スラッジ水及び上澄水を用いたフライアッシュコンクリートの特性

高知工業高等専門学校専攻科　学生会員　○久米里沙
高知工業高等専門学校　正会員　横井克則
大和生コンクリート工業（株）　正会員　原田隆敏
大和生コンクリート工業（株）　田中光浩

１．はじめに

近年，エネルギーの需要に伴い石炭火力発電所から石炭灰が大量発生している．その石炭灰の一種であるフライアッシュ(FA)をセメントの一部としてコンクリートに混入することでポゾラン反応が発生し，耐久性などが改善される．本研究は，練混ぜ水に生コン工場から発生する pH12 程度のスラッジ水及び上澄水をポゾラン反応の刺激剤として有効活用することで，FA コンクリートの圧縮強度，中性化，耐凍害性及び乾燥収縮に及ぼす影響を調査した．

２．実験概要

2.1 使用材料及びコンクリートの配合

セメントは，高炉セメント(密度 3.02g/cm^3)を使用した．細骨材及び粗骨材は高知県内の石灰砕砂(密度 2.66g/cm^3)，海砂(密度 2.61g/cm^3)，硬質石灰砕石 1505 及び 2015(密度 2.69g/cm^3)を使用した．また，混和材は，FAⅡ種(密度 2.31g/cm^3)を用いた．混和剤は，ポリカルボン酸系 AE 減水剤を用いた．スラッジ水(配合名 S)は生コン工場から発生するもので，スラッジ固形分(水和生成物及び骨材微粒分）を含んだものであり，固形分率 3%のものを使用した．上澄水(配合名 U)はスラッジ水の上澄みであり，セメントから溶出する水酸化カルシウムなどを含むアルカリ性の高い水のことである．ともに pH は 11.8 であった．スラッジ水及び上澄水配合ともに，目標スランプは 8±2.5cm，目標空気量を 4.5±1.5%と設定した．FA の混入率を 0,10,20%と変化させ，計 6 配合とした．コンクリートの配合表を表-1 に示す．

2.2 試験方法

本研究では，県内生コン工場の強制 2 軸練りミキサにより，配合毎に 1m^3 練混ぜた．養生は，20±2℃の水槽中で所定材齢まで行った．硬化コンクリートの試験として，JIS A 1108 に従って圧縮強度を測定した．凍結融解試験は JIS A 1148(A 法)に従い，試験サイクルは 300 回で終了となるように設定し，30 回ごとに相対動弾性係数を算出した．促進中性化試験は JIS A 1153 に従い，1，4，8，13，26 週の中性化深さを測定した．また，長さ変化試験は JIS A 1129-2 に従い，材齢 182 日までの長さ変化を測定した．

３．実験結果及び考察

3.1 圧縮強度試験

圧縮強度結果を図-1 に示す．スラッジ水及び上澄水配合ともに，FA の混入率が大きいほど 7 日及び 28 日強度は小さかったが，それ以降の強度の伸びは大きくなり，S-FA10，S-FA20，U-FA10 では材齢 182 日において FA 混入率 0%より強度が大きくなっている．また，FA を混入したものは，91 日以降の強度増加が見られ，FA のポゾラン反応によるものと考えられる．

次に，材齢 182 日においてスラッジ水及び上澄水配合に大きな強度差は見られず，スラッジ固形分率 3%までは影響が小さいと考えられる．

表－１　コンクリートの配合

配合名		水ｾﾒﾝﾄ比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m^3)								
				水	ｾﾒﾝﾄ	ﾌﾗｲｱｯｼｭ	細骨材		粗骨材		AE減水剤	AE助剤
							砕砂	海砂	1505	2015		
スラッジ水	S-FA0	53.4	44.3	159	298	—	573	246	470	574	2.68	2.35(C×0.8)
	S-FA10			157	265	29					2.65	2.94(C×1.0)
	S-FA20			154	230	58	375	247	472	577	2.5	4.32(C×1.5)
上澄水	U-FA0		45.8	152	285	—	603	258	465	568	2.57	2.28(C×0.8)
	U-FA10			150	253	28					2.53	2.81(C×1.0)
	U-FA20			147	220	55	605	259	466	570	2.48	4.13(C×1.5)

キーワード　フライアッシュ，スラッジ水，上澄水，圧縮強度，中性化，乾燥収縮
連絡先　〒783-8508　高知県南国市物部乙 200-1　高知工業高等専門学校　TEL＆FAX 088-864-5582

3.2 促進中性化試験

中性化深さ結果を図-2 に示す．スラッジ水及び上澄水配合ともに，FA の混入率を高くするほど中性化が大きくなっている．その原因として，FA 混入率 0%に比べてセメント量が少なく，コンクリートが本来持つアルカリ成分が少ないためと考えられる．また，スラッジ水及び上澄水を混入することで中性化深さの低減を目指したが，両配合ともに中性化の改善は見られなかった．

3.3 凍結融解試験

相対動弾性係数結果を図-3 に示す．本実験は，スラッジ水配合のみを行った．凍結融解作用に対して相対動弾性係数の値に大きな変動をもたらすことなく安定しており，300 サイクル終了まで 90%以上を確保でき，耐凍害性が確認できる．

3.4 長さ変化試験

長さ変化率結果を図-4 に示す．長さ変化率は，乾燥収縮の変化を示すパラメータとなる．全体的に，JASS5 が示す目標値よりも小さいことが分かる．また，既往の研究では FA 混入率が高いほど，長さ変化率が小さいとされている [2)]．しかし，本研究ではスラッジ水及び上澄水配合ともに，FA 混入率による長さ変化率の差は 50×10^{-6} ほどであり，FA 混入率が 20%程度であれば，その影響は小さいと考えられる．

4．まとめ

(1)スラッジ水及び上澄水配合ともに，FA の混入率を高くすると，長期強度の伸びが大きくなった．

(2)スラッジ水及び上澄水配合ともに，中性化の改善は見られなかった．

(3)スラッジ水配合において耐凍害性が確認できた．

(4)スラッジ水及び上澄水配合ともに，FA の混入率の変化に伴う長さ変化率の差は見られない．

参考文献

1)川村里沙，横井克則，原田隆敏，田中光浩：フライアッシュの混入率を変化させたコンクリートの諸性質,土木学会四国支部　第 14 回技術研究発表会講演概要集,pp.304-305,2008.5

2)加地貴:フライアッシュを細骨材の一部に置換使用したコンクリートの実用化に関する研究，徳島大学博士論文，2007.5

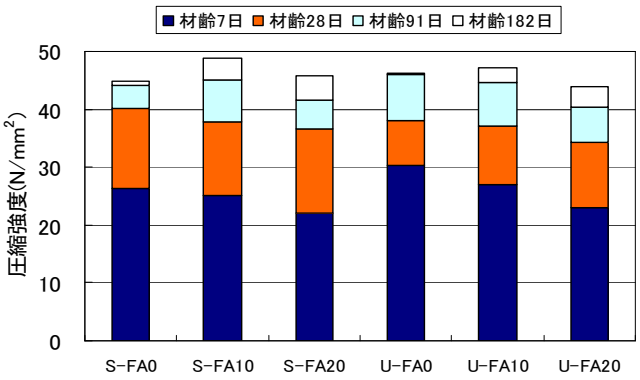

図-1　圧縮強度

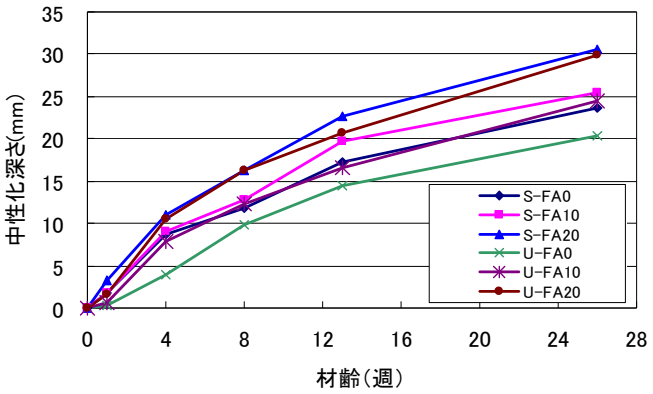

図-2　中性化深さ

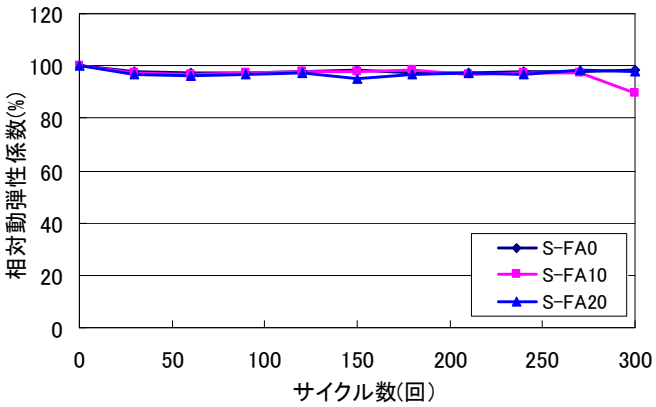

図-3　相対動弾性係数

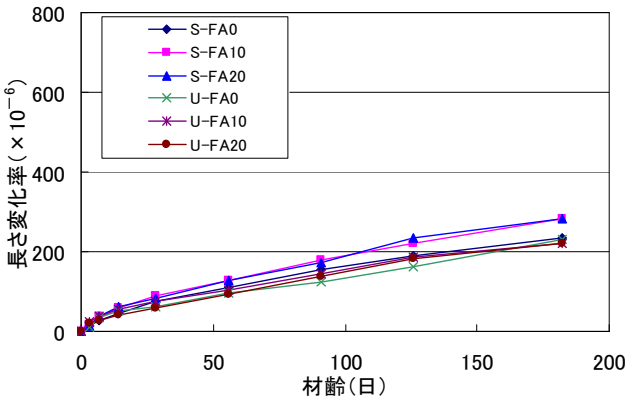

図-4　長さ変化率