

東北工業大学○学正員 大川満春
東北工業大学 正員 村井貞規
東北工業大学 正員 高橋彦人

1. はじめに

近年FWDが舗装の評価に広く用いられ、それに伴ない舗装の挙動の評価が舗装表面のたわみに基づいて行なわれるようになってきた。これはこれまで一般的だった、最大応力を生じる載荷面直下の応力を基準とする考え方では十分ではなく、舗装面上あるいは舗装の深さ方向に、より広い範囲をとって考察する必要があることを意味している。

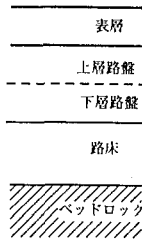
著者らは、FWDを車道部に用いられたコンクリートブロック舗装に適用し、長期的な測定を行なっている。車道部において、不連続な表層よりなる新旧の舗装形式が今後も広く用いられ、その評価がFWDを中心に実施されていくことが予測されることから、各種舗装構造におけるたわみの挙動を分析できるようにしていくことが重要であるといえよう。本研究は多層構造に関する数値解析により、舗装構造の持つパラメータがたわみ等へ及ぼす影響を具体的に示すとともに、舗装構造形式全般に対し、FWDの測定結果に基づく評価の見通しをたてようとするものである。

2. たわみの分析

逆解析は、FWDのたわみの測定結果から直接舗装構造のパラメータを決定するものである。著者らがFWDの測定を継続しているコンクリートブロック舗装は、本来デスクリートなブロックの表面たわみを測定しているのので、逆解析結果をそのまま適用することができない。また層厚もその構造から自明というわけにはいかない。そこで著者らは舗装構造パラメータをあらかじめ与えて、繰り返し計算をすることにより（多層構造解析プログラムELSAによる）、測定されたたわみ形状にできるだけ近い舗装構造を求めて舗装パラメータを決定してきた。本報告は、一般的な多層弾性舗装構造各層のパラメータが、たわみ変形に対してどのような影響を与えるかを示した。

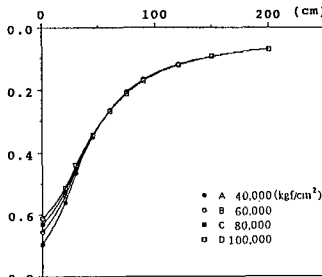
分析を行なうに際してに基準とした舗装構造を図-1に示す。これは実際の車道に敷設された舗装構造に基づいている。応力と比較して、たわみは路床やその下の地盤の影響を強く受けると予想されることから、ベドロックの存在がたわみに与える影響についても合わせて示している。

まず舗装表層のパラメータの影響について示す。図-2は舗装表層の弾性係

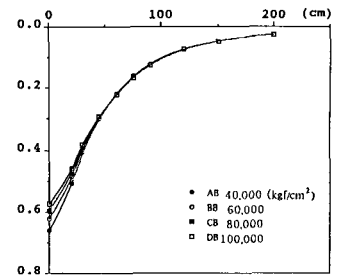


	弾性係数 (kgf/cm^2)	ポアソン比	層厚 (cm)
表層	80,000	0.30	7.0
上層路盤	35,000	0.35	5.0
下層路盤	1,000	0.50	40.0
路床	870	0.50	500.0
ベドロック	1,000,000	0.50	半無限

図-1 舗装構造と物理定数



(a) ベドロック無



(b) ベドロック有

図-2 表層弾性係数の影響

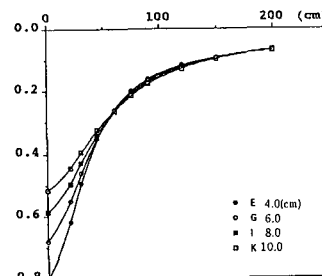


図-3 表層厚の影響

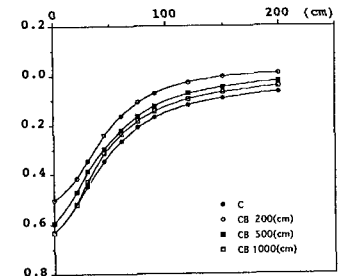


図-4 ベドロックの影響

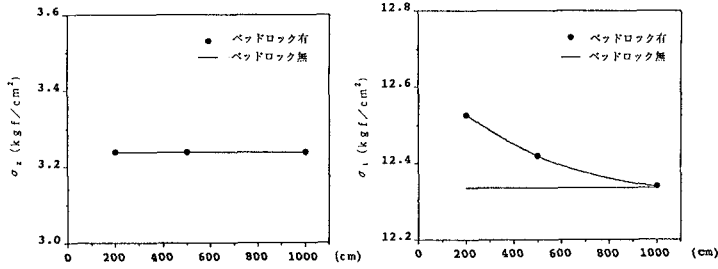


図-5 ベッドロックの表層応力への影響

数の違いによるたわみを表わしている。この弾性係数の範囲では荷重直下のたわみはあまり大きな変動を示さない。ベッドロックがないと、舗装全体は0.05mm程度全体として沈下する。図-3は舗装表層の層厚を変化させたものだが変動の割合は弾性係数の変化よりも遥かに大きく、荷重直下で0.3mm程度の違いが見られる。荷重中央から2m離れるとこれらの違いは舗装のたわみに全く影響を与えない。ベッドロックの影響は、ほぼ図-2と同程度である。ベッドロックまでの深さの影響を示したのが図-4である。ベッドロックまでの路床厚を変えたときのたわみは、全くない場合は当然最も大きい、かなり深いところにベッドロックがあると荷重直下ではほとんど違いがみられない。しかし荷重直下からわずかでも離れると違いが現われてくる。なおベッドロックの有無と深さが、荷重直下表層下面の応力にどの程度影響を与えるかを求めたのが図-5である。 σ_z には全く変化がなく、 σ_t は10mでほぼベッドロックが存在しないとして求めた値と等しくなっている。すなわち、舗装構造としては表層のたわみ形状が等しいことを示している。これは舗装材料としての疲労については、ベッドロックの有無からはほぼ影響を受けないことを意味している。

次に路盤の影響を示す。図-6、図-7はそれぞれ、上層路盤、下層路盤の弾性係数の影響を示したもののだが、上層路盤は表層と類似した傾向がみられ、荷重直下のたわみへの影響が大きい。下層路盤は全体のたわみ変動も大きい、荷重から離れた点でのたわみの違いが明確になってくる。すなわち荷重部のたわみが大きいと、遠方では逆にたわみが小さくなるのが分かる。

路床の弾性係数がたわみに与える影響は極めて大きく、弾性係数が小さいと舗装全体としてのたわみが大きくなる（図-8）。これらの結果から、たわみに対して、荷重部近傍に限定した変動は表層弾性係数、荷重部から1m程度までは表層厚と上・下層路盤、そして全体のたわみは路床以下の構造が大きく関わっていることが分かった。

3. コンクリートブロックへの適用

最後に、これらの計算結果を基にコンクリートブロック舗装の実際のデータについてのシミュレーションを行なった一例を図-9に示す。測定された実際の舗装のたわみに等しくするには、舗装の表層厚を実際のサンドクッションを含む値よりやや小さくすることにより、よい結果が得られた。これはいわゆる等値換算厚に相当する考え方である。このように連続体ではない表層について、FWDにより測定された結果を基にたわみ形状を満たす舗装構造のパラメータを決定していくことが、可能であると思われる。

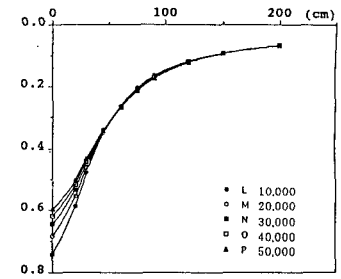


図-6 上層路盤の弾性係数の影響

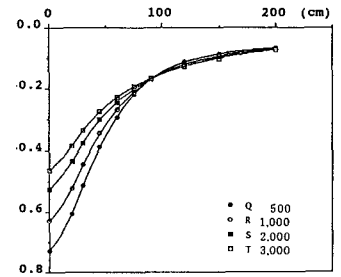


図-7 下層路盤の弾性係数の影響

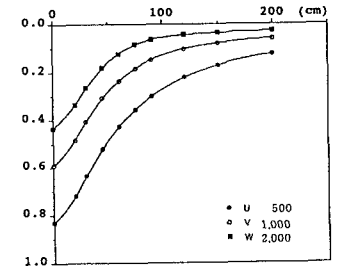


図-8 路床の弾性係数の影響

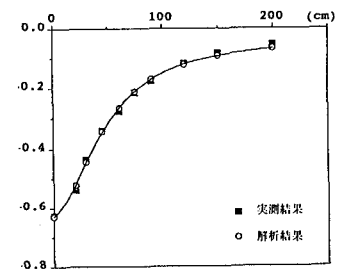


図-9 コンクリートブロック舗装の例