

供給処理施設一（1）

電力供給

関西電力㈱ 松 尾 喜 匡

（大阪南支店電気課空港担当 副長）

はじめに

関西国際空港は、24時間運用可能な国際空港であり、加えて、陸から5Kmもの沖合を埋立てた海上空港であるため、空港島内への電力供給については、高い信頼度で構築している。

関西国際空港島内のお客さまへの電力供給は、新東京国際空港（成田空港）で採用されている一括受電方式と異なり、個別受電方式を採用しているのが、特色である。

空港島埋立造成工事が完了して間もない、平成5年4月初旬には、早くも、空港のシンボルである大阪航空局の庁舎・管制塔への送電を開始した。

その後、お客さまの電気設備の竣工をまって、順次送電を行っている。

現在 75件のお客さまからの申込みを受ける予定である。供給電圧別のお客さま件数は、次のとおり。

特別高圧供給（公称電圧	22,000V）	13件
高圧供給（	6,600V）	41件
低圧供給（	100・200V）	21件

空港島内の電力需要は、平成6年6月時点では17,000KWを少し上廻っているが、空港第Ⅰ期工事が竣工し、満杯になれば、4～5万KWと予想している。

1. 空港島内への電力供給方法

空港島内への電力供給は、主として陸側より77KV地中送電線2回線で送電している。海上部分は空港連絡橋へ添架し、島内に入ってから、共同溝を利用している。

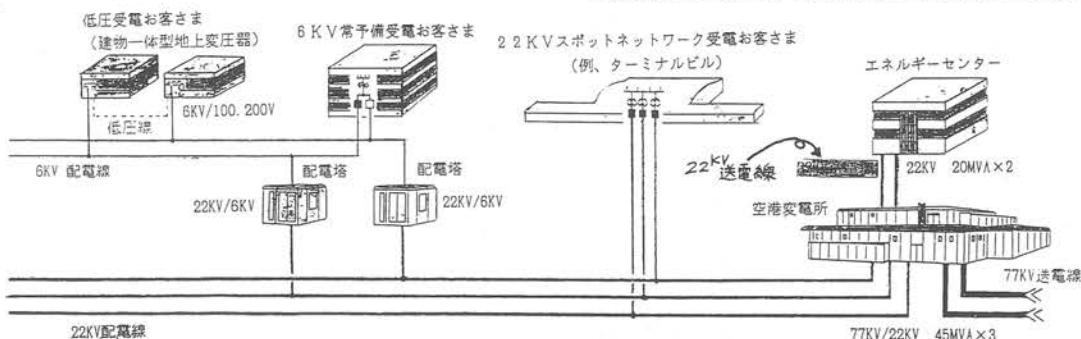
空港島内の国内貨物地区に変電所を新設、ここで77KVを22KVに降圧し、特別高圧のお客さまには、直接22KV配電線で、6.6KV以下のお客さまには、島内5カ所に配電塔を分散配置し、配電線網を形成して電力を供給している。

ここで、空港島内への電力供給には二つの特徴があるので紹介する。

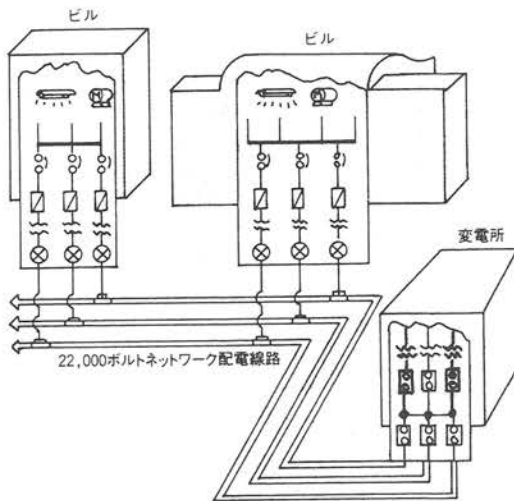
第1点は、空港島内に「関西国際空港エネルギーセンター」を設置したことである。このエネルギーセンターは、2万KWのガスタービン発電機ユニットが2台設置され、しかも、ガスタービンの排熱を利用して蒸気を発生させ、別項で紹介されている熱供給会社を通して島内のお客さまの冷暖房用に供給している。

電力と熱を同時に供給する、コージェネレーションシステムを採用していることである。

これは、送電線のルート断などによる万一の事故で陸側からの電力供給が途絶えても、24時間運用の空港への電力供給を確保し、空港の運用に支障が出ないよ



第1図 電力供給システムの概要



第2図 3回線スポットネットワーク方式

うにしている。

第2点は、22KV 配電線システムを、大都市中枢部で採用されている、3回線スポットネットワーク方式で構成したことである。さらに、それぞれの回線が、当社変電所の異なった主要変圧器に接続されている。この方法により、22KV 配電線、又は、変圧器が故障しても、無停電で電力供給が継続できる。空港島内の電力供給システムの概要と3回線スポットネットワーク方式は第1図及び第2図のとおりである。

電力供給工事に際しては、海上に浮かぶ人工島であり、地盤沈下、塩害対策等今までに経験のないことが多かった。特に、人員および建設資機材のすべてを海上輸送にたよったことは思い出深い工事であった。

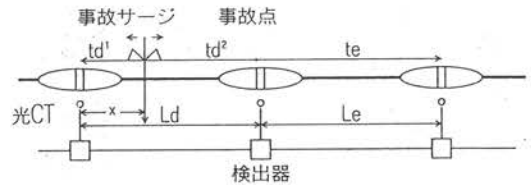
このように、多種多様の困難があったが、従来より蓄積したノウハウに、最新の技術導入、工法の工夫を図り、当初の計画通りに施設を建設してきた。

特に電力は、空港のライフラインとして空港建設工事に不可欠な動力源であるため、他施設よりも一歩早く運用を求められ、平成5年4月には、電力供給を開始できた。

ここで、電力供給の諸施設の主な特徴を紹介する。

2. 送電線路

仕様 77KV CV ケーブル 600～1500mm² 2回線
地中送電線に、万一トラブルが発生した場合、事故点を自動的に判定できる「事故点標定システム」を設置した。このシステムは、ケーブル事故点を即座に標定し、保守担当箇所へその情報を自動伝送し、従来は非常に困難であった事故点を早期に発見し、早期復旧



本システムは、事故時に発生するサージで電流をファラデー効果利用の光CTで検出します。

まず、図に示すように複数配置した光CTの検出したサージの極性(+)・(-)を判別し事故区間を判別します。これは、事故点を挟んで流れる電流の方向が逆になるので各CTの検出した極性を比べれば、事故区間は極性が反転する区間にあることがわかります。また、隣接する光CTの検出した極性が同一の時は、区間外よりサージが侵入したことがわかります。

地絡地点xは、隣接光CT間のサージ到達時間差から次式でもとめられます。

$$x = \frac{L_d - v \times t_d}{2}$$

ここで、 L_d ：事故区間のケーブル長さ

t_d ：事故区間のサージ到達時間差 ($t_d^2 - t_d^1$)

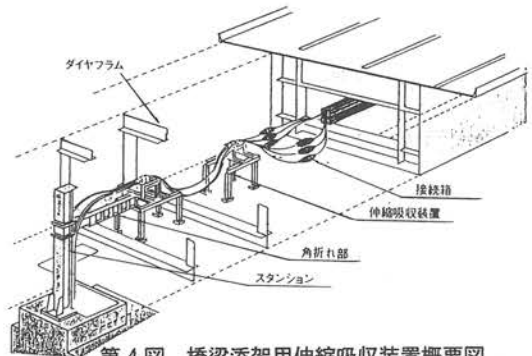
v ：ケーブルを伝播するサージ到達時間差から次式で求められます。

$$v = \frac{L_e}{t_e}$$

ここで、 L_e ：健全区間のケーブルの長さ

t_e ：健全区間のサージ到達時間差

第3図 事故点標定システムの原理



第4図 橋梁添架用伸縮吸収装置概要図

を支援するものである。

本システムの動作原理を第3図に示している。

空港連絡橋への添架区間では、自動車・列車の走行による振動や、気温の変化による熱伸縮を吸収するために、大規模な伸縮吸収装置を設置している。

この技術は、既の実績のある本州四国連絡の大鳴門橋などの長大橋添架技術を活かし、新たに開発したものである。構造の概要は第4図に示す。

3. 変電所

主要変圧器仕様 3相 77KV/22KV 45,000KVA

油入自冷3台

変電所は、海上の人工島に位置していること、並びに国際空港としての景観を考慮して、全屋内タイプ変電所として新設した。不同沈下対策として、地盤強化のため動圧密工法を採用し、さらに、掘削土砂と建物重量の排土バランス、地盤に対する建物荷重の均一化など、設計施工面での工夫を図っている。

77KV 開閉設備は、信頼性と安全性能に優れたコンパクトな G.I.S (ガス絶縁縮小開閉装置) を採用した。

変圧器は負荷時タップ切換装置付とし、お客さまへ常に一定の電圧を供給するようにし、しかも3台の変圧器を常時並列運転とし高信頼度を確保している。

なお、変電所は陸側にある制御所から常時遠隔監視制御されている。変電所の外観は写真-1 に示す。

4. 配電線路

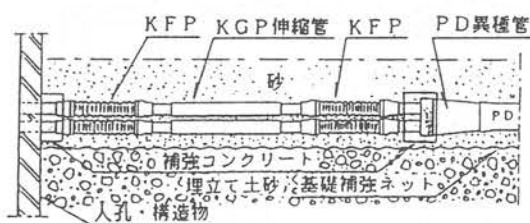
変電所から 22KV お客さまへの配電システムは、「3 回線スポットネットワーク方式」を採用している。この方式は、お客さまへ 3 回線の配電線で送電し、お客さまは各配電線毎に受電用変圧器を設置し、受電用変圧器の 2 次側 (440V 又は 210V) をネットワーク回線で並列接続して受電するものである。

その概要図は第 2 図に示すとおりである。

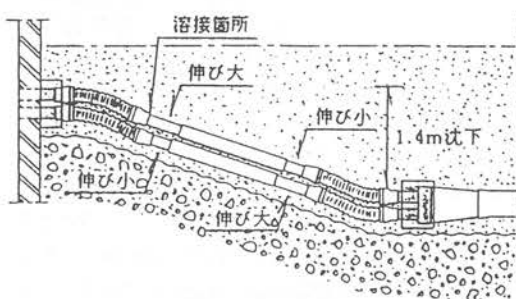
6.6KV のお客さまへの電力供給は 22KV 配電線から、6.6KV へ降圧する配電塔 (容量 6MVA 1 台) を島内に 5 カ所設置し、6.6KV 地中配電線により送電している。これら 22KV・6.6KV 配電線は島内で総延長 81Km に及び、全て地中に埋設されている。

ここでも、空港島内の不同沈下によるケーブル損傷を防ぐため、新しく開発したプラスチック製の可とう管と伸縮継手を組合せた管路を埋設した。これにより 1 径間、最大 140cm の不同沈下まで対応できる。

沈下前



沈下後



第 5 図 配電線の不同沈下対策

また、電力ケーブルに特殊プラスチック製の中空パイプを併設した。このパイプ内に光ファイバーケーブルを圧縮空気を用いて吹込み、お客さまの開閉器状況の把握、遠隔検針やロードサーベイも実施しようとするものである。第 5 図に不同沈下対策例を示す。

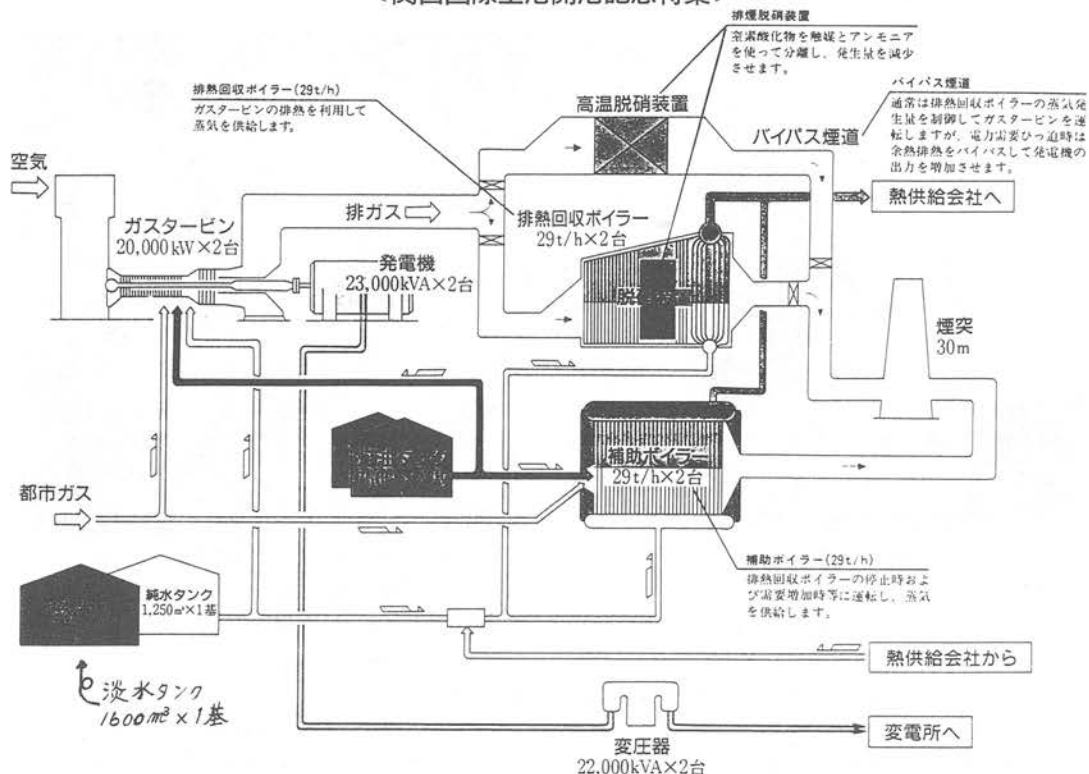
5. 熱供給

関西電力は空港島への電力供給と共に今回熱供給も始めた。

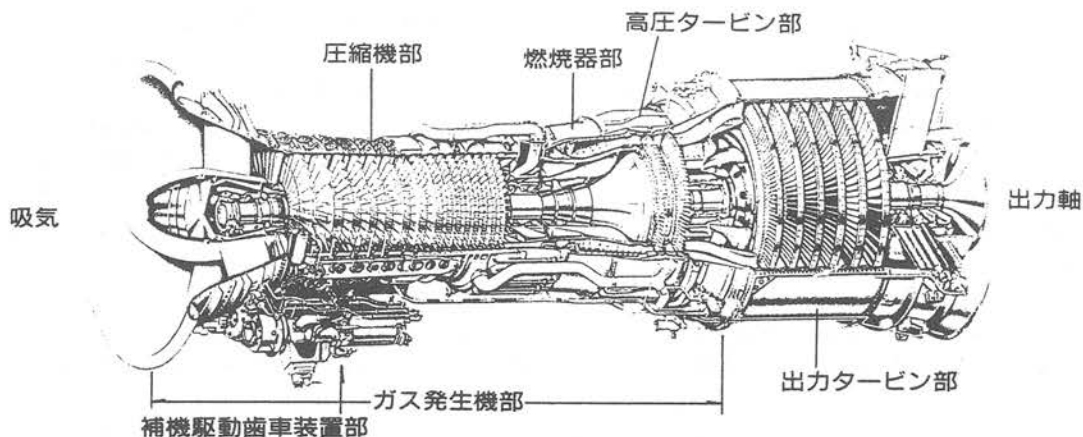
先に紹介したように、関西国際空港エネルギーセン



写真-1 関西国際空港変電所



第6図 エネルギーセンター・エネルギーフロー概略図



第7図 ガスタービン構造断面図

ターに、発電と共に熱蒸気を隣接する関西国際空港熱供給会社を通じて、島内各お客さまの冷暖房用に供給する「コージェネレーションシステム」を設置した。

エネルギーセンターは、第6図に示すように、電気出力20,000KW×2台のガスタービンを動力源とし、1時間当たり58トンの熱蒸気を発生することができる。熱量換算で76ギガカロリーの供給能力をもつ。

通常の運転は、熱蒸気の需要に応じてタービンを廻

す「熱追従型運転」で運用している。

エネルギーセンターの主要機器であるガスタービンは、ダグラスDC-10やB-747等の大型旅客機用のジェットエンジンを産業用に改造したものである。第7図に示すように、高圧ガスを発生するガス発生部と、発電機を駆動する出力タービンで構成されている。燃料は、ジェット燃料でも良いが、エネルギーセンターでは、大気汚染防止を図るため、硫黄酸化物やばいじ



写真-2 無線中継所

んを発生しないクリーンな都市ガスを使用している。

また、ガスタービンから発生する排気ガスの窒素酸化物（Nox）を低減するために、ガスタービンの燃焼部への水噴射及び、熱回収ボイラー内に脱硝装置を備えている。

燃料は、通常は都市ガスで運転しているが、何らかの原因で島外からのガス供給が途絶えた場合、灯油でも運転が可能のようにしている。そのため、構内に灯油備蓄用タンクを設置している。このように、エネルギーセンターのガスタービンは都市ガス・灯油の二つの燃料で運転ができる特長がある。

さらに、ガスタービンの排熱回収装置と同じ能力を有する単独のボイラーを設置した。これはガスタービンの点検、排熱回収装置の点検、熱需要の増大時等には、このボイラーを運転して熱蒸気を安定供給する。

なお、ガスタービンは通常「熱追従型運転」で運用しているが、万が一空港島内への電力供給が不足した場合は、「電力追従型運転」へモードを切替えることが可能である。

通常ガスタービンによる発電では、熱効率は30%程度であるが、今回排熱回収を行うことにより、70%程度まで向上し、地球資源の有効活用を図っている。

6. 電力設備の情報通信システム

関西国際空港への信頼度の高い電力供給システムについて紹介してきたが、これらのシステムの神経系統に譬えられる情報通信ネットワークも、同様に高信頼度と高品質で構築されている。

空港島内の電力設備は、大部分陸側より遠隔監視・

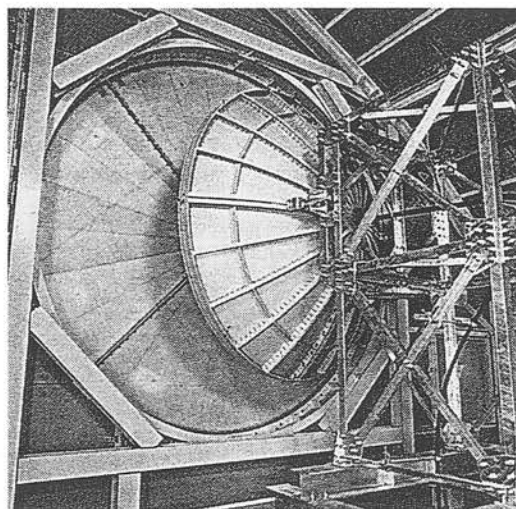


写真-3 パラボラアンテナとFRP板

制御されており、多種多様の情報を確実に伝送する必要がある。そのため、陸側との伝送ルートは、マイクロ波無線と連絡橋添架の通信ケーブルとの2ルートで構成している。

空港島内に設置したマイクロ波無線用パラボラアンテナについては、景観、美観、塩害および保安の観点から、建物内に収容している。

この建物は、空港島内の連絡橋取付付近に位置し、写真-2に示すように、新空港のイメージにマッチしたモダンなデザインを採用した。

また、パラボラアンテナから放射された電波が最小限の減衰で建物壁を通過するように種々研究された。その結果、高精度に設計されたガラス繊維による強化プラスチック（FRP）板を取付け、ある傾斜角度で電波を通過させるのが、最も減衰が少ないことが判明し、今回採用した。

建物内から見たパラボラアンテナの外観を写真-3に示す。このように、パラボラアンテナを建物内に収納した例は、全国でも数少ない。

一方、通信ケーブルは、シングルモード型光ファイバーケーブルと通常の市内対ケーブルを使用しており、総延長はそれぞれ20Km、26Kmにも達した。

おわりに

以上、関西国際空港への電力、熱供給、並びに電力設備の概要を紹介したが、ここに至るまでには、関西国際空港㈱の関係者ならびにJV関係者のご支援、ご協力をいただいたお陰である。この場を借りて心よりお礼を申し上げます。