

近畿大学大学院工学研究科	学生員	○ 西澤 毅
近畿大学理工学部	正会員	米田 昌弘
近畿大学理工学部		治多 崇仁

1. まえがき

比較的大きな鋼斜張橋では、橋軸方向地震時における桁端部の水平移動量や塔基部曲げモーメントの把握がきわめて重要な検討項目となっている。そこで、本研究では、橋軸方向にオールフリーまたは弾性拘束された長大鋼斜張橋を対象として、橋軸方向地震時における桁端部の水平移動量と主塔基部曲げモーメントを推定できる実用算定法について検討することとした。

2. 動的応答特性の簡易照査法

(1) 水平変位量

橋軸方向にオールフリーまたは弾性拘束された連続形式斜張橋の遊動円木振動は、1 自由度系にほぼ置換できる。それゆえ橋軸方向地震時における主桁部の水平変移量 x_L は次式で推定できることになる。

$$x_L = \frac{F}{K} \quad (1)$$

ここに、 F は慣性力、 K は斜張橋全体系のばね定数（橋軸方向）である。

(2) 塔基部曲げモーメント

オールフリーとした連続形式斜張橋では、タワーの下端部から ch の高さに主桁部とタワー部の合計した慣性力 $F_G + F_T$ が作用するものとすれば、オールフリーとした連続形式斜張橋の塔基部曲げモーメント M_Z は、

$$M_Z = \frac{(F_G + F_T) \times ch}{N_s} = \frac{(M_G + M_T) \times ch \times S \times m_{ef}}{100 N_s} \quad (2)$$

で計算できることになる。ここに、 M_T はタワー部の全質量、 N_s は塔柱の本数で、一般的な A 型タワーを有する 3 径間連続斜張橋では $N_s = 4$ となる。したがって、上式で計算される塔基部曲げモーメント M_Z は、塔柱 1 本あたりの値を表している。

一方、水平ばねを設置して遊動円木振動モードの固有周期を数秒程度に調整する手法では、水平ばねの設置位置によって塔基部曲げモーメントが変化する。すなわち、側径間の端部に水平ばねを設置する方式では、水平ばねの反力が主塔に作用しないことから、塔基部曲げモーメントは、主桁部の水平変位量が低減した分だけ小さくなると考えれば良い。それゆえ、側径間の端部に水平ばねを設置した場合の水平変位量 $x_{L,k}$ を算定すれば、この場合の塔基部曲げモーメント $M_{Z,k}$ は、次式で計算できることになる。

$$M_{Z,k} = M_Z \times \frac{x_{L,k}}{x_L} \quad (3)$$

これに対し、タワーと主桁間に水平ばねを設置する方式では、水平ばねを設置する方式では、水平ばねの反力が主塔に作用することになる。したがって、この場合の塔基部曲げモーメント $M_{Z,k}$ は、水平ばねの反力を考慮した次式を適用する必要がある。

$$M_{Z,k} = M_Z \times \frac{x_{L,k}}{x_L} + \frac{h_k \times \gamma_1 \times \sum_i k_H \times x_{L,k}}{N_s} \quad (4)$$

3. 数値計算例

対象とした橋梁は、中央支間長 600m（支間長比 0.467）、タワーの高さ 144m（桁上高さ 120m）、ケーブル段数 14 段のマルチケーブル形式斜張橋である。構造諸元を表-1 に、一般図を図-1 に示す。

Tsuyoshi NISHIZAWA, Masahiro YONEDA, Takahito HARUTA

近年の長大鋼斜張橋では、従来にも増してマルチケーブル化が著しい。その結果、タワー部において、主桁はタワーリンクよりも支承で支持される方式が非常に多く採用されるようになってきている。それゆえ、ここでも、オールフリーの CASE-AL、橋端部(全2ヶ所)に $2 \times 1250 \text{ tf/m/Br.}$ の水平ばねを設置した CASE-KS、タワーと主桁間(全2ヶ所)に $2 \times 1250 \text{ tf/m/Br.}$ の水平ばねを設置した CASE-KT を、それぞれ基本検討ケースとすることとした。

表-1 対象とした斜張橋の構造諸元

	断面積 (m ²)	断面2次モーメント (m ⁴)		重量 (tf/m)
		面内	面外	
主桁	1.025	1.969	37.917	20.000
主塔	0.960	4.333	7.187	10.550
ケーブル	0.0045~0.021	—	—	0.038~0.173

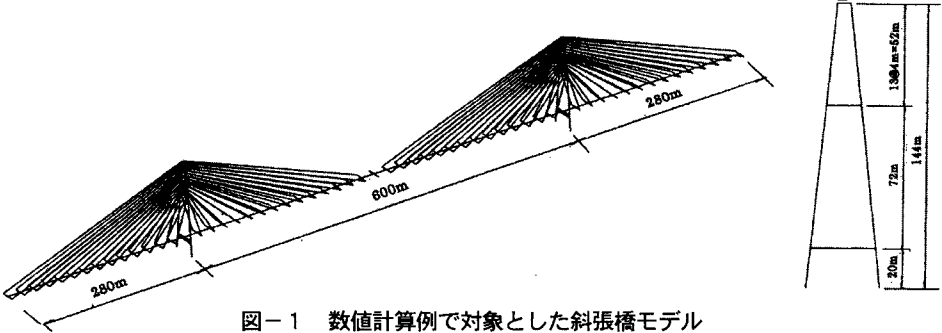


図-1 数値計算例で対象とした斜張橋モデル

対象橋梁における水平変位量と塔基部曲げモーメントの推定値と解析値の比較を表-2、表-3に示す。表-2、3より、地震時における橋軸方向変位は-5.5%以内、塔基部曲げモーメントは+3.4%以内の誤差で、それぞれ精度良く推定できることがわかった。また、中間支点を有する場合、最大誤差は橋軸方向変位で-5.4%、塔基部曲げモーメントで+13.6%とやや大きくなったが、初期の概略設計段階では十分な精度を有するものと考えられ

表-2 水平変位量の推定値と解析値の比較

検討ケース	水平変位量		
	推定値	解析値	誤差
CASE-AL	4.95 m	5.24 m	-5.5%
CASE-KS	2.30 m	2.32 m	-0.9%
CASE-KT	2.32 m	2.45 m	-5.3%
CASE-ALS2	3.53 m	3.73 m	-5.4%
CASE-KSS2	2.31 m	2.33 m	-0.9%
CASE-KTS2	2.33 m	2.43 m	-4.1%

表-3 塔基部曲げモーメントの推定値と解析値の比較

検討ケース	塔基部曲げモーメント		
	推定値	解析値	誤差
CASE-AL	118,622 tf・m	117,000 tf・m	+1.3%
CASE-KS	55,117 tf・m	54,000 tf・m	+2.1%
CASE-KT	79,332 tf・m	76,700 tf・m	+3.4%
CASE-ALS2	146,695 tf・m	132,000 tf・m	+11.1%
CASE-KSS2	95,725 tf・m	84,300 tf・m	+13.6%
CASE-KTS2	119,662 tf・m	109,000 tf・m	+9.8%

4. あとがき

提案した実用算定法を適用すれば、橋軸方向にオールフリーまたは弾性拘束された長大鋼斜張橋の地震応答量を比較的精度良く推定できる。したがって、後に続く非線形地震応答解析の労力が軽減されるとともに、非線形地震応答解析結果の照査という観点からもきわめて有用であると考えられる。

参考文献：1) 謝 旭，山口宏樹，長井正嗣：弾塑性分枝挙動を考慮した長大斜張橋の座屈特性に関する一考察，鋼構造年次論文報告集，第6巻，pp.285~291，1998年11月。