

I-467

振動現象を考慮した広幅員多径間連続桁の設計に対する検討

阪神高速道路公団 正員 山内幸裕 金沢大学工学部 正員 梶川康男
同 上 正員 松村駿一郎 日本橋梁 正員 酒井 徹
㈱ 片山鉄工所 正員 中平進夫

1. まえがき

阪神高速道路大阪府道高速湾岸線（南伸部）高砂工区において図-1に示すような最大幅約52mという広幅員の、支間長約36mの6径間連続鉄桁橋が建設中である。本橋の下部工はすべてπ型钢製橋脚であり、一般街路との関係から橋脚横ばりの張出し量が大きく、最大約15mにも達し、たわみの生じやすい構造となっている。しかも本橋の上には料金所が設けられ、その料金所で働く人々の仮眠施設が設置されることになった。そこで、本橋を設計するに際して、料金所で働く人々に対する振動の影響を配慮し、その快適性について検討を行い、その結果を設計に反映させたので報告する。

2. 高架橋のモデル化と固有振動

本橋は図-1に示したように6径間連続鉄桁橋で17本主桁（3,4径間は19本）であり、計算容量の点から主桁剛性や自重等を数本分まとめて6本桁（3,4径間7本）の連続格子構造とした。格間の剛度については変断面のそれぞれの剛度の加重平均とした。横桁については各支間中央点に1本配置し、橋脚線上の部材には橋脚の横ばりと支点上対傾構を単純に加算した値とした。また、橋脚の柱については柱の曲げ剛性に相当する回転ばねを考慮し、鉛直方向は剛支店とした。なお、振動の影響を小さくする対策として、今回広幅員で長い張出し部を有することからトラス型中間対傾構を充腹構造に変更することを考え、仮眠施設や料金所が設けられる第3,4径間の中間対傾構のみを変更した構造（改良構造Ⅰ）と全径間分を変更した構造（改良構造Ⅱ）について比較検討した。これら充腹構造の中間対傾構の剛性は標準構造の横桁剛性に加算して考慮した。このようにして求めた格子モデルに対し固有剛性マトリックス法を適用して固有振動解析を行った。非常に多くの固有値が存在するので応答計算には30次まで（標準構造 1.576~4.872Hz, 改良構造Ⅰ 1.576~5.012Hz, 改良構造Ⅱ 1.576~5.613Hz）を考慮することにした。

3. 動的応答解析

上記で求められた平面格子モデルを対象に、守口線で実測された路面凹凸から伸縮継手部の段差と長周期

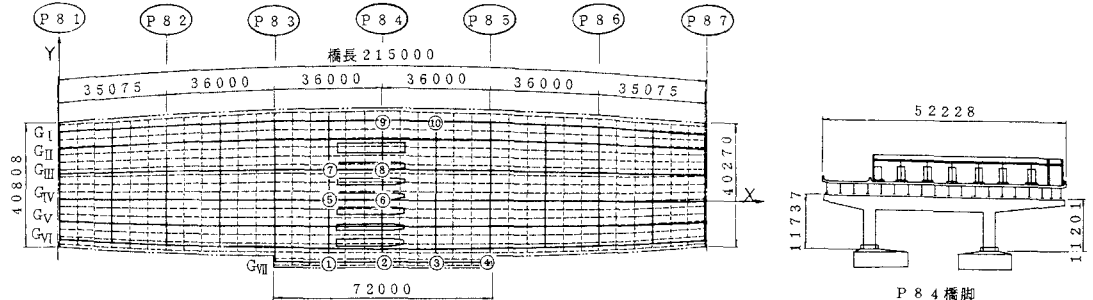


図-1. 対象とした6径間連続桁の一般図

表-1. 自動車モデルの諸定数

自動車総荷重		20 t (10 t、40 t)	ばね下・前輪	0.4 t
ばね上荷重		18 t (8 t、38 t)	ばね下・後輪	1.6 t
懸架部	ばね定数		減衰定数	
	$K_{SF} = 1200 \text{ k g / c m}$	$C_{SF} = 5 \text{ k g / c m / s}$	$C_{SR} = 20 \text{ k g / c m / s}$	
タイヤ部	$K_{SR} = 4800 \text{ k g / c m}$	$C_{SR} = 20 \text{ k g / c m / s}$	$C_{TF} = 6 \text{ k g / c m / s}$	
	$K_{TF} = 2400 \text{ k g / c m}$	$C_{TF} = 6 \text{ k g / c m / s}$	$C_{TR} = 24 \text{ k g / c m / s}$	
	$K_{TR} = 9600 \text{ k g / c m}$			

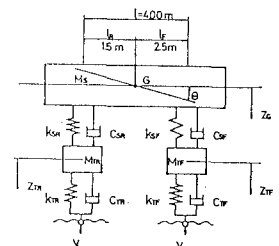


図-2. 4自由度自動車モデル

成分を取り除いた路面凹凸を考え、4自由度にモデル化(表-1, 図-2 参照)された大型車が下り線(G_1 桁上)を定常走行($v=20\text{m/s}$)したときの動的応答をニューマーク β 法で求めた。橋梁の減衰定数については振動次数に関係なく一定として扱ったが、連続桁橋の実測値を参考にして、 $h=0.010$ と 0.015 の2通りを考えた。動的応答解析の一例を図-3に示した。

4. 振動の影響に対する考察

大型車の重量として 20tf を考えたが、その車が空車時(10tf)と過積時(40tf)が定常走行した場合も検討した。今回の検討対象が料金所で働く人々の労働作業上の快適性であるのでISOの振動ばく露基準²⁾に従って振動の影響を評価することにした。図-4は大型車が定常走行した場合の加速度(実効値の最大)とその卓越振動数を示したものである。図中の実線はISOの水平振動(睡眠中の身体の前・後・左右方向)に対する快適限界線であり、破線は垂直振動(料金所での作業中)に対する快適限界線である。料金所での勤務時間は24時間(平均的に16時間は料金徴収、8時間は休憩・仮眠)であり、その振動の影響を考える場合には点①と③については実線の8hを、点⑤と⑦については破線の16hを考えるのが妥当であろう。減衰定数によって多少異なるが、仮眠施設(点③)、料金所(点⑤)の振動がばく露基準を越えている。ところが、第3・4径間の対傾構を充腹構造に変更(改良構造I)するとほぼ基準内に入ることがわかる。全径間分を変更(改良構造II)すればさらに影響は小さくなるが、その程度は大きくはない。これらの結果により、改良構造Iで設計することで料金所職員の労働環境を改善するには十分であると判断した。

なお、本橋においては、橋脚横ばり部の弾性変形を考慮して主桁等を設計し、また橋脚横ばりの張出し部の疲労対策として将来、張出し部先端をロッキングピアで支えることが可能なようにも設計上配慮してあることを付記しておく。

最後に、本検討で御協力いただいた阪神高速道路公団並びに日橋片山函館橋崎JVの各位に感謝いたします。

<参考文献>

- 1) Hayashikawa & Watanabe; Dynamic Behavior of Continuous Beams with Moving Loads, Proc. of ASCE, Vol. 107, No. EMI, 1981.
- 2) ISO-2631; Guide for the Evaluation on Human Exposure to Whole-Body Vibration, 1974.

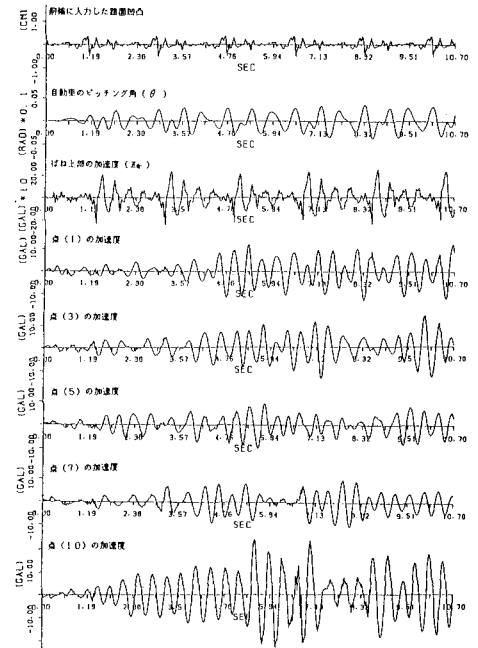


図-3. 動的応答解析例

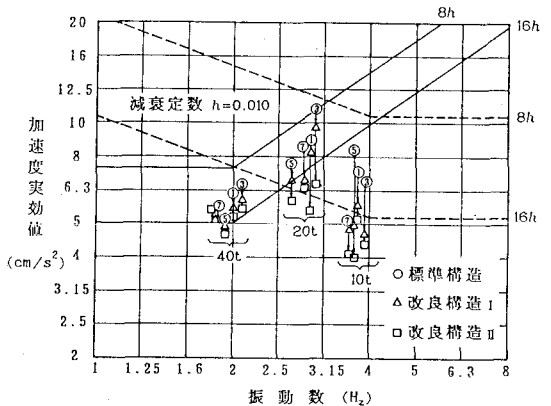
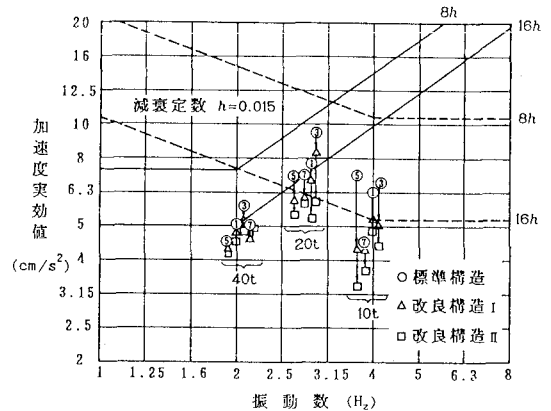


図-4. 加速度実効値と卓越振動数