

東京郡土木技術研究所 正會員 内田喜太郎

田 敏

正會員 松岡 寿

1. まえかき

鋪装への荷重載荷によって生じるたわみ量とその形状は、鋪装の力学性を評価するうえで重要な指標であり、これらの変化を経年的に把握することによって、鋪装の合理的な維持管理を行うことも可能である。

たわみ量とその形状は、装置の簡便さからベンケルマンビームによって測定されることが多い。しかし、アスファルト舗装要綱により設計・施工された程度の舗装（以下、高級舗装とよぶ）においては、以前から指摘されているように、基準台を支持している前脚あるいは前後脚が荷重の影響範囲に入ることから、実測たわみ量が実際のたわみ量とかけはなれた値となり、理論たわみ量とも一致しないことが多い。そこで本報文では、高級舗装における実測値を理論値に近づけるための解析手法を提案するとともに、舗装評価の一例を報告するものである。

2. 実測ベンケルマンビームたわみ量の補正

高級鋼炭においてベンケルマンビームによる測定を行うと、図-1の1点鎖線で示すように、たわみ量が実際より小さく測定されたり、最大たわみ量発生位置がアーム先端のフルーフ接地点よりもずれることが多い。これらの現象は、本来不動点であるべき基準部が荷重の影響により動いてしまうというベンケルマンビームの機構に起因するものである。

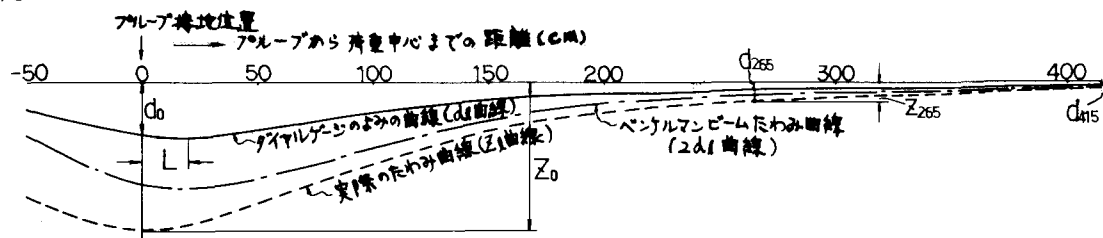


図-1 ベンケルマンビームたわみ曲線と実際のたわみ曲線及び最大たわみ発生位置のずれ

實際のたわみ量と基準台前後脚のたわみ量及びベンチルマンビームたわみ量の関係は、①式により表わせる。

$$Z_l = aZ_{(l+l_1)} - bZ_{(l+l_2)} + 2d_l \text{ ----- } \textcircled{1}$$

Z₁: 荷重中心がポール・アから l cm 離れた場合のポール・ア接地点の実際のたわみ量

$Z(l+l_1)$: " " 前脚の実際のためみ量

$Z(l+l_2)$: " " 後脚の

de: タイヤルゲージまたは自記記録の読み(荷重車が飛進し、タイヤルゲージの針が静止したところを 0とした場合の読み)

a, b, l_1, l_2 はベンセルマンゼームの形状寸法によって決まる定数。与えられたベンセルマンゼームでは、 $a = 2.7\bar{6}$ 、 $b = 1.7\bar{6}$ 、 $l_1 = 265 \text{ cm}$ 、 $l_2 = 415 \text{ cm}$ である。

①式において、荷重がアールブ接地点にきたときの補正值 Z_0 は、 $Z_0 = 2.76 Z_{265} - 1.76 Z_{415} + 2d_0$ であり、また右辺の未知数 Z_{265} と Z_{415} は、同様に、 $Z_{265} = 2.76 Z_{530} - 1.76 Z_{680} + 2d_{265}$ 、 $Z_{415} = 2.76 Z_{680} - 1.76 Z_{830} + 2d_{415}$ である。これらの手順を、 $dl = 0 \Rightarrow Z_L = 0$ となる点まで繰返すことによって、右辺の全項をベンケルマンピークたわみ量 dl のみでの変換できる。したがって、この補正方法では、アールのタイヤ面への差し込み長さには関係なく、荷重車が~~通過~~ダイヤルゲージの針が静止する($dl = 0$)までの、荷重車各位置の dl が必要である。

$d_n = 0$ となる点のフルードからの距離を h_n とすると、①式は以下の4つの式のようになり、これらの組合せによって必要な位置の z_n を求めることができる。

$$\begin{cases} Z_l = 0 & (l \geq l_0) \\ Z_l = 2dl & (l_0 > l \geq l_0 - 265) \\ Z_l = 2.76Z_{(l+265)} + 2dl & (l_0 - 265 > l \geq l_0 - 415) \\ Z_l = 2.76Z_{(l+265)} - 1.76Z_{(l+415)} + 2dl & (l_0 - 415 > l) \end{cases}$$

ここで、例えば $l_0 = 700$ cm とすると、

$$Z_0 = 2.76(2.76 \times 2d_{530} - 1.76 \times 2d_{680} + 2d_{265}) - 1.76(2.76 \times 2d_{680} + 2d_{415}) + 2d_0 \text{ である。}$$

3. 最大たわみ量の発生位置のすれに関する検討

ベンチルマンビームにおける最大たわみ量発生位置のすれは、2. 実測たわみ量の補正方法とは逆に、理論たわみ曲線 (Z^* 曲線) を①式により $2dl$ 曲線に変換し、 dl が最大となる位置のフルーフからの距離により求められる。たとえば、図-1において、 Z_0 曲線を $2dl$ 曲線と仮定し、①式により $2dl$ 曲線に変換すると、 l が求められる。

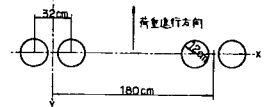
舗装を2層構造と仮定し、下記の組合せについて、BISARプログラムによって Z^* 曲線を求め、この曲線から計算した l と E_1/E_5 の関係を表わしたものが図-2(a)である。

$$E_1 = 5,000, 20,000, 50,000, 100,000 \text{ kg/cm}^2 \quad (\mu = 0.4)$$

$$E_5 = 200, 500, 1,000, 2,000, 3,000 \text{ kg/cm}^2 \quad (\mu = 0.4)$$

第1層の厚さ = 15, 25, 35 cm

荷重条件 後軸10t 4輪載荷



4. 実測値と理論値による検討

2層構造における理論最大たわみ量 (Z_{t0})

と Z^* 曲線から計算された l および E_1/E_5 は、

図-2のような関係がある。この図において、

実測値の l と補正値 Z_0 と実測値の矢印は、

図-2のようになる。この図において、

矢印の方向は、この向

に於ける同一地点の変化を表わす。測点 NO.

1, 3, 4 のように E_1 軸に平行に伸びている

ものは、 E_5 には変化がなく、施工後4ヶ月か

ら7ヶ月の3ヶ月間における安定化と気温変化による増加である。また、NO. 2, 5, 6 のように E_1 軸に對

して圧にみれて伸びているものは、 E_5 , E_1 ともに増加していることを表わす。

同一地点における Z_0 や l の経年変化を把握することにより、 E_1 や E_5 の変化をとらえることができ、これ

に対応した維持管理が可能である。

5. まとめ

(1) ここで示した実測たわみ量の補正方法は、従来の問題となっていた基準台前後脚の影響をとりのどき、アームの差し込み長さに関係なく、実際のたわみ量を求めることができる。

(2) ベンチルマンビーム最大たわみ量発生位置のすれは、舗装を2層構造と仮定した場合に、 E_1/E_5 の分散として表わすことができ、実測値の l と補正値 Z_0 との組合せにより、 E_1 と E_5 の推定が可能である。

(3) Z_0 と l の経年変化を把握することにより、合理的な舗装の維持管理が可能である。

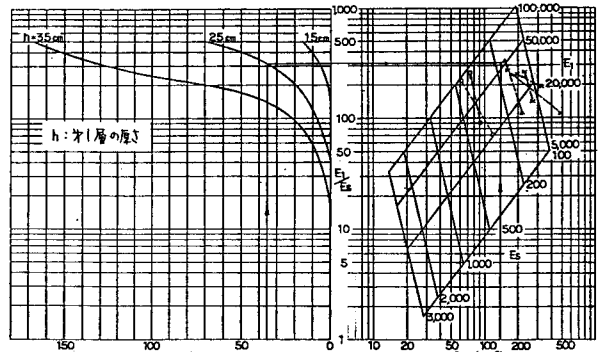


図-2 l と Z_{t0} 及び E_1/E_5 の関係