

東京国際空港国際線エプロン 走行する航空機によりコンクリート舗装に発生する応力測定

大成建設株式会社 正会員 ○伊藤 友一

大成建設株式会社 正会員大塚 徳之・正会員 天野 喜勝・正会員 神谷 誠

大成ロテック株式会社 正会員 野田 喬博

国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 佐藤 伸一・桐原 憲一郎

1. はじめに

東京国際空港においては、国際線航空需要の増大に対応するため、我が国初の大型土木 PFI (Private Finance Initiative) 事業として国際線エプロンを中心とする施設を整備し、平成 21 年 9 月 (一部、平成 22 年 7 月) に施設の引渡しを行った。その後、国土交通省成長戦略会議答申を受けて東京国際空港の国際線枠を 6 万回から 9 万回へ増便することが決定された。それに伴い、平成 24 年 9 月よりエプロンの拡張工事を実施し、平成 26 年 3 月に拡張部の工事を完了し施設の引渡しを行った。

本事業におけるエプロン舗装では、構造物としての耐久性、供用中の勾配変化、補修の容易性、大規模補修計画と維持管理方針を検討し、無筋 (NC) コンクリート舗装を採用¹⁾している。エプロン舗装の設計は、耐久性を照査する疲労度設計手法を用いて実施している。

ラフテレーンクレーンを用いた荷重載荷試験結果および試験による舗装版発生応力と設計値の比較結果については以前に報告²⁾を行った。本報告では、走行する航空機荷重による動的荷重計測結果および動的荷重により舗装版に発生した応力と設計に用いた FEM 解析手法を用いて算定した舗装版の発生応力を比較した結果について報告する。

2. 計測器設置位置

計測器が設置されているコンクリート版の位置を図-1 に示す。計測器が設置されているコンクリート版は、平面寸法 8.5m×8.5m、版厚は 145 スポットが 46cm、P8 誘導路が 47cm であり、周囲に隣接するコンクリート版とはダウエルバー (直径 42 mm、長さ 800mm、ダウエルバー間隔 400mm) にて連結されている。コンクリート版に設置されているひずみ計 (測温機能付き) および温度計の配置を図-2 に示す。145 スポットの計測器は、平面的に版中央部、版縁部およびその中間部に設置されており、深さ方向にはひずみ計 (測温機能付き) 3 箇所、温度計 2 箇所が設置されている。P8 誘導路の計測器は、平面的に版中央部、版縁部に設置されており、深さ方向にはひずみ計 (測温機能付き) 3 箇所が設置されている。

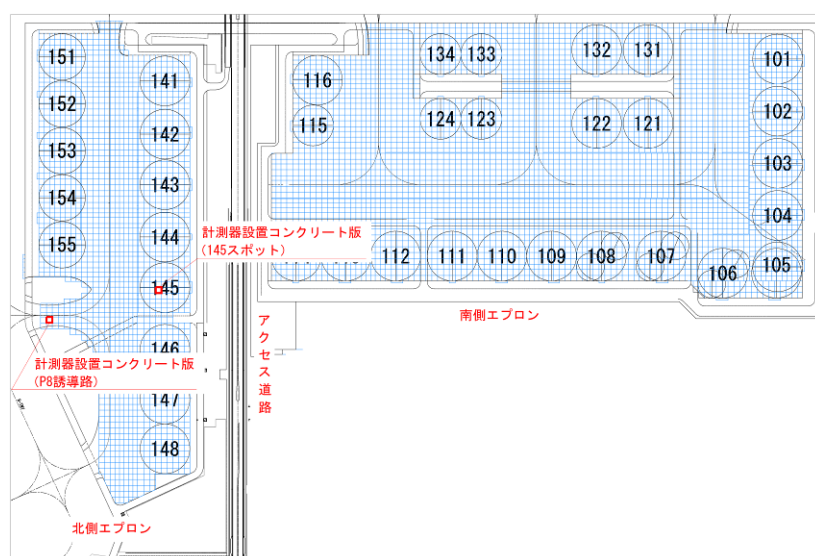


図-1 計測器設置位置図

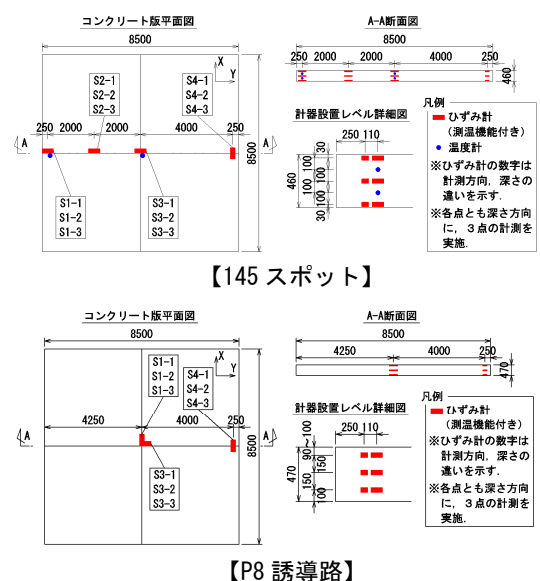


図-2 計測器配置図 (単位: mm)

キーワード 羽田空港, エプロン, 空港舗装, コンクリート舗装, 走行荷重計測

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 土木設計部 TEL 03-5381-5417

3. 動的荷重計測方法および結果

動的荷重計測は、計測器設置箇所を通過する航空機（B767-300）を対象として実施した。航空機が計測器設置箇所を通過する際に動的計測によりデータを収集した。計測結果の一例として 145 スポットに設置した版中央部（S3-1～S3-3）の計測結果を図-3 に、航空機車輪通過位置図（荷重載荷位置図）を図-4 に示す。

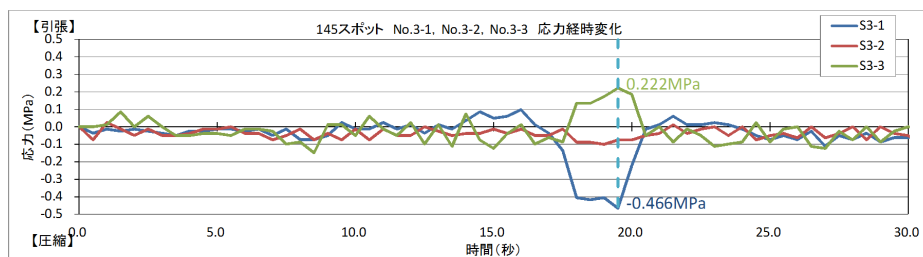


図-3 動的荷重計測結果

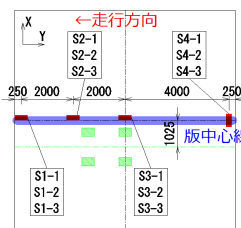


図-4 航空機車輪通過位置図
(荷重載荷位置図)

4. コンクリート舗装版応力算定方法

コンクリート舗装版に発生する応力については、設計で用いた西澤ら³⁾による 2 次元平板 FEM を使用して、輪荷重による応力を算定する手法とした。1 枚が 8.5m×8.5m の連続する 9 枚の NC 舗装版をモデル化し、各舗装版の目地部における荷重伝達効果は、せん断バネ係数、曲げバネ係数、ねじりバネ係数で示される 3 つのバネモデルにより表現した。FEM 解析の概要図を図-5 に、FEM 解析に用いた定数を表-1 に示す。

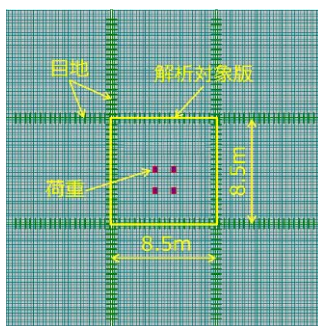


図-5 FEM 解析概要図

表-1 FEM 解析条件

目地間隔	850 (cm)	----
コンクリート版	弾性係数 34,000 (MPa)	空港舗装設計要領
	ポアソン比 0.15	—
	路床支持力係数 (K 値) 70 (MN/m ²)	空港舗装設計要領
	単位体積重量 0.024 (MN/m ³)	空港舗装設計要領
	線膨張係数 10×10 ⁻⁶ (1/°C)	空港舗装設計要領
目地	せん断バネ定数 500 (MPa)	----
	曲げバネ定数 0 (kN/m)	----
	ねじりバネ定数 0 (kN/m)	----
ダウエルバー	弾性係数 205,940 (MPa)	コンクリート標準示方書
	ポアソン比 0.3	—
	直径 4.2 (cm)	----
	長さ 80 (cm)	----
	コンクリート支持力係数 4,000 (MPa)	----
	目地幅 1 (cm)	----
	間隔 40 (cm)	----

5. 動的荷重計測結果と解析結果の比較

版中央部通過時の動的荷重計測結果と FEM 解析結果について版中心線上の舗装版下面の引張応力に着目して比較した結果を図-6 に示す。FEM 解析を行う際の荷重条件は、離陸時・着陸時の 2 ケースの脚荷重とした。版中央部の応力を比較すると P8 誘導路については、X 方向応力、Y 方向応力ともに応力値が良い整合を示したが、145 スポットについては、計測結果が解析結果より小さな値を示す結果となった。

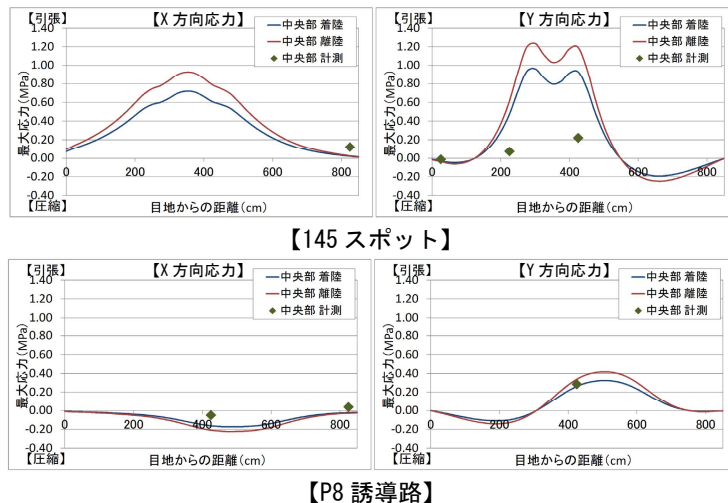


図-6 計測結果と解析結果の比較

6. まとめ

本報告では、エプロンコンクリート舗装 2 箇所において実施した航空機荷重による動的荷重計測結果および設計で用いた FEM 解析の解析結果との比較結果について述べた。計測結果と解析結果が整合しない原因としては、航空機荷重の大きさの違いが最も大きな要因であると考えられるが、航空機荷重は実測することができないため原因を推定することは困難である。今後、計測数を増やしデータを蓄積することで、航空機荷重によりコンクリート舗装版に発生する応力と設計に用いた FEM 解析による応力算定手法の妥当性について検証していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 疲労度設計手法を用いた空港コンクリート舗装の維持管理手法の検討 下村他 土木学会舗装工学論文集 第 12 巻 pp211-218
- 2) 東京国際空港国際線エプロンコンクリート舗装における荷重載荷試験 伊藤他 土木学会第 69 回年次学術講演会 V-561
- 3) FEM 解析に基づくコンクリート舗装版横目地のそり応力式 西澤他 土木学会論文集 No.532/V-30 pp89-96 1996