

ケーブルトラス橋の減衰特性に及ぼす舗装の影響

日本道路公団 正会員 花田克彦 神戸製鋼所 正会員○濱崎義弘
神戸製鋼所 正会員 森山佳樹 神戸製鋼所 正会員 宇津野秀夫
コベルコシステム 小川義孝

1. まえがき

徳島自動車道のかっさこ谷川橋および竹花第三橋では、鋼桁とケーブルでトラス構造を形成したケーブルトラス橋梁形式を採用している。本橋の特徴は、支間中央付近に配置した支柱を弾性支点とし、ケーブルによる張力で支柱に軸力を生じさせることによる鋼桁に作用する断面力の低減、鋼重の軽減による経済性の向上が可能な点にある。海外では類似形式の施工実績があるが、国内の道路橋としては初めての試みである。

ケーブルトラス橋の振動特性を把握するために、写真-1 に示す竹花第三橋（支間長 72.25m）の実橋振動試験を行った結果、床版打設後はやや小さめであった対数減衰率が完成時には増加し、一般橋梁と同程度の減衰性能を有していることが確認された¹⁾。そこで、本報告では、全体系の減衰特性に及ぼす舗装の影響について検討した。

2. 振動試験結果

竹花第三橋の振動試験結果を表-1 に示す。完成時には、ねじれ、曲げモードが連成し、同一周波数となっている。また、対数減衰率は、特に曲げモードが、床版打設後に比べ完成後に増加していることが分かる。

3. 減衰の評価方法

ここでは、減衰が大きく変化した曲げモードを対象に、アスファルト舗装による減衰特性の変化の検討を行なった。曲げモードの影響を見るために、図-1 に示す簡易モデルを用いた。二層からなる複合材料の特性評価によく用いられる手法である。桁・床版を等価な部材におきかえ、舗装部材を付加するモデルとした。また、舗装についても、基層および表層に分れるが、ここでは、一様な部材として扱った。

1) 桁・床版の等価モデル

まず、桁+床版の等価剛性 EI および等価断面 2 次モーメント I_1 を固有振動数の試験結果に基づき、式(1)、(2)により求める。

$$EI = \frac{w^2 l^4 m}{p^4} \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{b H_1^3}{12} \quad (2)$$

ここで、 ω は固有角振動数 (rad/s)、 l は支間長 (m)、 μ は単位長さあたりの重量 (kg/m)、 b は橋梁幅である。また、 H_1 は等価板厚であり、ひずみ分布の測定結果に基づき仮定した曲げ中

表-1 振動試験結果

	床版打設後(舗装前)		完成時(舗装後)	
	固有振動数	対数減衰率	固有振動数	対数減衰率
ねじれモード	1.52Hz	0.041	1.49Hz	0.063
曲げモード	1.58Hz	0.028		



写真-1 竹花第三橋

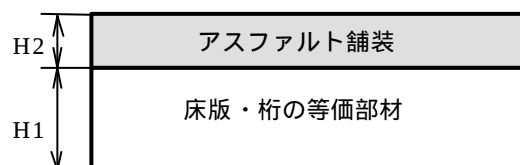


図-1 簡易計算モデル

キーワード ケーブルトラス橋、振動特性、減衰、舗装

連絡先（神戸市灘区岩屋中町 4-2-15、Tel:078-261-7285、Fax:078-261-7807）

心から床版天端までの距離を2倍することにより求める。

2) アスファルト舗装の材料特性

アスファルトのヤング率を E_2 、損失係数を η_2 とする。文献 2) では、数種類のアスファルト舗装の材料特性について実験されている。舗装種類による差や周波数依存性などがあるものの、ここでは一般的な舗装の影響を見るために、特性データを平均化することにより、図-2 に示すヤング率および損失係数として扱った。

3) 減衰増分の算出

H.Oberst の式³⁾から、アスファルト舗装による橋梁全体の損失係数の増分 $\Delta \eta$ は次式で与えられる。

$$\Delta h = \frac{eh}{1+eh} \frac{3+6h+4h^2+2eh^3+e^2h^4}{1+2e(2h+3h^2+2h^3)+e^2h^4} h_2 \quad (3)$$

ここに、 $e=E_2/E_1$ 、 $h=H_2/H_1$

4) FEM による解析

簡易モデルによる計算に加え、図-3 に示すように、桁、床版および舗装をより詳細にモデル化し、複素固有値解析を行うことにより、減衰の増分を検討した。

4. 舗装による減衰特性向上効果

振動試験結果¹⁾に基づき、等価モデルの各パラメータを求めると、次のようになる。

床版・桁 等価板厚 $H_1: 1.6\text{m}$

等価剛性 $EI: 3.39 \times 10^{11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^4$

等価断面 2 次モーメント $I_1: 3.550\text{m}^4$

等価ヤング率 $E_1: 9.56 \times 10^{10} \text{ Pa}$

舗装 舗装厚: $H_2=0.075\text{m}$

測定時の温度 (10~15) に基づき、図-2 の温度 15 のアスファルト舗装特性を用いて、式(3)から損失係数の増分

を求めると $\Delta \eta = 0.0077$ 、すなわち対数減衰率の増分 $\Delta \delta = \Delta \eta \times \pi = 0.024$ となる。この値に舗装前の実測した対数減衰率 0.028 を加算すると、舗装後の対数減衰率の推定値は 0.052 となる。

図-4 に、舗装の温度を 0, 15, 30 と変化した時の計算を行い、完成時の対数減衰率を比較した結果を示す。図-4 より、アスファルト舗装後の対数減衰率の簡易計算値、FEM 解析値は実測値ともほぼ対応しており、アスファルト舗装による全体系の減衰性能の向上が確認できる。

5. まとめ

ケーブルトラス橋の減衰特性に及ぼす舗装の影響について、簡略化したモデルで検討した結果、舗装による減衰付加効果が期待できることが明らかとなった。

今後、舗装、床版および鋼桁の詳細な特性を考慮した全体系の減衰評価方法等の検討を行う予定である。

尚、本研究は「徳島自動車道鋼単純ケーブルトラス橋の技術検討」(委員長: 東大・藤野陽三教授)の活動の一環として行ったものである。

[参考文献]

- 1) 望月秀次, 森山佳樹ほか: ケーブルトラス橋の振動特性, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集, 2000.
- 2) 織田光秋, 矢野弘ほか: アスファルトの制振特性に関する研究, 日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集, pp.235-238, 1999.
- 3) AHID D. Nashif, DAVID I. G. Jones, JOHN P. Henderson: VIBRATION DAMPING, Wiley-Interscience, pp263-264, 1985.

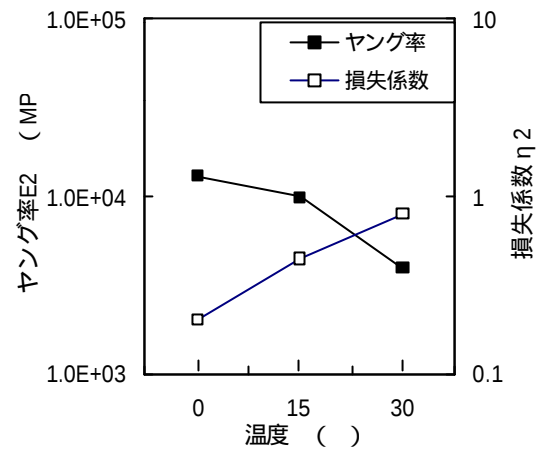


図-2 舗装の材料特性

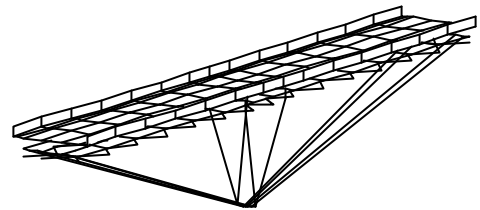


図-3 FEM 解析モデル

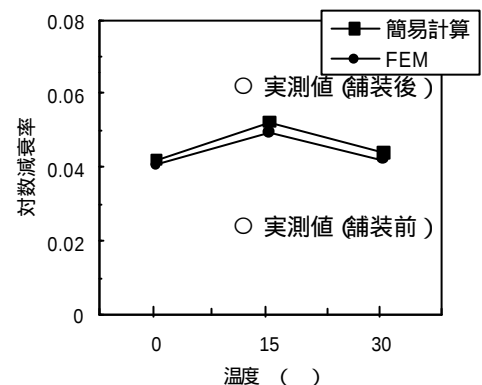


図-4 舗装後の対数減衰率