

東大生研 岡本昇三、久保慶三郎、伯野元彦

橋梁に關する設計震度として鋼道路橋設計規程書 15 年では、「普通の地域で、やや良好なる地盤では水平 0.15、鉛直 0.1」と定められているが、吊橋は他の形式の橋と異り、振動しやすい構造であるから、その耐震性を考えるときは、動力学的に検討する必要があるものと考えられる。このためには先づ計画地震を想定しなければならぬ。

地震動を正弦振動と置きかえて考えることは色々問題も存するか、架橋地先の強震記録のない場合には、地震動が明白でないで、近似的に地震動と正弦振動と置きかえることは耐震計算を行う場合の常套の手段であるので、計画地震はこれを一定の時間継続する正弦振動と見做し、その振中、周期、および継続時間は次の資料に基づいて考え方にともなひ定める。

- (1) 道路橋設計規程書
- (2) 河角博士の最高震度期待値
- (3) エネルギー等配分則
- (4) 卓越周期の考え方
- (5) 地震の主要動の継続時間 等である。

しかしながら現在のところ、地震動の周期と振中とを明確に定める理論がない。そこで上の資料等から、常時記録の観測結果の周期減衰曲線が flat な地盤、換言すれば、明白な卓越周期が存在しないような地盤では、エネルギー等配分則を考慮し、近似的に地盤による倍率を等しくし、おくと、加減 α 、周期 T との関係は

$$\alpha = KT^{-1}$$

の関係があると考える。ここに K は比例常数である。卓越周期の明白に存在する地盤では上の関係は多少修正しなければならない。吊橋自身はやはり共振時に一番大きな力、たわみが発生し、かつ減衰係数は小さいので、吊橋の場合、 T としては吊橋の各種の mode の固有周期としてみるものとす。

橋軸方向の水平地震動の振中、周期は上の α と決まるので、次は吊橋の応力、たわみをおおむね式をおおむねよいか？。この計算は次の仮定で行うものとす。

(1) 左右兩岸の基礎部は 180° 位相の異なる振動を 1 とする。—— これは模型による実験のとき、兩岸の基礎部の位相が 180° 違うとき最大応力、最大たわみがおおむねこれにて、大スパンの吊橋の場合には兩岸の基礎部の地価が異なること、更に基礎部間の距離が大きいことによつて、位相が異なる可能性があるので等にもとめない仮定で、 180° は最も危険側の計算である。

(2) 固有周期の計算は F. Bleich の教科書の式と使はよいか。

(3) 正弦振動の継続時間が大きくなるにつれて、吊橋の振動振中も成長してゆくが、地震動が 0 になつたあとでは、振動は次第に消滅してゆく。 one mass system によつ

ω での成長率を計算すると、その方程式は

$$\ddot{y} + 2n\dot{y} + p^2y = f \sin \omega t$$

であるから、共振時、すなわち $p = \omega$ の場合について、 $t=0$ で $y=0$ 、 $\dot{y}=0$ の条件を入れて

$$y = -\frac{f}{2np} (1 - e^{-nt}) \cos pt$$

となる。尤も正弦振動の継続時間とすると、その中にいくまゝの波の数 N は $N = pt/2\pi$ であるから、成長率は $(1 - e^{-2nRN})$ と考えられる。

(4) 計画地震には常時計画地震と異常計画地震の二種とし、前者に対しては橋梁各部に破壊のあるたよう、充分な復元性をとらせ、後者に対しては崩壊をまぬかぬ程度の強さをもたせるものとする。

若戸橋の設計について、以上の理論を適用した場合その耐震性がどうなるかを調べてみた。揺れを定める $d = KT^{-1}$ にあける K の値は既往の地震被害、最高震度期待値、設計平方書年を考慮して $K = 90$ とし、正弦振動継続時間として安全をみて 15 秒とした。これ等の假定にもとづいて、塔および補剛桁、ケーブル、ハンガー、および補剛桁端と塔との clearance 等について検討した結果、下に掲げる表のとくである。なお abutment のおやり出し、Cable の anchorage 等についての検討はして貰うが、これ等は吊橋として致命的なものであるので、他の部分の安全率より大なる安全率をもつように設計しなすべしである。

塔および補剛桁

振動形	固有周期	加速度	揺れ	成長率	Δ	Δ_u	b	b_u
1次対称	3.3 秒	27.3 gal	7.53 cm	15%	0.60	2.40	7.22 m	7.30 m
2次対称	2.1	42.8	4.7	20	0.032		0.72 m	1.62
1次逆対称	4.0	22.0	9.4	11			0.26	

ケーブル

振動形	固有周期	加速度	揺れ	成長率	T	T_u
1次対称	3.3 秒	27.3 gal	7.53 cm	15%	14,100 ton	18,000 ton

ハンガー

振動形	固有周期	加速度	揺れ	成長率	Z	Z_u
1次対称	3.3 秒	27.3 gal	7.53 cm	15%	244 ton	401 ton

桁端と塔の clearance

振動形	固有周期	加速度	揺れ	成長率	D	D_u
横揺れ	6.1 秒	15 gal	13.5 cm	3.1%	0.41 m	0.30 m
1次対称	4.0	22	9.4 cm	11%	0.136	0.30