

航空機の挙動に基づいた空港滑走路プロファイルの評価

中央大学 学生会員 若宮洋史

中央大学 フェロー会員 姫野賢治

1. 研究背景

東京国際空港（羽田）は、日本の国内航空路線の中心をなす空港である。近年では航空機の大型化が進み、高速・大量輸送時代が到来する中、その需要は予測を上回るペースで増大しており、一日当りの発着回数が800回に迫る数にまでに達している。わが国の空港舗装の構造設計法には航空機の乗り心地は直接的には考慮されておらず、空港滑走路における明確な補修基準がない。このことから年々需要が増加している東京国際空港に対し、滑走路面と乗り心地との間の関係に注目し、航空機に与える影響について検討していく必要がある。

2. 研究目的

昨年までの研究で、航空機の乗り心地には道路舗装におけるラフネスよりも長い波長帯(12.8m～204.8m)の波が影響していることが確認できている。また乗り心地に影響を与える因子は波状路面であるという結果が出ている。本研究では離陸・着陸それぞれにおいてどのように影響する波長が変化するか、どのような速度のときに影響があるか、そして航空機の荷重によって生じる鉛直変位によってプロファイルにどのような影響を与えるかを検討することを目的とする。

3. 正弦波プロファイル

振幅(1mm～10mm)・波長(10m～100m)を変えた正弦波の滑走路面に対し、航空機シミュレーションソフト APRas によってシミュレーションを行い、以下の3項目について検討し、離陸・着陸時にどの波長帯が航空機に影響を与えるかを確認する。

- ・PSA（航空機のコックピットでの垂直加速度）
- ・CGA（航空機の重心での垂直加速度）
- ・RQF（PSA・CGAのそれぞれの最小二乗誤差の和を10倍した値で、舗装の性能を表す指数）

航空機は Boeing747-400 型機の大型の航空機を用いて行うものとする。結果は図-1・2に示す通りである。なおグラフは上から順に 10mm・8mm・5mm・3mm・1mmの結果を表している。

離陸に関しては30m前後の波長帯、着陸に関しては大体60m～80mの波長帯が影響している。離陸と着陸では影響する波長帯が異なるということがわかる。

4. 航空機の種類

平坦な滑走路面に bump（隆起）・dip（窪み）を設置した滑走路面を航空機が離陸するシミュレーションを APRas によって行う。航空機の種類が10knotsになった地点に bump または dip を設け、離陸のシミュレーションを行う。以降20knots～140knots まで同様にして行う。

4-1. bump・dip の条件

- ・条件1：bump 1ヶ所 ・条件2：bump 2ヶ所
- ・条件3：dip 1ヶ所 ・条件4：dip 2ヶ所
- ・条件5：bump + dip ・条件6：dip + bump

条件1・2では、長波長のラフネスが航空機に与える影響を検討するために、長さ91.4m・振幅7.62cmとい

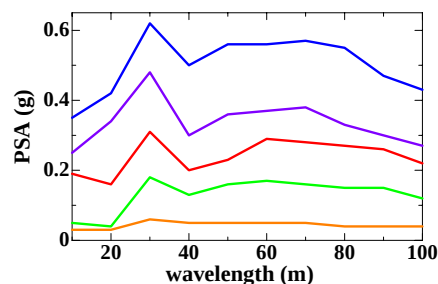


図-1 PSA（離陸）

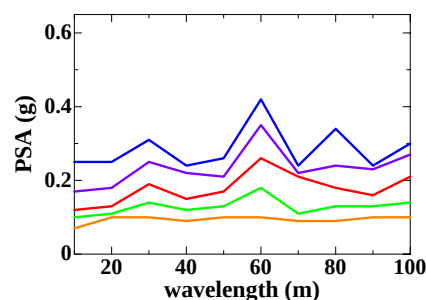


図-2 PSA（着陸）

キーワード: 空港滑走路, 波長帯, PSA, CGS, RQF

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1796

う実際の滑走路において代表的な長さの bump・dip を設ける．条件 3～6 では，長さ 91.4m・振幅 6.35cm という bump・dip で組み合わせて，航空機にどのような影響を及ぼすかを検討する．

4-2. 結果

ここでは条件 1・2 について 10～140knots のそれぞれの速度での CGA・PSA をプロットしたグラフを示す．

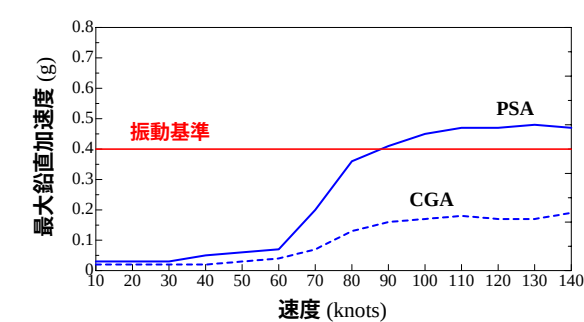


図-3 条件 1 の結果 (bump 1 ヶ所)

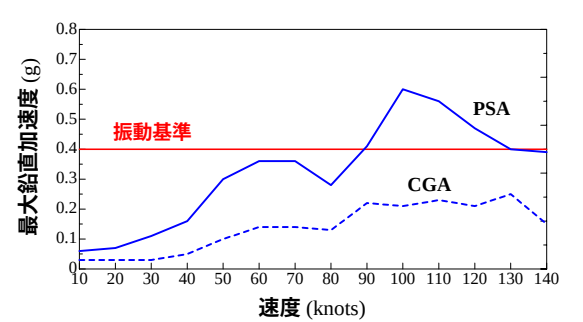


図-4 条件 2 の結果 (bump 2 ヶ所)

4-3. 結果からの考察

90～130knots のスピードにおいて，PSA が 0.40g の振動基準を超えているということが読み取れる．また条件 2 の結果より，bump が 2 ヶ所の場合には 80knots の速度のときにおいて数値が低くなっていることが読み取れる．これはちょうど 80knots の場合において航空機が 2 つの bump を越えることによって共振を起こし，振動が小さくなったのではないかと考えられる．この現象は条件 4 の dip を 2 つ設けた場合にも見られた．

5. 航空機荷重によって生じる変位による影響

5-1. 航空機荷重によって生じる鉛直変位の算出

舗装を線形弾性体の軸対称多層構造としてモデル化し，変位・応力・ひずみを算出できるプログラム GAMES を用いて，東京国際空港の新C滑走路面上の鉛直方向の変位を求める．荷重配置は Boeing747-400 型機を参考に 16 点とし，荷重の大きさは $P=227.5\text{kN}$ とし，直径 45.8cm に円形に等分布するとする．航空機の中心線における計算結果を図-5 に示す．

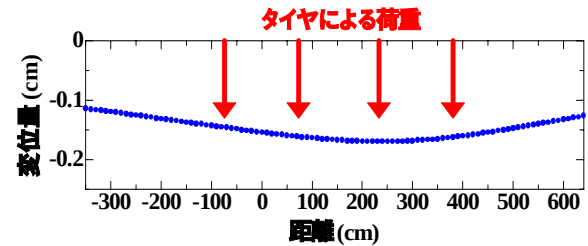


図-5 GAMES による垂直方向の変位図

5-2. 変位を考慮したプロファイルに対しての影響

羽田空港 C 滑走路に対して，得られた変位を考慮したプロファイル・変位を考慮していないプロファイルの 2 種類のプロファイルに対し，APRas を用いて比較を行う．結果は表-1,2 の通りである．

今回の比較では，航空機が停止する地点にのみ変位を適用させたため，違いがほとんど現れなかった．実際には変位の影響はあまりないのではないかと考えられるが，もう少し深く検討する必要がある．

6. まとめ

離陸時には 30m 前後の波長帯，着陸時には 60～80m 前後の波長帯が影響を与える．

bump(dip)を越える場合，90～130knots のスピードで振動が大きくなる．bump(dip)が 2 つの場合，80knots のスピードでは共振を起こし，振動が小さくなる．

表-1 着陸 (Landing)

	変位考慮前	変位考慮後
CGA (g)	0.36	0.36
PSA (g)	0.39	0.39
RQF	2.0715	2.0645

表-2 離陸 (Take off)

	変位考慮前	変位考慮後
CGA (g)	0.29	0.25
PSA (g)	0.64	0.29
RQF	2.2794	2.2616