

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3924293号  
(P3924293)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月2日(2007.3.2)

(51) Int. Cl. F I  
E O 2 B 11/00 (2006.01) E O 2 B 11/00 3 O 1 A

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-176463 (P2004-176463)	(73) 特許権者	591190955
(22) 出願日	平成16年6月15日(2004.6.15)		北海道
(65) 公開番号	特開2006-2342 (P2006-2342A)		北海道札幌市中央区北3条西6丁目1番地
(43) 公開日	平成18年1月5日(2006.1.5)	(73) 特許権者	000241980
審査請求日	平成16年11月15日(2004.11.15)		北海道農材工業株式会社
			北海道札幌市北区北7条西6丁目1番地
		(74) 代理人	100095267
			弁理士 小島 高城郎
		(74) 代理人	100069176
			弁理士 川成 靖夫
		(74) 代理人	100124176
			弁理士 河合 典子
		(74) 代理人	100111604
			弁理士 佐藤 卓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 暗きょ排水管及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円筒形状の管体を具備する暗きょ排水管において、  
前記管体が、粘土に対し鉄沈積物の沈積を防止する閉塞防止剤を混合し焼成することにより形成され、該閉塞防止剤がアルカリ土類金属であり、かつ、

前記暗きょ排水管の一方の端面が外側に突出した湾曲面である外R面を、他方の端面が内側に窪んだ湾曲面である内R面を具備し、複数の該暗きょ排水管を連結した際、隣り合う暗きょ排水管同士の継ぎ目部において一方の暗きょ排水管の該内R面に対し他方の暗きょ排水管の該外R面が挿入可能であり、

前記暗きょ排水管の前記外R面及び前記内R面の各々の面上に、周方向に沿って複数の円形窪みを具備することを特徴とする暗きょ排水管。

10

【請求項2】

円筒形状の管体を具備する暗きょ排水管において、  
前記管体が、粘土に対し鉄沈積物の沈積を防止する閉塞防止剤を混合し焼成することにより形成され、該閉塞防止剤がアルカリ土類金属であり、かつ、

前記暗きょ排水管の一方の端面が外側に突出した湾曲面である外R面を、他方の端面が内側に窪んだ湾曲面である内R面を具備し、複数の該暗きょ排水管を連結した際、隣り合う暗きょ排水管同士の継ぎ目部において一方の暗きょ排水管の該内R面に対し他方の暗きょ排水管の該外R面が挿入可能であり、

前記暗きょ排水管の前記外R面及び前記内R面の各々の面上に、周方向に波状の起伏を

20

具備することを特徴とする暗きょ排水管。

【請求項 3】

鉄沈積物の沈積を防止可能な暗きょ排水管の製造方法において、  
閉塞防止剤であるアルカリ土類金属を含有する粉体と粘土と混合することにより前記暗きょ排水管の管体材料を調製する第 1 工程と、  
前記管体材料を一定期間堆積させた後、該管体材料に対して前記閉塞防止剤の飽和溶液を散布する第 2 工程と、  
前記閉塞防止剤の飽和溶液を散布した前記管体材料に対して砂質珪砂を混合する第 3 工程と、  
前記砂質珪砂を混合した前記管体材料を前記暗きょ排水管の形状に成形し、乾燥し、及び焼成する第 4 工程と、  
前記焼成した暗きょ排水管を一定期間放置する第 5 工程とを有することを特徴とする暗きょ排水管の製造方法。

10

【請求項 4】

前記暗きょ排水管の焼成後において、該暗きょ排水管の一方の端面に対し外側に突出した湾曲面である外 R 面を、他方の端面に対し内側に窪んだ湾曲面である内 R 面を形成する工程と、  
前記暗きょ排水管の前記外 R 面及び前記内 R 面の各々の面上に、周方向に沿って複数の円形窪みを形成する工程とをさらに有することを特徴とする  
請求項 3 に記載の暗きょ排水管の製造方法。

20

【請求項 5】

前記暗きょ排水管の成型後であって焼成前において、該暗きょ排水管の一方の端面に対し外側に突出した湾曲面である外 R 面を、他方の端面に対し内側に窪んだ湾曲面である内 R 面を形成する工程と、  
前記暗きょ排水管の前記外 R 面及び前記内 R 面の各々の面上に、周方向に沿って複数の円形窪みを形成する工程とをさらに有することを特徴とする  
請求項 3 に記載の暗きょ排水管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、農地に排水用水路として埋設される暗きょ排水管及びその製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

日本に広く分布する泥炭土、グライ土、湿性火山性土などの農地は、排水不良を呈する。排水不良の農地に対しては、農作物の湿害による生育不良を回避し良好な農作物の生産量を確保するため、排水改良として暗きょ排水工法が実施されてきた。例えば、特許文献 1 に開示されている。

【0003】

図 1 3 は、従来の暗きょ排水工法の実施状況を示す一部切り欠き斜視図である。暗きょ排水工法は、土中の余分な水分である余剰流水 8 を排除する唯一の方法である。暗きょ排水工法では、農地を最小 0.6 m 以下の深さに 1 / 100 ~ 1 / 1000 の勾配を持たせて溝状に掘削した後、暗きょ排水管 100 を埋設し、その周辺及び上部に疎水材 12 を被せて埋設する工法である。余剰流水 8 を迅速に農地から排除するためには、掘削溝中の最下部に位置する暗きょ排水管 100 の吸水及び通水能力が高く維持されることが求められる。

40

【0004】

暗きょ排水管 100 の吸水及び通水機能の低下の原因としては、例えば、図 1 3 に符号 107 B で示すように暗きょ排水管 100 の継ぎ目部 7 の管ズレ、及び暗きょ排水管 100 の上下左右への蛇行状態での配置、並びに、図 1 5 に示すように、余剰水の排水中に含

50

有されている粘土やシルト等の微細粒子の流入とその微細粒子沈積物 1 3 B の沈積、及び鉄錯体や二価鉄による酸化鉄類の鉄沈積物 1 3 A の沈積が指摘されてきた。

【 0 0 0 5 】

図 1 3 に示すように、余剰流水 8 が表土 1 0 及び下層土 1 1、疎水材 1 2 を浸透しつつ、土壤中の粘土やシルト、鉄錯体や二価鉄、疎水材 1 2 の微細粒子等を含みながら流れ込み、微細粒子や鉄などを含んだ管内流水 W となる。通常、暗きょ排水管周辺流水 9 のように、正常流水 9 A となり適正継ぎ目部 1 0 7 A の隙間から暗きょ排水管 1 0 0 内に流れ込み、暗きょ排水管内流水 W (以下、単に「管内流水 W」と称する場合がある)となる。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、暗きょ排水管 1 0 0 の継ぎ目部 1 0 7 に管ズレ状態継ぎ目部 1 0 7 B がある場合、管ズレにより空いた管ズレ状態継ぎ目部 1 0 7 B から管ズレ部流出水 9 B のように一カ所から多量の水が流れ出すと共に、周辺の下層土 1 1 及び疎水材 1 2 の粘土やシルト及び疎水材 1 2 の微細粒子を洗掘し、多量に水に含んでから管ズレ部流入水 9 C として暗きょ排水管 1 0 0 内に再度流れ込む。

【 0 0 0 7 】

図 1 4 は、従来の暗きょ排水管 1 0 0 における管ズレ状態を示す側断面図である。このように従来の形状では、暗きょ排水管 1 0 0 の継ぎ目部 1 0 7 が管ズレ状態継ぎ目部 1 0 7 B となることが多く、接続角 に対応して管ズレの隙間が発生した。

【 0 0 0 8 】

このような管ズレにより、暗きょ排水管 1 0 0 内に再度流れ込んだ管内流水 W には粘土やシルト、疎水材の微細粒子、鉄錯体や二価鉄等が多量に含まれた条件となる。図 1 5 は、従来の暗きょ排水管 1 0 0 における沈積物による閉塞状況を示す斜視図である。図 1 5 に示すように管内では、管内流水 W に含まれる鉄錯体や二価鉄等が大気に接触することで、Gallionella 属の鉄酸化細菌 F e G により酸化鉄類の鉄沈積物 1 3 A として暗きょ排水管 1 0 0 の内面に沈積する。それにより、管内流水 W の流速が低下し、粘土やシルト及び微細粒子が沈積しやすくなり、これらの微細粒子沈積物 1 3 B が沈積する。このサイクルが降雨の度に繰り返され沈積物 1 3 が沈積することで暗きょ排水管 1 0 0 を閉塞してしまう。

【 0 0 0 9 】

北海道では殖民開拓以来、約 7 5 万 h a の暗きょ排水工法が施工されてきたが、北海道立中央農業試験場による調査報告では、そのうちの 1 3 . 5 % で暗きょ排水管 1 0 0 内に何らかの沈積物 1 3 の沈積が確認され、暗きょ排水管 1 0 0 が完全に閉塞した場合もあった。このような状況に至った場合は、多額の費用をかけて再度、同様の暗きょ排水工法を施工し直すことがしばしば行われてきた。

【 0 0 1 0 】

このような再施工を回避するための従来技術としては、次の通りである。

(i)暗きょ排水管の管ズレ等の防止方法としては、管の継ぎ目部をソケット状にする方法、別ソケットを用いて完全に繋ぐ方法や、継ぎ目部をラッパ状もしくは三角にして差し込む方法、円形管の外側に突起部を付けたり、管の外形を多角形にして横方向への管ズレを防止する方法が考案されてきた。

(ii)暗きょ排水管内への粘土やシルト等の微細粒子沈積物及び鉄沈積物に対しては管内を機械で洗浄する方法がある(特許文献 2 等)。

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開平 1 0 - 3 7 1 6 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 1 0 8 0 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、上記従来技術(i)では、暗きょ排水管の外観形状が複雑になったり、別部品を必要としたりするので、製造時、施工時及び施工後の製品の欠け等により破損が生

10

20

30

40

50

じる場合がある。また、施工時及び施工後の地形変形による管ズレ防止に対応できない。上記従来技術(ii)では、作業負担が大きい上、沈積物を洗浄して一時的に排除しても、いずれは沈積物による閉塞が再発する。

【0013】

また、上記の従来技術によれば、暗きょ排水管の管ズレを軽減・防止することと、暗きょ排水管の沈積物を洗浄により排除することとは、それぞれを個別に実施できるが、暗きょ排水管が閉塞している場合、暗きょ排水管の管ズレと酸化鉄等の沈積の両方が発生している場合が多い。従って、暗きょ排水管の管ズレだけを防止したり、沈積物を洗浄して排除しても、長期間にわたって暗きょ排水管の管ズレと微細粒子や酸化鉄類の沈積物による閉塞の双方を防止することは不可能であり、根本的な解決となっていなかった。

10

【0014】

そこで、本発明は、暗きょ排水管の外観形状を大きく変えずに、暗きょ排水管の形状を改善することで継ぎ目部の管ズレを防止すると共に、暗きょ排水管の管体又は管体表面の材料を改善することで沈積物による暗きょ排水管の閉塞防止機能を保有させ、長期間にわたって吸水及び通水機能を確保する暗きょ排水管とその製造方法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】

【0016】

【0017】

(1) 請求項1に係る発明は、円筒形状の管体を具備する暗きょ排水管において、前記管体が、粘土に対し鉄沈積物の沈積を防止する閉塞防止剤を混合し焼成することにより形成され、該閉塞防止剤がアルカリ土類金属であり、かつ、前記暗きょ排水管の一方の端面が外側に突出した湾曲面である外R面を、他方の端面が内側に窪んだ湾曲面である内R面を具備し、複数の該暗きょ排水管を連結した際、隣り合う暗きょ排水管同士の間において一方の暗きょ排水管の該内R面に対し他方の暗きょ排水管の該外R面が挿入可能であり、

20

前記暗きょ排水管の前記外R面及び前記内R面の各々の面上に、周方向に沿って複数の円形窪みを具備することを特徴とする。

【0018】

【0019】

【0020】

【0021】

(2) 請求項2に係る発明は、円筒形状の管体を具備する暗きょ排水管において、前記管体が、粘土に対し鉄沈積物の沈積を防止する閉塞防止剤を混合し焼成することにより形成され、該閉塞防止剤がアルカリ土類金属であり、かつ、前記暗きょ排水管の一方の端面が外側に突出した湾曲面である外R面を、他方の端面が内側に窪んだ湾曲面である内R面を具備し、複数の該暗きょ排水管を連結した際、隣り合う暗きょ排水管同士の間において一方の暗きょ排水管の該内R面に対し他方の暗きょ排水管の該外R面が挿入可能であり、前記暗きょ排水管の前記外R面及び前記内R面の各々の面上に、周方向に波状の起伏を形成したことを特徴とする。

30

40

【0022】

【0023】

(3) 請求項3に係る発明は、鉄沈積物の沈積を防止可能な暗きょ排水管の製造方法において、

閉塞防止剤であるアルカリ土類金属を含有する粉体と粘土と混合することにより前記暗きょ排水管の管体材料を調製する第1工程と、

前記管体材料を一定期間堆積させた後、該管体材料に対して前記閉塞防止剤の飽和溶液を散布する第2工程と、

前記閉塞防止剤の飽和溶液を散布した前記管体材料に対して砂質珪砂を混合する第3工程と、

50

前記砂質珪砂を混合した前記管体材料を前記暗きょ排水管の形状に成形し、乾燥し、及び焼成する第4工程と、

前記焼成した暗きょ排水管を一定期間放置する第5工程とを有することを特徴とする。

【0024】

【0025】

【0026】

【0027】

(4) 請求項4に係る発明は、請求項3の製造方法において、前記暗きょ排水管の焼成後において、該暗きょ排水管の一方の端面に対し外側に突出した湾曲面である外R面を、他方の端面に対し内側に窪んだ湾曲面である内R面を形成する工程と、前記暗きょ排水管の前記外R面及び前記内R面の各々の面上に、周方向に沿って複数の円形窪みを形成する工程とをさらに有することを特徴とする。

10

【0028】

【0029】

(5) 請求項5に係る発明は、請求項3の製造方法において、前記暗きょ排水管の成型後であって焼成前において、該暗きょ排水管の一方の端面に対し外側に突出した湾曲面である外R面を、他方の端面に対し内側に窪んだ湾曲面である内R面を形成する工程と、前記暗きょ排水管の前記外R面及び前記内R面の各々の面上に、周方向に沿って複数の円形窪みを形成する工程とをさらに有することを特徴とする。

【0030】

20

【発明の効果】

【0032】

(i) 請求項1又は2に係る発明によれば、暗きょ排水管の管体にアルカリ土類金属(カルシウム等)の閉塞防止剤を含有することにより、鉄酸化細菌FeG類の繁殖抑制効果が得られ、鉄沈積物の沈積を防止できる。加えて、暗きょ排水管の継ぎ目部の形状を外R面5A及び内R面5Bとし、隣り合う暗きょ排水管同士の端面を互いに挿入可能としたことにより、継ぎ目部の接点の支持力で管ズレを防止する。さらに、一定の範囲の接続許容角及び許容挿入量が確保されることにより、これらの範囲内であれば、施工時及び施工後において隣り合う暗きょ排水管同士の軸同士に傾斜角が生じたり、伸びが生じても不適正な管ズレが発生しない。この結果、不適正な管ズレによる暗きょ排水管内への流入を防止することができる。好適な接続許容角は、最大7.5°であり、好適な許容伸びは0.45%である。

30

【0033】

上記に加えて、外R面及び内R面の各々の面上に、円形窪み又は波形状をつけることで、両R面の密着状態を回避することにより適度な通水空間を確保する。

【0034】

【0035】

(ii) 請求項3に係る発明は、暗きょ排水管の製造方法であって、製造された暗きょ排水管は、管体にアルカリ土類金属(カルシウム等)の閉塞防止剤を含有することにより、鉄酸化細菌FeG類の繁殖抑制効果が得られ、鉄沈積物の沈積を防止できる。

40

【0036】

(iii) 請求項4に係る発明は、請求項3の製造方法に加えて、暗きょ排水管の継ぎ目部の形状に外R面5A及び内R面5Bを形成したことにより、継ぎ目部の接点の支持力で管ズレを防止する。さらに、一定の範囲の接続許容角及び許容挿入量が確保されることにより、これらの範囲内であれば、施工時及び施工後において隣り合う暗きょ排水管同士の軸同士に傾斜角が生じたり、伸びが生じても不適正な管ズレが発生しない。この結果、不適正な管ズレによる暗きょ排水管内への流入を防止することができる。

【0037】

上記に加えて、外R面及び内R面の各々の面上に、円形窪み又は波形状をつけることで、両R面の密着状態を回避することにより適度な通水空間を確保する。

50

## 【0038】

(iv)以上、本発明の暗きょ排水管及びその製造方法によれば、暗きょ排水管への沈積物の沈積による閉塞が防止される共に、施工時及び施工後にも隣り合う暗きょ排水管同士が強固に固定されると共に、適度な通水空間が確保され、不適正な管ズレが防止される。この結果、長期に亘って暗きょ排水管の通水機能が維持でき、沈積物の洗浄作業や再施工等の負担が格段に軽減される。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0039】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態を示す暗きょ排水管の一部切り欠き斜視図である。暗きょ排水管1の管体2は、所定の管壁厚さ及び長さをもち両端が開口した円筒形状を有する。

10

## 【0040】

図1に示す暗きょ排水管1の特徴の一つは、その管体2の含有物質である。管体2は、鉄酸化細菌FeGの繁殖抑制効果すなわち酸化鉄類の鉄沈積物13Aの沈積を防止する効果を奏する閉塞防止剤3を含有している。閉塞防止剤3は、例えば、次のように管体2に対して含有させることができる。従来の素焼き土管による暗きょ排水管では、管体2の材料の80～90重量%を粘土が占めている。この粘土の陽イオン交換容量は20～80 me/100gの範囲にある。本発明では、この管体材料中の粘土の陽イオン交換容量の100%近くまでを、アルカリ土類金属(カルシウムCa等)から選択された1又は複数の元素により置換させる。これらのカルシウムCa等の元素が、閉塞防止剤として機能する。本実施形態では、図示の通り、閉塞防止剤3は、管体2の管壁厚さ全体に亘って分散すると共に管体2の表面にも露出した状態となる。

20

## 【0041】

閉塞防止剤をカルシウムCaとした例について説明する。ここで、陽イオン交換容量のうち、カルシウムCaにより占められる割合を石灰飽和度と称する。粘土の石灰飽和度を約100%にするために、製造工程において管体材料の一つである粘土に対して、炭酸カルシウム、ケイ酸カルシウム又は酸化カルシウム等のカルシウム含有粉体及びその飽和溶液を混合する。炭酸カルシウム粉体の場合、粘土に対して30重量%以内で混合する。その後さらに、ケイ素分の多い砂質珪砂を10～20重量%混合した後、成形し、乾燥後に焼成する。焼成過程においてカルシウムCaがケイ素と反応することにより、また焼成後に大気中の水分と炭酸ガスとが反応することにより、カルシウムCaを穏やかに化学的に安定させることで水溶解性を低下させる。これにより、管体2表面のpHを長期間高く維持する機能を持たせる。

30

## 【0042】

## 【0043】

## 【0044】

図1に示した実施形態の暗きょ排水管1の製造方法については、後述する図7及び図8において詳細に説明する。

## 【0045】

## 【0046】

## 【0047】

図1の実施形態の特徴である、暗きょ排水管1の両端の形状について説明する。暗きょ排水管1の両端は、複数の暗きょ排水管を連結する際の継ぎ目部として使用される。暗きょ排水管1において、管体2の一方の端面に外側に突出した湾曲面である外R面5Aを設け、他方の端面に対して内側に窪んだ湾曲面である内R面5Bを設ける。

40

## 【0048】

図2は、図1に示した暗きょ排水管1同士を複数連結する状況を示した断面図である。隣り合う暗きょ排水管1同士のうち一方の内R面5Bに対し、他方の外R面5Aを挿入可能である。内R面に対し外R面5Aを挿入したときの接点14の支持力により、隣り合う暗きょ排水管1同士が強固に固定される。これにより、施工時及び施工後の管ズレを防止

50

することができる。なお、連結された複数の暗きょ排水管 1 において隣り合う暗きょ排水管 1 同士の対向する外 R 面 5 A と内 R 面 5 B の双方をまとめて、「両 R 面 5」と称することとする。

【0049】

図 1 において、さらに、外 R 面 5 A 及び内 R 面 5 B の各々の面上に、管体 2 の管壁厚さの中央位置にて周方向に沿って所定間隔で複数の円形窪み 6 を形成する。この円形窪み 6 を設けることにより、隣り合う暗きょ排水管 1 同士の対向する両 R 面 5 間に水の毛管張力が発生することを防止し、両 R 面 5 の密着を回避して通水空間を確保する。

【0050】

図 2 ~ 図 5 を参照して、本発明における管ズレ防止手段についてさらに詳細に説明する。本発明の管ズレ防止構造を形成するには、例えば、後述する図 9 及び図 10 に示される外 R 面研磨機 24 及び内 R 面研磨機 31、並びに外 R 面成形器具 33 及び内 R 面成形器具 37 を用いて、図 1 に示した通り、暗きょ排水管 1 の継ぎ目部 7 の形状を外 R 面 5 A と内 R 面 5 B とする。図 2 に示すように、隣り合う暗きょ排水管 1 同士における継ぎ目部 7 において、外 R 面 5 A と内 R 面 5 B の挿入部（許容挿入量  $L$ ）における接点 14 の支持力により、双方の暗きょ排水管 1 を固定し管ズレを防止する。この外 R 面 5 A と内 R 面 5 B の適宜の挿入量（例えば 2.7 mm）を確保することで、暗きょ排水管 1 同士の管ズレを防止する鉛直横方向の抵抗強度は、素焼き土管の管体の場合、100 N/cm 程度となる。この程度の抵抗強度であれば、施工時及び施工後の外圧による管ズレや潰れは発生しない。

【0051】

また、後述する図 11 に示される外 R 面用円形窪み研磨機 38、内 R 面用円形窪み研磨機 46、外 R 面用円形窪み成型器具 47、及び内 R 面用円形窪み成型器具 50 を用いて、図 1 に示した通り両 R 面 5 の各々の面上に、管壁厚さ中央位置にて周方向に沿って複数の円形窪み 6 をつける。これにより、接点 14 が完全に密閉状態になることを防ぐことで適度な通水空間が確保される。

【0052】

図 3 は、暗きょ排水管 1 の継ぎ目部 7 の形状、すなわち管体 2 の各端面形状の別の実施例を示す管体 2 の部分図である。図 3 に示すように、管体 2 の各端面に外 R 面 5 A と内 R 面 5 B をそれぞれ形成すると共に、両 R 面 5 上に周方向に波形状の起伏 6 A を設けることでも通水空間を確保することが可能である。

【0053】

図 4 は、複数連結された本発明の暗きょ排水管 1 において、許容範囲内の接続角での管ズレ状態を示す断面図である。図 4 に示すように、外 R 面 5 A と内 R 面 5 B の働きにより、両 R 面 5 が接点 14 が当接した状態で相対的に滑り変位可能である。従って、双方の暗きょ排水管 1 の軸のなす角度である接続角が、許容接続角  $A$  までの範囲では継ぎ目部 7 に管ズレによる過剰な隙間は発生しない。この許容接続角  $A$  は上下左右において最大 7.5° である。これにより、掘削溝の微小な歪みに対応できる。これに対し、前述の図 13 に従来技術として示した暗きょ排水管 100 の形状では、暗きょ排水管 100 の継ぎ目部 107 が管ズレ状態継ぎ目部 107 B となることが多く、僅かの接続角であっても許容できない程度の管ズレの隙間が発生していた。

【0054】

図 5 は、複数連結された本発明の暗きょ排水管 1 において、許容範囲内の伸びによる管ズレ状態を示す断面図である。図 5 の上図に示すように、隣り合う暗きょ排水管 1 同士の両 R 面 5 を互いに最も挿入した状態の長さを  $L_1$ （最小接続管長）とし、図 5 の下図に示すように、許容できる最大の伸び変形が生じた後の長さを  $L_2$ （最大接続管長）とすると、暗きょ排水管 1 の挿入量の最大値である許容挿入量  $L$  は約 2.7 mm である。この許容挿入量  $L$  を設けたことにより、連結された複数の暗きょ排水管全体が、各管の脱落を防止できる余裕として最大 0.45% の許容伸びが確保される。この許容伸びにより、施工後の地震や乾燥による地盤沈下等の地形変形に対応できる。

【0055】

10

20

30

40

50

このように、暗きょ排水管 1 の管体端面形状による継ぎ目部 7 の効果により、施工時と施工後において従来技術と同じ程度の接続角及び伸びが生じた場合であっても、適正な継ぎ目状態を維持できる許容範囲が広いため、管ズレの発生した継ぎ目部 7 B からの土砂等の管内への流入を防止する。

【 0 0 5 6 】

さらに、図 5 を参照する。暗きょ排水管 1 の継ぎ目部 7 から流入した排水は管路を流下するが、暗きょ排水には  $1 / 100 \sim 1 / 1000$  程度の勾配がある。継ぎ目部 7 においては、下流側に設置された暗きょ排水管 1 の内 R 面 5 B に対して上流側に設置された暗きょ排水管 1 の外 R 面 5 A が挿入される。従って、図 5 の上図に示すように、管路に流入する排水の流入方向 9 D は、管内流水 W の流下方向に対して鋭角にある。これに対して、従来は、暗きょ排水管の継ぎ目部の対向する端面同士が垂直であったので、管路に流入する排水は 90 度方向に曲がって流入していた。よって、本発明では、継ぎ目部 7 からの管内への流入性は、従来の 90 度方向に曲がって流入する場合より高まる。

10

【 0 0 5 7 】

また、図 5 の上図に示すように、管内流水 W から管外へ再度流出する流出方向 9 E は、90 度以上の角度で曲がらないとしないため、流出し難い。従来は流出する場合も 90 度方向に曲がって流出していた。従って、暗きょ排水管内に流入する水量が多い場合は、再度管外へ流出する現象は従来の暗きょ排水管より減少し、暗きょ排水管周辺の不規則な流水が無くなる。この結果、粘土やシルト、微細粒子等が流水により攪拌され管内に流入する現象が、従来の暗きょ排水管より軽減される。

20

【 0 0 5 8 】

次に、図 6 を参照しつつ、本発明における閉塞防止剤による鉄酸化細菌 F e G の繁殖抑制効果すなわち酸化鉄類の鉄沈積物の沈積防止効果の原理を説明する。なお、カルシウム C a をアルカリ土類金属の一例として説明する。

【 0 0 5 9 】

図 6 は、図 1 に示した本発明の暗きょ排水管の管体 2 (右側)と、従来の暗きょ排水管の管体 102 (左側)の、それぞれにおける鉄酸化細菌 F e G に対する作用効果を示す模式的断面図である。

【 0 0 6 0 】

図 6 に示すように、従来の暗きょ排水管では、集水された暗きょ排水管内流水 W に含まれる鉄錯体や二価鉄は鉄酸化細菌 F e G により酸化され、酸化鉄類の鉄沈積物 13 A として沈積し、管内流水 W の流速を低下させ微細粒子沈積物 13 B を沈積しやすくする。これに対し、本発明の暗きょ排水管では、暗きょ排水管の管体 2 に閉塞防止剤 3 としてカルシウム C a を含有させることにより、管体 2 表面の p H を上昇させ、鉄酸化細菌 F e G の付着と活動を抑制し、管内流水 W に含まれる鉄錯体や二価鉄を酸化させないことで、鉄沈積物 13 A を沈積させず、暗きょ排水外に排除する。

30

【 0 0 6 1 】

また、暗きょ排水管の管体 2 に含有されるカルシウム C a の存在形態は、炭酸カルシウム及びケイ酸カルシウムであることから、徐々に管内流水 W 中に溶解する。これによっても、排水中の p H を上昇させ、鉄酸化細菌 F e G の繁殖を抑制することができる。なお、管体 2 が素焼き土管の場合、管体 2 の飽和透水係数は  $10^{-7}$  cm/s 未満と小さいことから、カルシウムイオン  $C a^{2+}$  の溶脱量はさほど小さくなく長期間効果が持続される。

40

【 0 0 6 2 】

さらに、管内流水 W 中に溶解したカルシウムイオン  $C a^{2+}$  は低濃度であることから、管内流水 W 中に溶解している大気中の炭酸ガス由来の炭酸水素イオン  $H C O_3^-$  と反応し、多孔質の素焼き表面に炭酸カルシウム  $C a C O_3$  である方解石の結晶として被膜状に再結晶化し、この結晶の炭酸カルシウム被膜  $C a C O_3$  が鉄酸化細菌 F e G の付着と繁殖をさらに抑制する。この薄膜の厚さは大気中の炭酸ガス濃度と平衡状態にありほぼ一定である。

【 0 0 6 3 】

50

【 0 0 6 4 】

【 0 0 6 5 】

【 0 0 6 6 】

【 0 0 6 7 】

【 0 0 6 8 】

次に、図 7 ~ 図 1 2を参照しつつ、上記に示した本発明の暗きょ排水管の製造方法について述べる。

【 0 0 6 9 】

[ 製造方法 1 : 管体に閉塞防止剤 (アルカリ土類金属) を含有する場合 ]

図 7は、図 1に示した本発明の暗きょ排水管の製造工程において、アルカリ土類金属の閉塞防止剤 3 を含有する管体材料の調製工程の一例を示す模式図である。閉塞防止剤 3 がカルシウム Ca の場合を例として示す。図 7に示すように、暗きょ排水管の管体材料の 80 ~ 90 % を占める粘土 1 6 を土取り場から採掘して運搬トラック 1 5 により運び、この粘土 1 6 を堆積させる。次に、閉塞防止剤 3 として用いるカルシウムを含有する炭酸カルシウム、ケイ酸カルシウム若しくは酸化カルシウム等のカルシウム Ca 含有粉体、ライムケーキ、貝殻微粉碎粉体等又はこれらの混合物を、粘土 1 6 の上に散布した後、ロータリー等の強制攪拌機 1 7 を用いて粘土 1 6 と閉塞防止剤 3 を混合する作業を行う (第 1 工程)。これにより、閉塞防止剤 3 を含有した管体材料 1 8 を調製する。管体材料 1 8 は、雨水に当たる場所に堆積しておく。

10

【 0 0 7 0 】

図 8は、図 7に続く製造工程を示す模式図である。図 8のように、堆積させた管体材料 1 8 に対して、さらに閉塞防止剤の飽和溶液 2 0 をスプリンクラ 1 9 等を用いて散布し、粘土中にカルシウム Ca を含有する閉塞防止剤 3 をさらに添加させる (第 2 工程)。カルシウム Ca の最終的な添加量は、粘土に対して 30 重量 % 以内である。その後、この管体材料 1 8 に対して、ケイ素の多い砂質珪砂を 10 ~ 20 重量 % 混合し水分調整する (第 3 工程)、その後、通常の暗きょ排水管の製造過程により成形、乾燥及び焼成する (第 4 工程)。

20

【 0 0 7 1 】

焼成された暗きょ排水管を雨よけ状態で積み上げ、1ヶ月程度雨よけ状態で放置し、大気中の水分と炭酸ガスにより穏やかに化学的に安定させる (第 5 工程)。

30

【 0 0 7 2 】

【 0 0 7 3 】

【 0 0 7 4 】

【 0 0 7 5 】

【 0 0 7 6 】

【 0 0 7 7 】

図 9 ~ 図 1 2を参照しつつ、本発明の暗きょ排水管の両端面形状の成形方法を説明する。

【 0 0 7 8 】

図 9は、本発明の暗きょ排水管において、焼成後の固化状態において外 R 面及び内 R 面の形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。焼成後の暗きょ排水管 1 の一方の端面に対しては、硬質カッター又はグラインダー等の外 R 面研磨機 2 4 の具備する外 R 面研磨部 2 5 を用いて、外 R 面 5 A の形状に成形する。そして、他方の端面に対しては、内 R 面研磨機 3 1 の具備する内 R 面研磨部 3 2 を用いて、内 R 面 5 B の形状を成形する。

40

【 0 0 7 9 】

図 1 0は、本発明の暗きょ排水管において、焼成前に外 R 面及び内 R 面の形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。暗きょ排水管 1 を円筒状の管体に成形した直後の塑性状態において、一方の端面に対しては、外 R 面成型器具 3 3 の具備する R 面成形カッター 3 4 を用いて外 R 面 5 A を削り取り成形する。そして、他方の端面に対しては、内 R 面成型器具 3 7 の具備する R 面成形カッター 3 4 を用いて内 R 面 5 B を削り取り成形する。

50

あるいは、暗きょ排水管 1 を円筒状の管体に成形し、乾燥した後の半塑性状態において、同様に外 R 面成型器具 3 3 及び内 R 面成形器具 3 7 により外 R 面及び内 R 面をそれぞれ削り取り成形する。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 は、本発明の暗きょ排水管において、焼成後の固化状態において両 R 面 5 の各々の上に円形窪み 6 の形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。図 9 で示した方法により焼成後の暗きょ排水管 1 に対し両 R 面 5 を成形した後、外 R 面用円形窪み研磨機 3 8 を用いて一方の端面に外 R 面 5 A 上に円形窪み 6 を成形し、そして内 R 面用円形窪み研磨機 4 6 を用いて他方の端面に内 R 面 5 B 上に円形窪み 6 を成形する。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 は、本発明の暗きょ排水管において、焼成前に両 R 面 5 の各々の上に円形窪み 6 の形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。焼成前の成形直後の塑性状態の暗きょ排水管 1 に対して図 1 0 で示した方法により両 R 面 5 を成形した後に、外 R 面用円形窪み研磨機 4 7 を用いて一方の端面に外 R 面 5 A 上に円形窪み 6 を成形し、そして内 R 面用円形窪み研磨機 5 0 を用いて他方の端面に内 R 面 5 B 上に円形窪み 6 を成形する。あるいは、焼成前の成形及び乾燥後の半塑性状態の暗きょ排水管 1 に対して図 1 0 で示した方法により両 R 面 5 を成形した後に、外 R 面用円形窪み研磨機 4 7 を用いて一方の端面に外 R 面 5 A 上に円形窪み 6 を成形し、そして内 R 面用円形窪み研磨機 5 0 を用いて他方の端面に内 R 面 5 B 上に円形窪み 6 を成形する。

【 0 0 8 2 】

本発明の暗きょ排水管は、これまでに提案されているソケット付きやラップ式と異なり、成形後の塑性又は半塑性状態の暗きょ排水管 1 を立てた状態で両端の両 R 面 5 の最先端縁部が円周であり水平になるため、立てた状態での焼成によっても両 R 面 5 の形状を損なうことなく製造できるという特徴を有する。また、外観形状が従来と変わらないことから、製品としての結束数や結束後の体積及び重量が従来とほぼ同じであり、製品堆積性、運搬性及びその後の施工性は従来と同様に確保される。

【 0 0 8 3 】

このようにして製造された暗きょ排水管 1 は、継ぎ目部 7 の両 R 面 5 により挿入固定されたことで不適正な管ズレが防止されかつ円形窪み 6 により適度な通水空間が確保されたことで、図 1 3 に示した余剰流水 8 中に作土及び心土、疎水材を浸透してきた粘土やシルトの微細粒子、鉄錯体や二価鉄が含有されていても、管周辺の過剰な洗掘による粘土やシルトの微細粒子を増加させずに、暗きょ排水管 1 内の管内流水 W の流速を適度に確保できることから沈積しない。また、暗きょ排水管 1 の排水と接触する面に閉塞防止剤 3 を含有させたことにより、排水中の鉄錯体や二価鉄が鉄酸化細菌により酸化鉄類の鉄沈積物として沈積することなく暗きょ排水から排除される。暗きょ排水管 1 の管体 2 の含有する閉塞防止剤 3 の成分の溶解は、素焼き管体の場合溶質移動性から極めて穏やかであり、閉塞防止効果が長期間にわたる。

【 実施例 1 】

【 0 0 8 4 】

本発明で使用する暗きょ排水管の管体材料を用いて素焼き板を作製し、その理化学特性を試験した。通常の暗きょ排水管を製造する時に用いる洪積世堆積物で陽イオン交換容量が 4 0 m e / 1 0 0 g、日本農学会法土性が H C の粘土 8 重量部と、洪積世堆積物で日本農学会法土性が S L の珪砂 2 重量部とを混合した粘土材料に対し、閉塞防止剤として微細な炭酸カルシウム粉体である炭酸カルシウム岩粉（北海道農材工業株式会社製）を 5 重量 %、1 0 重量 %、2 0 重量 %、3 0 重量 % 混合したカルシウム含有管体材料を用いて幅 5 cm x 長さ 1 0 cm の素焼き板の試験体を作製した。同様に、閉塞防止剤として脱水乾燥ライムケーキ粉体を 5 重量 % 混合したライムケーキ含有管体材料を用いて幅 5 cm x 長さ 1 0 cm の素焼き板の試験体を作製した。

【 0 0 8 5 】

【 0 0 8 6 】

10

20

30

40

50

これらの各試験体により、本発明の暗きょ排水管管体の理化学特性を分析したところ、次の表1の通りであった。なお、各閉塞防止剤を20重量%以下の範囲内で混合した試験体の破砕強度は、従来の素焼き管体の品質管理指標値80N/cmを上回っており、適正な強度を確保できた。

表1は、本発明の暗きょ排水管の理化学特性を示す表である。

【0087】

【表1】

実施例で使用した暗きょ排水管管体の理化学特性

試験体名	pH	CaO %	破砕強度 N/cm
5%カルシウム混合管体	9.9	1.65	153.9
10%カルシウム混合管体	11.3	3.22	91.2
20%カルシウム混合管体	12.5	7.74	85.3
30%カルシウム混合管体	12.9	10.60	80.2
5%ライムケーキ混合管体	9.2	0.42	135.0

10

20

【0088】

次に、これらの試験体を、幅1m、長さ2.5m、深さ0.6mの大型水槽の底部に固定し、北海道美瑛町の農地に施工されていた暗きょ排水から流出している排水(pH3.7、二価鉄濃度20mg/L、全鉄濃度220mg/L)と、その暗きょ排水管内から採取したGallionella属の鉄酸化細菌のバクテリア膜を水槽内に入れ満水状態にし、その後第一硫酸鉄水溶液により水槽内をpH3に保つように平均0.13m<sup>3</sup>/日で4週間通水した。

【0089】

大型水槽の底部に固定した5重量%、10重量%、20重量%、30重量%カルシウム含有試験体、5重量%ライムケーキ含有試験体において、5重量%ライムケーキ含有試験体に浮遊物の1mm未満の堆積があったが、試験体自体には光学顕微鏡(1000倍)によりGallionella属の鉄酸化細菌の繁殖は確認されなかった。他の5重量%、10重量%、20重量%、30重量%カルシウム含有試験体には付着物等は確認されず光学顕微鏡(1000倍)によっても鉄酸化細菌の繁殖は確認されなかった。なお、大型水槽の内壁には鉄酸化細菌の付着が認められた。

30

【実施例2】

【0090】

実施例1で使用した同じ試験体である5重量%、10重量%、20重量%、30重量%のカルシウム含有試験体、及び5重量%ライムケーキ含有試験体を、土壌条件として(i)0~35cm表層、(ii)35~55cm泥流層、(iii)55~95cm泥炭層、(iv)95cm~グライ層からなる農地に設置された2本の暗きょ排水管内の底面部に試験体をそれぞれ2反復で設置し、試験体への鉄酸化細菌のバクテリア膜の付着の有無とその状況を比較した。試験地の土壌条件は表2、試験地の暗きょ排水管内の水質は表3のとおりである。

40

表2は、本発明の一実施例を実施した農地の土壌理化学特性を示す表である。

【0091】

【表2】

## 実施例2の実施農地の土壌の理化学特性

土層名	pH	水溶性鉄 mg/kg	全鉄 %	水溶性硫酸 mg/kg
0～35cm(表層)	3.7	60	2.01	552
35～55cm(泥流層)	3.1	150	1.76	5,633
55～95cm(泥炭層)	2.9	2,860	10.56	9,648
95cm～(グライ層)	5.4	280	0.82	924

10

【0092】

表3は、本発明の一実施例を実施した暗きょ排水管内の水質を示す表である。

【0093】

【表3】

## 実施例2の試験地に設置された暗きょ排水管内の排水の水質(平均値)

項目	暗きょ排水管1	暗きょ排水管2
pH	3.7	4.9
EC(μS/cm)	381	291
全鉄濃度(mg/L)	264	132
二価鉄イオン濃度(mg/L)	9.6	8.0
カルシウムイオン濃度(mg/L)	42	34

20

30

【0094】

当試験地は土壌中の全鉄及び水溶性鉄、水溶性硫酸が多く、pHが低いことから暗きょ排水に流れこむ排水もpHが低く、全鉄濃度及び二価鉄イオン濃度が高く、鉄酸化細菌の繁殖しやすい条件である。そのため、1年以内の短期間で内径60mmの暗きょ排水が酸化鉄により完全に閉塞することが確認されている。

【0095】

当試験地において、掘削幅0.2m、平均掘削深0.85m、平均勾配1/100の暗きょ排水の溝中に内径90mmの暗きょ排水を設置し、その上部に木材チップ片の疎水材を地表より30cmまで充填し、表土で埋め戻すことにより延長267mの暗きょ排水を2本(暗きょ排水1と暗きょ排水2)施工した。それぞれの暗きょ排水の出口から5mに内径10cmの取り外し可能な透明合成樹脂管を付設し、この透明管内に5重量%、10重量%、20重量%、30重量%カルシウム含有試験体、5重量%ライムケーキ含有試験体を固定設置し、常時、暗きょ排水管内の排水に接触するようにした。

40

【0096】

試験体を設置してから1ヶ月が経過した暗きょ排水管内及び試験に用いた透明合成樹脂管に酸化鉄類の堆積物が沈積しており、この沈積物は89.4～93.1%が鉄で、沈積物を光学顕微鏡で観察したところGallionella属の鉄酸化細菌類の鉄沈積物であった。

50

表 4 は、本発明の暗きょ排水管の一実施例における効果を示した表である。

【 0 0 9 7 】

【表 4】

試験地に設置した暗きょ排水管管体の試験後の理化学特性と鉄酸化細菌付着の有無

試験体名	p H	C a O %	鉄酸化細菌 の有無
5%カルシウム混合管体	9. 2	1. 6 2	-
10%カルシウム混合管体	11. 0	3. 3 0	-
20%カルシウム混合管体	12. 1	7. 8 0	-
30%カルシウム混合管体	12. 2	11. 0 0	-
5%ライムケーキ混合管体	8. 2	0. 4 0	+

10

【 0 0 9 8 】

なお、表 4 中、鉄酸化細菌の有無は次の基準で記載した。- : 無沈積物で菌未確認、+ : 沈積物ありで菌未確認又は無沈積物で菌確認、++ : 沈積物ありで菌確認、+++ : 完全な付着沈積物ありで菌確認。

20

【 0 0 9 9 】

透明合成樹脂管内に固定設置した5重量%、10重量%、20重量%、30重量%カルシウム含有試験体、5重量%ライムケーキ含有試験体、及び銅付着試験体は、1ヶ月が経過しても試験体のpHやCaOの含量に変化はみられず、閉塞防止剤の急激な成分変化はないことが裏付けられた。また、試験体表面での鉄酸化細菌の繁殖状況は、5重量%、10重量%、20重量%、30重量%カルシウム含有試験体及び銅付着試験体のなかで、5重量%ライムケーキ含有試験体に黒色への変色斑点が認められたが試験体自体には光学顕微鏡(1000倍)によりGallionella属の鉄酸化細菌による明らかな繁殖は確認されな

30

【 0 1 0 0 】

他の5重量%、10重量%、20重量%、30重量%カルシウム含有試験体には付着物等は確認されず光学顕微鏡(1000倍)によっても鉄酸化細菌の繁殖は全く確認されなかった。

【実施例 3】

【 0 1 0 1 】

内径60mmと外径90mm、長さ300mmの素焼き管体の片方の端面を外R面に、反対側の端面を内R面とすべくグラインダーにより削り取り、互いに2mm程度入り込むように両R面を成形した暗きょ排水管を製造した。

40

この両R面を成形した暗きょ排水管を、暗きょ排水施工時と同様な人力により付設挿入し接続したところ隣接管同士のズレは全くなかった。水平横方向に管同士をずらすために必要な力は管体の破砕強度に近い82N/cmであった。排水暗きょ管同士をやや斜め方向に接続したときに隙間がない状態での接続の最大許容角度は7°程度であった。これにより、完全に管ズレを無くすることが可能であった。このことから、管ズレにより露出した管路からの土砂等の管内への流入は防止できる。また、両R面の挿入部が2mm程度あることでゆるく挿入し完全に密着させない状態でも横方向の転がり防止できた。この時の計算上の完全密着挿入量に対する余裕長は、管長の0.2%であった。

【 0 1 0 2 】

[比較例 1]

50

実施例 1 と同じように、従来の暗きょ排水管を製造する時に用いる洪積世堆積物で陽イオン交換容量が  $40 \text{ me} / 100 \text{ g}$ 、日本農学会法土性が H C の粘土 8 重量部と、洪積世堆積物で日本農学会法土性が S L の珪砂 2 重量部を混合した管体材料を用い、幅  $5 \text{ cm} \times$  長さ  $10 \text{ cm}$  の従来の暗きょ排水管に相当する素焼き板の試験体（以下、「従来試験体」と称する）を作製した。この従来試験体の理化学特性を分析したところ次の表 5 のとおりであった。

表 5 は、従来の暗きょ排水管の場合の一比較例を示した表である。

【 0 1 0 3 】

【表 5】

比較例 1 で使用した暗きょ排水管管体の理化学特性

10

試験体名	p H	C a O %	破砕強度 N / c m
従来暗きょ排水管管体 (0%カルシウム管体)	8. 8	0. 0 2	9 2. 3

【 0 1 0 4 】

次に、この従来試験体を、実施例 1 と同様に幅  $1 \text{ m}$ 、長さ  $2. 5 \text{ m}$ 、深さ  $0. 6 \text{ m}$  の大型水槽の底部に固定し、北海道美瑛町の農地に施工されていた暗きょ排水から流出している排水（p H  $3. 7$ 、二価鉄濃度  $20 \text{ mg/L}$ 、全鉄濃度  $220 \text{ mg/L}$ ）と、その暗きょ排水管内から採取した Gallionella 属の鉄酸化細菌のバクテリア膜を水槽内に入れ満水状態にし、その後第一硫酸鉄水溶液により水槽内を p H  $3$  に保つように  $0. 13 \text{ m}^3 /$  日で 4 週間通水した。

20

【 0 1 0 5 】

大型水槽の底部に固定した従来試験体（閉塞防止剤 0 重量%）には、表面に赤褐色の付着物が加水状態で  $5 \text{ mm}$  程度の厚さで認められ光学顕微鏡（ $1000$  倍）により Gallionella 属の鉄酸化細菌の繁殖であることが確認された。

【 0 1 0 6 】

[ 比較例 2 ]

実施例 2 と同様に、比較例 1 で使用した従来試験体（閉塞防止剤 0 重量%）を 2 本の暗きょ排水管内の底面部にそれぞれ 2 反復で固定設置し、従来試験体への鉄酸化細菌のバクテリア膜の付着の有無とその状況を比較した。

30

【 0 1 0 7 】

固定設置してから 1 ヶ月が経過した従来試験体は、表 6 に示した p H および C a O であり、比較例 1 の表 5 と差はなく、比較例 1 と同様な酸化鉄類の付着物が確認され、この沈積物は  $90\%$  が鉄で、沈積物を光学顕微鏡で観察したところ Gallionella 属の鉄酸化細菌の鉄沈積物であった。

表 6 は、従来の暗きょ排水管の場合の一比較例を示した表である。

40

【 0 1 0 8 】

【表 6】

試験地に設置した暗きょ排水管管体の試験後の理化学特性と鉄酸化細菌付着の有無

試験体名	pH	CaO %	鉄酸化細菌 の有無
従来暗きょ排水管管体 (0%カルシウム管体)	7.8	0.02	+++

10

## 【0109】

なお、表 6 中、鉄酸化細菌の有無は次の基準で記載した。 - : 無沈積物で菌未確認、 + : 沈積物ありで菌未確認又は無沈積物で菌確認、 ++ : 沈積物ありで菌確認、 +++ : 完全な付着沈積物ありで菌確認。

## 【0110】

## [比較例 3]

実施例 3 の比較として、これまでの接続部が平らな従来形状の暗きょ排水管での管ズレの発生状況を掘削調査した。北海道内の 155カ所の農地に施工された暗きょ排水を調査したところ、暗きょ排水管同士の管ズレの発生率は 6.5% で認められ、管ズレが発生した場合のズレ幅は平均で 2.7cm で、1つの継ぎ目部当たりのズレ角度に換算すると 5.1° であった。この管ズレの発生に施工後の経過年数や農地の利用形態、土壌の種類に関係はなく、多くは暗きょ排水施工時に発生していた。これは、従来の暗きょ排水管では力をかけなくても水平横方向に管同士が転がるためであった。このことから、本発明の両 R 面と円形窪みの機能は施工時のズレを防ぎ、円形窪みにより通水性を確保する点で有効である。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0111】

【図 1】本発明の一実施形態を示す暗きょ排水管の一部切り欠き斜視図である。

【図 2】図 1 に示した暗きょ排水管同士を複数連結する状況を示した断面図である。

【図 3】暗きょ排水管の継ぎ目部の形状すなわち管体の各端面形状の別の実施例を示す管体の部分図である。

30

【図 4】複数連結された本発明の暗きょ排水管において、許容範囲内の接続角での管ズレ状態を示す断面図である。

【図 5】複数連結された本発明の暗きょ排水管において、許容範囲内の伸びによる管ズレ状態を示す断面図である。

【図 6】図 1 に示した本発明の暗きょ排水管の管体（右側）と、従来の暗きょ排水管の管体（左側）の、それぞれにおける鉄酸化細菌 FeG に対する作用効果を示す模式的断面図である。

【図 7】図 1 に示した本発明の暗きょ排水管の製造工程において、アルカリ土類金属の閉塞防止剤を含有する管体材料の調製工程の一例を示す模式図である。

40

【図 8】図 7 に続く製造工程を示す模式図である。

【図 9】本発明の暗きょ排水管において、焼成後の固化状態において外 R 面及び内 R 面の形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。

【図 10】本発明の暗きょ排水管において、焼成前に外 R 面及び内 R 面の形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。

【図 11】本発明の暗きょ排水管において、焼成後の固化状態において両 R 面の各々の上に円形窪みの形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。

【図 12】本発明の暗きょ排水管において、焼成前に両 R 面の各々の上に円形窪みの形状を成形する方法の一例を概略的に示す図である。

【図 13】従来の暗きょ排水工法の実施状況を示す一部切り欠き斜視図である。

50

【図14】従来の暗きょ排水管を使用した実施状況を示す暗きょ排水の側断面図である。

【図15】従来の暗きょ排水管における沈積物による閉塞状況を示す斜視図である。

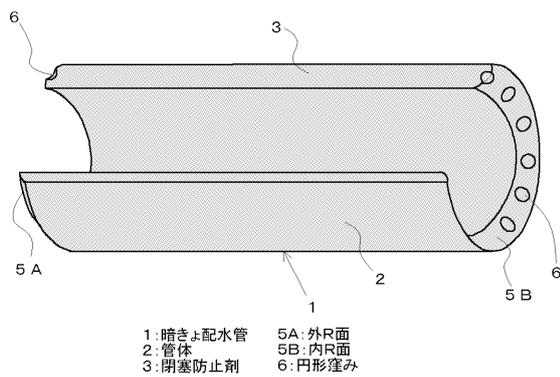
【符号の説明】

【0112】

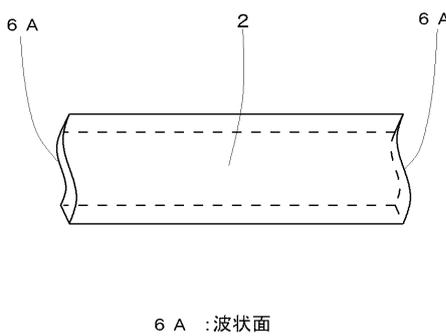
1	暗きょ排水管	
2	管体	
3	閉塞防止剤	
5	両R面	
5A	外R面	
5B	内R面	10
6	円形窪み	
6A	波状起伏	
7	継ぎ目部	
7A	適正継ぎ目部	
7B	管ズレ状態継ぎ目部	
8	余剰流水	
9	暗きょ排水管周辺流水	
9A	正常流水	
9B	管ズレ部流出水	
9C	管ズレ部流入水	20
10	表土	
11	下層土	
12	疎水材	
W	暗きょ排水管内流水	
13	沈積物	
13A	鉄沈積物	
13B	微細粒子沈積物	
14	接点	
L	許容挿入量	
L1	最小接続管長	30
L2	最大接続管長	
	接続角	
A	許容接続角	
15	運搬トラック	
16	粘土	
17	混合作業	
18	管体材料	
19	スプリングラ	
20	閉塞防止剤飽和溶液	
24	外R面研磨機	40
25	外R面研磨部	
26	R面研磨部接続軸	
27	回転モータ -	
28	回転モータ - 固定シリンダー	
29	回転モータークッション板	
30	衝撃圧力吸収スプリング	
31	内R面研磨機	
32	内R面研磨部	
33	外R面成型器具	
34	R面成型カッター	50

- 3 5 中心空洞ガイド
- 3 6 R面成型器具外枠
- 3 7 内R面成型器具
- 3 8 外R面用円形窪み研磨機
- 3 9 円形窪み研磨球
- 4 0 円形窪み研磨球回転動力伝達面
- 4 1 円形窪み研磨球回転動力伝達板
- 4 2 円形窪み研磨球回転動力伝達板接続軸
- 4 3 円形窪み研磨球回転支持軸
- 4 4 円形窪み研磨球固定ベアリング
- 4 5 円形窪み研磨球支持軸工程ナット
- 4 6 内R面用円形窪み研磨機
- 4 7 外R面用円形窪み成型器具
- 4 8 円形窪み成型球
- 4 9 円形窪み成型器具外枠
- 5 0 内R面用円形窪み成型器具

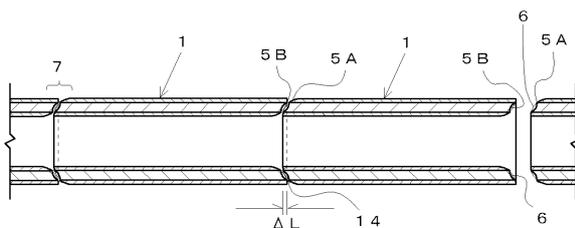
【 図 1 】



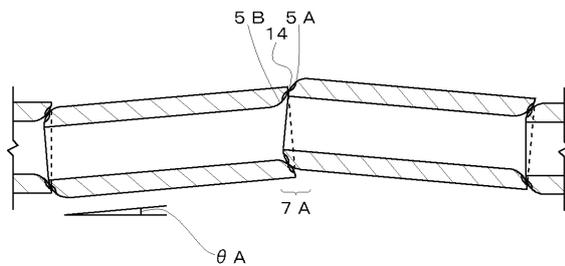
【 図 3 】



【 図 2 】

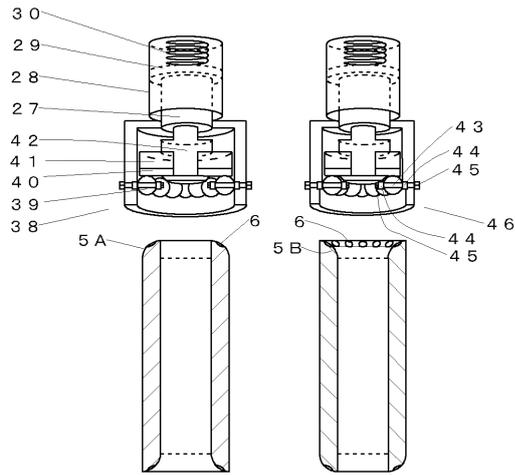


【 図 4 】

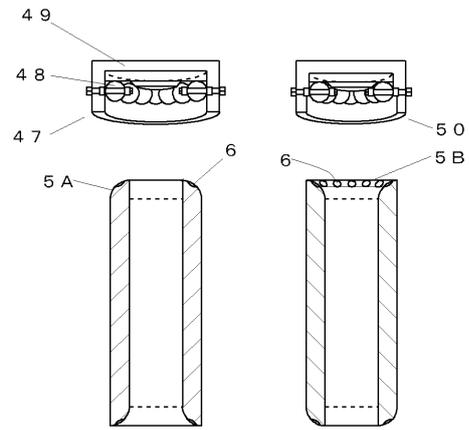




【図11】

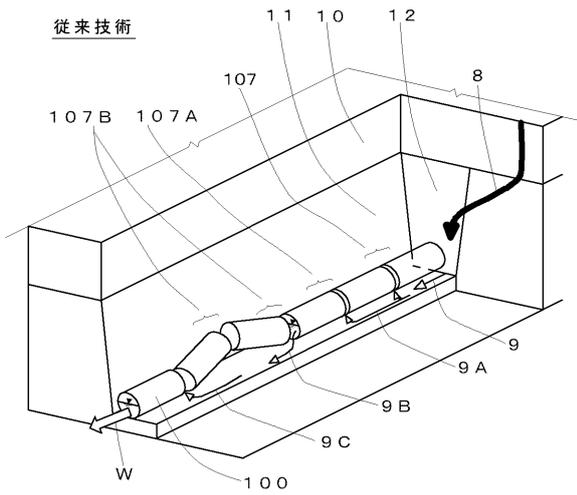


【図12】



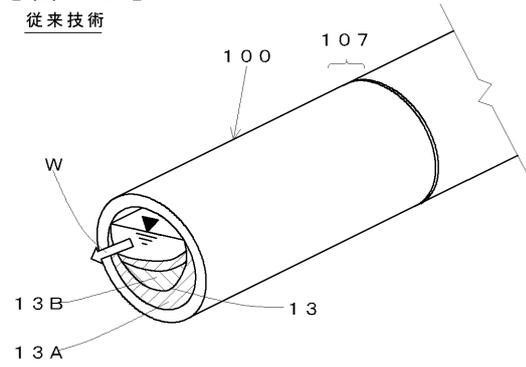
【図13】

従来技術



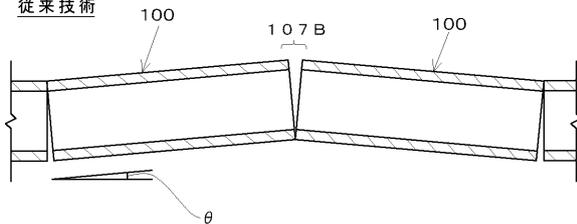
【図15】

従来技術



【図14】

従来技術



## フロントページの続き

- (72)発明者 北川 巖  
北海道夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場内
- (72)発明者 竹内 晴信  
北海道夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場内
- (72)発明者 北野 均  
北海道札幌市北区北7条西6丁目1番地 北海道農材工業株式会社内
- (72)発明者 松岡 祐司  
北海道札幌市北区北7条西6丁目1番地 北海道農材工業株式会社内
- (72)発明者 加藤 勝弘  
北海道美唄市峰延町東3026-20 北海道農材工業株式会社美唄工場内

審査官 土屋 真理子

- (56)参考文献 実開昭61-108586(JP,U)  
特開2004-011245(JP,A)  
特開平05-057287(JP,A)  
特開2002-038459(JP,A)  
実開昭59-178478(JP,U)  
北川巖 外6名,十勝岳泥流地帯における暗きょ排水閉塞要因と対策技術,第51回農業土木学会北海道支部研究発表会講演集,日本,農業土木学会北海道支部,2002年 9月11日,48-53  
北川巖 竹内晴信,十勝岳泥流地帯における暗きょ管閉塞要因の解明と回避対策,平成14年度新しい研究成果 北海道地域,日本,北海道農業研究センター,2004年 3月29日,125-130

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

E02B 11/00 - 11/02