

生コン工場で出荷したハイボリュームフライアッシュコンクリートの諸性質

徳島大学工学部正会員河野 清

徳島大学工学部正会員石丸啓輔

徳島大学大学院学生会員○平岡伸哉

徳島県生コンクリート工業組合横手晋一郎

1.はじめに

近年、我が国の電力事業は石炭による火力発電が注目を浴びており、全国各地で石炭火力発電所が建設中、あるいは計画中である。現在、徳島県阿南市橘湾においても出力 280 万 kW の大規模な石炭火力発電が電源開発㈱と四国電力㈱とによって建設中であり、平成 12 年から運転開始することになっている。

石炭火力発電所に伴う問題として産業副産物である石炭灰の発生があげられる。この石炭灰の中で混和材として用いられるものは、JIS A 6201 “コンクリート用フライアッシュ” として規定があり、その代替率はセメント質量の 15～30%と少ない。また、JIS に合格しない石炭灰の大部分は埋め立て地に廃棄処分されているのが現状である。そこで、フライアッシュをより積極的に利用するために多量に使用したハイボリュームフライアッシュコンクリート（以下 HVFC と略記）が注目されており、カナダでは活発な研究が行われており、徳島大学のコンクリート研究室においても基礎的な特性について報告を行っている。

しかし、構造物に使用する HVFC を生コン工場で製造し、また、その品質変動および特性について調査した報告がないのが現状である。したがって、本研究では、阿南市福井町の四国電力㈱阿南変換所において、無筋コンクリート擁壁工事が行われる機会に、HVFC を生コン工場で製造し、実構造物（擁壁）に使用し、現場でのコンクリートの品質変動状態、また、生コンプラントで製造した HVFC の諸性質、施工性などについて同じ呼び強度の普通コンクリート（以下 PL と略記）と比較して調査を行ったものである。

2.試験概要

使用材料としては、普通ポルトランドセメント（比重 3.15）、フライアッシュ（比重 2.27）、徳島県阿南市下大野町産の玉砕石（最大寸法 20mm）および川砂（F.M.3.29）、愛媛県越智郡伯方町海砂（F.M.1.83）、高性能 AE 減水剤、および AE 減水剤を用いた。

コンクリートの配合は呼び強度を 18MPa とし、呼び強度を保証する材齢を 28 日とした。また、HVFC については現場での施工性、特にこてによる表面仕上げの容易さを考慮し、目標スランプ 20cm、目標空気量 4.0%、PL については目標スランプ 15cm、目標空気量 4.5%とし、これらを満足する配合とした。（表 1 参照）

表 1 コンクリートの配合

種別	W/(C+FA) (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)						
			W	C	FA	S	G	高性能 AE 減水剤	AE 減水剤
HVFC	33.8	40.0	140	180	234	694	1041	5.80	0.075
PL	61.5	46.3	164	267	0	853	997	—	0.689

コンクリートの練混ぜは、生コンプラントで設置されている容量 1m³で最新型の傾胴 2 軸ミキサ(ツインクルミキサ)を用いて行い、練混ぜ終了後、スランプおよび空気量を測定し、生コンプラントから工事現場までトラックアジテータ車により約 1 時間運搬した。荷下ろし時にスランプ、空気量、塩化物含有量の測定を行い、スランプロスも測定した。品質管理用の供試体は工事現場で 20 回にわたり採取し、材齢 28 日の圧縮強度試験を行った。硬化コンクリートの諸性質は生コンプラントにおいて圧縮強度、引張強度、曲げ強度、耐摩耗性、水密性、耐凍害性および断熱温度上昇量などを測定し、同じ呼び強度の普通コンクリートと比較した。

3. 試験結果および考察

3.1 圧縮強度の変動状態

工事現場で20回にわたり採取したHVFCの品質変動状態をPLと比較して、それぞれ図1および図2に示す。これよりHVFCの方がPLよりも明らかにバッチ間の変動が大となっている。これはHVFCのスランプや空気量の変動がPLよりも大きいと思われる。すなわち、HVFCとPLのコンクリート温度を測定すると前者の変動がかなり大きく、これが高性能AE減水剤、AE減水剤の効果に微妙に影響し、品質のばらつきを生じたのではないかとと思われる。いずれにしても、HVFCはフレッシュコンクリートの目視による管理がPLに比べて難しい面があり、プラントでは一層厳密な管理が必要であると思われる。

なお、HVFCのスランプロスは平均1.5cmであった。

3.2 コンクリートの諸性質

強度特性—圧縮強度、引張強度、曲げ強度は材齢91日においてはHVFCがPLより明らかに高くなっている。

すりへり抵抗性—耐摩耗性試験結果として材齢28日まで養生したものと91日まで養生した場合での1000回転時でのすりへり深さを図3に示す。この図より材齢28日および91日の両材齢においてHVFCの方がすりへり深さが少なく、すりへり抵抗性が優れており、また、養生期間を長くすればすりへり抵抗性はさらに改善される。

耐凍害性—材齢28日まで標準養生を行った供試体について、300サイクルまで凍結融解の繰り返し試験を行った結果を図4に示す。この図にみられるようにHVFCの方が相対動ヤング係数が高くなり、PLより耐凍害性が優れている。

水密性—材齢28日において透水試験を行い、拡散係数を求めて、HVFCとPLの結果を比較するとHVFCがPLより拡散係数が小さくなり、水密性が改善される。

断熱温度上昇—断熱温度上昇試験結果を図5に示す。この図よりHVFCはPLに比べて明らかに断熱温度上昇量が低くなっており、フライアッシュを多量に使用したコンクリートは、ダム、大型橋脚、擁壁などのマッシブなコンクリート構造物に使用するのが適していることを示している。

4. まとめ

生コン工場で出荷したHVFCに関して次のことがいえる。

- (1) 圧縮強度の変動係数は7.0%と普通コンクリートの5.7%よりも大きく、スランプや空気量のばらつきの影響が考えられる。
- (2) すりへり抵抗性、耐凍害性、水密性などは普通コンクリートに比べて優れている。
- (3) コンクリートの断熱温度上昇は大幅に低減される。

なお、本研究に御協力いただいた四国電力株式会社に対し深く感謝いたします。

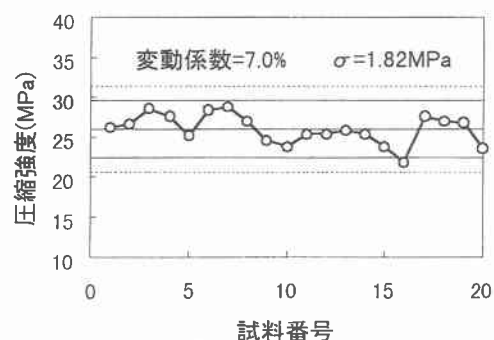


図1 HVFCの圧縮強度の変動状態

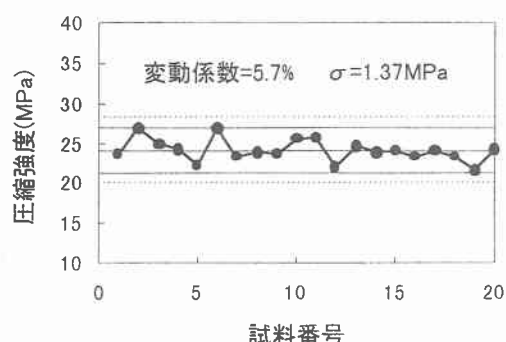


図2 PLの圧縮強度の変動状態

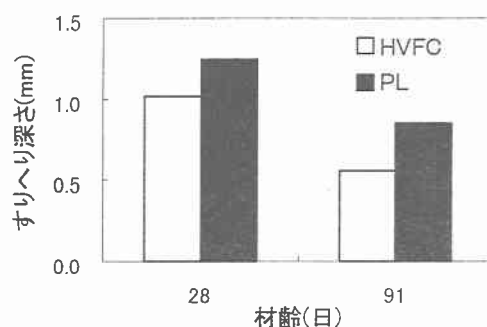


図3 耐摩耗性試験結果

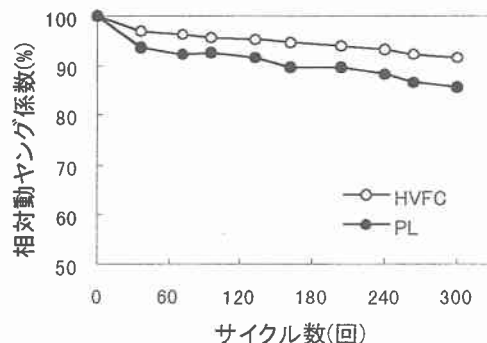


図4 耐凍害性試験結果

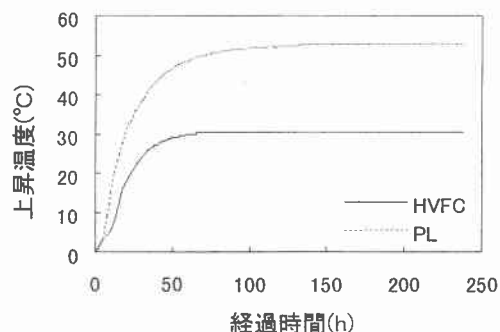


図5 断熱温度上昇試験結果