

1 はじめに

道路公団では、ゴム支承を名神高速道路当初より検討し使用してきたが、その使用範囲は、ゴムの物性の耐久性やオゾン等による劣化を懸念して限定されていた。ところが、昭和56～57年度に実施した東名・名神高速道路支承損傷調査によると、ゴム支承は損傷も少なく、維持管理面からも優れていることがわかった。そこで今後、ゴム支承の使用範囲を大反力、大変形支承にまで拡大し道路橋に使用すべく、建設現場より入手した新品ゴム支承を用いて、合成ゴム支承と天然ゴム支承の化学的・物理的性質を調べるとともに、性能試験および疲労試験によりゴム支承としての耐久性などを検討したものである。

2 試験概要

供試体の種類と形状、および試験方法を表-1に、また、試験装置を図-1に示す。

表-1 供試体・試験方法および試験結果一覧表

項目	分類	フッ素樹脂系合成ゴム			天然ゴム	
	製品名 供試体形状 (全て 60 ± 5mm)	フレンパッド N Rb・F 300×400 形状係数 $\delta = 6.1$	DSFパッド(ナイロン板) Rb・D 300×400 $\delta = 6.1$	DSFパッド(鋼板) Rb・D 300×400 $\delta = 6.1$	リンパ膏 400 ± $\delta = 6.1$	
試験方法						
極限圧縮試験	予備載荷 50 kg/cm^2 2 サイクル載荷後、 10 kg/cm^2 で破壊 まで載荷を継続 する。	新品支承 圧縮せん断 履歴支承 圧縮疲労 履歴支承	876 ± (700) kg/cm^2 918 (765) 918 (765)	851 ± (293) kg/cm^2 765 (638) 480 (400)	964 ± (803) kg/cm^2 825 (688) 975 (813)	300 ± (239) kg/cm^2 389 (310) 373 (297)
	極限圧縮せん断試験	鉛直荷重 50 kg/cm^2 を載荷し、 予備荷重として 50% のせん断 変形をさせる。水平方向に 1 サイクル載荷後、200% せん断 変形まで水平荷重を 載荷する。	水平荷重 22 ± 2 kg 34.4mm (200%) 変形 治具に接触、 中間補強材に残 留変形が生じた。 摩擦係数 $\mu = 0.37$	水平荷重 18 ± 2 kg 31.4mm (194%) 変形 治具に接触	水平荷重 18 ± 2 kg 34.2mm (200%) 変形 治具に接触	水平荷重 18 ± 2 kg 37.1mm (189%) 変形 供試体滑動 上下面の破損ゴ ムの一部にひびわれ $\mu = 0.29$
			一定せん断をずらす 50%、 繰返し圧縮応力振幅 15 ~ 45 kg/cm^2 、疲労回数 200 万回 45 日、周期 5 Hz	残留変形 5mm 鉛直変位 0.4mm	外観変化なし 鉛直変位 0.8mm	残留変形 8mm 鉛直変位 0.8 ~ 0.9mm

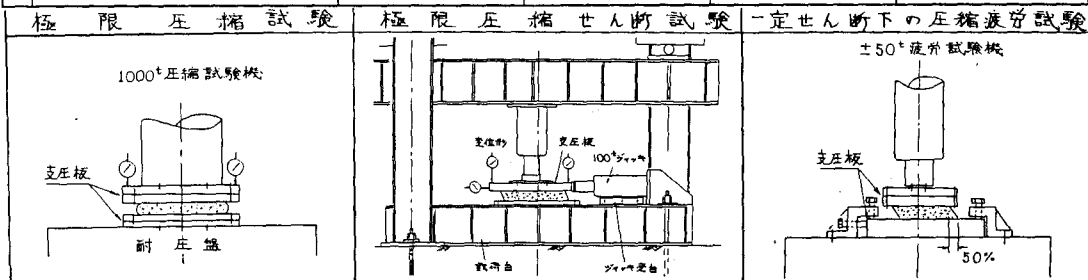


図-1

試験装置

3 試験結果と考察

試験結果の一覧を表-1に、極限圧縮試験における鉛直力ひずみ曲線を図-2に、また、極限圧縮せん断試験におけるせん断力ひずみ曲線を図-3に示す。(1)極限圧縮試験――破壊モードは、積層ゴム支承およびリング省とも中間補強材の破断により生じ、支承の破壊強さを決定するのは補強材の強さと考えられ、ナイロン板は鋼板に比べ安全率は低く極限荷重は小さくなったと思われる。また、荷重履歴支承のほうがかみずみやすく破壊しにくい傾向にあるのは、補強材とゴム間の接着が疲労および圧縮せん断荷重により弱くなったためであろう。(2)極限圧縮せん断試験――189～200%のせん断ひずみを支える水平荷重18.4～22tで、摩擦係数は0.29～0.37となりリング省以外は、十分な摩擦を有している。しかし、地震時の許容せん断ひずみ率15%ないし200%に達するまでに、上下のコンクリート板に供試体が接触するなど、実際は満足しない場合も考えられる。せん断ひずみ率 $\varepsilon=50\%$ および70%の時のせん断弾性係数 G を求めると、フレシパッドNはほぼ理論値 $G_0=8\text{ kg/cm}^2$ と一致している。しかし、DSFパッドは $G_0=10\text{ kg/cm}^2$ に対して $\varepsilon=50\%$ で $G=12.0\sim 12.2\text{ kg/cm}^2$ 、 $\varepsilon=70\%$ で $G=11.1\sim 11.2\text{ kg/cm}^2$ と理論値を上回っている。リング省は、理論値 $G_0=13.5\text{ kg/cm}^2$ に対して $\varepsilon=50\%$ で $G=11.0\text{ kg/cm}^2$ 、 $\varepsilon=70\%$ で $G=10.8\text{ kg/cm}^2$ と理論値を下回る結果となった。(3)圧縮疲労試験――支承表面温度は $6\sim 12^\circ\text{C}$ 程度変化し、荷重除去後に残留変形が若干生じたものの、4種類の支承にはき裂などの外観異常は認められなかった。また、試験前後の荷重変位に大差はなく、200万回程度の繰返し載荷には、十分な耐久性を有するものと思われる。

4 まとめ

①別途、JISに基づいて実施したゴムの組成分析と物理試験結果から、DSFパッドは合成ゴムと天然ゴムとのブレンドであることが判明し、物理的性質規格値を満足していない項目も2、あったが、全般的にいずれの支承とも化学的・物理的性質は、実用上ほとんど問題にならないと思われる。

②現在、道路橋支承便覧による支承能力 $\sigma=15\sim 50\text{ kg/cm}^2$ 、せん断ひずみ $\varepsilon=50\%$ の規定でもゴム支承は設計反力150t、支間4m程度までは使用できる。鉄道橋と同様に $\sigma=15\sim 80\text{ kg/cm}^2$ 、 $\varepsilon=70\%$ とすれば使用範囲はより拡大するであろう。しかし、その場合には、ゴム支承の中央部への応力集中を各部に均等化する方法の開発、大型ゴム支承の架設方法を考慮した構造細目、および省座の補強方法等を検討してからのこととなると思われる。

5 おわりに

昭和57年度までに道路公団や国鉄などで、種々のゴム支承に関する試験研究が行われているが、実物大でしかも現場から入手した製品を試験した例はほとんどなく、今回の試験はゴム支承の実態を把握する上で非常に意義があった。その中でまず第一に、設計条件の改訂よりもゴム支承の製品の質を向上せしめる必要性を痛感した次第であり、それが今後のゴム支承の積極的な採用につながり、建設から維持管理を含めたトータルコストでより効率化を計ることになるであろう。

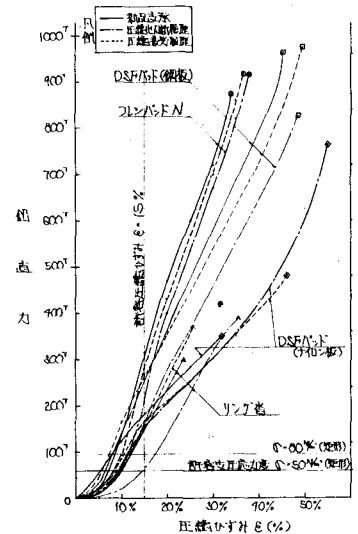


図-2 鉛直力ひずみ曲線

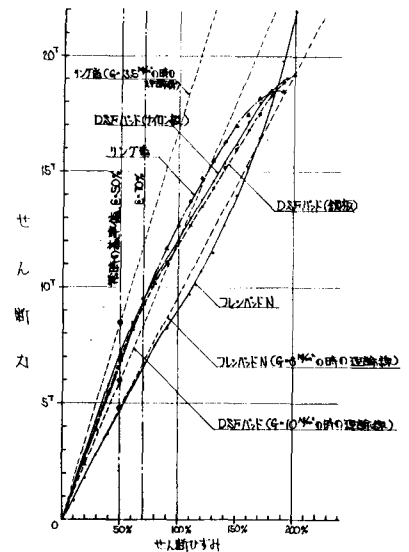


図-3 せん断力ひずみ曲線