

(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2012-144407

(P2012-144407A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C O 4 B 28/02 (2006.01)</b>	C O 4 B 28/02	4 G 1 1 2
<b>C O 4 B 7/02 (2006.01)</b>	C O 4 B 7/02	
<b>C O 4 B 14/06 (2006.01)</b>	C O 4 B 14/06 Z	
<b>C O 4 B 14/28 (2006.01)</b>	C O 4 B 14/28	
<b>C O 4 B 18/14 (2006.01)</b>	C O 4 B 18/14 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-5889 (P2011-5889)  
 (22) 出願日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. テフロン

(71) 出願人 000000549  
 株式会社大林組  
 東京都港区港南二丁目15番2号  
 (71) 出願人 000000206  
 宇部興産株式会社  
 山口県宇部市大字小串1978番地の96  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (74) 代理人 100145012  
 弁理士 石坂 泰紀  
 (72) 発明者 平田 隆祥  
 東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株  
 式会社大林組技術研究所内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高強度ペースト組成物

(57) 【要約】

【課題】 常温養生のみで、早期に高い圧縮強度を発現できる高強度ペースト組成物を提供すること。

【解決手段】 本発明は、セメントと、シリカフェームと、水と、減水剤と、消泡剤と、無機質微粉末と、高張力繊維とを含み、セメントは、C<sub>3</sub>Sを40.0～75.0質量%及びC<sub>3</sub>Aを2.7質量%未満含有し、かつ、45μmふるい残分が25.0質量%未満であり、無機質微粉末が、石灰石粉、珪石粉、碎石粉及びスラグ粉からなる群より選ばれる少なくとも1種の微粉末を含有し、無機質微粉末の混合物は、粒径0.15mm以下の粒群を40～80質量%、かつ、粒径0.075mm以下の粒群を30～80質量%含有する高強度ペースト組成物に関する。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

セメントと、シリカフュームと、水と、減水剤と、消泡剤と、無機質微粉末と、高張力繊維とを含む高強度ペースト組成物であって、

前記セメントは、 $C_3S$ を40.0～75.0質量%及び $C_3A$ を2.7質量%未満含有し、かつ、45 $\mu m$ ふるい残分が25.0質量%未満であり、

前記無機質微粉末が、石灰石粉、珪石粉、碎石粉及びスラグ粉からなる群より選ばれる少なくとも1種の微粉末を含有し、

前記無機質微粉末の混合物は、粒径0.15mm以上の粒群を10質量%以下、かつ、粒径0.075mm以下の粒群を70質量%以上含有する、高強度ペースト組成物。

10

## 【請求項 2】

前記無機質微粉末のブレン比表面積が3000～5000 $cm^2/g$ である、請求項1に記載の高強度ペースト組成物。

## 【請求項 3】

前記セメント及び前記シリカフュームの合計量100質量部に対して、前記無機質微粉末が10～60質量部を含む、請求項1又は2に記載の高強度ペースト組成物。

## 【請求項 4】

前記シリカフュームの平均粒子径が0.05～2.0 $\mu m$ である、請求項1～3のいずれか1項に記載の高強度ペースト組成物。

## 【請求項 5】

前記セメントを基準として、前記シリカフュームを3～30質量%含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の高強度ペースト組成物。

20

## 【請求項 6】

前記セメント及び前記シリカフュームの合計量100質量部に対して、前記水を10～25質量部、前記減水剤を0.5～6.0質量部含む、請求項1～5のいずれか1項に記載の高強度ペースト組成物。

## 【請求項 7】

前記高張力繊維は、引張強度が100～10000 $N/mm^2$ 、アスペクト比が40～250であり、前記ペースト組成物に対する含有量が0.3～5.0体積%である、請求項1～6のいずれか1項に記載の高強度ペースト組成物。

30

## 【請求項 8】

前記高張力繊維は、金属繊維、炭素繊維及びアラミド繊維からなる群より選ばれる1種以上の繊維である、請求項1～7のいずれか1項に記載の高強度ペースト組成物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高強度ペースト組成物に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、構造部材の軽量化、鉄筋使用量の削減などの要求に伴い、200 $N/mm^2$ 程度の圧縮強度が得られるような超高強度材料が提案されている。これらの材料では、セメント、ポゾラン質微粉末、骨材及び高性能減水剤が使用されており、熱養生によって超高強度化が図られている。また、これらに金属繊維や有機繊維を添加することによって、高いじん性やひび割れ抑制機能を付与することが提案されている（特許文献1～3参照）。そして、特許文献2及び3に記載の材料を標準の条件で養生した場合、材齢28日の圧縮強度が150 $N/mm^2$ 程度に留まることがわかっている（非特許文献1参照）。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2001-181004号公報

50

【特許文献2】特開2006-298679号公報

【特許文献3】特開2007-126317号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】超高強度繊維補強コンクリートの強度発現性状に関する実験的検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.30、No.1、pp.243-248、2008

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、既存の技術では、コンクリートの超高強度化を実現するためには、熱養生を必要とする場合が多いため、コンクリートの製造箇所が限定され、製造品の運搬が必要である。また、コンクリート製品の形状や大きさは、材料の流動性、型枠や養生装置の形状等により制約を受けるため、超高強度材料は施工や設計の自由度が制限される。一方、ひび割れ抑制機能を備えた高じん性セメント系材料は、現場施工が可能であるが、強度は通常のコンクリートと同程度しか得られていない。このため、熱養生が不要であり、現場施工が可能な高強度材料が求められている。

10

【0006】

そこで、本発明は、常温養生のみで、早期に高い圧縮強度を発現できる高強度ペースト組成物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】

20

【0007】

本発明者らは、上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、特定の鉱物組成及び粒度分布を有するセメント及び無機質微粉末を、シリカフューム、高張力繊維、減水剤及び消泡剤と組み合わせることで、硬化体中への高張力繊維の分散性が良好であり、熱養生しなくともペースト組成物の強度を向上できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0008】

すなわち、本発明は、セメントと、シリカフュームと、水と、減水剤と、消泡剤と、無機質微粉末と、高張力繊維とを含む高強度ペースト組成物であって、セメントは、 $C_3S$ を40.0~75.0質量%及び $C_3A$ を2.7質量%未満含有し、かつ、 $45\mu m$ ふるい残分が25.0質量%未満であり、無機質微粉末が、石灰石粉、珪石粉、碎石粉及びスラグ粉からなる群より選ばれる少なくとも1種の微粉末を含有し、無機質微粉末の混合物は、粒径0.15mm以上の粒群を10質量%以下、かつ、粒径0.075mm以下の粒群を70質量%以上含有する高強度ペースト組成物を提供する。このようなペースト組成物は、常温養生のみで、早期に高い圧縮強度を発現することができる。

30

【0009】

無機質微粉末のブレン比表面積が $3000\sim 5000\text{cm}^2/\text{g}$ であると、高強度ペースト組成物の流動性を向上できる。

【0010】

また、本発明の高強度ペースト組成物は、セメント及びシリカフュームの合計量100質量部に対して、無機質微粉末を10~60質量部含むことにより、組成物の流動性が更に向上し、施工性に一層優れるものとなる。

40

【0011】

上記シリカフュームの平均粒子径が $0.05\sim 2.0\mu m$ であると、ペースト組成物の強度を更に向上することができる。そして、本発明の高強度ペースト組成物は、セメントを基準として、シリカフュームを3~30質量%含むことが好ましい。

【0012】

本発明の高強度ペースト組成物は、セメント及びシリカフュームの合計量100質量部に対して、水を10~25質量部、減水剤を0.5~6.0質量部含むことが好ましい。これにより、ペースト組成物の強度がより一層向上する。

【0013】

50

本発明の高強度ペースト組成物において、高張力繊維は、引張強度が100～1000 N/mm<sup>2</sup>、アスペクト比が40～250であり、ペースト組成物に対する含有量が外割りで0.3～4.0体積%であることによって、高いじん性と高い圧縮強度及び引張強度を得ることができる。また、上記高張力繊維は、金属繊維、炭素繊維及びアラミド繊維からなる群より選ばれる1種以上の繊維であると、ペースト組成物の強度をより一層向上することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、常温養生のみで、早期に高い圧縮強度を発現できるペースト組成物を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施例で用いた消泡剤の<sup>1</sup>H-NMRスペクトルである。

【図2】実施例1のペースト組成物のスランプフロー試験後の状態を撮影した写真である。

。

【図3】比較例5のペースト組成物のスランプフロー試験後の状態を撮影した写真である。

。

【図4】実施例1～3及び比較例1～5の圧縮強度を示した図である。

【図5】実施例1、2及び比較例5の自己収縮ひずみを示した図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0016】

本発明の高強度ペースト組成物は、セメントと、シリカフェームと、水と、減水剤と、消泡剤と、無機質微粉末と、高張力繊維とを含むものである。以下、本発明に係るペースト組成物の好適な実施形態について説明する。

【0017】

セメントの鉱物組成は、C<sub>3</sub>S量が40.0～75.0質量%であり、C<sub>3</sub>A量が2.7質量%未満である。セメントのC<sub>3</sub>S量は、好ましくは45.0～73.0質量%、より好ましくは48.0～70.0質量%であり、更に好ましくは50.0～68.0質量%である。C<sub>3</sub>A量は好ましくは2.3質量%未満であり、より好ましくは2.1質量%未満であり、更に好ましくは1.9質量%未満である。C<sub>3</sub>S量が40.0質量%未満では圧縮強度が低くなる傾向があり、75.0質量%を超えるとセメントの焼成自体が困難となる傾向がある。また、C<sub>3</sub>A量が2.7質量%以上では流動性が悪くなる。なお、C<sub>3</sub>A量の下限値は特に限定されないが、0.1質量%程度である。

30

【0018】

また、セメントのC<sub>2</sub>S量は好ましくは9.5～40.0質量%、より好ましくは10.0～35.0質量%であり、更に好ましくは12.0～30.0質量%である。C<sub>4</sub>AF量は好ましくは9.0～18.0質量%、より好ましくは10.0～15.0質量%であり、更に好ましくは11.0～15.0質量%である。このようなセメントの鉱物組成の範囲であれば、ペースト組成物の高い圧縮強度及び高い流動性を確保できる。

【0019】

40

また、セメントの粒度は、45μmふるい残分が、上限で25.0質量%未満であり、好ましくは20.0質量%であり、より好ましくは18.0質量%であり、更に好ましくは16.0質量%である。45μmふるい残分の下限は0.0質量%であり、好ましくは1.0質量%であり、より好ましくは2.0質量%である。セメントの粒度がこの範囲であれば、高い圧縮強度を確保でき、また、このセメントを使用して調製したペーストスラリーは適度な粘性があるため、繊維を添加した場合には、十分な分散性が確保できる。

【0020】

セメントのブレン比表面積は、好ましくは2500～4800 cm<sup>2</sup>/g、より好ましくは2800～4000 cm<sup>2</sup>/g、更に好ましくは3000～3600 cm<sup>2</sup>/gであり、特に好ましくは3100～3500 cm<sup>2</sup>/gである。セメントのブレン比表面

50

積が  $2500 \text{ cm}^2 / \text{g}$  未満ではペースト組成物の強度が低くなる傾向があり、 $4800 \text{ cm}^2 / \text{g}$  を超えると低水セメント比での流動性が低下する傾向がある。

【0021】

本実施形態に係るセメントの製造にあたっては、通常のセメントと特に異なる操作を行う必要は無い。上記セメントは、石灰石、珪石、スラグ、石炭灰、建設発生土、高炉ダスト等の原料の調合を目標とする鉱物組成に応じて変え、実機キルンで焼成した後、得られたクリンカーに石膏を加えて所定の粒度に粉砕することによって製造することができる。焼成するキルンには、一般的なNSPキルンやSPキルン等を使用することができ、粉砕には一般的なボールミル等の粉砕機が使用可能である。また、必要に応じて、2種以上のセメントを混合することもできる。

10

【0022】

シリカフュームは、金属シリコン、フェロシリコン、電融ジルコニア等を製造する際に、発生する排ガス中のダストを集塵して得られる副産物であり、主成分は、アルカリ溶液中で溶解する非晶質の  $\text{SiO}_2$  である。シリカフュームの平均粒子径は、好ましくは  $0.05 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、より好ましくは  $0.10 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 、更に好ましくは  $0.18 \sim 0.28 \mu\text{m}$  である。このようなシリカフュームを用いることで、ペースト組成物の高い圧縮強度及び高い流動性を確保できる。

【0023】

本発明の高強度ペースト組成物において、セメントを基準としたシリカフューム含有量は、好ましくは  $3 \sim 30$  質量%、より好ましくは  $5 \sim 20$  質量%、更に好ましくは  $10 \sim 18$  質量% である。また、ペースト  $1 \text{ m}^3$  当たりのシリカフュームの単位量は、好ましくは  $36 \sim 360 \text{ kg} / \text{m}^3$ 、より好ましくは  $61 \sim 242 \text{ kg} / \text{m}^3$ 、更に好ましくは  $121 \sim 218 \text{ kg} / \text{m}^3$  である。

20

【0024】

減水剤としては、リグニン系、ナフタレンスルホン酸系、アミノスルホン酸系、ポリカルボン酸系の減水剤、高性能減水剤、高性能AE減水剤等を使用することができる。低水セメント比での流動性確保の観点から、減水剤として、ポリカルボン酸系の減水剤、高性能減水剤又は高性能AE減水剤を用いることが好ましく、ポリカルボン酸系の高性能減水剤を用いることがより好ましい。本実施形態に係るペースト組成物は、セメントとシリカフュームの合計量  $100$  質量部に対して、減水剤を好ましくは  $0.5 \sim 6.0$  質量部、より好ましくは  $1.0 \sim 4.0$  質量部、更に好ましくは  $1.8 \sim 3.0$  質量部含む。また、ペースト  $1 \text{ m}^3$  当たりの減水剤の単位量は、好ましくは  $6 \sim 83 \text{ kg} / \text{m}^3$ 、より好ましくは  $13 \sim 55 \text{ kg} / \text{m}^3$ 、更に好ましくは  $18 \sim 42 \text{ kg} / \text{m}^3$  である。

30

【0025】

消泡剤としては、特殊非イオン配合型界面活性剤、ポリアルキレン誘導体、疎水性シリカ、ポリエーテル系等が挙げられる。この場合、セメントとシリカフュームの合計量  $100$  質量部に対して、消泡剤を好ましくは  $0.01 \sim 2.0$  質量部、より好ましくは  $0.02 \sim 1.5$  質量部、更に好ましくは  $0.03 \sim 1.0$  質量部含む。また、ペースト  $1 \text{ m}^3$  当たりの消泡剤の単位量は、好ましくは  $0.10 \sim 28 \text{ kg} / \text{m}^3$ 、より好ましくは  $0.20 \sim 21 \text{ kg} / \text{m}^3$ 、更に好ましくは  $0.40 \sim 14 \text{ kg} / \text{m}^3$  である。

40

【0026】

無機質微粉末としては、石灰石粉、珪石粉、碎石粉、スラグ粉等の微粉末を使用することができる。無機質微粉末は、石灰石粉、珪石粉、碎石粉、スラグ粉等をブレン比表面積が  $2500 \text{ cm}^2 / \text{g}$  以上となるまで粉砕又は分級した微粉末であり、ペースト組成物の流動性を改善することができる。無機質微粉末のブレン比表面積は  $3000 \sim 5000 \text{ cm}^2 / \text{g}$  であることが好ましく、 $3200 \sim 4500 \text{ cm}^2 / \text{g}$  であることがより好ましく、 $3400 \sim 4300 \text{ cm}^2 / \text{g}$  であることが更に好ましい。

【0027】

本実施形態に係る無機質微粉末又はその混合物は、粒径  $0.15 \text{ mm}$  以上の粒群を  $10$  質量% 以下、好ましくは  $5$  質量% 以下、より好ましくは  $3$  質量% 以下含み、かつ、粒径  $0$

50

． 0 7 5 m m 以下の粒群を 7 0 質量 % 以上、好ましくは 8 0 ~ 9 5 質量 %、より好ましくは 8 5 ~ 9 5 質量 % 含む。粒径 0 . 1 5 m m 以上の粒群を 1 0 質量 % を超えて含むと、繊維が絡みやすく、均一に分散せず、硬化体が不均一になるおそれがある。

**【 0 0 2 8 】**

ここで、無機質微粉末の混合物とは、2 種類以上の微粉末を混合したものや、無機質微粉末と共に細骨材等を併用した混合物をいう。細骨材は、1 0 m m ふるいを全部通り、5 m m ふるいを 8 5 質量 % 以上通過する骨材であるが、0 . 1 5 m m ふるいを通過する骨材は 1 0 質量 % 未満である。そのため、細骨材を併用する場合は、混合物の粒径 0 . 1 5 m m 以上の粒群が 1 0 質量 % 以下かつ、粒径 0 . 0 7 5 m m 以下の粒群が 7 0 質量 % 以上となるよう配合割合を調整する必要があるとあり、細骨材の配合量はできるだけ低減する必要がある。細骨材の配合量は、無機質微粉末と細骨材との合計量を基準として、2 0 質量 % 未満とすることが好ましく、1 0 質量 % 未満とすることがより好ましく、5 質量 % 未満とすることが更に好ましい。

10

**【 0 0 2 9 】**

セメント及びシリカフェームの合計量 1 0 0 質量部に対して、無機質微粉末を 1 0 ~ 6 0 質量部含むことが好ましく、2 0 ~ 6 0 質量部含むことがより好ましく、3 0 ~ 6 0 質量部含むことが更に好ましい。また、ペースト 1 m<sup>3</sup> 当たりの無機質微粉末又はその混合物の単位量は、好ましくは 1 3 7 ~ 9 0 0 k g / m<sup>3</sup>、より好ましくは 2 5 0 ~ 9 0 0 k g / m<sup>3</sup>、更に好ましくは 4 5 0 ~ 9 0 0 k g / m<sup>3</sup> である。

20

**【 0 0 3 0 】**

高張力繊維としては、金属繊維、炭素繊維、アラミド繊維等が挙げられる。金属繊維として、鋼繊維、ステンレス繊維、アモルファス合金繊維等を使用することができる。高張力繊維の繊維径は 0 . 0 5 ~ 1 . 2 0 m m が好ましく、0 . 0 8 ~ 0 . 7 0 m m がより好ましく、0 . 1 0 ~ 0 . 3 5 m m が更に好ましく、0 . 1 2 ~ 0 . 2 0 m m が特に好ましい。高張力繊維の繊維長は 3 ~ 6 0 m m が好ましく、5 ~ 3 5 m m がより好ましく、7 ~ 2 0 m m が更に好ましく、9 ~ 1 5 m m が特に好ましい。高張力繊維のアスペクト比（繊維長 / 繊維径）は 4 0 ~ 2 5 0 が好ましく、5 0 ~ 2 0 0 がより好ましく、6 0 ~ 1 7 0 が更に好ましく、7 0 ~ 1 4 0 が特に好ましい。高張力繊維の引張強度は 1 0 0 ~ 1 0 0 0 0 N / m m<sup>2</sup> が好ましく、5 0 0 ~ 5 0 0 0 N / m m<sup>2</sup> より好ましく、2 0 0 0 ~ 3 0 0 0 0 N / m m<sup>2</sup> が更に好ましく、1 5 0 0 ~ 2 5 0 0 N / m m<sup>2</sup> が特に好ましい。高張力繊維の密度は、1 ~ 2 0 g / c m<sup>3</sup> が好ましく、3 ~ 1 5 g / c m<sup>3</sup> がより好ましく、5 ~ 1 0 g / c m<sup>3</sup> が更に好ましい。このような高張力繊維を用いることで、ペースト組成物に高いじん性、高い圧縮強度、高い引張強度及び高い流動性を付与することができる。

30

**【 0 0 3 1 】**

また、本実施形態に係るペースト組成物は、ペースト組成物に対して外割りで（すなわち、ペースト組成物における、高張力繊維を除いた組成物 1 0 0 体積 % に対して）高張力繊維を好ましくは 0 . 3 ~ 5 . 0 体積 %、より好ましくは 0 . 5 ~ 3 . 0 体積 %、更に好ましくは 1 . 0 ~ 2 . 5 体積 % 含むことによって、高いじん性が得られる。なお、5 . 0 体積 % を超えるとペーストの練混ぜが困難になる場合がある。また、ペースト 1 m<sup>3</sup> に対する高張力繊維の配合量は、好ましくは 2 3 ~ 3 9 3 k g、より好ましくは 3 9 ~ 2 3 6 k g、更に好ましくは 7 9 ~ 1 9 6 k g である。

40

**【 0 0 3 2 】**

また、本実施形態に係るペースト組成物は、セメントとシリカフェームの合計量 1 0 0 質量部に対して、水を好ましくは 1 0 ~ 2 5 質量部、より好ましくは 1 2 ~ 2 0 質量部、更に好ましくは 1 3 ~ 1 8 質量部含む。ペースト 1 m<sup>3</sup> 当たりの単位水量は、好ましくは 1 3 7 ~ 3 4 4 k g / m<sup>3</sup>、より好ましくは 1 6 5 ~ 2 7 5 k g / m<sup>3</sup>、更に好ましくは 1 7 8 ~ 2 4 8 k g / m<sup>3</sup> である。

**【 0 0 3 3 】**

本実施形態に係るペースト組成物には、必要に応じて、膨張材、収縮低減剤、凝結促進剤、凝結遅延剤、増粘剤、ガラス繊維、有機繊維、合成樹脂粉末、ポリマーエマルジョン

50

、ポリマーディスページョン等を1種以上添加してもよい。

【0034】

さらに、上記本実施形態に係るペースト組成物に、粗骨材を適量組み合わせることにより、コンクリートを調製してもよい。粗骨材の量や、水の量は、目標圧縮強度、じん性、目標スランプに応じて適時変えればよい。粗骨材としては、砂利、碎石、石灰石骨材、高炉スラグ粗骨材、電気炉酸化スラグ粗骨材等を使用することができる。また、5mmの篩いに85質量%以上とどまる粗骨材がより好ましい。

【0035】

本実施形態に係るペースト組成物の製造方法は、特に限定されないが、水、減水剤及び高張力繊維以外の材料の一部又は全部を予め混合しておき、次に、水及び減水剤を添加してミキサに入れて練り混ぜる。そして、ペーストを製造した後、更に繊維材料をミキサに入れて練り混ぜる。ペーストの練混ぜに使用するミキサは特に限定されず、ペースト用ミキサ、二軸強制練りミキサ、パン型ミキサ、グラウトミキサ等を使用することができる。

10

【0036】

本発明の高強度ペースト組成物は、高強度が求められるPC梁、高耐久性パネル、ブロック耐震壁などに有効である。高張力繊維を添加することによって、橋梁等の鉄筋量を減らすことが可能となる。また、橋梁の補修・補強等にも有効である。

【0037】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

20

【実施例】

【0038】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明の内容をより具体的に説明する。なお、本発明は下記実施例に限定されるものではない。

【0039】

[使用材料の準備]

実施例及び比較例のペースト組成物を作製するために、以下に示す材料を準備した。

【0040】

(1)セメント(C)

石灰石、珪石、スラグ、石炭灰、建設発生土、銅ガラミ等の原料を調合し、キルンで焼成した後、石膏を加えて粉砕することにより、ポルトランドセメントを調製した。得られたセメントの化学成分を、JIS R 5202 2010「セメントの化学分析方法」にしたがい測定し、鉱物組成を下記のボーグ式により算出した。得られたセメントの鉱物組成を表1に示す。

30

【0041】

$$C_3S \text{ 量} = (4.07 \times CaO) - (7.60 \times SiO_2) - (6.72 \times Al_2O_3) - (1.43 \times Fe_2O_3) - (2.85 \times SO_3)$$

$$C_2S \text{ 量} = (2.87 \times SiO_2) - (0.754 \times C_3S)$$

$$C_3A \text{ 量} = (2.65 \times Al_2O_3) - (1.69 \times Fe_2O_3)$$

$$C_4AF \text{ 量} = 3.04 \times Fe_2O_3$$

40

【0042】

また、得られたセメントの45μmふるい残分をセメント協会標準試験方法 J C A S K - 02「45μm網ふるいによるセメントの粉末度試験方法」に準じて、ブレーン比表面積をJIS R 5201-1997「セメントの物理試験方法」に準じて測定した。結果を表1に示す。

【0043】

【表 1】

鉱物組成(質量%)				ブレーン比表面積 ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	45 $\mu\text{m}$ 残分 (質量%)
$\text{C}_3\text{S}$	$\text{C}_2\text{S}$	$\text{C}_3\text{A}$	$\text{C}_4\text{AF}$		
61.5	18.3	0.4	14.1	3360	12.7

## 【0044】

(2) シリカフェーム(SF)：平均粒子径 0.24  $\mu\text{m}$

シリカフェームの平均粒子径は、レーザー回折/散乱式粒子径分布測定装置(堀場製作所製、商品名「LA-950V2」)を用いて測定した粒子径分布より、粒子径-通過分積算%曲線を算出し、粒子径-通過分積算%曲線より通過分積算が50体積%となる粒子径を求めた。試料分散媒は0.2%ヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液を用い、測定前に出力600Wのホモジナイザーにて10分間分散処理した。粒度分布の演算はMie散乱理論に従った。粒子屈折率は1.45-0.00i、溶媒屈折率は1.333とした。各粒度の通過分積算(体積%)を表2に示す。

10

## 【0045】

【表 2】

粒子径( $\mu\text{m}$ )	1.98	1.01	0.51	0.30	0.26	0.24	0.15	0.10	0.05
通過分積算 (体積%)	100	99.3	96.4	72.3	60.3	50.0	17.6	4.4	0

20

## 【0046】

(3) 無機質微粉末

珪石粉：密度 2.62  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、ブレーン比表面積 3820  $\text{cm}^2/\text{g}$

石灰石微粉末：密度 2.71  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、ブレーン比表面積 4280  $\text{cm}^2/\text{g}$

## 【0047】

(4) 細骨材

砕砂：密度 2.62  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、粗粒率 2.80

珪砂：密度 2.63  $\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 0.4 質量%、平均粒子径 100  $\mu\text{m}$ 、モース硬さ 7.0

30

## 【0048】

上記無機質微粉末及び細骨材の粒度を、JIS A 1102-2006「骨材のふるい分け試験方法」を参考として測定した。次いで、無機質微粉末又は細骨材を混合して所定の粒度になるように調整した。結果を表3に示す。

## 【0049】

【表 3】

ふるい目開き (粒群) (mm)	とどまる量の百分率(質量%)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	珪石粉 100	石灰石粉 100	石灰石粉50 珪石粉50	砕砂50 珪石粉50	砕砂50 石灰石粉50	砕砂30 珪石粉70	砕砂30 石灰石粉70	砕砂30 珪砂70
5	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	6	6	4	4	4
1.2	0	0	0	18	18	11	11	11
0.6	0	0	0	28	28	17	17	17
0.3	0	0	0	37	37	22	22	22
0.15	1	1	1	46	45	28	27	35
0.075	12	8	10	56	54	39	36	85
0.045	34	22	28	67	61	54	45	96

10

## 【0050】

(5) 減水剤：ポリカルボン酸系高性能減水剤（固形分濃度2.5質量%）

(6) 消泡剤：特殊非イオン配合型界面活性剤

図1は、上記消泡剤を重メタノールに溶解し、NMR測定装置（BRUKER製、商品名「AVANCE」）を用いて測定した<sup>1</sup>H-NMRスペクトルである。上記消泡剤の構造単位である、ポリオキシプロピレン（以下、「POP」と略記する）の構造単位、ポリオキシエチレン（以下、「POE」と略記する）の構造単位及びアルキル鎖の構造単位のモル比を、POP中のメチル基に由来するシグナルの積分値を基準に算出した。この内、POPに対するPOEのモル比を、3.5ppm付近に現れるPOPのメチル基以外の炭化水素基に由来するシグナル及びPOEの炭化水素基に由来するシグナルの積分値からPOPのメチル基以外の炭化水素基に由来するシグナルの積分値を差し引くことにより算出した。消泡剤中のPOP、POE及びアルキル鎖の構造単位のモル比を表4に示す。

20

## 【0051】

【表 4】

構造単位	POP	POE	アルキル鎖
モル比	100	20	21

30

## 【0052】

(7) 高張力繊維：鋼繊維、東京製綱株式会社製、商品名「CW9416」、密度：7.87g/cm<sup>3</sup>、繊維径0.16mm、繊維長13mm、アスペクト比81.25、引張強度2200N/mm<sup>2</sup>

(8) 練混ぜ水(W)：上水道水

## 【0053】

[ペースト組成物の作製]

ペースト組成物の作製を、表5の配合組成に基づき、以下の通りに行った。

40

## 【0054】

セメント、シリカフューム、無機質微粉末、消泡剤を二軸強制練りミキサに加え、減水剤を含む練混ぜ水をミキサ内に投入して10分間攪拌した。次いで、ミキサ内に鋼繊維を投入して、ペースト組成物を作製した。

## 【0055】

【表 5】

	練混ぜ水	単位水量	シリカフューム		無機質微粉末 又は 細骨材+無機質微粉末		消泡剤		鋼繊維
	質量% <sup>※1</sup>	kg/m <sup>3</sup>	質量% <sup>※2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	種類	kg/m <sup>3</sup>	質量% <sup>※3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	体積% <sup>※4</sup>
実施例1	16	220	12	165	A	790	0.30	4.3	2.0
実施例2					B	820			
実施例3					C	800			
比較例1					D	790			
比較例2					E	800			
比較例3					F	790			
比較例4					G	795			
比較例5					H	790			

10

\* 1 : セメント及びシリカフュームの合計量 100 質量% に対する水の量

\* 2 : セメント 100 質量% に対するシリカフュームの量

\* 3 : セメント及びシリカフュームに対して外割りで添加した値。

20

\* 4 : ペースト組成物に対して外割りで添加した値。

## 【0056】

[ペースト組成物の評価]

(1) フレッシュ性状

(試験方法)

実施例 1 ~ 3 及び比較例 1 ~ 5 で作製したペースト組成物を用いて、スランプフローを測定した。スランプフローは JIS A 1150 「コンクリートのスランプフロー試験方法」に準じ、試験後の鋼繊維の分散状態を目視により観察した。

## 【0057】

(2) 強度試験

JIS A 1132 - 2006 「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に準じて 5 cm x 10 cm の円柱供試体を作製し、JIS A 1108 - 2006 「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて圧縮強度試験を行った。供試体は試験材齢まで標準養生した。

30

## 【0058】

(3) 自己収縮

実施例 1、2 及び比較例 5 で得られたペースト組成物を、埋込型ゲージ（東京測器研究所製）を中心に配した 10 x 10 x 40 cm 型枠（鋼製）に打設し、自己収縮ひずみと温度を計測した。なお、型枠面内側にはスチレンボードとテフロンシートを配し、ペーストが拘束を受けない状態で測定を行い、測定終了までは封緘状態を保った。

40

## 【0059】

(評価結果)

表 6 にスランプフロー試験、繊維の分散状態、圧縮強度試験、静弾性係数、自己収縮ひずみの結果を示す。また、図 2 に実施例 1 のペースト組成物、図 3 に比較例 5 のペースト組成物のスランプフロー試験後の状態をそれぞれ撮影した写真を示す。なお、図 2 及び 3 における写真 (b) は、写真 (a) の一部を拡大した部分である。また、図 3 中の矢印 A はファイバーボール（繊維の塊）がある部分である。

## 【0060】

繊維の分散状態を、以下の基準で評価した。

: ファイバーボールが全く認められない。

50

：若干ファイバーボールが認められる。

×：ファイバーボールが著しく多く認められる。

【0061】

【表6】

	無機質微粉末 又は 細骨材+無機質微粉末	フレッシュ性状		圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		自己収縮 ひずみ* (×10 <sup>-6</sup> )
		スランプフロー (mm)	繊維 分散性	7日	28日	
実施例1	0.15mm以上の粒群 (質量%) 1	730	○	149	191	-654
実施例2	1	818	○	157	198	-638
実施例3	1	794	○	157	195	-
比較例1	46	703	×	139	175	-
比較例2	45	704	×	130	180	-
比較例3	28	608	△	138	172	-
比較例4	27	726	△	135	180	-
比較例5	35	719	×	128	172	-725

10

※自己収縮ひずみは始発後80日での測定結果

20

【0062】

無機質微粉末のみを配合した実施例1～3では、スランプフロー試験後の試料を観察したところ、繊維分散性に優れており、ファイバーボールは全く認められなかった(図2参照)。そして、図4に示すように、実施例1～3では、材齢28日の圧縮強度が190N/mm<sup>2</sup>以上と十分に高いことが確認された。また、図5に示すように、実施例1及び2では、自己収縮ひずみを低減できることが確認された。

【0063】

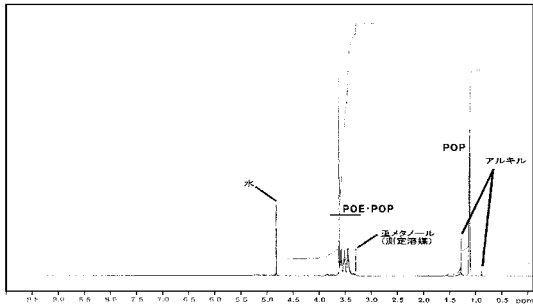
これに対して、無機質微粉末と細骨材とを組み合わせた比較例1～5では、粒径0.15mm以上の粒群が多いため、繊維が絡みやすく繊維の分散性が悪くなり、試験後試料にファイバーボールが認められ、硬化後の鋼繊維の偏在が懸念された(図3参照)。そのため、比較例1～5の圧縮強度はやや低く、実施例1～3には及ばなかった。

30

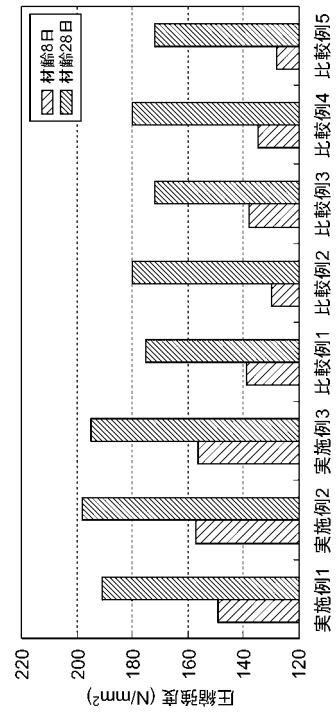
【0064】

以上のことから、本発明のペースト組成物は、特定粒度以下の無機質微粉末を配合することで、常温養生のみで早期に高い圧縮強度を発現できることが確認された。

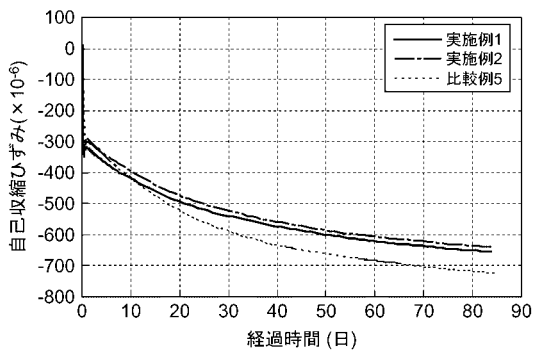
【 図 1 】



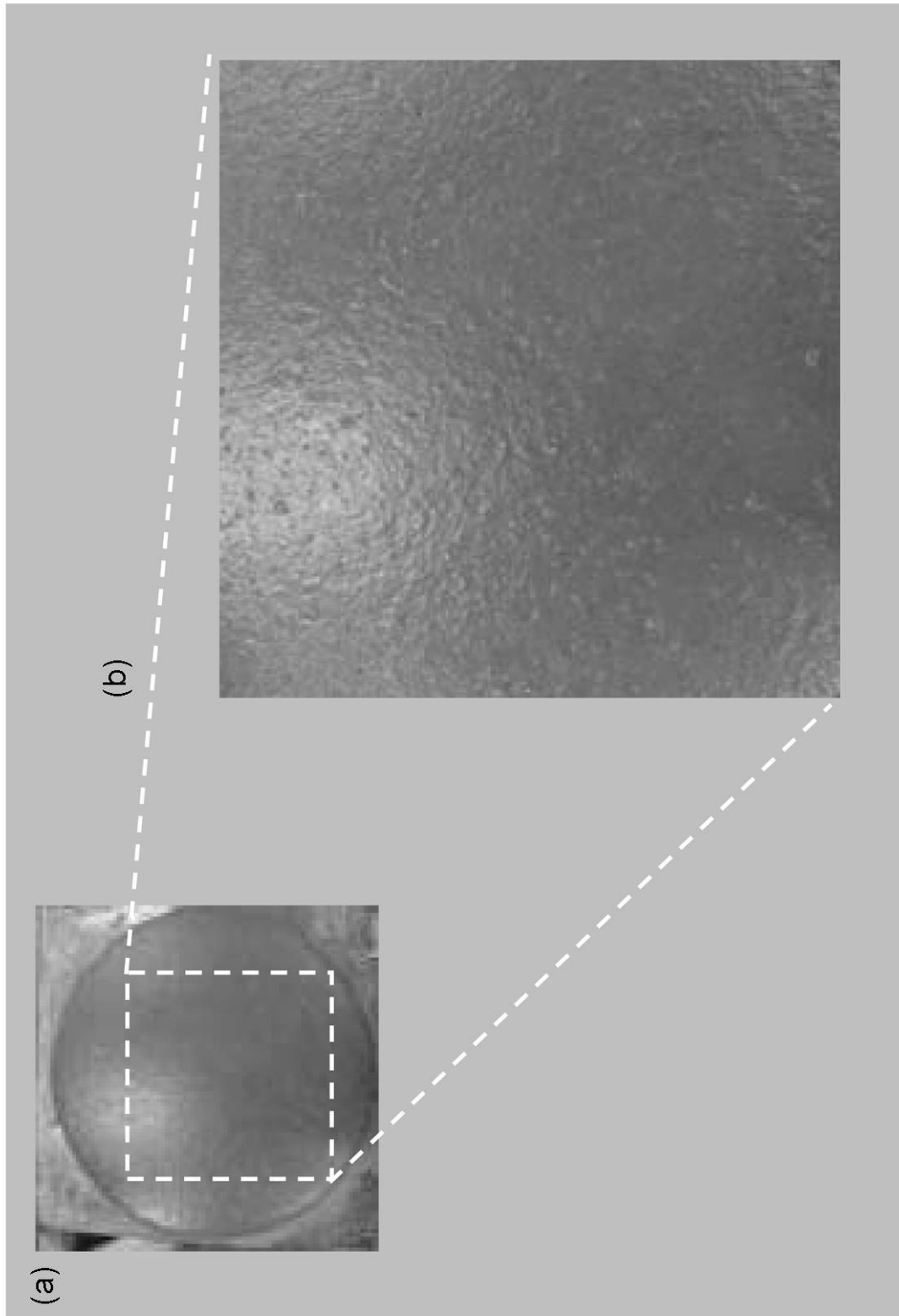
【 図 4 】



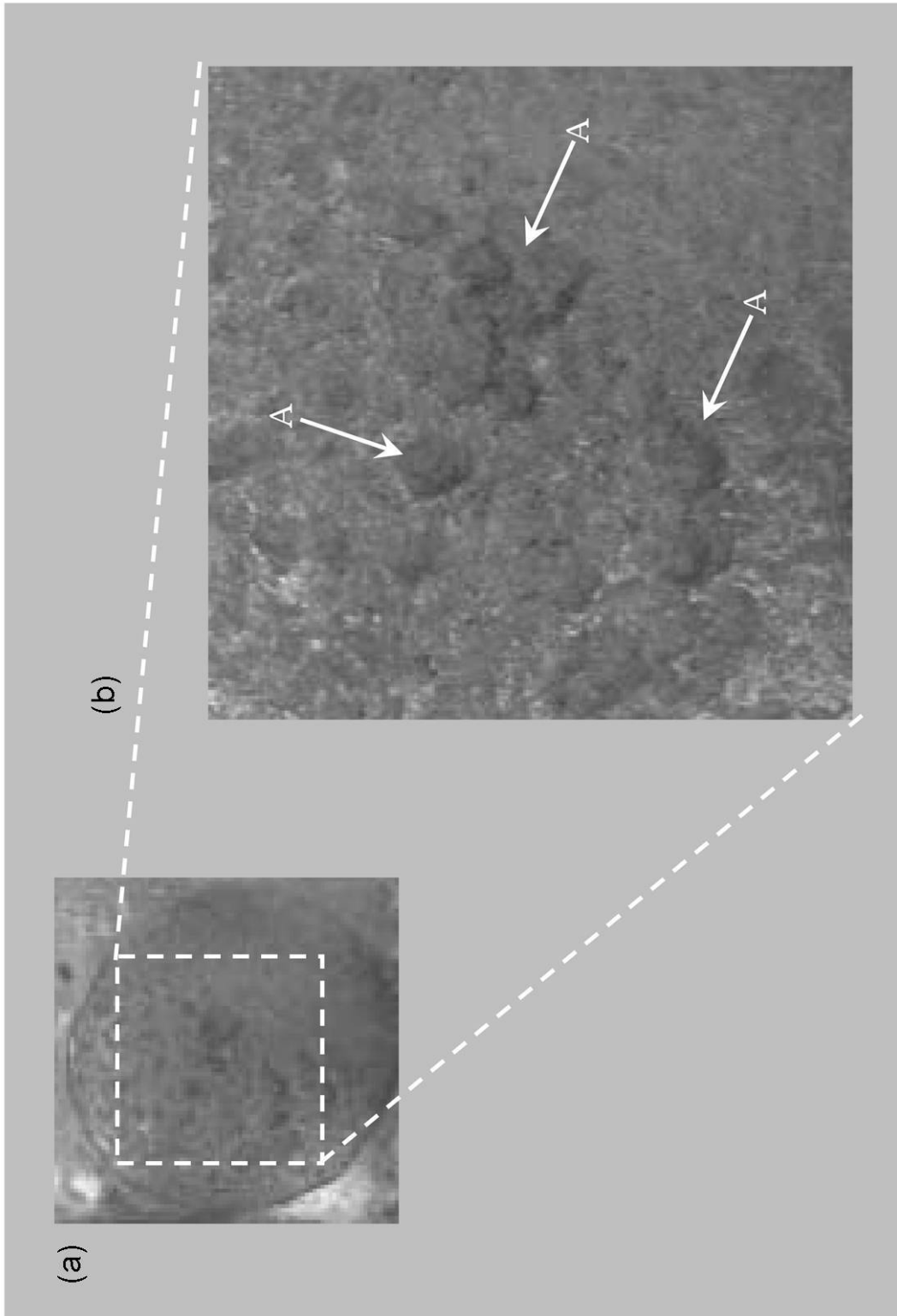
【 図 5 】



【 図 2 】



【 図 3 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
C 0 4 B 20/00 (2006.01)	C 0 4 B 20/00	B
C 0 4 B 7/13 (2006.01)	C 0 4 B 7/13	
C 0 4 B 14/38 (2006.01)	C 0 4 B 28/02	
C 0 4 B 14/48 (2006.01)	C 0 4 B 7:02	
C 0 4 B 16/06 (2006.01)	C 0 4 B 14:06	Z
C 0 4 B 24/26 (2006.01)	C 0 4 B 14:28	
	C 0 4 B 14:38	A
	C 0 4 B 14:48	D
	C 0 4 B 16:06	A
	C 0 4 B 16:06	E
	C 0 4 B 18:14	Z
	C 0 4 B 20:00	B
	C 0 4 B 24:26	E

- (72)発明者 石関 嘉一  
東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内
- (72)発明者 玉滝 浩司  
山口県宇部市大字小串1978番地の96 宇部興産株式会社内
- (72)発明者 吉田 浩一郎  
山口県宇部市大字小串1978番地の96 宇部興産株式会社内
- (72)発明者 時安 淳二  
山口県宇部市大字小串1978番地の96 宇部興産株式会社内
- Fターム(参考) 4G112 MD00 PA04 PA10 PA19 PA20 PA24 PA28 PB31