

平成27年度

新千歳空港におけるローディングエプロンの水たまり解消に向けた現地調査

札幌開発建設部 千歳空港建設事業所 第1工務係 ○新谷 秀幸
小川 瑛司
川内 宏哉

新千歳空港の国内線ローディングエプロンは、新ターミナル供用開始前の昭和62年度から平成2年度にかけて建設された。建設から25年が経過した当該エプロンは概ね健全な状態を保っているが、雨水や融雪水が滞水し、航空機のハンドリング作業等に支障を来している。また、当該エプロンは航空機の運航上、日中での測量が困難であり、夜間の作業になることから、限られた時間で広大な範囲を測量する必要がある。本論文は、作業時間を短縮出来る車載型移動計測システムによる測量の特性と、国内線ローディングエプロンの水たまり解消に向けた現地調査を報告する。

キーワード：基礎技術、健全度、事故防止

1. はじめに

新千歳空港は、719haもの広大な土地に3,000mの滑走路を2本とターミナル施設を備えた、北海道最大の拠点空港である。年間1,900万人以上（平成26年）の利用者が日本全国及び国外から集まり、新千歳空港から旅立っている。国内線航空機が駐機する新千歳空港の国内線ローディングエプロンは、新空港ターミナル供用開始前の昭和62年度から平成2年度にかけて建設された。建設から25年が経過した当該エプロンは概ね健全な状態を保っているが、雨水や融雪水が滞水し、航空機のハンドリング作業等に支障を来しているとの報告が事業者から寄せられている。



写真-1 新千歳空港国内線ローディングエプロン全景

また、国内線ローディングエプロンでは、昼夜にかけての航空機駐機のほか、PBB（パッセンジャーボーディングブリッジ：搭乗橋）やハイドラント給油施設も設置されており、常に航空機や地上支援車両等が入り出している状況にある。このため、日中での測量作業が困難で

あり、航空機が運航していない夜間での作業が求められる。このことから、国内線ローディングエプロンの測量では、現地作業時間を短縮出来る車載型移動計測システムを使用し、勾配の変状、滞水箇所及び深さの把握を行った。また、調査では、滞水の原因として「舗装の支持力低下」や「舗装版と路盤の間に空隙が生じたための不同沈下」が想定されたため、FWD調査、コンクリート舗装版の圧縮・引張強度試験、簡易支持力調査、舗装版下の空隙の確認を行い、舗装構造の調査を行った。本論文では、車載型移動計測システムによる測量の特性を述べるとともに、国内線ローディングエプロンの水たまり解消にむけた現地調査を報告する。

2. 車載型移動計測システムによる測量の特性

車載型移動計測システムは、GNSS 測量機、慣性計測装置（IMU）、オドメータ（車両移動量測定装置）、レーザースキャナー及びデジタルカメラ等を搭載したシス



写真-2 移動計測システムを搭載した車両

テムで構成され、移動可能な車両に搭載されることにより、走行しながら周辺の3次元情報を高精度で効率的に取得出来るシステムである。測量では、時速20kmから60km程度での走行計測が可能であり、時速が低ければ縦断方向の計測点間隔が短くなり、測定密度が増える。測量の際は、車両が通常に走行しているのみのため、一般国道の場合においても交通規制が不要であり、車両内計測作業であることから、屋外での現地作業がないことも特徴である。

本測量では、新千歳空港国内線ローディングエプロンの面積0.38km²を4日間で測量しており、標準的な現地測量を行った場合は、外業日数で30日程度かかることから、大幅に外業が軽減されることになる。ただし、測量後の測定値が膨大になるため、座標選定に時間を要してしまう難点がある。座標を選定するにあたり、およそ3.6億ものデータから異常値を排除し、更には評価の単位となる50cm×50cmにつき、1点を選定しているため、解析日数が1ヶ月程度要する実態となっている。解析処理した後は、段彩図を作成する。これは平面的な高さを表すものであり、高い点については暖色、低い箇所については冷色を示す。移動計測システムでは、面に対して多くの座標を得ることが出来るが、空港舗装におけるコンクリート版では、一般的に目地高さ(版4隅の高さ)で管理するため、多数の座標の中から選定するには多大な時間を要することになる。

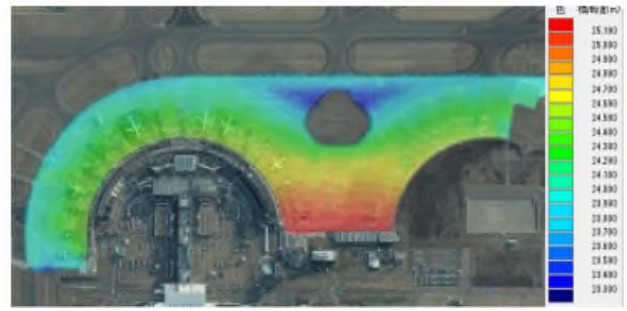


写真-3 解析処理した段彩図

3. エプロンの現況高さ、勾配、滞水箇所

三次元計測システムで取得したデータによる現況高さコンター(10cm 間隔コンター: 緑色線)に基準勾配逸脱箇所を記載したものを図-1に示す。現況高さコンターが、国内線旅客ターミナルビル側に伸びてきていることから、多くの箇所で建設時よりもエプロン高さが低くなっている結果となった。特に10番~11番スポットが顕著になっている(紫着色部)。また、エプロンの勾配(部分勾配)は、雨水の排水性を考慮し、1%以下を原則とすることが定められており、基準を超えている箇所が散見される結果となった。

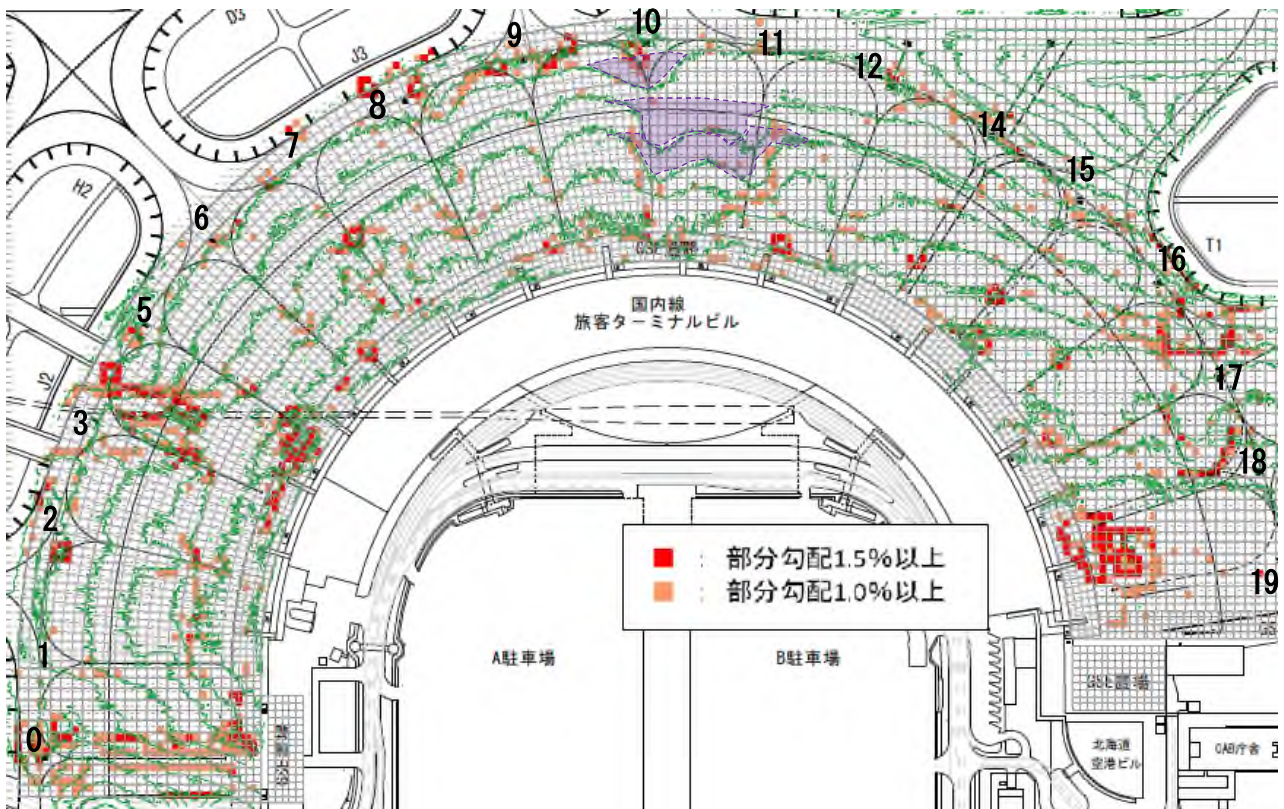


図-1 現況高さコンターと基準勾配逸脱箇所

次に、三次元計測システムで取得したデータから高さを取得し、横断面方向勾配を整理したものを図-2に示す。

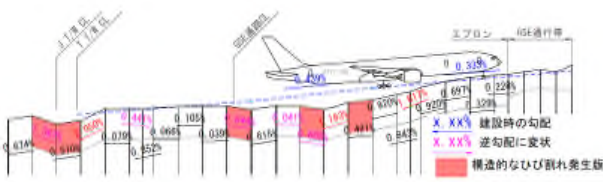


図-2 三次元計測データによる断面図（駐機11番スポット）

建設時の高さ及び勾配を水色破線、構造的破損が生じている版を桃色着色で表している。結果として、全てのスポットのいずれかの箇所で建設時と逆の勾配に変状している舗装版が確認された。また、多数の舗装版が建設時の勾配を維持出来ていないことが確認された。舗装版の高さについては、GSE 通行帯より駐機位置側から主脚の停止位置にかけて、特に低くなっていることが確認された。

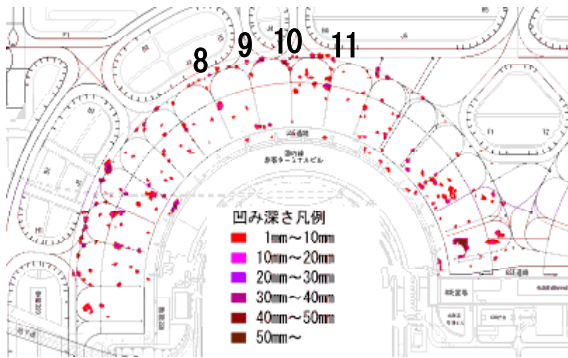


図-3 滞水箇所・深さを示す平面図

図-3 に滞水箇所及び深さを示すが、滞水箇所は全体的に分布しており、特にスポット軸線上に多くみられる。J誘導路も、全体的に逆勾配に変状し滞水箇所が分布しており、特に 8 番～11 番スポットの後方に多くみられる。写真-4 にも示すように、雨天時における目視からも全体的に水溜りがあることが確認されている。



写真-4 国内線ローディングエプロンの水たまり状況

4. エプロンの目視状況、材料試験、支持力調査

測量結果から、エプロン高さの低下や勾配の変状が確認されたため、ローディングエプロンにおける目視調査、舗装材料試験、空隙調査及び簡易支持力調査を行った。

現地における目視では、駐機7番～12番スポットの導入線付近で、構造的ひび割れが発生している版が確認された。また、J2～J5誘導路にかけても、誘導路中心線沿いの版に構造的なひび割れが発生していた。

駐機15番～18番スポットにかけては、版表面の荒れが多くみられた。また、少量ではあるが水たまりも確認されている。



写真-5 駐機9番スポットにおける主脚位置のひび割れ



写真-6 J3～J4誘導路のひび割れ

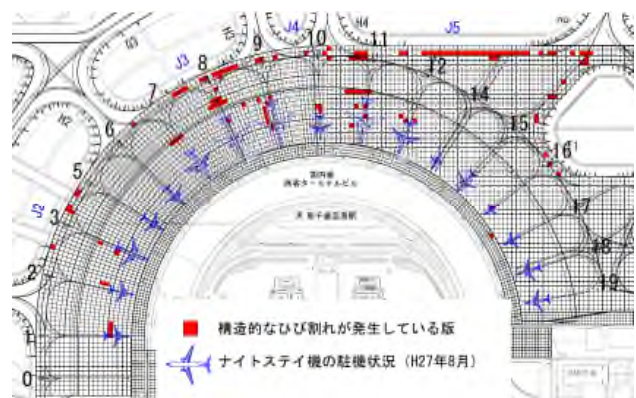


図-4 構造的ひび割れが発生している版の位置

空隙調査については、圧縮強度試験用供試体及び引張強度試験用供試体を採取した後、採取孔にファイバース

コープを挿入して舗装版下の空隙を調査した。その結果、2~3mmの空隙が見られた箇所があったが、後述するFWD調査結果から大きなたわみではないことが分かっているため、舗装版に大きな影響を与えているとは考えにくい。



写真-7 コア採取後の空隙状況 (駐機15番スポット)

コンクリート舗装版の圧縮・引張強度試験については、試験結果から設計曲げ強度5.0MPaよりも大きな値が確認された。

表-1 コンクリートの強度試験結果 (駐機15番スポット)

コア採取箇所	整備 工事	コア長さ (mm)	圧縮強度		引張強度		曲げ強度
			fc (MPa)	①曲げ強度 fb (換算) (MPa)	ft (MPa)	②曲げ強度 fb (換算) (MPa)	平均(換算曲げ強度) fb (①+②/2) (MPa)
SP 3	H1dその3	378	44.6	5.3	3.5	5.5	5.4
SP 8	S62dその2	382	42.3	5.1	2.8	4.6	4.8
SP 9	H2dその2	381	42.3	5.1	3.4	5.3	5.2
SP 10	S61dその1	389	52.0	5.9	3.7	5.7	5.8
SP 11-1	S63dその3	392	48.2	5.6	3.4	5.3	5.4
SP 11-2	S59d	386	46.6	5.4	3.5	5.4	5.4
SP 12	S63dその3	387	47.9	5.5	3.8	5.7	5.6
SP 15	H1dその3	383	47.8	5.5	3.8	5.8	5.6

簡易支持力調査についても、路盤等の支持力低下は見られなかった。これらの結果から、舗装材料等については、劣化が認められないため、舗装材料の健全度は問題無いと考えられる。

表-2 簡易支持力測定結果 (駐機15番スポット)

調査対象	種別	規格	単位	sp11	sp15	sp16	摘要
路盤	簡易支持力試験	インバ外値 (ta)	-	34.8	30	33.8	
		K30の推定値	MN/m ³	260.4	219.4	251.1	
		K75の推定値	MN/m ³	104.2	87.8	100.4	K75=K30/2.5
		融解時:上記×0.8	MN/m ³	83.3	70.2	80.3	設計時70MN/m ³

5. FWD調査

FWD調査を行い舗装面のたわみを算出するとともに、目地部やひび割れ部の荷重伝達率についても算出した。当該調査地点で算出されたたわみ比が1.0以上の場合、構造上問題のある可能性があり、荷重伝達率についても算出された値が85%以下の場合、同様に構造上の問題が懸念される²⁾。調査箇所はコンクリート舗装版中央部及び目地部で行った。

図-5に調査位置、たわみ比及び荷重伝達率の算出結果を示す。コンクリート舗装版中央部について測定した結果、全ての地点でD0たわみ比が1.0を超えない(理論値を超えない)結果となった。また、ひび割れ部の荷重伝達率についても、85%を超え、版としての一体性を維持している結果となった。

次に、版の目地部について測定した結果では、測定50点中18点でD0たわみ比が1.0を超える結果となった。また、目地部の荷重伝達率を算出した結果、50点中20点で85%を下回る結果となった。

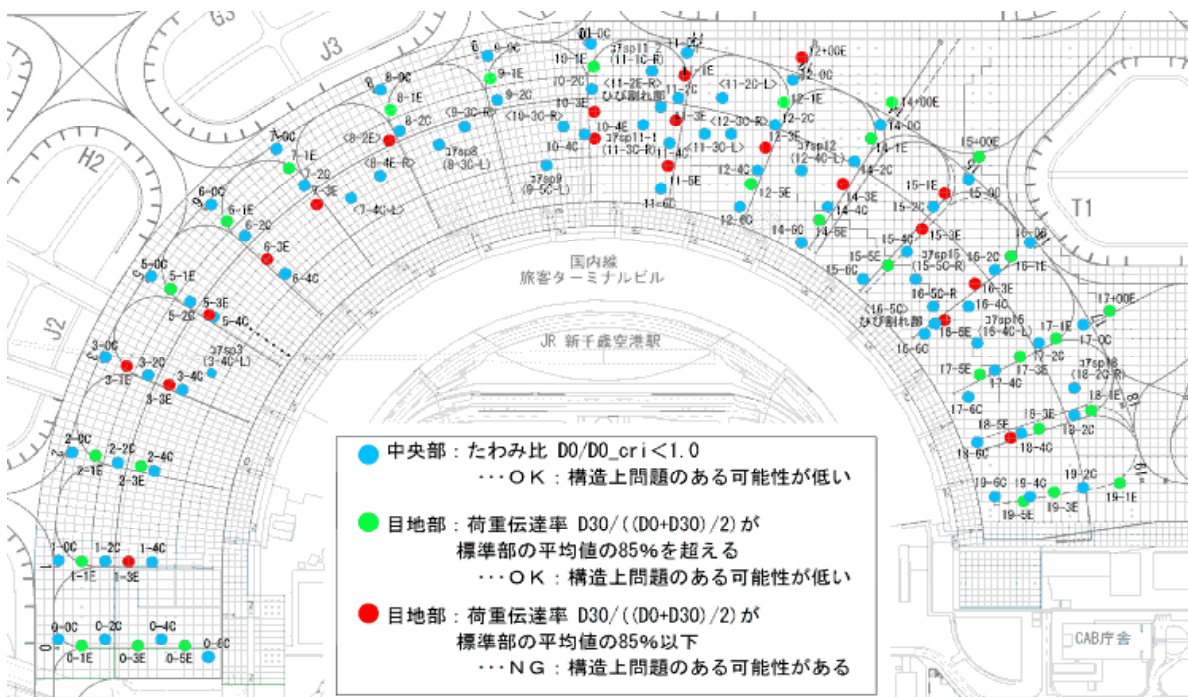


図-5 FWD調査位置及び調査結果

これらより、コンクリート舗装版の目地部については、構造上問題のある可能性が懸念される。

また、荷重伝達率が85%以下の目地部と図-3に示した滞水箇所が概ね重なっている傾向が見られた。

6. おわりに

車載型移動計測システムによる測量では、短時間で膨大な3次元データが得られること、また、現地での外業等が制約される場合においては有効であることが解り、これらについては一般的な現地測量より優れていると考えられる。一方で、得られたデータの解析については多大な時間を要することになるため、内業が増えることになる。また、同システムによる測量で得られたエプロン高さと同国内線ローディングエプロンにおける滞水箇所については、概ね一致していることがわかった。コンクリート舗装版の強度と路盤等の支持力についても、設計強度より大きな値であったことから、舗装材料の健全度は問題無いことがわかった。

国内線ローディングエプロンのコンクリート舗装版の構造上の問題を把握するために行ったFWD調査についても、荷重伝達率が85%を超えない位置は目地部となっており、滞水箇所と概ね重なっている傾向がわかった。

エプロンの改良については、国内線ローディングエプロン及び誘導路の段階的な部分閉鎖、仮設誘導路の切り回し、代替スポットの確保等が必要になり、更には、多くの関係機関（施設管理者、航空管制、エアライン、ビル会社、給油施設管理者等）との調整、合意形成も必要となる。これらの課題等を整理しながら、本調査で得られた成果を今後の調査設計に反映させていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 「空港土木施設の設置基準・同解説」H27年4月一部改訂、3-31)
- 2) 「空港舗装補修容量及び設計例」H27年4月一部改訂、付録-18)