

## 水平力分散ゴム支承の多径間連続合成桁橋への適用

日本鉄道建設公団 正会員 芳賀 康司 正会員 浅見 均  
 (株) 復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄 正会員 桧山 剛

### 1. はじめに

兵庫県南部地震以降、耐震性を考慮した構造設計が重要性を増している。多径間連続構造の鋼橋においては、従来の一点固定、他点可動の FM 方式では固定側の橋脚に多大な地震力が作用し合理的な設計が困難となる。このため、各支点到水平力分散ゴム支承を適用する構造形式が増えているものの、水平力分散構造を適用した鉄道橋の事例は少ないと考えられる。また、ゴム支承の設計、適用には種々の検討が必要である。

そこで、本論文では、一般的なゴム支承の設計法と、多径間連続合成桁橋における水平力分散ゴム支承の適用事例を紹介するものである。

### 2. 本橋梁の構造概要

図-1 に示すように、本橋梁は 3 径間連続箱桁が 3 連で構成される完全合成箱桁である。下部工は、起点側 P1 橋脚から P10 橋脚までの 10 橋脚であり、P1～P4 に第 1 橋、P4～P7 に第 2 橋、P7～P10 に第 3 橋が架設される構造となる。上部工と下部工の接合として、P2 および P9 橋脚は鉛直力のみを考慮し水平力をとらない構造とすることで、P2、P9 支点では比較的剛性の低いゴム支承を用いることとする。また、ゴム支承は十分可動できるものと見なし、落橋防止工は設置しない。一方、P1、P3～P8、P10 の各支点には鉛プラグ入り積層ゴム支承 (LRB 支承) を用いた地震時水平力分散支承を採用し、落橋防止工として橋軸方向にのみ可動する水平支承を設置し、桁座寸法を拡幅する。ここで、鉛プラグ入り積層ゴム支承は水平力分散設計としている。

本橋梁は、起点方側径間第 1 橋 220m、中央径間第 2 橋 300m、終点方側径間第 3 橋 231m の長大橋梁であり、P3、P5、P6、P8 支点には、各支点あたり 18MN をこえる大きな上部工反力が生じることから、ゴム支承本体の寸法も大きくなる。しかし、製作時の品質保証の観点からゴム体を 2 分割して製作し、図-2 に示すように各橋脚上には 4 つのゴム支承を配置することとする。

### 3. ゴム支承の設計

一般に、支承本体の設計は、概ね図-3 に示すフローチャートに添って行われる。常時の鉛直力による支圧応力度の最大、最小値が制限値内に納まるように、ゴムの断面積、層厚を決定し、鉛直荷重に対する座屈安定性の照査を行う。次に、桁等の温度変化による水平変位から生じる局部せん断ひずみの照査、回転の照査と続く。常時の検討でゴムの形状を設定した後、地震時に作用する荷重に対して照査を行う。先ず、設計想定地震に対する設計水平震度を算定し、その震度からゴム支承に加わる設計水平力を算出する。設計水平力地震時の

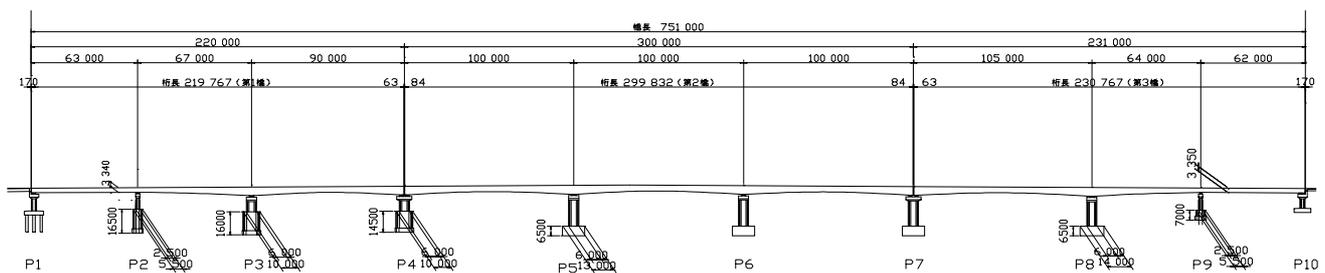


図-1 橋梁全体図

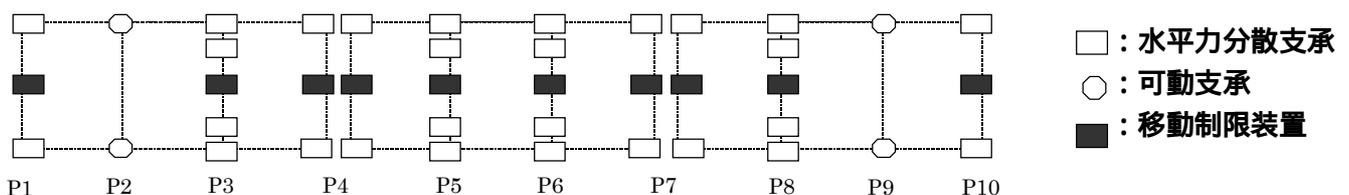


図-2 支承条件

キーワード： 水平力分散ゴム支承，多径間連続鋼橋，支承分割製作

連絡先： 日本鉄道建設公団 〒380-0936 長野県飯山市大字飯山 1071-1 TEL 0269-62-1434

表-1 支承部の構成要素

支承本体	: 上部工の鉛直力を下部工に伝達する装置
移動制限装置	: 桁の移動を水平力、鉛直力に対して制限し、中規模地震に対して列車走行性が確保できる装置
落橋防止装置	: 大規模地震時に上部工が下部工から逸脱するのを防止する装置

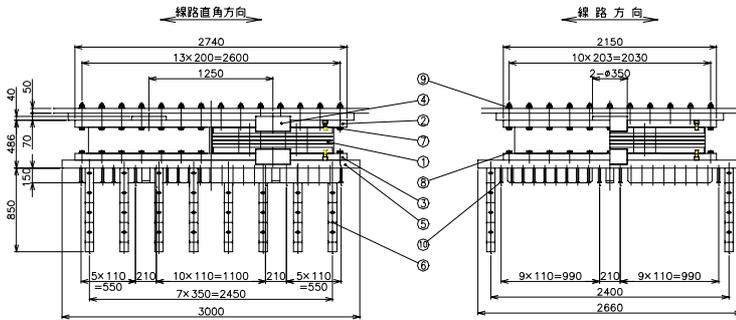


図-4 P3 橋脚用水平力分散ゴム支承の断面図

ゴム支承の設計は、この設計水平力に対してせん断ひずみ、局部せん断ひずみ、ゴムの引張応力度の照査を行う。

4. 水平力分散ゴム支承の概要

一般に、支承部は表-1 に示すように、主として支承本体、移動制限装置および落橋防止装置から構成される。ここで、移動制限装置と落橋防止装置を落橋防止工と総称する。水平力分散ゴム支承の場合、支承本体は上部工の鉛直力を下部工に伝達するとともに、ゴムのせん断剛性を利用して各橋脚に地震時水平力を分散させ、支承本体が桁に作用する水平力を下部構造に伝達できる構造とする必要がある。また、鉛プラグ入り積層ゴム支承や高減衰積層ゴム支承を使用する場合には、減衰効果を耐震上の余裕代として扱い、水平力分散設計とするのが一般的である。

5. 本橋梁で採用したゴム支承

本橋梁では、P3、P5、P6、P8 支点には、各支点あたり 18MN をこえる大きな上部工反力が生じ、ゴム支承本体の寸法も大きくなるため、製作時の品質保証の観点からゴム体を 2 分割して製作した。図-4 に P3 橋脚用水平力分散ゴム支承の断面図を示す。分割したゴム体は 1 体が 1920mm x 1220mm の鉛プラグ入り積層ゴムであり、一組の上沓下沓で固定し個々のゴム体にせん断キーを定着することで支承に作用する水平力をゴム体に伝達する構造とする。

ここで、分割したゴム体を一枚のプレートで連結した構造が、単体のゴム支承と同等の性能を有するかという問題点が挙げられるが、P3、P5、P6、P8 橋脚に関しては 4 支点と見なし、個々のゴム体に対して設計を行うものとした。

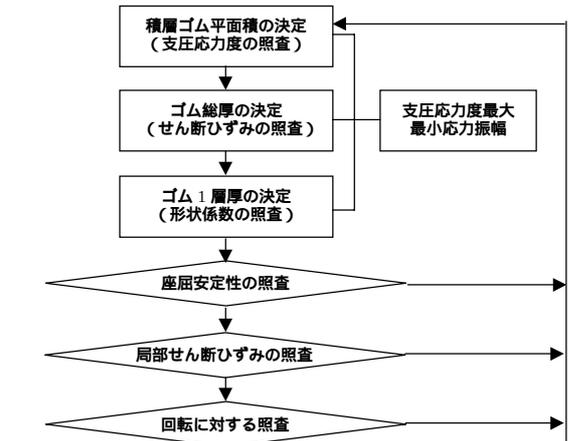
6. まとめ

本論文では、水平力分散ゴム支承の設計概要と長大橋梁における設計例を示した。ゴム支承の適用は増えつつあるものの、実構造物への採用実績は少なく、実橋における挙動については不明な点が多いと思われる。このことから、ゴム支承を適用する場合には、個々の環境条件に見合った設計をし、十分な検討が必要と考えられる。

参考文献

- ・ 運輸省監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善，2000.10
- ・ 運輸省監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物），丸善，2001.7

常時の検討



地震時の検討

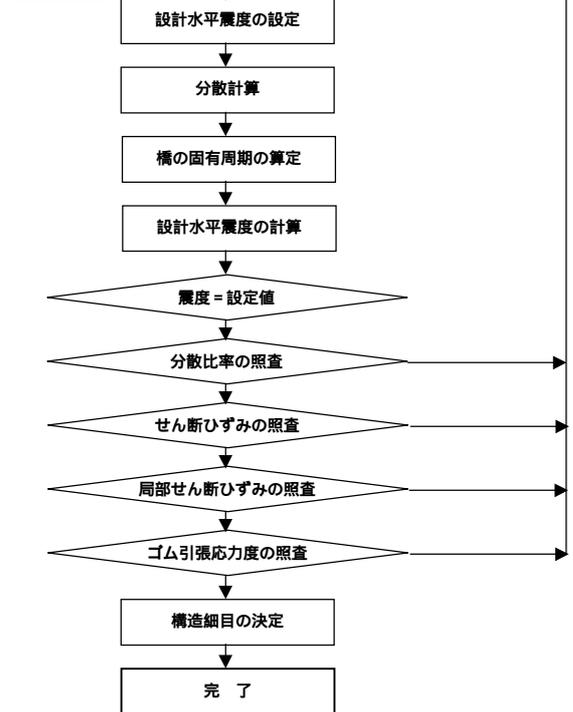


図-3 ゴム支承の設計