

V-44 コンクリート舗装のひびわれ度と疲労値の関係

東北大学 学生員 ○ J.R.Montañó Michel
 東北大学 正 員 武山 泰
 東北大学 正 員 福田 正

1. はじめに

コンクリート舗装の設計解析においては、マイナー則に基づく疲労値（fat）が設計の criteria になっている。この疲労値は $fat \leq 1$ で定義され、1に達するとコンクリート版に疲労ひびわれが発生すると考え、 $fat > 1$ の値はマイナー則では特に意味を持たないとされている。しかし現実にはコンクリート舗装の寿命は、ひびわれがある程度発生した状態、すなわちひびわれ度により判断されている。そこで本研究では、この両者の関係について検討した。

2. ひびわれ度の数量化モデル

ひびわれ度Cの増加量を次式で定義する。

$$(\delta C / \delta t) = g(t) \quad (1)$$

ここで、t：経年数。 $\delta t \equiv \Delta t = 1$ 年とすれば、 $(\delta C / \delta t) = \Delta C$ であり1年間のひびわれ度の増加量となる。

本研究では、東北地方の一般国道のコンクリート舗装箇所におけるひびわれ度に関するデータから1年間のひびわれ度の増加量を集計して検討を行ない、1年毎のひびわれ度の増加量に Gumbel による極値分布を適用し、評価を行なった。なお、調査データのうち版厚 23～26 cm のものについて、交通区分毎に集計を行なった。

Gumbel の極値分布は、次式により表わされる。

$$F_S(s_i) = \exp(-e^{-s_i}) \quad (2)$$

$$S_i = \alpha (\Delta C_i - \mu) \quad (3)$$

ここで、 S_i ：標準極値変量

α ： ΔC のばらつきの大きさを示す逆尺度

μ ：原確率変数 ΔC の特性最大値

ここで、データ数がN個の ΔC を順序統計量として取り扱い、i 番目のデータについて、累積確率 $i / (N + 1)$ を与え、次式の標準極値変量 S_i と ΔC とを図-1のようにプロットすることにより累積密度関数 $F_S(s_i)$ を決定することができる。

$$S_i = -\ln(-\ln(i / (N + 1))) \quad (4)$$

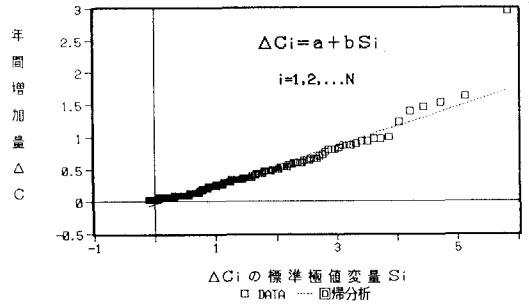


図-1 年間増加量 ΔC の極値分布

この $F_S(s_i)$ を、各交通区分毎の ΔC のデータから、1年毎に求めた。図-1に事例として、C交通、経年数15年の場合を示す。また、この極値統計の解析結果の $\Delta C = 0$ となる累積確率から、ひびわれ度Cが増加しない確率 P_0 を決定した。図-2にC交通の場合の経年数と P_0 との関係を示す。

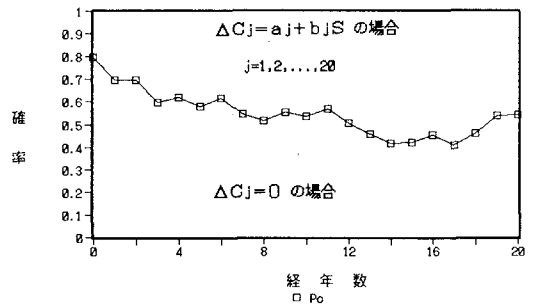


図-2 増加しない確率 P_0 の経年変化

この解析結果を基に、モンテカルロシミュレーションにより経年毎のひびわれ度の分布を求めた。これは、設計寿命の20年間について、各年毎に乱数が発生させ、乱数が P_0 を下回る場合には、ひびわれ度の増加量を $\Delta C = 0$ とし、 P_0 を上回る場合には極値分布により ΔC を決定し、これらの ΔC を累積することにより、経年毎のひびわれ度を得るものである。この一連のシミュレーションを1000回実行

し、経年毎のひびわれ度の分布を求めた。この結果を再び極値統計により分析し、経年毎のひびわれ度の分布の95%区間の上・下限および特性最大値を求めた(図-3)。

3. ひびわれ度と疲労値の関係

コンクリート舗装の疲労値予測は著者らの方法¹⁾に基づいたが、さらに路盤支持力係数が経年的に低下することを考慮した。解析結果から経年毎の疲労値のばらつきを得て、これに極値統計を適用して疲労値分布を決定した。図-4に温度差が小さい場合についての疲労値の特性最大値を示す。

交通条件としては交通区分をC交通とし、車両重量調査結果²⁾から得られた平均的な輪荷重分布と昼夜間比率³⁾を用いた。また、路盤支持力係数は、20年間で35%低下するものとした。

図-5に、経年数5, 10, 15, 20年における、累積確率が等しくなるひびわれ度と疲労値の値および1年毎のひびわれ度と疲労値の特性最大値の関係を示す。疲労値予測においては、舗装要綱⁴⁾に示される標準的な条件である版厚25cm、路盤支持力係数 $K_{75} = 9 \text{ kg/cm}^3$ 、温度差小として計算を行なった。また、地盤支持力係数については、実測例等を参考とし、20年間で35%低下するものとした。これを見ると、疲労値1に対するひびわれ度の値は1~2となっているが、経年数により増加する傾向が見られた。

4. あとがき

今回の疲労値の計算条件では、設計寿命の20年間での信頼性は15%程度と低いことから、疲労値の分布について計算条件を変化させ、さらに検討を行なうことが必要と思われる。信頼性が高くなる条件により疲労値を求めることにより、疲労値1に対するひびわれ度の値はさらに高くなり、経年的な変動の傾向も異なってくるものと思われる。

今後は、さらにデータを充実させることにより、舗装構造別のひびわれ度の分布を求め、また、ひびわれ度と破壊の関係、実際の舗装における信頼性等について把握していくことが必要と思われる。

〔謝辞〕コンクリート舗装のひびわれ度のデータは、建設省東北地建東北技術事務所の調査資料によるものであることを記し、感謝の意を表します。

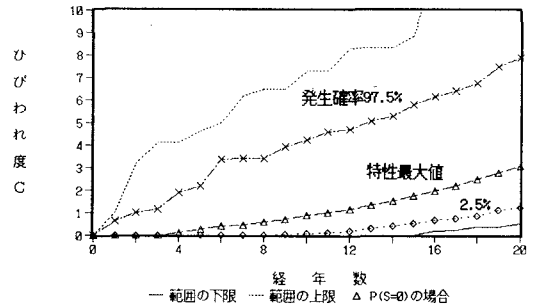


図-3 ひびわれ度の経年変化

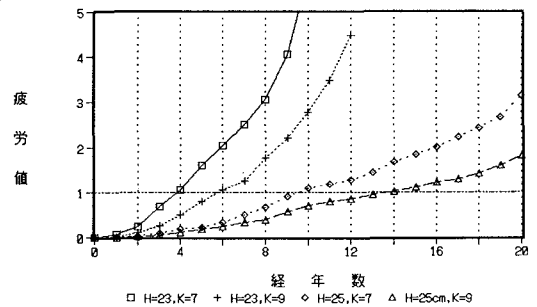


図-4 疲労値の特性最大値の経年変化

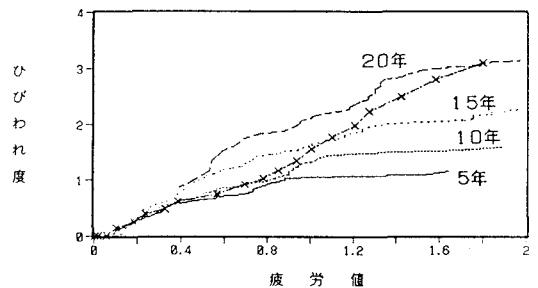


図-5 ひびわれ度と疲労値の関係

〔参考文献〕

- 1) Montañó M., J.R. 他 : Evaluation of Service Life of Concrete Pavement by Monte Carlo Simulation. 土木学会論文集第402号/V-10, 1989. Feb.
- 2) 安崎 裕 他 : 車両重量調査結果の解析(その3), 土木研究所資料第2530号, 1988年1月
- 3) Montañó M., J.R. 他 : 交通輪荷重の分布特性について, 東北支部講演, 平成元年3月
- 4) 日本道路協会 : セメントコンクリート舗装要綱, 昭和59年2月