

I-436

人道橋の固有振動数特性を改善するための一提案

○川田工業(株) 正 員 宮地真一
川田工業(株) 正 員 米田昌弘

1. まえがき

人道橋の設計を行う場合、歩行者に不快感を与えないこと、構造物にとって有害な共振現象を避けること等の観点から、固有振動数を歩調域(1.5~2.3Hz)の範囲外とするのが好ましく、固有振動数の調整を目的とした主桁剛性付加等の検討を行う機会が増えてきている。

一方、経済性等の理由から主桁剛性付加等による振動数上昇が困難な場合の対策方法として、重量増加により固有振動数を1.5Hz以下とする考え方もある。しかしながら、この方法は耐震設計上必ずしも有利なものではないと言えよう。

そこで、本文では、主桁剛性付加による振動数上昇が困難な場合の比較的経済的な固有振動数調整法として、支点部において桁の回転を拘束することにより固有振動数を上昇させる方法を提案し、単純桁ならびに2.3径間連続桁について、振動数上昇効果の試算結果および設計上の留意事項の検討結果を述べる。

2. 固有振動数調整法の提案

(1) 連続桁橋： 連続桁の固有振動数を上昇させる方法として、図-1に示すように中間支点部に近接した2個の支承を設置することで桁の回転を拘束する方法を提案する。この場合、支承には死荷重による正反力が作用しており、活荷重によってアップリフトを生じない範囲で桁の回転拘束効果を期待できる。そこで、適用に際しては、通常の使用状況(1m²あたり1人程度の通行、活荷重として70kg/m²程度)において支承にアップリフトを生じないことを確認する必要がある。また、近接した2個の支承には、据付誤差等に起因した不均等反力ならびに活荷重満載時のアップリフトの発生が考えられる。このことから、中間支点部の支承は、サイドブロックを補強した負反力対応型とし、かつ、許容反力に余裕を持たせたものとする必要があろう。

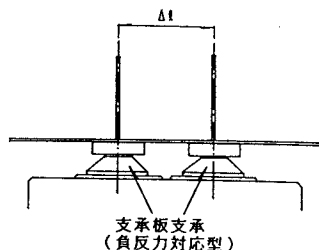


図-1 連続桁橋中間支点部の支持方法

(2) 単純桁橋： 単純桁においても桁端部を近接した2点で支持すると、当然のことながら振動数は上昇する。しかしながら、桁端側に生じる負反力に対して通常の人道橋で使用されるような標準的な支承を用いた場合には、支承の構造的なガタによって負反力を支持できない。そこで、固定支承側の桁端部において、図-2に示すように桁端に固定した反力支持部材をPC鋼棒によって橋台に緊結する方法を提案する。図中のΔ1は、固定支承との取り合いから最低でも50cm程度は必要と考えられる。

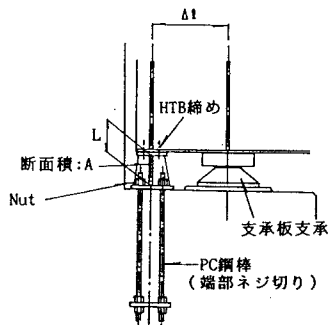


図-2 単純桁橋の桁端支持方法

3. 固有振動数上昇効果の試算

(1) 連続桁橋： 図-1、-3に示すように、中間支点部に近接した2個の支承を用いた場合、各径間の固有振動数は図-4に示すように端部固定の振動数となり、顕著な振動数上昇効果を期待できよう。ただし、前述したように、通常の使用状況において支承にアップリフトを生じないことが必要である。そこで、図-3に示す2径間連続桁の片側の径間のみに活荷重(70kg/m²)を載荷した場合の活荷重反力と死荷重反力とを比較し、アップリフトの

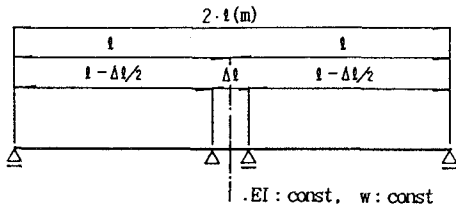


図-3 試算に用いた2径間連続桁のスケルトン

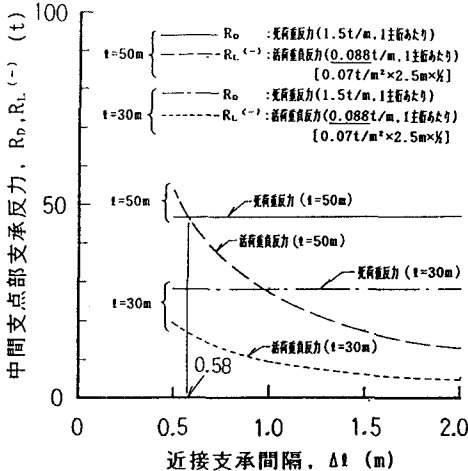


図-5 連続桁橋の中間支座位部支反力検討例
(2径間連続桁橋の場合)

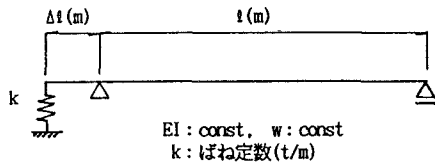


図-6 試算に用いた単純桁のスケルトン

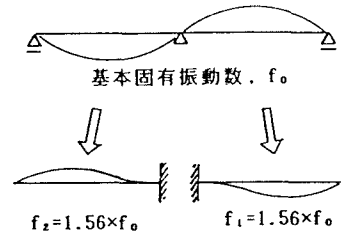
発生の有無を検討した。その結果、図-5に示すように Δl を60cm以上とすれば、支間長 l が50mの場合でも通常の使用状況でアップリフトを生じないと考えられる。

(2) 単純桁橋： 図-6に示すスケルトンを用いて固定支承と反力支持部材との間隔 Δl を変化させた場合の基本固有振動数および振動数上昇率の解析結果を表-1に示す。ここに、対象とした橋梁の構造諸元は、2本主桁のRC床版合成桁橋を想定したものである。なお、桁端をバネ支持としたのは、支持点の鉛直変位に対する反力支持部材の剛性を考慮したことによる。支間長 l が40mの場合に十分な振動数上昇効果を期待できることはすでに述べているが¹⁾、本解析結果より、反力支持部材の剛性および間隔 Δl を適切に設定すれば、支間長 l が50mの場合でも十分な振動数調整効果を期待できると考えられる。

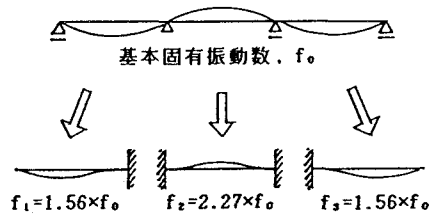
4. 経済性について

単純桁の場合の反力支持部材の製作・設置費用、ならびに、連続桁の場合の支承追加費用は比較的軽微なものと考えられる。すなわち、鋼桁断面を大幅に増大しなくても所要の振動数調整が可能な場合を除き、本文で提案した固有振動数調整法は比較的経済的な対処法であると言えよう。今後、実用化に向けて更に詳細な検討を進めていく予定であり、実橋での検証試験も実施したいと考えている。

参考文献 1) 米田・宮地：側道橋の固有振動数調整法に関する試験討、土木学会関西支部年講、1991年6月



(a) 2径間連続桁



(b) 3径間連続桁

図-4 連続桁橋の固有振動数の上昇効果

表-1 単純桁橋の固有振動数上昇率
($l=50m$, $I=0.110m^4/Br$, $w=3.0t/m/Br$)
(反力支持部材のバネ定数: $k=EA/L$, $L=0.25m$)

Δl (m)	$k=2 \times 4.2 \times 10^5 t/m/Br$ ($A=100cm^2$)		$k=2 \times 8.4 \times 10^5 t/m/Br$ ($A=200cm^2$)	
	固有振動数(Hz)	振動数上昇率	固有振動数(Hz)	振動数上昇率
0.00	1.726	—	1.726	—
0.30	1.947	1.128	2.083	1.207
0.50	2.159	1.251	2.316	1.342
0.70	2.313	1.340	2.446	1.417
0.90	2.413	1.398	2.517	1.458