

V-29 木質バイオマス混焼灰を使用したコンクリートの特性

(株)四国総合研究所 土木技術部 正会員 ○加地 貴
 (株)四国総合研究所 土木技術部 正会員 亀田 進
 四国電力(株) 土木建築部 正会員 石井 光裕
 (株)四電技術コンサルタント 土木技術部 非会員 菊池 文孝

1. はじめに

地球温暖化対策の推進やエネルギー源の多様化を目的として、我が国では2003年にRPS法が施行された。この対応の一環で、発電用燃料として石炭と木質バイオマスとを混合して燃焼する発電が2005年より開始されている。木質バイオマスは石炭に対して3%以下の割合で混合されており、燃焼後の灰分としては0.5%程度とごく僅かではあるが、石炭と木質バイオマスを混焼して発生した灰（以下、バイオマス混焼灰：FA・B）をコンクリート混和材として使用した場合に、従来の石炭のみを燃焼して産出する石炭灰（以下、石炭専焼灰：FA・C）と同等の性能を有することを確認しておく必要があると考え、両者の比較実験を行った。

2. 使用材料および配合

使用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。フライアッシュとして、JIS A 6201のII種に適合するバイオマス混焼灰または石炭専焼灰を使用し、それぞれセメントの内割で10%使用するケースと、細骨材容積に対して20%置換使用するケースを設定して比較を行った。細骨材率は予備試験により石炭専焼灰使用時の最適細骨材率を求め、石炭専焼灰使用時とバイオマス混焼灰使用時の各材料の単位量は同一として、スランブが $8.0 \pm 1.0\text{cm}$ 、空気量が $4.5 \pm 0.5\%$ となるよう混和剤添加量を調整することにより配合を定めた。

3. 試験項目と方法

コンクリートは二軸強制練りミキサ（容量100リットル）を使用して120秒間練混ぜ、ブリーディング試験（JIS A 1123）、凝結時間試験（JIS A 1147）および20℃水中養生供試体による圧縮強度試験（JIS A 1108）を実施した。また、化学法によるアルカリシリカ反応性で「無害でない」と判定される骨材を使用し、JIS A 6201 附属書2の方法で作成したモルタルバーにより、アルカリシリカ反応性試験（迅速法）（JIS A 1804）を実施した。

4. 試験結果および考察

4.1 ブリーディング量への影響

ブリーディング試験結果を図-1に示す。コンクリートの最終ブリーディング量は、フライアッシュを内割使用したケースは約 $0.09\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 、細骨材置換したケースは約 $0.06\text{cm}^3/\text{cm}^2$ であり、バイオマス混焼灰と石炭専焼灰との

表-1 使用材料

セメント	高炉セメントB種	密度 $3.04\text{g}/\text{cm}^3$ 、比表面積 $4000\text{cm}^2/\text{g}$
フライアッシュ (JIS FAII種)	石炭専焼灰	密度 $2.36\text{g}/\text{cm}^3$ 、強熱減量1.3%、比表面積 $4080\text{cm}^2/\text{g}$ 、 SiO_2 56.3%
	バイオマス混焼灰	密度 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 、強熱減量1.7%、比表面積 $4010\text{cm}^2/\text{g}$ 、 SiO_2 54.4%
細骨材	砂岩砕砂	香川県財田町産、表乾密度 $2.57\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率1.91%、粗粒率2.65
粗骨材	砂岩碎石($G_{\max}20\text{mm}$)	徳島県市場町産、表乾密度 $2.58\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率2.11%、粗粒率6.82
混和剤	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体
	AE剤	アルキルアリルスルホン酸化合物系陰イオン界面活性剤

表-2 コンクリート配合

配合種別	FA種類	FA置換率	G _{max} (mm)	W/C	W/B	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							スランプ (cm)	空気量 (%)
							W	C	FA	S	G	AE減水剤	AE剤		
FA:B-IN10	バイオマス 混焼FAII種	セメント内割 10%	20	0.61	0.55	45.0	168	275	31	790	970	0.765	0.0248	8.0	4.9
FA:C-IN10	石炭専焼 FAII種	セメント内割 10%		0.61	0.55	45.0	168	275	31	790	970	0.765	0.0230	8.5	4.4
FA:B-OUT20	バイオマス 混焼FAII種	細骨材代替 20vol.%		0.55	0.38	45.0	172	313	134	587	1018	0.783	0.122	8.5	5.0
FA:C-OUT20	石炭専焼 FAII種	細骨材代替 20vol.%		0.55	0.38	45.0	172	313	135	587	1018	0.783	0.197	7.0	4.7

違いによる差は小さい結果であった。ブリーディングが収束する時間についても、フライアッシュの違いによる差は認められなかった。これらの結果から、バイオマス混焼灰を使用したコンクリートは、その置換方法にかかわらず、従来の石炭専焼灰使用時と同等の材料分離抵抗性を有することが明らかになった。

4.2 凝結特性への影響

コンクリートの凝結試験結果を図-2に示す。バイオマス混焼灰と石炭専焼灰との違いや、内割使用と細骨材置換使用との違いにかかわらず、全ての配合において、始発時間が6～7時間後、終結時間が10時間前後とほぼ同等であった。この結果から、フライアッシュのバイオマス混焼がフライアッシュコンクリートの凝結特性へ及ぼす影響は認められなかった。

4.3 圧縮強度発現への影響

コンクリートの圧縮強度試験結果を図-3に示す。バイオマス混焼灰を使用したコンクリートと石炭専焼灰使用コンクリートとは、材齢7日、材齢28日ともにほぼ同等の圧縮強度発現であり、バイオマス混焼の影響は認められなかった。

4.4 アルカリシリカ反応抑制効果への影響

フライアッシュの使用は、コンクリートのアルカリ骨材反応の抑制に寄与する。バイオマス混焼灰においても同等の効果が得られることを確認するため、反応性骨材を使用したモルタルに対し、バイオマス混焼灰または石炭専焼灰をセメントの内割で15%使用した場合の迅速法による長さ変化率を調べた。図-4に示すとおり、モルタルの長さ変化率はフライアッシュ未使用モルタルの0.37%に対し、バイオマス混焼灰使用モルタルでは0.20%、石炭専焼灰使用モルタルでは0.17%という結果であり、バイオマス混焼灰は石炭専焼灰と同程度のアルカリシリカ反応抑制効果が認められた。

5. 結論

木質バイオマス混焼灰または従来の石炭専焼灰を使用したコンクリートについてのブリーディング、凝結および圧縮強度に関する比較試験を行うとともに、両フライアッシュを使用したモルタルによってアルカリシリカ反応抑制効果を比較した。その結果、バイオマス混焼灰を使用したコンクリートは、従来の石炭専焼灰を使用したコンクリートと同等の性能であった。

参考文献

- 1) 土取孝弘：微粉炭焚きボイラでの木質バイオマス混焼の実施状況について、(財)石炭エネルギーセンター2005年石炭技術会議講演集，講-V-1-7，2005.12.

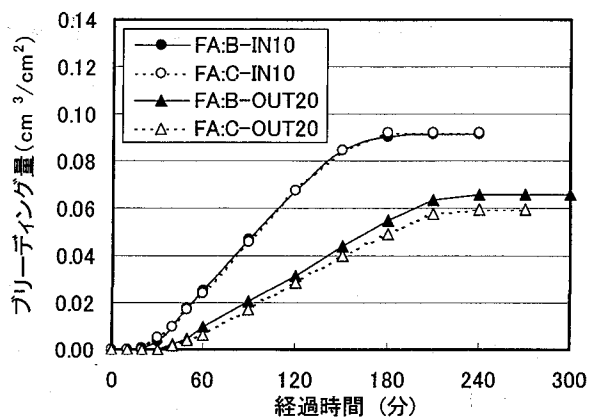


図-1 ブリーディング量の比較

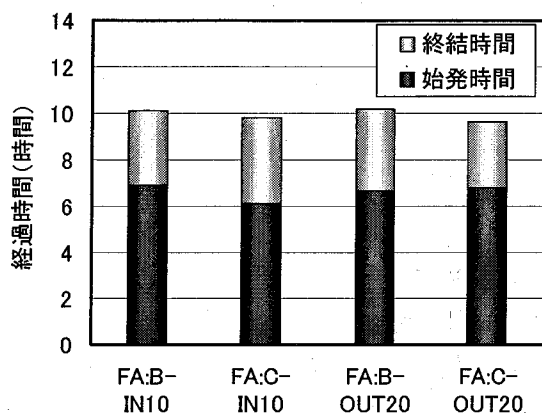


図-2 凝結時間の比較

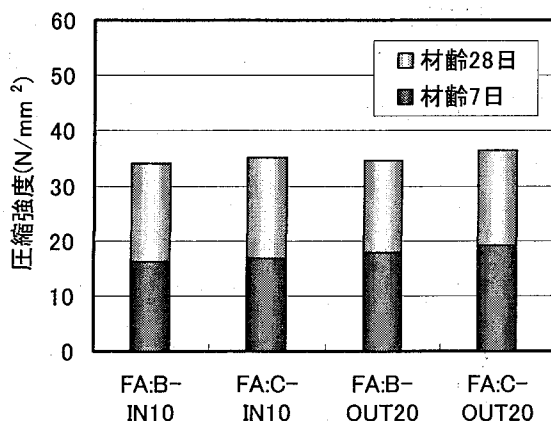


図-3 圧縮強度の比較

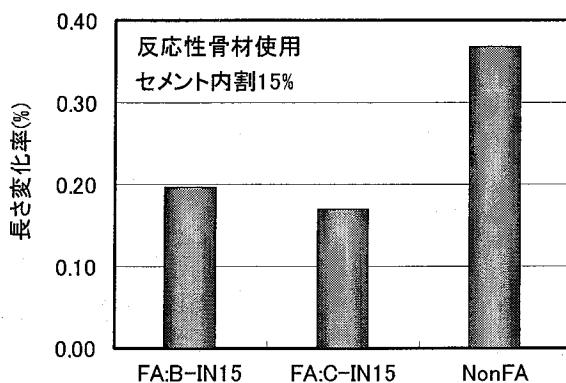


図-4 モルタルによるアルカリシリカ反応性の比較