

東京ファブリック工業(株)

福井 高爾

全 上

三 橋 一 二

全 上

正〇 渡 辺 富 夫

1. はじめに

橋梁用支承材としてのゴム沓のような弾性体では、支圧応力が同じでも中心部と周辺部の受ける応力は異なり、中心部の方が大きくなる。設計支圧応力を上げた場合は、中心部が受ける応力はより高くなり、ゴム材料及び沓台座コンクリートに与える影響も無視できないと思われる。従って、ゴム沓に課せられた今後の課題として、

(1) 中心部が受ける高い応力を均等に分布させて低減し、最大応力をどの程度下げることができるか。

(2) 桁の下面と沓台座との平行度誤差を沓本体の機能を損なわないで、どの程度吸収できるか。

がある。この課題を解決する一方法として、ゴム沓に作用する荷重を支圧面積全体に均等に分布させ、中心部に発生する最大応力を低くおさえ、また、桁と台座との平行度誤差を吸収し、なじみを良くする等の目的でゴム沓の上下面には変形し易く、且つなじみ易い特殊なゴム層(なじみ層)を設け、更に、ゴム部には横孔を設けた。以上のような加工を施したゴム沓を用いて剪断圧縮疲労試験を行なった(写真1)。以下、その試験結果について報告する。

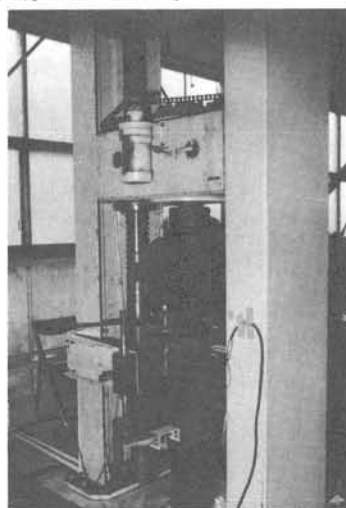


写真1 試験状況

2. 試験概要

本試験は、東京大学工学部大型構造物試験室において、引張圧縮50 TONの繰返し疲労試験機を用いて、前述の課題に資するため、現状タイプ、なじみ層を設けたタイプ、なじみ層と横孔を設けたタイプについて、それぞれ $\sigma = 70 \text{ kg/cm}^2$ の荷重を載荷して応力分布状態を比較した。次に、なじみ層と横孔を設けたことに因る耐荷性や機能性と使用材料の疲労度を確認する目的でゴム沓を傾斜板間に設置して、最大支圧応力 $= 70 \text{ kg/cm}^2$ と最小支圧応力 $= 50 \text{ kg/cm}^2$ の繰返し荷重を加え、鉛直歪と剪断変形を同時に発生させ、繰返し回数200万回の疲労試験を実施した。

3. 試験方法

3-1. 応力分布測定 応力分布の測定は50 TON アムスラー試験機により、所定の荷重を載荷し、圧力判別シート(富士フィルム: プレスケール)により応力値の最大を読み取った。

3-2. 疲労試験 疲労試験は写真1の疲労試験機により、図-1のようにゴム沓を取付け、応力振幅中と $70 \text{ kg/cm}^2 \sim 50 \text{ kg/cm}^2$ ($P = 42 \text{ TON} \sim 30 \text{ TON}$) で繰返し載荷し、その時の剪断変形量をゴム厚の50%~40%になるように傾斜板の角度を設定した。繰返し周期は4 Hzを基準に設定し24時間連続運転を行なった。

4. 試験結果

4-1. 応力分布 現状タイプ、なじみ層を設けたタイプ、なじみ層と横孔を設けたタイプの最大応力の分布を示すグラフが図-2、3である。なじみ層と横孔の相乗効果により、中心部に発生する応力値は現状タイプに比して約30%低減したことがわかる。また $\frac{1}{40}$ 傾け

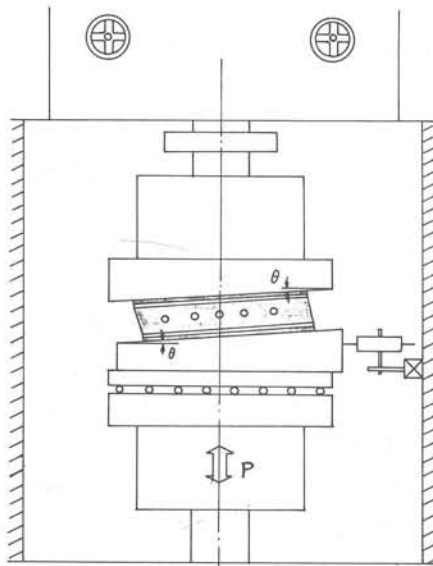


図-1 ゴム沓取付状態

て設定したゴム省においては、図-4のように応力分布が極端に偏っているのがなじみ層の効果により平均的に分布されることもわかる。

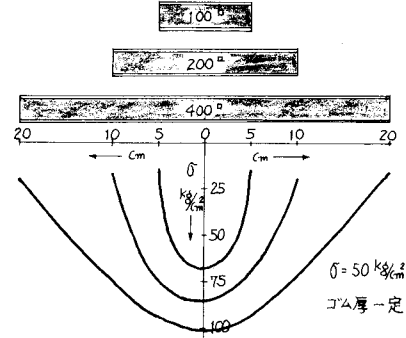


図-2 現状タイヤの応力分布

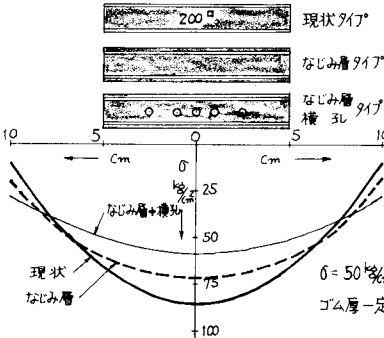


図-3 タイプ別の応力分布

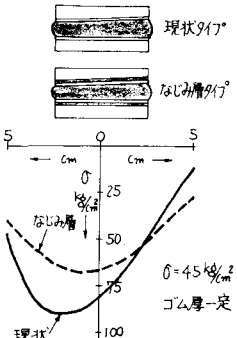


図-4 本実験時応力分布

4-2.疲労試験 疲労試験を行なう前と200万回試験後にそれぞれ物性、機能性を測定した。その測定値を表-1に示す。機能性については、ゴム省を静的に圧縮して圧縮力ー圧縮歪を測定し、次に静的に水平剪断させて、剪断力ー剪断変形を測定した。その結果、試験前後における圧縮性能は荷重上昇時でも下降時でも殆ど変化していない(図-5)。圧縮ばね定数($\sigma=70\text{kg/cm}^2$)についてみると、試験後が約1.5%上昇した。また剪断性能は剪断変形がゴム厚の30%程度までは前後共に剪断し難い傾向を示すがそれ以上はほぼ直線的になり一定の比例関係を示した(図-6)。剪断ばね定数は試験後の方が相対的に上昇しており、50%変形時において約5.7%となった。これは繰返し載荷によってゴムの硬さが増し、硬くなったことを示している。

5. まとめ

試験方法が圧縮と同時に剪断も作用し、実際の使用状態と比較しても周期が高い等、相当に苛酷な条件と考えられる。しかし、繰返し載荷時にみられる発熱現象もなく、ゴム材料の配合組成が適切であったことが明らかである。また、横孔を設けたことに因るゴムの位置別による疲労については、試験後解体し中心部や端面部から採取した物性値間に殆ど差はなく、外観観察でも亀裂や剝離等の損傷は発生しなかった。以上のような結果から本試験の課題に対して、

- (1) なじみ層と横孔の効果により中心部の最大応力が30%程度低減する。
- (2) 桁下面と台座との平行度誤差はゴム省の支圧面積および縦×横寸法の関係もあるため、一様には取扱えないが、なじみ層の厚さの $\frac{1}{2}$ 程度の誤差なら吸収することが可能である。

未だ、試験研究が未熟であり、本課題に対しても充分納得のいく結論に達しておらず、今後も試験研究を進めより一層経済的且つ機能効果の大きいゴム省の開発に努力するつもりであります。

最後に本試験を実施するにあたり、御指導いただきました東京大学工学部 山中講師、角講師、大嶋助手殿に深く謝意を表します。

表-1 試験前後のゴム物性、機能性

試験項目	単位	前	後	変化
硬 さ	度	60	65	+5
引張強さ	kg/cm^2	172	165	-4 %
伸 び	%	520	450	-13 %
圧縮ばね定数	ton/cm	170.1	172.6	+1.5 %
剪断ばね定数	ton/cm	1.92	2.03	+5.7 %
静的剪断弾性率	kg/cm^2	4.48	4.73	+5.6 %

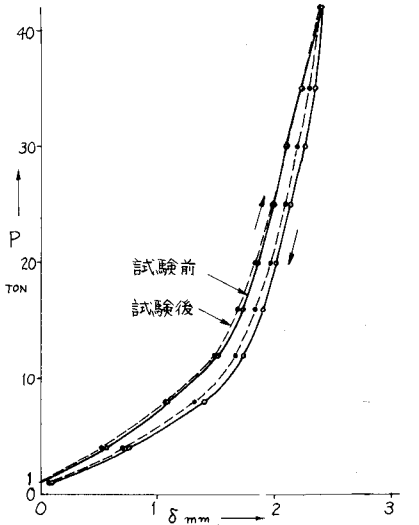


図-5 圧縮力ー圧縮歪

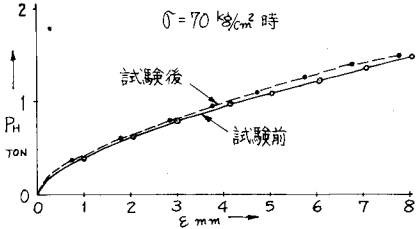


図-6 剪断力ー剪断変形