

名古屋大学工学部 正員 植下 協
 名古屋大学工学部 正員 今泉 繁良
 名古屋大学大学院 学生員 ○ 板橋 一雄

1. まえがき

現在、我が国の道路は、主要路線や生活道路のほとんどが舗装され、今ではそれら舗装の維持・修繕が重要な仕事となりつつある。こうした舗装の維持・修繕のために、補修が必要と考えられる既存舗装の力学的評価が必要となる。従来、舗装の力学的評価法として、(i)舗装路面の状態による経験的な評価、(ii)ベンケルマンビーム試験で求められるたわみ量による評価、(iii)平板載荷試験のK値による評価、(iv)軸荷重下における曲率半径による評価、などが用いられてきた。これに対し、筆者らは、たわみ量と曲率による評価をするのが最もよいのではないかと考え、この評価法について検討したので報告する。

2. たわみ量と曲率半径に関する弾性理論

二層弾性理論によれば、円形等分布荷重を受けた場合の舗装表面内で載荷中心点からの距離 r でのたわみ量は次式で表わされる。

$$w_r = \frac{p \cdot a}{E_m} \cdot F_r(E_p, E_m, \nu_a, \nu_p, \nu_m) \quad (1)$$

a ; 載荷半径(cm) p ; 載荷圧力(kg/cm^2) r ; 載荷中心からの距離(cm)

w_r ; 距離 r でのたわみ量(cm) E_p, E_m ; 上層および下層の弾性係数(kg/cm^2)

ν_p, ν_m ; 上層および下層のポアソン比 T ; 上層の厚さ(cm) F_r ; 距離 r での変位係数

また、たわみ形状を三点円近似した場合、その曲率半径は次式で表わされる。

$$R = \frac{r^2 \cdot E_m}{2 \cdot p \cdot a \cdot (F_{r=0} - F_{r=r})} \quad (2)$$

$2r$; 三点円近似の弦長(cm) $F_{r=0}$; 載荷中心における変位係数

$F_{r=r}$; 距離 r 点における変位係数 R ; 三点円近似の弦長を $2r$ とした場合の曲率半径

実際のためみ量測定は、ベンケルマンビームを用い、トラック複輪荷重の間で行なわれるが、こうした荷重状態のためみ量および曲率半径はタイヤによる荷重を円形等分布荷重と仮定することにより、単一の円形等分布荷重の効果と重ね合わせることにより得られる。また、ベンケルマンビーム試験では載荷圧力 p 、載荷半径 a 、は一定であるから、舗装厚 T が既知であれば、たわみ量と曲率半径は弾性係数比 E_p/E_m 、および下層弾性係数 E_m の関数となり、図-1に示すような、たわみ量・曲率半径・上・下層弾性係数の関係が得られる。ゆえに、在来舗装のためみ量と曲率半径を測定すれば、舗装の上・下層の弾性係数が推定され、舗装構造の力学的評価ができる。(図-1では三点円近似の弦長を40cmとして計算した曲率半径を用いている) 図-1からわかるように、たわみ量の大小は主に下層弾性係数の大小を反映し、曲率半径の大小は上層弾性係数の大小を反映している。

3. 名神高速道路における実測例

名神高速道路、八日市～彦根間では、上部路床(切込砂利)

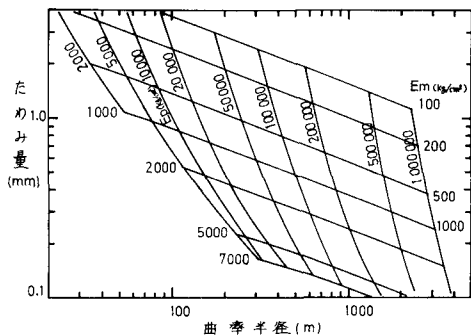


図-1 二層弾性理論による
たわみ量-曲率半径の関係($\nu_p = \nu_m = 0.5$)

20cm、下層路盤(切込砂利、砂質土)15cm、上部路盤(碎石、砂質土)20cm、アスファルト層10cmの舗装が行われたが、約8年間の使用によりかなり破損を受けた。そのため、亀裂の激しいところのアスファルト層のみの打ち換えおよび全面にわたる厚さ5cmのオーバーレイが施工されたが、オーバーレイ施工後、箇月ごに舗装表面には、ポットホール、ヘクラック、リフレクシオンクラックが発生した。この時点のベンケルマンビーム試験結果から、たわみ量と曲率半径を計算し、路面の亀裂の有無により整理すると図-2が得られる(○路面亀裂なし、△ヘクラック発生、×打ち換え箇所)。たわみ量の範囲は0.24mm~0.88mm、曲率半径の範囲は96m~500mとなっている。そして大部分の測定値がヘクラック発生領域よりも危険側(たわみ量は大きく、曲率半径は小さい)にある。また、打ち換え箇所での測定値もヘクラック発生領域よりも危険側であり、オーバーレイの際の既設アスファルト層のみの打ち換えは舗装強度を高めるためには、さほど有効ではなかったことを示唆している。

4. たわみ形状の比較

図-1に示すように、たわみ量と曲率半径から上・下層の弾性係数が推定され、この弾性係数を式(1)に代入することにより、単輪荷重が作用した場合の路面のたわみ形状が得られる。複輪荷重が作用した場合も重ね合わせにより同様にそのたわみ形状が得られる。また、中心たわみ量が一致するような弾性係数を持つ一様弾性体と仮定しても、そのたわみ形状が得られる。こうして求めたたわみ形状と実測値を比較して図-3に示す。一様弾性体と仮定した場合には、荷重直下にたわみが集中しているために荷重中心付近のたわみ量は実測値とよく一致するが、荷重中心から10cm以上離れると全く一致しない。しかし二層弾性体と仮定すれば、実測値とよく一致する。

5. 推定弾性係数

図-1、図-2を重ね合わせて、実測値の等値弾性係数を調べてみると、下層弾性係数 E_m は1000kg/cm²~3000kg/cm²の範囲を示し、上層弾性係数 E_p は5000kg/cm²~50000kg/cm²の値を示している。

6. おわりに

たわみ量と曲率半径による推定弾性係数は上・下層とも一定妥当な値となり、これらの弾性係数から求めたたわみ形状が実測値とよく一致することがわかった。そしてここに示した評価法によれば、舗装体の上・下層のどちらが舗装破壊の原因となっているかがわかり、舗装の維持・修繕のための指標となると考えられる。なお、本報告では、名古屋大学大型計算機センターFACOM 230-60を使用した。

参考文献

大和道路建設株式会社；名神高速道路舗装(八日市~彦根間)K.P.419.8~418.6)調査報告書(日本道路公団彦根維持事務所)，昭和48年

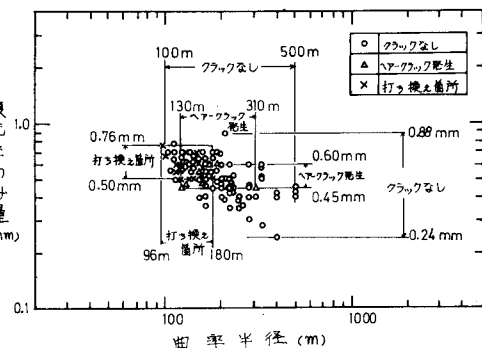


図-2 名神高速道路(八日市~彦根)におけるたわみ量、曲率半径の実測値

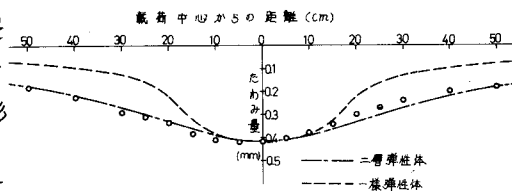


図-3(a) 実測たわみ形状と弾性理論との比較

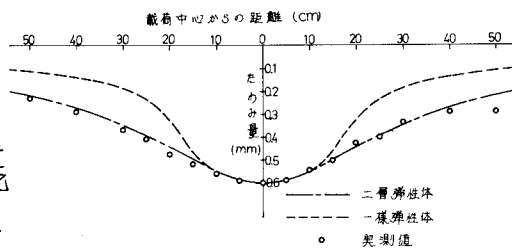


図-3(b) 実測たわみ形状と弾性理論との比較