

I-143

歩道橋の試設計とその固有振動数について

○ 中部復建(株) 正 田中 信治
九州東海大学 正 加藤 雅史

1. はじめに

筆者らはこれまでに実在する歩道橋の振動測定を行い、その実測値と解析値についての比較検討、およびかなり規模の大きい歩道橋の実振幅、支承の実挙動を測定し、歩道橋の使用性について検討¹⁾²⁾を行ってきた。そこで今回、実際に支間40m以上の歩道橋を設計し、その結果を基に固有値解析を行い、各橋梁形式に対して検討を行ったのでここに報告する。

2. 対象とした橋梁形式

歩道橋の揺れに対するこれまでの実測結果および解析結果より、支間が40mを越えると、その歩道橋の固有振動数と人間の歩行周期が近くなり、共振する可能性が高くなることから試設計する歩道橋の支間を40m以上とし、2.5mピッチで50mまでとした。上限を50mとしたのは、一般的な単純桁橋で跨げる上限値に近いこと、河川条件等によりそれ以上の支間では橋脚を設置することが可能となるからである。幅員については、通常の横断歩道橋よりある程度大きい規模に着目し、有効幅員 $W=3.0\text{m}$ とした。また橋梁形式としては一般的な単純桁橋を対象とし、通常実設計で採用される以下の4タイプを選択した。

①非合成鉄桁、②非合成箱桁、③鋼床版鉄桁、④鋼床版箱桁(以下それぞれのタイプを①～④と略す)

3. 設計方針

通常の横断歩道橋ではなく人道橋、側道橋等を対象にしているため応力、部材の最小板厚、許容値の割増し等は現行の道路橋示方書に準拠し、活荷重が人に限られていることから、活荷重によるたわみ制限は支間の $1/600$ (基準³⁾による)を守ることにした。また桁高の決定においてはそれぞれの設計過程において拘束されることが多いが、歩道橋の性格上低くすることが求められることから、発生する応力より断面変化が2ヶ所以上生じるまで、出来る限り低く抑えた。今回の各橋梁形式の設計における留意点をまとめたものを表-1に示す。

表-1 留意点のまとめ

	鉄 桁	箱 桁
主桁間隔	2,500mm(片持ち部650mm)	腹板間隔1,800mm
桁 高	非合成鉄桁 支間の $1/26.5$	非合成箱桁 支間の $1/30$
	鋼床版鉄桁 支間の $1/28$	鋼床版箱桁 支間の $1/32$
下フランジ	桁高の $1/3\sim 1/8$ 程度の幅とする	腹板間隔より100mmづつ外側へ
使用鋼材	主桁 SM490Y材	
床 版	RC床版14cm、ハンチ7cm、鋼床版10mm	
舗 装	アスファルト舗装30mm	
地 覆	RC構造とし $H=100\text{mm}$ 、 $W=400\text{mm}$	

4. 固有値解析

試設計で得られた結果を基に2次元固有値解析を行った。解析に際し以下の点に留意した。解析を簡略化するために橋長=支間とした。またRC床版の圧縮強度は240Kg/cm²とし、地覆と共に剛性を考慮し、剛性の評価方法は文献2)によった。横桁、各補剛材、舗装、高欄は質量のみを解析に取り入れた。このような仮定で解析した結果を、設計結果と共に表-2に示す。

5. おわりに

幅員3.0m、支間40mから2.5mピッチで試設計を行い、固有値解析を行った。試設計の結果、③鋼床版箱桁においては断面形状がたわみで決定しているため、全断面共通となった。このことは使用鋼材をSM490材に限定しているためであり、実際の設計においては他の鋼材の使用を検討する必要がある。また同じ支間を有している場合、桁高(腹板高)は④②③①の順で低くなり、鋼重は①②③④の順で多くなる。鋼重の多くなる比率はすべての支間において、①のそれを1.0とした場合、②は1.2、③は1.4と約2割づつ増加する傾向がある。一方固有振動数に関しては①②③④の順で大きくなるが、鋼床版の③と④の差は2%前後でありほとんど同じ結果となった。

尚、1ケースを除くすべてのケースにおいて、固有振動数が立体横断施設基準の定める不快固有振動数(1.5~2.3Hz)の領域に入っており、その振動使用性については当日発表する予定です。

参考文献

- 1) 田中信治、加藤雅史：歩道橋の固有振動数の測定と解析による検討，構造工学論文集，Vol. 36A，(1990)，pp. 671-678.
- 2) 田中信治、加藤雅史：支間40mを超える歩道橋の実振動特性，構造工学論文集，Vol. 38A，(1992)，pp. 773-780.

表-2 解析結果まとめ

橋長	上部工形式		非合成箱桁	非合成板桁	鋼床版箱桁	鋼床版板桁
	項目					
50.0m	桁	高	1700 mm	1900 mm	1600 mm	1800 mm
	死荷	総死荷重	169.3 tf	161.3 tf	105.0 tf	96.7 tf
		m ² 当り	1.13 tf	1.08 tf	0.70 tf	0.65 tf
	重鋼重	重	49.4 tf	41.2 tf	66.2 tf	57.9 tf
		たわみδL/L	1/760	1/780	1/660	1/680
	断面変化の数		4	4	1	4
	固有振動数		1.804 Hz	1.954 Hz	1.616 Hz	1.643 Hz
	47.5m	桁	高	1600 mm	1800 mm	1500 mm
死荷		総死荷重	159.8 tf	151.0 tf	98.4 tf	89.5 tf
		m ² 当り	1.12 tf	1.13 tf	0.69 tf	0.63 tf
重鋼重		重	45.9 tf	37.2 tf	61.5 tf	52.6 tf
		たわみδL/L	1/750	1/760	1/660	1/680
断面変化の数		4	4	1	4	
固有振動数		1.851 Hz	2.024 Hz	1.685 Hz	1.704 Hz	
45.0m		桁	高	1500 mm	1700 mm	1400 mm
	死荷	総死荷重	149.8 tf	143.1 tf	92.8 tf	84.7 tf
		m ² 当り	1.10 tf	1.06 tf	0.69 tf	0.63 tf
	重鋼重	重	42.0 tf	33.7 tf	57.9 tf	49.8 tf
		たわみδL/L	1/770	1/760	1/670	1/680
	断面変化の数		4	4	1	4
	固有振動数		1.956 Hz	2.108 Hz	1.753 Hz	1.759 Hz
	42.5m	桁	高	1400 mm	1600 mm	1300 mm
死荷		総死荷重	140.5 tf	134.2 tf	87.3 tf	80.2 tf
		m ² 当り	1.10 tf	1.05 tf	0.69 tf	0.63 tf
重鋼重		重	38.6 tf	32.4 tf	54.3 tf	47.2 tf
		たわみδL/L	1/770	1/840	1/670	1/750
断面変化の数		3	3	1	3	
固有振動数		2.027 Hz	2.268 Hz	1.825 Hz	1.903 Hz	
40.0m		桁	高	1300 mm	1500 mm	1200 mm
	死荷	総死荷重	130.5 tf	124.0 tf	81.1 tf	73.8 tf
		m ² 当り	1.09 tf	1.03 tf	0.68 tf	0.62 tf
	重鋼重	重	34.7 tf	28.5 tf	50.1 tf	42.8 tf
		たわみδL/L	1/780	1/850	1/694	1/718
	断面変化の数		3	3	1	3
	固有振動数		2.137 Hz	2.363 Hz	1.912 Hz	1.966 Hz