

神戸大学工学部 正 員 西 勝
 神戸大学大学院 学生員 ○須田隆司
 神戸大学大学院 学生員 小畑博之

1. まえがき

たわみ性舗装の構造設計は、これまで理論的というよりもむしろ長い間の経験の積み重ねによつて進展してきている。しかし、これらの経験を主とした設計者では、過去に例のない舗装構造や新しい材料を便、た舗装を適当に評価できるか疑問である。さらに観測時の調査結果に基づいているので、観測時以上に増大した交通量あるいは車両の大型化に適用できるかどうかとも疑問である。そこで、経験的な設計法に代わるものとして、より合理的な設計法が必要とされる。本研究はその第1段階として、たわみ性舗装の挙動が、構成材料の特性を表わすパラメーターの変動によつて、どのような影響を受けるかを絶対量、相対量として究明したものである。

2. 解析方法

本解析に用いた材料特性を表わすパラメーターを表-1に示す。表層材の弾性変形係数 M_s は温度依存性⁽¹⁾、路盤材と路床土の弾性定数(弾性変形係数, ポアソン比)は応力依存性とした⁽²⁾。なお、表層のポアソン比 ν_s は0.4とした。温度については、冬は4℃, 春と秋は17℃, 夏は31℃とした。

本解析の対象とする断面の諸量を図-1に示す。これらの断面は、交通タイプB, 設計CBR4%の条件からアスファルト舗装要綱により設定したもので、以後、これらの断面をそれぞれ、20-20断面、10-60断面、T₁25断面と呼ぶことにする。たわみ性舗装の挙動を表わす指標として、図-1に示す表面変位 w_s 、表層下面に生じる引張りひずみ ϵ_r と、疲労破壊が生じるまでの載荷回数 N_f を採用した。その載荷回数 N_f は、Witczekの提案した次式によつて求めた、

$$N_f = a \cdot b \cdot t^d \cdot \left(\frac{1}{\epsilon_r}\right)^c \quad \text{ここで、} N_f: \text{疲労破壊が生じるまでの載}$$

荷回数, ϵ_r : 表層下面の引張りひずみ, t : 舗装温度(°F), $a = 1.86351 \times 10^{-17}$, $b = 1.01976$, $c = 4.995$, $d = 1.45$

上記指標に對する解析法としては、反復有限要素法を用いた。計算条件としては、対象とする材料は各層内ですべて均質、等方性と仮定し、節点数138, 三角要素数235に分割した。節点荷重に関しては円形接地面と仮定し、接地半径10.7(cm), 接地圧 p (kg/cm²)の等分布荷重を採用した。境界条件としては、すべて、幅は280(cm), 全層厚は400(cm)とし、両側面はローラ支承、底面は固定支承とした。

3. 絶対量としての感度分析結果

3.1 表面変位 w_s に及ぼす材料特性の影響について

1例として、20-20断面、17℃の場合における材料特性を表わす各パラメーターの表面変位 w_s に及ぼす影響を図-2に示す。図より、路床の弾性定数(M_b, ν_b)の影響がきわめて大きく、他の材料の弾性定数の影響はきわめて小さいことがわかる。図は省略するが、このことは他の2断面についても認められている。しかし、温度が

表-1 材料特性を表わすパラメーター

材料	材料特性	4℃ (冬)	
		17℃ (春・秋)	31℃ (夏)
表層材 密粒状アスファルトコンクリート	弾性変形係数 M_s	$M_s = 95000 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$M_s = 43600 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
	ポアソン比 ν_s	$\nu_s = 0.4$	$\nu_s = 0.4$
路盤材 切込碎石	弾性変形係数 M_b	$M_b = 1250 \text{ P}^{0.68} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$M_b = 1250 \text{ P}^{0.68} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
	ポアソン比 ν_b	$\nu_b = 0.345 \eta - 0.09 \eta^2$	$\nu_b = 0.345 \eta - 0.09 \eta^2$
路床土 CBR4%の粘性土	弾性変形係数 M_b	$M_b = -0.00072 + 0.0246 \eta + 1200 \eta^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$M_b = -0.00072 + 0.0246 \eta + 1200 \eta^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
	ポアソン比 ν_b	$\nu_b = -0.083 \eta + 0.252 \eta + 0.127$	$\nu_b = -0.083 \eta + 0.252 \eta + 0.127$

P: 平均主応力 (kg/cm²) η : 偏差応力 (kg/cm²) η : 応力比 (σ/σ_p)

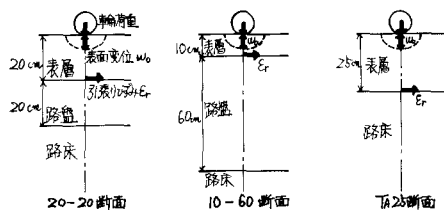


図-1 断面の諸量

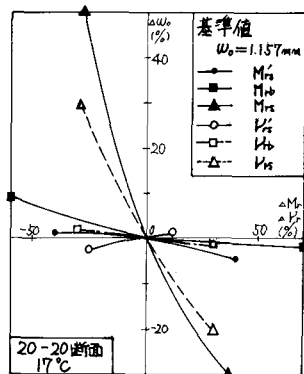


図-2 表面変位 ω_0 に及ぼすパラメータの影響

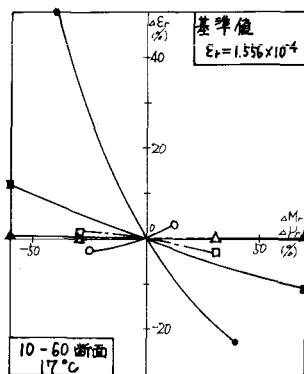


図-3 引張りひずみ ϵ_t に及ぼすパラメータの影響

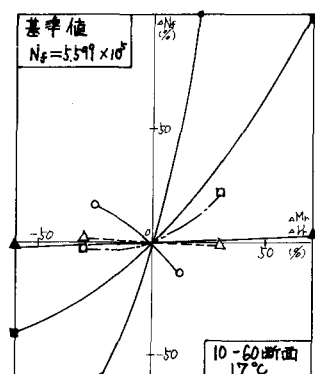


図-4 載荷回数 N_e に及ぼすパラメータの影響

31℃と高くなると、路床の弾性定数の影響は若干減少し、他の材料の弾性定数の影響がやや増加するようである。

3.2 表層下面に生じる引張りひずみ ϵ_t に及ぼす材料特性の影響について

図-3は、1例として、10-60断面、17℃の場合における材料特性を表わす各パラメータの引張りひずみ ϵ_t に及ぼす影響を示している。図より、表層の弾性変形係数 M_{ss} の影響が大きいことがわかる。図は省略するが、特に表層が厚い I_{ss} 断面、20-20断面になると、その影響は増加するようである。また、路盤の弾性変形係数 M_{ss} の影響は、表層が薄く路盤の厚い10-60断面では図-3のようにやや大きい、20-20断面では減少することが認められている。一方、温度が高くなると、表層の弾性変形係数 M_{ss} の影響はかなり減少し、その他の材料の弾性定数（特に路盤の弾性変形係数 M_{ss} ）の影響が増加するようである。

3.3 疲労破壊が生じるまでの載荷回数 N_e に及ぼす材料特性の影響について

図-4は、10-60断面、17℃の場合における材料特性を表わす各パラメータの載荷回数 N_e に及ぼす影響を示している。各断面、各温度とも、引張りひずみ ϵ_t と比べて変動率は大きい、傾向はよく似ているようである。

4. 実験誤差による相対量としての感度分析とその結果

材料特性を表わす各パラメータの実験誤差によるバラツキが正規分布に従うと仮定し、過去の実験データより、ある確率（ここでは、0.5、0.8、0.95）でおさまるような各パラメータの変動幅を定め、それを使って、3つの指標（表面変位 ω_0 、引張りひずみ ϵ_t 、疲労破壊が生じるまでの載荷回数 N_e ）に対する相対量としての影響度を求めた。この変動幅は、実験誤差のみによるものであり、施工条件などは考慮していない。

表面変位 ω_0 、引張りひずみ ϵ_t については、確率が異なっても、相対量としての影響度にほとんど差異は認められないので、確率0.8で表させた。表面変位 ω_0 に関しては、温度が低い場合、図-5のように路床の弾性定数（ M_{ss} 、 I_{ss} ）の影響が大きい、温度が高くなると、図は省略するが、表層の弾性変形係数 M_{ss} の影響が増加するようである。引張りひずみ ϵ_t については、図-6のように、表層の弾性変形係数 M_{ss} の影響がきわめて大きい。図は省略するが、温度が31℃と高くなると、それは幾分減少する。載荷回数 N_e については、図-7のように、引張りひずみ ϵ_t の傾向ほど顕著ではないが、よく似ている。しかし、確率を大きくすると、図-8のように表層の弾性変形係数 M_{ss} の影響はやや減少し、他のパラメータの影響が若干増加する傾向にある。

参考文献

- (1) 西：舗装に関する最近の問題と新しい技術、土木学会関西支部昭和53年度講習会テキスト
- (2) 西、宮川：繰返し荷重を受ける粒状土の弾性的挙動について、第11回土質工学研究発表会講演集、1976