

函館高専 正員 三浦 登
本四公団 正員 大島 久
函館高専 正員 松本 礼一

1. まえがき

橋床として鋼床版を用いる場合、車輛走行時の振動が橋床構造にどのような影響を与えるか、まだ知られない部分が多い。本研究では、舗装された鋼床版の基本的構造の一つとして、グースアスファルトの舗装厚をいろいろに変えて鋼板に接着打設した単純支持合成桁と四辺単純支持合成版について、常温と低温時に自由振動させたときの減衰振動性状がどのようになるか実験的に調べ、振動特性からみた合成鋼床版の資料を得ようとするものである。さらに、橋床舗装材料としてのエポキシモルタルについても同様の検討を行った。

2. 実験概要

合成体は、鋼板(SM-41、板厚 $t_s=12\text{mm}$)にグースアスファルトあるいはエポキシモルタルをそれぞれ舗装厚 $h=0, 2, 4, 6, 8, 15\text{cm}$ に接着打設した桁(span $l=2,000$ 、幅 100mm)と版(span $l=2,000 \times 2,000$)22体とした。舗装体の弾性係数は表-1のとおりである。起振方法は合成体中央部に連結した線材に静荷重を載荷し、この線材をボルトクリッパーで切断することにより、自由振動をさせた。振動測定には、合成体中央部に抵抗線歪みゲージと加速度計を添付し、動歪み測定器および電磁オシログラフを用いた。温度管理に留意し、一測定中の合成体温度と室温差を $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内、各合成体の測定時温度は常温で $20 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、低温で $0 \pm 1.5^\circ\text{C}$ に調整した。

3. 理論解析

曲げ振動で構造減衰および粘性減衰を考慮した場合の、単純桁の微分方程式とその解は次のようになる。

(1) 構造減衰を考慮する場合：微分方程式は

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{EI\eta}{\rho A w_n} \frac{\partial^3 y}{\partial t \partial x} + \frac{EI}{\rho A} \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0 \quad \text{または} \quad \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + 2m a^2 \frac{\partial^3 y}{\partial t \partial x^2} + a^2 \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0 \quad (1)$$

ただし $a^2 = EI/\rho A$, $2m = \eta/w_n$ とおいた。ここで $w_n < 1/m$ のとき桁中央で集中荷重により、 y_0 だけ変位させて放す場合の解は $\varepsilon_n = \tan^{-1} \sqrt{4 - \eta^2}/\eta$ とおくと

$$y = \frac{192 y_0}{\sqrt{4 - \eta^2}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}} \rho_n}{(n\pi)^4} \sin n\pi \frac{x}{l} \cdot e^{-\frac{w_n \eta}{2} t} \cdot \sin \left(\frac{w_n}{2} \sqrt{4 - \eta^2} t + \varepsilon_n \right) \quad (2)$$

(2) 粘性減衰を考慮する場合：微分方程式は

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + 2m \frac{\partial y}{\partial t} + a^2 \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0 \quad (3)$$

ここで $w_i > n$ のとき桁中央で集中荷重により y_0 だけ変位させて放す場合の解は、

$$\varepsilon_i = \tan^{-1} \sqrt{w_i^2 - n^2}/n \quad \text{とおくと}$$

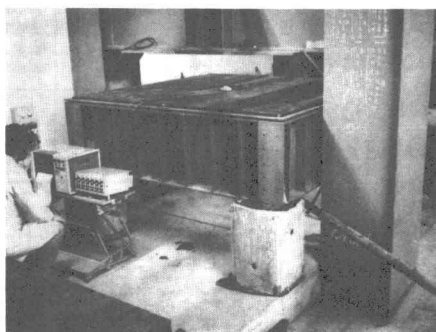


写真-1 自由振動の測定

舗装材料	0°C	20°C
グースアスファルト	19×10^3	4.7×10^3
エポキシモルタル	87×10^3	58×10^3

表-1 舗装材料の弾性係数 (kg/cm^2)

$$y = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{w_i}{\sqrt{w_i^2 - n^2}} \frac{96 y_0}{\pi^4} \frac{(-1)^{\frac{i-1}{2}} \cdot 1 - (-1)^i}{i^4} \sin(i\pi \frac{x}{l}) e^{-nt} \sin(\sqrt{w_i^2 - n^2} t + \epsilon_i) \quad (4)$$

4. 実験結果

図-1 a, b にアスファルト, c, d にエポキシ舗装厚 $h = 6$ cm 合成桁の常温および低温時の舗装上面と鋼板下面の歪の減衰自由振動記録例を示す。これより減衰自由振動数 f (Hz), 対数減衰率 δ および粘性減衰係数 $n = C/2m$ を求め、これらと舗装厚 h との関係を図-2, 3, 4 に示す。その結果次のようなことが判った。

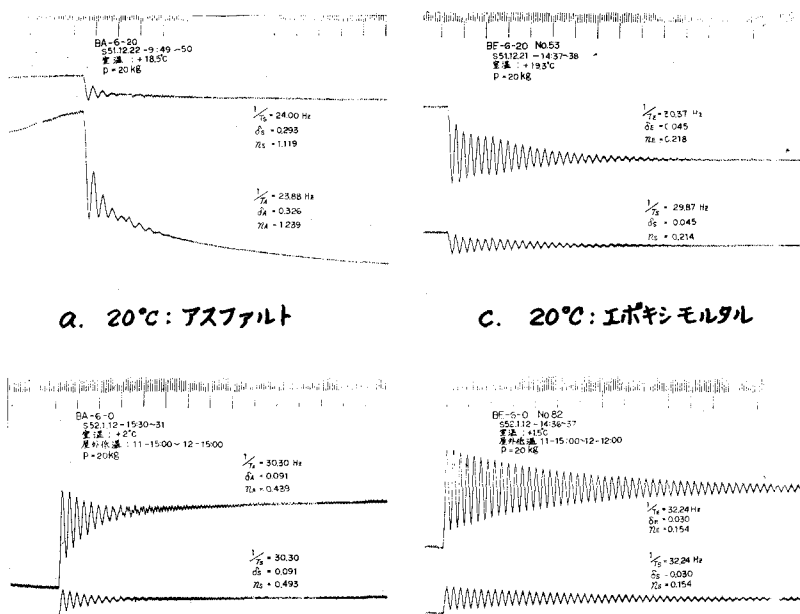
エポキシモルタルはグースアスファルトよりも弾性物質的要素は強いがグースと同様 *thermo-rheologically simple material* と言える(表-1 参照)。図-2 によると f が $h = 2 \sim 8$ cm までは温度の影響は少く直線性を示し、8 cm 以上から f の増加率は低下し、しかも 0°C で舗装上面、鋼板下面の歪の振動数に差が生じた。この傾向は図-3, 4 の δ , n にも見られる。常温および低温時のエポキシモルタル舗装合成体と低温時のグースアスファルト舗装合成体は似た特性を示す。エポキシモルタルはグースアスファルトよりも感温性が低く、合成体の材料としては優れているが、減衰性は良くない。いずれにしても、鋼板に舗装が合成されると振動はいちじるしく減衰性をもつことが明らかになった。

合成版や数値計算については当日会場で発表する。

5. 参考文献

巨理厚: 機械振動,

1966 年 丸善



b. 0°C: アスファルト

d. 0°C: エポキシモルタル

図-1 舗装厚 $t_p = 6$ cm 合成桁の自由振動記録

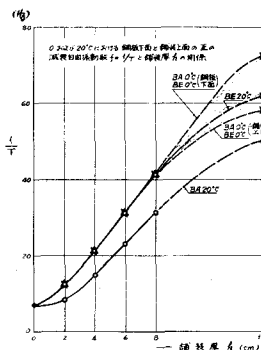


図-2

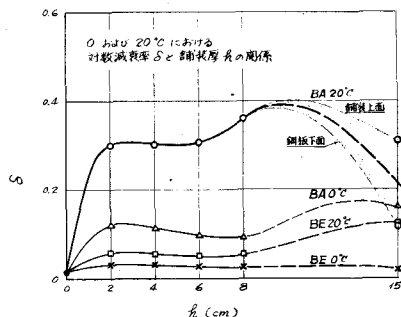


図-3

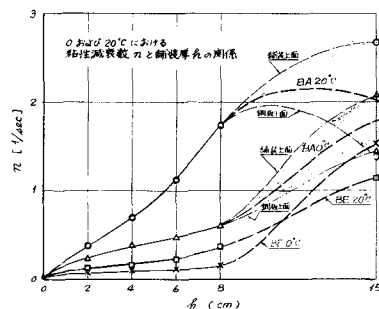


図-4