

日本大学理工学部 正員 若下藤紀
日本大学大学院 後藤克繁

1 まえがき

我が国は世界でも有数の地震国である。そこで、橋梁の構造も耐震構造から免震構造への移行が進められている。免震構造とは、何らかの装置または機構を用いて構造物の地震応答を低減しようという構造である。また、免震装置として現在もっとも有力とされているのがゴム支承である。ゴム支承は、ゴムのせん断変形により地震時の慣性力を低減させること、構造物の固有周期を長周期化させることが可能である。ゴム支承の長大橋梁への使用に際し、大変形時における挙動については未解明な部分も多い。そこで、実橋レベルのモデルを用いて実験的にその挙動を調べることを今回の研究目的とした。

2 実験の概要

本実験に使用した供試体は、多径間連続橋を想定した実橋レベルのゴム支承である。鉛直荷重に対する耐荷能力を増すためにゴム層の中に補強板が3枚挿入されている。

実験は反力相当分の鉛直荷重300tを載荷した状態で、100mmまで10mm間隔に変位を増加させた。この際、支承表面に3軸ストレインゲージを貼付し、ひずみ値を測定した。ストレインゲージの貼付位置を識別するために図1に示すような名称を付けた。また、試験装置の構造を図2に示す。

3 試験結果

測定したひずみ値を用いて算出した主ひずみと変位の関係について、鉛直荷重載荷時を基準とした主ひずみ-変位図を図3に示す。ひずみ性状から、第1測定グループにおいて、ゴム厚の20%以内の変位では、1層のみが水平力に対する伸びを示している。続いてゴム厚の20%以降の変位から2層が水平力に対する伸びを示すという時間差が生じている。

このことからゴム厚の40%以内の変位においては設計上考えられているリニアな変形とは異なる階段状の変形を生じていることが判かった。

第3測定グループは第1測定グループと対称の挙動を示した。

4 補足試験

1) 実験概要

供試体は、前回の供試体をもとに設計したモデルである。(供試体サイズ:300×300mm ゴム厚:44mm)

供試体に反力相当分の鉛直荷重44tを載荷した状態で、40mm、80mm、100mmまで、5mm間隔に変位を増加させ、ひずみ値を測定した。

供試体の各変位とゴム厚との関係を表-1に示す。

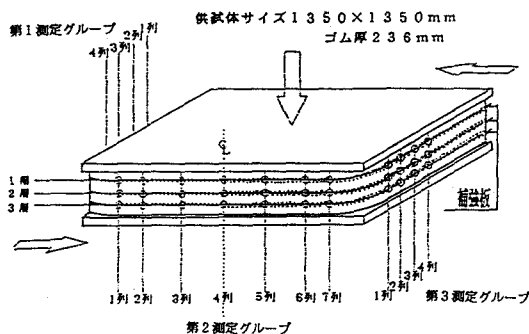


図1 ストレインゲージ貼付位置図

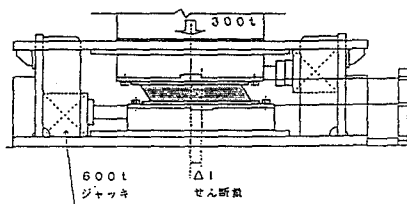


図2 試験装置構造図

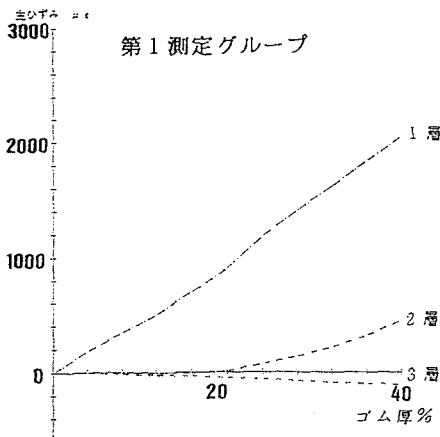


図3 主ひずみ-変位図

表-1 水平変位と供試体のゴム厚比

粒 (mm)	0 — 30 — 44 — 66 — 88 — 100
土層 (%)	0 — 70 — 100 — 150 — 200 — 220
層	露出層間の水平移動を妨げるための粒 露出層間の水平移動を妨げるための粒 露出層間の水平移動を妨げるための粒

(1) 実験により得られた荷重と変位の関係、及び理論線を図4に示す。荷重-変位の履歴曲線は、ゴム厚の150%以内の変位では理論線とほぼ等しい値を示している。しかし、ゴム厚の150%以降の変位ではゴムのひずみ硬化によるハードニング現象が起こり理論線とはその挙動が異なることが判った。

(2) 主ひずみ-変位図を図5に示す。ひずみ性状からゴム厚の80%以内の変位では、水平力に対する各層間の水平移動に時間差が生じている。ゴム厚の80%から150%の変位までは、各3層のひずみの増分はほぼ等しく、滑らかな変形を生じている。ゴム厚の150%以降の変位では1層のゴムが硬化を始め、主に2層のみが水平力に対する伸びを示している。また、ハードニング現象の発生は1層のゴム部分(特にコーナー部)に現れていた。

(3) 主応力-変位図を図6に示す。応力性状から、ゴム厚の80%以内の変位では各層間の応力伝達に時間差が見られる。また、ゴム厚の80%から150%の変位の間では、各層に一律の応力が伝達される滑らかな変形を生じているが、それ以降では、1層のゴムが硬化し、主に2層のみが水平力に対する応力の増加を示していることが判かった。

5 まとめ

本研究からゴム支承について以下のことが判った。

- ① ゴム厚の80%以内の変位では、各層間の水平移動に時間差が生じること。
- ② ゴム厚の150%以内の変位では、ひずみ性状、応力性状とともに線形を保ち、各層間の水平移動が等しい滑らかな変形を生じていること。
このことから従来の設計方針で問題のないことが確認できた。
- ③ ゴム厚の150%以降の変位では、応力性状、ひずみ性状とともに非線形となることが明らかになった。
- ④ ゴム厚の150%以降の変位では、ゴム支承コーナー部においては、ゴムの材料特性とされるひずみ硬化が補強板のスムーズな水平移動を妨げる働きを生じていることが認められた。この現象により、ゴム厚の150%以降の変位において、補強板の変形が支承に及ぼす影響については今後さらに検討を進める必要がある。

参考文献

1) 香川, 中村, 樺山: ゴム支承を用いた多径間連続橋の計画, 橋梁と基礎 91-6

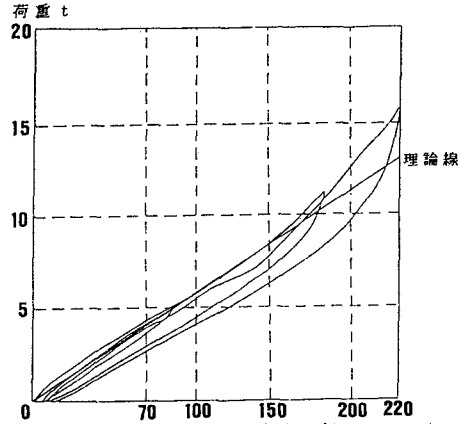


図4 荷重-変位の履歴曲線図(ゴム厚%)

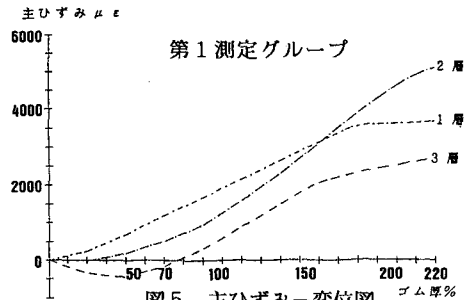


図5 主ひずみ-変位図

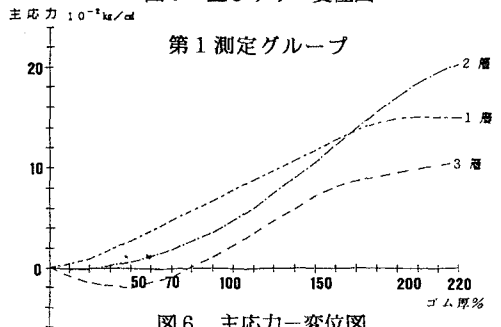


図6 主応力-変位図