

クロロプレンゴムの圧縮非回復クリープひずみに関する研究

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○北爪 寿明
群馬工業高等専門学校 正会員 田中 英紀

1. はじめに

1995 年以前の橋梁支承には鋼製支承を利用してきた。しかし、兵庫県南部地震により、変形することを許さない鋼製支承は作用力が増大し、やがて耐えられなくなり破損する問題点が浮かび上がってきた。そのため、支承部には変形することが可能な積層ゴムを利用した免震橋が普及しつつある¹⁾。免震構造は、構造物に伝わるゆれを大きくゆっくりしたものに変える構造系の長周期化と、地震エネルギーを吸収する高減衰化の二つの特性を持つ。また、ゴム支承には大きく二つの機能が要求される。一つは上部構造を支え、鉛直荷重に耐える機能である。次に地震時における水平変位に対する免震機能である。よって、免震ゴム支承の重要な項目である横方向荷重に対する免震効果を評価する際に、鉛直荷重によって発生するクリープが横方向の免震効果に与える影響を把握する必要がある。

2. 研究目的

実際に扱われる積層ゴム支承においては、地震時に発生する水平荷重に対する免震効果を重要項目と判断するため、実験においても水平荷重を考慮したものが多くみられる。しかし、ゴム支承は橋梁の自重も常に支えているため、圧縮によるひずみも考慮する必要がある。そこで問題となる要素が非回復クリープひずみである。それを確認する手段として、短い圧縮時間でかつ一定温度で圧縮試験を行う方法が一般的である。しかし本来ゴム支承は長期間拘束されているものであるため、本実験ではクロロプレンゴムを長期間拘束し、その際に発生する非回復クリープひずみが基準値内に収まるかを確認するものとする。なお、設定する基準値は道路橋支承便覧²⁾より圧縮永久ひずみ 35%以下とする。

3. 実験概要

3.1 実験装置

実験で使用した実験装置を図-1 に示す。本実験で使用するゴム板は直径 80mm 高さ 80mm のクロロプ

レンゴムである。ゴム板は厚さ 20mm の鉄板にはさみ、荷重が均等にかかるように載荷する。変形の維持のため、鉄板にボルトが付属されており、載荷時に鉄板を固定することによりゴムの形状を維持する。計測するデータは鉛直方向におけるひずみであるため、ゴム板をはさんだ鉄板から二方向にアクリル板を張り出し、その張り出し部に変位計を設置した。

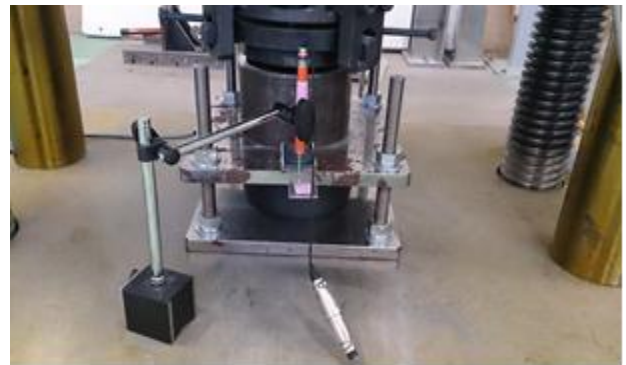


図-1 実験装置

3.2 実験条件

結果は変位-荷重曲線および変位-時間曲線で評価する。ゴムは変形が微小な場合に、フックの法則を適用することが可能である。そこで荷重-変位曲線（図-2）を作成し、傾きが一定であることを確認した。載荷する荷重においては、ゴムは断面積が変動するため、公称応力を用いて示すことができない。そこでゴムを単純なばねと想定し、フックの法則を使用する。想定する鉛直剛性モデルは東京ファブリック様の形式 HML30N を使用し、想定する荷重は谷津川橋の支承部にかかる最大荷重を使用した。

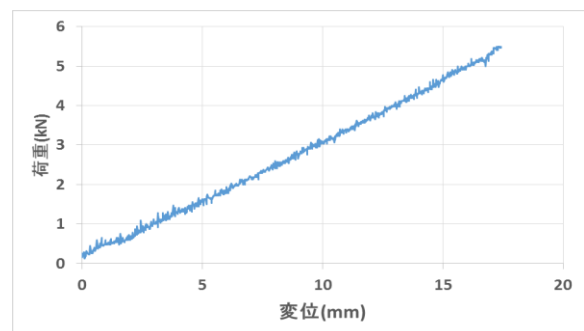


図-2 荷重-変位曲線

4. 実験内容及び結果

4.1 実験内容

載荷前のゴム板を図-3、載荷後、ボルトで固定した状態のゴム板を図-4、除荷後のゴム板を図-5に示す。本実験ではゴム板を鉄板にはさみ、万能試験機によって圧縮し、ボルトで状態を維持させる。そのまま長期間放置しておくことのできる温度変化の比較的少ない部屋に一定期間（本実験では112日とした）放置する。一定期間経過後、変位計を鉄板から張り出したアクリル板に固定する。固定していたボルトをはずし、荷重を開放して変位（回復量）を計測する。計測期間は除荷直後から約1日間細かくデータを取り、1分おきの変位が変わらなくなっていたら、データの間隔を伸ばし再度データを計測する。変位の変動がみられなくなるまで計測する。

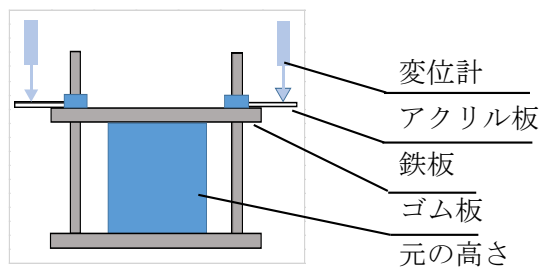


図-3 載荷前のゴム板

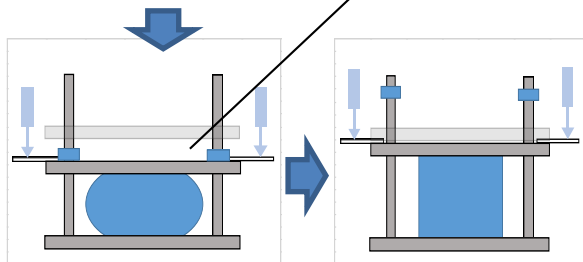


図-4 載荷時のゴム板

図-5 除荷後のゴム板

4.2 実験結果

載荷時における変位-荷重曲線を図-6、除荷後変形をしなくなるまでの変位曲線を図-7に示す。図に示す時間の単位は時間(hour)とする。除荷直後は一秒あたり0.01mm程度の変位が続いたが、翌日には一時間あたり0.002mm程度の変位となった。およそ二週間後には一時間あたりの変位が認められなくなり、その後変位が停止したとして計測を終了した。実験により求められた戻りきることのなかった変位は3.030mmであった。最大変位が17.428mmであるため、非回復クリープひずみは0.1739であった。

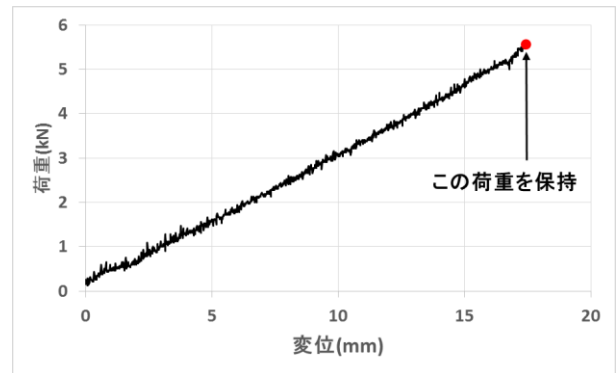


図-6 荷重-変位曲線

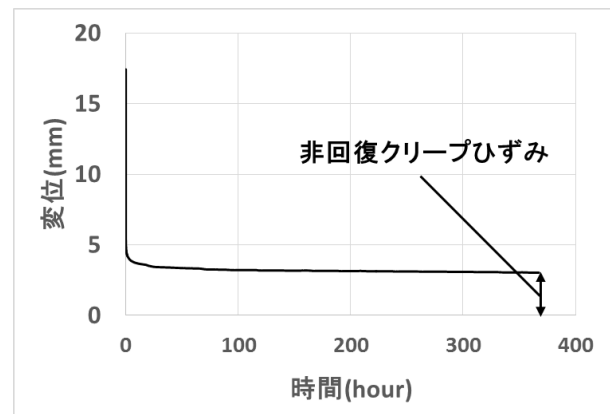


図-7 変位-時間 (hour) 曲線

5. まとめ

112日間という短い拘束期間においても非回復クリープひずみが約17%発生した。短い期間ではあるが基準値に収まっており十分条件を満たした。

6. 今後の課題

本実験で求められた結果は鉛直方向のものだけであるため、この非回復クリープひずみがクロロプレンゴムをせん断変形させた際にどれだけ影響があるか検討していく必要がある。また支承に使用されるゴムは数十年と長い期間拘束され続けるため、圧縮期間を増やしさらに長期間にわたり拘束した際の値も検討するべきである。

参考文献

- 1) 橋梁委員会、維持管理小委員会、支承便覧分科会「道路橋支承便覧の改定の概要」(参照：2015年10月)
http://www.road.or.jp/event/pdf/manual_revision.pdf
- 2) 日本道路協会「道路橋支承便覧」
2004年4月出版