

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-105672

(P2017-105672A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 4 B 28/04 (2006.01)	C O 4 B 28/04	2 D 0 5 5
C O 4 B 22/14 (2006.01)	C O 4 B 22/14 B	2 D 1 5 5
C O 4 B 22/08 (2006.01)	C O 4 B 22/08 Z	4 G 1 1 2
C O 4 B 22/10 (2006.01)	C O 4 B 22/10	
C O 4 B 24/26 (2006.01)	C O 4 B 24/26 E	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-240781 (P2015-240781)
 (22) 出願日 平成27年12月10日 (2015.12.10)

(71) 出願人 501173461
 太平洋マテリアル株式会社
 東京都江東区青海二丁目4番24号
 (72) 発明者 羽根井 誉久
 千葉県佐倉市大作二丁目4番2 太平洋マ
 テリアル株式会社内
 Fターム(参考) 2D055 DB00 KA00 KA04
 2D155 DB00 KA00 KA04
 4G112 MB00 MB06 MB23 MD00 PB05
 PB08 PB11 PB31

(54) 【発明の名称】 コンクリート吹付材

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、吹付施工対象が、氷点下の表面であっても、大量の急結剤や瞬結化を起こす成分を配合せずに吹付施工が十分可能なコンクリート吹付材を提供する。

【解決手段】 次のベースコンクリート (A) とベースコンクリート中のポルトランドセメント含有量100質量部に対し7～13質量部の急結性混和剤 (B) からなるコンクリート吹付材。

A；ポルトランドセメント100質量部とブレン比表面積11000～15000cm²/gの無水石膏類6～13質量部と水を含み、空気含有量が1.5～6体積%のベースコンクリート。

B；非晶質カルシウムアルミネート100質量部、アルミン酸ナトリウム1.8～8.0質量部、アルカリ金属炭酸塩4.5～11.5質量部および石膏類12.5～25質量部を含有する粉体状の急結性混和剤。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

次のベースコンクリート（A）とベースコンクリート中のポルトランドセメント含有量 100 質量部に対し 7～13 質量部の急結性混和剤（B）からなるコンクリート吹付材。

A；ポルトランドセメント 100 質量部とブレーン比表面積 $11000 \sim 14000 \text{ cm}^2/\text{g}$ の無水石膏類 6～13 質量部と水を含含有し、空気含有量が 1.5～6 体積%のベースコンクリート。

B；非晶質カルシウムアルミネート 100 質量部、アルミン酸ナトリウム 1.8～8.0 質量部、アルカリ金属炭酸塩 4.5～11.5 質量部および石膏類 12.5～25 質量部を含含有する粉体状の急結性混和剤。

10

【請求項 2】

ベースコンクリートが、減水剤類を含含有する請求項 1 記載のコンクリート吹付材。

【請求項 3】

ベースコンクリートが、骨材を含含有する請求項 1 又は 2 記載のコンクリート吹付材。

【請求項 4】

表面温度が $-15^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$ の施工対象への吹付施工に用いる請求項 1～3 何れか記載のコンクリート吹付材。

【請求項 5】

表面温度が $-15^\circ\text{C} \sim -1^\circ\text{C}$ の施工対象への吹付施工に用いる請求項 1～4 何れか記載のコンクリート吹付材。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば凍結した地山等の氷点下の対象面に吹付施工することができるコンクリート吹付材に関する。

【背景技術】

【0002】

トンネル、地下空間等の建設工事では、地山や構築物の補強用に、その壁面や天井面などの対象面にセメントペースト、モルタル又はコンクリート（以下、特記無い限り総称して、コンクリートと称す。）を吹付けて強固な構造にすることが行われている。コンクリート吹付材の施工方法として、粉塵やリバウンド（跳ね返り）が比較的少ない湿式吹付工法では、骨材や混和剤（材）等を配合したセメントと水の混練物であるベースコンクリートに、吹付直前に急結剤を添加して急結性を付与し、接水から短時間にセメントの凝結を完了することで対象面への付着性を得ている。コンクリート吹付材は良好な付着性の具備が不可欠であるが、温度低下に伴い、水和反応活性も低下するため、凝結の始発及び終結時間が遅くなり、付着性が低下する。また、強度発現性も初期から長期にわたり低迷する。低温による低い強度発現性に対しては、一般に強度発現性に優れる粉体状の急結剤の使用が有利であり、また付着性低下に対しては、低温による急結性低下に対抗するため、より高い急結性の急結剤を使用するのが有利である。急結性と初期の強度発現性を高めた急結剤としては、カルシウムアルミネート類、アルカリ金属炭酸塩、アルカリ金属アルミン酸塩及び石膏の混合粉末（例えば、特許文献 1、2 参照。）が知られている。また、低温環境の吹付施工に適した急結剤も幾種か報告されている。具体的には、炭酸成分含有のアルミン酸ナトリウムとカルシウムアルミネート類と石膏を配合した急結材に生石灰やアルカリ金属炭酸塩を加えて低温施工時の急結性を向上させたもの（例えば、特許文献 3 参照。）、 10°C 以下の低温環境で高い急結性を確保するためアルカリ金属硫酸塩をカルシウムアルミネート類と硫酸アルミニウムの混合物に加えた急結剤（例えば、特許文献 4 参照。）、寒冷地での急結性を良好にするため無機硝酸塩を併用させた SiO_2 含有量 6～15 重量%のカルシウムアルミノシリケートを急結剤に使用したもの（例えば、特許文献 5 参照。）、低温時の初期強度発現性改善のためにアルカリ金属硫酸塩をカルシウムアルミネート類と硫酸アルミニウムの混合物に加えた急結剤（例えば、特許文献 6 参照。）、マ

30

40

50

イナス10℃の気温で強度発現性を確保するため硫酸アルミニウムをカルシウムアルミネート類と石膏の混合物に加えた急結剤（例えば、特許文献7参照。）、低温時の急結性向上のためアルミン酸アルカリを加えた、CaOとAl₂O₃の含有モル比の異なる結晶質と非晶質のカルシウムアルミネート混合物を急結剤に使用したもの（例えば、特許文献8参照。）等である。

【0003】

以上の例示を含め、温度低下による吹付性状の改善策は、何れも、施工現場の環境温度、即ち施工時の気温を考慮した対策がこれまでの検討の主流であった。一方、吹付ける対象面がかなり低い温度である場合、例えば、凍土のような氷点下の地山面に吹付ける場合では、吹付けられたコンクリート吹付材に対する冷却作用が熱伝導によって急速にもたらされるため、低気温下での施工による場合に比べて吹付けられたコンクリートの凝結性や硬化性状に及ぼす影響が大きくなる。このような影響で危惧されるのは、例えば、付着界面での温度差や冷却による吹付材付着面付近部の反応鈍化による付着性低下、養生不良による強度発現性の低下、また吹付けられたコンクリート施工物が付着面近傍と内部や外表面との温度差によって凝結状態に差が生じる可能性もあり、硬化性状の不均質化に繋がる虞も懸念される。しかるに、前記従来技術に挙げた急結剤（材）でも十分高い急結性に達しており、凍結体等への安定付着のために、これ以上急結剤の急結性を高めることは、瞬結性が強く現れて湿式吹付装置を使用した吹付施工が困難になる。また急結剤の大量配合は施工性の低下を起し易くなる他、強度が伸び難くなり、原料コストの上昇にも繋がる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-71145号公報

【特許文献2】特開2014-111516号公報

【特許文献3】特開2001-316150号公報

【特許文献4】特開2000-302503号公報

【特許文献5】特開平8-104556号公報

【特許文献6】特開2002-53357号公報

【特許文献7】特開2006-327865号公報

【特許文献8】特開2009-114019号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、吹付施工対象の表面が氷点下の温度のものでも、吹付装置による吹付施工が可能な、良好な施工性と強力な付着性と優れた硬化性状発現性を具備したコンクリート吹付材を提供する。

より詳しくは、例えば表面温度が-15℃~-1℃程度の施工対象に対しても、支障なく吹付装置による吹付施工が可能で、強力な付着性を具備し、強固な吹付物を施工形成することができるコンクリート吹付材の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者は、前記課題解決のため検討した結果、低温で水和反応性が低下するコンクリート吹付材を構成するベースコンクリートに特定の高ブレン値の無水石膏を使用してベースコンクリート側の水和反応活性を格段に高め、これにカルシウムアルミネート類を主成分とする高急結性の混和剤を加えると、施工性や強度発現性の阻害に繋がる急結性を著しく高めた急結剤や大量の急結剤を使用せずとも、氷点下の低温対象面に対して強力な付着性で吹付施工できる良好な強度発現性のコンクリート吹付材になるという知見を得、また同時に、ベースコンクリート側の高活性物質の導入によって起こる強ばりや混練抵抗の増大等の施工性の低下を、特定の空気量を含有させることによって反応活性を減退させず

に解消できるという知見も得、これを加味することで、本発明を完成させるに至った。

【0007】

即ち、本発明は、次の(1)～(5)で表すコンクリート吹付材である。(1)次のベースコンクリート(A)とベースコンクリート中のポルトランドセメント含有量100質量部に対し7～13質量部の急結性混和剤(B)からなるコンクリート吹付材。

A；ポルトランドセメント100質量部、ブレン比表面積 $11000 \sim 14000 \text{ cm}^2/\text{g}$ の無水石膏6～13質量部及び水とを含有し、空気含有量が1.5～6体積%のベースコンクリート。

B；非晶質カルシウムアルミネート100質量部、アルミン酸ナトリウム1.8～8.0質量部、アルカリ金属炭酸塩4.5～11.5質量部および石膏類12～25質量部を含有する粉体状の急結性混和剤。(2)ベースコンクリートが、減水剤類を含有することを特徴とする前記(1)のコンクリート吹付材。(3)ベースコンクリートが、骨材を含有する前記(1)又は(2)のコンクリート吹付材。(4)表面温度が $-15^\circ\text{C} \sim 10^\circ\text{C}$ の施工対象物への吹付施工に用いる前記(1)～(3)何れかのコンクリート吹付材。(5)表面温度が $-15^\circ\text{C} \sim -1^\circ\text{C}$ の施工対象物への吹付施工に用いる前記(1)～(4)何れかのコンクリート吹付材。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、施工作業性及び施工効率を低下させることなく、施工対象物の表面温度が例えば $-15^\circ\text{C} \sim -1^\circ\text{C}$ のような氷点下のものでも、通常の湿式吹付工法によって強固な性状を発現できるコンクリートを吹付けることができるため、従来困難とされてきた例えば凍土などから形成される地山の補強を行うことが十分可能になる。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明のコンクリート吹付材を構成する急結性混和剤(A)に用いる非晶質カルシウムアルミネートは、 CaO と Al_2O_3 を主要化学成分として含む無機水和活性物質であり、 CaO 源となる原料と Al_2O_3 源となる原料との混合物を概ね溶融するまで加熱して得られる水和活性物質である。従って、前記水和活性物質には、例えば鉱物原料を用いた場合のように、主に原料や精製処理由来の CaO と Al_2O_3 以外の不純物も水和活性や急結性を実質喪失させない範囲で、かつ存在形態は特に限定されずに、含むことができる。好ましくは、高い急結性を確保する上で、 CaO と Al_2O_3 以外の成分の含有量は13質量%以下が良い。より好ましくは、製造コストを抑えつつ性状的に安定したものが得易いことから5～13質量%とする。また、本発明で使用する非晶質カルシウムアルミネートは、完全にガラス状態である必要はなく、ガラス化が進んだ構造のものであれば良い。具体的にはガラス化率が少なくとも50%は必要であり、好ましくはガラス化率90%以上のカルシウムアルミネートを使用する。ガラス化が進んだ構造のものほど高い反応活性が得易くなる。ガラス化率の調整は、例えば、溶融状態に達した高温からの冷却処理によって行うことができる。一般に急冷速度が速いほど高ガラス化率のカルシウムアルミネートが得られる。ここで、カルシウムアルミネートのガラス化率は、粉末エックス線回折装置を用い、質量がM1のカルシウムアルミネートに含まれる各鉱物の質量を内部標準法等で定量し、定量できた含有鉱物相の総和質量；M2を算出し、残部が純ガラス相と見なし、次式で算出することができる。

$$\text{ガラス化率}(\%) = (1 - M2/M1) \times 100$$

また、カルシウムアルミネートの CaO と Al_2O_3 の含有モル比は、制限されるものではないが、好ましくは含有モル比($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$)で1.5～3.0、より好ましくは2.0～2.6のものを使用すると、反応活性が比較的高いため、反応活性が低下する低温での使用には適している。

【0010】

また、本発明のコンクリート吹付材を構成する急結性混和剤は、アルミン酸ナトリウムを含む。アルミン酸ナトリウムを含むことで凝結始発時間をより早くできるため、低温で

の反応活性鈍化による急結性低下を抑えるのに寄与する。使用するアルミン酸ナトリウムは、粉末状の二酸化ナトリウムアルミニウムが好ましく、例えば市販の工業用薬品や理化学用試薬等の何れも使用できる。但し、潮解性が高いため、できるだけ変質の進んでいないものを使用することが好ましい。急結性混和剤中に含まれるアルミン酸ナトリウムの量は、前記作用を十分発現する上で、急結性混和剤中のカルシウムアルミネート含有量100質量部に対し、1.8～8.0質量部とする。1.8質量部未満では低温での急結性が不足するので好ましくなく、8.0質量部を超えると可使時間が殆ど確保できないので施工作業に著しく制約されることになるので好ましくない。

【0011】

また、本発明のコンクリート吹付材を構成する急結性混和剤は、アルカリ金属の炭酸塩を含む。アルカリ金属としては、Na、K、Liを挙げることができ、アルカリ金属種によって作用性能や含有量等の面で顕著な差は無く、互いに置換可能である。コスト的観点に限れば炭酸ナトリウムが幾分勝る。アルカリ金属の炭酸塩は、低温での凝結速度の促進に寄与する。急結性混和剤中のアルカリ金属の炭酸塩の含有量は、急結性混和剤中のカルシウムアルミネート含有量100質量部に対し、4.5～11.5質量部の含有とする。4.5質量部未満では含有効果が見られないので好ましくなく、11.5質量部を超えると、凝結時間を早めることが困難となり急結性能の低下を起こすため好ましくない。

【0012】

また、本発明のコンクリート吹付材を構成する急結性混和剤は、石膏類を含む。石膏類としては、無水石膏（無水硫酸カルシウム）、半水石膏、二水石膏が挙げられ、この何れを使用しても良く、任意の二種以上の併用もできる。好ましくは、水和反応活性が高いことから無水石膏を使用する。使用する石膏類のブレン比表面積は特に制限されないが、好ましくは、適度な反応活性が得やすいため、 $5000 \sim 9000 \text{ cm}^2/\text{g}$ が良い。急結性混和剤中の石膏類は、硬化状態の促進作用と中長期にわたる強度発現性の伸びを保障する。急結性混和剤中の石膏類の含有量は、急結性混和剤中のカルシウムアルミネート含有量100質量部に対し、12～25質量部の含有とする。12質量部未満では硬化が遅れたり強度等の物理的性状が低迷するので好ましくない。また、25質量部を超えると凝結が遅延し、また膨張亀裂の原因となることもあるため好ましくない。

【0013】

また、本発明の低温施工用吹付コンクリートを構成する急結性混和剤は、前記以外の成分も本発明の効果を実質喪失させないものであれば含有することができる。このような成分の例として、モルタルやコンクリート用の遅延剤、アルカリ金属の硫酸塩、重炭酸塩、亜硝酸塩又は硝酸塩等、若しくはアルカリ土類金属の重炭酸塩、亜硝酸塩又は硝酸塩等を挙げることができるが、記載例に限定されるものではない。

【0014】

一方、本発明のコンクリート吹付材を構成するベースコンクリート（B）は、ポルトランドセメントを含有する。ポルトランドセメントは吹付材の結合相を形成する。使用するポルトランドセメントは何れのものでも良く、具体的には、普通、早強、超早強、中庸熱、低熱、耐硫酸塩等のポルトランドセメントの少なくとも何れか1種以上とする。ポルトランドセメントの粉末度は特に制限されるものではない。好ましくは、水和反応活性と経済性の観点からブレン比表面積約 $2500 \sim 4500 \text{ cm}^2/\text{g}$ が適当である。また、使用するポルトランドセメント源として、例えばポルトランドセメントと高炉スラグからなる高炉セメントなどの、混合セメントを用いることもできる。尚、ポルトランドセメントには少量の石膏類が含まれるが、本発明では成分含有量に関し、ポルトランドセメント中に含まれる石膏は、ベースコンクリート中に含有される無水石膏やコンクリート吹付材中の石膏類として考慮せずに、ポルトランドセメントそのものの一部分として扱う。

【0015】

本発明のコンクリート吹付材を構成するベースコンクリートは、ブレン比表面積は $1000 \sim 14000 \text{ cm}^2/\text{g}$ の無水石膏を含有する。好ましくはブレン比表面積は $12000 \sim 13500 \text{ cm}^2/\text{g}$ の無水石膏を含有する。このような高ブレンの無水

石膏のベースコンクリート中の含有量は、セメント含有量100質量部に対し、6～13質量部が良い。前記の高ブレンの無水石膏を含有することで、反応活性が非常に高い石膏がセメントと水和反応し、低温冷却され続けても水和反応が滞りなく進み、エトリングイトの生成が促進されるため、良好な硬化性と、中長期の強度の安定発現のみならず、初期においても高い強度発現性が得られる。ブレン比表面積が $11000\text{ cm}^2/\text{g}$ 未満では、反応活性が不足し、低温による硬化性や強度発現性の障害を解消することが困難になるので好ましくない。また、 $14000\text{ cm}^2/\text{g}$ を超えると、ベースコンクリート中で石膏類の水和反応に消費される水分が不足し、セメントの水和反応にも支障をきたし、エトリングイトが効率良く生成されないのが好ましくない。また前記高ブレンの無水石膏の含有量が、6質量部未満では、良好な強度発現性が得られないため好ましくなく、また、13質量部を超える量では、凝結が遅延化し、所望の付着性や硬化性状が得られないことがあるので好ましくない。

10

【0016】

本発明のコンクリート吹付材を構成するベースコンクリートは水を含有し、配合される水の量は、コンクリート吹付材として含有するセメントや他の水和反応性成分の水和反応に概ね過不足無く供される量であることが望ましい。具体的な水量は予備試験等で適量を決定しておくのが望ましいが、目安として、セメント含有量100質量部に対し、含有する水量40～55質量部が例示される。

【0017】

また、本発明のコンクリート吹付材を構成するベースコンクリートは、含水混練物としての空気含有量が1.5～6体積%であることを必須とする。この範囲の空気含有量のベースコンクリートを使用すると、活性度の著しく高い無水石膏を含有させてもベースコンクリートの吹付装置への良好な圧送性や急結性混和剤との円滑な混合性といった施工性を確保することができ、極低温に於ける施工性の低下を十分抑制できる。空気含有量が、1.5体積%未満では前記圧送性が低下し、例えば圧送ホースが脈動してベースコンクリートが安定して圧送性できない等の不具合が起こる虞があるため好ましくなく、6体積%を超えると材料分離が生じ易くなるため好ましくない。尚、前記空気含有量は急結性混和剤を加える前のベースコンクリートに対するものであり、含水混練状態のコンクリート（フレッシュコンクリート）の空気含有量である。従って、急結成分を加えた硬化後の吹付材、即ちコンクリート硬化体の内包空隙（閉口気孔）の容積割合を表すものではない。

20

30

【0018】

ベースコンクリートに前記空気量を含有せしめる方法は特に限定されるものではない。以下に一例を示すが、記載例に限定されるものではない。即ち、本発明では、水和反応性の高い高ブレンの無水石膏を使用するため、前記無水石膏配合後の注水混練初期のベースコンクリートでは、粘性が高い。従って、モルタルやコンクリート用の市販の混合機や混練機を用いて前記ベースコンクリートの混練を行うと、空気の巻き込みを起こし易くなり、空気含有が可能となる。この方法では、混練装置やその操作条件（例えば単位時間あたりの回転数、混合時間）の他、ベースコンクリート構成材料の配合割合も空気含有量に影響する。例えば、配合一定の場合、一般に回転数を上げるに連れ、また混合時間を長くするほど取り込まれる空気量は増加傾向にあるので、予備試験等で適宜条件を変化させ、所望の空気含有量になる条件を把握しておくのが良い。

40

【0019】

また、本発明のコンクリート吹付材を構成するベースコンクリートは、前記以外の成分も本発明の効果を実質喪失させないものであれば含有することができる。含有できる可能性のある成分を例示すると、何れもモルタルやコンクリートに用いることのできる細骨材、粗骨材、増粘剤、短繊維、ポゾラン反応性物質、減水剤類、乾燥収縮低減剤等が挙げられる。好ましくは、例えば山砂、川砂、海砂等の普通細骨材、より好ましくは、さらに、例えば減水剤、高性能減水剤、高性能AE減水剤、分散剤、流動化剤等の減水剤類を含有するものとする。また、カルシウムアルミネートや硫酸アルミニウム等の急結成分は、ベースコンクリート作製時の混練抵抗増大による混合不良、練り置きができないなどの他、

50

吹付装置へのベースコンクリート圧送ホースが閉塞する虞もあるので、ベースコンクリートに含まれないことが望ましい。

【0020】

本発明のコンクリート吹付材は、前記の急結性混和剤とベースコンクリートからなる。より詳しくは、前記ベースコンクリートに前記急結性混和剤を所定量加えたものであり、前記急結性混和剤のベースコンクリートへ加える量は、前記ベースコンクリート中のポルトランドセメント100質量部に対し、7～13質量部とする。好ましくは、9～13質量部とする。急結性混和剤の添加量が7質量部未満では、所望の付着性を十分得難くなることがあるので好ましくない。また13質量部を超える量では瞬結性が強く現れ、施工作業性や施工効率の低下する虞があるので好ましくない。

10

【0021】

また、本発明のコンクリート吹付材を製造する方法は限定されない。推奨される製造方法の一例を示すと、例えば、前記カルシウムアルミネート、アルミン酸ナトリウム、アルカリ金属炭酸塩及び石膏類を、例えばヘンシェルミキサ等の混合装置に所望量投入して混合し、粉体状の急結性混和剤を作製する。別に、前記所定の配合になるようセメント、高ブレン無水石膏及び水、さらに必要に応じて骨材等を、例えば二軸強制コンクリートミキサ等の混合装置で混練し、ベースコンクリートを作製する。混練したベースコンクリートは、例えば圧送ホースなどを介して湿式吹付装置にポンプ圧送し、このベースコンクリートに前記の粉体急結剤を、吹付噴射直前に添加することで吹付コンクリートが得られる。尚、ベースコンクリート供給タンクや湿式吹付装置までの配管は、ベースコンクリート凍結の虞のある場合は、適宜保温処置を講じて良い。

20

【0022】

本発明のコンクリート吹付材は、施工対象の表面温度が -15°C ～ 10°C の施工対象物への湿式吹付施工に適したコンクリート吹付材である。特に、施工対象の表面温度が氷点下という低温面への吹付施工を行うことに十分な適用性を具備する。但し、 10°C を超える、例えば 20°C 程度の表面温度の施工対象への施工使用に適さないものではない。

【実施例】

【0023】

以下、本発明を実施例によって具体的に説明するが、本発明は記載した実施例に限定されるものではない。

30

【0024】

〔カルシウムアルミネートの作製〕

市販の工業用薬品の CaCO_3 と Al_2O_3 を用い、 CaO 及び Al_2O_3 の含有モル比($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$)の値が表1に表すカルシウムアルミネートが得られるように評量配合し、ヘンシェル型混合機を使用して原料調合物を作製した。この原料調合物を電気炉で約 1600°C ($\pm 50^{\circ}\text{C}$)で60分間加熱し、加熱時間経過後は直ちに炉外に取出した。取出した焼成塊(クリンカ)表面に冷却用の窒素ガスを流速約 $30\text{ml}/\text{秒}$ で吹付けて急冷し、冷却物を得た。尚、ガラス化率調整のため、一部のクリンカについては窒素ガスの流速を落として吹付けた。このクリンカを全鋼製のボールミルで粉碎し、分級装置にかけてブレン比表面積約 $5000\text{cm}^2/\text{g}$ のカルシウムアルミネート粉末を得た。また、このカルシウムアルミネートのガラス化率を、粉末エックス線回折装置を用い、質量がM1のカルシウムアルミネートクリンカに含まれる各鉱物の質量を内部標準法等で定量し、定量できた含有鉱物相の総和質量; M2を算出し、残部が純ガラス相と見なし、次式でガラス化率を算出した。

40

$$\text{ガラス化率}(\%) = (1 - M2/M1) \times 100$$

【0025】

【表 1】

カルシウム アルミネート No.	CaOとAl ₂ O ₃ の含有モル比 (CaO/Al ₂ O ₃)	化学成分含有量 (質量%)			ガラス 化率 (%)
		CaO	Al ₂ O ₃	その他	
CA 1	2. 3	5 2	4 0	8	9 5
CA 2	1. 8	4 7	4 8	5	9 5
CA 3	2. 8	5 7	3 7	6	9 5
CA 4	2. 3	4 9	3 8	1 3	9 5
CA 5	2. 4	3 3. 5	4 0. 5	6	9 0
CA 6	2. 4	3 3. 5	4 0. 5	6	5 1
CA 7	2. 4	3 3. 5	4 0. 5	6	5

10

【0026】

20

〔急結性混和剤の作製〕

前記作製の表1に表すカルシウムアルミネート粉末と次に表す使用材料とから選定された材料を、カルシウムアルミネートの配合量100質量部あたりの配合量で表した表2の配合となるようヘンシェルミキサに一括投入した。このミキサで約2分間混合し、粉体状の急結性混和剤を作製した。作製した急結性混和剤は後述するベースコンクリートに添加使用するまで密封容器中で保管した。

【0027】

〔急結性混和剤作製の使用材料（カルシウムアルミネートを除く）〕

- ・アルミン酸ナトリウム（組成式；NaAl₂O₄、ブレン比表面積；5000cm²/g、市販品）
- ・無水石膏A（II型無水石膏、ブレン比表面積；5000cm²/g、市販品）
- ・無水石膏B（上記無水石膏Aを粉碎分級処理したもの。ブレン比表面積；11000cm²/g）
- ・二水石膏（ブレン比表面積；5000cm²/g、市販品）
- ・炭酸ナトリウム（市販粉末試薬）
- ・炭酸リチウム（市販粉末試薬）

30

但し、上記の無水石膏Bは、表2の急結性混和剤AQ22の作製のみに使用し、これ以外の急結性混和剤の作製に使用した無水石膏は無水石膏Aである。

【0028】

【表 2】

急硬性 混和材 No.	急硬性混和材の配合						
	カルシウムアルミネート		アルミン酸 ナトリウム (質量部)	無水石膏 (質量部)	二水石膏 (質量部)	炭酸 ナトリウム (質量部)	炭酸リチウム (質量部)
	種類	質量部					
AQ1	CA1	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ2	CA2	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ3	CA3	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ4	CA4	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ5	CA5	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ6	CA6	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ7	CA7	100	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ8	CA1	100	1.8	17.3	0	7.4	0
AQ9	CA1	100	8.0	17.3	0	7.4	0
AQ10	CA1	100	6.2	12.5	0	7.4	0
AQ11	CA1	100	6.2	25	0	7.4	0
AQ12	CA1	100	6.2	0	17.3	7.4	0
AQ13	CA1	100	6.2	8.7	8.7	7.4	0
AQ14	CA1	100	6.2	17.3	0	4.5	0
AQ15	CA1	100	6.2	17.3	0	11.5	0
AQ16	CA1	100	6.2	17.3	0	7.4	4.5
AQ17	CA1	100	6.2	17.3	0	7.4	11.5
AQ18	CA1	100	0	17.3	0	7.4	0
AQ19	CA1	100	6.2	0	0	7.4	0
AQ20	CA1	100	6.2	17.3	0	0	0
AQ21	—	0	6.2	17.3	0	7.4	0
AQ22	CA1	100	6.2	17.3	0	7.4	0

【0029】

[ベースコンクリートの作製]

10℃(±0.5℃)の恒温室内で、次に表す何れも市販品の使用材料と水から選定される材料を、表3で表す配合となるよう強制二軸ミキサ(回転数62rpm.)に投入し、約1m³のベースコンクリートを作製した。尚、使用材料のII型無水石膏は市販品を

10

20

30

40

50

粉碎・分級処理により所定粒度に整粒した。前記モルタルミキサの混練は、混練水添加後の練り混ぜ時間を150秒を中心に変動調整し、表3で表す空気含有量（ベースコンクリート1m³あたりの体積％で表示。）にした。空気含有量の測定には、JIS A 1171に準拠した市販のモルタルエアメーターを使用した。

【0030】

[ベースコンクリート作製の使用材料（とその略号）]

OPC；普通ポルトランドセメント（ブレン比表面積3160cm²/g）

CS1；II型無水石膏（ブレン比表面積13000cm²/g）

CS2；II型無水石膏（ブレン比表面積11000cm²/g）

CS3；II型無水石膏（ブレン比表面積14000cm²/g）

CS4；II型無水石膏（ブレン比表面積9000cm²/g）

SG；普通細骨材（掛川産陸砂、F.M.＝2.7、表乾密度2.56g/cm³）

DP；ポリカルボン酸系高性能減水剤（固形分濃度20％）

【0031】

【表3】

ベース コンクリート No.	ベースコンクリートの配合（質量部）								空気含有量 （体積％）
	OPC	CS1	CS2	CS3	CS4	SG	DP	水	
BC1	100	8	0	0	0	255	1.3	45	3
BC2	100	0	8	0	0	255	1.3	45	3
BC3	100	0	0	8	0	255	1.3	45	3
BC4	100	0	0	0	8	255	1.3	45	3
BC5	100	13	0	0	0	249	1.2	49	3
BC6	100	6	0	0	0	255	1.3	45	3
BC7	100	8	0	0	0	249	1.2	51	3
BC8	100	8	0	0	0	255	1.3	45	6
BC9	100	8	0	0	0	255	1.3	45	1.5
BC10	100	8	0	0	0	249	1.2	50	0.7
BC11	100	8	0	0	0	257	1.5	40	15

【0032】

[コンクリート吹付材の作製]

コンクリート吹付材の作製は、特記無い限り、10℃（±0.5℃）の恒温室内で次のように行った。前記のように作製した表3で表されるベースコンクリートを、湿式吹付装置（市販品）に外周を樹脂繊維性保温材で覆った圧送ホースを介してポンプ圧送し、湿式吹付装置内を送流中のベースコンクリートに、前記の急結性混和剤を連続的に添加した。前記装置で急結性混和剤をベースコンクリートに加えることで実質的な混合がなされ、コンクリート吹付材が形成される。コンクリート吹付材作製に使用するベースコンクリートと急結性混和剤の種類、並びにその配合量は表4に表す。

【0033】

【表 4】

コンクリート 吹付材 No.	コンクリート吹付材の配合				備 考
	ベースコンクリート		急結性混和剤		
	種類	配合量(質量部)	種類	配合量(質量部)	
1	BC 1	100	AQ 1	9	本発明品
2	BC 1	100	AQ 2	9	本発明品
3	BC 1	100	AQ 3	9	本発明品
4	BC 1	100	AQ 4	9	本発明品
5	BC 1	100	AQ 5	9	本発明品
6	BC 1	100	AQ 6	9	本発明品
7	BC 1	100	AQ 7	9	参考品
8	BC 1	100	AQ 8	9	本発明品
9	BC 1	100	AQ 9	9	本発明品
10	BC 1	100	AQ 10	9	本発明品
11	BC 1	100	AQ 11	9	本発明品
12	BC 1	100	AQ 12	9	本発明品
13	BC 1	100	AQ 13	9	本発明品
14	BC 1	100	AQ 14	9	本発明品
15	BC 1	100	AQ 15	9	本発明品
16	BC 1	100	AQ 16	9	本発明品
17	BC 1	100	AQ 17	9	本発明品
18	BC 1	100	AQ 18	9	参考品
19	BC 1	100	AQ 19	9	参考品
20	BC 1	100	AQ 20	9	参考品
21	BC 1	100	AQ 21	9	参考品
22	BC 1	100	AQ 22	9	本発明品
23	BC 1	100	AQ 1	13	本発明品
24	BC 1	100	AQ 1	7	本発明品
25	BC 2	100	AQ 1	9	本発明品
26	BC 3	100	AQ 1	9	本発明品
27	BC 4	100	AQ 1	9	参考品
28	BC 5	100	AQ 1	9	本発明品
29	BC 6	100	AQ 1	9	本発明品
30	BC 7	100	AQ 1	9	参考品
31	BC 8	100	AQ 1	9	本発明品
32	BC 9	100	AQ 1	9	本発明品
33	BC 10	100	AQ 1	9	参考品
34	BC 11	100	AQ 1	9	参考品
35	BC 1	100	(無添加)	0	参考品
36	BC 1	100	AQ 1	16	参考品

【0034】

[吹付コンクリートの急結性の評価]

本評価は、特記無い限り、10℃(±0.5℃)の恒温室内で以下のように行った。前記表3に表すベースコンクリートを、それぞれ底付のステンレス製円筒容器(内径200mm、高さ300mm、厚み5mm)に流し込み、ハンドミキサで10秒程混合した後、

屋内に30分静置した。静置中の円筒容器は、外周から冷却装置で冷却し、前記円筒容器内面に取り付けられた温度センサーによって容器内面側温度が10℃、-1℃又は-15℃になるようにした。静置時間経過後、ハンドミキサで10秒程再混合し、これに前記作製の急結性混和剤を表4に記載した配合量となるように加え、さらに5秒間攪拌して急結性評価用のコンクリート吹付材を作製した。この間も容器側面温度は前記と同じ温度(10℃、-1℃又は-15℃)に保った。急結性混和剤添加30秒経過後、60秒経過後、180秒経過後及び300秒経過後の前記急結性評価用のコンクリート吹付材に対し、プロクター貫入抵抗値を測定し、急結性を評価した。但し、流動性を喪失した硬化状態のコンクリート吹付材では、プロクター針の打ち込みが不可能であったため、貫入抵抗の測定はできない。温度10℃での急結性混和剤添加300秒経過後のプロクター貫入抵抗値の測定は、大半がこのような状況のため、省略した。プロクター貫入抵抗の測定方法は、土木学会コンクリート標準指方書「吹付コンクリート用急結剤品質規格」付属書「貫入抵抗によるモルタルの瞬結時間測定方法」に準拠し、断面積0.125cm²のプロクター針を使用した。この貫入抵抗値の測定結果を表5に表す。ここで、表中に記載した「-」は、前記理由で貫入抵抗の測定ができなかったもの。また、「>16(N/mm²)」なる記載はプロクター針の打ち込みはできたが、使用機材の測定限界(最大16N/mm²)を超えたものである。

【0035】

【表5】

コンクリート 吹付材 No.	プロクター貫入抵抗値(N/mm ²)											
	温度-15℃				温度-1℃				温度10℃			
	30秒	60秒	180秒	300秒	30秒	60秒	180秒	300秒	30秒	60秒	180秒	300秒
1	1.85	10.3	11.3	12.2	2.30	12.5	14.3	>16	3.26	>16	-	-
2	1.61	9.53	10.1	11.4	2.22	12.1	13.7	>16	3.13	>16	-	-
3	1.91	11.5	12.4	13.2	2.53	15.2	>16	-	3.56	>16	-	-
4	1.56	8.22	9.50	10.1	2.03	11.8	12.6	>16	3.02	>16	-	-
5	1.17	7.93	8.09	9.03	1.88	10.2	11.5	>16	2.86	>16	-	-
6	1.02	6.56	7.38	8.15	1.33	9.87	11.3	13.2	1.57	6.32	15.8	-
7	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0.02	0	0.01	0.02	-
8	1.09	7.25	7.86	8.87	1.73	9.57	10.8	12.5	2.92	>16	-	-
9	1.87	11.7	12.7	14.1	2.81	15.7	>16	-	4.32	>16	-	-
10	1.12	7.32	7.91	8.33	1.98	11.8	12.7	>16	2.88	>16	-	-
11	1.50	7.25	7.87	8.14	2.48	13.2	15.6	>16	3.67	>16	-	-
12	1.77	12.2	12.9	14.6	2.86	15.1	>16	-	4.11	>16	-	-
13	1.43	7.22	7.69	8.03	2.56	13.5	15.3	>16	3.85	>16	-	-
14	1.80	11.6	12.0	12.8	2.42	15.5	>16	-	3.53	>16	-	-
15	1.53	8.53	9.12	10.3	2.03	12.2	13.8	>16	2.91	>16	-	-
16	1.66	10.9	11.5	12.2	2.41	13.8	15.1	>16	3.46	>16	-	-
17	1.71	11.8	12.7	14.2	2.80	14.2	>16	-	3.58	>16	-	-
18	0	0	0	0	0.02	0.03	0.03	0.04	0.53	1.82	3.37	-
19	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.07	0.07	0.83	2.51	6.37	-
20	0	0	0	0	0.01	0.02	0.03	0.03	0.91	2.32	5.10	-
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
22	2.01	11.5	12.1	12.4	2.51	13.2	15.3	>16	3.41	>16	-	-
23	2.11	12.5	13.3	13.8	3.03	15.2	>16	-	4.25	>16	-	-
24	0.81	6.26	6.87	7.25	1.13	9.02	10.5	11.3	2.51	15.3	>16	-
25	1.32	9.51	10.3	11.0	2.00	11.2	13.5	>16	2.98	>16	-	-
26	1.91	10.5	11.3	12.2	2.36	12.8	15.2	>16	3.31	>16	-	-
27	0	0.12	3.12	4.09	0.68	3.35	5.62	6.38	1.83	12.5	>16	-
28	2.32	13.3	14.1	14.9	3.12	15.8	>16	-	4.86	>16	-	-
29	1.13	8.26	9.99	13.1	1.38	10.5	13.2	>16	2.24	>16	-	-
30	0	0.81	1.23	1.86	1.17	8.13	9.71	12.7	1.56	5.38	13.2	-
31	0.82	7.81	8.33	8.97	1.58	8.71	9.53	11.9	2.82	>16	-	-
32	1.53	9.71	10.6	11.3	2.26	11.9	14.2	>16	3.33	>16	-	-
33	1.76	9.81	11.3	12.0	2.42	13.3	14.6	>16	3.18	>16	-	-
34	0	0.61	3.41	4.20	0.35	4.38	6.34	8.03	1.21	5.55	12.3	-
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
36	2.91	13.0	14.1	15.4	3.81	>16	-	-	-	-	-	-

【0036】

〔コンクリート吹付材の吹付特性等の評価〕

本評価は、特記無い限り、概ね10℃の温度に保たれた恒温室内で行った。前記のように湿式吹付装置を使用してベースコンクリートに急結性混和剤を加えられて得られるコンクリート吹付材は、作製後直ちに、湿式吹付装置の噴射用ノズルから、次のような対象物に向かって吹付けた。即ち、前記湿式吹付装置の噴射用ノズルから約100cm離れた地点に垂直に設置した吹付施工直前の表面温度が約-15℃、-1℃又は10℃にせしめた厚さ9mmで3m四方のコンクリート製平板面に向かって、160ml／分の流量で前記コンクリート吹付材を吹付けた。前記コンクリート製平板面は、背面に、これを冷却するための冷却装置が接して設置され、所定の温度（10℃、-1℃又は-15℃）にせしめることができる。吹付性の評価は、何れも目視観察で、前記平板面からの吹付コンクリートの跳ね返り（リバウンド）を調べ、跳ね返りが見られなかったものをリバウンド「無」と判断し、少しでも跳ね返りがあったものをリバウンド「有」と判断した。また、前記平板面に吹付けたコンクリートに垂れや剥落が起こることなく、付着し続けたものを付着性が「良好」と判断し、それ以外の状態になったものは全て付着性が「不良」と判断した。また、このような吹付けを3分間連続して行った直後に、湿式吹付装置のノズル孔に固結物による閉塞が部分的にでも見られたものを閉塞発生「有」と判断し、このような閉塞が見られなかったものを閉塞発生「無」と判断した。また、一過性であっても流動性が著しく低下して圧送に支障が生じたり、圧送時のホースに脈動現象が見られたもの、或いは実質圧送できないものは圧送性「不良」と判断し、これらの現象が見られず、ポンプ圧送がスムーズに行われたものを圧送性「良好」と判断した。これらの結果は表6に表す。

10

20

【0037】

【表 6】

コンクリート 吹付材 No.	施工性状								備考
	閉塞有無	ポンプ 圧送性	温度－15℃		温度－1℃		温度10℃		
			リバウンド 有無	付着性	リバウンド 有無	付着性	リバウンド 有無	付着性	
1	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
2	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
3	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
4	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
5	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
6	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
7	無	不良	有	不良	有	不良	有	不良	参考品
8	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
9	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
10	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
11	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
12	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
13	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
14	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
15	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
16	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
17	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
18	無	良好	有	不良	有	不良	有	不良	参考品
19	無	良好	有	不良	有	不良	有	不良	参考品
20	無	良好	有	不良	有	不良	有	良好	参考品
21	無	良好	有	不良	有	不良	有	良好	参考品
22	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
23	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
24	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
25	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
26	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
27	有	不良	無	良好	無	良好	有	良好	参考品
28	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
29	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
30	無	良好	有	不良	有	不良	有	良好	参考品
31	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
32	無	良好	無	良好	無	良好	無	良好	本発明品
33	有	不良	有	不良	有	不良	不良	不良	参考品
34	有	不良	無	良好	無	良好	無	良好	参考品
35	有	不良	有	不良	有	不良	有	不良	参考品
36	有	良好	無	良好	無	良好	有	良好	参考品

10

20

30

【0038】

〔吹付コンクリートの強度発現性の評価〕

本評価は、特記無い限り、10℃（±0.5℃）の恒温室内で行った。

また、前記表5に記載される吹付コンクリートの混練物を、作製後直ちに、内寸40×40×160mmの成形用型枠に充填し、これを10℃（±0.5℃）の屋内の空气中に9時間静置し、静置後に脱型した。脱型後の脱型物を、所定の材齢となるまで－15℃、－1℃及び10℃に保った恒温庫に入れて、それぞれ材齢3時間及び1日の供試体を得た。また、10℃の恒温庫に保った脱型物は材齢7日の供試体も作製した。各供試体の一軸圧縮強度をアムスラー式圧縮強度試験機で測定した。この結果を表7に表す。尚、所定材齢で未硬化だったものは「脱型不能」と表記し、強度試験は行えなかった。また、過度の瞬結性のため、成形用型枠への充填ができなかったものは、「充填不能」と表示し、これも強度試験は行えなかった。また、－15℃及び－1℃の材齢7日供試体は、材齢1日の供試体と比べ、圧縮強度が殆ど上昇しない傾向があり、氷結による強度が支配的になったと察せられ、この条件の供試体の圧縮強度の表中記載を割愛した。

40

【0039】

【表 7】

コンクリート 吹付材 No.	圧縮強度 (N/mm ²)							備考
	温度－15℃		温度－1℃		温度10℃			
	材齢3時間	材齢1日	材齢3時間	材齢1日	材齢3時間	材齢1日	材齢7日	
1	2.3	3.6	4.4	6.5	5.8	8.8	28.5	本発明品
2	1.8	2.5	4.1	6.3	5.1	8.4	27.9	本発明品
3	2.0	3.3	4.2	6.4	5.5	8.3	28.6	本発明品
4	2.0	3.2	3.8	5.7	4.9	8.5	28.0	本発明品
5	1.9	3.0	3.6	5.7	4.5	7.9	27.6	本発明品
6	2.2	3.1	4.1	6.2	5.5	8.1	27.4	本発明品
7	脱型不能	2.0	脱型不能	3.2	3.4	7.2	26.8	参考品
8	1.8	3.0	3.6	5.4	4.1	9.3	29.4	本発明品
9	1.8	2.9	3.8	5.6	4.6	7.6	27.2	本発明品
10	2.5	3.3	4.7	7.3	6.1	9.7	30.1	本発明品
11	2.3	3.0	4.5	8.3	6.2	11.3	29.7	本発明品
12	2.0	2.9	4.8	6.9	6.9	10.3	29.5	本発明品
13	1.9	3.2	4.5	6.6	6.2	10.1	28.9	本発明品
14	1.8	3.0	4.7	6.4	5.9	8.1	28.3	本発明品
15	1.9	3.1	4.8	7.3	6.1	9.6	26.4	本発明品
16	1.8	3.1	4.5	6.2	5.4	8.2	28.4	本発明品
17	2.2	3.3	5.7	7.9	6.6	8.0	26.5	本発明品
18	脱型不能	1.2	脱型不能	3.0	脱型不能	2.3	29.8	参考品
19	脱型不能	1.4	脱型不能	3.6	脱型不能	3.6	26.9	参考品
20	脱型不能	1.3	脱型不能	4.0	脱型不能	4.4	27.2	参考品
21	脱型不能	1.1	脱型不能	3.2	脱型不能	3.6	29.7	参考品
22	3.0	4.0	5.3	6.3	6.1	8.6	32.1	本発明品
23	2.4	3.2	5.5	6.7	6.4	9.3	26.2	本発明品
24	1.8	3.0	3.6	4.8	4.3	10.2	30.5	本発明品
25	1.8	3.1	4.1	5.2	5.4	8.2	27.9	本発明品
26	2.3	3.4	6.3	7.1	7.3	13.6	34.8	本発明品
27	脱型不能	0.8	脱型不能	2.1	3.3	7.1	29.3	参考品
28	2.2	3.4	4.9	6.6	6.7	11.6	26.8	本発明品
29	2.0	3.2	4.1	5.3	4.4	7.3	27.7	本発明品
30	脱型不能	0.6	脱型不能	1.8	3.0	5.9	27.2	参考品
31	1.9	3.4	3.9	5.9	5.3	8.0	26.5	本発明品
32	2.5	3.9	4.7	6.9	6.1	9.2	30.0	本発明品
33	2.5	3.8	4.5	6.7	5.9	9.0	27.3	参考品
34	1.6	2.3	2.8	5.2	3.7	6.4	32.6	参考品
35	脱型不能	0.3	脱型不能	0.4	脱型不能	2.2	34.2	参考品
36	2.7	4.1	5.2	6.9	充填不能	充填不能	23.0	参考品

【0040】

表 5 の結果から、本発明品の吹付コンクリートは、-1℃以下の施工面に対しても 30 秒経過時までには付着に必要な強度が発現できることがプロクター貫入抵抗値から確認できる。また、表 6 の結果から、施工性に特に不具合が生じることもなく、前記のような氷点下の施工面に対しても吹付施工でき、表 7 の結果からその後の強度発現性も向上していることが判読できることから、剥落や垂れ落ちの無い強固な吹付物が形成されることがわか

る。これに対し、本発明外の参考品の吹付コンクリートは、30秒経過時ではプロクター貫入抵抗値が極端に低く、凝結の進展が遅れ、硬化に時間がかかり過ぎて強度発現性が低迷するか、逆に瞬結性が強過ぎて、施工性（閉塞化やポンプ圧送性等）に著しい支障が生じることがわかる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
<i>C 0 4 B</i>	<i>7/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 0 4 B</i>	<i>7/02</i>		
<i>E 2 1 D</i>	<i>11/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>E 2 1 D</i>	<i>11/10</i>	D	