

大成道路(株)北海道技術試験所 正会員 ○石谷 雅彦
 北海道工業大学 土木工学科 正会員 笠原 篤
 北海道大学 工学部土木工学科 正会員 姫野 賢治

1. まえがき

積雪寒冷地の舗装は、極寒期における凍上と融解期における支持力の低下により、早期に破壊することが多い。アスファルト舗装の支持力の季節変動を明確にすることは、寒冷地におけるアスファルト舗装のパフォーマンスの推定および合理的設計の確立において、極めて重要な事項となる。

本研究では、アスファルト舗装の支持力の季節変動を、舗装構成層の各々の弾性係数の推移として捉えることを目的とし、北海道工業大学構内に試験舗装を行い、フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ(以下FWDと略す)を用いてたわみ測定を行った。また、その舗装には熱電対を埋設し、アスファルト混合物層の温度および凍結深さを測定した。

これらのたわみデータから、多層弾性理論解法をサブルーチンに組み込んだ逆解析計算プログラム(LMBS) [1] により、舗装構成層の弾性係数を推定した。弾性係数の逆計算においては、舗装構造のモデルにより、推定される弾性係数が異なるという問題が存在する。ここでは、舗装をアスファルト混合物層・粒状路盤・路床・不動地盤(路床上面から10m下)とから成る4層構造モデルを採用した。

2. 試験舗装

試験舗装は、図-1に示す舗装構成とし、幅員5m、長さ60mのアスファルト舗装を行った。アスファルト混合物は、密粒度アスファルトコンクリート、粒状路盤はクラッシュラン、路床の土質はシルト混じり砂である。FWDの測定は、1989年11月から1990年11月までの期間、毎週試験舗装上のある1地点で行い、変位センサーは、載荷板中心から、0、300、600、900、1200、2000mmの位置に設置した。アスファルト混合物層の温度および凍結深さを測定する目的で、11個の熱電対を埋設し、FWDによるたわみ測定時に舗装体内の深さ方向の温度分布を測定した。熱電対の埋設位置は、舗装表面から、5、20、40、60、80、230、380、530、680、830、980mmの深さとした。

3. たわみと温度測定

測定は、1989年の初冬から12カ月実施したが、図-2は凍結期間として11月から翌年の4月までの5カ月間の測定結果であり、凍結深度、アスファルト混合物層の平均温度、載荷板中心のたわみ(D0)、及び載荷板中心から2000mm離れた地点でのたわみ(D2000)が示されている。

凍結は、1989年12月11日に始まり、1990年3月12日に終わり、載荷板中心におけるたわみ(D0)の季節変動は、凍結深の変動に対応していることが、図-2から明確にわかる。

(D0)の値は、3月上旬の融解期において最も大きく1.463mmであり、アスファルト舗装の温度が最低を示した1月29日においては、最小の0.317mmであった。この様に、路盤および路床の凍結期と融解期とは、FWDによるたわみに1.1mmもの差が見られる。また、載荷板中心から2000mm離れ

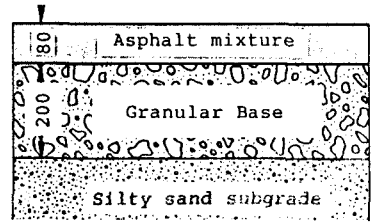


Figure 1 Pavement Structure

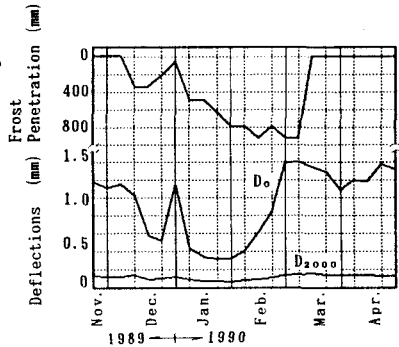


Figure 2 Seasonal Variation of FWD Deflections, Depth Frost Penetrations

た地点におけるたわみ(D2000)にも季節変動が見られ、凍結期においては0.058mm、融解期においては0.143mmであった。すなわち、融解期のたわみは凍結期のたわみの約4.5~3.5倍になっていることが明かにされた。

4. 路盤と路床の弾性係数の季節変動

路盤が凍結する以前においては、路盤の弾性係数は100~200MPaであったものが、路盤凍結が進行するに従い上昇し、1990年1月16日には最大となり、3200MPaに達している。また、融解期に入ると路盤の弾性係数は急速に低下し、19MPaの値となった。これは路盤の含水比が非常に高くなった結果と推測される。その後、また路盤の弾性係数は上昇し始め、約100MPa程度となった。

同様に、路床が凍結する以前においては、路床の弾性係数は40~60MPaであったものが、路床凍結が進行するに従い上昇し、1990年2月29日には最大となり、110MPaに達している。また、融解期に入ると路床の弾性係数は低下し、40~60MPa程度となった。図-3に、路盤と路床の弾性係数の季節変動を示す。

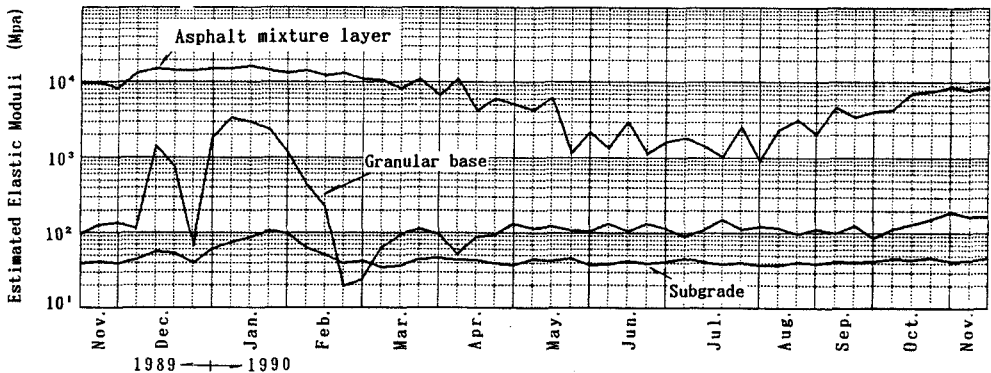


Figure 3 Seasonal Variations of Backcalculated Elastic Moduli of Granular Base and Subgrade

5. まとめ

FWDを用いて、アスファルト舗装のたわみの季節変動を測定した結果をとりまとめ以下に示す。

- 1) 舗装の凍結深さは、たわみに非常に大きな影響を与える。
- 2) 舗装の支持力の季節変動を、路盤および路床の弾性係数の変化として逆解析を利用することにより捉えることができた。
- 3) 逆解析を用いて推定された初冬における路盤および路床の弾性係数を基準としたとき、凍結期における路盤の弾性係数は最大で3.5倍、路床の弾性係数は最大で2.7倍の値を示した。また、融解期における路盤の弾性係数は最小で0.2倍、路床の弾性係数は最小で0.9倍であった。
- 4) 路盤および路床の凍結は、アスファルト混合物層下面に生ずるひずみを非常に小さくする。凍結期間においては、標準荷重よりも大きな荷重を許容することができる。このことは、寒冷地における冬季の道路輸送問題に対し、大きな示唆を与えている。
- 5) 融解期において、特にアスファルト混合物層の温度が高い場合には、アスファルト舗装は大きなダメージを受ける。

参考文献

- [1] Himeno K., Maruyama T., Abe N. and Hayashi M. : The Use of FDW Deflection Data in Mechanistic Analysis of Flexible, Proceedings of 3rd International Conference on Bearing Capacity of Roads and Airfields, The Norwegian Institute of Technology, 1990