

(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2015-196631

(P2015-196631A)

(43) 公開日 平成27年11月9日(2015.11.9)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
C O 4 B	28/08	(2006.01)	C O 4 B	28/08	2 D 0 5 1	
C O 4 B	18/14	(2006.01)	C O 4 B	18/14	F	4 G 1 1 2
E O 1 C	7/30	(2006.01)	E O 1 C	7/30		
E O 1 C	5/08	(2006.01)	E O 1 C	5/06		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2014-76669 (P2014-76669)	(71) 出願人	000001258
(22) 出願日	平成26年4月3日 (2014.4.3)		J F E スチール株式会社
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
		(74) 代理人	100105968
			弁理士 落合 憲一郎
		(72) 発明者	落合 健
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		Fターム(参考)	2D051 AF05 DA11
			4G112 PA29

(54) 【発明の名称】 鉄鋼スラグ含有組成物および舗装版

(57) 【要約】

【課題】 製鉄所における副産物である鉄鋼スラグを主成分とした鉄鋼スラグ水和固化体からなる早期交通開放可能性の高い舗装版を提供する。

【解決手段】 製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末および水を含み、製鋼スラグの単位量が200kg/m³以上2600kg/m³以下、高炉スラグ微粉末の単位量が200kg/m³以上350kg/m³以下、水の単位量が70kg/m³以上110kg/m³以下である鉄鋼スラグ含有組成物を、転圧して締め固めて鉄鋼スラグ水和固化体とし、これを舗装版に適用する。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末および水を含み、前記製鋼スラグの単位量が $2000\text{kg}/\text{m}^3$ 以上 $2600\text{kg}/\text{m}^3$ 以下、前記高炉スラグ微粉末の単位量が $200\text{kg}/\text{m}^3$ 以上 $350\text{kg}/\text{m}^3$ 以下、前記水の単位量が $70\text{kg}/\text{m}^3$ 以上 $110\text{kg}/\text{m}^3$ 以下であることを特徴とする鉄鋼スラグ含有組成物。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の鉄鋼スラグ含有組成物を、転圧して締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体からなることを特徴とする舗装版。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0001】

本発明は、鉄鋼スラグ含有組成物、および該鉄鋼スラグ含有組成物を転圧して締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体からなる舗装版に関する。

【背景技術】**【0002】**

鉄鋼スラグは、鉄鋼製造過程で発生する副産物であり、国内の製鉄所で年間にして約38,000千トン（高炉スラグ：24,639千トン、製鋼スラグ：13,762千トン）生成されている（2012年統計）。この鉄鋼スラグは、水硬性を有することからセメント原料やコンクリート用骨材として広く利用されており、近年では、コンクリートそのものの代替品としての鉄鋼スラグ水和固化体の主原料として積極的に利用されている。

20

【0003】

鉄鋼スラグ水和固化体は、製鋼スラグ（骨材）、高炉スラグ微粉末（結合材）および水を必須材料とし、必要に応じてアルカリ刺激材、フライアッシュ、細骨材相当の高炉水砕スラグ等を加え、これらを混練し、水和反応により固化（硬化）させたものである。鉄鋼スラグ水和固化体は、コンクリートと同等の強度を有し、使用実績として例えばコンクリート舗装の代替としての舗装版が挙げられる。また、天然石の代替として、埋め立てや捨石、裏込め用途に使用可能な人工石等にも使用されている。そして、鉄鋼スラグ水和固化体は、主たる原料として、天然資源（石灰、海砂、砂利等）の代わりに産業副産物を使用した環境負荷の少ない材料であることから、更なる用途展開が要望されている。

【0004】

30

このような状況下、転圧コンクリート舗装の鉄鋼スラグ水和固化体を用いた代替技術の開発が期待されている。転圧コンクリート舗装（RCCP）とは、通常の舗装用コンクリートよりも単位水量を減じた硬練りコンクリートを使用し、アスファルトフィニッシャーで敷き均した後、振動ローラー等により転圧し、締め固める工法である。

【0005】

転圧コンクリート舗装は、通常のコンクリート舗装に比べて早期交通開放が可能であることに加え、版厚や幅員の自由度が高く、通常のアスファルト舗装用の舗設機械により施工可能である等、様々な利点を有する。また、転圧コンクリート舗装は、施工方法が簡便であり且つ施工コストが安価であるため、大規模施工に適している。しかし、舗装工事の規模が大きい場合には大量のコンクリートが必要となり、結果として大量の天然資源（石灰、海砂、砂利等）を消費することになり兼ねない。このような問題に対し、コンクリートに代わり製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末等の産業副産物からなる材料を転圧し、締め固めて舗装版を形成することができれば、天然資源の大幅な節約が可能となる。また、製鉄所で大量に発生する産業副産物の有効利用も可能となる。

40

【0006】

ここで、転圧コンクリート舗装の鉄鋼スラグ水和固化体を用いた代替技術とは異なるが、鉄鋼スラグを転圧コンクリート舗装に適用する技術については様々な技術が提案されている。例えば、特許文献 1 には、骨材、結合材および水を含み、転圧コンクリート舗装材に関し、粗骨材として高炉スラグ、細骨材として水砕スラグ、結合材としてセメントおよび水砕スラグ微粉末を用いる技術が提案されている。そして、特許文献 1 には、結

50

合材としてのセメントの一部を水砕スラグ微粉末に置換し、更に骨材として高炉スラグを使用することで、舗装材のコスト低減を達成できると記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平2-248507号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、特許文献1に提案された技術では、結合材としてのセメントの配合量のある程度高めない限り、舗装版としての十分な強度が得られない。すなわち、特許文献1に提案された技術では、産業副産物以外の原料であるセメントの配合量のある程度高めない限り、舗装版としての十分な強度が得られないため、舗装版のコスト低減効果は小さい。また、特許文献1に提案された技術では、鉄鋼スラグ水和固化体の必須成分である製鋼スラグ（骨材）を使用していない。製鋼スラグは硬度が高く耐摩耗性に優れることで知られているが、特許文献1に提案された技術では、骨材として製鋼スラグを使用していないため、舗装版の耐久性を十分に確保することができない。

10

【0009】

一方、鉄鋼スラグ水和固化体は、産業副産物である高炉スラグ微粉末を結合材とし、セメント使用量をアルカリ刺激材としてのみの使用量に抑えることができる。したがって、前述のように、転圧により締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体を、早期交通開放が要求される舗装版に適用することができれば、舗装版の大幅なコスト低減効果が見込まれる。また、鉄鋼スラグ水和固化体は、骨材として製鋼スラグを大量に使用するため、耐摩耗性が良好であり、舗装版の耐久性向上効果も期待できる。

20

【0010】

しかし、転圧により締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体を舗装版に適用する技術に関しては、現在のところ全く報告されていないのが実状である。

そこで、本発明は、転圧コンクリート舗装の鉄鋼スラグ水和固化体を用いた代替技術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】

30

【0011】

転圧コンクリート舗装の鉄鋼スラグ水和固化体を用いた代替技術に関し、その実用化を阻む主たる原因は、鉄鋼スラグ水和固化体の強度発現性にある。一般的に、鉄鋼スラグ水和固化体は、普通コンクリートと比較して強度発現が遅い。それゆえ、従来の鉄鋼スラグ水和固化体では、敷き均し後、所定の強度が得られるまでに約1ヵ月かかり、転圧コンクリート舗装の特徴の一つである早期交通開放を再現することができない。

【0012】

上記問題を解決する手段としては、鉄鋼スラグ水和固化体の原料のうち、アルカリ刺激材であるセメントの配合量を高める手段が挙げられる。しかし、セメント原料の多くは天然資源に由来するため、セメントの配合量を高めることは天然資源の消費拡大につながる。また、セメント配合量の増加に伴い、産業副産物である鉄鋼スラグの配合率が低くなる結果、コスト面でも不利となる。以上のように、アルカリ刺激材であるセメントの配合量を高めると、本来、環境負荷の少ない材料とされている鉄鋼スラグ水和固化体の利点を十分に生かすことができない。

40

【0013】

そこで、本発明者らは、アルカリ刺激材であるセメントの配合量を高めることなく、転圧により締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体の強度を早期に発現させるとともに耐摩耗性を向上させる手段について鋭意検討した。その結果、鉄鋼スラグ水和固化体を構成する材料の配合を、従来の配合から大幅に変更することにより、所望の強度発現性と耐摩耗性が得られることが判明した。

50

【 0 0 1 4 】

具体的には、単位製鋼スラグ量を最適化し、更に単位水量を通常の鉄鋼スラグ水和固化体よりも大幅に減じた超固練りの配合とすることにより、混練、転圧後の鉄鋼スラグ水和固化体の初期強度が飛躍的に向上することを明らかにした。また、単位製鋼スラグ量を最適化した超固練り配合にすると、混練、転圧後の鉄鋼スラグ水和固化体の比重が従来よりも高くなり、耐摩耗性が向上することも確認された。

【 0 0 1 5 】

本発明は上記の知見に基づき完成されたものであり、その要旨は次のとおりである。

[1] 製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末および水を含み、前記製鋼スラグの単位量が 2000 kg/m^3 以上 2600 kg/m^3 以下、前記高炉スラグ微粉末の単位量が 200 kg/m^3 以上 350 kg/m^3 以下、前記水の単位量が 70 kg/m^3 以上 110 kg/m^3 以下であることを特徴とする鉄鋼スラグ含有組成物。 10

【 0 0 1 6 】

[2] 前記 [1] に記載の鉄鋼スラグ含有組成物を、転圧して締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体からなることを特徴とする舗装版。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によると、アルカリ刺激材であるセメントが少ない配合、或いはアルカリ刺激材であるセメントを含有しない配合であっても、転圧後の強度（曲げ強度）が養生期間：5日で 5.0 N/mm^2 以上であり、初期強度の高い鉄鋼スラグ水和固化体が得られる。また、本発明の鉄鋼スラグ水和固化体は、比重： 2.8 t/m^3 以上であり、従来の鉄鋼スラグ水和固化体（比重：約 $2.5\sim 2.7\text{ t/m}^3$ ）よりも比重が高く、耐摩耗性に優れた鉄鋼スラグ水和固化体 20

【 0 0 1 8 】

したがって、本発明によると、環境負荷の少ない安価な材料である鉄鋼スラグ水和固化体を、早期交通開放が求められる舗装版に適用することが可能になる。すなわち、本発明は、鉄鋼スラグ水和固化体を用いた転圧コンクリート舗装代替技術の発展に大いに貢献し、産業上格段の効果を奏する。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明について具体的に説明する。 30

本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末および水を含み、前記製鋼スラグの単位量が 2000 kg/m^3 以上 2600 kg/m^3 以下、前記高炉スラグ微粉末の単位量が 200 kg/m^3 以上 350 kg/m^3 以下、前記水の単位量が 70 kg/m^3 以上 110 kg/m^3 以下であることを特徴とする。

また、本発明の舗装版は、上記組成物を、転圧して締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体からなることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、骨材である製鋼スラグ、結合材である高炉スラグ微粉末および水を含む組成物である。なお、本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末および水のほか、必要に応じてアルカリ刺激材や混和剤を含有してもよい。 40

但し、本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、高炉スラグ微粉末以外の結合材は含有しないものとする。後述するように、本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、アルカリ刺激材としてのセメントを含有し得る。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、単位製鋼スラグ量を 2000 kg/m^3 以上 2600 kg/m^3 以下、単位高炉スラグ微粉末量を 200 kg/m^3 以上 350 kg/m^3 以下、単位水量を 70 kg/m^3 以上 110 kg/m^3 以下とする。

【 0 0 2 2 】

製鋼スラグの単位量：2000kg/m³以上2600kg/m³以下

製鋼スラグは、含有量が多いほど、鉄鋼スラグ水和固化体の比重を高めるため、耐摩耗性向上に寄与する。製鋼スラグの単位量が2000kg/m³未満になると、鉄鋼スラグを転圧して締め固める施工性が確保できない。一方、製鋼スラグの単位量が2600kg/m³を超えると、結合材が骨材向けに強度不足となる。したがって、製鋼スラグの単位量は2000kg/m³以上2600kg/m³以下とする。好ましくは、2400kg/m³以上2600kg/m³以下である。

本発明においては、製鋼スラグの種類を問わず、溶銑予備処理スラグ、転炉スラグ、電気炉スラグのいずれの製鋼スラグも適用することができる。

【0023】

また、本発明においては、最大粒径が25mm以下である製鋼スラグを用いることが好ましい。更に、本発明においては、粒径が5mm以下である（10mm篩いを全通し、5mm篩いを容積%で85%以上通る）細粒（細骨材）と、粒径が5mm超25mm以下である（5mm篩いに容積%で85%以上留まる）粗粒（粗骨材）が、混在した製鋼スラグを用いることが好ましく、全製鋼スラグ中に占める細粒の割合（細骨材率s/a（容積%））を40%以上50%以下とすることが好ましい。

【0024】

高炉スラグ微粉末の単位量：200kg/m³以上350kg/m³以下

高炉スラグ微粉末は、鉄鋼スラグ水和固化体の結合材であり、その単位量が200kg/m³未満になると鉄鋼スラグ水和固化体の強度が不十分となる。一方、その単位量が350kg/m³を超えると、粉体量が多く単位水量が増えて転圧が困難となる。したがって、高炉スラグ微粉末の単位量は200kg/m³以上350kg/m³以下とする。

なお、本発明においては、高炉スラグ微粉末として、例えばJIS A 6206（2013）に適合したものをを用いることができる。

【0025】

なお、本発明においては、必要に応じて、高炉スラグ微粉末の水硬性を加速させる目的で、消石灰、セメント等のアルカリ刺激材を添加することができる。アルカリ刺激材の種類は特に限定されず、例えばJIS R 5210（2009）に適合したもの（ポルトランドセメント）をアルカリ刺激材として使用することができる。また、消石灰、石灰ダストやJIS R 5211（2009）に適合したもの（高炉セメント）等をアルカリ刺激材として使用してもよい。

【0026】

水の単位量：70kg/m³以上110kg/m³以下

本発明においては、製鋼スラグ等の単位量を最適化することに加えて、単位水量を通常の鉄鋼スラグ水和固化体よりも大幅に減じた超固練りの配合を転圧して締め固めることで、早期に強度を発現させることを特徴とする。通常、鉄鋼スラグ水和固化体の原料となる組成物の単位水量は概ね100～270kg/m³である。しかし、従来の配合では、フレッシュな状態の鉄鋼スラグ水和固化体が軟質であり、転圧ローラー等により加圧することができない。

【0027】

そこで、本発明においては、フレッシュな状態の鉄鋼スラグ水和固化体を転圧ローラー等により加圧することが可能となる程度に、単位水量を減じることとした。そして、本発明者らによる検討の結果、製鋼スラグ等の単位量を前述の如く最適化し、更に単位水量を110kg/m³以下にすると、フレッシュな状態の鉄鋼スラグ水和固化体を転圧ローラー等により加圧することが可能となり、しかも加圧による強度増進効果が得られることが判明した。また、加圧による強度増進効果が得られる結果、鉄鋼スラグ水和固化体の初期強度が向上し、早期交通開放を必要とする舗装版に適した鉄鋼スラグ水和固化体を得られるという知見を得た。

【0028】

但し、単位水量を70kg/m³未満にまで減じた場合、転圧による締め固めが困難になる等の問題が確認された。したがって、本発明においては、製鋼スラグ等の単位量を最適化することに加えて、単位水量を70kg/m³以上110kg/m³以下とする。好ましくは80kg/m³以上90

10

20

30

40

50

kg/m³以下である。

【0029】

本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、必要に応じて混和剤を含有してもよい。混和剤としては、AE剤、高性能減水剤、硬化促進剤、減水剤、AE減水剤、高性能AE減水剤、流動化剤等が挙げられる。なお、AE剤等は、例えばJIS A 6204 (2011) に適合したものをを用いることができる。

【0030】

以上のように、鉄鋼スラグ含有組成物の単位製鋼スラグ量、単位高炉スラグ微粉末量および単位水量を規定し、該組成物を転圧して締め固めることにより、所望の初期強度（養生期間：5日で、曲げ強度：5.0N/mm²以上）を発現し、且つ、高比重（2.8t/m³以上）の耐摩耗性に優れた鉄鋼スラグ水和固化体が得られる。したがって、このようにして得られた鉄鋼スラグ水和固化体を舗装版に適用することで、早期交通開放が可能であり、耐久性に優れ、しかも原料の殆どを産業副産物とする環境負荷の少ない安価な舗装版を提供することが可能となる。

10

【0031】

なお、本発明の鉄鋼スラグ含有組成物は、所定単位量の製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末および水、或いは更に、必要に応じてアルカリ刺激材、混和剤等を混練して調製される。鉄鋼スラグ含有組成物を調製するにあたり、練混ぜ方法や装置は特に限定されず、例えば慣用の練混ぜ用ミキサー（2軸バグミル型、水平回転型等）を用いることができる。

20

【0032】

また、鉄鋼スラグ含有組成物を転圧して締め固める手法も特に問わず、通常の転圧コンクリート舗装で用いる手法、例えば、鉄鋼スラグ含有組成物を、アスファルトフィニッシャーで敷き均した後、振動ローラーによる一次転圧、タイヤローラーによる二次転圧を実施することにより締め固めることができる。

【0033】

転圧による締め固めが終了した後は、養生マットで覆い、散水による湿潤養生を行うことが好ましい。養生期間は5日間で十分であるが、必要に応じて5～7日間としてもよい。

また、本発明においては、舗装版の版厚を150mm以上250mm以下とすることが好ましい。

30

【実施例】

【0034】

製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末、水、アルカリ刺激材および混和剤を、表1に示す配合で混練することにより、鉄鋼スラグ含有組成物を調製した。

なお、製鋼スラグには、粒径が5mm以下である細粒の溶銑予備処理スラグと、粒径が5mm超25mm以下である粗粒の溶銑予備処理スラグを用いた。アルカリ刺激材には普通ポルトランドセメント（（株）トクヤマ社製）を用い、混和剤には減水剤（花王（株）社製、商品名：マイティ21LV-B）を用いた。

【0035】

次いで、調製した鉄鋼スラグ含有組成物を用い、JIS A 1132 (1999) に従って鉄鋼スラグ水和固化体の供試体（寸法：100mm×100mm×400mm）を作製した。作製した各種供試体について、養生期間：5日における曲げ強度を、JIS A 1106 (2006) 曲げ強度試験に従って測定した。また、一部の供試体については、養生期間：28日における曲げ強度も測定した。

40

これらの結果を、表1に示す。

【0036】

【表 1】

供試体		鉄鋼スラグ含有組成物の配合											曲げ強度(N/mm ²)		備考
		水	製鋼スラグ		高炉スラグ 微粉末	アルカリ刺激材		混和剤 *3	空気	計 *4	材齢 5日	材齢 28日			
			細粒 *1	粗粒 *2		普通ポルト ランドセメント	フライアッシュ								
A	単位量 (kg/m ³)	119	1111	940	340	170	85	2.97	-	2765	転圧不可	比較例			
	密度 (t/m ³)	1.00	3.32	2.81	2.88	3.15	2.14	-	-						
	容積 (m ³)	119.0	669.2			118.1	54.0	39.7	-	1000					
B	単位量 (kg/m ³)	75	1383	1091	229	115	-	2.97	-	2893	5.13	5.54	発明例		
	密度 (t/m ³)	1.00	3.32	2.78	2.88	3.15	-	-	-	1000					
	容積 (m ³)	75.0	809.0			79.5	36.5	-	-	-					
C	単位量 (kg/m ³)	75	1333	1132	229	115	-	2.97	-	2884	5.00	5.58	発明例		
	密度 (t/m ³)	1.00	3.32	2.78	2.88	3.15	-	-	-	-				1000	
	容積 (m ³)	75.0	808.7			79.5	36.5	-	-	-				-	
D	単位量 (kg/m ³)	89	1195	1223	219	110	-	1.64	-	2836	5.13	-	発明例		
	密度 (t/m ³)	1.00	3.32	2.78	2.88	3.15	-	-	-	-				1000	
	容積 (m ³)	89.0	800.0			76.0	34.9	-	-	-				-	

*1) 粒径が5mm以下の製鋼スラグ

*2) 粒径が5mm超25mm以下の製鋼スラグ

*3) 減水剤

*4) 混和剤を除いた合計単位量、合計容積

【0037】

表 1 に示すように、比較例の供試体Aは、単位水量が本発明で規定する範囲を超えており、転圧による締め固めが不可能であった。

これに対し、発明例の供試体(B,C,D)は、養生期間(材齢): 5日における曲げ強度が5N/mm²以上であり、本発明により、転圧して締め固めた鉄鋼スラグ水和固化体を、早期交通開放を必要とする舗装版に適用できることがわかった。