

ひよどり仮橋 (Cable Supported configuration) の力学的特性及び実験的検証

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
神戸市都市計画局 正員 島田喜十郎 川崎重工業 正員 〇山本晃久

1. ま え が き

ひよどり仮橋は神戸市の北神戸地域と市街地を結ぶ都市計画道路長田箕谷線のひよどり地区に架設された工事用仮設橋梁で、ケーブル支持桁 (Cable supported girder ¹⁾) 構造を採用した我国最初の橋梁である。本仮橋建設は長田箕谷線本線の大量の切取土の場外への短期搬出を目的としているため、早期建設と苛配な使用条件が予定され、更に、仮橋としての特異性を考慮して、簡素で経済性に優れ、かつ撤去し易い構造形式が望まれた。また、架設現場の地形条件を加味して、総合的に合理的な橋梁形式を検討し、図-1 に示す形式を採用した。

本仮橋は支間24^mの単径間桁3連で構成されており、本報ではこの新形式橋梁の力学的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橋実験結果の概要を報告するものである。

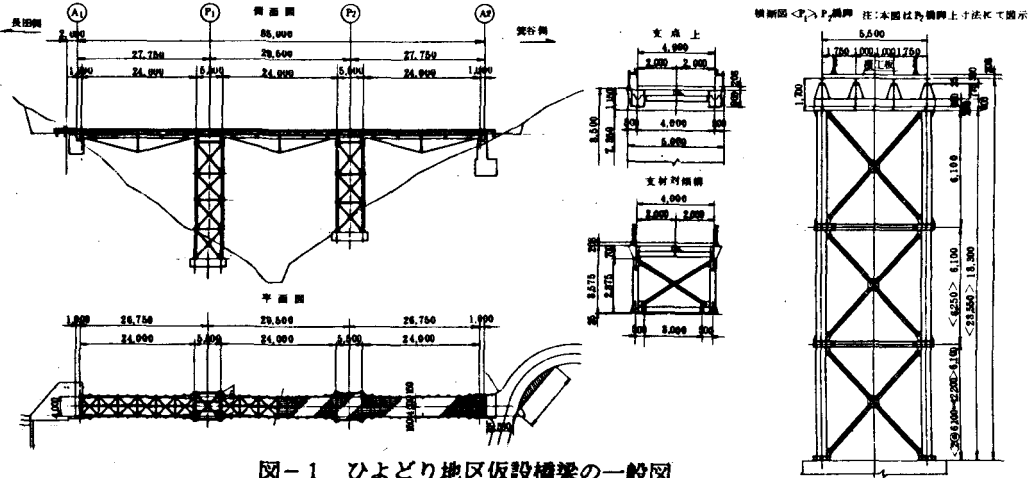


図-1 ひよどり地区仮設橋梁の一般図

2. パラメータ解析

パラメータ解析は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 (図-2)、(1) 式²⁾のように表われ、これを図化したものを図-3に示す。

$$\beta = \frac{A \cdot (1 + 2 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta_1 + \sin^3 \alpha \cdot \eta_2) + B \cdot \ell^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot \eta_3}{C \cdot (1 + 2 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \eta_1 + \sin^3 \alpha \cdot \eta_2) + D \cdot \ell^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot \eta_3} \quad (1)$$

$$\eta_1 = A_c E_c / A_s E_s, \quad \eta_2 = A_c E_c / A_b E_b, \quad \eta_3 = A_c E_c / I_b E_b$$

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

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 $A_c E_c / A_b E_b = 0.12$, $A_c E_c / A_s E_s = 0.24$, $A_c E_c \ell^2 / I_b E_b = 837$

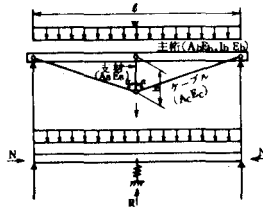


図-2 計算モデル

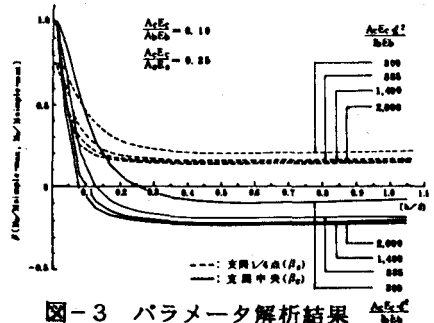


図-3 パラメータ解析結果

Akira NISHIMURA, Ayaho MIYAMOTO, Kijyūrō SHIMADA, Akihisa YAMAMOTO

であり、 $h/\ell=0.135$ の採用は合理的であると言える。

3. 実 橋 実 験

実験は本形式の基本的な特性を把握するために、表-1 に示す静的載荷試験及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いることがわかる。また、荷重を両主橋に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

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(図-4)と大差不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 よりかなり小さいものとなっている。

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、解析値には高欄、覆工板等による柔な拘束の影響が考慮されていないことその他に、試験に用いた重錘のmassの効果が橋梁の有しているmassに対して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。

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、この力学的特性を明らかにするためにパラメータ解析と実橋実験の両面から検討を加えた。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、設計時の仮定及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。

今後、本報で検証した特性値を基礎として、更に現場経験等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)

表-1 試験ケースの一覧

試験種別	試験ケース	試験内容	試験結果
静的載荷試験 (S)	S-1	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	S-2	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	S-3	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	S-4	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
走行試験 (D)	D-1	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	D-2	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	D-3	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	D-4	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
重錘落下試験 (IW)	IW-1	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	IW-2	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	IW-3	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	IW-4	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
外圧による荷上げ試験 (IC)	IC-1	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	IC-2	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	IC-3	1/2点載荷	たわみ最大値: 14.344mm
	IC-4	1/4点載荷	たわみ最大値: 14.344mm

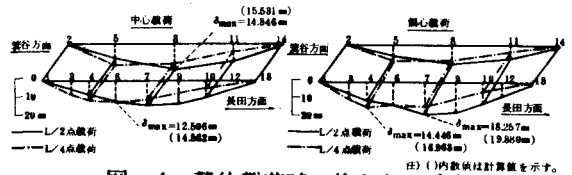


図-4 静的載荷時の桁たわみ分布

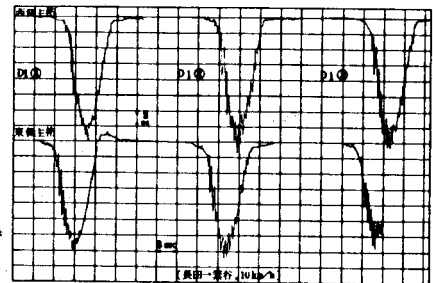


図-5 試験車走行試験時の主桁応答振幅

表-2 モーダル解析結果 (重錘落下試験)

試験種別	振動モード	固有振動数 (Hz)	対数減衰率	固有変位 (mm)	備考
IW1 (L/2中央)	1次	4.80 (3.97)	1.23	0.3142	対称1次
	2次	17.71 (16.40)	1.06	0.0801	対称2次
IW2 (L/4中央)	1次	6.45 (7.80)	1.11	0.0806	非対称1次
	2次	4.30 (4.16)	1.06	0.3104	非対称2次
IW4 (L/4偏心)	1次	6.13	0.2017	0.0821	ねじり対称1次
	2次	12.08	0.0440	0.0070	ねじり対称2次

(注) 1) IW4の振動モードは、解析値と実測値とが一致していない。

2) IW4について、最初に出現したモードが振動モードではない。