Ⅱ－６　空港における点検・補修工事管理システムの開発

Development of Pavement Management System(Inspection and Repair) in Airport

平井達雄[1]・萩原克彦[2]・飯島正和[3]

Tatsuo Hirai, Katsuhiko Hagiwara, and Masakazu Iijima

抄録：成田国際空港は 1978 年の開港以来、適正な点検・維持・管理により安全な運用を続けている。これまでは、舗装路面の点検作業および、補修作業の結果はペーパーでの管理を行っていた。この度、これらの作成作業の省力化とデータ蓄積を図ることを目的とした舗装管理システムを構築した。開発にあたって、CAD・Excel・Access との組み合わせや GPS の導入により、自動作図・自動貼り付処理（OLE）、パラメータによる寸法線のシミュレーションを可能にし、座標入力処理の省力化、データの検索、作成図書(点検日報、補修工事設計書)の参照表示、平面図の履歴管理を行うビジュアルで操作性の良い一連の管理システムを構築し、現在運用を行っている。

キーワード：　舗装管理システム, 点検, 補修工事, GPS, 図面の履歴管理
***Keywords*　：　Pavement Management System, Inspection, Repair Works, GPS, Ground Plane**

１．はじめに

成田国際空港は 1978 年に開港し、地域環境・経済動向に左右されながらも、日々発展し続けている。

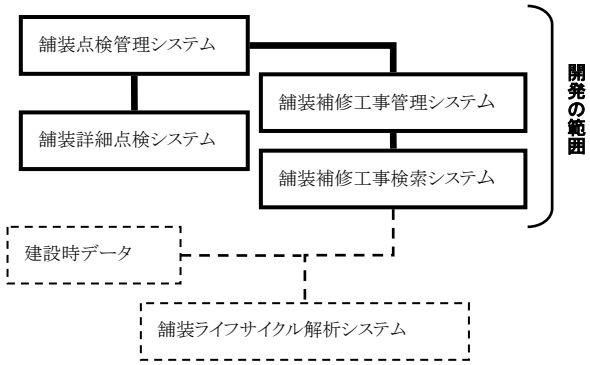
開港以来、滑走路、誘導路やエプロン等の全ての舗装路面を対象とし、適正な点検・維持管理により、安全な運用を続けている。これまでは路面点検結果や補修工事結果をペーパーにて管理・運用を行ってきたが、この度、これら報告資料の作成作業の省力化とデータの蓄積、及びこれら蓄積情報の検索と点検日報、補修工事設計図書を表示する一連のシステム構築を行った。

２．システム化のねらいと対象範囲

本システムは日々の点検結果や補修工事の取りまとめ作業の省力化を第一の目的とし、次にその情報の蓄積とデータの利活用を図るシステムとして構築した。

そのためには、単に現行の処理をそのまま電算処理に置き換えるのではなく、現状を整理し、必要以上に詳細な内容を取りまとめている箇所、簡略化しても内容が十分に理解できる事項、さらに、出力レイアウトの統廃合を行う等の見直しを行い、ルール化し、標準化を図った。

一連の対象範囲を、現行の運用・管理形態に合わせ、**図-1** に示す４つのシステムに区分した。



図―１　長期構想

３．各システムの概要と技術的な特徴

３．１　点検管理システム[1)]

(1)概　要

日常点検は、昼夜２交代で、徒歩または車上から、主に目視を中心とした点検作業を行い、同一地点を１週間のサイクルで巡回を行っている。飛行機の運航等に支障があると判断される場合は、その場で、暫定的な補修を行う。これらの作業報告は「点検日報」として取りまとめる。

１：正会員　理工修　(株)トーコー総研（〒170-0005　東京都豊島区南大塚3―32―1,
Tel :03-5950-7300, E-mail : tatsuo_hirai@tokoc.co.jp)
２：非会員　理工　エアポートメンテナンスサービス(株)（〒282-0011　千葉県成田市三里塚字御料牧場1－2）
３：非会員　工　　エアポートメンテナンスサービス(株)（〒282-0011　千葉県成田市三里塚字御料牧場1－2）

この点検日報の作成をシステム化した。

この点検日報は、点検範囲、損傷箇所の有無、損傷の位置・形状、状況写真から構成される。

(2)技術的な特徴

本システムはExcelとCADから構成される。CAD上の点情報をExcelシートに引き渡し、矩形や寸法線の座標値を計算した結果をCAD上に作図する仕組みを構築した。

a)レイアウトの変更

A4版複数のページで構成されていた調書を１ページ（A3版）＝１損傷箇所にレイアウト変更を行った。

b)損傷形状の簡略化

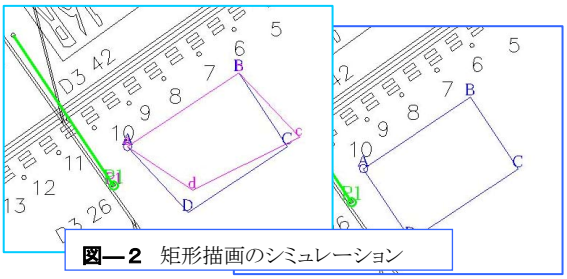
従来は損傷形状を観察したとおりにできるだけ詳細に表示しようとしていたが、これらを矩形とL字型の２つに統一し、標準化を図った。

c)点検範囲のイメージ表示

日々の点検範囲は、文字により表示していたが、これらの順序や範囲をイメージとして表示するように変更した。

d)矩形・L型の作図ロジック開発

任意の４点、または６点から矩形、L型の描画を表示するための描画ロジックを開発した。この損傷範囲の形状の描画はＣＡＤ上に任意の点をクリックし、これらの点を結ぶ線を直角になるように補正するロジックである。この描画シミュレーションを**図-2**に示す。



図―２　矩形描画のシミュレーション

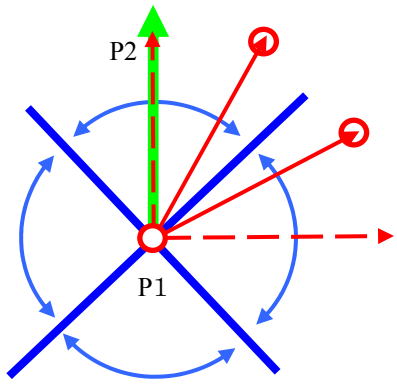
①　ＣＡＤ上に任意の４点をプロット（クリック）する。このクリックにより、各点の座標値をＣＡＤから取得する。

②　プロットした時の辺（a-b、b-c、c-d）の辺長はそのままに、Ａ点から順に、垂線方向にＢ、Ｃ、Ｄの座標値を再計算し、ＣＡＤ上に描画する。なお、辺（D-A）は単純に点間を結ぶ。

③　基準点からの離れの補正値により、Ａ点の座標値を再計算し、ＣＡＤ上にプロットする。

④　辺（A-B、B-C）の補正値により、Ａ点から順に、垂線方向に、Ｂ、Ｃ，Ｄの座標値を再計算し、ＣＡＤ上にプロットする。

任意の点を直角方向に補正するロジックの概念を**図-3**に示す。Ｐ１―Ｐ２の基準線を軸にし、この軸を４５°回転させ、各々９０°に４等分した角度の範囲を設定する。この４つの範囲のどこにプロットされたかを判定し、その範囲の中心方向に直線を表示する。



図－３　描画の基本ロジック

e)寸法線のシミュレーションとOLEによる添付

寸法線を自動作図するシミュレーション、および、これらCAD上に作図された結果をExcelに自動添付（OLE）する機能を搭載した。

f)CADの経験が不要

d)のシミュレーションやOLE機能により、CADの操作技術がほとんど無くても、報告書を作成することできるようにした。

３．２　詳細点検システム[2)]

(1)概　要

詳細点検は、全て徒歩により点検を行うものであり、同一地点を１年間のサイクルで巡回を行っている。目視による詳細な点検作業を中心としているが、赤外線サーモグラフィも用いている。

これらの点検結果を平面図に記録している。この平面図（CAD）への作図処理をシステム化した。

(2)技術的な特徴

従来は手作業でCAD上に作図を行っていたが、GPSにより、座標値をパソコンに取り込み、ExcelからCADに自動作図するシステムを作成した。なお、GPSはRTK固定点システムを利用している。

a)ＧＰＳの利用

従来は野帳に記述したスケッチを元に、手作業で作図していたが、GPSを利用することにより、成田国際空

港のローカル座標系に変換した座標値を CAD 上に自動作図する仕組みにした。

b)点・線・面表示の工夫

詳細点検結果は面情報として扱われるべきであるが、１m 四方の範囲を点として扱うことや、幅 50cm 程度の帯状は線として扱うルールを定め、GPS の計測と、CAD への作図を簡略化した。

C)CAD の経験が不要（原則）

GPS の座標値を利用するため、CAD の操作技術がほとんど無くても利用できる。しかし、GPS での計測が困難なケースを考慮し、従来とおりの手作業での作図もおこなえるようにした。

３．３　補修工事管理システム

(1)概　要

点検の結果等により補修が必要と判断された場合は、翌日に補修要請が行われる。この要請の２～3 日後に補修工事を行う。工事内容は設計図書として保存される。本システムはこの設計図書の作成をシステム化した。

(2)技術的な特徴

a)ＧＰＳの利用

補修工事を行った範囲の点を GPS で計測し、この点を CAD 上に自動描画する仕組みを作成した。なお、常に GPS を利用できない場合もあるため、手作業にて処理する仕組みも作成した。

b)CAD の寸法線作図機能を活用

GPS による座標データは、変則な矩形や多角形になり、寸法線の自動作図ロジックは多くのパラメータの集合が想定され、かえって煩雑さが増すと判断した。従って、直接、CAD のコマンドによる手作業で作成することとした。

c)スケールの表示

CAD での作図画面を OLE により Excel に貼り付けているが、この貼り付けた Excel での出力に対して、スケール表示ができるようにとの要求に対応するため、いろいろと細かい制約を設けることを前提にシステム開発を行った。従って、特定の環境（ディスプレイの大きさや CAD の表示枠、プリンタの機種等）とパラメータとの組み合わせによりスケール表示を可能にした。

３．４　補修工事検索システム

(1)概　要

補修工事の蓄積情報より検索を行い、その検索結果から補修工事箇所を平面図に作図表示する機能と点検日報や補修工事設計図書の表示、平面図を履歴管理するシステムである。

(2)技術的な特徴

a)２点範囲による検索

コードによる検索や補修面積等の数値による範囲検索、文字による一致検索ばかりでなく、CAD 上の任意の 2 点に囲まれた範囲を指定することにより、その範囲内に存在する損傷箇所を検索する仕組みを構築した。範囲を狭めることにより、特定の損傷箇所を選定することができる。

地図情報をベースとした GIS 等において、今までにありそうで、なかった検索手法と思う。

b)平面図の履歴管理

成田国際空港は施設の新設・改修が行われるため毎年、平面図の更新を行っている。これらの図面を履歴管理し、損傷の発生時点の平面図を表示する仕組みを構築した。これも、今までにありそうで、なかった検索手法と考えている。また、平面図の更新作業は、点検作業と同一のチームが行っているため、タイムリーに、確実に運用されるものと確信している。

c)補修形状やシンボルの表示

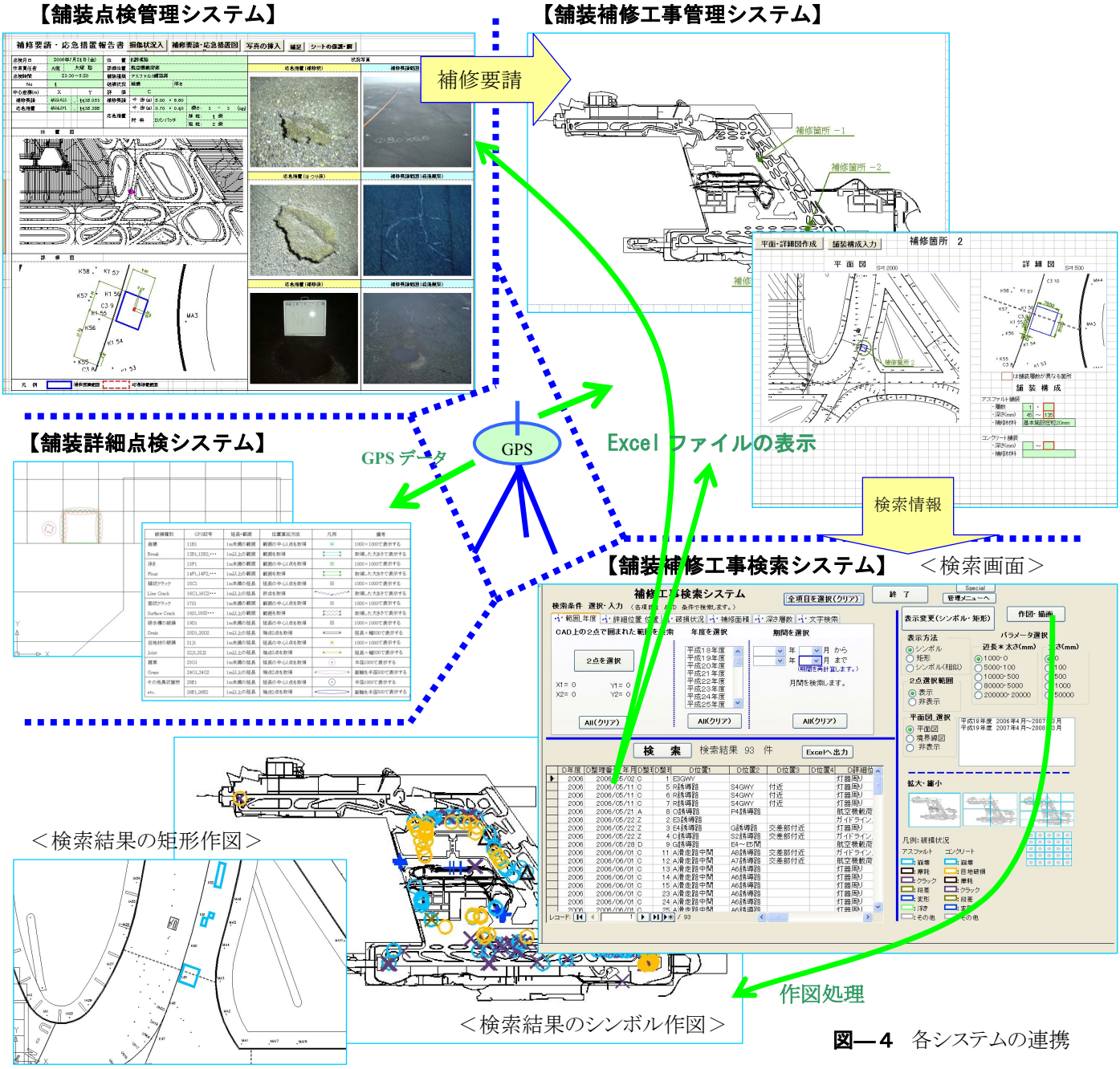
損傷箇所は、中心座標によるシンボル表示ばかりでなく、補修工事を行った隅々の位置座標も記録しているため、損傷形状を CAD 上に表示する仕組も追加した。また、CAD 上に描いたシンボルや損傷形状は画面の拡大・縮小に同期するため、縮尺を段階的に設定して複数のレイヤに作図し、見栄えの良い表示を心がけた。

d)点検日報・補修の設計図書の表示

蓄積情報には、対象となる点検日報や補修工事の設計図書も Excel ファイルとして蓄積しているため、検索された特定のファイル名を元に、パソコン上で、点検日報や補修の設計図書を表示する仕組を構築した。

e)CAD 画面の分割表示

CAD の操作をほとんど知らない人でも、画面の拡大・縮小や移動を簡単に行えるように、全画面、1/4、1/16、さらにそれらを 1/25 に細分して表示するボタンを作成した。



図―４　各システムの連携

５. 開発の効果

今回のシステム開発により、次の効果が得られた。

- 報告書作成時間の大幅な短縮
- データの標準化
- データの一元管理と集計処理
- デジタルデータによる蓄積
- 資料のコンパクト化とエコシステムを目指した紙使用量の削減
- 点検日報・補修工事設計図書の検索表示
- 平面図の履歴管理

６．今後の課題

現在、運用は順調に進んでいる。さらに効率化・高度化を次のとおり目指す予定である。

- 蓄積データの解析
- Ｌ型の自動描画
- 寸法線の自動作図

参考文献

1) 2006 年度土木情報利用技術講演集（社）土木学会 情報利用技術委員会 Vol.31 2006 年 10 月 pp41-44

2) 第 62 回年次学術講演会 （社）土木学会 2007 年 9 月