

東京工業大学 正員 渡辺 隆
首都高速道路公団 シ 〇.1坂重巳

1. まえがき

本研究は、アスファルト舗装の合理的設計法を確立する目的から、アスファルト舗装の代表的な破壊形態の一つである疲労破壊に関し、気象条件・交通条件・施工条件等を考慮して、舗装構造設計システムを開発したものである。設計システムをつくるにあたっては、舗装体を弾性体と考え、Burmisterの層理論を発展し、4層以上の多層体について応力解析を行なった。また、一般の舗装用混合物の弾性定数を、動的及び静的な室内試験により求め、van der Polの方法でも算定できることを明示し、舗装内の温度分布と載荷時間については、外的条件から、空間的及び時間的に平均値を求めた。そして、東名高速道路での供用結果との照合から、その有用性について検討した。

2. 舗装構造設計システム

アスファルト舗装は、交通荷重や気象などの数多くの変数がからみあった複雑な構造体であるため、合理的かつ科学的に設計を行なうには、舗装に関係する広範囲かつ種々の因子を複雑な過程のもとで解析する必要があり、総合的な舗装設計の一部である構造設計を考えるにあたって、図-1に簡単に示すようなシステムを考えた。交通・環境条件としては、表-1にあるものを用い、舗装の供用性として、くり返し交通荷重による疲労破壊とその評価の対象とした。

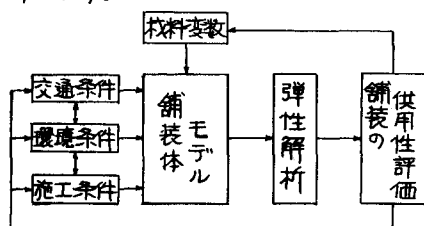


図-1. 舗装構造設計システムの概要

交通条件	設計年数、年交通量増加率、月交通量、時間交通量、平均走行速度
環境条件	月平均気温、含水率
施工条件	舗装構成層数及び層厚、路床土の状態
材料変数	アスファルト量及びその特性、空隙率

表-1. 各種条件の構成内容

3. 弾性解析の有意性

各種条件の相互関連も考慮して構成した舗装体モデルを、Burmisterの層理論に基づいて、多層体について弾性解析した。すなわち、任意の層で与えられるBurmisterの解と、表面・最下層での境界条件及び各層間の連続条件（応力・変位とも等しい）とから、各層内の応力状態を算定したわけであるが、アスファルト層下面での連続性について、東名高速道路で行なわれた走行試験結果と解析値とを比べてみると、図-2に示すように、車両が高速で走行する場合には、かなりよく一致した。同様なことが、垂直変位量についてもいえることが明らかになり、弾性論により舗装内に生じる応力状態をある程度の条件のもとで、十分に算定できると考える。なお、低速時の場合は、実測値と解析値とにかなり差があり、今後、解析法も含めて検討が望まれる。

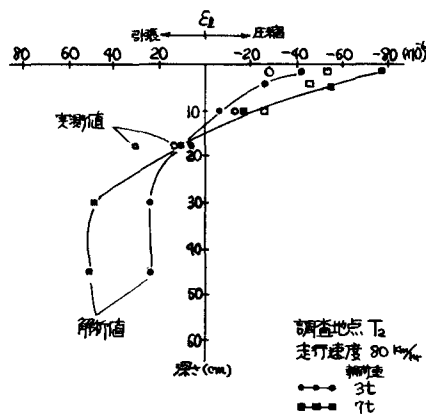


図-2. 舗装内の縦断面分布

4. 舗装構成材料の弾性定数

本研究では、まず一般の舗装において、表層・基層・上層路盤によく使用されている混合物について、動的な振動試験と静的な定速一軸圧縮試験を行い、弾性定数を算出した。試験結果が、van der Poel が行った研究結果と定性的に一致すると考え、彼が提案したノモグラフから求めた値と比べてみると、図-3に示すごとく、かなりの相関性があることがわがり、van der Poelの方法を数値化して用いた。

また、下層路盤・路床については、CBR値から、 $E = 100 \times CBR$ により求めた。Eの単位は、 kg/cm^2 である。

5. 舗装の疲労破壊寿命の予測

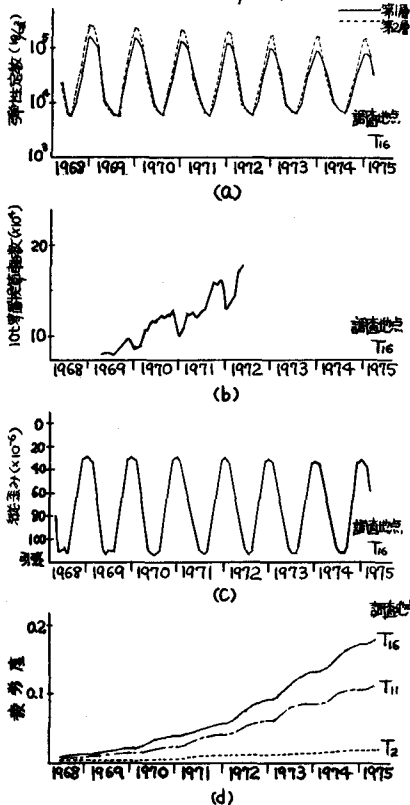


図-4. 疲労破壊寿命の予測結果

6. あとがき

アスファルト舗装の合理的設計を行なう過程で、今後の課題としては、路盤・路床の材料特性を、外的条件との関連から把握するとともに、同様な方法で種々の破壊形態の解明に努め、さらに、維持・補修も含めた経済的なアプローチが必要であろう。

7. 謝辞

日本道路公団より、貴重な資料を提供していただいたことを著し、感謝の意を表します。

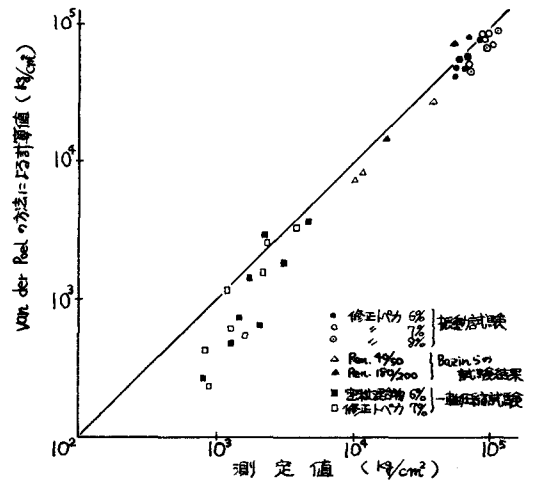


図-3. 弾性定数の測定値と計算値との比較

外的条件から、舗装内の温度分布については一次元の熱伝導理論により、また載荷時間については応力パルス波の状態を調うることにより、時間的及び空間的な平均値を求め、アスファルトの劣化と交通量による重みも考慮して、アスファルト層の月平均弾性定数の変動を、東名高速道路について予測したのが、図-4(a)である。

同様に、月交通量の推移を車種別交通量調査データから、10t等値換算軸数を供用開始時から計算して求めてみると、図-4(b)のごとくであり、以上の変動に基づき、最も大きな引張り歪が生じると考えられるアスファルト層下面の歪変動を予測したのが、図-4(c)である。舗装の供用性を評価することは難しいことであるが、本研究では、くり返し交通荷重による疲労破壊とその評価の対象としたものであり、現場試験結果に立脚する Witczak の方法、すなわち

$$N = ab^{\frac{1}{d}} \left(\frac{1}{\epsilon_R} \right)^c$$

ここで、 a, b, c, d は定数、 ϵ は舗装温度($^{\circ}\text{F}$)、 ϵ_R は引張歪により、舗装の疲労破壊寿命を求めてみると、図-4(d)に示すようになり、いずれも安全側であることがわかる。(図には、舗装中に累積される疲労度で表わしてあり、疲労破壊にいたるまでの載荷数 N と通過交通量とから定まる)これは、供用結果とも一致するものであり、本設計システムを用いて、くり返し交通荷重による疲労破壊を予測することは、ある仮定条件のもとに、充分可能であると考ええる。