

各種形式の斜張橋の衝撃係数について

大阪大学 正員 小松定夫
 大阪大学 正員 川谷亮郎
 大阪大学 学生員 根岸嘉和

① 概要 我々は、斜張橋の衝撃係数の合理的な値を提案することを目的として、橋ならびに走行荷重における種々のパラメーターの変化が、その動的増幅率 (DIF) に及ぼす影響について調べてきた。ここでは、それらの研究成果の上に立ち、各種形式の斜張橋に対し、道路橋示方書に定めるL-20活荷重より作成した荷重列による動的応答解析を行ない、これより得られたDIFと、示方書に規定する衝撃係数との比較を行なう。また、かもめ大橋において実施した現地走行実験によって得たDIFと本解析値とを比較検討する。

② 解析法 斜張橋を平面構造系の *Dumped-Mass-System* と仮定し微小変形理論に基づく線形たわみ振動解析を、マトリックス変形法を用いて行なう。ここで1台の走行荷重を1自由度振動系 (バネ下質量無視) として、連行荷重列と斜張橋との連成振動の方程式を、*Modal-Analysis* を用いて導き、これを *Newmark-β* 法により逐次積分して斜張橋の動的応答を求め、これより各部のたわみ・断面力・応力度のDIFを算出する。

③ 斜張橋モデルと荷重列モデル 本解析に用いた斜張橋モデルを図-1、2 および表-1、2 に示す。これらは各々、安治川斜張橋基本設計モデル=F (桁塔滑節型)、ならびに、かもめ

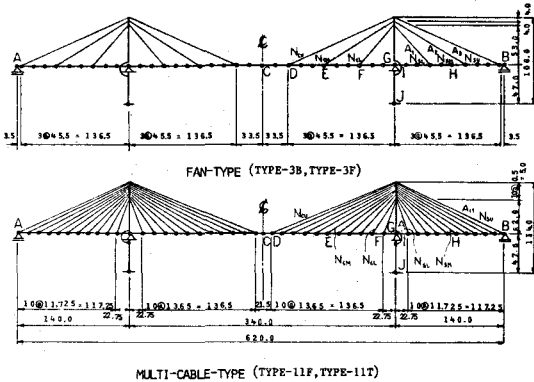


図-1 桁塔滑節型斜張橋モデルの形状・寸法

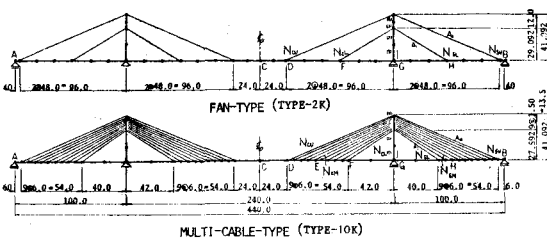


図-2 桁塔滑節型斜張橋モデルの形状・寸法

表-1 桁塔滑節型斜張橋モデルの諸元・性能

| 構造形式 | TYPE-3B 3段ケーブル 逆台形箱桁 | TYPE-11F //段ケーブル 扁平箱桁 | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 桁 | I_d (m ³) | 2.90 | 2.98 |
| | W_d (t/m) | 20.00 | 21.60 |
| | A_d (m ²) | 0.994 | 1.214 |
| 塔 | 断面 | 桁上 | 桁下 |
| | I_t (m ³) | 1.518 | 2.284 |
| | W_t (t/m) | 9.40 | 13.7 |
| | A_t (m ²) | 0.968 | 1.392 |
| ケーブル | A_1 | 0.051 | A_{1-4} 0.0128 |
| | A_2 | 0.051 | A_{5-7} 0.0170 |
| | A_3 | 0.077 | A_{8-11} 0.0192 |
| 弾性率 E (t/m ²) | 桁・塔 2.1×10^7 | | |
| 対数減衰率 | ケーブル 2.0×10^7 0.02 | | |

表-2 桁塔滑節型斜張橋モデルの諸元・性能

| 構造形式 | TYPE-2K 2段ケーブル 逆台形箱桁 | TYPE-10K //段ケーブル 逆台形箱桁 |
|---------------------------|--------------------------------|---|
| 桁 | I_d (m ³) | 0.9414 |
| | W_d (t/m) | 14.243 |
| | A_d (m ²) | 0.571 |
| 塔 | 断面 | (1) (2) (3) (4) (1) (2) (3-5) (6-8) (9-11) |
| | I_t (m ³) | 0.520 0.456 0.385 0.357 0.529 0.465 0.400 0.370 0.352 |
| | W_t (t/m) | 4.187 4.042 3.939 3.894 4.189 4.055 3.983 3.895 3.823 |
| | A_t (m ²) | 0.4870 0.4870 |
| ケーブル | A_1 | A_{1-2} 0.0045 |
| | A_2 | A_{3-5} 0.0072 A_{7-10} 0.0106 |
| 弾性率 E (t/m ²) | 桁・塔 2.1×10^7 | |
| 対数減衰率 | ケーブル 2.0×10^7 0.02 | |

大橋(桁塔剛節型)の諸元をもとに作成したものである。

荷重列は、L-20活荷重と同等の強度をもつものとして図3のようにして作成する。これらの載荷形態は、実交通流を考慮したうえで、橋の衝撃にとって不利となるように選ぶ。つまり車頭時間を橋の対称1次固有周期に合わせ、走行速度は、重量車が連行走行可能な範囲で、できるだけ高速度をとり、 $V=60\text{km/h}$ とした。各荷重の固有振動数を30Hz、対数減衰率を0.3とした。

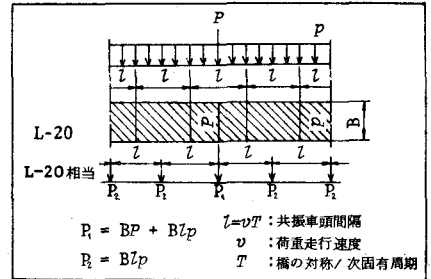


図-3 L-20相当荷重列モデルの作成

④ 解析結果 本解析により得られた、斜張橋の各断面における応力度のDIFと、道路橋示方書に規定する値との比較を表3に示す。ここでの解析値は、荷重台数1,3,5,7台の4ケースのうち、設計時の荷重載荷様式に近い状態における値、つまり各断面に生ずる応力度が、設計応力度に近くなるような荷重列による値を採用している。

解析結果から次のようなことが分かる。

桁におけるDIFは、側径間での値が他よりも大きく、中央径間での値は、中央部付近で大きく、中間支点付近で小さい。

ケーブルでは上段が大きく下段が小さい。

塔についてのDIFでは、桁塔滑節のファン型斜張橋(TYPE-3B)の基部においての値が、他の種々のDIFより格段に大きい。

桁塔滑節型ではファン型の方が大きい値を示すのに対し、桁塔剛節型では、マルチケーブル型の方が大きくなる傾向を示す。

全般的に道示規定の3径間連続桁としての値にほぼ等しくなり、多径間連続桁としての値をかなり下回る。

⑤ 実験値との比較 かもめ大橋において実施した現地走行実験によって得られたDIFと、それと同一の載荷状態による解析値および両者の比を表4に示す。

この表より、実験値と解析値とは、よい一致を示していると言える。なお実験において、荷重は南側車線を走行させた。

[参考文献] 1) Komatsu, S and M. Kawetani; Technology Reports of the Osaka-University Vol.26 1976.3

2) 小松, 川谷, 根岸 土木学会第30回年次学術講演概要 I-238, 1975, 10

3) 小松, 石岡, 川谷 昭和5年度関西西部年次学術講演概要 1976.5

表-3 道路橋示方書の規定との比較

| 断面 | 構造形式 | DIF | | 断面 | 構造形式 | DIF | | |
|------|----------------|------|-------------------------------|-------|----------------|------|-------------------------------|-------|
| | | 本解析値 | 道示表/8.6-7 多径間連続桁 3径間連続桁 | | | 本解析値 | 道示表/8.6-7 多径間連続桁 3径間連続桁 | |
| 桁 | C | 3-B | 1.602 | 1.171 | C | 2-K | 1.084 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.055 | 1.280 | | 10-K | 1.091 | 1.204 |
| | D | 3-B | 1.079 | 1.188 | D | 2-K | 1.059 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.056 | 1.296 | | 10-K | 1.066 | 1.260 |
| | E | 3-B | 1.085 | 1.209 | E | 2-K | 1.048 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.030 | 1.314 | | 10-K | 1.053 | 1.270 |
| 塔 | F | 3-B | 1.049 | 1.209 | F | 2-K | 1.063 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.033 | 1.293 | | 10-K | 1.059 | 1.220 |
| | G | 3-B | 1.054 | 1.209 | G | 2-K | 1.150 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.039 | 1.275 | | 10-K | 1.229 | 1.357 |
| | H | 3-B | 1.127 | 1.209 | H | 2-K | 1.114 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.110 | 1.324 | | 10-K | 1.165 | |
| ケーブル | I | 3-B | 1.035 | | I | 2-K | 1.144 | 1.204 |
| | | 11-F | 1.034 | | | 10-K | 1.206 | 1.260 |
| | J | 3-B | 1.494 | | | 10-K | 1.184 | 1.357 |
| | | 11-F | 1.144 | | | 2-K | 1.085 | 1.204 |
| | N ₁ | 3-B | 1.128 | 1.188 | N ₁ | 10-K | 1.085 | 1.270 |
| | | 11-F | 1.059 | 1.296 | | 2-K | 1.118 | 1.263 |
| | N ₂ | 3-B | 1.059 | 1.209 | N ₂ | 10-K | 1.215 | 1.357 |
| | | 11-F | 1.109 | 1.314 | | 2-K | 1.060 | 1.357 |
| | N ₃ | 3-B | 1.055 | 1.209 | N ₃ | 10-K | 1.060 | 1.357 |
| | | 11-F | 1.037 | 1.293 | | 2-K | 1.064 | 1.204 |
| | N ₄ | 3-B | 1.128 | 1.188 | N ₄ | 10-K | 1.092 | 1.274 |
| | | 11-F | 1.095 | 1.324 | | | | |

表-4 かもめ大橋現場走行実験値との比較

| 断面 | 種別 | Case-I /台走行 V=40km/h | | Case-II 3台連行 V=40km/h, 1.1vT | | |
|------|----------------|-------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|-------|
| | | ① 実験値 | ② 本解析値 | ① 実験値 | ② 本解析値 | |
| 桁 | C | 1.043 | 1.049 | 0.994 | 1.064 | 1.013 |
| | | 1.044 | | 0.995 | 1.055 | 1.005 |
| | D | 1.061 | 1.051 | 1.010 | 1.071 | 1.032 |
| | | 1.053 | | 1.002 | 1.063 | 1.024 |
| ケーブル | N ₁ | 1.035 | 1.059 | 0.977 | 1.056 | 1.020 |
| | | 1.055 | | 0.996 | 1.062 | 1.026 |
| ケーブル | N ₂ | 1.067 | 1.076 | 0.992 | 1.036 | 0.989 |
| | | 1.049 | | 0.975 | 1.031 | 0.984 |
| | N ₃ | 1.037 | 1.064 | 0.975 | 1.034 | 0.994 |
| | | 1.046 | | 0.983 | 1.054 | 1.013 |
| | N ₄ | | 1.048 | | 1.049 | 1.021 |
| | | | | | | 1.027 |