

V-84 混和材の併用使用がコンクリートの性状に及ぼす影響

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 正会員 江本 幸雄

1. まえがき

フライアッシュや高炉スラグは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、一般の構造物や2次製品等への使用は少ないようである。これはこれらの混和材は長期強度の発現には良好であるが、無混和に比べて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シリカフュームとの併用を試みた。シリカフュームは超微粉末なため著しい強度の改善や耐久性の面で有効な混和材として利用できることを報告¹⁾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との併用や、そのコストが高いために、一般の構造物等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利用すれば、産業副産物の多用化につながるものと考えられる。そこで本研究では、混和材の混合置換率や養生条件の相違がコンクリートの強度特性に及ぼす影響について検討を行なったものである。

2. 実験概要

表-1 コンクリートの配合及びフレッシュコンクリートの性状

Mix No.	W/(C+PZ) %	S/a %	C kg/m ³	W kg/m ³	PZ=FA+SF %, kg/m ³	FA %, kg/m ³	SF %, kg/m ³	Slump cm	Air %
F0S0			320		0 0	0 0	0 0	9.0	5.8
F100S0			224		30 96	100 96	0 0	17.0	4.9
F80S20			224		30 96	80 77	20 19	12.0	4.2
F60S40	50	43	224	160	30 96	60 58	40 38	8.5	5.3
F40S60			224		30 96	40 38	60 58	6.0	4.8
F20S80			224		30 96	20 19	80 77	3.5	4.2
F0S100			224		30 96	0 0	100 96	3.0	4.8

使用した材料は、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、粗骨材には角閃岩碎石(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3820cm²/g, 略号FA), 高炉スラグ微粉末(比重2.90, 比表面積6080cm²/g, 略号BS)及びシリカフューム(比重2.26, 単位容積重量350kg/m³, SiO₂92%, 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/m³), 水・結合材比(W/C+SF+FA(またはBS)=50%)及び空気量(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%及び30%としSFとFA(またはBS)の混合率を20%毎に5通り変化させた。さらに水・結合材比の影響を検討するため、BSを用いた場合のみ水・結合材比39%でも実施し、合計30配合行なった。表-1にFAを使用した場合のコンクリートの配合及びフレッシュコンクリートの性状の一例を示す。養生方法は湿潤養生(略号W, 20℃水中)及び蒸気養生(略号S, 最高温度65℃以後室内放置)の2通り行なった。試験はコ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。

3. 結果および考察

(1)フレッ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を単独で使したスランプは17cmと大きい。SFの併用率が多くなるに従いスランプは低下し、F60S40でプレーン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の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よりもBSを使用の方が小さくなる傾向にあった。さらにSF併用率が20%になるとプレーンやFAまたはBS単独使用よりも著しく低下し、SF併用率が40%以上になるとブリージング率はほ

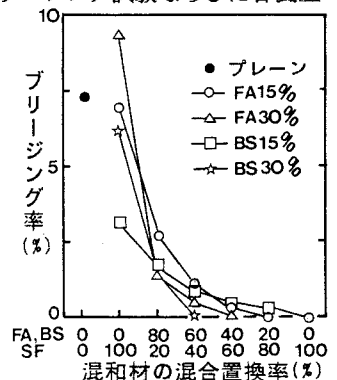


図-1 混合置換率とブリージング率の関係

とんど生じなかった。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²⁾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(a)は水・結合材比55%におけるFAとSF, (b)はBSとSFの混合置換率15%と30%の場合のそれぞれの混合置換率と圧縮強度の関係を示したものである。強度発現性で見た場合、材令7日ではFA及びBSを単独使用した方は、プレーンよりも低下しているが材令91日になるとほぼ同程度の強度を示している。混和材を併用した場合材令7日では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に比べて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配合の場合も初期強度は湿潤養生に比べて大きくなっているが、材令が進むにつれて強度増進は小さくなった。これは本実験では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は蒸気養生後も継続して湿潤養生が必要と考えられる。これらのことより混和材の併用においては、2割程度のSFの混入が初期強度の改善さらには長期強度の増進に有効であることが明らかとなった。図-3はBSを用いた場合の水・結合材比39%における混合置換率と圧縮強度の関係を示したものである。図より水・結合材比39%の場合も50%と同様に初期強度はBS単独使用の方はプレーンに比べて低下しているが、材令が進むにつれて大きくなる傾向にあった。蒸気養生を行なった場合は、初期強度の改善にはいずれの場合も良好であるが、その後の強度発現性には悪く材令28日の湿潤養生に比べて蒸気養生を行なうと15%~30%の低下であった。これは図-3(b)と比較して水・結合材比の小さい方がその傾向がより大きいことが認められた。またSFの併用率の増加に伴い強度は増大し、材令28日におけるプレーンとSF併用率20%を比較した場合では約1.2倍の増加であった。この様に水・結合材比を小さくし、他の混和材と20%程度のSFとの併用を行なうことによっても、コンクリートの高強度化が可能と思われる。

4. まとめ

FAとBSにSFとの併用を行なうことによってブリージングは小さくなり、SFを全置換率の20%程度混入すれば初期強度の改善や長期強度の増進に有効であることが認められた。養生条件の影響では、蒸気養生を行なうと湿潤養生に比べて初期強度は改善されるが、長期強度での強度増進は小さくなるため蒸気養生後の後養生に十分留意する必要がある。また、水・結合材比を小さくすることで混和材の併用を行なった場合でも高強度コンクリートが得られることが判った。

[参考文献]

- 1) T. Yamato, Y. Emoto, M. Soeda: Strength and Freezing and Thawing Resistance of Concrete Incorporating Condensed Silica Fume, ACI SP-91
- 2) P. K. Mehta: Pozzolanic and Cementitious Byproducts as Mineral Admixtures for Concrete-A Critical Review, ACI SP-79

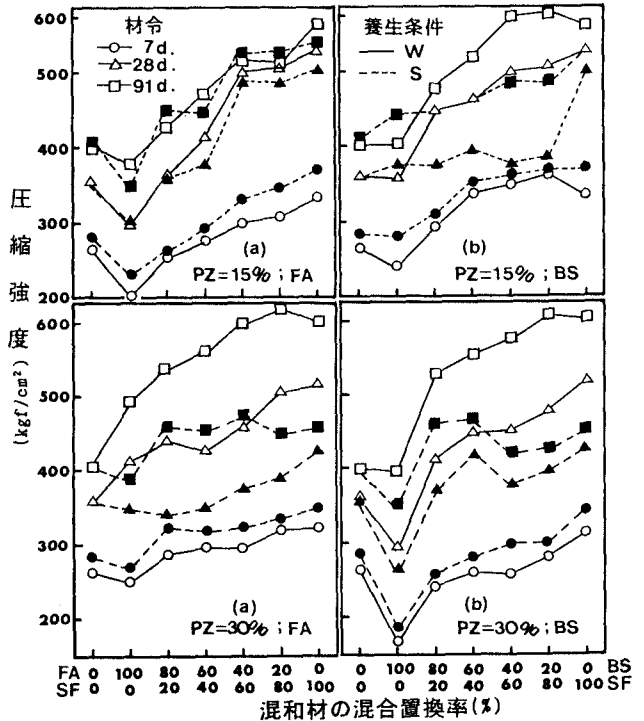


図-2 混合置換率と圧縮強度の関係(W/C+PZ=50%)

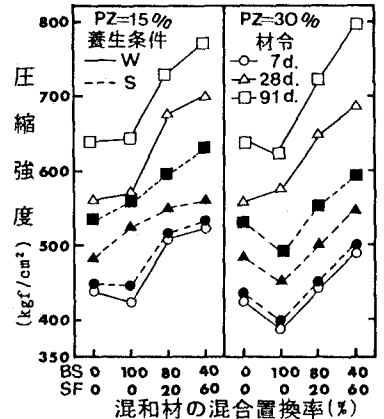


図-3 混合置換率と圧縮強度の関係(W/C+PZ=39%)