

活荷重作用時と温度変化時の機能を分離した鉄道橋用支承に関する一検討

京橋メンテック (株) 正会員 ○山田 不二彦
 (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 並木 宏徳

1. 目的

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、温度変化による伸縮には従来通り鋼と鋼の接触部のすべりで追随するが、活荷重による回転と水平移動をゴム支承部に追随させることにより、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。また、その有意性について確認する。

2. 活荷重及び温度変化による支承部の累積水平変位

活荷重による回転と水平移動をゴム支承部で追随させる支承構造について、活荷重及び温度変化による支承部の累積水平変位を有意性評価の指標とする。提案する支承構造では、活荷重に対してゴム支承の鉛直変位と水平変位、すなわち、ゴム支承の圧縮ひずみと水平せん断ひずみにともなうエネルギー吸収によりその衝撃が緩和されると想定される。活荷重による衝撃の影響は、鉛直荷重が支配的と考えられるが、評価が困難であることから、本稿では、水平変位のみに着目することとした。

活荷重による水平変位については、上部構造断面は鋼構造物設計図集¹⁾の標準断面とし、活荷重は JR 大阪環状線を参考に図-2 に示す M-18 軸重 90kN の連行荷重が 1 日に 6 車両 39 列車、8 車両 220 列車通過するとして算出される水平変位を 365 日分累積した。温度による水平変位については、表-1 に示す 2012 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までの一日の最高気温と最低気温を 1 サイクルの波とみなした気温変動に、鋼桁の温度変動が気温変動より大きいことを考慮した係数 $\alpha = 60/37$ を乗じて上部構造の温度変動²⁾とし、これを 365 日分累積した。

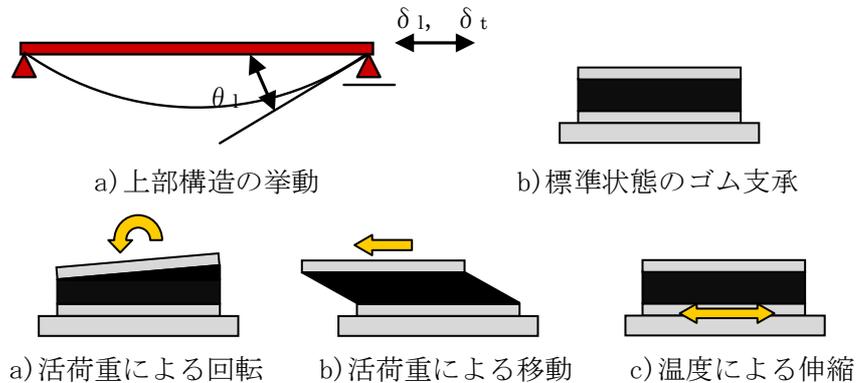


図-1 上部構造の挙動とゴム支承の変形

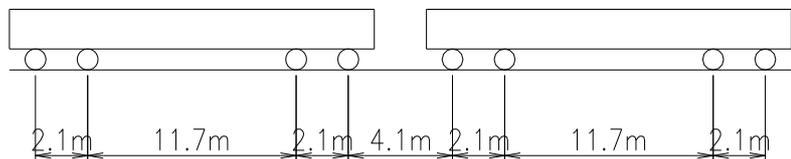


図-2 M-18 軸重 90kN の連行荷重

表-1 2012 年の気温変動

気温変動 t(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	37	計
頻度(日)	2	10	23	26	42	65	64	51	30	19	9	4	8	6	3	1	0	1	1	365

キーワード 鋼橋, 鉄道橋, 支承, 維持管理

連絡先 〒530-0012 大阪府大阪市北区芝田 1-14-8

支間長 8.2m, 16.0m, 25.4m の単純桁について、活荷重及び温度変化による水平変位の 365 日累積量を上記に基づき試算した結果を表-2 に示す。支承部に作用する累積水平変位のうちほとんどが活荷重によるものであり、温度変化による 1 サイクルの水平変位は大きいものの頻度が少なく 1 % にも満たない。

表-2 活荷重と温度による 365 日累積変位

支間長 (m)		8.2	16.0	25.4
水平 変位 (mm)	活荷重による	448350	552879	295624
	温度による	818	1595	2533
	活荷重と温度による	449467	554474	298156
活荷重 / 合計 (%)		99.8	99.7	99.2

3. 支承構造の提案と評価

活荷重による回転と移動にはゴム支承の変形により追従し、温度変化による伸縮は鋼と鋼の滑りによって追従する支承について提案する。

活荷重による水平変位 δ_1 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。

$$\mu \cdot (R_d + R_l) > K \cdot \delta_1 \cdot \dots \cdot \textcircled{1}$$

温度による水平変位 δ_t 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。

$$\mu \cdot R_d < K \cdot \delta_t \cdot \dots \cdot \textcircled{2}$$

支間長 15.0m の単純桁に対して、ゴム支承形状を 350×350×5×1(G10) と設定すると、式①、式②と、一般的な積層ゴムの照査式³⁾を満たすことが既往の研究⁴⁾で確認されている。

累積変位のほとんどを占める活荷重による回転と水平移動をゴム支承に追従させたときの、鋼と鋼の接触部のすべりによる変位追従は従来の支承構造の 1 % 未満となり、衝撃の影響を緩和させているといえる。また、1 サイクルの変位量が大きく衝撃性のない温度変化に対して鋼と鋼の接触部のすべりで追従する構造は、ゴム支承部の設計水平変位が小さくなり、ゴム支承単体構造に比べてゴム支承を小さくすることが可能となるため、合理的な支承構造であるといえる。

4. まとめ

活荷重による回転と水平移動をゴム支承部で追従させる支承構造について、活荷重及び温度変化による支承部の累積水平変位を有意性評価の指標とした。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はあるが、活荷重による回転と移動にはゴム支承の変形により追従し、温度変化による伸縮は鋼と鋼の滑りによって追従する支承が構成できる可能性があることが確認できた。また、支承本体や沓座コンクリートへの衝撃を緩和させるために、支承部にゴム支承を用いることは有意性があると考えられる。

参考文献

- 1) 日本鉄道施設協会：日本国有鉄道鋼構造物設計図集 I，昭和 40 年 6 月
- 2) 並木ら：鋼桁の CFRP 補強において温度応力が過積載荷重に重畳した時の疲労寿命，土木学会第 68 回年次学術講演会，CS3-028，平成 25 年 9 月
- 3) 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
- 4) 柴崎ら：活荷重作用時と温度変化時の機能を分離した鉄道用支承に関する一検討，平成 27 年 5 月