【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第３部門第３区分
【発行日】平成19年5月17日(2007.5.17)

【公開番号】特開2005-120349(P2005-120349A)
【公開日】平成17年5月12日(2005.5.12)
【年通号数】公開・登録公報2005-018
【出願番号】特願2004-261868(P2004-261868)
【国際特許分類】
Ｃ０９Ｋ　17/40　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/02　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/06　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/08　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/12　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/14　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/18　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ　17/32　(2006.01)
Ｅ０２Ｄ　17/20　(2006.01)
Ｅ２１Ｄ　11/10　(2006.01)
Ｃ０４Ｂ　28/10　(2006.01)
Ｃ０９Ｋ 103/00　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｃ０９Ｋ　17/40　ＺＡＢＰ
Ｃ０９Ｋ　17/02　Ｐ
Ｃ０９Ｋ　17/06　Ｐ
Ｃ０９Ｋ　17/08　Ｐ
Ｃ０９Ｋ　17/12　Ｐ
Ｃ０９Ｋ　17/14　Ｐ
Ｃ０９Ｋ　17/18　Ｐ
Ｃ０９Ｋ　17/32　Ｐ
Ｅ０２Ｄ　17/20　１０４Ｂ
Ｅ２１Ｄ　11/10　Ｄ
Ｃ０４Ｂ　28/10
Ｃ０９Ｋ 103:00

【手続補正書】
【提出日】平成19年3月22日(2007.3.22)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
軽焼マグネシア１００重量部に対し、砂１～１０００重量部及び土類１～１０００重量部から選択される少なくとも一種以上の土砂と、
凝集剤、グアガム及び吸収ポリマーから選択される少なくとも一種以上の改質剤と、を混合若しくは混練手段に供給し、混合若しくは混練する第１の工程と、
第１の工程により混合若しくは混練された一次混練土砂に、半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを前記土砂の重量の０～１０％混入して混合若し

くは混練する第２の工程と、
第２の工程により混合若しくは混練された二次混練土砂に、軽焼マグネシアと所定量の水と、
ＡＥ減水剤、高性能減水剤、高性能ＡＥ減水剤、遅延剤、クエン酸、土壌分散剤、硫酸マグネシウム、リン酸、クエン酸ナトリウム、鉄塩、可溶性ケイ酸、可溶性ケイ酸塩類及び可溶性アルミナ類から選択される少なくとも一種以上の、前記軽焼マグネシアの重量の０～１０％の混和剤と、
フライアッシュ、シリカフューム、スラグ、セピオライト、炭酸カルシウム及び石粉から選択される少なくとも一種以上の、前記軽焼マグネシアの重量の０～５００％の混和材と、を混入して混合若しくは混練する第３の工程と、から生成され、
かつセメント系固化剤を含まず、
前記第２の工程で混入される軽焼マグネシアは、前記第２の工程及び第３の工程で混入される軽焼マグネシアの総重量の１０～１００％である、
ことを特徴とする土砂構造物材料。
【請求項２】
前記第１の工程における前記混合若しくは混練手段が、二軸ミキサー若しくは正逆回転ミキサーである、請求項１記載の土砂構造物材料。
【請求項３】
土砂構造物材料をエアー搬送し吹付け、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面を被覆して該法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の表面を保護する工法であって、
請求項１又は２記載の土砂構造物材料のスランプ値を５ｃｍ以下として、該材料を前記法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付ける、
ことを特徴とする表面保護工法。
【請求項４】
急結剤の添加せずに湿式混合若しくは湿式混練をした請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、吹付機により管路を介して、該管路の先端の吹付ノズルへエアー搬送し、該吹付ノズルから前記法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付ける、請求項３記載の表面保護工法。
【請求項５】
乾式混合若しくは乾式混練をした請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、吹付機により第１の管路を介して、該第１の管路の先端の吹付ノズルへエアー搬送し、
該吹付ノズルには、第２の管路から水又は水及び急結剤が供給され、この水又は水及び急結剤を搬送させた状態で、前記土砂構造物材料を、前記吹付ノズルから前記法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付ける、請求項３記載の表面保護工法。
【請求項６】
土砂構造物材料を圧送し吹付け、法面に構造体を形成して該法面を保護する工法であって、
請求項１又は２記載の土砂構造物材料のスランプ値を５ｃｍ超、又はＰロートフロー値を８秒以上として、該材料をポンプ圧送し、前記法面に吹付け又は打設する、
ことを特徴とする法面保護工法。
【請求項７】
湿式混合若しくは湿式混練をした請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、ポンプにより第１の管路を介して、該第１の管路の先端の吹付ノズルへ圧送し、
該吹付ノズルには、第２の管路から急結剤が供給され、この急結剤を搬送させた状態で、前記土砂構造物材料を、前記吹付ノズルから前記法面に吹付け又は打設する、請求項６記載の法面保護工法。
【請求項８】
軽焼マグネシア：砂の重量比が１：０．１～４未満であり、スランプ値が８～２７ｃｍの請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、ポンプにより管路を介して圧送し、その管路

の先端の吹付ノズルから、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付けるとともに、
前記ポンプと吹付ノズルとの間の管路途中であり、かつ吹付ノズルから３～４０ｍ離間した位置において、２～１０Ｎｍ^3／分の量をもって空気を吹込み、
前記土砂構造物材料を前記空気を連行した状態で、かつ急結剤の添加なしで、前記吹付ノズルから吹付け、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の表面を保護する、
ことを特徴とする表面保護工法。
【請求項９】
前記吹付ノズルは作業員が保持しながら吹付を行う請求項８記載の表面保護工法。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【発明の名称】土砂構造物材料並びにそれを用いた斜面、ライニング面、トンネル覆工面の表面保護工法及び法面保護工法
【技術分野】
【０００１】
本発明は、セメント系固化剤を含まない土砂構造物材料、及びそれを用いた法面保護工法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
高い強度が要求される土木・建築構造物においては、一般的に、コンクリート構造体が用いられている。このコンクリートは、セメント系固化剤、水、細骨材及び粗骨材等により形成されるものであり耐久性等に優れるが、一方で、コンクリート構造物は、風化や劣化に伴う補修、はつりや破壊等の際に、コンクリート塊等の多量の産業廃棄物を発生させるという問題を生じていた。また、セメント系固化剤を主体とするため、高アルカリを呈し、コンクリート構造物の表面を緑化しがたいのは無論のこと、周辺土壌にも直物の生育についての悪影響を及ぼしていた。また、コンクリート構造物は、景観上、周辺環境に適応性がなく、例えば、コンクリート構造体が法面保護の植生棚や受圧板に用いられる場合、美観を著しく損ねており、周辺環境との調和を取り難い。
【０００３】
そこで、上記問題点を解決するために、従来より、水硬性を有する軽焼マグネシアを土類等に添加して、強度のある土砂構造物の製法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【特許文献１】特開２００１－２００２５２号公報（２乃至７頁）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、上記の提案では、土砂構造物としては、ブロックや擬木、Ｕ字溝等のような二次製品の成形物に限られており、施工現場における土木・建築構造物を構築する際には、強度の確保等の観点から、セメント系固化剤を添加しなければならず、結局のところ、前述した問題点の抜本的解決が図られていない。
【０００５】
また、上記の提案では施工現場における土木・建築構造物を構築する際の、ポンプ圧送等の施工性を加味した配合についての提案がなされてはおらず、実際に、上記提案の配合では土木・建築構造物を構築し難いという問題点があった。具体的には、上記の土砂構造物材料では、主材たる人工有機客土が高価であるため、コストがかかるという問題があり、また、コストを下げるために現地発生土等の土類を使用すると成分が均一にならず、ま

た土類は水分を多く含む場合があるため、土砂構造物材料に粘性が生じる原因となり、特に、エアー搬送して吹付ける工法による場合は、エアー搬送用のホース内で脈動や閉塞が生じ搬送性に劣るという問題があった。

【０００６】

そこで、本発明の主たる課題は、風化や劣化に伴う補修、はつりや破壊等の際に、産業廃棄物を発生させることなく、植物の育成や周辺環境に配慮しつつ、セメント系固化剤を添加した構造体と同等以上の強度を有し、かつコストを抑えつつ成分が均一化された各種保護工法及び地盤改良工法に適用可能な土砂構造物材料、並びにそれを用いた斜面、ライニング面、若しくは覆工面の表面保護工法及び法面保護工法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記課題を解決した本発明は、次のとおりである。

＜請求項１記載の発明＞

請求項１記載の発明は、軽焼マグネシア１００重量部に対し、砂１～１０００重量部及び土類１～１０００重量部から選択される少なくとも一種以上の土砂と、凝集剤、グアガム及び吸収ポリマーから選択される少なくとも一種以上の改質剤と、を混合若しくは混練手段に供給し、混合若しくは混練する第１の工程と、第１の工程により混合若しくは混練された一次混練土砂に、半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを前記土砂の重量の０～１０％混入して混合若しくは混練する第２の工程と、第２の工程により混合若しくは混練された二次混練土砂に、軽焼マグネシアと所定量の水と、ＡＥ減水剤、高性能減水剤、高性能ＡＥ減水剤、遅延剤、クエン酸、土壌分散剤、硫酸マグネシウム、リン酸、クエン酸ナトリウム、鉄塩、可溶性ケイ酸、可溶性ケイ酸塩類及び可溶性アルミナ類から選択される少なくとも一種以上の、前記軽焼マグネシアの重量の０～１０％の混和剤と、フライアッシュ、シリカフューム、スラグ、セピオライト、炭酸カルシウム及び石粉から選択される少なくとも一種以上の、前記軽焼マグネシアの重量の０～５００％の混和材と、を混入して混合若しくは混練する第３の工程と、から生成され、かつセメント系固化剤を含まず、前記第２の工程で混入される軽焼マグネシアは、前記第２の工程及び第３の工程で混入される軽焼マグネシアの総重量の１０～１００％である、ことを特徴とする土砂構造物材料である。

【０００８】

（作用効果）

本発明における土類の原料は、粘性土、泥土、砂質土、シルト、まさ土、腐植土（腐葉土）、火山灰土、赤土、田土、ピートモス、鹿沼土、バーミキュライト、パーライト、ゼオライト、ケイソウ土、ベントナイト、カオリン、シラス、関東ローム、泥炭、等からなっている。特に、土木工事に際して発生した残土や施工対象となる法面等を成形・加工するに際して発生した現地発生土、あるいは下水汚泥、上水汚泥、ヘドロなどの廃棄土を使用すると、一層原料コストの低減を図ることができる。

【０００９】

本発明では、固化剤として軽焼マグネシアを主体としており、セメント系固化剤を含まなくても上記配合であれば、セメント系固化剤を主成分とする硬化コンクリートと略同等の圧縮強度を確保することができるとともに、セメント系固化剤を一切含まない土砂構造物材料であるので、硬化した構造体の風化や劣化に伴う補修、はつりや破壊等の際に生じた廃棄物は、粉砕すればそのまま土壌に戻すことが可能なため、汚染土壌対策としての有害物質の吸着剤、農地・林地への肥料、酸性土壌へのＰＨ調整剤等として利用することができる。そのため、産業廃棄物が発生することない。また、セメント系固化剤を一切含まないため、ＰＨが中性に近く（弱アルカリ性）、周辺土壌に植物の生育についての悪影響を及ぼすことはなく、また構造物の表面の緑化も可能である。

【００１０】

具体的な作用効果としては、第１の工程により、土砂に改質剤を添加した状態で、混合若しくは混練手段により、混合若しくは混練することにより、造粒化され土砂が小塊状に

なる。この小塊状の一次混練土砂の表面は、粘りがあるため、第２の工程で、半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを添加した状態で、混合若しくは混練することにより、その表面の粘りを除去し、サラサラの状態にする。これら第１及び第２の工程で、改質された混練土砂に、第３の工程で、軽焼マグネシアを添加し混合若しくは混練することにより、均質な混合が可能となり、成分が均一化し、かつ圧縮強度のバラつきを抑えることができる。

【００１１】

なお、請求項１に係る発明は、斜面、ライニング面、トンネル覆工面の表面保護工法及び法面保護工法に用いられるのみならず、地盤改良における機械攪拌、ジェット攪拌、浅層混合各工法の材料としても、セメントの代替えとして用いることができる。

【００１２】

＜請求項２記載の発明＞

請求項２記載の発明は、前記第１の工程における前記混合若しくは混練手段が、二軸ミキサー若しくは正逆回転ミキサーである、請求項１記載の土砂構造物材料である。

【００１３】

（作用効果）

第１の工程に使用される混合若しくは混練手段が、二軸ミキサー若しくは正逆回転ミキサーであることにより、粘性の高い土砂でも、せん断効果により容易に小塊状に造粒化されるので、作業効率が高まる。

【００１４】

＜請求項３記載の発明＞

請求項３記載の発明は、土砂構造物材料をエアー搬送し吹付け、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面を被覆して該法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の表面を保護する工法であって、請求項１又は２記載の土砂構造物材料のスランプ値を５ｃｍ以下として、該材料を前記法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付ける、ことを特徴とする表面保護工法である。

【００１５】

（作用効果）

請求項１又は２記載の土砂構造物材料のスランプ値を５ｃｍ以下とすることにより、エアー搬送を円滑にするとともに、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の被覆に適した強度と耐久性とを確保することができる。

【００１６】

なお、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の被覆には、酸性土壌対策の表面被覆やならしモルタルを含むものとする。

【００１７】

＜請求項４記載の発明＞

請求項４記載の発明は、急結剤の添加せずに湿式混合若しくは湿式混練をした請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、吹付機により管路を介して、該管路の先端の吹付ノズルへエアー搬送し、該吹付ノズルから前記法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付ける、請求項３記載の表面保護工法である。

【００１８】

（作用効果）

急結剤の添加せずに、請求項１又は２記載の土砂構造物材料を湿式混合若しくは湿式混練することにより、搬送途中の管路内で土砂構造物材料が固化したり、詰まったりすることがないので、円滑な吹付作業を行うことができる。

【００１９】

＜請求項５記載の発明＞

請求項５記載の発明は、乾式混合若しくは乾式混練をした請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、吹付機により第１の管路を介して、該第１の管路の先端の吹付ノズルへエアー搬送し、該吹付ノズルには、第２の管路から水又は水及び急結剤が供給され、この水又

は水及び急結剤を搬送させた状態で、前記土砂構造物材料を、前記吹付ノズルから前記法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付ける、請求項３記載の表面保護工法である。

【００２０】

（作用効果）

請求項１又は２記載の土砂構造物材料を乾式混合若しくは乾式混練をした状態で管路先端の吹付ノズルまで搬送し、該吹付ノズルで水又は水及び急結剤を搬送させ、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付けるので、搬送途中に上記材料が固化したり、詰まったりすることがないため、吹付機による吹付ノズルへのエアー搬送が円滑になる。

【００２１】

＜請求項６記載の発明＞

請求項６記載の発明は、土砂構造物材料を圧送し吹付け、法面に構造体を形成して該法面を保護する工法であって、請求項１又は２記載の土砂構造物材料のスランプ値を５ｃｍ超、又はＰロートフロー値を８秒以上として、該材料をポンプ圧送し、前記法面に吹付け又は打設する、ことを特徴とする法面保護工法である。

【００２２】

（作用効果）

請求項１又は２記載の土砂構造物材料のスランプ値を５ｃｍ超、又はＰロートフロー値を８秒以上とすることにより、ポンプ圧送を円滑にするとともに、法面に形成する法面構造体に適した強度と耐久性とを確保することができる。

【００２３】

なお、ここでいう構造体とは、アンカーやロックボルト等で地山に固定する受圧板、法面の緑化に用いられる植生棚、その他仮設物を含むものとする。

【００２４】

＜請求項７記載の発明＞

請求項７記載の発明は、湿式混合若しくは湿式混練をした請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、ポンプにより第１の管路を介して、該第１の管路の先端の吹付ノズルへ圧送し、該吹付ノズルには、第２の管路から急結剤が供給され、この急結剤を搬送させた状態で、前記土砂構造物材料を、前記吹付ノズルから前記法面に吹付け又は打設する、請求項６記載の法面保護工法である。

【００２５】

（作用効果）

請求項１又は２記載の土砂構造物材料を湿式混合若しくは湿式混練をした状態で管路先端の吹付ノズルまで搬送し、該吹付ノズルで急結剤を搬送させ吹付けるので、搬送途中に上記材料が固化したり、詰まったりすることがないため、ポンプによる吹付ノズルへ圧送が円滑になる。

【００２６】

＜請求項８記載の発明＞

請求項８記載の発明は、軽焼マグネシア：砂の重量比が１：０．１～４未満であり、スランプ値が８～２７ｃｍの請求項１又は２記載の土砂構造物材料を、ポンプにより管路を介して圧送し、その管路の先端の吹付ノズルから、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付けるとともに、前記ポンプと吹付ノズルとの間の管路途中であり、かつ吹付ノズルから３～４０ｍ離間した位置において、２～１０Ｎｍ^3／分の量をもって空気を吹込み、前記土砂構造物材料を前記空気を連行した状態で、かつ急結剤の添加なしで、前記吹付ノズルから吹付け、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の表面を保護する、ことを特徴とする表面保護工法である。

【００２７】

（作用効果）

本発明では、軽焼マグネシア：砂の重量比が、１：０．１～４未満の配合の湿式材料を吹き付けるので、この配合によって、強度が高いものとなるとともに、スランプ値が８～

２７ｃｍであるために、流動性に良好であり、また、リバンドロスが無くまたはあっても極く少量であるために、強度の低下を防止できる。

【００２８】

さらにリバウンドロスがあっても、軽焼マグネシアが多いので、そのロスが噛み込む強度の低下の要因とはならない。このように強度の低下要因を排除できるとともに、上記配合により、結果として、地山に固定した型枠内に吹付けて構造体を形成する、一般的なフリーフレーム工法と比較しても、強度が高いものとなる。

【００２９】

一方、本発明では、材料に空気を連行している。その結果、軽焼マグネシアが多いにも拘わらず管路先端部およびノズルにかかる荷重が、空気を連行しない場合に比較して低下し充分に作業員が背負うことができる。したがって、作業員が地山に沿って移動しながら、材料の充填状況を観察しながら、吹付けることができ、充填性に優れたものとなるので場所当たりの強度や品質のばらつきがない。

【００３０】

さらに、空気の連行位置は、ポンプと吹付ノズルとの間の管路の途中であり、かつ吹付ノズルから３～４０ｍ離間した位置としている。その結果、管路の連行開始位置から吹付ノズルに至るまでに材料に対して確実に均一化する。この空気連行は、吹付ノズルから噴出する際に、材料中の余剰水分を取り除き、スランプ値を下げ、密度の高い材料として、吹付を行うことができる利点をもたらすとともに、圧密効果を示す。

【００３１】

なお、従来のフリーフレーム工法においては、材料はポンプ圧送ではなく、材料の混練タンクの出側に設けたエアガンによる空気に材料を乗せて搬送するものであるので、ホース内の搬送形態は希薄流となり、作業員が保持できる利点はあるものの、材料の搬送力は空気に頼るものであるために、搬送流が密な部分と粗な部分が生じ、断続的な搬送となり、リバウンドロスが多量に発生し、材料の分離が発生し、強度が不均一となる。

【００３２】

これに対して本発明では、材料をポンプ圧送し、均一な材料の流れの中に空気を連行させるものであるから、吹付ノズルからの吐出時点においても、材料が均一な状態で吐出され、前述のフリーフレーム工法における問題点は生じない。

【００３３】

＜請求項９記載の発明＞

請求項９記載の発明は、前記吹付ノズルは作業員が保持しながら吹付を行う請求項８記載の表面保護工法である。

【００３４】

（作用効果）

コンクリートポンプ車が入ることができない山間部などの場所であっても、作業員がノズル部分を保持して、あらゆる場所に移動して法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面に吹付けることができる。

【発明の効果】

【００３５】

本発明の土砂構造物材料によれば、風化や劣化に伴う破壊、補修やはつり等の際に、産業廃棄物を発生させることなく、植物の育成や周辺環境に配慮しつつ、セメント系固化剤を添加した構造体と同等以上の強度を有し、かつコストを抑えつつ成分が均一化され、またこの土砂構造物材料を用いた法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の表面保護工法では、表面の緑化などの環境に配慮しつつ、強度や耐久性、さらに作業性に優れる等の利点がもたらされる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３６】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

＜土砂構造物材料＞

まず、軽焼マグネシアについて説明する。マグネサイト（炭酸カルシウム）を８００℃前後で焼成すると、軽焼マグネシアと炭酸ガスになる（$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_3$）。軽焼マグネシアは、表面活性が高く反応に富み、一般的には、耐火物、肥料等の原料に使用されている。しかし近年、この軽焼マグネシアの水硬性を利用し、軽焼マグネシアを主成分とする水硬性硬化材が販売されている。

【００３７】

ここで、軽焼マグネシアの水硬性について簡単に説明すると、土壌中の水分と結合すると水酸化マグネシウムとなり、初期硬化を開始しゲル状となる（$MgO + nH_2O \rightarrow Mg(OH)_2 \cdot H_2O$）。この水酸化マグネシウムはリン酸や空気中の炭酸ガスと反応して、リン酸化マグネシウム及び塩基性炭酸マグネシウムとなり、強度を増大させるのである。

【００３８】

しかし、軽焼マグネシアをそのまま土壌に添加し混合若しくは混練するだけでは、均質に混じることなく、強度にバラつきが出てしまい、土木・建築構造物の構築のための材料にはならない。具体的には、従来の土砂構造物材料では、主材たる人工有機客土が高価であるため、コストがかかるという問題があり、また、コストを下げるために現地発生土等の土類を使用すると成分が均一にならず、また土類は水分を多く含む場合があるため、土砂構造物材料に粘性が生じる原因となり、特に、エアー搬送して吹付ける工法による場合は、エアー搬送用のホース内で脈動や閉塞が生じ搬送性に劣る。

【００３９】

そこで、配合の観点から、非セメント系固化剤である軽焼マグネシアを用いても、建築構造物の構築や法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面の表面の保護に耐えうる強度で、かつ均一な強度を有することと、及び耐久性を有する配合を本発明者らは知見した。

【００４０】

その配合は、セメント系固化剤を含まず、軽焼マグネシア１００重量部に対し、砂１～１０００重量部及び土類１～１０００重量部から選択される少なくとも一種以上の土砂と、ＡＥ減水剤、高性能減水剤、高性能ＡＥ減水剤、遅延剤、クエン酸、土壌分散剤、硫酸マグネシウム、リン酸、クエン酸ナトリウム、鉄塩、可溶性ケイ酸、可溶性ケイ酸塩類及び可溶性アルミナ類から選択される少なくとも一種以上の、前記軽焼マグネシアの重量の０～１０％の混和剤と、フライアッシュ、シリカフューム、スラグ、セピオライト、炭酸カルシウム及び石粉から選択される少なくとも一種以上の、前記軽焼マグネシアの重量の０～５００％の混和材と、を含むように配合するものである。

【００４１】

ここで、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面の保護に耐えうる強度として、一般的に必要とされる強度（圧縮強度）は、酸性土壌対策表面被覆やならしモルタル等の被覆に用いられる場合は０．２～１Ｎ／mm^2程度、緑化工の植生棚、仮設物等の構造体形成に用いられる場合は１０Ｎ／mm^2程度、アンカーやロックボルト対応の受圧板や法枠等の法面構造体形成に用いられる場合は１８Ｎ／mm^2程度とされている。したがって、用途や目的によって、必要強度を満たすように上記配合の範囲内で配合比率を調整すればよいことになる。

【００４２】

また、混和剤としては、ＡＥ減水剤、高性能減水剤、高性能ＡＥ減水剤、クエン酸、土壌分散剤、硫酸マグネシウム、リン酸、クエン酸ナトリウム、鉄塩、可溶性ケイ酸、可溶性ケイ酸塩類及び可溶性アルミナ類から選択される少なくとも一種以上の混和剤を使用すればよい。これら混和剤は、メラミン系、ポリカルボン酸系、ナフタリン系、カチオン系等のいずれかの原料を使用すればよく、役割としては、圧縮強度の向上を図っているものである。これら混和剤のうち、ＡＥ減水剤、高性能減水剤、高性能ＡＥ減水剤、クエン酸及び土壌分散剤については、軽焼マグネシア同士の凝集を防ぎ、分散を安定させることを目的としているとともに、水を低減させて圧縮強度の向上を図っている。

【００４３】

さらに、混和材としては、フライアッシュ、シリカフューム、スラグ、セピオライト、炭酸カルシウム及び石粉から選択される少なくとも一種以上の混和材を使用すればよい。これら混和材は、第一義に、セメントに比べ高価な軽焼マグネシアの添加量を相対的に減らすことであり、それとともに、フライアッシュは、ポゾラン反応を目的としており、シリカフュームは、緻密な構造を作り、スラグは各種水滓スラグによって、潜在水硬性を期待して使用している。セピオライトは、増粘効果と材料分離抵抗性を期待して使用しており、炭酸カルシウム（炭カル）は、微粉末効果、石粉はワーカビリチーの向上を期待して使用している。

【００４４】

なお、後述するが、上記土砂について、原料コストの低減を図るために、土木工事に際して発生した残土や施工対象となる法面等を成形・加工するに際して発生した現地発生土、あるいは下水汚泥、上水汚泥、ヘドロなどの廃棄土を使用する等の場合には、上記配合の前に、予め改質を行う必要がある。

【００４５】

＜土砂の改質＞

（改質剤）

土砂構造物材料の成分を均質化し圧縮強度のバラつきを抑えるためには、土砂と軽焼マグネシアとの均質な攪拌（混合若しくは混練）が要件となり、その前提として、土砂を小粒化し、さらに、土類の粘性に起因する表面の粘りを除去して、サラサラの状態に改質する必要がある。ただし、ポンプ圧送の場合は水を投入して柔らかくするので、土砂を圧送管の内径の約１／３以下の大きさに小さくするだけでよく、土類の粘性に起因する表面の粘りを除去する必要がないので、半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを添加しなくてもよい。

【００４６】

本発明に使用される改質剤としては、凝集剤、グアガム、吸収ポリマー、半水石膏及び軽焼マグネシアが考えられる。このうち、第１の工程により凝集剤、グアガム及び吸収ポリマーから選択される少なくとも一種以上のものを土砂に添加した状態で、混合若しくは混練手段により、混合若しくは混練することにより、造粒化され土砂が小塊状になる。この際、第１の工程に使用される混合若しくは混練手段を、二軸ミキサー若しくは正逆回転ミキサーとすることにより、粘性の高い土砂でも、せん断効果により容易に小塊状に造粒化されるので、作業効率を高めることができる。

【００４７】

また、第１の工程により生成された小塊状の一次混練土砂の表面は、粘りがあるため、第２の工程で、半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを添加した状態で、混合若しくは混練することにより、その表面の粘りを除去し、サラサラの状態にする。これら第１及び第２の工程で、改質された混練土砂に、第３の工程で、軽焼マグネシアを添加し混合若しくは混練することにより、均質な混合が可能となり、成分が均一化し、かつ圧縮強度のバラつきを抑えることができる。なお、第２の工程で添加される軽焼マグネシアは、半水石膏と同様に粘りを除去するために使用するものであり、この第２の工程で軽焼マグネシアを添加する場合、第２の工程及び第３の工程で混入される軽焼マグネシアの総重量の１０～１００％を添加すればよい。

【００４８】

上記の改質工程は、第１の工程と第２の工程とを標準するが、例えば、関東ロームなどの土類を含む土砂構造物材料をエアー搬送による吹付けの際は、第１の工程と第２の工程とにより改質する一方、ポンプ圧送する際は、前述したように半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを添加する第２の工程は不要である。

【００４９】

また、土類の成分と各種改質剤との適正については、例えば、腐植土（腐葉土）、ヘドロ、粘性土等では吸水ポリマー、凝集剤、半水石膏、軽焼マグネシアの添加が好適である。さらに、まさ土については、吸水ポリマーの添加が好適である。なお、砂についてはそ

れ自体が、小粒であり、粘性がない若しくは少ないので、改質の必要がない。

【００５０】

（改質の判断基準）

前述したように、土砂構造物材料の成分を均質化し圧縮強度のバラつきを抑えるためには、土砂と軽焼マグネシアとの均質な攪拌が要件となり、その前提として、土砂を小粒化し、さらに、ポンプ圧送の場合を除き、土類の粘性に起因する表面の粘りを除去して、サラサラの状態に改質する必要がある。

【００５１】

また、成分の均質化は、圧縮強度のバラつきを抑えるためだけではなく、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等に土砂構造物材料をエアー搬送やポンプ圧送等により吹付ける際の施工性に係り、後述する各種斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面保護工法及び法面保護工法においては、施工効率の観点から、吹付ノズルからの吐出量（圧送量）が単位時間（ｈ）当たり３m^3／ｈ以上必要とされる。そして、この吐出量は、土砂の粒径や流動性と深く関係している。ここで、以下に土砂の粒径及び流動性の観点からの改質の判断基準の説明をする。

【００５２】

まず、土砂の粒径の観点からの改質の判断基準を説明する。

吐出量（圧送量）が単位時間（ｈ）当たり３m^3／ｈ以上とするためには、土砂が２０ｍｍ以下（好ましくは１５ｍｍ以下）の粒径であればよい。そして、土砂を２０ｍｍ以下の粒径とするためには、土砂１m^3に対して、アニオン系、カチオン系等の凝集剤、グアガム及び吸収ポリマーから選択される少なくとも一種以上の改質剤を１～２０ｋｇ／m^3添加するとともに（ただし、吸収ポリマーを使用しない場合には、１～１０ｋｇ／m^3でよい）、半水石膏、軽焼マグネシアから選択される少なくとも一種以上の改質剤を１～１５０ｋｇ／m^3添加することが好ましい（より好適には、５０～１００ｋｇ／m^3である）。

【００５３】

次に、土砂の流動性の観点からの改質の判断基準を説明する。

この流動性については、流動性を構成する材料の粘性との相関が高く、この粘性を的確に評価できる基準でなければならない。モルタルの流動性を評価するものとしては、モルタルフロー試験器によるテーブルフロー値が知られている。土砂構造物材料の土砂についても同様に、テーブルフロー値（１５回の落下運動を与えてのモルタルの広がった径の平均値）で流動性や粘性を評価してもよいが、１５回の落下運動を与えての土砂の強制安息角を測ることによることが好適である。

【００５４】

具体的には、１）所定の改質剤を添加して混合若しくは混練した土砂を、モルタルフロー試験器のフローテーブルの中央に、直径８ｃｍ、高さ８ｃｍのフローコーン（円筒）の半分ぐらいのところまで入れ、突き棒の先端が土砂の約１／２の深さまで入るように、全面にわたって１５回突く。２）そして、土砂をフローコーンの上端まで入れ、上記と同様に１５回突いて、上面の不足分を補って、平滑にならした後、フローコーンを正しく上方に引き上げる。３）フローテーブルのハンドルを回して１秒１回の速さで、１５回テーブルを落下させ土砂に落下運動を与えて、円錐形状に崩れた土砂の斜面とテーブルとのなす角を４箇所測定し、その平均値を強制安息角としている。

【００５５】

吐出量が単位時間（ｈ）当たり３m^3／ｈ以上となるのは、強制安息角が４０度以下であることが好適である。そして、この強制安息角を４０度以下とするためには、土砂１m^3に対して、アニオン系、カチオン系等の凝集剤、グアガム及び吸収ポリマーから選択される少なくとも一種以上の改質剤を１～２０ｋｇ／m^3添加するとともに（ただし、吸収ポリマーを使用しない場合には、１～１０ｋｇ／m^3でよい）、半水石膏、軽焼マグネシアから選択される少なくとも一種以上の改質剤を１～１５０ｋｇ／m^3添加することが好ましい（より好適には、５０～１００ｋｇ／m^3である）。

【００５６】
以上の改質の判断基準を満たすように、改質剤の量を調整し添加して、土砂の改質を行い、混練土砂を生成すればよい。
【００５７】
（改質工程）
土砂をベルトコンベア（図示せず）により二軸ミキサー若しくは正逆回転ミキサーからなる混合混練手段（図示せず）に搬送するとともに、凝集剤、グアガム、吸収ポリマーから選択される少なくとも一種以上の改質剤を該混合若しくは混練手段に投入し、攪拌（混合若しくは混練）する。そして、約３～６分攪拌し、土砂が小塊状になったら、土砂の表面の粘りを除去するため、先の混合若しくは混練手段に半水石膏及び軽焼マグネシア又は半水石膏若しくは軽焼マグネシアを投入して、さらに約１～３分攪拌（混合若しくは混練）する。
【００５８】
上記改質工程により改質された混練土砂を、土砂構造物材料を構成する材料として保管、又は、保管せずこれに続く工程にそのまま移ればよい。
【００５９】
＜土砂構造物材料を用いた各種斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面保護工法及び法面保護工法＞
一般的に、法面保護工法は、法面が安定していて落石や部分的崩壊がなく、法面の表面だけの風化防止を主目的としているが、本発明における法面保護工法は、この目的に加え、イ）風化岩、長大法面等で落石や部分的な崩壊が考えられる場合、ロ）表面すべり（直線すべり）、又は円弧すべりが発生するものと予想される場合、ハ）急勾配、ダム湛水面、浸透水の激しい法面の場合、に行われる法面抑止工法も含むものとする。また、法面には、当然のことながら護岸工事における法面（例えば、河川の護岸法面）も含まれるものであるから、この法面保護工法には、河川等の護岸保護を目的とした被覆も含まれるものである。なお、請求の範囲及び明細書記載中の、法面の表面保護工法とは、便宜上、上記法面保護工法の言い換えにすぎない。
【００６０】
また、斜面、ライニング面の表面保護工法において、斜面とは地形上の傾斜地の地山のままの自然斜面を指し、ライニング面とは、一般に覆工を意味し、トンネルの１次ライニングを吹付で実施することを言うが、ここでは人工的に形成された法面をいい、上記法面保護工法とは施工対象が異なるだけで、工法としては同じである。
【００６１】
さらに、トンネル覆工面等の表面保護工法とは、トンネル工事でのナトム工法（ＮＡＴＭ工法）における吹付け工法を意味しており、吹付けにより地山の強度を保持することを目的としている。
【００６２】
（吹付けによる各種斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面保護工法及び法面保護工法）
まず、湿式攪拌、すなわち湿式混合若しくは湿式混練の場合について説明する。
軽焼マグネシア、上記混練土砂、上記混和剤、及び上記混和材を、第１のベルトコンベア（図示せず）により計量器（図示せず）へ搬送し、この計量器によりそれぞれの重量を計量し上記配合になるように調整した後、第２のベルトコンベアによりミキサー（図示せず）へ搬送する。そして、エアーによる搬送性の観点から、スランプ値が０～５ｃｍ以下の範囲になるように、所定量の水をこのミキサーに投入した上で、このミキサーにより湿式混合若しくは湿式混練する。この湿式混合若しくは湿式混練された上記配合の土砂構造物材料を、第３のベルトコンベア（図示せず）によりコンプレッサー等を備えた吹付機（図示せず）へ搬送する。
【００６３】
なお、湿式混合若しくは湿式混練の際に、急結剤は投入しないことが好ましい。急結剤

は、一般的に、漏水防止、補修などの他、トンネルライニング、土留め壁への吹付けコンクリートなど、瞬結性を要求される場合に利用され、アルミン酸塩，炭酸塩などを主成分とし、セメントなどの凝結時間を著しく短縮し、早期強度発現を促進するものである。仮に、前述の土砂構造物材料にこの急結剤を添加すると、軽焼マグネシアの凝結時間を短縮させることができるが、エアー搬送の際、管路途中で凝結してしまう場合もあり、吹付作業効率が悪くなるからである。

【００６４】

湿式混合若しくは湿式混練された上記土砂構造物材料は、公知の方法によって搬送・施工することができ、例えば、法面までベルトコンベヤにより搬送して撒き出す工法によることができるが、法面までエアー搬送し吹付ける工法が好適である。すなわち、吹付機からのエアーにより、図７に示す土砂構造物材料を搬送ホース５８等の管路によって法面Ｌまでエアー搬送し、搬送ホース５８の先端に設けられたノズル５７より吐出する。このノズル５７は、例えば、図７に示すような支持装置５５を利用し支持している。支持装置５５は、旋回可能な本体５２、この本体５２を移動するための移動手段５２Ａ、シリンダー５３Ａによって伏仰自在とされたブーム５３及びこのブーム５３の先端部に設けられた作業台５４とを主に有する。そして、ノズル５７は、作業台５４にアタッチメント５９によって旋回及び伏仰自在に取付けられている。これにより、作業員による作業負担が軽減されるとともに、広範囲にわたる連続的な吹付けが可能となる。この吹付により、法面の地山等が被覆される。なお、ノズル５７を支持装置５５を利用することなく、作業員が法面等の吹付対象部位に向けて支持することもできる。

【００６５】

次に、乾式攪拌、すなわち乾式混合若しくは乾式混練の場合について説明する。

軽焼マグネシア、上記混練土砂、上記混和剤、及び上記混和材を、第１のベルトコンベア（図示せず）により計量器（図示せず）へ搬送し、この計量器によりそれぞれの重量を計量し上記配合になるように調整した後、第２のベルトコンベアによりミキサー（図示せず）へ搬送する。そして、このミキサーにより乾式混合若しくは乾式混練する。この乾式混合若しくは乾式混練された上記配合の土砂構造物材料を、第３のベルトコンベア（図示せず）によりコンプレッサー等を備えた吹付機（図示せず）へ搬送する。

【００６６】

乾式混合若しくは乾式混練された上記土砂構造物材料は、上記湿式混合若しくは湿式混練された上記土砂構造物材料の場合と同様に、公知の方法によって搬送・施工することができ、例えば、法面等までベルトコンベヤにより搬送して撒き出す工法によることができるが、法面までエアー搬送し吹付ける工法が好適である。ここで、湿式混合若しくは湿式混練された上記土砂構造物材料の場合と異なり、ノズル５７には、搬送ホース５８とは別の第２の搬送ホース（図示せず）が取付けられ、この第２の搬送ホースを介してノズル５７へスランプ値が０～５ｃｍ以下の範囲になるように所定量の水がポンプ圧送により供給され、ノズル５７において水と土砂構造物材料が攪拌された状態で、法面の地山等に吹付け、地山等を被覆する。なお、場合によっては、水とともに、急結剤を第２の搬送ホースから供給してもよい。水及び急結剤を第２の搬送ホースから供する場合、水はノズル５７先端より１０～４０ｍ程度手前の位置から供給し、急結剤はノズル５７先端より１～１０ｍ程度手前の位置から供給することが、管路途中での凝結を防ぐ観点から好適である。また、この急結剤は、土砂構造物材料のコンプレッサー等を備えた吹付機への搬送の際に、吹付機に投入してもよい。その他の点については、上記湿式混合若しくは湿式混練された土砂構造物材料の場合と同じなので、説明を省略する。

【００６７】

（ポンプ圧送の吹付による法面保護工法）

軽焼マグネシア、上記混練土砂、上記混和剤、及び上記混和材を、第１のベルトコンベア（図示せず）により計量器（図示せず）へ搬送し、この計量器によりそれぞれの重量を計量し上記配合になるように調整した後、第２のベルトコンベアによりミキサー（図示せず）へ搬送する。そして、ポンプによる圧送のし易さの観点から、スランプ値が５ｃｍ以

上（好ましくは５ｃｍ超）、又はＰロートフロー値を８秒以上の範囲になるように、所定量の水をこのミキサーに投入した上で、このミキサーにより湿式攪拌、すなわち湿式混合若しくは湿式混練する。この湿式混合若しくは湿式混練された上記配合の土砂構造物材料を、第３のベルトコンベア（図示せず）により圧送ポンプ（図示せず）へ搬送する。なお、ポンプ圧送時の材料の分離防止とスムーズな圧送のために、湿式混合若しくは湿式混練の際に、ベントナイト、アタパルジャイトやセピオライト等の粘土鉱物、アクリル高分子系樹脂等の増粘剤を材料分離低減剤として添加して、混合若しくは混練してもよい。

【００６８】

湿式混合若しくは湿式混練された上記土砂構造物材料は、公知の方法によって搬送・施工することができるが、法面等までポンプ圧送し、予め地山等に形成した金網型枠、密閉型枠や簡易法枠等の法枠内に吹付ける工法が好適である。すなわち、ポンプ圧送により、土砂構造物材料を搬送ホースや鉄管等の管路（図示せず）によって法面等まで搬送し、管路の先端に設けられたノズル（図示せず）より吐出する。この際、ノズルには、上記管路とは別の搬送ホース等の第２の管路（図示せず）が取付けられ、この第２の管路を介してコンプレッサー等によるエアー搬送によりノズルへ急結剤が供給され、ノズルにおいてこの急結剤と土砂構造物材料が攪拌された状態で、法枠内に吐出する。このノズルは、例えば、先の図７に示すような支持装置５を利用し支持してもよい。この吹付により、法面の地山にアンカーやロックボルト等で地山等に固定する受圧板、法面の緑化に用いられる植生棚、その他仮設物等の構造体が形成され、この構造物により法面の地山等が保護される。なお、ノズルを支持装置５を利用することなく、作業員が法面等の吹付若しくは打設対象部位に向けて支持することもできる。

【００６９】

（エアー併用ポンプ圧送の吹付による各種斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面保護工法及び法面保護工法）

エアー併用ポンプ圧送の吹付による各種表面保護工法及び法面保護工法における、土砂構造物材料の配合としては、軽焼マグネシア（Ｍ）：砂（Ｓ）の重量比が、１：０．１～４未満とされる。Ｍ：Ｓが１：０．１未満では、不経済になるとともにクラックが入り易くなる。Ｍ：Ｓが１：４以上であると、強度が不足するとともに圧送性を損なう。粗骨材を入れる場合、軽焼マグネシア：砂：粗骨材の重量比が１：０．１～４未満：＜２とされる。粗骨材の粒度としては、２５ｍｍ以下、特に１５ｍｍ以下が好適である。粗骨材としては、砂利のほか、スラグ（徐冷スラグ）なども用いることができる。さらに、これらの材料には、減水剤、気泡剤、増粘剤などを軽焼マグネシアに対して０～１０重量％以下の範囲で、および水硬性スラグ微粉末、炭酸カルシウム（炭カル）、フライアッシュなどの混合材を軽焼マグネシアに対して１５０重量％以下の範囲で添加することができる。水の添加量としては、軽焼マグネシアに対する水の比率（Ｗ／Ｍ）として、３０～６５％が好ましい。吹付ノズルからの法枠材料の吐出量としては、２～１０Ｎｍ^3／時が好適である。

【００７０】

搬送元のスランプ値としては、８～２７ｃｍとされ、好適には、１０～２７ｃｍである。８ｃｍ未満では、流動性に乏しくポンプによる圧送性が悪いとともに、エアー添加によりノズルからの打設時にスランプ値が低下して型枠内への充填性に劣り、かつ鉄筋の裏側への回り込み性が不良となる。２７ｃｍを超えると、垂れ量が多くなり、かつ型枠の透孔からの流出量が多くなるなどの問題がある。

【００７１】

以下、本発明の施工形態を図面を参照しながら詳説する。

図１は全体図であり、上記混練土砂１をショベル車２などにより、ホッパー３に投入し、ベルトコンベア４で計量器５内に投入する。計量後は、ミキサー６内に投入し、軽焼マグネシア７および水タンク８からの水をポンプ９により水ホース１０を通して供給し、ミキサー６にて湿式混合若しくは湿式混練する。

【００７２】

この湿式攪拌、すなわち湿式混合若しくは湿式混練された上記配合の土砂構造物材料は、スクイズポンプやピストンポンプなどの圧送ポンプ１１により圧送管路１２を通して、吹付ノズル１３に圧送する。一方で、コンプレッサー１４により、エアーをエアー圧送管１５を介して、圧送管路１２の途中に設けたＹ字管１６から、土砂構造物材料中に投入する。これによって、土砂構造物材料中に空気が連行され、吹付ノズル１３から吐出される。１７は空気流量計であり、材料の配合および吹付状況に応じて、空気量を調整するようになっている。

【００７３】

ここで、圧送管路１２としては、図２に示すように、Ｙ字管１６までは基本的には金属管１２Ａで構成し、吹付ノズル１３までは可撓性の耐圧ホース１２Ｂとするのが好適であるが、前記金属管１２Ａに代えて高圧ホースを使用することもできる。空気を連行させるＹ字管１６の位置（耐圧ホース１２Ｂの長さに相当する）としては、本発明に従って吹付ノズル１３から５～４０ｍとされるが、特に１０～３０ｍが好ましい。

【００７４】

空気の投入位置（連行開始位置）が吹付ノズル１３に近いと空気搬送距離が短くて吹付ノズルからの材料吐出が安定しない。さらに作業員が吹付ノズルを持ちながら、移動し難くなり、作業性の低下をもたらす。逆に、過度に遠いと、搬送中に材料の分離などを生じる虞れがある。また、圧送ポンプ１１からは、吐出材料の流れを安定させるために、少なくとも３ｍ以上離れることが好ましい。

【００７５】

型枠は、図３に示すように、好ましくはパンチングメタルからなる単位型枠２０を平行に隣接して立設して、たとえば格子状に組み上げる。この場合、隣接する単位型枠２０、２０同士は、鋼棒または鋼線などによる連結材２１にて連結するとともに、長手方向に鉄筋２２を連結材２１に番線などにより固定する。さらに、必要個所、たとえば交点にアンカーピン２３を地山等に対して打ち込む。

【００７６】

かかる段取りが終了したならば、図４に示すように、作業員が、ホース１２Ｂを担いで、吹付ノズル１３を型枠内に向けた状態で、材料を吹き付ける。その際、作業員は、材料の型枠内への充填状況を見ながら作業することができる。最終的に構築した法枠で囲まれる領域内には、図３に示すように、植生土嚢２４を積んだり、植生用基盤の造成、モルタル吹付などを行うことができる。また、予め対象法面等には、金網などを敷設しておくこともできる。急傾斜地などに対しては、交点に本格的なアンカーを打ち込むことできる。

【００７７】

本発明においては、側型枠として、フリーフレーム工法に用いられているクリンプ金網に対して、パンチングメタルを用いるのが好適である。パンチングメタルの開口形状としては、種々のものを用いることができ、たとえば丸孔、長孔、角孔、菱形孔、十文字孔、あるいはこれらの組み合わせ孔などを用いることができるが、通常は丸孔で充分である。また、開口率としては、２５～６０％、特に３０～４５％が好ましい。開口率が小さいと、吹付材料中の水分の抜け量が少なくなり、また型枠重量が重くなり、現場への搬入性が悪くなる。逆に開口率が大きくなると、吹付材料の流失量が多くなるとともに剛性が低下し、特に横型枠においては、変形が大きくなる。しかも、開口からの吹付材料の流出量が多くなり、かつ流出に伴う吹付初期の材料の圧密効果が低下する。開口率の例を図５（２６％）、図６（５１％）に示した。開口の径としては５～１２ｍｍが好適である。パンチングメタルの厚みとしては、強度の点などから、０．６ ～１．２ｍｍが好ましい。型枠の強度が不足する場合には、型枠の内面または外面の長手方向に沿って補強部材を添設したり、リブを形成することにより強度の向上を図ることができる。本実施例では、パンチングメタルを使用しているが、クリンプ金網や溶接金網などでも、網目を細かくして開口率を小さくし、かつ線径を太くして剛性を高くすることによって使用することができる。

【００７８】

本発明においては、この配合の材料に対して、空気を連行させる。この場合、空気は、

圧送管路の途中に複数の個所から吹き込むことができる。空気によって圧送性を高める場合には、管路を先端に行くにしたがって段状に内径を増大させ、その増大個所の段部にそれぞれ空気を吹き込むことができる。いずれにしても、空気の連行量としては、総量で２～１０Ｎｍ^3／分、特に２～７Ｎｍ^3／分が好ましい。吐出圧力としては、２～１０ｋｇ／ｃｍ^2、特に５～８ｋｇ／ｃｍ^{2}が好適である。

【００７９】

空気の連行量および吐出圧力は、吹付状況に応じて、作業員からの連絡を受けて逐次、あるいは予め調整できる。前述のホース１２Ｂの内径は、３５～６０ｍｍ、特に４０～５０ｍｍが好適であり、吹付ノズル１３の吐出部の内径としては４０～６０ｍｍが望ましい。空気の流量が２Ｎｍ^3／分未満、圧力が２ｋｇ／ｃｍ^{2}未満では、材料の吐出力が弱くて型枠への充填性が低下してしまう。また、流量が１０Ｎｍ^3／分を超え、圧力が１０ｋｇ／ｃｍ^{2}を超えると材料が分離してリバウンドロスが大量に発生して品質が低下してしまう。

【００８０】

材料の搬送性を改善するために、搬送管路１２、特にホースとしては、内面に高分子量のポリエチレン樹脂層を有する、厚みの中間部分を繊維で強化したゴムホースを用いるのが最適である。また、搬送管路の途中に、その周囲から、軽焼マグネシアスラリーを投入し、この軽焼マグネシアスラリーの膜を搬送管路の内面部分に薄い層として形成しながら、材料の搬送を行うと、搬送性が高まることを本発明者らは知見している。軽焼マグネシアスラリーの投入は、１か所以外に搬送方向の複数個所から投入することもできる。

【００８１】

なお、上記エアー併用ポンプ圧送の吹付による法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面保護工法の実施の形態では、予め型枠を用いたが、型枠を用いることなく、法面、斜面、ライニング面又はトンネル覆工面等の表面に直接吹付けて被覆する工法も採用できる。

【実施例１】

【００８２】

軽焼マグネシアを主成分とする固化剤は、各種市販されている（例えば、マグホワイトＢ：東武化学、エコロック１０００－Ｉ：松田技研工業、エコロック１０００－ＩＩ：松田技研工業）。

【００８３】

これら固化剤の成分のうち、軽焼マグネシア（ＭｇＯ）の含有比率は全成分の略６０～９９％を占めており、残りの成分としては、ＣａＯ，ＳｉＯ，Fe_2O_3，Al_2O_3，Ｃｌ，Ｓが若干含まれる程度である。

【００８４】

実施例１では、固化剤として軽焼マグネシア（エコロック１０００Ｉ、松田技研工業）、土類（けと土及び木節粘土の混合）、混和剤（マイティ３０００Ｒ、花王）、混和材（セラメント（高炉スラグ）、第１セメント）を表１に示す配合、スランプ値若しくはＰロートフロー値で２８日強度（圧縮強度）の比較をしてみた。なお、土類については、改質剤として、凝集剤（メーカー：三商）を４ｋｇ／ｍ^{3}添加し、さらに半水石膏（石原産業）を５０ｋｇ／ｍ^{3}を添加し、粒径は１５ｍｍ以下で、強制安息角を４０度以下になるように事前に改質し混練しておいた。

【００８５】

酸性土壌対策表面被覆やならしモルタル等の被覆に用いられる場合に必要とされる強度は、０．２～１Ｎ／ｍｍ^{2}程度であり、またエアーによる搬送性の観点から、スランプ値が０～５ｃｍ以下であることが好ましいことより、スランプ値が０～５ｃｍ以下の実施例Ｎｏ．１，２，５，８，１１，１５～１８，２３，２４を見てみると、実施例Ｎｏ．１を除き圧縮強度が０．４～１２Ｎ／ｍｍ^{2}であり、必要強度を満たしている。Ｎｏ．１の結果より、軽焼マグネシア１００重量部に対し、１２００重量部の骨材（土類）の配合では、０．１Ｎ／ｍｍ^{2}であることを鑑みれば、軽焼マグネシア１００重量部に対し、１００

～１０００重量部の土類の配合が好適であることが分かる。

【００８６】

【表１】

No.	固化剤（部）	砂（部）	土類（部）	スランプ（ｃｍ）又はＰロート値（秒）	混和材（ｋｇ/ｍ³）	混和剤（ｋｇ/ｍ³）	圧縮強度（N/mm²）
1	100	0	1200	0～5	0	0	0．1
2	100	0	1000	0～5	0	0	0．4
3	100	0	1000	１５±２．５	0	0	0．３５
4	100	0	1000	２２．５±２．５	0	0	0．2
5	100	0	250	0～5	0	0	4．1
6	100	0	250	１５±２．５	0	0	3．0
7	100	0	250	２２．５±２．５	0	0	1．6
8	100	0	125	0～5	0	0	8．4
9	100	0	125	１５±２．５	0	0	6．5
10	100	0	125	２２．５±２．５	0	0	3．9
11	100	0	100	0～5	0	0	9．4
12	100	0	100	１５±２．５	0	0	7．8
13	100	0	100	２２．５±２．５	0	0	6．2
14	100	0	100	Ｐロート　１２	0	0	3．9
15	100	0	100	0～5	50	0	7．8
16	100	0	100	0～5	100	0	5．3
17	100	0	100	0～5	200	0	3．9
18	100	0	100	0～5	500	0	2．5
19	100	0	100	１５±２．５	50	0	5．5
20	100	0	100	１５±２．５	100	0	4．5
21	100	0	100	１５±２．５	200	0	3．0
22	100	0	100	１５±２．５	500	0	1．9
23	100	0	100	0～5	0	固化剤×２％	１２．０
24	100	0	100	0～5	100	固化剤×２％	7．1

【実施例２】

【００８７】

実施例２では、固化剤として軽焼マグネシア（エコロック１０００Ｉ、松田技研工業）、土類（けと土及び木節粘土の混合）及び砂（ＦＭ値２．７）、混和剤（マイティ３０００Ｒ、花王）、混和材（セラメント（高炉スラグ）、第１セメント）を表２に示す配合、スランプ値若しくはＰロートフロー値で２８日強度（圧縮強度）の比較をしてみた。なお、土砂については、改質剤として、凝集剤（メーカー：三商）を４ｋｇ／ｍ^{3}添加し、さらに半水石膏（石原産業）を５０ｋｇ／ｍ^{3}を添加し、粒径は１５ｍｍ以下で、強制安息角を４０度以下になるように事前に改質し混練しておいた。

【００８８】
酸性土壌対策表面被覆やならしモルタル等の被覆に用いられる場合に必要とされる強度は、０．２～１Ｎ／ｍｍ^{2}程度であり、またエアーによる搬送性の観点から、スランプ値が０～５ｃｍ以下であることが好ましいことより、スランプ値が０～５ｃｍ以下の実施例Ｎｏ．２５，２８，３１，３４，３８，４１，４２，４５，４６を見てみると、圧縮強度が１．８～３０Ｎ／ｍｍ^{2}であり、必要強度を満たしている。この実施例からみると、軽焼マグネシア１００重量部に対し、２５～５００重量部の砂及び２５～５００重量部の土類の配合が好適であることが分かる。
【００８９】
次に、緑化工の植生棚、仮設物等の構造体形成に用いられる場合は、１０Ｎ／ｍｍ^{2}程度、アンカーやロックボルト対応の受圧板や法枠等の構造体形成に用いられる場合は、１８Ｎ／ｍｍ^{2}程度の強度が必要とされ、ポンプ圧送の場合でスランプ値が５ｃｍ超、若しくはＰロートフロー値が８秒以上であること、また、エアー併用ポンプ圧送の場合で、スランプ値が８～２７ｃｍであることより、スランプ値が１５±２．５ｃｍ、２２．５±２．５ｃｍ又はＰロートフロー値が８秒以上の実施例Ｎｏ．２６，２７，２９，３０，３２，３３，３５～３７，３９，４０，４３，４４，４７，４８を見てみると、１０Ｎ／ｍｍ^{2}以上は、実施例Ｎｏ．３２，３５，３６，３９，４０，４３，４７であり、強度は１０～２２Ｎ／ｍｍ^{2}であり、この場合の配合としては、軽焼マグネシア１００重量部に対し、２５～６２．５重量部の砂及び２５～６２．５重量部の土類の配合が好適であることが分かる。
【００９０】
また、１８Ｎ／ｍｍ^{2}以上は、実施例Ｎｏ．３９，４７であり、強度は１８～２２Ｎ／ｍｍ^{2}であり、アンカーやロックボルト対応の受圧板や法枠等の構造体形成に用いられる場合は、軽焼マグネシア１００重量部に対し、２５重量部の砂及び２５重量部の土類の配合が好適であることが分かる。
【００９１】

【表２】

No.	固化剤（部）	砂（部）	土類（部）	スランプ（ｃｍ）又はＰロート値（秒）	混和材（ｋｇ/㎥）	混和剤（ｋｇ/㎥）	圧縮強度（N/㎟）
25	100	500	500	０～５	0	0	１．８
26	100	500	500	１５±２．５	0	0	１．２
27	100	500	500	２２．５±２．５	0	0	０．６
28	100	125	125	０～５	0	0	６．３
29	100	125	125	１５±２．５	0	0	５．３
30	100	125	125	２２．５±２．５	0	0	２．５
31	100	62.5	62.5	０～５	0	0	１４
32	100	62.5	62.5	１５±２．５	0	0	１１
33	100	62.5	62.5	２２．５±２．５	0	0	５．２
34	100	50	50	０～５	0	0	１５
35	100	50	50	１５±２．５	0	0	１２
36	100	50	50	２２．５±２．５	0	0	１０
37	100	50	50	Ｐロート　１２	0	0	６．４
38	100	25	25	０～５	0	0	３０
39	100	25	25	１５±２．５	0	0	２２
40	100	25	25	２２．５±２．５	0	0	１５
41	100	62.5	62.5	０～５	50	0	１２
42	100	62.5	62.5	０～５	500	0	４．１
43	100	25	25	１５±２．５	50	0	１４
44	100	25	25	１５±２．５	500	0	４．７
45	100	62.5	62.5	０～５	50	固化剤×２％	１５
46	100	62.5	62.5	０～５	500	固化剤×２％	５．４
47	100	25	25	１５±２．５	50	固化剤×２％	１８
48	100	25	25	１５±２．５	500	固化剤×２％	７．０

【図面の簡単な説明】

【００９２】

【図１】本発明方法の全体例を説明するための概要図である。

【図２】材料およびエアーの圧送系統を示す説明図である。

【図３】法枠の構築状況斜視図である。

【図４】吹付状況斜視図である。

【図５】パンチングメタルの孔開口状態説明図である。

【図６】他のパンチングメタルの孔開口状態説明図である。

【図７】ノズル支持装置の全体図である。

【符号の説明】

【００９３】

１…混練土砂、６…ミキサー、７…軽焼マグネシア、８…水タンク、１１…圧送ポンプ

、１２…圧送管路、１３…吹付ノズル、１４…コンプレッサー、１５…エア圧送管、１６…Ｙ字管、２０…単位型枠（パンチングメタル）５２…本体、５２Ａ…移動手段、５３…ブーム、５３Ａ…シリンダー、５４…作業台、５５…支持装置、５７…ノズル、５８…搬送ホース、５９…アタッチメント、Ａ…エアー、Ｍ…材料。