

まえがき：現行設計荷重よりも小さい荷重で設計され、劣化の進行した既設RC道路橋に対して、管理者は供用荷重をできるだけ低くおさえて安全度を確保しようとする傾向にあり、一や、社会的経済的には十分な安全度を有し、かつ、できるだけ現行設計荷重に近い供用荷重が望ましい。したが、既設RC橋の供用荷重を的確に算定するための合理的な指針の作成が要望されている。筆者らは多くのRC道路橋について取壊し調査を行ない統計的な資料を得、これをもとにコンクリート強度、鉄筋の降伏点強度、鉄筋の断面損失率および輪荷重位置などを確率変数として扱い、シミュレーションモデルを用いてRC橋の耐荷力のランダムサンプリングを行なう手法を既に求めている<sup>1)</sup>。本文はこのランダムサンプリングによりえられたRC橋の耐荷力のデータから、所要の安全度を有する供用荷重を求める実用的な荷重便法を示したものである。

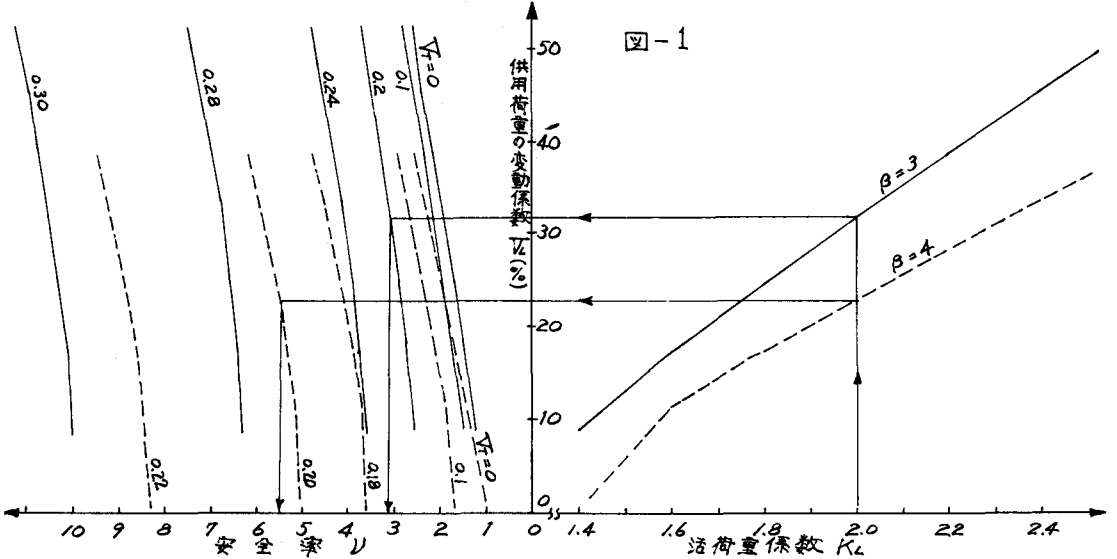
安全度の決定方法：耐荷力の確率分布モデルを決定できれば、所要の安全度に対応する破壊確率を有する供用荷重が古典的理論により計算で求められる<sup>2)</sup>。しかし、現在までに設計されたコンクリート構造物の破壊確率は $10^{-5}$ 程度<sup>3)</sup>と言われ、既設RC橋にもこれと同程度の安全度を確保するとすれば、耐荷力の分布のこのように小さい破壊確率における分布モデルを決定することは困難である。このいわゆるtail問題を解決する方法として種々提案されているが、本文では耐荷力のランダムサンプリングによ、えられる耐荷力の期待値および分散を用いるCornellの理論<sup>4)</sup>を応用して安全度解析を行ない供用荷重を決定する方法を述べる。今、供用荷重および耐荷力の期待値をそれぞれ $\bar{V}$ および $\bar{T}$ とすれば、橋が破壊しない条件は次式で表わされる。

$$\bar{T} \geq \nu \cdot \bar{V}, \quad \nu > 1.0 \tag{1}$$

ここに $\nu$ は安全率を示し次式で与えられる。

$$\nu = \frac{1 + \beta \sqrt{V_T^2 + V_V^2} - \beta^2 V_T^2 V_V^2}{1 - \beta^2 V_T^2} \tag{2}$$

ここに $V_T$ は耐荷力の変動係数、 $V_V$ は供用荷重の変動係数、 $\beta$ は部分の信頼度係数を示す。耐荷力の期待値 $\bar{T}$ および変動係数 $V_T$ は、ランダムサンプリングの結果から求まる。ところで、死荷重がなく耐荷力が完全に既知(変動係数 $V_T=0$ )の場合の安全率は次式となり、これは活荷重係数 $K_L$ に等しい。



$$V = 1 + \beta \sqrt{V_L^2 + V_E^2} \quad (3)$$

ここに  $V_L$  は荷重影響変動係数を示す。活荷重係数を供用荷重に与える安全度の指標とすれば、供用荷重の変動係数  $V_E$  は次式で表わされる。

$$V_E = \sqrt{[(K_L - 1) / \beta]^2 - V_L^2} \quad (4)$$

したがって、活荷重係数  $K_L$  を与えることにより(2)(4)式より安全率が得られ、供用荷重  $Z$  は次式で求められる。

$$Z = [\bar{T} / (1 + \epsilon)] / V \quad (5)$$

ここに  $\epsilon$  は衝撃係数を示す。

耐力の変動係数および活荷重係数と安全率の関係：図-1は耐力の変動係数  $V$ 、活荷重係数  $K_L$ 、安全率  $V$  などの関係を示す。ランダムサンプリングにより  $V_L$  が求まれば、 $K_L$  および  $\beta$  を決めることにより本図から  $V$  が求まり(5)式から供用荷重が算定できる。一方、 $K_L$  と  $V$  との関係は図-2に示すとおりであるが、各国の示方書に規定する活荷重係数は1.6~2.5程度で与えられ、この範囲での  $K_L$  に対する  $V$  の変化は鋭敏ではないことがわかる。また、現行示方書と同程度の安全度を確保するため

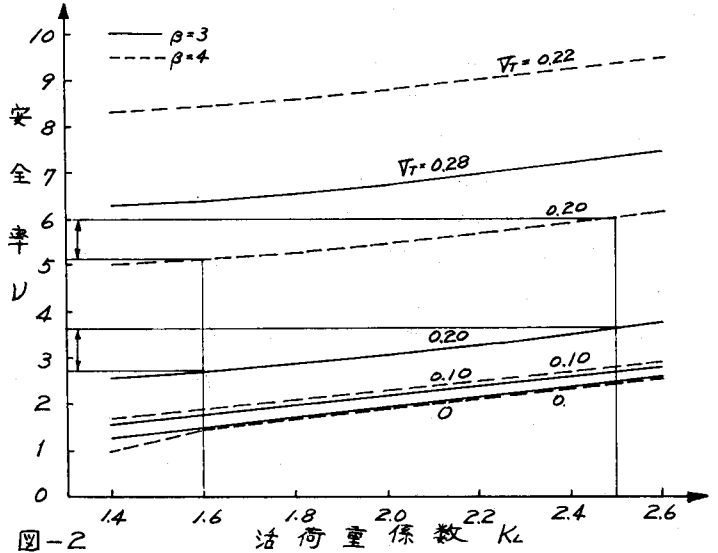


図-2

の  $K_L$  は1.8程度と言われているが、この場合の  $V$  と  $V_L$  との関係は図-3に示すとおりである。  $V_L$  が増すと所要の安全度を確保するために必要な安全率が急激に増大することを示している。また、  $V_L$  のある値で  $V=0$  となるから、得られた  $V_L$  によっては所要の安全度を確保できない場合も考えられる。供用荷重決定の実用的簡便法としては、橋の重要度から  $\beta$  を決め(例えば重要幹線は4, その他は3)図-3から  $V$  を求めるのがよいと思われる。

数値計算例：単純RC Tげた橋、支間11.2m、欄間5.5m、主げた数4本、鉄筋断面損失率5%、衝撃係数を無視し主げたの面げ強度のみを考慮した場合、ランダムサンプリングの結果  $\bar{T} = 70.5t$ 、 $V_L = 21\%$  を得た。 $K_L = 1.8$  として供用荷重を求め、他の計算方法で求めた値と比較した結果を表-1に示す。

参考文献：1) 前川藤平太郎, 既設RC橋の耐力に関する考察, 才27回, 工学会年次学術講演会

2) Structural safety - a literature review, Proc. ASCE, Vol. 98, ST4, Apr. 1972.

3) Freundenthal, A.M., Critical appraisal of safety criteria and their basic concepts, preliminary publication of 8th Congress IABSE, 1968.

4) Cornell, C.A., A probability-based structural code, JACI, Vol. 66, No. 12, Dec. 1969.

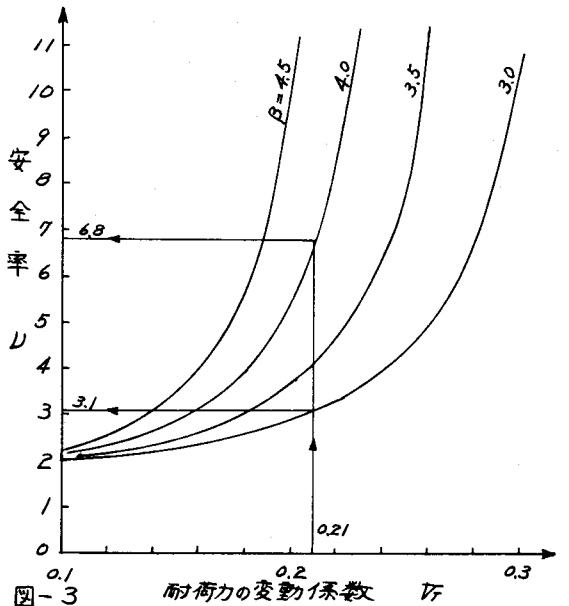


図-3

耐力の変動係数  $V_L$

表-1

計算方法	鋼橋方式	終局強度法			
		古典的理論 (正規分布仮定)		本文の方法	
項目		$\beta=3$	$\beta=4$	$\beta=3$	$\beta=4$
破壊確率	—	$10^{-3}$	$10^{-5}$	$\approx 10^{-3}$	$\approx 10^{-5}$
供用荷重(t)	11.6	24.4	7.2	22.8	10.3