

(株) K E Mの最近の開発装置

1. 高温・高圧・高剪断力ニーダー

1.1 汚泥スラリー化・褐炭脱水用高温・高圧・高剪断力ニーダー

(1) 発明者 片山優久雄 (株) K E M 副社長)

含水石炭の脱水方法 特開 2003-277038 号 (審査請求中)

含水可燃性固形物の脱水方法 特開 2006-534994 号 (審査請求中)

(2) 装置製作

基本設計： 株式会社 ケー・イー・エム

圧力容器製造 & 組み立て： 鈴木商工株式会社

攪拌羽根製造： 日本システム化研株式会社

(特開 2000-169274 号、審査請求中)

(3) 原理

0.4 ~ 1.0 MPa の剪断力を加えて汚泥や木材の細胞膜を破壊、褐炭等の含水低品位炭では、石炭組織内のマクロ及びミクロポアを破碎、さらに、熱エネルギーを加えることによってセルロースや石炭組織とファンデアワールス力で結合している水を解離させ、スラリーとする。このスラリー化の過程で余剰水分の分離が可能。

(4) 開発状況

常温・常圧 200 / 時ニーダーを用いた攪拌羽根形状による剪断力試験を終了。高温・高圧が掛けられる 20 / 時のテスト機を製作し、サンプル試験を実施中。さらに、実機規模の 1 t / 時 (汚泥処理用) の高剪断力ニーダーの設計を終了。5 t / 時 (褐炭処理用) について回転軸の強度を持たせるための構造についての強度計算を終了し、製作費用が安くなる製造方法についての検討を実施中。

処理対象物を、高剪断力ニーダーで 200 ~ 220 程度に 30 分 ~ 1 時間保持することにより、汚泥の凝集に使用された有機系凝集剤を分解させ、且つ汚泥中に含まれる髪の毛やセルロースなどの繊維を 0.1mm 以下に裁断し且つ細胞膜をも破壊し、低粘度の汚泥スラリーとすることができる。

写真 1 (a)、(b)に高剪断力を発生する装置を示す。

写真 1 (a) 羽根の形状と剪断力のテスト用ニーダー（常温、常圧、実効容量 200 ）

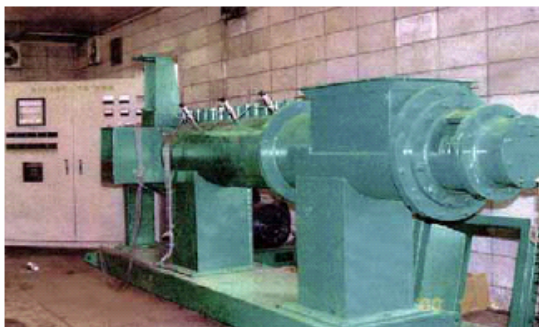


写真 1 (b) サンプル試験用ニーダー（剪断力 0.8~1.0 MPa 処理温度 = 最高 300 、
処理圧力 = 最高 1 MPa、実効容量 20 ）



1.2 木材等のリグノセルロース分解糖化用高温・高圧・高剪断力ニーダー

何故今リグノセルロースの利用なのか。その理由は、

現状におけるアルコール製造方法

トウモロコシやサトウキビを原料としてアルコールを生産

- ・近い将来食糧危機を引き起こす可能性大

現在すでにトウモロコシを飼料とする畜産製品や砂糖などの値上がり

将来必要とされるリグノセルロースからのアルコール生産

廃材や、バガス等の廃バイオマス为原料とするアルコール生産

- ・食糧危機を引き起こす心配はゼロ

このような理由から、澱粉や糖からではなく木材やトウモロコシの芯などリグノセルロースからのアルコール発酵技術が囑望されている。

(株)K E Mの提唱する技術は、このリグノセルロースの糖化を容易にさせる技術である。現在、木材などのリグノセルロースからアルコールを製造する方法が各機関で開発中であるが、硫酸を用いるセルロースの加水分解法のため、プラント寿命が短く割高な設備となっている。

(株)K E Mの技術を用いると濃硫酸や希硫酸の助けを必要としない加水分解が出来る。且つ、熱と高剪断力によって、リグニンが分解されているために、リグニンを分離するとセルロース分解酵素によってセルロースが糖化できるようになる。また、高剪断力ニーダーでの処理温度を 230 ~ 250 以上まで上げるとセルロース分解酵素の助けを借りなくても、原料リグノセルロースの 40 % 以上のアルコール収率を得ることが可能なプロセスである。

1.2.1 木材等のリグノセルロース分解糖化設備としての改良

木材やバガスなどの硬質なセルロースを、硫酸を用いず、メカノケミカル処理（微粉碎による化学結合切断）と、熱水抽出を組み合わせた糖化法が、研究され始めている。

本高温・高圧・高剪断力ニーダーを用いれば、木材などを 20 μ 以下までの粉碎と同時に熱水による加水分解処理が行われるために、熱水処理による加水分解温度を、15 ~ 30 程低下させると共に、熱水使用量を少なく出来るために高効率の糖化処理が出来る。しかし、褐炭や汚泥と異なり乾燥したセルロースの繊維が反応缶内壁と攪拌羽根との隙間でブレーキ材として働き、ニーダーの回転軸、羽根、モーター出力について再検討を強いられた。これらを解決することで、リグノセルロースの加水分解処理物(スラリー)の水分濃度を 50% 程度にまで上げることが成功した。この方法は、生成する糖液の濃縮に必要なエネルギーを大幅に削減できる前処理装置である。

1.2.2 バガスの加水分解処理とアルコール発酵実験

バガスを高温・高圧・高剪断力ニーダーを用いて 195 1 時間処理し、得られたスラリー(バガス含有量 6.5kg)を 40 の発酵槽に入れ発酵実験を行ったところ、バガスのリグノセルロース含有量の 24.8% がアルコールに転換された。

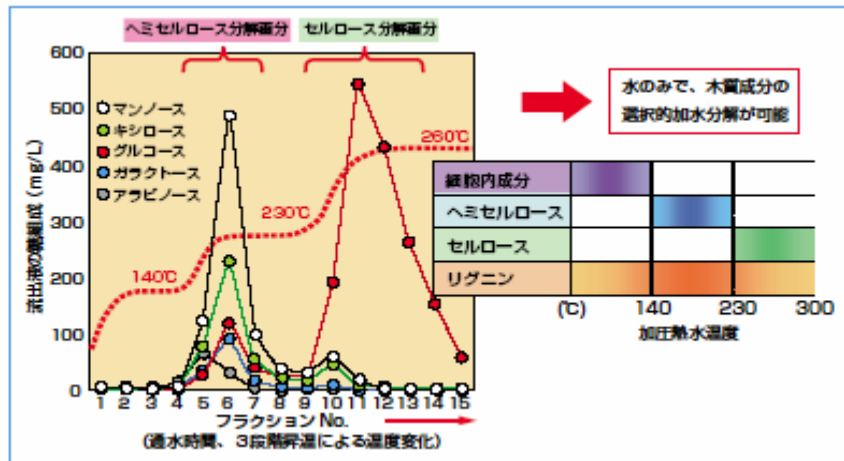


図1 熱水流通式水熱反応装置による杉の加水分解生成糖

出展： http://unit.aist.go.jp/btrc/ci/research_result/documents/vol06_03_p06_07.pdf

図1に示した産業総合研究所バイオマス研究センターの遠藤らの報告でも明らかのようにヘミセルロースの加水分解が生じた温度は220~230で、ニーダーの処理温度の195では、ほんの僅かしか分解していない。しかし、ニーダーの高剪断力によるすり潰しと、高温水による加水分解が同時に起きるために、処理温度が25程低くてもヘミセルロースが分解している。このことからニーダー処理温度を220~240にするとセルロースも糖に加水分解されることになると言える。

1.2.3 アルコール製造プロセス

当社が提唱するアルコール製造プロセスを図2に示す。

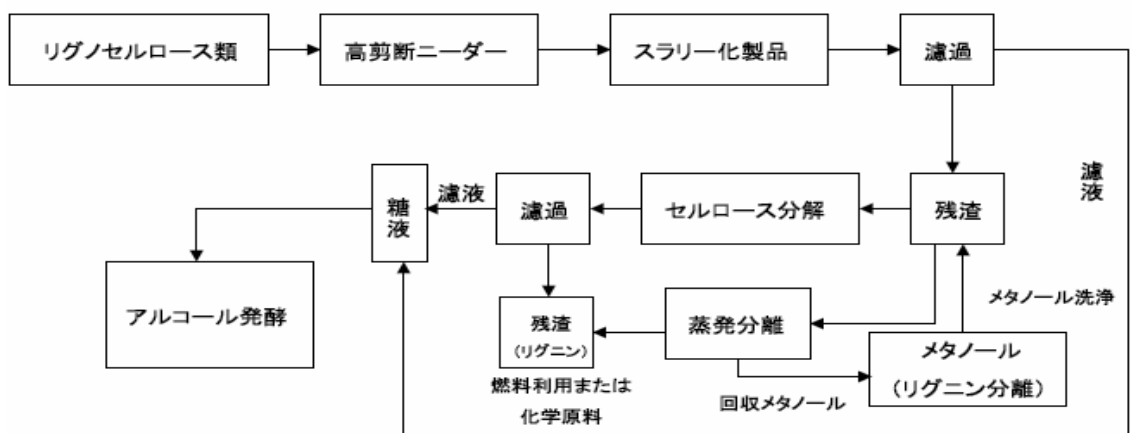


図2 リグノセルロースからのアルコール製造プロセス

2. スラリー予熱噴霧装置

(1) 発明者 片山優久雄 (株) K E M 副社長)

可燃性固形物及び水を含む混合物の供給方法 特開 2004-560621 号
(審査請求中)

(2) 装置製作

基本設計： 株式会社 ケー・イー・エム

圧力容器製造 & 組み立て： 鈴木商工株式会社

(3) 原理

通常スラリー中の水を蒸発させるためには加熱・加圧したスラリーをフラッシュドラム内で急速に脱圧する。この方法だと脱水したスラリーがドラム内で凝集し、ドラム以降への移送が出来ない欠点を有している。

この問題を解決するために、スラリー中の水が蒸発を始める箇所以降の加熱用配管の径を徐々に太くすることによって管内圧力の低下を起こし、スラリー水の蒸発を誘引するという手法を導入した。それ故、スラリーの加熱管入口から出口までが一本の連結した管を形成している。固体物質の沈降による閉塞を防ぐために管内の流速は、最低でも 8 m / 秒を保つように製作されている。また、管内表面の磨耗による損傷を抑えるために最大流速を 30 m / 秒以下となるように設計している。

管の太さは、少なくとも 8 段階で出口方向に向けて太くなっている。

(4) 開発状況

100 / 時 (2.5 t / 日) のパイロットスケールの汚泥スラリー用の装置を完成させ、前橋市にある試験センターに設置している。

石炭スラリー用としては、加熱用伝熱管の取替えによって 200 / 時 (5 t / 日) への対応が可能である。

長時間運転については、オリジナルの設備 ((財) エネルギー総合工学研究所所有、2005 年に廃棄) を用いて 2004 年 3 月に、静岡県島田市内にある東海パルプ株式会社にて実施済みである。また大型化については、2004 年度末に当社と (財) エネルギー総合工学研究所、東洋エンジニアリング株式会社とで設計検討済みである。

2.1 汚泥の高温燃焼システム

何故、汚泥の高温燃焼が必要なのか？

汚泥の燃焼システムとして現在最も利用されているシステムは、流動層燃焼システムである。このシステムは、流動する高温の砂に脱水汚泥の塊を入れ、流動の過程で乾燥と同時に解し燃焼させる方法である。このため、脱水汚泥の水分の蒸発によるエネルギーと、砂の流動に必要な送風機のエネルギーが必要で、850℃での燃焼がやっとである。これ以上の燃焼温度にするには、天然ガスや石油などの燃料の追加燃焼が必要となる。

この従来法と比べ、(株)KEMの開発した汚泥の燃焼システムは、高温・高圧・高剪断力ニーダーによる汚泥のスラリー化とスラリーの予熱噴霧装置を組み合わせたシステムのために900℃以上の高温燃焼が容易に達成でき、通常の燃焼炉で燃焼可能なシステムである。

(株)KEMの開発した汚泥の高温燃焼システムの概要を図3に示す。

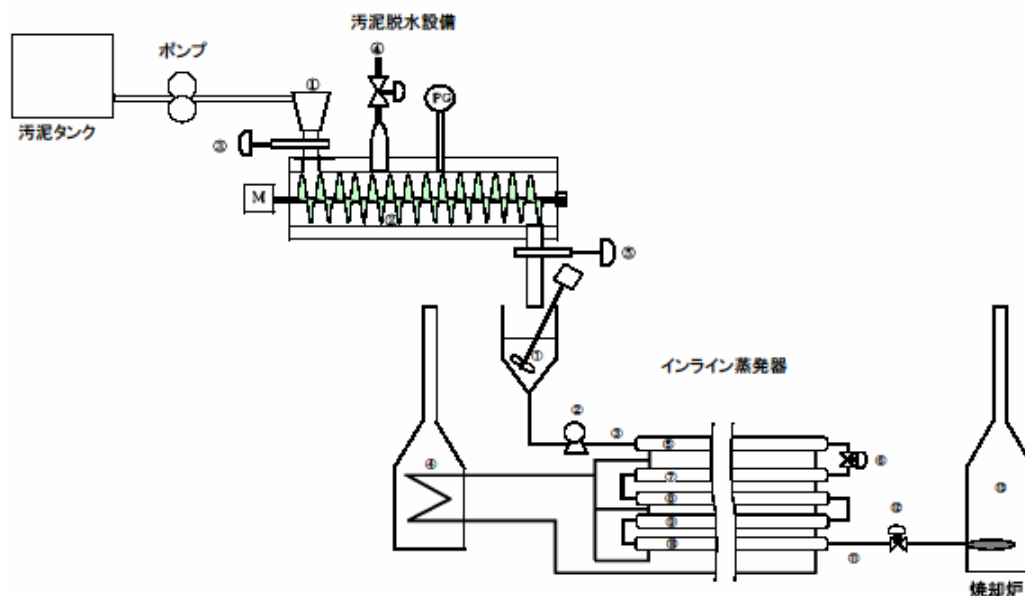


図3 汚泥処理設備の概要図

2.1.1 汚泥高温燃焼システムの特徴

当社の技術の特徴は 次の2点に集約される。

高い燃焼効率の達成と高温燃焼による熱回収効率の向上及び温暖化防止（一酸化二窒素削減）効果

一酸化二窒素の地球温暖化係数は二酸化炭素の 310 倍で、図 4 から燃焼温度を将来の目標値である 850 とすると、乾燥汚泥の二酸化炭素排出量は、ほぼ 1550kg / 乾燥汚泥 1t である。このときの一酸化二窒素の排出量は 1.5kg となる。これを二酸化炭素に置き換えると 465kg の二酸化炭素に匹敵する。これは、乾燥汚泥 1 トンに対して排出される二酸化炭素量が 30% 増量されることに等しい。

当社の燃焼技術による 900 以上での燃焼では、一酸化二窒素の排出をゼロとすることが出来る。

設備投資の低コスト化

当社の汚泥スラリー化 + 高温燃焼システムの建設費は、従来の流動層燃焼システムの半額である（図 5 参照）。

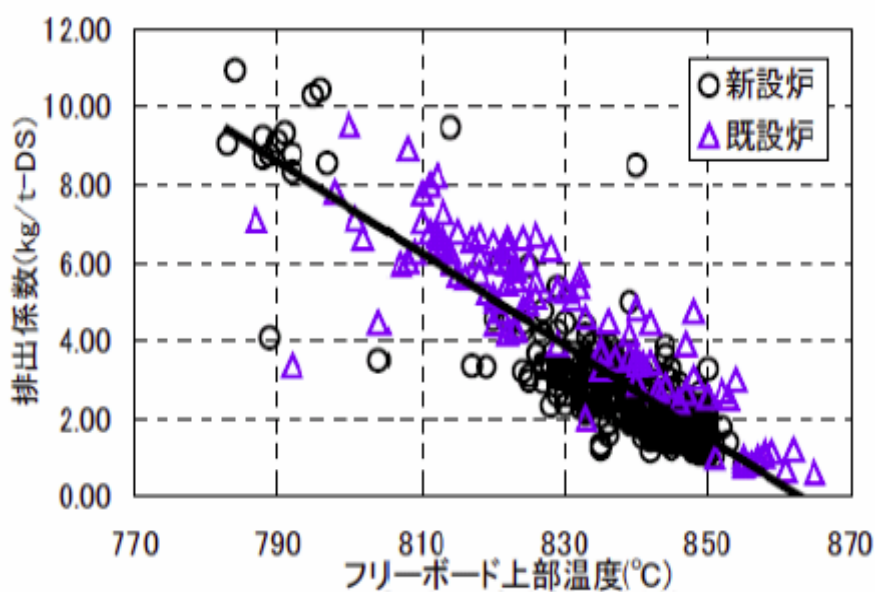
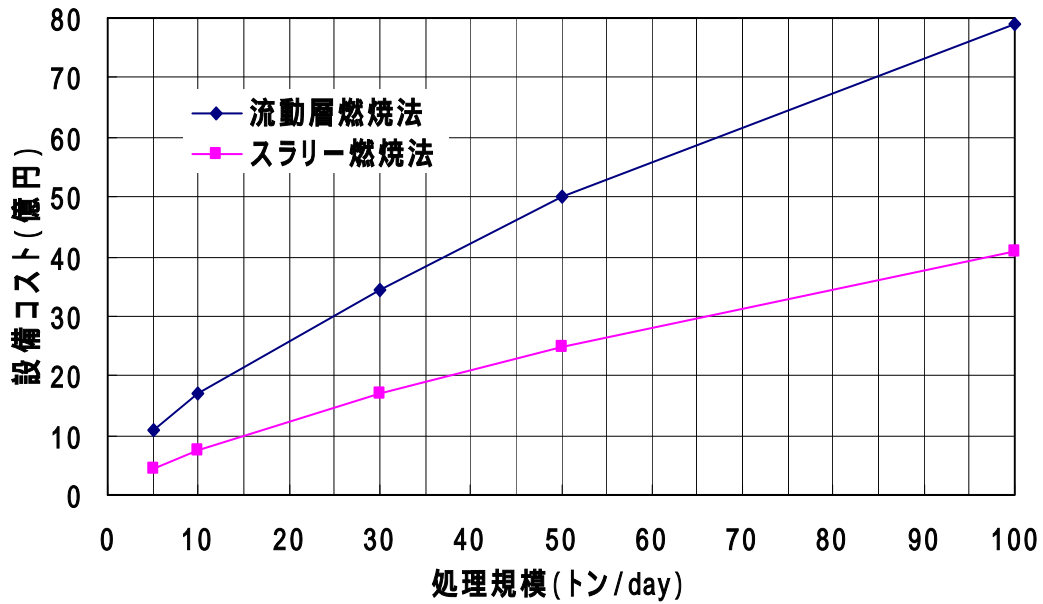


図 4 流動層炉内温度と一酸化二窒素の排出係数

出典： <http://www.gesui.metro.tokyo.jp/gijyutou/gn14/nenpou2002/REPORT64.pdf>

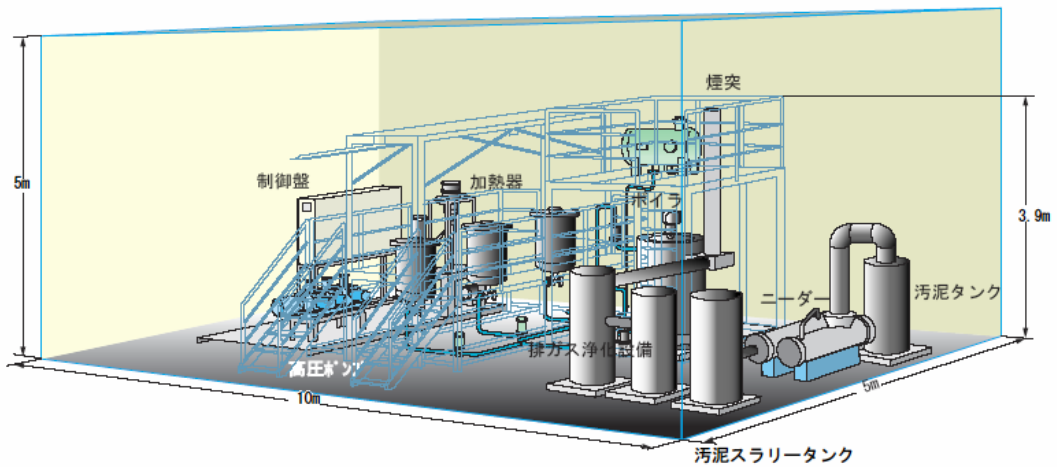
図5 処理規模と設備コストの関係



2.1.2 汚泥高温燃焼システム設置図

2～3 t / 日処理できる小規模ユーザー向けの設備配置を図6に示す。

図6 汚泥スラリー化・スラリー噴霧焼却処理設備設置概要図 (処理量2～3 t/day 規模)



2.2 褐炭のスラリー化・スラリー予熱噴霧装置の乾式酸素吹き石炭ガス化システムへの適用

褐炭は、瀝青炭よりも多い埋蔵量を有しており、且つ採掘の容易な地表近くに賦存しているが、乾燥すると自然発火を起こす為に瀝青炭のように大規模な利用が行われていないのが現状である。この大量に賦存する褐炭を、瀝青炭同様の熱効率でガス化でき、生成ガスをメタノール、ジメチルエーテル（DME）やGTL（ガスツーリキッド：合成石油）の原料としての利用を可能とする技術の元をなす褐炭の含有水を高温・高圧・高剪断力ニーダーを用いて脱水しスラリー化する技術と、出来上がった褐炭スラリーを蒸気と微粉炭の形でガス化炉に吹き込むことのできるスラリー予熱噴霧装置を完成させた。このシステムは、高温・高圧・高剪断力ニーダーを用いる褐炭の脱水・スラリー化技術と、スラリーの予熱噴霧技術を組み合わせ、バブコック日立(株)やシェル社等の乾式酸素吹き石炭ガス化炉と組合せることによって完成する。

(株)KEMの褐炭脱水技術やスラリー予熱噴霧技術等の個々の技術は、パイロット規模の試験を終了しており、システムとしての実証試験を残すのみとなっている。この技術を用いる褐炭のガス化と、従来の瀝青炭を用いた石炭ガス化との経済性を比較すると表1のようになる。

表1 褐炭脱水スラリー化・スラリー予熱噴霧の効果試算例

	瀝青炭乾式酸素吹きガス化	褐炭スラリー酸素吹きガス化 湿式酸素吹きガス化炉	褐炭脱水スラリー化技術 +スラリー予熱噴霧式石炭ガス化
石炭供給量	95 t/h	201 t/h	149 t/h
酸素消費量	71 t/h	210 t/h	78 t/h
冷ガス効率	80.1 %	61.1 %	82.6 %
合成ガス生産量	500 Gcal/h	500 Gcal/h	500 Gcal/h
酸素コスト (5円/Nm ³)	248,495 円/h	734,985 円/h	273,782 円/h
褐炭価格 (400円/t)	円/h	80,400 円/h	59,600 円/h
瀝青炭価格 (2000円/t)	190,000 円/h	円/h	円/h
時間当使用原料価格	438,495 円/h	815,385 円/h	333,382 円/h
年間使用原料価格	35.1 億円/年	65.2 億円/年	26.7 億円/年

注) 褐炭性状 水分 35.8 %
灰分 4.1 %
発熱量 4070 kcal/kg

瀝青炭性状 水分 8.3 %
灰分 11.7 %
発熱量 6930 kcal/kg

この新たな技術システムを導入すれば、今まで大量利用が困難だった褐炭を、瀝青炭並みのガス化効率と原料費でガス化出来、且つ二酸化炭素の回収分離、地下隔離技術と組み合わせることによって地球温暖化防止が第1の目標である21世紀のエネルギー源となることが出来る。

以上