

(株) 川金コアテック ○正会員 柴崎 奈穂
 京橋メンテック (株) 正会員 山田 不二彦
 京橋メンテック (株) 正会員 並木 宏徳

1. はじめに

鉄道における鋼構造物は、比較的経年の長いものが多く老朽化への対応が求められている。従前より多く使用されている鋼製支承は鋼と鋼の接触部の支圧、回転、すべりにより、鉛直力を支持し、温度変化による伸縮と活荷重による回転及び移動に追随している。中小規模の無道床橋梁では、活荷重による衝撃の影響が大きいため、支承本体や沓座コンクリートが損傷する事例が多くみられる。

本稿では、支承に求められる機能のうち、活荷重による回転と水平移動をゴム支承部に追随させ、温度変化による伸縮を鋼と鋼のすべり機構部で追随させることにより、支承の損傷に大きく影響を及ぼしている活荷重による衝撃を緩和させる、合理的な支承構造を提案する。

2. 活荷重と温度による支承部の水平変位

支間長 15m の単純桁に図 1 に示す 2 両編成の M-18 軸重 9tf の連行荷重を載荷すると仮定したときの、水平変位と鉛直反力を試算した結果を図 2、図 3 に示す。

水平変位については軸重群ごとに 1 列車あたり 4 回の振幅が発生している。1 日に車両が通行するとこの水平変位が発生する一方、温度による水平変位は 1 回/日である。また、活荷重による水平変位量の 0.446mm 程度に対して、温度変化による 1 日の伸縮量は温度差を 10℃とした場合 1.8mm である。このことから、活荷重による水平変位は、絶対値は小さいが発生回数が多く、温度変化による水平変位は、絶対値は大きいが発生回数が少ないことがわかる。さらに、鉛直反力についてもほぼ軸重群ごとに発生しており、その変化は立ち上がり急勾配であり、衝撃的な荷重が作用している。なお、活荷重による水平変位は、試算結果と同様な波形で固定側も可動側と同様に発生することが既往の研究¹⁾で確認されている。

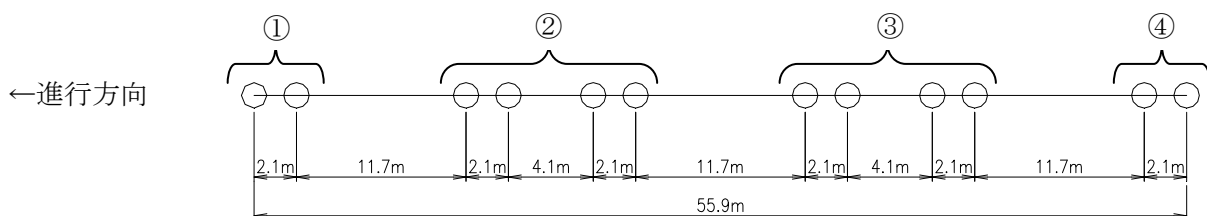


図 1. 2 両編成の M-18 軸重 9tf の連行荷重

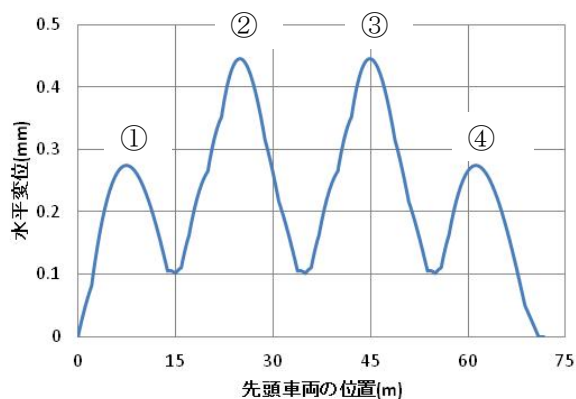


図 2. 桁端の列車通過時水平変位

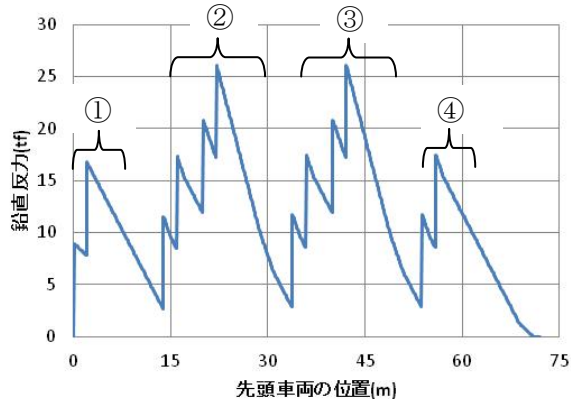


図 3. 桁端の列車荷重時鉛直反力

3. 支承の試設計

前項の傾向より，活荷重による回転と移動にはゴム支承の変形により追随し，温度変化による伸縮は鋼と鋼のすべりによって追随する支承について提案する．設計条件について，表 1 に示す．

活荷重による水平変位 δl が発生するときにゴム支承がせん断変形し鋼と鋼がすべらない状態は式①で表わされる．

$$\mu \cdot (R_d + R_l) > K \cdot \delta l \cdots \textcircled{1}$$

また，温度による水平変位 δt が発生するときに鋼と鋼がすべる状態は式②で表わされる．

$$\mu \cdot R_d < K \cdot \delta t \cdots \textcircled{2}$$

式①、式②に表 1 の条件を代入して整理すると，これを満たす水平ばね定数 K は $10000\text{N/mm} < K < 269058\text{N/mm}$ となる．ここで，ゴム支承形状を $350 \times 350 \times 5 \times 1$ (G10) と設定すると，水平ばね定数は 24500N/mm となり上式を満たす．このゴム支承形状に対して，積層ゴムの照査式を用いて，各項目について照査²⁾を行った結果を表 2 に示す．照査結果はすべて許容値に収まっており，要求を満たしている．

4. まとめ

活荷重による回転と移動にはゴム支承の変形により追随し，温度変化による伸縮は鋼と鋼のすべりによって追随する支承が構成できる可能性があることが確認できた．なお，今回のゴム支承の照査は，単層ゴム支承であるのに対し積層ゴム支承の照査式を適用しているため，妥当性の検証が必要であると考えられる．また，ゴム支承の配置や構造詳細については今後の課題である．

表 1. ゴム支承設計条件

支間長	$L = 15.0\text{m}$
死荷重	$R_d = 100\text{kN}$
活荷重	$R_l = 500\text{kN}$
衝撃荷重	$R_i = 200\text{kN}$
摩擦係数	$\mu = 0.2$
活荷重回転角（試算より）	$\theta = 0.0852\text{mrad}$
活荷重回転角（試算より）	$\delta l = 0.446\text{mm}$
温度による水平変位	$\delta t = 1.800\text{mm}$

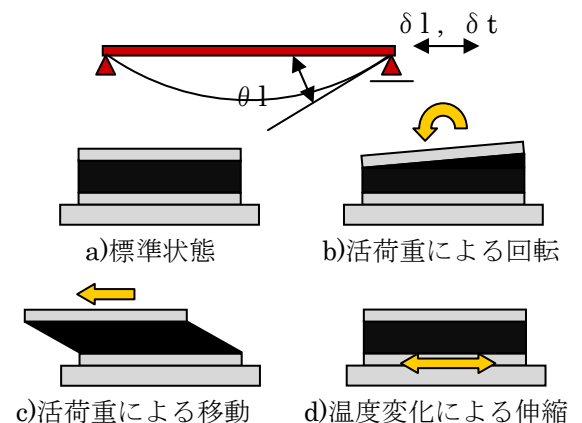


図 4. 上部構造の挙動とゴム支承の変形

表 2. ゴム支承照査結果

照査項目	照査結果
ゴムの平均圧縮応力度の最大値	$\gamma_i \cdot (R_d/A)'_{\max} / f'_{d\max} = 0.54 \leq 1.0$
ゴムの平均圧縮応力度の最大値の設計限界値	$\gamma_i \cdot \{(R_d/A)'_{\max} - (R_d/A)'_{\min}\} / f'_{dr} = 0.88 \leq 1.0$
ゴムのせん断変形量	$\gamma_i \cdot (\angle m_g + \angle m_s) / (0.7 \Sigma t_e) = 0.13 \leq 1.0$
ゴム全層の厚さの平均圧縮変形量	$\Sigma \angle t_{e\text{ mean}} / \{\gamma_i \cdot (a_0/2) \tan \theta_0\} = 2.21 \geq 1.0$
ゴム全層の厚さの最大圧縮変形量	$\gamma_i \cdot \Sigma \angle t_{e\max} / (0.15 \Sigma t_e) = 0.92 \leq 1.0$

参考文献

- 1) 鳥山正吾ら：桁端の水平変位計測データを用いた橋桁のヘルスマニタリング，土木学会全国大会第 69 回学術講演会
- 2) 鉄道総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004. 4