Technical Innovation and Engineering Succession in Power Generation using LNG Cold

正 久角喜徳 (大阪ガス)

Yoshinori Hisazumi, Osaka gas, 6-19-9, Torishima Konohana-ku, Osaka

1 緒 言

1979年2月の第二次石油ショックをうけて国内で省エネの動きが活発となり、当時 LNG の導入を開始した電力・ガス事業者の間で、次々と LNG 冷熱発電設備が建設された。著者は、幸いにも世界初の商業設備となる LNG 冷熱発電の設計建設試運転を任せられ、その後もいくつかの LNG 冷熱発電や冷熱利用技術開発のプロジェクトに携わることができた。ここでは、LNG 冷熱利用発電に関わる技術革新と技術伝承を中心に報告する。

2 LNG 冷熱発電の現状

現在、我が国の LNG 受入基地に年間約 7000 万 t の LNG が導入され、その内約 850 万 t の LNG が冷熱発電に利用され、省エネルギー、CO₂ 排出削減に寄与してきた。

大阪ガスの第 1 号 LNG 冷熱発電（プロパンランキン方式発電出力 1450kW）は、TRI-EX 式気化技術の応用として開発され、1979 年末に試運転を開始した。現在ランキン方式で発電する LNG 冷熱発電設備は、大阪ガスの 3 基を含めて、全国で 6 基が稼働しているが、いずれも建設されて 20 年以上経過している¹⁾。しかし電力会社の冷熱発電は、蒸気火力発電からガスタービンコンバインド発電への切り替えや作動冷媒の環境問題から、運用が停止された。

3 技術革新

LNG が 1969 年に導入されて 40 年が経つ。当時、メタン、エタン、プロパン、ブタン等の成分からなる Fig.1 に示す LNG のモリエル線図は、石油メジャーから提供された。その後、いくつかの LNG 物性推算式が開発されたが、著者は、もっぱら前述のモリエル線図を利用し、冷熱発電の設計を行った。海水や LNG 導入条件並びに選定したプロセスに対する発電出力特性は、パンチカードを用いて大型計算機で出力させた。熱交換器類の設計も LNG 気化圧力に対する T-Q 特性図をもとに伝熱面積などを決定した。また LNG の冷熱エクセルギーも、エンタルピーやエントロピーといった状態量を用いるのではなく、この特性図をもとに数値積分で算出した。その後、1985 年にパソコンが導入され、1990 年に入ると石油化学向けに海外で開発されたプロセスシミュレータが設計に使えるようになった。早速、LNG 冷熱発電の運転データなどを用い、その精度検証を行ない、ガスタービンコンバインドサイクルの排熱を熱源とする天然ガス循環&ランキン方式の LNG 冷熱発電のサイクル提案を行った²⁾。さらに 1998 年にはダイナミックシミュレーションができるようになり、冷熱発電の試運転で苦労した発電運転から気化運転への非定常変化の予想が可能となった。

Fig.1 Log P-H Diagram of Brunei Natural Gas.

4 技術伝承とまとめ

2008 年の世界の LNG 取扱量は約 16,400 万 t で、欧米、アジア、中南米の 18 カ国に及んでいる。2020 年には約 4 億 t に達すると予想される。海外の LNG 受入基地での冷熱利用は、BOG の再液化が主であるが、1997 年には台湾永安基地にランキン方式の LNG 冷熱発電が建設された。著者らはこの設備の試運転時のトラブル対策に協力することで、自社の若手技術者に LNG 冷熱発電の設計技術を伝承させることができた。また 2000 年から LNG で外気を直接 -100℃ に冷却できる新しい LNG の気化技術を開発した。この技術を用いた冷熱発電システムを Fig.2 に示す。このシステムについては、これまでに経験したランキン方式の運転課題と対応も含めて機械工学便覧にまとめた³⁾。若い技術者にこのシステムの実現を期待する。

Fig.2 New LNG Cold Utilization in GTCC.

参考文献

- 1) 冷熱発電システム, 大阪ガスホームページ
<http://www.osakagas.co.jp/rd/use/098.html>
- 2) 久角他、コンバインドサイクルの廃熱を用いた高効率 LNG 冷熱発電システムの提案, エネルギー・資源、Vol.17、No.6、PP.73 エネルギー資源学会、(1996)
- 3) 久角、LNG 冷熱発電、機械工学便覧 応用システム編 5、エネルギー供給システム、日本機械学会、(2005)