

バガスアッシュの利用に関する研究

琉球大学工学部 学生員 松島 昌彦

琉球大学工学部 正会員 具志 幸昌

1. はじめに

近年、産業廃棄物は、環境保全の立場から適正な処理を必要とするものであり、省資源・省エネルギーの立場から、その処理の望ましい形態は、再利用、再資源化の方向にある。バガスアッシュとは、沖縄県の基幹作物である砂糖きびを精製する際に、製糖工場より出る産業廃棄物（砂糖きびの絞り糟を燃料として燃やした際の燃え糟或は灰）のことをいう。バガスアッシュの産出量は、きび処理量の0・1（％）で、沖縄県本島の製糖工場より合計1,500（t/年）が産出される。現在の利用状況としては、畑に還元したり、陶器のゆう葉等の利用がある。本研究では、多量に産出されるバガスアッシュが、フライアッシュの成分に類似していることに着目し、バガスアッシュのコンクリート混和材（ボゾラン）としての利用を検討するものである。

2. 使用材料

バガスアッシュは、沖縄県本島の中部製糖、経済連製糖工場、北部製糖の各製糖工場より排出されるバガスアッシュを使用した。下表は、上記の各製糖工場の化学成分（沖縄県工業試験場に依頼したもの）である。又、セメントは普通ポルトランドセメント、砂は豊浦標準砂を使用した。

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
中 - F	72.4%	2.38%	1.71%	0.21%	4.31%	2.05%	9.75%	0.41%
中 - C	66.7	2.11	1.54	0.11	8.06	1.89	12.6	0.44
経 - F	71.6	2.27	1.37	0.13	4.62	3.53	7.99	0.46
経 - C	71.2	2.75	1.61	0.13	6.92	2.17	9.58	0.33
経 - K	72.1	2.24	1.75	0.12	5.70	2.78	11.3	0.36
北 - B	69.1	4.11	2.58	0.27	8.70	1.99	6.61	0.33
電 - F	61.9	22.6	3.82	0.86	1.92	0.26	0.95	0.57
セメント	22.0	5.04	2.77	0.31	63.9	---	2.28	0.19

＊注 中：中部製糖，経：経済連製糖工場，北：北部製糖，電F：いわゆる火力発電所で産出するフライアッシュである，F：フライアッシュ，C：シンダーアッシュ，K：クリンカーアッシュ，B：バガスアッシュ

3. 実験及び実験方法

① バガスアッシュの残留炭素量が、強度に与える影響について検討した。実験では、バガスアッシュの炭素分を除去したものを作製し、除去する前のものと比較してみた。炭素を除去した試料としては、600℃で強熱後徐冷したもの及び600℃強熱後急冷したものを準備した。グラフ中の名称の後尾の数字は、1－未燃焼試料，2－600℃強熱試料（徐冷），3－600℃強熱試料（急冷）としてある。②バガスアッシュの粉末度が、強度に影響を与えるかを、実験により検討してみた。試料は、45μふるい残分で66.7，10.2，2.1（％）のものを準備した。（以上、セメントの一部に25％置き換えた）③バガスアッシュ混入供試体（セメントの一部に置き換えたもの）が、フライアッシュのJIS規格（JIS A 6201）にあてはめて、実用可能であるかを検討してみた。又、産業廃棄物であるバガスアッシュが、砂の一部として使用できるかも検討してみた。（骨材の一部に10，20％置き換えた）④バガスアッシュの置き換え率が、強度にどのような影響を与えるかを検討してみた。（セメントの一部に10，20，30％を置き換えた）⑤バガスアッシュ混入モルタル供試体の乾燥収縮を測定した。（セメントの一部に25％置き

換えた) 養生条件: ①~④は水中養生 ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)、⑤は恒温恒湿 (温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 5\%$) 養生。又、①, ②, ④, ⑤: 水量一定とし、③はフロー値が一定となるように水量を変えた。実験は、セメントの強度試験用モルタル供試体 (JIS R 5201) を使って行った。

4. 結果及び考察

①未燃焼試料, 600°C 強熱試料 (徐冷), 600°C 強熱試料 (急冷) の3者には、強度比のはっきりとした差がみられず、残留炭素を除去することによる、強度や強度比への影響は殆どないと思われる。(図-1)

②残留炭素量の等しい同一バガスアッシュの強度比の値は、粉末度を変えて比較してみたところ、粉末度の大きい試料ほど強度比の値が大きくなっている。このことから、粉末度を大きくすることによって、強度の改善が、得られることが分かった。(図-2)

③一部の試料 (中F1) を除くほとんどの試料が、フライアッシュのJIS規格 (28日強度比: 60%, 91日強度比: 70%) を満たしているが、バガスアッシュを置き換えないものよりも、単位水量を増やさなければならなかった。また骨材の一部にバガスアッシュを置き換えた場合の供試体は、強度比の増加は得られたが、セメントの一部に置き換えた場合と同様に単位水量を増やさなければならなかった。(図-3)

④置き換え率30%の強度比は、早期材令で、他の置き換え率 (10, 20%) の強度比よりもかなり小さいことが分かった。長期材令では、他の置き換え率 (10, 20%) の強度比に接近あるいは逆転する傾向にある。

(図-4)

⑤バガスアッシュを混入したモルタル供試体の乾燥収縮と混入していない供試体の乾燥収縮との間には、差が見られないものが多かった。本研究の実験では、水量を一定にして行ったが、同一フロー値にすると、バガスアッシュ混入供試体の乾燥収縮は、無混入供試体より大きくなるものと考えられる。

5. 結論

バガスアッシュのほとんどは、フライアッシュのJIS規格の強度比を (中F1は満たしていない) 満足するが、バガスアッシュを混入することによる単位水量の増加を考慮して、使用しなければならない。又、バガスアッシュは、粉末度を高めると、強度比の増加が大きくなり、強度の改善が得られることが分かった。本研究で使用したバガスアッシュ混入供試体では、材令経過と共に、強度比の増加、すなわちボゾラン作用の影響がみられることを確認した。

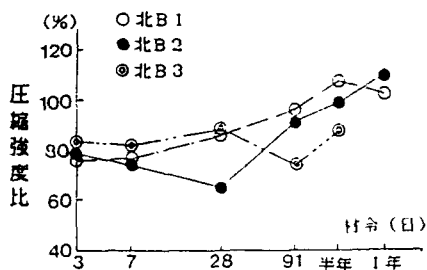


図-1 残留炭素量と強度の関係

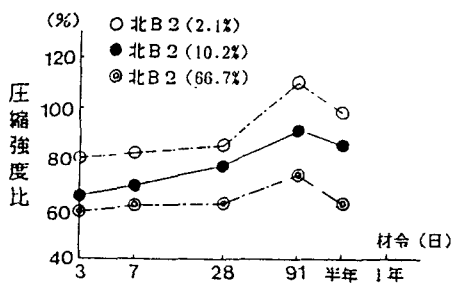


図-2 粉末度と強度の関係

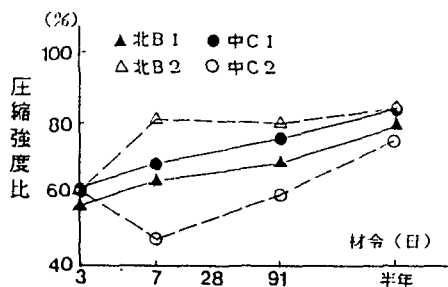


図-3 フロー値を一定にした場合の強度

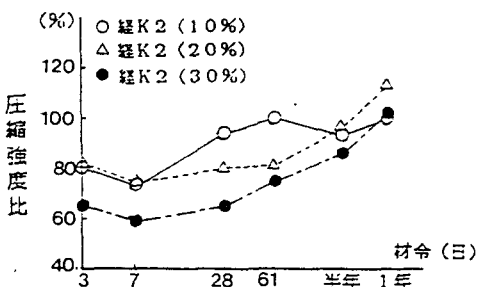


図-4 置き換え率と強度の関係