

日本大学理工学部 正員 阿部 頼政

1. まえがき

アスファルト舗装を多層からなる弾性体として解析した場合、応力や歪は理論値と実測値がほぼ一致するが、表面たわみに関しては、あまりよく一致しないというのが一般的なのである。筆者らは、この原因を、ベンケルマンビームの支点がたわみ曲線にそって沈下するためであろうと考え、支点沈下の影響を中心にしたたわみの解析を行ってきたが、本論文は、その基本的な考え方と、測定法による差の検討結果を報告するものである。

2. 支点沈下の影響

一般に使用されているベンケルマンビームの構造を図-1に示す。軸荷重によるシューの変位は、ピボットを通じてダイヤルゲージに記録されるようになっている。

シュー、前支点、後支点それぞれに変位が与えられた場合におけるダイヤルゲージのセンサーの変動量は次のとおりである。

(1). シューが沈下した場合

シューの沈下量を W 、センサーの変動量を d_w とすれば、図-2より

$$d_w = W \cdot b/a \dots\dots\dots (1)$$

(2). 前支点が沈下した場合

前支点の沈下量を F 、センサーの変動量を d_F とすれば、図-3の幾何学的な関係から

$$d_F = x_3 - x_2 = F \cdot (ab + b^2 + be)/a(d+e) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 d_F は下方への変動となる。

(3). 後支点が沈下した場合

後支点の沈下量を R 、センサーの変動量を d_R とすれば、同様な幾何学的関係より

$$d_R = R(ac + ad + bc)/a(d+e) \dots\dots\dots (3)$$

(4). ビーム全体が沈下した場合

図-4のようにビーム全体が沈下した場合、センサーの変動量 d_T は次のようになる。

$$d_T = d_w - d_F + d_R = W \cdot b/a - F \cdot (ab + b^2 + be)/a \cdot (d+e) + R \cdot (ac + ad + bc)/a \cdot (d+e) \dots\dots\dots (4)$$

わが国で標準的なベンケルマンビームの寸法を(4)式に代入すると

$$d_T = 0.5W - 1.46F + 0.964R \dots\dots\dots (5)$$

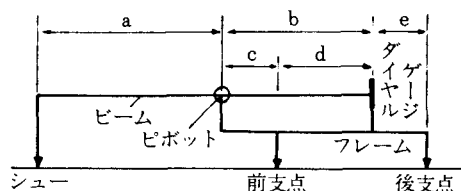


図-1. ベンケルマンビームの構造

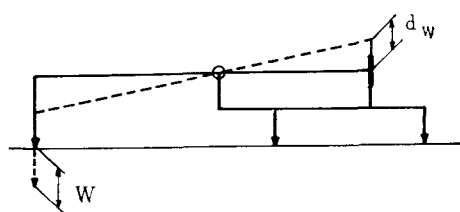


図-2. シューの沈下

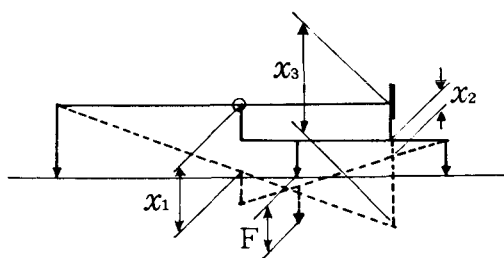


図-3. 前支点の沈下

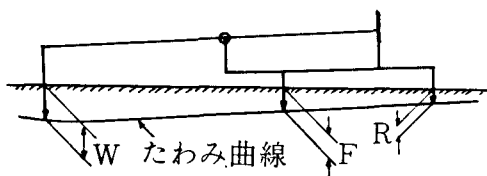


図-4. 全体の沈下

3. ベンケルマンビームによるたわみ測定法

たわみ測定法は、各国、各研究機関によって種々の方法が発表されているが、本研究で対象とした測定法は次のとおりである。

(1). 普通たわみ法（弾性たわみ量）

これはアスファルト舗装要綱に規定された方法で、荷重がシューの位置にきたときのダイヤルゲージの読み d_0 、さらに荷重が 1.5m 離れたときの読み $d_{f1.5}$ をとるが、弾性たわみ量 D_e は、次の式によって求められる。

$$D_e = (d_0 - d_{f1.5}) \times 2 \quad \cdots \cdots (6)$$

(2). 土研法

荷重がシューの位置にきたときのダイヤルゲージの読み d_0 、さらに 5m 離れたときの読み $d_{f5.0}$ をとる。たわみ量 D_d は次の式によって求められる。

$$D_d = (d_0 - d_{f5.0}) \times 2 \quad \cdots \cdots (7)$$

(3). 日本道路公団の方法（復元たわみ法）

特に剛度の高い舗装を除いて、一般には 3.5m での読み $d_{f3.5}$ を最終値とする。この方法によるたわみ量 D_R は次の式によって求められる。

$$D_R = (d_0 - d_{f3.5}) \times 2 \quad \cdots \cdots (8)$$

(4). CGRA 法

これは、Canadian Good Road Association によって提案されている方法で、 d_0 の他に、荷重が 2.7m, 9.1m 離れたときの読み $d_{m2.7}$, $d_{f9.1}$ をとる。たわみ量 D_c は次の式による。

$$D_c = (d_0 - d_{f9.1}) \times 2 \quad \cdots \cdots (9)$$

ただし、 $d_{m2.7} - d_{f9.1} > 0.025\text{mm}$ の場合は次の式によって D_c を修正する。

$$D_c = (d_0 - d_{f9.1}) \times 2 + 2.91Y \quad \cdots \cdots (10)$$

$$Y = (d_{f9.1} - d_{m2.7}) \times 2 \quad \cdots \cdots (11)$$

4. 支戻沈下を考慮した測定値の比較

アスファルト舗装を 3 層（表層、路盤、路床）からなる弾性体と仮定してたわみ曲線を求め、たわみ曲線によってベンケルマンビームのシュー、支戻が沈下したときに測定される値（推測値と仮称）を計算し、たわみの最大値（理論値）に対する比として次のように精度を定義した。

$$\text{精度 } A = 100 \cdot (\text{推測値}) / (\text{理論値}) \quad \cdots \cdots (12)$$

計算結果は、土研法の精度 A_d を横軸に、他の測定法の精度を縦軸にとって図-5 に示した。最終測定位置を 3.5m 以上にとれば、測定法による精度の差はほとんどない。しかし、精度が 20%~90% の間に分布するということは、舗装がたわみ曲線のように沈下するのであれば、理論値と実測値が一致しないのは当然であることを意味するものと思われる。

なお、弾性計算は、ELSYM 5（カリフォルニア大学）のプログラムを利用した。

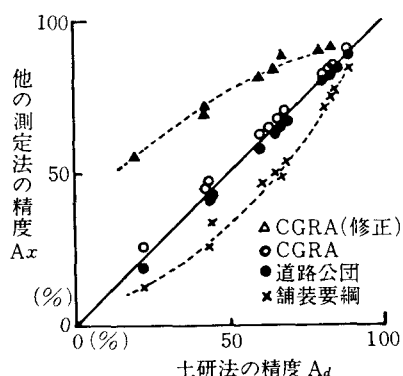


図-5. 測定法による精度の差