



研究ノート

工場廃熱利用 CO₂回収無公害 高効率火力発電システム

朴 炳 植*

A CO₂-Recovering Non-Polluting High-Efficient Thermal Power Generation System Utilizing Waste Heat from a Factory

Key words : CO₂ recovery, Gas turbine, Urban waste, Oxygen combustion

1. はじめに

二酸化炭素 (CO₂) の大気への排出量を削減することは地球温暖化の防止の上で重要となっている。CO₂ の排出量の削減のためには、省エネルギーを図ることや火力発電所など CO₂ 排出量の大きい施設から排出される CO₂ を回収して大気へ放出しないことが重要となる。一般に、化石燃料を燃焼利用した後の残さ物として発生する CO₂ を回収するためには、エネルギーが必要であり、このため CO₂ 回収を行うとエネルギー利用効率は CO₂ 回収前に比べてかなり低下する。しかし、画期的に高効率なシステムを考案できると、この高効率システムより発生する CO₂ 量は少なくなり、これは CO₂ を回収するために要するエネルギー量を少なくする事につながる。たとえば CO₂ 回収を行っても従前の CO₂ 回収を行わないシステムに比べても高効率なシステムが実現できることになる。画期的に高効率なシステムを実現するには、システムの構成を大幅に変更するだけでは困難である。このほか、単独のシステムではそのシステム固有の理由より高効率にできなかった原因を、低エネルギー利用のシステムと組み合わせ

せて統合化を図ることにより、互いの短所を克服し、長所を生かせることが可能となって、初めて実現できると期待される。

本稿では、工場廃熱を利用することにより、大気汚染物質を排出せず、しかも CO₂ を回収する CO₂ 回収火力発電システムを提案し、本提案システムが CO₂ 回収を行っても従来の CO₂ 回収を行わない大規模火力発電システムに比べても高い発電効率が得られることを、都市ごみ焼却廃熱利用の場合を例にとって、シミュレーション結果により示す¹⁾。

2. 工場廃熱利用 CO₂ 回収高効率無公害発電システムの構成と特徴

図 1 に提案する工場廃熱利用 CO₂ 回収高効率無公害火力発電システムの基本構成を示す。本システムではガスタービン発電システムを基本としているが、作動流体は空気ではなく工場廃熱を利用して製造された過熱蒸気 (飽和蒸気でも可²⁾) であることが通常ガスタービン発電システムと異なっている。このため、本システムでは作動流体ガスの圧縮機 (通常ガスタービン発電システムでは空気圧縮機) が存在しない。廃熱利用製造過熱蒸気は比較的低温・低圧なので、本システムでは高効率化のためこれをガスタービン燃焼器において 1000°C を越える高温ガスとする。この時、燃料ガスの燃焼用に空気ではなく、酸素を用いているので、燃焼ガスの主成分は水蒸気と CO₂ のみとなり、このため燃焼排ガスから CO₂ を回収するのに基本的に冷却水による冷却の操作だけで回収で

*Pyong Sik PAK

1944年9月18日生

昭和48年大阪大学大学院・工学研究科・電気工学専攻・博士課程修了

現在、大阪大学工学部情報システム工学科、助教授、工学博士、システム工学

TEL 06-877-5111(内線 5332)



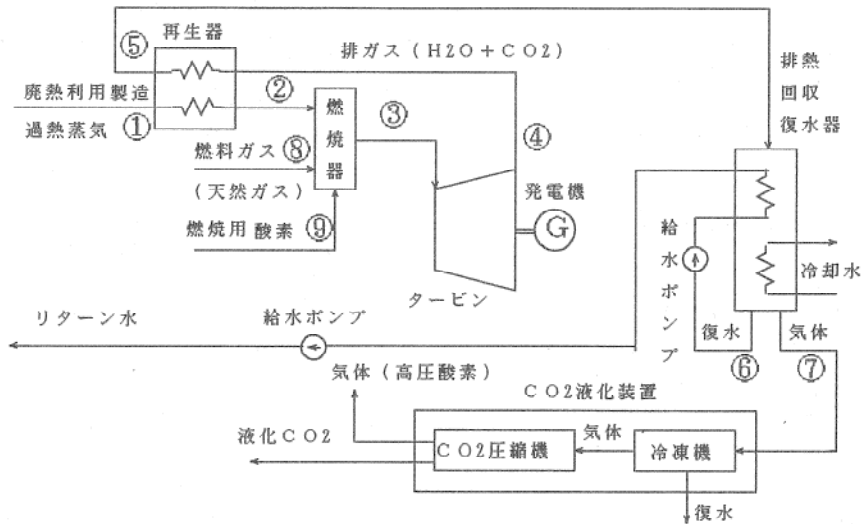


図1 工場廃熱利用CO2回収無公害火力発電システムの基本構成

き、大型化が容易で信頼性も高いCO2の回収ができるという特徴がある。

本提案システムでは、上記のように通常のガスタービンと異なり、効率の悪い作動流体ガスの圧縮の過程は不要となる。圧縮の過程は復水の圧縮という水の圧縮の過程で行われるので、

實際上無視できるほどのエネルギーしか必要とされないため、発電効率が極めて高くなるという特徴がある。また、本システムでは空気燃焼の場合と異なり、燃焼反応中に窒素分が実際上存在しないのでサーマルNOxの生成がない、という特徴もある。

表1 清掃工場側条件

廃熱利用発生	50 t/h
可能高圧蒸気量	(280℃, 23 kg/cm ²)
所内用高圧蒸気量	4.78 t/h
正味熱発生効率	75.1%
発電用送気蒸気量	45.22 t/h
最大正味発電電力	5.87 MW
最大正味発電効率	15.2%

3. 特性推定結果と検討

本節では、工場廃熱の利用の例として清掃工場の廃熱の利用をとり上げて提案システムの特性を推定した結果について述べる。

3.1 清掃工場側の前提条件

表1は平均低発熱量2000kcal/kgの都市ごみを400t/d焼却処理する清掃工場の“ごみ発電”

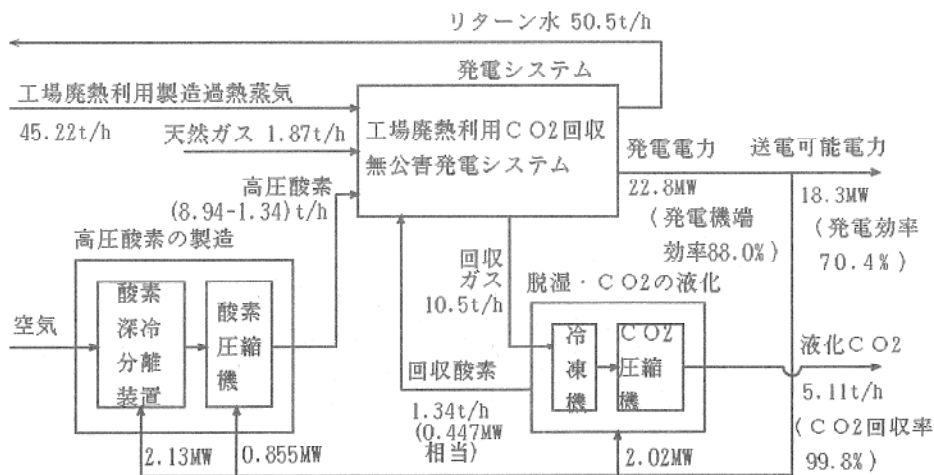


図2 提案発電システムの特性推定結果

特性の推定結果を示した表である³⁾。以下では、本清掃工場より45.22t/hの過熱蒸気(275°C, 22kg/cm²)が“ごみ発電”に用いられる代わりに、提案発電システムに供給されるものと仮定した。

3.2 提案発電システム側の前提条件

提案システムの特性推定に当たって、ガスタービンのタービン入口温度は1050°Cとした。燃料ガスの種類としては、天然ガスを用いることとし、その成分は簡単のためメタン(CH₄)のみとした。その他の条件については文献1)を参照されたい。

3.3 特性推定結果

図2および表2に、本発電システムの発電効

表2 提案発電システムの発電効率推定結果

	廃熱分を考慮しない時	廃熱分を考慮した時
発電機端効率	88.0%	65.3%
酸素の製造・圧縮動力を考慮した時	76.5%	53.8%
CO ₂ の液化処理を考慮した時	70.4%	47.8%

率推定結果を示す。本システムでは、工場廃熱を利用することにより88.0%という発電機端効率で22.8MWの電力を発電することができ、燃焼用の酸素の製造・圧縮動力および回収CO₂の液化処理の動力を考慮しても70.4%という発電効率となり、清掃工場より供給されるエネルギーを考慮にいれても47.8%という効

率で発電できると推定されている¹⁾(効率はすべて低発熱量基準)。これは、CO₂の回収・液化処理を行わない天然ガス焚の大規模火力発電システムの効率44.5%に比べると¹⁾、相対値で7.4%高く、このシステムにおいて排煙よりアミン系の溶剤を用いてCO₂の除去・回収・液化を行うとした時の推定効率38.7%に比べると¹⁾、相対値で23.5%も高いと推定されていることが分かる。

4. おわりに

工場廃棄を利用する本提案発電システムは、NO_x等の大気汚染物質を排出しないし、煙突もなく地下建設も可能で立地が容易なので、新しい都市型の小規模分散型の発電システムとして極めて有望であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 朴：「工場廃熱を利用したCO₂回収無公害高効率火力発電システムの特性と経済性」, 電学論D, Vol.112, No.3, pp.221/228 (平4-3)
- 2) 朴・鈴木：「飽和蒸気を作動流体として利用するCO₂回収無公害高効率火力発電システム」, 電学論B, Vol.113, No.3掲載予定(平5-3)
- 3) 朴・中村・鈴木：「都市ごみクリーン化処理高効率地域冷暖房用CGSの評価」, 電学論B, Vol.111, No.6, pp.651/660 (平3-6)

