I-201　超過確率を考慮した道路橋活荷重と新しい荷重モデルに関する若干の考察

東京大学工学部　正員　佐藤尚次
前田建設（株）　正員　三島徹也
東京大学工学部　正員　西野文雄

1．はじめに　現行の道路橋活荷重が実情に沿わないことからこれを改善するための種々の研究が行なわれている。[1)など] これらの研究で提唱されている改良活荷重モデルの多くは、橋梁上で等分布する荷重がつくる断面力あるいは応力が、これらの実測値の最大値と合うように考えられているようである。しかしながら、この試みには次のような疑問点がある。

一断面に生ずる、例えばモーメントをもとに設計荷重を決めるということは、一断面の（曲げ）破壊が構造物の限界状態であるという前提による。しかし活荷重は本質的には外的要因で、限界状態とは独立に存在しているはずであり、これらを結びつける必然性には疑問がある。また、単純げたにおいて実測したモーメントから決めた荷重をそのまま連続げた、トラス等に適用しうるという保証はない。ある断面に生ずるモーメントは、橋梁上に分布する車重を各位置の影響線の重みをつけて重ね合わせたものであるから、構造形式によるモーメントの相違があるとすればそれは影響線の分布形状の相違によるものである。

本研究では、まずモーメントによらず、橋梁上に現われる車重のみの確率的な特性を考えた。そのための尺度として重みを一定とした重ね合わせ、即ち総重量、を考え、総重量をスパンで割った平均重量の特性値をスパンの関数として定式化した。そしてそれをもとに、単純げた構造について発生するモーメントと整合するような荷重モデルの開発を試みた。

2・平均重量の特性値の性質　交通事故等の発生により、橋梁上に車両列の渋滞が生じた状態を最もシビアな載荷状態と考える。ここでは単純げたを考え、モーメントに対して荷重満載のときを考える。簡単のため大型車混入の影響を無視して車頭間隔を一定（＝a）とする。スパン長を l とし、n＝l／a としてnが整数のときについて考える。各車頭間の車重を W_λ とすると、総重量Zは次式で与えられる。

$$Z=\sum_{\lambda=1}^{n}W_\lambda \qquad (1)$$

各 W_λ は同一の分布に従うものとし、平均値で割って無次元化して平均1．0、変動係数Vが0．1および0．3の極値Ⅰ、Ⅱ型および対数正規分布に従うとして、シミュレーションによりZを与え、特性値として超過確率 $p=10^{-3}$ を満足する値 Z^* を求めた。ここに、

$$p=Pr\,[Z>Z^*] \qquad (2)$$

ただし、求めるZの個数は $N=10^4$ とした。このとき、$Z^*/n-1$ とnの関係を両対数で表わしたものをFig. 1（a）、（b）に示す。図中の破線はZが正規分布に従うと仮定

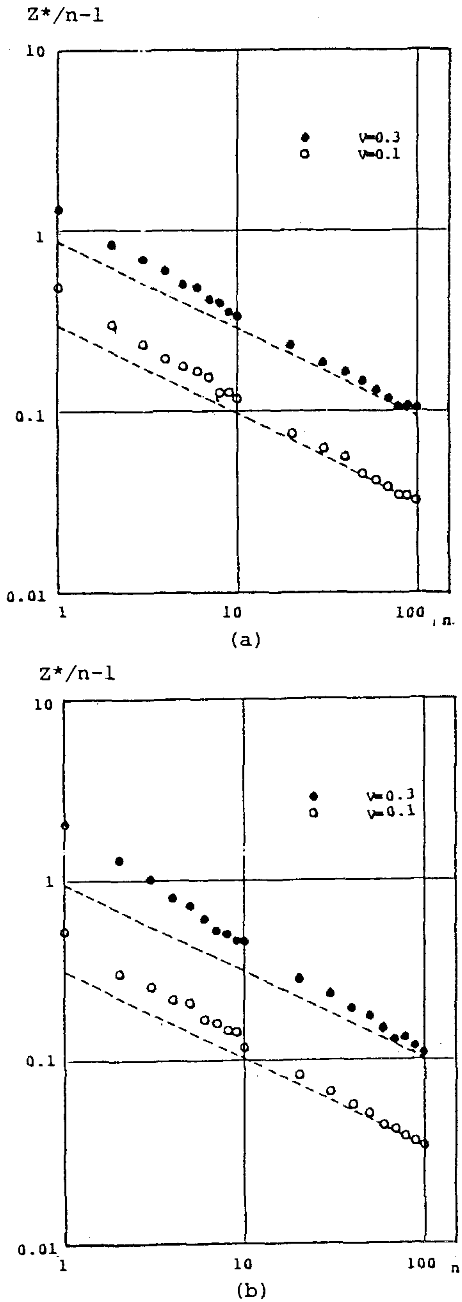


Fig. 1　Relation between Z* and n
(a):EX1 ,(b):EX2

して求めたもので、n＞５０程度の範囲では中心極限定理に従ってよい近似を与える。図の結果に線形回帰を施して

$$Z^{*}/n-1=An^{B} \quad (3)$$

とした。このときのA，Bを Table 1 に示す。更にVの値を変えて計算した結果、A∝Vで、またBはVによらず、ほぼW_{λ}の分布形のみで決まることが明らかになった。またW_{λ}の分布として建設省土木研究所の実測結果[1)]（V＝０．７３～１．３０）を用いて同様の計算を行ない、A＝４．５～８．２，B＝－０．５８～－０．６６を得た。

Table 1 Coefficient A,B

	EX1		EX2		LN	
	V=0.1	V=0.3	V=0.1	V=0.3	V=0.1	V=0.3
A	0.4497	1.308	0.5165	2.064	0.3439	1.266
B	-0.5783	-0.5645	-0.6016	-0.6308	-0.5178	-0.5658

３．断面力の計算および設計用荷重モデル

荷重が載荷されたときに橋梁の任意断面（位置をξで表わす）に生じるモーメントは、各点の影響線 C（ξ；i） を用いて次式で表わされる。

$$M(\xi)=\sum_{\lambda=1}^{n}C(\xi;i)\cdot W_{\lambda} \quad (4)$$

シミュレーションを行なう際、Zと同時に中央断面（ξ＝０．５）のモーメントを計算し、同一の超過確率 $p=10^{-3}$ に対するM^{*}も求めた。仮にZ^{*}/nを等分布荷重として載荷した場合、生ずる M（０．５）はM^{*}を下回り、設計荷重としては危険側で不適当であることがわかった。そこで先のZ^{*}とM^{*}との間で整合性のある荷重モデルを次のように考えた。

（ａ）影響線の形状を考慮に入れた割増し係数をZ^{*}/nに乗じて等分布荷重とする。

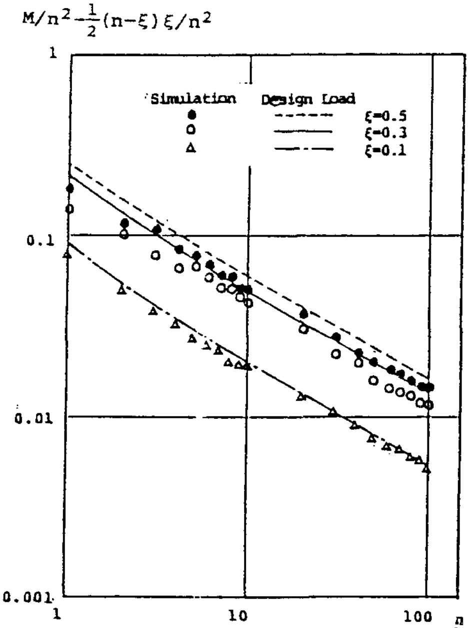
これは１．節で述べたモーメントを合わせて等しい分布荷重を与える方法と実質的に等価である。次に、

（ｂ）lに関する恒等式 $\int_{-l/2}^{l/2}q(x)\,dx\equiv Z(l)$ （５）
を満足するような左右対称の分布 $q(x)=1/a\{A(B+1)(2x/a)^{B}+1\}$，ただし$x\leqq a$で
$q(x)=q(a)$，不足分は$x=0$の集中荷重 （６）
を用い、任意断面（ξ）のモーメントを計算するときには $q(0)$ をξに持ってきて載荷する。

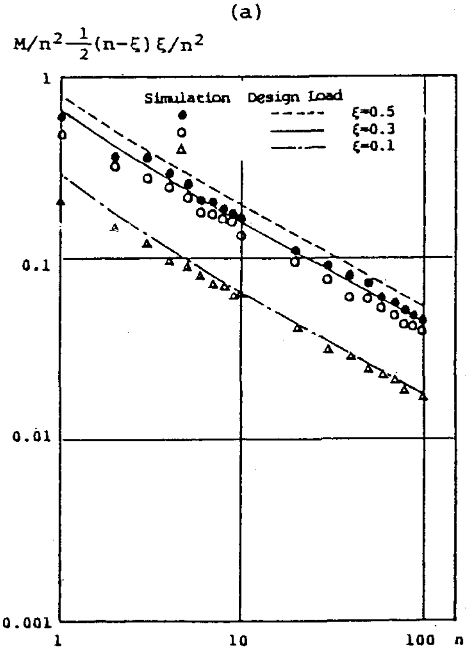
これを用いれば、任意のスパンに対し、中央断面を照査する際には荷重の総重量が特性値を保つという利点がある。ただし不等分布載荷ゆえ、取扱い不便ではある。

（ｂ）を用いて種々の位置でモーメントを計算した結果を Fig.２（ａ），（ｂ）に示す。ただしW_{λ}の分布は極値Ｉ型を用いた。結果は良好な一致を示し、しかも安全側であった。

しかし、せん断力について、照査点の片側のみに載荷する方法で同様の比較を行なってみたところ、必ずしも精度は優れずしかも危険側であることが明らかになった。



(a)



(b)

Fig. 2 Simulated Moments and Moments calculated from Design Load ; (a): V=0.3 , (b): V=1.0

４．結び

今回の試みは必ずしも良好な結果を得なかったが今後の課題として「荷重と断面力の分離」を提起し、「不等分布モデル」に関する一つの考え方を示したといえる。

文献 １）国広、土木研究所資料No. ６２６，１９７０