

北陸地方産分級フライアッシュを使用したコンクリートの単位水量低減効果

北陸電力株式会社 正会員 ○参納 千夏男
金沢大学 正会員 鳥居 和之

北陸電力株式会社 橋本 徹
北陸電力株式会社 久保 哲司

1. はじめに

フライアッシュをコンクリートに混和した場合の単位水量低減効果は、これまで多く研究されているが、W/C 一定の条件で乾燥収縮低減効果を評価する目的で試験されることが多く、呼び強度を合わせた実配合で検証された事例はあまりない。また、実配合のコンクリートの単位水量は、骨材種類や骨材品質によっても異なり、フライアッシュによる効果も使用する骨材によって異なることが考えられる。

本研究では、北陸地方（富山県、石川県）の生コンクリートプラントで実際に使用されている普通コンクリートに北陸地方産のフライアッシュを混和した場合の配合試験を実施し、配合に関して検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

フライアッシュは北陸地方の火力発電所（石川県七尾大田火力発電所）の分級フライアッシュ（JIS A 6201 II 種相当，密度 2.44g/cm^3 ，比表面積 $4,870\text{cm}^2/\text{g}$ ）を使用した。骨材は、北陸地方における代表的な骨材を使用している生コンクリートプラントを選定し、そこで実際に使用している骨材を使用した。セメントは、各生コンクリートプラントで使用されている普通ポルトランドセメントを使用した。試験を実施した生コンクリートプラント一覧表を骨材情報と合わせて表－1 に示す。

2.2 試験方法

実際の生コンクリートプラントにて室内配合試験を実施し、フライアッシュコンクリートの配合を検討、作成した。室内配合試験は、スランプ、空気量、圧縮強度を計測し、圧縮強度と B/W ($B=C+F$ ：ここに C はセメント量， F はフライアッシュ量， B は結合材量， W は単位水量) の関係式およびスランプと単位水量の関係式を得ることにより、配合表を作成した。フライアッシュの置換率は 15% (セメントの内割) とした。

3. 試験結果および考察

表－2 に室内配合試験により作成したフライアッシュを混和した場合の配合 ($N+F$) 一覧を、各生コンクリートプラントで使用している普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートの配合 (N) と合わせて示す。表－2 より、同一呼び強度の場合、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを混和することで、単位水量が 2～12 kg/m^3 減少しており、フライアッシュの効果が発揮されることが明らかとなった。

表－1 生コンクリートプラント一覧表

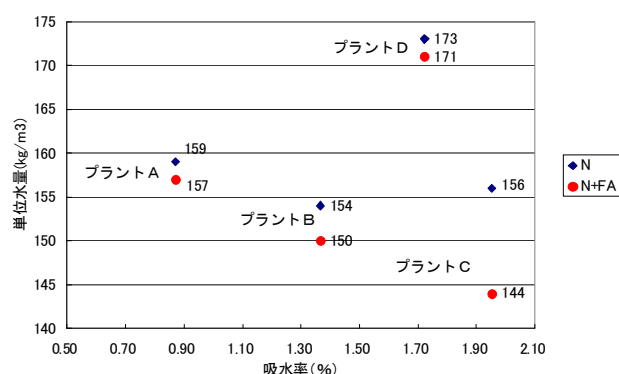
プラント	プラントの場所	骨材の種類		粗粒率	吸水率
		粗骨材	細骨材		
A	富山県東部	粗骨材	早月川産川砂利	6.90	0.74
		細骨材	早月川産川砂	2.67	1.03
B	富山県西部	粗骨材	庄川産陸砂利	6.88	1.19
		細骨材	庄川産陸砂	2.70	1.58
C	石川県加賀地区	粗骨材	手取川産陸砂利	6.84	1.84
		細骨材	手取川産陸砂 5mm (粗砂)	2.60 (G1:G2=80:20)	2.09
			高松産陸砂 0.3mm (細砂)		
D	石川県能登地区	粗骨材	能登産碎石	6.89	1.43
		細骨材	能登産山砂：2.5mm 以下	2.46	2.08
			能登産砕砂：5mm 以下	3.42	

表－２ 配合一覧

プラント	種類	W/B (%)	細骨材率 (%)	セメント (kg/m ³)	フライアッシュ (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	混和剤 (kg/m ³)	呼び強度
A	N	54.5	44.8	292	—	159	831	1044	2.92	27
	N + F	54.5	44.8	245	43	157	828	1044	2.88	27
B	N	54.0	44.2	286	—	154	814	1034	2.86	27
	N + F	50.0	43.5	255	45	150	795	1038	3.00	27
C	N	54.7	44.0	285	—	156	802	1036	2.85	27
	N + F	53.3	45.8	230	40	144	851	1021	2.43	27
D	N	52.3	42.7	331	—	173	732	1024	3.31	27
	N + F	54.6	43.0	266	47	171	742	1024	3.13	24

図－１の単位水量と骨材の吸水率との関係に示す通り、河川砂利を使用した場合、吸水率が高い方がフライアッシュを混和した場合の単位水量が小さく、フライアッシュを混和しない場合よりも低減量が大きい結果となった。プラントAの早月川産の粗骨材の主要な岩種は花崗岩、閃緑岩などの深成岩であった。一般的に深成岩は石英質であるため、吸水率が小さく、細骨材も同じ河川から採取された同じ深成岩が起源であることから、今回使用した早月川産の骨材は吸水率が低かったものと考えられる。一方、プラントBの庄川産、プラントCの手取川産の

粗骨材は多種類の火成岩、堆積岩を含んでいたが、庄川産の粗骨材は河川の流水作用により表面がより滑らかであることが特徴的であり、吸水率に違いがあったことが考えられた。また、吸水率が高くなる要因としては、凝灰岩や砂岩などの成因上、吸水率が高い骨材を多く含んでいることや、内部に細孔や欠陥を多く有している場合がある。フライアッシュを混和した場合には、微粒のフライアッシュを含むペースト分が骨材を取り囲むことにより、練り混ぜ水が効果的にワーカビリティを向上させ、そのため吸水率の高い方が単位水量低減効果が高かったことが考えられる。また、プラントDの能登産の骨材は安山岩砕石であり、角張ったものであったため、元々の単位水量が河川砂利を使用したものよりも多かった。フライアッシュを混和した場合には、単位水量の低減はそれ程大きくなく、骨材の形状が支配的であった可能性がある。



図－１ 単位水量と骨材の吸水率との関係

4. まとめ

- (1) 同一呼び強度の場合、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを混和することで、単位水量が2～12 kg/m³減少しており、フライアッシュの効果が発揮されることが明らかとなった。
- (2) 河川砂利を使用した場合、骨材の吸水率が高い方がフライアッシュを混和した場合の単位水量が小さく、フライアッシュを混和しない場合よりも低減量が大きくなった。

【謝辞】

本研究は、産学官連携による「北陸地方におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進検討委員会」（委員長 鳥居和之 金沢大学教授）の活動において実施したものである。ここに、関係各位に深く感謝いたします。