ポゾラン高含有セメントの材齢１０年時における化学特性（その２）

住友大阪セメント㈱　正会員　○山下　純成
住友大阪セメント㈱　五十畑達夫
住友大阪セメント㈱　関広　真紀
(財)電力中央研究所　正会員　松井　淳

１．はじめに

長期間健全に機能しているコンクリート構造物の調査結果[1)]から長期耐久性とセメントの水和継続の関連性が指摘されており、長期間の耐久性が求められる構造物に対応可能なセメントの開発が求められている。これまで、ビーライト系セメントによる水和の長期的な継続と緩慢なポゾラン反応による構造物への長期耐久性付与の可能性についての検討を行ってきた。[2)、3)]　昨年は水和の長期的な継続により長期耐久性に寄与する材料を開発することを目的として、高ビーライト系セメントである低熱ポルトランドセメントにシリカ質ポゾランであるガス化溶融スラグ粉末を高割合で含有させた材料について報告を行った。[4)]

今回は､低熱セメントにポゾランとしてフライアッシュを高割合（３０～７０%）で含有させたセメントの長期材齢（１０年）における、Ｃ２Ｓ、フライアッシュの残存量及びＣａ(ＯＨ)２残存量、ペーストのｐＨ等の水和特性について報告するものである。

２．実験方法

ベースセメントとして低熱セメント(以下ＢＬ)を用い、ポゾランとしてフライアッシュ(以下ＦＡ)をそれぞれ３０，５０，７０%低熱セメントに置換して作製した｡セメント配合を表１に示す｡セメントに４０%の蒸留水で混練したペーストをガラス容器に注入して密閉して２０℃水槽にて養生を行った｡今回、材齢１０年のサンプルを微粉砕しアセトンにて水和停止し、D-乾燥(一晩)を行い測定用試料とした。

表１　使用材料の粉末度と置換割合

名称	粉末度(cm^2/g)		混合割合(%)	
	BL	FA	BL	FA
BL00	3350	−	100	0
BLF30	3350	3010	70	30
BLF50	3350	3010	50	50
BLF70	3350	3010	30	70

２．１　ペーストの未反応ポゾラン（ＦＡ）量測定

D-乾燥した試料１ｇと水２００ml で1N-HCl の滴下によりｐＨを２．０に保持しながら２０分間撹拌した後、ろ過を行い、残分を１０００℃３０分で強熱加熱して測定した量を未反応ポゾラン（ＦＡ）量とした。

２．２　粉末Ｘ線回折による未反応Ｃ２Ｓ量測定

粉末Ｘ線回折検量線法（内部標準物質：ＣａＦ２使用）によりD-乾燥後の試料中の未反応Ｃ２Ｓ量を測定した。今回の試験に使用した低熱セメントはＣ２Ｓの含有量が高く、長期材齢であるため、Ｃ２Ｓ以外のクリンカー鉱物は水和していると仮定した。

２．３　水酸化カルシウム（Ｃａ（ＯＨ）２）残存量の測定

D-乾燥した試料のＴＧ-ＤＴＡ測定による４００～４９０℃の減量をＣａ（ＯＨ）２として求めた。

２．４　ｐＨ測定

D-乾燥後の試料１ｇに水１０ml を加え、撹拌した上澄み液のｐＨを 24 時間後に測定して求めた。

キーワード　長期耐久性，低熱セメント，フライアッシュ，未水和物量，Ｃａ(ＯＨ)２
連絡先　〒274-8601　千葉県船橋市豊富町 585　住友大阪セメント㈱　セメント化学研究ｸﾞﾙｰﾌﾟ　ＴＥＬ047-457-0751

３．結果と考察

３．１未反応ポゾラン（ＦＡ）量

図１にペースト中の未反応ＦＡ量を示す。材齢１０年においても未反応ＦＡが残存しており、ＦＡの添加量が３０％ではかなり少なくなっているが添加量が多くなるに従い残存量が多くなっている。

３．２　未反応Ｃ２Ｓ量

図２にペースト中の未反応Ｃ２Ｓ量を示す。低熱セメント（ＢＬ）単体では、未反応Ｃ２Ｓ量は少なくなっており多くのＣ２Ｓが反応している。また、ＦＡ添加系では、初期のＢＬの混合量（70, 50, 30%）が少なく相対的にＣ２Ｓ量に少なくなるにもかかわらず低熱セメント単味と同等以上の量が残存しており、水和反応を起こしたＣ２Ｓが相対的に少なくなっている。ＦＡが多く添加された配合ではＣ２Ｓの水和反応が抑制され相対的に多くのＣ２Ｓ量が残存している。

３．３　残存Ｃａ（ＯＨ）２量及びｐＨ値

図３にペースト中のＣａ（ＯＨ）２量とペーストのｐＨを示す。Ｃａ（ＯＨ）２量はＢＬ単体では残存量が多くＣ３Ｓ、Ｃ２Ｓの反応により生成した量であると想定される。ＦＡ添加系での添加量７０％、５０％では測定されておらず、生成後ＦＡとの反応により速やかに消費されていることが想定される。ＦＡの添加量３０％ではＣａ（ＯＨ）２はいくらか残存しておりＣ２Ｓの水和反応による生成が相対的に大きい事が伺える。ペーストのｐＨはＦＡが配合されると低下し配合量が多くなるに連れて低くなる。

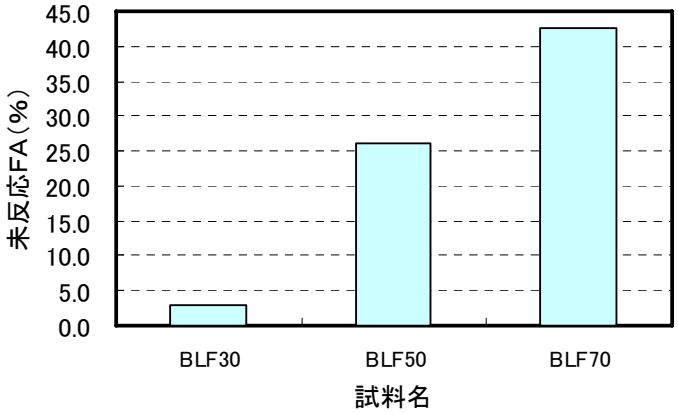

図１　未反応ＦＡ量

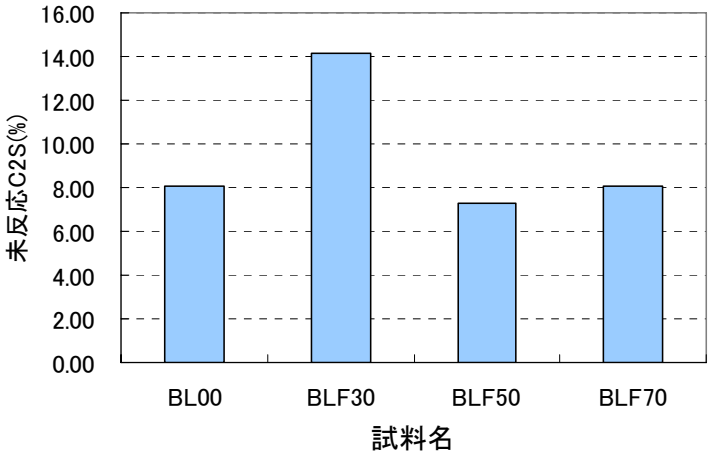

図２　未反応Ｃ2Ｓ量

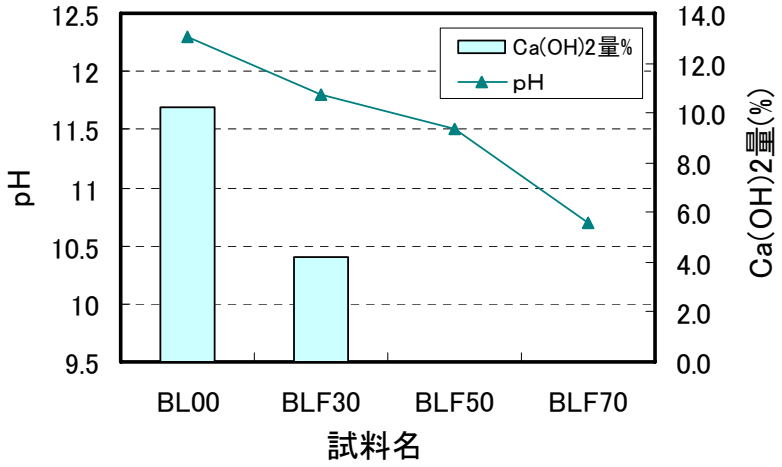

図３　残存Ｃａ(ＯＨ)2 量とｐＨ

４．まとめ

①未反応ＦＡ量はＦＡ添加量が多くなるに従いが多くなっている。

②未反応Ｃ２Ｓ量はＦＡが添加されると水和反応が抑制され相対的に多くなっている。

③残存Ｃａ（ＯＨ）２量はＢＬ単味では多く、ＦＡ添加系では添加量が多いと少なくほとんど見られない。ペーストのｐＨはＦＡが配合されると低下し、配合量が多くなるに連れて低くなる。

参考文献

1) 長瀧重義　監修：コンクリートの長期耐久性，技報堂出版，1995.

2) 松井淳ら：ポゾラン高含有セメントモルタルの水和特性と強度発現性, セメント・コンクリート論文集, Vol.53,pp.229-236，1999.

3)五十畑達夫ら：ポゾラン高含有セメントの水和特性，セメント・コンクリート論文集，Vol.56，pp.50-57，2002

4)山下純成ら：ポゾラン高含有セメントの材齢１０年時における化学特性，土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集，V-330 2008.