

V-21

FWDの動的解析による道路舗装評価手法

宮崎大学 学 弓削 雄
 宮崎大学 正 横田 漢
 宮崎大学 正 出口 近士

1. まえがき

著者らは以前、「動的地盤上スラブ理論」(DSGT)を用いたロードレイター(以降RRと略称)による舗装評価手法を提案した。その後、RRが多用されてきたケンタッキー州における舗装設計手法とDSGTを結びつけ、同州のオーバーレイ設計値と多数比較することによって、DSGTの適用性を確認した。次に、Falling Weight Deflectometer(FWD)とDSGTを結びつけ、DSGTによるFWDオーバーレイ厚設計手法を開発した。そこで、ケンタッキー州で行われたRR、FWD試験により測定されたたわみ量を用いてオーバーレイ厚を算定し、両者を比較することにより、FWD試験におけるDSGTの適用性を確認し、さらに開発を進めていくことを報告するものである。

2. DSGT

DSGTとは、 T_A やフルデプス法等の概念を用いて図-1のように2層構造の道路モデルを考え、地盤上スラブの表面に鉛直周期荷重が作用する際のたわみ理論解を求めるものであり、RRのような周期荷重装置には、そのまま適用できる。FWDのような衝撃荷重の場合は、正弦波の半周期分の波とみてフーリエ級数における半区間展開の考えを用いてDSGTに適用した。

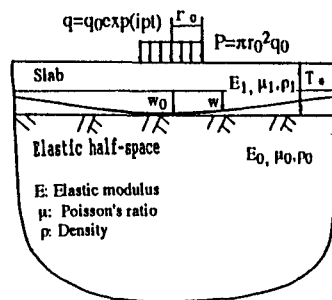


図-1 動的地盤上スラブ理論

3. 解析方法と結果

3-1. たわみの回帰式化

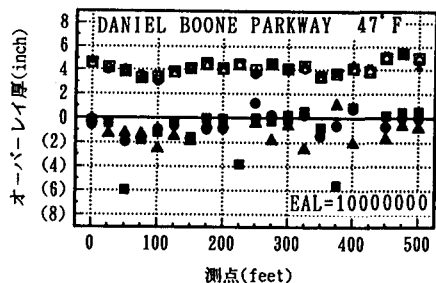
解析するにあたり舗装たわみ w は、荷重中央点とそのとなりの2つのセンサーにおける w_0 、 w_1 を用いる。たわみ w は、荷重振動数、温度 T 、舗装厚 T_0 および路床の弾性係数 E_0 の関数で表される。舗装部の弾性係数 E_1 は、荷重振動数と T の関数となり影響を及ぼす。

3-2. オーバーレイ厚算定法

今回は、ケンタッキー州のCOMBERLAND PARKWAY, DANIEL BOONE PARKWAY, KY-61, I-64の4地区におけるRRとFWDによる荷重試験のデータを用いた。荷重振動数はRRが25Hz、FWDが21.7Hzで全ての地区で一致しているので回帰式には含まない。理論たわみ w を回帰するにあたり、まずは各地区の T について固定し、 E_0 と T_0 についてそれぞれ回帰した。回帰式は、次のように表された。なお、 c, d, f, g, i, j, k, m は係数でありRRとFWDでは異なった値になる。

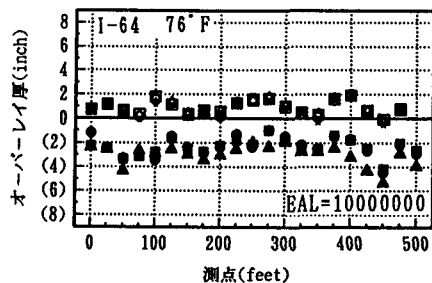
$$\begin{cases} w_0 = cE_0^d e^{(f+g \ln E_0) \times T_0} \\ w_1 = iE_0^j e^{(k+m \ln E_0) \times T_0} \end{cases}$$

この連立方程式に実測データ w_0 、 w_1 を代入し、現道路の T_0 、 E_0 を評価する。その後、 E_0 に対応する舗装厚 T_a を通常の舗装設計法により求め、オーバーレイ厚 $\Delta H = T_a - T_0$ とするものである。このように算定したオーバーレイ厚 ΔH を図-2、3に示す。図-2はDANIEL BOONE PARKWAY、図-3はI-64のものである。



FWD 6.00kips FWD 9.00kips FWD 12.00kips FWD 15.00kips
RR 0.60kips RR 1.20kips RR 1.80kips

図-2 各測点ごとのオーバーレイ厚



FWD 6.00kips FWD 9.00kips FWD 12.00kips FWD 15.00kips
RR 0.60kips RR 1.20kips RR 1.80kips

図-3 各測点ごとのオーバーレイ厚

載荷する際に、FWDは6.00, 9.00, 12.00, 15.00kipsをRRは0.60, 1.20, 1.80kipsを狙って載荷している。FWDにおけるオーバーレイ厚 ΔH と既に適用性が確認されたRRにおけるそれを比較すると、FWDのほうが大きめの値を示している。このことからFWDにおいてもDSGTの適用性が確認され、FWDは重交通荷重の道路に、RRは軽交通荷重の道路に用いるべきであることが分かる。また載荷荷重に注目してみると、FWDの ΔH は一致しているがRRの ΔH は載荷荷重によってずれが生じている。図-4はDANIEL BOONE PARKWAYにおける荷重とたわみの関係を、図-5は同地区のSTIFFNESSについて示すものである。図-4中の線はべき級数による回帰曲線であり、荷重とたわみの関係が非線形の関係であるといえる。先に述べた ΔH のずれは、RRが荷重とたわみが小さいため、図-5にみられるように少しの誤差やずれが非線形性を強めてしまうことが原因だといえる。

3-3. 温度Tを含んだ回帰式化

E_0 , T_0 について回帰した式をさらに温度Tについても回帰していく。各地区のTに固定して回帰した先ほどの回帰式を使って回帰すると次のように表された。なお、A, B, C, D, F, G, H, I, J, K, L, M, N, Oは係数である。

$$\begin{cases} w_0 = A e^{BT} \times E_0^{C+DT} \times e^{(F+G e^{HT} \ln E_0) \times T_0} \\ w_1 = I e^{JT} \times E_0^{K+LT} \times e^{(M+N e^{OT} \ln E_0) \times T_0} \end{cases}$$

係数の値は、RRとFWDでは異なったものとなる。

4. おわりに

今後は、Tを含んだ回帰式を用いたオーバーレイ厚を求めるプログラムを開発、検討していく。

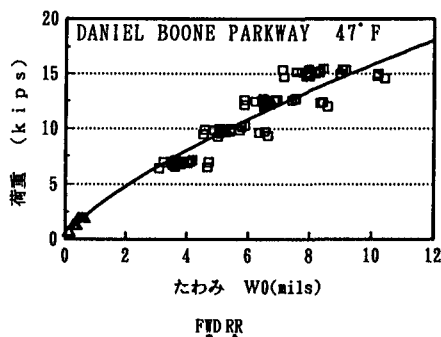
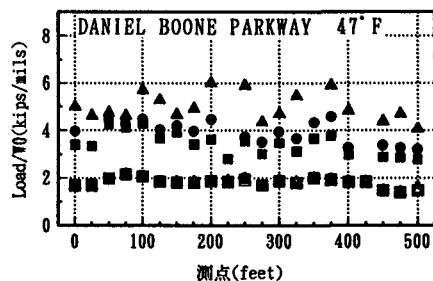


図-4 荷重-たわみ図



FWD 6.00kips FWD 9.00kips FWD 12.00kips FWD 15.00kips
RR 0.60kips RR 1.20kips RR 1.80kips

図-5 各測点ごとのSTIFFNESS