

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4493781号
(P4493781)

(45) 発行日 平成22年6月30日(2010.6.30)

(24) 登録日 平成22年4月16日(2010.4.16)

(51) Int.Cl.		F I
C O 4 B 24/32	(2006.01)	C O 4 B 24/32 A
C O 4 B 22/08	(2006.01)	C O 4 B 22/08 Z
C O 4 B 22/14	(2006.01)	C O 4 B 22/14 A
C O 4 B 24/22	(2006.01)	C O 4 B 22/14 C
C O 4 B 14/48	(2006.01)	C O 4 B 24/22 A

請求項の数 3 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2000-28710 (P2000-28710)	(73) 特許権者	000003296 電気化学工業株式会社 東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号 日本橋三井タワー
(22) 出願日	平成12年2月7日(2000.2.7)	(72) 発明者	寺島 勲 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
(65) 公開番号	特開2000-302504 (P2000-302504A)	(72) 発明者	有水 栄一 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
(43) 公開日	平成12年10月31日(2000.10.31)	(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
審査請求日	平成17年5月20日(2005.5.20)	審査官	末松 佳記
(31) 優先権主張番号	特願平11-40712		最終頁に続く
(32) 優先日	平成11年2月18日(1999.2.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 急結剤、急結剤スラリー、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】

(1) 下記(1-1)~(1-3)を含有してなるセメントコンクリートとの合流点より前の位置で合流混合された、(2)セメント100重量部に対して、下記(2-1)~(2-5)を含有してなる急結剤スラリーを固形分換算で2~25重量部圧送空気により圧送してセメントコンクリートと合流混合してなり、かつ、急結剤をスラリー化する方法が、急結剤を空気圧送するY字管の一方の管の周囲に開けた穴から加水してスラリー化する方法であることを特徴とする吹付工法。

(1-1) セメント100重量部

(1-2) セメント100重量部に対して、ポリアルキレンオキサイド0.001~0.2重量部

(1-3) セメント100重量部に対して、水35~65重量部

(2-1) ガラス化率40%以上のカルシウムアルミネート100重量部

(2-2) ガラス化率100%以上のカルシウムアルミネート100重量部に対して、無水物換算で硫酸アルミニウム含水物5~100重量部

(2-3) 急結剤100重量部中、アルカリ金属硫酸塩無水物15~30重量部

(2-4) 急結剤100重量部に対して、水30~600重量部

(2-5) 急結剤100重量部に対して、固形分換算でナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物0.05~5重量部

【請求項2】

(1) 下記(1-1)～(1-3)を含有してなるセメントコンクリートとの合流点より前の位置で合流混合された、(2)セメント100重量部に対して、下記(2-1)～(2-5)を含有してなる急結剤スラリーを固形分換算で7～15重量部圧送空気により圧送してセメントコンクリートと合流混合してなり、かつ、急結剤をスラリー化する方法が、急結剤を空気圧送するY字管の一方の管の周囲に開けた穴から加水してスラリー化する方法であることを特徴とする吹付工法。

(1-1)セメント100重量部

(1-2)セメント100重量部に対して、ポリアルキレンオキサイド0.005～0.1重量部

(1-3)セメント100重量部に対して、水40～55重量部

(2-1)ガラス化率100%以上のカルシウムアルミネート100重量部

(2-2)ガラス化率100%以上のカルシウムアルミネート100重量部に対して、無水物換算で硫酸アルミニウム含水物10～45重量部

(2-3)急結剤100重量部中、アルカリ金属硫酸塩無水物15～20重量部

(2-4)急結剤100重量部に対して、水50～80重量部

(2-5)急結剤100重量部に対して、固形分換算でナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物0.1～3重量部

【請求項3】

さらに、セメントコンクリートが繊維状物質を含有してなることを特徴とする請求項1又は2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において、露出した地山面へ吹付ける吹付材料及びそれをを用いた吹付工法に関する。なお、本発明ではペースト、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う。

【0002】

【従来の技術】

従来、トンネル掘削等露出した地山の崩落を防止するために急結剤をコンクリートに混合した急結性コンクリートの吹付工法が行われている（特公昭60-4149号公報）。

【0003】

この工法は、通常、掘削工事現場に設置した計量混合プラントで、セメント、骨材、及び水を混合して吹付コンクリートを調製し、アジテータ車で運搬し、コンクリートポンプで圧送し、途中に設けた合流管で、他方から圧送した急結剤と混合し、急結性吹付コンクリートとして地山面に所定の厚みになるまで吹付ける工法である。

【0004】

この際に使用する急結剤としては、カルシウムアルミネート及び/又はアルカリアルミン酸塩、並びに、それらとアルカリ炭酸塩等の混合物が知られている（特開昭64-51351号公報、特公昭56-27457号公報、特開昭61-26538号公報、及び特開昭63-210050号公報）。

【0005】

最近では、長期強度発現性を高め、更には永久構造物用途として、硫酸アルミニウムを含有するアルカリ骨材反応抑制型急結剤が知られている。硫酸アルミニウムを含有するアルカリ骨材反応抑制型急結剤としては、結晶水を有する含水硫酸アルミニウムとアルミン酸カルシウムの混合物が提案されている（特開平8-48553号公報）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の急結剤を使用した場合には、吹付時のリバウンド率や粉塵量が大きいという課題があった。

【0007】

10

20

30

40

50

又、含水硫酸アルミニウムとアルミン酸カルシウムの混合物を使用した場合、初期強度発現性が低く、特に低温時には初期強度発現性が著しく低下してしまうという課題があった。

【0008】

本発明者は、上記課題を種々検討した結果、ある特定の吹付材料を使用することにより、上記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。

【0009】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明は、(1) 下記(1-1)~(1-3)を含有してなるセメントコンクリートとの合流点より前の位置で合流混合された、(2) セメント100重量部に対して、
下記(2-1)~(2-5)を含有してなる急結剤スラリーを固形分換算で2~25重量部
圧送空気により圧送してセメントコンクリートと合流混合してなり、かつ、急結剤をス
ラリー化する方法が、急結剤を空気圧送するY字管の一方の管の周囲に開けた穴から加水
してスラリー化する方法であることを特徴とする吹付工法であり、

(1-1) セメント100重量部

(1-2) セメント100重量部に対して、ポリアルキレンオキサイド0.001~0.2重量部

(1-3) セメント100重量部に対して、水35~65重量部

(2-1) ガラス化率40%以上のカルシウムアルミネート100重量部

(2-2) ガラス化率100%以上のカルシウムアルミネート100重量部に対して、無
水物換算で硫酸アルミニウム含水物5~100重量部

(2-3) 急結剤100重量部中、アルカリ金属硫酸塩無水物15~30重量部

(2-4) 急結剤100重量部に対して、水30~600重量部

(2-5) 急結剤100重量部に対して、固形分換算でナフタレンスルホン酸ホルマリン
縮合物0.05~5重量部

(1) 下記(1-1)~(1-3)を含有してなるセメントコンクリートとの合流点より
前の位置で合流混合された、(2) セメント100重量部に対して、下記(2-1)~(
2-5)を含有してなる急結剤スラリーを固形分換算で7~15重量部圧送空気により圧
送してセメントコンクリートと合流混合してなり、かつ、急結剤をスラリー化する方法が
、急結剤を空気圧送するY字管の一方の管の周囲に開けた穴から加水してスラリー化する
方法であることを特徴とする吹付工法であり、

(1-1) セメント100重量部

(1-2) セメント100重量部に対して、ポリアルキレンオキサイド0.005~0.1重量部

(1-3) セメント100重量部に対して、水40~55重量部

(2-1) ガラス化率100%以上のカルシウムアルミネート100重量部

(2-2) ガラス化率100%以上のカルシウムアルミネート100重量部に対して、無
水物換算で硫酸アルミニウム含水物10~45重量部

(2-3) 急結剤100重量部中、アルカリ金属硫酸塩無水物15~20重量部

(2-4) 急結剤100重量部に対して、水50~80重量部

(2-5) 急結剤100重量部に対して、固形分換算でナフタレンスルホン酸ホルマリン
縮合物0.1~3重量部

さらに、セメントコンクリートが繊維状物質を含有してなることを特徴とする該吹付工法である。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0011】

本発明で使用する急結剤とは、特定のガラス化率を有するカルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有するものである。

【0012】

本発明で使用するカルシウムアルミネートとは、ガラス化率40%以上のものであり、カルシアを含む原料と、アルミナを含む原料とを混合して、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化合物、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。

【0013】

これらの中では、反応活性の点で、12CaO・7Al₂O₃(以下C₁₂A₇という)組成に対応する熱処理物を急冷した非晶質カルシウムアルミネートが好ましい。

【0014】

カルシウムアルミネートのガラス化率は、初期凝結を促進し、初期強度発現性を向上し、リバウンド率を低減させる点で、40%以上であり、60%以上が好ましく、80%以上がより好ましく、100%が最も好ましい。40%未満だと凝結性や強度発現性を阻害し、リバウンド率が大きくなる。

【0015】

なお、ガラス化率は、本発明のカルシウムアルミネートを1000×2時間の条件下で加熱後、5 /分の冷却速度で徐冷し、粉末X線回折法により結晶鉱物のメインピークの面積S₀を求め、このS₀と本発明の試料中のカルシウムアルミネートの結晶のメインピーク面積Sから、式(1)によりガラス化率を求めたものである。

$$(\%) = 100 \times (1 - S / S_0) \cdot \cdot \cdot \text{式}(1)$$

【0016】

カルシウムアルミネートの粒度は、急結性や初期強度発現性の点で、ブレン値で4000cm²/g以上が好ましく、5000cm²/g以上がより好ましい。4000cm²/g未満だと急結性や初期強度発現性が低下するおそれがある。

【0017】

本発明で使用する硫酸アルミニウムは、初期凝結を促進する成分であり、セメントの水和反応過程でアルミニウムイオンを供給し、セメントやカルシウムアルミネートからのカルシウムイオンと反応してカルシウムアルミネート水和物を生成し、さらに、硫酸イオンと反応して早期にカルシウムサルフォアルミネート水和物を生成して初期強度発現性の向上に寄与するものである。

【0018】

硫酸アルミニウムは無水物及び含水物の両方が使用でき、無水物と含水物を併用してもよい。これらの中では、効果が大きい点で、含水物が好ましい。

【0019】

硫酸アルミニウムの使用量は無水物換算で、カルシウムアルミネート100重量部に対して、5~100重量部が好ましく、10~45重量部がより好ましく、10~40重量部が最も好ましい。5重量部未満だと初期凝結しにくいおそれがあり、100重量部を越えると長期強度発現性を阻害するおそれがある。

【0020】

本発明で使用するアルカリ金属硫酸塩は、急結剤スラリーの圧送性や初期強度発現性を向上させる成分である。

【0021】

アルカリ金属硫酸塩としては、硫酸ナトリウム、硫酸カリウム、重硫酸ナトリウム、亜硫酸ナトリウム、カリミョウバン、クロムミョウバン、及び鉄ミョウバン等が挙げられる。これらの中では、凝結性状や初期強度発現性が良好な点で、硫酸ナトリウム、硫酸カリウム、及びカリミョウバンからなる群のうちの1種又は2種以上が好ましく、硫酸ナトリウム及び/又は硫酸カリウムがより好ましく、硫酸ナトリウムが最も好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

アルカリ金属硫酸塩は無水物及び含水物の両方が使用でき、無水物と含水物を併用してもよい。これらの中では、安定性の点で、無水物が好ましい。

【 0 0 2 3 】

アルカリ金属硫酸塩の使用量は、急結剤 1 0 0 重量部中、1 0 ~ 3 0 重量部が好ましく、1 5 ~ 2 0 重量部がより好ましい。1 0 重量部未満だと急結剤スラリーの圧送性が小さく、初期強度発現性を阻害するおそれがあり、3 0 重量部を越えると凝結性や長期強度発現性を阻害するおそれがある。

【 0 0 2 4 】

急結剤には、初期凝結や強度発現性の向上の点で、セッコウや凝結促進剤を併用してもよい。

10

【 0 0 2 5 】

本発明では、リバウンド率や粉塵量を低減し、作業性、強度発現性、及びセメントコンクリートの混合性を向上させる点で、特定のガラス化率を有するカルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有する急結剤に、水（以下スラリー水という）を混合して急結剤スラリーとすることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

スラリー水の使用量は、急結剤 1 0 0 重量部に対して、3 0 ~ 6 0 0 重量部が好ましく、5 0 ~ 8 0 重量部がより好ましい。3 0 重量部未満だと粉塵量が低減しないおそれがあり、6 0 0 重量部を越えると強度発現性が低下するおそれがある。

20

【 0 0 2 7 】

セメントコンクリートの特性向上のために、スラリー水に、凝結遅延剤、増粘剤、及び超微粉を併用してもよい。又、スラリー水に、硫酸アルミニウムやアルカリ金属硫酸塩を溶解して使用してもよい。

【 0 0 2 8 】

急結剤スラリーの使用量は、セメント 1 0 0 重量部に対して、固形分換算で 2 ~ 2 5 重量部が好ましく、5 ~ 2 0 重量部がより好ましく、7 ~ 1 5 重量部が最も好ましい。2 重量部未満だと初期凝結を促進しにくいおそれがあり、2 5 重量部を越えると長期強度発現性を阻害するおそれがある。

【 0 0 2 9 】

本発明で使用するセメントとしては、通常市販されている普通、早強、中庸熟、及び超早強等の各種ポルトランドセメントや、これらの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等が挙げられ、これらを微粉末化して使用してもよい。これらの中では、セメントコンクリートの圧送性が良好な点で、普通ポルトランドセメントや早強ポルトランドセメントが好ましい。

30

【 0 0 3 0 】

さらに、本発明では、リバウンド率や粉塵量の低減の点で、セメントコンクリート側にポリアルキレンオキサイドを使用することが好ましい。

【 0 0 3 1 】

本発明で使用するポリアルキレンオキサイド（以下 P A O という）は、セメントコンクリートに粘性を与え、吹付直後の吹付面からのセメントコンクリートのダレを防止し、リバウンド率や粉塵量を低減するものである。ポリアルキレンオキサイドとしては、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイド、及びポリブチレンオキサイド等が挙げられる。これらの中では、セメントコンクリートに粘性を与え、吹付直後の吹付面からのセメントコンクリートのダレを防止し、リバウンド率や粉塵量を低減する効果が大きい点で、ポリエチレンオキサイドが好ましい。

40

【 0 0 3 2 】

P A O の分子量は、1 0 0 万 ~ 5 0 0 万が好ましい。1 0 0 万未満だとセメントコンクリートの粘性が小さく、吹付直後の吹付面からのセメントコンクリートのダレを防止できないおそれがあり、5 0 0 万を越えると急結剤とセメントコンクリートを混合した急結性セ

50

メントコンクリートの圧送性が低下するおそれがある。

【0033】

PAOの使用量は、セメント100重量部に対して、0.001~0.2重量部が好ましく、0.005~0.1重量部がより好ましい。0.001重量部未満だと急結性セメントコンクリートの粘性が小さく、吹付直後に吹付面からダレが生じ、リバウンド率が大きくなるおそれがあり、0.2重量部を越えるとセメントコンクリートの粘性が大きく、急結性セメントコンクリートの圧送性に支障を生じ、吹付直後に吹付面からダレが生じ、リバウンド率が大きくなるおそれがある。

【0034】

さらに、本発明では、リバウンド率や粉塵量の低減の点で、急結剤スラリー側にナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物を使用することが好ましい。

10

【0035】

本発明で使用するナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物(以下NSという)は、セメントコンクリートの流動性や急結剤スラリーの分散性を改善し、吹付時の急結性セメントコンクリートの付着性を向上し、リバウンド率や粉塵量を低減するものであり、液体や粉体いずれの使用も可能である。さらに、セメントコンクリート中のポリアルキレンオキサイドと反応して増粘すると、吹付時の急結性セメントコンクリートの付着性を向上し、リバウンド率や粉塵量を低減する効果がより大きくなるものである。

【0036】

NSの使用量は、固形分換算で急結剤100重量部に対して、0.05~5重量部が好ましく、0.1~3重量部がより好ましい。0.05重量部未満だと、セメントコンクリートの流動性や急結剤スラリーの分散性を改善する、吹付時の急結性セメントコンクリートの付着性を向上する、リバウンド率や粉塵量を低減するといった効果が小さいおそれがあり、5重量部を越えるとリバウンド率や粉塵量が大きくなり、強度発現性を阻害するおそれがある。

20

【0037】

さらに、本発明では、急結性セメントコンクリートの曲げ強度、耐衝撃性、及び靱性の向上の点で、急結性セメントコンクリートに繊維状物質を使用することが好ましい。

【0038】

本発明で使用する繊維状物質としては、無機質や有機質いずれも使用できる。無機質の繊維状物質としては、ガラス繊維、ロックウール、石綿、セラミック繊維、及び金属繊維等が挙げられ、有機質の繊維状物質としては、ビニロン繊維、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリアクリル繊維、セルロース繊維、ポリビニルアルコール繊維、ポリアミド繊維、パルプ、麻、木毛、及び木片等が挙げられる。又、炭素繊維も使用できる。これらの中では経済性の点で、金属繊維及び/又はビニロン繊維が好ましい。

30

【0039】

繊維状物質の長さは圧送性や混合性等の点で、50mm以下が好ましく、30mm以下がより好ましい。50mmを越えると圧送中に圧送管が閉塞するおそれがある。

【0040】

繊維状物質の使用量は、繊維状物質を含有したセメントコンクリート100容量部中、0.1~1.5容量部が好ましく、0.3~1.2容量部がより好ましい。0.1容量部未満だと曲げ強度、耐衝撃性、及び靱性が向上しないおそれがあり、1.5容量部を越えると急結性セメントコンクリートの圧送性が低下し、耐衝撃性や強度発現性を阻害するおそれがある。

40

【0041】

セメントコンクリート中の水の量は、セメント100重量部に対して、35~65重量部が好ましく、40~55重量部がより好ましい。35重量部未満だとセメントコンクリートが十分に混合できないおそれがあり、65重量部を越えると強度発現性が小さいおそれがある。なお、ここでいう水には、スラリー水を含まない。

【0042】

50

本発明では、さらに、A E 剤や発泡剤を添加して空気泡を混入させ、粉塵量を低減させてもよい。

【0043】

本発明で使用する吹付工法では、要求される物性、経済性、及び施工性等の点で、急結性セメントコンクリートとして吹付けることができる。

【0044】

急結剤をスラリー化しない場合の吹付工法としては、セメントコンクリートと急結剤を別々に圧送し、急結剤をセメントコンクリートに合流混合させて急結性セメントコンクリートとして吹付ける吹付工法が好ましい。

【0045】

急結剤スラリーを使用した場合の吹付工法としては、セメントコンクリートと急結剤を別々に圧送し、セメントコンクリートと急結剤が合流混合する直前で急結剤に加水して急結剤スラリーとし、この急結剤スラリーを、セメントコンクリートに合流混合させて急結性セメントコンクリートとして吹付ける吹付工法が好ましく、湿式吹付法や乾式吹付法が使用できる。これらの中では、粉塵量が少ない点で、湿式吹付法が好ましい。

【0046】

急結剤スラリーを使用した場合の湿式吹付法としては、セメント、骨材、及び水を混合して混練し、空気圧送し、途中で、例えば、Y字管の一方から急結剤を添加する直前で加水してスラリー化した急結剤スラリーを添加して吹付ける方法等が挙げられる。

【0047】

急結剤スラリーを使用した場合の乾式吹付法としては、セメント、骨材を混合し、空気圧送し、湿式吹付法と同様な方法により得られた急結剤スラリー、水を添加して吹付ける方法等が挙げられる。

【0048】

このように、急結剤をスラリー化してセメントコンクリートと混合することにより、粉塵量やリバウンド率を低減し、作業環境が改善できるものである。

【0049】

急結剤をスラリー化する方法は特に限定するものではないが、例えば急結剤を空気圧送するY字管の一方の管の周囲数カ所から高圧水で加水してスラリー化する方法が好ましい。この高圧水はセメントコンクリートに急結剤スラリーを圧入する効果もあるので、混合性が良好になる。このことにより、セメントコンクリートとの反応性が高まり、粉塵量やリバウンド率が低減し、凝結性や強度発現性が向上し、更には急結性吹付セメントコンクリートの品質が安定するものである。

【0050】

本発明の吹付工法においては、従来使用の吹付設備等が使用できる。吹付設備は吹付が十分に行われれば、特に限定されるものではなく、例えば、セメントコンクリートの圧送にはアリバー社商品名「アリバー280」等が、急結剤の圧送には急結剤圧送装置「ナトムクリート」等が使用できる。急結剤に加水して急結剤スラリーにするには一般的な水ポンプを使用すれば良く、加水する途中で圧送空気を入れて加圧する方法を用いても良い。

【0051】

又、急結剤を圧送する圧送空気の圧力は、セメントコンクリートが急結剤スラリーの圧送管内に混入した時に圧送管内が閉塞しないように、セメントコンクリートの圧送圧力より $0.1 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ 大きいことが好ましい。

【0052】

又、急結性セメントコンクリートの圧送速度は $4 \sim 20 \text{ m}^3 / \text{h}$ が好ましい。さらに、急結剤スラリーとセメントコンクリートとの合流点は混合性を良くするために、合流点を、管の形状や管の内壁を乱流状態になりやすい構造やラセン状の構造にしてもよい。

【0053】

【実施例】

以下、実験例に基づき本発明を詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

実験例 1

各材料の単位量を、セメント 500 kg/m^3 、水 200 kg/m^3 、細骨材 1173 kg/m^3 、及び粗骨材 510 kg/m^3 とし、さらに、セメント 100 重量部に対して、0.02 重量部の PAO と、繊維状物質を含有した吹付コンクリート 100 容量部中、1.0 容量部の繊維状物質とを添加した吹付コンクリートを調製し、圧送速度 $4 \text{ m}^3/\text{h}$ 、圧送圧力 4 kg/cm^2 の条件下で、コンクリート圧送機「アリバ - 280」で圧送した。

一方、表 1 に示すカルシウムアルミネート 100 重量部、無水物換算で 25 重量部の硫酸アルミニウム、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤 100 重量部中 18 重量部のアルカリ金属硫酸塩、並びに、急結剤 100 重量部に対して、2 重量部の NS を混合し、セメント 100 重量部に対して、急結剤を固形分換算で 10 重量部になるように空気圧送し、途中に設けた Y 字管の一方の管の周囲数カ所を開けた穴から、急結剤 100 重量部に対して、70 重量部の水を加水して、急結剤スラリーとした。

この急結剤スラリーを圧送して、Y 字管のもう一方から圧送された吹付コンクリートに混合し、急結性吹付コンクリートとした。この急結性吹付コンクリートについて評価した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 5 5 】

(使用材料)

セメント：普通ポルトランドセメント、市販品、ブレン値 $3200 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、比重 3.16

細骨材：新潟県姫川産川砂、表面水率 4.0%、比重 2.61

粗骨材：新潟県姫川産川砂利、表乾状態、比重 2.65、最大寸法 10 mm

PAO：ポリエチレンオキサイド、分子量 200 万、市販品

繊維状物質：鋼繊維、長さ 30 mm、比重 7.8、市販品

カルシウムアルミネート 1：主成分 C_{12}A_7 、ブレン値を $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、カルシア原料とアルミナ原料を所定の割合で混合し、高周波炉で熔融後、徐冷し、ガラス化率 30% とし、粉碎したもの。

カルシウムアルミネート 2：主成分 C_{12}A_7 、ブレン値を $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、カルシア原料とアルミナ原料を所定の割合で混合し、高周波炉で熔融後、徐冷し、ガラス化率 40% とし、粉碎したもの。

カルシウムアルミネート 3：主成分 C_{12}A_7 、ブレン値を $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、カルシア原料とアルミナ原料を所定の割合で混合し、高周波炉で熔融後、徐冷し、ガラス化率 60% とし、粉碎したもの。

カルシウムアルミネート 4：主成分 C_{12}A_7 、ブレン値を $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、カルシア原料とアルミナ原料を所定の割合で混合し、高周波炉で熔融後、急冷し、ガラス化率 80% とし、粉碎したもの。

カルシウムアルミネート 5：主成分 C_{12}A_7 、ブレン値を $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、カルシア原料とアルミナ原料を所定の割合で混合し、高周波炉で熔融後、急冷し、ガラス化率 100% とし、粉碎したもの。

硫酸アルミニウム：含水硫酸アルミニウム、市販品

アルカリ金属硫酸塩：硫酸ナトリウム、無水物、市販品

NS：粉末状、市販品

【 0 0 5 6 】

(測定方法)

凝結時間：吹付コンクリート中の粗骨材を除いた材料でモルタルを練り、土木学会基準「吹付けコンクリート用急結剤品質規格 (JSCED - 102)」に準拠して測定した。

圧縮強度：20 で測定した。調製した急結性吹付コンクリートを、幅 25 cm × 長さ 25 cm のプルアウト型枠と幅 50 cm × 長さ 50 cm × 厚さ 20 cm の型枠に吹付けした。材齢 3 時

10

20

30

40

50

間の初期強度はプルアウト型枠の供試体を使用して測定した。プルアウト型枠表面からピンを急結性吹付コンクリートで被覆し、型枠の裏側よりピンを引き抜き、そのときの引き抜き強度を求めた。(圧縮強度) = (引き抜き強度) × 4 / (供試体表面積) から圧縮強度を算出した。材齢 1 日以降は幅 50 cm × 長さ 50 cm × 厚さ 20 cm の型枠から採取した直径 5 cm × 長さ 10 cm の供試体を使用し、供試体を 20 トン耐圧機で測定した。

リバウンド率：急結性吹付コンクリートを 4 m³ / h の圧送速度で 10 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吹付コンクリートの重量) / (模擬トンネルに吹付けた急結性吹付コンクリートの重量) × 100 (%) で算出した。

【0057】

【表1】

実験 No.	カルシウム アルミネート	凝結時間(分)		圧縮強度 (N/mm ²)			リバウンド 率 (%)	備考
		始発	終結	3h	1d	28d		
1-1	①	10	60	0.7	18.4	47.2	29.4	比較例
1-2	②	4	20	1.0	19.7	47.4	20.0	実施例
1-3	③	2	10	2.5	19.9	47.6	16.8	実施例
1-4	④	<1	3	3.6	20.1	47.8	11.0	実施例
1-5	⑤	<1	3	4.0	20.8	47.6	10.7	実施例

h は時間、d は日。

【0058】

実験例 2

カルシウムアルミネート 5 100 重量部、無水物換算で表 2 に示す重量部の硫酸アルミニウム、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤 100 重量部中 18 重量部のアルカリ金属硫酸塩、並びに、急結剤 100 重量部に対して、2 重量部の NS を混合した急結剤を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例 1 と同様に行い、評価した。結果を表 2 に示す。

【 0 0 5 9 】

【表 2】

実験 No.	硫酸 アルミニウム	凝結時間(分)		圧縮強度 (N/mm ²)			備考
		始発	終結	3h	1d	28d	
2-1	0	5	25	1.0	12.4	48.0	比較例
2-2	5	2	12	1.9	14.1	47.0	実施例
2-3	10	<1	6	2.6	17.8	47.1	実施例
1-5	25	<1	3	4.0	20.8	47.6	実施例
2-4	40	<1	5	4.0	17.0	47.1	実施例
2-5	45	<1	5	3.8	16.9	46.3	実施例
2-6	100	<1	8	3.2	14.8	44.2	実施例

硫酸アルミニウムは無水物換算でカルシウムアルミネート100重量部に対する重量部。

hは時間、dは日。

【 0 0 6 0 】

実験例 3

カルシウムアルミネート 5 100重量部、硫酸アルミニウムを無水物換算で25重量部、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤100重量部中表3に示す重量部のアルカリ金属硫酸塩、並びに、急結剤100重量部に対して、2重量部のNSを混合した急結剤を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例1と同様に行い、評価した。結果を表3に示す。

【 0 0 6 1 】

(測定方法)

圧送性：吹付コンクリートをコンクリートポンプにより20m圧送した後、急結剤と混合して急結性コンクリートとし、この急結性コンクリートを5分間吹付けた。Y字管や配管が詰まらない場合を○、詰まり気味の場合を△、Y字管や配管や詰まって吹付ができない場合を×とした。

【 0 0 6 2 】

【表 3】

10

20

30

実験 No.	アルカリ 金属 硫酸塩	凝結時間(分)		圧縮強度 (N/mm ²)			圧送性	備考
		始発	終結	3h	1d	28d		
3-1	0	2	8	2.6	7.9	49.1	×	比較例
3-2	10	2	7	3.0	13.1	49.0	△	参考例
3-3	15	<1	5	3.7	16.9	48.2	○	実施例
1-5	18	<1	3	4.0	20.8	47.6	○	実施例
3-4	20	<1	3	4.4	21.2	45.0	○	実施例
3-5	30	3	7	2.6	21.9	44.1	○	実施例

アルカリ金属硫酸塩はカルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤100重量部中の重量部。

hは時間、dは日。

10

20

30

【0063】

実験例4

カルシウムアルミネート 5 を使用せず、硫酸アルミニウム、硫酸アルミニウムとアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤100重量部中18重量部のアルカリ金属硫酸塩、及び急結剤100重量部に対して、2重量部のNSを混合した急結剤を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例1と同様に行い、評価した。結果を表4に示す。

【0064】

(測定方法)

低温圧縮強度：10 で測定したこと以外は、圧縮強度と同様に測定した。

【0065】

【表4】

40

実験 No.	凝結時間(分)		圧縮強度 (N/mm ²)			低温圧縮強度 (N/mm ²)		備考
	始発	終結	3h	1d	28d	1d	28d	
4-1	12	65	0.5	18.8	46.5	4.4	47.2	比較例
1-5	<1	3	4.0	20.8	47.6	9.4	49.9	実施例

h は時間、d は日。

10

20

30

【0066】

実験例 5

カルシウムアルミネート 5 100重量部、硫酸アルミニウムを無水物換算で25重量部、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤100重量部中18重量部のアルカリ金属硫酸塩、並びに、急結剤100重量部に対して、表5に示す重量部のNSを混合した急結剤を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例1と同様に行い、評価した。結果を表5に示す。

40

【0067】

(測定方法)

粉塵量：急結性吹付コンクリートを4 m³ / hの圧送速度で10分間、鉄板でアーチ状に製作した高さ3.5 m、幅2.5 mの模擬トンネルに吹付けた。その後、吹付場所より3 mの定位置で粉塵量を測定し、得られた測定値の平均値を示した。

【0068】

【表5】

実験 No.	N S	リハウント率 (%)	粉塵量 (mg/m ³)	備考
5-1	0	26.8	2.2	参考例
5-2	0.05	18.4	1.0	実施例
5-3	0.1	16.2	0.9	実施例
1-5	2.0	10.7	0.7	実施例
5-4	3.0	10.9	0.6	実施例
5-5	5.0	11.6	0.7	実施例

10

N S は急結剤100重量部に対する重量部。

【0069】

実験例 6

セメント100重量部に対して、表6に示す量のPAOと、繊維状物質を含有した吹付コンクリート100容量部中、1.0容量部の繊維状物質とを添加した吹付コンクリートを調製して圧送し、一方、カルシウムアルミネート 5 100重量部、硫酸アルミニウムを無水物換算で25重量部、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤100重量部中18重量部のアルカリ金属硫酸塩、並びに、急結剤100重量部に対して、2重量部のNSを混合した急結剤を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例1と同様に行い、評価した。結果を表6に示す。

20

【0070】

(測定方法)

ダレ：急結性吹付コンクリートを4 m³ / hの圧送速度で10分間、鉄板でアーチ状に製作した高さ3.5 m、幅2.5 mの模擬トンネルに吹付けた。その後、模擬トンネルの側壁から急結性吹付コンクリートがダレない場合を、少しダレた場合を、かなりダレた場合を×とした。

【0071】

【表6】

30

実験 No.	PAO	リハウント率 (%)	ダレ	圧送性	備考
6-1	0	26.6	×	○	参考例
6-2	0.001	16.4	△	○	実施例
6-3	0.005	15.7	○	○	実施例
1-5	0.02	10.7	○	○	実施例
6-4	0.1	12.7	○	○	実施例
6-5	0.2	14.1	△	△	実施例

40

PAOはセメント100重量部に対する重量部。

【0072】

実験例 7

セメント100重量部に対して、0.02重量部のPAOと、繊維状物質を含有した吹付コンクリート100容量部中、表7に示す量の繊維状物質とを添加した吹付コンクリートを調製して圧送し、一方、カルシウムアルミネート 5 100重量部、硫酸アルミニウムを無水物換算で25重量部、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤100重量部中18重量部のアルカリ金属硫酸塩

50

、並びに、急結剤 100 重量部に対して、2 重量部の NS を混合した急結剤を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例 1 と同様に行い、評価した。結果を表 7 に示す。

【0073】

(測定方法)

耐衝撃性：材齢 1 時間後の急結性吹付コンクリートを幅 20 cm × 長さ 20 cm × 厚さ 1 cm に切り取ったものを、平らにならした標準砂の上に置き、200 g の球体を 50 cm の高さから落下させた。落下回数 5 回以内で破壊した場合を ×、破壊せずにひびが入ったものを ○、破壊せずにひびが入らないものを △ とした。

【0074】

【表 7】

実験 No.	繊維状物質	耐衝撃性	圧送性
7-1	0	×	○
7-2	0.1	△	○
7-3	0.3	○	○
1-5	1.0	○	○
7-4	1.2	○	○
7-5	1.5	△	△

繊維状物質は繊維状物質を含有した吹付コンクリート 100 容量部中の容量部。

【0075】

実験例 8

カルシウムアルミネート 5 100 重量部、硫酸アルミニウムを無水物換算で 25 重量部、並びに、カルシウムアルミネート、硫酸アルミニウム、及びアルカリ金属硫酸塩を含有した急結剤 100 重量部中 18 重量部のアルカリ金属硫酸塩、並びに、急結剤 100 重量部に対して、2 重量部の NS を混合した急結剤 100 重量部に対して、表 8 に示す量の水を加水して急結剤スラリーとしたこと以外は、実験例 1 と同様に行い、評価した。結果を表 8 に示す。

【0076】

【表 8】

実験 No.	スラリー水	圧縮強度 (N/mm ²)			粉塵量 (mg/m ³)	備考
		3h	1d	28d		
8-1	0	3.3	21.4	48.8	1.5	参考例
8-2	30	3.4	21.1	48.1	1.0	実施例
8-3	50	3.7	20.9	47.9	0.9	実施例
1-5	70	4.0	20.8	47.6	0.7	実施例
8-4	80	4.1	19.8	46.1	0.6	実施例

スラリー水は急結剤 100 重量部に対する重量部。

h は時間、d は日。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】**【 発 明 の 効 果 】**

本発明の吹付材料を用いることにより、急結性セメントコンクリートを吹付けた直後の、吹付面からのセメントコンクリートのダレを防止し、リバウンド率や粉塵量を小さくできる。又、初期や長期において、高い強度発現性が期待できるので、吹付厚さを薄くでき、施工コストも削減でき、吹付後直ちに高い強度が得られるために安全性も向上できる。又、急結剤を空気圧送する途中で水を添加して急結剤スラリーとしてから、2分以内に急結剤スラリーをセメントコンクリートに混合するために、急結剤の特性を損なうことなく、急結性セメントコンクリートを吹付けることができる。

フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
C 0 4 B	28/02	(2006.01)	C 0 4 B	14/48	Z
E 2 1 D	11/10	(2006.01)	C 0 4 B	28/02	
B 0 5 B	7/00	(2006.01)	E 2 1 D	11/10	D
			B 0 5 B	7/00	

- (56) 参考文献 特開平 1 0 - 3 2 4 5 5 3 (J P , A)
 特開平 1 0 - 1 0 1 3 9 7 (J P , A)
 特開平 0 2 - 0 9 7 4 4 5 (J P , A)
 特開平 1 0 - 2 5 9 0 4 7 (J P , A)
 特開昭 5 7 - 1 3 5 7 5 9 (J P , A)
 特開昭 6 3 - 2 9 7 2 5 5 (J P , A)
 特開平 0 8 - 0 2 6 7 9 7 (J P , A)
 特開平 1 1 - 1 7 1 6 2 5 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C04B 7/00-28/36
 E21D 11/10
 B05B 7/00-7/32