

PSV-4 シミュレーションによるコンクリート舗装の供用寿命の予測

東北大学 学生会員 ○ J.R.Montañó Michel

東北大学 正 会員 福田 正

1. はじめに

米国のAASHTO Guide¹⁾は舗装の不確定要因を確率論的にとらえた信頼性理論を導入している。日本のコンクリート舗装はセメントコンクリート舗装要綱²⁾に基づいて設計されている。この設計法は舗装構造の応力解析に基づいた力学的手法であって、AASHTO GuideがAASHTO 道路試験の結果に基づいた経験的手法であることと対照的である。したがって日本の舗装設計法に信頼性理論を導入するには、AASHTO Guideと異なったアプローチが必要であると考えられる。著者らは、コンクリート舗装に潜在している不規則性がその供用寿命に与える影響を、シミュレーションによって予測することを試みたので報告する。

2. 計算方法

本研究では、要綱付録の計算法を修正した方法³⁾と供用寿命の評価法⁴⁾に基づいて、図-1のフローチャートのようにシミュレーションを行った。ここでは、コンクリート舗装の構造条件によってそれぞれの輪荷重応力と温度応力の合成応力にフィルターを適用して、その応力レベルが0.60より小さくなる合成応力を取り除いた。コンクリート舗装の外的条件については荷重応力と温度応力の組合せの際に生じる不規則性と、内的条件についてはコンクリート曲げ疲労現象に固有される不規則性を考慮して、乱数 R_1 から R_5 によって発生させた。この乱数は、いずれも乗算合同法に基づいて発生させた一様乱数である。乱数 R_1 と R_2 はコンクリート版の温度差に関する乱数であり、舗装要綱付録に基づいた分布にしたがってその比率が決定されている。乱数 R_3 は建設省の調査に基づいて各輪荷重ごとの比率が決定されている。乱数 R_4 は私達の調査結果に基づいて車輪の通過位置とその比率が決定されている。乱数 R_5 は研究室のコンクリート疲労実験に基づいた破壊回数分布にしたがって、各合成応力の応力レベルごとの比率が決定されている。

乱数 R_1 から R_4 はそれぞれの条件における合成応力の決定に用いられる。ここで決定された合成応力に再度フィルターを適用して、応力レベルが0.60より小さくなる合成応力を取り除いた。こうして発生させた合成応力と、乱数 R_5 によって決定される許容繰返し数から疲労値を計算した。

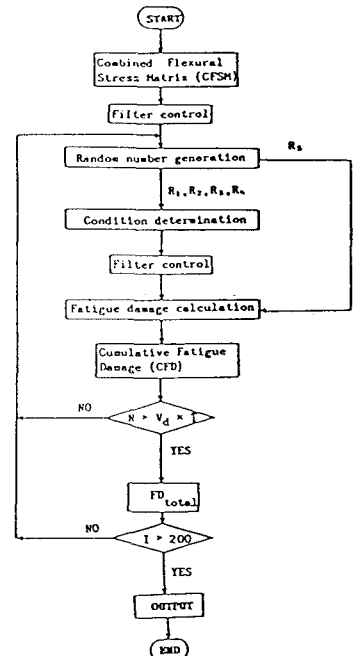


図-1 フローチャート

またコンクリート版に作用する温度応力が1年の周期を持つことから、シミュレーション一試行繰り返し数はD交通の年間交通量に相当する回数とした。したがって一試行のシミュレーションによって得られる疲労値は1年間の疲労値の累積である。これを20倍して、供用寿命20年間の疲労値とした。このシミュレーションを200試行実施した。

3. 解析事例

シミュレーションに用いたコンクリート舗装の構造条件は以下に示すとおりである。

コンクリートのヤング係数 . . . $E = 350000 \text{ kg/cm}^2$
 コンクリートのポアソン化 . . . $\mu = 0.22$
 コンクリートの曲げ強度 . . . $\sigma = 45 \text{ kg/cm}^2$
 コンクリート版の厚さ $H = 25 \text{ cm}$
 路盤の支持力係数 $K_{15} = 5, 6, 7, 8 \text{ kg/cm}^3$

シミュレーションの解析結果は図-2～5のとおりであって、路盤の支持力係数がコンクリート舗装の信頼性に与える影響がわかる。なおAASHTO Guideでは信頼性確率を、高速道路で85-99.9%（都市部）、80-99.9%（地方部）、幹線道路で80-99%（都市部）、75-95%（地方部）などとしている。

参考文献

- (1) AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1986.
- (2) セメントコンクリート舗装要綱、日本道路協会、1984.
- (3) Fukuda, T., Koyanagawa, M. and Murai, S.: Condition Survey of Concrete Pavements and its Evaluation, Proceedings of Third International Conference on Concrete Pavement Design and its Rehabilitation, pp.519-523, 1985.
- (4) Montaño, J.R., Koyanagawa, M. and Fukuda, T.: Evaluation of Service Life of Concrete Pavement by Monte Carlo Simulation. (土木学会論文集に投稿済)

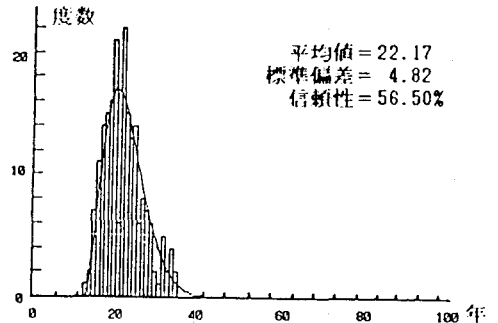


図-2 $K_{15} = 5 \text{ kg/cm}^3$ 、供用寿命の分布

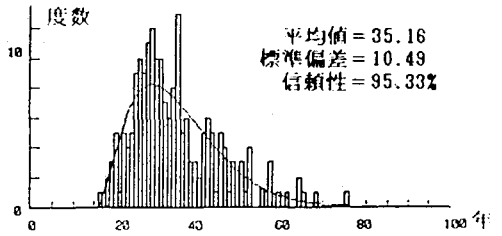


図-3 $K_{15} = 6 \text{ kg/cm}^3$ 、供用寿命の分布

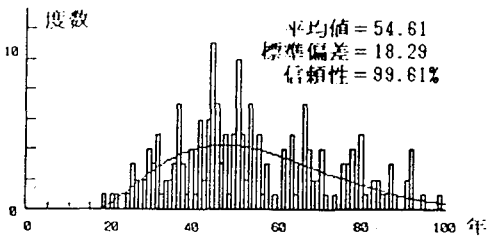


図-4 $K_{15} = 7 \text{ kg/cm}^3$ 、供用寿命の分布

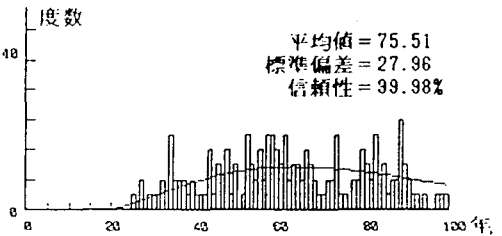


図-5 $K_{15} = 8 \text{ kg/cm}^3$ 、供用寿命の分布