サトウキビ残渣（バガス）のコンクリート混和材としての利用に関する一考察

バガス 正会員 ○大濱用太郎
茨城大学工学部 正会員 沼尾達弥
茨城大学工学部 正会員 舟川 勲
茨城大学工学部 寺田克也

１．はじめに

近年、産業廃棄物は増大の一途をたどっており、適正な廃棄処理を必要とするとともに、省資源・省エネルギーのため再利用・再資源化が可能な処理が望まれる。本研究で取り上げたバガスとは、サトウキビの搾汁後の残渣（サトウキビの 10%）であり、世界全体で年間約１億トン（乾燥重量換算）を排出する農業廃棄物である。現在の利用状況としてボイラーの燃料、家畜飼料等に利用されているが、大半がサトウキビを製糖する工場内で焼却廃棄されているのが現状である。

本研究ではバガスの焼却灰（以下、バガスアッシュと呼ぶ。）を用いて、コンクリート用混和材として有効利用の可能性を検討した。バガスアッシュの物理的性質を明らかにするとともに、バガスアッシュを混入したモルタルを作製し、フライアッシュを混入したモルタルとの比較を行った結果について報告する。

２．実験概要

2.1 バガスアッシュの概要

サトウキビとは珪酸を主成分とする植物であり、バガスも同様にケイ酸を主成分とする。バガスアッシュの主成分は二酸化ケイ素（SiO_2）であり全体の 80%近くの含有量である。SiO_2 以外にも、酸化アルミニウム（Al_2O_3）や酸化鉄（Fe_2O_3）の含有が確認されている。フライアッシュの主成分も SiO_2 であり、化学組成ではバガスアッシュはフライアッシュの成分に類似していることが確認されている[1)]。

2.2 実験方法

2.2.1 使用材料

試験体の作製および物性試験に用いた材料を表 1 に示す。バガスアッシュは①オーストラリア産(BA-A)と②沖縄県産(BA-O)を使用した。

2.2.2 実験項目

1）走査型電子顕微鏡（SEM）による試料観察

SEM によりバガスアッシュの画像撮影および元素同定を行った。

2)モルタルによる性能評価

JIS A 6201 附属書 2 に規定される「フライアッシュのモルタルによるフロー値比および活性度指数の試験方法」に準拠し、モルタルフロー値、圧縮強度、活性度指数について評価を行った。また、硬化後のモルタルについて、水銀圧入法による細孔径分布の測定を行った。なお、比較として、無混入の試験体および FA 混入の試験体を用いた。試験体はφ50×100 ㎜の円柱試験体を用い、標準水中養生とした。モルタルの配合を表 2 に示す。

３．実験結果および考察

3.1 走査型電子顕微鏡（SEM）による試料観察

BA-A、BA-O および比較のため FA の撮影画像（500 倍）を写真 1 に示す。BA-A の粒度は粗く、粒形や角形など様々な形状を有している。不均一ではあるが直径 50μm 前後のものが多く分布していることが確認できる。BA-O は繊維状のものが分布している。FA は他と異なり、球形を有した形状が多く分布している。今後、コンクリート混練時におけるボールベアリング効果を

表１ 使用材料

材料名	仕様など	記号
セメント	普通ﾎﾟﾙﾄﾗﾝﾄﾞｾﾒﾝﾄ（密度:3.15 g/cm^3）	C
混和材	オーストラリア産バガスアッシュ（密度:2.21 g/ cm^3 比表面積:3100 cm^2/g）	BA-A
	沖縄県産バガスアッシュ	BA-O
	ﾌﾗｲｱｯｼｭ（密度:2.16g/cm^3 比表面積:3814cm^2/g）	FA
細骨材	茨城県常陸大宮市小野産陸砂 （表乾密度:2.58 g/ cm^3 吸水率:2.8% F.M.:2.83）	S

表２ モルタルの配合

ﾓﾙﾀﾙの種類	使用材料 (g)				
	W	C	BA-A	FA	S
基準ﾓﾙﾀﾙ	225	450	-	-	1350
BA-A ﾓﾙﾀﾙ	225	337.5	112.5	-	1350
FA ﾓﾙﾀﾙ	225	337.5	-	112.5	1350

キーワード 農業廃棄物、サトウキビ、バガスアッシュ、混和材
連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 Tel:0294-38-5168
〒900-0032 沖縄県那覇市松山 1-21-8-1C 株式会社バガス Tel: 098-861-7524

有する FA の粒度・粒径と同様な形状にする製造方法を確立する必要があると考えられる。

BA-O の元素同定結果を図 1 に示す。Si が著しく大きな値を示し、K、Ca、Mg、Fe を含有していることが確認された。

3.2 モルタルによる性能評価

1) モルタルフロー試験結果

モルタルフローの比較を図 2 に示す。全般的にフロー値が小さな値となっていたが、BA-A モルタルは基準モルタルと比較して同程度と考えられる。FA モルタルと比較した場合、25 mm 程度小さな値を示した。

2) 圧縮強度および活性度指数

材齢と圧縮強度および活性度指数の関係を図 3 に示す。BA-A モルタルおよび FA モルタルの圧縮強度は、基準モルタルに比べ小さくなっている。BA-A モルタルと FA モルタルの比較では、いづれの材齢においても、圧縮強度は同程度であった。

材齢と活性度指数の関係においては、材齢 7 日での活性度指数は BA-A モルタルおよび FA モルタルともに 70%程度であるが、材齢 28 日ではそれぞれ 85%程度まで上昇した。材齢 28 日から 91 日にかけての活性度指数は BA-A モルタルおよび FA モルタルともに 80%程度の推移である。これらより、バガスアッシュを混和させたモルタルはフライアッシュと比較して、長期強度においても、ほぼ同程度の強度特性が得られることが明らかとなった。

3) 細孔径分布

材齢 91 日における細孔径分布を図 4 に示す。各モルタルともに細孔容積が細孔半径 24 nm 以下で卓越している箇所が多いことが確認された。特に 3.8 nm 以下では BA-A は他の材料と比較して細孔容積が多く、バガスアッシュが細孔構造に影響を及ぼし、緻密なマトリクスになっていると考えられる。

4. まとめ

本研究において、以下について明らかとなった。

1) バガスアッシュを混和させたモルタルはフライアッシュと比較して、長期強度においても同程度の強度特性が得られる。

2)長期材齢において、バガスアッシュは細孔構造に影響を及ぼす。

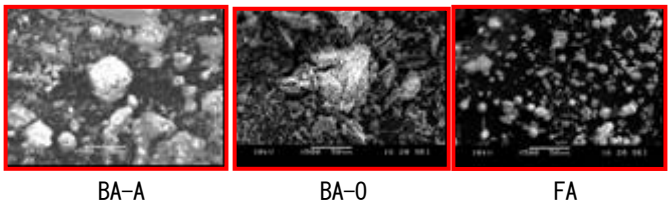

写真 1 撮影画像（500 倍）

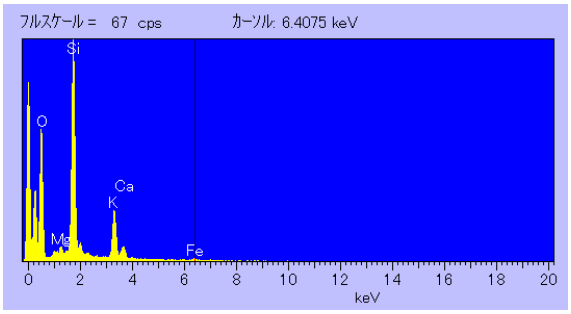

図 1 BA-O の元素成分

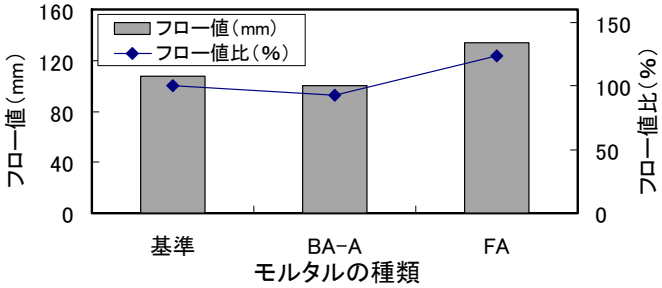

図 2 モルタルフローの比較

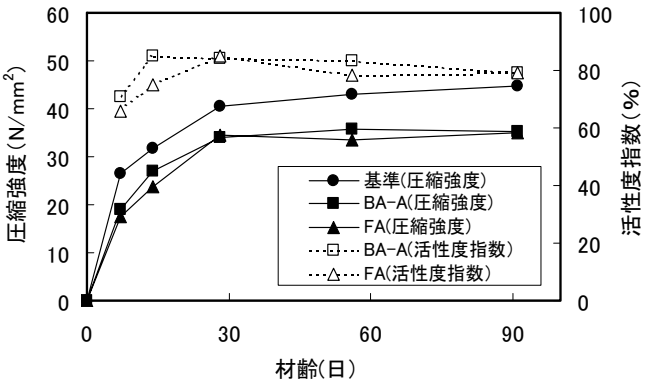

図 3 材齢と圧縮強度および活性度指数

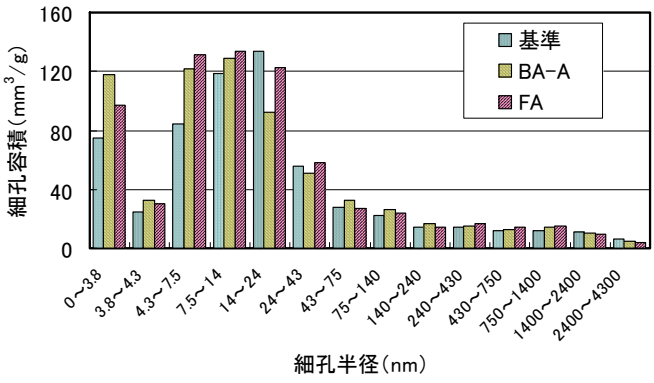

図 4 細孔径分布（材齢 91 日）

参考文献

1)David J. Cook and P. Suwanvitaya: Properties and Behaviour of Lime Rice Husk Ash Cements, ACI SP79-45, pp.831~839