

荷重組合せ係数の評価に関する2, 3の考察

京都大学工学部 正員 山田善一 野田 茂
 京都大学大学院 学生員 河野修平 ○伊津野知行

1. はじめに 土木構造物の安全性を考えた場合、荷重を正しく評価することは非常に重要であるが、そのためにはどのようなデータが必要だろうか。本研究は、時間的に変動する荷重をいくつかのパラメーター（強度、継続時間、発生率etc.）によって特徴づけ、これらを適宜変化させることによって構造物の安全性にどのような影響を与えるかを検討することを目的とするものである。また、コードキャリブレーションから求めた荷重係数についても2,3の考察を行なった。

2. 安全性をどのように評価するか

荷重をポアソン再帰過程でモデル化し、Wenの提案した手法¹⁾によって荷重の組合せを評価する。構造物の安全性は安全性指標 β と破壊確率 P_f によって検討する。安全性指標にはHasofer-Lind型の $\beta = (R - Q) / \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_Q^2}$ を採用し、その計算にあたってはAdvanced Second Moment Methodを利用した。ここで R と Q は抵抗力と組合せ荷重効果の確率変数である。

3. 死荷重と活荷重に対する構造物の安全性

ここでは、スパン20~300mの単純桁鋼道路橋（2車線）を対象として計算を行なった。荷重効果としては橋軸方向の最大曲げモーメントを考えた。死荷重は変動しないと仮定した。活荷重は、車の渋滞が橋の安全性に重要な荷重効果をひき起こすと考え、通常のスムーズな流れによる荷重は無視した。公称値はL-20の荷重および衝撃による最大曲げモーメントとした。パラメーターは次のように考えた。自動車列荷重実態調査²⁾の結果（Table 1）を参考にして、それらの値がそのまま荷重強度の平均値となる場合をMとし、それより大きな荷重強度を設定するためにデータに標準偏差を加えた値が平均値となることを想定しM+ σ と表わす。次に発生率は文献3)を参考にして、スパン20mの橋で平均1日に2回、300mで1日に1回渋滞が起り、その間では指数的に発生率が減少するCase 1、各スパンで発生率がCase 1の半分となるCase 2の2つを考えた。継続時間は1.5時間とした。荷重強度は第I種極値分布に従うと仮定した。橋の抵抗強度は安全率1.7として公称値を計算し、平均値はその1.2倍、変動係数は0.15とし、強度の分布は対数正規分布を仮定した。これらのデータを用いて計算を行なった結果がFigs. 1と2であり、Fig. 1に示す4つのケースについて検討している。他に継続時間が2時間と3時間の場合についても計算したが、 β や P_f の結果に変化はなかった。Figs. 1と2はほぼ同じ傾向を示しているので、どちらを安全性の尺度として用いてもこの場合あまり大差はないであろう。まず最初に、

Table 1 Statistic Data of Live Load (After Ref. 2), 3))

Span	L/Ln*	COV**	Ln/Dn***	Frequency
20 m	0.52	0.25	1.26	0.249
40 m	0.55	0.28	0.80	0.415
60 m	0.56	0.30	0.63	0.183
80 m	0.56	0.33	0.53	0.073
100 m	0.57	0.33	0.45	0.034
150 m	0.65	0.33	0.34	0.025
200 m	0.62	0.31	0.29	0.013
250 m	0.63	0.30	0.27	0.005
300 m	0.61	0.30	0.25	0.003

* : Mean to Nominal

** : Coefficient of Variation

*** : Load Ratio

Yoshikazu YAMADA, Shigeru NODA, Shūhei KOHNO, Kazuyuki IZUNO

井1と井2、井3と井4を比較すると荷重強度の影響がかなり大きいことがわかる。それに対して井1と井3、井2と井4を比較すると渋滞発生率の影響はそれほど大きくないといえよう。渋滞が頻繁に起こる地域よりも、大型車両の混入率が高い地域でデータを集めるほうが実用的だといえる。

4. 荷重係数に関する考察

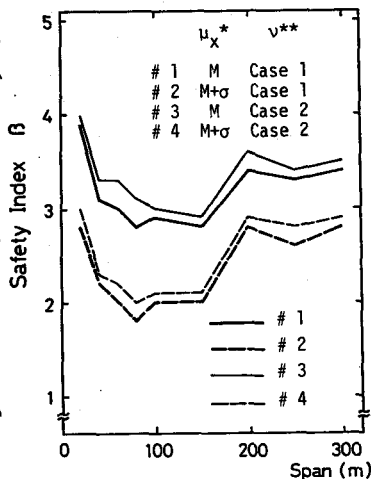
Figs. 1と2から、スパン長によって安全性がかなり異なり不合理なことがわかる。では一様な安全性を得るにはどのような荷重係数を与えればよいだろうか。そこで荷重係数の形式として、 $\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_{mi}$ (ϕ :強度係数 R_n :抵抗強度の公称値 γ_i :荷重係数 Q_{mi} :荷重効果の公称値)を、キャリブレーションの実施のための目標安全性指標にはFig.1で得られた β にTable 1の各スパンの頻度をかけて得られた値3.3を採用した。 $\phi=0.9$ として計算した結果がFig.3である。死荷重の係数は $\gamma_D=1.3$ 、活荷重の係数 γ_L はスパンによってかなり異なる値となった。これをそのす設計に反映するのは实际的でないので、図中の(A),(B),(C)のような近似を考えて β を計算すると、(C)ではFig.1と同様な傾向をもつ安全性しか得られないが、(A),(B)ではほぼ一様な安全性を確保できる。

5. 結論

- ①活荷重強度の変化は、構造物の安全性に非常に大きな影響を与える。
- ②活荷重の発生率の相違は安全性にあまり影響を与えないが、荷重強度も同時に増加すると危険である。
- ③活荷重の平均継続時間が1~2時間変化しても影響はない。
- ④現行の設計法ではスパン長によって安全性にばらつきがある。一様な安全性レベルを設定すれば、強度係数と死荷重の係数はどのスパン長でもほぼ一定、活荷重の係数はスパン長の関数として表示できる。

参考文献

- 1) Wen-Pearce: Stochastic Models for Dependent Load Processes, SRS No.489, Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, 1981.
- 2) 国弘・朝倉: 自動車列荷重の実態からみた道路橋主橋の設計荷重, 土木技術資料, 第15巻4号, 1973.
- 3) 藤野・伊藤・遠藤: シミュレーションに基づく道路橋設計荷重の評価, 土木学会論文報告集, 第286号, 1979.



* : Intensity
** : Mean Occurrence Rate
Fig. 1 Safety Index β

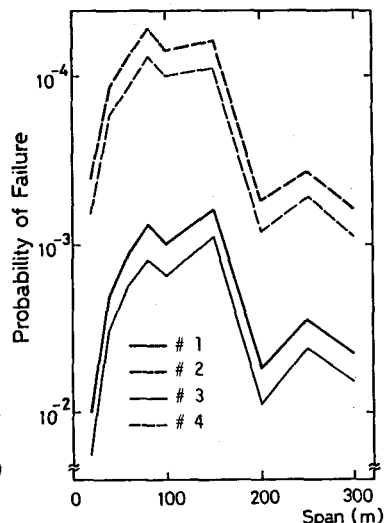


Fig. 2 Probability of Failure

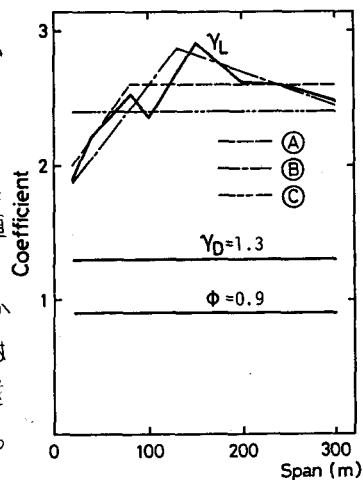


Fig. 3 Load and Resistance Factors