

V-16 FWDの荷重波形の違いがたわみ量および推定弾性係数に及ぼす影響

北海道大学工学部 正会員 姫野賢治
東亜道路工業(株) 正会員 雑賀義夫
同上 正会員 阿部長門
復建技術コンサルタント 田村 整

1. 緒言

舗装の支持力評価のための非破壊試験法としてFWDが世界的に注目されているが、現状ではFWD試験装置の仕様に多少の多様性があり、また、その利用方法についても各所有機関での共通認識も明確になっているとは必ずしも言えないため、将来、各データを比較する場合などに都合の生じる懸念がある。本研究では、FWDの荷重波形の違いがたわみ量および推定弾性係数に及ぼす影響に注目して検討を行った。

2. たわみの測定

FWDを用いたたわみ測定試験は、平成5年11月13日に、1台のPhoenix Road International社製のFWDを用い、東亜道路工業(株)白井合材工場(千葉県印旛郡白井町平塚2722)内に設けられたアスファルト混合物層厚がそれぞれ5cm、10cm、20cmのA、B、Cの3つの舗装工区で行った。表-1に示すように、重錘の質量、重錘の落下高さおよびショックアブソーバーの種類を変えて、約5tfのピーク荷重が加わるように調整した。なお、ショックアブソーバーについては、ゴムの種類を定性的に柔らかい場合(ソフト)、硬い場合(ハード)およびその中間の場合(ミドル)の3段階に変化させた。解析にはこれらの荷重、たわみ量を各工区毎に平均し、線形条件で、5tf荷重でのたわみ量になるように補正した。

3. 結果と考察

3.1 ピークたわみ

図-1に、工区Aにおけるたわみ曲線をすべて重ねて示す。これより、ピーク荷重は等しいにもかかわらず、載荷点直下におけるピークたわみには約40%の差のあることがわかる。

3.2 荷重波形

工区Aにおいて、ショックアブソーバーのゴムの質がソフトで、重錘の質量および落下高さを変えた場合およびゴムの種類を変化させた場合の荷重波形をそれぞれ図-2、3に示す。これらより、ショックアブソーバーのゴムの質がソフトの場合には、重錘の質量の大きさにかかわらず、載荷波形は2つのピークを持つこと、また、ゴムが硬くなると荷重がピークになるまでの時間及び路面に荷重が加わりやがてゼロになるまでのトータルの載荷時間はともに短くなり、ピークも顕著になることがわかる。なお、ゴムの質が同じならば重錘の質量が小さく落下高さが大きいほど波形の立ち上がりが早く、荷重がピークに達するまでの時間も短い。

3.3 載荷力率

今回の測定では、衝撃ピーク荷重はどれもほぼ5tfであったが、荷重がピークに至るまでの時間や、荷重波形の影響を示す指標として、時間～荷重関係において荷重がピークに至るまでの面積を図-4のように求め、載荷力率とした。この定義に従った場合、ゴムの質がソフトの場合では、重錘の質量が小さく落下高さが大きい組み合わせほど、載荷力率は小さい値となった。

表-1 5tfピーク荷重を発生させるための要因の組合せ

ゴムの種類	略称	重錘の質量(kg)	落下高さ(cm)
ソフト	S 1	250	170
	S 2	220	190
	S 3	190	220
	S 4	160	270
	S 5	130	305
ミドル	M 1	130	120
	M 2	100	200
ハード	H 1	100	160

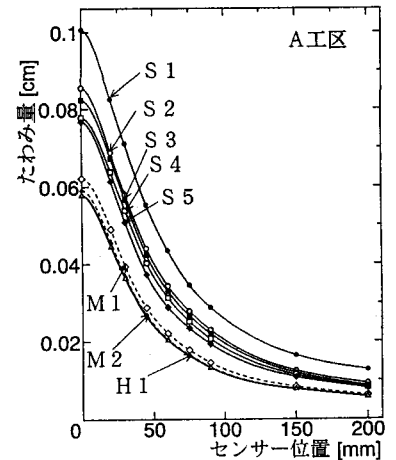


図-1 載荷条件によるたわみ曲線の違い

A、B、C各工区における荷重率と荷重載荷点位置でのたわみ量 D_0 の関係を図-5に示す。これより、荷重率とたわみ量は相関の高い正比例関係にあることがわかる。また、単位荷重率当たりのたわみ量の変動は、およそ D_0 で $10\mu\text{m}$ 、 D_{600} で $7\mu\text{m}$ 、 D_{1500} で $3\mu\text{m}$ であり、荷重載荷点に近いほど荷重率

率の違いがたわみに与える影響が大きいと言える。

3.4 荷重率が弾性係数に及ぼす影響

補正されたたわみデータから、逆解析によって舗装構成層の弾性係数を推定した。ただし、各工区とも、路面から2mの深さにベッドロックを設け、アスコン層、路盤、路床の3層構造モデルとして解析した。なお、アスコン層、路盤、路床各層の弾性係数をそれぞれ、 E_1 、 E_2 、 E_3 と呼ぶこととする。この結果を図-6に示す。これより、荷重率が大きいほど推定された各層の弾性係数が小さい値を示す傾向が分かる。荷重率 1kgfs 違えば、路床の弾性係数は3~5%変動した。

5. 決言

アスファルト舗装の弾性係数は温度依存性が高いため、従来よりたわみ測定結果を用いて舗装構造の弾性係数を推定する場合、温度に対してのたわみ補正が必要とされている。本研究によって、さらに、荷重時間もFWDによる舗装支持力の評価を行う上で無視できない要因であることが確認された。ただし、異機種によって測定されたデータに対して適用したところ、荷重率のみでは直ちには補正可能とはみなせなかった。

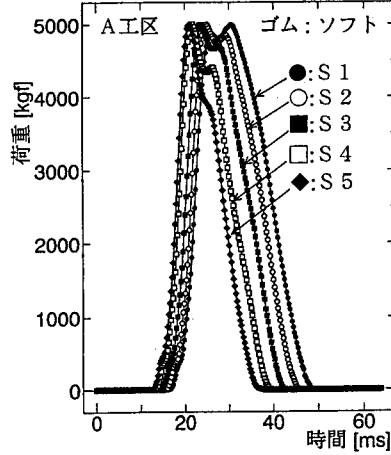


図-2 重錘の質量による荷重波形の違い(ゴム種: ソフト)

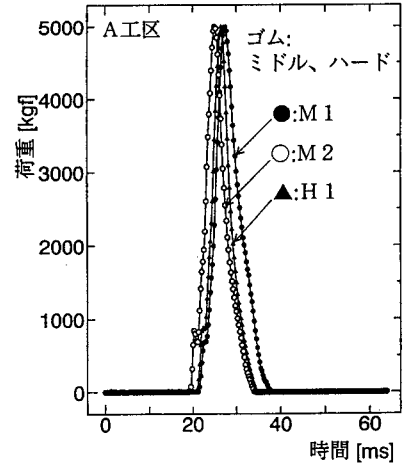


図-3 重錘の質量による荷重波形の違い(ゴム種: ハード)

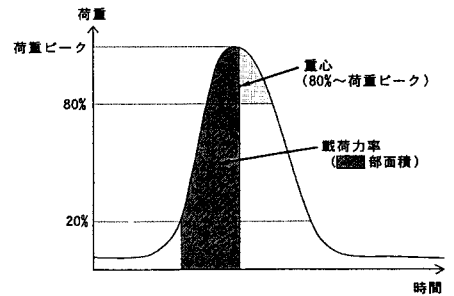


図-4 荷重率の定義

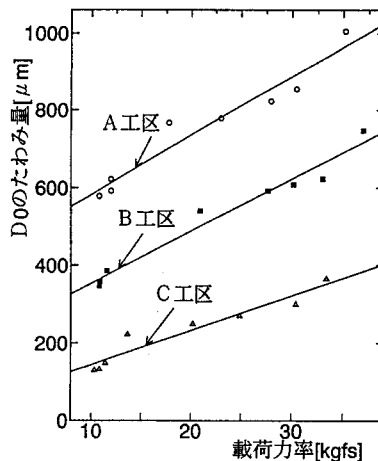


図-5 荷重率と載荷点直下のピークたわみの関係

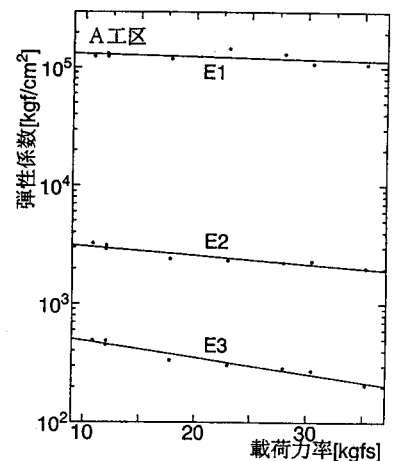


図-6 荷重率と舗装各層の推定弾性係数の関係