

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7586752号
(P7586752)

(45)発行日 令和6年11月19日(2024.11.19)

(24)登録日 令和6年11月11日(2024.11.11)

(51)国際特許分類		F I	
C 0 4 B	7/14 (2006.01)	C 0 4 B	7/14
C 0 4 B	18/14 (2006.01)	C 0 4 B	18/14 Z
C 0 4 B	22/08 (2006.01)	C 0 4 B	22/08 A
C 0 4 B	22/06 (2006.01)	C 0 4 B	22/06 Z
C 0 4 B	22/10 (2006.01)	C 0 4 B	22/10
請求項の数 6 (全11頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-57275(P2021-57275)	(73)特許権者	521297587 U B E三菱セメント株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目1番1号
(22)出願日	令和3年3月30日(2021.3.30)	(74)代理人	100091904 弁理士 成瀬 重雄
(65)公開番号	特開2022-154314(P2022-154314 A)	(72)発明者	松島 正明 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番 地 三菱マテリアル株式会社セメント事 業カンパニー セメント研究所内
(43)公開日	令和4年10月13日(2022.10.13)	(72)発明者	門田 浩史 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番 地 三菱マテリアル株式会社セメント事 業カンパニー セメント研究所内
審査請求日	令和6年2月21日(2024.2.21)	(72)発明者	吉田 友香 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬2270番 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水硬性材料

(57)【特許請求の範囲】

- 【請求項1】
高炉スラグ粉末、銅スラグ粉末及びアルカリ刺激剤を含み、
前記高炉スラグ粉末及び前記銅スラグ粉末の合計質量100質量％に対する前記銅スラ
グ粉末の質量の比率が15％以上20％以下であり、
かつ、セメントを含まない
ことを特徴とする水硬性材料。
- 【請求項2】
前記高炉スラグ粉末及び前記銅スラグ粉末の合計質量100質量％に対する前記アルカ
リ刺激剤の質量の比率が外割で5％以上であることを特徴とする請求項1に記載の水硬性
材料。
- 【請求項3】
高炉スラグ粉末、銅スラグ粉末、フライアッシュ及びアルカリ刺激剤を含み、
前記高炉スラグ粉末、前記銅スラグ粉末及び前記フライアッシュの合計質量100質量
％に対する前記銅スラグ粉末の質量の比率が10％以上30％以下であり
かつ、セメントを含まない
ことを特徴とする水硬性材料。
- 【請求項4】
前記高炉スラグ粉末、前記銅スラグ粉末及び前記フライアッシュの合計質量100質量
％に対する前記アルカリ刺激剤の質量の比率が外割で5％以上であることを特徴とする請

求項 3 に記載の水硬性材料。

【請求項 5】

前記高炉スラグ粉末の比表面積が $3500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の水硬性材料。

【請求項 6】

前記アルカリ刺激剤が、水酸化アルカリ、珪酸アルカリ、炭酸アルカリ、ホウ酸アルカリの内の一つ以上であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の水硬性材料。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、水硬性材料に関するものである。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、セメントと高炉スラグとフライアッシュとアルカリとを含むセメント組成物に水を加えてモルタルを製造することが記載されている。

【0003】

ところで、セメントを製造するためにはセメント焼成工程が必要である。このセメント焼成工程からは多量の二酸化炭素が排出される。このため、下記特許文献 1 に記載の技術においては、セメントを製造する必要があるためにセメント焼成工程から多量の二酸化炭素を排出してしまうことになる。しかしながら、セメントを用いずに高強度のモルタルを製造することは難しいという問題もある。

20

【0004】

一方、銅スラグは、銅精錬に伴って産出される鉄を多く含有する副産物である。銅スラグは、国内では一部が重量コンクリート用の重量骨材やケーソン等への充填材料として用いられているものの、その大部分は海外に輸出され埋め立て処分されているのが現状である。そこで、銅スラグの有効活用および用途拡大方法の確立が望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

30

【文献】特開 2018-104266 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明者は、セメントを用いずに銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造する方法について研究を重ねた結果、高炉スラグ粉末、銅スラグ粉末及びアルカリ刺激剤を含む水硬性材料と水とを練り混ぜると高強度のモルタルを製造できるとの知見を得た。本発明は、このような知見に基づいてなされたものであって、セメントを用いずに銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造可能な水硬性材料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】

40

【0007】

本発明の第一項目に係る水硬性材料は、高炉スラグ粉末、銅スラグ粉末及びアルカリ刺激剤を含むものである。第一項目によれば、セメントを用いずに銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造することができる。なお、この点については後述する試験例で詳細に説明する。

【0008】

本発明の第二項目に係る水硬性材料は、前記高炉スラグ粉末及び前記銅スラグ粉末の合計質量 100 質量% に対する前記銅スラグ粉末の質量の比率が 1 % 以上 99 % 以下であるものである。ここで、この合計質量 100 質量% に対する前記アルカリ刺激剤の質量の比率は例えば外割で 5 % 以上である。第二項目によれば、多量の銅スラグを用いて高強度の

50

モルタルを製造することができる。なお、この点については後述する試験例で詳細に説明する。

【0009】

本発明の第一項目に係る水硬性材料にはフライアッシュが含まれていてもよい。本発明の第三項目に係る水硬性材料は、前記高炉スラグ粉末、前記銅スラグ粉末及び前記フライアッシュの合計質量100質量%に対する前記銅スラグ粉末の質量の比率が1%以上99%以下であるものである。ここで、この合計質量100質量%に対する前記アルカリ刺激剤の質量の比率は例えば外割で5%以上である。第三項目によれば、多量の銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造することができる。なお、この点については後述する試験例で詳細に説明する。

10

【0010】

本発明の第四項目に係る水硬性材料は、前記高炉スラグ粉末の比表面積が $3500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であるものである。第四項目によれば、さらに高強度のモルタルを製造することができる。

【0011】

なお、上記各項目において、アルカリ刺激剤としては、例えば、水酸化アルカリ、珪酸アルカリ、炭酸アルカリ、ホウ酸アルカリの内の一つ以上を使用することができる。

【発明の効果】

【0012】

以上のように、本発明によれば、セメントを用いずに銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本発明の第一実施形態に係る水硬性材料の実施例及び比較例における結果を示すグラフであって、銅スラグ粉末含有率とモルタルの圧縮強さとの関係を示している。

【図2】図2は、本発明の第二実施形態に係る水硬性材料の実施例及び比較例における結果を示すグラフであって、銅スラグ粉末含有率とモルタルの圧縮強さとの関係を示している。

【図3】図3は、本発明の第二実施形態に係る水硬性材料の実施例及び比較例における結果を示すグラフであって、銅スラグ粉末含有率とモルタルの圧縮強さとの関係を示している。

30

【図4】図4は、本発明の第二実施形態に係る水硬性材料の実施例及び比較例における結果を示すグラフであって、高炉スラグ粉末の比表面積とモルタルの圧縮強さとの関係を示している。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の第一実施形態に係る水硬性材料について説明する。第一実施形態に係る水硬性材料は、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末とアルカリ刺激剤とを含んでいる。アルカリ刺激剤としては、例えば、水酸化アルカリ、珪酸アルカリ、炭酸アルカリ、ホウ酸アルカリの内の一つ以上を使用することができる。具体的には、アルカリ刺激剤として例えば水酸化ナトリウム又は水ガラスを使用することができるが、使用可能なアルカリ刺激剤の種類はこれらに制約されるものではない。

40

【0015】

第一実施形態に係る水硬性材料においては、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との合計質量100質量%に対する銅スラグ粉末の質量の比率を1%以上99%以下とすることが好ましい。この比率を1%以上55%以下とすることがより好ましく、この比率を15%以上30%以下とすることがさらに好ましく、この比率を15%以上20%以下とすることが特に好ましい。このようにすると、多量の銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造することができる。なお、この合計質量100質量%に対するアルカリ刺激剤の質量の比率

50

については、例えば外割で５％以上、具体的には外割で１０％にする。

【００１６】

本発明の第二実施形態に係る水硬性材料について説明する。第二実施形態に係る水硬性材料は、上記第一実施形態で用いた高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末とアルカリ刺激剤とに加えてフライアッシュをさらに含んでいる。

【００１７】

高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末とフライアッシュとの合計質量１００質量％に対する銅スラグ粉末の質量の比率を１％以上９９％以下とすることが好ましい。この比率を１０％以上５０％以下とすることがより好ましく、この比率を１０％以上４０％以下とすることがさらに好ましく、この比率を１０％以上３０％以下とすることが特に好ましい。このようにすると、多量の銅スラグを用いて高強度のモルタルを製造することができる。なお、この合計質量１００質量％に対するアルカリ刺激剤の質量の比率については、例えば外割で５％以上、具体的には外割で１０％にする。

【００１８】

第一実施形態又は第二実施形態に係る水硬性材料を水と練り混ぜて高強度のモルタルを製造するためには、高炉スラグ粉末の比表面積が $3500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であると好ましく、この比表面積が $4000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上（あるいは $5000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上）であるとより好ましく、この比表面積が $7500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であるとさらに好ましく、この比表面積が $7970\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であると特に好ましい。なお、この明細書において、比表面積とは、ブレン空気透過装置を用いて測定される比表面積を意味している。この比表面積の具体的な測定法は日本産業規格JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に規定されている。

【００１９】

次に、本発明の第一実施形態に係る水硬性材料の実施例及びその比較例について説明する。これら実施例及び比較例においては、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」を参考に、水硬性材料、細骨材および水の混練物から得られた供試体の圧縮強さを測定した。なお、細骨材としては、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に規定される標準砂を用いた。

【００２０】

具体的には次のように試験を行った。まず、水に溶解させたアルカリ刺激剤（具体的には水酸化ナトリウム）をホバート型ミキサー（ホバート・ジャパン株式会社製）に投入した。次に、粉体（水硬性材料を構成する材料のうちアルカリ刺激剤を除くもの）をホバート型ミキサーに投入して水硬性材料を作製した。

【００２１】

そして、ホバート型ミキサーを３０秒間低速モード（回転数：自転 140 rpm 、公転 62 rpm ）で運転することにより水硬性材料及び水の練り混ぜを行った。３０秒間経過直後、ホバート型ミキサーを低速モードで運転した状態でホバート型ミキサーに細骨材を投入した。さらに、ホバート型ミキサーを３０秒間中速モード（回転数：自転 285 rpm 、公転 125 rpm ）で運転することにより水硬性材料、細骨材及び水の練り混ぜを行った。３０秒間経過後にホバート型ミキサーの運転を停止した。その後、ホバート型ミキサーのパドルに付着した混練物（水硬性材料、細骨材及び水の混練物）をパドルから掻き落として７５秒間待機した。それから、ホバート型ミキサーを１分間中速モードで運転することにより水硬性材料、細骨材及び水の練り混ぜを行った。１分間経過後、ホバート型ミキサーの運転を停止してホバート型ミキサーから混練物を取り出した。

【００２２】

さらに、三連型枠をテーブルバイブレーターに載置した。三連型枠における各型枠は、縦 16 cm 横 4 cm 高さ 4 cm の直方体に形成されている。また、各型枠においては、その上面のみが開口した構成となっている。次に、テーブルバイブレーターを振動させながら、三連型枠における各型枠に対して、さじを用いて、ホバート型ミキサーから取り出した混練物を型枠の高さ 2 cm まで１５秒間で充填した。その後、引き続きテーブルバイブレーターを振動させた状態で１５秒間待機した。１５秒間経過後、三連型枠における各型

枠に対して、さじを用いて、ホバート型ミキサーから取り出した混練物を型枠の高さ 4 cm まで 15 秒間で充填した。これにより、三連型枠における各型枠に充填された混練物は二層になった。それから、引き続きテーブルバイブレーターを振動させながら 75 秒間待機した。

【0023】

75 秒間経過後、テーブルバイブレーターの振動を停止させた。その後、コテを用いて、三連型枠における各型枠の上面から上方にはみ出た混練物を削り取った。さらに、三連型枠における各型枠の上面を平板状プラスチック板により塞いだ。それから、この三連型枠に充填された混練物を 20℃ の環境において 24 時間養生した。そして、硬化した混練物を蒸気養生してから脱型してジオポリマー硬化体を得た。具体的に、蒸気養生については、硬化した混練物を、常温から 80℃ まで 3 時間かけて昇温させ、80℃ の環境で 5 時間保持し、80℃ から常温まで 3 時間かけて降温させた。さらに、このジオポリマー硬化体をオートクレーブ養生した。具体的に、オートクレーブ養生については、ジオポリマー硬化体を、常温から 180℃ まで 3 時間かけて昇温させ、180℃ かつ 10 気圧の環境で 5 時間保持し、180℃ から常温まで 3 時間かけて降温させた。オートクレーブ養生後のジオポリマー硬化体（供試体）の圧縮強さを JIS R 5201「セメントの物理試験方法」を参考に測定した。

【0024】

表 1 は、これら実施例又は比較例において使用した材料を示している。表 1 において、密度、比表面積とは、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に準じて測定したものを示している。

【0025】

【表 1】

記号	材料	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
B1-10	高炉スラグ粉末	2.89	10120
B2-4	高炉スラグ粉末	2.91	4010
B2-5	高炉スラグ粉末	2.91	5290
B2-8	高炉スラグ粉末	2.91	7970
F1-5	フライアッシュ	2.33	4810
C-5	銅スラグ粉末	3.57	5110

【0026】

表 2 は、実施例 A 1 - A 3 及び比較例 A 1 - A 2 における上記粉体の組成と上記供試体の圧縮強さとの関係を示している。実施例 A 1 - A 3 においては、上記粉体として高炉スラグ粉末（表 1 に示す B2-8）と銅スラグ粉末（表 1 に示す C-5）とを用いた。比較例 A 1 においては、上記粉体として銅スラグ粉末を用いずに上記高炉スラグ粉末のみを用いた。比較例 A 2 においては、上記粉体として高炉スラグ粉末を用いずに上記銅スラグ粉末のみを用いた。

【0027】

10

20

30

40

50

【表 2】

	高炉スラグ粉末 含有率 (%)	銅スラグ粉末 含有率 (%)	圧縮強さ (N/mm ²)
比較例 A 1	100	0	83.4
実施例 A 1	99	1	83.0
実施例 A 2	86	14	77.0
実施例 A 3	70	30	68.9
比較例 A 2	0	100	28.2

10

【0028】

なお、実施例 A 1 - A 3 及び比較例 A 1 - A 2 においては、上記粉体の質量 100 質量 % に対する上記アルカリ刺激剤の質量の比率を外割で 10 % にし、上記粉体の質量 100 質量 % に対する上記細骨材及び上記水の質量の比率をそれぞれ 300 %、50 % にした。

【0029】

図 1 は、表 2 に示す銅スラグ粉末含有率と上記供試体の圧縮強さとの関係を示すグラフである。図 1 のプロットは、表 2 に示す実施例 A 1 - A 3 及び比較例 A 1 - A 2 に係るものである。図 1 に示す破線は、比較例 A 1、A 2 に係るプロットを直線で結んだものである。この破線は、水硬性材料における銅スラグ粉末の質量の比率（すなわち、上記粉体における銅スラグ粉末含有率）から予測される上記供試体の強度を表している。また、図 1 に示す実線は、比較例 A 1 と実施例 A 1 - A 3 と比較例 A 2 とに係るプロットを順番に結んだものである。

20

【0030】

実施例 A 1 - A 3 において高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果がないと仮定すれば、図 1 において上記破線と上記実線とが一致するはずである。しかし、図 1 において、上記実線は上記破線よりも上方に位置している。つまり、実施例 A 1 - A 3 においては、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によって上記供試体の圧縮強さが高まったと考えられる。

30

【0031】

また、図 1 に示すように、上記実線と上記破線とで示される圧縮強さの差は、銅スラグ粉末含有率が 1 % 以上 99 % 以下の範囲においては、銅スラグ粉末含有率が当該範囲の外にある場合よりも大きくなっている。さらに、この差は、銅スラグ粉末含有率が 1 % 以上 55 % 以下の範囲においてより大きくなっており、銅スラグ粉末含有率が 15 % 以上 30 % 以下の範囲においてさらに大きくなっており、銅スラグ粉末含有率が 15 % 以上 20 % 以下の範囲においては特に大きくなっている。なお、図 1 に示すように、銅スラグ粉末含有率が 45.3 % 以下であれば圧縮強さが 60 N/mm² 以上になる。

40

【0032】

次に、本発明の第二実施形態に係る水硬性材料における実施例及びその比較例について説明する。これら実施例及び比較例における試験内容は、下記で説明している箇所を除き、上述した本発明の第一実施形態に係る水硬性材料における実施例及び比較例と同様である。

【0033】

表 3 は、実施例 B 1 - B 5 及び比較例 B 1 - B 2 における上記粉体の組成と上記供試体の圧縮強さとの関係を示している。実施例 B 1 - B 5 においては、上記粉体として実施例 A 1 - A 3 で用いた高炉スラグ粉末及び銅スラグ粉末に加えてさらにフライアッシュ（表 1 に示す F1-5）を用いた。比較例 B 1 においては、上記粉体として銅スラグ粉末を用いず

50

に上記高炉スラグ粉末と上記フライアッシュとを用いた。比較例 B 2 においては、上記粉体として高炉スラグ粉末とフライアッシュとを用いずに上記銅スラグ粉末のみを用いた。

【0034】

【表3】

	高炉スラグ粉末 含有率 (%)	フライアッシュ 含有率 (%)	銅スラグ粉末 含有率 (%)	圧縮強さ (N/mm ²)
比較例 B 1	67	33	0	92.4
実施例 B 1	66	33	1	91.9
実施例 B 2	63	32	5	90.0
実施例 B 3	60	30	10	89.9
実施例 B 4	53	27	20	83.5
実施例 B 5	47	23	30	77.1
比較例 B 2	0	0	100	28.2

10

【0035】

図2は、表3に示す銅スラグ粉末含有率と上記供試体の圧縮強さとの関係を示すグラフである。図2のプロットは、表3に示す実施例 B 1 - B 5 及び比較例 B 1 - B 2 に係るものである。図2に示す破線は、比較例 B 1 と比較例 B 2 とに係るプロットを直線で結んだものである。この破線は、水硬性材料における銅スラグ粉末の質量の比率（すなわち、上記粉体における銅スラグ粉末含有率）から予測される上記供試体の強度である。また、図2に示す実線は、比較例 B 1 と実施例 B 1 - B 5 と比較例 B 2 とに係るプロットを順番に結んだものである。

20

【0036】

実施例 B 1 - B 5 において高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果がないと仮定すれば、図2において上記破線と上記実線とが一致するはずである。しかし、図2において、上記実線は上記破線よりも上方に位置している。つまり、実施例 B 1 - B 5 においては、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によって上記供試体の圧縮強さが高まったと考えられる。

30

【0037】

また、図2に示すように、上記実線と上記破線とで示される圧縮強さの差は、銅スラグ粉末含有率が1%以上99%以下の範囲においては、銅スラグ粉末含有率が当該範囲の外にある場合よりも大きくなっている。さらに、この差は、銅スラグ粉末含有率が10%以上50%以下の範囲においてより大きくなっており、銅スラグ粉末含有率が10%以上40%以下の範囲においてさらに大きくなっており、銅スラグ粉末含有率が10%以上30%以下の範囲においては特に大きくなっている。なお、図2に示すように、銅スラグ粉末含有率が54.4%以下であれば圧縮強さは60N/mm²以上になる。

40

【0038】

表4は、実施例 C 1 - C 3 及び比較例 C 1、B 2 における上記粉体の組成と上記供試体の圧縮強さとの関係を示している。比較例 C 1 は、高炉スラグ粉末として表1に示すB2-4を使用した点においてのみ比較例 B 1 と異なっている。実施例 C 1、C 2 は、それぞれ高炉スラグ粉末として表1に示すB2-4を使用した点においてのみ実施例 B 1、B 2 と異なっている。実施例 C 3 は、上記粉体における高炉スラグ含有率とフライアッシュ含有率と銅スラグ粉末含有率とにおいてのみ実施例 C 1、C 2 と異なっている。

【0039】

50

【表 4】

	高炉スラグ粉末 含有率 (%)	フライアッシュ 含有率 (%)	銅スラグ粉末 含有率 (%)	圧縮強さ (N/mm ²)
比較例 C 1	67	33	0	65.6
実施例 C 1	66	33	1	65.9
実施例 C 2	63	32	5	67.2
実施例 C 3	56	28	16	62.7
比較例 B 2	0	0	100	28.2

10

【0040】

図3は、表4に示す銅スラグ粉末含有率と上記供試体の圧縮強さとの関係を示すグラフである。図3のプロットは、表4に示す実施例C1～C3及び比較例C1、B2に係るものである。図3に示す破線は、比較例C1、B2に係るプロットを直線で結んだものである。また、図3に示す実線は、比較例C1と実施例C1～C3と比較例B2とに係るプロットを順番に結んだものである。

20

【0041】

実施例C1～C3において高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果がないと仮定すれば、図3において上記破線と上記実線とが一致するはずである。しかし、図3において、上記実線は上記破線よりも上方に位置している。つまり、実施例C1～C3においては、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によって上記供試体の圧縮強さが高まったと考えられる。

【0042】

また、図3に示すように、上記実線と上記破線とで示される圧縮強さの差は、銅スラグ粉末含有率が1%以上99%以下の範囲においては、銅スラグ粉末含有率が当該範囲の外にある場合よりも大きくなっている。そして、この差は、銅スラグ粉末含有率が5%以上50%以下の範囲においてより大きくなっており、銅スラグ粉末含有率が5%以上40%以下の範囲においてさらに大きくなっており、銅スラグ粉末含有率が5%以上30%以下の範囲においては特に大きくなっている。なお、図3に示すように、銅スラグ粉末含有率が22.6%以下であれば圧縮強さは60N/mm²以上になる。

30

【0043】

表5は、実施例D1～D3において、上記粉体に含まれる高炉スラグ粉末の比表面積と上記供試体の圧縮強さとの関係を示している。実施例D1～D3においては、上記粉体として高炉スラグ粉末とフライアッシュと銅スラグ粉末とを用いた。なお、実施例D1～D3において、上記フライアッシュ及び上記銅スラグ粉末としては実施例B1～B5と同様のものを使用した。また、実施例D1～D3においては、上記高炉スラグ粉末としてそれぞれ表1に示すB2-5、B2-8及びB1-10を使用した。さらに、実施例D1～D3において、上記粉体における高炉スラグ粉末含有率は60%、上記粉体におけるフライアッシュ含有率は30%、上記粉体における銅スラグ粉末含有率は10%である。

40

【0044】

50

【表 5】

	高炉スラグ粉末 の比表面積 (cm^2/g)	圧縮強さ (N/mm^2)
実施例 D 1	5290	67.0
実施例 D 2	7970	89.9
実施例 D 3	10120	92.3

10

【0045】

なお、実施例 D 1－D 3 においては、上記粉体の質量に対する上記アルカリ刺激剤の質量の比率を 10% にし、上記粉体の質量に対する上記水の質量の比率を 50% にした。

【0046】

図 4 は、表 5 に示す高炉スラグ粉末の比表面積と上記供試体の圧縮強さとの関係を示すグラフである。図 4 のプロットは、表 5 に示す実施例 D 1－D 3 に係るものである。

【0047】

図 4 において、上記比表面積が $5000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上であると上記圧縮強さが $65\text{N}/\text{mm}^2$ 程度まで高まり、上記比表面積が $7500\text{cm}^2/\text{g}$ 以上であると上記圧縮強さが $90\text{N}/\text{mm}^2$ 程度まで高まり、上記比表面積が $7970\text{cm}^2/\text{g}$ 以上であると上記圧縮強さが $90\text{N}/\text{mm}^2$ を超える。

20

【0048】

以上により次の結論を導出することができる。図 1 に示す結果から分かるように、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末とアルカリ刺激剤とを含む水硬性材料によれば、水硬性材料における銅スラグ粉末の質量の比率から予測されるモルタルの強度に比較して、実際に製造されるモルタルの強度を高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によって高めることができる。

【0049】

また、図 1 に示す結果から分かるように、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との合計質量 100 質量% に対する銅スラグ粉末の質量の比率が 1% 以上 99% 以下であると、モルタルの強度を高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によってさらに高めることができる。

30

【0050】

さらに、図 2 及び図 3 に示す結果から分かるように、高炉スラグ粉末とフライアッシュと銅スラグ粉末とアルカリ刺激剤とを含む水硬性材料によれば、水硬性材料における銅スラグ粉末の質量の比率から予測されるモルタルの強度に比較して、実際に製造されるモルタルの強度を高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によって高めることができる。

【0051】

また、図 2 及び図 3 に示す結果から分かるように、高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末とフライアッシュとの合計質量 100 質量% に対する銅スラグ粉末の質量の比率が 1% 以上 99% 以下であると、モルタルの強度を高炉スラグ粉末と銅スラグ粉末との相乗効果によってさらに高めることができる。

40

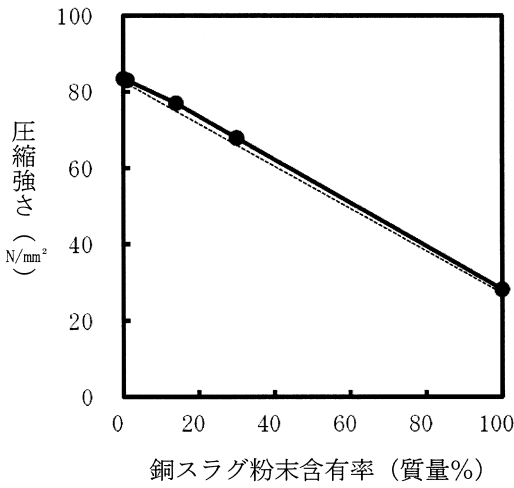
【0052】

さらに、図 4 に示す結果から分かるように、高炉スラグ粉末の比表面積が $5000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上であると、さらに高強度のモルタルを製造することができる。ただし、高炉スラグ粉末の比表面積が $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 以上であれば、モルタルの強度を $50\text{N}/\text{mm}^2$ 程度まで高めることができると推測することができ、十分に高強度であるモルタルを製造することができると考えられる。

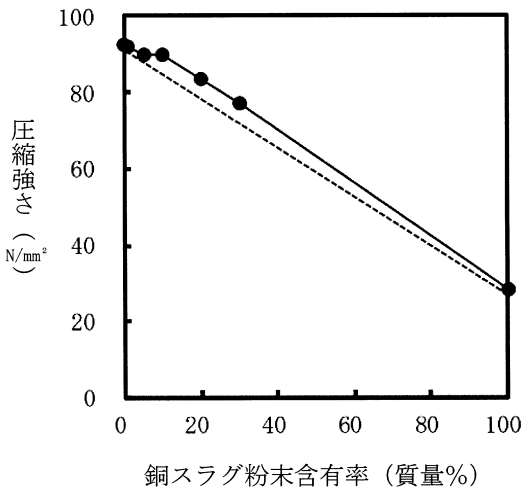
50

【図面】

【図 1】

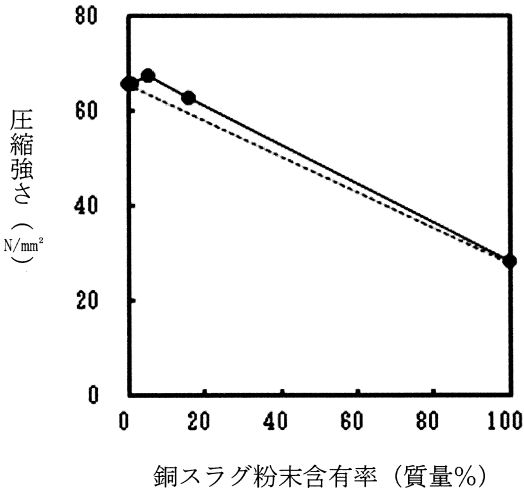


【図 2】

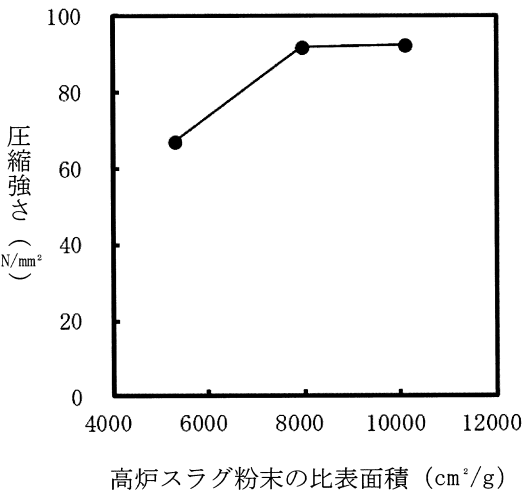


10

【図 3】



【図 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
	C 0 4 B	18/10	Z
	C 0 4 B	18/14	A
	C 0 4 B	22/08	Z

C 0 4 B 18/10 (2006.01)

地 三菱マテリアル株式会社セメント事業カンパニー セメント研究所内

(72)発明者 中川 昭人
埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬 2 2 7 0 番地 三菱マテリアル株式会社セメント事業カンパニー セメント研究所内

(72)発明者 下坂 建一
埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬 2 2 7 0 番地 三菱マテリアル株式会社セメント事業カンパニー セメント研究所内

審査官 田中 永一

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 2 1 4 3 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 9 3 7 3 8 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 7 2 2 6 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 1 7 2 3 4 9 (W O , A 1)
特開 2 0 0 4 - 2 9 9 9 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 9 9 4 2 5 (J P , A)
特開 2 0 2 2 - 1 4 4 5 0 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
C 0 4 B 2 / 0 0 - 3 2 / 0 2