

(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2020-164342

(P2020-164342A)

(43) 公開日 令和2年10月8日(2020.10.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>C O 4 B 28/04 (2006.01)</b>	C O 4 B 28/04	4 G 1 1 2
<b>C O 4 B 18/14 (2006.01)</b>	C O 4 B 18/14	Z
<b>C O 4 B 7/02 (2006.01)</b>	C O 4 B 7/02	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2019-63585 (P2019-63585)	(71) 出願人	000006264
(22) 出願日	平成31年3月28日 (2019. 3. 28)		三菱マテリアル株式会社
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
		(74) 代理人	100088719
			弁理士 千葉 博史
		(72) 発明者	木村 祥平
			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研究所内
		(72) 発明者	石隈 春輝
			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研究所内
		Fターム(参考)	4G112 PA28

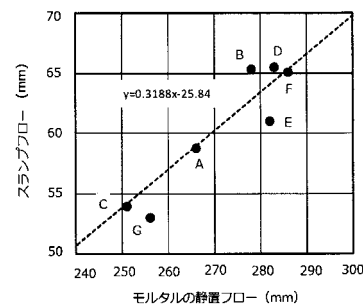
(54) 【発明の名称】 高強度高流動コンクリートおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】従来は高流動性コンクリートについて、流動性の測定は試験体として生コンクリートを用いており手間と時間がかると云う問題がある。また、従来の試験方法はコンクリートの水セメントが高く、低水セメント比のコンクリートについては適切に評価できないと云う問題がある。

【解決手段】高強度用セメントにJIS R 5201に規定された標準砂が配合され、砂セメント比(S/C) 50~70質量%、水セメント比(W/C) 12~15質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの1~5質量%であるモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローが260mm以上および該静置フローが250mmに到達する時間が30~60秒の範囲になる高強度用セメントを用いて高強度高流動コンクリートを製造する。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

高強度用セメントにJIS R 5201に規定された標準砂が配合され、砂セメント比(S/C) 50 ~ 70 質量%、水セメント比(W/C) 12 ~ 15 質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの1 ~ 5 質量%であるモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローが260 mm以上および該静置フローが250 mmに到達する時間が30 ~ 60 秒の範囲になる高強度用セメントを用いて製造されたことを特徴とする高強度高流動コンクリート。

## 【請求項 2】

コンクリートの水セメント比(W/C) 12 ~ 15 質量%、単位水量 150 ~ 170 kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量 1000 ~ 1400 kg/m<sup>3</sup>、および単位粗骨材かさ容積 0.50 ~ 0.60 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>である請求項 1 に記載した高強度高流動コンクリート。

10

## 【請求項 3】

スランプフロー 55 ~ 70 cm、および標準養生での材齢 91 日の圧縮強度が 130 N/mm<sup>2</sup>以上である請求項 1 または請求項 2 に記載した高強度高流動コンクリート。

## 【請求項 4】

高強度用セメントが、ポルトランドセメント 100 質量部に対して、シリカフュームが 5 ~ 20 質量部配合されたものである請求項 1 ~ 請求項 3 の何れかに記載する高強度高流動コンクリート。

## 【請求項 5】

ポルトランドセメントが、低熱ポルトランドセメントであり、そのクリンカー中の C<sub>3</sub>A 量が 3.9 質量%以下であって、全アルカリ量(Na<sub>2</sub>O + 0.656 K<sub>2</sub>O)が 0.4 質量%以下である請求項 1 ~ 請求項 4 の何れかに記載する高強度高流動コンクリート。

20

## 【請求項 6】

JIS R 5201に規定された標準砂とセメントの砂セメント比(S/C)が 50 ~ 70 質量%、水セメント比(W/C)が 12 ~ 15 質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの1 ~ 5 質量%であるモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローが260 mm以上および該静置フローが250 mmに到達する時間が30 ~ 60 秒の範囲になる高強度用セメントを用い、コンクリートの配合比が、水セメント比(W/C) 12 ~ 15 質量%、単位水量 150 ~ 170 kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量 1000 ~ 1400 kg/m<sup>3</sup>、および単位粗骨材かさ容積 0.50 ~ 0.60 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>になるように上記高強度用セメント、細骨材、粗骨材、および高性能減水剤を配合することを特徴とする高強度高流動コンクリートの製造方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、低水セメント比においても高い流動性を保有し、かつ高強度を発現する高強度高流動コンクリートについて、その流動性の予測方法に基づいた製造方法とその高強度高流動コンクリートに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

日本建築学会のコンクリート工事標準仕様(JASS5)では、Fc36を超えるコンクリートを高強度コンクリートと定義しており、高強度コンクリート用のセメントについて、水セメント比(W/C)30%を基準にして評価している。しかし、これは主に圧縮強度の評価方法であり、流動性に対する評価方法ではない。また、水セメント比(W/C)30 質量%の基準は、超高強度コンクリートとしては水セメント比が高く、例えば、極低水セメント比(水セメント比20 質量%以下)において高流動性のコンクリートが知られている(特許文献1)。このような極低水セメント比のコンクリートの流動性の測定方法とし

50

て上記試験方法は適切ではない。

【0003】

一般にコンクリートの流動性はスランプ値やスランプフロー値によって測定されるが、この試験は練り混ぜたコンクリートをスランプコーンに入れて測定しており、コンクリートの流動性を測定するには試験用のコンクリートを調製する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-168604

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

高流動性コンクリートについて、流動性の測定は試験体としてコンクリートを用いており、モルタルでコンクリートの流動性を判断することは行われていない。しかし、コンクリートを調製して試験を行うのは手間と時間がかると言う問題がある。また、従来の試験方法はコンクリートの水セメント比が高く、低水セメント比のコンクリートについては適切に評価できないと云う問題もある。

【0006】

本発明は、高強度高流動コンクリートについて、従来の試験方法における上記問題を解決したものであり、水セメント比15質量%以下の低水セメント比のコンクリートについても予め流動性を適切に予測することができ、しかも試験体としてコンクリートを調製することなく、モルタルを用いてコンクリートの流動性を予測できる製造方法を提供する。また、本発明は、モルタルを用いた流動性の予測に基づいて製造された高強度高流動性のコンクリートを提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、以下の構成を有する高強度高流動コンクリートとその製造方法に関する。

〔1〕高強度用セメントにJIS R 5201に規定された標準砂が配合され、砂セメント比(S/C)50~70質量%、水セメント比(W/C)12~15質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの1~5質量%であるモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローが260mm以上および該静置フローが250mmに到達する時間が30~60秒の範囲になる高強度用セメントを用いて製造されたことを特徴とする高強度高流動コンクリート。

30

〔2〕コンクリートの水セメント比(W/C)12~15質量%、単位水量150~170kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量1000~1400kg/m<sup>3</sup>、および単位粗骨材かさ容積0.50~0.60m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>である上記〔1〕に記載した高強度高流動コンクリート。

〔3〕スランプフロー55~70cm、および標準養生での材齢91日の圧縮強度が130N/mm<sup>2</sup>以上である上記〔1〕または上記〔2〕に記載した高強度高流動コンクリート。

〔4〕高強度用セメントが、ポルトランドセメント100質量部に対して、シリカフェュームが5~20質量部配合されたものである上記〔1〕~上記〔3〕の何れかに記載する高強度高流動コンクリート。

40

〔5〕ポルトランドセメントが、低熱ポルトランドセメントであり、そのクリンカー中のC<sub>3</sub>A量が3.9質量%以下であって、全アルカリ量(Na<sub>2</sub>O+0.656K<sub>2</sub>O)が0.4質量%以下である上記〔1〕~上記〔4〕の何れかに記載する高強度高流動コンクリート。

〔6〕JIS R 5201に規定された標準砂とセメントの砂セメント比(S/C)が50~70質量%、水セメント比(W/C)が12~15質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの1~5質量%であるモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローが260mm以上および該静置フローが250mmに到達する時間が30~60秒の範囲になる高強度用セメントを用い、コンクリートの配合比が、水セメント比(W/C)12~15質量

50

%、単位水量  $150 \sim 170 \text{ kg/m}^3$ 、単位セメント量  $1000 \sim 1400 \text{ kg/m}^3$ 、および単位粗骨材かさ容積  $0.50 \sim 0.60 \text{ m}^3/\text{m}^3$  になるように上記高強度用セメント、細骨材、粗骨材、および高性能減水剤を配合することを特徴とする高強度高流動コンクリートの製造方法。

【0008】

〔具体的な説明〕

以下、本発明を具体的に説明する。

本発明の高強度高流動コンクリートは、高強度用セメントにJIS R 5201に規定された標準砂が配合され、砂セメント比(S/C)  $50 \sim 70$  質量%、水セメント比(W/C)  $12 \sim 15$  質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの  $1 \sim 5$  質量%であるモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローが  $260 \text{ mm}$ 以上および該静置フローが  $250 \text{ mm}$ に到達する時間が  $30 \sim 60$  秒の範囲になる高強度用セメントを用いて製造されたことを特徴とする高強度高流動コンクリートである。

10

【0009】

<流動性の予測>

本発明において、高強度高流動コンクリートの流動性は、水セメント比(W/C)が同じ範囲のモルタルの流動性によって予測できることが見出された。本発明の高強度高流動コンクリートは、このモルタルの流動性の予測に基づいたものである。

【0010】

具体的には、高強度用セメントにJIS R 5201に規定された標準砂を配合したモルタルについて、砂セメント比(S/C)  $50 \sim 70$  質量%、水セメント比(W/C)  $12 \sim 15$  質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの  $1 \sim 5$  質量%の配合比で調製し、JIS R 5201に規定された静置フローを測定し、また、上記モルタルと同じセメントを用い、上記モルタルと同じ水セメント比(W/C)にし、その他の配合条件を調整したコンクリートを製造して、そのスランプフローを測定すると、図1に示す結果が得られる。

20

【0011】

図1に示すように、モルタルの静置フロー  $250 \text{ mm} \sim 290 \text{ mm}$ の範囲において、コンクリートのスランプフローとモルタルの静置フローは直線状に良く対応した関係を有しており、モルタルの静置フローによって、コンクリートの流動性が予測できることが分かる。

【0012】

上記モルタルの砂セメント比(S/C)は  $50 \sim 70$  質量%に調整される。S/Cが  $70$  質量%を超えると、練り混ぜ量が多くなるので、モルタルミキサでの練混ぜが困難になる。一方、S/Cが  $50$  質量%を下回ると、結合材が多くなるため混和剤の添加率が高くなり適切な評価ができない。

30

【0013】

上記モルタルないしコンクリートの水セメント比(W/C)は  $12 \sim 15$  質量%である。水セメント比(W/C)が  $12$  質量%より小さいとモルタルおよびコンクリートの練り混ぜが困難になる。また、この水セメント比(W/C)が  $15$  質量%より高いと超低水セメント比とは云えなくなる。

【0014】

また、一般にJIS R 5201に規定された静置フローが  $250 \text{ mm}$ に到達する時間が  $60$  秒を超えるものは流動性が高いとは云えず、一方、上記静置フローが  $250 \text{ mm}$ に到達する時間が  $30$  秒より短いと、過剰な流動性のために材料分離が生じる虞があるので好ましくない。従って、静置フローが  $250 \text{ mm}$ に到達する時間が  $30 \sim 60$  秒の範囲になるセメントが用いられる。

40

【0015】

<高強度高流動コンクリート>

本発明の高強度高流動コンクリートは、上記セメント、およびJIS R 5201に規定された標準砂を用い、コンクリートの水セメント比(W/C)は流動性の予測に用いたモルタルと同じ範囲の水セメント比(W/C)であって、その他の配合条件は、例えば、単位水量  $15$

50

0 ~ 170 kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量 1000 ~ 1400 kg/m<sup>3</sup>、および単位粗骨材かさ容積 0.50 ~ 0.60 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> のコンクリートである。

【0016】

単位水量 150 ~ 170 kg/m<sup>3</sup>、および単位セメント量 1000 ~ 1400 kg/m<sup>3</sup> の範囲を外れると、水セメント比(W/C)を 12 ~ 15 質量%の範囲に保つのが難しくなる。また、単位粗骨材かさ容積が 0.50 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> より小さいと、コンクリート中のモルタル分が過剰に多くなり、コンクリートの収縮(乾燥収縮、自己収縮)によるひび割れが発生しやすくなる。一方、単位粗骨材嵩容積が 0.60 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> を上回ると、コンクリートの粘性が過剰に高くなり、施工性が低下する。

【0017】

本発明のコンクリートは、好ましくは、スランブフローが 55 ~ 70 cm、および標準養生での材齢 91 日の圧縮強度が 130 N/mm<sup>2</sup> 以上の高流動性コンクリートである。

【0018】

本発明のコンクリートに用いる高強度用セメントは、好ましくは、ポルトランドセメント 100 質量部に対して、シリカフュームを 5 ~ 20 質量部含むセメントである。セメント中のシリカフューム量が 5 質量部未満であり、または 20 質量部を超えると目的の高強度を発現するのは難しい。

【0019】

上記高強度用セメントは、好ましくは、上記ポルトランドセメントが低熱ポルトランドセメントであり、そのクリンカー中の C<sub>3</sub>A 量が 3.9 質量%以下であって、かつ全アルカリ量(Na<sub>2</sub>O + 0.656 K<sub>2</sub>O)が 0.4 質量%以下のセメントである。

【0020】

低熱ポルトランドセメント以外のセメントは、流動性を阻害する C<sub>3</sub>A(アルミン酸三カルシウム、3CaO・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を多く含み、流動性が低下するので好ましくない。例えば、普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントの C<sub>3</sub>A は 8 ~ 12 %、中庸熱ポルトランドセメントの C<sub>3</sub>A は 6 ~ 8 %であり、何れも低熱ポルトランドセメントよりも多い。

【0021】

上記低熱ポルトランドセメントは、そのクリンカー中の C<sub>3</sub>A 量が 3.9 質量%以下であって、かつ全アルカリ量(Na<sub>2</sub>O + 0.656 K<sub>2</sub>O)が 0.4 質量%以下であるものが好ましい。クリンカー中の C<sub>3</sub>A 量が 3.9 質量%を超える場合、または全アルカリ量(Na<sub>2</sub>O + 0.656 K<sub>2</sub>O)が 0.4 質量%を超える場合の何れにおいても、所要の流動性を得るための高性能減水剤量が多量に必要となり、しかも高性能減水剤量を標準添加量の上限まで増加させても所要の流動性が得られないことがある。

【0022】

< 製造方法 >

本発明の高強度高流動コンクリートは、以下のようにして製造することができる。まず、JIS R 5201に規定された標準砂とセメントの砂セメント比(S/C)が 50 ~ 70 質量%、水セメント比(W/C)が 12 ~ 15 質量%、および高性能減水剤の添加量が上記セメントの 1 ~ 5 質量%であるモルタルを調製し、このモルタルについて、JIS R 5201に規定された静置フローを測定し、該静置フローが 260 mm以上および該静置フローが 250 mmに到達する時間が 30 ~ 60 秒の範囲になる高強度用セメントを用いる。

【0023】

上記セメントを用い、コンクリートの配合比が、水セメント比(W/C) 12 ~ 15 質量%、単位水量 150 ~ 170 kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量 1000 ~ 1400 kg/m<sup>3</sup>、および単位粗骨材かさ容積 0.50 ~ 0.60 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> になるように上記高強度用セメント、細骨材、粗骨材、および高性能減水剤を配合する。なお、水セメント比(W/C)は 12 ~ 15 質量%の範囲で先に静置フローを測定したモルタルと同一の水セメント比(W/C)になるように配合される。

【0024】

10

20

30

40

50

上記配合後、通常のコンクリート製造に従って混練、養生を経て本発明の高強度高流動コンクリートが得られる。

【発明の効果】

【0025】

本発明の高強度高流動コンクリートは、コンクリートの試験練りをすることなく、コンクリートの流動性（スランプフロー）を予測することができる。従って、簡便および迅速にコンクリートの流動性を把握することができるので、コンクリート調製の作業労力を各段に削減することができる。

また、本発明の製造方法によれば、流動性（スランプフロー）を予測することができる高強度高流動性のコンクリートを容易に製造することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】モルタルの静置フローとコンクリートのスランプフローの関係を示すグラフ

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施例を示す。

〔実施例1〕

表1に示すセメント（A～G）および、表2に示す標準砂と混和剤（高性能減水剤）を用い、砂セメント比（S/C）60質量%、水セメント比（W/C）13質量%、高性能減水剤の添加量が上記セメントの1～5質量%のモルタルを調製し、JIS R 5201に規定された静置フローと、静置フローが250mmに到達する時間を測定した。また、表1に示すセメント（A～G）について、表2の材料を用い、表3の配合比〔水セメント比（W/C）13質量%〕に従ってコンクリートを調製し、そのスランプフローおよび圧縮強度を測定した。この結果を表4および図1に示す。

20

【0028】

図1のグラフに示すように、モルタルの静置フローとコンクリートのスランプフローは直線状の対応関係を有しており、モルタルの静置フローによってコンクリートの流動性（スランプフロー）を予測できることが分かる。具体的には、例えば、モルタルの静置フローが約270mmであるときには、モルタルと同一の水セメント比のコンクリートのスランプフローは約60cmになることが分かる。

30

【0029】

表4に示すように、セメントA、B、D、E、Fを用いた本発明の試料は、何れも、モルタルの静置フローは260mm以上であって、該静置フローが250mmに到達する時間は35～52秒であり、コンクリートのスランプフローは58.8～65.5cm、材齢91日圧縮強度は17.1N/mm<sup>2</sup>以上である。一方、C<sub>3</sub>A量が4.0質量%のセメントCと全アルカリ量が0.44質量%のセメントGは何れもモルタルの静置フローが260mmに達せず、またコンクリートのスランプフローも55cmに達しない。

【0030】

【表 1】

試料No	ベースセメントの物性			
	C <sub>3</sub> A (%)	全アルカリ量 (%)	SO <sub>3</sub> 量 (%)	評価
A	3.9	0.341	2.37	○
B	3.7	0.398	2.25	○
C	4.0	0.348	2.39	×
D	3.6	0.228	2.28	○
E	3.1	0.275	2.30	○
F	3.7	0.391	2.28	○
G	3.9	0.440	2.24	×
	3.9以下	0.40以下		

10

【0031】

【表 2】

20

配合材料	記号	備考
セメント	SFC	表 1 参照
標準砂	S	JIS R 5201に規定する標準砂
水	W	上水道水
細骨材	S	大月産安山岩砕砂 表乾密度：2.63g/cm <sup>3</sup> 、吸水率：2.90%
粗骨材	G	大月産安山岩碎石 表乾密度：2.62g/cm <sup>3</sup> 、吸水率：2.46%、実積率：58.3%
混和剤	SSP	高性能減水剤（竹本油脂社製チューポールSSP104）
	AFK	消泡剤（竹本油脂社製AFK）

30

【0032】

【表 3】

単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	W/C (%)	単位粗骨材 かさ容積	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				SSP添加率 (C×%)	空気量 (%)
			セメント	水	細骨材	粗骨材		
165	13.0	0.540	1269	165	487	571	1.40	2.0±1.0

40

(注) 単位粗骨材かさ容積は(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)、SSPはポリカルボン酸系高性能減水剤

【0033】

【表 4】

セメント	モルタル		スランプフロー (cm)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	静置フロー(mm)	到達時間(秒)		材齢28日	材齢91日
A	266	52	58.8	169.0	176.0
B	278	48	65.4	162.7	183.5
C	251	70	54.0	143.0	173.5
D	283	41	65.5	165.3	171.0
E	282	38	61.0	161.5	174.0
F	286	35	65.1	161.5	180.3
G	256	65	53.0	153.0	157.5

(注) 水セメント比 1.3 質量%

## 【0034】

## 〔実施例 2〕

表 1 に示すセメント (A ~ G) を用い、表 2 に示す材料を用い、表 5 に示す配合比 (水セメント比 1.5 質量%) に従って、モルタルとコンクリートを調製し、モルタルの静置フローおよび静置フローが 250 mm に達する時間、コンクリートのスランプフロー、圧縮強度を測定した。この結果を表 6 に示した。

セメント A、B、D、E、F を用いた本発明の試料は、何れも、モルタルの静置フローは 260 mm 以上であって、該静置フローが 250 mm に到達する時間は 35 ~ 52 秒であり、コンクリートのスランプフローは 59.6 ~ 65.0 cm、材齢 91 日圧縮強度は 136.5 N/mm<sup>2</sup> 以上である。

一方、C<sub>3</sub>A 量が 4.0 質量% のセメント C と全アルカリ量が 0.44 質量% のセメント G は何れもモルタルの静置フローが 260 mm に達せず、またセメント G のコンクリートのスランプフローは 55 cm に達せず、材齢 91 日の圧縮強度は 130 N/mm<sup>2</sup> に達しない。

## 【0035】

## 【表 5】

単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	W/C (%)	単位粗骨材 かさ容積	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				SSP 添加率 (C × %)	空気量 (%)
			C	W	S	G		
165	15.0	0.540	1100	165	555	647	1.20	2.0 ± 1.0

(注) 単位粗骨材かさ容積は (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)、SSP はポリカルボン酸系高性能減水剤

## 【0036】



【表 6】

セメント	モルタル		スランプフロー (cm)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	静置フロー(mm)	到達時間(秒)		材齢28日	材齢91日
A	266	52	59.6	136.2	145.5
B	278	48	65.0	128.8	149.6
C	251	70	55.8	112.3	137.2
D	283	41	64.5	130.0	136.5
E	282	38	60.5	127.8	139.8
F	286	35	63.4	128.3	146.0
G	256	65	54.5	117.5	122.6

(注) 水セメント比 1.5 質量%

10

【図 1】

