

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4642253号
(P4642253)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	
C O 4 B 28/02 (2006.01)	C O 4 B 28/02	
E 2 1 D 11/10 (2006.01)	E 2 1 D 11/10	D
C O 4 B 24/04 (2006.01)	C O 4 B 28/02	
C O 4 B 22/14 (2006.01)	C O 4 B 24:04	
C O 4 B 22/06 (2006.01)	C O 4 B 22:14	A
請求項の数 11 (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2001-46304 (P2001-46304)	(73) 特許権者	000003296
(22) 出願日	平成13年2月22日 (2001.2.22)		電気化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2002-249364 (P2002-249364A)		東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号
(43) 公開日	平成14年9月6日 (2002.9.6)		日本橋三井タワー
審査請求日	平成20年2月16日 (2008.2.16)	(72) 発明者	荒木 昭俊
			新潟県西頸城郡青海町大字青海2209番地
			電気化学工業株式会社 青海工場内
		(72) 発明者	石田 積
			新潟県西頸城郡青海町大字青海2209番地
			電気化学工業株式会社 青海工場内
		(72) 発明者	寺村 悟
			新潟県西頸城郡青海町大字青海2209番地
			電気化学工業株式会社 青海工場内
		審査官	相田 悟
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吹付材料及びそれを用いた吹付工法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水硬性材料、骨材、空気連行剤、及び水粉体比が10～25%の水を含有してなり、かつ、空気量が10%以上であるセメントコンクリートと、硫酸アルミニウムを含有してなる急結剤とを含有してなる吹付材料。

【請求項2】

水硬性材料、骨材、空気連行剤、及び水粉体比が10～25%の水を含有してなり、かつ、空気量が10%以上であるセメントコンクリートを圧送し、圧送途中で硫酸アルミニウムを含有してなる急結剤を合流混合して急結性セメントコンクリートを調製し、吹付けることを特徴とする吹付工法。

【請求項3】

さらに、微粉を含有してなることを特徴とする請求項2記載の吹付工法。

【請求項4】

さらに、粘性調整剤を含有してなることを特徴とする請求項2又は3記載の吹付工法。

【請求項5】

さらに、繊維を含有してなることを特徴とする請求項2～4のうちの1項記載の吹付工法。

【請求項6】

微粉の粒度がブレン値で3000cm²/g以上であることを特徴とする請求項3記載の吹付工法。

【請求項 7】

急結剤が液状急結剤であることを特徴とする請求項 2 ~ 6 のうちの 1 項記載の吹付工法

【請求項 8】

空気量が 15 ~ 25 % であることを特徴とする請求項 2 ~ 7 のうちの 1 項記載の吹付工法

【請求項 9】

水硬性材料が、セメント類とカルシウムアルミネート類の混合物、又は、セメント、カルシウムアルミネート類、及びセッコウの混合物であることを特徴とする請求項 2 ~ 8 のうちの 1 項記載の吹付工法。

10

【請求項 10】

空気連行剤がアニオン系界面活性剤であることを特徴とする請求項 2 ~ 9 のうちの 1 項記載の吹付工法。

【請求項 11】

空気連行剤の使用量が、水硬性材料 100 質量部に対して、0.005 ~ 0.3 質量部であることを特徴とする請求項 2 ~ 10 のうちの 1 項記載の吹付工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、道路、鉄道、及び導水路等のトンネル掘削工事において露出した地山面や地山が露出した法面が崩落するのを防止し、かつ、コンクリート構造物等を補修するために使用する吹付材料に関する。尚、本発明では、モルタル及びコンクリートを総称してセメントコンクリートといい、水を含みしないセメントコンクリートをドライセメントコンクリート、水を含みするセメントコンクリートをウェットセメントコンクリートという。

20

【0002】

【従来の技術】

従来、道路や鉄道のトンネル掘削等においては、露出した地山面の崩落を防止するために、急結剤とコンクリートを混合した急結性コンクリートを吹付材料として用いる吹付工法が実施されている。この工法としては、通常、工事現場に設置したコンクリート製造設備で、セメント、骨材、及び水を練混ぜてコンクリートを調製し、アジテータ車で吹付現場まで運搬し、吹付機でコンクリートを空気搬送し、その途中に設けた混合管の一方より空気搬送された急結剤を合流混合し、急結性吹付コンクリートとして吹付ける NATM 工法が挙げられる。

30

【0003】

又、TBM 工法による掘削後の後吹きでは、予め水硬性材料と骨材を混合したドライモルタルを連続練混ぜ方式のミキサーポンプにより連続的に水と混合してウェットモルタルを調製、圧送し、液体急結剤と合流混合し、急結性吹付モルタルとして吹付ける工法が実施されている。

【0004】

法面における吹付では、フリーフレーム工法にて吹付けたモルタルのダレを防止するために、水ガラスを主成分とした液体急結剤をコンクリートと合流混合し、急結性吹付コンクリートとして吹付ける工法が実施されている。

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近年、コンクリートの早期劣化が問題となっており、急結性吹付コンクリートに対して凍結融解抵抗性といった耐久性の向上が要求されている。しかしながら、氷点下を下回る寒冷地でのトンネル坑口部にあるコンクリート構造物、外気に暴露されたコンクリート構造物や外気に暴露された法面に吹付けられた急結性吹付コンクリートは、凍結融解抵抗性が劣るといった課題もあった。

【0006】

50

凍結融解抵抗性向上のために水セメント比を小さくすると、ポンプ圧送性が悪くなるという課題があった。

【0007】

本発明者はこれらの課題を解決するために種々検討した結果、特定の吹付材料を用いることにより課題を解決できる知見を得て本発明を完成するに至った。

【0008】

【課題を解決するための手段】

即ち本発明は、水硬性材料、骨材、空気連行剤、及び水粉体比が10～25%の水を含有してなり、かつ、空気量が10%以上であるセメントコンクリートと、硫酸アルミニウムを含有してなる急結剤とを含有してなる吹付材料であり、水硬性材料、骨材、空気連行剤、及び水粉体比が10～25%の水を含有してなり、かつ、空気量が10%以上であるセメントコンクリートを圧送し、圧送途中で硫酸アルミニウムを含有してなる急結剤を合流混合して急結性セメントコンクリートを調製し、吹付けることを特徴とする吹付工法であり、さらに、微粉を含有してなることを特徴とする該吹付工法であり、さらに、粘性調整剤を含有してなることを特徴とする該吹付工法であり、さらに、繊維を含有してなることを特徴とする該吹付工法であり、微粉の粒度がブレン値で $3000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であることを特徴とする該吹付工法であり、急結剤が液状急結剤であることを特徴とする該吹付工法であり、空気量が15～25%であることを特徴とする該吹付工法であり、水硬性材料が、セメント類とカルシウムアルミネート類の混合物、又は、セメント、カルシウムアルミネート類、及びセッコウの混合物であることを特徴とする該吹付工法であり、空気連行剤がアニオン系界面活性剤であることを特徴とする該吹付工法であり、空気連行剤の使用量が、水硬性材料100質量部に対して、0.005～0.3質量部であることを特徴とする該吹付工法である。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0010】

本発明は、水硬性材料、骨材、空気連行剤、及び水を練混ぜてセメントコンクリートを調製し、このセメントコンクリートに、急結剤を合流混合することにより急結性セメントコンクリートを調製し、この急結性セメントコンクリートを吹付材料として吹き付けるものである。特に空気連行剤を使用して空気量を多くすることにより、セメントコンクリートの単位容積質量が小さくなるので、水/粉体比が小さい場合でもポンプ圧送性が良くなり、凍結融解抵抗性が向上するという効果を有するものである。ここで、粉体とは、水硬性材料、及び必要に応じて使用する微粉と粘性調整剤の合計をいう。又、吹付時の衝撃により急結性セメントコンクリートから余分な空気が抜けるので、大幅な強度発現性の低下といった悪影響も少ない。さらに、本発明の吹付材料は、粉塵やリバウンドが少なくなる。

【0011】

本発明で使用する水硬性材料としては、セメント類、セメント類とカルシウムアルミネート類の混合物、並びに、セメント、カルシウムアルミネート類、及びセッコウの混合物等が挙げられる。これらの中では、反応活性に優れる点で、セメント類とカルシウムアルミネート類の混合物、又は、セメント、カルシウムアルミネート類、及びセッコウの混合物が好ましく、セメント、カルシウムアルミネート類、及びセッコウの混合物がより好ましい。

【0012】

セメント類としては、普通、早強、中庸熱、超早強、及び低熱等の各種ポルトランドセメント、これらポルトランドセメントにフライアッシュや高炉スラグ等を混合した各種混合セメント、並びに、微粒子セメント等が挙げられる。

【0013】

本発明で使用するカルシウムアルミネート類とは、カルシアを含む原料と、アルミナを含む原料等とを混合して、キルンでの焼成や、電気炉での熔融等の熱処理をして得られる、

CaOとAl₂O₃とを主たる成分とし、水和活性を有する物質の総称であり、CaO及び/又はAl₂O₃の一部が、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化鉄、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類金属ハロゲン化物、アルカリ金属硫酸塩、及びアルカリ土類金属硫酸塩等と置換した物質、あるいは、CaOとAl₂O₃とを主成分とするものに、これらが少量固溶した物質である。鉱物形態としては、結晶質、非晶質いずれであってもよい。

【0014】

カルシウムアルミネート類の中では、反応活性に優れる点で、C₁₂A₇（CはCaOの略、AはAl₂O₃の略）が好ましく、非晶質のC₁₂A₇がより好ましい。

【0015】

カルシウムアルミネート類の使用量は、セメント類100質量部に対して、0.5～8質量部が好ましく、2～7質量部がより好ましい。0.5質量部未満だと初期凝結を促進しにくいおそれがあり、8質量部を越えるとセメントコンクリートの流動性を阻害するおそれがある。

【0016】

本発明で使用するセッコウは、初期及び長期強度発現性をより向上するために使用する。セッコウとしては、半水セッコウ、二水セッコウ、及び無水セッコウが挙げられ、これら一種又は二種以上を使用できる。これらの中では、強度発現性の点で、無水セッコウが好ましい。

【0017】

セッコウの使用量は、カルシウムアルミネート類100質量部に対して、20～300質量部が好ましく、50～200質量部がより好ましい。20質量部未満だと初期及び長期強度発現性の向上に寄与しないおそれがあり、300質量部を越えると初期凝結性状を阻害するおそれがある。

【0018】

本発明で使用する骨材としては、川砂、山砂、海砂、及び石灰砂等が挙げられる。骨材は吹付現場で水硬性材料や水と練混ぜて使用してもよく、又、乾燥処理を行った骨材を水硬性材料と混合してプレミックスタイプのドライセメントコンクリートとし、このドライセメントコンクリートを現場に輸送してもよい。

【0019】

骨材の粒径は、圧送性等の点で、2.5mm以下が好ましく、1.5mm以下がより好ましい。2.5mmを越えると圧送性が低下し、吹付けた時のリバウンド率が大きくなるおそれがある。

【0020】

骨材の使用量は、水硬性材料100質量部に対して、150～300質量部が好ましく、180～270質量部がより好ましい。150質量部未満だと乾燥収縮抵抗性が低下するおそれがあり、300質量部を越えると吹付けた時のリバウンド率が大きくなるおそれがある。

【0021】

本発明で使用する空気連行剤とは、水硬性材料、骨材、及び水を練混ぜて得られるウェットセメントコンクリート中に空気を導入するセメント混和剤をいう。空気連行剤としては、通常市販されているAE剤や減水性能も有するAE減水剤が使用できる。空気連行剤としては、カルボン酸化合物系、石鹼系、及び硫酸エステル系等のアニオン系界面活性剤、エーテル系やエステルエーテル系等の非イオン系界面活性剤、ペタイン系やイミダリゾンペタイン系等の両性界面活性剤、並びにカチオン系界面活性剤等が挙げられる。これらの中では、一般的に入手しやすい点で、アニオン系界面活性剤が好ましい。

【0022】

空気連行剤の使用量は、水硬性材料100質量部に対して、0.001～0.3質量部が好ましく、0.005～0.2質量部がより好ましい。0.001質量部未満だと空気が小さくなり、セメントコンクリートの単位容積質量が大きくなり、圧送抵抗が大きくな

10

20

30

40

50

るのでポンプ圧送性が悪くなり、凍結融解抵抗性が向上しないおそれがあり、0.3質量部を越えると強度発現性が低下するおそれがある。

【0023】

本発明で使用するセメントコンクリートの空気量は、7%以上であり、10~25%が好ましく、15~20%がより好ましい。7%未満だとセメントコンクリートの単位容積質量が大きくなり、ポンプ圧送性が悪くなり、急結性セメントコンクリートの凍結融解抵抗性が向上しないおそれがあり、25%を越えると強度発現性が低下するおそれがある。

【0024】

さらに、本発明では、圧送性と吹付時の付着特性を向上するために、微粉を使用することが好ましい。

【0025】

微粉の粒度は、圧送性と吹付時の付着特性の向上の点で、ブレン値で $3000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上が好ましく、 $7000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上がより好ましい。

【0026】

微粉としては、層状アルミノケイ酸塩類を主成分とするバイデライト、ベントナイト、メタカオリン、カオリナイト、ハロイサイト、モンモリロナイト、パイロフィライト、パーミキュライト、雲母、緑泥石、サポナイト、セピオライト、及び酸性白土等の粘土鉱物、微粉スラグ、微粉フライアッシュ、シリカフューム、及び石灰石粉末等が挙げられる。これらの中では、圧送性、流動性、及び吹付時の付着特性の点で、シリカフューム、石灰石粉末、及び粘土鉱物からなる群から選ばれる1種又は2種以上が好ましく、シリカフュームがより好ましい。

【0027】

微粉の使用量は、水硬性材料100質量部に対して、0.5~5質量部が好ましく、1~3質量部がより好ましい。0.5質量部未満だと吹付時の付着特性が向上しないおそれがあり、5質量部を越えると流動性が低下するおそれがある。

【0028】

さらに、本発明では、セメントコンクリートに粘性を付与し、吹付時の付着特性を向上するために、粘性調整剤を使用することが好ましい。

【0029】

本発明で使用する粘性調整剤としては、親水性を有する高分子化合物が挙げられる。親水性高分子化合物としては、カルボキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、メチルエチルセルロース、及びエチルセルロース等のセルロース類、アミロース、寒天、アルギン酸、アルギン酸ナトリウム、プルラン、及びグアガム等の多糖類、これらを骨格とする各種誘導体、ポリビニルアルコール、並びに、ポリエチレンオキサイド等が挙げられる。これらの中では、付着特性に優れ、強度発現性を阻害しにくい点で、セルロース類が好ましく、メチルセルロースがより好ましい。

【0030】

粘性調整剤の使用量は、水硬性材料と必要に応じて使用する微粉の合計100質量部に対して、0.02~0.3質量部が好ましく、0.08~0.2質量部がより好ましい。0.02質量部未満だと粘性を付与しにくいおそれがあり、0.3質量部を越えると流動性が低下しすぎて圧送性に支障をきたすおそれがある。

【0031】

さらに、本発明では、吹付により硬化した急結性セメントコンクリートの曲げ特性を向上し、剥離等でモルタルが落下するのを防止するために、繊維を使用することが好ましい。繊維は主にセメントコンクリート側に予め添加するが、急結剤側に予め添加してもよい。

【0032】

繊維としては、鋼繊維、ガラス繊維、及び高分子繊維等が挙げられる。これらの中では、水硬性材料との分散性が良く、曲げ特性を向上する点で、高分子繊維が好ましい。高分子繊維としては、ビニロン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリエチレン繊維、ポリアクリロニトリル繊維、及びアラミド繊維などが挙げられる。これらの中では、曲げじん性の点で、

10

20

30

40

50

ビニロン繊維が好ましい。

【0033】

繊維の繊維長は2～15mmが好ましく、4～10mmがより好ましい。2mm未満だと曲げ特性が向上しないおそれがあり、15mmを越えるとセメントコンクリートの圧送性に支障をきたすおそれがある。

【0034】

繊維の使用量は、水硬性材料、骨材、及び必要に応じて使用する粘性調整剤と微粉の合計100質量部に対して、0.05～1質量部が好ましく、0.1～0.8質量部がより好ましい。0.05質量部未満だと曲げ特性を向上しないおそれがあり、1質量部を越えるとセメントコンクリートの流動性が低下し、圧送性に支障をきたすおそれがある。

10

【0035】

本発明で使用する急結剤は、硫酸アルミニウムを含有する。急結剤の中では、急結剤中の成分を均一に分散でき、取り扱いが容易な点で、液状急結剤が好ましい。ここで、硫酸アルミニウムを含有する液状急結剤には、水溶液や懸濁液を含む。

【0036】

硫酸アルミニウムとしては、一般に市販されている粉末状の硫酸アルミニウムが挙げられ、無水塩や含水塩いずれも使用できる。

【0037】

液状急結剤中の固形分濃度は、20～40%が好ましく、25～35%がより好ましい。20%未満だと初期凝結や強度発現性を阻害するおそれがあり、40%を越えると液状急結剤の粘度が大きくなり、液状急結剤の圧送性が低下し、又、液状急結剤中の成分が均一に分散しにくくなり、液状急結剤の取り扱いが難しくなるおそれがある。

20

【0038】

急結剤の使用量は、水硬性材料100質量部に対して固形分換算で、0.2～10質量部が好ましく、0.5～8質量部がより好ましい。0.2質量部未満だと初期凝結を促しにくく、強度発現性が小さくなり、吹付時の付着特性が低下し、ダレやリバウンドが多くなるおそれがあり、10質量部を越えると初期凝結が早すぎて配管内やノズル内に固化物が付着し、ミストが多くなるおそれがある。

【0039】

さらに、本発明では、減水剤や凝結遅延剤を併用してもよい。

30

【0040】

本発明のセメントコンクリートの水粉体比(W/P)は10～25%が好ましく、14～23%がより好ましい。10%未満だとセメントコンクリートの粘性が大きく吹付作業性や圧送性が低下するおそれがあり、25%を越えると強度発現性や初期凝結に悪影響を与えるおそれがある。なお、ここでいう水には液状急結剤中の水を考慮しない。

【0041】

本発明の吹付材料の調製方法としては、例えば、以下の方法が挙げられる。急結剤をランジャーポンプ等で、内側の壁面に幾つかの孔又は溝を設けた二重管の外側に圧送する。又、二重管の内側にはセメントコンクリートを圧送する。空気と混合してミスト状になった急結剤を、二重管の外側から二重管の孔又は溝を介して二重管の内側に圧送することによりセメントコンクリートと合流混合し、急結性セメントコンクリートとして吹付ける。

40

【0042】

【実施例】

以下、実験例に基づき詳細に説明する。

【0043】

実験例1

表1に示す水硬性材料100質量部と骨材200質量部を混合し、ドライセメントモルタルを調製した。このドライセメントモルタルに、水硬性材料100質量部に対して表1に示す質量部の空気連行剤、2質量部の微粉、水硬性材料と微粉の合計100質量部に対して0.1質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計

50

100質量部に対して0.5質量部の繊維、並びに水粉体比20%の水を混合し、ウエットセメントモルタルを調製した。得られた急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき空気量と単位容積質量を測定した。結果を表1に示す。

なお、実験例2以降において、このウエットセメントモルタルに、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度26%の液状急結剤を水硬性材料100質量部に対して固形分換算で5質量部加え、10秒間練混ぜ、急結性セメントモルタルを調製するようにした。

【0044】

(使用材料)

水硬性材料a：早強ポルトランドセメント(比重3.14、市販品)100質量部、カルシウムアルミネート類2質量部、及びセッコウ2質量部からなる混合物水硬性材料b：普通ポルトランドセメント、比重3.16、市販品

水硬性材料c：早強ポルトランドセメント(比重3.14、市販品)100質量部とカルシウムアルミネート類2質量部からなる混合物

カルシウムアルミネート類：主成分 $C_{12}A_7$ 、非晶質、ブレン比表面積 $5900\text{ cm}^2/\text{g}$

セッコウ：無水セッコウ、市販品

骨材：新潟県青海町産石灰砂、粒径1.5mm以下、比重2.67

繊維：ビニロンファイバー、繊維長6mm、市販品

粘性調整剤：メチルセルロース、市販品

微粉：シリカフューム、比表面積 $7000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上、市販品

硫酸アルミニウム：12水塩、市販品

空気連行剤：変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン活性剤、市販品

【0045】

(測定方法)

空気量：急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき、モルタル用エアメータを用い、JIS A 1128に準じて測定した。

単位容積質量：急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき、空気量の測定で使用したモルタルの質量を測定し、得られたモルタルの質量を予め測定しておいたモルタル用エアメータの容積で除することにより算出した。

【0046】

【表1】

実験No.	水硬性材料	空気連行剤 (質量部)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m^3)	備考
1-1	a	0	5.5	2.101	比較例
1-2	a	0.001	7.1	2.063	参考例
1-3	a	0.005	10.3	2.011	実施例
1-4	a	0.01	15.5	1.934	実施例
1-5	a	0.05	17.9	1.844	実施例
1-6	a	0.2	19.8	1.790	実施例
1-7	a	0.3	24.0	1.735	実施例
1-8	b	0.01	18.2	1.854	実施例
1-9	c	0.01	18.0	1.853	実施例

空気連行剤は水硬性材料100質量部に対する質量部。

【0047】

実験例2

ドライセメントモルタルに、水硬性材料a100質量部に対して0.05質量部の空気連行剤、2質量部の微粉、水硬性材料と微粉の合計100質量部に対して0.1質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計100質量部に対して表2に示す質量部の繊維、並びに水粉体比20%の水を混合してウエットセメントモルタルを調製し、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度26%の液状急結剤を水硬性材料100質量部に対して固形分換算で5質量部加えて急結性セメントモルタルを調製し、得られた急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき空気量を測定し、得られた急

結性セメントモルタルにつき曲げじん性係数を測定したこと以外は実験例 1 と同様に行った。結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 8 】

(測定方法)

曲げじん性係数：急結性セメントモルタルにつき、J S C E - G 5 5 2 に準じて測定した。測定材齢は 2 8 日。

【 0 0 4 9 】

【表 2】

実験No.	繊維 (質量部)	空気量 (%)	曲げじん性係数 (N/mm ²)
2-1	0	17.6	<0.10
1-5	0.5	17.9	1.22

10

繊維は水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計100質量部に対する質量部。

【 0 0 5 0 】

実験例 3

ドライセメントモルタルに、水硬性材料 a 1 0 0 質量部に対して 0 . 0 5 質量部の空気連行剤、表 3 に示す質量部の微粉、水硬性材料と微粉の合計 1 0 0 質量部に対して 0 . 1 質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計 1 0 0 質量部に対して 0 . 5 質量部の繊維、並びに水粉体比 2 0 % の水を混合してウエットセメントモルタルを調製し、得られた急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき空気量とモルタルフローを測定したこと以外は実験例 1 と同様に行った。結果を表 3 に示す。

20

【 0 0 5 1 】

(測定方法)

モルタルフロー：急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき、J I S A 5 2 0 1 に準じて測定した。

【 0 0 5 2 】

【表 3】

実験No.	微粉 (質量部)	空気量 (%)	モルタルフロー (mm)
3-1	0	17.7	204
1-5	2	17.9	194

30

微粉は水硬性材料100質量部に対する質量部。

【 0 0 5 3 】

実験例 4

ドライセメントモルタルに、水硬性材料 a 1 0 0 質量部に対して 0 . 0 5 質量部の空気連行剤、2 質量部の微粉、水硬性材料と微粉の合計 1 0 0 質量部に対して 0 . 1 質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計 1 0 0 質量部に対して 0 . 5 質量部の繊維、並びに水粉体比 2 0 % の水を混合してウエットセメントモルタルを調製し、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度 2 6 % の液状急結剤を水硬性材料 1 0 0 質量部に対して固形分換算で表 4 に示す質量部加えて急結性セメントモルタルを調製し、得られた急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき空気量を測定し、得られた急結性セメントモルタルにつき凝結性状と角柱圧縮強度を測定したこと以外は実験例 1 と同様に行った。結果を表 4 に示す。

40

【 0 0 5 4 】

(測定方法)

凝結性状：2 0 の条件下にて、液状急結剤を混合し、1 0 秒間練混ぜて調製した急結性

50

セメントモルタルにつき、素早く型枠に充填してからプロクター貫入抵抗値が 3.5 N/mm^2 に達する迄の時間を始発とし、 28.0 N/mm^2 に達する迄の時間を終結とした。
角柱圧縮強度：予め全ての材料温度を 5°C に冷却した後に調製して得られた急結性セメントモルタルを素早く $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$ の型枠に振動させながら詰め、所定材齢まで 20°C で養生した。尚、養生は温度 20°C 、湿度 60% の気中養生を行い、圧縮強度の測定は JIS R 5201 に準じた。

【 0 0 5 5 】

【表 4】

実験No.	液状急結剤 (質量部)	空気量 (%)	凝結性状		角柱圧縮強度(N/mm ²)		備考
			始発 (秒)	終結 (分)	1日	28日	
4-1	0	17.9	>3600	>60	9.9	45.3	比較例 実施例
J-5	0.5	17.9	75	6.5	9.1	39.6	

液状急結剤は固形分換算で水硬性材料100質量部に対する質量部。

10

20

30

40

【 0 0 5 6 】

実験例 5

水硬性材料 a 1 0 0 質量部、骨材 2 0 0 質量部、微粉 2 質量部、水硬性材料と微粉の合計

50

100質量部に対して表5に示す粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計100質量部に対して0.5質量部の繊維からなるドライセメントモルタルを調製した。このドライセメントモルタルを連続練混ぜ圧送方式のドイツP E T社製G4ポンプに投入した。次いで、水硬性材料a100質量部に対して0.05質量部の空気連行剤を混入した水を、水粉体比で20%になるようにドライセメントモルタルと混合し、連続的に練り混ぜてウエットセメントモルタルを調製し、内径25.4mmの配管10mを介して圧送した。このときの吐出能力は $2.1\text{ m}^3/\text{hr}$ であった。

一方、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度26%の液状急結剤を水硬性材料100質量部に対して固形分換算で5質量部、ノズル手前でウエットセメントモルタルと合流混合して急結性セメントモルタルを調製し、ノズルから吹付けた。得られた急結性セメントモルタルにつき付着特性を測定した。結果を表5に示す。

10

【0057】

(測定方法)

付着特性：ノズルを固定して高さ4m×幅4m×長さ5mの模擬トンネルの側壁に15秒間急結性セメントモルタルを吹付け、吹付面たる側壁から付着した急結性セメントモルタルの頂点までの距離を測定し、付着特性とした。

【0058】

【表5】

実験No.	粘性調整剤 (質量部)	付着特性 (cm)
5-1	0	12.6
5-2	0.1	18.9

20

粘性調整剤は水硬性材料と微粉の合計100質量部に対する質量部。

【0059】

実験例6

水硬性材料a100質量部、骨材200質量部、微粉2質量部、水硬性材料と微粉の合計100質量部に対して0.1質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計100質量部に対して0.5質量部の繊維からなるドライセメントモルタルを調製し、水硬性材料a100質量部に対して0.05質量部の空気連行剤を混入した水を、水粉体比で20%になるように混合してウエットセメントモルタルを調製し、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度26%の液状急結剤を水硬性材料100質量部に対して固形分換算で表6に示す質量部加えて急結性セメントモルタルを調製し、得られた急結性セメントモルタルにつきダレとリバウンド率を測定したこと以外は、実験例5と同様に行った。結果を表6に示す。

30

【0060】

(測定方法)

ダレ：急結性セメントモルタルを $2.1\text{ m}^3/\text{h}$ の圧送速度で2分間、鉄板でアーチ状に製作した高さ3.5m×幅2.5mの模擬トンネルに吹付けている状態を観察した。ダレが生じなかったものを○とし、ダレが少し生じたものを△とし、ダレが多く生じたものを×とした。

40

リバウンド率：急結性セメントモルタルを $2.1\text{ m}^3/\text{h}$ の圧送速度で2分間、鉄板でアーチ状に製作した高さ3.5m×幅2.5mの模擬トンネルに吹付けた。

その後、(リバウンド率) = (模擬トンネルに付着せずに落下した急結性セメントモルタルの質量) / (模擬トンネルに吹付けた急結性セメントモルタルの質量) × 100 (%) で算出した。

【0061】

【表6】

実験No.	液状急結剤 (質量部)	ダレ	リバウンド率 (%)	備考
6-1	0	×	付着せず	比較例
5-2	5	○	3.2	実施例

液状急結剤は固形分換算で水硬性材料100質量部に対する質量部。

10

20

【0062】

30

実験例 7

水硬性材料 a 100 質量部、骨材 200 質量部、微粉 2 質量部、水硬性材料と微粉の合計 100 質量部に対して 0.1 質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計 100 質量部に対して 0.5 質量部の繊維からなるドライセメントモルタルを調製し、水硬性材料 100 質量部に対して表 7 に示す質量部の空気連行剤を混入した水を、水粉体比で 20% になるようにドライセメントモルタルと混合してウエットセメントモルタルを調製し、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度 26% の液状急結剤を水硬性材料 100 質量部に対して固形分換算で 5 質量部加えて急結性セメントモルタルを調製し、得られた急結剤を含有しないウエットセメントモルタルにつき圧送抵抗を評価するため圧力を測定し、得られた急結性セメントモルタルにつき凍結融解抵抗性と円柱圧縮強度を測定したこと以外は、実験例 5 と同様に行った。結果を表 7 に示す。

40

【0063】

(測定方法)

圧力：G4 ポンプ出口に圧力計を設けて、急結剤を含有しないウエットセメントモルタルを内径 25.4 mm の配管 10 m を介して圧送した時の、圧送中の圧力を測定した。

凍結融解抵抗性：得られた急結性セメントモルタルを縦 50 cm × 横 50 cm × 厚さ 20 cm の箱型枠に吹付けた後、縦 40 cm × 横 10 cm × 厚さ 10 cm の角柱に切断して取り出し、供試体とした。この供試体を用い、凍結融解試験を J S C E - G 501 に準じて測定した。相対動弾性係数を 15 サイクル毎に測定し、相対動弾性係数が 60% 以下を示したサイクル数を凍結融解抵抗性とした。

50

円柱圧縮強度：得られた急結性セメントモルタルを縦50cm×横50cm×厚さ20cmの箱型枠に吹付けた後、直径5cm×高さ10cmの円柱に成形し、供試体とした。この供試体を用い、圧縮強度試験ををJIS A 1108に準じて測定した。

【0064】

【表7】

実験No.	空気連行剤 (質量部)	凍結融解抵抗性 [サイクル数(回)]	円柱圧縮強度 (N/mm ²)	圧力 (MPa)	備考
			28日		
7-1	0	210	40.6	1.1-2.4	比較例
7-2	0.001	270	39.5	0.8-1.9	参考例
7-3	0.005	>300	38.1	0.7-1.5	実施例
5-2	0.05	>300	37.2	0.6-1.1	実施例
7-4	0.2	>300	36.7	0.7-1	実施例
7-5	0.3	>300	34.2	0.6-0.9	実施例

空気連行剤は水硬性材料100質量部に対する質量部。

【0065】

実験例8

水硬性材料 a 100 質量部、骨材 200 質量部、微粉 2 質量部、水硬性材料と微粉の合計 100 質量部に対して 0.1 質量部の粘性調整剤、並びに、水硬性材料、骨材、粘性調整剤、及び微粉の合計 100 質量部に対して 0.5 質量部の繊維からなるドライセメントモルタルを調製し、水硬性材料 a 100 質量部に対して 0.05 質量部の空気連行剤を混入した水を、水粉体比で 20% になるように混合してウェットセメントモルタルを調製し、硫酸アルミニウムからなり、固形分濃度 26% の液状急結剤を水硬性材料 100 質量部に対して固形分換算で 5 質量部加えて急結性セメントモルタルを調製し、得られた急結剤を含有しないセメントモルタルにつきモルタル圧送性を測定し、得られた急結性セメントモルタルにつきノズルの閉塞状況、粉塵発生量、及び乾燥収縮抵抗性を測定したこと以外は、実験例 5 と同様に行った。結果を表 8 に示す。

【0066】

(測定方法)

モルタル圧送性：急結剤を含有しないウェットセメントモルタルを圧送後、連続的にモルタルがホース先端より吐出する場合を○、吐出はできるが、不連続な吐出が少し認められる場合を△、不連続な吐出が多く、かつ、圧送抵抗がかかりホースが脈動する場合を×とした。

ノズルの閉塞状況：急結性セメントモルタルをノズルから 4 分間吹付けた後、ノズル内部を観察し、内部断面の 30% 以上が閉塞した場合を×、内部断面の 10~30% が閉塞した場合を△、内部断面の 10% 未満が閉塞した場合を○とした。

粉塵発生量：急結性セメントモルタルを 2.1 m³/h の圧送速度で 4 分間、鉄板でアーチ状に製作した高さ 3.5 m × 幅 2.5 m の模擬トンネル側面に、ノズル先端から吹付けた。ノズル先端から 3 m 手前の定位置で、1 分毎に粉塵発生量をデジタル粉塵計で測定した。粉塵発生量は得られた測定値の平均値で示した。

乾燥収縮抵抗性：得られた急結性セメントモルタルを縦 4 cm × 横 4 cm × 厚さ 16 cm の三連型枠に吹付け、脱型したものを供試体とした。この供試体を用いて長さ変化試験を行った。供試体を、温度 20℃、湿度 60% の条件下で気中養生し、JIS A 1129、ダイヤルゲージ方法に準じて、所定材齢における長さ変化を測定し、乾燥収縮抵抗性とした。

【0067】

【表8】

10

20

30

40

実験No.	モルタル 圧送性	ノズルの閉塞状況	粉塵発生量 (CPM)	乾燥収縮抵抗性〔長さ変化(μ)〕
5-2	○	○	115	7日 570 28日 1510

10

20

30

【 0 0 6 8 】

【 発 明 の 効 果 】

本発明の吹付材料を用いると、空気が多く混入するので単位容積質量が小さくなり、ポンプ圧送性に優れたセメントコンクリートを調製できる。さらに、液状急結剤を使用すると、粉体急結剤に比べて粉塵の発生量が小さくなり、強度発現性に優れた吹付材料を得ることができる。さらに、セメントコンクリートと急結剤を混合した急結性セメントコンクリートは適度なサイズと量を有する空気が混入されているので耐凍結融解抵抗性にも優れる。又、本発明の吹付材料は粉塵やリバウンドが少ないという効果も有するものである。

40

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
C 0 4 B 24/38	(2006.01)	C 0 4 B 22:06	A
C 0 4 B 16/06	(2006.01)	C 0 4 B 24:38	C
C 0 4 B 22/08	(2006.01)	C 0 4 B 16:06	B
C 0 4 B 111/72	(2006.01)	C 0 4 B 22:08	Z
		C 0 4 B 22:14	C
		C 0 4 B 111:72	

- (56)参考文献 特開2000-233954(JP,A)
特開平08-157249(JP,A)
特開平10-212149(JP,A)
特開平10-216628(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C04B 7/00~28/36