

高炉徐冷スラグ微粉末を用いた ISO 規格 32.5 クラスセメントの試作

九州大学大学院 学生会員 取違 剛 フェロー 松下 博通 正会員 佐川 康貴
正会員 陶 佳宏 学生会員 清崎 里恵

1. 目的

セメントの組成範囲とセメント強さのクラス分けを有する欧州規格を基本思想としたセメント規格の国際化が検討されている。この規格内の 32.5 クラスセメントは粉体量を多く確保できるため、汎用コンクリートの製造に適している。またこの規格は ISO 原案となる見込みであるため、JIS 規格との整合化が必要になる。そこで本研究では、これまで路盤材への利用が主たる需要であった高炉徐冷スラグを微粉碎した高炉徐冷スラグ微粉末(以下 CFS)を JIS 規格セメントに置換することによって、ISO 規格 32.5 クラスセメントの試作を行った。

2. 実験概要

セメントには早強および普通ポルトランドセメント(以下 HPC および NPC)を使用し、CFS に関しては比表面積を変えたもの 2 種類を使用した。また細骨材はセメント試験用標準砂(JIS R 5201)を使用した。検討項目は凝結試験(JIS R 5201)、フロー試験(JIS R 5201)、モルタルによる圧縮強度試験(JIS R 5201)およびモルタルの長さ変化試験(JIS A 1129)とした。

3. 実験結果および考察

(1) 凝結試験結果

図 - 1 に凝結試験結果を示す。CFS を置換することで始発および終結時間は延び、その置換率の増加に伴ってその延びは大きくなった。これはセメント量の低下によるクリンカー量の減少、さらに CFS から溶出するチオ硫酸イオンが C_3A の初期水和抑制効果を持つ¹⁾こと起因すると考えられる。またブレンの違いによって始発時間は遅くなり、終結時間は速まっている。これは、チオ硫酸イオンの溶出量はブレンと比例関係にあるため、チオ硫酸イオンの溶出量と消費量との関係が凝結時間に影響を及ぼすものと考えられる。また、CFS 表面への付着水の量も影響していると考えられる。CFS のブレンが大きくなることでその表面への付着水の量が多くなり、ペーストの流動性に寄与する水量が低下したために、凝結時間に違いが生じたと考えられる。

(2) フロー試験結果

図 - 2 にフロー試験結果を示す。CFS 置換率の増加に伴ってフローは低下している。また HPC と NPC を比較すると多少のばらつきはあるものの、CFS 置換の有無によってその関係は変化せず、いずれの置換率においても HPC が高い値を示している。したがって流動性の低下は CFS とセメントの反応によるものではなく CFS そのものに起因すると考えられる。流動性低下の理由としては、CFS 表面への水の付着によって流動性に寄与する水量が低下したことによると考えられる。

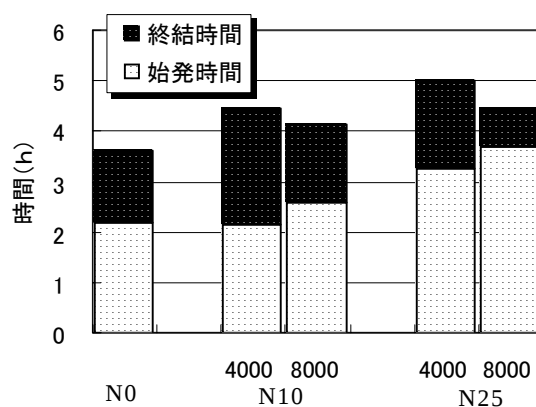


図 - 1 置換率と凝結時間

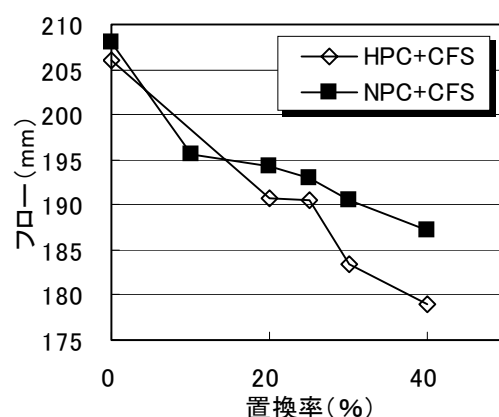


図 - 2 置換率とフロー

キーワード：高炉徐冷スラグ、置換率、32.5 クラスセメント

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel 092-641-3131 (内線 8654) Fax 092-642-3271

（３）圧縮強度試験結果

図 - 3 および図 - 4 に圧縮強度試験結果を示す。HPC および NPC どちらに CFS を置換した場合でも、その置換率の増加に伴って強度は低下しており、また強度低下率は各材齢においてほぼ同等である。したがって、CFS による強度発現性への影響はみられない。

表 - 1 に欧州規格によるセメントの強さ規定を示す。HPC、NPC ともに CFS 無混入の場合は 52.5 クラスに該当する。CFS 置換によって強度は低下し、置換率 30%以下のものが 32.5R クラスを満足している。ただし、N30 は 2 日強度が 11.7N/mm^2 であり、実際の施工時において規定を満足しなくなる可能性があるため 32.5N クラスに分類されると思われる。また H20 は 42.5R クラスを、N10 は 42.5N クラスを満足する値となった。したがって、JIS 規格のセメントに CFS を置換することで、圧縮強度の観点からは 32.5 クラスセメントを製造可能であり、また置換率を変化させることで 42.5 クラスのセメントまで製造可能であることが確認された。

（４）長さ変化試験結果

図 - 5 に長さ試験結果を示す。これは HPC に CFS を置換した場合について示したものであるが、CFS 置換率の増加に伴って長さ変化率は減少する傾向にある。これはセメント量の低下に伴う水クリンカー比の増大によると考えられる。水クリンカー比の増大によって若材齢における自己収縮の進行速度は小さくなるため、これが長さ変化に影響を及ぼしたと考えられる。またしかし収縮には他にも乾燥収縮や水和熱による体積変化など様々な要因があるため、CFS 置換率と長さ変化率の変化に比例関係があることまでは認められない。

4. まとめ

本研究によって、CFS を JIS 規格のセメントに置換することで、凝結時間や凝結時間やフローに異常をきたすことなく ISO 規格 32.5 クラスセメントを製造可能であることが確認された。さらに CFS を置換することで収縮量が軽減されることも確認された。

今後は本研究によって得られた 32.5 クラスセメントをコンクリートに用いることによって耐荷性および耐久性に関する検討を行う必要があると考えている。

参考文献

- 1) 盛岡実：高炉徐冷スラグ微粉末が流動性におよぼす影響とその機構，セメント・コンクリート論文集，vol.56, pp72-77, 2002
- 2) 盛岡実：高炉徐冷スラグを用いた低環境負荷型セメントの提案，セメント・コンクリート論文集，vol.23, No.2, 2001

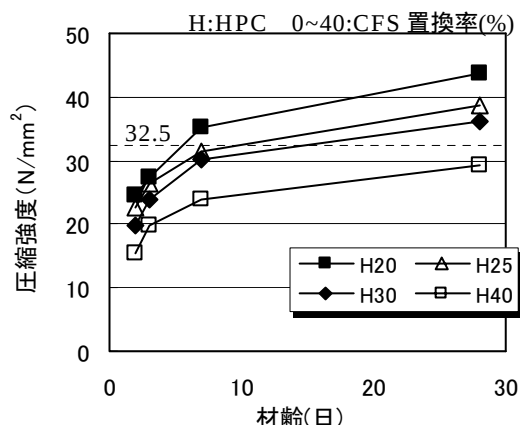


図 - 3 圧縮強度試験結果 (HPC)

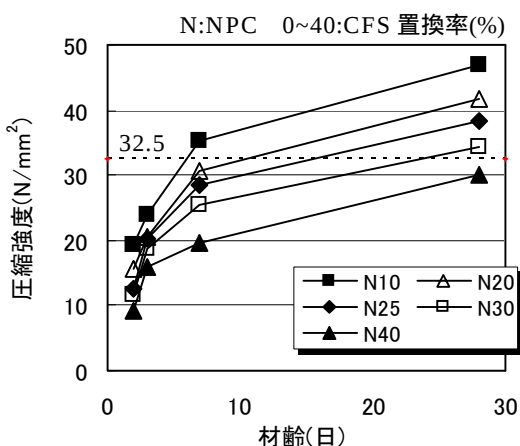


図 - 4 圧縮強度試験結果 (NPC)

表 - 1 欧州規格によるセメントの強さ規定

強さクラス	圧縮強度 (N/mm ²)			
	初期強さ		標準強さ	
	2日	7日	28日	
32.5N	-	≥16.0	≥32.5	≤52.5
32.5R	≥10.0	-	≥32.5	≤52.5
42.5N	≥10.0	-	≥42.5	≤62.5
42.5R	≥20.0	-	≥42.5	≤62.5
52.5N	≥20.0	-	≥52.5	
52.5R	≥30.0	-	≥52.5	

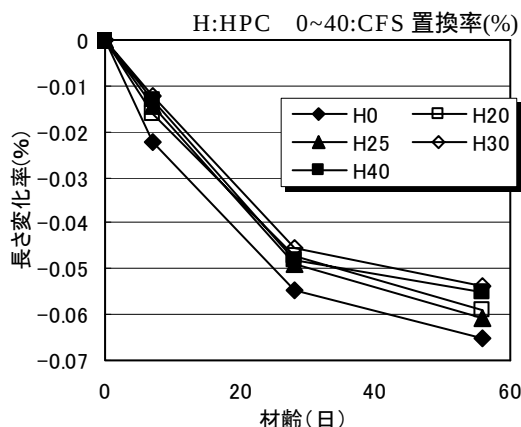


図 - 5 長さ変化試験結果