

北海道開発局土木試験所 正員 ○ 久保 宏
建設省中国地建広島国道 中村 俊行

1. まえがき

積雪寒冷地におけるアスファルト舗装構造の理論解析は、各層を構成する材料の力学的性状が十分に把握されていないために、道路舗装での各層の応力とひずみが求められず、その解析が困難なものであった。特に、寒冷地で凍上作用を受けた路床・路盤などを構成する材料に関しては、理論解析に必要なこれらの層の変形係数が、単にその材料のCBRとの関連において求められているにすぎない。したがって、凍結と融解の繰り返し作用を受けた路床・路盤など舗装構造各層の変形係数を、実際の道路の環境条件下において求める必要がある。美々試験道路は、寒冷地舗装の凍上対策工法に関する体系的な研究のために、北海道苫小牧市美々地区の一般国道36号に沿って築造されたものである。

本研究は、この試験道路の路床・路盤など各層で得られた地盤係数に基づいて、植下が示した多層系弾性体変位の近似計算法によって、舗装各層の変形係数を材料ごとに算出したものである。

2. 美々試験道路の地盤支持力調査

美々試験道路の各試験区間は、凍上性の粘質土で路床を築造し、その上に材料の異なる合計16種類の舗装構造を設定したものであり、その置き換え深さはすべて75cmとした。また、各試験区間の延長は30mで、総延長は480mとなっている。この試験道路における、路床・路盤などの各層の地盤係数は、図-1に示すような直径30cmの剛性載荷板を各層の上面に埋設し、昭和43年度～46年度の4年間で、毎年舗装が凍結する直前の11月と春の融解期の3月～5月の毎月中旬に観測して得られたものである²⁾。なお、各種の試験舗装構造における凍結深さは、その年の寒さの程度と各試験区間によって異なるが、おおよそ舗装路面から95～105cmであり、路床に生じた凍上量は約4～14cmであった。

3. 地盤係数からの変形係数の算定

図-2に示すような多層系弾性体地盤に剛性載荷板を置いたとき、植下は各層の変形係数、等値変形係数、荷重分散係数、各層の厚さの関係を次のように示した。¹⁾

$$d_{21} = d_1 + K_1 T_1, \quad d_{31} = d_{21} + K_2 T_2, \quad d_{41} = d_{31} + K_3 T_3$$

$$K_1 = f(E_1/E_2), \quad K_2 = f(E_2/E_3), \quad K_3 = f(E_3/E_4)$$

$$E_{01} \cdot d_1 = E_{12} \cdot d_{21} = E_{23} \cdot d_{31} = E_{34} \cdot d_{41}$$

$$E_4 = 17.7 K_{30(4)}, \quad d_{43} = 30 \cdot K_{30(3)} / K_{30(4)}$$

ここに、 $d_1, d_{21}, d_{31}, d_{41}, d_{43}$ ：各層上面にかかる載荷面積の直径、ただし $d_1 = 30\text{cm}$ 、 K_1, K_2, K_3 ：上層から順に各層の荷重分散係数、 T_1, T_2, T_3, T_4 ：上層から順に各層の厚さ、 E_1, E_2, E_3, E_4 ：上層から順に各層の変形係数、 $E_{01}, E_{12}, E_{23}, E_{34}$ ：それぞれ第1層以下、第2層以下、-----の等値変形係数、ただし、 $E_{34} = E_4 K_{30(3)}$ 、 $K_{30(4)}$ ：それぞれ第3層および第4層上面で得られた地盤係数。

埋込平板載荷試験装置によって求められた地盤係数から、層構造の最下層である路床の変形係数をまず計算し、次に路床に近い凍上抑制

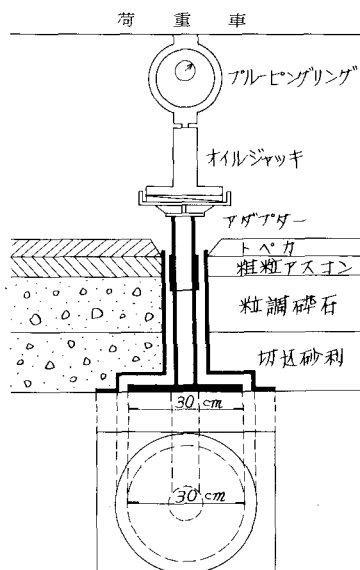


図-1 埋込平板載荷試験装置

層、下層路盤の順で各層の変形係数が算出される。

4. 各種材料からなる路床・路盤の変形係数とその考察

北海道において凍上を起こしやすいとされている粘質性路床土、凍上抑制層材としての細粒火山灰、砂、最大粒径 88.9mm または 50.8mm の切込砂利、下層路盤としての最大粒径 50.8mm の切込砂利、ならびに本州の各地で上層路盤に用いられている粒度調整碎石（以下粒調碎石という）について、材料ごとに層としての変形係数を求めた美々試験道路の各舗装構造における凍上性路床土、凍上抑制層および路盤の上面で実測した地盤係数をもとに算出された変形係数とその融解期の低下率は、表-1に示すとおりである。

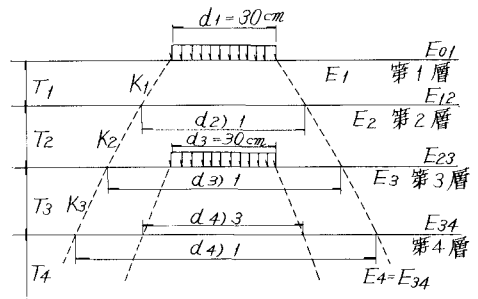


図-2 多層系弾性体地盤

冬期間に凍上性路床土中に発生した霜柱が春に融解し、それが路床・路盤支持力の低下をもたらして舗装が破壊されることは経験上よく確かめられている。これらの支持力低下を路床・凍上抑制層・路盤の材料ごとに変形係数とその変化によって示したのがこの表の結果である。これによると、春の融解期の変形係数は凍結前のそれに比べて大きな低下率を示す。特に、細粒火山灰と粒調碎石からなる層の変形係数の低下率は大きい。これは寒冷地における置換材料としての従来の経験的評価と一致するものである。この低下率の大きいことの原因は、材料に含まれているシルト以下微粒分が他の材料のものに比較して多いことにあると考えられ、微粒分の限界値設定の必要性がここにある。また、上層路盤としての粒調碎石は、凍結前には比較的大きな変形係数が確保されていても融解期にその値が大きく低下することから、これを寒冷地での路盤として採用することには多少の疑問がある。

5. 結 論

積雪寒冷地舗装における凍上対策工法としての置換工法からなる試験道路での路床・路盤支持力に関する調査結果をもとに、各層の変形係数が明らかとなったが、ここで得られた結論は次のとおりである。

- (1) 特殊な構造の埋込み剛性載荷板を用いて各種の舗装構造における路床・路盤各層の地盤係数が求められた。
- (2) ここで得られた舗装各層の地盤係数をもとに、多層系弾性体変位の近似計算法によって、寒冷地の路床・路盤などに一般的に用いられている各種材料に関し、層としての変形係数とその変化が明らかとなった。

参考文献

- 1) 植下 協：舗装の力学、舗装、1973-6
- 2) 久保 宏：層構造解析による凍上対策工法の評価に関する研究（その1）、土木試験所月報 N0.306, 1978-11

表-1 路床・凍上抑制層・下層路盤の変形係数

路床・路盤材料	変形係数 E (kg/cm^2)		
	凍結前 E_A	融解期 E_B	低下率 [*] (%)
路床土（凍上性粘質土）	210	170	19
細粒火山灰	830	540	35
砂	950	770	19
切込砂利（最大粒径 88.9mm ）	2080	1750	16
切込砂利（最大粒径 50.8mm ）	2120	1560	26
粒度調整碎石（最大粒径 38.1mm ）	2630	1820	31

^{*} 変形係数の低下率

$$= \frac{E_A - E_B}{E_A} \times 100 (\%)$$