

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3974509号  
(P3974509)

(45) 発行日 平成19年9月12日(2007.9.12)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl.

F 1

C 0 4 B 28/02	(2006.01)	C 0 4 B 28/02	
C 0 4 B 14/48	(2006.01)	C 0 4 B 14/48	A
C 0 4 B 16/06	(2006.01)	C 0 4 B 14/48	C
C 0 4 B 111/20	(2006.01)	C 0 4 B 16/06	Z
		C 0 4 B 111:20	

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-353650 (P2002-353650)	(73) 特許権者	581233148 三浦 博三 宮城県仙台市泉区寺岡3丁目11番21号
(22) 出願日	平成14年12月5日(2002.12.5)	(73) 特許権者	501267357 独立行政法人建築研究所 茨城県つくば市立原1番地3
(65) 公開番号	特開2004-182562 (P2004-182562A)	(73) 特許権者	501198039 国土交通省国土技術政策総合研究所長 茨城県つくば市旭1番地
(43) 公開日	平成16年7月2日(2004.7.2)	(73) 特許権者	000003528 東京製綱株式会社 東京都中央区日本橋室町2丁目3番14号
審査請求日	平成16年5月18日(2004.5.18)	(74) 代理人	100080322 弁理士 牛久 健司
特許法第30条第1項適用 社団法人 日本コンクリート工学会 コンクリート工学年次大会2002(つくば) コンクリート工学年次論文集第24巻第2号(2002年6月8日発行)の第1597-1602頁(講演番号2267)に「セメント系部材の履歴特性コントロールに関する基礎的研究」として発表			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高靱性セメント系複合材および高靱性セメント系複合材を製造するためのプレミックス材

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

複数本のスチールコード撚り線切断片が、0.5vol%以上、1.5vol%未満を占め、一種類以上の複数本の有機繊維切断片が、2.5vol%以下を占めており、上記スチールコード撚り線切断片は3本以上の単線を撚りピッチ倍数が15以下であるように撚り合わせたものである高靱性セメント系複合材。

## 【請求項2】

複数本のスチールコード撚り線切断片が、1.3vol%以上、6.9vol%未満を占め、一種類以上の複数本の有機繊維切断片が、10.8vol%以下を占め、セメントが83vol%以上、98vol%未満を占めており、上記スチールコード撚り線切断片は3本以上の単線を撚りピッチ倍数が15以下であるように撚り合わせたものである高靱性セメント系複合材を製造するためのプレミックス材。

## 【請求項3】

複数本のスチールコード撚り線切断片が、0.68vol%以上、3.6vol%未満を占め、一種類以上の複数本の有機繊維切断片が、5.8vol%以下を占め、セメントが34vol%以上、63vol%未満を占め、骨材が34vol%以上、63vol%未満を占めており、上記スチールコード撚り線切断片は3本以上の単線を撚りピッチ倍数が15以下であるように撚り合わせたものである高靱性セメント系複合材を製造するためのプレミックス材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

**【産業上の利用分野】**

この発明は、高韌性セメント系複合材および高韌性セメント系複合材を製造するためのブレミックス材に関する。

**【0002】**

**【従来技術】**

セメント系複合材には、両端にフックが形成された鋼製の単線を混入したものがあり、トンネル等の吹付け工事に使用されているが、これらは単にコンクリートの剥離を防止するにすぎない。

**【0003】**

また、ポリエチレン等の繊維の切断片を混入したセメント系複合材がある。このセメント系複合材に混入された繊維の切断片は引張荷重により生ずる大きなひび割れを防ぐ。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】**

この発明は、硬化したときに引張荷重および圧縮荷重の両方に対して高い韌性を有する高韌性セメント系複合材を提供することを目的とする。

**【0005】**

この発明は、さらに、施工性のよい高韌性セメント系複合材を提供することを目的とする。

**【0006】**

この発明は、上記高韌性セメント系複合材を製造するためのブレミックス材を提供することを目的とする。

**【0007】**

**【発明の開示】**

この発明による高韌性セメント系複合材は、複数本のスチールコード撚り線切断片が、0.5vol%以上、1.5vol%未満を占め、一種類以上の複数本の有機繊維切断片が、2.5vol%以下を占めているものである。

**【0008】**

高韌性セメント系複合材は、上記複数本のスチールコード撚り線切断片および一種類以上の複数本の有機繊維切断片に加えて、一般的には、セメント、水および骨材（砂、砂利等）を含む（硬化した状態では水分の占める体積は少なくなる）。高韌性セメント系複合材には、さらに減水剤等を含む混和材料（水、セメント、骨材以外の材料）を加えてもよい。

**【0009】**

スチールコード撚り線切断片は後述するように複数本の単線を撚り合わせたものであり、各々の単線がらせん状に変形しているから、スチールコード撚り線切断片の表面には全体的にみてらせん状の筋（凸条状または凹溝状のもの）がある。したがって、スチールコード撚り線切断片の表面はその全長にわたって長さ方向の摩擦抵抗が大きい。高韌性セメント系複合材は、セメント材であるから、硬化したときにはそれ自体は大きな圧縮荷重に耐え得る。硬化した高韌性セメント系複合材内にランダムに存在する複数本のスチールコード撚り線切断片が圧縮荷重が加わる方向に直交する方向に働く応力に抗するので、硬化した高韌性セメント系複合材の上記直交する方向における韌性が高まる。また、高韌性セメント系複合材内にランダムに存在する複数本のスチールコード撚り線切断片は引張荷重に対する韌性を高めるようにも作用する。これによって硬化した高韌性セメント系複合材は、圧縮荷重および引張荷重の両方に対して高い韌性を持つものとなる。

**【0010】**

スチールコード撚り線切断片は3本以上の鋼製の単線を撚り合わせたものであればよく、撚り方は任意に定めることができる。撚りピッチ倍数（撚りピッチの長さ（mm）/スチールコード撚り線切断片の径（mm））が15以下であれば、スチールコード撚り線切断片はほつれにくく、またセメントとの付着も十分に得られる。また、ほつれることがないようにスチールコード撚り線の切断面に溶着等を施していてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0011】

スチールコード撚り線切断片の長さは、15mm以上、45mm以下である。スチールコード撚り線切断片の長さが15mm以上であれば、上記のように圧縮荷重および引張荷重に対して高い靱性を維持できる。スチールコード撚り線切断片の長さが45mm以下であれば、高靱性セメント系複合材を製造するためにスチールコード撚り線切断片、セメント、水、骨材等を練り混ぜるときに複数本のスチールコード撚り線切断片が互いに絡み合うことなく、流動性を確保できるので施工性がよい。

## 【0012】

スチールコード撚り線切断片はスチールコード撚り線を上記の長さに切断することにより効率的に製造することができる。

16

## 【0013】

この発明による高靱性セメント系複合材では、複数本のスチールコード撚り線切断片が、0.5vol%以上、1.5vol%未満を占めている。0.5vol%以上であれば、引張、圧縮荷重により生ずるひび割れによる脆性破壊を防止することができる。1.5vol%未満であれば、高靱性セメント系複合材を製造するためにスチールコード撚り線切断片、セメント、水、骨材等を練り混ぜるときにスチールコード撚り線切断片が互いに絡み合うことなく、流動性を確保することができるので施工性がよい。

## 【0014】

有機繊維とは、ポリエチレン、ビニロン、アラミド等の化学合成繊維を含む概念であり、単線であっても撚り線であっても良い。高靱性セメント系複合材に混入された複数本の有機繊維切断片は、圧縮荷重または引張荷重により生じる大きなひび割れを防ぐことができる。したがって、有機繊維切断片を混入した高靱性セメント系複合材料は、圧縮強さおよび引張強さが向上し、圧縮荷重および引張荷重に対して靱性を得ることができる。

20

## 【0015】

有機繊維切断片の径はスチールコード撚り線の径よりも小さい。このため、有機繊維切断片はスチールコード撚り線切断片よりも微小な範囲（径方向）においてセメントと結合するため高靱性セメント系複合材は、スチールコード撚り線切断片を含んだときに得られる靱性よりもさらに高い靱性を得ることができる。

## 【0016】

さまざまな径をもつ有機繊維切断片を使用することが可能であり、使用可能な有機繊維切断片をそのアスペクト比で規定すると、有機繊維切断片のアスペクト比は2500以下である。これにより引張荷重および圧縮荷重に対して高い靱性を維持でき、かつ高靱性セメント系複合材の製造のためにスチールコード撚り線切断片、有機繊維切断片、セメント、水、骨材等を練り混ぜるときに互いに有機繊維切断片が絡み合うのを防ぐことができる。

30

## 【0017】

複数本の有機繊維切断片が2.5vol%以下を占めていれば、引張荷重および圧縮荷重に対して高い靱性を維持することができる。また高靱性セメント系複合材を製造する場合において、練り混ぜるときに有機繊維切断片が、適度な粘性をもたらし、スチールコード撚り線切断片の沈下を防止し、スチールコード撚り線切断片をほどよく分散させるとともに複数本の有機繊維切断片は互いに絡み合うことなく分散され、流動性を確保することができるので施工性がよい。有機繊維切断片が1.5vol%以下であればさらに好ましい。有機繊維切断片はなくてもよいが、好ましくは混入させておいた方がよい、すなわち0vol%は含まない（0 vol%を除く、または0 vol%を超える。以下同じ。）。より好ましくは、有機繊維切断片は0.1vol%以上あれば、靱性の効果は得られる。

40

## 【0018】

この発明の高靱性セメント系複合材は、柱材、壁パネル等の土木、建築材として用いられる。また、硬化した高靱性セメント系複合材は構造物の一部であってもよい（例えば柱等）。

## 【0019】

高靱性セメント系複合材の製造において、0.5vol%以上、1.5vol%未満のスチールコード

50

撚り線切断片と、2.5 vol%以下 (0vol%であっても良いが、好ましくは0vol%を含まない、より好ましくは0.1vol%以上であれば靱性の効果が得られる) の有機繊維切断片と、20 vol%~35 vol%のセメントと、35 vol%~55 vol%の水と、25 vol%~35 vol%の骨材とを混合する。これらを練り混ぜて、スチールコード撚り線切断片と有機繊維切断片とを分散させた後、任意の形状の型枠等に流し込み、硬化させる。

#### 【0020】

この発明の高靱性セメント系複合材を製造するためのプレミックス材 (水、骨材を除く) は、複数本のスチールコード撚り線切断片が、1.3 vol%以上、6.9 vol%未満を占め、一種類以上の複数本の有機繊維切断片が、10.8 vol%以下 (0vol%であっても良いが、好ましくは0vol%を含まない、より好ましくは0.4vol%以上であれば靱性の効果が得られる) を占め、セメントが83 vol%以上、98 vol%未満を占めているものである。

10

#### 【0021】

この発明の高靱性セメント系複合材を製造するための他のプレミックス材 (水を除く) は、複数本のスチールコード撚り線切断片が、0.68 vol%以上、3.6 vol%未満を占め、一種類以上の複数本の有機繊維切断片が、5.8 vol%以下 (0vol%であっても良いが、好ましくは0vol%を含まない、より好ましくは0.2vol%以上であれば靱性の効果が得られる) を占め、セメントが34 vol%以上、63 vol%未満を占め、骨材が34 vol%以上、63 vol%未満を占めているものである。

#### 【0022】

高靱性セメント系複合材を製造するためのプレミックス材を用いると、現場で高靱性セメント系複合材を製造する場合に、スチールコード撚り線切断片、有機繊維切断片等の混入量に注意を払うことなく、プレミックス材と、必要な所定の分量の水等を混合し、練り混ぜればよいので作業の効率化を図ることができる。また、プレミックス材は、袋、容器等に入れて運搬可能な状態にしておくことができる。

20

#### 【0023】

##### 【実施例の説明】

高靱性セメント系複合材 (以下、PS-HPFRCCという) は、モルタルに複数本のスチールコード撚り線切断片と複数本の有機繊維切断片であるポリエチレン繊維とが混入されたものである。高靱性セメント系複合材を構成する水、セメント、砂、スチールコード撚り線切断片、有機繊維切断片、減水剤等を含む混和材料の体積比は、45.5 : 26 : 25 : 1 : 1 : 1.5 である。このPS-HPFRCC (硬化された状態) における、圧縮強度は54.5 N/mm<sup>2</sup>、ヤング率は1.82×10<sup>4</sup> N/mm<sup>2</sup> である。

30

#### 【0024】

このPS-HPFRCCの製造は、セメント、砂および混和材を空練りし、水および減水剤を投入し、練り混ぜ、非硬化状態とし、ポリエチレン繊維切断片およびスチールコード撚り線切断片を混入し、練り混ぜて分散させる。その後、非硬化状態のまま、任意の形状の型枠等に流し込み、硬化させる。

#### 【0025】

PS-HPFRCCには、複数本のスチールコード撚り線切断片が、1 vol%混入されている。このスチールコード撚り線切断片は、鋼製の単線を5本撚り合わせ、径が0.405 m m、撚りピッチが4.48mmのスチールコード撚り線を長さ32mmに切断したものである。さらに、PS-HPFRCCは、複数本のポリエチレン繊維切断片が、1 vol%混入されている。このポリエチレン繊維切断片 (素線) は、径が0.012 mmのポリエチレン繊維を長さ15mmに切断したものである。

40

#### 【0026】

上述した高靱性セメント系複合材であるPS-HPFRCCの実験結果について以下に示す。ここで、比較を行うために、モルタル、およびモルタルにポリエチレン繊維切断片を混入したセメント系複合材 (以下、PE-HPFRCCという) を使用した。モルタルは、上述したPS-HPFRCCからスチールコード撚り線切断片およびポリエチレン繊維切断片を除いたもの、PE-HPFRCCは上記PS-HPFRCCからスチールコード

50

熱り線切断片を除いたものと同じ構成のものである。PE-HPFRCには、ポリエチレン繊維切断片が1 vol%混入されている。ポリエチレン繊維は、上述したPS-HPFRCに含まれたものと同じのものである。

#### 【0027】

図1は、圧縮試験における応力とひずみとの関係を示すものである。モルタル（以下、「MO」と略称する）では、応力の増加に伴ってひずみが増加し、応力が $80\text{N/mm}^2$ 付近で破壊が生じた。PE-HPFRC（以下、「PE」と略称する）およびPS-HPFRC（以下、「PS」と略称する）では、ともに応力の増加に伴ってひずみが増加して応力がほぼ $55\text{N/mm}^2$ （ひずみがほぼ0.4%）で最大となった。その後、ひずみの増加に伴って応力が減少した。PSでは、ひずみの増加に伴う応力の減少はPEよりも小さくなった。したがって、PSの方が破壊するまでに多くのエネルギーを吸収することができることがわかる。

10

#### 【0028】

図2は、引張圧縮繰返し試験におけるPE（PE-HPFRC）の応力とひずみとの関係を示すものである。一方向への引張試験と引張圧縮繰返し試験とを行った結果を比較したものである。引張圧縮繰返し試験により得られた結果は、一方向への引張試験とほぼ同様な応力とひずみの関係が現れた。

#### 【0029】

図3は、引張圧縮繰返し試験におけるPS（PS-HPFRC）の応力とひずみとの関係を示すものである。一方向への引張試験と引張圧縮繰返し試験とを行った結果を比較したものである。ここでも図2と同様に、引張圧縮繰返し試験により得られた結果は、一方向への引張試験とほぼ同様な応力とひずみの関係が現れた。さらに、図2と比較するとPEよりもPSの方が全体的に応力は大きい。したがって、PSの方がPEよりも破断するまでに多くのエネルギーを吸収することができることを示す。

20

#### 【0030】

図5および図6は、載荷試験により得られた結果を示すものである。載荷試験は、図4に示す載荷履歴に従い、水平方向に加力する。また、初期軸力は与えず、水平変形（回転変形）に伴う軸方向変形（浮き上がり変形）を拘束するように軸力を加える。

#### 【0031】

この実験では、試験体としてPS-HPFRC、PE-HPFRCおよびモルタルを、主筋に平行配筋を施し、さらにせん断補強筋を施した配筋タイプ1の鉄筋と、主筋にX型配筋を施した配筋タイプ2の鉄筋とでそれぞれ補強した6種類のものを使用した。せん断補強筋の降伏応力は $425.1\text{N/mm}^2$ 、降伏ひずみは $2474.0 \times 10^{-6}$ であり、主筋の降伏応力は $341.5\text{N/mm}^2$ 、降伏ひずみは $1891.5 \times 10^{-6}$ である。

30

#### 【0032】

以下、モルタルをMO、PE-HPFRCをPE、およびPS-HPFRCをPSと表記し、その後ろには補強に用いた配筋タイプ1、2をそれぞれ1、2と表記する。

MO-1；モルタルと配筋タイプ1

MO-2；モルタルと配筋タイプ2

PE-1；PE-HPFRCと配筋タイプ1

PE-2；PE-HPFRCと配筋タイプ2

PS-1；PS-HPFRCと配筋タイプ1

PS-2；PS-HPFRCと配筋タイプ2

40

#### 【0033】

図5、6は、最大せん断ひび割れ幅と部材角との関係（以下、 $W_{cr}-R$ 関係）を示すものである。図5において、MO-1、PE-1およびPS-1ではそれぞれ部材角の増加に伴い最大せん断ひび割れ幅が大きくなった。しかし、PS-1では部材角の増加に伴う最大せん断ひび割れ幅がMO-1およびPE-1に比べてかなり小さくなった。図6においても同様に、MO-2、PE-2およびPS-2ではそれぞれ部材角の増加に伴い最大せん断ひび割れ幅が大きくなったが、PS-2では部材角の増加に伴う最大せん断ひび割れ

50

幅がもっとも小さいことがわかった。したがって、配筋タイプ1、2ともにPSの最大ひび割れ幅が小さいことがわかる。

【0034】

以上の結果から、図1においては、PS (PS-HPFRCC) は、MO (モルタル) およびPE (PE-HPFRCC) よりも破壊するまでにエネルギーを吸収できるので、PSは圧縮荷重に対して高い靱性を有することがわかる。図3においては、混入されたポリエチレン繊維切断片およびスチールコード撚り線切断片は引張圧縮繰返し荷重により劣化していないことからPSは引張圧縮繰返し荷重に対しても高い靱性を有することがわかる。図5、6において、PSはMOおよびPEよりも、引張抵抗力を有し、靱性が高い。したがって、PSでは大きなひび割れを防ぐことができる。このように、スチールコード撚り線切断片および有機繊維切断片を含む高靱性セメント系複合材は、圧縮荷重、引張荷重および引張圧縮繰返し荷重に対して高い靱性を有し、ひび割れ幅を低減させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 圧縮試験による応力-ひずみ線図を示す。

【図2】 PE-HPFRCCに関する引張圧縮繰返し試験による応力-ひずみ線図を示す。

【図3】 PS-HPFRCCに関する引張圧縮繰返し試験による応力-ひずみ線図を示す。

【図4】 載荷試験における載荷履歴を示すものである。

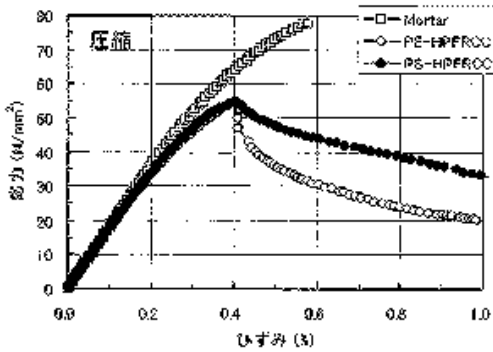
20

【図5】 配筋タイプ1における最大せん断ひび割れ幅と部材角との関係を示すものである。

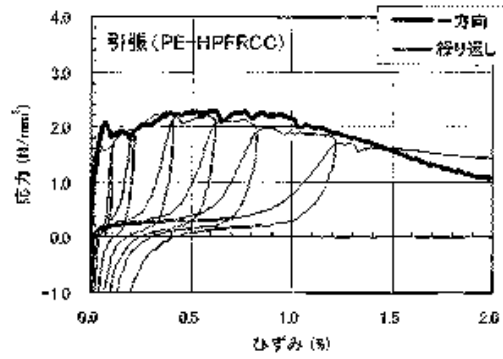
【図6】 配筋タイプ2における最大せん断ひび割れ幅と部材角との関係を示すものである。

【図1】

【図2】

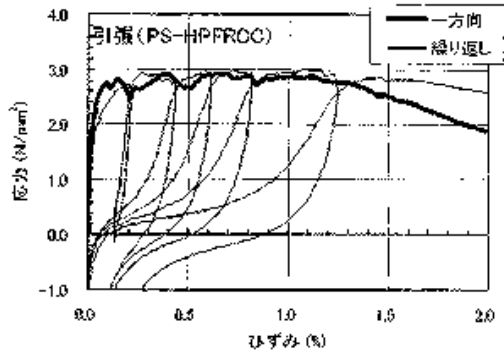


圧縮試験による応力-ひずみ線図



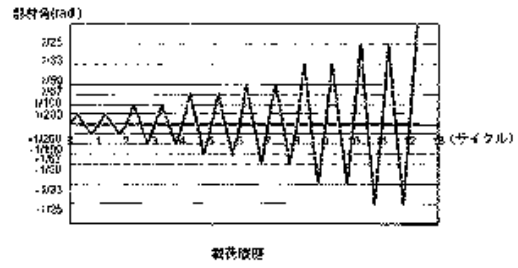
PE-HPFRCCに関する引張圧縮繰返し試験による応力-ひずみ線図

【図3】

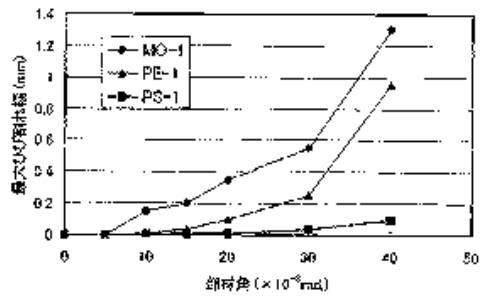


PS-HPRCに関する引張圧縮繰返し試験による応力-ひずみ履歴

【図4】

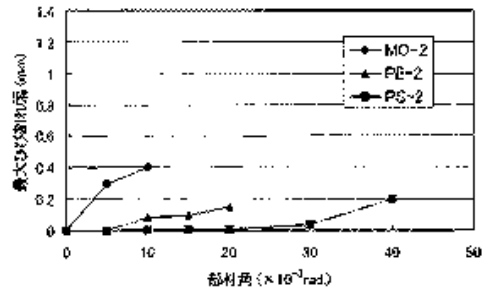


【図5】



配筋タイプ1における最大せん断ひび割れ幅と部材角との関係

【図6】



配筋タイプ2における最大せん断ひび割れ幅と部材角との関係

## フロントページの続き

特許法第30条第1項適用 社団法人 日本コンクリート工学協会 Proceedings of the JCI International Workshop on Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites (DFRCC)-Application and Evaluation- (2002年10月発行)の第85-94頁に「MATERIAL DESIGN OF HYBRID FIBER REINFORCED CEMENTITIOUS COMPOSITE S」として発表

特許法第30条第1項適用 社団法人 日本コンクリート工学協会 Proceedings of the JCI International Workshop on Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites (DFRCC)-Application and Evaluation- (2002年10月発行)の第219-228頁に「HPRCC DAMPER FOR STRUCTURAL CONTROL」として発表

(74)代理人 100104651

弁理士 井上 正

(74)代理人 100114786

弁理士 高城 貞晶

(72)発明者 三橋 博三

宮城県仙台市泉区寺岡3丁目11番21号

(72)発明者 福山 洋

茨城県つくば市立原1番地 独立行政法人建築研究所内

(72)発明者 諏訪田 晴彦

茨城県つくば市立原1番地 国土交通省国土技術政策総合研究所内

(72)発明者 田中 徹

東京都中央区日本橋室町2丁目3番14号 東京製鋼株式会社内

審査官 満山 敏志

(56)参考文献 特開2002-249350 (JP, A)

特開2002-193654 (JP, A)

国際公開第01/058826 (WO, A1)

国際公開第00/026452 (WO, A1)

国際公開第98/027022 (WO, A1)

特開平11-246255 (JP, A)

特開平09-228798 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 7/00-28/36