

## 航空機走行速度を考慮した空港アスファルト舗装の疲労寿命

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

正会員 八谷好高

国土交通省国土技術政策総合研究所（運輸技術研究員）

正会員 董 勤喜

### 1. はじめに

FWD たわみデータからの動的逆解析手法，動的な外力を入力値とする動的 FEM 解析手法が，設計等の分野においても広く使用されるようになってきているが，空港舗装の設計手法に関しては，現在のところ静的な荷重を想定しているのが現状である．

本研究では，空港アスファルト舗装を対象とし，FWD 載荷試験から動的逆解析により算出された弾性係数を用い，速度の異なる航空機がアスファルト舗装を走行した際に舗装内に生じるひずみ量を計算し，航空機の手がかりがひずみ量，舗装寿命に与える影響を検討した．

### 2. FWD 載荷試験による弾性係数の推定

国土交通省国土技術政策総合研究所 原型載荷実験槽内に製作したアスファルト試験舗装において，試験舗装完成後の舗装表面で FWD 載荷試験を行った．試験舗装の構造を図 1 に示す．FWD の載荷重は 100kN，150kN，200kN の 3 種類とした．FWD 試験で採取された 7 つのたわみ値と載荷荷重の時刻歴データ（0.2msec 間隔）は図 2 に示すとおりである．この時刻歴たわみ値・荷重値を入力値として，動的逆解析プログラム DBALM<sup>1)</sup>によって求めたアスファルト混合物層の弾性係数と，静的逆解析プログラム LMBS<sup>2)</sup>によって求めたアスファルト混合物層の弾性係数を図 3 に示す．逆解析ではアスファルト混合物層（表層，基層，アスファルト安定処理上層路盤），路盤（粒状材下層路盤），路床の 3 層で行っている．今回のケースでは，載荷重の大きさが弾性係数に与える影響は明確に現れていない．

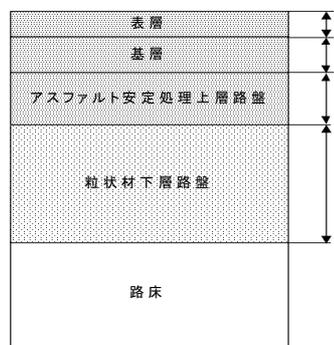


図1 試験舗装断面図

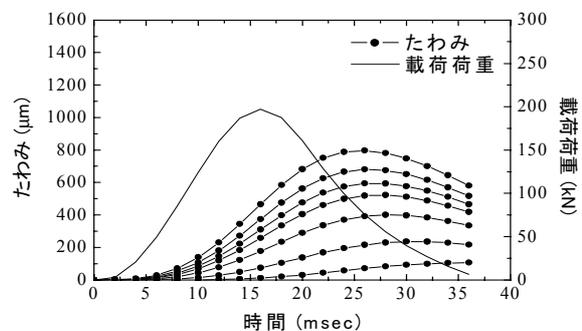


図2 時刻歴荷重，たわみ（最大載荷重 200kN）

### 3. 航空機の走行速度がアスファルト混合物の寿命に与える影響

FWD 試験のデータを用いて動的逆解析により求められた弾性係数を使用して，種々の速度で走行する航空機が舗装に与える影響を解析する場合，載荷速度に従った弾性係数の補正を行う必要があるため，本報告では，笠原ら<sup>3)</sup>が提案している任意温度，任意載荷時間におけるアスファルト混合物の複素弾性率の補正方法を用いることとした．図 4 に今回の解析で用いる航空機走行荷重波形を示す．これらの荷重波形は滑走路上に埋め込んだ荷重センサー上を航空機（B747-400 型機）のタイヤが通過する際に計測されたものである．各々の航空機重量が異なることから最大荷重値で正規化して示している．これらの荷重波形より，載荷時間を算出することにより弾性係数の補正を行い，航空機が種々の速度で空港舗装表面を走行する際に，アスファルト混合物層の下面（アスファルト安定処理上層路盤の下面）に発生する最大水平ひずみ  $\epsilon_x$ ，路床上面に発生する最大鉛直ひずみ  $\epsilon_z$  を 3 次元動的

キーワード：動的解析，有限要素法，FWD，逆解析，舗装，空港

連絡先：〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1

Tel：0468-44-5034，Fax：0468-44-4471

FEM 解析によって計算した．図 5 にその結果を示す．また，静的解析によって航空機が静止した状態でのひずみも合わせて示した．アスファルト混合物層のひずみは走行速度が大きくなるに連れて減少しており，静止状態の結果と比較すると，走行速度が 106km/h の場合で 20% 程度の差が生じることがわかった．一方，路床のひずみに関しては，走行速度による傾向が明確にはならなかった．これはアスファルト混合物層の弾性係数の違い，走行速度の違いによって舗装の荷重分散性が異なるためと考えられる．

図 6 において，高橋ら<sup>4)</sup>が行ったアスファルト混合物の室内繰返し曲げ試験結果に今回の解析によるひずみ量を当てはめることによって，舗装寿命に対する走行速度の影響評価を試みた．航空機の静止状態でのひずみ，走行状態（速度：106km/h）でのひずみからアスファルト混合物の疲労破壊回数を推定すると，静止状態に比べて走行状態の方が 3 倍程度疲労寿命が長いことがわかる．このことから，空港舗装の寿命予測を行う上では，航空機の走行速度を考慮することが重要であると考えられる．

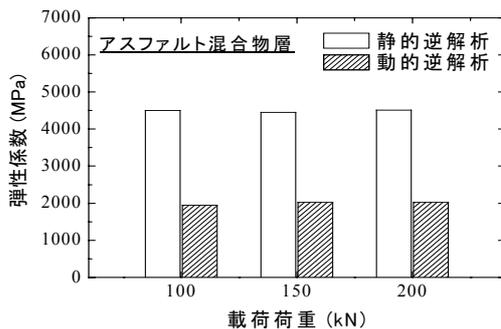


図 3 逆解析による弾性係数

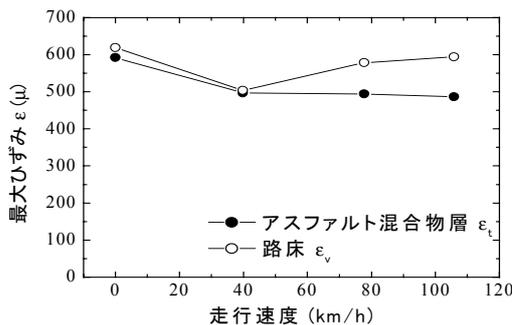


図 5 航空機走行時の最大ひずみ

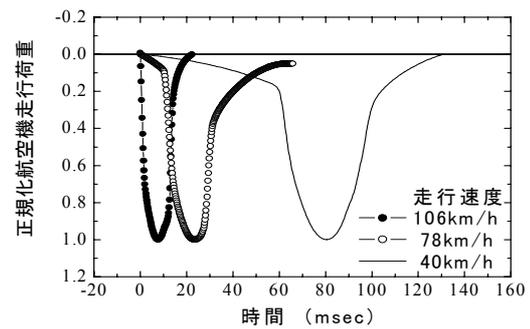


図 4 正規化航空機走行荷重

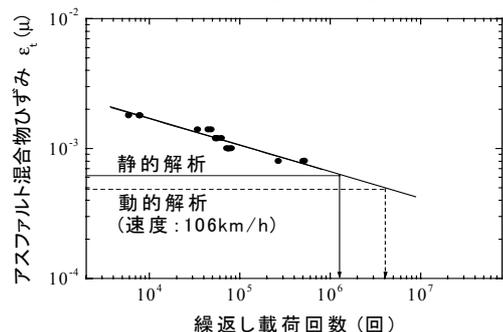


Fig.6 繰返し曲げ試験結果との比較

#### 4. 結論

航空機の走行速度が空港アスファルト舗装のひずみ，舗装寿命に与える影響を動的解析を用いて行った．アスファルト混合物層では，走行速度の増大に従ってひずみが大きく減少することが確認できた．これを，室内繰返し曲げ試験結果に当てはめることによって，このひずみ量の差がアスファルト混合物の寿命に大きな影響を与えることが確認できた．

#### 5. おわりに

動的 FWD データ，実際の航空機動的荷重データ，舗装内ひずみデータの分析，蓄積を行い，更なる検討を経て，動的解析を用いた空港アスファルト舗装の健全度評価を取りまとめていく所存である．

この研究は運輸施設整備事業団「運輸分野における基礎的研究推進制度」によって行われたものである．ご協力いただいた関係各所に深く謝意を表します．

#### 参考文献

- 1) 金井利浩，東滋夫，岡部俊幸，松井邦人，渡辺規明：時系列データを用いた動的 FEM による逆解析に関する研究，土木学会，舗装工学論文集 第 1 巻，1996．
- 2) <http://www.plan.civil.tohoku.ac.jp/pave/hoso-ml/download.html>
- 3) 笠原篤，菅原照雄：不規則なひずみ波形に対するアスファルト混合物の動的応答に関する研究，土木学会，土木学会論文報告集 第 277 号，1978
- 4) 高橋修，八谷好高，阿部寛：空港舗装における大粒径アスファルト混合物の表・基層への適用性，土木学会，舗装工学論文集 第 4 巻，1999