

シリコーンゴムを使用した免震ゴム支承に関する基礎的研究

埼玉大学 正会員 ○党 紀
 埼玉大学 非会員 佐野 智哉
 埼玉大学 学生会員 原田 尚樹
 埼玉大学 学生会員 福澤 啓太

1. 研究の背景と目的

首都直下型地震や南海トラフ地震などの大規模な地震が発生すると予想されている現在、耐震性の向上や免震構造の普及などの対応が求められる。1995年の兵庫県南部地震以降、免震構造の採用が増加した。しかし、供用が始まってから30年近くが経過し、積層ゴム支承に用いられるゴム材は温度変化やオゾンなどの環境劣化因子による劣化で、供用年数の増加とともに性能が低下する恐れがある。廣畑らは、一連の劣化促進実験を行い、環境劣化因子(オゾン、温度)およびひずみが天然ゴム支承の表面き裂発生に及ぼす影響について検討し、き裂の発生促進の条件を明らかにした¹⁾。また、耐オゾン性に優れる被覆ゴムの開発等も進んでいるが、環境劣化因子に耐性を持つ支承の開発は課題の一つである。

環境劣化因子に対して優れた性能を持つゴム材にシリコーンゴムがある。シリコーンゴムは、機械的特性において天然ゴムに劣るが、耐候性に優れる材料である。また、難接着性材料として知られ、異種材との接着の際には難接着性材料用接着剤や表面処理する必要がある。土木の実用例として、補修用シールなどの活用がある。国内での生産が可能である事や、透明色である点なども優れていると考え、新材料として免震支承構成することを提案する。

本研究では、免震支承の新材料としてシリコーンゴムを用いたゴム支承の提案と、その力学的特性を調べることを目的とする材料試験と載荷試験を行い、免震支承としての実用化を検討する。

2. 材料試験

シリコーンゴム(KE-1316)を用いて7号形試験片を作成した。試験片には、10mmの幅で標点を記入し、この標点間距離からシリコーンゴムの伸びを測定する。50mm/minの速度で引張試験を実施した。その様子を図-1に示す。標点間伸びあたりの応力度を図-2に示す。実験結果では、破断伸びは690%、応力度は5.7N/mm²であった。ゴム材料の場合、破断伸びの基準値が450%~600%であり、応力度の基準値が15N/mm²以上である。

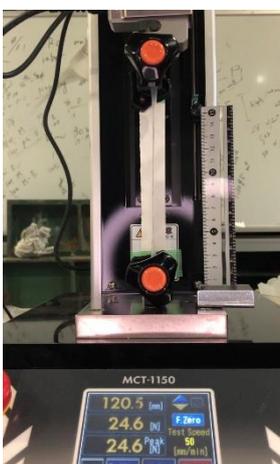


図-1 引張試験の様子

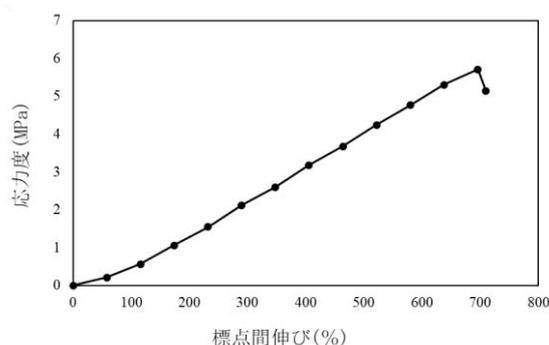


図-2 標点間距離あたりの応力度

表-1 供試体諸元

平面寸法(mm ²)	100×100
等価せん断弾性係数	0.16
ゴム層数	4
ゴム厚(mm)	2
内部鋼板数	3
内部鋼板厚(mm)	1
1次形状係数	12.5
2次形状係数	12.5

キーワード シリコーンゴム, 免震, ゴム支承, 引張試験, 載荷実験, 変形性能

連絡先 〒330-8570 さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学理工学研究科 dangji@mail.saitama-u.ac.jp

3. 载荷実験

供試体諸元は表-1の通りである。鉛直方向に面圧 6 MPa 相当の 60kN の荷重をかけた状態で、漸増繰り返し载荷試験を実施する。繰り返し回数は 3 回である。

履歴曲線を図-3 示す。積層ゴム支承の履歴曲線ではせん断ひずみ 250%で $1.8\text{N}/\text{mm}^2$ 程度であるが²⁾、本実験のシリコンゴムでの供試体では、250%で $0.5\text{N}/\text{mm}^2$ であった。ゴム材料試験結果では、引張強度が天然ゴムの基準値を下回る結果となったことから、これらの関係を検討する必要がある。

せん断ひずみごとの等価剛性を図-4 に示す。せん断ひずみ 250%まで 0.2 の安定した結果になった。せん断ひずみ 300%の供試体の破壊に伴って急激な低下が見られた。

せん断ひずみ 250%時の様子を図-5 に示す。シリコンゴムの突出や接着剤が壊れる音の発生や鋼板とシリコンゴムの剥離が顕著に見られた。また、接着面が壊れたことにより鋼板とシリコンゴムのずれも発生した。履歴曲線には大きな影響が現れなかったが、供試体の外側部分の接着が壊れても内側の接着が維持されていることや、鉛直荷重がかかっていることである程度拘束されていることが影響していると考えられる。

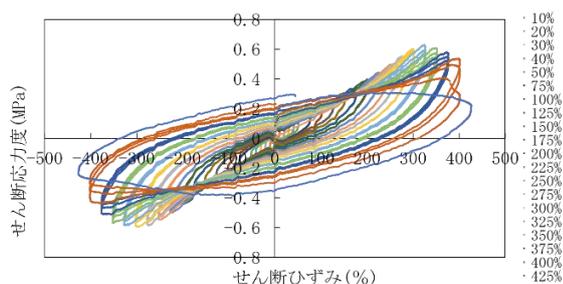


図-3 実験結果（履歴曲線）

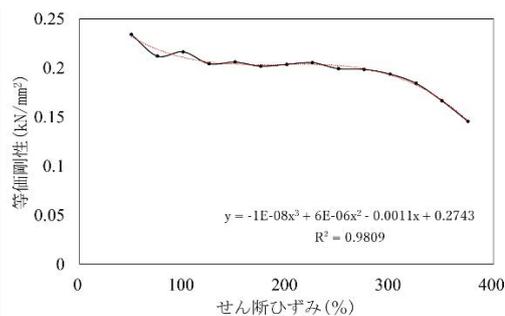


図-4 実験結果（等価剛性）

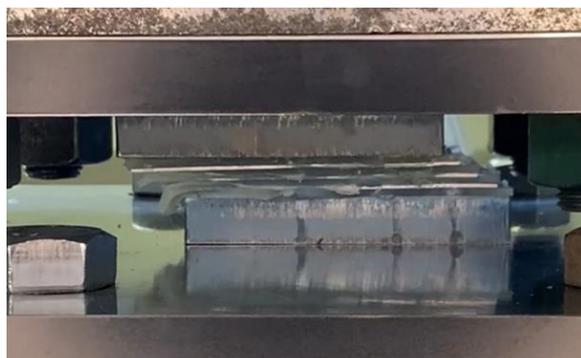


図-5 载荷中の供試体の様子

4. 結論

本研究では、シリコンゴムを用いて引張試験及び積層ゴム支承供試体のせん断実験を行い、以下の知見を得られた。

- 1) 引張試験より、KE-1316 は破断伸びがゴム支承の基準値より上回り、応力度が下回った。
- 2) 载荷実験の結果から、せん断応力度が既存の免震支承より低い値が得られた。他のシリコンゴムの伸び%や引張強度がどの程度影響するのかを調べる必要がある。
- 3) 供試体の破断状況から、接着部分の剥離が確認された。接着方法の改善や接着強度を大きくする方法を検討する必要がある。
- 4) 橋梁用支承として用いるには、シリコンゴムの種類や配合、作成方法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 廣畑幹人, 伊藤義人, 汪深: 環境劣化因子とひずみによる天然ゴム支承のき裂発生による基礎的研究, 構造工学論文集, Vol. 61A, 2015.
- 2) 公益社団法人 日本道路協会 道路橋支承便覧, 2017