

機械施設の維持管理と分析・統計業務について

西川 盛秀

航空局 福岡航空交通管制部 施設課 情報・保全計画センター (〒811-0204 福岡市東区大字奈多小字小瀬抜 1302-17)

航空保安業務の用に供する機械施設である発電設備、無停電電源設備、空気調和設備等の維持管理の変遷と機械施設管理保全システム（以下「MAPS」と言う。）を活用した分析・統計業務並びに情報・保全計画センター業務について報告する。

1. 機械施設の維持管理と変遷

MAPS導入以前の機械施設の維持管理体制は、機械施設が設置されている全国の空港等に国の担当職員を配置し、国の職員が自ら直接現場において維持管理を実施していた。機械施設の24時間遠隔監視及び機械施設の稼働状態のデータ蓄積を可能としたMAPSの導入により、時代の趨勢に対応した広域的な維持管理体制を確立した。

また、発電設備や無停電電源設備、空気調和設備等の製造に係る構造及び必要条件、作動の概要等を統一するため各共通仕様書を制定し、設備機器とMAPSとの連携を図ることにより、機械施設故障時の原因の特定と迅速な復旧対応、経済的な維持管理等が行なえるようになった。

(1) 発電設備

発電設備は、商用停電と同時に直ちに起動し、10秒から15秒以内に航空保安施設へ給電を行うものである。

当該設備は、航空保安施設用の非常用発電設備としての機能要件をまとめた「発電装置共通仕様書」により製作されており、MAPSを利用した遠隔監視、制御及び計測に対応している。

MAPS導入により、商用電源が不安定な状況の場合、遠隔操作により発電装置送電を継続することが可能となった。MAPSを用いた維持管理では、始動時の特性や定常時の稼働状態を監視するとともに当該データの蓄積を行っている。

(2) 無停電電源設備

無停電電源設備は、商用停電の際、発電設備が起動までの間、航空保安施設へ無瞬断電源を給電する設備である。

当該設備は、航空保安施設用の常用電源設備としての機能要件をまとめた「無停電電源装置共通仕様書」により製作されており、MAPSを利用した遠隔監視、制御及び計測に対応している。

当該設備は、2台1組の並列冗長運転方式を採用し、更にバイパス回路を有する等信頼性の高いシステムである。

MAPS導入により、均等充電が必要な設備については、遠隔操作により充電が可能となった。MAPSを用いた維持管理については、負荷状況等の稼働状態をデータとして蓄積している。

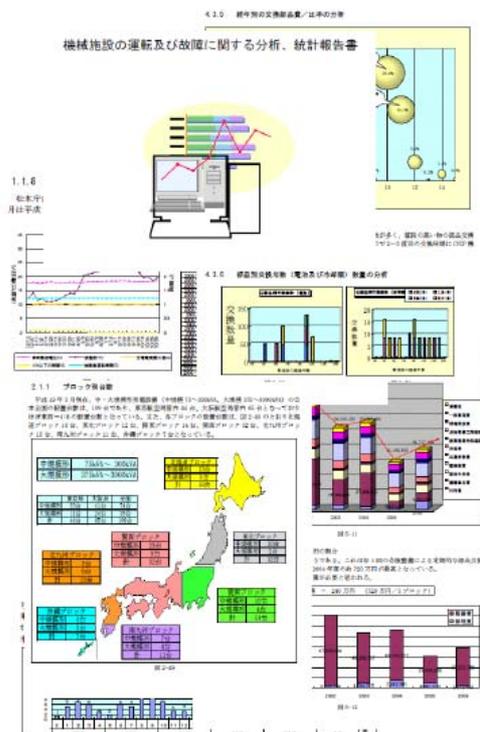
(3) 空気調和設備

空気調和設備は、航空保安用無線機器等の発熱負荷が多い機器室用の空調と、電算機器を対象とした温度・湿度を正確に制御するものがある。年間を通して、一定の室内環境を作り出す必要があり、外気が氷点下であっても冷房を行うサイクルや、半導体を結露させないための再熱除湿サイクルを用いた空調機を採用してきた。また、無線局舎は、僻地離島など厳しい自然環境下に設置されることも多いため、予備機待機システムを構築し、機器の故障や点検時において高い信頼性を確保するとともに、水冷式であった熱交換機を空冷式とすることで、維持管理もシンプルなものとした。更にMAPS導入により、予備機への遠隔切換制御、冷媒圧力や室内温度の計測及び圧縮機の稼働状態を監視するとともに当該データの蓄積を行っている。

2. 分析・統計業務の実施と検討報告

機械施設の管理、運用及び保守を効率的に実施するためのツールとして導入したMAPSは、各空港等に設置されている機械施設の24時間状態監視と機械施設の稼働状態のデータ蓄積を可能とした。

本分析・統計業務は、MAPSのデータ蓄積機能を利用した過去3カ年の機械施設の運転及び故障に関するデータ（図-1）を取り纏め、コスト縮減につながる機械設備の容量選定、機械施設毎の故障発生原因、保守方法及び使用部品の交換時期等の検証について、統計・分析した例を次に示す。



図一 機械施設の運転及び故障に関する分析統計

(1) 機械施設全般の容量算定等

MAPSの蓄積データを分析することにより、発電設備及び無停電電源設備に対する需要率の分析と無停電電源設備用蓄電池の容量算定について検証を行った。

① 需要率について

発電設備及び無停電電源設備の航空保安用無線施設別に分析を行った。その結果、定格負荷に対し、需要率が低い施設も見受けられたが、同種の無線施設でも需要率の幅が大きいことから、今後更にデータの蓄積を行い分析することが必要である。

② 無停電電源設備の蓄電池容量算定について

機器の定格負荷により蓄電池を選定するのではなく、過去3年間の蓄積データから、最大実用負荷を求め、蓄電池容量を算定するように見直しを行った。これにより蓄電池の更新時には、必要な蓄電池容量を見直すことが可能となり、コスト削減を図ることができた。

(2) 発電設備

発電設備について、機器の運転、故障の実態を把握することにより、保守手法の改善、部品交換時期の検証を目的とした分析・統計を実施した。

全国に設置されている発電設備は255台である。

発電設備の運転要件である、商用電源の停電を分

類すると、台風や雷などの自然災害によるものが大半を占めており、北海道、東北、関東及び関西では雷による停電が多く、北九州、南九州及び沖縄では台風と雷による停電が多くなっている。

特に南九州及び沖縄地方は離島が多数あり、台風の通過速度が遅いために長時間の停電を伴うためと思われる。

このような、災害時等に稼働する発電設備は航空保安用無線施設等に給電する非常用電源設備として重要な役目があり、発電設備の維持のためにMAPSによる管理保全及び日頃の保守が重要である。

また近年、無人の無線施設が増加したことから、長期の自然災害に備え、長時間運転に対応できる燃料補給体制を強化している。

発電設備の故障発生については、経年別故障発生件数の統計から6～8年、14～16年に故障が多く発生している。8年毎に実施される精密保守による発電設備のオーバーホール後は、故障発生件数が減少していることから、適切な時期に精密保守を行っていることが確認できた。

また、設置後19年目以降に故障件数の増加が見受けられる原因は、発電設備全体の老朽化によるものと推測されるが、蓄積データが少ないため引き続き検証が必要である。

さらに、故障部品については、その内訳が多岐に渡っており、データ数が少ないため、今後も引き続きデータ蓄積が必要である。最終的には、予防保全の観点から定期交換が必要な部品について、交換周期を取りまとめることが重要である。

(3) 無停電電源設備

無停電電源設備について、機器の運転、故障の実態を把握することにより、保守手法の改善、部品交換周期の検証を目的として分析・統計を実施した。

全国に設置されている無停電電源設備は、71施設174組（主に2台並列冗長システム）である。

無停電電源設備は負荷側へ安定した電源の供給を目的としており、商用電源電圧が175V以下に低下した場合、無瞬断で蓄電池電源に切換え直流運転を行うことから、電力会社の停電がどのような状況で、どの程度の頻度で発生するかについて、MAPSの蓄積データを基に、市街地、山間僻地、離島等に分類して、分析・統計を行った。

これまでの分析・統計から、無停電電源設備1施設あたり年間約30回の停電に対応しており、直流運転時間の分析を行った結果、沖縄離島の直流運転回数が3060回と多いことが確認された。これは台風による停電のほか、商用電源が不安定であることが原因と思われる。

故障原因について分析・統計を行っているところであるが、今後は負荷への影響の有無、復旧（修理）に関する、職員若しくはメーカー等の対応についても情報を収集し解析することも必要と考えている。

保守に係る経費については、機器設置費及びその他のデータが蓄積されることにより、バスタブ理論

に沿った解析が可能となり、更なる信頼性確保への検証を進めることができる。

また、機器容量別に、点検整備で交換を行う部品の交換周期と費用について解析を行ったところ、電解コンデンサー等の部品は、メーカーの推奨する周期にて交換されていることが判明した。

統計によれば、故障の発生率は、1施設あたり約10年に1回程度であることも確認できた。

今後は、より詳細な分析・統計を進めて、社会性を反映した費用対効果等の観点で踏まえた経費の削減等、無停電電源設備維持の将来の方向性についても、検討することが重要である。

(4) 空気調和設備

空気調和設備については、予防保全と省エネ運転の実施、設計及び工事における維持管理データの活用等を目的とした月間運転時間及び度数(圧縮機運転回数)を統計化し、その結果から機器の運転状況の解析を行った。

MAPSにて蓄積したデータを、統計的に整理するため「運転状況確認分析シート(通称“MAP-J”)(図-2)を用い、収集したデータを入力することで、数字をトレンド(ビジュアル)化し解析しやすくした。例えば、設置後の経年ではなく機器の実際の累積運転時間と故障発生との周期について、多数の類似データを蓄積することで、当該部位の部品交換(点検)時期の予測へと繋げることができる。

また、空調設置工事において注意すべきものに、ショートサーキットがある。狭い機器室内などでは、レイアウト上の制約などから、やむを得ず配置した空調機の風流と無線機器が干渉することで、ショートサーキットを引き起こす。このような場合、空調機器は十分に能力を発揮出来ず、無駄な運転停止を繰り返すことになるが、MAPSを導入することにより、その傾向を把握することが可能となった。

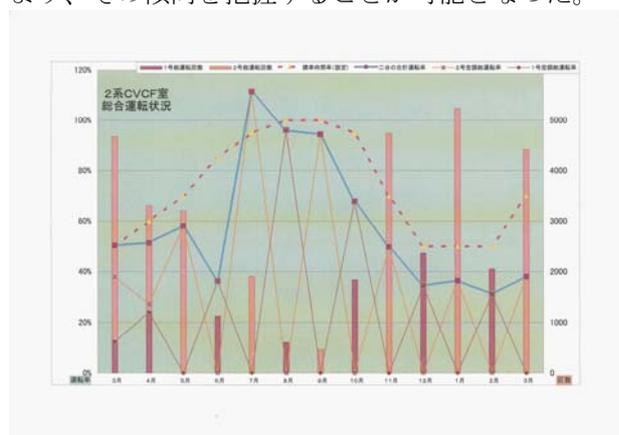


図-2 運転状況確認分析(MAP-J)

(5) 機械管理保全システム(MAPS)

MAPS導入により、24時間広域管理体制が確立できたことが非常に有効なものであった。

MAPS活用による具体的実績として、地震による自然災害において、職員の派遣が困難又は時間を

要する場所に設置されている機械施設への即時対応が、従来の保守体制では不可能であったが、MAPSの遠隔監視、制御機能により、設備の状態確認や運転・停止など適切な対応が可能となった。また、MAPSの故障予知機能(設定値の上下限情報等)により、故障の早期発見が可能となったことや深夜帯の故障対応も遠隔監視制御により対応できたことなど、本システムの重要性を改めて認識することができた。

このような具体的実績により、MAPS機能の活用法の様々なアプローチが考えられ、空気調和設備では温度調節器設定ミス及び動作不良等の早期発見につながり、きめ細かな空調機の運転管理は、省エネルギーに繋がり、地球環境負荷低減を着実に進めることになる。

また、発電設備ではトレンドデータを活用し、温風ヒータ不良、商用電圧変動、自動充電装置・プライミングポンプの不具合、更に特性データを活用することで状態監視保全が可能となり、今後はより有効な手法の確立が期待できる。

さらに、今後の運用については、警報の上下限設定について、MAPSにより蓄積データを分析することで、有効な検出条件を設定することが可能になり、機械施設の異常を早期に発見することができる。

3. 情報・保全計画センターの業務

当センターは平成17年10月に福岡航空交通管制部に発足し、「機械施設の運用停止に関する統括調整業務や障害等に関する分析」及び「予備品等の情報提供」並びに「機械施設自体の運転、故障等に関する調査・分析」、「保全に関する技術の改善」及び「高度化を図るための研究・開発」「機械施設機能の技術の改善」等に関する提案業務等を担うこととなった。このうち、保全に関する技術の改善及び高度化を図るための研究、開発の具体例として、福岡航空交通管制部(ATM棟)に設置されている1500kVA非常用発電装置の空気始動装置の故障に係る発生原因の調査、対策、保守方法等の検討結果を報告する。

(1) 空気始動方式発電設備始動装置について

平成18年5月30日に福岡航空交通管制部(ATM棟)非常用発電設備の定期試運転時に始動装置故障による始動渋滞が発生した。この故障について分析し、対応策を検討したものを次に報告する。

①故障の原因

空気始動装置(図-3)は、約3Mpaの圧縮空気起動させる。一方で、空気を圧縮することにより、空気中の水分が結露(凝縮)して水が発生する。

今回の原因は、この結露水により始動弁の金属部分が腐食し、弁の膠着が発生し、始動ができなかったことによるものであった。

また、空気の漏れにより空気圧縮装置(コンプレッサー)の運転回数が頻繁になり、多くの結露水を

発生させたのも要因の一つとなっている。



図-3 空気始動装置

②故障対策

従来、結露水を除くため自動排水制御回路により24時間毎に排水していたが、その際空気も漏れることから、空気圧縮装置が頻繁に運転する原因となった。そのため、結露水の排水を手動で実施することにし、その時期を、2週間に一度実施する発電装置の定期試運転時に合わせた。また、同時に始動弁の点検を行い、腐食の状況を確認することとした。

以上の処置は、現在も検証中である。

③状態監視保全

空気タンクの圧力は、MAPSにより一日3回自動計測している。このデータをグラフ化し、状態の指向性を検討することとした。(図-4)

つまり、正常時のグラフを基準として計測データのグラフが故障状態へ向かっているのか？それとも現状を維持しているのかを判断することで空気始動装置機能不良(=故障)域に至る前に点検(洩れ箇所や増締め等)を実施することで、未然に故障発生を防止することとした。

図-4について、上段のグラフは空気圧縮装置の運転が正常域を示している。空気タンクの圧力を示す青線は、緩やかな傾きで下降して、加圧開始圧力まで低下すると加圧(補充)され規定圧力まで上昇する。このような動作は、タンク及び配管系統の微量な空気の漏れと空気圧縮装置についてのサイクルを示している。赤線は予備タンクの圧を表し、締め切り状態のタンク圧力に変化は見られず、正常状態であることが判断できる。

中段のグラフは、空気圧縮装置の運転周期が徐々に短くなっていく状態を示している。つまり、圧縮空気の漏れ量が増加傾向にあることを示していることとなり、故障原因の一つとして空気始動弁の不具合が考えられるため状態監視保全として空気圧縮装置の点検を実施したものである。

下段のグラフについては、1年点検の前後における状態を示す。

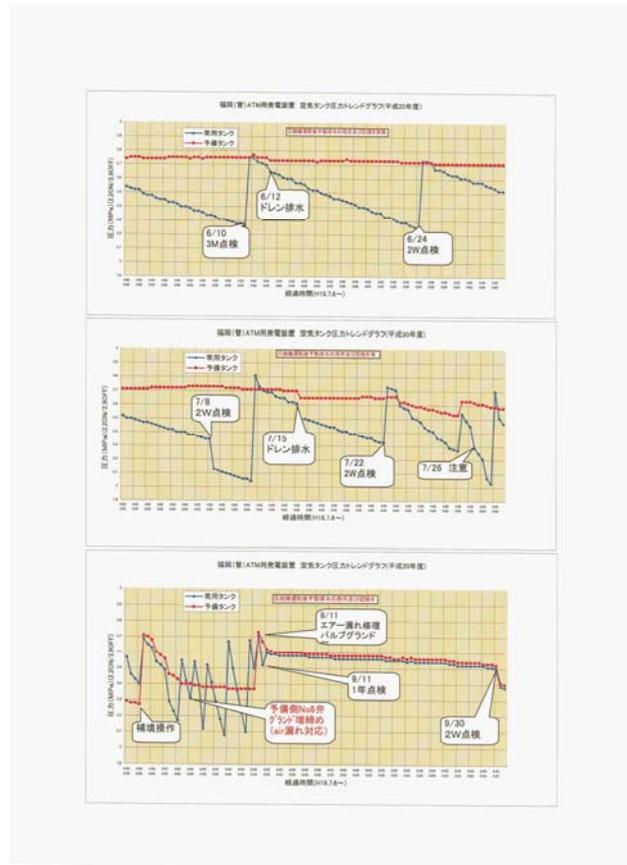


図-4 状態監視保全グラフ

④提案業務

航空局には非常用発電設備が約255台設置されており、その始動方式のほとんどが直流24V始動電動機式(セルモーター式)である。

空気始動方式は超大規模形非常用発電設備(1500~3000kVA)11台(平成18年度現在)に採用されている。空気始動方式の非常用発電設備の設置台数は少ないものの、その大部分が航空交通管制部や大空港に設置されており、万一故障が発生した際には航空の安全に対して影響度の高い機械施設である。そのため、本事例を基に空気始動方式による非常用発電設備が設置されている官署に対し、保守状況の一斉調査を行った結果、相互の情報交換が少なく、各官署において個別に保守を行っている状況が分かった。よって、この分析を通し、有効な保守の統一化を計り、今後の保守の向上を図るための情報提供と保守方法の提案を行った。

最後に、情報・保全計画センターは、これまで実施した分析・統計データ及び継続中の検証事案について、今後の機械施設の故障予知、保全計画、障害対応等の貴重な技術資料として整理し、精度の高い運用・管理に対する提案(技術改善等)を積極的に行うこととし、報告を終わる。