

高炉ガスエネルギー回収発電設備

A Power Plant Using Recovered BF Gas Energy

鈴木孝久*
Takahisa Suzuki佐々木洋三**
Yozo Sasaki

Synopsis :

October 1974 to No. 2 blast furnace of Mizushima Works. Positioned at the bypass of septum valve, this plant makes it possible to control top pressure with septum valve as heretofore. Turbine is of radial centripetal type, 2-stage expansion system, and its operation is controlled with electric-hydraulic type governor system.

... modified and automated as possible.

Table 1 An example of BF (blast furnace) heat balance

Heat supplied	%	Heat transferred	%
Combustion heat of carbon	88.0	Heat of reduction	41.8
Sensible heat of blast	10.9	Latent heat of BF gas	30.7
Heat of slag formation	1.1	Latent and sensible heat of pig iron	16.3
		Dissociation heat of oil and moisture	1.3
		Sensible heat of slag	3.4
		Sensible heat of BF gas	1.7
		Heat loss and others	4.8
Total	100	Total	100

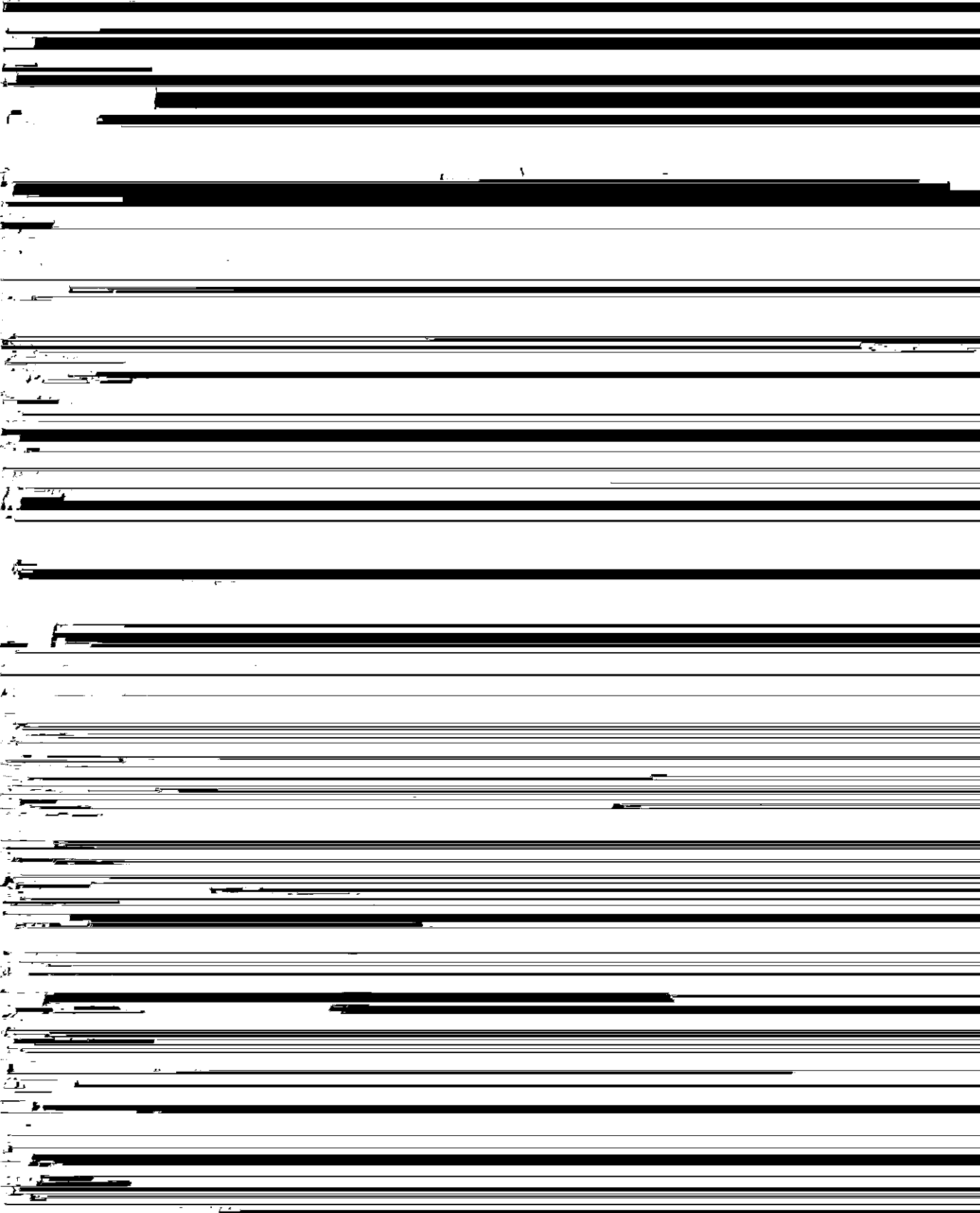
つ高炉ガスは約 800kcal/Nm³ の発熱量があるが、
 炉頂排ガス時発生量のガスも含めて、このた

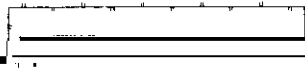
が進んでいることがわかる。高圧操業では高炉送
 風機の吐出圧が1.0MPa、高炉ガス発生量が

めダストキャッチャー、ベンチュリースクラバ、電
 気集塵機などで構成されたガス清浄装置で除塵さ
 れたのも操業に供給 利用されている。高炉ガ

ム弁（減圧弁）を設け、高炉ガス発生量の変動に
 対し、炉頂圧が常に一定になるよう制御する。セ
 プタ、傘下流側の圧力は、高炉ガスの重たし送給

.....





User
↑
Electric

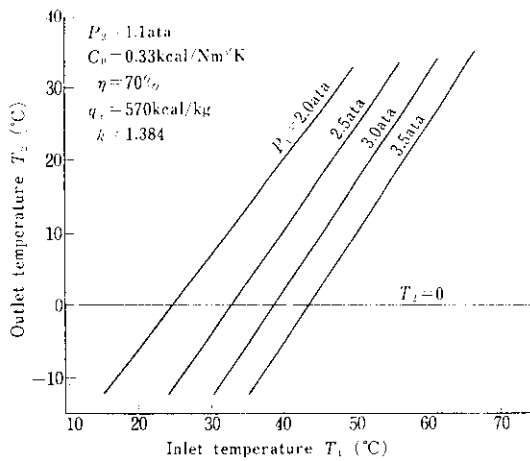


Fig. 3 Relationship between inlet temperature and outlet temperature of turbine at

3.1.2 入口ガス圧力と流量

本タービンの出力は、ガスの入口、出口の熱落差が小さいため、ガス流量に支配される。このためできるだけタービンに流れるガス量を確保する方が経済的である。このガス量は调速弁の全開状態で最大となる。调速弁を絞るとガス量が低下するだけでなく部分負荷特性が悪化するので、出力は低下する。また入口ガス量は入口ガス圧力によっても変化するため、タービンの仕様決定にあたってはガス量と圧力を考慮する必要がある。

まず入口ガス圧力は高炉の通常の操業圧力に合わせた。炉頂圧力の制御は従来どおりセブタム弁で行うという制約があるため、つぎにその制御に

(P_1 : inlet pressure, P_2 : outlet pressure, C_p : specific heat at constant pressure, η : total efficiency, q_r : latent heat of steam, k : adiabatic index)

際の弁動作試験結果や弁の特性計算、炉頂圧変動のシミュレーション計算などをもとに推定した結果、最小流量は高炉操業時に発生する蒸気量を

Table 2 Specification of turbine

Type	Radial centripetal type 2-stage expansion turbine
Maximum output	8 000kW
Revolution	1 800rpm

	Max.	360 000Nm ³ /h
Inlet pressure	Normal	1.74kg/cm ² G
	Max.	2.34kg/cm ² G
Inlet temperature		55±5°C
Outlet pressure		0.1kg/cm ² G
Outlet temperature		30°C
Design point		
	Inlet pressure	1.74kg/cm ² G
	Outlet pressure	0.1kg/cm ² G
	Gas flow	340 000Nm ³ /h
	Inlet temperature	55°C
	Output	6 500kW
Inlet pipe diameter		1 200mm

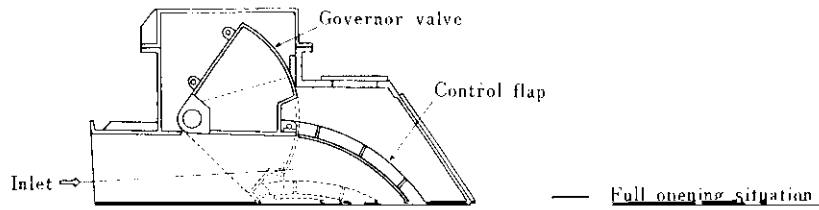


Table 3 Specification of electrical equipment

(a) Generator

Type	Totally enclosed, air cooled, Stationary-armature and cylindrical rotor type 3-phase synchronous generator
Output capacity (Maximum continuous rating)	10 000kVA (8 000kW)
Power factor	80%
Voltage	11 000V
Synchronous speed	1 800rpm
Connection	Star connection (Ungrounded neutral)
Number of pole	4
Insulation	Class B

(b) Excitation equipment

	Main excitor	Sub-excitor
Type	Brushless revolving armature 3-phase generator	Revolving armature and permanent magnet 3-phase generator
Output capacity	75kVA	3kVA
Rated voltage	135V	220V
Driving method	Direct-coupled to the main generator	Ditto

(c) Main circuit breaker

Type	Mini-oil circuit breaker
Rated voltage	12kV
Rated current	1 200A

(d) Unit transformer

Type	Oil-immersed, self-cooled and outdoor
Output capacity	300kVA
Rated voltage	11.5-11.0-10.5kV/460V
Connection	Primary connections: Delta Secondary connections: Star

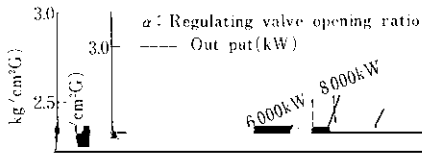
して、高炉操業に悪影響をおよぼさないで、高炉ガスのもつエネルギーを安全に電気エネルギーに変換し、発電出力を得るために必要なすべての自動制御を行うことである。基本制御方式として制御機能と制限機能があり、次の5項目より構成される。

操作のみで、タービン発電機の起動、停止操作と発電機の負荷取りの必要最少限の操作となっている。上記のように簡単な操作にすることにより、高炉運転員の増員なしで運転が行われている。

▲ 川崎製鉄田川高炉発電機

(1) 負荷制限器による作動(起動停止時の増減速) (田川)

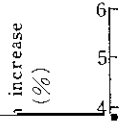
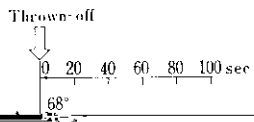
昨年8月より試運転を開始し、無負荷タービン



る。

4.2 負荷遮断テスト

出力 6500kW 場合負荷遮断時のガス濃度の推移



第2高炉に設置された。本設備は、従来燃料としてのみ利用されていた高炉ガスから、膨脹タービンにより、機械的エネルギーを電気的エネルギーとして回収するものである。

動力回収方式が確立された。本設備は昨年10月稼動後、現在まで順調に稼動し、常時6500kWの発電を行っている。鉄鋼業で消費されるエネルギーに比べ、本設備の発電量はわずかな量にすぎないが、省エネルギー活動の高まりを背景に、本設備

が、設備の信頼性および高炉頂圧力制御を含む全体の制御方式に十分な検討が加えられ、新しい

が広く普及するものと思われる。

参 考 文 献

1) 鉄と鋼 .61 (1975) 6. 443