

木質ペレット貯蔵時の自然発火性に関する調査

- 自然発火メカニズムと実証試験法 -

背景

石炭火力で開始されている木質バイオマス混焼発電においては、水分を減らし固形化することでエネルギー密度を高め、輸送や貯蔵時のハンドリング性にも優れた木質ペレットの利用が着目されている。木質ペレットが適用を受ける固形化燃料貯蔵設備に関する省令は、近年の原料の多様化を受けて改正がなされ^{注1)}、安全に係る付帯装置の簡略化のためには、異常発熱や可燃性ガス発生が生じないことの証明が必要となった。しかし、木質ペレットを大量に貯蔵した場合の異常発熱や可燃性ガス発生など、いわゆる自然発火性の挙動に対しては知見が不足しており、安全性に関する指標が必要となっている。

目的

木質ペレット貯蔵の安全性に関する指標作成に資するため、調査により木質ペレットの自然発火性に関するメカニズムを明らかにし、それに基づく評価方法を考案する。

主な成果

1. 木質ペレットの自然発火メカニズム

木質ペレット貯蔵時において、湿った空気の流入や結露により局所的な水分の集中が起こった場合、微生物による発酵熱が生じ、これが蓄熱されるとさらに自然酸化により発熱し、発火に至ると考えられている(図1)。このため、木質ペレット貯蔵時の安全性の評価には、発酵を起源として自然酸化を経た連続的な発熱過程の評価が不可欠であることがわかった。

2. 基礎実験による発酵および自然酸化の可能性評価^{注2)}

木質ペレット4種を用い、発酵および自然酸化が生じる可能性について個々に検討した。発酵に必要な含有水分に関し、木質ペレットの吸湿性を調べた結果、20%前後の水分濃度まで達することが示された(図2)。発酵の指標である水分活性値^{注3)}から判断すると微生物の増殖に適した値(0.9)となる水分濃度は概ね15%であり、これを超えると発酵が生じる可能性がある(図3)。一方、木質ペレット層を断熱状態にし、自然酸化による発熱が生じる温度条件を調べた結果、約65℃で発熱が始まることが確認された(図4)。

3. 発熱特性評価方法の考案

発酵と自然酸化の連続的な発熱過程の検討を可能とするため、均一な貯蔵場を模擬した基礎発熱特性評価試験部と実規模貯蔵場を模擬した発熱特性実証試験部を備え、木質ペレット層の水分および温度条件が変更可能な固体燃料自然発火性実証試験装置(表1)を考案・製作した。

今後の展開

固体燃料自然発火性実証試験装置を用いて、水分や温度条件の詳細解明を行うとともに、長期貯蔵時の安全性の検証を行う。

注1) 「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令第九章」。平成18年11月の改正により、湿度、温度、気体濃度測定装置、燃焼防止装置の設置について、異常発熱又は可燃性ガス発生のおそれがない場合は例外適用とされた。

注2) 電源開発茅ヶ崎研究所の協力を得て実施した。

注3) 微生物が増殖に利用可能な水分量を表す指標。試料を入れた密閉容器の平衡相対湿度の1/100で与えられる。

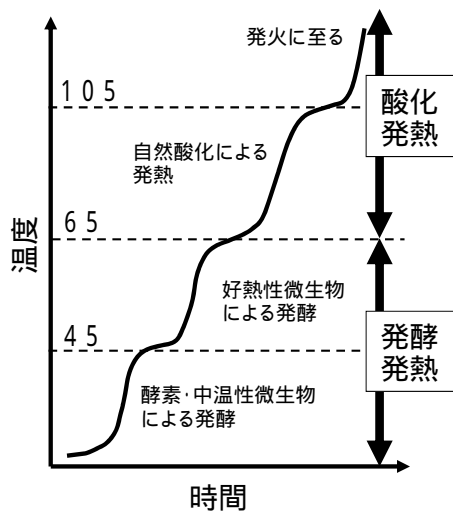


図1 自然発火のメカニズム

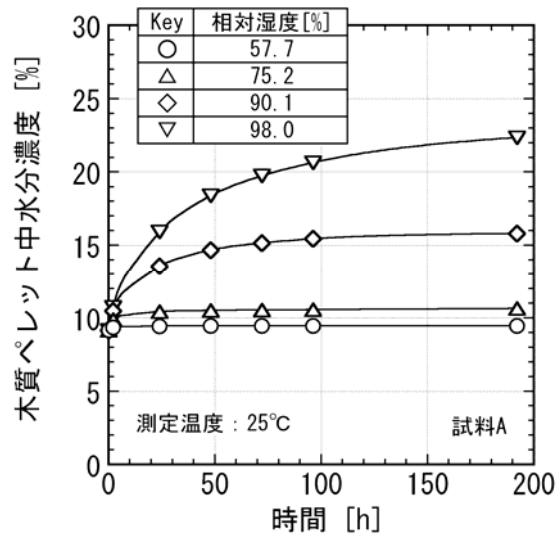


図2 木質ペレットの吸湿性

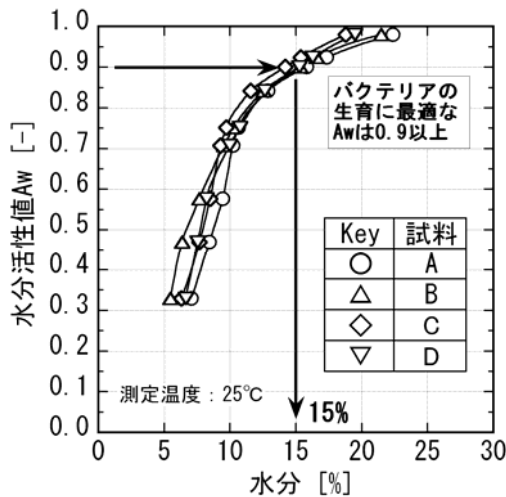


図3 水分濃度と水分活性値の関係

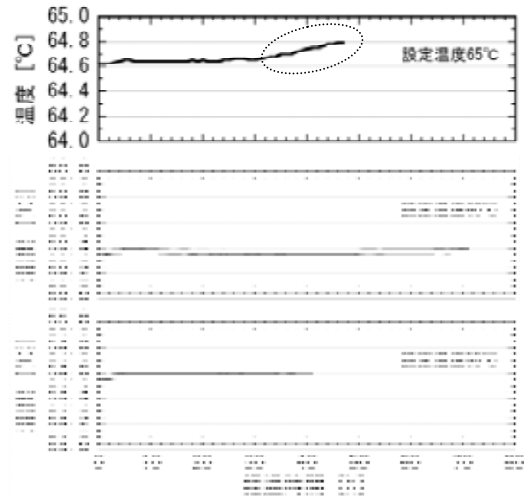


図4 自然酸化による発熱特性（断熱試験）

表1 固体燃料自然発火性実証試験装置の主な仕様

項目	共通目的	基礎発熱特性評価試験部	発熱特性実証試験部
目的	役割	均一な貯蔵場を模擬し、発熱が生じる水分や温度条件を詳細に解明	実規模相当の貯蔵状態を模擬し、貯蔵時の安全性を実証
試験容器	形状	円筒容器	円筒容器
	サイズ	内径0.5m×高さ2m (容積：0.4m ³)	内径3m×高さ3m (容積：21.2m ³)
	材質	SUS304	鋼板SS400
	数量	2基	1基
	温度制御法	容器の内壁と外壁の温度を一致させ、断熱制御	容器の外壁の温度を一定に保持
流通空気	温度制御範囲	室温～100°C	室温～60°C
	湿度	室温～80°C	室温～60°C
	湿度	0～80%RH	
測定/監視	温度	層内にセンサ配置	
	湿度	容器の入口・出口の2点で測定	
安全装置	ガス成分	CO, CO ₂ , O ₂ , 低級炭化水素	
		窒素ガス封入による反応停止	

調査報告 M08022	キーワード：木質ペレット，自然発火，貯蔵，自然酸化，発酵
担当者	木本 政義（エネルギー技術研究所 プラント工学領域）
連絡先	（財）電力中央研究所 エネルギー技術研究所 Tel. 046-856-2121(代) E-mail : eerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp