

ゴムの圧縮試験方法の検討

○日本大学 正 村田 守 日本大学 西 恭一

1. 緒言

土木分野においても免震積層ゴム支承、落橋防止用緩衝ゴム、港湾の岸壁に付ける防舷材等ゴムを用いた製品はかなりある。変形性能、衝撃緩衝性能、最大衝撃力の推定等これらの製品の力学特性を解析的に推定しようとするれば、ゴムの材料特性、特に弾性率を知ることは必須である。現在、JISにより規定されている応力・ひずみ特性の求め方は、JIS K6254 のみであるが、これは圧縮で 20%、引張で 25%までの「低変形における」求め方を規定したものである。しかも、所定のひずみにおける弾性率、引張応力を計算する仕方の規定である。また、ここで規定された圧縮試験片は、厚さ 12.5mm、直径 29mm の円柱形状で、縦横比の非常に小さな、ずんぐりむっくりしたものである。そのため、大変形時には試験片上下端での支圧盤の拘束の影響を受け、一軸応力状態から外れる危険性が高い。上記の様なゴム製品、特に免震積層ゴム支承ではここで規定されたひずみよりも遙かに大きなひずみを受ける。

そこで、できるだけ端部の拘束の影響を受けずに、圧縮ひずみ 50%程度までの応力・ひずみ曲線、弾性率を計測できる方法を検討してみることにした。本報告は、この検討結果についての報告である。

2. 試験方法

2.1 供試体

試験片形状は JIS に倣い円柱形状とした。円柱状の試験片を圧縮する場合、図 1 に示すように、直径に対して高さが低いと端部で直径方向の伸びが拘束され樽状の変形をしてしまい、また、端部の影響を少なくするために高さの高いものとする、座屈してしまうという問題がある。そこで、目標とする圧縮ひずみを 50%として、端部の拘束の影響を最小限にできる試験片を模索するために、

表 1 に示すような試験片を用意した。材質は天然ゴムとした。



図 1 縦横比が小さい場合の樽状変形及び縦横比が大きい場合の座屈

表 1 供試体の種類

直径 D(mm)	70
高さ h(mm)	80,110,140

2.2 計測方法

変形の絶対量が大いことから、試験片側面の図 2 に示すような位置に白色のターゲットマークを取り付け、これの圧縮試験中の動きを家庭用 FHD カメラ（解像度 1920 × 1080pixel）で動画撮影し、試験後、画面中での動きを解析することにより変位量を算出した。

ひずみは図 2 に示すような 2 点の組合せの相対変位から算出した。

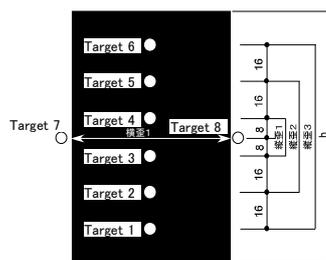


図 2 変位計測用ターゲットとひずみの定義

3. 試験結果

3.1 計測法の精度

図 3 にデジタルノギスを使って、この計測方法の精度を調べた結果を示すが、100mm の変位に対して、誤差はたかだか 0.2mm 程度である。

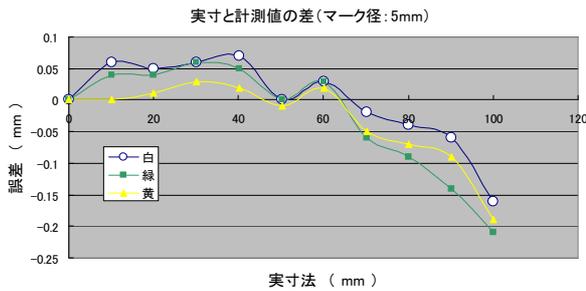


図3 FHD カメラを使用した変位計測法の精度

3.2 ゴムの計測結果

図4、5に供試体縦横比 $h/D=1.57$ および 1.14 の場合の、標点間距離の縦ひずみ（圧縮方向ひずみ）と公称応力との関係への影響を示す。これらより、クロスヘッド間の平均歪よりも、供試体中央部に取り付けたターゲット間での歪の方が大きいことがわかる。これは、端部での軸方向歪みが端部での摩擦による拘束を受け、変形しづらくなっていることによるものと考えられる。

$h/D=2.0$ のものでは、低荷重で座屈が発生してしまった。 $h/D=1.14$ のものでも、50%歪以下で座屈あるいは横倒れが起きてしまった。

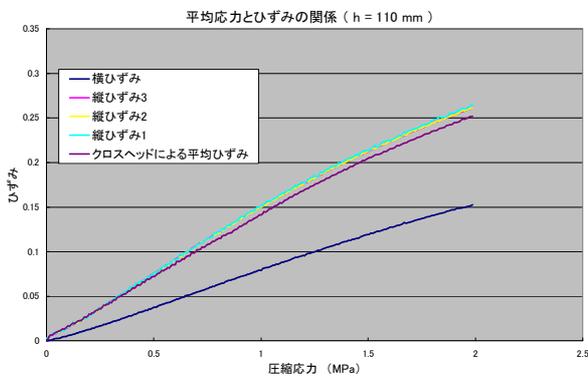


図4 応力～ひずみ曲線 ($h/D=1.57$)

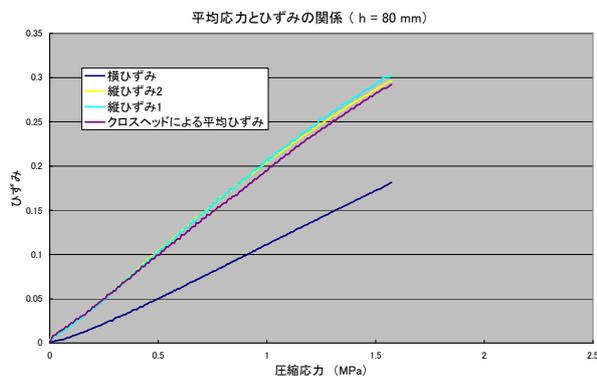


図5 応力～ひずみ曲線 ($h/D=1.14$)

図6に図4の接線剛性から算出した縦弾性率を示す。応力度 0.5MPa あたりから弾性率が大きくなっているが、端部拘束による影響かどうかは不明である。

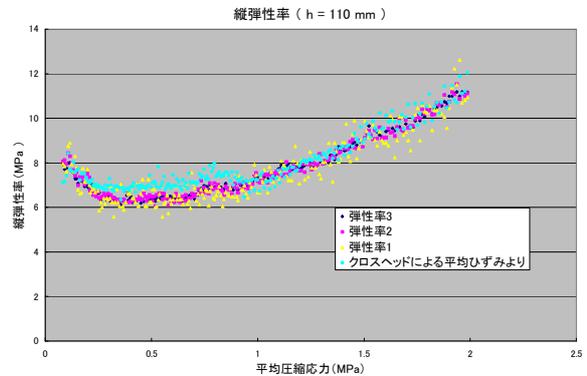


図6 縦弾性率と応力度の関係 ($h/D=1.57$)

図7にポアソン比の応力度による変化を示す。応力度の増加とともにポアソン比が大きくなって、 0.5 を超える結果となった。これは上下端の半径方向変形が拘束されることにより、中央付近の半径方向の膨らみが相対的に大きくなっていくためであると考えられる。 $h/D=2.0$ の円柱でも同様であった。

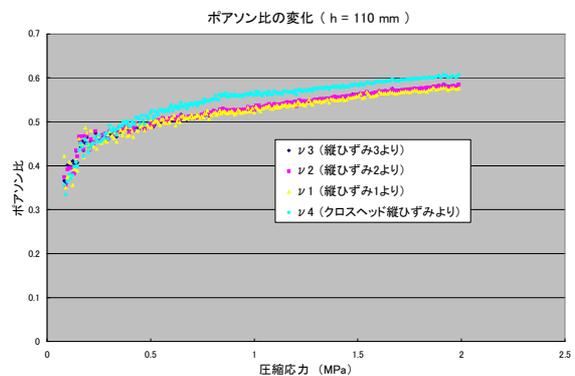


図7 ポアソン比の応力度による変化 ($h/D=1.57$)

4. まとめ

- (1) FHD ビデオカメラを使いゴムのひずみ計測を行った。FHD カメラでの測定精度は 0.2mm 程度であり、ゴムの変形計測には十分な精度がある。
- (2) 縦横比 $h/D=1.14$ の円柱でも、圧縮率 50% まで圧縮するのは難しい。
- (3) 端部拘束の影響と考えられるが、本試験法では、 $h/D=2.0$ の円柱でもポアソン比が 0.5 を超えてしまうという結果が得られた。