

壁式橋脚における地震時水平抵抗を期待した瓦型ゴムシューの開発 (その 2)

ジェイアール東日本コンサルタンツ 正会員 ○内海宏基 正会員 野上雄太
フェロー 石橋忠良 正会員 棚村史郎

1. はじめに

壁式橋脚の線路直角方向のストッパーには L2 地震動に対する耐震性を十分に確保できない場合がある。このことから筆者らは、支承部に高い耐力を確保することを目的とし、新たな支承構造として瓦型ゴムシューを提案している¹⁾。前報では、実験的検討を行い瓦型ゴムシューには水平抵抗が見込めることが明らかにされている¹⁾。しかし、瓦型ゴムシューを実用化するには様々な問題があり、詳細に挙動を解明するには解析的検討も重要である。そこで本報では、解析的検討に用いる解析モデルの作成に先駆けて、実験的検討により推定された抵抗メカニズムである「弾性挙動」、「接地面積減少による剛性の低下」、「鋼板とゴムとの間の滑り」を簡易な解析により再現、確認を行った。

2. 解析条件

本報では、FEM 解析を用いて検討を行った。作成した解析モデルを図 1 に示す。材料の諸元を表 1 に示す。ゴムのせん断弾性係数は実際 1N/mm²であるが、平面ひずみ要素でモデル化しているため、奥行 1000mm あたりに換算している。鋼板についても同様に換算している。またコンクリートには荷重によって剛性が低下しないように鉄筋を多く配置している。そのため解析モデルではコンクリート部分は剛としてヤング率を 1000kN/mm²として設定している。図 2 に示す 3 つの実験ケースを対象とし、解析モデルはゴムシュー部分のみ変更している。鉛直力は 1 シューあたりの荷重が実験的検討と同様になるように 400kN (1 シューあたり 200kN) とした上で水平荷重を載荷した。

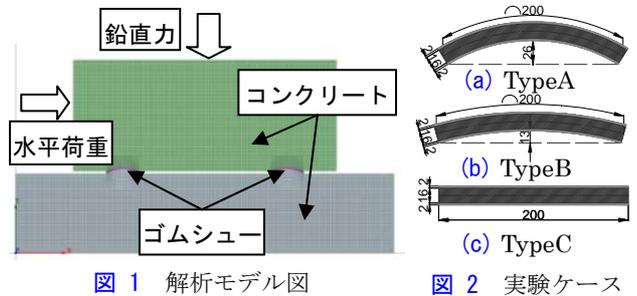


図 1 解析モデル図

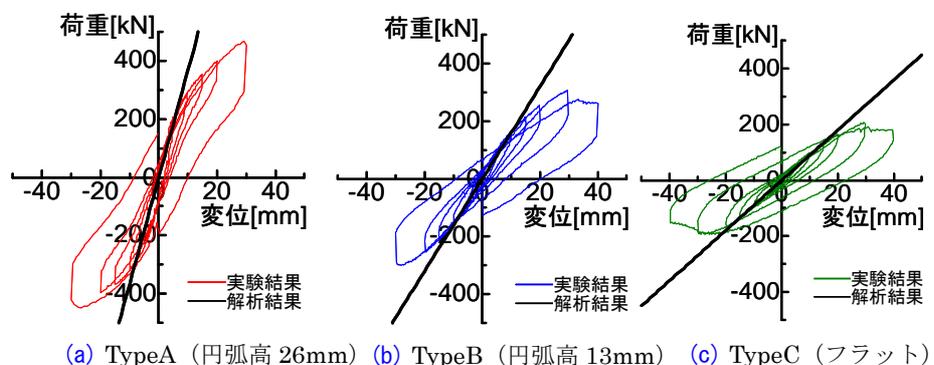
図 2 実験ケース

表 1 解析モデル材料諸元

	ポアソン比	ヤング率(kN/mm ²)	せん断弾性係数(kN/mm ²)
コンクリート	0.2	1000	416.7
ゴム	0.49	0.0006	0.0002
鋼板	0.3	40	16

3. 弾性挙動の検討

2.解析条件より線形解析した各ケースの桁重心位置の荷重-変位関係と実験結果を併記したものを図 3 に示す。前報の実験的検討より、瓦型ゴムシューは桁とゴムシューの間に隙間が空くことによって接地面積が減少し剛性が低下するものとされている。TypeA (円弧高 26mm) では、5mm 程度の変位まで解析結果と一致している。これはゴムが弾性挙動したとされる範囲で、それを超え変位が 10mm 程度から接地面積が減少しているのが実験結果から確認できている。供試体の関係上、隙間は確認できなかったが、TypeB (円弧高 13mm) においても 10mm 程度までは解析結果と一致し、それ以降は同様に隙間が空くことで剛性が低下し



(a) TypeA (円弧高 26mm) (b) TypeB (円弧高 13mm) (c) TypeC (フラット)

図 3 水平荷重-水平変位関係

キーワード ゴム支承, 瓦型, 耐震, 壁式橋脚, FEM 解析, 解析的検討

連絡先 〒171-0021 東京都豊島区西池袋 1-11-1 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) TEL 03-5396-7245

していると推測される。TypeC（フラット）は、他の2つのタイプと比べると荷重が頭打ちするまで概ね一致している。以上より、隙間ができるまでは、解析により再現できていることを確認できた。

4. 接地面積減少による剛性の低下の検討

前報の実験的検討より、瓦型ゴムシューはコンクリートとゴムシューの間に隙間が空き接地面積が減少することにより剛性が低下しているものと考えられている。また、確認された隙間は最大でゴムシューの幅の半分程度であった。そこで、接地面積の減少による剛性の低下の挙動の確認を目的として、接地面積がゴムシューの幅の半分減少したことを想定したモデルを作成し線形解析した。具体的には TypeA（円弧高 26mm）について図4に示すように接地面積減少部分に若干隙間を入れたモデルを作成し解析した。得られた桁重心位置の荷重-変位関係と実験結果を併記したものを図5に示す。図5の実験写真よりゴムシューの接地面積が半分になったとみられる変位（15~20mm程度）と実験結果では変位は概ね一致した。瓦型ゴムシューにおいて接地面積減少による剛性の低下を確認することができた。

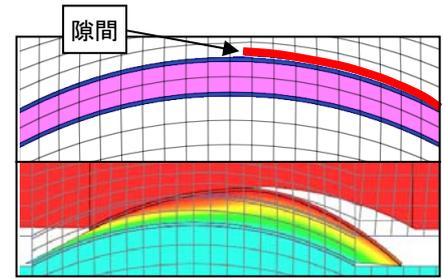


図4 解析モデルとその変形図

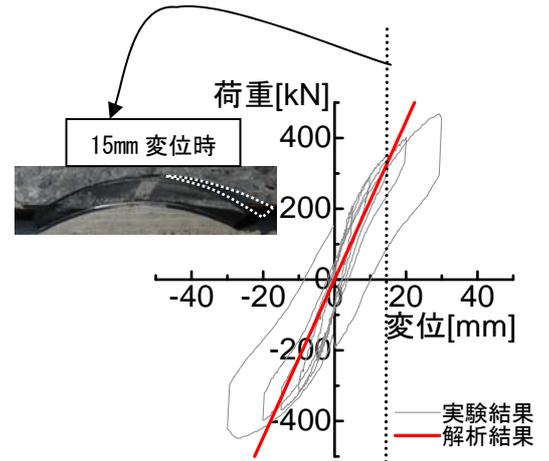


図5 水平荷重-水平変位関係(TypeA)

5. 滑りによる検討

前報より瓦型ゴムシューは荷重が耐力に達したことで鋼板とゴムとの間が滑っている。この滑りによる挙動の再現を TypeC においてジョイント要素を用いておこなった。TypeC では鋼板とゴムが剥離して滑っているため、ジョイント要素は図6に示すように鋼板とゴムの間に設置した。鋼板とゴムは滑りが発生するまでは、一体で挙動させるため、ばね定数は鉛直、水平ともに剛な値を設定している。本報では、実験結果に合わせ込むようにジョイント要素のせん断強度を設定し解析した。得られた桁重心位置の荷重-変位関係と実験結果を併記したものを図7に示す。実験と解析で概ね一致する結果を得られた。解析により、「鋼板とゴムとの間の滑り」を再現することができた。



図6 ジョイント要素設置位置

6. まとめと今後の課題

実験的検討によって得られた瓦型ゴムシューの抵抗メカニズム「弾性挙動」、「接地面積減少による剛性の低下」、「鋼板とゴムとの間の滑り」について FEM 解析を行うことによって再現、確認することができた。今後は、「接地面積減少による剛性の低下」をゴムシューと桁との間に引張に抵抗しないジョイント要素を設定し再現したいと考えている。また「滑り」を再現する上で、本報では、ジョイント要素のせん断強度を実験に合わせ込むように設定することで実験と合うことを確認したが、今後は、より多くのデータを蓄積することでジョイント要素のせん断強度の適切な値を求めたい。以上の検討結果、課題を加味した非線形解析モデルを作成し、瓦型ゴムシュー実用化に向けた詳細な検討を進めていきたい。

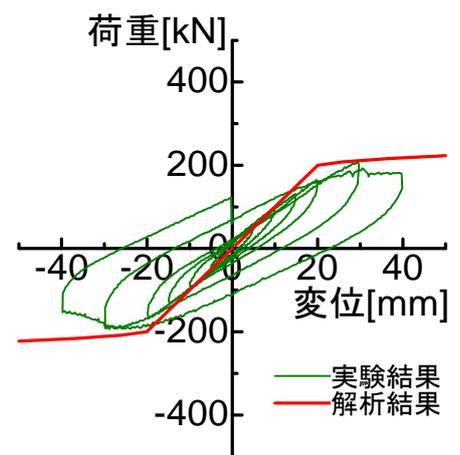


図7 水平荷重-水平変位関係(TypeC)

参考文献

1) 野上, 内海, 石橋, 棚村: 壁式橋脚における地震時水平抵抗を期待した瓦型ゴムシューの開発 (その1), 第69回土木学会年次学術講演会, 2014.