

特集

地域熱供給の新動向

マレーシアクアラルンプール新国際空港の
コージェネレーション・地域冷房システム

Cogeneration/District Cooling System in New Kuala Lumpur International Airport

中 根 伸 一*

Shinichi Nakane

はじめに

東南アジアの中で経済発展の著しいマレーシアはマハティール首相がルックイースト政策を掲げるなど日本とのつながりが深く、当社でも液化天然ガスの輸入を通じてなじみの深い国である。1991年よりマレーシアでのガス事業を展開した当社では、1992年始めからクアラルンプール市中心部再開発地区（KLCC：Kuala Lumpur City Centre）の地域冷房事業に参画し、通産省が推進する東南アジアにおける公益事業の技術援助の先駆的役割を果たしてきている。本稿では、首都クアラルンプールに建設された新国際空港（Kuala Lumpur International Airport）におけるコージェネレーション・地域冷房システムの内容について、計画から稼働に至るまでの経緯を交えて紹介する。

1. マレーシア国のあらまし¹⁾

1.1 地理

マレーシアは、マレー半島南半分（半島マレーシア）と南シナ海上約640キロを隔てたボルネオ島の北西海岸地域（東マレーシア、サバ・サラワク州）からなっている。北緯7度近辺の熱帯地域に位置するこの国の総面積は日本の約87%にあたる33万434平方kmであり、国土の5分の4は熱帯性原生林ないしは湿地帯となっている。首都クアラルンプールは半島マレーシアのほぼ中央、西海岸からおよそ40km内陸に位置し、東京から約4300キロメートルの距離にある。（図-1参照）

1.2 民族・宗教

人口は1997年現在1838万人で、民族構成はマレー系58%、中国系27%、インド系8%、その他7%となっ

表1 マレーシアの人口（YEARBOOK OF STATISTICS 1997）

| | |
|------------|----------|
| 全国 | 18,380千人 |
| ・マレー系その他現住 | 10,647千人 |
| ・中国系 | 4,945千人 |
| ・インド系 | 1,394千人 |
| ・その他 | 589千人 |
| ・非マレーシア人 | 805千人 |

ており、多民族国家の典型国である。（表1参照）宗教に関しては、イスラム教が国教となっているが、同時に憲法により、個人の宗教の自由が保障されている。

1.3 気候

気候は、低緯度地域でインド洋と南シナ海に面しているため、アジア季節風の影響を受けて一様に高温多湿で降水量の多い海洋性熱帯雨林気候となっており、日本と違って四季の変化がほとんどない。気温は年間を通じて最低24℃から最高32℃の間を変化するが、日変化は年変化よりも大きい。クアラルンプールの場合、最も暑い月と涼しい月の平均気温の差は0.9度しかなく、逆に一日の気温較差は7～8度に達する。

2. マレーシアのエネルギー事情¹⁾

2.1 エネルギー需要構造

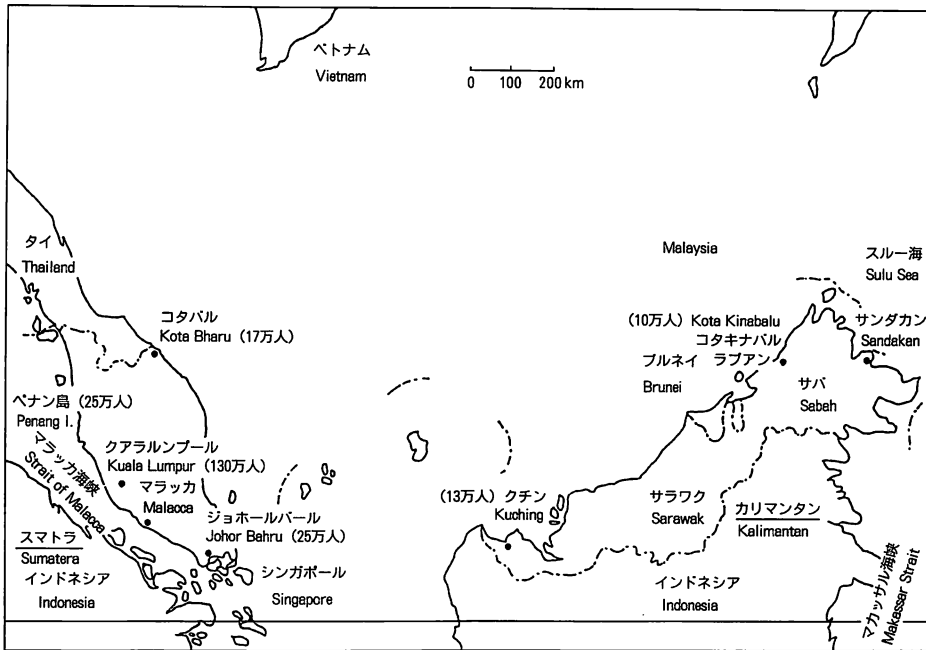
1995年におけるエネルギー需要は837ペタジュール（ 200×10^{12} キロカロリー）、年間伸び率9%弱を示している。消費別では、運輸分野が39%、製造分野が36%を示しており、家庭用は6%、商業は4%程度で民生用は大きくない。

エネルギー別に見ると石油67%、電力16%、天然ガス12%（いずれも1995年）となっているが、第7次マレーシア計画においては2000年において石油の伸び率を押さえ天然ガスの伸び率を増大させ、それぞれ61%、15%のシェアにする計画である。

一方、エネルギーの供給源別構造を見ると、1995年において、石油製品55%、天然ガス34%であるが、2000年において石油製品は、49%まで下げ、天然ガス

* 東京ガス(株)エネルギー企画部長

〒163-1059 東京都新宿区新宿3-7-1 新宿パークタワー26F



(出所) 中小企業事業団「中小企業のための海外投資環境チェックリスト (マレーシア編)」

図-1 マレーシア位置図

は42%まで高めることを計画している。(表2, 3参照)

2.2 天然ガス

マレーシアは埋蔵量80兆立方フィート、世界第11位の天然ガス産出国である。天然ガスの65%はLNGの形またはパイプラインで輸出され、国内消費は35%である。国内消費の3分の2は発電で、残りは工業用に使用されている。

生産地は、半島東側(トレンガヌ州)沖合とサバ・

サラワク州沖合で、前者が4割、後者が6割の生産内訳となる。また、前者が国内消費、後者が輸出用に回されている。

日本との関係が深いLNGによる天然ガスの海外輸出は1989年に始まった。マレーシアのLNG輸出プロジェクトは、表4のようにまとめることができる。

2.3 電力

マレーシアの電力需要は毎年11%程度の伸びを示しており(前出 表2参照)、1997年末の半島マレーシアの電力供給会社テナガショナルの総発電容量は757万kW、これに東マレーシアのサバ、サラワクの両電力公社並びにIPPの発電容量を加え、約1200万kWの供給能力をもっている。電源種別に見ると、水力16%、石炭火力41%、石油・ガス火力23%となっている。

表2 エネルギー別需要構造(%)

| | シェア | | | 伸び率 | |
|------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 90 | 95 | 2000 | 91~95 | 95~2000 |
| 石油 | 74.9 | 67.1 | 60.8 | 6.3 | 6.7 |
| 天然ガス | 8.3 | 12.4 | 14.7 | 17.8 | 12.7 |
| 電力 | 13.0 | 15.7 | 17.3 | 12.8 | 11.0 |
| 石炭 | 3.9 | 4.8 | 7.2 | 13.3 | 18.1 |
| 合計 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 8.6 | 8.9 |

(出所) Seventh Malaysia Plan

表3 エネルギー源別供給構造(%)

| | シェア | | | 伸び率 | |
|------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 90 | 95 | 2000 | 91~95 | 95~2000 |
| 石油 | 71.4 | 55.3 | 49.4 | 7.5 | 4.8 |
| 天然ガス | 15.7 | 33.8 | 41.6 | 32.0 | 11.7 |
| 水力 | 5.3 | 3.9 | 2.8 | 6.6 | 0.3 |
| 石炭 | 7.6 | 7.0 | 6.2 | 10.9 | 4.8 |
| 合計 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 13.1 | 7.2 |

(出所) Seventh Malaysia Plan

(日本大使館: 奈須野 太)

3. 空港概要²⁾

クアラルンプール新国際空港は、市中心部より50kmほど南方に位置し、10000ha(10km×10km)の広大な空港用地内に建設された。表5に世界の国際空港とのスケール比較を示すが、いかに広大な敷地であるかが分かる。第一期工事では、4000m級の滑走路が2本整備され、時間最大84便、計画値としては72便の処理能力を持ち、年間旅客数6000万人(2020年頃)に十分対応できる規模をもっている。当面の需要予測と

表4 マレーシアのLNG輸出量

(100万トン)

| | 契約数量 | 1992年 | 1993年 | 1994年 | 1995年 | 1996年 | 1997年 |
|-------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LNG-1 | 日本 7.60 | 7.65 | 7.54 | 7.87 | 7.55 | 7.66 | 7.60 |
| LNG-2 | 日本 3.36, 韓国 2.00 台湾 2.25, 計 7.61 | 0 | 0 | 0 | 3.65 | 5.81 | 7.73 |
| 合計 | 15.21 | 7.65 | 7.54 | 7.87 | 11.20 | 13.47 | 15.33 |

(注) 年度は4月～3月ベース。1997年は推定。

表5 他空港との比較

| 空港名 | KLIA | シンガポール チャンギ空港 | 大阪 関西国際空港 | ロンドン ヒースロー空港 | パリ シャルルドゴール空港 | アムステルダム スキポール空港 |
|----------------------------|---|------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 敷地面積 (ha) | 10,000 | 1,663 | 511 | 1,141 | 3,104 | 1,720 |
| 旅客ターミナル規模(m ²) | 435,000 | 505,000 | 293,900 | 433,900 | 430,000 | 270,000 |
| 駐車場 (台) | 5,000 (短期) 17,500 (長期) | 4,300 | 6,500 | 12,850 | 14,100 | 14,500 |
| 都心から空港までの アクセス | 南北中央高速道路(50分) 鉄道(30分) 直通高速道路(35分) | 高速道路(20分) | 高速道路(20分) JR(45分) 私鉄(30分) | 高速道路 (40-60分) 地下鉄(45分) | 高速道路 (30-40分) 鉄道(20分) | 高速道路 (20-25分) 国有鉄道(12分) |

しては、2,500万人を想定している。また2050年には年間旅客数1億人を想定し、現在の施設と同規模のものが鏡対称のイメージで展開できるだけの広さをこの敷地は有している。

主要施設建物としては、メインターミナルビル、サテライトターミナルビル、管制塔、空港事務所ビル、乗務員訓練センター、VIPターミナル、関税事務所、短期・長期駐車場建物、ホテル、貨物事務所、機内食工場、整備工場、格納庫、郵便局があげられる。そしてこれらの延べ床面積は、約70万m²である。(図-2参照)

インフラシステムとしては、ガス、電力、地域冷房、上下水、電話、ゴミ焼却システム、排水処理システム、TAMS (Total Airport Management System) があげられる。

事業規模は、100億マレーシアドルで、当時の為替レートの換算すると約4200億円であり、その内訳は表6に示すとおりである。

空港へのアクセスは、在来の幹線高速道路ならびに

1. 航空管制塔
2. メインターミナルビル
3. コンタクトピアー
4. サテライトAビル
5. 滑走路/誘導路
6. 貨物施設
7. VVIPターミナル
8. 乗務員訓練センター
9. 排水処理設備
10. 気候観測所
11. 消防署(副)
12. 中央倉庫棟
13. 燃料基地
14. コージェネレーションプラント
15. 整備工場群
16. 機内食工場
17. 税関施設
18. 郵便局
19. 駐機場管制塔
20. 通信基地
21. 空港管理施設
22. 中央消防署
23. 電力サブステーション
24. ホテル
25. 屋内駐車場
26. 警察署
27. 陸側燃料基地
28. 屋外駐車場
29. 展望の丘
30. 動物・魚類・植物検疫所

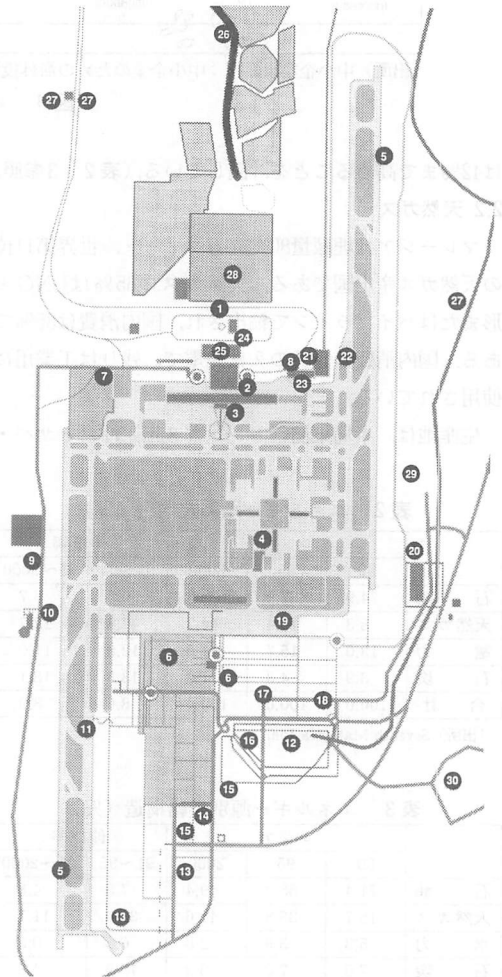


図-2 空港配置図

表6 整備コスト(1994年における予算)

| 項目 | 金額 |
|--------------------|--------|
| 用地買収・住民移転・政府関連施設ほか | 460億円 |
| 政府直轄工事第1期分 | 2800億円 |
| 民間委託開発分 | 940億円 |
| 合計 | 4200億円 |

新設の南北高速道路にてクアラルンプール市内までい
ずれも50分以内、クアラルンプール市内から30分で結
ぶ高速鉄道も計画されているが、やや完成が遅れてい
る。(2001年頃完成予定)

空港整備スケジュールは土木工事開始が94年2月で、
ひとつおりの建設が完了したのが1997年9月15日、そ
して1998年6月30日によやく開港の日を迎えた。

4. 電力冷水供給システム事業

4.1 全体システム

クアラルンプール国際空港公団は、エネルギーの有
効利用および安定供給の観点から、空港全体の冷水供
給を第一義的に考え、冷水を発生するときの副産物と
して電力を位置付けた。(図-3全体システム図参照)

4.2 BOT (Build Operate and Transfer) 事業

1994年8月マレーシア政府は本コージェネレーショ
ン・地域冷房事業に関し、事業権入札を行うため、提
案募集要項(IFP: Invitation For Proposal)を発

行した。内容はKLIAにおいて20年間に亘り冷水と副
次的に発生する電力を供給するコージェネレーション
地域冷房事業を建設/運営して最終的に政府に移管
するBOT事業である。

IFPを購入した会社は48社にのぼり、本プロジェク
トに対する関心の高さが窺われた。提案のポイントは、
応募者の技術的能力、経験、財務的内容、提案システ
ム内容、冷水料金等の経済的評価、運営能力等が総合
的に評価される。最終的に提案書の提出を行った12の
国際的企業連合の中で、GDC (KLIA)がこの事業
権を獲得したのは翌年の3月であった。

4.3 事業主体

マレーシアの国営石油会社ペトロナスと東京ガス、
三井物産、三菱商事は1994年10月クアラルンプール市
内再開発地域(KLCC: Kuala Lumpur City Centre)
で最初の地域冷房事業を行うために、ガスディストリ
クトクーリング社(略称GDC)を設立した。

KLIAプロジェクトは、同社にとって2番目のプロ
ジェクトであるが、入札要綱の事業者の要件に政府関
連事業体の20%以上資本参加が条件となっているため、
表7に示す出資割合のGDC (KLIA)を設立した。

4.4 電力供給

新空港の電力は安定供給がキーワードで、マレーシ
アの電力会社(TNB: Tenaga Nasional Berhad)

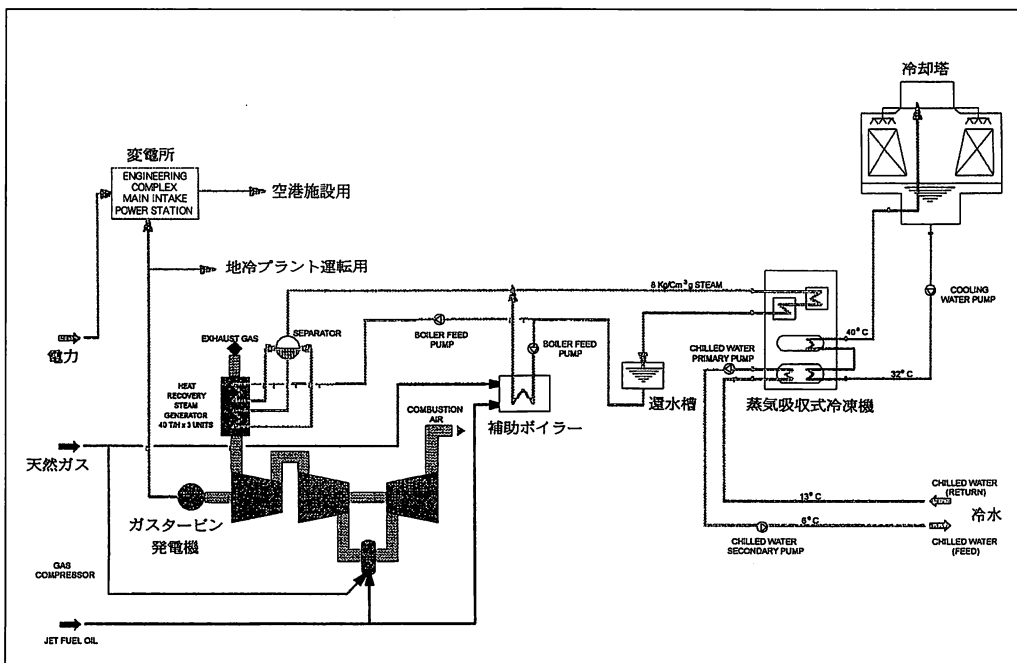


図-3 KLIA地冷・コージェネレーションプラント図

表7 GDC (KLIA) の出資構成

| 会社名 | 出資比率 |
|--------------|-------|
| GDC | 67.5% |
| マレーシア空港公団 | 20% |
| セランゴール州公共事業局 | 12.5% |

とコージェネレーション施設運営者GDC (KLIA) の2系統をメインとし、緊急時バックアップとして近接の製紙工場内に設置されたIPPプラントとも接続されている。

電力会社の系統は空港内の主変電所 (132kV/33kV) を経て、4つのサブステーションに33kVで供給されている。サブステーション間は、相互に33kVで連絡されており、補完し合っている。電力を使用する各施設建物は、サブステーションで11kVに降圧された電力の供給を受けている。電力会社と空港運営者の責任分界点は、サブステーションの33kV遮断器上流側である。GDC (KLIA) はもっとも近いEngineering Complexサブステーションに33kVで送電している。(図-4参照)

第一期の電力需要は40MW、地冷プラント内で8MW消費するので、空港全体で50MW弱である。コージェネレーションからの電力は優先使用される契約になっているので、空港内電力の80%は賅われることになる。また将来の電力需要は60MW (空港内施設)、地冷プラントが12MWと想定されるが、コージェネレーションも60MWに増設されるので、第一期同様80%はカバー

される。

4.5 冷水供給

マレーシア・クアラルンプールは前述のように熱帯雨林気候であるため、日本のように四季がない。このため、年間を通じて一定の冷房需要があり、稼働時間は必然的に高い。さらに、本空港は24時間対応の空港であるため、一般の事務所ビル対応の地域冷房より全負荷相当時間が長い。

冷水製造については、ガスタービンからの排ガスを排熱ボイラーに導き、9 bargの飽和蒸気を製造し、これを用いてオゾン層破壊の心配がなく、電力消費ミニマムな吸収式冷凍機により行う。

需要家建物は、空港の特殊性から低層であり、管内圧力は低圧で済み、超高層ビルのように二次冷水、三次冷水を製造する必要がないため、7℃供給が可能である。第一期の冷房需要は20000RT、将来的には32000RTと想定される。

4.6 需要想定

需要家は管制塔、旅客ターミナルビル等の政府系建物と、航空会社の整備場、機内食工場、ホテル等の民間建物に大別される。空港計画者側提示の数値をGDC (KLIA) 内において検討し、表8を得た。

5. コージェネレーション・地域冷房プラント

5.1 全体装置容量

4.6の需要想定から第一期装置容量として、発電設

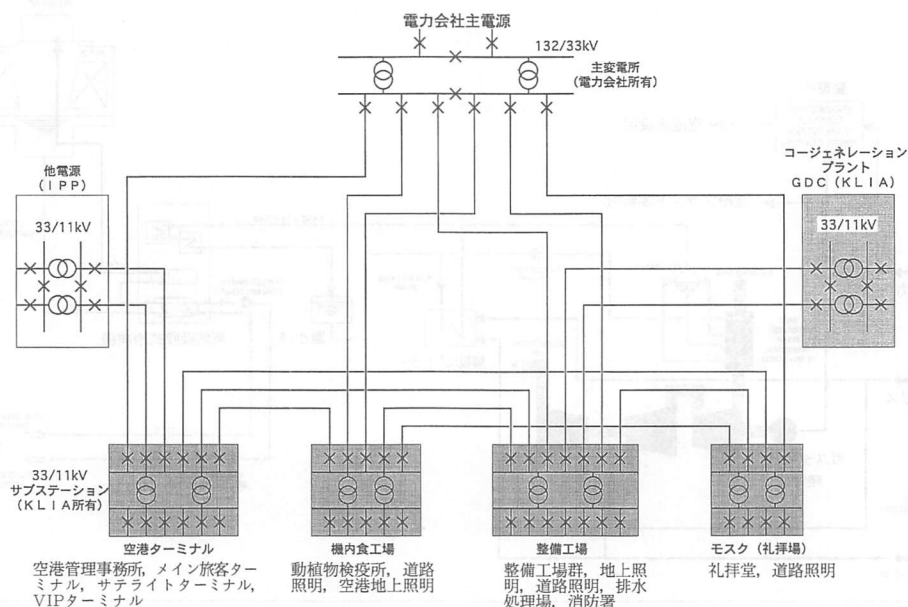


図-4 KLIA配電システム

備40MW、冷凍設備22500RT（79000KWR）が必要である。また最終装置容量として、発電設備60MW、冷凍設備35000RT（123000KWR）が必要とされる。発電設備としては、単機容量が20MWのガスタービンを、冷凍設備は、単機容量2500RTの蒸気吸収冷凍機を選定した。ガスタービンに接続される廃熱回収蒸気ボイラーは、40T/hの製造量を持ち、約4台の吸収冷凍機を稼働できる。

5.2 プラントレイアウト

図-5に示すとおり、コージェネレーションプラントは、3.8ヘクタール（110m*350m）の敷地に冷凍機プラント並びに管理諸室の収容されたプラント建物、冷却塔群、ガスタービンコージェネレーションプラント、補給水タンク並びにJet-A燃料貯蔵タンク、倉庫棟（Work Shop）、消火ポンプ棟、守衛所、従業員並びに来客用駐車場が配置されている。

5.3 ガスタービンコージェネレーション

ガスタービン発電設備は、マレーシアの外気条件（34℃、63%）で20MWの出力を持ち、DSS（Daily

Start Stop）が可能で、効率ならびに信頼性の高いGE社製のガスタービンLM2500を選定した。このガスタービンは、航空機転用型で船舶用に947台、産業用に631台の実績があり、合計延べ運転時間は、約5600万時間に及んでいる。また原型エンジン（CF6-6）はダクラスDC10や大型輸送機に1152台搭載されている。（1997年3月現在）

燃料は、都市ガスとJet-A Fuel（性状は灯油に近い）のいずれでも運転可能である。低Nox対策は、燃焼器への純水噴射により、O₂0%換算150ppmを達成している。

排熱回収ボイラーは、20MWガスタービンに対応して設置されており、536℃のガスタービン排気から9 bargの飽和蒸気を毎時40トン製造する。形式は、自然循環式水管ボイラーで、10列のエバポレーターと5列のエコノマイザーが配列されている。当ボイラーはオランダのボイラー製作者のライセンスのもとにマレーシア国内のボイラー製作者が製造した。排熱ボイラーの上流側、および下流側にはバイパススタック、本煙突がそれぞれ設置されている。そして排熱ボイラーの容量制御は排ガス分配ダンパーで行われる。したがって、当コージェネレーションシステムは、「電力負荷追従運転」、「熱負荷追従運転」のいずれも可能である。

熱効率率は、発電が30%、排熱回収が40%で合計70%に達している。（高位発熱量基準）

5.4 地域冷房プラント

以下に、コージェネレーションから蒸気を受けた後の地域冷房プラント構成機器の要約・設計ポイントを紹介する。

冷凍機

二重効用蒸気吸収冷凍機は、近年脱フロンのがれから地域冷暖房プラントの主要熱源機になっているた

表8 KLIA冷水需要想定

| 建 物 | 冷水需要 (RT) | |
|-----------|-----------|-------|
| | 1998 | 2012 |
| 政府系建物 | | |
| 旅客ターミナル | 10540 | 14620 |
| サテライトビル | 5200 | 10300 |
| VVIPターミナル | 70 | 70 |
| 空港管理事務所 | 570 | 830 |
| 管制塔&検疫所 | 120 | 120 |
| 小 計 | 16500 | 25940 |
| 民間施設 | | |
| 整備工場その他 | 3500 | 5700 |
| 小 計 | 3500 | 5700 |
| 設置容量 | 22500 | 35000 |

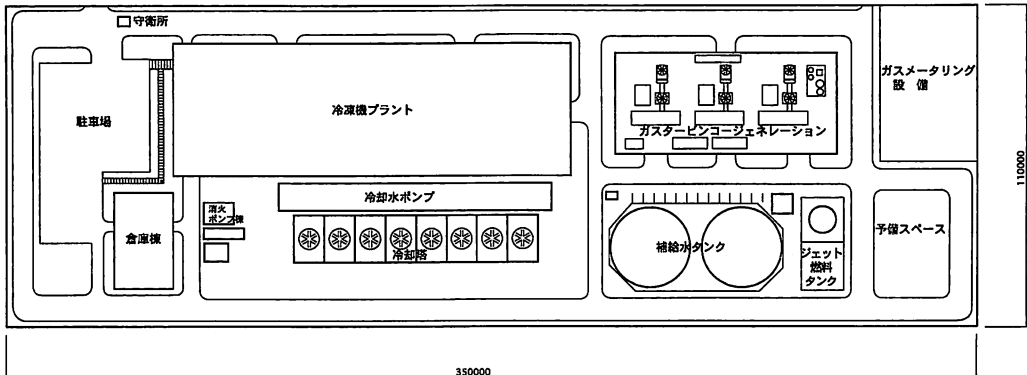


図-5 プラント配置図

め、大容量化が図られている。当プラントでは、過去の実績、信頼性、経済性、効率、占有スペース、道路運搬の制限等を考慮して、当時最大容量の2500RT(8800KWR)を選定した。1年中日本の夏の気候であることと、24時間空港であるため、夜間の負荷も50%以上見込めるため、特に小容量の機種を考慮する必要もない。第1期として、20000RT必要であるが、1期予備を考慮して、同一容量のものを9台、25000RTとした。このことにより、オペレーションの単純化、メンテナンスの効率化を図っている。冷水供給条件は、需要家建物入口において7℃を保証するため、出口温度仕様を6℃とした。プラント搬送動力低減のため、冷水温度と冷却水温度のワイドレンジ化を図った。(冷水：7 deg, 冷却水：8 deg)

蒸気消費量は11000kg/hで成績係数は、1.20である。

補助ボイラー

排熱回収ボイラーのバックアップとして、都市ガスおよびJet-A燃料で運転する容量23.2T/H(排熱回収ボイラーと同様9 barg飽和蒸気を発生)の蒸気ボイラーを2台設置している。形式は炉筒煙管ボイラーで、ツインバーナーを装備している。低NO_x対策として、低NO_xバーナーと排ガス再循環を組み合わせ、O₂0%換算80ppmを達成している。

冷却塔

カウンターフロータイプの冷却塔は、1台が吸収冷凍機2台分の冷却能力を持ち、冷凍機プラント建物の外側の地上に独立設置されている。循環水量3500m³/h、冷却水温度32~40℃で、28000Mcal/hの冷却能力を有している。

第1期では5台装備し、1台は予備である。200kWの電動機で回転するファンは直径8.5メートルもある。ガスタービンの潤滑油冷却水もこの系統で、賄われている。

冷水循環ポンプ

冷水供給配管の片道延長は10kmにも及ぶことから、地冷プラント内循環系と地域循環系とをシリーズに分け、それぞれの揚程を分担し、それぞれ独立して運転が可能である。プラント内冷水循環ポンプは、冷凍機に1対1対応しており、所定冷水流量を確保している。地域冷水循環ポンプは、1台の流量が前者の2台分あり、冷水需要に合わせてポンプ台数を決定して運転される。このポンプはプラントの中でもっとも大容量で500kWの高圧電動機(3kV)で駆動されている。

冷却水循環ポンプ

吸収冷凍機対応9台(流量1750m³/h、揚程35m、電動機容量250kW)、ガスタービン系統2台(流量210m³/h)が冷却塔サイドに設置されている。冷却水ポンプは、容量は冷凍機に対応しているが、冷却水主管から分岐接続されているため、どの冷凍機に対応するかは特定されない。そのため、各冷凍機入口には冷却水流量調節弁が必要となるが、冷凍機または冷却水ポンプのメンテナンス時や故障時における組み合わせ運転のフレキシビリティが高い。

電気設備

ガスタービン発電機の発電電圧は11kVであり、最寄りのサブステーションへは、33kVで送電する必要があるため、昇圧トランス(11kV/33kV)を設けた。容量は27MVAが2基。この33kV送電母線よりプラント用に15MVAトランス(33kV/11kV)2基を設け、11kVにて給電している。さらにプラント内での使用電圧は負荷設備に応じ、以下の3通りで使用している。

- 3kV……冷水二次ポンプ(500kW)
- 415V……その他の全ての動力設備
- 240V……照明設備、コンセント設備

プラント内電力設備の合計値は、12800kWであるが、実負荷は、8000kWである。

自動制御設備

ガスタービン制御用にローカルコントロールパネルが機側に設置されている。排熱回収ボイラーを含めその他全体のプラント制御は、中央監視室に設置されたDCS(Distributed Control System)により行われる。

各需要家毎には冷水の制御・計量装置が設置されており、その制御項目、計量器形式は以下の通りである。制御項目：①冷水圧力制御②冷水最大流量制限③冷水契約熱量制限④冷水返り温度制限

計量器：電磁流量計に熱量演算装置を搭載した熱量計。また各需要家の冷水供給状態量(圧力、温度、流量、熱量)は地域冷水配管に並行して敷設された光通信ケーブルにより、プラントに伝送されている。

水処理設備

原水は空港内上水本管より供給を受け(12インチ)、プラント内補給水タンクに貯蔵する。(6000m³×2基)この容量は最終規模において、2日間断水しても供給が可能のように決定されている。

ボイラー補給水の原水は、上水を軟水装置において

硬度成分を除去し、供給する。一方、DeNOx用の水噴射には、純水製造装置を設置し、ガスタービン燃焼器に供給している。

薬液注入設備は、次の通りである。

冷水 防食剤注入設備
 冷却水 防食剤、防スライム剤注入設備
 ボイラ水 清缶剤、脱酸素剤注入装置

また排水処理については、放流温度を40℃未満に調整するよう冷却水ブロー水を主として混合している。さらにPHについても、6から9の範囲に調整すべく、炭酸ガス中和装置を設置している。

換気空調設備

冷凍機プラント建物内は、第2種換気方式で壁面に設置した軸流送風機により外気を導入し、排気を天井中央部に抜いている。プラント内の発熱機器は、補助ボイラ、吸収冷凍機、タンク類、ポンプ、蒸気配管などがあるが、計器類に悪影響が出ないように室内温度を40℃以下になるよう送風機の容量を決定した。

また電気室並びに中央監視室さらにはその他居室は、プラントで製造している冷水を利用して、空調を行っている。

燃料設備

主燃料として天然ガス、バックアップとしてJet-A燃料を使用している。(ガスタービン、補助ボイラとも)天然ガスは、ペトロナスの高圧ガスパイプラインより、36bargの圧力で供給を受けている。Jet-A燃料は航空機燃料基地が隣接していることからパイプにより、供給を受けている。プラント内には340klの貯蔵タンクを設け、非常時に備えている。

ガスタービンには燃焼圧力が25barg必要なことから、高圧で直接供給され、補助ボイラは、メータリングステーションで2bargに減圧され、かつ腐臭剤を添加され供給される。

5.5 地域配管設備

長大な空港内に敷設された冷水地域配管は、プラントより北方に伸び、メインターミナルビルを経て空港管理事務所ビルに至る第一ラインと、途中から西方に分岐し、VVIPターミナルを経て管制塔・ホテルに至る第二ラインから構成されている。総延長は約10km、口径1500から200mmで各建物に、分岐バルブを介し

て接続されている。配管の敷設は直埋設で、防食対策は、外面コーティング(FBE:Fusion Bonded Epoxy)、建物配管との絶縁フランジ取り合いおよび部分的流電陽極方式を講じている。

6. 負荷実績

KLIAは6月末に開港したばかりなので、需要家建物側の負荷が安定していないが、7月及び8月のプラントからの製造実績をまとめると以下の通りとなる。

冷水製造量: 58534Gcal (245026GJ)

総発電量: 41425MWH

プラント自家消費: 9561MWH

KLIA送電量: 31864MWH

したがって、冷水及び電力の平均負荷はそれぞれ13008RT, 27839kWである。この値は、設計負荷(20000RT, 40MW)に対してそれぞれ65%, 70%であり、順調な滑り出しを見せている。

7. おわりに

当システム導入のポイントを挙げると、第一には経済性であろう。在来システムである電力会社からの買電と、電動式冷凍機による空調方式と比較して経済的に魅力的であることが条件である。これをクリアした上で、電力・冷水の安定供給、省エネルギー、環境保全性が問われていくこととなる。

現在、東南アジアの経済は落ち込んでおり、大規模プロジェクトが中止または遅延の状態にある。

しかし、長期的にはこれらの国々は経済発展の可能性を秘めており、プロジェクトが再開されれば、気候的にコージェネレーション・地域冷房の需要を満たす好条件を備えているので、導入地点が増えていくものと思われる。本稿が、今後の計画の参考になれば幸いである。

引用文献

- 1) 「マレーシアハンドブック'98」JACTIM編1～4, 28, 29, 275～283
- 2) KL INTERNATIONAL AIRPORTパンフレットマレーシア空港公園