

滑走路のプロファイルモデル化に関する研究

北見工業大学 学生員 ○近藤 智史
 北見工業大学 正会員 川村 彰
 北見工業大学 後藤 謙太

1. はじめに

空港滑走路において、その路面上を航空機が走行する際、路面の波状特性が航空機の安全性や走行快適性、操縦性に影響を及ぼす。そのため路面の波状特性を知ることは、路面の維持管理をするためには大変重要となっている。しかし、路面の波状特性を評価するためには、路面プロファイルを測定する必要がある。路面プロファイルの測定には、時間や費用、特殊な測定装置が必要であり、簡単に測定することは困難である。また、路面プロファイルは実在の路面形状を測定するものであるため、特定の波状特性を有するプロファイルデータを必要としても、それを得ることが出来るとは限らないといった問題がある。

本研究では、RoadRuf を用いて滑走路の路面プロファイルデータから PSD (Power Spectral Density : パワースペクトル密度) を求め、任意の波状特性を有するプロファイルを作成するためのプロファイルモデルの検討を行った。

2. 研究に用いたデータ

本研究では、2001 年の国内のある主要空港において、B-747 航空機と B-767 航空機の車輪の配置より決定された 7 測線の測定を行った。測定は高速測定装置で全 7 測線上を測定間隔 10cm ピッチとして往路と復路で測定を行った。

3. 路面の波状特性

3. 1 解析手法

RoadRuf をもちいて、PSD を求めることにより、空港滑走路内での路面の波状特性の比較を行った。波状特性を比較するために全長 3000m を 100m ずつの区間に分けて PSD を求めた。次に、近似式により PSD 関数 $[P(f)]$ は次式で表される。

$$P_r(n) = a \cdot n^{-\omega} \quad \dots \dots (1)$$

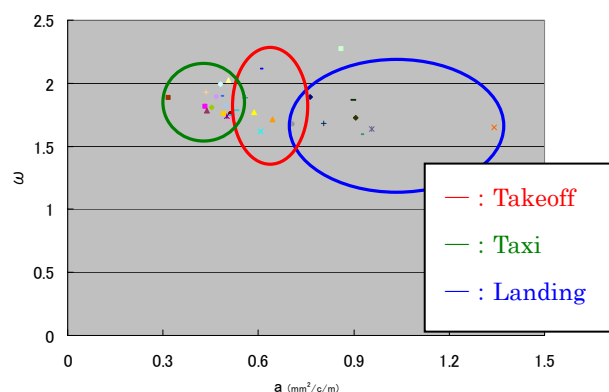
a : 路面の平滑度を表す定数 (mm^2/cm)

ω : 対象周波数の分散度を表す定数

3. 2 解析結果

各路面の PSD 関数を用いて各路面区間ごとの平滑度 a と分散度 ω の散布図 (図一 1) を作成した。Takeoff の際に負担を受けると考えられる 0~1000m 区間、Taxi 中心の 1000~2000m 区間、Landing の際に負担を受けると考えられる 2000~3000m の 3 つの区間でそれぞれ似たような散布が得られた。

Takeoff 区間では 500~800m で最も悪い値を示した。これはこの区間で離陸が多く行われていると考えられる。Landing 区間では 2100~2300m、2600~2700m で最も悪い値を示した。2600~2700m は着陸の際の接地点にあたるため路面への負担が大きいと考えられ、2100~2300m の区間は最もブレーキによる路面への負担が大きい区間と考えられる。



図一 1 各路面区間の分散図

キーワード 波状路面, 滑走路, PSD 関数, RoadRuf, 路面プロファイル

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9516

4. プロファイルモデル のシミュレーション方法

時間 t の路面凹凸は、三角級数モデルを用いることによって次式で表される。

$$x(t) = \sum_i X_i \cos(2\pi f_i t + \phi_i) \quad \dots \dots (2)$$

この時、 $x(t)$ の PSD は次式で表される

$$P(f) = \sum_i (1/4) X_i^2 \delta(f - f_i) \quad \dots \dots (3)$$

X_i は、 $P(f)$ を与えられることにより、ある周波数帯 ($f_i - \varepsilon_i < f < f_i + \varepsilon_i$) において以下のように求めることができる。

$$X_i = \left[\int_{f_i - \varepsilon_i}^{f_i + \varepsilon_i} P(f) df \right]^{1/2} \quad \dots \dots (4)$$

ここで、 Φ_i は、 $0 \sim 2\pi$ の間で一定の密度で同一に分布され、 $\Phi_j (i \neq j)$ 及び周波数 f_i に依存しない確立変数である。この X_i を (2) 式に代入することにより、 $x(t)$ は与えられる。

5. シミュレーション結果

シミュレーション結果と実路面の比較である図-2を見ると、多少の違いはあるが全体的には比較的類似した路面となっている。次に図-3に示すシミュレーションによって求めた路面の PSD と実路面の PSD の比較を行うと、シミュレーション結果は、波数が 0.1 cycle/m より小さい範囲で近似式に非常に近い値を示しているのに対し、それよりも大きい範囲では、幾分 PSD の値が大きくなっている。しかしそれほど多い誤差ではなく、全体的にはほぼ同程度の値である。2つの路面を路面評価指標である IRI を用いて評価してもシミュレーションの値が 3.0 mm/m (新しい舗装) で実路面の値が 2.5 mm/m (新しい舗装) であり同区分に属する路面であった。よって PSD、IRI においても多少の誤差はあるが、同程度の路面と判断できる。

6. おわりに

本研究では以下の結果が得られた。

- ・ 滑走路における各路面の波状特性を把握することができた。
- ・ プロファイルモデルを用いることによって、任意に PSD 関数を決定することで路面のプロファイルを求めることが可能になった。
- ・ 今後、多くの滑走路のデータを用いて路面のは波状特性をおこなう。
- ・ シミュレーションには多少の誤差を含むため、その補正を行う。

参考文献

- ・ 川村 彰：路面評価－平坦性に着目して，舗装第 36 号，No. 8，pp. 31 - 35，2001
- ・ Akira Kawamura, Terutoshi Kaku：An evaluation of road roughness and the effects on riding comfort and vehicle dynamics, Proc. of JSCE No.359, 1985

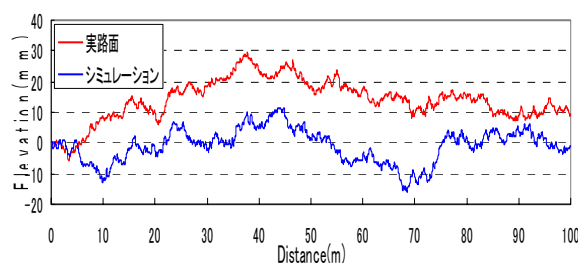


図-2 路面プロファイル

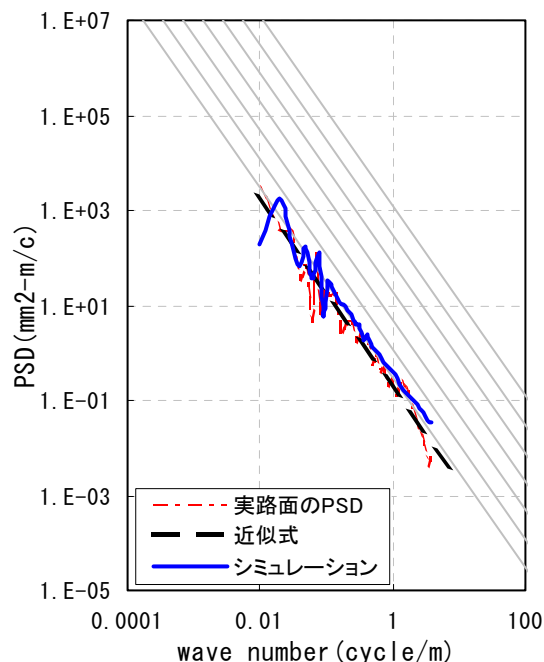


図-3 シミュレーション結果の比較