

低強度高流動コンクリートの配合設計に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生員 山田尚義 学生員 佐藤貢
 名古屋工業大学工学部 正会員 上原匠 正会員 平原英樹
 名古屋工業大学大学院 正会員 梅原秀哲

1.はじめに

「高流動コンクリート施工指針」が発刊され、実施工でも種々の高流動コンクリートが開発されている⁽¹⁾。しかし、高流動化に伴いコンクリート強度が高くなり、一般的なコンクリートの持つ強度での高流動化に関する研究が少ないのが現状である。そこで本研究では、強度増進への影響の少ない石灰石微粉末を用いて、高水セメント比の低強度高流動コンクリートの開発を試み、粉体量の違いがフレッシュ時および硬化後の物性に与える影響について検討を行った。

2.実験概要

実験に用いた使用材料を表-1 に、配合を表-2 に示す。早強ポルトランドセメントと石灰石微粉末を用いた粉体系高流動コンクリートを対象に、水セメント比を 65%，単位水量を 167kg/m³ に設定した。各々の配合は、単位水量、単位粗骨材量を一定として、石灰石微

表-1 使用材料

材料	種類	記号	物性・成分
セメント	早強ポルトランドセメント	C	比重3.13、比表面積4550cm ² /g
混和材	石灰石微粉末	LP	比重2.73、比表面積5090cm ² /g
細骨材	山砂	S	比重2.56、吸水率1.65%、粗粒率2.77
粗骨材	碎石2005	G	比重2.65、吸水率0.61%、粗粒率6.64
混和剤	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系

粉末と細骨材との置換率を容積で 0、10、14、20、30%と設定することで粉体量を変化させた。この場合、粉体量は 257、369、415、484、596kg/m³ となる。高性能 AE 減水剤の使用量は、それぞれの配合でセメントの質量に対して 1.2、1.4、1.6% とし、空気量は 4.5±1.0%の目標値内におさまるように AE 助剤を適宜使用した。

表-2 示方配合

W/C (%)	W/(C+LP) (%)	LP置換率 (%)	W	C	LP	S	G
			(kg/m ³)				
65	65.0	0	167	257	0	1060	774
	45.3	10	167	257	112	955	774
	40.2	14	167	257	158	911	774
	34.5	20	167	257	227	847	774
	28.0	30	167	257	339	742	774

それぞれのコンクリートに対してスランブ試験、空気量試験、SI 試験、圧縮強度試験を行った。

なお、SI 試験とは 5mm ふるいによる粗骨材とモルタルとの分離抵抗性評価試験をさし、SI 値はパイプレーターによって 60 秒間振動を与えた場合、SI₀ 値は無振動で 5 分間放置した場合の (落下したモルタル質量) / (全モルタル質量) の百分率である。

3.フレッシュコンクリートの性質

フレッシュコンクリートの試験結果を表-3 に示す。高性能 AE 減水剤の使用量が 1.6%の場合、置換率 30%の配合を除いて、スランブフロー試験で骨材の偏りが見られた。置換率 0%の配合では 1.4%のときも骨材の偏りが見られ、材料分離の傾向が見られた。また、それらのコンクリートは、練上がり直後から比較的大きな気泡が確認できたにもかかわらず、空気量は目標値を得ることができなかった。

表-3 フレッシュコンクリート試験結果

LP 置換率 (%)	SP 使用量 (C×%)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	SI値 (%)	SI ₀ 値 (%)	状態
0	1.2	26.0	3.6	37.2	0.0	良好
	1.4	36.3	4.5	40.4	1.7	やや分離
	1.6	45.0	4.9	39.5	4.6	やや分離
10	1.2	32.0	3.5	48.1	0.0	良好
	1.4	46.3	4.8	51.1	4.4	良好
	1.6	53.3	3.5	51.0	7.2	分離
14	1.2	32.0	5.0	52.7	0.0	良好
	1.4	47.0	5.0	53.2	0.9	良好
	1.6	58.8	0.1	56.7	7.5	分離
20	1.2	37.0	5.0	51.8	3.0	良好
	1.4	47.0	4.8	48.1	4.6	良好
	1.6	58.0	1.0	62.4	8.1	分離
30	1.2	26.0	1.6	47.0	0.1	良好
	1.4	39.0	3.5	56.9	4.3	良好
	1.6	49.0	4.8	63.0	3.6	良好

図-1 に置換率とスランプフローの関係を示す。単位セメント量および高性能 AE 減水剤使用量が同量の場合、スランプフローは、置換率 10~20%の時の粉体量にピークが見られた。それは、置換率 0%の配合では粉体量の不足が、置換率 30%の配合では粉体量が多いためペーストの粘度が増大したものと考えられる。また、どの置換率においても高性能 AE 減水剤の使用量の増加によるスランプフローの伸び率は同程度であった。

今回対象とした配合のうち、置換率 10~20%の配合においては、材料分離を起こさないスランプフローの限界値は 50cm 程度と推測できる。ただし、置換率 30%の配合においては、今回の試験結果からは判断できなかった。

図-2 に置換率と SI 値、 SI_0 値の関係を示す。高性能 AE 減水剤の使用量増加にともない、いずれの値もわずかに増加する結果となった。これはペーストの流動性が増すことで、コンクリート中のモルタルの流動性も増加し、付着力の低下が生じたものと考えられる。また、 SI_0 値は、置換率の違いによる明確な差は認められないが、SI 値では置換率の増加にともない徐々に増加している。これは、SI 値は振動により強制的に粗骨材とモルタルを分離させるため、モルタル中のペースト分が増加し、ふるい目の通過性が大きくなったものと考えられる。目視による材料分離の判断と SI 試験結果との間には、SI 値、 SI_0 値、ともに明確な相関関係は得られなかった。

4. 圧縮強度

図-3 に圧縮強度試験結果の一例を示す。石灰石微粉末の置換率が増すにつれて圧縮強度が増加している。それは、従来から考えられているように石灰石微粉末とセメントの反応、セメントの分散性の向上による水和促進作用もいえるが、石灰石微粉末を混入することで粉体量が増加し、物理的な充填作用が高まったのが大きな要因と思われる⁽²⁾。そのため、置換率 30%の場合にいたっては 28 日強度で 45N/mm² 程度と予測した以上に石灰石微粉末の混入によって圧縮強度が増進したため、当初目標にしていた低強度は得られなかった。

5. 結論

化学的な活性の小さい粉体を用いることで、水セメント比が高い領域であっても高流動コンクリートが製造できることを実験から明らかにした。また、高水セメント比の領域でもスランプフローの最大となる最適な粉体量が存在することが確認された。

【参考文献】(1)日本コンクリート工学協会：超流動コンクリート研究委員会報告書 (I)1993 年、(II)1994 年

(2)瀬戸、古澤、信田：併用系自己充填コンクリートにおける石灰石微粉末の粉末度が及ぼす影響、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.20、No.2、1998

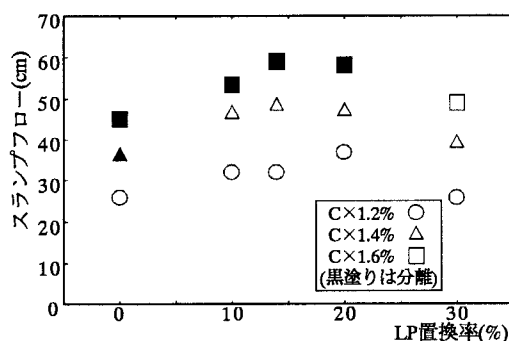


図-1 置換率とスランプフローの関係

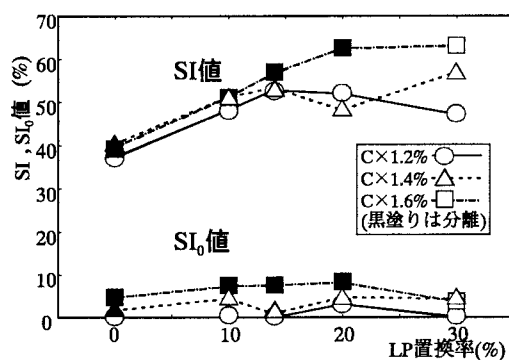


図-2 置換率と SI 値、 SI_0 値の関係

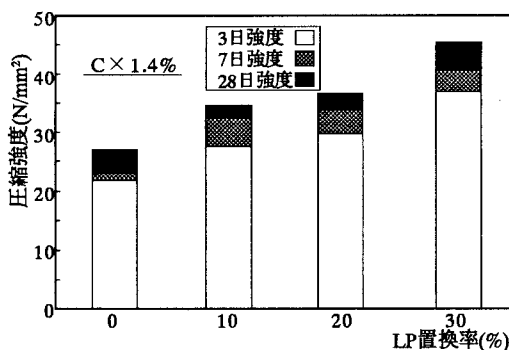


図-3 圧縮強度試験結果