

I-A 288

鉄道橋で用いた免震・分散支承および特殊ゴム支承

日本鉄道建設公団 正会員 保坂 鐵矢
オイレス工業 鈴木 明雄

1. まえがき

鉄道公団では合理的な構造物の設計を行なうため昭和62年に国内で初めて免震ゴム支承を北総線 都計道3・4・20架道橋に、そして分散支承を東葉高速鉄道線 白筋B V他に、また従来から用いている鉛直荷重支持機能と回転機能を有する一般ゴム支承を比較的支間の長い橋桁に新しく改良して用いている。免震支承・分散支承については昭和61年から鉄道特有の荷重を模した静的、動的載荷試験により複数の製品による各種の品質確認を行ない、その裏付けのもと新たな設計手法を検討し適用している。

また改良した新型一般ゴム支承も支承部の折れ角を模したゴムシューの回転疲労試験等を実施している。また改良したSRC桁等で生ずる施工上の問題点に対して、構造を改良したゴム支承として実橋に用いている。

本稿では鋼合成桁、SRC桁で施工されたゴム支承の実績について概要を報告する。

2. 主たるゴム支承

免震・分散そして新型一般ゴム支承の代表的な例と概念図を例図-1に示す。

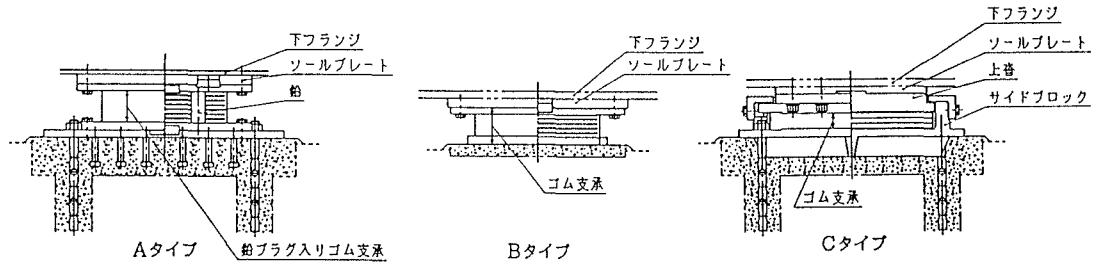


図-1 ゴム支承概念図

橋 名	支承タイプ	移動制限装置*
都計道3・4・20B V ($L=40.0m+40.0m$)	免震	A 水平滑
白筋B V ($L=20.0m+44.2m+20.0m$)	分散	A 水平滑
めがね橋 ($L=44.4m+40.4m$)	分散	A 鋼角ストッパー
新田川B ($L=46.2m$)	一般	B 鋼角ストッパー
根花川B ($L=41.6m+39.6m$)	一般	B 鋼角ストッパー
高屋川B ($L=28.7m$)	一般	C 支承付サイドブロック

* 移動制限装置は落下防止装置を兼ねている。

※ ①は連続合成桁
③は連続SRC桁
⑤は単純SRC桁
⑥は下路鉄桁

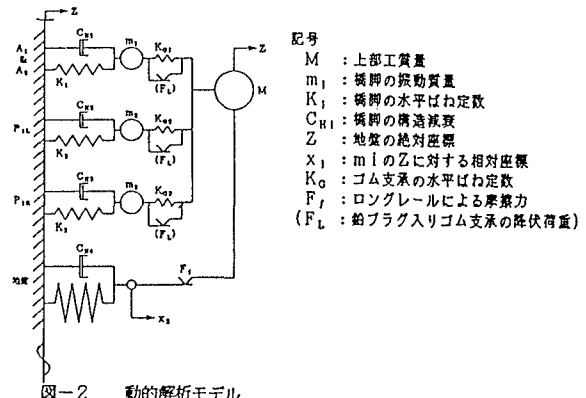


図-2 動的解析モデル

3. 主たる支承

3-1. 免震支承（北総線、都計道3・4・20架道橋の例）

都計道3・4・20架道橋は国内で初めて免震支承が採用された鉄道橋である。構造は橋長80mの2径

間連続合成桁で、中間支点は、馬桁と主桁を交点で剛結した構造形式である。経済的、及び景観上の配慮から馬桁の橋脚を出来るだけスレンダーする必要がある、上部構造の地震地慣性力を分散低減できる鉛プラグ入り積層ゴム支承をも支点すべてに採用した。鉛プラグ入り積層ゴムを採用した主な目的は、積層ゴムの水平剛性による線路方向地震力の低減と変位量の抑制である。

ゴム支承のせん断変形による橋軸直角方向の変位については、レールに目違いの発生しないよう移動制限装置を設け、橋軸方向には、全支点が水平方向に弾性支持された構造とした。

地震地の応答を、図2に示すバネ・質点系の簡易モデルを作成し、直接積分法による応答計算をおこなった。ロングレール区間であるため、応答計算にはロングレールと締結装置との摩擦抵抗力の条件も加味し検討した。尚使用した地震波は国鉄構造物設計事務所で作成した人工地震波である。

3-2. 分散ゴム支承（東葉高速鉄道、白筋B Vの例）

道路等を斜に交差する区間における鉄道橋はドライバーへの緊迫感を無くするためや景観への配慮から、交差構造物を出来るだけスレンダーに、また橋脚等を狭隘な位置に設置する必要上その大きさを制約されることとなる。このような場合、上部工の地震時水平力を分散し合理的な設計を行なうために分散ゴム支承を用いている。東葉高速鉄道 白筋BVは 道路と非常に浅い角度で交差する3径間連続合成桁（20m+42m+18m）で、中間橋脚は設置条件から径φ1200（G74A）のバイルベント方式である。このため橋脚とゴム支承の剛度を考慮した地震時水平力を分散する支承構造とした。尚免震・分散型支承は上、下部構造との定着部における水平力及び上揚力の伝達を確実に行為に、上部構造側ではセットボルト、せん断キー、下部構造側ではアンカーボルト、スタッド等を用いている。

3-3. 新型一般ゴム支承（北陸新幹線裾花川橋梁、井原線高屋川橋梁の例）

新型一般ゴム支承は比較的支間の長いSRC桁に用いている。SRC桁では鋼桁の状態で架設し、後にコンクリートの打設を行うこととなるため、後死荷重による支点部の回転が大きくなるのが一般的である。このため従来の施工手法ではゴム支承（ゴム総厚や平面形状等）の設計が困難であった。このため新たに開発した一体成形タイプのゴム支承を、架設中は上部構造に取り付けておき、後死荷重による回転移動等が終ったあと、つまり固定荷重による支承変形を与えない状態で下部構造に定着するタイプとした。

一体成形タイプには裾花川橋梁のように比較的大きい橋梁は移動制限装置を別設備としたタイプ（図-1 Bタイプ）と高尾川橋梁のように移動制限装置を一体としたタイプ（図-1 Cタイプ）がある。

(1) 裾花川橋梁の例

北陸新幹線、裾花川橋梁は2径間連続SRC桁（37m+37m）で支点条件は中間支点部固定、他端可動とした、一般的方式である。固定支承は鉛直力と回転機能を可動支承はこれに移動機能を有する構造で移動制限装置は別途独立して設けている。この移動制限装置は可動側においては橋軸直角方向の移動を制限し、アップリフトに対しても抵抗出来る構造である。固定側はこれに橋軸方向の移動制限機能を加えている。また、支承と下部構造との定着部は支承とコンクリートとの摩擦力でずれることがないので特別なズレ防止は設けていない。

(2) 高屋川橋梁の例

支承本体で鉛直力、水平力支持機能、回転機能、移動機能を有するもので、従来のBP杵のBPのかわりにゴム支承を替えたものである。このため移動制限装置は支承と一体となり前述の支承より経済的となるため、比較的支間の小さい橋等に用いられる。

4. あとがき

兵庫県南部地震により耐震性を有する構造物が求められ、その結果免震ゴム支承、分散ゴム支承が多用されつつある、また高度の数値解析により複雑な構造物への適用も可能となってきた。しかしながらゴムの特性を把握し、特に高速運転下の鉄道においては、乗り心地、走行安全性、疲労耐力等を考慮した設計手法（構造ディテール）、品質管理手法、施行管理手法についてさらに検討をすすめることが重要である。