

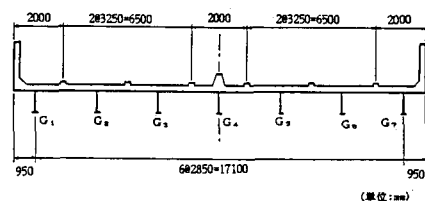
I-273

荷重の横分配の影響を考慮した道路橋主桁の信頼性解析

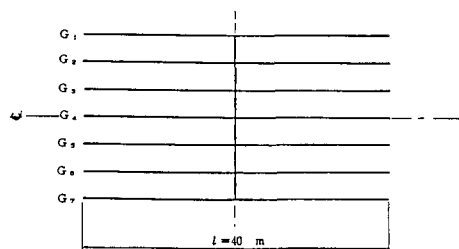
鳥取大学工学部 正会員 高岡 宣善 鳥取大学大学院 学生員 〇土屋 誠
 鳥取大学工学部 正会員 白木 渡 兵庫県庁 長谷川三男
 鳥取大学工学部 正会員 松保 重之

1. まえがき 道路橋の主桁部分の安全性を考える場合、車両渋滞時における信頼度を評価する必要がある。このような観点から、著者らはこれまでに複数車線を有する実道路橋を対象とした信頼性解析を行ってきた¹⁾。しかしそのモデル化は、横桁による荷重の横分配は考慮したものとなっていない。通常的设计計算において横桁による荷重の横分配を考慮した場合としない場合では主桁に生ずる断面力に10~20%の違いがあるといわれている。そこで本研究では、道路橋の信頼性解析において、この横分配の影響がどの程度あるのかを評価し、より実際の解析モデルに基づいて道路橋の信頼度の評価を行なう。そのために、実際に阪神高速道路で供用されている、図-1で示すスパン40mで4車線7本主桁1本横桁の道路橋を対象として、阪神高速道路の活荷重実態調査を基に、橋軸ならびに橋軸直角方向の不規則性を考慮した走行モード別活荷重のモデル化を、効率化したシミュレーション手法を用いて行なう。そして、そのモデル化された活荷重が横桁により横分配された時の主桁部の信頼性解析を行なう。

2. 効率化したシミュレーション手法による活荷重のモデル化 主桁の信頼性解析において必要な主桁の供用期間中の最大応答値(最大曲げモーメント)の算出には、一般に長時間のシミュレーションを要する。そこで本研究では文献2)で示されている効率化シミュレーション手法を用いることにより、主桁の最大曲げモーメントを精度よく推定することを考える。車両重量により生ずる高架橋の供用期間内での最大値断面力を生じさせる走行モードとしては、種々のモードが考えられる。本研究においてはその走行モードとして次の3種類を考えた。1つは片側車線が突発渋滞でもう一方の車線は通常走行の「突発渋滞モデル」、2つめは通常渋滞と通常走行の組み合わせの「通常渋滞モデル」、3つめは両側車線とも通常走行の「通常走行モデル」である。なお本研究で用いた突発渋滞等の走行状態の規定ならびに活荷重の不規則要因の確率特性値は、文献3)に基づいて決定した。シミュレーションの流れ図を図-2に示す。図中□は乱数の発生を意味する。本研究ではシミュレーションの効率化を行なうに際して着目点に乗せる車重の最低重量を50tonに定めた。したがって、効率化を行なう車線であればStep 2により50ton以上の重量車を発生



(a) 断面図



(b) 平面図

図-1 道路橋モデル

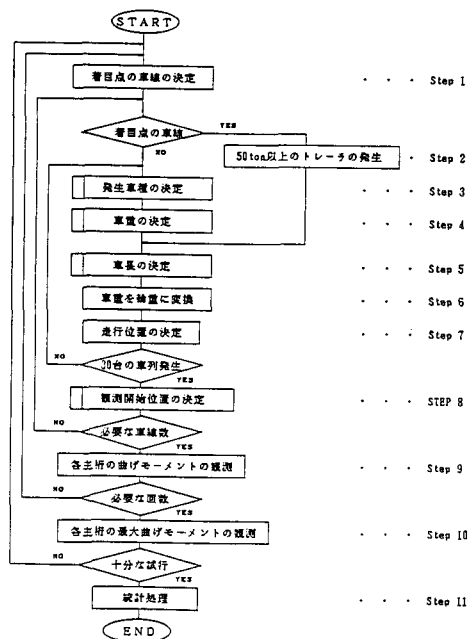


図-2 シミュレーションのフローチャート

させ、効率化を行わない車線であれば車種別混入率により車種を決定する(Step 3)。Step 6では、Step 4で決定した車重を車種により決まる車幅とStep 5で決定した車長を用いて車種別に輪重への変換を行なっている。そして必要な長さの車重列を発生させ橋梁上に載荷し(Step 8)、各主桁の曲げモーメントの計算を格子理論(Leonhardtの簡易法)を用いて行なう(Step 9)。この操作を1年分のシミュレーションに相当する回数だけ行なう。すなわち「突発渋滞モデル」の場合1年間に50ton以上の重量車の発生頻度は8回であるからこの操作を8回行なう。そしてその8回の曲げモーメントのうち最大のものが1年最大曲げモーメントとなる(Step 10)。以上のシミュレーションを十分な回数だけ繰り返して、1年最大曲げモーメントの分布関数を求め(Step 11)、その分布関数をべき乗することにより50年最大曲げモーメントの分布関数を推定する。

3. 荷重の横分配を考慮した主桁の信頼性解析 ここでは、2.で求めた各走行モデルにおける各主桁 $G_1 \sim G_4$ の最大曲げモーメントの確率分布を用いて各主桁の信頼度の評価を行なう。本研究では、各主桁に生ずる最大曲げモーメントが表-1に示す各主桁の設計曲げモーメントレベル「L-20i」(道路橋示方書のL-20設計荷重に衝撃を考慮した曲げモーメントレベル)および「 $1.7 \times L-20i$ 」(L-20iに安全率1.7を掛けたもの)を超えた時に破壊が生じると仮定して、耐用期間 $T=50$ 年とした場合の各主桁の破壊確率 Q^* を求めた。その結果を表-2に示す。表において「突発渋滞モデル(横分配なし)」というのは、「突発渋滞モデル」と同じ活荷重モデルを用いて、横桁が組み込まれていない道路橋の解析を行なった結果である。これより荷重の横分配の影響を考慮した場合としない場合で、各主桁の破壊確率がどのように異なるかを比較してみる。荷重の横分配を考慮した場合には、外側の桁ほど破壊確率が高くなっているが比較的均一な値となっている。一方、荷重の横分配を考慮しない場合では、各主桁の破壊確率のバラツキは非常に大きなものとなっている。このことより荷重の横分配の考慮が、桁の信頼性と経済性の向上に大変有効であることが認められる。

次に、各走行モデルの違いが各主桁の信頼性に及ぼす影響について考察する。主桁の破壊確率の評価を「 $1.7 \times L-20i$ 」で行なうと「通常渋滞モデル」では Q^* は 10^{-10} と非常に小さな値となり破壊がほとんどおこらないといえる。また、「突発渋滞モデル」と「通常走行モデル」とでは各主桁ともほぼ同じ信頼度を有している。この結果からでは、各主桁の信頼度に影響を及ぼすのはどの

表-1 各主桁の設計曲げモーメントレベル (単位 t-m)

	モーメント レベル	主 桁 番 号			
		G_1	G_2	G_3	G_4
横分配 考慮	$1.7 \times L-20i$	630.19	497.76	459.34	461.04
	L-20i	370.7	292.8	270.2	271.2
横分配 考慮せず	$1.7 \times L-20i$	476.34	710.09	710.09	710.09
	L-20i	280.2	417.7	417.7	417.7

表-2 耐用期間50年後の各主桁の破壊確率 Q^*

モード	モーメント レベル	主 桁 番 号			
		G_1	G_2	G_3	G_4
突発渋滞 モデル	$1.7 \times L-20i$	$1.074E-08$	$1.289E-09$	$2.102E-13$	$4.790E-13$
	L-20i	$3.335E-04$	$7.327E-05$	$1.095E-06$	$8.518E-07$
通常渋滞 モデル	$1.7 \times L-20i$	$7.494E-16$	— *	— *	— *
	L-20i	$1.740E-05$	$5.979E-07$	$4.611E-10$	$5.178E-11$
通常走行 モデル	$1.7 \times L-20i$	$6.096E-08$	$1.971E-09$	$8.363E-14$	$1.240E-13$
	L-20i	0.107	$1.101E-02$	$1.119E-04$	$3.485E-05$
突発渋滞 モデル 横分配なし	$1.7 \times L-20i$	$1.858E-08$	$2.366E-05$	$4.345E-05$	$1.871E-13$
	L-20i	$1.058E-04$	$2.822E-02$	$2.342E-02$	$1.628E-07$

注) — * は、計算上破壊しない。

- 参考文献 1) 岡岡他: 複数車線を有する道路橋の信頼性解析, 第38回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集, 1986-5.
2) 高田・藤野: 道路橋最大活荷重評価のためのコンピュータシミュレーションの効率化, 構造工学論文集, Vol. 32A, 1986-3.
3) 阪神高速道路公団設計荷重(HDL)委員会報告書: 阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究, 1986-12.