

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

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 土方 遍・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 岡田 圭亮

国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 小野出 則雄・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している。¹⁾エプロン舗装の設計に関しては、耐久性を照査する疲労度設計手法を用いている。

既設エプロン舗装部には、温度・ひずみを計測するための計測器が設置されている。計測器設置の主な目的は、設計で用いた温度応力式の妥当性を確認すること²⁾であった。今回の拡張工事において計測器設置箇所のスポットが閉鎖されることから設計で用いた脚荷重により舗装版に発生する応力の算定手法 (FEM 解析による応力算定手法) についても妥当性を確認するために荷重載荷試験を実施した。

本報告では、荷重載荷試験の結果および載荷試験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 46cm 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 42cm、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。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。

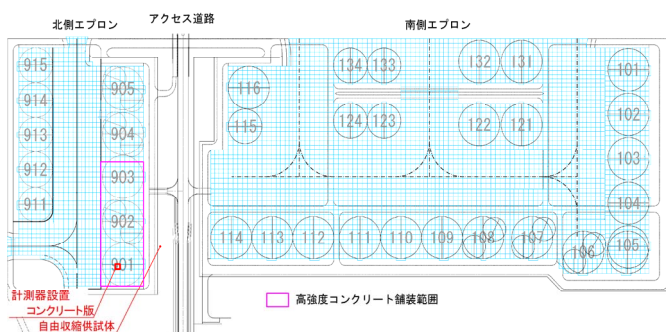


図-1 計測器設置位置図

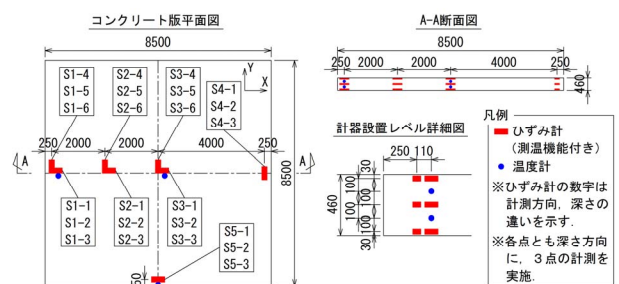


図-2 計測器配置図 (単位: mm)

3. 荷重載荷試験方法

荷重の載荷は 50t ラフテレーンクレーンを用いて実施し、版中心線上のひずみ計設置位置 (4 箇所) の直上に輪荷重が作用するように載荷位置を決定した。荷重の載荷位置図を図-3 に、載荷荷重の諸元を表-1 に示す。

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、西澤ら³⁾による 2 次元平板 FEM を使用して、輪荷重によるキーワード 羽田空港、エプロン、空港舗装、コンクリート舗装、荷重載荷試験

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 T E L 03-5381-5417

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-4に、FEM解析に用いた定数を表-2に示す。

5. 荷重載荷試験結果と解析結果の比較

深さ方向の荷重載荷試験結果の一例として版中央部載荷 (Case3) の試験結果および S3 における解析結果を図-5 に示す。試験結果は、載荷位置近傍のひずみ計設置位置 (S3-1~S3-6) に大きな応力が発生しており、版上面に圧縮応力、版下面に引張応力が発生している。解析結果も同様の傾向となっており試験結果と解析結果は良い整合を示している。

荷重載荷試験結果と 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。版中央部載荷 (Case3) については、X 方向応力、Y 方向応力ともに応力値が中央部で良い整合を示したが、縁部については整合しない結果となった。版縁部載荷 (Case1, Case4) については、発生傾向は概ね再現できる結果となったが応力値については整合しなかった。

縁部の結果については、いずれのケースも解析値と試験値が整合しなかったが、曲げばね定数の設定がひとつの要因であると考えられる。

6. まとめ

本報告では、エプロンコンクリート舗装において実施した載荷試験結果および FEM 解析を用いた解析結果との比較結果について述べた。中央部載荷における中央部の応力値については、概ね再現することができたが、縁部については再現できなかった。縁部応力の再現については、目地部の定数を再設定することで再現可能であると考え、今後の検討課題である。

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)空港コンクリート舗装版の温度応力特性と疲労度設計への適用 広重他 土木学会舗装工学論文集 第15巻 pp219-226
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

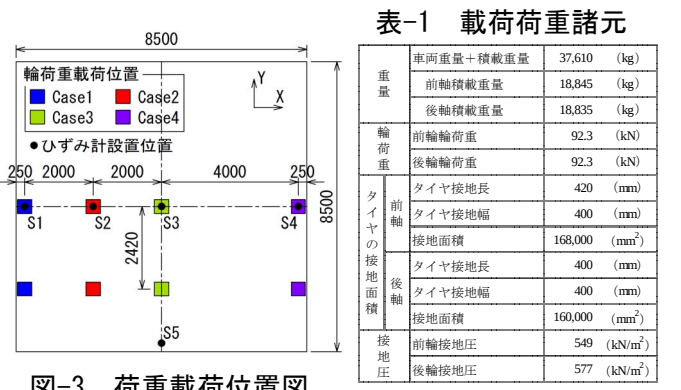


図-3 荷重載荷位置図

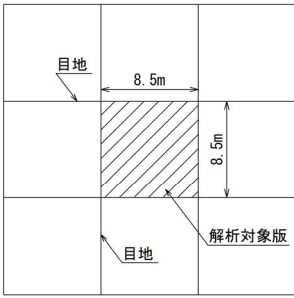


図-4 FEM 解析概要図

表-2 FEM 解析条件		
目地間隔	850 (cm)	----
弾性係数	34,000 (MPa)	空港舗装設計要領
ポアソン比	0.15	空港舗装設計要領
路床支持力係数 (K値)	70 (MN/m ³)	----
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/℃)	空港舗装設計要領
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)	----
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	コンクリート標準示方書
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)	----

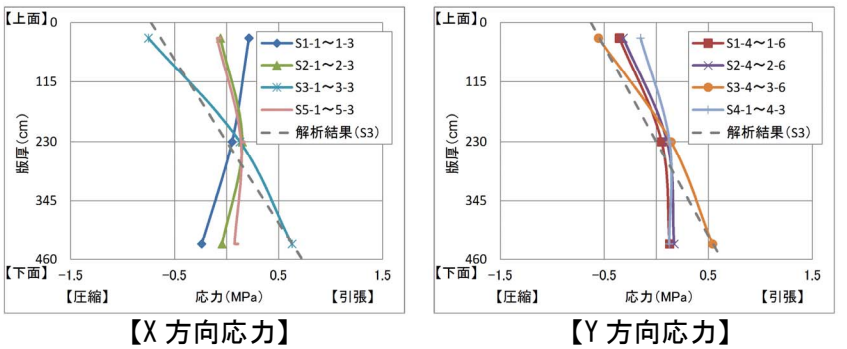


図-5 載荷試験結果 (Case3)

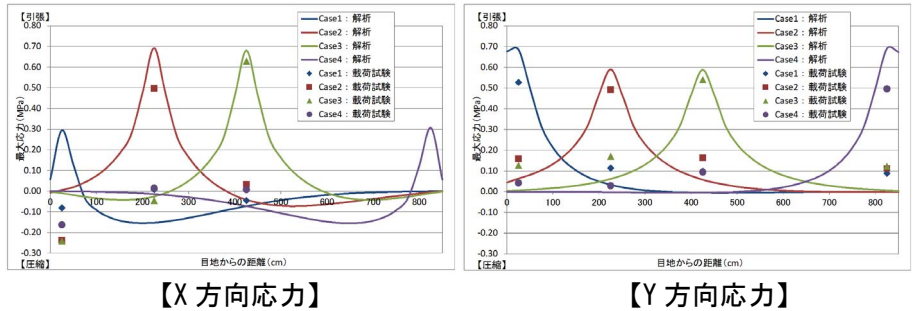


図-6 試験結果と解析結果の比較