(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3600502号
(P3600502)
(45)発行日　平成16年12月15日(2004.12.15)　(24)登録日　平成16年9月24日(2004.9.24)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | | |
|---|---|---|---|
| E02D 3/12 | E02D | 3/12 | 101 |
| E21D 11/00 | E21D | 11/00 | A |
| // C09K 17/02 | C09K | 17/02 | P |
| C09K 17/06 | C09K | 17/06 | P |
| C09K 17/08 | C09K | 17/08 | P |

請求項の数 1　(全 11 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-102392(P2000-102392)
(22)出願日　平成12年4月4日(2000.4.4)
(65)公開番号　特開2001-288469(P2001-288469A)
(43)公開日　平成13年10月16日(2001.10.16)
審査請求日　平成14年5月28日(2002.5.28)

(73)特許権者　391032004
有限会社シモダ技術研究所
神奈川県横須賀市南浦賀７番６号
(73)特許権者　593165878
株式会社エルジー
東京都新宿区新宿一丁目１９番７号　新花ビル３階
(74)代理人　100081396
弁理士　藤井　実
(72)発明者　下田　一雄
神奈川県横須賀市南浦賀７番６号
(72)発明者　加藤　和夫
埼玉県新座市東２丁目１番１３号

審査官　山本　昌広

最終頁に続く

(54)【発明の名称】可塑状グラウト注入工法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
構造物と地盤（人工地盤も含む）の境界の空洞（トンネルなどの裏込めも含む）、地盤内の大間隙および構造物内の空間からなる空洞に可塑状グラウトを注入充填する注入工法において、硬化発現材を主成分とした流動性の懸濁液をＡ液とし、モンモリロナイト粘土鉱物とアルミニウム粉末を主成分とした流動性の粘性液をＢ液とし、一次充填として前記Ａ液及びＢ液をそれぞれ別々のポンプで圧送し、注入口付近で前記Ａ液とＢ液を合流混合することにより、非流動性の可塑状に変質させたグラウトを前記空洞のおおまかなところに充填した後、二次充填として前記一次充填された可塑状グラウトの発泡圧による膨張によって一次充填で充填できなかった前記空洞のすみずみまで充填させることを特徴とした二液性の膨張性可塑状グラウト注入工法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明が属する技術分野】
この発明は、構造物と地盤（人工地盤も含む）の境界の空洞（トンネルなどの裏込めも含む）、地盤内の大間隙、構造物内の空間（以下これらを空洞という）に充填する非流動性の可塑状グラウトを注入する工法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来、大きな空洞に充填するグラウトとして、一液性のグラウト（モルタル等）が用いら

れている。
【０００３】
しかしこの一液性のグラウトは、ポンプである程度の距離を圧送するため、流動性の良いことが必須条件となり、比較的小さな隙間に充填できる性質を持ち合わせているが、次のような問題点があった。
１）ポンプで圧送時に材料分離やブリージングが発生する。
２）注入時にグラウトが地下水に接すると希釈され、その結果、さらに材料分離、固結強度の不均一、注入されたグラウトの減少（歩溜の低下）が起こる。
３）注入されたグラウトは、流動性が良いため、水の流れと同じように不必要な遠方まで逸走し、本来の目的である注入改良範囲（注入口周辺）の空洞（特にトンネルの天端付近の空洞）に充分に充填されない。すなわち、限定範囲に確実に充填する限定注入ができない。
【０００４】
これらの問題点を解決する方策として従来、セメント懸濁液等の流動性の良い一液性のグラウト（Ａ液）と、同じく流動性の良い水ガラス等の可塑剤（Ｂ液）とを、別々に圧送し注入口付近でＡ，Ｂ両液を合流混合して、非流動性の可塑状グラウトに変質させる二液性注入工法が開発され、現在、空洞充填注入の主流となっている。
【０００５】
この可塑状グラウトは、以前の一液性グラウトに比べて次のような優れた性質が得られるようになった。
１）流動性の良いＡ、Ｂ液を用いるため長距離圧送が可能となり、またＡ液（モルタル等）に多少のブリージング（通常２～５％以下）の発生や材料分離があってもＢ液を混合させて可塑状に変質させるため、ブリージングや材料分離は全く起こらない。
２）可塑状グラウトが地下水に接しても、希釈されることなく、また材料分離、固結強度の不均一、注入量の減少（歩溜の低下）が起こらない。
３）注入された可塑状グラウトは、後から注入されたグラウトによって初めて先方に移動するため、注入口周辺の空洞に限定注入が可能となる。
【０００６】
このような性質を持つ可塑状グラウトを用いることによって、非常に効果的な充填注入として使用されている。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
上記の従来の可塑状グラウトは、限定注入が可能であるという特徴がある反面、可塑状という特異な性質を持つグラウトであるため、実際の現場では次のような問題がある。
【０００８】
すなわち、大きさが大小複雑多岐にわたって存在した空洞に注入した場合、空洞のおおまかなところには充填できるが、空洞のすみずみ（空洞の隅や小さな空洞）には充填し得ないという問題があった。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
この発明は、空洞に注入充填する可塑状グラウトの注入工法であって、硬化発現材を主成分とした流動性の懸濁液をＡ液とし、モンモリロナイト粘土鉱物（以下ベントナイトという）とアルミニウム粉末を主成分とした流動性の粘性液をＢ液とし、一次充填としてそれぞれ別々のポンプで圧送し、注入口付近で前記Ａ液とＢ液を合流混合することにより、非流動性の可塑状に変質させたグラウトを空洞のおおまかなところに充填した後、二次充填として一次充填された可塑状グラウトの発泡圧による膨張によって一次充填で充填できなかった空洞のすみずみまで充填させるようにした二液性の膨張性可塑状グラウトの注入工法を提案するものである。
【００１０】
【発明の実施の形態】

硬化発現材を主成分とした流動性の懸濁液をＡ液とし、モンモリロナイト粘土鉱物とアルミニウム粉末を主成分とした流動性の粘性液をＢ液とし、一次充填として、それぞれ別々のポンプで圧送し、注入口付近で前記Ａ液とＢ液を合流混合することにより、非流動性の可塑状に変質させたグラウトを空洞のおおまかなところに充填した後、二次充填として一次充填された可塑状グラウトの発泡圧による膨張によって一次充填で充填できなかった空洞のすみずみまで充填させる。

【００１１】

【実施例】

本発明者らは鋭意研究の結果、一次充填（注入）として硬化発現材を主成分とした懸濁液（Ａ液）にアルミニウム粉末とベントナイトを主成分とした粘性液（Ｂ液）をそれぞれ別々のポンプで圧送し、注入口付近でＡ液とＢ液を合流混合することにより、非流動性の可塑状に変質させたグラウトを空洞のおおまかなところに充填した後、二次充填として一次充填された可塑状グラウトの発泡圧による膨張によって、一次充填できなかった空洞のすみずみまで充填させることができることを突き止め、非流動の膨張性可塑状グラウトとして完成したものである。

【００１２】

すなわち、硬化発現材を主成分とし、あるいはこれに種々の骨材や添加剤を加えた流動性のＡ液に、ベントナイトとアルミニウム粉末を主成分とした流動性の粘性液を加えることにより、第一の反応として、ベントナイトの粘性液は、硬化発現材から溶解したアルカリ性のカルシウムイオン（陽イオン）などの電解質イオンが、ベントナイト粒子（陰に帯電）表面に吸着されて電気化学的作用（荷電置換）により、一種のゲル化反応を起こして急激（瞬時に近い短時分）に粘性が増大し、流動性を失って非流動性の可塑状グラウトに変質し、ブリージング、材料分離及び水の希釈を防止すると共に、不必要に遠方まで逸走することを防止し、一次充填として目的の空洞のおおまかなところに充填する。

【００１３】

その結果この非流動性の可塑状グラウトは、限定注入としても非常に有効である。

【００１４】

次に第二の反応として、一次充填で空洞のおおまかなところしか充填（注入）できなかったグラウトは、注入Ｂ液中のアルミニウム粉末がＡ液の硬化発現材中のアルカリ成分（主にカルシウムイオン）と発泡反応（水素ガスを発生）を起こして、グラウトは膨張して、空洞のすみずみまで充填させることができる。

【００１５】

本発明のＡ液は、硬化発現材懸濁液のみ、あるいはこれに骨材や添加剤などを加えた懸濁液をいう。

【００１６】

本発明に用いる硬化発現材とは、水に加えると硬化発現する物質で、セメント、セメントスラグ、スラグ一石灰を挙げることができる。

【００１７】

また、本発明のＡ液に加えることがある骨材（又は増量材）として、砂、フライアッシュ、石灰、一次鉱物微粉末（岩石、石英、石灰石、ドロマイトなど）、粘土鉱物（ベントナイト、陶土等）などをあげることができ、またこれらの骨材の一種又は二種以上を組み合わせることができる。

【００１８】

さらに、従来のグラウトに添加している分散剤、遅延剤、高分子吸水剤、増粘剤、早期強度発現材等を目的に合わせて添加することができる。

【００１９】

本発明のＢ液とは、アルミニウム粉末とモンモリロナイト粘土鉱物（代表的なものとしてベントナイト）を主成分とした流動性の粘性液をいう。

【００２０】

また、アルミニウム粉末は、鱗片で水面拡散面積８，０００ｃｍ$^2$／ｇ程度のものが好ま

しい。
【００２１】
本発明の可塑状グラウトに加えるアルミニウム粉末量は、可塑状グラウトの強さ、硬化発現材の種類や量、温度、密閉状態などにより異なるが、グラウトの膨張率５～４０％では硬化発現材の約０．０１～０．１０％の範囲である。
【００２２】
本発明の発泡剤であるアルミニウム粉末を用いたコンクリートは、プレパクトコンクリートと称し、昭和４０年代頃アメリカで開発（特許）され、日本においても以前は多く使われていた。
【００２３】
このプレパクトコンクリートは主に、水中コンクリートとして用いられたもので、水中に設置した型枠内に粗骨材（川砂や砕石）を投入し、アルミニウム粉末、セメント、フライアッシュ、砂、減水剤、水等を練り混ぜた一液性のモルタルを粗骨材中に注入して作ったコンクリートのことである。
【００２４】
この原理は、モルタル中のアルミニウム粉末が、セメントのアルカリと反応して発泡（水素ガスの発生による）することによりモルタルが膨張する性質を利用したものである。
【００２５】
このアルミニウム粉末を混入したグラウト（モルタル等）の施工に際しては、
（１）空洞に充填注入を行うまでは、グラウトの膨張を起こさせないこと。
（２）セメント（グラウト）が硬化する前に膨張を終わらせること。
が、良い品質のグラウトを作るための絶対的条件である。
【００２６】
しかしながら、刊行物「プレパクトコンクリート工法（昭和４８年６月初版、発行者　山海堂）」に記載の実施例では、モルタルを調合してから１時間後の膨張率は３時間後（膨張ほぼ完了）の約８０～９０％に達している。
【００２７】
このうち、モルタルの注入時間（モルタルを調合してから注入が終了するまでに要する時間）を考慮した場合、上記（１）の条件を完全に満足させることはできない問題がある。
【００２８】
一方、本発明の充填注入、例えば既設トンネルの補修工事では通常、プラントはトンネル入り口付近に設置し、注入箇所はトンネルの長さにもよるが、入口から１００～５００ｍ程度、長いときは１，０００ｍを越える場合もある。
【００２９】
また、注入に先立ち、注入孔を設置し、グラウトの注入は一箇所ずつ行い、順次移動して施工する。
【００３０】
また、空洞注入は、事前に空洞の有無や大きさを正確に確認することができないため、注入孔一箇所当たりの注入量（注入時間）が大きく異なり、あらかじめ決められた注入作業時間での施工は、非常に難しいのが現状である。
【００３１】
したがって、プラントでグラウトを配合（通常１バッチ当たり５００リットル程度）してから、注入管（２インチ又は１インチ）を通じて注入するまでに要する時間は、早い時（施工条件が良く順調の場合）でも１０～３０分程度かかり、グラウトの圧送距離が長く、一箇所当たりの注入量が少なく、あるいは作業上のトラブルが起きた場合などは、１時間を超えることも度々起こるのが現状である。
【００３２】
このような施工条件下では、プラントでアルミニウム粉末を混入したグラウト（一液性グラウト）は、注入する時点で既に大部分の膨張を終えており、本発明の目的である前述の（１）の条件、すなわち「空洞に充填注入を行うまでは、グラウトの膨張を起こさせない

こと」を満足させることは全く不可能である。
【００３３】
このように、アルミニウム粉末を混入したグラウトを一液性で注入した場合、従来のエアグラウト（グラウトの調合時に起泡剤を混入して事前に気泡を作ったグラウト）と性能的に何ら変わらないグラウトとなり、本発明では一液性での施工は全く不適である。
【００３４】
そこで本発明者等は種々の実験の結果、アルミニウム粉末をセメントなどの硬化発現材の懸濁液（Ａ液）に混入せず、Ｂ液側の可塑剤に混入した二液性注入工法（Ａ、Ｂ液を注入口の直前に合流混合させる工法）を用いることにより、注入後に発泡させることができることを究明できた。
【００３５】
この硬化発現材を主成分とした懸濁液（Ａ液）に加えて非流動性の可塑状に変質できる実用的な可塑剤としては、本発明者等が発明した水ガラス（特許第１４２７７５８号）、アルミニウム塩溶液（特許第１８６２８２０号）、モンモリロナイト粘土鉱物（特願平９－２９１６１２号）とが有る。
【００３６】
このうち、水ガラス、アルミニウム塩溶液共に液状であるためアルミニウム粉末（微粉末のアルミ鱗片で水面拡張面積８０００ｃｍ$^2$／ｇ）は、液中に安定した状態で均一に分散することができず、また施工時に注入機器（ミキサー，注入ポンプ、注入ホースなど）に付着することから、現場での使用は不適である。
【００３７】
これに対して、ベントナイトは粘着性のコロイド粒子であるため、アルミニウム粉末と混合すると、アルミニウム粉末はベントナイトコロイド粒子表面に付着し、安定した状態で均一に分散できることが確認できた。
【００３８】
また、このベントナイト液は、ＰＨ９前後の非常に弱いアルカリ成分をもっているが、アルミニウム粉末と混合しても１日程度ではほとんど反応（膨張現象）が起こらないので実用的には全く問題がないことがわかった。
【００３９】
したがって、本発明のアルミニウム粉末を混入しても安定な可塑剤は、ベントナイトのみであることが究明できた。
【００４０】
すなわち、アルミニウム粉末とベントナイト粘性液（Ｂ液）に強アルカリ性の硬化発現材懸濁液（Ａ液）を加えることにより、初めて発泡反応（膨張現象）を起こすことになる。
【００４１】
これより、実際の現場では、Ａ液とＢ液を注入口で合流混合して空洞に充した後に、初めて膨張し、一次充填の注入で充填できなかった空洞のすみずみまで充填することができる可塑状グラウトを究明できた。
【００４２】
なお、本発明でいう可塑状グラウトとは、非流動体でそれ自身流動性はないが、物理的作用（例えば加圧、あるいは加重など）を与えると容易に流動化する性質をいう。
【００４３】
以上のように本発明の施工方法は、二液性で行うことを原則とする。
【００４４】
空洞の注入では、目的の箇所に設けた注入口の手前まで別々に圧送してきた流動性のＡ液とＢ液を合流混合し、可塑状グラウトに変質させた状態で空洞内に注入する方法が一般には採られる。
【００４５】
地盤内の空洞や大きな隙間の注入では、目的の箇所までボーリングなどで穿孔し、注入管を設けて注入する。

【００４６】
以下、本発明につき実験例を挙げてさらに詳しく説明する。
【００４７】
以下の実験に用いた材料は、Ａ液の硬化発現材として、セメント（普通ポルトランドセメント）、スラグ系セメントとして高炉セメント（Ｂ種）、Ｂ液としてベントナイトはスーパークレー（アメリカ産）、アルミニウム粉末として東洋アルミニウム株　　式会社製の製品名Ｐ０９００を用いた。
【００４８】
本発明の膨張性可塑状グラウトの性質を確認するために、表１の配合を用いて実験を行った。
【００４９】
【表１】

| | 配　合 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ａ　液 | | | Ｂ　液 | | | |
| | 硬化発現材（セメント） | 水 | （計） | ベントナイト（スーパークレー） | 水 | Al粉末 | （計） |
| 比較例-1 | 381kg | 279リットル | （400リットル） | 67kg | 574リットル | 無添加 | （600リットル） |
| 実施例-1 | 381kg | 279リットル | （400リットル） | 67kg | 574リットル | 0.025,0.05,0.1% | （600リットル） |
| 実施例-2 | （高炉B種）381kg | 257リットル | （384リットル） | 67kg | 582リットル | 0.025,0.05,0.1% | （600リットル） |

註）Ａｌ（アルミニウム粉末）％は、対硬化発現材。
【００５０】
「実験－１」　Ａ、Ｂ液および可塑状グラウト（Ａ＋Ｂ液）のブリージング、フロー値、固結強度の測定を行い表２の結果を得た。
【００５１】
【表２】

| 物 性 | | 比較例1 | 実施例1 | 実施例2 |
|---|---|---|---|---|
| | | Al 0.05% | | Al 0.05% |
| ブリージング(3時間後)(%) | A液 | 6.5 | | 5.3 |
| | B液 | 0 | | 0 |
| | A＋B液 | 0 | | 0 |
| フロー値(cm) | A液 | 51.0 | | 42.5 |
| | B液 | 25.3 | | 29.2 |
| | A＋B液 | 8.6 | | 10.8 |
| 強度(kgf/cm2) | 7日 | 9.20 | 8.60 | 10.7 |
| | 28日 | 13.4 | 9.12 | 12.6 |

註）ブリージング、フロー値は比較例－１と実施例－１はほとんど同じである（Ａｌ粉末がごく微量で影響を与えない）。
【００５２】
フロー値は、円筒フローコン測定（アクリル板に内径８０ｍｍ、高さ８０ｍｍの円筒を置き、この中にグラウトを満たした後、円筒を静かに持ち上げ、その時のグラウトの広がり、即ち直径を測定し、ｃｍの単位をもって表した）で行った。
【００５３】
なお、可塑状グラウト（Ａ＋Ｂ液）の判定は、フロー値が約１３ｃｍ（下部の広がり）を基準とし、１３ｃｍ以下を可塑状グラウトとした。
【００５４】
ブリージングは５００ｍｌメスシリンダーで静置し３時間後に測定し、単位として％で表

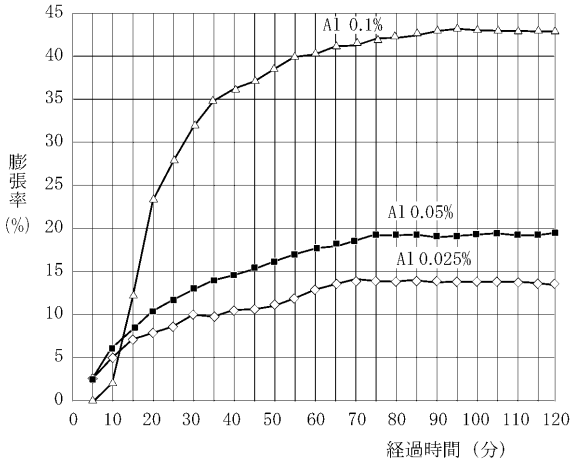
した。
【００５５】
上記表１の配合による、表２の実験結果からＡ液のブリージング（６．５％、５．３％）があり、流動性（フロー値でＡ液５１．０ｃｍ、４２．５ｃｍおよびＢ液２５．３ｃｍ、２９．２ｃｍ）のＡ液とＢ液を混合すると、ほとんど瞬時に非流動性の可塑状グラウト（フロー値で８．６ｃｍ、１０．８ｃｍ）に変質し、ブリージングは全くないことが確認できた。
【００５６】
なお、アルミニウム粉末を加えた実施例と無添加の比較例とを比べると、ブリージング、フロー値共にほとんど同じであり、ベントナイトにアルミニウム粉末を加えても全く影響ないことが確認できた。
【００５７】
「実験－２」　本発明の実施例－１および実施例－２の配合にアルミニウム粉末を加えた場合のアルミニウム粉末の添加量と膨張率の関係を、図１および図２に示す。
【００５８】
図１および図２の結果より、アルミニウム粉末量と膨張率の関係は、硬化発現材が普通セメントである実施例－１と高炉Ｂ種セメントである実施例－２を比較してみると、グラウトの膨張率は大差なく７０～１００分程で大部分発泡を終えていることがわかる。
【００５９】
これに対してＡ液とＢ液を混合初期の発泡は、実施例－１では約１５～２５分で最終膨張率の約半分であるのに対して、実施例－２では約３０～３５分で約半分と発泡が遅いことがわかった。
【００６０】
この理由は、実施例－２（高炉Ｂ種）に比べて実施例－１（普通セメント）の方がアルカリ成分（セメント量）が多いため、アルミニウム粉末との反応が大となるためである。
【００６１】
なお、ここに実施例として示してはいないが、種々の実験結果よりアルミニウム粉末の膨張度合いは、硬化発現材の種類や量（絶対アルカリ量）、液温、可塑状グラウトの強さ、膨張時の周辺の環境（密閉、開放状態など）により影響されることも判明した。
【００６２】
このため、本発明の可塑状グラウトの膨張率は５～４０％を目標としているため、アルミニウム粉末の添加量は硬化発現材の約０．０１～０．１％の範囲である。
【００６３】
なお、膨張率の測定は直径５ｃｍ長さ５０ｃｍのビニール袋（土木学会仕様）で可塑状グラウトを調合した後、５００ｃｃメスシリンダーに絞り出し、上部は開放した状態にして可塑状グラウトの底からの高さを経時的に測定して膨張率を算出した。
【００６４】
以上の実験結果より、従来技術のグラウトを一度に調合した場合、約１０分から発泡を始め、約１５～３５分経過後で約半分の膨張を終えているため、従来の一液性では本発明の第一の条件である「空洞に充填注入を行うまではグラウトの膨張を起こさせない」ことを満足することはできないのがわかる。
【００６５】
これに対して本発明では、硬化発現材を主成分とした流動性の懸濁液をＡ液とし、モンモリロナイト粘土鉱物とアルミニウム粉末を主成分とした流動性の粘性液をＢ液とし、このＡ液及びＢ液をそれぞれ別々のポンプで圧送し、注入口付近で合流混合して空洞に充填注入するため、グラウトの膨張はほとんど注入後に起こるので前述の条件を満足することになる。
【００６６】
また、本発明の可塑状グラウトの膨張はほぼ９０～１００分で終えているので、硬化発現材の硬化発現（約２時間以降）は膨張が終わった後に起こることも確認できた。

【００６７】
「実験－３」　本発明の膨張性グラウトが空洞にどのように充填するかを確認するために室内空洞実験装置を用いて行った。
【００６８】
実験装置は図３に示すように、縦４５ｃｍ、横２５ｃｍ、高さは一番高いところが２ｃｍ厚さからなる長方形の容器（底および側面は鉄製、上面は透明アクリル板の蓋状として取り外しができるようになっている）で、その縦方向の前後に注入口と吐出口を設けたものを製作使用した。
【００６９】
この容器内には、注入口から吐出口にかけて図３の点線矢印に沿ってクランク型に屈曲した横断面が幅５ｃｍ、高さ２ｃｍのグラウト易流動空間部（グラウトを流れ易くした空間部）を設け、このグラウト易流動空間部を介して容器の前後に区分けされた空洞Ａおよび空洞Ｂを形成し、図３および図４に示すように空洞Ａはその横幅ａ－ａ’方向に沿って、また空洞Ｂは縦幅ｂ－ｂ’に沿って、それぞれ高さが２ｃｍから０ｃｍに斜めに漸減する縦断面楔状に形成した。
【００７０】
グラウト易流動空間と空洞Ａおよび空洞Ｂは相互の境界部には仕切などなく、互いに連通している。
【００７１】
注入に際しては、別に設けた圧力容器内に実施例２（アルミニウム粉末０．０５％）の配合の可塑状グラウトを詰め、コンプレッサ（グラウト圧０．１ｋｇｆ／ｃｍ$^2$）により毎分２００ｍｌの吐出量で図３に示す空洞実験装置の注入口から注入し、大筋でグラウト易流動空間を通って吐出口からグラウトが吐出するまで連続注入した。
【００７２】
注入直後の注入状況を見てみると、図５に示すように空洞Ａおよび空洞Ｂの狭小な楔状先端部分にグラウトが充填されなかった未充填空隙が生じ、その大きさ（厚さ）は、空洞Ａで最大０．３ｃｍ、空洞Ｂで最大０．４ｃｍであった。
【００７３】
この空洞Ａと空洞Ｂの未充填空隙の大きさや厚さの違いは、グラウト易流動空間内のグラウトの流動方向（図３の矢印で示すようにほぼクランク状に蛇行する）に対する空洞の配置状態（楔状をなす方向）の違いによるものと推定される。
【００７４】
注入後、時間の経過と共に空洞部分はグラウトの膨張により埋められていき、１時間後には図６に示すように完全に空洞は充填された。
【００７５】
【発明の効果】
以上の通りこの発明によれば、従来の二液性の可塑状グラウト注入が空洞のおおまかのところしか充填できなかったのを、アルミニウム粉末とモンモリロナイト粘土鉱物液（Ｂ液）を注入口から手前で硬化発現材懸濁液（Ｂ液）と合流混合させて注入（一次充填）で充填した後、可塑状グラウトの発泡圧による膨張によって、空洞のすみずみまで充填（二次充填）させることができるというすぐれた効果を有する膨張性可塑状グラウトが得られる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施例－１におけるアルミニウム粉末の添加量とグラウトの膨張率との関係を示す線図である。
【図２】本発明の実施例－２におけるアルミニウム粉末の添加量とグラウトの膨張率との関係を示す線図である。
【図３】この発明に用いた実験装置の概要を示す斜視図である。
【図４】この発明に用いた実験装置の概要を示す要部の縦断面図である
【図５】この発明の実験装置によりグラウトを充填した直後のグラウトの充填状態を示す

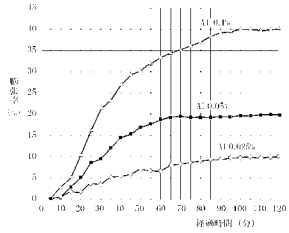
平面図である。

【図６】この発明の実験装置によりグラウトを充填して１時間経過した後のグラウトの充填状態を示す平面図である。

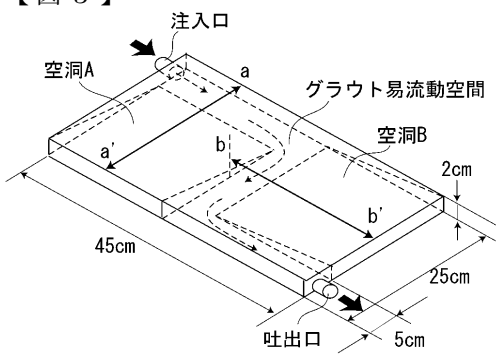
【図１】



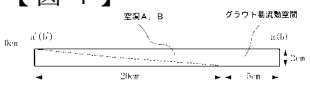

【図２】



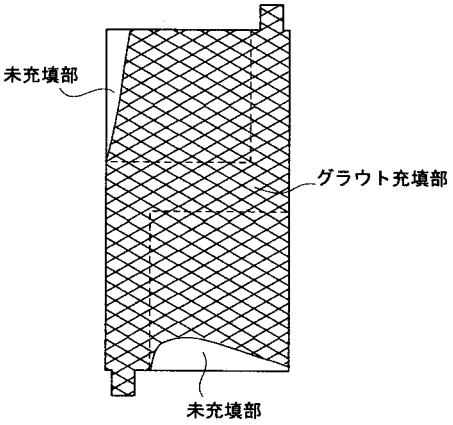
【図３】



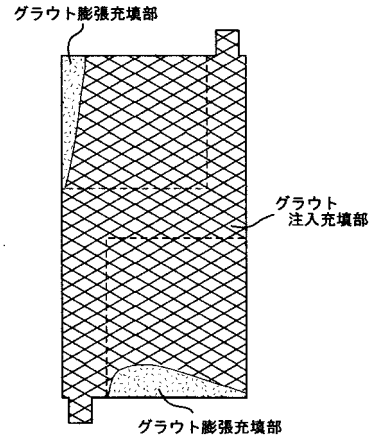

【図４】



【図５】




【図６】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl.[7] | FI | |
|---|---|---|
| Ｃ０９Ｋ 17/10 | Ｃ０９Ｋ 17/10 | Ｐ |
| Ｃ０９Ｋ 103:00 | Ｃ０９Ｋ 103:00 | |

(56)参考文献 特開平１１－１２４５７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－５４７９４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－８６３１８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３２３９０４（ＪＰ，Ａ）
特開平６－１７０５３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５２－１００７２７（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－７３３５５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
E02D 3/12
E21D 11/00
C09K 17/02-17/12
C09K103:00