

II-11 成田国際空港における舗装点検情報管理システムの開発

Development of Pavement Inspection and Management System in Narita Airport

平井達雄¹・萩原克彦²・川原賢³

Tatsuo Hirai, Katsuhiko Hagiwara, and Masaru Kawahara

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。舗装路面日常点検業務の結果はペーパーを主体とした情報の管理を行っていた。この度、点検日報作成作業の省力化、損傷箇所の情報についてデータ蓄積を図ることを目的としたシステムを構築した。開発にあたって、「様式の見直し(作成資料のコンパクト化)」、「2台のディスプレイによる操作性の向上」、「CAD を用いたビジュアル化」、「寸法線の補正処理」、「任意の点からの矩形描画処理エンジン(ロジック)」、「Excel シートのサブルーチン化」等の工夫を行い、ビジュアルで操作性の良いシステムを作成することができ、現在運用を行っている。

キーワード: 舗装点検管理システム, CAD との融合, 自動図化, 寸法線の補正, 点検範囲のビジュアル化

Keywords : Pavement inspection and management system, using CAD, automatic drawings, adjusting dimension line, visualization of field inspection

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。巡回点検業務の結果をペーパーにて管理・運用を行ってきたが、この度、点検日報作成作業の省力化と補修要請箇所の情報について、データ蓄積を図ることを目的としたシステム開発に着手した。

2. システム化のねらい

本システムは日々の点検結果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ため、現行の様式・作成作業手順やデータの蓄積形態等のシステム設計を行い、開発に着手した。

システム設計は単に、現行の作業をそのままパソコンで処理するのではなく、複雑な破損形状を単純化し、標準化を図り、運用の統一を行うようにした。さらに、CAD システムと連動し、簡単なパラメータの選択や数値の入力により、CAD 上に破損形状や寸法線等の情報を描画するシステムを作成した。

今回は、これら、日報の作成作業の省力化に関する報告を行う。

3. 改善・改良事項

(1) レイアウトの変更

開発前の書式は A 4 版、複数ページによる構成で、位置図や詳細図、および現調の写真も A 4 版に 1 枚ずつ貼っていた。

これらの情報を A 3 版 1 ページに 1 カ所の要請箇所を表示するようにレイアウトの検討・変更を行った。なお、鏡(表紙)については従来と同様に A 4 版にした。

この結果、写真は約 1/4 の面積になったものの、サービス版とほぼ同じ大きさであり、細部についても遜色なく描画されている。変更後のレイアウトを図-1 に示す。

(2) 損傷形状の標準化

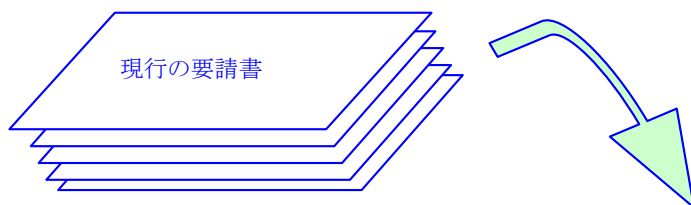
損傷形状は、三角形～変形の多角形に至るまで、一太郎の簡易描画で表現できる形状、および作成者の能力に左右されるが、できるだけ、忠実に再現しようと試みられていた。しかし、補修工事では、施工のし易さや迅速化のため、できるだけ矩形に切削し補修を行っていることを鑑み、また、CAD 上への自動描画処理の簡素化のため、矩形と L 型の 2 つに統一し、標準化を図った。

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 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



補修要請・応急措置報告書

点検月日	2006年4月26日(水)		位 置	A9常陸北側・緑地帯	
作業責任者	A組	大塚 昭	詳細位置	灯台跡	
点検時間	9:00~16:30		舗装種類	アスファルト舗装部	
No	1		破損状況	クラック	
中心座標(m)	X	Y	評 価	B	
補修要請	2486.362	1260.977	寸 法 (a)	6.00	8.00
応急措置	2486.715	1260.961	寸 法 (b)	2.90	2.70
			深さ	1 ~ 4 (cm)	
			材 料	Q10バッチ	
			縦 筋	2 筋	
			横 筋	2 筋	

位 置 図

詳 細 図

凡 例

- 補修要請範囲
- 応急措置範囲

状況写真

応急措置(補修前)

補修要請範囲

応急措置(はつり後)

補修要請範囲

応急措置(補修後)

補修要請範囲

点 検 日 報

空堀内土木建設系補修要請書(418)

マネージャー	マネージャー	副主幹	主 席	組 長

点検月日	2006/4/26	点検時間	9:00~16:30
作業責任者	A組 大塚 昭	天 候	晴 有晴々曇り

点 検 範 囲

車上点検

点検範囲内異常箇所		その他の異常箇所	
番号	位 置	詳細位置	異常箇所
1	A9常陸北側・緑地帯	灯台跡	○
2			○
3			
4			
5			
6			
7			
8			

備考

図—1 変更後のレイアウト

4. システム開発における特徴

(1) プログラム・シートの構成

システムは Excel を中心に開発を行った。コードテーブルも Excel を用いた。位置図や詳細図等はパラメータや辺長等の数値を Excel に入力し、この値を元に CAD へバッチ処理で描画し、この CAD の結果を Excel シートに貼り付けた。また、何回も繰り返し計算される座標計算サブルーチンも別のシートに作成した。

図—2 システム構成

(2) Excel シートのサブルーチン化

一般に、プログラムにおけるサブルーチンはプログラム内部に記述することが一般的であるが、Excel のセル間の関係式を用いて作成した。CAD 上に、寸法線を描画するための個々の座標値の計算処理を別な Book に作成し、入力値を特定のセルに書き込み、その結果をセルから読み出す処理にした。計算手順は簡単なセル間の関係式 (Σ や if 文等) が理解できれば判るような記述にした。

(3) 位置図・詳細図の作成処理の改善

位置図は、A1 版の平面図において、対象となる部分をコピーし、手書きで記入を行い、補修要請書に切り貼りを行っていた。また、詳細図は一太郎の簡易図により、見栄えの良い図を作成し、この図を添付していた。一太郎による簡易作図において、ほぼ同一箇所での損傷は流用することができるが、新たに発生した箇所においては新規に作成しなければならないが、この時に多大な労力を費やしていた。

このような作業を、CAD の平面図を利用し、自動作図、自動貼り付け処理を行うシステム (Excel のマクロ) による開発を行い、作業の効率化を図った。

- 42 -

(4) 矩形・L型描画とロジック

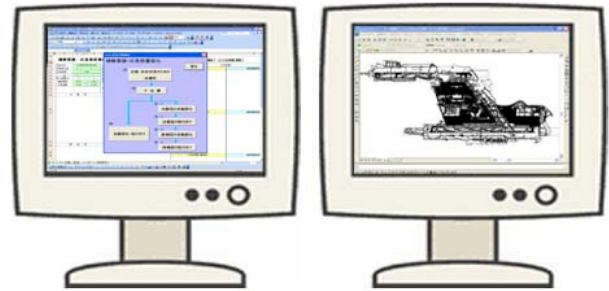
損傷範囲の形状の描画はCAD上に任意の点をクリックし、これらの点を結ぶ線を直角になるように補正するロジックを開発した。描画シミュレーションを図一3に示す。

- 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值により、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）の補正值により、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。

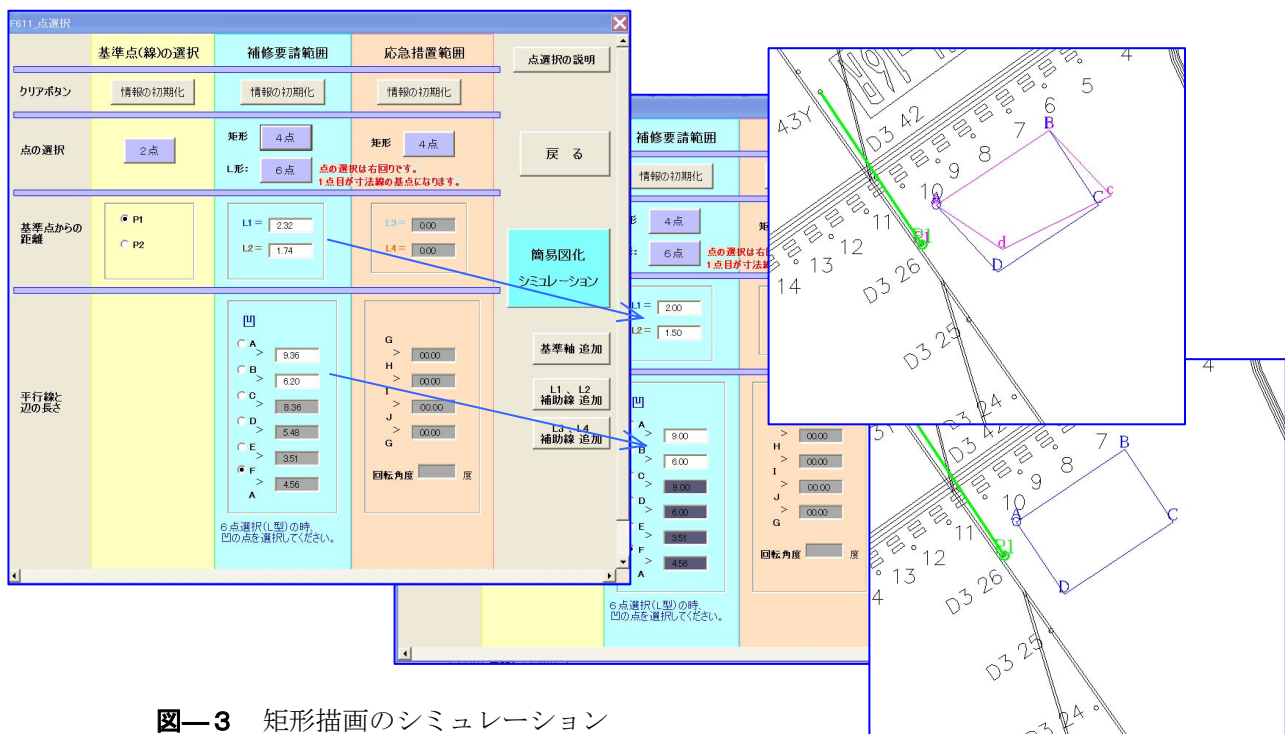
(5) 2台のディスプレイによるマルチ画面

矩形の描画や寸法線の描画シミュレーションをより円滑に行うため、パラメータ入力画面と、CADによる表示画面を別々のディスプレイに表示させるように、画面設計を行った。

画面設定の変更やグラフィックボードの追加により、2台のディスプレイに変更させることが可能であり、対話型のシミュレーションが容易になった。



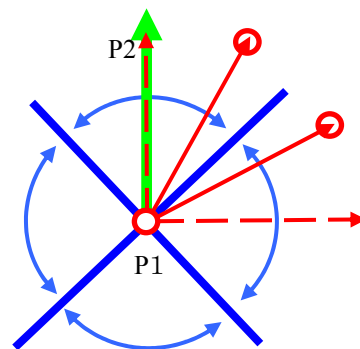
図一4 2ディスプレイ構成のイメージ



図一3 矩形描画のシミュレーション

⑤ 描画ロジック

任意の点を直角方向に補正するロジックの概念を図一5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。



図一5 描画の基本ロジック

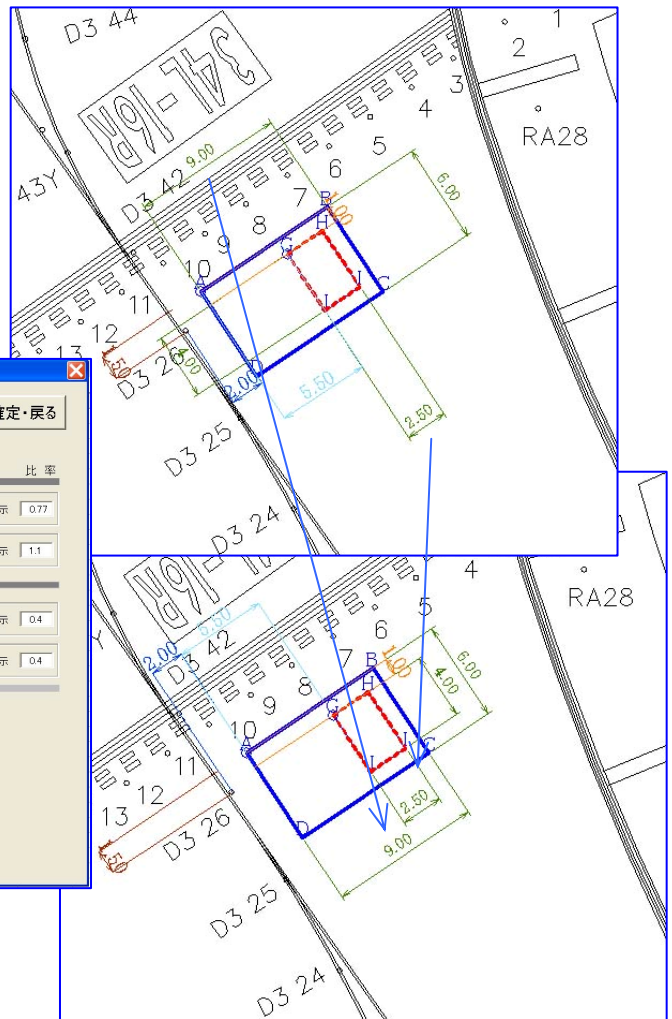
（６）寸法線のシミュレーション

寸法線を単純に自動描画すると地形線と重なり、寸法の数値が読みにくいことが多々ある。この問題を解決するために、パラメータによる補正の仕組みを考案した。パラメータは寸法線の方角と、長さの比率により構成され、必要に応じて、非表示することもできるようにした。

今回は矩形・L型のみであるため、比較的簡単にロジックを構築することができたが、変形の多角形の場合、非常に複雑になり、困難な処理になると推測される。

寸 法 線		補修要請範囲		比率		応急措置範囲		比率		
1 基準点 & 要請範囲端点からの離れ	L1	☐ 正	☒ 反	☐ 非表示	1.7	L3	☐ 正	☒ 反	☐ 非表示	0.77
	L2	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	1.7	L4	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	1.1
2 矩 形	A-B	☐ 正	☒ 反	☐ 非表示	0.7	I-J	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	0.4
	B-C	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	0.7	J-G	☐ 正	☒ 反	☐ 非表示	0.4
3 L 型	D-E	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	1					
	E-F	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	1					
	F-A	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	1					
	A-B	☒ 正	☐ 反	☐ 非表示	1					

図—6 寸法線のシミュレーション



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
(約30分→5分／1カ所)
- データの標準化
- 資料のコンパクト化と紙使用量の削減
- データの一元管理と集計処理

月単位の集計処理において従来は平面図に手作業で、個々にプロットしていた作業が、座標値のデジタル化と一元管理により自動作図が可能となった。これにより作業時間の短縮と人為的なミスの軽減を図ることができた。

今回の開発を機に、損傷程度が低く、経過観察が必要な場合は、文章によるコメントを記録する程度であったものが、位置図および写真の添付等補修要請の報告と同じように作成する運用を強化した。

これらの追加作業が増えても、従来に比べ報告書の作成時間・作成作業が容易になった。

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。

（１）GPSの利用

今回のシステムは目標地点からテープ(巻尺)により位置特定することを前提にシステム開発を進めたが、GPSを利用し、座標値を直接入力できるシステム処理を追加する予定である。

（２）蓄積データの解析

蓄積データを総合的に解析する項目の検討と解析システムの開発を行う予定である。

（３）L型の自動描画

L型の自動描画において、凹点の判断は半自動になっているが、この判断を自動で行えるロジックに変更する予定である。

（４）寸法線の自動作図

寸法線が地形線と重なると、その数値情報の判別が困難なことがある。これらを回避するための処理ロジックについて研究を進めていきたいと考える。