

1-8 硬質ウレタンを充填した鋼コンクリート合成床版橋の現場振動計測

高松工業高等専門学校 学生員 青木亮介
高松工業高等専門学校 正会員 太田貞次

1. はじめに

硬質ウレタンを充填した鋼コンクリート合成床版橋（以下、硬質ウレタンを充填した合成床版橋と呼ぶことにする）は、橋長 20～30m 程度の比較的小支間の橋梁を対象に開発されたものであり、型枠を兼ねた T リブ付底部鋼板、断面の引張域から圧縮域の一部にかけて充填された硬質ウレタン部分、ならびに断面の圧縮域で床版を兼ねたコンクリート部分から構成される。橋梁の概要を図-1 に示す。

硬質ウレタンは、独立気泡性の高分子化合物でエネルギー吸収性能が大きく、振動減衰を高めることが要素実験により確認されている。ここでは、現場振動計測により実橋における硬質ウレタンの減衰作用を調べた結果を報告する。

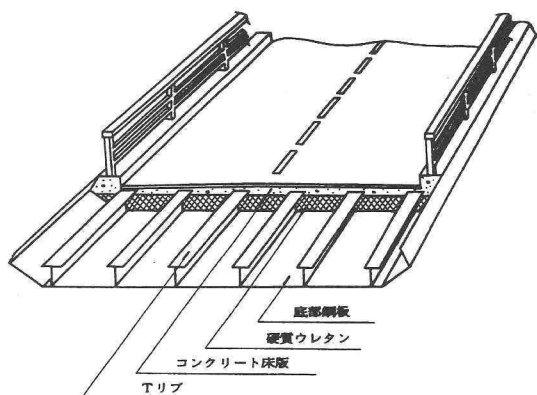


図-1 硬質ウレタンを充填した合成床版橋

2. 現場振動計測およびデータ処理

表-1 に示す 3 橋を対象として 8 月 18 日～20 日（八代橋、堂前橋）と 10 月 24 日（亀の橋）の 2 回に分けて現場振動計測を実施した。合成床版橋の一例として堂前橋の写真を示す（写真-1）。

橋梁の起振は車両走行あるいは人力により行った。すなわち、八代橋では大型トラックの走行により、また堂前橋および亀の橋では人がジャンプして振動を発生させ、支間中央および 1/4 位置に設置したサーボ型加速度変換器を介して振動加速度としてデータ入力した。

橋梁の振動特性を表す固有振動数は、計測で得られた

表-1 計測対象橋梁の諸元

	橋長 (m)	幅員 (m)	所在地	硬質ウレタンの有無
八代橋	32.600	9.500	山梨県八代町	有
堂前橋	24.300	5.200	滋賀県長浜市	有
亀の橋	12.700	5.200	愛媛県伊予三島市	無

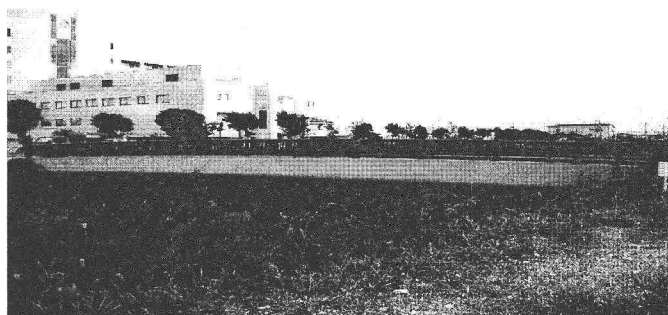


写真-1 堂前橋

振動加速度波形を使用して、高速フーリエ変換することにより得られるスペクトル図から卓越振動数を取り出し求めた。

また、表-2 中の計算値は両端単純支持された梁の固有振動数を計算する次式により算出した。

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

ここに、 n : n 次の振動モードを意味し $n=1$ をとる、 l : 橋の支間長、 EI : 橋の曲げ剛性、 m : 橋の分布質量である。

なお、硬質ウレタンはヤング係数が 80 kgf/cm^2 程度とコンクリートまたは鋼と比較して弾性係数が非常に小さいため、断面剛性の計算において有効断面には含めないこととした。

減衰定数 h は、加速度振動波形における隣り合う振幅を利用して次式により計算した。

$$h = \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \left| \frac{y_m}{y_{m+1}} \right|$$

ここに、 y_m および y_{m+1} はそれぞれ m 番目と $m+1$ 番目の振動波形の振幅を示す。

3. 計測結果および考察

現場振動計測で得られた各橋梁の中央の振動加速度波形を図-2 に示す。図より、全断面にコンクリートを充填した亀の橋では振動が規則的に収斂しているのに対し、硬質ウレタンを充填した八代橋では唸り現象を呈しながら振動が収斂していることがわかる。

振動加速度波形から高速フーリエ変換によって得られた固有振動数を、前述の式を使用して求めた値とともに表-2 に示す。また、各橋梁の減衰定数を固有振動数とともに表-2 に示す。表より橋長が短くなるに従って固有振動数が高くなることがわかる。これは、橋長が短くなる程橋梁の剛性が大きくなることを示している。

次に現場計測により得られた固有振動数と計算による固有振動数の比較では、硬質ウレタンを充填した合成床版橋では2橋とも両者はほとんど一致しており、簡単な計算により固有振動数を精度良く計算できることがわかる。それに対し、全断面にコンクリートを充填した合成床版橋では計算値が実測値よりも13%大きくなっている。これは、引張域のコンクリートを含む全断面を有効として計算をすると剛性を高めて評価してしまうことを意味しており、断面引張域のコンクリートの一部がひび割れ等により断面剛性に寄与していないと考えられる。

次に橋梁減衰について考察する。一般に鋼橋の減衰定数は0.03程度とされている。コンクリートを全断面に充填した合成床版橋の亀の橋では減衰定数が0.025で平均的な値となっているが、硬質ウレタンを充填した合成床版橋では亀の橋と比較して50%以上減衰定数が大きくなっている。振動加速度波形が唸り現象を呈することと減衰定数が大きくなることから、硬質ウレタンは実橋においても振動減衰に寄与することが確認された。硬質ウレタンによる振動減衰メカニズムの解明については今後の課題である。

4. まとめ

硬質ウレタンを充填した合成床版橋に対する現場振動計測から次のことが確認された。

- ① 全断面にコンクリートを充填した合成床版橋では振動加速度波形が規則的に減衰するのに対して、硬質ウレタンを充填した合成床版橋では唸り現象を呈しながら減衰する。
- ② 硬質ウレタンを充填した合成床版橋は、全断面にコンクリートを充填した合成床版橋と比較して減衰定数

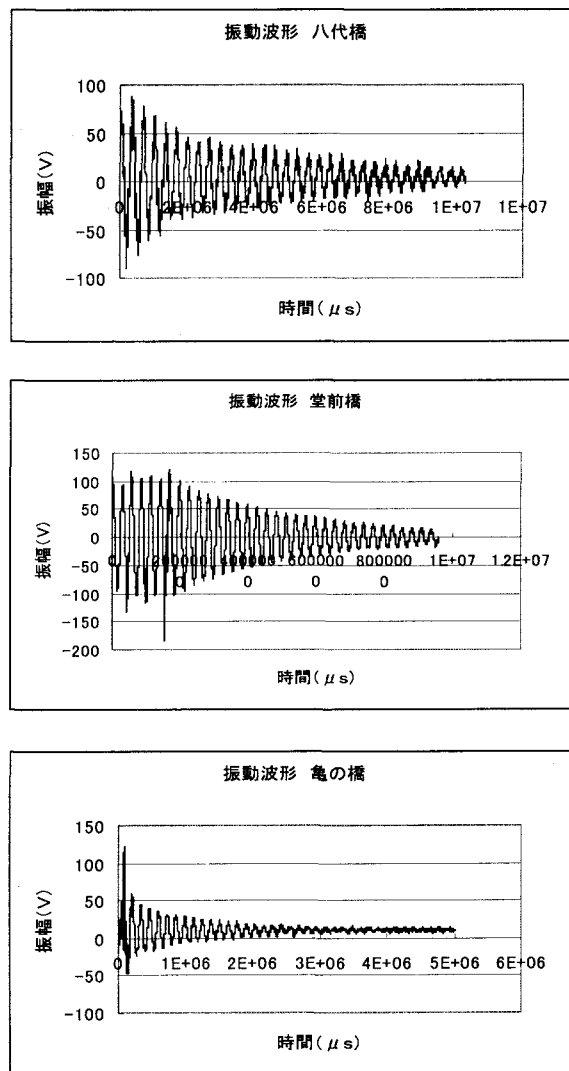


図-2 各橋梁の振動加速度波形

表-2 計測結果

	固有振動数			減衰定数 h
	計算値①	実測値②	①/②	
八代橋	3.02	2.93	1.03	0.0372
堂前橋	3.35	3.42	0.98	0.0406
亀の橋	8.27	7.32	1.13	0.0246

が50%以上大きい。

- ③ 硬質ウレタンを充填した合成床版橋では簡易計算によって固有振動数を精度よく推定することができる。
なお、本研究を遂行するにあたり科学研究費補助金(基盤研究(C)(2) 15560419)を使用しました。

参考文献

太田, 深沢, 檜貝: 硬質ウレタンを充填した合成型枠橋の開発研究, 構造工学論文集 Vol.39A, 1993年3月。