

高剪断力による含有水分の脱水技術と 予熱噴霧技術の組合せによる 褐炭の高効率利用

株式会社 KEM



KEM

何故今褐炭の有効利用が必要なのか

メリット

1. 褐炭の可採埋蔵量は、利用可能石炭量の47%
2. 地表近くに賦存するために採掘が容易で安価

デメリット

1. 水分を多く含んでいる(30~70%)
2. 乾燥すると自然発火する(輸送・貯蔵が困難)
3. 30~70%の含有水分のために低い熱効率

褐炭の脱水方法(従来技術)

- 1 . 高温燃焼排ガスによる乾燥(微粉炭及び粗粒炭)
ドイツ、豪州、USAで実用化
- 2 . 200 以上の加熱下での加圧脱水
豪州で開発段階のプロセス
- 3 . 300 の高温熱水による水分抽出(短い装置寿命)
1 . ~ 3 . の技術では、褐炭中の水分残存量は、依然として30%。(電発・日揮が開発)
- 4 . 高温の鉍油による煮沸脱水(100%に近い脱水)
UBC法と呼ばれている(神戸製鋼が開発)



KEM



褐炭の新しい脱水技術 (KEM法)

- 石炭構造に吸着した結晶水の解離
(加熱及び石炭構造に対する強い剪断力によって水と石炭組織間のファンデアワールス結合の解離。)
- 石炭の細孔とひび割れ内にある浸透水の排出
(強い剪断力による石炭の細孔とひび割れの破壊。)



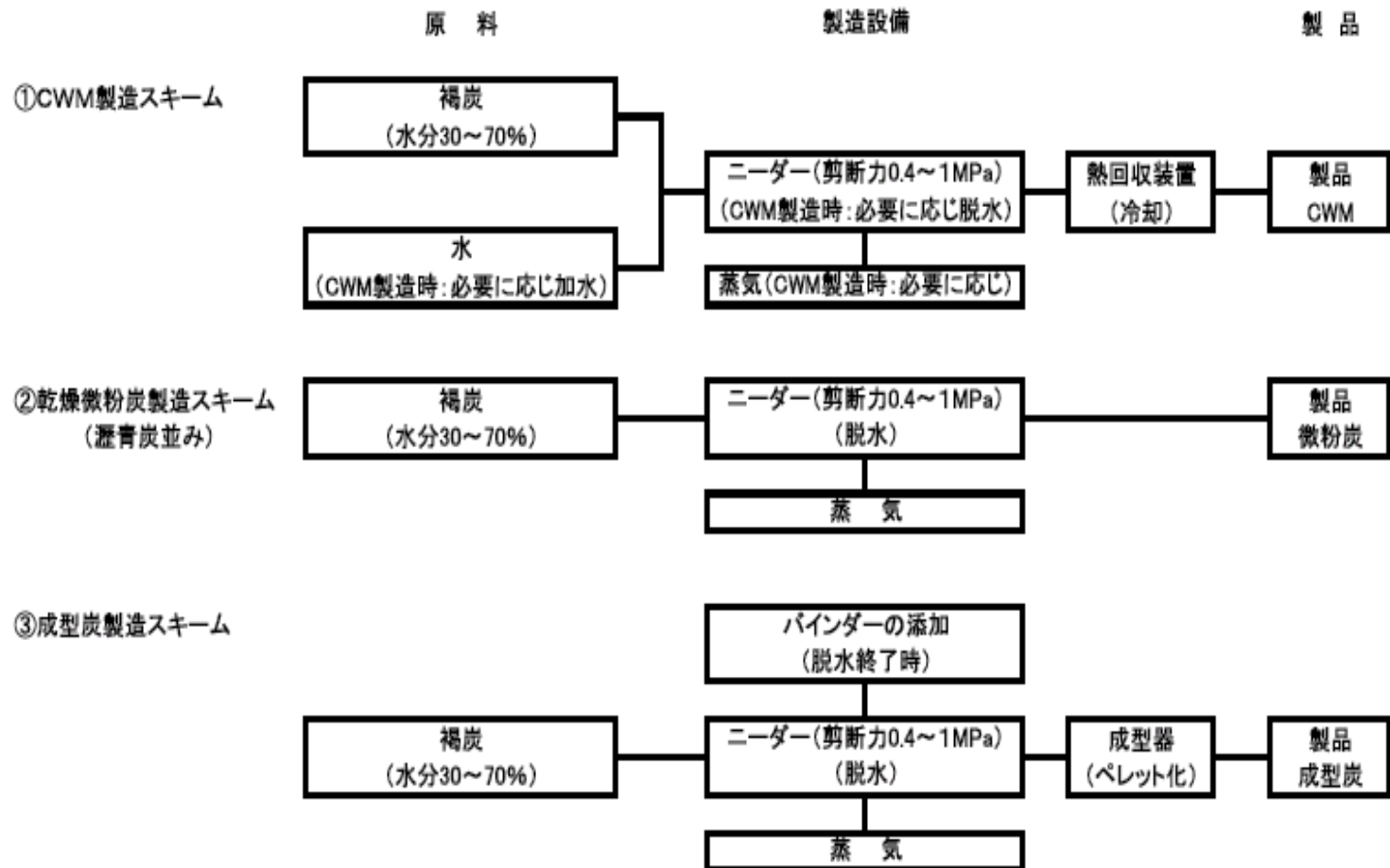
KEM

褐炭の有効利用プロセススキーム (KEM法)



KEM

図 褐炭の有効利用のためのプロセススキーム



褐炭からのCWM製造

従来法

褐炭を粉碎し水を混ぜてスラリーを作る。

この方法では、スラリー製造のために添加される水分に石炭に含まれている水が上乗せされるために、水分濃度が全体の50%を超えるので、燃焼効率やガス化効率が著しく低下。

KEM法

褐炭に含有されている水分を石炭組織外に排出させ、得られた水分をスラリー用水として利用するために瀝青炭から作られるスラリーと同等の水分濃度のスラリーが得られる。

褐炭からのCWM製造試験

－原料インドネシア褐炭の性状－



KEM

wt.% (as received)

wt.% (dry basis)

	Moist.	Ash	C	H	O	N	S
Indonesian (ID) Coal	22.2	4.93	66.03	5.19	20.59	1.37	0.39
Loy Yang (LY) Coal	59.0	0.37	67.28	4.97	25.34	0.60	0.28

インドネシアの褐炭からのCWM製造 (原料褐炭の概観)



20-150mm



0.5 mm

KEM

原料褐炭からCWM製造経過

インドネシア褐炭の粉末(の0.5mmの下)

ゼオライト製造試験用ニーダーを用いての製造実験



KEM



始めの状態
(微粉炭 + 10%の水)



終わりの状態
(48.6%水分)

熱と剪断応力処理の後の外観

(インドネシア褐炭)

(反応状態: 170 、5時間、剪断力: <math><0.1\text{MPa}</math>、圧力10kg/cm²)



KEM



粘度:
680mPa·s

インドネシア褐炭のCWM (48.6%の水分)



KEM



Loy Yong 褐炭からCWM製造 (原料)



KEM



スタート時の原料褐炭の外観

Loy Yong褐炭の粉末(の0.5mmの下)



KEM

熱と剪断応力処理の後の外観

(反応条件: 温度 170 、5時間、剪断力 0.1 Mpa、圧力10kg/cm²)



KEM



空気を含んだエマルジョン
脱泡後の粘度: 360 mPa·s

高剪断力粉碎・脱水・スラリー化装置

(内容積200リットル:15KWモーター)



KEM

(内容積20リットル:5.5KWモーター)



写真 高剪断力・常温・常圧二ーター



写真 高剪断力・高温・高圧二ーター



KEM

高剪断力・常温・常圧ニーダーでのLoy Yong褐炭のスラリー化

処理時間 4時間 -

水分56%, 粘度 135 mPa·s



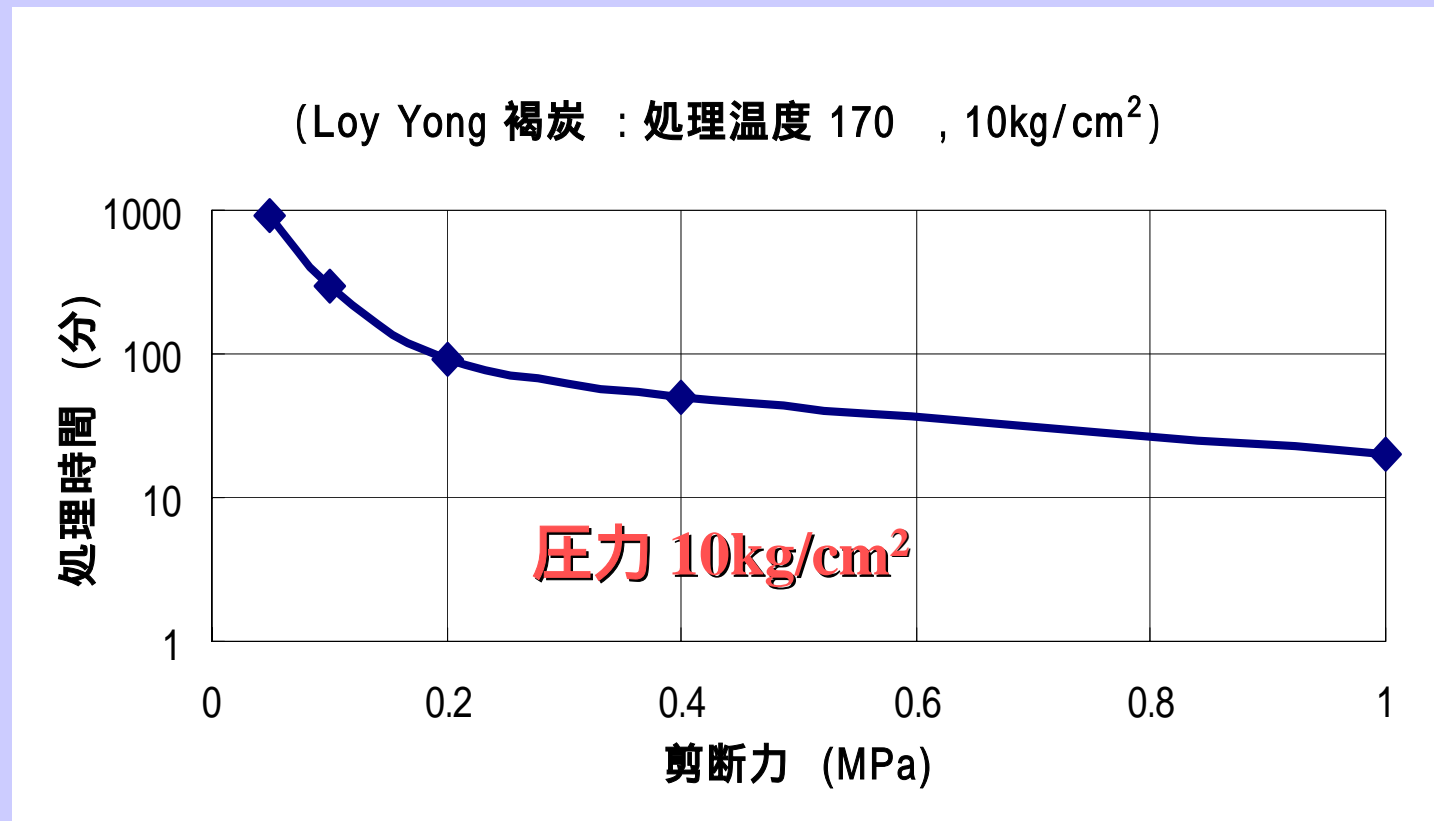
空気を含んだエマルジョン
脱泡後の粘度: 135 mPa·s





KEM

剪断応力と処理時間との関係 (Loy Yong 褐炭 : 処理温度 170)



CWM予熱噴霧装置の必要性

従来法(予熱器無し)

ガス化炉内部においてスラリーの水分が蒸発するために蒸発潜熱が必要で、ガス化炉内部からこの熱を取るためにガス化温度が低下するのでガス化効率が低下する(水1kg当り約550kcal)。

KEM法(予熱器有り)

ガス化炉の外でスラリーの水分を蒸発させ、微粉炭と蒸気の気固系でガス化炉に吹き込むために水の蒸発によるガス化温度の低下が無く、乾式ガス化(微粉炭を窒素ガスでガス化炉に供給する方法)と同等かそれ以上のガス化効率が期待できる。その理由は、高温領域では水蒸気が反応物質として働くためである。



KEM

CWM予熱噴霧の効果(1)

予熱による含水分の蒸発効果の差による火炎の差異

(ノズル 6mm)



エチレングリコール水系の
直接噴霧



エチレングリコール水系の
270 予熱噴霧

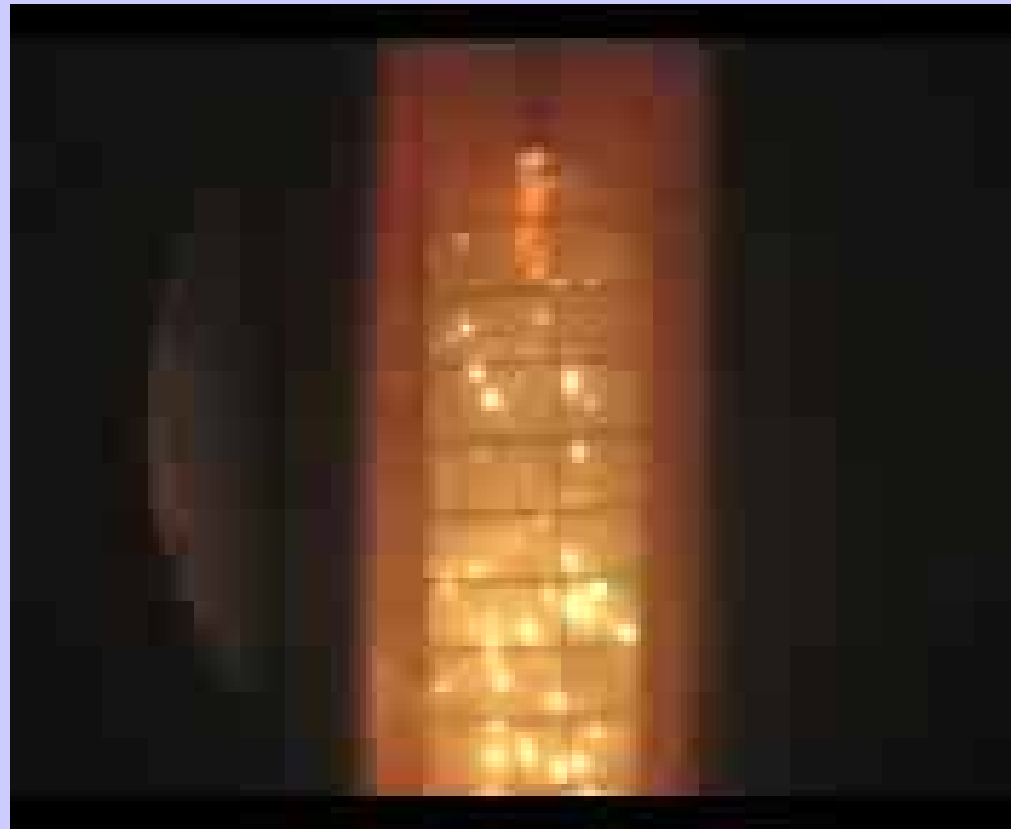




KEM

CWMのガス化(予熱噴霧なし)

水分50%のCWM



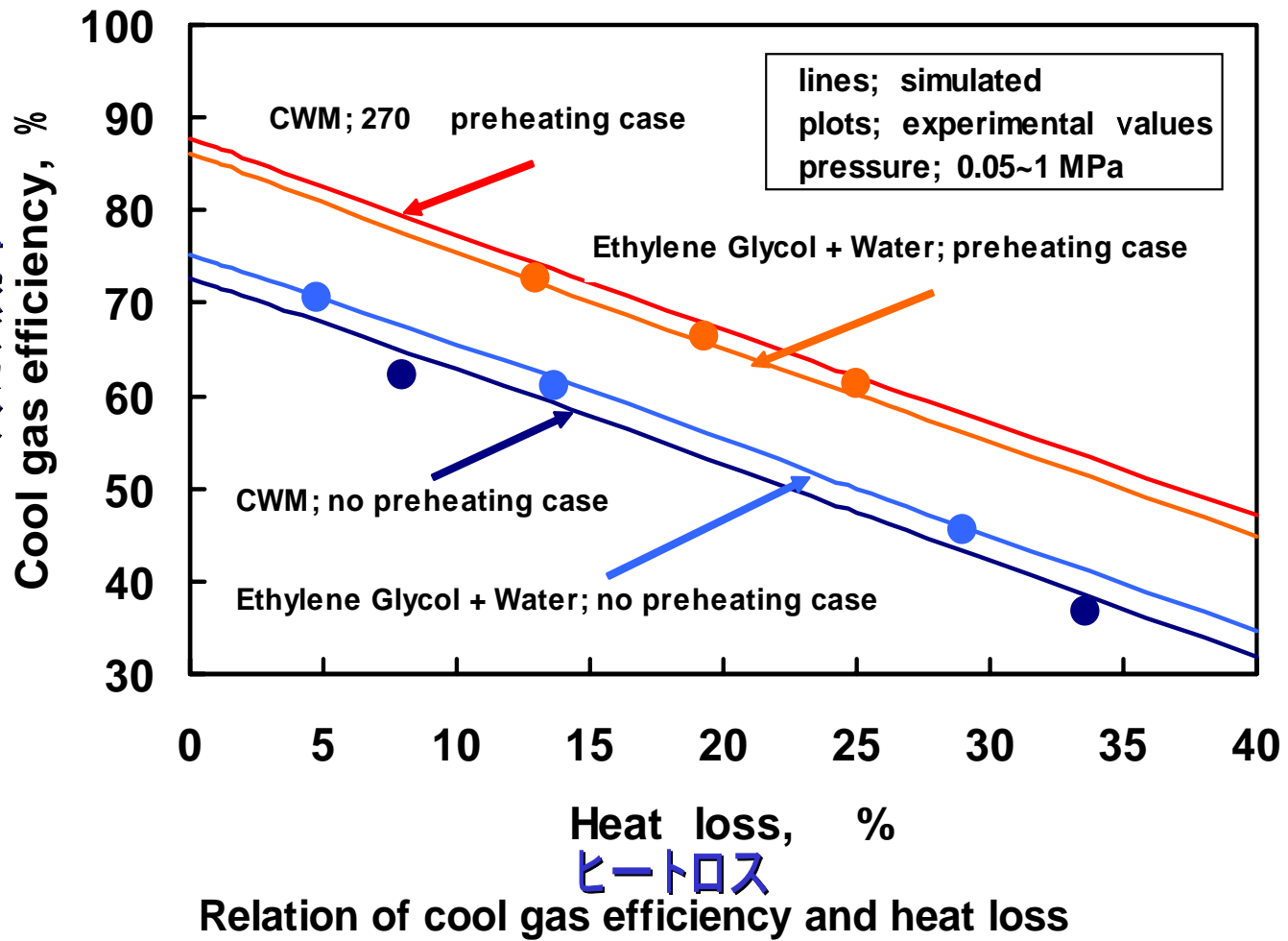
ノズル 2mm

CWM予熱噴霧の効果(2)



KEM

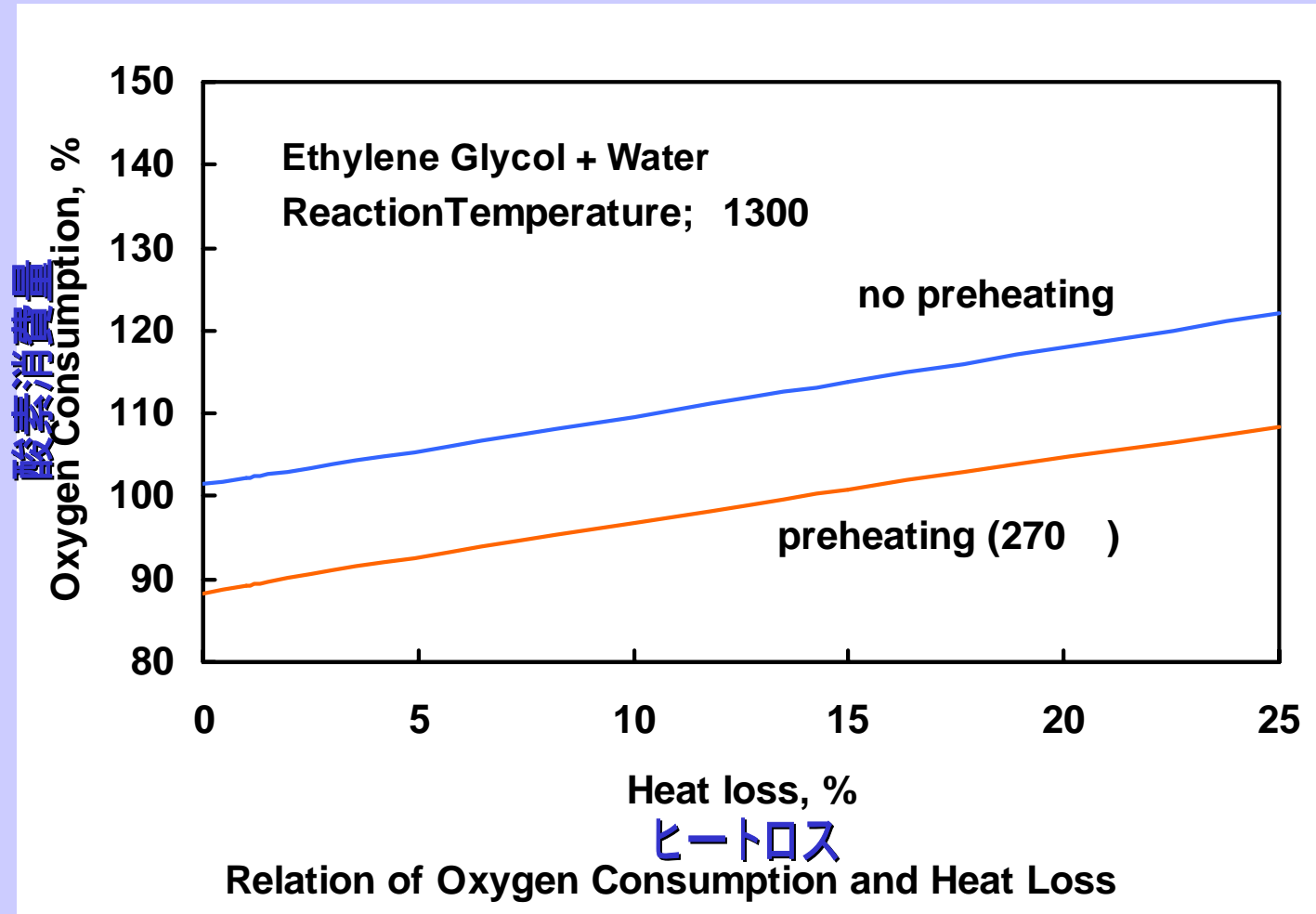
冷ガス効率



CWM予熱噴霧の効果(3)



KEM

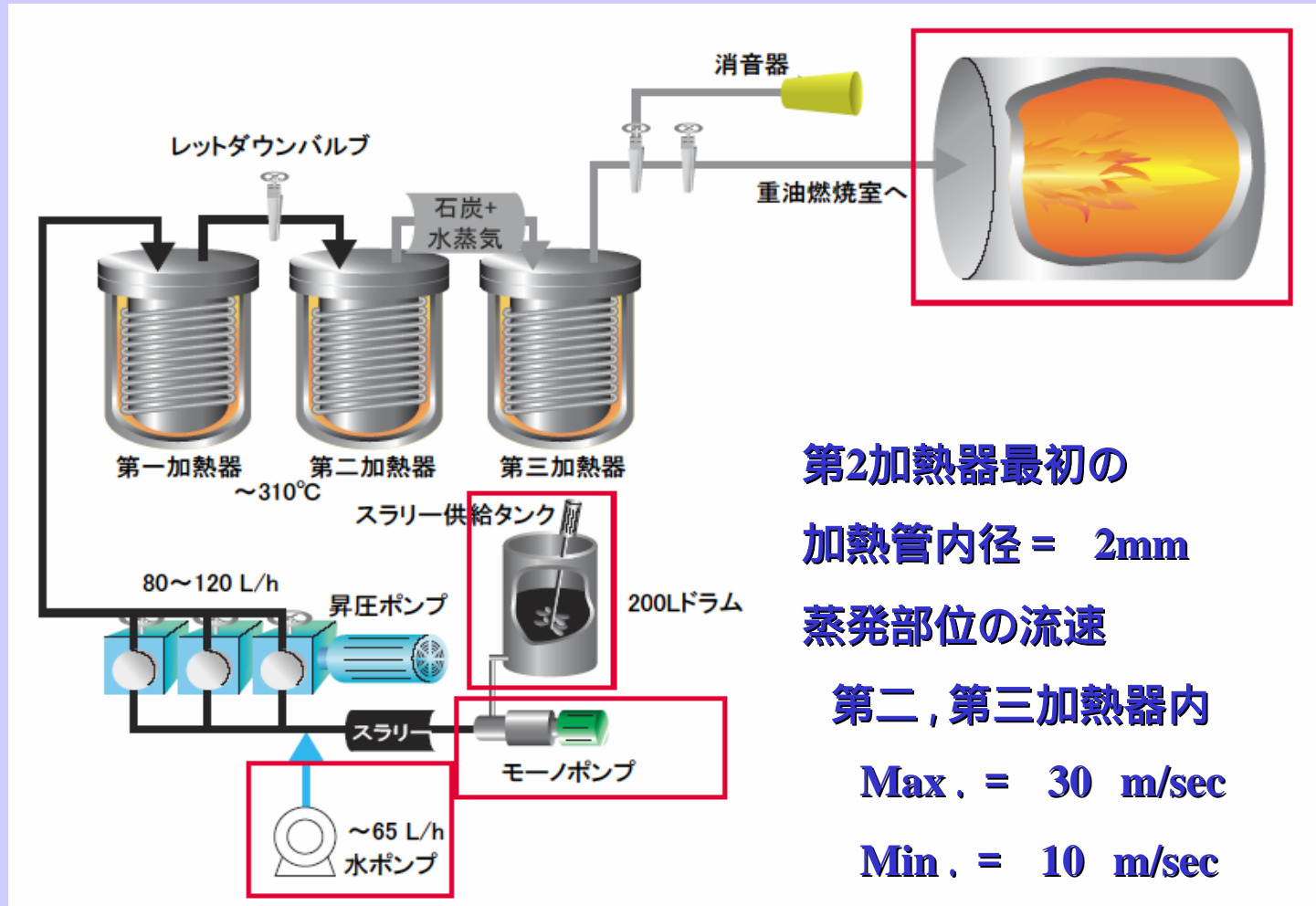


CWM予熱噴霧装置概要図

4t / day CWM噴霧



KEM



第2加熱器最初の

加熱管内径 = 2mm

蒸発部位の流速

第二, 第三加熱器内

Max. = 30 m/sec

Min. = 10 m/sec

CWM予熱噴霧装置の写真



KEM



Loy Yong 褐炭CWMの予熱噴霧状況



KEM



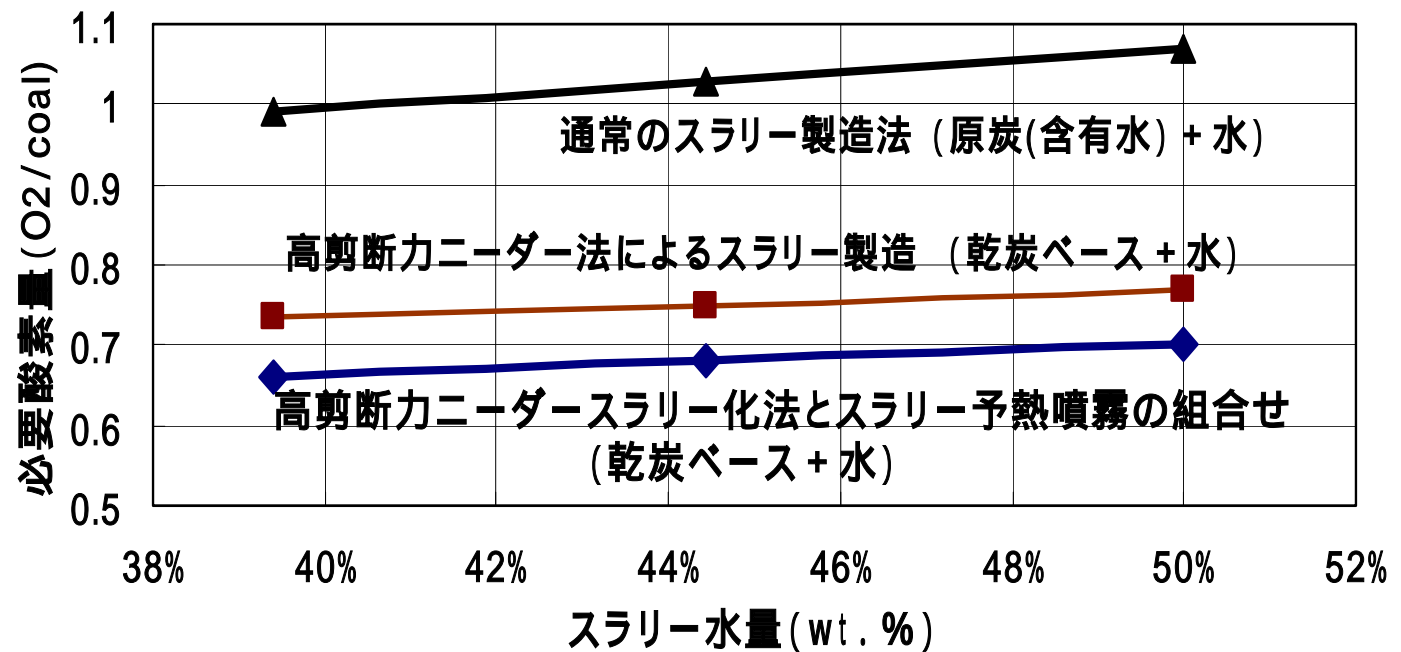


KEM

インドネシア褐炭のガス化(計算値)

CWM水分含有量と酸素供給量の関係

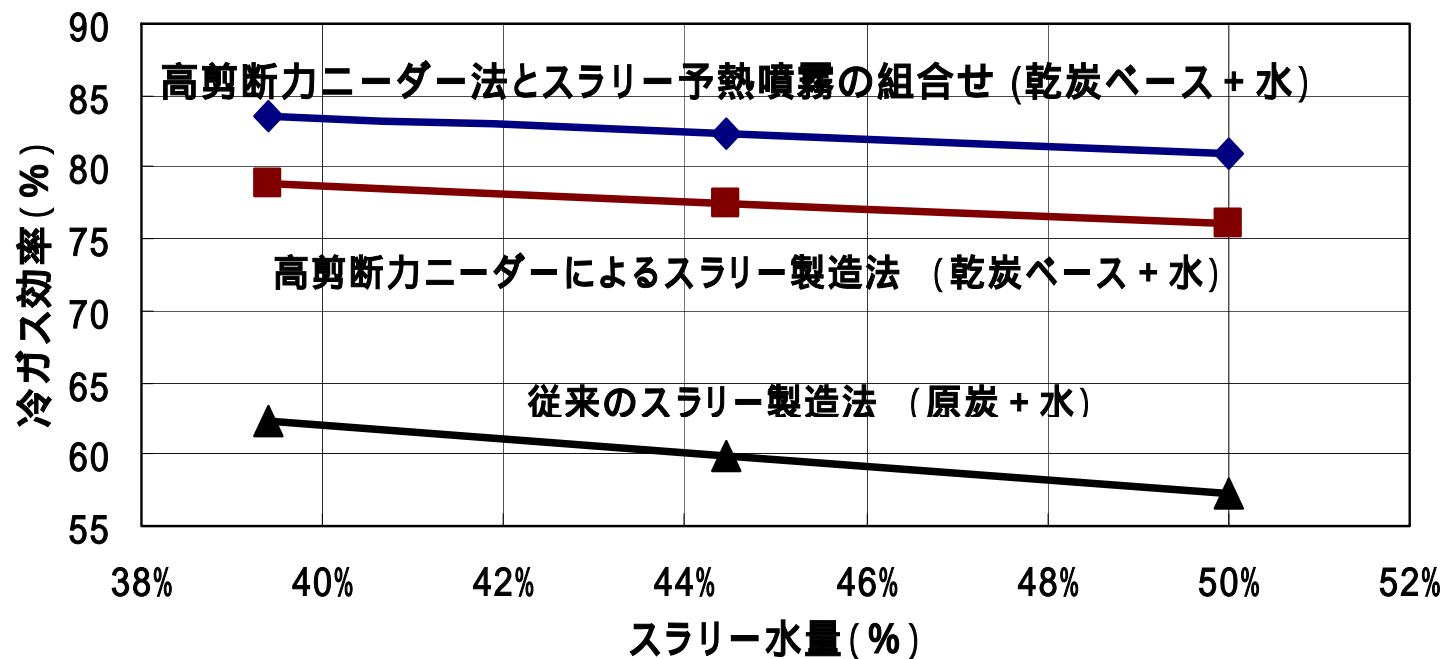
スラリー水量と必要酸素量



インドネシアの褐炭のガス化

CWMの水分含有量と冷ガス効率の関係

スラリー水量と冷ガス効率の関係



KEM

褐炭スラリー利用石炭ガス化における経済性比較(褐炭スラリー化と予熱噴霧)

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





KEM

まとめ

(株)KEMの高温・高圧・高剪断力ニーダーによって、褐炭に含まれている水を使用できるので、瀝青炭のCWMと対等の水分の含有量のスラリーを作ることができます。

(株)KEM所有のスラリー予熱噴霧装置を褐炭スラリーのガス化や燃焼に使用すると、熱効率は大いに向上します。

高温・高圧・高剪断力ニーダーによるスラリー化と、スラリー予熱噴霧装置を利用することによって、今まで利用が制限されていた安価な褐炭を瀝青炭並みに使用することができ、且つ二酸化炭素の排出量を、瀝青炭並みに削減できます。

参考資料

含水率90%の製紙スラリーの予熱噴霧燃焼の状況

製紙スラリー噴霧燃焼状態写真(120kg / 時運転)

(スラリー粘度 13mPa·s、固形分含有量 約10%)



KEM



(a) 蒸気みの噴霧 (パイロットバーナー燃焼中)



(b) 製紙汚泥スラリーの噴霧燃焼

写真

燃焼状況

CWM利用石炭ガス化における開発項目

既存技術名	本システム構成上の問題点	提案技術名	技術開発項目	問題解決の方法	
石炭ガス化設備の開発項目	乾式酸素吹き石炭ガス化法	CWM予熱式酸素吹き石炭ガス化法	ガス化炉入り口前までにCWMの固液を気固に変換(蒸発潜熱のガス化炉外供給) 水生ガス反応が生じるガス化炉の開発(反応時間/温度の適正化) (ガス化炉全体として冷ガス効率の乾式酸素吹きガス化法並以上、且つ合成ガス中の窒素含有量及び消費酸素量最少のガス化方式の確立)	予熱CWMを模すエチレングリコール水系での実験を行いシミュレーター計算で予測された予熱効果確認を行い、予熱により水を蒸発させた後に、ガス化炉に吹き込む事ができれば、冷ガス効率が10%以上上昇し、酸素消費量が10%以上減少することがシミュレーター及び実験で確かめた。 CWM予熱フラッシュ蒸留後再加熱し、ドライ状態でガス化炉に吹き込む技術を確立した。 石炭ガス化時に水生ガス反応を平行して起こす事ができれば酸素消費量の削減が証明された。 CWM予熱噴霧装置が完成し、CWMを蒸気と微粉炭の状態でガス化炉に噴霧できることが確かめられた。	
					微粉炭気流輸送にN ₂ を使用
					窒素分離にエネルギーを大量消費
	メタノールコスト上昇				
	CWM中の水分の蒸発潜熱				
	ガス化反応温度の低下				
	炭素転換率の悪化				
	酸素吹込み量のアップ				
	冷ガス効率の低下				
	メタノールコスト上昇				

従来技術でのCWM予熱噴霧概念図(実用化にならず)



KEM

