

トラス型式斜張橋の走行荷重による動的増幅率について

大阪大学工学部 正員 小松 定夫
大阪大学工学部 正員 〇川 谷 充 郎

1. まえがき 従来、斜張橋は主桁構造として鉸桁や箱桁等の充腹桁を用いる場合が多い。しかし、径間長が400m以上の長径間の場合やダブルデッキ構造が採用される場合にトラス主桁の利用が考えられる。しかもこの型式は耐風安定性が良好である。1977年9月に我国初めてのトラス型式斜張橋として六甲大橋が架設され、我々はその現地において振動実験を行ない、六甲大橋が従来の桁型式斜張橋と異なる動的特性を有していることが明らかにした。¹⁾ここでは、トラス型式斜張橋に対して自動車走行荷重下の動的応答解析を行ない、斜張橋各部の動的増幅率を求める。この結果を同程度の規模の桁型式斜張橋の場合と比較検討し、トラス型式斜張橋の動的増幅率に関する資料を提供するものである。また、新幹線車両走行による動的増幅率についても計算する。

2. 解析手法と斜張橋の解析モデル 斜張橋の走行荷重下の動的応答解析は、斜張橋を平面構造の離散質量系に理想モデル化してマトリックス変位法を用いる。²⁾このとき、せん断変形の影響を考慮した仮想の桁にトラス主桁をモデル化するが、本解析モデルの有効性は、六甲大橋を対象として既に検証している。¹⁾即ち、トラス主桁を有限要素法で解析した場合に比べて、解析精度を保持しつつ、計算容量と計算速度を大幅に節減できるものである。

対象とする斜張橋は、六甲大橋をモデル化したモデル-Rと、道路鉄道併用橋で中央径間長410mのトラス型式斜張橋計画案をモデル化したモデル-Iである。それらの解析モデルを図-1に、構造諸元を表-1に掲げる。表-1の下段に掲げたようにモデル-RとIに関する桁高と中央径間長の比及びトラス主桁の曲げ剛性とせん断剛性の比 EI/GA^2 は同程度の値である。故に、モデル-Rの妥当性の検証に基づいて、中央径間長410mの計画案に対して本解析モデル-Iを用いて良

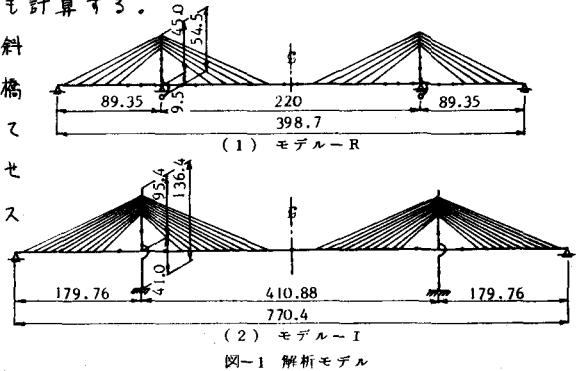


表-1 斜張橋解析モデルの構造諸元(トラス1構面当り)

構造諸元	モデル-R	モデル-I
中央径間長 (m)	220	410.88
主桁	断面積 (m ²)	0.562 ~ 0.761
	せん断変形に対する換算断面積 (m ²)	0.0123 ~ 0.0310
	断面2次モーメント (m ⁴)	8.805 ~ 12.056
	単位長当り重量 (t/m)	10.113
塔	断面積 (m ²)	0.155 ~ 0.251
	断面2次モーメント (m ⁴)	0.096 ~ 0.168
	単位長当り重量 (t/m)	2.936
	減衰定数	0.0105
ケーブル	断面積 (m ²)	0.00852
	サグを考慮した弾性係数 (x10 ⁷ t/m ²)	—
	断面積 (m ²)	—
	単位長当り重量 (t/m)	—
リソク	断面積 (m ²)	0.150
	単位長当り重量 (t/m)	1.178
	減衰定数	0.0105
	減衰定数	0.01
(桁高)/(中央径間長)		0.0361
曲げ剛性とせん断剛性の比 EI/GA^2 *		0.0339
曲げ剛性とせん断剛性の比 EI/GA^2 *		3.33

注) * EI = 平面保持の仮定に基づき、上・下弦材断面積とトラス高さより算出
 GA = トラス構面1パネルの間に生ずるせん断変形と等価な変形を生ずる平板のせん断剛性⁴⁾
 L = トラスのパネル長

いこ考える。

3. 走行荷重モデル 自動車荷重について

ては文献2)の場合と同様に、共振車頭間隔を有するL-20相当設計荷重列を用いる。ここで用いた走行自動車の諸元を表-2に掲げる。

新幹線車両については、1両の車両について

ている2つの台車をそれぞれ1自由度ばね-質点系の集中荷重にモデル化し、16両編成400mの列車を32個の集中荷重列とする。この荷重モデルの諸元を表-2に掲げる。

4. 解析結果 (1) 自動車荷重走行時の動的増幅率

モデル-R, Iに対する自動車荷重走行時の動的増幅率DIFの計算値を図-2にそれぞれ●印と■印で示す。

モデル-RとIとは径間長の他にケーブル段数と塔型式に関して相違するが、モデル-RとIについて各部のDIFを比較すると、径間長の長いモデル-IのDIFの方が大きい傾向がある。図-2には、文献2)で計算された桁型式斜張橋の解析モデルに対するDIFを○印と□印で示している。これらの桁型式斜張橋とトラス型式斜張橋であるモデル-R, IとのDIFを比較すると、モデル-R, IのDIFは桁型式斜張橋の場合よりもかなり小さくなることか明らかに分かる。

斜張橋を3径間連続桁として道路橋示方書の算定公式により求めた衝撃係数を図-2に1点鎖線で示しているが、安全側の値であることが分かる。

(2) 新幹線車両走行時の動的増幅率

モデル-Iに対する新幹線車両走行時のDIFの計算値を図-2に▲印で示す。図-2において、モデル-Iに対する自動車荷重走行時と新幹線車両走行時のDIFを比較すると、主桁、塔及び上段ケーブルに関しては両者に大きな差異はないが、下段ケーブルに関しては新幹線車両走行時のDIFの方がかなり大きくなっている。

トラス主桁に対する列車荷重の設計衝撃係数は複々級載荷の場合 $\lambda=0.12$ であり、これは本計算値と比較してかなり余裕のある値であることが分かる。

【参考文献】 1) 小松・岡田・川谷：六甲大橋(トラス型式斜張橋)の現地振動実験，橋梁と基礎，1979.5(37号)。 2) 小松・川谷・塚子：

桁型式斜張橋の衝撃係数について，本論文概要，I-51，1979.6。 3) 土木学会・本州四国連絡橋鋼上部構造研究小委員会：斜張橋分科会：本州四国連絡橋鋼上部構造に関する調査研究報告書・別冊2・道路鉄道併用斜張橋の設計，1977.3。 4) 小松・西村：薄肉弾性1D理論によるトラスの直体解析，土木学会論文報告集，第238号，1975.6。 5) 岡田・石橋・佐藤：列車の動的応答によるRC桁の設計(1)，構造物設計資料，No.34，1973.6。

表-2 走行荷重の諸元

荷重種別	自動車荷重(L-20相当設計荷重列)				新幹線車両
解析モデル	モデル-R		モデル-I		モデル-I
ばね上重量(t)	30.6,	16.9	58.2,	32.4	21.4
総重量(t)	30.6,	16.9	58.2,	32.4	31.1
ばね定数(t/m)	1109.4,	612.7	2110.1,	1174.7	100.0
固有振動数(Hz)	3.0		3.0		1.077
対数減衰率	0.3		0.3		0.940
走行速度(km/hr)	60		60		160
車頭間隔(m)	20.5		45.2		17.5, 7.5

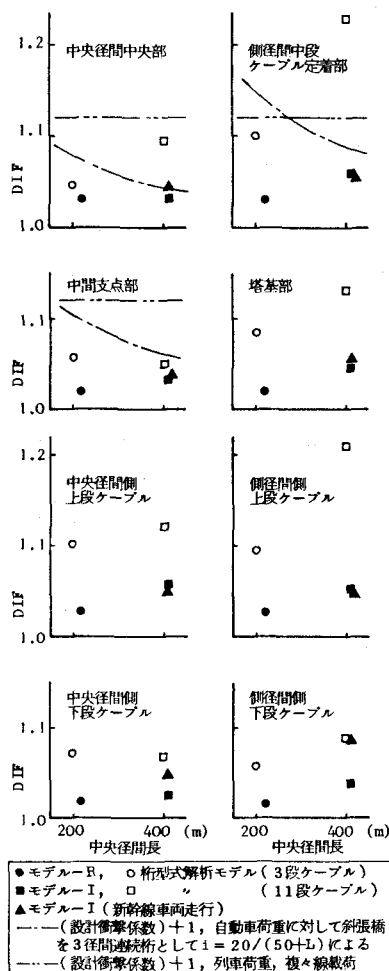


図-2 動的増幅率