

高田機工

立命館大学理工学部

ドーピー建設工業

東京ファブリック工業

正 会 員 ○恵川 智史

正 会 員 伊津野和行・児島 孝之

正 会 員 鈴木 亮介・和田 教志

吉野 伸

1. はじめに

兵庫県南部地震での被害をふまえ、特別な橋梁以外の支承部分にはゴム沓を用いることが望ましいとされるようになってきた。ゴム支承にはゴム材のせん断変形を利用するのが一般的であるが、地震時水平力による変位応答が大きくなるという問題がある。一方、ゴム材の圧縮変形を利用すると変位応答を容易に抑制できる。そこで本研究では地震時水平力分散装置にゴム材の圧縮変形を利用することを目的としたハイブリッド地震応答実験を行った。

2. 実験概要

本研究で用いた地震時水平力分散装置は、支承にはスライド沓などの可動沓を用いて鉛直反力を受け持たせる。アンカーボルトには従来よりPC単純桁によく使用されているキャップ方式のアンカーバーを使用する。橋軸直角方向には拘束固定とし、橋軸方向にはアンカーバーとキャップの間にゴム弾性体を介在させ、ゴムの圧縮バネを利用して各橋脚に反力を分散させようとするものである。実験供試体の概略図を図-1に示す。実験供試体にかけてある数個の穴は供試体の低剛性領域を広くするためのものである。

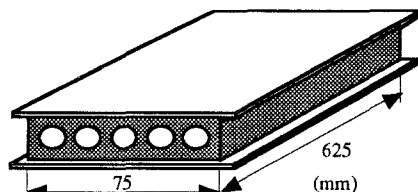


図-1 実験供試体

実験に使用した荷重システムを図-2に示す。油圧アクチュエーターにより図中の荷重フレームが上下に動き供試体に圧縮荷重を行う。この動きが実橋に設置されたときの地震時の水平力に相当する。本研究で対象とした橋梁は、支間長103.6mの5径間連続PC橋で、下部工は橋脚高さ11.8mのRC橋脚である。解析モデルを図-3に示す。入力地震波は道路橋示方書のⅡ種地盤用L1、L2タイプⅠを使用した。今回実験を行った供試体の荷重ケースを表-1に示す。

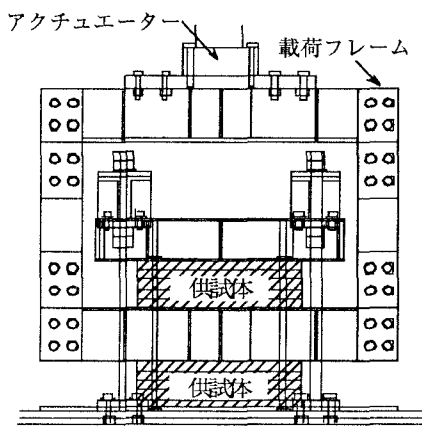


図-2 荷重システム

3. 実験結果

ハイブリッド実験は、構造物の一部で解明の困難な部材の履歴復元力特性を計算機の中にオンラインで取り入れることによってより実際の地震時における応答に近い結果を得ようとするものである。天然ゴム供試体と高減衰ゴム供試体の入力地震波L1におけるゴムの履歴曲線を図-4、5に示す。L1は、震度法レベルの設計を対象としているが、どちらの供試体もまだハードニング現象は発生していない。天然ゴムに比べ、高減衰ゴムは、ゴム支承部分の変形量が最大で約5.5mm(約29

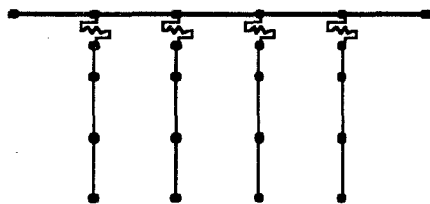


図-3 解析モデル図

%) 低減されている。図－5 における高減衰ゴムの最大値は変形量、復元力ともに1サイクルのみの応答で、その他の部分の最大値は変形量が8.2cm、復元力が7.8tonfとなる。これは変形量で約57%、復元力で約13%の低減となる。履歴曲線の一番外側の1サイクルで囲まれる面積から等価粘性減衰係数を求めると、天然ゴムが5.9%、高減衰ゴムが8.2%となっており、高減衰ゴムの有効性が確認された。ただし、ゴム材のせん断変形を利用した支承ほどの大きな減衰効果(十数%)は得られなかった。

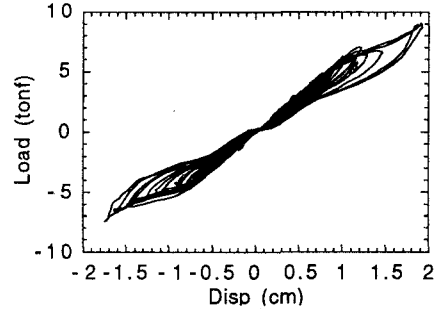
高減衰ゴムにL2の地震波を入力した結果、供試体の履歴曲線(図－6)から変形量約1.8cmのところで急激に剛性の高くなるハードニング現象が発生している。このときの端側と内側の橋脚上端の変位応答波形を図－7、8に示す。これによると、どちらの橋脚の応答値も似たような結果となっており本装置が地震時水平力分散装置として有効であることが確認された。又、橋脚上端の変位の最大値は約0.6cmで、橋脚の降伏変位3.9cmより小さくなっており、線形領域の応答にとどまっている。反力分散装置の復元力特性に低剛性領域があるため、ある程度長周期かがなされて、橋脚の地震応答特性の改善にもつながっている。

4. 結論

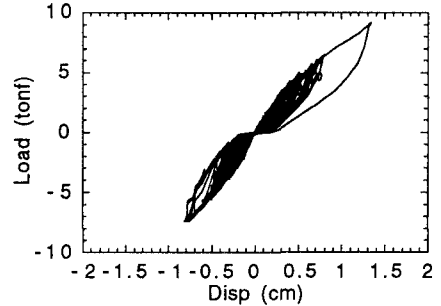
本研究は地震時水平力分散装置にゴム材の圧縮変形を利用することを目的としたハイブリッド地震応答実験を行った。その結果、ハードニング現象により橋桁の過大な移動を防ぎ、長周期化することによって橋脚に inputs する反力を抑えることができることがわかった。また、天然ゴムの等価粘性減衰係数は5.9%であったが、高減衰ゴムは8.2%となり、減衰性の向上が確認された。今後はゴム材の圧縮変形を利用した場合の履歴復元力特性をモデル化し、数値シミュレーションを行うことによって兵庫県南部地震レベルの入力に対する地震時挙動について調べる必要がある。

表－1 供試体の載荷ケース

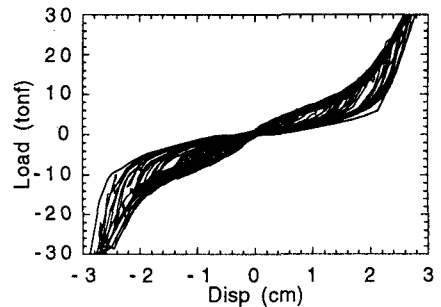
入力地震波	L 1	L 2
天然ゴム供試体	○	
高減衰ゴム供試体	○	○



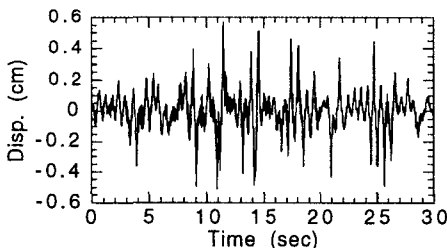
図－4 入力地震波L1における天然ゴムの履歴曲線



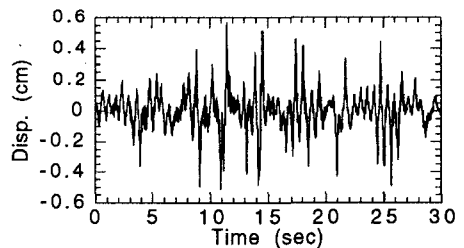
図－5 入力地震波L1における高減衰ゴムの履歴曲線



図－6 入力地震波L2における高減衰ゴムの履歴曲線



図－7 入力地震波L2における端側橋脚上端の変位応答波形



図－8 入力地震波L2における内側橋脚上端の変位応答波形