

側道橋の固有振動数調整法に関する試験検討

川田工業(株) 正 員 米田昌弘
○川田工業(株) 正 員 宮地真一

1. まえがき

歩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、固有振動数が歩調域の1.5~2.3Hzとならないようにすることが必要である。また、主に歩行者を対象とした側道橋についても固有振動数を歩調域の範囲外とするのが好ましく、設計段階で、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も増えてきている。

一方、主桁剛性付加では十分な振動数上昇効果が得られない場合、重量付加によって振動数を1.5Hz以下とすることも考えられる。しかしながら、橋体重量が増加し、かつ、固有周期が長くなるのは耐震設計上不利であることから、重量を付加して振動数を低減する調整方法は好ましくないと言えよう。

そこで、主桁剛性付加による振動数の上昇が困難な場合の固有振動数調整法として、本文では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と設計上の留意事項について述べる。

2. 固有振動数調整法の提案

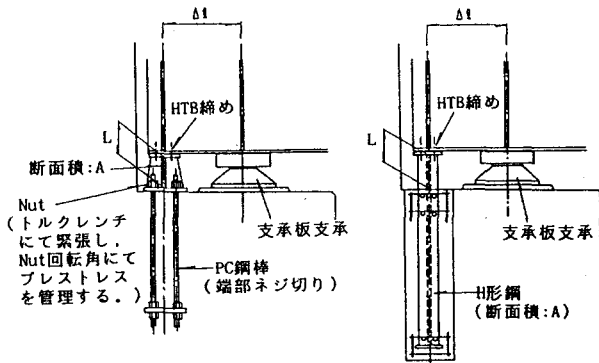
(1) 単純桁橋：単純桁の桁端部を近接した2点で支持すると、端部回転固定の影響で桁の振動数が上昇する。このとき、桁には端部回転固定に起因した断面力が発生し、桁端側の支持点においては負反力の発生が考えられる。ところで、通常の側道橋で使用される支承を桁端側の支持点に用いた場合、支承の構造的なガタによって負反力が消滅するため、端部回転固定による振動数上昇効果が期待できない。そこで、固定支承側の桁端部において、図-1に示すような反力支持部材を用いて桁端を橋台に固定する方法を提案する。図中のType-Aは反力支持部材をPC鋼棒の緊結によって橋台に固定するものであり、Type-Bは箱抜き部へのコンクリート打設によって反力支持部材を橋台と一体化するものである。図中の Δl 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。

(2) 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-2に示すように中間支点到に近接した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。したがって、中間支点到部支承は、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る必要があろう。

3. 固有振動数上昇効果の試算

(1) 単純桁橋：図-3に示すスケルトンを用い、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固有振動数上昇率の解析結果を表-1に示す。なお、表-1中に示した構造諸元は、2本主桁のRC床版合成桁橋を想定したもので、主桁2本分の数値を表す。また、桁端をバネ支持としたのは、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。解析結果より、反力支持部材の剛性および間隔 Δl を的確に設定すれば、支間 l が40mの場合でもほぼ十分な振動数上昇効果を期待できると言えよう。

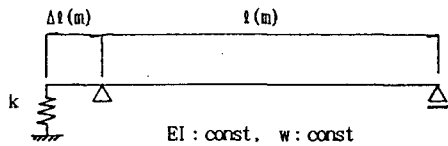
(2) 連続桁橋：図-2、-4に示すように、中間支点到部の近接した2個の支承を用いた場合、各径間の固



(a) Type-A

(b) Type-B

図-1 単純橋固定支承側の桁端支持方法



k: ばね定数(t/m)

$l \gg \Delta l$

図-3 試算に用いた単純橋のスケルトン

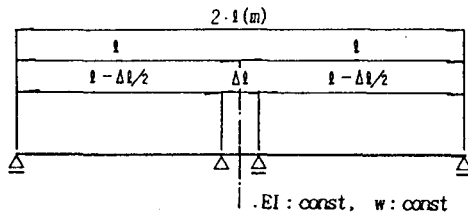


図-4 試算に用いた連続橋のスケルトン(2径間の場合)

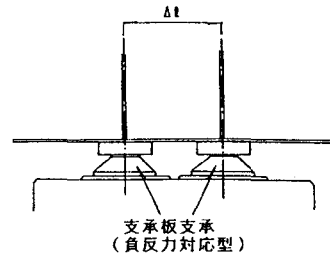
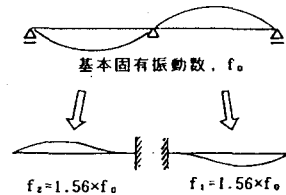
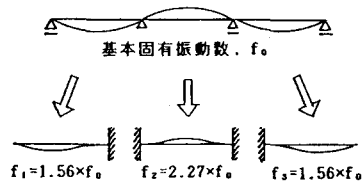


図-2 連続橋中間支点部の支持方法



(a) 2径間連続橋



(b) 3径間連続橋

図-5 連続橋橋の固有振動数の上昇効果

表-1 単純橋橋の固定支承側桁端をバネ支持した場合の固有振動数上昇率

(a) $k=8.4 \times 10^5 \text{ t/m}$ ($A=50 \text{ cm}^2$, $L=0.25 \text{ m}$), $w=3.0 \text{ t/m}$

(b) $k=16.8 \times 10^5 \text{ t/m}$ ($A=100 \text{ cm}^2$, $L=0.25 \text{ m}$), $w=3.0 \text{ t/m}$

Δl (m)	Case-1 ($l=30\text{m}$, $l=0.020\text{m}$)		Case-2 ($l=40\text{m}$, $l=0.050\text{m}$)	
	固有振動数(0Hz)	振動数上昇率	固有振動数(0Hz)	振動数上昇率
0.00	2.044	—	1.818	—
0.30	2.602	1.273	2.165	1.191
0.50	2.852	1.400	2.411	1.326
0.70	2.980	1.458	2.554	1.405
0.90	3.039	1.487	2.634	1.449

Δl (m)	Case-1 ($l=30\text{m}$, $l=0.020\text{m}$)		Case-2 ($l=40\text{m}$, $l=0.050\text{m}$)	
	固有振動数(0Hz)	振動数上昇率	固有振動数(0Hz)	振動数上昇率
0.00	2.044	—	1.818	—
0.30	2.786	1.363	2.332	1.283
0.50	2.984	1.460	2.558	1.407
0.70	3.058	1.496	2.660	1.463
0.90	3.091	1.512	2.709	1.490

有振動数は図-5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-4に示すスケルトンで試験計を行った結果、 Δl を60cm以上とすれば、支間 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、ほとんどの連続形式側道橋に適用可能であることが分かった。今後、実橋への適用に向けて施工面の検討を重ね、また、実橋での確認実験等も行いたいと考えている。