

## 動的解析を用いた空港アスファルト舗装健全度評価に関する検討

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 たわみデータから逆解析手法を用いて弾性係数を算出する方法が一般的となり、最近ではランニングコストの低下から、従来用いられてきた静的逆解析のみならず、動的逆解析プログラムを用いた弾性係数推定も広く行われるようになってきている。

本研究では、空港アスファルト舗装を対象とし、FWD 載荷試験によって発生するアスファルト層下面水平ひずみ、路床上面垂直ひずみに焦点を当て、動的、静的逆解析手法から算出されるひずみ量と、ひずみ規準に照らした場合の必要オーバーレイ厚の差異に関する検討を行った。

### 2.アスファルト試験舗装に対する FWD 載荷試験

前運輸省港湾技術研究所 野比実験場でのコンクリート試験舗装製作過程において、アスファルト安定処理上層路盤層上で FWD 載荷試験を行った。舗装構造は 15cm のアスファルト安定処理上層路盤、23cm の粒状下層路盤、路床の三層構造である。載荷重は 100kN、150kN、200kN の 3 種類とした。

7 つのたわみ値と載荷重の計測は時刻歴（0.2msec 間隔）で行い、この計測値を入力値として逆解析を行い、各層の弾性係数の推定を行った。また求めた弾性係数を使用して順解析を行い、アスファルト安定処理上層路盤下面に発生する水平ひずみ<sub>h</sub>と路床上面に発生する鉛直ひずみ<sub>v</sub>を算出した。逆解析、順解析の手法としては、次の 2 種類の方法を採用している。たわみ最大値、荷重最大値を入力値として、LMBS<sup>1)</sup>によって静的逆解析を行った後、ELSA<sup>1)</sup>による順解析でひずみを算出する。たわみ値、荷重値の時系列データを入力値とし、DBALM<sup>2)</sup>によって動的逆解析を行った後、汎用 FEM ソフト NASTRAN により軸対称 FEM モデルで順解析を行い、ひずみを算出する。

Fig.2 は各々の方法で算出した弾性係数を載荷重別に示したものである。今回のケースにおいては静的逆解析に

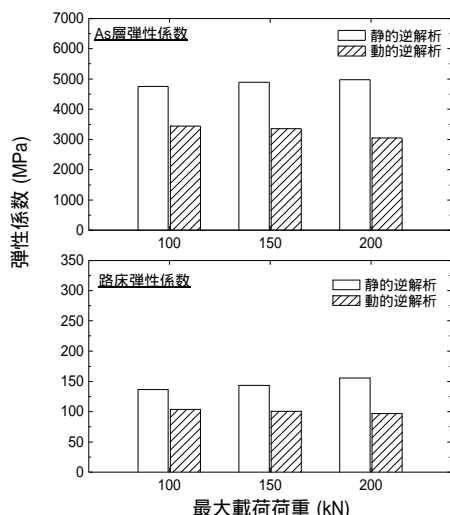


Fig.2 逆解析手法による弾性係数比較

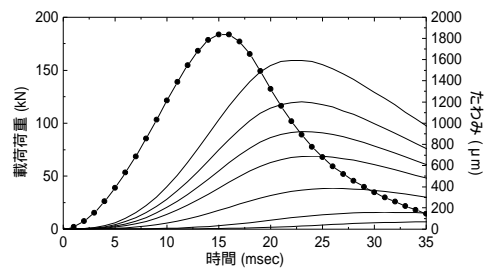


Fig.1 時刻歴荷重, たわみ (最大載荷重 200kN)

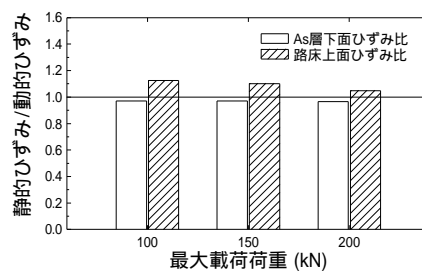


Fig.3 逆解析手法によるひずみ比較

キーワード：静的解析，動的解析，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

よる弾性係数は荷重レベルによる一様な傾向を見出すことが難しいが、動的逆解析による弾性係数は、FWD 荷重が大きいくほど弾性係数が小さく算出されている。これは載荷力率が大きいほど各層の弾性係数が小さい値を示す傾向があるという研究報告<sup>3)</sup>からも、妥当な結果が得られていると考えられる。

Fig.3 は上記の弾性係数を使用して順解析を行い算出した、アスファルト安定処理上層路盤下面の水平ひずみ  $\epsilon_x$  と路床上面の鉛直ひずみ  $\epsilon_z$  を載荷重別に示したものである。 $\epsilon_x$  に関しては動的解析によるひずみが、 $\epsilon_z$  に関しては静的解析によるひずみが大きく算出された。

### 3.解析手法の違いによる必要オーバーレイ厚の差異

静的、動的解析において算出されたひずみ量に差が見られることから、著者らの空港アスファルト舗装に関するひずみ規準<sup>4)</sup>に照らし、必要オーバーレイ厚が解析手法によりどの程度の差が生じるのかを検討した。オーバーレイ厚の検討に際しては設計荷重を LA-1、設計反復作用回数を 20000 回、周波数を 10Hz とし、弾性係数においては、静的解析、動的解析ともに前述の FWD 載荷試験から求められたものを使用した。また検討する舗装断面も前述のものと同構造であるが、アスファルト安定処理上層路盤をアスファルトコンクリート層、粒状材下層路盤を路盤と見なしている。

対象荷重を LA-1 とした場合に発生する  $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_z$  の比較を Fig.4 に示す。静的計算、動的計算ともに、発生するひずみがひずみ規準を大きく超えているが、 $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_z$  ともに動的解析によって求められたひずみの方が小さく算出され、FWD 載荷荷重の場合とは結果が異なっている。また静的/動的ひずみ比が 1.5 となり、FWD 載荷試験の場合よりも大きな差が生じている。

このケースにおける必要オーバーレイ厚は、Fig.5 に示すオーバーレイ厚 - ひずみ関係と、この断面における  $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_z$  ひずみ規準とを照らし合わせることで求められ、静的解析で 12.9cm、動的解析では 8.9cm と算出され、オーバーレイ厚に関しても 1.5 倍程度の差が認められる。

### 4.結論

動的解析を用いたアスファルト舗装健全度評価を行ったが、静的解析手法、動的解析手法により発生するひずみ量、必要オーバーレイ厚に関して、両者共に大きな差異が認められており、今回のケースにおいては、静的手法による計算ではひずみ、オーバーレイ厚ともに、動的手法よりも過大に評価している結果となった。

### 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) <http://www.plan.civil.tohoku.ac.jp/pave/hoso-ml/download.html>
- 2) 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.
- 3) 阿部長門, 姫野賢治, 上島壯, 川村彰: FWD の荷重波形が舗装構造の評価決定に及ぼす影響に関する研究, 土木学会, 舗装工学論文集 第 1 巻, 1996.
- 4) 八谷好高, 高橋修, 坪川将丈: FWD による空港アスファルト舗装の非破壊構造評価, 土木学会論文集 No.662, V-49, 2000.

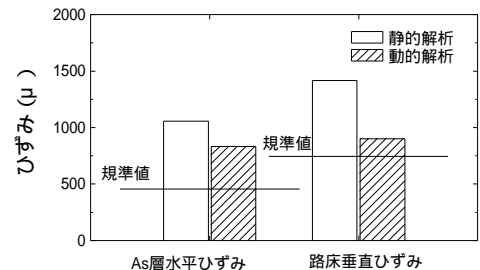


Fig.4 静的、動的計算ひずみと規準ひずみ

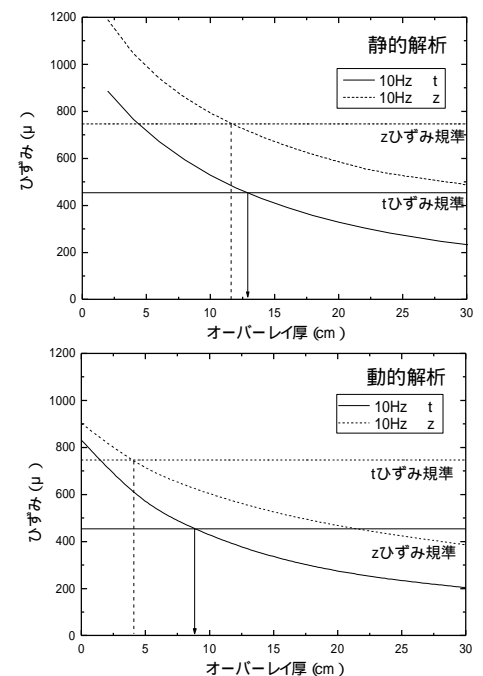


Fig.5 オーバーレイ厚によるひずみ変化