

CS-68

硬質ウレタンを充填した鋼コンクリート合成床版橋の振動計測

宮地鐵工所技術開発部 正会員 太田貞次
山梨大学工学部 正会員 杉山俊幸

1. はじめに

鋼コンクリート合成床版橋は、底部鋼板とそれを補剛するＴリブで構成される鋼製型枠を引張側の強度部材として活用し、低桁高で急速施工が可能な中小スパン橋梁として開発されたものである。しかし、スパンが大きくなるとコンクリートの重量が急激に増大し、不経済なものになってしまう。私達は、設計上断面の剛性に寄与しない引張側コンクリートを、軽量で現場施工性に優れ、コンクリート打設時の型枠として十分な強度を有する硬質ウレタンに置き換えた合成床版橋を開発した(図-1)。

低桁高で軽量の床版橋では、振動による歩行者等への不安感や橋梁の疲労損傷に対する配慮が重要となる。ここでは、硬質ウレタンを充填したタイプとコンクリートを全断面に充填したタイプの合成床版橋に対して現地で振動計測を実施した結果について報告する。

2. 計測の概要

コンクリートを全断面に充填した合成床版橋として川目木田沢跨道橋(道路橋 TL-14 荷重で設計; 盛岡市、木田沢橋と呼ぶ)を、また硬質ウレタンを充填した合成床版橋として明倫橋(人道橋; 尼崎市)を、それぞれの対象として振動計測を実施した(図-2、3)。

加振力として人がジャンプする場合と、段差をつけて自家用車を走行させる場合の2ケースについて行い、舗装上面に設置したサーボ型速度計(VSE-15-D)と橋梁下面または側面の鋼板に取り付けた圧電式加速度ピックアップ(PV-90B)によりそれぞれ振動速度、振動加速度を計測した。

3. 現地振動計測結果および考察

(1) 固有振動数

単純桁のたわみ振動の固有振動数は次式で求められる。

$$f = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad \dots \dots (1)$$

ここに、 f : 固有振動数(Hz)、 l : 支間長(m)、

n : 振動モードの次数、 EI : けたの曲げ剛性

($\text{tf} \cdot \text{m}^3$)、 m : けたの単位長さ当たりの質量

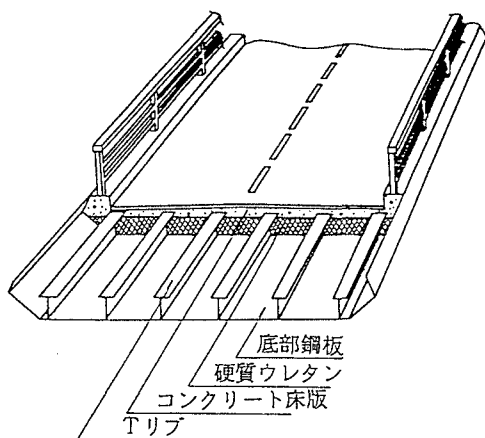


図-1 硬質ウレタンを充填した合成床版橋概要図

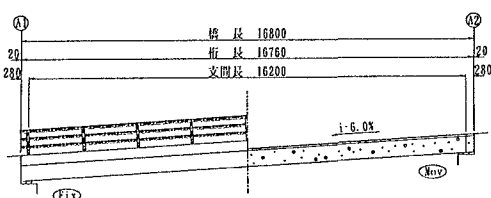


図-2 木田沢橋側面図

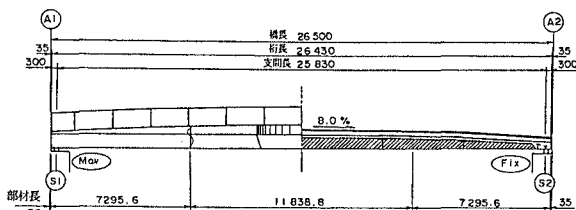


図-3 明倫橋側面図

キーワード: 合成床版橋、振動計測、固有振動数、減衰定数、硬質ウレタン

〒103 中央区日本橋小伝馬長15-18、TEL 03-3639-2267、FAX 03-3639-0468

〒400 甲府市武田 4-3-11、TEL 0552-20-8519、FAX 0552-20-8773

(tf/m)である。

木田沢橋と明倫橋の曲げ振動1次モードの固有振動数について、現地計測した結果と主桁1本を対象に(1)式で計算した結果を表-1に示す。式中の断面2次モーメントは、木田沢橋では引張側のコンクリートを含めた全断面を有効として、また桁高が変化する明倫橋では支間中央のたわみが等しくなるような換算断面2次モーメントとして算出した。計測値と計算値の比較では、明倫橋の場合にはほぼ同一

表-1 固有振動数

	計測値	計算値	計測値/計算値
木田沢橋	5.73 Hz	4.54 Hz	1.26
明倫橋	2.93 Hz	2.85 Hz	1.03

表-2 減衰定数

	1回目	2回目	3回目	4回目	平均
木田沢橋	0.0317	0.0272	0.0292	0.0260	0.0285
明倫橋	0.0376	0.0400	0.0359	0.0398	0.0383

の値となっているが、木田沢橋の場合には実際の橋梁の方が26%ほど大きな値となっている。また、歩行者用橋梁として建設された明倫橋では固有振動数が歩行者に不安感を与える1.5~2.3 Hzを外れていることが分かる。

(2) 減衰定数

計測した振動速度波形から、次式により減衰定数を計算した結果を表-2に示す。

$$|y_m/y_{m+n}| = \exp(2n\pi/\sqrt{1-h^2}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、nは波の数、hは減衰定数、 y_m, y_{m+n} はm番目および(m+n)番目の波の振幅である。計算結果より、合成床版橋は鋼橋とコンクリート橋の境界付近の減衰定数を有することが分かる。また、合成桁と同様な挙動が予想される硬質ウレタン充填タイプの歩行者専用合成床版橋明倫橋では、プレートガーダー形式の歩道橋の減衰係数0.002~0.005と比較して非常に大きな減衰定数となっている。更に、木田沢橋と比較しても減衰定数が34%程度大きくなっており、硬質ウレタンの影響が顕著に現れている。

(3) 最大応答速度および最大応答加速度

橋梁の中央で人1名がジャンプしたときの橋梁中央位置の最大応答速度と、橋梁上に設けた10cmの段差上を乗用車が40km/secの速度で通過した時に橋梁中央位置の桁に生じる最大加速度応答を表-3に示す。人がジャンプした時に生じる速度応答は、ともに歩行者が不快感を感じる限界値2.4 cm/secよりはるかに小さい値となっている。また、木田沢橋で段差を入れて自動車走行した場合の最大加速度についても、ドライバーに不快感を与える245 galよりはるかに小さな値となっており、通行する車両の運転者や歩行者に心理的影響を与える心配はないことが分かる。

表-3 最大応答速度、最大応答加速度

	最大応答速度 (cm/sec)	最大応答加速度 (gal)
木田沢橋	0.10	11
明倫橋	0.35	—

4. まとめ

- ① 硬質ウレタンを充填した合成床版橋の固有振動数は、主桁1本当たりの断面2次モーメント、重量を用いて精度良く計算できる。また、コンクリートを全断面に充填した合成床版橋では、全断面のコンクリートを有効として断面2次モーメントを計算したが、固有振動数は実測値より小さい値となった。
- ② コンクリートを全断面に充填した合成床版橋の減衰定数は鋼橋とコンクリート橋の境界付近の値となる。なお、ウレタン充填タイプの場合には、合成桁に近い挙動が予想されるにも係わらず、大きな減衰定数が得られる。
- ③ 桁高を低く押さえたにも係わらず、人がジャンプしたときの振動応答速度、自動車が段差を通行する際の振動応答加速度とも人に不安感を与える応答値と比較してはるかに小さい値となった。

最後に、現地での計測に際して盛岡市役所道路建設課の小綿係長、浅沼技師、ならびに尼崎市役所道路部の大坪主任には多大なご協力を頂きました。ここに御礼申し上げます。

【参考文献】 土木学会構造工学委員会橋梁交通振動研究賞委員会：橋梁交通振動コロキウム論文集、1995. 11