

ゴム材の応力-ひずみ関係に及ぼす载荷速度効果

東海大学大学院 学生会員 難波 達郎
 東海大学大学院 学生会員 水越 基貴
 東海大学工学部 正会員 近藤 博

1. はじめに

桁間衝突応力の軽減のために、ゴム緩衝材を設置する方法が提案されている。しかし、そのメカニズムの解明には静的载荷によって得られたゴム材の変形特性等が採用^{1)・2)}されているようである。ゴム材の速度効果に関して、伊津野ら³⁾は、周波数を変化させてゴム材の载荷実験を行ない、周期 20 秒から 0.2 秒の範囲では、载荷速度の影響はそれほど大きく現れないと述べている。しかし、川島ら⁴⁾は载荷速度 44mm/s と 0.44mm/s の 2 段階で载荷実験を行ない、高ひずみ域(ε=70%)での応力は、天然ゴムで約 36%、高減衰ゴムで約 70%大きくなり、速度効果があると述べている。

本研究は、载荷速度 1mm/min(以下、速度 S と記す)での静的試験と、重錘落下法を採用して、载荷速度 1m/s と 2m/s(以下、速度 H1, H2 と記す)で動的試験を行ない、载荷速度がゴム材の応力-ひずみ関係を及ぼす影響について検討した。さらに、供試体寸法や载荷面の摩擦が応力-ひずみ曲線に及ぼす影響についても合わせて検討したものである。

2. 実験装置と実験方法

(1) **ゴム製供試体**: 用いたゴム供試体は硬度 50 で、直径 25mm, 35mm の 2 段階、厚さ 10mm, 20mm の 2 段階である。

(2) **実験装置**: 図-1 は、静的载荷試験装置の概要である。ゴム材を载荷板で挟み、速度 S で圧縮し、荷重と変位を測定する。図-2 は、動的载荷試験装置の概要である。重錘(0.154kN)を所定の高さから自由落下させてゴム供試体に载荷する。そのときの動的荷重をセンサー棒(アルミ製弾性棒にひずみゲージを貼付けたもの)で、ゴム供試体の圧縮量をレーザー変位計で測定する。また、変形特性に及ぼす载荷板寸法の影響を調べるために、直径 50mm の载荷板での実験も行なった。さらに、载荷板端面の摩擦が、変形特性に及ぼす影響を調べるために、载荷板にグリースを塗布した実験も行なった。

3. 実験結果と検討

(1) 動的载荷試験の载荷速度変化

図-3 は、载荷板径 25mm, 速度 H1 でのゴム供試体(厚さ 10mm)の圧縮量-時間関係を示したものである。また、図中の直線は速度 1m/s での変位-時間関係である。図から、圧縮量 5mm 程度まで、ほぼ载荷速度 H1 でゴム供試体が圧縮されていることがわかる。よって、ひずみ約 58%まで、所定の速度で载荷されたと判断した。以後検討は、ひずみ 50%までで行った。

(2) 载荷回数の影響

ゴム材は载荷回数により変形特性が変化することが知られている。そこで、全ての供試体に、5 回载荷試験を行なった。図-4 は、载荷

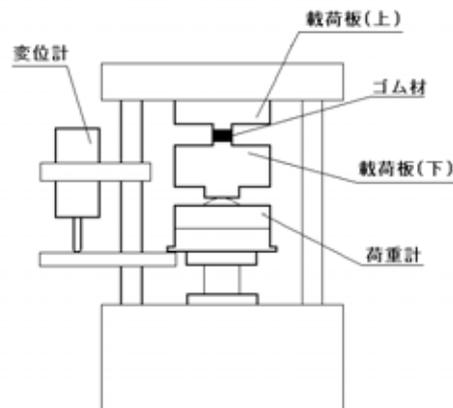


図-1 静的载荷装置の概要

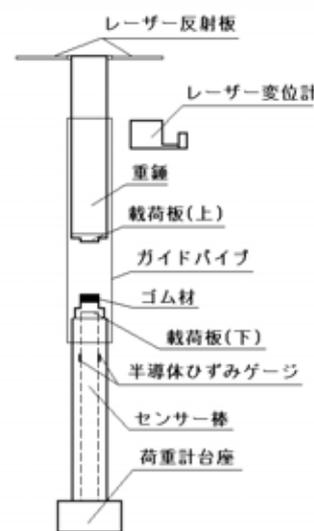


図-2 動的载荷装置の概要

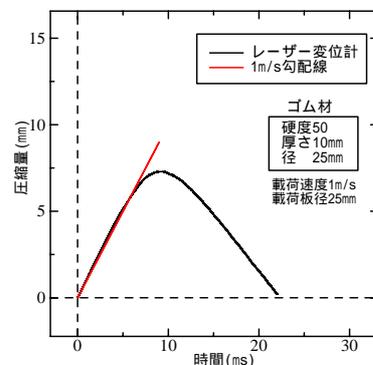


図-3 ゴム材の圧縮量と载荷速度

板径 25mm, 載荷速度 H1, ゴム供試体厚さ 10mm での, 載荷 1 回から 5 回目までの応力-ひずみ曲線を並べて示したものである。載荷 2~5 回目は, 1 回目に比べて, ひずみが 20% 以降で応力が小さくなるものの, 大きな差異は生じなかった。他の供試体での同様な結果が得られた。よって, 以後の検討は載荷回数 1 回目の実験結果を用いて行なった。

(3) 載荷速度効果

図-5 は, 厚さ 10mm のゴム供試体(載荷板径 25mm)を用い, 載荷速度 S, H1, H2 と変化させたときの応力-ひずみ関係を示したものである。静的試験の結果は除荷部についても示した。図から, 載荷速度が大きくなると, 応力-ひずみ関係が上方に移動することがわかる。ひずみ 30% での応力比は, 載荷速度 S, H1, H2 で, 1:1.5:2.4 となった。また, ひずみ 50% のときの応力比は, 載荷速度 S, H1, H2 で, それぞれ 1:1.7:3.3 となった。よって, ひずみが大きくなるほど, 載荷速度の影響が大きく生じることがわかる。また, ひずみ 30% 付近の, 弾性係数比は 1:1.7:2.6 となった。

(4) 載荷板の面積の影響

図-6 は静的載荷において, 同一寸法のゴム供試体に対して, 載荷板径 25mm, 50mm と変化させたときのものである。載荷板 50mm は載荷板 25mm に比べて, ゴム材の弾性係数が大きく計測された。これは, 載荷板面積が大きくなると摩擦の影響で, 変形が拘束され見かけの応力が大きくなるためと思われる。

(5) 載荷板の端面摩擦の影響

図-7 は静的載荷において, 載荷板端面にグリースを塗布したものと, 未塗布のものを並べて示したものである。グリースを塗布すると載荷板上の摩擦が減少し, ゴム材の弾性係数は小さく計測されることがわかる。これから, ゴム材の設置方法等を工夫する必要があることがわかる。

4. まとめ

- (1) ゴム材の応力-ひずみ関係は載荷速度に大きく依存する。
- (2) 桁間衝突のメカニズム解明には, 衝突速度に合った応力-ひずみ曲線を用いる必要がある。
- (3) 載荷 1 回目はそれ以降に比べて弾性係数が大きくなる傾向がある。
- (4) ゴム材は載荷板の面積が大きくなると摩擦の影響で見かけ上の弾性係数は大きく測定される。
- (5) 載荷板の摩擦を小さくするとゴム材の弾性係数は見かけ上小さく測定される。

参考文献

- 1) 潤田久也, 川島一彦, 庄司学, 須藤千秋: 高面圧を受ける直方体ゴム製耐震緩衝装置の圧縮特性の推定法に関する研究, 土木学会論文集 No.661/I-53, 71-83, 2000.10
- 2) 西本安志, 園田佳巨, 石川信隆, 彦坂照, 西川信二郎: 落桁防止用矩形形状ゴム緩衝材の設計法に関する一考察, 土木学会論文集 No.689/I-57, 355-360, 2001.10
- 3) 伊津野和行, 児島孝之, 鈴木亮介, 和田教志, 濱田譲, 吉野伸: ゴム材の圧縮変形を利用した地震時反力分散装置の開発, 土木学会論文集 No.563/I-39, 71-78, 1997.4
- 4) 庄司学, 川島一彦, 宇根寛, 剣持安伸, 長谷川恵一, 島ノ江哲: 緩衝材物性および載荷/除荷速度がゴム製緩衝材装置の応力 ひずみ関係に与える影響, 第 25 回地震工学研究発表会公演論文集, 1997.7

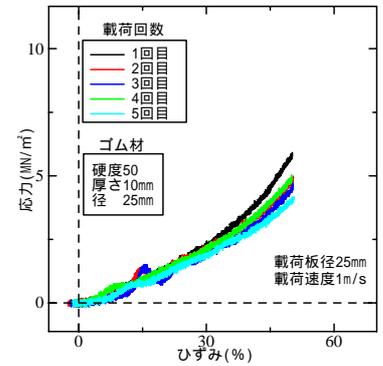


図-4 載荷回数の影響

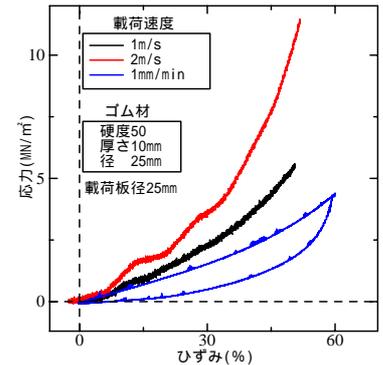


図-5 載荷速度の影響

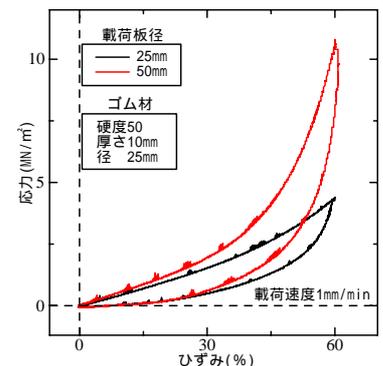


図-6 載荷板面積の大きさの影響

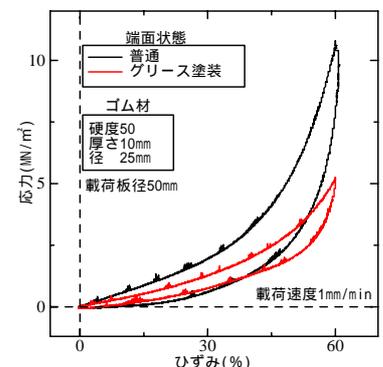


図-7 載荷板の端面摩擦の影響