

研究プロジェクト：水蒸気圧縮による省エネルギー蒸発脱水技術に関する研究	
題目	試作2号機の開発と水蒸気圧縮行程のインジケータ線図解析
著者	早稲田大学理工学部機械工学科・早稲田大学理工学術院総合研究所（理工学研究所） 教授 環境総合研究センター 兼任研究員 天野 嘉春 〒162-0044 東京都新宿区喜久井町 17 Tel 03-3203-4437 yoshiha@waseda.jp

1. 研究の目的・概要

本研究の目的は、バイオマス資源の多くを占める高含水廃棄物の効率的な減量化と再資源化のために必要な脱水乾燥技術を開発することにある。濃縮や乾燥といった水分蒸発操作は水の蒸発潜熱が大きいことに起因して、典型的なエネルギー多消費プロセスとなっている。本研究では被乾燥物から発生した水蒸気を圧縮した後、再度蒸発過程での熱交換に取り込むことで凝縮潜熱を蒸発過程で回収する装置を用いて、大幅な省エネルギー効果を発揮する独自技術の研究開発を行う。

2. 研究開発項目及び研究成果

2007年度は、次の事項を目標として新しい開発機（2号機）を試作し、特に圧縮素過程の計測と解析を試みた。

- (1) 湿潤（WET）バイオマスの連続乾燥処理を可能にすること。
- (2) 水分蒸発潜熱量を圧縮機消費電力で除した成績係数（COP）が10以上。
- (3) 多様（性状／含水率等）なWETバイオマスに対応可能なこと。

これらの目標に対して、2軸式の開発機を制作し、WETバイオマスのうち特に下水汚泥を模擬する被乾燥物として、ベントナイト水溶液を用いて蒸発脱水／乾燥特性を整理した。まず、基本特性実験として、被乾燥物に水（水道水）を用いた場合の諸特性を確認したところ、COPは20～30、蒸発能力120 [kg/h]を得た。またベントナイト水溶液（水分含有率90%）を用いた試運転から2軸式の有効性（被乾燥物の攪拌、送り動作、乾燥能力など）を目視により確認した。追い炊き用ボイラの接続位置の変更などにより、安定した運転制御が可能なプロセスを実現した。

また同時に、開発機に使用した圧縮機を対象に、圧縮行程の素過程を高速度圧力センサーで計測し、供試圧縮機（図3）の圧縮特性を評価した。図4に水蒸気実験の場合を例示する。図からわかるように圧縮行程では多くの場合、実験値、昨年度構築した詳細シミュレーション、単純な断熱圧縮（ポリトロープ）行程と仮定した場合と比較すると、圧力の変化傾向は詳細シミュレーションとポリトロープ変化と仮定したものに近い結果となった。一方、吸気行程では漏れこみの影響と思われる圧力の緩慢な変化が実験値に観られた。また、吐出および吸入過程のバルブの圧力損失は比較的少ないことがわかった。また、空気を作動媒体とした実験結果と比較したところ、水蒸気と空気の場合ではインジケータ線図の形に顕著な違いは観られなかった。

以上から基本的な蒸発脱水モデルの解析を可能とし、様々なWETバイオマスへの展開を可能とするための設計指針を得ることができた。



図1 開発機（2号機）写真

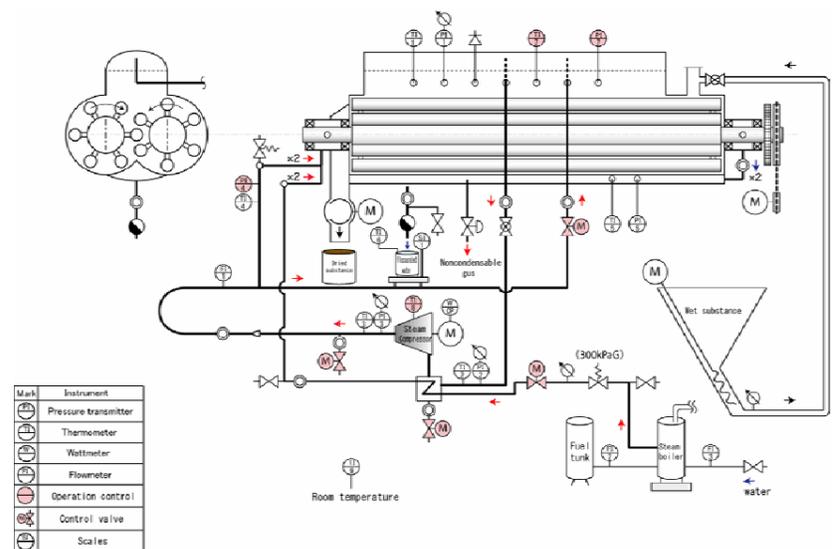


図2 フローシート（2号機）

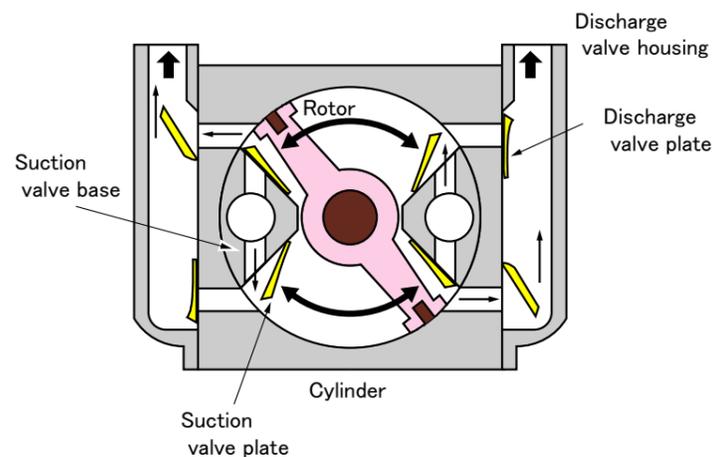


図3 供試揺動式圧縮機の概要

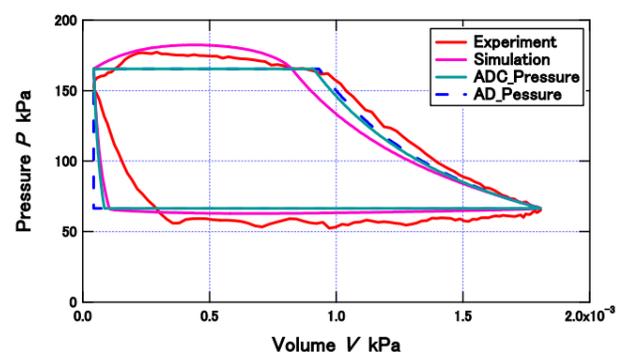


図4 インジケータ線図の一例 (Suction:66.4[kPa], Discharge:165.4[kPa])