

せん断ひずみを与えた積層ゴム支承の圧縮載荷時に得られた AE 特性に関する研究

立命館大学大学院 学生会員 ○加治木 悠斗
株式会社ビー・ビー・エム 正会員 植田 健介
立命館大学 フェロー会員 伊津野 和行
立命館大学 正会員 川崎 佑磨

1. 研究背景

1995年の兵庫県南部地震以降、橋梁に積層ゴム支承（以下、ゴム支承と記す）が積極的に採用された。しかし、20年以上が経過し、2011年の東北地方太平洋沖地震や2016年の熊本地震においてゴム支承の破断が報告された。地震後にゴム支承が受けた内部損傷はその周囲を被覆ゴムで覆われていることから、目視などにより内部損傷を把握することは困難である。また、供用しながらゴム支承の健全性を把握することは難しく、定量的な評価方法が無いのが現状である。

そこで本研究では、AE（アコースティック・エミッション）法の適用を考えた。複数のゴム支承に段階的にせん断ひずみを与えて、それらに対して交通振動を模擬した繰返し圧縮載荷試験を行い、試験中にAE計測を行った。得られた結果より、AE特性によるゴム支承内部の損傷評価について検討した。

2. 研究概要

本研究で用いた供試体は、天然ゴムを使用した天然積層ゴム支承（以下、RBと示す）である。同じ諸元を有する荷重未載荷の供試体3体に対して表-1のようにせん断試験を行った。1つ目の供試体にせん断ひずみ100%、2つ目の供試体にせん断ひずみ200%、3つ目の供試体にせん断ひずみ300%を加振し、加振回数は5回とした。これらの供試体に対して繰返し圧縮載荷試験を行い、AE計測を行った。荷重値は、ゴム支承の一次形状係数によって決まる許容最大応力度 σ から算出した値とし、図-1のように死荷重相当の値として最低荷重値153.6kNを加え、そこに105.6kNを100%としたときの10%、20%、50%を加えた荷重値164.2kN、174.8kN、206.6kNを最大荷重値として圧縮載荷を10回繰り返した。そのうち50%の繰返し圧縮載荷試験の結果について述べる。

表-1 せん断試験概要

	せん断ひずみ	加振回数
供試体①	100% (±35mm)	5回
供試体②	200% (±70mm)	5回
供試体③	300% (±105mm)	5回

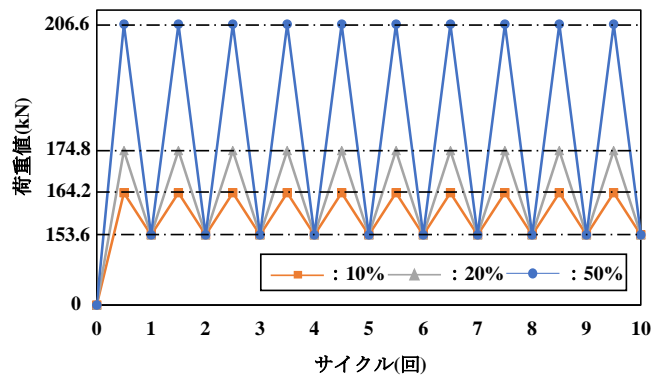


図-1 繰返し圧縮試験の概要

3. 実験結果

3. 1 せん断試験

せん断履歴曲線を図-2から図-4に示す。図-4のせん断ひずみ300%は、レベル2地震動に対する設計上の許容変位に相当するせん断ひずみ250%を超えている。

3. 2 AE計測

AE計測結果として、AEヒット数とAEエネルギーの時刻歴変化に着目した。AEヒット数はAEセンサが弾性波を検出した数であり、発生したAE現象の多少を示す。AEエネルギーは包絡線波形の面積を表し、発生したAE現象のエネルギーを相対的に比較する。ここでは50%繰返し圧縮載荷試験の結果に着目してAE計測結果を示す。

図-5から、せん断ひずみが100%、200%、300%と増加するほど、検出したAEヒット数が増加してい

キーワード アコースティックエミッション, AEパラメータ, せん断試験, ゴム支承

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学理工学部環境都市工学科

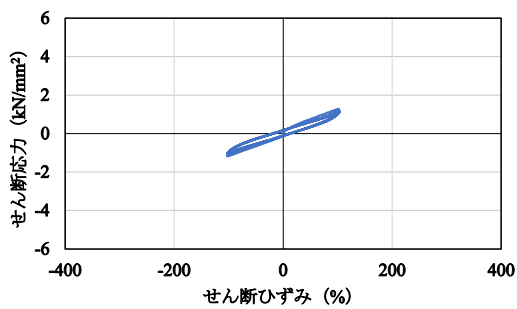


図-2 せん断ひずみ 100%の履歴曲線

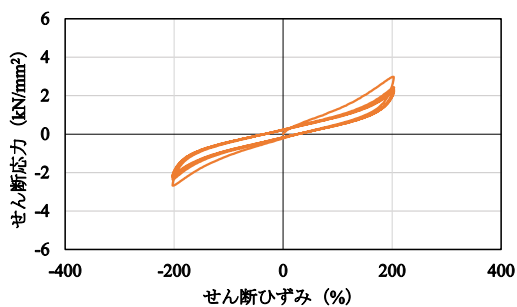


図-3 せん断ひずみ 200%の履歴曲線

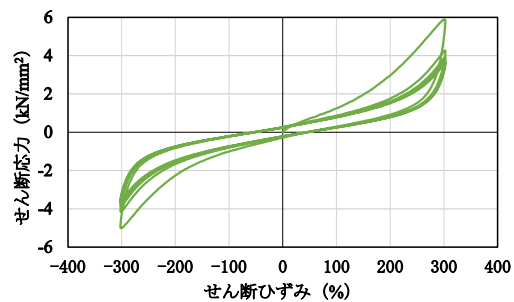


図-4 せん断ひずみ 300%の履歴曲線

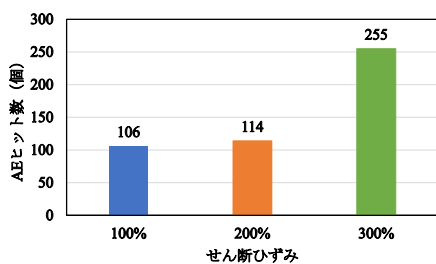
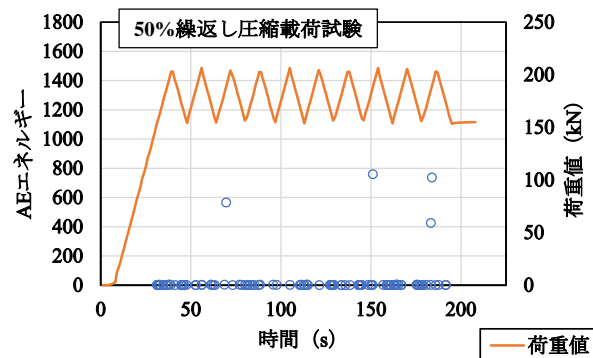
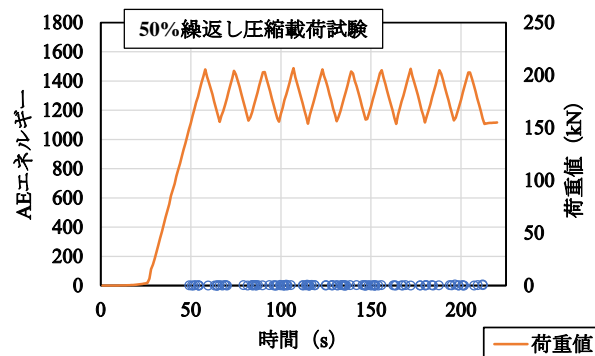
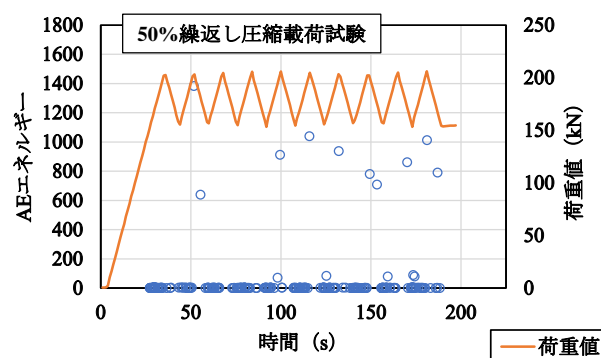


図-5 各せん断ひずみの AE ヒット数

ることがわかる。特にせん断ひずみ 300%では、せん断ひずみ 100%, 200%の 2 倍以上の検出数を示している。せん断ひずみ 300%はせん断ひずみ 100%, 200%と比較して、内部に損傷を蓄積していると考えられる。

図-6 から図-8 の AE エネルギーの結果では、せん断ひずみ 300%はせん断ひずみ 100%, 200%よりも、高い AE エネルギーの検出が確認されたが、その差はわずかである。したがって、AE エネルギーの値と内部損傷の相関の検討を今後も進める予定である。

図-6 せん断ひずみ 100%
AE エネルギーの時刻歴変化図-7 せん断ひずみ 200%
AE エネルギーの時刻歴変化図-8 せん断ひずみ 300%
AE エネルギーの時刻歴変化

以上より、AE ヒット数からはせん断ひずみ量によって差が見られた。今後、検出された AE 波形の波形分析やゴム支承の切断面の微視的観察を行い、検出された AE 特性と内部損傷の相関について分析を進める。

謝辞

本研究の実施にあたり、JSPS 科研費 JP20K04672 の助成を受けた。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋支承便覧，p.221-234，2018.12