

(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2014-201929

(P2014-201929A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
E O 4 G 23/02 (2006.01)	E O 4 G 23/02 D	2 E 1 7 6
C O 4 B 41/68 (2006.01)	C O 4 B 41/68	4 G O 2 8

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-77984 (P2013-77984)	(71) 出願人	598015084 学校法人福岡大学 福岡県福岡市城南区七隈8丁目19番1号
(22) 出願日	平成25年4月3日(2013.4.3)	(71) 出願人	510107873 株式会社ラドジャパン 東京都台東区元浅草4丁目5番2号
		(71) 出願人	000001373 鹿島建設株式会社 東京都港区元赤坂一丁目3番1号
		(74) 代理人	100099508 弁理士 加藤 久
		(74) 代理人	100093285 弁理士 久保山 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ケイ酸塩系表面含浸工法に用いる反応促進材及びコンクリート補強方法

(57) 【要約】

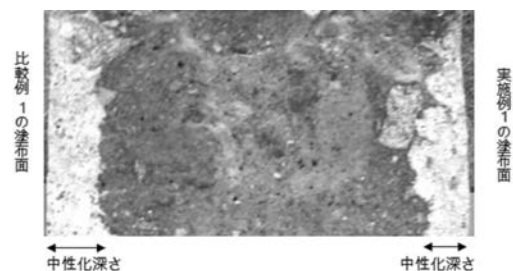
【課題】

ケイ酸塩系表面含浸工法によるコンクリート補強効果をより改質する方法およびそれに用いられる反応促進材を提供する。また、産業廃棄物として処理されている建設汚泥や回収水量を低減する方法を提供する。

【解決手段】

ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有することを特徴とする反応促進材。また、ケイ酸塩系表面含浸材を用いるコンクリート補強方法であって、コンクリート表面に、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材を塗工する工程(A)と、ケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程(B)とを有することを特徴とするコンクリート補強方法。特に、前記反応促進材に含有されるカルシウム成分として、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を用いることで、産業廃棄物の再利用にも資する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、当該反応促進材がカルシウム成分と亜硝酸塩とを含有することを特徴とする反応促進材。

【請求項 2】

前記反応促進材に含有されるカルシウム成分が、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分である請求項 1 記載の反応促進材。

【請求項 3】

前記反応促進材に含有される亜硝酸塩が、亜硝酸カルシウムと亜硝酸リチウムから選択される少なくとも 1 以上の亜硝酸塩である請求項 1 または 2 に記載の反応促進材。

10

【請求項 4】

前記ケイ酸塩系表面含浸材が、ケイ酸リチウム、ケイ酸ナトリウムまたはケイ酸カリウムから選択される少なくとも 1 以上のケイ酸アルカリ金属塩を含有するケイ酸塩系表面含浸材である請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の反応促進材。

【請求項 5】

前記反応促進材が溶液であって、当該溶液の pH が、12 以上 14 以下である請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の反応促進材。

【請求項 6】

ケイ酸塩系表面含浸材を用いるコンクリート補強方法であって、コンクリート表面に、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材を塗工する工程（A）と、ケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程（B）とを有することを特徴とするコンクリート補強方法。

20

【請求項 7】

前記工程（A）の後に、前記工程（B）を行う請求項 6 に記載のコンクリート補強方法。

【請求項 8】

前記工程（A）を行った後 1 時間以上経過してから、前記工程（B）を行う請求項 7 に記載のコンクリート補強方法。

【請求項 9】

前記反応促進材に含有されるカルシウム成分が、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分である請求項 6～8 のいずれか 1 項に記載のコンクリート補強方法。

30

【請求項 10】

建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を、ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有することを特徴とする反応促進材に利用することで、建設汚泥および／または回収水を再利用する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ケイ酸塩系表面含浸工法に用いる反応促進材および当該反応促進材を用いたコンクリート補強方法に関する。より詳しくは、産業廃棄物として処理されてきた建設汚泥や回収水を再利用することで、環境負荷が小さく、産業廃棄物の再利用効率を向上させ、埋立処分量を低減することができるケイ酸塩系表面含浸工法に用いる反応促進材に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

土木建築構造物用に広く用いられるコンクリートは、経年変化に伴い、中性化や塩害によって、構造性能が低下することが知られている。このようなコンクリートに対し、コンクリートへの劣化因子の侵入を抑制、防止するために、防水材や保護材を用いるようなさまざまなコンクリートの耐久性改善方法が提案されている。それらの一つとして、ケイ酸

50

塩系表面含浸工法と呼ばれるコンクリート改質剤を用いた工法が実施されている。この工法は、ケイ酸リチウム、ケイ酸ナトリウムおよびケイ酸カリウムを単独あるいはこれらを混合したものを主成分とした材料にその他の副成分を適宜複合したケイ酸塩系表面含浸材を、耐久性を改善したいコンクリート表面に塗工するものである（特許文献１、非特許文献１）。

【０００３】

ケイ酸塩系表面含浸工法は、中性化が進行したコンクリートや雨水等によってカルシウム成分が溶出している既設コンクリートの表面に行われる場合が多い。また、塗工対象となるコンクリートの種類によってはコンクリート中のカルシウム成分の含有量が元来低いものがある。ケイ酸塩系表面含浸工法には、いわゆるＣ－Ｓ－Ｈ結合のＣにあたるカルシウムが必須の成分となるため、ケイ酸塩系表面含浸工法には、カルシウム塩の水溶液等のカルシウム成分を追加で塗工することがある（特許文献２）。

10

【０００４】

一方、レディーミクストコンクリート工場や、生コンクリートの運搬を行うミキサー車等では、それらの施設や設備を洗浄したときに、回収水が発生する。これらの回収水は、現在、脱水ケーキやスラッジとして埋立処分されており、埋立処分場の確保が困難になってきていることや埋立地域等の環境問題の原因となっている。回収水を再利用する方法として、レディーミクストコンクリートの練り混ぜに用いる水に再利用することも提案されているが、この再利用法ではコンクリートの性能低下の恐れがあり、特に長期使用されるコンクリートや、高強度が求められるコンクリートには使用することができない。また、練り混ぜ水として使用する場合も、その使用濃度には制限があり、十分に再利用されていなかった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開平７－２６７７４号公報

【特許文献２】特開２０１２－２４１４７５号公報

【非特許文献】

【０００６】

【非特許文献１】公益社団法人土木学会発行「コンクリートライブラリー１３７ ケイ酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明は、ケイ酸塩系表面含浸工法による補強効果をより改質する反応促進材を提供することを目的とする。また、併せて産業廃棄物として処理されている建設汚泥や回収水を活用することを可能とする。より具体的には、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を有効活用した反応促進材を用いて、ケイ酸塩系表面含浸工法によって中性化等の劣化が進行したコンクリートを補強する方法に関するものである。

【課題を解決するための手段】

40

【０００８】

本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、下記の発明が上記目的に合致することを見出し、本発明に至った。

【０００９】

すなわち、本発明は、以下の発明に係るものである。

< 1 > ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、当該反応促進材がカルシウム成分と亜硝酸塩とを含有することを特徴とする反応促進材。

< 2 > 前記反応促進材に含有されるカルシウム成分が、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分である前記< 1 >記載の反応促進材。

50

< 3 > 前記反応促進材に含有される亜硝酸塩が、亜硝酸カルシウムと亜硝酸リチウムから選択される少なくとも 1 以上の亜硝酸塩である前記< 1 >または< 2 >に記載の反応促進材。

< 4 > 前記ケイ酸塩系表面含浸材が、ケイ酸リチウム、ケイ酸ナトリウムまたはケイ酸カリウムから選択される少なくとも 1 以上のケイ酸アルカリ金属塩を含有するケイ酸塩系表面含浸材である前記< 1 >～< 3 >のいずれかに記載の反応促進材。

< 5 > 前記反応促進材が溶液であって、当該溶液の pH が、12 以上 14 以下である前記< 1 >～< 4 >のいずれかに記載の反応促進材。

< 6 > ケイ酸塩系表面含浸材を用いるコンクリート補強方法であって、コンクリート表面に、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材を塗工する工程（A）と、ケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程（B）とを有することを特徴とするコンクリート補強方法。

< 7 > 前記工程（A）の後に、前記工程（B）を行う前記< 6 >に記載のコンクリート補強方法。

< 8 > 前記工程（A）を行った後 1 時間以上経過してから、前記工程（B）を行う前記< 7 >に記載のコンクリート補強方法。

< 9 > 前記反応促進材に含有されるカルシウム成分が、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分である前記< 6 >～< 8 >のいずれかに記載のコンクリート補強方法。

< 10 > 建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を、ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有することを特徴とする反応促進材に利用することで、建設汚泥および／または回収水を再利用する方法。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ケイ酸塩系表面含浸工法によるコンクリート補強効果を高めることができる。また、同時に、産業廃棄物として埋立処分等されてきた建設汚泥や回収水の廃棄量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本発明により建設汚泥や回収水を再利用するサイクルの概念図である。

【図 2】本発明の反応促進材の有無による中性化抑制深さを比較したコンクリート供試体の写真である。

【図 3】本発明の反応促進材の有無による中性化抑制深さを比較したコンクリート供試体の写真である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に本発明の実施の形態を詳細に説明するが、以下に記載する構成要件の説明は、本発明の実施態様の一例（代表例）であり、本発明はその要旨を超えない限り、以下の内容に限定されない。

【0013】

本発明は、ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材にかかるものがある。この反応促進材は、後述するケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応によりコンクリートを補強するケイ酸塩系表面含浸工法において、C－S－H 結合を形成する反応を促進することで、コンクリート補強効果を向上させるものである。以下、各成分について説明する。

【0014】

〔ケイ酸系表面含浸材〕

本発明のケイ酸塩系表面含浸材とは、ケイ酸アルカリ金属塩を主成分とする液状材料である。ここで、ケイ酸アルカリ金属塩としては、具体的には、ケイ酸リチウム、ケイ酸ナ

10

20

30

40

50

トリウムまたはケイ酸カリウムから選択される少なくとも1以上のケイ酸アルカリ金属塩を含有するケイ酸塩系表面含浸材が一般的に使用される。ケイ酸塩系表面含浸材は、これらのケイ酸アルカリ金属塩と、適宜添加される添加剤や副成分を溶媒に溶解させた材料である。

【0015】

ケイ酸塩系表面含浸材に、適宜添加される添加剤としては、含浸性を向上させるエタノール等の低級アルコールやドデシルトリメチルアンモニウムクロライド等の界面活性剤、ホウ素等の反応遅延剤、炭酸カリウム等の凍結抵抗剤、その他耐水性、耐酸性、耐摩耗性等の向上を目的に添加される機能付加剤等が例示される。

【0016】

また、ケイ酸塩系表面含浸材の副成分としては、撥水性を付与するためのアルキルアルコキシシラン、ポリオルガノシロキサンや、充填率を向上させるためのコロイダルシリカ、塗膜養生強化のための酢酸ビニル類やアクリル共重合体等のポリマーエマルジョンが例示される。

【0017】

ケイ酸系表面含浸材は、塗工対象となるコンクリートによって、その組成が調整されるが、一般的には、ケイ酸塩系表面含浸材中の溶媒を除いた乾燥固形分が10重量%以上であることが好ましく、より好ましくは15重量%以上である。また、その上限はケイ酸塩系表面含浸材として塗工性等を考慮して適宜調整されるが、50重量%以下であり、好ましくは35重量%以下である。また、固形分中の主たる成分として、ケイ酸アルカリ金属塩が固形分中、50重量%以上であることが好ましい。ケイ酸アルカリ金属塩としては、ナトリウム塩またはカリウム塩が好ましく、ケイ酸系表面含浸材中のナトリウム塩とカリウム塩との合計が乾燥固形分中7重量%以上であることが好ましい。

【0018】

ケイ酸系表面含浸材の溶媒としては、一般的には、前記ケイ酸アルカリ金属塩、添加剤、副成分等は水に溶解または分散するものから選択され、また、塗工対象となるコンクリートは、自然環境中に暴露される土木建築物であることが多いため、自然環境を汚染するリスクが少ない水を用いることが多い。

【0019】

ケイ酸塩系表面含浸材は、その反応特性から、「固化型ケイ酸塩系表面含浸材（以下、「固化型含浸材」と略記することがある）」と「反応型アルカリケイ酸塩系表面含浸材（以下、「反応型含浸材」と略記することがある）」とに分類されることがある。固化型含浸材とは、材料自体の乾燥により、固化が進行し、その固化物によってコンクリート中の空隙を充填するもので、材料が乾燥した後の固化物は難溶性である。固化型含浸材には、一般的に、主成分としてケイ酸リチウムが高濃度で混合されている。一方、反応型含浸材とは、未反応のまま残存している主成分が乾燥により析出しても、水分が供給されると再度溶解し、水酸化カルシウムとの反応性を有するものである。このような反応型含浸材には、一般的に、ケイ酸ナトリウム、ケイ酸カリウムが高濃度で混合されている。本発明の反応促進材は、固化型含浸材または反応型含浸材のいずれのケイ酸塩系表面含浸材が塗工されたコンクリートであっても、その反応を促進することができる。

【0020】

なお、ケイ酸塩系表面含浸材を用いてコンクリートを補強する工法は、一般にケイ酸塩系表塩含浸工法とよばれている。ケイ酸塩系表面含浸工法は、主に、中性化や塩害が進行したコンクリートの耐久性を向上させることを目的として実施される工法である。この工法は、コンクリートとケイ酸塩系表面含浸材が反応し、C-S-H結合を形成することを利用した工法であり、具体的には、ケイ酸系表面含浸剤をコンクリート表面から含浸させ、コンクリート表面の空隙を固化物あるいはコンクリート中のカルシウム成分（酸化カルシウム）と反応させ、いわゆるC-S-H ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 結合したゲルにより充填することで、コンクリートの耐久性を向上させるものである。このコンクリート中のカルシウム成分は、コンクリートの種類、建設後の経過時間等によってはコンクリート自

体に由来するものでは十分ではないことがあるため、本発明では後述のように反応促進材にカルシウム成分を添加して用いる。

【0021】

〔コンクリート〕

本発明のコンクリート補強方法を行うコンクリートは、どのようなコンクリートでもよく、中性化が進行したコンクリート表面に限定されるものではなく、建築直後等のコンクリートであっても、そのコンクリート表面にC-S-H結合の層を設けることで補強しようとするものに適用することができる。本発明が適用されるコンクリートを、例示すると、普通コンクリート、舗装コンクリート、AEコンクリート、流動化コンクリート（流動化剤を用いて施工性をよくしたコンクリート）、気泡コンクリート（発泡剤を用いて多量の気泡を混入し、軽量としたコンクリート）、フライアッシュコンクリート（火力発電所における微粉石炭の燃焼によって生ずる良質な微粉灰を混入したコンクリート）、および高炉セメントコンクリート等が挙げられる。

【0022】

〔反応促進材〕

本発明の反応促進材は、前述のケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材である。この反応促進材には、カルシウム成分と亜硝酸塩とが含有される。さらに、適宜、分散剤やpH調整剤、粘度調整剤等を含有していてもよい。反応促進剤は、一般的には、ケイ酸塩系表面含浸材同様に、広面積を持つコンクリート構造物に塗工しやすいように液状で提供されることが多い。この液状の反応促進材には、カルシウム成分と亜硝酸塩とが完全に溶解している状態でもよいし、分散している状態で混合されていてもよいし、これらの成分を高濃度に含有させたスラリー状のものでもよい。さらに、粉体状で使用してもよい。好ましくは、塗工を行いやすいように、カルシウム成分と亜硝酸塩とを、溶解または分散させた溶液として用いることが一般的である。溶液とする場合、溶媒としては一般的には水を主たる成分とする。

【0023】

〔カルシウム成分〕

本発明の反応促進材には、カルシウム成分が含有される。このカルシウム成分は、亜硝酸塩と同様に、一般的にはカルシウム成分を水溶液に溶解や分散させた状態である反応促進材の溶液（反応促進材溶液）として調整される。本発明のケイ酸塩系表面含浸工法においては、コンクリート表面にいわゆるC-S-H結合が形成される。そのためには、コンクリート表面にカルシウムイオンが存在している必要がある。このカルシウムイオンは、コンクリート由来のものでもよいが、高炉セメント等、元来カルシウム濃度が低いセメントによるコンクリートもあるため、ケイ酸塩系表面含浸材のみを塗工してもこのカルシウムイオンが不足し、十分にC-S-H結合が構成されないことがあった。このようなカルシウム成分を反応の場となるコンクリート中に提供するために、本発明の反応促進材には、カルシウム成分が含有され、これによってC-S-H結合が形成されやすくなる。カルシウム成分としては、例えば、亜硝酸塩として亜硝酸カルシウムを用いたり、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等の試薬を用いたり、セメント溶出物由来のカルシウム成分を用いることもできる。一般的に、コンクリート構造物に用いられる原料でカルシウム成分を含むものは、それを水に分散させても溶解性が低く、溶解しているカルシウムイオン濃度は高くならないことがある。このため、本発明の反応促進材溶液に用いられるカルシウム溶液は、その溶解させるものの飽和カルシウム溶液として用いてもよいし、完全に溶解していない分散状態のカルシウム溶液（分散液）として用いても良い。また、分散状態の液をしばらく静置し、その上澄みをカルシウム成分を含有する溶液として用いてもよい。

【0024】

〔亜硝酸塩〕

本発明の反応促進材には、亜硝酸塩が含有される。本発明の反応促進材に用いられる、亜硝酸塩とは、亜硝酸と、アルカリ金属やアルカリ土類金属等の軽金属との塩であり、具体的には、亜硝酸リチウム、亜硝酸カリウム、亜硝酸カルシウムが例示される。一般的に

は、これらの亜硝酸塩と前述のカルシウム成分とを水溶液に溶解や分散させた状態である反応促進材の溶液（反応促進材溶液）として調整され使用される。反応促進材溶液中の亜硝酸塩の濃度は、コンクリート表面や内部で、ケイ酸塩系表面含浸材と反応し所望の層（pH等と併せて調整することで、固層やゲル層として得られる。）を得ることができるように調節され、さらに、コンクリートに塗工されたケイ酸塩系表面含浸材の種類や、コンクリート中のカルシウム濃度、亜硝酸塩の組み合わせ等により、適宜調整される。ただし、濃度が低すぎる場合、十分に反応を促進しないことがあるため、反応促進材溶液中の濃度として、好ましくは亜硝酸塩の濃度が 0.5 mmol/L （ $0.5 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$ ）以上、より好ましくは 1.0 mmol/L 以上である。亜硝酸塩の濃度の上限は特に定めはなく、飽和状態の溶液であってもよいが、 0.2 mol/L 以下でよく、 0.1 mol/L 以下でも十分に反応促進材として機能する。また、亜硝酸塩の種類や濃度によって反応に要する時間や、ゲルの構造、得られるC—S—H結合による層の緻密さ等の構成が変わる。

10

【0025】

本発明の反応促進材は、その態様が溶液の場合、そのpHによって、ケイ酸塩系表面含浸材と反応した時の不揮発性物質の生成量が異なる傾向があり、この不揮発性物質が多いほど、コンクリート中でのC—S—Hゲル形成量が増加する傾向がある。このC—S—Hゲル形成量が多いほど、中性化抑制能等が向上しやすく、コンクリート補強効果は高いものとなる。反応促進材溶液のpHが9以上であれば、反応促進効果を期待することができるが、好ましくはpHが10～14であり、より好ましくはpHが12～14である。特に、pH12以上のとき、ケイ酸塩系表面含浸材と反応促進材溶液とが反応した後、ゲル化しやすく、不揮発性物質の生成量が多く、かつ緻密な構造のゲルを形成しやすくなる。

20

【0026】

〔建設汚泥および／または回収水〕

本発明において、前記反応促進材に含有されるカルシウム成分は、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分であることが好ましい。ここで、回収水とは、JIS A 5308（2009）において定義されているように、レディーミクストコンクリート工場で、洗浄によって発生する排水のうち、運搬車、プラントのミキサ、ホッパなどに付着したレディーミクストコンクリートおよび戻りコンクリートの洗浄水を処理して得られるスラッジ水および上澄み水の総称である。回収水の、セメントから溶出する水酸化カルシウム等を含むアルカリ性が高いものを上澄み水と呼び、スラッジ水はスラッジ固形分を含むものである。また、建設汚泥とは、回収水の主にスラッジ水を濃縮し、流動性が低下したものであり、スラッジおよびスラッジケーキ等の態様を含むものである。これらのレディーミクストコンクリート工場から排出される回収水等の産業廃棄物は、この建設汚泥の態様として、水分含有量を低下させた状態で前述のように埋立処理されることが多い。本発明は、この建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を用いて達成することができ、建設汚泥のみからカルシウム成分を抽出してもよく、回収水のみからカルシウム成分を抽出してもよく、建設汚泥と回収水の両方からカルシウム成分を抽出してもよい。これらに由来するカルシウム成分を利用して達成することができるため、その埋立処理コスト（費用や手間）の削減に寄与することができる。また、これらの利用は、コンクリート補強効果を向上させるものであって、従来の回収水の再利用のようにコンクリート強度が低下するリスクが少ない点でも優れた利用方法である。

30

40

【0027】

具体的には、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を用いる場合、建設汚泥および／または回収水を当該カルシウム成分として反応促進材溶液に溶解や分散させて用いる。このとき、回収水（特にその上澄み水）は、その水溶液の状態で、あるいは適宜希釈して用いることができる。また、スラッジやスラッジケーキのような建設汚泥であって、水溶液よりも固体、粉体に近い状態の場合、これらを水に分散させ分散液の状態で用いても良いし、分散させた後しばらく静置して上澄み部分を用いても良い。分散

50

液の状態で行う場合、反応促進材溶液全体の塗工ムラの原因となることがあるため、使用前に十分に攪拌等してから使用することが好ましい。なお、本発明の反応促進材は、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を含んでいればよく、建設汚泥や回収水のカルシウム以外の成分も含んだまま使用してよい。カルシウム成分以外も含んだまま使用できるため、効率よく、建設汚泥や回収水を再利用することができる。

【0028】

本発明の反応促進材は、ケイ酸塩系表面含浸材に補助的にカルシウム成分のみを加えるものではなく、前述のように亜硝酸塩も用いる。この亜硝酸塩も用いた反応促進材とすることにより、濃度や純度が不安定になりやすい建設汚泥や回収水由来のカルシウム成分も十分に利用することができるようになるものである。

10

【0029】

また、本発明は、建設汚泥および／または回収水から抽出したカルシウム成分を、ケイ酸塩系表面含浸材とコンクリートとの反応を促進する反応促進材であって、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材に利用することで、建設汚泥や回収水を再利用する方法に関するものである。すなわち、建設汚泥や回収水の再利用方法としても達成することができる。本発明の建設汚泥や回収水を再利用するにあたってのコンクリートの循環について、図1に示す。従来は、コンクリート構造物の建設に用いられなかった生コンクリートは洗浄され、洗浄液やその脱水ケーキ等に処理され、建設汚泥や回収水となり埋立処分されていた。また、耐用年数を経過したりして解体された解体コンクリートも直接コンクリート構造物に利用されるような場合しか、十分に再利用されてこなかった。しかし、

20

【0030】

また、本発明は、前述の反応促進材を用いてコンクリートを補強する方法であり、すなわち、ケイ酸塩系表面含浸材を用いるコンクリート補強方法であって、コンクリート表面に、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材を塗工する工程（A）と、ケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程（B）とを有するコンクリート補強方法にかかるものである。特に、本発明が適用されるケイ酸塩系表面含浸材を用いたコンクリート補強方法は、コンクリートの中性化抑制や、塩害抑制のために行われるものである。

30

【0031】

本発明は、コンクリート表面に、カルシウム成分と亜硝酸塩とを含有する反応促進材を塗工する工程（A）を有する。また、本発明は、ケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程（B）を有する。このケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程（B）によって、コンクリート表面にC-S-Hゲル層を形成し、コンクリート補強効果が生じるが、本発明の工程（A）で塗工する反応促進材が、このC-S-Hゲルを形成する場に存在することで、C-S-Hゲルを形成する反応が促進される。

40

【0032】

工程（A）と工程（B）はいずれの工程を先に行ってもよいが、工程（A）の後に、前述したケイ酸塩系表面含浸材を塗工する工程（B）を行うことが好ましい。工程（B）で塗工されるケイ酸塩系表面含浸材の塗工前に、工程（A）で塗工される反応促進材を塗工することで、ケイ酸塩系表面含浸材は直ちに、コンクリート表面でC-S-H結合を形成し、コンクリート表層部にそのゲル層を形成し始める。このC-S-H結合を形成する反応は比較的緩やかな速度で形成されるもので、通常、1時間以上かけて行われる。そのため、工程（A）の直後（例えば数分後）に工程（B）を行っても、コンクリート表面にC-S-Hゲル層を得ることができる。しかし、コンクリート表面から内層側にある程度、反応促進材（主として溶液として用いられる）が浸透してから、ケイ酸塩系表面含浸材を

50

塗工した方が、より内部にまで効率よくC-S-Hゲル層が形成されるため、工程（A）から1時間以上後に、工程（B）を行うことが好ましい。工程（A）後、工程（B）を開始するまでの時間は、12時間以上であることが好ましく、24時間以上であることがより好ましく、特に好ましくは48時間以上である。また、反応促進材溶液がコンクリート表面から内層部に十分浸透している間であれば、工程（B）はいつ行っても良いが、一般的に多くのコンクリート建造物は屋外に置かれているため、風雨等により反応促進材は流出しその浸透量が低下することがあるため、工程（B）は工程（A）後72時間以内に行うことが好ましい。

【0033】

工程（A）で塗工する反応促進材と、工程（B）で塗工するケイ酸塩系表面含浸材との塗工量は、それぞれの濃度や形態により変更され、コンクリート表面に所望のC-S-Hゲル層を得ることができれば問わないが、反応促進材もケイ酸塩系表面含浸材も水溶液として用いられることが一般的であり、その溶液の重量比として、工程（A）に用いた反応促進材：工程（B）に用いたケイ酸塩系表面含浸材が、20：1～1：20であることが好ましく、より好ましくは10：1～1：10であることが好ましく、さらに好ましくは5：1～1：5であることが好ましい。塗工する溶液の重量比に併せてそれぞれの反応促進材、ケイ酸塩系表面含浸材の選択、調製を行うことで、本発明のコンクリート補強方法を実施する現場での塗工工程の把握が容易になり、安定した塗工効果を得ることができる。

10

【0034】

本発明の反応促進材の塗工方法およびケイ酸塩系表面含浸材の塗工方法はどのようなものでもよく、例えば、噴霧、ローラー塗り、刷毛塗り等の方法で工程（A）、工程（B）を行うことができる。

20

【0035】

本発明のコンクリート補強方法により補強されたコンクリートは、そのコンクリート表面付近等に、ケイ酸塩系表面含浸材によるC-S-Hゲル層があるかを評価することや、そのコンクリートの中性化深さの測定、空隙量の測定、防水性試験、ひび割れ透水性試験、電子顕微鏡観察等の評価を行うことで補強の有無およびその効果を評価することができる。

【0036】

以上のように、本発明のコンクリート補強方法によって、コンクリート構造物の予防保全や、特に中性化が進行したコンクリートの補強（性能回復）効果を得ることができる。また、本発明のコンクリート補強方法には、脱水ケーキ、生コンスラッジ等の建設汚泥や回収水を利用することができるものであるから、産業廃棄物量の削減にも資することができるものである。

30

【実施例】

【0037】

以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明は、その要旨を変更しない限り以下の実施例に限定されるものではない。

【0038】

40

〔評価項目〕

不揮発性物質質量

容器に10cc（誤差0.1g以内）のケイ酸塩系表面含浸材と、10ccの反応促進材溶液を投入し、温度105℃（誤差5℃以内）の恒温槽に試料の入った容器を入れ、24時間（約1日）ごとに取り出し、デシケーター内で常温にした後、0.01g単位で質量を測定する。質量変化が1g/日以内になった時点で終了し、不揮発性物質質量を求める。

【0039】

（2）中性化抑制比試験

ケイ酸塩系表面含浸剤等の塗工により、コンクリートの中性化がどの程度抑制されてい

50

るかの評価は、以下の試験方法で評価する。

ケイ酸塩系表面含浸材等を塗工しなかったコンクリートの表面からの中性化深さ：D 1

塗工処理を行ったコンクリートの表面からの中性化深さ：D 2

中性化抑制比（％）＝（D 2／D 1）× 1 0 0

なお、コンクリート表面からの中性化深さは、コンクリート中の碎石の密度のバラつき等によってバラつきが生じることがあるため、5点以上の平均値として求めた深さである。

【 0 0 4 0 】

（ 3 ） 中性化深さの測定方法

中性化深さの測定は、C O₂濃度 5 %、湿度 6 0 % の環境において中性化を促進させて、所定の材齢にてフェノールフタレイン溶液をコンクリート断面に噴霧する。呈色していない箇所をノギスで測定し、これを中性化深さとする。

【 0 0 4 1 】

[サンプルの作成]

（ 1 ） 反応促進材の調製

・ カルシウム溶液（カルシウム成分）

建設汚泥であるスラッジ 3 0 重量部（回収水のスラッジ水を、乾燥させたもの）を水 1 0 0 重量部に溶解させ、スラッジ分散液（ 1 3 0 重量部）を調整した。このスラッジ分散液を、ろ紙（J I S P 3 8 0 1 5 種 B）を用いて濾過し、その濾液を、建設汚泥から抽出したカルシウム成分を含むカルシウム溶液として用いた。

・ 亜硝酸塩 A 溶液（亜硝酸塩 A 成分）

亜硝酸カルシウム（日産化学工業製）を水に溶解させ、亜硝酸カルシウム濃度が 0 . 2 m o l / L である亜硝酸 A 溶液を調整した。

・ 亜硝酸塩 B 溶液（亜硝酸塩 B 成分）

亜硝酸リチウム（日産化学工業製）を水に溶解させ、亜硝酸リチウム濃度が 0 . 2 m o l / L である亜硝酸塩 B 溶液を調整した。

・ p H 調整剤

固体の水酸化ナトリウム（W a k o 製）を p H 調整剤として用いた。

【 0 0 4 2 】

前記カルシウム溶液、亜硝酸塩 A 溶液、亜硝酸塩 B 溶液、p H 調整剤を表 1 に示す割合で混合し、溶液状の反応促進材（以下、「反応促進材溶液」と略記。）を調整した。

【 0 0 4 3 】

【 表 1 】

	カルシウム溶液	亜硝酸塩 A 溶液	亜硝酸塩 B 溶液	pH 調整剤	混合後の pH	不揮発性物質質量
	スラッジから抽出	Ca(NO ₂) ₂	LiNO ₂	NaOH	—	
反応促進材溶液(1)	300mL	9mL	45mL	0	11.54	5.6g
反応促進材溶液(2)	300mL	9mL	45mL	6g	12.44	13.4g
反応促進材溶液(3)	300mL	9mL	45mL	18g	12.82	16.7g

【 0 0 4 4 】

（ 2 ） ケイ酸塩系表面含浸材

・ ケイ酸塩系表面含浸材（ 1 ）

ケイ酸塩系表面含浸材（ 1 ）として、ラドコン（登録商標）7（ラドジャパン社製）を用いた。

【 0 0 4 5 】

（ 3 ） コンクリート供試体サンプル

コンクリート供試体（ I ）は以下の原料・工程にて製造したものを用いた。

【 0 0 4 6 】

1) 原料

・セメント：普通ポルトランドセメント（大阪住友セメント社製）

・骨材：海砂、碎石

10

20

30

40

50

・化学混和物：A E減水剤（B A S F社製“J I S A 6 2 0 4 A E減水剤標準型（I種）”）、A E剤（B A S F社製“マイクロエア303A”）

【0047】

2) 工程

セメント2.37kgと水1.67kgと海砂8.89kgと碎石9.97kgを、コンクリートミキサーで混合し幅10cm×高さ10cm×長さ40cmの型枠に流し込み、28日間水中養生することで、コンクリート供試体（I）を得た。当該コンクリート供試体（I）の組成を表2に示す。表中、Wは水、Cはセメント、Sは海砂、Gは碎石をそれぞれ表す。W/Cは、水とセメントの重量比率（水の重量/セメントの重量）である。s/aは、海砂（s）が海砂と碎石の総重量（a）に占める重量比率（「海砂：s」/「海砂+碎石：a」）である。

10

【表2】

W/C	s/a	W	C	S	G	AE減水剤	AE剤
(%)	(%)	(kg/cm ³)	(kg/cm ³)	(kg/cm ³)	(kg/cm ³)	(kg/cm ³)	(kg/cm ³)
70	40	167	237	889	996.5	3.318	0.9

【0048】

3) 中性化コンクリート供試体

コンクリート供試体（I）を、28日間CO₂濃度5%、湿度60%の環境下で中性化させることで中性化コンクリート供試体（I'）を得た。

【0049】

20

「実施例1」

以下の工程で、コンクリート供試体を補強した。

【0050】

（工程1） 中性化コンクリート供試体（I'）の上面に、反応促進材溶液（1）を、コンクリート供試体の上面表面積400（cm²）に対して、10（mL）刷毛を用いて、上面全体に均一に塗工した。

【0051】

（工程2） 前記工程1後、24時間経過後に、前記ケイ酸塩系表面含浸材（1）を、反応促進材溶液（1）を塗工した面であるコンクリート供試体の上面（表面積400（cm²）に、10mL刷毛を用いて全体に均一に塗工して、1時間後に10mLの水の散水を行った。その後1週間湿布養生することで、補強されたコンクリート供試体（A）を得た。

30

【0052】

前記、コンクリート供試体（A）を、CO₂濃度5%、湿度60%の環境下で中性化を促進し、促進期間45日、67日、90日での中性化深さの測定を行った。

【0053】

「実施例2」

前記、実施例1において、反応促進材溶液（1）に代え、反応促進材溶液（2）を用いた以外は、同様の工程で、補強されたコンクリート供試体（B）を得て、その中性化深さの試験を行った。

40

【0054】

「実施例3」

前記、実施例1において、反応促進材溶液（1）に代え、反応促進材溶液（3）を用いた以外は、同様の工程で、補強されたコンクリート供試体（C）を得て、その中性化深さの評価試験を行った。

【0055】

「比較例1」

中性化コンクリート供試体（I）に、実施例1の補強工程に用いた反応促進材溶液およびケイ酸塩系表面含浸材の塗工を行わず、10mLの水の散水処理のみを行い、1週間の湿布養生を行って、コンクリート供試体（D）を得た。これを、中性化促進し、その中性化

50

深さの評価試験を行った。このコンクリート供試体（D）の中性化深さが、実施例１～３の中性化抑制比を求めるときの、「ケイ酸塩系表面含浸材等を塗工しなかったコンクリートの表面からの中性化深さ：D１」にあたるブランク値である。

【００５６】

実施例１～３および比較例１のコンクリート供試体の４５、６７、９０日後の中性化抑制比を表３に示す。また、実施例１および比較例１の９０日後の中性化の程度を試験したコンクリート供試体の写真を図２に示す。図２の右側が実施例１の試験を行った面側であり、左側が比較例１の試験を行った面側である。また、実施例２および比較例１の９０日後の中性化の程度を試験したコンクリート供試体の写真を図３に示す。図３の右側が実施例２の試験を行った面側であり、左側が比較例１の試験を行った面側である。図２と図３のコンクリート供試体は、中性化していない部分は、前記評価項目（３）で噴霧したフェノールフタレイン溶液が反応して着色するため図中では濃い色で示されるが、中性化した部分は着色がなくなるため図中では薄い灰色で示される。

図２、３の右側に示す実施例１、２にかかるコンクリート供試体の面の方が、図２、３の左側に示す比較例１に係るコンクリート供試体の面よりも中性化している深さ（図は断面図のため部分）が少ないことがわかる。

【００５７】

【表３】

		中性化抑制比	中性化抑制比	中性化抑制比
		(45日後)(%)	(67日後)(%)	(90日後)(%)
実施例1	コンクリートブロック(A)	98	91	91
実施例2	コンクリートブロック(B)	68	63	62
実施例3	コンクリートブロック(C)	93	73	60
比較例1	コンクリートブロック(D)	100(ブランク)	100(ブランク)	100(ブランク)

【００５８】

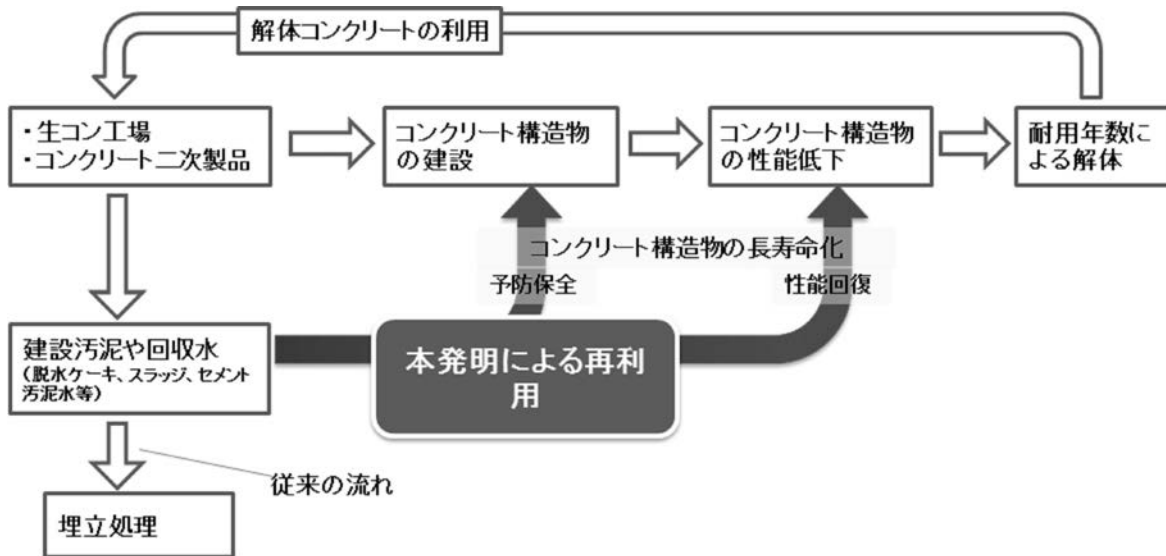
中性化抑制比は、中性化が進行している深さの程度を示す値のため、この値が小さいほど、中性化を抑制できていることを示す。本発明の反応促進剤溶液を用いた実施例１～３にかかるコンクリート供試体はいずれも、本発明の反応促進材溶液を用いなかった比較例１にかかるコンクリート供試体よりも中性化を抑制できていた。特に、実施例１よりもｐＨが高い反応促進材溶液を用いた実施例２、３にかかるコンクリート供試体はより中性化抑制効果が高かった。

【産業上の利用可能性】

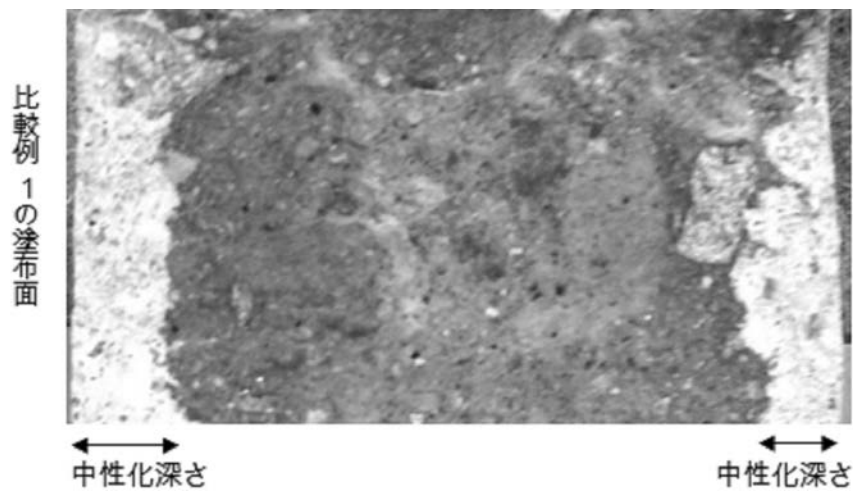
【００５９】

本発明によれば、コンクリート構造物の耐久性を向上させ、その予防保全および性能回復に資することができる。また、本発明に用いる反応促進材溶液には、産業廃棄物として埋立処理されてきた脱水ケーキやスラッジ等の建設汚泥や回収水を有効に活用することができ、産業廃棄物の再利用方法としても有用なものである。

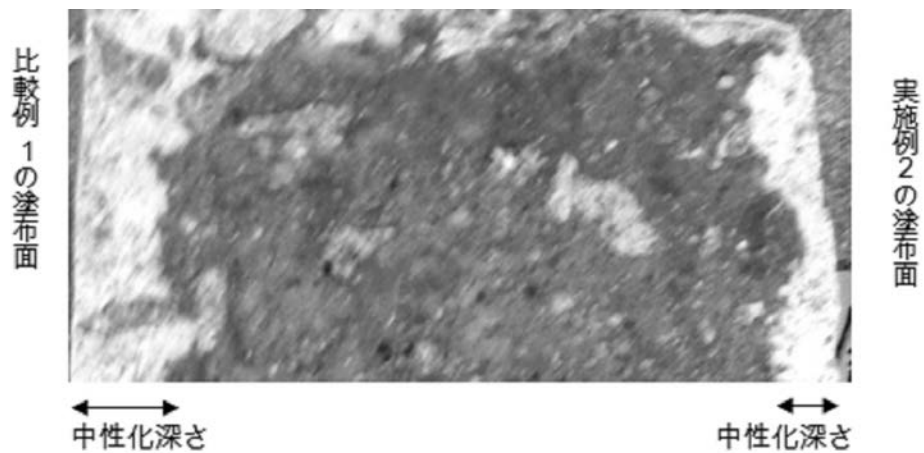
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 添田 政司
福岡県福岡市城南区七隈八丁目19番1号 学校法人福岡大学内
- (72)発明者 樋原 弘貴
福岡県福岡市城南区七隈八丁目19番1号 学校法人福岡大学内
- (72)発明者 工藤 哲也
東京都台東区元浅草四丁目5番2号 株式会社ラドジャパン内
- (72)発明者 林 大介
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 橋本 学
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- (72)発明者 室野井 敏之
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
- Fターム(参考) 2E176 AA01 BB29
4G028 DA02 DB06 DC01