混和材を併用使用したモルタルやコンクリートの基礎性状について

福岡大学　○正会員　添田　政司
福岡大学　　正会員　大和　竹史
福岡大学　　学生員　三橋　義史
福岡大学　　学生員　森　　直嗣

1．まえがき

フライアッシュや高炉スラグは古くからコンクリート用混和材として，主にマスコンクリートやダムコンクリートへ使用されているが，断面の薄いコンクリート部材や2次製品等への使用は少ないようである。これはこれらのポゾラン物質が長期にわたる強度発現には良好であるが，早期強度が低下するという性質によると思われる。この性質を補うため同じポゾラン物質の一種であるシリカフュームの併用使用が有効と考えられる。シリカフュームは強度及び耐久性の面で有効な混和材として利用できることを我々は報告してきたが，一般に同一のコンシステンシーを得るために高性能減水剤の使用や，産業副産物であるにもかかわらずそのコストが高いために，一般のコンクリート構造物に利用するには不経済になる等の問題もある。従って，これらの特徴を有効に利用するためそれぞれの混和材を併用使用すればより耐久的なコンクリートが得られるものと考えられる。そこで本研究では，ポゾラン物質の混合置換率の相違がモルタルやコンクリートの強度，塩分浸透さらには中性化等に及ぼす影響について検討したものである。

2．実験概要

表－1　コンクリートの配合例

配合記号	W/C+PZ %	S/a %	C kg/m³	PZ=FA+SF %	PZ=FA+SF kg/m³	FA %	FA kg/m³	SF %	SF kg/m³	W kg/m³	スランプ cm	空気量 %
F0S0			320	0	0	0	0	0	0		9.0	5.8
F100S0			224			100	96	0	0		17.0	4.9
F80S20			224			80	77	20	19		12.0	4.2
F60S40	50	43	224	30	96	60	58	40	38	160	8.5	5.3
F40S60			224			40	38	60	58		8.0	4.8
F20S80			224			20	19	80	77		3.5	4.2
F0S100			224			0	0	100	96		3.0	4.8

使用材料は，セメントには普通ポルトランドセメント(比重3.16)を，細骨材には海砂（比重2.57，吸水率1.32%)を用い，粗骨材には角閃岩砕石（比重2.96，吸水率1.24%,最大寸法20mmを使用した。混和材はフライアッシュ（比重2.30，比表面積3820cm^2/g,略号FA），高炉スラグ微粉末（比重2.90，比表面積6080cm^2/g,略号BS)およびシリカフューム(比重2.96,単位容積重量350kg/m^3,$SiO_2$92%,略号SF）を使用した。コンクリートの配合条件は，単位結合材量(C+SF+FA(またはBS)＝320kg/m^3)，水・結合材比(W/C+SF+FA(またはBS)＝50%)および空気量（5±1%)を一定とした。また混和材の置換率(PZ/C+PZ;PZ=SF+FA(またはBS))を15%および30%としSFとFA(またはBS)の混合率を変化させた。FAを使用した場合のコンクリートの配合の一例を表-1に示す。モルタルの配合は水・結合材比60%,セメント・砂比は1:2である。混和材はFAまたはBSの置換率を0,10,20および30%としさらにSFをそれぞれに0,5および10%混入した。養生方法は湿潤養生（略号W,20℃水中），気中養生（略号A，7日間20℃水中以後室内）および蒸気養生（略号S，最高温度65℃以後室内）の3通り行なった。試験はモルタルおよび縫ンクリートのブリージング試験ならびに各養生条件後の圧縮強度試験を行なった。さらにそれぞれの養生条件28日後に，4×4×16cmの供試体を用いて中性化促進試験（温度℃,RH80%,5%CO_2）と塩水噴霧試験（温度40℃,3%NaCl)を行なった。

3．結果および考察

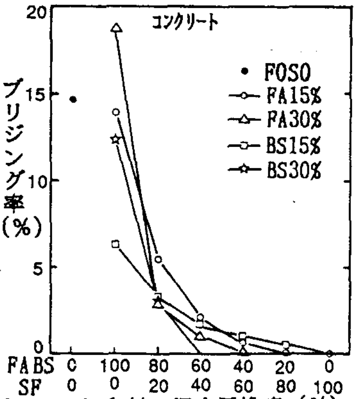
(1) フレシュコンクリートの性状；表-1に示すように，単位水量を一定にしているためFAを単独で使用したスランプは17cmと大きいが，SFの置換率が多くなるに従いスランプは低下し，F60S40でプレーンコンクリートと同程度の値を示している。これはFAのボールベアリング効果による減水作用とSFの比表面積が大きいために生じるスランプの発現性が悪くなることが相殺されたものと思われる。図-1に混合置換率とブ

リージング率の関係を示す。ブリージング率はFAおよびBSの単独使用では，置換率がFA30%,FA15%,BS30%,BS15%の順に小さくなり,FAよりもBSの方が小さくなっている。さらにSF置換率が20%になるとプレーンコンクリートやFAまたはBS単独使用よりも著しく低下し，SF置換率が40%以上になるとブリージングは生じなかった。これはSFと$Ca(OH)_2$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。

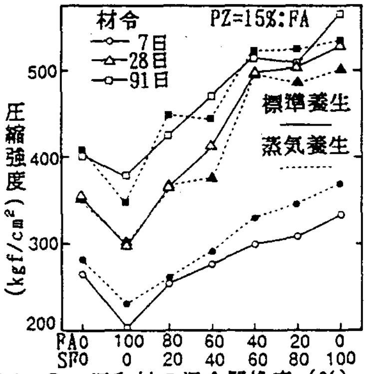
(2) 硬化コンクリートの性状； 図-2はFA,図-3はBSの置換率15%の場合の混和材の混合置換率と圧縮強度の関係を示したものである。FAおよびBS単独使用の場合，材令７日ではいずれの場合も低下しているが材令91日ではプレーンコンクリートとほぼ同程度の強度を示している。しかしながらSFを20～40%混入することによって初期強度は改善され，長期強度においてもプレーンコンクリートよりも1.3倍程度大きくなることが認められた。養生条件による影響では蒸気養生を行なうといずれの場合も初期材令の強度発現は良好であるが，長期材令では特にBSの場合強度増進が認められない。蒸気養生後供試体を室内に放置したためその後の水分の補給不足によると思われる。従って，混和材を併用する場合蒸気養生後も湿潤養生が必要と考えられる。図-4はモルタルにおける混合置換率と中性化深さの関係を示したものである。FA,BSならびにSFの置換率が多くなる程，さらに蒸気養生を行なったもの程中性化深さは大きくなる傾向にあった。図-5は混合置換率と塩分浸透深さの関係を示したものである。塩分浸透深さはプレーンコンクリートが著しく大きくFA，BSおよびSFを混入するとプレーンに比べて約1/2～1/3になっている従って混和材を併用しても塩分抑制効果に優れることが判明した。

なお、本研究は文部省科学研究費奨励（A）によって行なったものである。

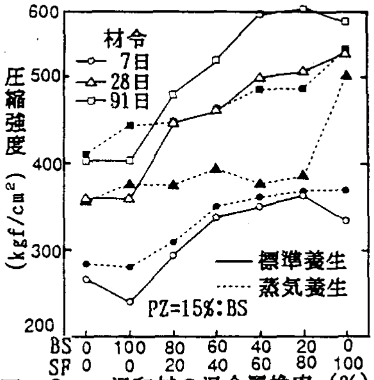
参考文献 1)P.K.Mehta : Pozzolanic and Cementitious Byproducts as Mineral Admixtures for Concrete-A Critical Review ,ACI SP-79,1983



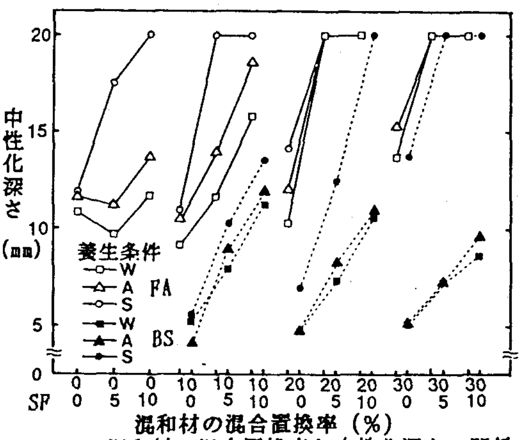
図－1 混和材の混合置換率（%）
混合置換率とブリージングの関係



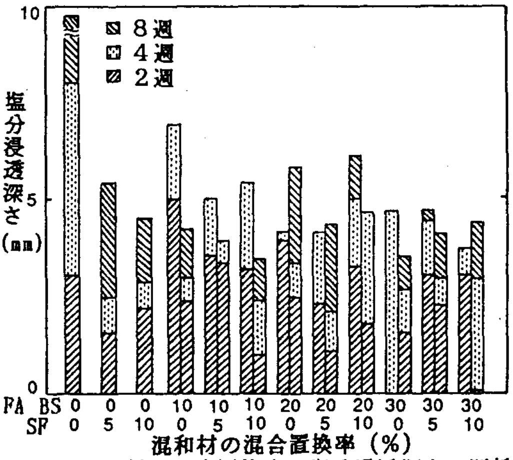
図－2 混和材の混合置換率（%）
混合置換率と圧縮強度の関係（ＦＡ）



図－3 混和材の混合置換率（%）
混合置換率と圧縮強度の関係（ＢＳ）



図－4混和材の混合置換率と中性化深さの関係



図－5 混和材の混合置換率と塩分浸透深さの関係