

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
(株)総合技術コンサルタント 正 員 野口二郎 大阪市立大学工学部 学生員○岩廣真梧

1. まえがき 現行の設計法によると、活荷重によって生じる断面力は、長大橋においても影響線を用いて、最も大きな断面力が作用するように、載荷して求められている。しかしながら、このような最大断面力が生じる載荷状態の生起確率は、相当に小さいものと考えられる。それらの状況を知るために、本研究においては、自動車そのものに関する実測データを用い、モンテカルロ・シミュレーション法により、長大橋の活荷重の取り方について検討を加えてみた。

2. ダイレクト・シミュレーション 本研究で対象とする2つの橋梁モデルは、スパン40mの仮定の単純桁橋(1車線)、および図-1に示すファン形式の長大斜張橋である。そこで、まず自動車そのものの実測データに基づいてモデル化された車輛を、表-1に示す走行モードを用いて、1車線のみに発生させる。つぎに、発生させた図-2(a)の自動車荷重列をシミュレーション期間別に、図-2(b)のように載荷する。この際、自動車荷重列の荷重載荷方法は、全車種とも車軸載荷とした。さらに、ある期間j年において、図-2(c)に示すように、着目点に関する曲げモーメントの影響線と各車輛軸重とから最大断面力 M_{LjMAX} を算出する。そして、この M_{LjMAX} を、発生確率分布が十分な精度で設定できるに必要な回数繰返し算出する。なお、6車線斜張橋モデルにおいて全車線とも通常走行の場合は、1車線の最大断面力を6倍した値を M_{LjMAX} とした(解析Ⅰ)。また、渋滞時を想定した場合については、片側3車線を通常渋滞、残りの3車線を通常走行とし、各走行モードによる1車線の最大断面力を3倍した値を、相方を加え合わせて、それを M_{LjMAX} とした(解析Ⅱ)。なお、1車線の単純桁橋の場合については、各走行モードによる1車線の最大断面力を M_{LjMAX} とした(解析Ⅲ、および解析Ⅳ)。

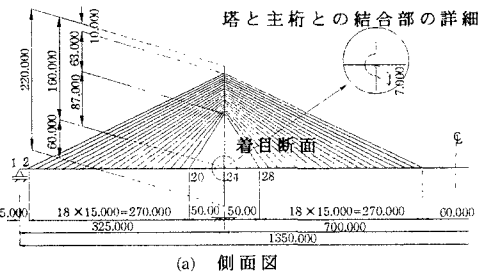
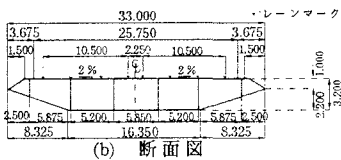


表-1 走行モード

項目	①通常走行	②通常渋滞
走行状態	一日中、自然な走行条件	文献2)を参考に一日における渋滞時間を、am7:00~am11:00、およびpm5:00~pm7:00とする自然渋滞
頻度	—	1回・6時間/1日
車間距離	ランダム	一定(8m)
衝突	考慮する	考慮しない



3. シミュレーションの効率化 期間50年の解析値を求めるには、コンピュータの膨大な計算時間と容量とを必要とする。そこで、期間j年の最大断面力を手際よく、確実に得るために、以下の効率化を施した。

- (1) 着目点に載荷する軸重は、 $W = 10(tf)$ 以上のものだけを対象とする。
- (2) 上文で定めた車軸を、着目点の影響線の縦距が最大である節点(44番)上のみ載荷し、解析を行う。すなわち、図-2(b)のような荷重列のうち、上記の条件に適合する車軸の前後の荷重列のみを抽出し、その中で最大の断面力 M_{LjMAX} を求めた。

図-1 対象とする斜張橋モデル(寸法単位:m)

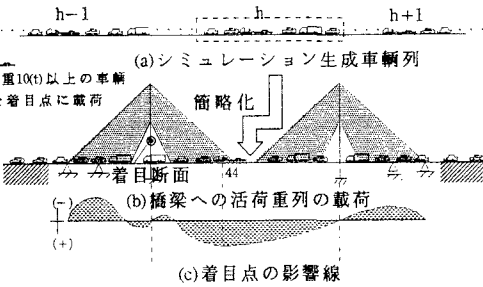


図-2 シミュレーションの効率化概念図

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Jiro NOGUCHI and Shingo IWAHIRO

4. べき乗則による推定方法と解析結果 まず、ダイレクト・シミュレーションによって得られた $M_{Lj,MAX}$ を設計曲げモーメント M で割った曲げモーメント比 $X_i = M_{Lj,MAX}/M$ を求める。ここで、各橋梁モデルの M の算出時に用いた適用設計示方書と解析着目点とを、表-2に示す。つぎに、 X_i の頻度分布を極値 I 型分布へと当てはめ、期間 j 年に関する X_i の確率分布関数 F_j を求める。そして、この F_j より、橋梁の供用期間を 50 年とした場合の期間 50 年に発生すると予想される最大曲げモーメント $M_{L50,MAX}$ を M で割った曲げモーメント比の確率分布関数 F_{50} を、べき乗則を用いて式 (1) より推定する。その結果を図-3に示す。また、 F_j より再現期間を 500 年とした場合の期間 50 年の超過確率 $P_i = 10^{-1}$ に相当する P_5 を式 (2) より求める。そして、この P_5 に対応する曲げモーメント比 X_{50} の値を用いて考察する。

$$F_{50} = \{F_j\}^n \quad \text{ただし } n = \frac{50}{j} (50 > j) \quad \cdots(1)$$

$$500 = \frac{1}{P_5} \quad \cdots(2)$$

表-2 各橋梁モデルの適用設計示方書と着目点

モデル橋	設計示方書	着目点	支間長 L
単純桁橋	道路橋示方書 I 共通編	主桁支間中央	40m
斜張橋	本四上部基準	塔部断面(122番)	700m

5. 解析結果の考察とまとめ

- 1) 期間 1 日、および 1 月程度のシミュレーションによる期間 50 年最大応答の推定は、図-3に示すように、不可能であると判断された。同時に、べき乗則を用いて推定した回帰直線は、期間 50 年の実応答値よりも過大であると推測される。以上の点から、少なくとも解析期間を年単位に設定して、始めてべき乗則の適用範囲が検討可能であると考えられる。
- 2) 最大曲げモーメント比 X を与える際に支配的となる走行モードは、支間長が増加するほど、および多車線になるほど、通常走行から通常渋滞に移移している。
- 3) 支間の短い橋梁は、厳しい活荷重状態に置かれていると言える。一方、支間が長くなるほど、現行設計法の活荷重モデルは、橋梁構造物に対して安全側に設定されていると言える。
- 4) 影響線を利用して最も不利となるように活荷重モデルを載荷する現行の設計法は、長支間橋の場合、安全側の設計となり、改善の余地を残していると言える。また、多車線載荷時の荷重の組合せを考慮した活荷重モデルの設定法を確立する必要もあると考えられる。

なお、本研究は、鋼材倶楽部・土木鋼構造研究助成金として研究補助を受けて行ったものである。また、研究を行う際、日本橋梁(株)の池田秀夫氏には、活荷重発生に関する、種々な御協力をいただいた。ここに記して、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団東神戸大橋工事誌編集委員会：東神戸大橋工事誌(5号湾岸線)、(財)阪神高速道路公団管理技術センター、1994年5月
- 2) 阪神高速道路公団・HDL委員会：阪神高速の設計荷重体系に関する調査研究、阪神高速道路公団・(財)阪神高速道路公団管理技術センター、pp.54~75、1986年12月

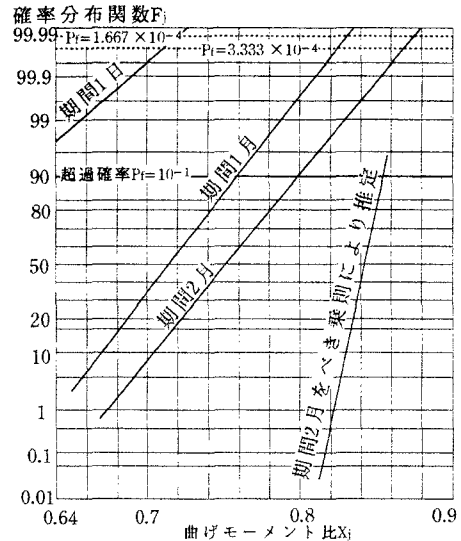


図-3 極値 I 型分布図(解析 II)

表-3 解析結果

	解析値	期間一月	期間二月
解析 I	超過確率 P_i	1.667×10^{-4}	3.333×10^{-4}
走行	曲げモーメント比 X_{50}	0.751	0.746
解析 II	超過確率 P_i	1.667×10^{-4}	3.333×10^{-4}
渋滞	曲げモーメント比 X_{50}	0.862	0.869
解析 III	超過確率 P_i	1.667×10^{-4}	
走行	曲げモーメント比 X_{50}	1.662	
解析 IV	超過確率 P_i	1.667×10^{-4}	
渋滞	曲げモーメント比 X_{50}	1.601	