

バイオマス発電所から排出される籾殻灰を混入したコンクリートの乾燥収縮性状

名古屋工業大学大学院
竹本油脂株式会社

学生会員
正会員

○前本 昌宏
梶原 教裕

名古屋工業大学大学院
名古屋工業大学大学院

正会員
八谷 雅人

上原 匠

1. はじめに

近年、植物性廃棄物や穀物そのものを、化石燃料の代替燃料（バイオ燃料）として有効利用することが新たな事業として進められ、東南アジアでは籾殻を利用したバイオマス発電が普及し始めている。また、年々増加傾向にある電力需要に伴い、排出される籾殻灰も増加すると予想されることから、その有効利用も重要な社会問題の1つになると言えよう。梶原ら¹⁾は、バイオマス発電の副産物として安定供給される籾殻灰に着目し、コンクリートへの有効利用を目的とした研究を行い、排出された（微粉碎処理を施していない）状態の籾殻灰でも高い活性度を有していること、籾殻灰を混入したコンクリートの強度および施工性の制御が可能であることを報告している。さらに実用化に向けた今後の課題に耐久性の検討を挙げている。

そこで本研究では、コンクリートの耐久性に影響を与える乾燥収縮に着目し、バイオマス発電所から排出された籾殻灰を混入したコンクリートを対象に乾燥収縮試験を行い、乾燥収縮特性および乾燥環境条件の違いが乾燥収縮に与える影響について考察を行った。

2. 実験概要

表-1 に本研究で使用した材料および物性値を示す。籾殻灰は、バイオマス発電所から排出された状態の微粉碎処理を施していない状態で用いた。表-2 に配合表を示す。本実験では、籾殻灰の混入量および乾燥環境温度を変化させ乾燥収縮試験を行った。水結合材比 50%一定で、籾殻灰をセメント質量の0%（Base50）、10%（R10-50）、20%（R20-50）、30%（R30-50）と置換した配合を設定し、長さ変化率試験および質量変化率試験を行った。保存方法は脱型後材齢 7 日まで標準養生を行い、基長と基準になる質量を測定した後、一般的な条件である温度 20℃、湿度 60%の条件（シリーズ A）と、東南アジア現地を想定した温度 30℃、湿度 60%の条件（シリーズ B）においてそれぞれ試験を行った。今回、目標スランプは特に設定せず、供試体作製において材料分離せず、適切な流動性と空気量（4.5%程度）を有していることを確認して実験を行った。圧縮強度は、材齢 28 日（標準養生）でいずれの配合も 40N/mm² 程度の値を示し、籾殻灰による差異は見られなかった。

3. 実験結果および考察

（1）一般条件下における試験結果（シリーズ A）

図-1 に一般条件下における長さ変化率試験結果を、図-2 に質量変化率試験結果を示す。図-1 より、籾殻灰混入量が多いほど（特に乾燥初期の）長さ変化率が大きくなっている。また、期間が経つに従い全ての配合に

キーワード 籾殻灰，産業副産物，乾燥収縮，ポゾラン反応

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-735-5502

表-1 使用材料

材料	記号	種類および物性
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm ³)
細骨材	S	砕砂(表乾密度:2.67g/cm ³ 吸水率:1.24% 粗粒率:2.77)
粗骨材	G	砕石(表乾密度:2.72g/cm ³ 吸水率:0.53% 粗粒率:6.64)
混和材	RHA	密度:2.41g/cm ³ 平均粒形:80.1μm 比表面積:321000cm ² /g 未燃カーボン:3.5%
混和剤	SP	高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系)
	AE	AE剤(高級脂肪酸および非イオン系界面活性剤)

表-2 配合表

配合名	W/(C+R) (%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	RHA	S	G
Base50	50	39.6	175	350	—	708	1099
R10-50				315	35	704	1094
R20-50				280	70	700	1088
R30-50				245	105	697	1082

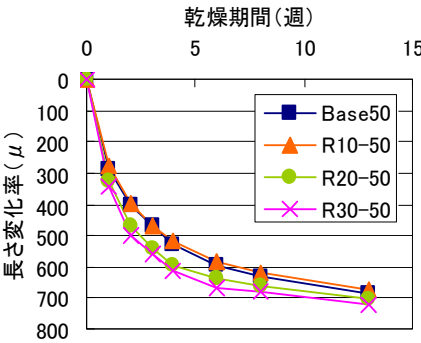


図-1 長さ変化率試験結果(シリーズA)

おける変化率が同程度の値に収束する傾向がある。なお、R10-50 は Base50 とほぼ同じ傾向を示した。図-2 より、質量変化率についても、粉殻灰の混入量が多いほど変化率が大きくなっている。また、2 週目以降については各配合の傾きはほぼ同じになっており、粉殻灰混入量の多い配合は乾燥初期の質量変化が大きいといえる。粉殻灰の混入量が増加すると、その多孔質構造により乾燥環境下では反応初期のコンクリートから水分が逸散しやすくなると考えられる。そのため、乾燥初期の長さ変化率、質量変化率が大きくなっていると推察される。また、期間が経つに従い粉殻灰のポズラン反応が進行することにより、組織が緻密化することで長さ変化率が収束すると推察される。

(2) 高温環境下における試験結果 (シリーズ B)

図-3 に高温環境下における長さ変化率試験結果を、図-4 に質量変化率試験結果を示す。図-1 との比較から、高温環境下における長さ変化率は一般条件下に比べ小さくなる結果が示された。また、乾燥初期に粉殻灰混入量が多いほど長さ変化率が大きいことは一致しているが、時間が経つに従い粉殻灰混入量が多いほど長さ変化率は小さくなり最終的には R30-50 が一番小さくなった。図-2 との比較から、高温環境下における質量変化率についても、一般条件下と同様に粉殻灰の混入量が多いほど変化率が大きくなっている。また、一般条件化に比べ質量変化率の値が各配合の平均で、20%程度大きくなっている。R30-50、R20-50 の長さ変化率が Base に比べ小さくなった原因としては、粉殻灰のポズラン反応に温度依存性がある可能性が挙げられる。小早川ら²⁾は、フライアッシュのポズラン反応は温度依存性が高く、養生温度が高いほど反応開始時期が早く反応量も大きいことを報告している。乾燥温度を 30℃としたことにより、粉殻灰混入コンクリートのポズラン反応の進行が促進され早期に組織が緻密化されたことで、図-3 のような結果が得られたと推察される。しかし、図-3 によると粉殻灰無混入の配合においても、高温環境下における長さ変化率が一般条件下に比べ小さくなっている。今回の実験では、この原因を明らかにすることはできなかった。

4. まとめ

バイオマス発電所から排出された粉殻灰をそのままの状態(微粉碎処理を施していない)でセメントと置換して用いた場合、粉殻灰の混入量が多いほど乾燥初期の質量変化率が大きいことが明らかとなった。長さ変化率においては、高温環境下においては全ての配合で長さ変化率が減少し、室温 30℃に比べ 20℃での値が大きくなる結果が得られたが、無混入の場合と比べると乾燥開始から 14 週目の長さ変化率は同程度であり、有効利用上の問題はないと言えよう。今回の試験結果から、粉殻灰のポズラン反応が温度依存性を有することが示唆されたが、更なる検証データが必要であり、今後は実験を重ねてメカニズムの把握を行うこととしたい。

本研究を進めるにあたり、竹本油脂株式会社のご協力を得たことを記して、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 梶原教裕、上原匠、齊藤和秀、樋口祐治：火力発電所より排出される粉殻灰の有効利用に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集 Vol.31、No.1、pp.1873～1878、2009
- 2) 小早川真、黄光律、羽原俊祐、友澤史紀：水比、混合率および養生温度がフライアッシュのポズラン反応に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集 Vol.21、No.2、pp.121～126、1999

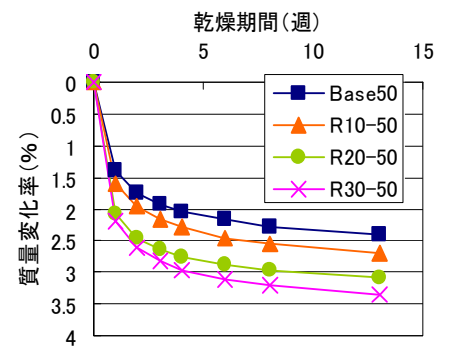


図-2 質量変化率試験結果(シリーズA)

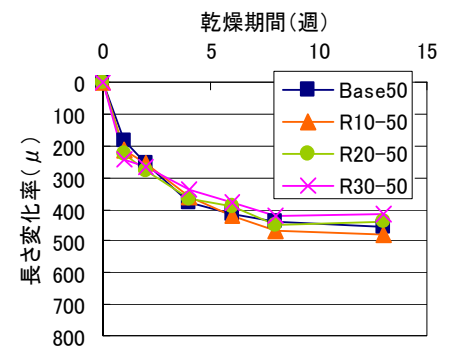


図-3 長さ変化率試験結果(シリーズB)

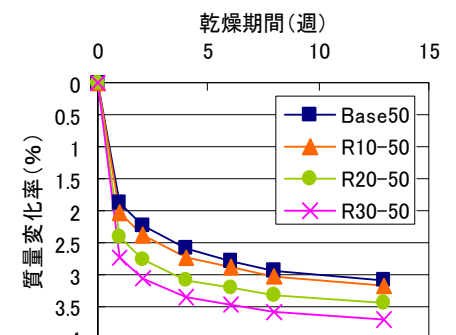


図-4 質量変化率試験結果(シリーズB)