

道路橋安全性の確率論的評価の一考察(その3)

大阪大学工学部 正会員 前田 幸雄
大阪大学工学部 学生員 ○北村 昭二

1. まえがき 対象道路橋として、活荷重合成桁橋を選び、作用荷重及び材料強度の統計的なばらつきを考慮して、静的破壊確率を計算し、安全性評価について考察する。

但し、本研究においては、これまでの研究が弾性状態を対象としていたのと異なり、塑性状態も考慮して、コンクリート床版上縁の圧縮歪が、0.3%となる時点まで破壊とみなして、計算を行っている。

2. 計算方法 コンクリートの圧縮強度と、鋼の降伏点応力のばらつきから、コンクリート床版上縁歪0.3%時の抵抗モーメントの確率密度分布を計算する。さらに、自動車総重量分布及び車頭間隔分布から、作用モーメントの確率密度分布を求める。ここで、自動車総重量分布は、小型車・中型車・大型車のそれぞれが正規分布にあてはまるとして、この三つの分布を重ね合わせることにより求める。また、車頭間隔分布として、ガンマ分布(1式)を用いる。

$$f(x) = \frac{\mu}{(K-1)!} (\mu x)^{K-1} e^{-\mu x} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 $f(x)$: 車頭間隔の確率密度分布、 λ : 単位長さ当りの平均存在台数

$\mu = K\lambda$, K : 正整数

静的破壊確率は、載荷回数1回るとき、次式で求める。

$$P_f = \int_0^{\infty} f_R(x) \left\{ \int_x^{\infty} f_S(y) dy \right\} dx = \int_0^{\infty} f_R(x) \{1 - F_S(x)\} dx \quad \text{--- (2)}$$

$f_R(x)$: 抵抗モーメントの確率密度関数

$F_S(x)$: 作用モーメントの累積確率関数

載荷回数が n 回の場合は、次式で求められる。

$$P_{fn} = \int_0^{\infty} f_R(x) \{1 - F_S^n(x)\} dx \quad \text{--- (3)}$$

3. 計算例 自動車総重量分布のモデルとして、昭和47年11月の建設省の調査より、国道4号線、全国平均の2つを選び、それに適合するように表-1のように各種パラメーターを決定する。調査結果と計算に用いたモデルの自動車総重量分布を図-1に示す。

材料の静的強度分布として、コンクリート標準示方書より推定したコンクリートの28日強度の分布(平均値 340 kg/cm^2 , 変動係数0.18の正規分布), 及び、日本鋼構造協会の調査結果より、SM53の降伏点強度の分布(平均値 4340 kg/cm^2 , 変動係数0.07の

		平均値 ton	標準偏差 ton	割合率 %
全国平均	小	1.5	0.8	80
	中	13.0	4.0	15
	大	23.0	9.0	5
国道 4号線	小	1.5	1.0	70
	中	12.0	6.0	18
	大	24.0	11.0	12

表-1 総重量分布のパラメーター

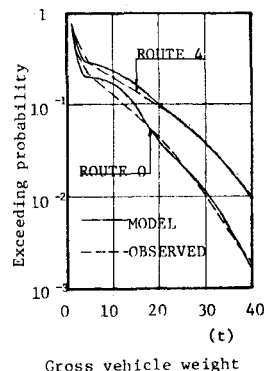


図-1 自動車総重量分布

対数正規分布)を選び、これによる抵抗モーメントの確率密度分布を図-2に示す。

対象道路橋としては、建設省制定の標準設計から、一等橋、支間長40m、幅員7mの活荷重合成桁橋を選び、外桁の支間中央に着目して、計算を行う。た。

4. 結果と考察 載荷回数 2×10^8 回(50年間)で評価すると、 $K=2$ の場合、図-3に示す通り、全国平均の自動車総重量分布では、 $10^{13} \sim 10^{15}$ のオーダーになり、国道4号線では、 $10^{10} \sim 10^{12}$ のオーダーになる。この違いは、国道4号線の方が全国平均に比べて、大型車の表入率がかなり大きいためと思われる。

鋼桁の引張降伏到達時、あるいは、コンクリート床版上縁応力が基準強度(28日強度)に達した時を限界として求めた静的破壊確率が、全国平均、国道4号線ともに 10^{-5} である(図-4、図-5)の比べると、かなり低い値である。鋼桁の疲労破壊確率が、全国平均で、 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ (図-4)、国道4号線で、 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ (図-5)であると報告されている⁽³⁾ので、破壊の確率は、疲労破壊によって決定されると思われる。しかし、コンクリート床版の疲労破壊確率などの程度になるが、個々の報告はあるが、種々の条件に対して、統一された報告がまだないので、鋼桁とコンクリート床版のどちらの疲労破壊によって決定されるかは、今後の課題となるだろう。

本研究においては、コンクリートの圧縮強度がいかなる値であっても、その破壊の限界歪と0.3%としたが、圧縮強度と破壊歪の関連性についての統一ある資料が望まれる。また、確率手法の中に組み入れるのが困難な、施工の巧拙、計算の厳密性、品質管理の程度等について、どのように対処するかが今後の問題となるだろう。

★ 参考文献

- 1) 前田 密村「道路橋の安全性に関する確率論的考察」
- 2) 前田 秋山「道路橋安全性の確率論的考察」
- 3) 前田 秋山「道路橋安全性の確率論的評価の考察(その2)」

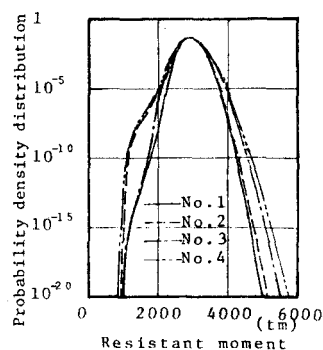


図-2. 抵抗モーメントの分布

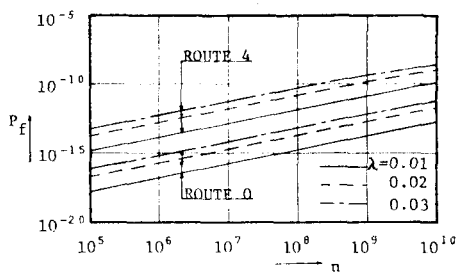


図-3 Pf-n curve (K=2, No.2)

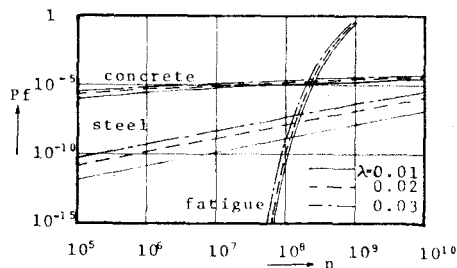


図-4 Pf-n curve (ROUTE 0, K=2)

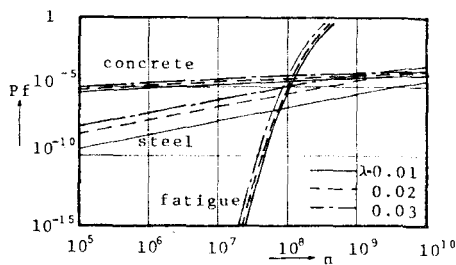


図-5 Pf-n curve (ROUTE 4, K=2)

- 第19回橋梁構造工学研究発表会 1972・12
土木学会第30回年次学術講演会 1975・10
土木学会昭和52年度関西支部年次学術講演会 1977・4