

(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2014-40728
(P2014-40728A)

(43) 公開日 平成26年3月6日(2014.3.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
E 2 1 D 11/10 (2006.01)	E 2 1 D 11/10 D	2 D 0 5 5
E 0 4 G 21/02 (2006.01)	E 0 4 G 21/02 1 0 3 B	2 E 1 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-183123 (P2012-183123)	(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
(22) 出願日	平成24年8月22日 (2012.8.22)	(74) 代理人	100079005 弁理士 宇高 克己
		(74) 代理人	100154405 弁理士 前島 大吾
		(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 テリアル株式会社開発研究所内
		Fターム(参考)	2D055 BA05 DB03 KA08 LA10 2E172 AA05 AA06 AA13 AA18 BA07 BA11 DC02 DC06 DC11

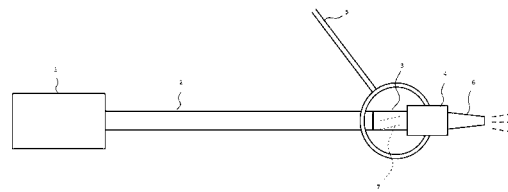
(54) 【発明の名称】 吹付けコンクリート製造吹付装置

(57) 【要約】

【課題】液体急結剤をベースコンクリートに均一に混合することができ、均質で安定した性状の吹付けコンクリートを製造し吹付けることができる吹付けコンクリート製造吹付装置を提供する。

【解決手段】吹付けコンクリート製造吹付装置は、圧送ポンプ1と、ベースコンクリート供給管2と、旋流室3と、シャワーリング管4と、液体急結剤供給管5と、噴射ノズル6とを備える。旋流室3は円筒管であり、円筒管内壁には複数の旋流形成羽根7が配設されている。ベースコンクリート供給管2内を流れるベースコンクリートが、旋流形成羽根7に衝突すると、流れの向きを変えられ、旋流化される。シャワーリング管4は、旋流化されたベースコンクリートに、管内面周囲に設けられた複数の添加穴から均一に液体急結剤を添加する。これにより、液体急結剤をベースコンクリートに均一に混合することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも水及びセメントとの混練物であるベースコンクリートと、液体状急結剤と、を含有する吹付けコンクリートを製造し吹き付ける吹付けコンクリート製造吹付装置であって、

前記ベースコンクリートを圧送する圧送ポンプと、

前記圧送ポンプに連設されたベースコンクリート供給管と、

前記ベースコンクリート供給管に設けられ、該ベースコンクリート供給管内を流れるベースコンクリートを攪拌する攪拌室と、

前記攪拌室で攪拌されたベースコンクリートに前記液体状急結剤を添加する添加装置と

10

、前記添加装置に前記液体状急結剤を供給する液体急結剤供給管と、

前記吹付けコンクリートを噴射する噴射ノズルと

を備えることを特徴とする吹付けコンクリート製造吹付装置。

【請求項 2】

前記攪拌室は、内壁に突起物が配設された円筒管である

ことを特徴とする請求項 1 記載の吹付けコンクリート製造吹付装置。

【請求項 3】

前記突起物は、複数の旋流形成羽根である

ことを特徴とする請求項 2 記載の吹付けコンクリート製造吹付装置。

20

【請求項 4】

前記攪拌室は、前記旋流形成羽根が形成する旋流により流れ方向に対し回転可能であることを特徴とする請求項 3 記載の吹付けコンクリート製造吹付装置。

【請求項 5】

前記旋流形成羽根は、

底辺長さ：羽根高 = 1 : 1 ~ 2 : 1 であり、

羽根高が、円筒管直径の 5 ~ 50 % であり、

底辺が流れ方向に対し 10 ~ 30 度の角度をなす

ことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の吹付けコンクリート製造吹付装置。

【請求項 6】

2 ~ 4 個の前記旋流形成羽根が、流れ方向並列に配設されている

ことを特徴とする請求項 3 ~ 5 記載の吹付けコンクリート製造吹付装置。

30

【請求項 7】

前記添加装置は、シャワーリング管である

ことを特徴とする請求項 3 ~ 6 記載の吹付けコンクリート製造吹付装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液体状急結剤を使用する吹付けコンクリート製造吹付装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

山岳トンネルの建設工事で行われるトンネル掘削では、掘削したトンネル内の露呈した地山の崩落を防ぐため、当該面にコンクリート又はモルタル（以下、これらを総称し「コンクリート」と称す。）を吹付けた地山補強が行われる。吹付けコンクリートは、早く凝結させ、高い初期強度を発現させるため、セメントに水を加えて混練したコンクリート（以下、ベースコンクリートと称す。）に急結剤を添加したものが使用される。

【0003】

急結剤には、粉末状の急結剤（以下、粉体急結剤と称す。）と液体状の急結剤（以下、液体急結剤と称す。）がある。

【0004】

50

粉体急結剤を用いる吹付けコンクリートの吹付け装置は、空気圧送される粉体急結剤の供給管とポンプ圧送されたベースコンクリートの圧送管との連結箇所にてT字又はY字管等の三方口の合流管を設けて両者を混合させる。合流管の先に設けたノズルの吐出口より混合物が噴射される。また、円滑且つ短時間に混合させる上で、ベースコンクリートの圧送には、ほぐしエアが吹き込まれるのが一般的である。ほぐしエアの導入でベースコンクリートが団子状になって圧送されるのを防ぎ、解されたベースコンクリートと急結剤粉末との混合性が高まる。しかし、完全に混合させることはできず、ベースコンクリートと混合できずに吹付けられてしまう急結剤粉末が残存し、これが坑内粉塵になり、また混合不十分のため急結剤不足の吹付けコンクリートが吹付け面からリバウンドを起こすなど作業環境の悪化も指摘されている。

10

【0005】

無粉塵化のため、液体状の急結剤を用いることがある。液体急結剤を使用する吹付けコンクリートの吹付け装置は、粉体急結剤使用の装置とは一般に構造が異なる。粉体急結剤のように噴出ノズルより手前でベースコンクリートと液体状の急結剤を混合させると、粉体よりも瞬結性が強いので、狭窄したノズル通路部が閉塞する虞がある。そのため、両者の混合はノズル端部付近又はノズルから噴出後に行われる。具体的には、例えば、二重管構造の吹付けノズルを使用し、内管内を圧縮空気で輸送された液体状急結剤を通し、その外側の外管内をポンプ圧送されたベースコンクリートを通し、両者を噴出直後に合流させることで混合させたり（例えば、特許文献1参照。）、ノズルに取り付けたシャワーリング管を用いて液体状急結剤の添加が行われている。（例えば、特許文献2、3参照。）また、このような混合手段(添加手段)をとるため、ベースコンクリートはポンプ圧送のみで吹付けノズルまで圧送され、ほぐしエアは使用されない。

20

【0006】

一方で、ほぐしエアによる圧送力補助が無いので、ベースコンクリートは流動性が低下し易い。流動性が低下したベースコンクリートは急結剤との均一な混合が困難になり、吹付けコンクリートの付着性状や強度発現性にムラが生じ易く、掘削した地山の保全に支障をきたす虞がある。流動性向上のため混練水量を増加させるとコンクリート強度の著しい低下を起こす。

【先行技術文献】**【特許文献】**

30

【0007】**【特許文献1】**特開平10-317671号公報**【特許文献2】**特開2007-23707号公報**【特許文献3】**特開2010-7230号公報**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

つまり、従来技術の添加手段では、流動性の低いベースコンクリートの外部から液体急結剤を添加するものである。そのため、管内壁周りを流れるベースコンクリートには液体急結剤が混合されるが、管内部を流れるベースコンクリートには液体急結剤が混合されないまま、吹付けコンクリートがノズルから噴射される。

40

【0009】

本発明は上記課題を解決するものであり、液体急結剤をベースコンクリートに均一に混合することができ、均質で安定した性状の吹付けコンクリートを製造し吹付けることができる吹付けコンクリート製造吹付け装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本願発明者は、液体状の急結剤を用いる吹付けコンクリート製造吹付け装置において、ベースコンクリートの流動性低下を抑制し、液体状急結剤との混合性を高めることができる装置を検討した結果、ベースコンクリートの流れを攪拌し、攪拌されたベースコンクリー

50

トに液体状急結剤を添加すれば、液体状急結剤とベースコンクリートとの混合性が飛躍的に高まることを見いだした。更に、ベースコンクリートの流れを攪拌する具体的な構成について検討し、本発明を完成した。

【0011】

上記課題を解決する本発明は、少なくとも水及びセメントとの混練物であるベースコンクリートと、液体状急結剤と、を含有する吹付けコンクリートを製造し吹き付ける吹付けコンクリート製造吹付装置であって、前記ベースコンクリートを圧送する圧送ポンプと、前記圧送ポンプに連設されたベースコンクリート供給管と、前記ベースコンクリート供給管に設けられ、該ベースコンクリート供給管内を流れるベースコンクリートを攪拌する攪拌室と、前記攪拌室で攪拌されたベースコンクリートに前記液体状急結剤を添加する添加装置と、前記添加装置に前記液体状急結剤を供給する液体急結剤供給管と、前記吹付けコンクリートを噴射する噴射ノズルとを備えることを特徴とする。

10

【0012】

このように吹付けコンクリート製造吹付装置では、ベースコンクリート供給管内を流れるベースコンクリートは、攪拌室により攪拌される。添加装置は、攪拌されたベースコンクリートに、液体急結剤を添加する。これにより、液体急結剤をベースコンクリートに均一に混合することができる。

【0013】

本発明において、好ましくは、前記攪拌室は、内壁に突起物が配設された円筒管である。

20

【0014】

これにより、ベースコンクリート供給管内を流れるベースコンクリートが、突起物に衝突すると、流れの向きを変えられ、攪拌される。

【0015】

本発明において、好ましくは、前記突起物は、複数の旋流形成羽根である。

【0016】

これにより、ベースコンクリート供給管内を流れるベースコンクリートが、旋流形成羽根に衝突すると、流れの向きを変えられ、旋流化される。その結果、より、均一性、混合性が向上する。

【0017】

本発明において、好ましくは、前記攪拌室は、前記旋流形成羽根が形成する旋流により流れ方向に対し回転可能である。

30

【0018】

これにより、旋流形成羽根が抵抗となることを抑制し、ノズルが閉塞することを防止する。

【0019】

本発明において、好ましくは、前記旋流形成羽根は、底辺長さ：羽根高 = 1 : 1 ~ 2 : 1 であり、羽根高が、円筒管直径の 5 ~ 50 % であり、底辺が流れ方向に対し 10 ~ 30 度の角度をなす。

【0020】

これにより、十分な旋流を形成するとともに、旋流形成羽根が抵抗となることを抑制する。

40

【0021】

本発明において、好ましくは、2 ~ 4 個の前記旋流形成羽根が、流れ方向並列に配設されている。

【0022】

これにより、十分な旋流を形成するとともに、旋流形成羽根が抵抗となることを抑制する。

【0023】

本発明において、好ましくは、前記添加装置は、シャワーリング管である。

50

【0024】

これにより、より、均一性、混合性が向上する。

【発明の効果】

【0025】

本願発明のコンクリート製造吹付装置は、液体急結剤をベースコンクリートに均一に混合することができ、これにより、均質で安定した性状の吹付けコンクリートを製造できる。その結果、粉塵発生やリバウンドを抑制しつつ、初期強度の高い吹付けコンクリートを地山に吹付けることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本実施形態の吹付けコンクリート製造吹付装置の概略構成図である。

【図2】旋流室の概略断面図である。

【図3】旋流室内部の展開平面図である。

【図4】旋流形成羽根の形状詳細の説明図である。

【図5】作用・効果の説明図である。

【図6】変形例に係る攪拌室の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

～構成～

図1は、本実施形態の吹付けコンクリート製造吹付装置の概略構成図である。吹付けコンクリート製造吹付装置は、圧送ポンプ1と、ベースコンクリート供給管2と、旋流室3と、シャワーリング管4と、液体急結剤供給管5と、噴射ノズル6とを備える。

【0028】

吹付けコンクリート製造吹付装置は、吹付けコンクリートを製造し、地山に吹付けるものである。吹付けコンクリートはベースコンクリートと液体状急結剤とを含有する。

【0029】

ベースコンクリートは、少なくともセメントと水との混練物である。用いるセメントは特に限定されず、例えば、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などの各種ポルトランドセメント、スラグセメント等の各種混合セメント、エコセメント等の特殊セメントも使用可能である。該混練物には、骨材やモルタルやコンクリートで使用できる混和剤・混和材を含むものであっても良い。ただし、凝結促進成分やカルシウムアルミネート等の急結成分を予め含むものなど本発明の効果を阻害する成分の含有は好ましくない。また、混練水の配合質量は含有するセメント質量100部に対し、40～65部が好ましい。40部を超えると強度低下大きく、地山補強に適さないことがあることがあるため適当ではない。一方、65部を超えると著しく流動性が低下し、ポンプ圧送が困難になることがあるので適当ではない。混練は例えばモルタルミキサー等の混合装置で行い、そこから混練物（混連スラリー）を圧送ポンプ1にホース接続して輸送しても良いし、また別途工場でベースコンクリートを作製し、アジテーター車で搬送して圧送ポンプ1に投入しても良い。

【0030】

液体急結剤は、特に限定されるものではなく、モルタルやコンクリートに使用できる液体状の急結剤なら何れのものでも使用できる。具体的には例えば、市販の液体急結剤や、粉体急結剤をスラリー化したもの等をあげることができる。ベースコンクリートに添加する液体状の急結剤の添加量は、特に制限されず成分等に応じて適宜定めれば良い。好ましくは例えば市販の液体急結剤を使用する場合、ベースコンクリートに含有されたセメント質量100部に対し、5～12部が好ましい。5部未満では十分な急結性が得られず、早期強度発現性に劣るので適当ではない。一方、12部を超えると凝結が瞬結化し、ノズル6が閉塞する虞があるので適当ではない。

【0031】

圧送ポンプ1は、一般に使用されている吹付モルタルやコンクリート用の粉体急結剤の

10

20

30

40

50

圧送ポンプとは異なり、ベースコンクリート等の混練スラリーを、噴射ノズル6元まで、ほぐしエアを供給・使用することなく、ピストン、スクイズ又はプランジャー等によって混練スラリーを圧送する方式の液体圧送用のポンプである。かかる方式のポンプであれば細部構造等は特に限定されない。

【0032】

ベースコンクリート供給管2は、圧送ポンプ1の圧力によりベースコンクリートを圧送するものであり、スラリー状のベースコンクリートの輸送が可能な管であれば限定されず、例えば、ステンレス等の金属製配管や耐圧性の金属メッシュ入り樹脂製ホース等を挙げることができる。その内径も特に制限されず、好ましくは概ね127～152mm(5～6インチ)とする。

10

【0033】

旋流室3は、ベースコンクリート供給管2の最下流位置に設けられ、ベースコンクリート供給管2内を流れるベースコンクリートを旋流化して攪拌する。旋流室3は円筒管であり、円筒管内壁には複数の旋流形成羽根7が配設されている。

【0034】

図2は旋流室3の概略断面図であり、図3は旋流室3内部の展開平面図である。旋流形成羽根7の形状は限定されるものでない。旋流形成羽根7の第1例および第2例を記載する。

【0035】

第1例では、旋流形成羽根7は、2つの三角形状の平面から構成されている。第2例では、旋流形成羽根7は、円弧状の曲面から構成されている。

20

【0036】

第1例では、3つの旋流形成羽根7が流れ方向並列に配設され、第2例では、4つの旋流形成羽根7が流れ方向並列に配設されている。旋流形成羽根7は2～4個であることが好ましい。2個未満(1個)では、十分な旋流を形成できないため、適当ではない。一方、4個を超えると、旋流形成羽根7が抵抗となり、ノズル6が閉塞する虞があるので適当ではない。

【0037】

第1・2例では、旋流形成羽根7が流れ方向並列に配設されているが、旋流形成羽根7が4個である場合、千鳥配置としてもよい(第3例)。

30

【0038】

ベースコンクリート供給管2内を流れるベースコンクリートが、旋流形成羽根7に衝突すると、流れの向きを変えられ、旋流化される。

【0039】

上述の通り、旋流形成羽根7の形状は限定されるものでないが、以下の特徴を有していることが好ましい。

【0040】

底辺長さB：羽根高H = 1：1～2：1であることが好ましい。H/Bが0.5未満、すなわち、羽根高が低すぎる場合は、十分な旋流を形成できないため、適当ではない。一方、H/Bが1.0超、すなわち、底辺長さが短すぎる場合は、十分な旋流を形成できないため、適当ではない。

40

【0041】

羽根高Hが、円筒管直径Dの5～50%であることが好ましい。羽根高Hが円筒管直径Dの5%未満、すなわち、羽根高が低すぎる場合は、十分な旋流を形成できないため、適当ではない。一方、羽根高Hが円筒管直径Dの50%超であると、旋流形成羽根7が抵抗となり、ノズル6が閉塞する虞があるので適当ではない。

【0042】

旋流形成羽根7の底辺が流れ方向に対し10～30度の角度 θ をなすことが好ましい。角度 θ が10度未満であると、十分な旋流を形成できないため、適当ではない。一方、角度 θ が30度超であると、旋流形成羽根7が抵抗となり、ノズル6が閉塞する虞があるので

50

で適当ではない。

【0043】

円筒管内の旋流形成羽根7による障害がない空間（有効空間）の直径D2が、円筒管直径Dの50%以上であることが好ましい。有効径D2が円筒管直径Dの50%未満であると、旋流形成羽根7が抵抗となり、ノズル6が閉塞する虞があるので適当ではない。

【0044】

図4は、旋流形成羽根7の底辺長さB、羽根高H、底辺のなす角度、円筒管直径D、有効径D2を説明する図である。

【0045】

旋流室3はベアリング(図示省略)により回転可能に保持される。旋流形成羽根7が形成する旋流が作用し、円筒管が回転する。流量が多くなると、旋流形成羽根7に起因する抵抗も増えるが、円筒管回転により抵抗増を抑制できる。

10

【0046】

シャワーリング管4は、管内を通過するベースコンクリートに管内面周囲に設けられた複数の添加穴から均一に液体急結剤を添加する添加装置である。シャワーリング管4は旋流室3と連続して設けられている。なお、シャワーリング管4に準ずる均一混合効果が得られれば、他の添加装置でもよい。

【0047】

液体急結剤供給管5は、シャワーリング管4に液体急結剤を供給するものであり、液体輸送が可能な管であれば限定されず、例えば、ステンレス等の金属製配管や耐圧性の金属メッシュ入り樹脂製ホース等を用いることができる。また、液体急結剤の輸送には、固結・閉塞を避ける上で、圧縮空気等の圧送ガスを併用することが望ましい。その内径も特に制限されず、好ましくは概ね5～30mm（例えば18mm）とする。

20

【0048】

噴射ノズル6は、好ましくはシャワーリング管4に直結された噴出管であり、一般に連続的に縮径することにより、吹付けコンクリートを噴射する。

【0049】

～作用・効果～

図5は、本実施形態の作用・効果を説明する図である。従来技術と比較することにより、本実施形態の作用・効果を説明する。図5Aは、従来技術のシャワーリングの動作を示し、図5Bは、本実施形態のシャワーリングの動作を示す。

30

【0050】

シャワーリング管4は、管内を通過するベースコンクリートに管内面周囲に設けられた複数の添加穴から均一に液体急結剤を添加する。

【0051】

従来技術において、管内壁周りを流れるベースコンクリートには液体急結剤が混合されるが、管内部を流れるベースコンクリートには液体急結剤が混合されない。すなわち、均一性に係る課題があった。

【0052】

本実施形態においては、旋流室3によりベースコンクリートは旋流化されている。管内壁周りを流れるベースコンクリートには液体急結剤が混合されるとともに、液体急結剤が混合されたベースコンクリートは内部に移動し、管内部を流れるベースコンクリートに混合される。一方、管内部を流れるベースコンクリートは外部に移動し、液体急結剤が混合される。これにより、液体急結剤をベースコンクリートに均一に混合することができる。

40

【0053】

均質で安定した性状の吹付けコンクリートを製造できる結果、粉塵発生やリバウンドを抑制しつつ、初期強度の高い吹付けコンクリートを地山に吹付けることができる。

【0054】

粉塵発生を抑制することにより、坑内環境が改善できる。リバウンドを抑制することにより、材料ロスを減らし、材料コストを削減できる。

50

【 0 0 5 5 】

～ 変形例 ～

本願発明は上記実施形態に限定されるものでなく、技術思想の範囲で種々の変形が可能である。

【 0 0 5 6 】

上記実施形態では、旋流室 3 は回転可能に保持されているが、旋流形成羽根 7 に起因する抵抗によりノズル 6 が閉塞する虞がなければ、固定されていてもよい。

【 0 0 5 7 】

上記実施形態では、旋流室 3 はベースコンクリート供給管 2 内を流れるベースコンクリートを旋流化して攪拌するが、十分な攪拌ができれば、旋流化しなくともよい。

10

【 0 0 5 8 】

図 6 は、変形例の 1 つである攪拌室 1 3 の概略断面図 (図 6 A) と、攪拌室 1 3 内部の展開平面図 (図 6 B) である。攪拌室 1 3 は円筒管であり、円筒管内壁には 4 つの攪拌突起 1 7 が配設されている。攪拌突起 1 7 は略ドーム形状をしている。

【 0 0 5 9 】

ベースコンクリート供給管 2 内を流れるベースコンクリートが、攪拌突起 1 7 に衝突すると、流れの向きを変えられ、攪拌される。

【 実施例 】

【 0 0 6 0 】

< 概要 >

20

粉塵濃度、はね返り率(リバウンド)、コンクリート強度について、従来技術の装置(旋流室なし)と上記実施形態の装置(旋流室あり)との比較試験を実施した。

【 0 0 6 1 】

またセメントの種類(セメント A / B)に依らず、効果が得られることを確認した。

【 0 0 6 2 】

< 使用材料 >

セメント A : 普通ポルトランドセメント (太平洋セメント社製) (記号 ; OPC)

セメント B : エコセメント (たまエコセメント社製) (記号 ; ECO)

細骨材 : 富士川産川砂 表乾密度 : 2.63g/cm³、吸水率 : 1.47%、粗粒率 : 2.95 (記号 ; S)

30

粗骨材 : 富士川産川砂利 表乾密度 : 2.66g/cm³、吸水率 : 1.42%、最大骨材寸法 10mm、(記号 ; G)

高性能 AE 減水剤 : ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤 (シーカメント 3000N シーカ社製)

液体急結剤 : アルミニウム化合物 (シーカ社製)

水 : 上水道

【表 1】

使用材料	記号	備考
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント (太平洋セメント(株)社製) 密度: 3.16g/cm ³ 、ブレン値: 3340cm ² /g
		エコセメント(東京たまエコセメント株式会社) 密度: 3.15g/cm ³ 、ブレン値: 4270cm ² /g
細骨材	S	川砂 (富士川産) 表乾密度: 2.63 g/cm ³ 、吸水率: 1.47%、 FM: 2.95
粗骨材	G	川砂利 (富士川産) 表乾密度: 2.66 g/cm ³ 、吸水率: 1.42%、 Gmax: 10mm)
高性能AE減水剤	SP	シーカメント3000N (日本シーカ社製)

10

20

【表 2】

ベースコンクリートの配合

セメント 種類	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	SL (cm)	単位量 (kg/m ³)				SP (C×%)
						W	C	S	G	
OPC(A)	10	45	55	3.0	20±2.5	180	400	960	793	1.24
ECO(B)						180	400	960	793	1.25

30

【0063】

<測定方法>

・粉塵濃度: 土木学会基準 JSCE-F 564「吹付けコンクリート(モルタル)の粉塵濃度試験方法」に準拠

粉塵濃度測定は、吹付け箇所から後方50m地点において、トンネルの左右側壁付近および中央部の3箇所にて測定した。側壁付近での測定は、壁面から1.0m、地上から0.7mの高さで測定した。中央部箇所での測定は、トンネル壁面から5.75m、地上から0.7mの高さで測定した。測定は吹付けと同時に開始し、吹付け終了まで1分毎に測定した。

【0064】

・はね返り率: 土木学会基準 JSCE-F 563「吹付けコンクリート(モルタル)のはね返り率試験方法」に準拠

40

50

吹付け周辺部の路面に幅員方向全面とトンネル延長方向約10m程度の範囲にシートを敷き詰め、吹付けによってシート上に落ちたはね返りの質量を測定した。吹付け箇所は高さ7.8m、幅12m、半径6mの模擬トンネルの壁面のうち、6m×1.5m=9m²の範囲にコンクリートを吹付けた。

$$\text{はね返り率 (\%)} = (R / (V \times M)) \times 100$$

V : 実質吹付け量 (m³)

M : ベースコンクリート単位容積質量 (kg / m³)

R : はね返ったコンクリートの質量 (kg)

【 0 0 6 5 】

・強度試験：

プルアウト試験 土木学会基準 JSCE-G 561「引抜き法によるコンクリートの初期強度試験方法」に準拠

ピン貫入試験 NEXCO試験方法 JHS 726「空気圧ピン貫入試験」に準拠

初期強度試験は国内で一般的に用いられているプルアウト試験とし、吹付けから3時間後と24時間後を測定した。長期強度用供試体はパネル型枠に吹付けたコンクリートからのコア供試体 (5×10cm) とし、吹付け後、所定材齢(7日, 28日)で圧縮強度を測定した。

【 0 0 6 6 】

<測定結果>

以下、測定結果を表に示す。

【表 3】

粉塵濃度およびはね返り測定結果

液体急結剤添加システム	粉塵濃度 (mg/m ³)	はね返り率 (%)
従来(OPC)	1.9 (100)	11.5 (100)
検討①(OPC)	1.6 (84)	10.1 (88)
検討②(ECO)	1.5 (80)	10.3 (90)

【表 4】

初期強度特性 (N/mm²)

	急結剤添加率(C×%)	プルアウト試験		ピン貫入試験	
		3hr	24hr	3hr	24hr
従来-OPC	9	1.5	8.3	1.8	14.5
検討-OPC	9	2.1	11.3	2.5	16.1
検討-ECO	9	1.9	10.2	2.3	15.7

【表 5】

長期強度特性 (N/mm²)

液体急結剤添加システム	コア圧縮強度	
	7 d	28 d
従来-OPC	17.3	25.7
検討-①(OPC)	19.5	26.8
検討-②(ECO)	20.1	25.7

10

【0067】

<考察>

従来技術に比べ、本実施形態の装置によれば、粉塵濃度を2割近く削減でき、はね返り率を1割程度削減できる。また、初期強度も1～4割増大しており、高い初期強度を確保できる。

20

【0068】

なお、長期強度に関しては、7日材齢では、1割程度増すが、28日材齢では、顕著な差は見られなかった。

【0069】

また、セメント材料の差異による、測定結果の差異も見られなかった。

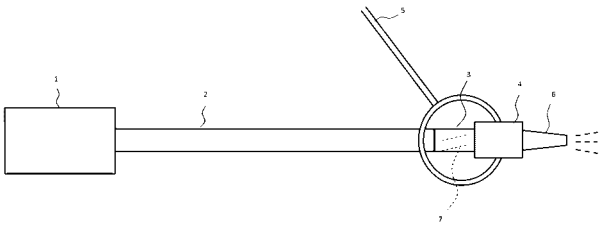
【符号の説明】

【0070】

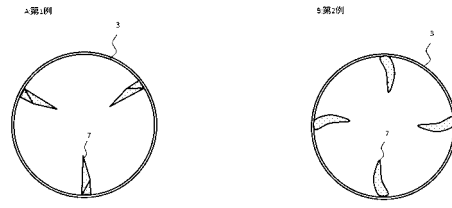
- 1 圧送ポンプ
- 2 ベースコンクリート供給管
- 3 旋流室
- 4 シャワーリング管
- 5 液体急結剤供給管
- 6 噴射ノズル
- 7 旋流形成羽根
- 13 攪拌室
- 17 攪拌突起

30

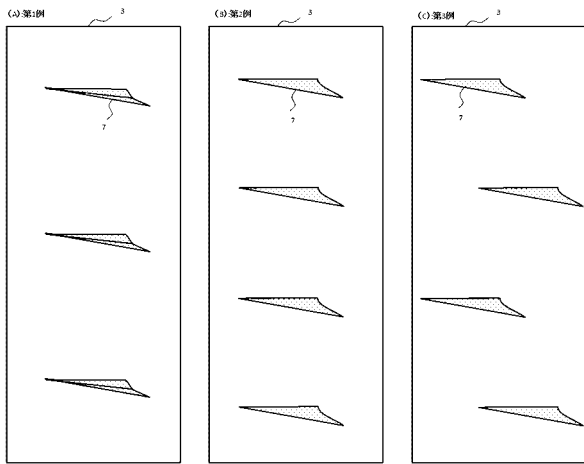
【 図 1 】



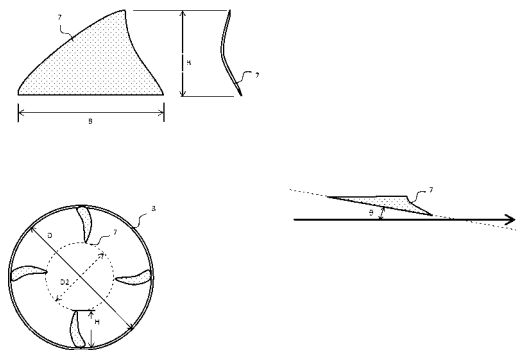
【 図 2 】



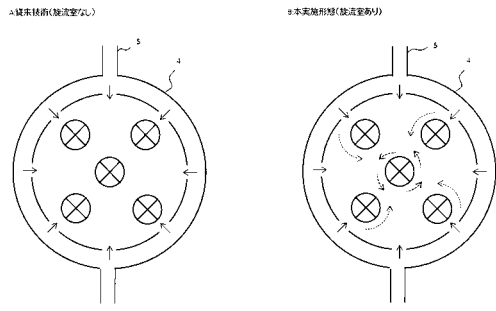
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

