

ペトロチャイナ社ベタラ地区 ガス田開発プロジェクト納めH-25ガスタービン

H-25 Gas Turbines for PetroChina's Betara Complex Development in Indonesia

鶴田 廣夫 Hiroo Tsuruta

廣瀬 俊一 Shun'ichi Hirose



ベタラ地区ガス田開発プラントの外観

ペトロチャイナ社ベタラ地区ガス田開発は、近隣のガス井からのガスと液を気液分離、精製することを目的として建設された。その中心設備となるベタラ ガス プラントの主要発電設備として、日立製作所のH-25ガスタービン設備が適用された。

エネルギーの重要性は天然ガスを含めて普遍であり、今後も、その需要は世界的に増加すると考えられる。世界の各地域では産業の発展に伴い、エネルギー需要地域も拡大傾向にあり、油田・ガス田が継続して開発されている。

今回、インドネシア共和国スマトラ島ジャンピ州ベタラ地区でガス田を開発するために、ペトロチャイナ社を運営主体として、ベタラ地区ガス田開発プロジェクトが建設された。その中心設備となるベタラ ガス プラントを千代

田化工建設株式会社とチヨダ・インターナショナル・インドネシア社がEPC(Engineering, Procurement, and Construction)プロジェクトとして受注し、日立製作所は、電源設備として“H-25”ガスタービンを納入した。このプロジェクトサイトは、インドネシアの主要電力系統から離れているため、他の電力系統と連系しない孤立システムシステムとして電力系統システムを構成している。

1 はじめに

ペトロチャイナ(PetroChina International Jabung)社のインドネシア共和国スマトラ島でのベタラ地区ガス田開発(Betara Complex Development:以下、BCDと言う)プロジェクトは、同島にあるガス田からシンガポール向けの製品ガスを生産するために、2003年にプラント建設に着手し、2005年6月に発電設備の運転を開始した。

千代田化工建設株式会社と同社系列会社のチヨダ・

インターナショナル・インドネシア(Chiyoda International Indonesia)社(以下、両社を併せて千代田化工建設と言う。)、および日立製作所は、プラントエンジニアリングの総合力と、信頼性を誇るH-25ガスタービンを用いて、BCDプロジェクトの中心設備であるベタラ ガス プラント(以下、BGPと言う。)を完成させた。

ここでは、BGPの概要、および発電設備の主機として適用したH-25ガスタービンについて述べる。

2 BGPプロジェクトの概要と特徴

BGPはスマトラ島ジャンビ州に位置し、ジャングルを切り開いて建設された。このプロジェクトサイトへの道路事情は大型輸送に適していないことから、河川輸送が考えられた。そのため、機器設備をいったんシンガポールに集荷し、バージ船によって海路とベタラ川を輸送し、陸揚げ後に陸路で現地に運び入れた。BCDプロジェクトサイトの位置とバージ船による輸送ルートを図1に示す。

BGPに採用した設備には、製品ガス圧縮機、プロパンガス圧縮機など大型の圧縮機設備がある。これらの圧縮機には、これまで、メカニカルドライブガスタービンを用いるのが主流であった。しかし、ガスタービンは一般に定期メンテナンスが必要であり、高温で運転されることから、スペアパーツの交換や保管が必須となる。特に、メカニカルドライブガスタービンの場合は、駆動する機種ごとに駆動用ガスタービンが必要であり、スペアパーツの数も多くなる。

BGPでも当初は、それぞれの圧縮機を個別の小型ガスタービンで駆動し、そのほかに数台の小型ガスタービン発電機を設置するという計画が顧客によって立てられて



図1 ベタラ地区ガス田開発プロジェクトの位置とバージ船による輸送ルート
機器設備はバージ船でシンガポールからジャンビへ輸送し、さらにベタラ川をさかのぼり、陸揚げして現地に輸送した。

いた。しかし、千代田化工建設と日立製作所は、発電設備をH-25ガスタービン発電機に集約して、圧縮機をすべて電動機駆動に変更することを提案した。その結果、運転やレイアウトの容易さ、メンテナンスや予備品の負担

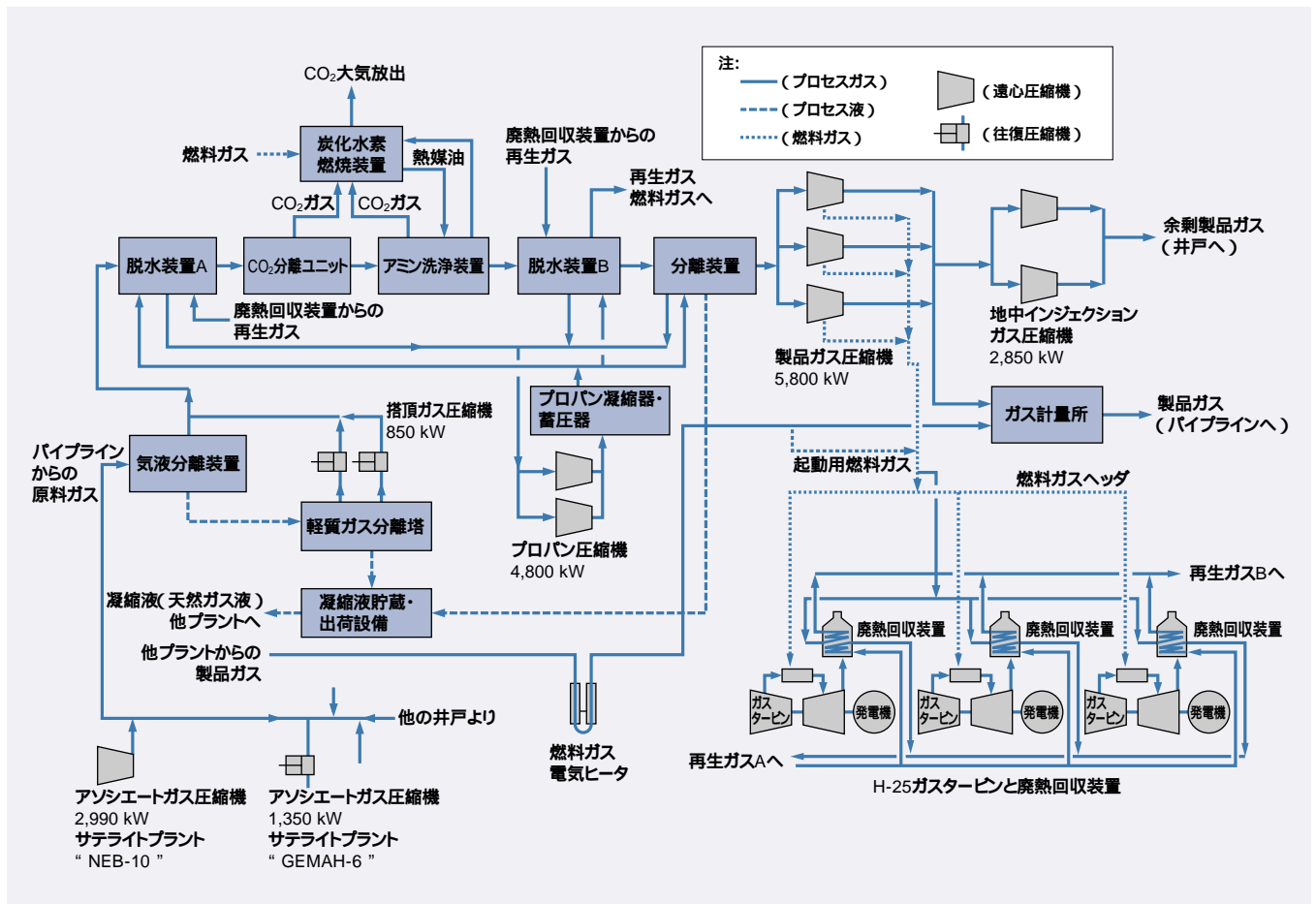


図2 ベタラ地区ガス田開発プロジェクトにおける機械システムの概略構成
製品ガスはパイプラインで外部に送出し、余剰ガスは地下に注入している。

軽減,コストダウン効果などの利点が評価されて,H-25ガスタービン発電機が採用された。

2.1 システムの概要

BGPIはジャングルの中にあることから,電源をプロジェクトサイトに設置し,アイランドオペレーションと呼ばれる孤立システムで運転することになった。BGP機械システムの概略構成を図2に,電気システムの概略構成を図3にそれぞれ示す。

このプラントは,近隣の数十か所のガス井からのガスと液をパイプラインで受け入れて,気液分離して精製する装置である。精製されたガスは,都市ガスあるいは発電用燃料ガスとしてパイプラインで送出され,分離した炭化水素液は近隣のBCDプロジェクト内のプラントに送り,LPG(Liquefied Petroleum Gas:液化石油ガス)として分離精製後に輸出される。

電力負荷の大半は圧縮機であり,通常2台のH-25ガスタービンを約60%負荷で並列運転している。このプラントからそれぞれ約5 kmと15 km離れた位置にサテライトプラント“NEB-10”,“GEMAH-6”があり,ガス井の近くで天然ガスを大気圧で簡単に気液分離した後,アソシエート(附随)ガス圧縮機で昇圧してプラントに送出している。H-25の電力はNEB-10,GEMAH-6にも送電されている。

なお,インドネシアの電力システムは50 Hzであるが,このプラントはポンプなどが高速で運転できる60 Hzで設計し,機器の小型化とコストダウンを図った。

2.2 設備の概要

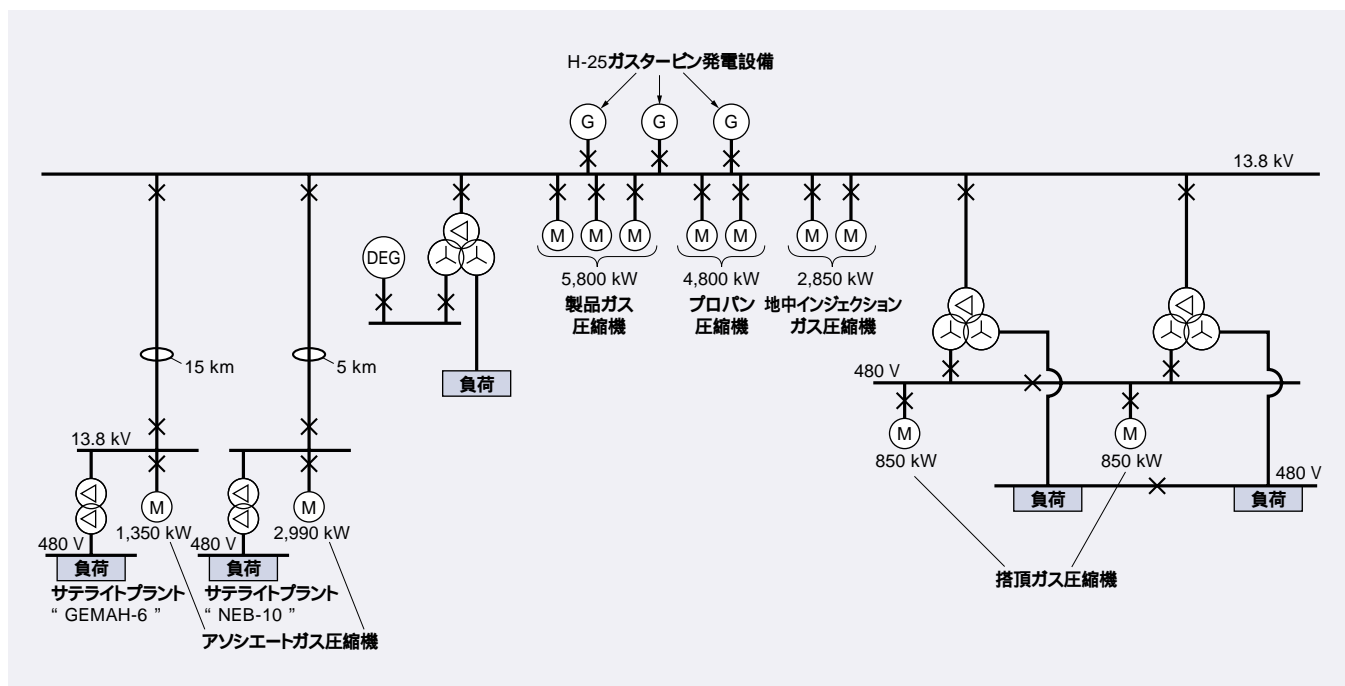
H-25は,これまでに50台以上が運転されており,運転実績は合計100万時間を超え,その信頼性は海外でも大きく評価されている。今回のBGPでも,3台の試運転は短期間で順次実施され,現在,順調に運転されている。H-25発電設備の主要仕様を表1に,主要負荷である圧縮機用駆動電動機の仕様を表2にそれぞれ示す。

日立製作所は,このプロジェクトに主要電動機駆動圧縮機設備も納入している。現地に設置した電動機駆動圧縮機設備のうち,製品ガス圧縮機の外観を図4に示す。

2.3 大型電動機起動の検討とその結果

H-25ガスタービンの起動に先立って起動されるのが,潤滑油装置などの補機類である。これら補機類の起動用として,ディーゼル発電機(以下,DEG)を設置した。このDEGを起動し,補機類を運転した後に,DEGとH-25を同期させ,併入してからDEGを停止する。その後,2台目のガスタービンを起動し,すでに立ち上がっている1台目のガスタービンと同期させ,電動機駆動圧縮機を立ち上げるという手順を採った。

最も大きな負荷は5,800 kW電動機駆動製品ガス圧縮機であり,この電動機の起動を確認することで,他の電動機駆動圧縮機における起動の容易性が確認できると判断した。このことから,5,800 kWの製品ガス圧縮機駆動電動機の起動解析を行った。



注:略語説明 G(Generator),DEG(Diesel Engine Generator),M(Motor)

図3 | ベタラ地区ガス田開発プロジェクトにおける電気システムの概略構成
製品ガス圧縮機である5,800 kW電動機駆動設備も含め,多数の電動機を全電圧で起動している。

表1 主要設備の仕様

日立製作所がH-25設備を、千代田化工建設が廃熱回収装置を納入した。

	項目	仕様
ガスタービン	型式	H-25(ヘビーデューティ型)
	出力	2万3,300 kW
	定格回転速度	7,275 min ⁻¹
	燃料	天然ガス
発電機	型式	開放型空冷式
	容量	2万9,130 kVA
	定格回転数	1,800 min ⁻¹
	励磁方式	永久磁石式ブラシレス型
減速機	型式	高速平行軸歯型
	伝達動力	3万1,000 kW
廃熱回収装置	型式	円筒形縦型自立式
	用途	プロセスガスの加熱(2系統)
	熱回収能力	1.2 Mcal/h + 2.2 Mcal/h

表2 主な圧縮機用駆動電動機

主要圧縮機は、日立製作所が納入した。

駆動用途	台数	電動機定格	サイト
製品ガス圧縮機	3	5,800 kW	ベタラ
地中インジェクションガス圧縮機	2	2,850 kW	
プロパン圧縮機	2	4,800 kW	
塔頂ガス圧縮機	2	850 kW	
アソシエートガス圧縮機	1	2,990 kW	NEB-10 サテライトプラント
アソシエートガス圧縮機	1	1,350 kW	GEMAH-6 サテライトプラント

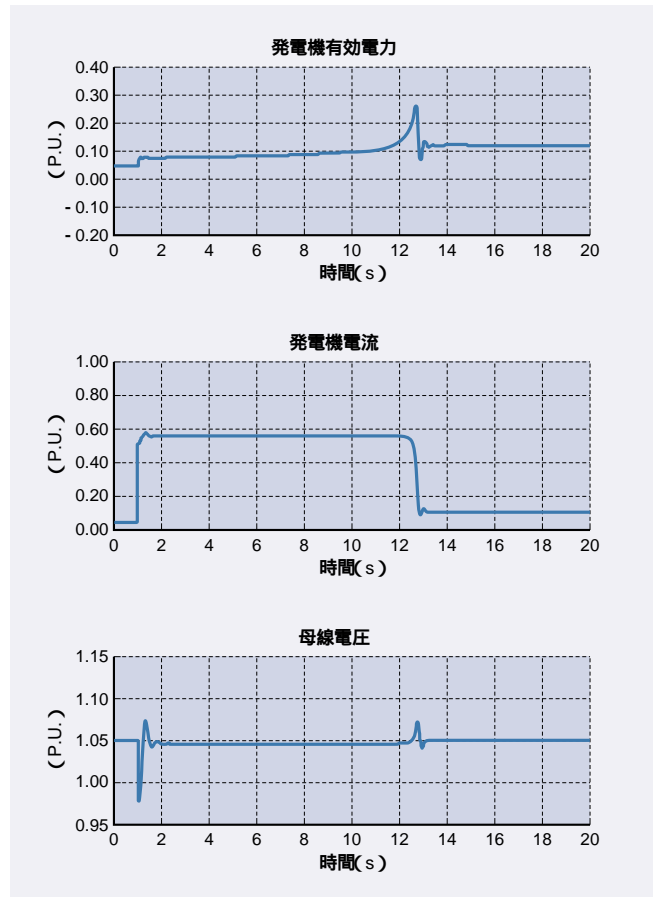


図4 5,800 kW電動機駆動製品ガス圧縮機の外観
ベタラ ガス プラントに設置された製品ガス圧縮機の外観を示す。

解析の結果、電動機起動時の電圧変動などは当初予測のとおりであり、起動時における問題はないことを確認した(図5参照)。

3 おわりに

ここでは、インドネシア共和国スマトラ島でのペトロチャイナ社によるベタラ地区ガス田開発プロジェクトにおいて、複数の大型圧縮機を電動機駆動するシステムの電源設備としてベタラ ガス プラントに適用したH-25ガスタービン



注:略語説明 P.U.(per-unit)

図5 5,800 kW製品ガス圧縮機駆動電動機の起動解析結果
起動時の電圧変動などは、許容範囲であることを確認した。

と電動機駆動圧縮機設備について述べた。

千代田化工建設と日立製作所は、このプロジェクトでシステムの試運転を効率的に、しかも短期間で完了することができ、現在は好調に通常運転を継続している。孤立系統条件で、全電圧起動方式による5,800 kWなどの大型電動機の駆動も順調である。今後も、今回の実績を基にいっそうの適用拡大を図り、さまざまなプロジェクトの効率化と運用の向上に貢献していく考えである。

執筆者紹介



鶴田 廣夫

1970年千代田化工建設株式会社入社、機械エンジニアリングセンター 所属
現在、石油・ガス関連プラントエンジニアリング取りまとめに従事
ターボ機械協会会員
E-mail: htsuruta@ykh.chiyoda.co.jp



廣瀬 俊一

1970年日立製作所入社、電力グループ 火力・水力事業部 火力・水力技術本部 所属
現在、海外火力プラントの取りまとめに従事
電気学会会員
E-mail: shunichi.hirose.xn@hitachi.com