

## 空港アスファルト舗装の理論的設計法パラメータの感度分析

株式会社 日本空港コンサルタンツ	正会員	○高橋 真一
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	坪川 将丈
国土交通省国土技術政策総合研究所		水上 純一
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	斎藤 泰

### 1. はじめに

空港舗装においては、平成20年7月に空港舗装設計要領<sup>1)</sup>が改定され理論的設計法が標準的な設計法の一つとなった。理論的設計法で舗装を設計するには、対象となる舗装に求められる性能を定め、施設が設計供用期間にわたって性能を満足するように舗装の照査を行うこととなる。求められる性能には、荷重支持性能、走行安全性能そして表層の耐久性能などがあるが、本検討では荷重支持性能に着目し、路床の支持力、アスファルト混合物層の疲労ひび割れを照査項目として舗装厚をもとめた。具体的には、各種の航空機が供用期間にわたって舗装上を走行する回数が、仮定した厚さの舗装を破壊に至らしめる走行回数よりも少なくなるように、すなわち累積疲労度 (= 走行回数/破壊に至る走行回数)  $\leq 1.0$  となるように、舗装厚を設計するものである。

理論的設計法で設計をおこなう場合、各設計パラメータを個々に設定する必要があるが、設計パラメータは多岐にわたる。しかし、現時点では設計事例が少ないためパラメータの違いによる結果の変動傾向が明らかではない。そのため、設計にあたって各パラメータの設定値に求められている精度を判断することが難しい。

筆者らは、理論的設計法を用いて幾つかの条件下で空港舗装の舗装厚の試算をおこない、経験的設計法と理論的設計法の舗装厚の関係を考察した。また、設計パラメータが舗装厚へ及ぼす影響の感度分析をおこなった。

本報告は、これらの中からアスファルト舗装について、両設計法による舗装厚の比較結果を報告する。設計パラメータの感度分析結果については、一例としてアスファルト舗装の変形係数と関係のある気温の影響について、温暖地域、標準地域、寒冷地域を想定した場合の検討結果を報告する。

### 2. 検討手法

舗装厚を求めるための検討条件は、表-1 および図-1 のとおりとした。

表-1 検討条件

項目	設定内容
対象施設	滑走路(ショルダー・過走帯以外)、平行誘導路、高速脱出誘導路
交通量の構成ケース	現況交通量のケース、LA-1比率を加重したケース、LA-12比率を加重したケース
離陸・着陸回数	設計反復作用回数換算で3,000~80,000回
気温と材料種別	温暖地域(As60-80)、標準地域(As60-80)、寒冷地域(As80-100)
その他の条件	横断方向走行位置の標準偏差、載荷時間は空港舗装設計要領 <sup>1)</sup> に記載の値、滑走路利用比率は7:3

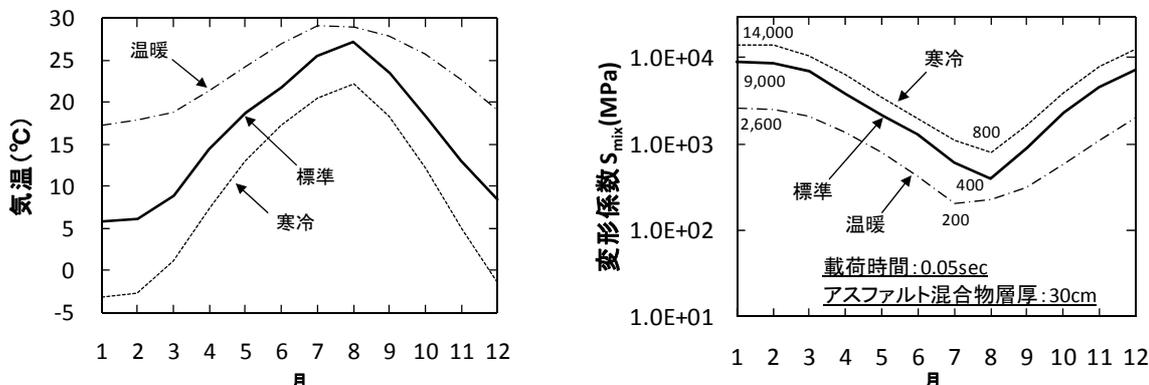


図-1 月平均気温と月別の変形係数 (アスファルト混合物層厚 30 cm の場合)

キーワード： 空港舗装, 理論的設計法, 経験的設計法, 感度分析

連絡先： 〒550-0013 大阪府大阪市西区新町 1-3-12 TEL : 06-6535-4411 FAX : 06-6535-5210

### 3. 検討結果

表-1の条件にもとづき、舗装厚を比較した結果を図-2および図-3に示す。舗装厚は換算舗装厚とした。換算舗装厚は次のように求められる。換算舗装厚 = {表層厚 + 基層厚 + (As 安定処理路盤層厚 × 等価値 2.0) + 粒状路盤厚}

経験的設計法の舗装厚は、対応する理論的設計法と等しい条件とした場合の舗装厚として、要領の設計例<sup>1)</sup>に記載されている値から求めた。図-2に示すとおり、概ね換算舗装厚 80 cm で経験的設計法と理論的設計法の結果が同程度となる傾向であった。舗装厚が厚い範囲では理論的<経験的となり、舗装厚が薄い範囲では理論的>経験的となる傾向である。

次に、設計パラメータの感度分析について図-3に気温の条件を変えた場合の結果を示す。アスファルト混合物の変形係数  $S_{mix}$  は、特に舗装温度の影響を受ける。舗装温度は、舗装表面からアスファルト混合物層の 1/3 の深さの月平均舗装温度として月平均気温から求める方法(要領<sup>1)</sup>に記載)によった。舗装厚を算定した結果、本検討の条件においては、温暖な地域の舗装厚は標準的な地域の舗装厚に比べて最大 10 cm 増加し、寒冷な地域では最大 8 cm 減少する傾向にあった。なお、実際の設計で舗装構成を決定する際には、舗装材料の種類や経済性の比較の影響があることに留意されたい。

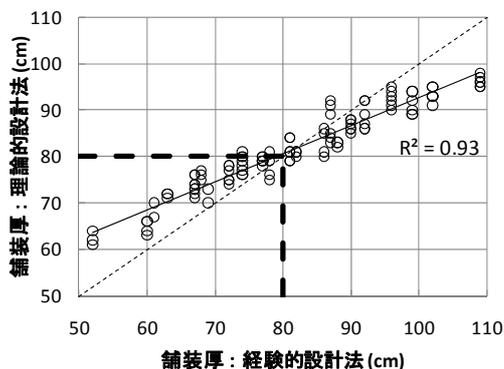


図-2 経験的設計法と理論的設計法の比較

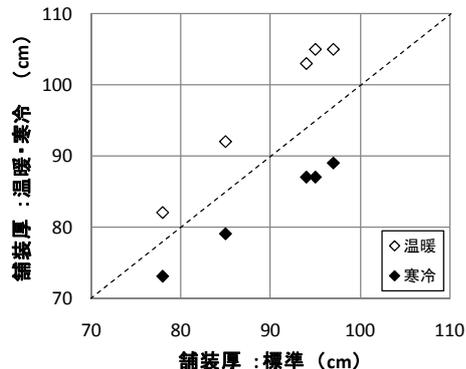


図-3 気温による舗装の影響

また、理論的設計法でアスファルト舗装の設計をおこなう場合には、以下の2点も留意点として挙げられる。

1 つめは、アスファルト混合物層の疲労度が最も高くなるのは、舗装温度が最も高くなる夏季とは限らない点である。このことは、姫野ら<sup>2)</sup>の研究においても指摘されている。理論的設計法の計算結果を考察すると、疲労度は(走行回数/破壊に至る走行回数  $N_f$ )として計算される。 $N_f$ を求める式(1)はひずみ  $\epsilon$  と変形係数  $E$  が同一項にあるため、夏季に舗装温度が増加し変形係数が最小となっても、ひずみが大きくなることで相殺され、疲労度が最大とはならない傾向にある。

$$N_f = \alpha \times \left(\frac{1}{\epsilon}\right)^\beta \times \left(\frac{1}{E}\right)^\gamma \quad \text{式(1)}$$

ここに、 $\epsilon$  : アスファルト層下面の引張りひずみ、 $E$  : アスファルト混合物の変形係数 (MPa)、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  : 定数

2 つめは、総質量の小さな航空機でも、輪荷重によっては大型機と同程度の影響がある点である。同一地点であれば舗装の変形係数  $E$  は同じとなるから、式(1)にもとづく  $N_f$  はひずみ  $\epsilon$  の影響だけを受ける。アスファルト層下面のひずみは、輪荷重の影響が大きい。アスファルト層の厚さがそれほど厚くない場合には、隣接する車輪の重ね合わせの影響も少ないため、小型で複車輪の航空機と、大型で一脚6輪の航空機が、舗装に対して同程度の影響を及ぼす場合がある。

### 4. おわりに

本報告では、アスファルト舗装に影響を及ぼす設計パラメータとして、気温の感度分析結果を報告した。一方、パラメータの種類によっては舗装厚に及ぼす影響が大きいものもある。実際の設計にあたっては、各パラメータに要求されている精度を考慮し、適切な値を設定することが必要と考えられる。

また、舗装が設置される条件によっては、舗装厚を増加または減少させるような同じ傾向のパラメータが重なって作用する可能性もあり、パラメータの設定にあたっては総合的な判断が重要である。

### 参考文献

- 1) (財) 港湾空港建設技術サービスセンター：空港舗装設計要領及び設計例，2010。
- 2) 姫野，渡辺，丸山：低スティフネス状態におけるアスファルト混合物の疲労破壊特性に関する研究，土木学会論文集，第366号/V-4，pp.143，1986。