

大阪府立高専 正員・宮脇幸治郎 阪神公団 甲元克明

1. はしがき

橋梁構造物の耐震設計を行う際には、その構造物の重要度を考慮して設計されるが、具体的な数値の裏付けが十分なされていないのが現状である。本研究は、青木の方法を参考にして重要度を力学的要因、経済的要因および社会的要因を加味した一評価法を提案し、数値計算を行い検討したものである。

2. 基礎方程式の誘導

重要度の社会的要因は、橋梁の価値の状況(たとえば、構造物の機能の貢献度、被害度、補完度および復旧の容易性など)によって異なる。ここでは、社会的価値は力学的要因の破壊危険度により、表-1のように考える。そうすると重要度の高い橋梁の有効使用年限 T がくるまでの社会的価値の総和 U_s は、社会的利率 r と破壊確率 p_0, p_1 を用いて、次式のように評価される。

$$U_s = U_{s0} \sum_{i=1}^T \left(\frac{1-p_1}{1+r} \right)^{i-1} \quad (1)$$

ここに、 $U_{s0} = (1-p_0)(1-p_1)U_{11} + p_0(1-p_1)U_{21} + (1-p_0)p_1U_{12} + p_0p_1U_{22}$

平常時での社会的価値の総和は建設費 C_0 を上回っていることから、資本回収率を kr とすると U_{11} は krC_0 として算定される。

つぎに、震度法あるいは修正震度法によって耐震設計を行う際、設計震度 k は、重要度係数を λ とすると、

$$k = \lambda k_0 \quad (2)$$

ここに、 $k_0 = k_0$ (地域別補正係数、地盤別補正係数、応答倍率係数、標準震度)と表示されている。

さらに、橋梁の建設のための建設費 C_0 は、請負工事費として積算される。この場合主として重要度に関係する要素は、直接工事費の材料費に相当するものと考えられる。一般に建設費と重要度との関係は、非常に複雑な要因を含んだ関数であるが、ここでは、重要度係数による単位建設費当たりの変化率は次式のように評価できるものとする。

$$\frac{\Delta C}{C} = a_0 + a_1 \lambda + a_2 \lambda^2 - 1 \quad (3)$$

ここに、 a_0, a_1, a_2 は橋梁形式によって定まる定数である。たとえば合成桁の標準橋梁系を例にとると価格比と設計震度との関係は、図-1のようになった。荒川、川島、田村らが行った数値計算結果も同様の傾向となっており、式(3)のような可能となる。

橋梁系の全効用 U は、社会的価値の総和 U_s から建設に必要な費用 C を除いた値である。重要度係数は、他の諸条件が与えられている場合全効用を最大化することによって定められる。すなわち、 $\partial U / \partial \lambda = 0$ より、

$$\frac{\partial p_1}{\partial \lambda} = \frac{\alpha}{\gamma} \quad (4)$$

と置ける。ここに、 $\alpha = \Delta C_0 / (\lambda - 1)$ 、 $\gamma = \gamma_0 U_{11}$ 、 $\gamma_0 = \gamma_0(r, T, T_0, \eta, \eta^*, \eta^2)$

さらに重要度の力学的要因は、橋梁に作用する最大荷重 $S(s)$ 、耐力 $R_0(r)$ および重要度を考慮した耐力 $R_1(r', \lambda)$ な

表-1 橋梁の社会的価値の分類

			重要な橋梁	
			$p_1 \geq Pf$ (機能有す)	$p_1 < Pf$ (機能失う)
一般の 橋 梁	平常時	$p_0 \geq Pf$	U_{11}	U_{12}
	異常時	$p_0 < Pf$	U_{21}	U_{22}

る変動量で表示され、破壊確率 $P_f(=P_i[R_i < S])$ で評価される。いま、 R_0, R_1, S が正規分布で与えられる場合、重要度係数は、式(4)より次式のように求められる。

$$\lambda = \frac{\mu_R}{\mu_S} + \frac{\sqrt{\mu_R^2 V_R^2 + \mu_S^2 V_S^2}}{\mu_S} \sqrt{2 \log_e \left(\frac{\gamma}{\alpha \sqrt{2\pi}} \frac{\mu_S}{\sqrt{\mu_R^2 V_R^2 + \mu_S^2 V_S^2}} \right)} \tag{5}$$

3. 数値計算

図-2は、 $\lambda - V_S - n$ の関係を図示したものである。図から λ は $V_S, n(= \mu_R / \mu_S)$ に対して比例的に増すが、 V_S より n の方の度合いが大きい。図-3, 4, 5にはそれぞれ λ と $V_R - V_S, V_R - T, V_R - r$ の関係を示したものである。図より V_R と V_S は同程度の影響が有るが社会的価値に関係する耐用年数 T と利率 r はあまり影響しないのが分かる。

4. あとがき

耐震設計における重要度係数が式(5)のように評価され、若干の数値計算して検討を加えた。詳細については発表時に述べるつもりである。
 [参考文献]1)青木義次:建築研究報告No. 74, 10, 1976.、2)荒川、川島、田村:第39回年講1, 1984, pp. 899~890.

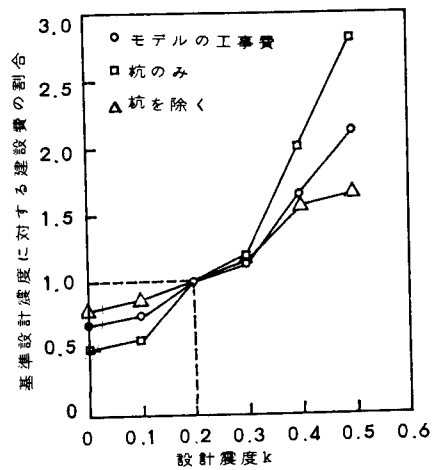


図-1 価格比と設計震度

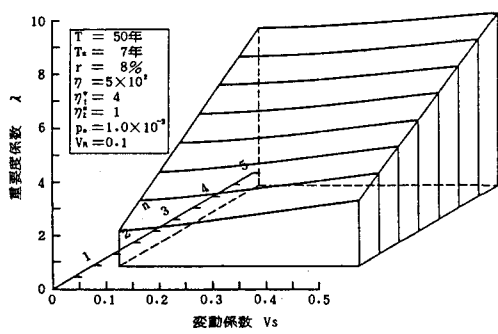


図-2 $\lambda - V_S - n$ の関係

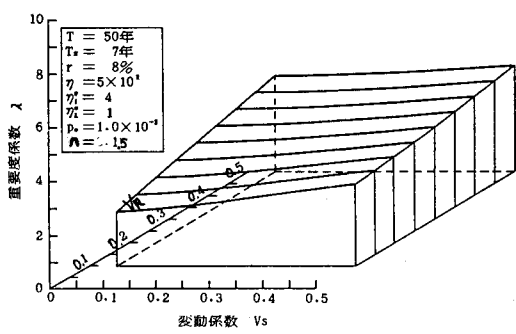


図-3 $\lambda - V_S - V_R$ の関係

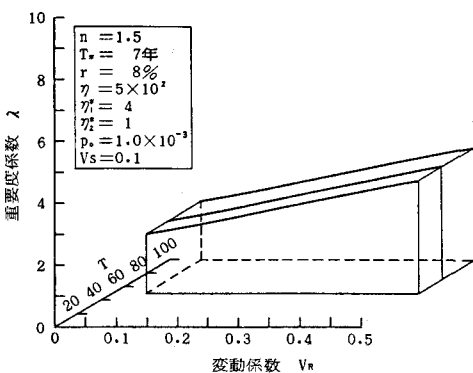


図-4 $\lambda - V_R - T$ の関係

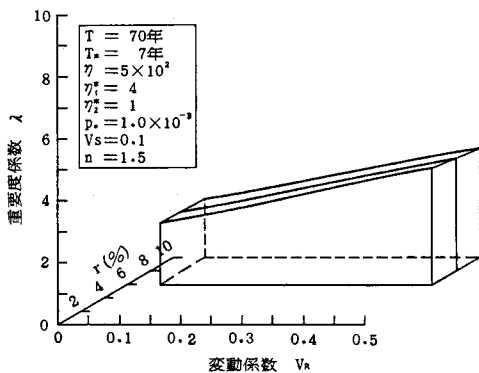


図-5 $\lambda - V_R - r$ の関係