

# 先端建設技術・技術審査証明事業

審査証明依頼者  
株式会社川金コアテック

## 概要書

## スプリング拘束型鉛プラグ入り 高減衰積層ゴム支承

(SPR-S: Super Spring confined Pb Rubber bearing)

### SPR-Sの設計モデル

SPR-Sの非線形履歴は、せん断ひずみに依存した特性を示し(図5)、その等価減衰定数は、従来の免震支承(LRB、HDRS)に比べて約50%向上した(図2、図5b)。さらに、地震時を想定した面圧・周期・温度に対する依存性や、常時の交通荷重や温度伸縮の繰返しを想定した疲労特性、および材料自体の耐候性・耐久性等に関する性能確認も実施した。

また、設計上のモデルとしてバイリニア型の設計式を提案し、設計値と実測値を比較することにより、その妥当性を確認した(図6)。

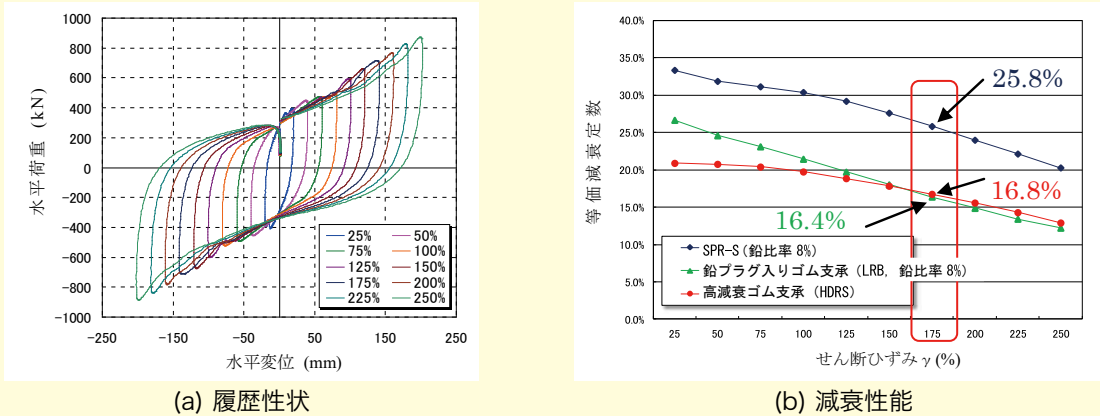


図5 SPR-Sの履歴性状と減衰性能

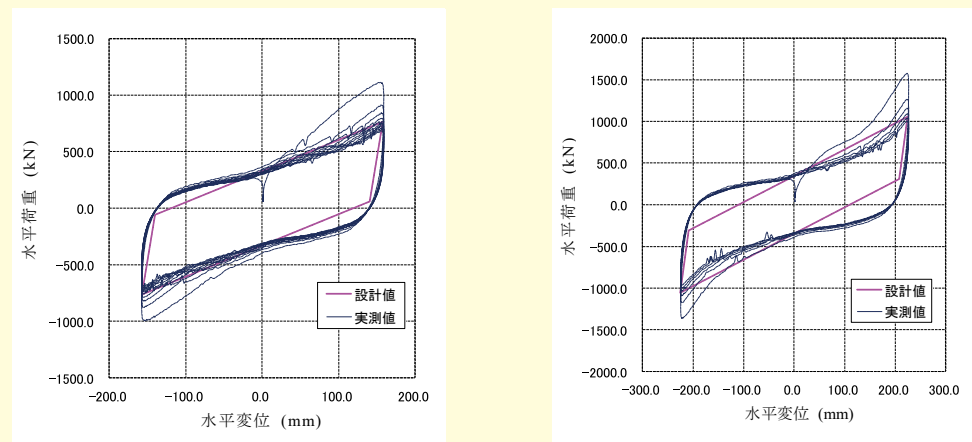


図6 バイリニアモデルによる設計値と実測値との比較

### 先端建設技術・技術審査証明事業に関するお問い合わせ

当センターでは、建設事業に係るニューフロンティア開発技術、メカトロニクス、環境保全等の先端技術で、調査・設計・施工・維持管理等の技術、機械・設備・材料等の開発・利用技術を対象に審査証明を行っています。

### 一般財団法人 先端建設技術センター (ACTEC) 企画部

TEL.03-3942-3991 FAX.03-3942-0424 <http://www.actec.or.jp/>

### スプリング拘束型鉛プラグ入り高減衰積層ゴム支承の審査証明依頼者

株式会社川金コアテック  
埼玉県川口市川口2-2-7

### SPR-Sに関するお問合せ

株式会社川金コアテック 営業本部橋梁営業部  
埼玉県川口市川口2-2-7 TEL: 048-259-1113、FAX: 048-259-1137  
Email: [info@kawakinkk.co.jp](mailto:info@kawakinkk.co.jp)、ホームページ <http://www.kawakinct.co.jp/>

※本概要書は、一般財団法人先端建設技術センターが行った先端建設技術・技術審査証明事業の審査結果を広く関係者に紹介する目的で作成したものです。(2020年7月)

### 技術審査証明書

技術名称：スプリング拘束型鉛プラグ入り高減衰積層ゴム支承

審査証書第202000号

【開発の趣旨】  
東南海道地震や東日本大震災など、日本では、過去に前例にない地震被害に遭遇し、被害を拡大させた重要な社会基幹が、多大な被害に見舞われた経験から、合理的に被害を軽減するための手法として、免震設計法の適用が広まり、多くの実績を積み重ねてきている。このうち、この設計技術(おもに)ととも、鉛プラグ入り高減衰積層ゴム支承(以下、鉛入り高減衰積層ゴム支承)と称するアイソレート機能と鉛プラグを併用した構造を、上部構造に伝わる地震力を低減させる効果がある。これは、免震ゴム支承として重要な減衰機能を併用する材料と期待される構造が実現しており、それにより、鉛プラグの塑性変形と鉛入り高減衰積層ゴムの特性・摩擦減衰機能である。  
本開発では、免震設計法の適用の更なる向上を目指して、これら2つの減衰機能を1つの支承に統合して用いることで、地震時エネルギーを効果的に吸収し、構造全体の安全性を高めることを目的とした、本技術の開発の一つは、中で12多くの減衰積層を有する鉛プラグと特設鉛入り高減衰積層ゴムを組み合わせることで、その製造技術と材料の品質管理手法が十分に確立されており、かつ信頼性も高いことである。  
本開発の技術検証では、免震として必要となる基本性能(鉛入り高減衰積層、鉛入り高減衰積層に関する性能)に加えて、免震材料として必要な耐震型耐力や地震時の温度や中圧等の使用条件の変化に対する安定性についても実証的な検証を行った。

【開発の目的】  
本技術は以下の項目を開発の目的とした。  
(1) 等価減衰定数を25%程度(申請書記載減衰定数比50%以上)向上すること。  
(2) 使用期間中に想定される外見環境の影響や常時の繰返し使用に対して、等価減衰定数の変化が15%以内であること。  
(3) 地震時に想定される動的な振動に対して、等価減衰定数の変化が15%以内、かつ、せん断ひずみが300%以上の変形性能を有すること。  
(4) 設計に用いる計算用モデルが免震支承の非線形特性を適切に評価できることが認められた。

(一財) 先端建設技術センター 先端建設技術・技術審査要領に基づき、依頼のあったスプリング拘束型鉛プラグ入り高減衰積層ゴム支承の技術内容について下記のとおり証明する。

2020年7月27日

先端建設技術・技術審査証明事業実施機関

一般財団法人 先端建設技術センター

理事長 佐藤直良

記

1. 審査証明の結果  
前記の開発の趣旨および開発の目的に照らして本技術の審査を行った結果、スプリング拘束型鉛プラグ入り高減衰積層ゴム支承は以下のとおりであった。  
(1) 等価減衰定数を25%程度(申請書記載減衰定数比50%以上)向上することが認められた。  
(2) 使用期間中に想定される外見環境の影響や常時の繰返し使用に対して、等価減衰定数の変化が15%以内であることが認められた。  
(3) 地震時に想定される動的な振動に対して、等価減衰定数の変化が15%以内、かつ、せん断ひずみが300%以上の変形性能を有すること認められた。  
(4) 設計に用いる計算用モデルが免震支承の非線形特性を適切に評価できることが認められた。

2. 審査証明の前提  
(1) 審査の対象となる装置は、所定の適用条件のもと適切な設計により用いられるものとする。  
(2) 審査の対象となる装置は、適切な材料および施工技術を用いて適正な品質管理のもとで製造されるものとする。  
(3) 審査の対象となる装置およびそれが取り付けられる構造物は、適正な品質管理のもとで施工されるものとする。  
(4) 審査の対象となる装置およびそれが取り付けられる構造物は、適切な維持管理が行われるものとする。

3. 審査証明の範囲  
審査証明は、依頼者により提供された開発の趣旨および開発の目的に照らして規定した審査証明の方法により確認された範囲とする。

4. 審査証明の詳細(別添)

5. 審査証明の有効期間 2025年7月26日

6. 審査証明の依頼者 株式会社川金コアテック 埼玉県川口市川口2-2-7番7号

2020年7月

建設技術審査証明協議会会員

一般財団法人 先端建設技術センター (ACTEC)



# スプリング拘束型鉛プラグ入り 高減衰積層ゴム支承の概要

## 技術の概要

大規模地震に対する備えとして、構造物の設計法には耐震設計と免震設計の2つの手法がある。耐震設計は地震の揺れに対して「耐える」構造物を作る技術であり、一方、免震設計は、構造物をゴム支承などで「柔らかく支持する」ことで、地震の揺れによる力の集中を避け、なおかつ、減衰機能を付与することで振動の収束を早めることを目的とした技術である。

この免震設計を行うには、構造物を支える「免震ゴム支承」の性能が非常に重要であり、支承部の性能が橋梁の耐震性能を決めると言っても過言ではない。これまでに、この免震ゴム支承としては、2つの形式が採用されてきている。ひとつは、天然ゴム材料と鉛プラグを組み合わせた「鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)」で、鉛の塑性変形によって減衰機能を発揮させている。もうひとつは、特殊配合のゴムを用いた「高減衰積層ゴム支承(HDRS)」で、ゴム材料自体の粘性抵抗や摩擦抵抗によって減衰機能を発揮させている。

本技術(SPR-S)では、減衰性能の更なる向上を目指して、従来はそれぞれ個別に使われていた2つの減衰部材(鉛プラグと高減衰ゴム)を、1つの支承の中で複合させて用いる構造を採用した(図1)。2つの減衰部材が同時に作用することで支承部の減衰性能が高まり、ひいては橋梁構造物全体の安全性の向上に寄与できる点に大きな特徴がある。また、具体的には等価減衰定数が約50%(16.8%から25.8%)向上する性能を有している(図2)。

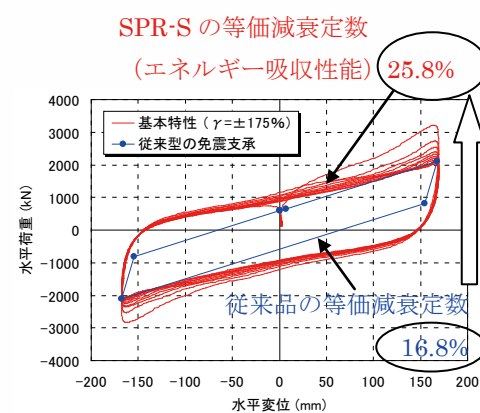
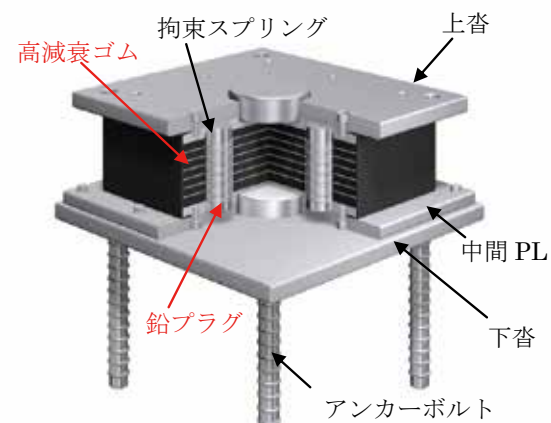


図1 鉛プラグと高減衰ゴムを複合設置した支承構造図 図2 SPR-Sと従来型の履歴曲線(減衰性能)の比較

## SPR-Sによる免震効果

SPR-Sによる免震効果を確認するため、以下の2つの橋梁における比較設計を実施した。

一つは、2径間連続鈑桁橋で、支間長32.4m、Ⅰ種地盤上に建設される橋梁であり、もう一つは、両端に橋台構造を有する7径間連続PC橋で、中央区間の支間長は5×56.5m、Ⅱ地盤上に建設される橋梁緒元である(図3)。それぞれ橋梁に対して、従来型免震支承としてHDRSおよびSPR-Sの性能をもとに、免震設計法に従って各断面の形状設定を行い、設計地震動の入力を実施した結果、

- ・上部構造(支承)の変位応答に約20%~30%程度低減する効果がみられた。(図4、表1)
- ※橋梁の振動モードには変化は見られず、純粋に減衰付与による応答低減のみが実現されている。
- ・支承形状(ゴム本体の体積)は、高い減衰性能により20%程度小さくすることができる。(表1)
- ※体積減は、そのままコスト減の効果が期待できる。

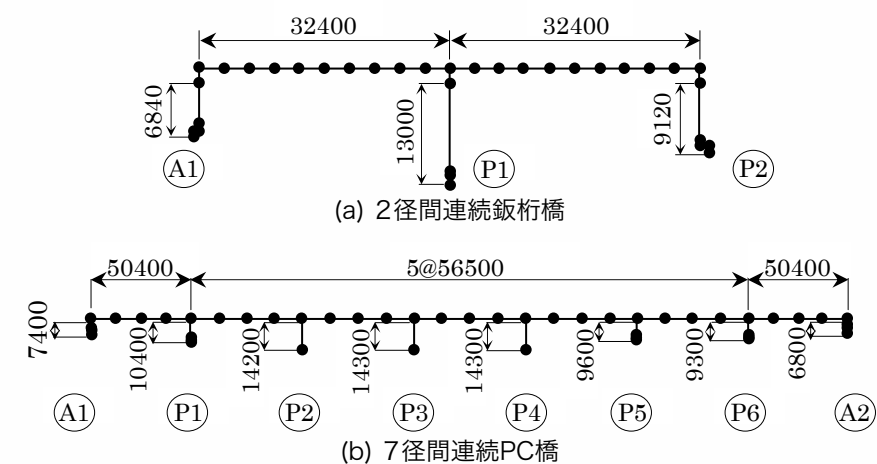


図3 SPR-Sと従来型免震支承(HDRS)の比較設計のための橋梁モデル

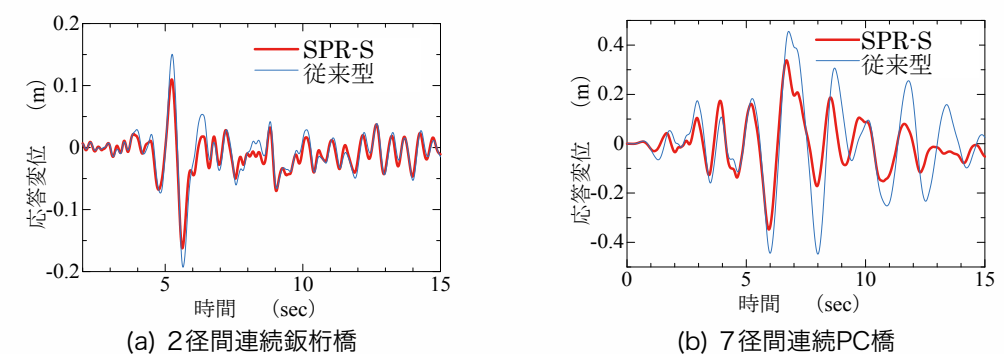


図4 比較設計における橋桁の地震時応答変位の比較

表1 比較設計における支承諸元および地震時変位量の比較

|          |             | 等価剛性<br>Σ KB<br>(kN/m) | 減衰定数<br>hB<br>(%) | 設計変位<br>UB<br>(m) | せん断歪<br>γ<br>(%) | 変位比率<br>複合型<br>従来型 | ゴム沓<br>体積V<br>(cm <sup>3</sup> ) | 体積比率<br>複合型<br>従来型 |
|----------|-------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| 2径間連続鈑桁橋 | 従来型         | A1                     | 4015              | 13.5%             | 0.173            | 239.7%             | 17687                            | 1.00               |
|          |             | P1                     | 12245             | 13.6%             | 0.121            | 237.6%             | 33000                            | 1.00               |
|          |             | A2                     | 4030              | 13.2%             | 0.177            | 246.0%             | 17687                            | 1.00               |
|          | 複合型<br>免震支承 | A1                     | 4389              | 22.1%             | 0.137            | 239.5%             | 13262                            | 0.75               |
|          |             | P1                     | 14960             | 23.4%             | 0.094            | 223.3%             | 28572                            | 0.87               |
|          |             | A2                     | 4378              | 21.4%             | 0.142            | 249.5%             | 13262                            | 0.75               |
| 7径間連続PC橋 | 従来型         | A1                     | 13300             | 13.4%             | 0.493            | 241.6%             | 216028                           | 1.00               |
|          |             | P1                     | 28086             | 13.7%             | 0.455            | 236.7%             | 413280                           | 1.00               |
|          |             | P2                     | 31102             | 13.2%             | 0.392            | 245.1%             | 330625                           | 1.00               |
|          |             | P3                     | 31077             | 13.3%             | 0.390            | 243.7%             | 330625                           | 1.00               |
|          |             | P4                     | 31075             | 13.3%             | 0.390            | 243.6%             | 330625                           | 1.00               |
|          |             | P5                     | 28154             | 13.4%             | 0.463            | 240.9%             | 413280                           | 1.00               |
|          |             | P6                     | 28152             | 13.4%             | 0.462            | 240.8%             | 413280                           | 1.00               |
|          | 複合型<br>免震支承 | A2                     | 13297             | 13.4%             | 0.492            | 241.2%             | 216028                           | 1.00               |
|          |             | A1                     | 14577             | 23.7%             | 0.392            | 204.1%             | 207358                           | 0.96               |
|          |             | P1                     | 39481             | 21.0%             | 0.336            | 240.1%             | 331200                           | 0.80               |
|          |             | P2                     | 45464             | 21.4%             | 0.266            | 237.7%             | 261855                           | 0.79               |
|          |             | P3                     | 45479             | 21.5%             | 0.265            | 236.2%             | 261855                           | 0.79               |
|          |             | P4                     | 45478             | 21.5%             | 0.265            | 236.3%             | 261855                           | 0.79               |
|          |             | P5                     | 39439             | 20.5%             | 0.346            | 247.1%             | 331200                           | 0.80               |
|          |             | P6                     | 39447             | 20.6%             | 0.344            | 245.6%             | 331200                           | 0.80               |
|          |             | A2                     | 14585             | 23.8%             | 0.389            | 202.7%             | 207358                           | 0.96               |