

I-B 309 ゴム材の圧縮変形を利用した地震時反力分散に関する基礎的検討

立命館大学理工学部 正会員 伊津野和行・児島孝之
 ドーピー建設工業 正会員 鈴木亮介・濱田讓
 東京ファブリック工業 吉野伸

1. はじめに

橋梁を多径間化することにより、構造上の弱点である桁端部を減らすことや、走行性を改善することができる。しかし、固定支承の選定方法によっては、温度応力の問題と地震時の反力分散方法の問題が生じる。本研究では、ゴム材の圧縮変形を利用した反力分散装置¹⁾を用いたコンクリート橋の地震応答解析を行い、反力分散装置の地震時挙動および反力分散効果について検討を行った。

2. 反力分散装置の載荷試験

本方法では、支承にはスライド沓等の可動沓を用い、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橋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。アンカーバーとキャップを矩形断面として、橋軸直角方向には拘束固定とする。橋軸方向には、アンカーバーとキャップとの間にゴムを介在させ、ゴムの圧縮バネを利用して各橋脚に反力を分散させる。ただし、板状のゴムをそのまま用いるとバネ定数が大きくなりすぎ、反力分散装置としては適しても、免震効果は全く期待できない。そのため数個の穴を空けて剛性を調節した。供試体形状を図1に示す。これを3～4層重ねて使用した。

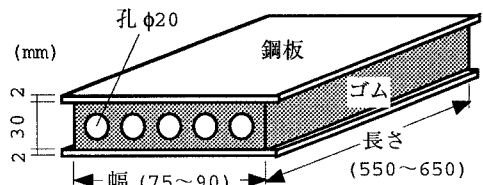


図1 供試体の形状

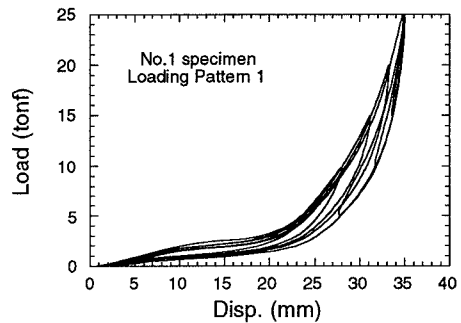


図2 供試体の荷重-変位曲線

静的載荷実験結果の荷重と変位の履歴曲線の1例を図2に示す。降伏点やハードニング開始点等が異なるものの、いずれの供試体も同様な履歴復元力特性を示している。微小変形ではバイリニア特性に近く、ハードニングが起きると曲線的な動きとなる。履歴曲線の面積から等価減衰係数を求めると約2%となり、ゴムのせん断変形を利用する高減衰ゴム支承のような大きい減衰効果は望めない。

3. 履歴復元力特性のモデル化

圧縮変形を用いると、一般のゴム支承のようなせん断変形を利用する場合よりも、ハードニング現象の影響が大きい。ハードニングによって変形に限界があり、また、せん断変形を利用した装置よりも構造的に破断等がおこりにくいため、ダンパーストッパーや反力分散装置としての特性が優れている。本装置は、ゴムに穴を空けて小変形時の低剛性領域を広く取ることによって、免震の効果もねらったものであるが、履歴復元力特性のモデル化にあたっては、ハードニング領域をも考慮することが必要である。本解析では以下のような圧縮ゴムモデルを新たに提案することとする。

まず、ハードニング現象が発生するまでの、変形が小さい領域では、一般のゴム支承で用いられるバイリニア特性を仮定しても問題ないと判断した。そこで、図3に示すようなバイリニア領域を仮定する。静的載荷実験をもとに、降伏点Yとハードニング開始点（バイリニア限界）Sを決める。原点Oと

降伏点Yから求められる初期剛性と、降伏点Yとハードニング開始点Sから求められる2次剛性により、平行四辺形をしたバイリニア領域が決定される。次にハードニング領域を設定する。バイリニア領域に隣接して、変位が正の位置に正のハードニング領域を、変位が負の位置に負のハードニング領域を設ける。まず、ハードニング後の通過点Pを1点決める。ハードニング領域とバイリニア領域は連続している必要があるので、これらの領域はハードニング開始点Sと、図3のS点の下側のバイリニア限界（ハードニング終了点E）で接する。ハードニング領域では、載荷時はハードニング開始点Sと通過点Pを通る4次曲線に従うと仮定した。除荷時は、除荷開始点とハードニング終了点Eとを通る6次曲線に従うものとした。また、除荷がE点に達しないときに再載荷された場合には、この部分載荷開始点と除荷開始点とを結ぶ直線に沿って運動すると仮定した。部分載荷によってハードニング領域の上辺S-Pを越える場合には、以降S-Pに沿って4次曲線で上昇する。本モデルの特性を決定するには、降伏点、ハードニング開始点、ハードニング後通過点の3点を与える必要があり、また逆に、この3点のみで本モデルを規定することができる。

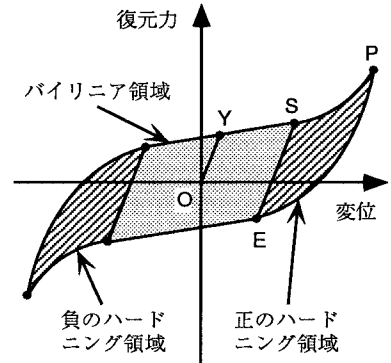


図3 圧縮ゴムモデル

4. 反力分散装置を設置した連続橋の地震応答特性

ここでは、5径間連続PC橋を図4のように有限要素モデルでモデル化し、反力分散装置を設置した場合の地震応答解析を行なった。橋梁の橋軸方向の運動に対するモデルとして、橋脚と桁を線形梁部材、支承部を圧縮ゴム特性を持った非線形バネ部材とした。入力地震動は道路橋示方書の、II種地盤に対する震度法レベルの地震波形である。

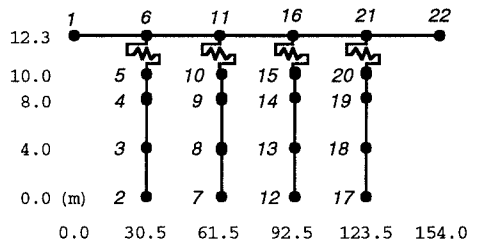


図4 5径間連続PC橋の有限要素モデル

図5に一番端の橋脚上の桁の加速度応答波形、図6に反力分散装置の履歴曲線を示す。図6に示されるように、変形は小さく抑えられている。一方、図5の加速度波形にはレベルは小さいものの衝撃的なパルス波形がのっているのがわかる。この結果は、一般の橋梁に緩衝材としてゴム材を利用した場合にも、ある程度の衝撃力は防げないということでもある。瞬間的な力によって橋脚がどの程度損傷を受けるか、今後詳細な検討が必要である。しかしながら、変形を抑えることが重要な場合、衝撃力に十分注意して用いれば、本装置は有効な反力分散装置であると考えられる。

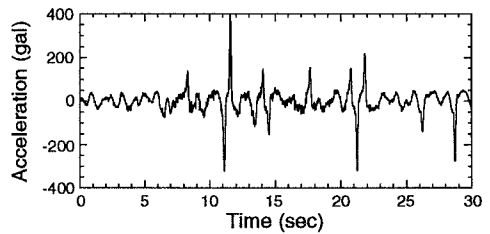


図5 桁の加速度応答波形

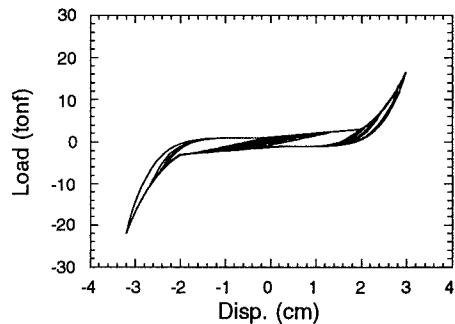


図6 反力分散装置の履歴曲線

参考文献 1)鈴木亮介：連続桁構造物の水平反力分散方法，日本国特許庁，公開特許公報，昭63-114705，昭和63年5月。