

空港コンクリート舗装の目地間隔の拡大に伴う舗装解析

国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所	正会員	○西野 仁
国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所		下司 弘之
日本工営株式会社首都圏事業部交通運輸部		梶田 学
日本工営株式会社首都圏事業部交通運輸部		久川 裕史
日本工営株式会社首都圏事業部交通運輸部	正会員	坪井 伸治

1. はじめに

東京国際空港においては、軟弱層厚及び土質特性のばらつきに起因する不同沈下の発生が避けられないため、エプロンの設計をする際にコンクリート版厚毎の許容不同沈下量及び許容曲率半径を設定し、不同沈下シミュレーション及びクラック度算定により、コンクリート舗装の適切な版厚設定を行ってきた。

従来の空港舗装構造設計要領（（財）港湾空港建設技術サービスセンター）によると、空港コンクリート舗装（NC舗装）の最大目地間隔は7.5mとされていたが、近年のコンクリートフィニッシャー等の舗設機械の能力向上等を反映し、同要領の改訂（平成16年4月）において、最大目地間隔は8.5mに拡大されたところである。本検討は、既往の「不同沈下を考慮した舗装構造設計法」に従って、目地間隔8.0m、8.5mのコンクリート版について解析し、これらの目地間隔に対する許容不同沈下量及び許容曲率半径を算定するとともに、当空港における目地間隔拡大の採用について検討した。なお、従来の目地間隔7.5mについても確認のため、解析を実施した。

2. FEM解析のモデル化

既往の解析と同様に、航空機荷重（B-747-400）の1脚中央載荷及び2脚縁部載荷をモデル化（図-1）し、不同沈下による空隙を設定し、NC版の自重及び航空機荷重が作用するケースについて解析し、それぞれの最大発生応力を求めた。なお、モデル化に際しては、FEM解析には当空港エプロン舗装設計で使用されてきた国土技術政策総合研究所所有のFEMプログラム（名称：JOINT 1999）を利用し、コンクリート版は平板要素、路盤はWinkler支承（空隙を考慮）でモデル化した。

不同沈下の形状は、不同沈下幅30mに対して不同沈下量0,2,5cmを三次曲線により設定し、NC版周囲の4点によって接地した状態（図-2）を初期状態としたので、中央部に最大空隙が生じた。

- ・目地間隔 7.5,8.0,8.5m
- ・不同沈下幅30mに対する不同沈下量 0,2,5cm
- ・コンクリート版厚 42~50cm
- ・コンクリート弾性係数 35,000N/mm²
- ・コンクリートポアソン比 0.15
- ・コンクリート単位体積重量 0.0024kgf/cm³
- ・路盤支持力係数 70MN/m³
- ・B-747-400満載時の脚荷重 92.8t
- ・B-747-400満載時のタイヤ接地圧 14.1kgf/cm²
- ・B-747-400満載時のタイヤ接地面積 1,645cm²

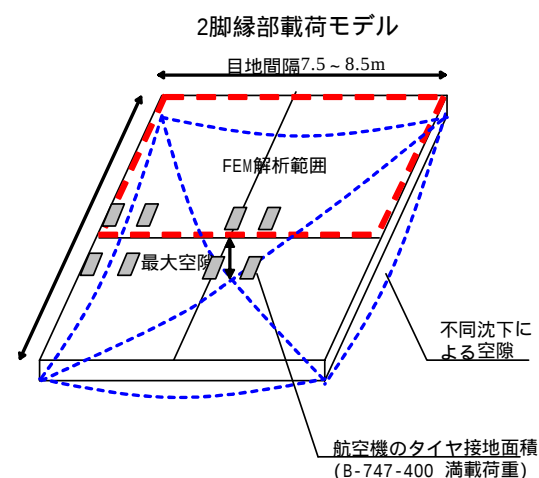
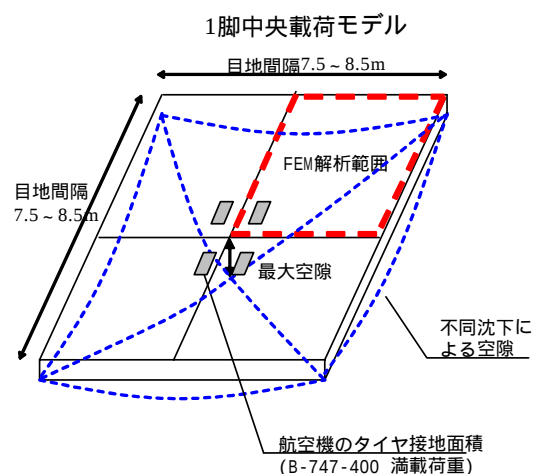


図-1 航空機荷重の載荷モデル

キーワード 空港コンクリート舗装，目地間隔の拡大，FEM解析，不同沈下

連絡先 〒221-0053 神奈川県横浜市神奈川区橋本町 2-1-4 TEL:045-461-3897 FAX:045-461-3899

3．許容不同沈下量及び許容曲率半径の算定

温度応力は、岩間の温度応力式を用い、温度上昇時（正の温度差 15℃：上面温度＞下面温度）を適用し、 $\sigma_t = 1.75 \text{ N/mm}^2$ とした。コンクリート曲げ強度 5.0 N/mm^2 に対し、許容発生応力は $\sigma_A = 5.0 - 1.75 = 3.25 \text{ N/mm}^2$ (32.5 kgf/cm^2) となる。

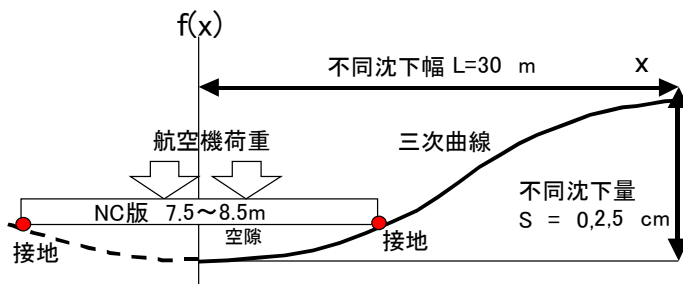
この許容発生応力に対応する許容不同沈下量（図-3）を算定し、さらに図-2 に示す式を用いて許容曲率半径を定めた（表-1）。版厚 45cm 以下の場合には、目地間隔 8.5m が許容不同沈下量は大きく（許容曲率半径は小さく）それ以上では 7.5m、8.0m、8.5m と目地間隔が大きくなるに従い、許容不同沈下量は小さく（許容曲率半径は大きく）なることが判明した。

表-1 許容不同沈下量及び許容曲率半径

版厚	許容不同沈下量			
	従来7.5m	目地間隔7.5m	目地間隔8.0m	目地間隔8.5m
42 cm	0.00	0.00 cm	0.00 cm	0.00 cm
43 cm		0.15 cm	0.19 cm	0.26 cm
44 cm		0.30 cm	0.39 cm	0.53 cm
45 cm	0.60	0.67 cm	0.74 cm	0.76 cm
46 cm		1.19 cm	1.07 cm	1.00 cm
47 cm		1.64 cm	1.51 cm	1.35 cm
48 cm	1.60	2.08 cm	1.95 cm	1.69 cm
50 cm		3.03 cm	2.39 cm	2.27 cm

版厚	許容曲率半径			
	従来7.5m	目地間隔7.5m	目地間隔8.0m	目地間隔8.5m
42 cm	∞	∞	∞	∞
43 cm	75,000 m	100,000 m	79,000 m	57,700 m
44 cm	37,500 m	50,000 m	38,500 m	28,400 m
45 cm	25,000 m	22,400 m	20,300 m	19,800 m
46 cm	16,667 m	12,700 m	14,100 m	15,000 m
47 cm	12,500 m	9,200 m	10,000 m	11,200 m
48 cm	9,375 m	7,300 m	7,700 m	8,900 m
50 cm		5,000 m	6,300 m	6,700 m

白抜きのセルは、直線補間により求めたものである。



曲率半径の算定式

$$R = \frac{L^2}{6S}$$

R: 曲率半径 (m)
L: 不同沈下幅 (=30m)
S: 不同沈下量 (m)

三次曲線式に基づく不同沈下形状

$$f(x) = (2S/L^3)x^3 + (-3S/L^2)x^2 + S$$

図-2 不同沈下の設定

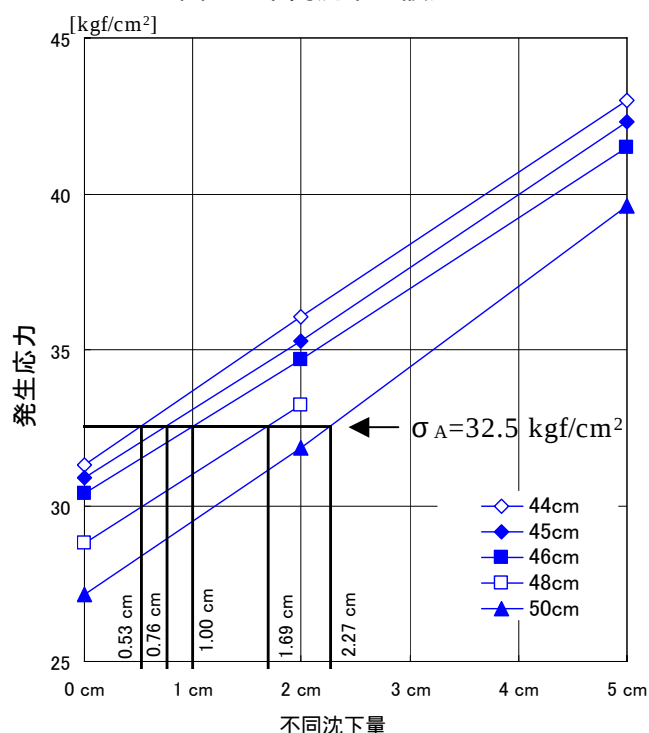


図-3 不同沈下量による発生応力
（目地間隔が 8.5m のケース）

4．まとめ

本検討によって各目地間隔に対する許容不同沈下量及び許容曲率半径が定まり、今後の当空港における空港コンクリート舗装について合理的な目地間隔・版厚の設定が可能となった。

今回、版厚 45cm 以下では目地間隔 8.5m の許容不同沈下量が大きくなる結果を得たが、これは同じ不同沈下に対して目地間隔 8.5m の場合に版厚を小さくできることを意味する。つまり比較的 different 沈下が小さい場合には、目地間隔の拡大が、目地本数の減少等によるコスト縮減効果があることに加えて、版厚を薄くできるという点においても経済的に有利であるといえる。

最後に、国土技術政策総合研究所空港研究部の八谷好高 空港新技術研究官に FEM プログラムの貸し出し並びにご指導を頂いたことを記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) 早田修一, 八谷好高, 地盤の不同沈下を考慮した空港コンクリート舗装の構造設計, 土木学会論文集 No. 451 / -17, pp313-322, 1992. 8
- 2) 坪川将丈, 八谷好高, 松崎和博, 空港コンクリート舗装の目地間隔と目地材料の規格に関する研究, 国土技術政策総合研究所報告 No. 14, 2003. 12
- 3) 早田修一, 地盤の不同沈下を考慮した空港エプロン舗装設計法および補修工法に関する研究
- 4) 財団法人沿岸開発技術研究センター, 東京国際空港沖合展開事業技術総録第 4 章, 1998. 12
- 5) 岩間滋, コンクリート舗装の構造設計に関する実験的研究, 土木学会論文集 No111 / pp. 16-46, 1964