

VI-79

ひよどり仮橋（Cable Supported Configuration）の設計

および実験的検証

神戸大学工学部 正員 西村 昭 神戸大学工学部 正員 宮本文穂
神戸市土木局 正員 島田喜十郎 川崎重工業 正員 山本晃久

1. ま え が き

本橋は神戸市ひよどり地区に架設された工事用仮設橋梁で、形式としてケーブル支持桁（Cable supported girder）構造を採用した我国最初の橋梁である。

形式の選定にあたっては、早期建設の必要性と過酷な使用条件、更には仮橋としての性格上簡易で経済的なことを重視し、かつ撤去し易い構造について検討した。その結果、現地の地形条件を加味して図-1に示す鋼管構造の高橋脚を有する支間24mの単径間桁3連を採用した。

本報ではこの新形式橋梁の設計の中で、特に力学特性を明らかにすることを目的として行ったパラメータ解析と実験結果の概要を報告するものである。

2. 設 計

本仮橋の設計におけるパラメータ解析は、図-2に示すモデルを用いて単純梁に対する本形式の曲げモーメント比を計算したもので、その結果を図-3に示す。

これより、 h/ℓ が0.1付近で経済的な断面構成が可能であることがわかる。ちなみに、本仮橋の構造諸元に基づくパラメータは $A_c E_c / A_b E_b = 0.12$ 、 $A_c E_c / A_s E_s = 0.24$ 、 $A_c E_c \ell^2 / I_b E_b = 837$ であり、 $h/\ell = 0.135$ の採用は合理的であると言える。

また、本形式は支材部での弾性支点としての補剛効果の他に、プレストレスの導入により正負の曲げモーメントを平滑化することが可能であり、ここでは、より合理的かつ経済的な断面が構成できた。

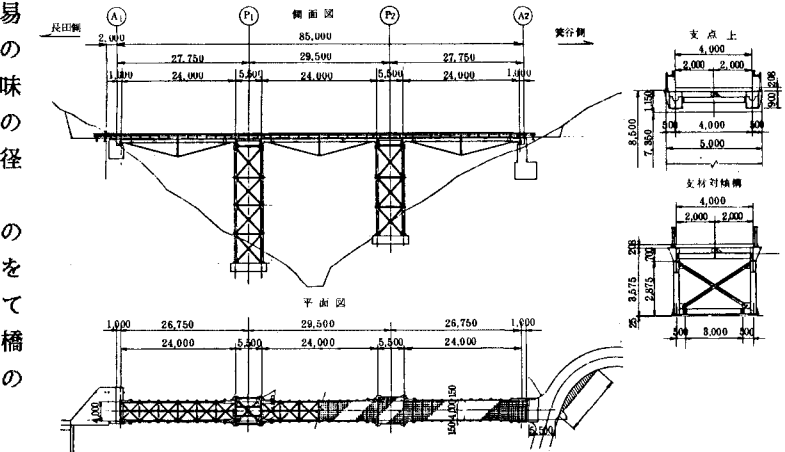


図-1 一般図

$$\beta = \frac{A \cdot (1 + 2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot n_1 + \sin^2 \alpha \cdot n_2) + B \cdot \ell^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot n_3}{C \cdot (1 + 2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot n_1 + \sin^2 \alpha \cdot n_2) + D \cdot \ell^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot n_3}$$

$$n_1 = A_c E_c / A_b E_b, \quad n_2 = A_c E_c / A_s E_s, \quad n_3 = A_c E_c / I_b E_b$$

支間中央 : $A = 48, B = -1, C = 48, D = 4$
支間 1/4点 : $A = 72, B = 1, C = 96, D = 4$

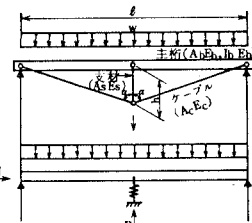


図-2 計算モデル

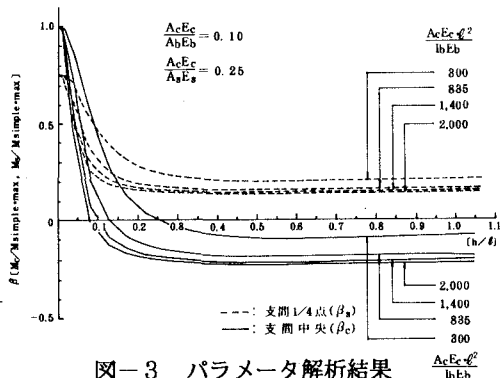


図-3 パラメータ解析結果

3. 実 橋 実 験

実験は、表-1に示す静的載荷試験および動的試験を行った。（P2～A2上部工を対象）

(1) 静的載荷試験

各載荷条件下で得られたたわみ実測値をたわみ分布として図示したものを、解析値も合わせて図-4に示す。これより、載荷状態に対応したたわみ分布形となっており、荷重を両主構に1-0分配した場合の平面モデルによる解析値とかなりよい一致を示している。

(2) 動的試験

重錘落下試験で得られた各測点の加速度に基づくモーダル解析結果を表-2に示す。これより、各次の固有振動数は、立体モデルによる固有振動解析結果と比較的よい一致を示しているが、曲げ対称1次モードではやや実測振動数が大きくなっている。これは、試験に用いた重錘のmassの効果がやや過大であったため、振動モードが必ずしも解析時のモードと一致しなかったことが考えられる。また、各次数の対数減衰率は、バラツキはあるものの1次振動モードでは0.3~0.5となっており、構造減衰は同程度の支間の橋梁³⁾と比べてかなり大きいと言える。走行試験による支間中央の動的変位応答の一例を、図-5に示す。この変形量の最大値は、静的たわみと大差ないことが確認できる。また、応答振幅より求めた衝撃係数は0.10程度であり、設計時の衝撃係数0.323より小さいものとなっている。

4. あとがき

本仮橋はケーブル支持桁構造を採用した我国最初の橋梁であり、構造設計および製作架設面から種々の検討と実験的検証を行ったが、その主な結果をまとめると次のとおりである。

①パラメータ解析の結果、本形式は比較的支材高の低い範囲で経済的な断面構成が可能である。

②静的載荷試験結果より、設計時の仮定および断面諸量の算定は妥当である。

③動的試験より得られた各種の動的諸量より、本仮橋の動的特性は良好である。

また、この他に本形式の特徴として、次の事項が考えられる。

①上路形式で簡易なことより、通行車両の視界を遮ることなく、特に深い渓谷を通過するような場合には景観的に有利となる。

②斜張橋と併用することにより、同一スパンの橋梁を主塔などの高さ、規模を小さく抑えて設計できる⁴⁾と同時に、ケーブルの張り方を工夫することにより更に合理性を追求できる。

③ケーブルを架設時に利用する方法として、桁のスライド架設あるいは作業足場としての利用が可能であり、現場作業の合理化を計ることができる。

今後、本報で検証した特性値をもとに、本形式の特徴を踏まえ本格的な橋梁への適用へ展開していきたい。

〈参考文献〉 1) J.Schlaich, R.Bergermann: Some Subjective Remarks on Cable Bridge Design, ASCE SPRING SEMINAR ('88) 2) 西村昭: 神戸市都市計画局委託業務報告書, (財)建設工学研究所 ('88)

3) 大地羊三: 土木技術者のための振動便覧, 土木学会 ('66) 4) J.Schlaich, J.Seidel, D.Sandner: Teilweise unterspannte Schrägkabelbrücke über die Obere Argen, Proc. of IABSE Congress ('88)

表-1 試験ケースの一覧

試験種別	試験ケース	試験条件	質量	備考
静的載荷試験 (S)	S-1	支間中央で中心載荷	7-20	
	S-2	支間1/4点で中心載荷	7-20	
	S-3	支間中央で偏心載荷	7-20	
	S-4	支間1/4点で偏心載荷	7-20	
走行試験 (D)	D-1	走行速度および方向 10km/h 長田-寛谷	7-20	
	D-2	走行速度および方向 20km/h 長田-寛谷	7-20	
	D-3	走行速度および方向 10km/h 寛田-長谷	7-20	
	D-4	走行速度および方向 20km/h 寛田-長谷	7-20	
動的重錘落下試験 (IW)	IW-1	支間中央で中心載荷	300kg	曲げ対称1次
	IW-2	支間1/4点で中心載荷	300kg	曲げ対称2次
	IW-3	支間中央で偏心載荷	300kg	ねじり対称1次
	IW-4	支間1/4点で偏心載荷	300kg	ねじり対称2次
ケーブルによる吊上げ試験 (IC)	IC-1	支間中央で吊上げ	4,500kg	曲げ対称1次
	IC-2	支間1/4点で吊上げ	5,000kg	曲げ対称2次
	IC-3	支間中央で偏心吊上げ	4,500kg	ねじり対称1次
	IC-4	支間1/4点で偏心吊上げ	4,500kg	ねじり対称2次

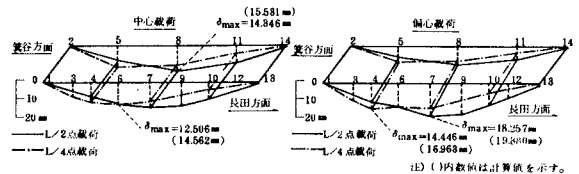


図-4 静的載荷時の桁たわみ分布

表-2 モーダル解析結果（重錘落下試験）

試験種別	振動数 (Hz)	測定値/計算値	対数減衰率	減衰定数	備考
IW1 (L/2中央)	0.80 (4.97)	1.22	0.3142	0.0500	曲げ対称1次
	17.71 (10.40)	1.08	0.5058	0.0811	曲げ対称2次
IW2 (L/4中央)	8.45 (7.80)	1.06	0.5083	0.0809	曲げ対称1次
IW3 (L/2偏心)	4.30 (4.05)	1.06	0.3104	0.0494	ねじり対称1次
IW4 (L/4偏心)	8.19	0.2017	0.0821	0.0170	ねじり対称2次
	12.05	0.0440	0.0070	0.0070	曲げ対称2次

注) ①ケーブル内の振動数は、解析値を示す。②IW4については、解析値に0.2Hzまで不明なモードが現れていない。

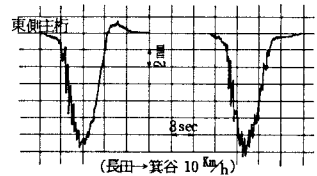


図-5 走行試験時の主桁応答振幅