

(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2015-189628

(P2015-189628A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 4 B 41/64 (2006.01)	C O 4 B 41/64	4 G O 2 8
C O 4 B 40/04 (2006.01)	C O 4 B 40/04	4 G 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-68151 (P2014-68151)
 (22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000183266
 住友大阪セメント株式会社
 東京都千代田区六番町6番地28
 (74) 代理人 100116687
 弁理士 田村 爾
 (74) 代理人 100098383
 弁理士 杉村 純子
 (72) 発明者 亀島 葵
 東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内
 (72) 発明者 鈴木 康範
 東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内

最終頁に続く

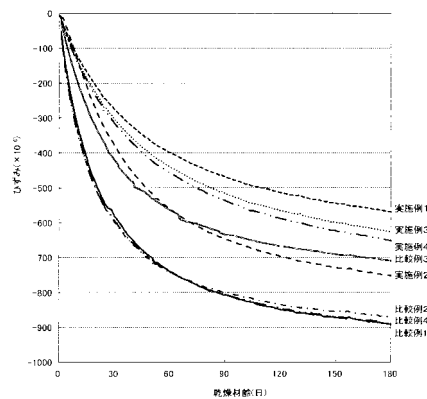
(54) 【発明の名称】 ひび割れ低減型セメント製品の製造方法及びひび割れ低減型セメント製品

(57) 【要約】

【課題】 セメント製品の乾燥収縮ひずみを簡便な方法で有効に低減して、ひび割れ発生を有効に抑制することができる、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法及びひび割れ低減型セメント製品提供する。

【解決手段】 本発明のひび割れ低減型セメント製品の製造方法は、少なくともセメント、水及び繊維を含み膨張材を含まないセメント組成物を蒸気養生し、得られたセメント製品の表面に、表面改質剤を塗布するか、水中養生するか、又は両者を実施することにより製造する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

セメント組成物を蒸気養生し、得られたセメント製品の表面に、セメント用表面改質剤を塗布することを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法。

【請求項 2】

セメント組成物を蒸気養生し、得られたセメント製品を水中養生することを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法。

【請求項 3】

請求項 2 記載のひび割れ低減型セメント製品の製造方法において、水中養生後に得られたセメント製品の表面に、セメント用表面改質剤を塗布することを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 又は 3 記載のひび割れ低減型セメント製品の製造方法において、セメント用表面改質剤は、シラン系セメント用表面改質剤であることを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 いずれかの項記載のひび割れ低減型セメント製品の製造方法により調製された、ひび割れ低減型セメント製品。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法及びひび割れ低減型セメント製品に関し、特に乾燥収縮によるひび割れ発生を抑制して低減することができる、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法及びひび割れ低減型セメント製品に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、鉄筋コンクリート構造物や鉄骨鉄筋コンクリート構造物等の建築構造物の分野においては、耐震性の向上等の観点から、耐久性のより高いものが要求されている。

かかるコンクリート構造物の高耐久化を図るためには、初期欠陥となるひび割れを防止しなければならず、ひび割れの発生主要因の一つに、乾燥収縮がある。

30

コンクリートは乾燥に伴ってその体積を減少させ、コンクリート構造物にかかる乾燥収縮が生じると、ひび割れは発生する。

従って、乾燥収縮に起因するひび割れを主として抑制もしくは防止する必要がある。

【0003】

モルタルやコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ抵抗性を向上させるには、膨張材や石膏を添加する方法や乾燥収縮低減剤を用いる方法がこれまで提言されてきている。

例えば、乾燥収縮を低減させるために、「コンクリートの自己収縮研究委員会報告書」2002年9月、(社)日本コンクリート工学協会、p. 207 - 210 (非特許文献1)には、膨張材や収縮低減剤が提案されている。

更に、「日本建築学会、膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートの技術の現状 2013年7月」(非特許文献2)には、乾燥収縮を低減させるには、膨張材や石膏、収縮低減剤をセメントに混和する方法が有効であることが提案されている。

40

【0004】

特許第4822498号公報(特許文献1)には、膨張材、乾燥収縮低減剤及びアルカリ金属塩を含有し、膨張材100重量部に対して、乾燥収縮低減剤が2~30重量部、アルカリ金属塩が0.01~2.0重量部であり、膨張材がJIS A 6202「コンクリート用膨張材」に適合する石灰系膨張材又はエトリンサイト系膨張材であり、乾燥収縮低減剤が下記式(1)で表される化合物を有効成分とするものであり、アルカリ金属塩がアルカリ金属アルミン酸塩、アルカリ金属炭酸塩及びアルカリ金属硫酸塩から選ばれる一種又は二種以上であるセメント混和剤をセメントに混合して使用し、セメント硬化体のひ

50

び割れを低減させることが、特開 2011-102201 号公報（特許文献 2）や特開 2011-102202 号公報（特許文献 3）には、収縮低減剤をコンクリートに混合して使用することが開示されている。

【0005】

また、特開 2012-254890 号公報（特許文献 4）には、予め練り混ぜられた硬練りのベースコンクリートに、該ベースコンクリート中のセメント 100 質量部当たり、収縮低減用流動化剤を 0.1～8.0 質量部の割合となるよう添加して混合し、乾燥収縮低減性及び高流動性を同時に付与することを特徴とする低収縮 A E コンクリートの調製方法が開示されており、特開 2009-249228 号公報（特許文献 5）、特開 2010-006626 号公報（特許文献 6）には、セメント、石膏、水、細骨材、粗骨材、乾燥収縮低減剤、空気連行剤及びセメント分散剤を含有してなる低収縮 A E コンクリート組成物の調製において、乾燥収縮低減剤として特定の（ポリ）アルキレングリコールモノアルキルエーテルを用い、更に空気連行剤として特定の有機リン酸エステル化合物を用いることが記載されている。

10

【0006】

しかし、膨張材や石膏を添加する方法は、モルタルの練混ぜ時間が長くなること、モルタルの製造に時間がかかること、膨張材および石膏は比表面積が大きく空気中の水分と反応し、品質が変化し易いので取扱いが難しいこと、過剰混和による異常膨張によるひび割れ等の危険性を有していた。

また、乾燥収縮低減剤を用いる方法は、空気連行性を有するため、細骨材の粒度、練混ぜ時間等のモルタル製造時の影響を受けやすく、モルタルの空気量の調整に時間がかかるとともに、耐凍結融解抵抗性が劣る課題があった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特許第 4822498 号公報

【特許文献 2】特開 2011-102201 号公報

【特許文献 3】特開 2011-102202 号公報

【特許文献 4】特開 2012-254890 号公報

【特許文献 5】特開 2009-249228 号公報

【特許文献 6】特開 2010-006626 号公報

30

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献 1】「コンクリートの自己収縮研究委員会報告書」2002 年 9 月、（社）日本コンクリート工学協会、p. 207 - 210

【非特許文献 2】「日本建築学会、膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートの技術の現状 2013 年 7 月」

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、上記課題を解決し、セメント製品の乾燥収縮ひずみを簡便な方法で有効に低減して、ひび割れ発生を有効に抑制することができる、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法及びひび割れ低減型セメント製品提供することである。

特に、蒸気養生を行うプレキャストモルタル部材の乾燥収縮ひずみを、より有効に低減させて、ひび割れ発生を抑制することができる、簡便なひび割れ低減型セメント製品の製造方法及びひび割れ低減型セメント製品を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項 1 記載の発明は、セメント組成物を蒸気養生し、得られたセメント製品の表面に、セメント用表面改質剤を塗布することを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製

50

造方法である。

請求項 2 記載の発明は、セメント組成物を蒸気養生し、得られたセメント製品を水中養生することを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法である。

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載のひび割れ低減型セメント製品の製造方法において、水中養生後に得られたセメント製品の表面に、セメント用表面改質剤を塗布することを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法である。

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 又は 3 記載のひび割れ低減型セメント製品の製造方法において、セメント用表面改質剤は、シラン系セメント用表面改質剤であることを特徴とする、ひび割れ低減型セメント製品の製造方法である。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 ~ 4 いずれかの項記載のひび割れ低減型セメント製品の製造方法により調製された、ひび割れ低減型セメント製品である。

なお、本発明において、「セメント製品」とは、骨材を含まないセメント部材のみならず、モルタル部材及びコンクリート部材を含むものを意味するものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、セメント製品の乾燥収縮ひずみを簡便な方法で有効に低減して、ひび割れ発生を有効に抑制することができ、特に、蒸気養生を行うプレキャストセメント製品の乾燥収縮ひずみの低減を、より有効に行うことができる。

また、蒸気養生を行うセメント製品の蒸気期間を短期にして乾燥収縮ひずみ低減効果を奏することができ、長期間の蒸気養生を実施した場合と、ほぼ同等の乾燥収縮ひずみの低減を図ることができる。従って、長期の蒸気養生を実施することがないため、大掛かりな装置の負担軽減につながり、製造コストが下がり、経済的に有利になる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】モルタル部材の乾燥収縮ひずみ値と乾燥材齢との関係を示す線図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

本発明を以下の好適例により説明するが、これらに限定されるものではない。

本発明のひび割れ低減型セメント製品の製造方法は、セメント組成物を蒸気養生し、得られたセメント製品を水中養生するか、あるいはセメント製品の表面にセメント用表面改質剤を塗布するか、またはセメント製品を水中養生しかつセメント用表面改質剤を塗布して、ひび割れ低減型セメント製品を製造する方法である。

【 0 0 1 5 】

本発明に用いるセメント組成物には、少なくともセメントと水とを含有するセメントペースト、更に細骨材を含むモルタルや、細骨材及び粗骨材を含むコンクリート組成物が含有されるものとする。

【 0 0 1 6 】

セメントとしては、特に限定されず、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、超早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント、耐硫酸性ポルトランドセメント等の J I S R 5 2 1 0 : 2 0 0 9 に規定されるポルトランドセメント、J I S R 5 2 1 1 : 2 0 0 9 に規定される高炉セメント、J I S R 5 2 1 3 : 2 0 0 9 に規定されるフライアッシュセメント、J I S R 5 2 1 2 : 2 0 0 9 に規定されるシリカセメント及び J I S R 5 2 1 4 : 2 0 0 9 に規定されるエコセメント等を例示することができ、これらの単独で又は混合して用いることができる。

また、本発明で使用するセメントには、長期強度の向上、乾燥収縮の緩和のため、ポゾラン活性を有する材料である高炉スラグ粉末、フライアッシュ、シリカヒューム、石灰石粉末、石英粉末、二水石膏、半水石膏、I 型及び I I 型及び I I I 型無水石膏等の混和材を、単独でもしくは併用して、適量配合することも可能である。

10

20

30

40

50

【0017】

また、本発明のセメント組成物の一形態であるモルタルには細骨材が、また本発明のセメント組成物の一形態であるコンクリートには、細骨材及び粗骨材が含有されるが、これらの粗骨材や細骨材の種類は、特に限定されるものではない。

粗骨材としては、例えば、粒径2.5～40mmの砂利、碎石等の公知の粗骨材、これらの混合物や軽量骨材等が挙げられる。

また、細骨材としては、山砂、川砂、陸砂、砕砂、海砂、珪砂3～7号等の比較的粒径の細かい細骨材、JIS A 5011:2003に記載される高炉スラグ骨材、フェロニッケルスラグ骨材、銅スラグ骨材、電気炉酸化スラグ骨材または珪砂粉、石灰石粉等の微粉末等の公知の細骨材を使用することができる。

10

【0018】

また、セメント組成物には、各種添加剤を必要に応じて、配合することができる。

各種添加剤としては、セメント組成物を調製する際に添加される公知の添加剤であれば、用途に応じて添加することができ、例えば、無機混和材、AE剤、減水剤、凝結遅延剤、硬化促進剤、消泡剤、防錆剤、防凍剤、着色剤、空気連行剤等の混和材や、耐久性を向上させるための炭素繊維や鋼繊維や化学繊維等の補強材を、本発明の目的を実質的に阻害しない範囲で使用することが可能である。

減水剤としては、例えば、リグニン系、ナフタレンスルホン酸系、メラミン系、ポリカルボン酸系等の減水剤、AE減水剤、高性能減水剤、高性能AE減水剤等の液状または粉末状のいずれの公知の減水剤も使用できる。

20

【0019】

セメント組成物に含有される無機混和剤としては、以下のものを好適に用いることができる。

無機混和剤としては、特に、珪酸質系鋇物質微粉末、炭酸リチウム、及び、膨張材または早強ポルトランドセメントから成り、当該珪酸質系鋇物質微粉末を84.5～91.5質量%、炭酸リチウムを1.0～3.0質量%、膨張材または早強ポルトランドセメントを7.5～12.5質量%で含む、塩化物イオン浸透抑制無機混和材を好適に用いることができる。

【0020】

当該塩化物イオン浸透抑制無機混和材に含まれる珪酸質系鋇物質微粉末としては、SiO₂を55～65質量%含む鋇物質微粉末を好適に使用することができる。特に珪酸質系鋇物質微粉末は、微粉末とすることが塩化物イオン浸透性を抑制する点から望ましく、プレーン比表面積は5050～5850cm²/gであること望ましい。

30

更に、該珪酸質系鋇物質微粉末は、湿分が約0.2質量%以下、強熱減量が約2.4質量%以下、密度が2.35～2.45g/cm³であるものがより望ましく例示される。

【0021】

また塩化物イオン浸透抑制無機混和材に含まれる膨張材としては、カルシウムサルホアルミネート系膨張材、石灰石膨張材及びエトリンサイト-石灰複合系膨張材等を例示することができる。特に、カルシウムサルホアルミネート系膨張材を、好適に用いることができる。

40

例えばカルシウムサルホアルミネート系膨張材は、プレーン比表面積が2550～3350cm²/g、強熱減量が1.6質量%以下、MgOが1.0～2.0質量%を含むものを好適に例示することができる。

また、例えばエトリンサイト-石灰複合系膨張材は、遊離石灰を約50質量%、アーウイン(3CaO・Al₂O₃・CaSO₄)を約20質量%、無水石膏を約30質量%、MgOを0.9～2.0質量%含み、プレーン比表面積が2900～3300cm²/g、強熱減量が1.6質量%以下のものを好適に例示することができる。

【0022】

更に、塩化物イオン浸透抑制無機混和材に含まれる早強ポルトランドセメントは、C₃Sが60～68質量%、C₂Sが6～14質量%、空隙室(C₃A+C₄AF)が15.

50

5 ~ 18 質量%、ブレン比表面積が $4400 \sim 7000 \text{ cm}^2 / \text{g}$ のものを好適に例示することができる。

【0023】

また、塩化物イオン浸透抑制無機混和材に含まれる炭酸リチウムは、 Li_2CO_3 を95 質量%以上含み、レーザー回折・散乱式粒度分析計（日機装（株）製マイクロトラック）によって測定した10%通過粒径が $3 \sim 8 \mu\text{m}$ 、50%通過粒径が $7 \sim 20 \mu\text{m}$ 、90%通過粒径が $12 \sim 150 \mu\text{m}$ となる粒度分布を有するものを好適に例示することができる。

【0024】

かかる塩化物イオン浸透抑制無機混和材に用いる珪酸質系鉱物質微粉末は、上記珪酸質系鉱物質微粉末と、炭酸リチウムと、膨張材又は早強ポルトランドセメントとを均一に混合することにより得られ、これらの材料が均一に混合されればその混合方法は特に限定されない。

10

【0025】

かかる塩化物イオン浸透抑制無機混和材は、セメント組成物に配合添加することで、得られるセメント組成物に、良好な強度発現性と塩化物イオン浸透抵抗性を付与することが可能となる。

【0026】

塩化物イオン浸透抑制無機混和材は、セメント組成物のセメント及び塩化物イオン浸透抑制無機混和材からなる結合材100質量部中、塩化物イオン浸透抑制無機混和材が15 ~ 30質量部、望ましくは20 ~ 30質量部含有される。

20

塩化物イオン浸透無機混和材は、特にプレキャストコンクリート製品に用いるセメント組成物に有行に配合して用いることができる。

【0027】

本発明のセメント組成物の製造方法は、セメント及び水、必要に応じて添加配合される細骨材、粗骨材、例えば上記塩化物イオン浸透抑制無機混和材等の無機混和材、繊維等の補強材を所定量配合して、混合練り混ぜて調製することができる。

また、混練方法は、特に限定されず、水以外の材料を予め混合して、これに水を配合しても、全ての原材料を一度に混合しても均一に混練できる方法であれば特に限定されない。

30

セメント組成物中の水/セメント質量比は限定されず、水の量は、使用する材料の種類や配合により変化させることができる。

【0028】

セメント組成物を製造する混練装置としては、任意の公知の装置を使用することが可能であり、例えば、傾胴ミキサ、オムニミキサ、ヘンシェルミキサ、V型ミキサ等を例示することができる。

【0029】

このようにして調製したセメント組成物を打設して製造したセメント製品に蒸気養生を実施する。

蒸気養生方法としては、公知の任意の蒸気養生方法を適用することができ、例えば、20 で4時間前養生を行い、その後40 ~ 50 で3 ~ 5時間蒸気養生を行うことができる。

40

【0030】

蒸気養生を実施したセメント製品の表面に、セメント用表面改質剤を塗布する。セメント用表面改質剤としては、シラン系セメント用表面改質剤が好ましく、例えば、リフレバセットA1000（住友大阪セメント株式会社製）、リフレバセットD70（住友大阪セメント株式会社製）、アクアシール1400（大同塗料株式会社製）等を例示することができる。

かかるセメント用表面改質剤、特にシラン系セメント用表面改質剤をセメント製品表面 1 m^3 あたり100g ~ 300g塗布することが望ましい。かかる塗布量により、セメン

50

ト製品の乾燥収縮ひずみの発生を抑制することが可能となる。

【0031】

または、蒸気養生を実施したセメント製品を、水中養生する。例えば、水中養生条件としては、 20 ± 2 の水中で7日以上水中養生を実施することで、セメント製品の乾燥収縮ひずみの発生を抑制することが可能となる。

更に、かかる水中養生を実施した後に、前記セメント系表面改質剤をセメント製品の表面に塗布してもよく、この工程により、更に有効にセメント製品の乾燥収縮ひずみの発生を抑制することが可能となる。

【0032】

このように製造したひび割れ低減型セメント製品は、例えば、蒸気養生を5時間実施して水中養生及び/又は表面改質剤の塗布を行った場合に、蒸気養生を24時間実施した場合のセメント製品の最終乾燥収縮ひずみと比較して、得られる最終乾燥収縮ひずみをほぼ同等とすることができ、良好な耐ひび割れ低減性を有することとなり、耐久性を向上することができる。

【実施例】

【0033】

本発明を具体的な実施例及び試験例により詳述する。

(使用材料)

以下の使用材料を用いて、下記実施例、比較例及び試験例を実施した。

- ・普通ポルトランドセメント(C)：住友大阪セメント株式会社製
- ・細骨材(S)：砕砂
- ・無機混和材(AD)：下記表1に示す配合の無機混和材
- ・膨張材(EX)：エトリンナイト系膨張材 商品名「SACS」、住友大阪セメント株式会社製
- ・ビニロン繊維(Vf)：商品名RF4000、クラレ製
- ・高性能減水剤(SP)：商品名マスターグレニウム8000P、SFジャパン製
- ・AE剤(AE)：商品名マスターエア202、BASFジャパン製
- ・水(W)：水道水

【0034】

【表1】

無機混和材の構成割合(質量%)		
珪酸質系鉱物質微粉末	早強ポルトランドセメント	炭酸リチウム
89.0	10.0	1.0

【0035】

(実施例1~4及び比較例1~4)

上記の各材料を用いて、以下の表2に示す配合割合で混合して、モルタル組成物を調製した。

なお、表2中、高性能減水剤及びAE剤の配合量は、結合材B(普通ポルトランドセメント(C)+混和材(AD))に対して、外割質量%で示したもので、高性能減水剤は1.0質量%、AE剤は0.001質量%である。

【0036】

具体的には、モルタル組成物の調製は温度 20 の恒温で行い、練混量は 35L とし、モルタルの練混ぜ時間は、セメント、混和材、細骨材を 15 秒間空練りした後に、水を投入して 120 秒間練り混ぜ、かき落としを行い、さらに 120 秒間練り混ぜ、ビニロン繊維を投入後、 60 秒間練り混ぜて調製した。

【0037】

【表2】

例	W/C (%)	Air (%)	単体量(kg/m ³)				Vf (2.0%添加)	SP 添加量 (B×%)	AE剤 添加量 (B×%)	
			W	B						S
				C	AD	EX				
実施例1~4 比較例1~3	30	4.5	180	595	150	0	1345	26	1.0	0.001
比較例4	30	4.5	180	595	135	15	1345	26	1.0	0.001

【0038】

次いで、各モルタル組成物を10cm×10cm×40cmの角柱の型枠に打ち込み、角柱の供試体の中央に埋め込みひずみ計(KM-1000BT、東京測器研究所製)を埋込んで、温度20℃、湿度60%の環境下で前養生を実施した。次いで、下記表3に示す蒸気養生条件にて蒸気養生を行い、次いで、表3に示す蒸気養生後の処理を行って、10cm×10cm×40cm角柱のモルタル試験供試体を製造した。

【0039】

【表3】

例	条件	蒸気養生方法	蒸気養生後の処置
比較例1	20℃湿度60%環境下で養生	前養生4時間→ 温度上昇(20℃/hr)→ 45℃5時間→ 自然放冷	20℃湿度60%環境下で試験開始
実施例1	水中養生28日間実施 +表面改質剤の塗布		20℃の恒温水槽内で28日水中養生、 その後、表面改質剤を200g/m ³ 塗布、 20℃湿度60%環境下で試験開始
実施例2	表面改質剤の塗布		表面改質剤を200g/m ³ 塗布し、 20℃湿度60%環境下で試験開始
実施例3	水中養生28日間実施		20℃の恒温水槽内で28日水中養生、 その後、20℃湿度60%環境下で試験開始
実施例4	水中養生7日間実施		20℃の恒温水槽内で7日水中養生、 その後、20℃湿度60%環境下で試験開始
比較例2	前養生24時間実施	前養生24時間→ 温度上昇(20℃/hr)→ 45℃5時間→ 自然放冷	20℃湿度60%環境下で試験開始
比較例3	蒸気養生24時間実施	前養生4時間→ 温度上昇(20℃/hr)→ 45℃24時間→ 自然放冷	20℃湿度60%環境下で試験開始
比較例4	膨張材添加	前養生4時間→ 温度上昇(20℃/hr)→ 45℃5時間→ 自然放冷	20℃湿度60%環境下で試験開始

【0040】

各モルタル試験供試体の乾燥収縮ひずみを、各試験供試体の中央に埋め込んだ前記ひずみ計(KM-1000BT、東京測器研究所製)により測定した。

その結果を図1に示す。

なお、乾燥収縮ひずみ値は、乾燥を開始した時点から測定を開始した。

【0041】

得られた乾燥収縮ひずみ値から、日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)」の下記式(1)を用いて、各モルタル試験供試体の最終乾燥収縮ひずみ推定値を求めた。

なお、セメント製品の乾燥収縮ひずみ発現は、長期に亘り最終値に漸近するといった特性上、下記式(1)の関数式で近似して推定しているものである。

上記式(1)より求めた各モルタル試験供試体の最終乾燥収縮ひずみ推定値の結果を表4に示す。

【0042】

【数 1】

$$\varepsilon_{sh}(t, t_0) = \varepsilon_{sh\infty} \cdot \left(\frac{(t - t_0)}{\alpha + (t - t_0)} \right)^\beta \quad (1)$$

【0043】

ここで上記式中、 (t_0) は乾燥収縮開始材齢 t_0 日の乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)、 (t) は乾燥収縮開始材齢 t 日の乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)、 $\varepsilon_{sh\infty}$ は乾燥収縮ひずみの最終値 ($\times 10^{-6}$)、 α 、 β は実験定数である。

【0044】

上記式(1)の近似式に、上記モルタル試験供試体の任意の短期材齢 (t_E) 日における乾燥収縮ひずみの具体的測定データ ($(t_E) (\times 10^{-6})$) を代入し、乾燥収縮ひずみの最終値 ($\varepsilon_{sh\infty}$) を求めることによって長期的な乾燥収縮ひずみ ($(t_L) (\times 10^{-6})$) を推定している。

なお、コンクリートの乾燥収縮ひずみを測定する JIS A 1129 に規定される長さ変化試験により、乾燥収縮ひずみの規制値は材齢 6 ヶ月が対象となっている。

【0045】

上記式(1)は日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)」が採用しているものであり、乾燥収縮ひずみの膨大なデータに基づき、 $\beta = 0.16 (V/S)^{1.8}$ (V はコンクリート試験体の容積 (mm^3)、 S は試験体の表面積 (mm^2) と規定しており、また JIS 規格 (JIS A 1129) で定められた乾燥収縮ひずみを測定する長さ変化試験では $V/S = 22.2 \text{ mm}$ のため、 $\beta = 42.4$ となる)、 $\alpha = 1.4 (V/S)^{-0.18}$ ($\alpha = 0.8$) と定めている。

【0046】

【表 4】

例	最終乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)
比較例1	1011
実施例1	729
実施例2	923
実施例3	770
実施例4	802
比較例2	1073
比較例3	810
比較例4	1010

【0047】

上記表 4 の結果より、表面改質剤「リフレパセット A 1000」をモルタル部材の表面に塗布した実施例 2 の場合は、表面改質剤「リフレパセット A 1000」によりモルタル試験体表面からの乾燥が抑えられ、従来養生方法の比較例 1 に比べ、最終乾燥収縮ひずみが約 100×10^{-6} 小さくなっていることがわかる。

また、蒸気養生後に水中養生を実施した実施例 3 及び 4 の場合には、水中養生によってモルタルの緻密化が進むため、水中養生期間 28 日 (実施例 3) では最終乾燥収縮ひずみが約 250×10^{-6} 、7 日 (実施例 4) では約 220×10^{-6} 小さくなっていることがわかる。水中養生期間 7 日と 28 日では、最終乾燥収縮ひずみの低減量が同程度であるため、7 日以上の水中養生を行うことによって、乾燥収縮ひずみを低減できると考えられる。

【0048】

蒸気養生後、水中養生を 28 日間実施し、更に表面改質剤「リフレパセット A 1000

10

20

30

40

50

」を塗布した実施例 1 の場合は、水中養生と表面改質剤との相乗効果により最終収縮ひずみは約 300×10^{-6} 小さくなり、比較例 1 と比べて 75% 程度の乾燥収縮ひずみを低減できたことが明らかである。

【0049】

蒸気養生の最高温度保持時間を 24 時間実施した比較例 3 の場合の最終乾燥収縮ひずみは、モルタルが緻密化するため、水中養生を実施した場合とほぼ同程度の最終乾燥収縮ひずみとなった。

しかし、蒸気養生の最高時間を 24 時間保持することは、実際の工場設備では実現が難しく、燃料費が高くなるという問題があるが、本発明の実施例のモルタル部材は、蒸気養生を長時間実施した比較例 3 と同程度の最終乾燥収縮ひずみ値を得ることができるため、本発明の方法は、簡便で経済的な、ひび割れ抑制方法であることが明確である。

10

【0050】

また、比較例 4 では、一般に、乾燥収縮ひずみ低減効果があると知られている膨張材を用いたモルタル部材であるが、比較例 1 と同等の最終乾燥収縮ひずみ値となり、乾燥収縮ひずみ低減効果は認められなかった。これは、ビニロン繊維の剛性が小さいため、十分なケミカルプレストレス効果を付与することができなかつたためと考えられる。

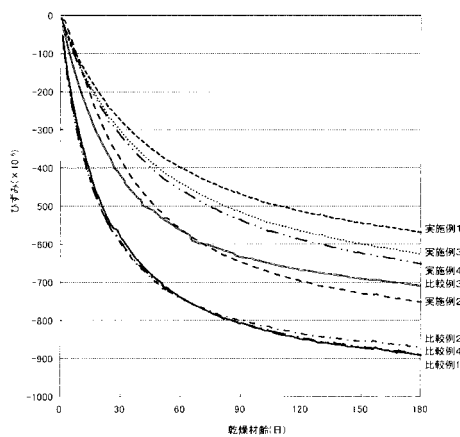
【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明は、特に蒸気養生を行うプレキャストモルタル部材等のセメント製品の乾燥収縮によるひび割れ抵抗性を改善するのに有効に適用することができる。

20

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 草野 昌夫

東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内

(72)発明者 齋藤 尚

東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内

Fターム(参考) 4G028 CA01 CB08 CD01 CD06

4G112 RD01