

ISO 対応型セメントの強度特性に関する基礎的研究

九州大学大学院 学正会員 福田 諭士 フェロー 松下 博通
正会員 鶴田 浩章 正会員 陶 佳宏

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化報告が相次ぎ、コンクリート構造物の耐久性の向上が重要視されてきている。そこで、耐久性より決まる水セメント比において所定の強度が得られるセメントの開発が必要である。一方、欧州における汎用セメントについて、構成物の組成範囲と強さクラスで分類した規格(EN197-1:2000)が成立した。この規格に規定されている 32.5 クラスのセメントは圧縮強度 $20 \sim 30 \text{ N/mm}^2$ の汎用コンクリートを製造するのに適しており、本規格は ISO 原案となる見込みで、JIS 規格の整合化への検討をする必要がある。さらに、日本において普通ポルトランドセメントを用いて汎用強度のコンクリートを製造すると、水セメント比が大きくなり、粉体量の不足から材料分離抵抗性の低いコンクリートとなってしまう。そこで石灰石微粉末を約 30% 混入したセメント(以下 LS)、および普通ポルトランドセメントクリンカー-高炉スラグ微粉末-石灰石微粉末の 3 成分系混合セメント(以下 BL) 2 種の ISO 対応型セメントを作製した。この 2 種のセメントを普通ポルトランドセメント(以下 NPC)、高炉セメント B 種(以下 BB)との計 4 種で比較し、強度特性等を詳細に把握するために本研究を行った。

2. 試験概要

使用した 4 種のセメントの密度、比表面積および材料混合割合を表-1 に示す。試験項目は凝結試験(JIS R 5201)、モルタルによる圧縮強さ試験(JIS R 5201)とした。

表-1 使用セメントの密度、比表面積および材料混合割合

試料名	密度 (g/cm^3)	比表面積 (cm^2/g)	混合割合 (mass%)		
			NPC	スラグ	石灰石
BL	3.00	4210	64.3	14.3	21.4
LS	3.00	4200	71.4	—	28.6
NPC	3.15	3390	100	—	—
BB	3.02	3890	約50	約50	—

3. 試験結果および考察

(1) 凝結試験

凝結試験結果を表-2 に示す。BL、LS は石灰石微粉末による若干の水和促進作用のため NPC に比べ終結にいたるまでの時間が短くなったと考えられる。また、BL より LS の終結が早い結果となったが、これは高炉スラグ微粉末の混入により液相組成が異なったためであると考えられる。試験結果より、凝結について BL、LS は NPC とほぼ同程度であると考えられる。

(2) 圧縮強さ試験

圧縮強さ試験結果を図-1 に示す。石灰石微粉末および高炉スラグ微粉末を置換した BL、LS は NPC、BB より強度が低くなり、2 日圧縮強さは 14.1 N/mm^2 、 14.6 N/mm^2 、28 日は 46.8 N/mm^2 、 41.0 N/mm^2 となった。表-3 より BL および LS は EN197-1:2000 による強さクラス 32.5(N/mm^2)を満足していると言える。また、高炉スラグ微粉末は長期材齢の圧縮強さに寄与するため、28 日における BL の強度は LS の強度を上回っている。次に、各セメントを使用した場合のモルタルのセメント水比と圧縮強さの関係を図-2～図-5 に示す。いずれの水準もセメント水比-圧縮強さの関係がほぼ直線関係にあるこ

表-2 凝結試験結果

試料名	始発(h:m)	終結(h:m)
BL	2:25	3:35
LS	2:25	3:50
NPC	2:35	4:00
BB	3:05	4:15

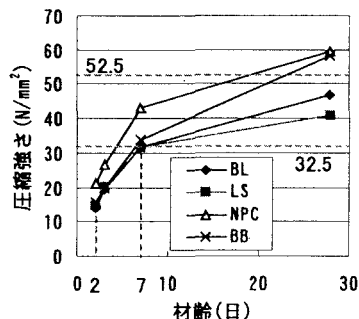


図-1 圧縮強さ

表 3 EN197-1:2000 汎用セメントの強さ規定

強さクラス	圧縮強さ(N/mm^2)	
	2日	28日
32.5	≥ 10.0	≥ 32.5 ≤ 52.5

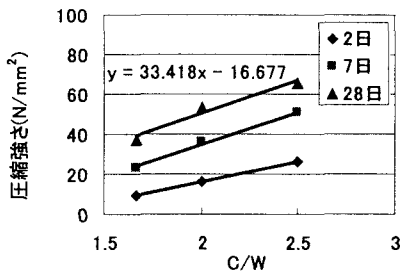


図-2 BLの圧縮強さ

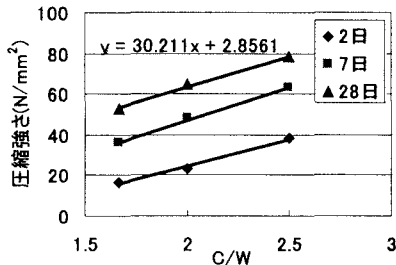


図-4 NPCの圧縮強さ

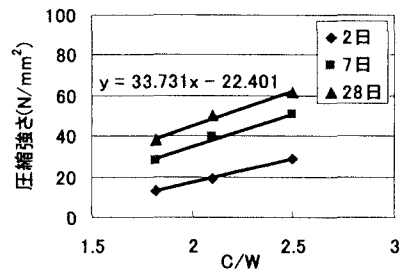


図-3 LSの圧縮強さ

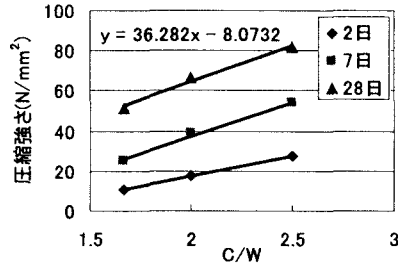


図-5 BBの圧縮強さ

とがわかる。この結果より、材齢 28 日強度が 60N/mm^2 となる場合の水セメント比を求め、その場合の、水を 1 とする配合比を表-4 に示す。表-4 より、28 日強度を 60N/mm^2 とする水セメント比は、BL および LS では、NPC や BB よりも低い値となった。したがって、同じ強度のコンクリートを作製した際、BL、LS は水セメント比が低いことより単位粉体量を NPC、BB よりも多く確保することができる。その結果、材料分離抵抗性を高くすることが可能であると考えられる。図-2～図-5 と表-4 をもとに、図-6 に材齢 28 日圧縮強度を 60N/mm^2 と設定した場合の強度変化を示す。BL、LS は NPC より実質セメント量が少ないが、初期強度が同等もしくは高くなった。これは石灰石微粉末混入コンクリートの特徴である若干の強度増進効果によるものと考えられ、石灰石微粉末の混合による初期強度発現性の改善効果があったといえる¹⁾。

表-4 材齢 28 日強度を 60N/mm^2 とした場合の配合比

試料名	W/C(%)	水	結合材 粉体量比	実質 セメント量比
BL	43.6	1	2.29	1.48
LS	40.9	1	2.44	1.74
NPC	52.9	1	1.89	1.89
BB	53.3	1	1.88	1.03

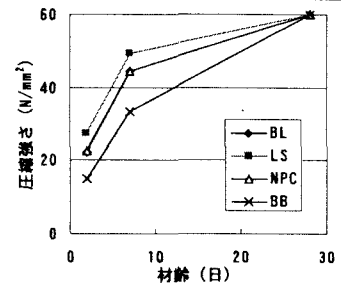


図-6 材齢 28 日強度を 60N/mm^2 とした場合の強度変化

4. 結論

BL、LS、NPC および BB の試験結果を比較し以下の結論を得ることができた。

- 1) 石灰石微粉末の混合により、BL、LS の凝結時間は NPC とほぼ同等程度であった。
- 2) BL、LS の 28 日圧縮強さはそれぞれ 46.8N/mm^2 、 41.0N/mm^2 、2 日圧縮強さは 14.1N/mm^2 、 14.6N/mm^2 であり、EN197-1:2000 による強さクラス 32.5 を満足する値となった。
- 3) 28 日圧縮強さを同一とする配合では、BL、LS は NPC、BB より多くの粉体量を確保することが可能であり、材料分離抵抗性を高くすることが期待できると考えられる。

参考文献

- 1) 坂井悦郎、中川晃次、他 2 名：フィラーセメント、セメント・コンクリート、No546、pp. 129-137 (1992)

謝辞

今回使用したセメントの提供および論文作成にあたり多大なる御協力、御指導して下さった太平洋セメント株式会社中央研究所の方々に厚く御礼申し上げます。