

橋梁の免震に寄与する

水平力分散ゴム支承/高減衰免震ゴム支承 超高減衰免震ゴム支承

はじめに

近年、走行性の改善、デザインの多様化、維持管理費の軽減を目的として橋梁が多径間連続化してきました。これに伴い、地震時の慣性力を複数の橋脚(固定橋脚)で支えることは景観上や経済性の観点から不合理となってきたため、この地震時の慣性力を複数の橋脚に均等に、あるいは、橋脚の強度に応じて負担させる、多脚弾性固定方式(多径間連続化)の設計が増えてきました。

横浜ゴムは、このような要求に応えるため、70年余にわたる蓄積されたゴム技術を駆使して耐久性に優れた水平力分散ゴム支承と高減衰ゴム支承 HDR、更に超高減衰ゴム支承 SHDR を開発いたしました。

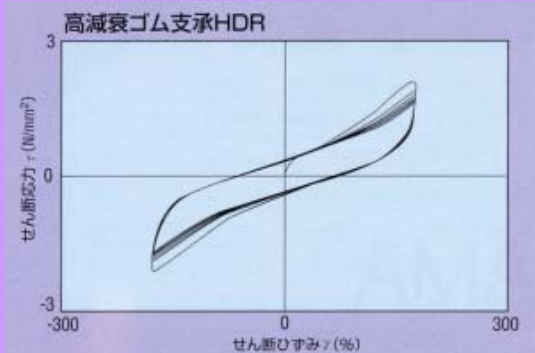


道路橋示方書(耐震設計編)では、地震の影響の低減を期待する場合は、次のいずれかの構造を用いることを規定しています。

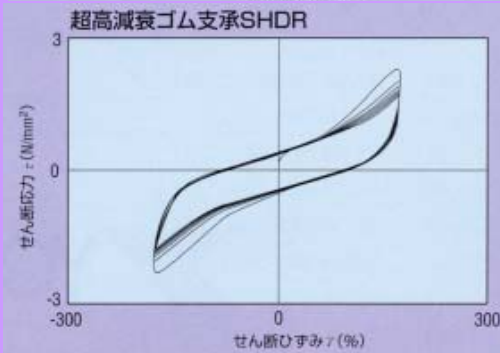
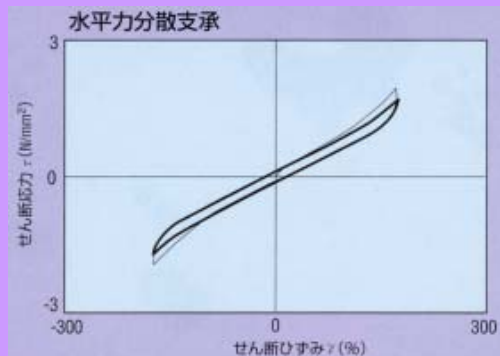
- 1) 上部構造慣性力を分散させる構造
- 2) 慣性力の低減を期待する構造

前者の構造の一つとして、水平力分散ゴム支承があります。ゴム支承の剛性を利用して上部構造の慣性力を複数の下部構造に分散させるものです。

また、後者の一つに高減衰ゴム支承 HDR 及び超高減衰ゴム支承 SHDR があります。上部構造の慣性力を複数の下部構造に分散させることの他に、エネルギー吸収性能を有しているため、慣性力の低減をも期待することができます。



荷重履歴曲線



水平力分散ゴム支承

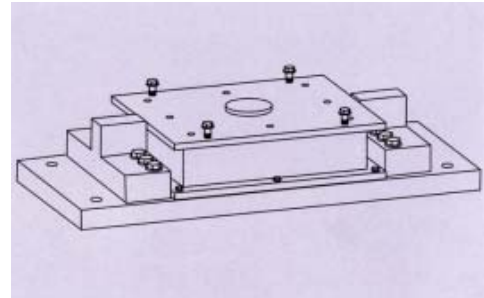
横浜ゴムの水平力分散ゴム支承は次の特徴を有しております。

- 1) 構造が簡単で建築用免震等でも実績のある積層ゴムタイプを採用しております。
- 2) 防振性や耐久性に優れ、温度依存性の少ない性質を有している、天然ゴム系を中心に採用しています。
- 3) 豊富なゴム材料の選択により、任意のせん断バネ定数を設定できます。

水平力分散ゴム支承の構造

建築用免震で実績のある天然ゴム系のゴム材料を使用した積層ゴムで、その構造を右図に示します。

ゴムと剛板の積層構造で、ゴムと剛板を強固に接着させることにより、鉛直荷重載荷時にゴム部の横へのはみ出しを拘束し、大荷重に耐えることが出来ます。また、水平荷重に対してはゴム部は拘束されず、ゴム特有の柔らかさを発揮いたします。



ゴムの基本物性

水平力分散支承のゴムは、安定したバネ特性や変形能力、長期にわたる耐久性が要求されます。横浜ゴムは、防振ゴムやタイヤ製造などで培った技術を駆使して長期使用に耐えうる天然ゴム系の支承を開発いたしました。

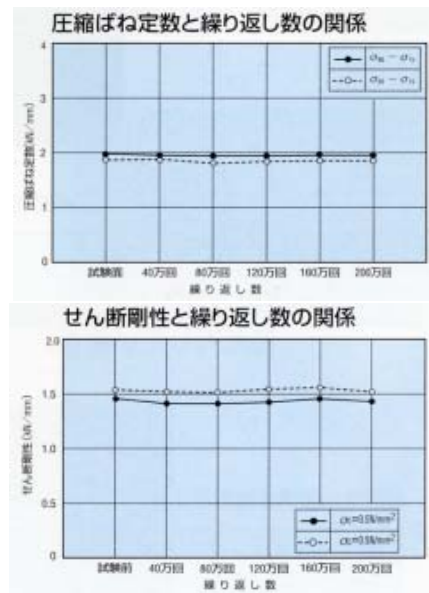
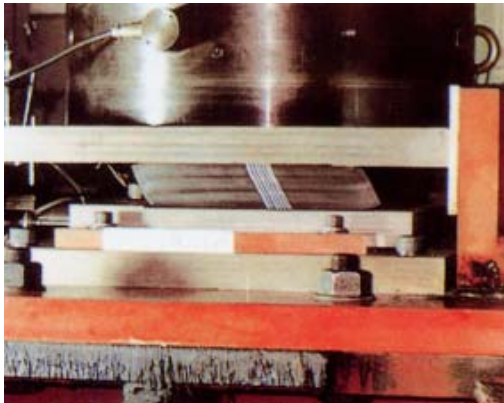
ゴムの基本物性を右表に示します。豊富な材料により、任意のせん断バネ定数の設定を可能にしました。

静的せん断弾性係数 (N/mm ²)	硬さ (JIS A)	伸び (%)	引張強さ (N/mm ²)
0.8	50 ± 5	> 550	> 1.5
1.0	65 ± 5	> 550	> 1.5
1.2	65 ± 5	> 440	> 1.5

耐久性

天然ゴム系の積層ゴム (静的せん断弾性係数 1.0N/mm²) に、せん断ひずみを70%与えた状態で、圧縮応力度振幅を面圧にして3.0 8.0N/mm²の繰り返し載荷を200万回与えて、バネ定数の変化を調べましたが、最大でも3%程度であり、バネ特性は殆ど変化せず安定していることが実証されています。

＜耐久性試験状況＞

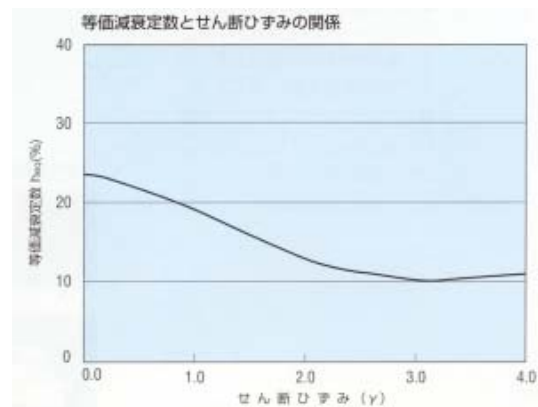
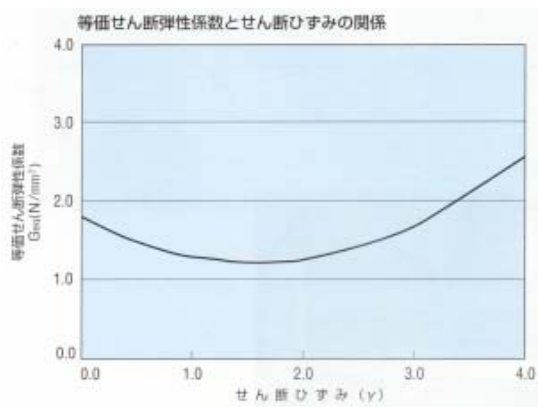


高減衰ゴム支承 HDR

高減衰ゴム支承(HDR)は、水平力分散ゴム支承に減衰性能を付加し、地震時のエネルギーをゴムで吸収させ、より橋の安全性を高めたものです。

横浜ゴムの高減衰ゴム支承(HDR)は、旧建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環で開発されたもので、次の特徴を有します。

- 1) HDR は、減衰能力を有しているため、HDR 単独で免震装置として機能します。
- 2) 風荷重に対しては、高い初期剛性がトリガー機能として作用し、地震に対しては剛性が柔らかくなるため、大きな免震効果が得られます。
- 3) 常時の緩速変形に対しては、地震時の剛性に比し約 40%程度低くなります。したがって、常時の変形が大きい長大橋などには、下部工への反力低減が得られます。
- 4) HDR のクリープ特性は、特殊なゴム材料の開発により、天然ゴム系に劣らない優れた性能を有しています。



超高減衰ゴム支承 SHDR

超高減衰ゴム支承(SHDR)とは、横浜ゴムが独自のゴム配合技術を駆使し開発した、従来の免震ゴム支承(HDR)の持つ減衰性能を更に向上させた画期的な高性能免震ゴム支承です。

SHDR は、次の特徴を有しています。

- 1) HDR に比べ、減衰性能を 20%以上向上させました。
これにより、地震時のエネルギーを更に大幅に低減するため、橋脚をスリム化するなど橋梁自体をコンパクトにでき、工事全体のコストを低減します。
- 2) 基本性能は HDR からそのまま引き継いでいます。
垂直支持能力、水平方向への柔軟な変形能力、耐久性は従来 HDR と同等以上のレベルを確保しています。
- 3) 環境に配慮しています。
鉛フラク等の部品を使用せずに、ゴム自体に高い減衰性能を持たせました。



写真は施工イメージです。

納入実績



施主 日本道路公団中部支社 四日市工事事務所
施工者 石川島播磨重工業(株)・日立造船(株) 共同企業体
橋梁概要 鋼4 径間連続箱桁橋

第二名神高速道路 員弁川橋(鋼上部工)工事

(支承)
地震時水平力分散ゴム支承 積層ゴム材質 NR(20基)
1120 × 266
1620 × 332
1570 × 332 他



施主 日本道路公団中部支社 名古屋工事事務所
施工者 オリエンタル建設(株)・(株)ピーエス・(株)安部工業所 共同企業体
橋梁概要 PC7 径間連続箱桁橋

第二名神高速道路 弥富高架橋(PC 上部工)工事

(支承)
地震時水平力分散ゴム支承 積層ゴム材質 NR(16基)
1470 × 238
1570 × 238
870 × 281 他



**第二東名高速道路
名和跨線橋(鋼上部工)工事**

(支承)
地震時水平力分散ゴム支承 積層ゴム材質 NR(47基)
1070 × 234
1000 × 209.5
970 × 234 他

施主 日本道路公団中部支社 名古屋工事事務所
 施工者 石川島播磨重工業(株)・滝上工業(株)・昭和コンクリート工業(株) 共同企業体
 橋梁概要 鋼5径間+4径間連続少主桁桁橋+ランプ部



**第二名神高速道路
鍋田高架橋(PC上部工)工事**

(支承)
地震時水平力分散ゴム支承 積層ゴム材質 NR(16基)
770 × 263
1620 × 273

施主 日本道路公団中部支社 名古屋工事事務所
 施工者 (株)富士ビーエス・川田工業(株)・極東工業(株) 共同企業体
 橋梁概要 PC3径間連続波型ウェブ箱桁橋

物理的性質

項目	単位	NR 規格値			現行HDR 規格値			SHDR 測定値			試験方法	
		G8	G10	G12 ()	G8	G10	G12	G8	G10	G12		
伸び	%	550 以上			650 以上	600 以上	550 以上	669	628	586	引張試験 JIS K 6251	
引張強さ	N/mm ²	15 以上			10 以上	10 以上	11 以上	12.4	14.0	15.2		
老化試験	25%伸長 応力変化率	%	-10 ~ +30 (70 × 70h)			-10 ~ +100 (70 × 70h)			23	25	13	空気熱老化試験 JIS K 6257
	伸び変化率	%	-50 以上 (70 × 70h)			-50 以上 (70 × 70h)			-4	-3	-7	
圧縮永久ひずみ	%	25 以下 (70 × 22h)			60 以下 (70 × 22h)			56	55	58	永久ひずみ試験 JIS K 6262	
耐水性(質量 変化率)	%	10 以下 (50 × 72h)			10 以下 (50 × 72h)			1.0	1.0	1.5	浸せき試験 JIS K 6258 の 4	
耐オゾン性	%	肉眼観察で 亀裂のないこと (50pphm,20%伸長 ,40±2 × 96h)			肉眼観察で 亀裂のないこと (50pphm,20%伸長 ,40±2 × 96h)			ノー クラック	ノー クラック	ノー クラック	オゾン劣化試験 JIS K 6259	
耐寒性	-	衝撃ぜい化温度が -30 以下であること			衝撃ぜい化温度が -30 以下であること			-30 以下	-30 以下	-30 以下	低温衝撃ぜい化 試験 JIS K 6261	
接着強さ	N/mm	7 以上			7 以上			11.8	12.4	12.8	90 度接着剥離試験 JIS K 6256 の 5	

NR 規格値は平成 3 年日本道路協会発行「道路橋支承便覧」による。

現行HDR 規格値は平成 9 年度 HDR 研究会発行「高減衰ゴム支承検査要領(案)」による。

()NR 規格値の G12 は社内規格。

性能確認設備

我が国最大規模大型 2 軸試験機

鉛直性能

圧縮最大荷重	32000KN
引張最大荷重	3200KN
最大速度	180mm/min
最大変位	1000mm

水平性能

最大荷重	10000KN
最大速度	900mm/min
最大変位	± 1000mm



2 軸動特性試験機

鉛直性能

圧縮最大荷重	300KN
引張最大荷重	100KN
最大速度	350mm/min
最大変位	60mm

水平性能

最大荷重	100KN
最大速度	330mm/min
最大変位	± 1000mm
温度制御機能	有り

