

【ばね機能複合型ゴム支承】

# 耐震補強における支承設計例

変位抑制効果を用いた支承設計の提案



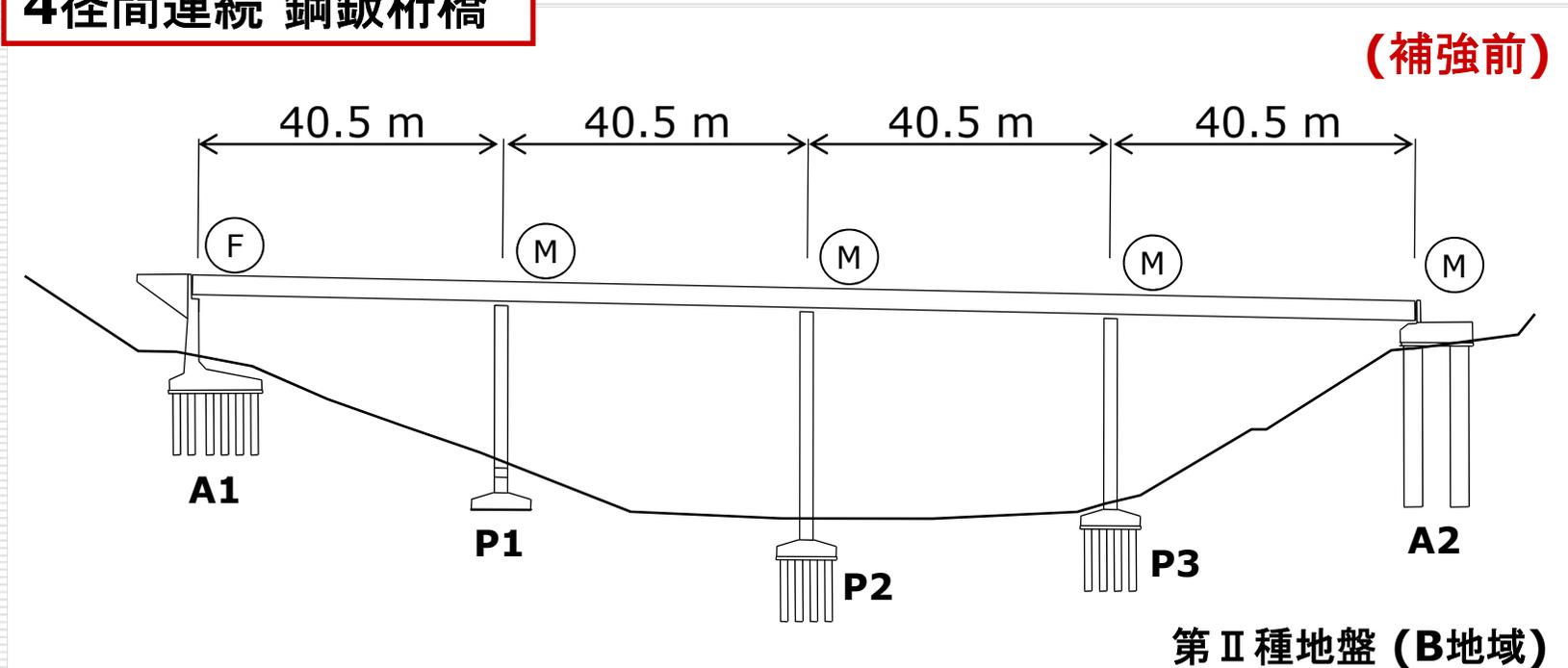
日本道路公団 北海道支社 札幌自動車道 -大野橋-

# 補修対象橋梁

日本道路公団 北海道支社

札幌自動車道 -大野橋-

4径間連続 鋼鈹桁橋



# 耐震補修の概要

## 1. 橋脚補強

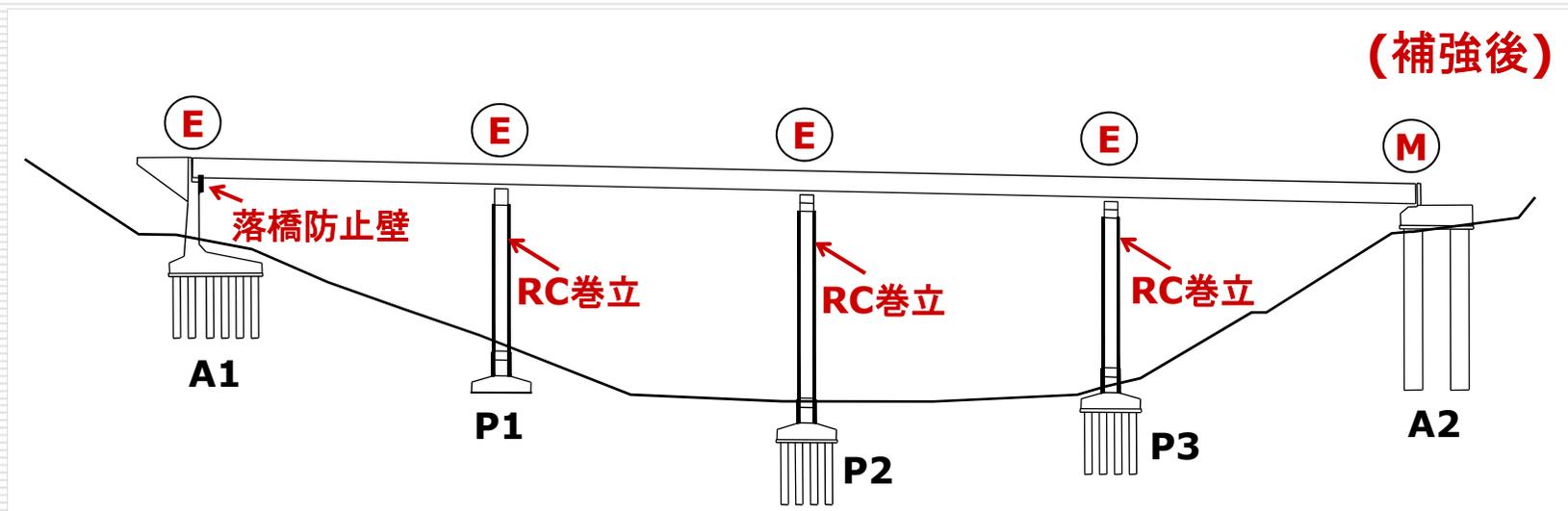
- 『**コンクリート巻立**』による打ち増し補強を実施

## 2. 落橋防止対策

- **A1**部に縁端拡幅を行い、『**落橋防止壁**』を設置

## 3. 橋梁形式の変更

- 鋼製ローラー沓によるFM形式を、ゴム支承による『**分散形式**』に変更



# 設計に当たってのポイント

## 設計上のポイント

### ● 免震構造形式について

- P1～P3部はすべて25m以上のハイピア橋脚である上に地盤も良くないため、免震支承を採用しても期待する減衰効果を得ることが難しい。そのため分散支承を用いた**地震時水平力分散構造形式**を採用する。

### ● A2橋台部の支承構造について

- 橋脚に関してはRC巻き立てによる補強を行うが橋台の補強は行わないため、大きな水平力を負担させることが難しい。特にA2は可動側であり通常の分散支承を適用すると下部工の耐力が不足する恐れがある。そのため**A2部は弾性すべり支承を用いた可動構造**を採用する。

### ● 地震時の上部工変位量について

- 目地遊間が狭いFM構造の既設橋を分散構造形式に変更するため、目地遊間の関係上、地震時の**上部工変位は407mm以下に抑える**必要がある。変位量を考慮しながら、各橋脚の耐力に合わせてA1～P3部に必要なばね定数を割り振ることとする。

# 一体型分散支承による設計結果

## 設計の結果

A1部の地震時変位量 - 520 mm

	A1	P1	P2	P3	A2
支承の種別	一体型ゴム支承	一体型ゴム支承	一体型ゴム支承	一体型ゴム支承	弾性すべり支承
製品寸法	820 × 820 × 359	870 × 870 × 343	820 × 820 × 153	870 × 870 × 343	570 × 570 × 147
弾性ゴム厚	$\Sigma te = 252$ (G12)	$\Sigma te = 240$ (G12)	$\Sigma te = 68$ (G12)	$\Sigma te = 240$ (G12)	$\Sigma te = 88$ (G10)
せん断ばね定数	3.048 kN/mm	3.612 kN/mm	11.866 kN/mm	3.612 kN/mm	-
圧縮ばね定数	513 kN/mm	670 kN/mm	2562 kN/mm	670 kN/mm	876 kN/mm

概算支承費 - 約 ¥12,000万

- ① 鉛直方向に要求されるゴム厚が水平方向にも作用してしまうため、せん断ばねを高く設定することが難しい。そのため**地震時変位量を目標値内に収めることが出来ない。**
- ② 目地遊間の関係から地震時変位を抑えるために支承形状を大きくせざるを得ず、支承肥大化による**コスト増加**が発生してしまう。

# ばね機能複合型支承による設計結果

## 設計の結果

A1部の地震時変位量 - 400 mm

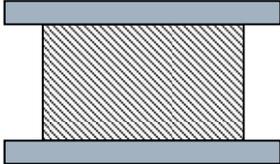
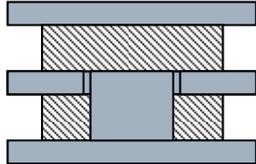
	A1	P1	P2	P3	A2
支承の種別	一体型ゴム支承	複合型ゴム支承	複合型ゴム支承	複合型ゴム支承	弾性すべり支承
製品寸法	780 × 700 × 254	770 × 770 × 220	670 × 670 × 176	770 × 770 × 220	470 × 470 × 131
弾性ゴム厚	$\Sigma te = 164$ (G12)	$\Sigma te = 31$ (G12)	$\Sigma te = 27$ (G12)	$\Sigma te = 31$ (G12)	$\Sigma te = 72$ (G10)
		$\Sigma te = 62$ (G12)	$\Sigma te = 27$ (G10)	$\Sigma te = 62$ (G12)	
せん断ばね定数	3.277 kN/mm	<b>21.774 kN/mm</b>	<b>18.778 kN/mm</b>	<b>21.774 kN/mm</b>	-
圧縮ばね定数	358 kN/mm	1152 kN/mm	1273 kN/mm	1152 kN/mm	492 kN/mm

概算支承費 - 約 ¥9,500万

- 鉛直方向に必要なゴム厚を水平方向に調整することで、せん断ばねを高く設定することが可能となり、**地震時変位量を目標値内に収めることが出来た。**
- 変位抑制のために支承形状を過大に設定する必要がないため、一体型分散支承で設計した場合に較べて**支承コストを20%以上抑える**ことができた。

# 分散支承とばね機能複合型支承の比較

比較表

	一体型分散支承	ばね機能複合型支承
支承構造		
機能および特性	鉛直方向に必要なゴム厚が水平方向にも作用するため、水平剛性を高く設定することができない。 また変位抑制のために平面形状を大きくすると回転性能のために弾性ゴム厚も大きくなってしまいうため、過大な形状となってしまう。	鉛直剛性の影響を受けずに水平剛性を任意に設定できるため高いせん断ばねを実現できる。 また鉛直方向に必要なゴム厚と水平方向に必要な平面形状を分割して設計できることで、形状をコンパクトにできる。
施工性	通常タイプB支承と同じ	通常タイプB支承と同じ
支承の経済性	約 ¥12,000万	約 ¥9,500万
地震時変位量	520 mm	400 mm
判定	変位量が制限値を超えてしまう上に、経済性も劣るため、採用不可	採用

# 既設支承の損傷状況

既設ローラー支承(上り線)



既設ローラー支承(下り線)



損傷部

# 新しい支承の設置状況

## ばね機能複合型ゴム支承



サイドブロックを上支承まで立ち上げることで、橋軸直角方向への移動を固定する

## 弾性すべり支承 (A2部)



サイドブロックにピンチプレートをつけることで、地震時の上揚力に抵抗する

ばね機能複合型ゴム支承の

# 耐震補強における効果

---

## 1. 少ない変位量で設計が可能である!!

- FM構造の既設橋梁を分散形式に変更する場合でも、目地遊間に合わせた変位量を設定することが可能である。機能一体型のゴム支承では圧縮ばねに使用するゴム厚がせん断ばねにも影響を与えるため、変位を抑制するには限界がある。

## 2. 支承形状をコンパクトにできる!!

- 鉛直方向に必要な『ゴム厚』と水平方向に必要な『平面形状』を切り離して設計できるため、変位を抑制した設計を行う場合であっても支承形状をコンパクトにできる。形状をコンパクトにできることで支承コストの縮減を期待できる。

## 3. 機能分離型支承に比べ、施工が容易である!!

- 2種類の支承を施工する必要がある機能分離型支承に比べて、支承据付の手間が少なく、工期短縮、施工費縮減が期待できる。