

中部国際空港における舗装管理について
<舗装管理システム(CAPMS)の開発と舗装管理の着目点について>

中部国際空港(株)空港施設部施設計画グループ

マネジャー 猪岡 英夫

1. 目的

中部国際空港は2005年2月に開港した24時間空港である。滑走路1本での供用であり、保守時間の制限などより、今後はライフサイクルを考慮に入れコスト縮減を意識した計画的な舗装の維持管理、修繕が必要になる。そのため、舗装損傷の兆候や発生箇所の特徴を把握し、効率的な補修計画の立案を行うために、当空港では供用前より維持管理手法の検討を行うとともに、舗装管理システムの開発、供用前の構造評価を行った。本報告では、今回開発した舗装管理システム(CAPMS:Centrair Airport Pavement Management System)の考え方や維持管理の着目点を中心に報告する。

2. 舗装管理システム CAPMS について

2.1 利用条件

本システムを利用する条件としては、当空港の維持管理担当者が専用で使用するものとし、舗装に関する基礎的な専門用語や知識は得ているものとした。なお、システム開発の早い段階から維持管理担当者を協議に参画をさせることで、利用者としての管理上の要求事項を反映させるとともに知識レベルの統一化を図った。



図-1 舗装管理システムの画面例

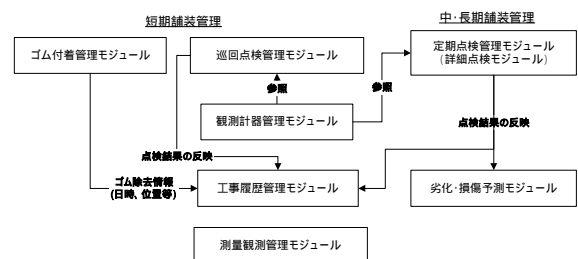
2.2 出入力条件

データは空港舗装平面図を任意の矩形形状で分割したユニットを一単位として管理することにした。これらのユニットは入力した値や予測した値に対して、その評価を3段階に色分け区分して表示させることとし、各評価項目に対して視覚的に損傷箇所として特徴が把握できるものとした。

システムの構成や入力画面構成、入出力項目は、米国の空港舗装管理システムやわが国の空港 CALSなどを参考として設定している。特に米国のJFK空港や連邦航空局FAAにヒアリングを行うことなどで管理上の実効性を高めた。

2.3 システム構成

システム内で対象とするデータは、図-2の7つのモジュールに分けて管理するものとした。空港舗装に要求される事項としては、十分な荷重支持力、良好な路面性状、良好な摩擦特性が必要となるが、それらの要求事項の把握



のほかに、工事履歴や測量観測データの管理、劣化・損傷の予測を行う機能を設けた。なお、維持管理の着目点は路面性状を一定以上の供用性を確保することを重視し、それらを補間するために構造評価などを行うものとしている。

2.4 モジュール実行機能の紹介

本報告では、図-2 に示す7つのモジュールのうち巡回点検管理モジュールと定期点検管理モジュールの概要を紹介する。

(1) 巡回点検管理モジュール

巡回点検管理モジュールは、損傷状況や損傷位置が把握できるようにしており、各損傷においては、損傷度合いに応じた暫定評価値を設け、点検結果に対して点検者の主観によらない評価をすることで、維持補修時期などの判断資料として利用できるものとした。

暫定評価値は、わが国空港の路面性状評価として設定されている PRI(Pavement Rehabilitation Index)¹⁾や米国空港の路面調査評価に用いられている PCI(Pavement Condition Index)²⁾等を参考に設定した。表-1 に暫定評価値例を示すが、あくまでも現時点における暫定のものであり、システム内では点検者の主観による評価も入力できる機能などを設け、供用後の舗装状況から、随時評価値は見直していくものとしている。

点検は GPS が装着された点検車両にて移動し、現地状況の位置情報(空港座標)、損傷状況、写真などを調査した後、点検情報を文字、数値、写真及び図面の形式で入力できるものとした。入力したものは、点検時期、ユニット番号、損傷形態などで検索が可能であり、それらは図-3 に示す表形式で表示させると同時に、図-4 に示すように地図上に損傷確認日、損傷位置、損傷形態を表示し、かつ、先の暫定評価値によって評価した結果(A,B,C ランク)でユニットを着色できるものとした。また、地図上のユニットを選択することで、そのユニットの損傷状況・損傷履歴が閲覧できるものとした。

(2) 定期点検管理モジュール

主に中・長期的な舗装の補修判断に用いる定期点検管理モジュールでは、これまでわが国の空港管理¹⁾にて、実績のある路面性状調査 PRI、非破壊調査 FWD(Falling Weight Deflectometer)、コア採取に伴う室内試験結果を管理、評価、閲覧できるものとした。

表-1 暫定評価値例

| 区分 | 損傷 | A | B | C |
|----------|--------|-------------------|------------------|------------------|
| | | 経過観察 | 発生範囲が広い場合は維持補修 | 維持補修 |
| アスファルト舗装 | 線状ひび割れ | 延長1m未満または平均幅2mm未満 | 延長1m以上かつ平均幅2mm以上 | 延長5m以上かつ平均幅2mm以上 |
| | わだち掘れ | 6mm以上13mm未満 | 13mm以上25mm未満 | 25mm以上 |
| | 段差 | 5mm以下 | 5～12mm | 12mm以上 |
| コンクリート舗装 | 線状クラック | 幅1mm以下 | 1～3mm | 3mm以上 |
| | 段差 | 5mm以下 | 5～12mm | 12mm以上 |



図-3 巡回点検結果帳票閲覧の例

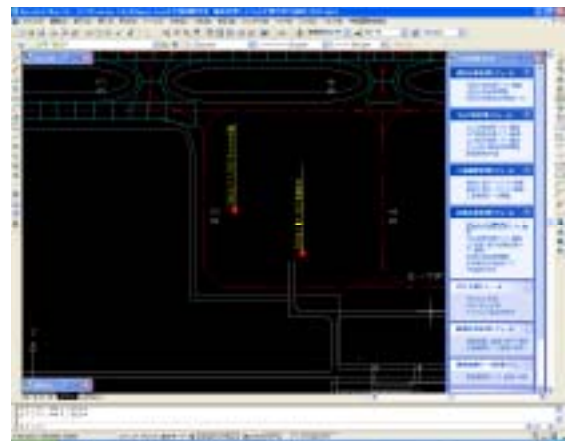


図-4 巡回点検結果地図閲覧の例

PRI や FWD は調査データが多いことや、FWD に関しては測定値の温度補正や逆解析等³⁾を行う必要がある。そのため、調査データの解析は別途行うものとし、調査結果、解析結果は所定のエクセル形式で整理することで、システム内にはこれらのエクセルファイルを読み込ませて一括登録するものとした。

閲覧方法は巡回点検管理モジュール同様に、評価値を設定しており、その評価値に応じた地図上での色分け評価、表形式による履歴などが把握できるものとした。なお、当空港では、異常が発生してから調査を行うのではなく、初期データを抑えることでデータ推移を判断していくことも必要と考え、舗装が航空機荷重による疲労を受ける前に FWD 試験を行い初期データの入手を行っている。図-5 に FWD 試験結果の閲覧例を示すが、評価値として各センサーのたわみ量、逆解析結果から得られる弾性係数を設定しており、経年変化後の調査によって、どのようにたわみ量や弾性係数が推移するかの確認ができるものとしている。(図-5 の画面上は例としてダミーデータを入れ、分かりやすく色分け表示している)

ここで、FWDの構造評価に際しては、得られたたわみ量を補正する必要があるが、当空港では供用前に実施した調査結果を踏まえて、アスファルト舗装では舗装内温度を 20 へ補正したたわみ量 $D_{(20)}$ を用いることとした。図-6 は得られたアスコン温度とたわみ量 D_0 の関係と、それから導いたアスコン温度とたわみ量の補正係数の関係の一例である($D_{(20)}=D_{(T)}/$)。FWD の各センサー別に設定した補正式で補正したたわみ量に対し、逆解析、順解析を行うことで、構造上の評価を行うものとしている。

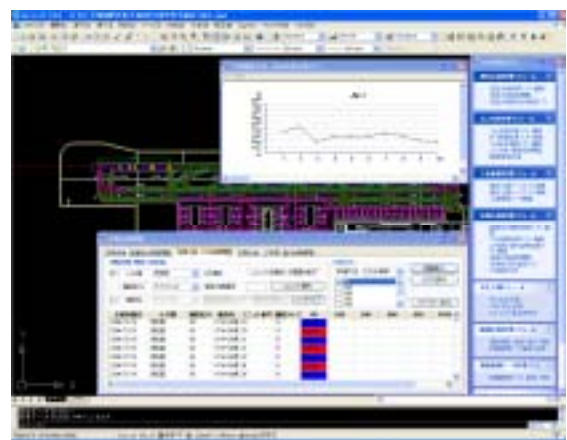


図-5 FWD 試験結果閲覧の例

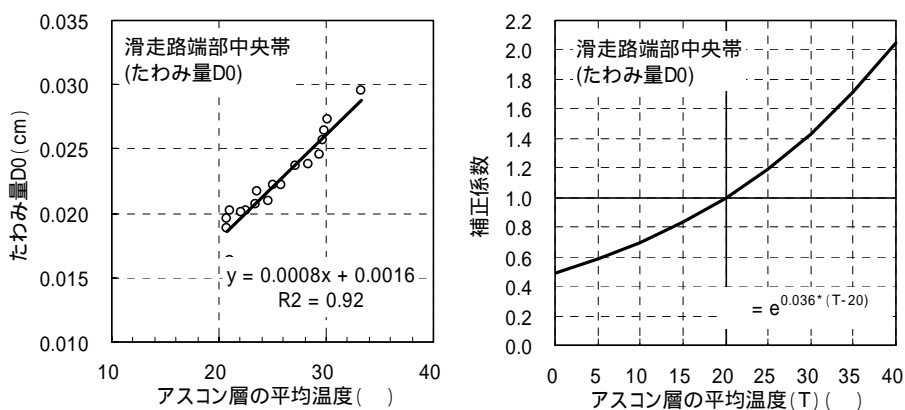


図-6 アスコン層におけるたわみ量の補正例

3. まとめ

中部国際空港の舗装管理システムについて、設計・開発を行った。舗装管理システムとして、今回特に留意した点、着目した点について以下に示す。

供用前から維持管理の重要性を踏まえて、維持管理システムの開発、初期データの入手を行った。

着目点として路面性状変化を第一に考え、それらを補完する意味で構造評価変化やコア採取に伴う性状変化を設定した。

システム利用者を開発段階から参画させ、利用方法やソフトウェア等を、利用者の使い勝手のよいものを選定した。

画面上で舗装施設をユニットに分割し、設定した評価値に基づく色分け区分を行うことで、損傷項目や時期などによる相対的な評価を可能とした。

路面性状確保、荷重支持力確保、摩擦性状確保の観点にて、計画・調査(Plan)～入力・管理(Do)～評価・出力(Check)～改善のための予測(Action)といった一連の機能を設定することができた。

4. 今後の課題

舗装の設計は維持管理が前提として行われており、維持管理や適切な修繕を行わなければ、供用期間が短くなる。このことは、人体に置き換えてみれば分かりやすく、年齢を重ねたり、過労を続ければ疲労やストレスが蓄積し、定期診断や治療が行われなければ、寿命が短くなったり体調不良を起こすのと同じと理解できる。空港舗装は対象とする荷重が大きく、かつ、低速走行施設では走行箇所が一定になりやすいこと、日射をさえぎるものがないため温度状態によって混合物の性状変化が生じやすいなど、多くのストレスを受ける施設になっている。

このような、空港舗装における維持管理の重要性を踏まえ、今回舗装管理システムの開発を行ったが、システムは常に改良しながら利用していくことが必要である。将来的な希望も含めて、本システムの目指すものを以下に示す。

入力されたデータは補修判断などの意思決定資料に用いられることから、その出力形式については、評価や説明がわかりやすいように見直していく必要がある。合わせて、その判断を行う上での暫定評価値の実効性を高めていく必要がある。

現場で無線通話などを使ってデータが出入力できるようになれば使い勝手が良くなると考える。⁴⁾

維持管理担当者の確保が十分でない場合や担当者の舗装管理に関する知識が不十分な場合に備えて、知識ベース機能を設定することも有効であると考えられる⁴⁾。

定期調査に伴うデータの蓄積により、空港舗装におけるライフサイクルカーブを解析・設定し、寿命予測や補修計画に繋げていく必要がある。

点検・評価手法について、技術動向を踏まえて、最新なものに対応していく必要がある。

システム化のみでなく、管理者、判断者の育成が最終的には必要である。

これらの舗装管理におけるシステム化や将来的な課題については、当空港のみならず、全国の空港舗装管理として重要と考え、国土技術政策総合研究所や他空港との連携などを踏まえて、良好なものに改良・開発していく必要があると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省航空局: 空港舗装補修要領(案)、1999.4
- 2) ASTM D 5340-03: Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys
- 3) 八谷好高, 高橋修, 坪川将文: FWD による空港アスファルト舗装の非破壊構造評価、土木学会論文集 No.662, pp.169-183, 2000.11
- 4) 辻本泰成: 空港舗装点検等支援システムの導入へ向けた取り組みについて、第5回空港技術報告会、pp.1-13, 2005.1