

コンクリート用混和材としてのもみがら灰の利用について

豊田工業高等専門学校 学生員 宮川栄樹
 豊田工業高等専門学校 正会員 中嶋清実
 豊田工業高等専門学校 正会員 河野伊知朗
 西松建設㈱技術研究所 正会員 松井健一

1. はじめに 近年、もみがら灰をコンクリート用混和材として利用しようとする研究が盛んになりつつある。アメリカではもみがらを燃料とする火力発電所が各地にあり、そこからもみがら灰が多量に排出されている。本研究は、アメリカの火力発電所から排出されたもみがら灰を使用し、コンクリートの諸性質にどのような効果があるかを明らかにしようとしたものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料など セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。使用したもみがら灰とシリカフュームの化学組成および物理的性質は、表-1に示す。細骨材は、細目が三重県長良川産(比重:2.57, FM:2.18, 吸水率:1.32)および粗目が岐阜県揖斐川産(比重:2.60, FM:3.05, 吸水率:1.57)を混合し、FMを2.75とした。粗骨材は静岡県天竜川産(最大寸法25mm, 比重:2.66, FM:7.42, 吸水率:0.58)を使用した。コンクリートの配合は、表-2に示すとおりである。スランプの範囲は15±1.0cmとし、水結合材比30%、50%の高性能AE減水剤およびAE補助剤を使用したコンクリートと、水結合材比50%の高性能AE減水剤およびAE補助剤を使用しないコンクリートである。

(2) 試験方法 もみがら灰およびシリカフュームは、セメント重量に置換して用いた。試験は、スランプ試験、ブリーディング試験、凝結硬化速度試験、圧縮強度試験、凍結融解試験をJISおよびASTMの方法に準じて行い、透水試験はインプット法で行った。

表-1 混和材の化学組成および物理的性質

種類	化学組成(%)							物理的性質	
	ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	その他	比表面積(m ² /g)	比重
もみがら灰	7.9	85.4	0.5	0.3	1.0	3.9	1.0	25.4	2.30
シリカフューム	1.0	90.0	1.5	3.0	2.0	3.0	(8.5)	20.0	2.20

表-2 コンクリートの配合

コンクリートの種類	混和材置換率(%)	スランプの範囲(cm)	空気量の範囲(%)	水結合材比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)					高性能AE減水剤(C×%)	AE剤(C×%)
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和材		
N	0	15±1.0	4.5±0.5	30	42	185	617	628	882	0	0.80	0.002
R-5	5					185	586	628	882	31	1.00	0.005
R-10	10					185	555	628	882	62	1.20	0.014
R-15	15					185	524	628	882	93	1.45	0.012
S-10	10					185	555	628	882	62	1.00	0.002
N	0				45	185	370	764	951	0	0.50	0.001
R-5	5					185	352	764	951	19	0.75	0.012
R-10	10					185	333	764	951	37	0.80	0.039
R-15	15					185	315	764	951	56	0.90	0.060
S-10	10					185	333	764	951	37	1.00	0.002
N	0	15±1.0	1.5±0.5	50	40	175	349	695	1065	0	—	—
R-5	5					180	343	683	1046	18	—	—
R-10	10					184	332	674	1032	37	—	—
R-15	15					192	326	659	1010	58	—	—
S-15	10					226	406	601	922	45	—	—

3. 実験結果および考察 図-1に混和剤を使用した水結合材比30%の圧縮強度を示す。もみがら灰を置換したコンクリートは、材齢28日ではシリカフューム置換コンクリートよりも小さい値を示しているが、材齢91日になるとほぼ同程度の値となった。

図-2に水結合材比50%の混和剤を使用したコンクリートの圧縮強度を示し、図-3に混和剤を使用しないものを示す。

材齢7日、28日で比較した場合、強度の発現状況はほぼ同じ傾向となった。置換率10%のシリカフューム置換コンクリートは、もみがら灰置換コンクリートと比較する

と、混和剤を使用した場合とは20~40%、混和材を使用しない場合は10%程度高い値を示している。もみがら灰の置換率による強度差はあまり見られなかった。

図-4に混和剤を用いないもみがら灰置換コンクリートの凝結硬化速度試験結果を示す。この場合、もみがら灰置換コンクリートは、シリカフューム置換コンクリートより凝結硬化速度が速いことがわかる。これは、もみがら灰のマイクロフィラー効果と、比表面積がシリカフュームより大きいため、ポズラン反応が早く起こったものと考えられる。

図-5に混和剤を用いないもみがら灰置換コンクリートのブリーディング率を示す。もみがら灰を混入することでコンクリートのブリーディング率は減少することがわかる。比表面積の大きいもみがら灰の表面に水が付着することおよびマイクロフィラー効果による毛細管空隙の減少により、水の移動が抑制されブリーディング率が減少するものと考えられる。

4. まとめ

- (1) もみがら灰を混入することにより、コンクリートの圧縮強度を増進させることができる。その効果は、水結合材比が小さいほど、また長期の材齢ほど大きい。
- (2) もみがら灰は比表面積が大きく、シリカフュームより早くポズラン反応が起こるため、凝結硬化速度がシリカフューム置換コンクリートに比べ速くなると考えられる。
- (3) もみがら灰を混入することにより、ブリーディング率を減少させることができる。その効果は、置換率が高いほど大きくなる。
- (4) 水結合材比30%のコンクリートの水密性は、もみがら灰のマイクロフィラー効果とポズラン反応によって高くなる。プレーンコンクリートと比較した場合、コンクリートの拡散係数は40%程度減少した。
- (5) 本実験に用いた水結合材比30%のコンクリートにおいて、もみがら灰置換コンクリートは、シリカフューム置換コンクリートに比べ、凍結融解抵抗性が高くなった。

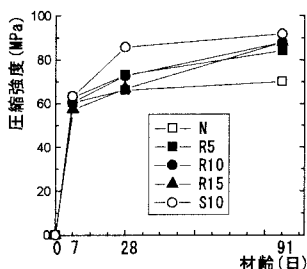


図-1 水結合材比30%のもみがら灰混入コンクリートの圧縮強度

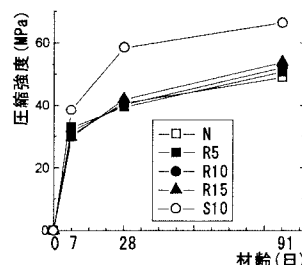


図-2 水結合材比50%のもみがら灰混入コンクリートの圧縮強度

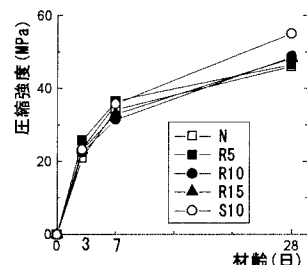


図-3 水結合材比50%の混和剤を用いないもみがら灰混入コンクリートの圧縮強度

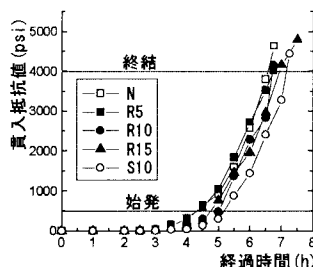


図-4 混和剤を用いないコンクリートの凝結硬化速度

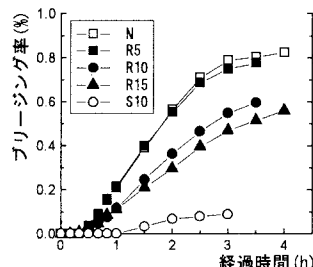


図-5 水結合材比50%の混和剤を用いないもみがら灰混入コンクリートのブリーディング率