

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5807322号
(P5807322)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月18日(2015.9.18)

(51) Int.Cl.	F 1	
C O 4 B 28/08 (2006.01)	C O 4 B 28/08	
C O 4 B 7/19 (2006.01)	C O 4 B 7/19	
C O 4 B 18/14 (2006.01)	C O 4 B 18/14	Z
C O 4 B 18/08 (2006.01)	C O 4 B 18/08	Z
C O 4 B 22/06 (2006.01)	C O 4 B 22/06	Z

請求項の数 14 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-190103 (P2010-190103)	(73) 特許権者	000000549 株式会社大林組 東京都港区港南二丁目15番2号
(22) 出願日	平成22年8月26日(2010.8.26)	(74) 代理人	110000176 一色国際特許業務法人
(65) 公開番号	特開2011-6321 (P2011-6321A)	(72) 発明者	入矢 桂史郎 東京都港区港南2丁目15番2号 株式会 社大林組本社内
(43) 公開日	平成23年1月13日(2011.1.13)	(72) 発明者	新村 亮 東京都港区港南2丁目15番2号 株式会 社大林組本社内
審査請求日	平成25年7月19日(2013.7.19)	(72) 発明者	竹田 宣典 東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株 式会社大林組技術研究所内
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セメント組成物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

5～30重量部のセメントと、0～20重量部のシリカフェームと、0～50重量部のフライアッシュと、42～75重量部の高炉スラグと、を有する結合材(B)100重量部と、

単位水量80～185kg/m³に相当する水(W)と、

骨材(A)と、

化学混和剤(AD)と、

を有し、

添加材としてアルカリ成分を備え、

前記アルカリ成分は、水酸化カルシウムであり、

前記結合材(B)に対する前記水酸化カルシウムの重量比が0.1%未満であることを特徴とするセメント組成物。

【請求項2】

5～30重量部のセメントと、0～20重量部のシリカフェームと、0～50重量部のフライアッシュと、42～75重量部の高炉スラグと、を有する結合材(B)100重量部と、

単位水量80～185kg/m³に相当する水(W)と、

骨材(A)と、

化学混和剤(AD)と、

を有し、

前記セメントは、耐硫酸塩ポルトランドセメントであることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のセメント組成物であって、

前記水 (W) の前記単位水量が $100 \sim 150 \text{ kg/m}^3$ であることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のセメント組成物であって、

前記セメントを 5 ~ 20 重量部とし、前記フライアッシュを 5 ~ 50 重量部としたことを特徴とするセメント組成物。 10

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載のセメント組成物であって、

前記セメントは、5 ~ 15 重量部であることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のセメント組成物であって、

前記水 (W) と前記結合材 (B) との重量比である水結合材比 (W/B) が 35% 以上 45% 以下であることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載のセメント組成物であって、

標準養生 28 日圧縮強度が $16 \sim 70 \text{ N/mm}^2$ であることを特徴とするセメント組成物。 20

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のセメント組成物であって、

アルカリ成分、石膏、トリスプロパノールアミン、石灰石微粉のうちの少なくとも 1 種以上の添加材を有することを特徴とするセメント組成物。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のセメント組成物であって、

前記石膏は、天然の無水石膏であることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 10】

請求項 8 又は請求項 9 に記載のセメント組成物であって、

前記結合材 (B) に対する前記石膏の重量比が 1.2% 以上 6.0% 以下であることを特徴とするセメント組成物。 30

【請求項 11】

請求項 8 乃至請求項 10 に記載のセメント組成物であって、

前記結合材 (B) に対する前記石灰石微粉の重量比が 0.3% 以上 108.0% 以下であることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 12】

請求項 8 乃至請求項 11 に記載のセメント組成物であって、

前記結合材 (B) に対する前記トリスプロパノールアミンの重量比が 1.0% 未満であることを特徴とするセメント組成物。 40

【請求項 13】

請求項 1 乃至請求項 12 に記載のセメント組成物であって、

前記シリカフェームはジルコニア起源のシリカフェームであることを特徴とするセメント組成物。

【請求項 14】

請求項 1 乃至請求項 13 に記載のセメント組成物であって、

前記フライアッシュは、JISA 6201 により規定されたフライアッシュ I 種の値を満たすフライアッシュであることを特徴とするセメント組成物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セメント組成物に関する。

【背景技術】

【0002】

一般にセメント組成物は、水、セメント、骨材、混和材料などを混練して製造されている（例えば、特許文献1参照）。この中でセメントはセメント組成物の製造時における二酸化炭素（ CO_2 ）排出量が多い材料であり、環境の観点からすると、環境負荷低減に配慮したとはいいがたい材料である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3844457号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

セメントの使用量を減らし、その代替として高炉スラグやフライアッシュなどの混和材の量を多くすると、セメント組成物の製造時の CO_2 の排出量を下げることができる。しかしながら、この場合、セメントの使用量を減らすことにより、セメント組成物の強度が低下するおそれがある。

【0005】

本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、 CO_2 の排出量の低減と強度発現との両立を図ることのできるセメント組成物を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

かかる目的を達成するため、本発明のセメント組成物は、5～30重量部のセメントと、0～20重量部のシリカフェームと、0～50重量部のフライアッシュと、42～75重量部の高炉スラグと、を有する結合材（B）100重量部と、単位水量80～185kg/m³に相当する水（W）と、骨材（A）と、化学混和剤（AD）と、を有し、添加材としてアルカリ成分を備え、前記アルカリ成分は、水酸化カルシウムであり、前記結合材（B）に対する前記水酸化カルシウムの重量比が0.1%未満であることを特徴とするセメント組成物である。また、5～30重量部のセメントと、0～20重量部のシリカフェームと、0～50重量部のフライアッシュと、42～75重量部の高炉スラグと、を有する結合材（B）100重量部と、単位水量80～185kg/m³に相当する水（W）と、骨材（A）と、化学混和剤（AD）と、を有し、前記セメントは、耐硫酸塩ポルトランドセメントであることを特徴とするセメント組成物である。

このようなセメント組成物によれば、 CO_2 の排出量の低減と強度発現との両立を図ることが可能である。

【0007】

かかるセメント組成物であって、前記水（W）の前記単位水量が100～150kg/m³であることが望ましい。

このようなセメント組成物によれば、 CO_2 の排出量のさらなる低減と強度発現との両立を図ることが可能である。

【0008】

かかるセメント組成物であって、前記セメントを5～20重量部とし、前記フライアッシュを5～50重量部とすることが望ましい。

このようなセメント組成物によれば、 CO_2 の排出量の低減と強度発現とのバランスをさらに良くすることができる。

【0009】

10

20

30

40

50

かかるセメント組成物であって、前記セメントは、5～15重量部であることが望ましい。

このようなセメント組成物によれば、CO₂の排出量をより一層低減しつつ強度発現とのバランスをさらに良くすることができる。

【0010】

かかるセメント組成物であって、前記水(W)と前記結合材(B)との重量比である水結合材比(W/B)が35%以上45%以下であることが望ましい。

また、標準養生28日圧縮強度が16～70N/mm²であることが望ましい。

【0011】

かかるセメント組成物であって、アルカリ成分、石膏、トリスプロパノールアミン、石灰石微粉のうち少なくとも1種以上の添加材を有することが望ましい。

10

【0012】

かかるセメント組成物であって、前記石膏は、天然の無水石膏であることが望ましい。また、前記結合材(B)に対する前記石膏の重量比が1.2%以上6.0%以下であることが望ましい。また、前記結合材(B)に対する前記石灰石微粉の重量比が0.3%以上108.0%以下であることが望ましい。また、前記結合材(B)に対する前記トリスプロパノールアミンの重量比が1.0%未満であることが望ましい。

【0013】

かかるセメント組成物であって、前記シリカフェームはジルコニア起源のシリカフェームであることが望ましい。また、前記フライアッシュは、JISA6201により規定されたフライアッシュ1種の値を満たすフライアッシュであることが望ましい。

20

このようなセメント組成物によれば、セメント組成物のフレッシュ性状における流動性を向上させることが可能である。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、CO₂の排出量の低減と強度発現との両立を図ることが可能である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態について以下にさらに詳しく説明する。

30

本実施形態においては、セメント組成物として、水、セメント、細骨材、粗骨材等を含んで構成されるコンクリートを例に挙げて説明する。本実施形態では、CO₂排出量の多いセメントの使用量を減らし、セメントの代替材料としてCO₂排出量が少ない混和材(結合材)を使用するようにした。このように、セメントの使用量を極力減らすことで、コンクリート製造時のCO₂の排出量を削減することが可能となる。しかしながら、セメントの使用量が少なくなることによってコンクリートの強度が低下する虞がある。

【0016】

そこで、本実施形態では以下に示すような検討により、CO₂の低減とフレッシュ性状及び強度発現のバランスを考慮した材料構成のコンクリートの開発を行った。以下の説明では、試験を実施した、配合割合等が互いに異なるコンクリートの各サンプルをサンプル番号(サンプルNo.)にて示し、各表における各サンプルに対する条件と結果とを対応付けている。

40

【0017】

(1) 結合材の使用割合の検討：

前述したようにCO₂排出量の多いセメントの使用量を極力少なくし、CO₂排出量の少ない結合材を増やすようにした。本実施形態では、高炉スラグ、フライアッシュ、シリカフェームを結合材として用いた。但し、結合材は、CO₂排出の他に強度発現やフレッシュ性状に影響するため、セメント、高炉スラグ、フライアッシュ、シリカフェーム、水の使用割合のバランスを検討した。

本実施形態では、セメントとして普通ポルトランドセメントと耐硫酸塩ポルトランドセ

50

メントとについて検討し、シリカフェームとしては、フェロシリコン起源のシリカフェームとジルコニア起源のシリカフェームについて検討し、フライアッシュとしては、J I S A 6 2 0 1 により規定されたフライアッシュⅠ種とフライアッシュⅡ種とについて検討した。

【 0 0 1 8 】

(2) 添加材料の検討 :

強度の向上を図るため、水酸化カルシウム(アルカリ成分に相当する)、石膏、強度増進剤、石灰石微粉末の配合について検討を行った。

水酸化カルシウムは、アルカリの刺激によりスラグ、フライアッシュなどの硬化を促進させるものである。本実施形態ではスラッジ水を模擬した水酸化カルシウム溶液を使用した。

10

また、石膏には、二水石膏、半水石膏、無水石膏があるが、本実施形態では無水石膏を使用した。さらに、無水石膏には、フッ素製造時に副生する(産業副産物の)無水石膏や、天然に産出する無水石膏等があるが、本実施形態では天然の無水石膏を使用した。なお、石膏は、前述した高炉スラグの一部とする。

また、本実施形態では、トリイソプロパノールアミンを主成分とする強度増進剤を使用した。

さらに、化学混和剤(AD)の配合について検討を行った。化学混和剤(AD)としては、例えば、減水剤、高性能AE減水剤、AE減水剤、高性能減水剤がある。

【 0 0 1 9 】

20

(3) 水量の検討 :

CO₂を低減するにはセメントを含む結合材の量を低減することが有効である。一方、強度は水結合材比(結合材量と水量の割合)に依存する。従って、結合材の量を低減させる場合の水量(単位水量)も併せて検討した。

【 実施例 】

【 0 0 2 0 】

以下、実施例をあげて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【 0 0 2 1 】

< 使用材料 >

30

表1は本実施例で使用した原料の詳細である。

表1

項目	記号	品名	密度
水	W1	水道水	1.00
	W2	水酸化カルシウム飽和溶液0.13%	1.00
	W3	上澄水(スラッジ水)	1.00
結合材	OPC	普通ポルトランドセメント	3.16
	SR	耐硫酸塩ポルトランドセメント	3.20
	SF1	シリカフェーム(エルケム-エジプト)	2.20(2.12)
	SF2	シリカフェーム(ジルコニア)	2.23
	FA1	フライアッシュII種(JISA6201)	2.25
	FA2	フライアッシュI種(JISA6201)	2.40
	GGBS	高炉スラグ微粉末	2.90
	CaSO ₄	無水石膏	2.90
混和材	LSP	石灰石微粉末	2.71
	SD	スラッジ固形分(再生微粉末)	2.50
細骨材	S	木更津産陸砂	2.62
		(砂漠砂)	(2.68)
		(石灰岩砕砂)	(2.68)
粗骨材	G1	青梅産硬質砂岩砕石1005 (石灰岩砕砂 10mm)	2.65 (2.69)
	G2	青梅産硬質砂岩砕石2010 (石灰岩砕砂 20mm)	2.66 (2.69)
混和剤	SP1	高性能AE減水剤1100NT (高性能AE減水剤 Visco Crete 4100)	-
	SP2	高性能減水剤1200N改	-
	SP3	AE減水剤シーカメントJorJS	-
	AE	AE剤AER50	-
	SI	強度増進剤:C×0.2 or 2%	-

[注]()内の品名及び密度は、後述するサンプルNo. 11の調合で使用した材料を示す。

【0022】

なお、表1のうち普通ポルトランドセメント(OPC)、耐硫酸塩ポルトランドセメント(SR)、シリカフェーム<エルケム-エジプト>(SF1)、シリカフェーム<ジルコニア>(SF2)、フライアッシュII種<JISA6201>(FA1)、フライアッシュI種<JISA6201>(FA2)、高炉スラグ微粉末(GGBS)は結合材(B)に相当する。また、水酸化カルシウム溶液(W2)中の水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)、無水石膏(CaSO₄)、石灰石微粉末(LSP)、強度増進剤(SI)は添加材に相当する。なお、無水石膏は、高炉スラグ微粉末の一部とする。

【0023】

本実施例における各原料の配合量を表2に示す。また、各原料の主な配合の割合を表3に示す。上記原料を表2、表3のように混合した。なお、表2、表3のサンプルNo.の欄

10

20

30

40

50

の%は、結合材（OPC（SR）+SF+FA+GGBS）に対するセメント（OPC）又は（SR）の割合を示している。

【0024】

また、セメントの割合が40%のコンクリートを比較例とした。この比較例のセメントの割合（40%）は、高炉セメントB種（JIS R 5211）におけるセメントの使用割合の最小値に相当する。なお、高炉セメントC種では、セメントの割合の最小値は30%（スラグの割合の最大値が70%）である。本実施例では、セメントの割合をこの30%以下にしている。すなわち、セメントの使用量を極力少なくしている。

【0025】

表2

実施例 No	単位量(kg/m ³)															SP1	SP2	SP3	AE	SI
	W1	W2	W3	OPC	SR	SF1	SF2	FA1	FA2	GGBS	CaSO ₄	LSP	SD	S	G1					
比較例(40%)	138			148						222	8.3	1		865	385	582	5.55			
	1	150		18		18		55		268	8.3	1		799	388	584			0.037	
	2	150		29				184		150	4.6	1		775	388	584			0.026	
	3	150		29				184		150	4.6	1		775	388	584			0.055	
5%	4	150		29		74		111		150	4.6	1		771	388	584			0.055	
	5	110		29				59		200	6.2	75		886	395	597				
	6	120		29				59		200	6.2	57	18	873	389	588	11.10		0.06	
	7	110		29		15		44		200	6.2	57	18	885	394	596				
10%	8	120		29				59		190	16.5	57	18	873	389	588				
	9	110		29		15		44		200	6.2	57	18	885	394	596			0.06	
	10	120		44				59		186	5.8	57	18	874	389	588			0.89	
	11	48	72	44		7		52		186	5.7	57	18	894	326	663			0.09	
15%	12	120		44		7.4		52		186	5.7	75		877	388	584			0.074	
	13	130		48		8		56		201	6.2	51		851	388	584			0.056	
	14	140		52		8.6		60		217	6.7	26		826	388	584			0.037	
	15	130		48		8		56		201	6.2	51		851	388	584			0.056	
	16	130		56		9.3		65		234	7.2	0		852	388	584			0.056	
	17	130		43		7.2		51		182	5.6	81		851	388	584			0.056	
	18	130		48				56		201	6.2	51		852	388	584			0.056	
	19	130				48		56		201	6.2	51		852	388	584			0.037	
20%	20	130		48						56	6.2	51		856	388	584			0.056	
	21	185		68				80		287	8.9			631	388	582			0.032	
	22	80		27				31		112	3.5	192		981	388	582	11.09		0.036	
	23	110		59				88		143	4.4	75		884	394	595	5.92			
	24	100		54				80		130	4.0	82		905	403	609	5.18			
	25		110	59				59		172	5.3	57	18	887	395	597				
30%	26		120	59				59		172	5.3	57	18	874	389	588			1.18	
	27		110	59		15		44		172	5.3	57	18	886	395	597				
	28		110	59				59		172	5.3	57	18	887	395	597			0.12	
	29		110	59		7		52		172	5.3	57	18	886	395	597			0.12	
	30		120	59				59		172	5.3	57	18	874	389	588			0.12	
	31		120	59		7		52		172	5.3	57	18	874	389	588			0.12	
30%	32	110		89				59		143	4.4	75		888	396	598				
	33	110		89		15		44		143	4.4	75		888	396	598				
	34		120	89				59		143	4.4	57	18	888	395	597			1.77	
	35		120	89				59		143	4.4	57	18	875	390	589			0.18	

10

20

30

40

表3

実施例 No		割合(結合材に対する割合:%)				W/B (%)	s/a (%)	添加材の割合(結合材に対する割合:%)			
		OPC	SF	FA	GGBS			Ca(OH) ₂	CaSO ₄	LSP	SI
比較例(40%)		40	0	0	60	37.3	47.6	0	0	0	0
5%	1	5	5	15	75	40.7	45.5	0.05	2.26	0.3	0
8%	2	8	0	50	42	40.7	44.7	0.05	1.25	0.3	0
	3	8	0	50	42	40.7	44.7	0.05	1.25	0.3	0
	4	8	20	30	42	40.7	44.6	0.05	1.25	0.3	0
10%	5	10	0	20	70	37.3	47.6	0.05	2.11	25.5	0
	6	10	0	20	70	40.7	47.6	0.05	2.11	19.4	0.02
	7	10	5	15	70	37.3	47.6	0.05	2.11	19.4	0
	8	10	0	20	70	40.7	47.6	0.06	5.60	19.4	0
	9	10	5	15	70	37.3	47.6	0.05	2.11	19.4	0.02
15%	10	15	0	20	65	40.7	47.6	0.05	1.97	19.3	0.30
	11	15	2.5	17.5	65	40.7	47.6	0.05	1.93	19.3	0.03
	12	15	2.5	17.5	65	40.7	47.8	0.05	1.93	25.4	0
	13	15	2.5	17.5	65	40.7	47	0.05	1.94	16.0	0
	14	15	2.5	17.5	65	40.7	46.3	0.05	1.95	7.6	0
	15	15	2.5	17.5	65	40.7	47	0.05	1.94	16.0	0
	16	15	2.5	17.5	65	35	47	0.05	1.94	0	0
	17	15	2.5	17.5	65	45	47	0.06	1.94	28.1	0
	18	15	2.5	17.5	65	40.7	47	0.05	1.94	16.0	0
	19	15	2.5	17.5	65	40.7	47	0.05	1.94	16.0	0
	20	15	2.5	17.5	65	40.7	47.1	0	1.94	16.0	0
	21	15	2.5	17.5	65	40.7	39.7	0	1.97	0	0
22	15	2.5	17.5	65	40.7	50.6	0	1.97	107.9	0	
20%	23	20	0	30	50	37.3	47.6	0	1.49	25.5	0
	24	20	0	30	50	37.3	47.6	0	1.49	30.6	0
	25	20	0	20	60	37.3	47.6	0.05	1.79	19.3	0
	26	20	0	20	60	40.7	47.6	0.05	1.79	19.3	0.40
	27	20	5	15	60	37.3	47.6	0.05	1.79	19.3	0
	28	20	0	20	60	37.3	47.6	0.05	1.79	19.3	0.04
	29	20	2.5	17.5	60	37.3	47.6	0.05	1.79	19.3	0.04
	30	20	0	20	60	40.7	47.6	0.05	1.79	19.3	0.04
	31	20	2.5	17.5	60	40.7	47.6	0.05	1.79	19.3	0.04
30%	32	30	0	20	50	37.3	47.6	0	1.49	25.4	0
	33	30	5	15	50	37.3	47.6	0	1.49	25.4	0
	34	30	0	20	50	40.7	47.6	0.05	1.49	19.3	0.60
	35	30	0	20	50	40.7	47.6	0.05	1.49	19.3	0.06

【0026】

表3において、水結合材比(W/B)は、水(W1+W2+W3)/結合材(OPC+SF+FA+GGBS)である。また、細骨材率(s/a)は、細骨材(S)/骨材(S+G1+G2)である。なお、CaSO₄は、GGBSの一部とする。

【0027】

<コンクリートの製造条件>

表4は、コンクリートの配調合条件を示す表である。また、表5は、コンクリートの製造条件(練混ぜ方法)を示す表である。

10

20

30

40

表4

	サンプル No	
	1~4, 12~22	5~11, 23~35
目標スランプ	21±2cm(12±2.5)	15cm以上
目標空気量	4.5±1.5%	4.50%

表5

	サンプル No		
	1~4, 12~22	5~10, 23~35	11
使用ミキサ	2軸強制練りミキサ (容量60L)	2軸強制練りミキサ (容量60L)	パン型ミキサ (容量60L)
練混ぜ量	60L/バッチ	60L/バッチ	50L/バッチ
練混ぜ時間	空練り 10秒 W+SP投入60秒 掻き落とし後30秒 (210秒)	空練り 10秒 W+SP+SI投入270秒	空練り 30秒 セメント投入60秒 W+SP+SI投入180秒

10

【 0 0 2 8 】

20

< 試験項目 >

(1) フレッシュ性状試験 (サンプル No . 1 ~ 3 5)

フレッシュ性状試験として、練り上がりのスランプ、空気量、温度を測定した。なお、スランプ及び空気量の試験方法は、それぞれJIS A 1101(BS 1881 Part102)、JIS A 1128(BS 1881 Part106)に準拠した。また、コンクリートの温度は温度計によって測定した。

(2) 圧縮強度試験 (サンプル No . 1 ~ 3 5)

100*200mm(150*150*150mm)の供試体を作成して水中養生後、JIS A 1108(BS EN 206)に準じて20 (23) および50 の圧縮強度を測定した。

(3) 乾燥収縮試験 (サンプル No . 5 ~ 1 1 , サンプル No . 2 3 ~ 3 5)

100*100*400mm(75*75*285mm)の供試体を作成して材齢7日まで水中養生後、JIS A 1129(ASTM C 157)に準じて乾燥による収縮変化(長さ変化)を測定した。

30

[注]上記の()内の規準及び寸法は、サンプルNo. 11の場合に適用した。

【 0 0 2 9 】

< 試験結果 >

フレッシュ性状試験の試験結果を表6に示す。

表6

実施例 No	スランプ cm	空気量 %	温度 °C	
比較例(40%)	4.5	2.3	21.5	
5%	1	21.5	7.0→5.8	21.6
8%	2	23.5	2.2	21.6
	3	21.0	3.6	22.0
	4	20.0	3.8	21.5
10%	5	21.5	1.1	20.7
	6	22.0	2.1	22.3
	7	22.0	2.3	21.3
	8	20.5	2.1	21.9
	9	11.0	3.3	22.8
15%	10	20.5	1.8	22.3
	11	24.5	2.9	25.0
	12	22.0	4.6	20.5
	13	21.5	5.2	20.8
	14	22.0	6.0	20.6
	15	22.0	5.3	20.9
	16	21.5	5.4	21.3
	17	19.5	5.5	21.0
	18	22.5	6.0	20.5
	19	22.5	6.0	20.6
	20	23.0	8.6→6.0	22.0
	21	20.5	1.5	19.3
22	0	3.6	19.0	
20%	23	24.0	1.7	20.8
	24	20.0	2.5	20.8
	25	9.0	3.1	22.9
	26	18.5	2.1	22.6
	27	17.0	2.9	23.4
	28	18.5	2.5	22.7
	29	15.0	2.8	22.9
	30	8.0	2.8	22.9
	31	13.5	2.5	23.4
30%	32	22.0	2.4	21.1
	33	22.0	2.2	21.0
	34	16.5	2.5	23.0
	35	16.0	2.0	23.1

【0030】

表6に示すように、比較例ではスランプの値が目標値(15cm、 21 ± 2 cm)よりも小さいのに対し、本実施例(サンプルNo.1~4、サンプルNo.12~22)では、ほとんど目標値の範囲に収まり、(サンプルNo.5~11、サンプルNo.23~35)では、ほとんど目標値を超えている。つまり、施工性に関して、比較例よりも、本実施例の方が良好である。また、空気量、温度については比較例とほぼ同等である。

【0031】

また、サンプルNo.15とサンプルNo.18との比較により、シリカフェームとして一般品(金属シリコンorフェロシリコン起源)のシリカフェームよりもジルコニア起源のシリカフェームの方が、スランプが大きくなるという結果が得られた。サンプルNo.1

10

20

30

40

50

5とサンプルNo. 19との比較により、セメントとして普通ポルトランドセメントよりも耐硫酸塩ポルトランドセメントの方が、スランプが大きくなるという結果が得られた。サンプルNo. 15とサンプルNo. 20との比較により、フライアッシュとして、JISA 6201にて規定されたフライアッシュII種よりフライアッシュI種の方が流動性に優れるという結果が得られた。

【0032】

次に、圧縮強度試験の試験結果を表7に示す。

表7

実施例 No		20°C圧縮(N/mm ²)					50°C圧縮(N/mm ²)		
		1日	3日	7日	28日	56日	7日	14日	28日
比較例(40%)		6.39	23.0	36.0	58.5	-	71.0	-	78.9
5%	1	-	-	11.6	16.6	-	-	-	-
8%	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	11.6	17.9	-	-	-	-
	4	-	-	13.0	19.8	-	-	-	-
10%	5	7.92	18.5	24.6	32.1	-	29.1	-	33.5
	6	5.86	22.7	31.4	45.0	-	37.2	-	43.6
	7	9.26	21.2	28.0	39.7	-	42.2	-	53.6
	8	12.40	22.7	27.5	34.5	-	31.9	-	38.1
	9	10.20	26.2	35.1	47.4	-	-	51.7	55.7
15%	10	6.34	28.1	41.5	57.4	-	48.7	-	53.3
	11	13.30	31.2	42.3	50.2	-	-	-	-
	12	-	-	-	31.2	-	-	-	-
	13	-	-	-	30.2	-	-	-	-
	14	-	-	-	28.6	-	-	-	-
	15	-	-	19.2	26.8	30.4	-	-	-
	16	-	-	22.5	27.9	31.7	-	-	-
	17	-	-	18.7	24.9	27.3	-	-	-
	18	-	-	23.9	33.2	36.4	-	-	-
	19	-	-	23.1	31.6	34.8	-	-	-
	20	-	-	23.1	31.3	-	-	-	-
	21	-	-	19.9	30.1	-	-	-	-
22	-	-	14.0	20.5	-	-	-	-	
20%	23	3.11	16.8	26.2	33.5	-	35.9	-	41.5
	24	4.28	17.4	25.9	35.0	-	33.0	-	38.3
	25	7.30	29.0	40.9	56.1	-	51.1	-	55.8
	26	5.07	28.4	46.1	63.5	-	55.9	-	59.1
	27	8.54	29.5	42.1	57.9	-	60.5	-	67.8
	28	9.24	32.4	45.5	63.2	-	-	63.4	68.2
	29	8.86	31.4	44.9	60.6	-	-	65.6	69.7
	30	6.80	25.8	36.7	51.3	-	-	48.5	51.6
	31	7.69	28.0	37.6	52.8	-	-	53.9	57.8
30%	32	7.05	25.4	39.9	54.1	-	55.8	-	63.4
	33	6.96	29.7	45.4	62.5	-	70.1	-	76.7
	34	5.17	29.3	53.0	69.4	-	68.8	-	75.2
	35	7.78	27.9	44.2	64.3	-	-	68.6	75.6

【0033】

表7に示すように、本実施例では、比較例よりもセメントの使用量が少なくなっているにもかかわらず、10%以上では比較例に近い圧縮強度が得られた。特に、セメントの割合が10~20%においても良好な圧縮強度が得られた。また、10%未満であっても、比較例には至らないものの16 N/mm²以上の圧縮強度が得られた。なお、本実施例(サンプルNo. 1~35)における材齢28日の20(23)の圧縮強度は、16.6~69.4 N/mm²であった。

【0034】

また、サンプルNo. 15とサンプルNo. 18との比較により、シリカフェームとして一般品(金属シリコン or フェロシリコン起源)のシリカフェームよりもジルコニア起源のシリカフェームの方が、圧縮強度が高くなるという結果が得られた。サンプルNo. 1

5とサンプルNo. 19との比較により、セメントとして普通ポルトランドセメントよりも耐硫酸塩ポルトランドセメントの方が、圧縮強度が高くなるという結果が得られた。

[注]上記の()内の温度は、サンプルNo. 11の場合に適用した。

【0035】

次に、サンプルNo. 5～11、サンプルNo. 23～35について乾燥収縮試験の試験結果を表8に示す。

表8

サンプル No	長さ変化(×10 ⁻⁶)							
	0日	1日	3日	7日	14日	21日	28日	
40%(比較例)	0	-134	-236	-323	-397	-439	-503	
10%	5	0	-51	-83	-111	-194	-217	-259
	6	0	-23	-125	-190	-260	-306	-348
	7	0	-28	-125	-181	-246	-292	-334
	8	0	-65	-79	-111	-172	-223	-302
	9	0	-46	-88	-195	-246	-325	-348
15%	10	0	-88	-148	-204	-278	-310	-380
	11	0	-70	-	-120	-140	-	-170
20%	23	0	-28	-74	-111	-185	-236	-250
	24	0	-28	-83	-125	-190	-259	-297
	25	0	-51	-111	-181	-255	-288	-348
	26	0	-61	-130	-181	-279	-307	-386
	27	0	-79	-130	-172	-269	-334	-385
	28	0	-56	-139	-227	-292	-343	-375
	29	0	-83	-129	-213	-268	-337	-374
	30	0	-83	-148	-194	-254	-341	-387
	31	0	-60	-111	-171	-250	-333	-370
30%	32	0	-46	-111	-162	-241	-282	-287
	33	0	-74	-134	-167	-245	-278	-296
	34	0	-60	-139	-227	-278	-353	-418
	35	0	-102	-153	-232	-302	-371	-418

【0036】

表8の長さ変化においてマイナスは、元の長さに対して収縮したことを示している。なお、逆に、この値がプラスになる場合は伸張したことになる。

表8に示すように、乾燥による長さ変化(収縮量)は、比較例よりも本実施例の方が小さくなっている。つまり、本実施例では、比較例よりもひび割れが生じにくいと言える。

【0037】

以上、説明したように、本実施例ではCO₂排出量の多いセメントの使用量を極力少なくし、CO₂排出量の少ない混和材(結合材)を増やすようにした。

【0038】

具体的には、結合材に対するセメントの割合を5～30%とし、シリカフュームを0～20%、フライアッシュを0～50%、高炉スラグを42～75%とし、単位水量を80～185kg/m³とした。さらに、アルカリ成分の水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)

、石膏（ CaSO_4 ）、強度増進剤（ SI ）、石灰石微粉（ LSP ）のうちの少なくとも一つの添加材を配合するようにした。なお、石膏は、高炉スラグの一部とする。

さらに、細骨材及び粗骨材を含む骨材と、水と、高性能 AE 減水剤等の化学混和剤とによりコンクリートを構成した。

こうすることにより、 CO_2 の排出量が低く、フレッシュ性状や強度発現の優れたコンクリートを得ることが可能である。

【0039】

上記実施形態においては、セメント組成物として、コンクリートを例に挙げて説明したが、骨材として細骨材や粗骨材等を含まないモルタルであっても構わない。

【0040】

上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることはいうまでもない。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
C 0 4 B 22/14 (2006.01)		C 0 4 B 22/14		B
C 0 4 B 24/12 (2006.01)		C 0 4 B 24/12		A
C 0 4 B 14/28 (2006.01)		C 0 4 B 14/28		

(72)発明者 小林 利充
東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

(72)発明者 一瀬 賢一
東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

審査官 永田 史泰

(56)参考文献 特開平10-152364(JP,A)
特開平11-079822(JP,A)
特開平03-183647(JP,A)
特開2004-203733(JP,A)
児島孝之,コンクリート混和材料ハンドブック,日本,株式会社エヌ・ティー・エス,2004年4月23日,初版,第392-393頁
笠井芳夫,坂井悦郎,新 セメント・コンクリート用混和材料,日本,技術書院,2007年1月15日,第1版,第56頁

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
C 0 4 B 7 / 0 0 - 3 2 / 0 2
C 0 4 B 4 0 / 0 0 - 4 0 / 0 6
C 0 4 B 1 0 3 / 0 0 - 1 1 1 / 9 4