は、ゴムシート21が二次覆工コンクリート80側に、緩衝層22が一次覆工コンクリート70側に位置するように配置されている。トンネル構造50では、地山60からの湧水が一次覆工コンクリート70側から流入しても、防水シート20によって二次覆工コンクリート80側への漏水が防止される。

40

【0046】

トンネル構造50の工法は特に限定されず、例えば、地山60の掘削面に吹付け施工して一次覆工コンクリート70を形成する工程と、一次覆工コンクリート70の表面に防水シート20を敷設する工程と、防水シート20上に二次覆工コンクリート80を打設する工程と、を備える工法であってよい。

【0047】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定され

50

るものではない。

【実施例】

【0048】

以下、実施例により本発明をより具体的に説明するが、本発明は実施例に限定されるものではない。

【0049】

(実施例 A - 1)

クロロプレングム（デンカ株式会社製、商品名「デンカクロロプレン」）を用いて、水膨張倍率 1.1 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。なお、クロロプレングムの加硫は、トルエン不溶分が 30 質量% となるように調整した。このゴムシートを防水シート A - 1 とした。

10

【0050】

(実施例 A - 2)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。このゴムシートを防水シート A - 2 とした。

【0051】

(実施例 A - 3)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 5.0 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。このゴムシートを防水シート A - 3 とした。

20

【0052】

(実施例 A - 4)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。次いで、このゴムシートの一方面上に厚さ 0.5 mm の不織布（出光ユニテック株式会社製、商品名「ストラテック」）を貼付し、防水シート A - 4 とした。

【0053】

(実施例 A - 5)

不織布の厚さを 1.0 mm に変更したこと以外は、実施例 A - 4 と同様にして防水シート A - 5 を作製した。

30

【0054】

(実施例 A - 6)

不織布の厚さを 3.0 mm に変更したこと以外は、実施例 A - 4 と同様にして防水シート A - 6 を作製した。

【0055】

(実施例 A - 7)

不織布にかえて、厚さ 0.4 mm の織布（ナイロントフタ、CRK 株式会社製）を用いたこと以外は、実施例 A - 4 と同様にして防水シート A - 7 を作製した。

40

【0056】

(実施例 A - 8)

不織布にかえて、厚さ 1.0 mm の織布（ナイロントフタ、CRK 株式会社製）を用いたこと以外は、実施例 A - 4 と同様にして防水シート A - 8 を作製した。

【0057】

(実施例 A - 9)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを 2 枚作製した。2 枚のゴムシートの間に厚さ 1.0 mm の不織布を挟んで積層し、防水シート A - 9 とした。

【0058】

(比較例 B - 1)

50

クロロブレンゴム（加硫後のトルエン不溶分：30質量％）を用いて、水膨張倍率1.0倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ1mmのゴムシートを作製した。このゴムシートを防水シートB-1とした。

【0059】

（比較例B-2）

水膨張倍率1.0倍のEVA系シート（藤森工業株式会社製、商品名「FF208XH U-N」）を、防水シートB-2とした。

【0060】

< 実験例1 >

実施例A-1～A-9及び比較例B-1～B-2で作製した防水シートについて、それぞれ以下の方法で透水試験を行った。結果は表1に示す。 10

（1）試験体の作製

図5（a）は、実験例1の試験体を説明するための斜視図であり、図5（b）はそのV-V線に沿った断面を示す断面図である。

まず、直径15mm、高さ2.5mmの円柱状のモルタル硬化体110及び120を作製した。モルタル硬化体は、JIS R 5201に準拠した方法で、普通ポルトランドセメント及び標準砂（一般社団法人セメント協会製）を用い、水セメント比50％、砂/セメントの割合を3/1として作製した。

作製したモルタル硬化体110を半分に切断し、厚さ0.2mmのプラスチック製スペーサー111を2つ挟んでエポキシ樹脂系接着剤で接着した。2つのスペーサー111の間隔は50mmとして、モルタル硬化体110の中央に、長さ50mm、幅0.2mmの隙間112を設けた。モルタル硬化体120についても同様に、半分に切断後、スペーサー121を2つ挟んで接着し、長さ50mm、幅0.2mmの隙間122を設けた。 20

次いで、防水シート100に、カッターで長さ3cm、幅0.2mmの切込み102を入れ、切込み102の方向と隙間112及び隙間122の方向とが一致するように、モルタル硬化体110及びモルタル硬化体120の間に防水シート100を挟んだ。

（2）透水試験

図6は、実験例1の透水試験を説明するための図である。

図6に示すように、上記（1）の方法で作成した試験体を、パッキン210を介して下部架台220に載置した。次いで、試験体の上部にパッキン230を介してアタッチメント240を設置した。JIS A 1404に記載の透水試験装置を用い、試験体の下部側の空間250から、0.03MPaの水圧を12時間かけた。水圧をかけた直後、水圧をかけてから6時間後、水圧をかけてから12時間後のそれぞれにおいて、上部空間260に漏出した水の量を測定し、単位時間当たりの漏水量を求めた。 30

【0061】

【表 1】

実験番号	防水シート	漏水量(L/分)		
		初期	6時間後	12時間後
1-1	A-1	1.2	0.8	0
1-2	A-2	1.2	0.1	0
1-3	A-3	1.1	0	0
1-4	A-4	1.4	0	0
1-5	A-5	1.3	0.7	0
1-6	A-6	1.2	1.1	0.3
1-7	A-7	1.4	0	0
1-8	A-8	1.4	0.8	0
1-9	A-9	1.4	0	0
1-10	B-1	1.3	1.0	0.5
1-11	B-2	1.4	1.3	1.3
1-12	無し	1.4	1.3	1.3

10

【0062】

表 1 に記載のとおり、ゴムシートの水膨張倍率が 1.1 倍以上である実施例の防水シート A-1 ~ A-9 では、時間経過と共に漏水量が低減し、12 時間後には漏水がほぼ無くなった。なお、防水シート A-6 では、不織布の厚みにより施工性が劣り、他の実施例と比較して漏水量が多くなったが、12 時間後の漏水はごくわずかであった。一方、比較例の防水シート B-1 及び B-2 では、12 時間後にも漏水が継続していた。なお、実験番号 1-12 は、防水シートを挟まずに行った実験結果を示している。

20

【0063】

(実施例 C-1)

クロロプレングム（デンカ株式会社製、商品名「デンカクロロプレン」）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.1 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。なお、クロロプレングムの加硫は、トルエン不溶分が 30 質量%となるように調整した。このゴムシートを防水シート C-1 とした。

30

【0064】

(実施例 C-2)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。このゴムシートを防水シート C-2 とした。

【0065】

(実施例 C-3)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.5 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。このゴムシートを防水シート C-3 とした。

40

【0066】

(実施例 C-4)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.6 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。このゴムシートを防水シート C-4 とした。

【0067】

(実施例 C-5)

クロロプレングム（加硫後のトルエン不溶分：30 質量%）を用いて、水膨張倍率 3.0 倍、密度 1.3 g/cm^3 、厚さ 1 mm のゴムシートを作製した。次いで、このゴムシートの一方面上に厚さ 0.5 mm の不織布（出光ユニテック株式会社製、商品名「ストラ

50

テック」)を貼付し、防水シートC - 5とした。

【0068】

(実施例C - 6)

不織布の厚さを1.0mmに変更したこと以外は、実施例C - 5と同様にして防水シートC - 6を作製した。

【0069】

(実施例C - 7)

天然ゴム(株式会社十川ゴム製、商品名「B - 105」)を用いて、水膨張倍率3.0倍、密度 1.1 g/cm^3 、厚さ1mmのゴムシートを2枚作製した。2枚のゴムシートの間に厚さ1.0mmの不織布を挟んで積層し、防水シートC - 7とした。

10

【0070】

(実施例C - 8)

エチレン - プロピレン - ジエン共重合体(住友化学株式会社製、商品名「エスブレン」)を用いて、水膨張倍率3.0倍、密度 1.1 g/cm^3 、厚さ1mmのゴムシートを2枚作製した。2枚のゴムシートの間に厚さ1.0mmの不織布を挟んで積層し、防水シートC - 8とした。

【0071】

(実施例C - 9)

エチレン - プロピレン - ジエン共重合体(住友化学株式会社製、商品名「エスブレン」)を用いて、水膨張倍率3.0倍、密度 0.8 g/cm^3 、厚さ1mmのゴムシートを2枚作製した。2枚のゴムシートの間に厚さ1.0mmの不織布を挟んで積層し、防水シートC - 9とした。

20

【0072】

(実施例C - 10)

スチレンブタジエンゴム(日本ゼオン株式会社製、商品名「ニポールSBR」)を用いて、水膨張倍率3.0倍、密度 1.1 g/cm^3 、厚さ1mmのゴムシートを2枚作製した。2枚のゴムシートの間に厚さ1.0mmの不織布を挟んで積層し、防水シートC - 10とした。

【0073】

(比較例D - 1)

水膨張倍率1.0倍のEVA系シート(藤森工業株式会社製、商品名「FF208XHU - N」)を、防水シートD - 1とした。

30

【0074】

<実験例2>

実施例C - 1 ~ C - 10及び比較例D - 1で作製した防水シートについて、それぞれ以下の方法で透水試験を行った。結果は表2に示す。

図7は、実験例2の透水試験の試験方法を説明するための図である。

まず、間口4m、高さ3.5m、奥行き3mのU字型の型枠310を設置し、内側に厚さ10cmの吹付けコンクリート320を吹き付け、模擬トンネルを作製した。模擬トンネルの天端中心部には、幅1mm、奥行き50cmの切れ込み330を入れた。この模擬トンネルの内側に防水シート300を、等間隔に5カ所、奥行き1m間隔でピン留めして、固定した。防水シート300には、天端中心に位置する箇所、幅0.5mm、奥行き5cmの切込みを入れた。

40

次いで、模擬トンネルの天端上部から、毎分2リットルの水道水を放水し、放水開始直後、放水開始から12時間後、放水開始から48時間後のそれぞれについて、トンネル内部に漏水する水の量を測定し、単位時間当たりの漏水量を求めた。また、放水開始から48時間に、模擬トンネルの天端で防水シートのたわみを観測し、たわみによってコンクリート320と防水シート300との間隔が10cm以上あいていた場合をB、間隔が10cm未満であった場合をAとして評価した。

【0075】

50

【表 2】

実験番号	防水シート	漏水量(L/分)			たわみ評価
		初期	12時間後	48時間後	
2-1	C-1	1.3	1.0	0	A
2-2	C-2	1.2	0.5	0	A
2-3	C-3	1.2	0.5	0	A
2-4	C-4	1.1	0.7	0.1	B
2-5	C-5	1.4	0	0	A
2-6	C-6	1.4	0	0	A
2-7	C-7	1.4	1.0	0	A
2-8	C-8	1.4	0.7	0	A
2-9	C-9	1.4	0.9	0	A
2-10	C-10	1.4	0.5	0	A
2-11	D-1	1.4	1.3	1.3	B
2-12	無し	1.4	1.3	1.3	—

10

【0076】

表2に記載のとおり、実施例の防水シートC-1～C-10では、時間経過と共に漏水量が低減し、48時間後には漏水がほぼ無くなった。一方、比較例の防水シートD-1では、48時間後にも漏水が継続していた。なお、実験番号2-12は、防水シートを設置せずに行った実験結果を示している。

20

【0077】

また、表2に記載のとおり、ゴムシートの密度が 1.5 g/cm^3 以下の防水シートC-1～C-3及びC-5～C-10では、48時間後でも防水シートのたわみがほとんど生じず、二次覆工コンクリートの打設時に、たわみによるムラの発生等が十分に抑制されることが期待できる。

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明によれば、破損が生じた場合でも破損箇所が修復され、漏水の継続を防止できるトンネル用防水シートが提供され、主に土木分野で好適に使用できる。

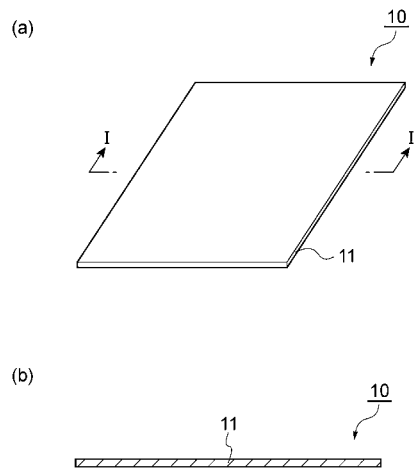
【符号の説明】

30

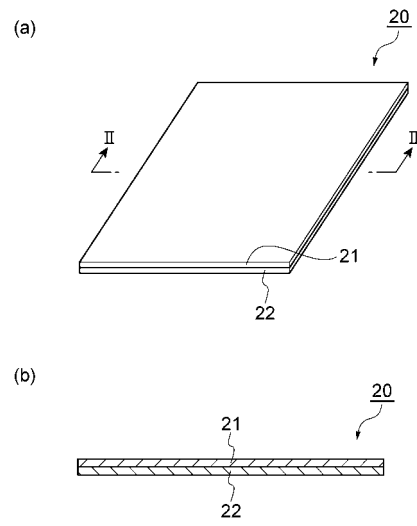
【0079】

10, 20, 30...防水シート、11, 21, 31...ゴムシート、22, 32...緩衝層、70...一次覆工コンクリート、80...二次覆工コンクリート、100...防水シート、110, 120...モルタル硬化体、111, 121...スペーサー、210, 230...パッキン、220...下部架台、240...アタッチメント、300...防水シート、310...型枠、320...吹き付けコンクリート。

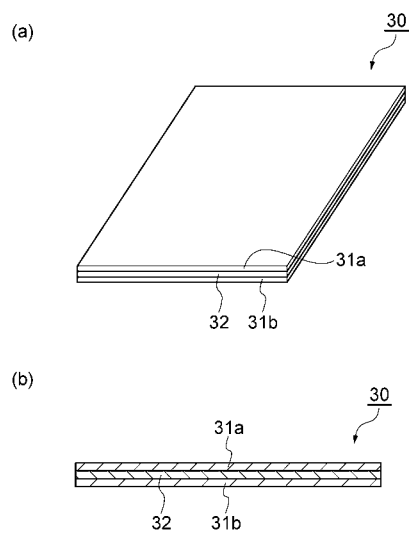
【 図 1 】



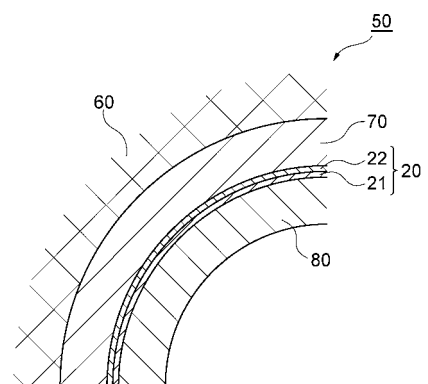
【 図 2 】



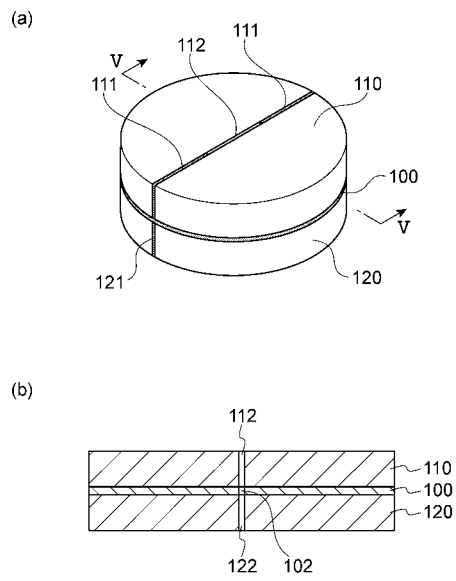
【 図 3 】



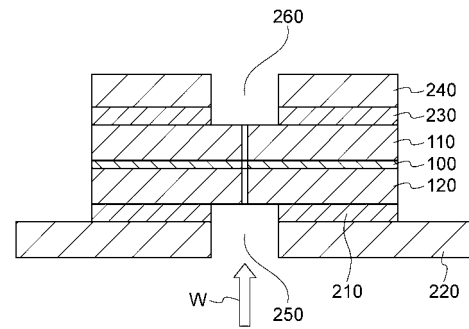
【 図 4 】



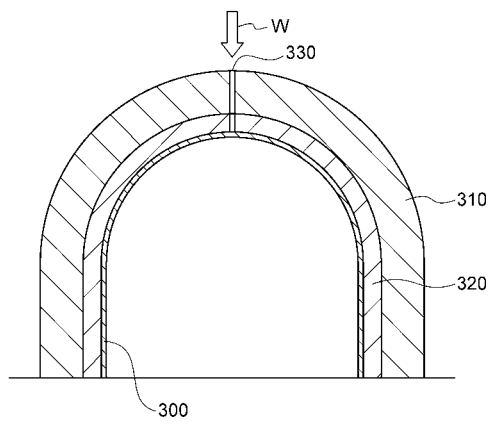
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐々木 崇
新潟県糸魚川市大字青海 2 2 0 9 デンカ株式会社 青海工場内
- (72)発明者 盛岡 実
新潟県糸魚川市大字青海 2 2 0 9 デンカ株式会社 青海工場内
- (72)発明者 阿部 靖
新潟県糸魚川市大字青海 2 2 0 9 デンカ株式会社 青海工場内
- (72)発明者 戸谷 英樹
新潟県糸魚川市大字青海 2 2 0 9 デンカ株式会社 青海工場内
- (72)発明者 相馬 英也
群馬県高崎市小八木町 3 0 6 シー・アール・ケイ株式会社内
- (72)発明者 新井 俊一
群馬県高崎市小八木町 3 0 6 シー・アール・ケイ株式会社内
- F ターム(参考) 2D055 BA06 BB01 HA02
2D155 BA06 BB01 HA02