

V-50 ポゾランを組合せ混和したコンクリートの基礎性状について

東京電力㈱ 正会員 河原 忠弘
〃 〃 山田 有一
〃 〃 増田 和機

1. まえがき

シリカフェーム，フライアッシュ，高炉スラグは、ポゾランを代表するコンクリート用混和材であり、これらの混和材はポゾラン反応及び鉱物質微粉末混入効果によってコンクリートの強度、水密性等の性質を改善するとされている。シリカフェームは強度及び耐久性の面で有効な混和材料として利用されているが、一般に同一スランプを得るための単位水量が普通コンクリートに比較して増大するため、高性能減水剤が不可欠となる。一方、フライアッシュは、強度面では早期強度が低下するという性質を有している反面、良質なものを用いれば単位水量の低減が図られる。

本研究ではこれら2種類のポゾランを有効に活用するために、これらのポゾランを組合せ混和したコンクリートの基礎的性質について検討した。ここでは、その一部を報告する。

2. 実験の概要

混和材として、常盤共同火力産のフライアッシュ（FA）及びこれを平均粒径5 μ mに粉砕したもの（PFA）並びにノルウェー産シリカフェーム（SF）の3種類を表-1に示す割合で混和して（以下複合ポゾランと呼ぶ）試験に供した。各材料の物理的性質，化学的組成を表-2,3に示す。セメントは普通ポルトランドセメント、骨材は西多摩産砕石（Gmax25 mm 比重 2.63 FM 6.92）及び富士川産川砂（比重 2.65 FM 2.78）を用いた。また混和剤は、slump 調整用として高縮合芳香族スルホン酸塩系高性能減水剤（SP剤），air 調整用としてリグニンスルホン酸とポリオール複合体を主成分とするAE減水剤並びに補助AE剤を併用した。実験に用いた配合は表-4の通りであり、練り混ぜは容量 100 ℓ の強制攪拌型ミキサーを用いて1バッチ当り80 ℓ とした。なお、複合ポゾランは水との等量混合によりスラリーとして混入した。

試験は、フレッシュコンクリートについてスランプ試験、空気量試験、ブリージング試験（JISA 1123），硬化コンクリートについて圧縮強度試験，透水試験（Input法）等を行った。

表-1 複合ポゾラン組合せ

MIX. No.	混合比（重量比）				
	000	111	021	011	012
F A	0	1	0	0	0
P E A	0	1	2	1	1
S F	0	1	1	1	2

表-2 使用材料の物理的性質

	比重	比表面積 (cm^2/g)	単位水 量比(%)	圧縮強度比 (%)	
				σ_{28}	σ_{91}
セメント	3.15	3,230*	100	100	100
F A	2.14	3,450*	99	69.2	94.8
P F A	2.52	87,000**	99	85.9	111.9
S F	2.21	239,000**	120	37.1	56.6

* ブレーン比表面積 ** 窒素吸着法による

表-4 コンクリートの配合

水結合材 比 W/(C+Pz)	細骨材率 S/a	置換率	単 位 量 (kg/m ³)					A E 減 水 剤 添 加 量 (C+Pz)x%
			結 合 材		水 W	細骨材 S	粗骨材 G	
			セメント C	複合 ポゾラン Pz				
50	45	0	320	0	160	826	1009	0.25
		20	256	64*	160	820	1002	0.25
40	43	0	400	0	160	761	1008	0.25
		20	320	80*	160	753	998	0.25
30	39	0	533	0	160	647	1012	0.25
		20	426	107*	160	636	996	0.25

* 表-1の組合せ

表-3 使用材料の化学的性質 (%)

	ig. loss	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
FA	2.2	81.4	57.2	28.2	3.2	5.4	1.5	0.93	0.71
SF	1.6	72.7	96.8	0.3	0.1	0.3	0.3	0.13	0.47

3. 実験結果

(1) フレッシュコンクリートについて

結合材の比表面積と単位補助AE剤量，単位SP剤量との関係を図-1に示す。複合ポゾランを混和し

たコンクリートはプレーンコンクリートと比較して比表面積が大きくなり、同時に単位補助AE剂量が増加する。これは比表面積の影響と共に、FA中の未燃カーボンの影響によるものと考えられる。また、複合ボゾランを混和したコンクリートの単位補助AE剂量は、MIX, NO. 012に示されるようにSFの混和率が多い配合ではいずれの水結合材比でも増加している。即ち、結合材の比表面積の増大によって単位補助AE剂量は増加するといえる。単位SP剂量と結合材の比表面積との関係は概ね単位補助AE剂量の場合と同様であるが、水結合材比40、50%の配合では30%のものより結合材の比表面積の影響が大きくなっている。

図-1 結合材の比表面積と単位補助AE剂量、単位SP剂量との関係

複合ボゾランの種類とブリージング率の関係は

、図-2に示すようにプレーンコンクリートは水結合材比50%で43%、40%で1%のブリージング率であったのに対し、複合ボゾランを混和した場合はそれぞれ1%、0%と減少した。これは全ての配合で単位水量を160kg/m³と一定としたため、結合材の比表面積の差による影響が現れたこと並びにSFと水酸化カルシウムの反応によるゲル層の生成が早く進むこと¹⁾などによるものと思われる。

(2) 硬化コンクリートについて

材令と圧縮強度の関係を図-3に示す。複合ボゾランを混和させたコンクリートの強度は材令7日では無混和のものを若干下回っているが、材令28、91日では上回る結果となった。しかし本研究の範囲では、ボゾランの置換率を一定とした上にSFの混和量が比較的多く、その影響が強く現れたものと考えられ、複合ボゾランの種類による明瞭な差異は認められなかった。

SF、PFA混和率と拡散係数の関係は、図-4に示すように、いずれの水結合材比においても複合ボゾランを混和したコンクリートの拡散係数は、無混和の場合に比較してかなり小さくなり、またPFAとSFの混合比を1:1とした配合が最も拡散係数が小さく、水密性が高いといえる。

4. まとめ

本研究の範囲では、SFを6.5%（結合材×%）以上混和させたコンクリートにこれと同程度のPFAを混和させた場合には、たとえその内割が数%変化してもその強度は明瞭な差が認められなかった。また水密性についてはボゾラン無混和のものに比べて向上するという結果が得られた。

今後は、より経済的なSFとPFAの混合比についても検討していく必要があると思われる。

参考文献 1) P. K. Mehta : Pozzolan and cementitious byproducts as mineral admixture for concrete, ACI SP-79, 1983