

スプリング拘束型鉛プラグ入り積層 ゴム支承の繰返し耐久性能

(株)川金コアテック 正会員 ○高橋 徹
 (株)川金コアテック 正会員 鶴野 禎史
 中日本高速道路(株) 正会員 青木 圭一

1. 目的

10年以上供用された鉛プラグ入り積層ゴム支承の鉛プラグの飛び出しおよび損傷事例が確認されている¹⁾。損傷メカニズムについては未だ解明されておらず、大地震による大変形及び常時の温度変化による繰返しせん断変形が鉛プラグへ与える影響について、確認が急がれている。そこで、スプリング拘束型鉛プラグ入り積層ゴム支承（以下、SPR）の繰返し耐久性能試験を行い、鉛プラグの状態の確認を行った。

2. SPRの構造

SPRは、従来の鉛プラグ入り積層ゴム支承の鉛プラグ外周をスプリングで拘束することにより鉛のゴム層への進入を抑制し、繰返しせん断変形に対し安定した性能を発揮する特徴をもっている。図-1にSPRの構造を示す。

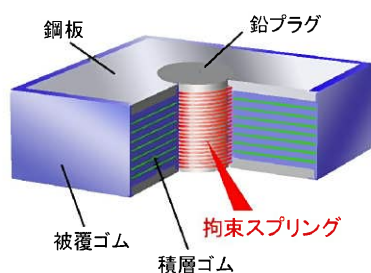


図-1 SPRの構造

3. 試験の概要

試験体は、NEXCOの構造物施工管理要領（以下、管理要領）に示される共通試験体を使用した。試験体の諸元を表-1に示す。試験ケースは5caseあり、case-1は出荷検査を想定し、基本特性試験のみを行った。なお、試験要領は管理要領に準拠した。case-2では、管理要領のせん断疲労試験に準拠し、面圧12MPa（全反力相当）でせん断ひずみ70%を周期180秒で5000回与えた。ただし、1000回ごとに行う基本性能試験は行わないものとした。case-3は管理要領

に準拠し、1000回ごとの基本性能試験を含むせん断疲労試験を行った。ただし、5000回終了後の基本特性試験は行わずに地震時許容せん断ひずみ250%×6回による性能試験を行った。case-4、case-5は、想定される1日の温度変化によるせん断ひずみ±20%をそれぞれ3650回（10年分相当）、7300回（20年相当）与えた場合の鉛の損傷状況を確認したものである。各ケース終了後、全てのケースで試験体の切断を行い、切断面の観察を行った。

表-1 試験体諸元

ゴム種別	SPRG1.2
有効平面寸法	□400
ゴム厚	9mm×6層
一次形状係数	10.38
二次形状係数	7.4
鉛プラグ	φ115×1
Ap/Ar	6.94%

表-2 試験内容

case	試験項目	備考
1	基本特性試験	$\gamma=175\% \times 11$ 回⇒切断
2	せん断疲労試験	$\gamma=70\% \times 5000$ 回⇒切断
3	基本特性試験 せん断疲労試験 せん断特性試験	$\gamma=175\% \times 11$ 回 $\gamma=70\% \times 1000$ 回×5set※1) $\gamma=250\% \times 6$ 回⇒切断
4	せん断疲労試験	$\gamma=20\% \times 3650$ 回⇒切断
5	せん断疲労試験	$\gamma=20\% \times 7300$ 回⇒切断

※1)1000回ごとに基本特性試験を実施

4. 実験後の鉛プラグの損傷状況

各試験caseにおける載荷後の試験体の切断面を写真-1に示す。case-1～3の履歴性能を図-2～4に示す。

case-1では、鉛プラグのゴム層への流出はみられず、鉛もスプリングも健全な状態を保っていた。また、等価剛性および等価減衰定数は、設計値に対し規格値を満足していた。case-2では、繰返し試験後の断面から、鉛プラグは軽微なゴム層への流出がみられた。また、スプリング素線の一部が鉛プラグ内に侵入しているのが確認できる。性能に関しては、初期のせん断ひずみ70%時の要求性能を満足しており、繰返し試験で5000回の変位を与えた後も減衰性能は低下しなかった。case-3では、鉛プラグのゴム層への流出に伴う内部鋼板の曲がり確認できる。また、case-2と同様にスプリングの素線が鉛プラグ

内に侵入していることが確認できる。鉛プラグについては、部分的な亀裂が認められた。繰返し試験後の性能に関しては、等価剛性および等価減衰定数ともに初期値に対して上昇傾向にあり、素線の鉛内への侵入が影響していると思われる。case-4 および case-5 は、鉛もスプリングも健全な状態であった。

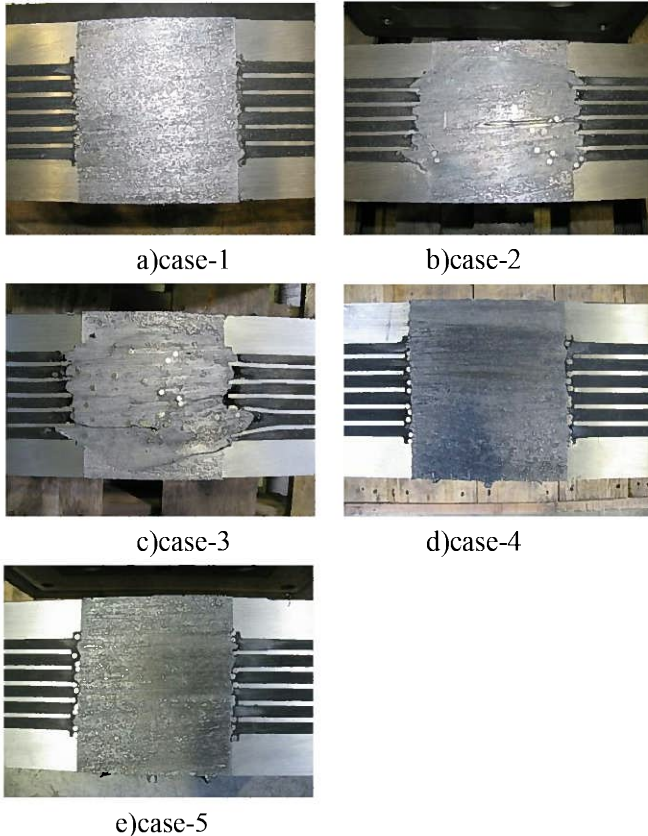


写真-1 加振後の鉛プラグの状況

5. まとめ

試験結果より、以下のように考察できる。

- ① SPR は、出荷検査における繰返しせん断試験（せん断歪み 175%×11 回）では、鉛およびスプリングとも健全な状態を保っている。
- ② せん断歪み 70%×5000 回によるせん断疲労試験では、せん断疲労の影響によりゴム層に鉛の一部が侵入した。しかし、減衰性能は十分確保されていた。
- ③ 大地震を想定したせん断歪み 250%によるせん断試験では、鉛に亀裂およびゴム層への流出が確認されたが、免震性能は保持している。
- ④ せん断ひずみ 20%によるせん断疲労試験では、鉛、スプリング共に健全な状態であり、スプリングの有効性が確認できた。

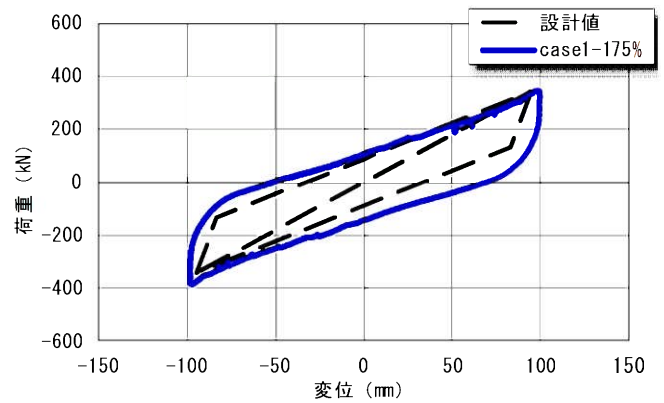


図-2 case-1 における履歴曲線

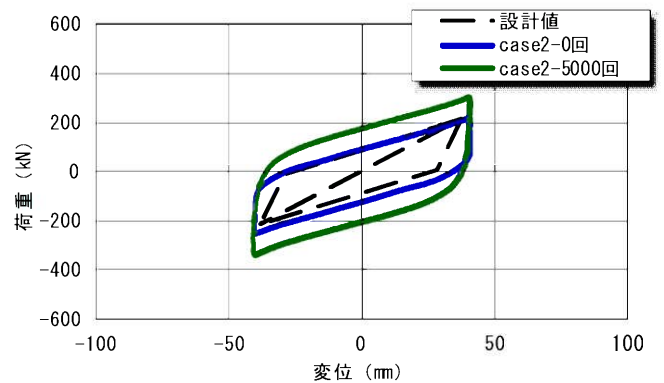


図-3 case-2 における履歴曲線

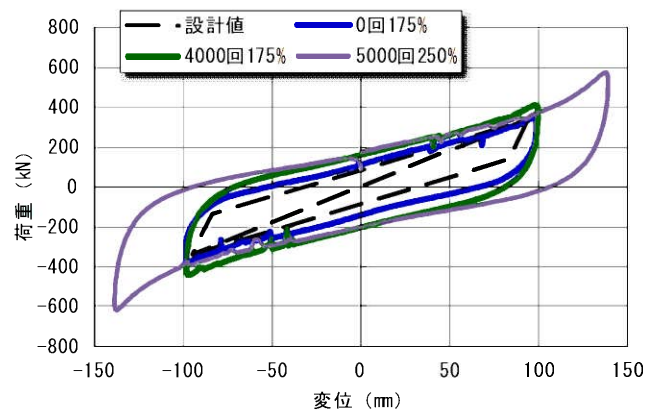


図-4 case-3 における履歴曲線

【参考文献】

- 1) 林 訓裕, 足立 幸郎, 甲元 克明, 八ツ元 仁, 五十嵐 晃, 党 紀, 東出 知大: 経年劣化した鉛プラグ入り積層ゴム支承の残存性能に関する実験的検証, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 70, No. 4, pp. I_1032-1042, 2014.