

高減衰積層ゴム(HDR)試験体の力学特性評価に関する実験と研究

九州大学大学院 学生会員 ○朴 敬勲

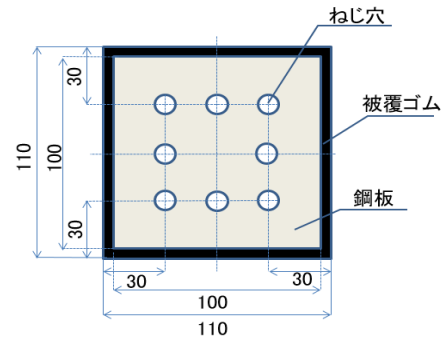
九州大学 学生会員 藤原 祐貴

九州大学大学院 フェロー会員 松田 泰治

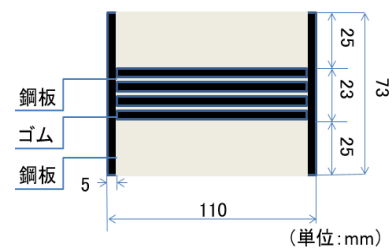
九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震が発生し、道路橋などの土木構造物への甚大な被害が生じた。それに伴って、橋梁の支承やその他の歴史的構造物に対して免震構造や免震装置が用いられるようになり、人々の関心を集めている。免震装置のひとつとしてゴムにカーボン補強性充填剤を混入させ、ゴム支承自体に高い減衰性能を持たせた高減衰積層ゴム支承がある。一体型であるため、構造が単純なものとなり、メンテナンスや価格の面で他の免震装置に比べて有利になることで注目されている。免震装置の選択の幅を広げ、安価で将来にわたり使われる免震構造物を建設していくためには、高減衰積層ゴム支承の力学特性の各種依存性や、それらが地震応答に与える影響を明確にしていくことが重要である。本研究では積層ゴム試験体を用いた動的試験を行うことで、高減衰積層ゴム支承の力学特性を把握し、特に最大経年ひずみ依存性について検討を行った。



(a) 平面図



(b) 断面図

図-1 試験体概要

2. 積層ゴム試験体を用いた動的実験

(1) 試験概要

高減衰積層ゴム試験体に対して、構造物の死荷重相当の鉛直荷重を考慮した動的試験を実施した。油圧ジャッキにより鉛直方向に荷重を作用させながら、アクチュエータによって、せん断変形を与えた。試験結果より、高減衰積層ゴム支承が持つ力学特性について把握し、最大経年ひずみ依存性が高減衰積層ゴム支承に及ぼす影響について検討する。

(2) 試験体概要

今回試験で用いた試験体の概要を図-1に示す。110mm×110mm×73mmでゴムのせん断弾性係数は0.8N/mm²である。厚さが25mmのSS400鋼板に挟まれ、試験体内部には2.3mmの補強鋼板が3枚と4mmの高減衰ゴムが4層に積層されておりその周りを内部保護のためゴムが覆っている。

(3) 試験装置

図-2に実験に用いた20kNハイブリットアクチュエータを示す。本試験機を用いて変位制御により加振を行った。荷重はアクチュエータに内蔵されているロードセルを用いて計測した。また、試験体には構造物の死荷重を想定した60kN(面圧6N/mm²)の鉛直荷重を作用させ加振を行った。ロードセルを用いて鉛直荷重を計測した。



図-2 20kN ハイブリットアクチュエータ

(4) 加振条件

試験体は3体使用する. 加振ケースを図-3に示す. 3体とも STEP1 → STEP2 → STEP3 → STEP4 の载荷条件で試験をする. 0.5Hz の正弦波により加振する. また, すべてのせん断ひずみケースにおいて, 5回加振を行う.

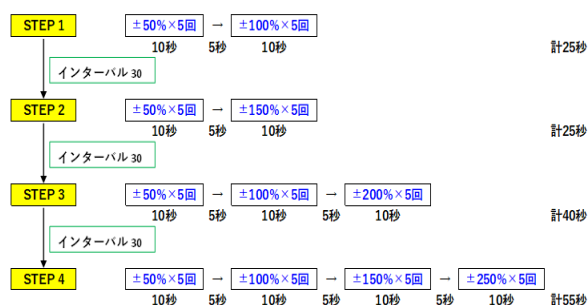


図-3 加振ケース

(5) 試験結果

図-4にNo.2試験体の履歴曲線の重ね書きを示す. 各断ひずみで5回載荷した際の経験するひずみレベルにおいては1波目から2波目にかけて大幅な荷重低下が認められた.

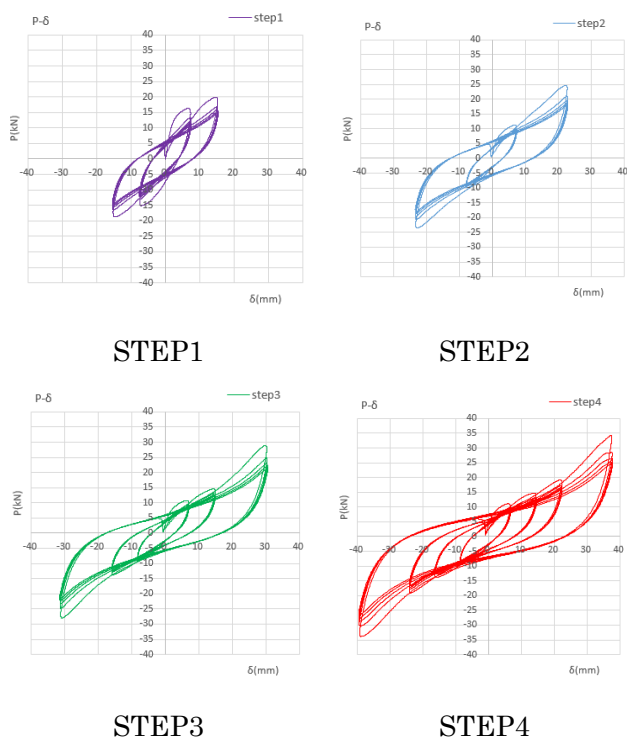


図-4 履歴曲線

No.2の試験体についてせん断ひずみ50%の等価剛性を評価した. 試験で得られた履歴曲線の等価剛性 K_{eq} を式(1)を用いて算出した.

$$K_{eq} = \frac{F(D_{max}) - F(D_{min})}{D_{max} - D_{min}} \quad (1)$$

ここで

K_{eq} : 等価剛性

F_{Dmax} F_{Dmin} : 最大復元力 最小復元力

D_{max} D_{min} : 最大変位 最小変位

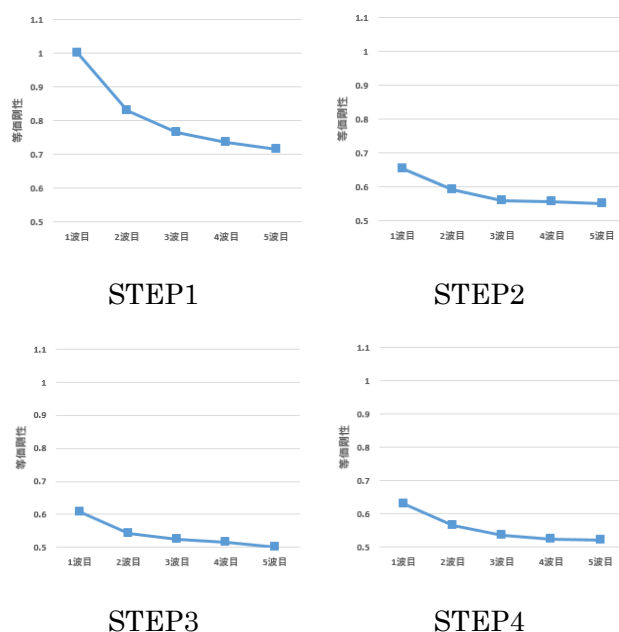


図-5 標準化等価剛性比較(せん断ひずみ50%)

図-5に標準化等価剛性比較を示す. 各STEPにおいて50%のケースを比較した. 履歴曲線から分かるように経験したせん断ひずみの大きさに依存して剛性の変化が認められたため, No.2の試験体においてせん断ひずみ50%の等価剛性を算出して整理した. STEP1の1波目の剛性に対して100%を経験したSTEP2では34%の剛性低下が認められた. 150%を経験したSTEP3では39%, 200%を経験したSTEP4では37%の剛性低下が認められた. STEP4ではSTEP3に対して著しい低下は認められなかった. 加振ケースが進むにつれて等価剛性が低下している傾向を示しており, 等価剛性の低下には, 加振前に経験したせん断ひずみの大きさが大きく関係していると考えられる.

3. まとめ

本研究では高減衰積層ゴムの最大経験ひずみ依存性を確認した. 同じ加振せん断ひずみであっても過去に経験した最大せん断ひずみの大きさによって復元力特性が異なることが実験的に明らかになった.

謝辞: 本研究はHDR研究会と共同で行った研究成果の一部である.