

一定せん断変形状態における免震支承の鉛直引張実験
～E-ディフェンス実験に向けての免震支承の事前要素実験～

株式会社ブリヂストン 正会員 ○加藤 亨二
東京工業大学大学院 フェロー 川島 一彦

株式会社ブリヂストン 正会員 近藤 誠一
防災科学技術研究所 フェロー 中山 学

1. はじめに

実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)を用いた橋梁耐震実験の次世代型RC橋脚(高じん性繊維補強モルタルを用いたRC橋脚)の震動実験に先だって、写真 1 に示すようにRC橋脚上に免震支承を設置した震動実験が行われている。 ¹⁾ここでは、その震動実験に用いた免震支承を対象に行われた免震支承（超高減衰積層ゴム支承）の要素実験について報告する。

2. 対象とする免震支承と事前要素実験の条件

震動実験に用いた免震支承の基本諸元を表 1 に示す。表 1 に示す免震支承は、写真 1 に示すように実大模型に設置した時その等価固有周期が約 1.0 秒になるようにその諸元を定めたものである。震動実験を想定した事前解析によれ

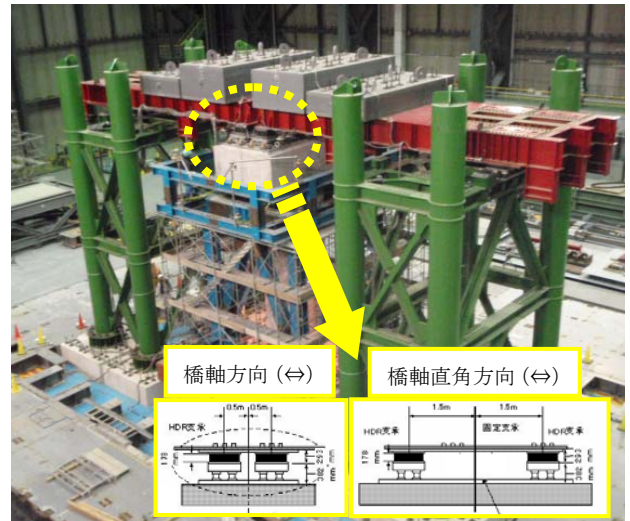


写真 1 免震橋梁模型

は、免震支承には水平 2 方向のせん断力が作用するとともに、鉛直方向に大きな引張力（上揚力）が作用すると予想された．橋梁に用いる積層ゴム系支承の許容引張応力度は $1.6 \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$ とされている²⁾が、その引張限界を確認した実験は少ない．事前の要素実験は、震動実験に用いる免震支承の性能を確認することと、震動実験で鉛直方向に大きな引張力が作用しても安全に震動実験を行うことができるかを確認するために、表 2 に示すような条件で行った．鉛直引張力と一定せん断変形量は、事前解析結果を参考に定めた．表には示さないが、橋梁に用いる免震支承の品質管理試験であるせん断ひずみ 175% 相当の正負交番載荷実験と繰返し圧縮試験は震動実験に用いる免震支承全てに対して行っている．ここで紹介する実験は、それらの免震支承と同時に製作された事前要素実験用の免震支承を用いて行ったものである．

3. 免震支承の鉛直引張実験

鉛直引張実験は、鉛直方向の引張力を数回繰返し載荷し、その前後でせん断性能の変化を確認する繰返し引張実験と、鉛直方向の引張破断限界を確認する引張破断実験の 2 種類についてそれぞれ別供試体を用いて実施した（表 2 参照）。繰返し引張実験は、せん断性能の変化を比較するための供試体も用意したため、合計 3 体の供試体を用いて実験を実施した。

繰返し引張実験の結果を図1に示す。許容引張力 (2.0N/mm^2) の約2.75倍の引張力 (約 5.5N/mm^2) を

表 1 免震支承供試体の仕様

供試体No.	No. 1	No. 2	No. 3
ゴム種	HDR-S (G10)		
有効平面寸法	□400mm		
積層構造	te15mm×6層=Σte90mm		
設計 K_H	1.844kN/mm		
設計 heq	17.3%		
初期 K_H 実験値	1.903	1.894	1.864
初期 heq 実験値	21.7%	21.6%	22.0%

表 2 鉛直引張実験条件

供試体No.	No. 1	No. 3
実験種類	繰返し引張実験	引張破断実験
一定せん断変形量	108mm ($\gamma=120\%$)	
鉛直引張力	0~616kN	破断まで
載荷回数	5回	1回

キーワード ゴム支承, E-ディフュゼンス, 震動台実験, 引張力, 引張破断限界

連絡先 〒244-8510 横浜市戸塚区柏尾町1番地 (株)ブリヂストン TEL: 045-825-7541

繰返し载荷した。繰返し回数とともに鉛直方向の引張変位量は増大していくが、引張力による5回の繰返し载荷の過程では破断に至らず、実験後の製品外観上も特に異状は見られなかった。

繰返し引張実験を行った後に所定のせん断性能を有しているか確認するために、再度せん断性能試験を実施した。繰返し引張実験前後のせん断性能の比較結果を図2に示す。繰返し引張実験を行った後も安定したせん断性能を有していることが確認できた。

繰返し引張実験の影響のみを把握するために、繰返し引張実験を行った供試体(No. 1-図2の結果)と初期せん断性能試験後に繰返し引張実験を実施せずに、No. 1と同日数だけ期間をあけて再度せん断性能試験を実施した供試体(No. 2)のせん断性能比較結果を図3に示す。繰返し引張実験の履歴によって1波目の初期剛性が若干下がるものの最終的なせん断剛性 K_H 、等価減衰定数 heq の変化率の差は非常に小さく(履歴補正後の K_H の変化率は-1.7%、 heq の変化率は+0.9%)、上記の引張荷重レベル、繰返し回数ではせん断性能はほとんど影響を受けないことが確認できた。

引張破断実験の結果を図4に示す。免震支承は約 6.0N/mm^2 で降伏し、その後約 5.5N/mm^2 程度の抵抗力を保持したまま塑性変形し、約 40mm 変形(約44%ひずみ)程度で内部ゴムの破断に至った。その後は外皮ゴムのみによる抵抗力(約 2.4N/mm^2 程度)を保持したまま約 114mm 変形(約127%ひずみ)して完全破断に至った。

4. まとめ

(1) 免震橋梁モデルでの振動台実験に先立つ事前解析で免震支承に大きな鉛直方向引張力が载荷されるという結果を得た。その引張り力は免震支承の許容引張り応力度を大きく超えるが、事前要素実験の結果、本ゴム支承には十分な抵抗力があり、その後のせん断性能にも影響は少ないことが確認できた。

(2) 引張破断実験の結果、本免震支承は約 6.0N/mm^2 で降伏するが、その後も約 5.5N/mm^2 程度の抵抗力を保持したまま約44%ひずみまで変形することが確認できた。

参考文献

- 1) <http://www.bosai.go.jp/hyogo/movie.html>
- 2) ・日本道路協会：道路橋支承便覧，pp. 119，2004。

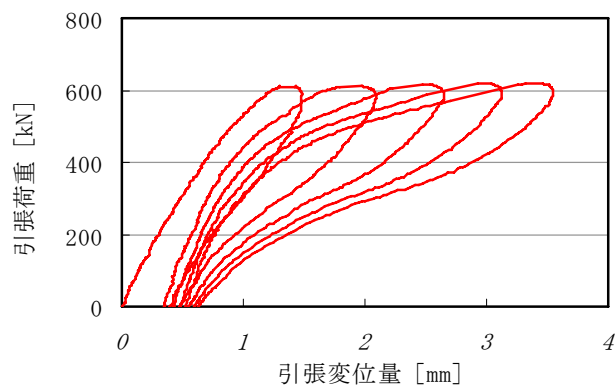


図1 繰返し鉛直引張実験結果 (No.1)

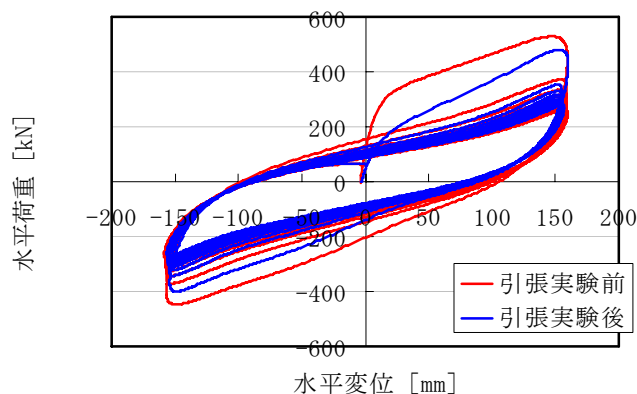


図2 繰返し鉛直引張実験前後のせん断性能比較結果 (No.1)

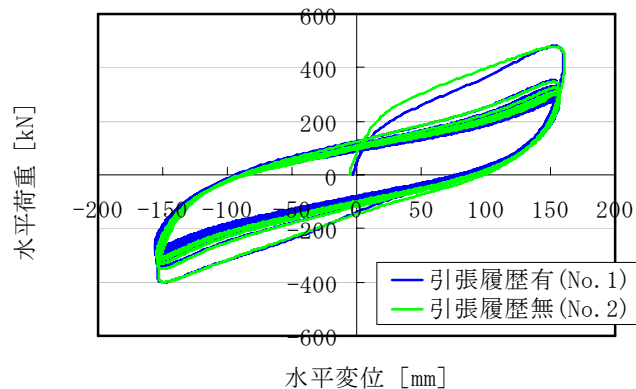


図3 引張履歴有の差によるせん断性能比較(No.1, No.2)

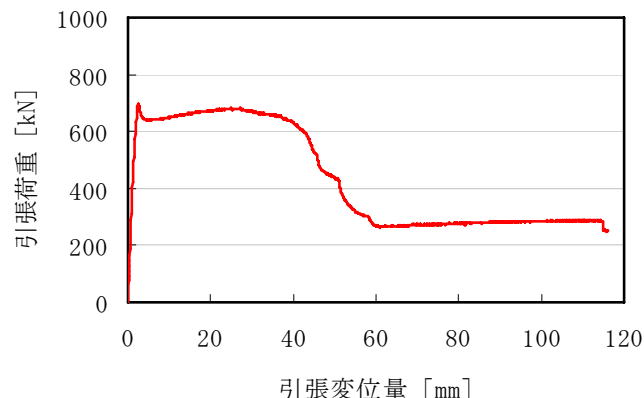


図4 鉛直引張限界実験結果 (No.3)