

PC 橋の桁衝突における積層繊維補強ゴムの緩衝効果

阿南工業高等専門学校 正会員 ○森山 卓郎
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 濱本 朋久
 シバタ工業(株) 正会員 西本 安志
 防衛大学校名誉教授 フェロー 石川 信隆

1. はじめに 本研究では、PC 橋の桁衝突におけるゴム緩衝材の緩衝効果について明らかにすることを目的とし、桁遊間にゴム緩衝材がない場合と硬度 50 のゴムおよび積層繊維補強ゴムの緩衝材を用いた場合について、桁遊間の長さやゴム緩衝材の厚さを変化させて時刻歴応答解析を行った。解析から得られた橋桁端部の応答応力や橋脚基部の応答回転角の比較などから、特に積層繊維補強ゴムの緩衝効果について検討を行った。

2. 解析モデル

2.1 解析対象橋梁 本研究では、図 1 に示す両端部に橋台を有する 2 径間の PC 箱形断面橋梁を解析対象として用いた。橋桁と橋脚は 2 次元はり要素でモデル化し、RC 橋脚基部には塑性ヒンジを設けた。塑性ヒンジは非線形回転バネでモデル化し、非線形履歴特性は Takeda モデルを用いた。支承は弾性固定方式のゴム支承とし、桁衝突時にも健全であるものとした。

2.2 積層繊維補強ゴムのモデル化 桁衝突は、解析対象橋梁の左右両側 2 カ所の橋桁と橋台間で生じるものとした。この 2 カ所の桁遊間に、硬度 50 のゴムおよび積層繊維補強ゴムの緩衝材を用いた場合について検討を行った。ゴム緩衝材の厚さは 5cm または 10cm とした。図 2 に、厚さ 10cm の場合のゴム緩衝材の荷重-変位関係を示す¹⁾。この関係をいくつかの線形区間で近似して復元力特性のモデル化を行った。なお、本解析では、橋桁端部の最大応力のみに着目したため、ゴムの復元力モデルは、載荷時も除荷時も同じ剛性とした。

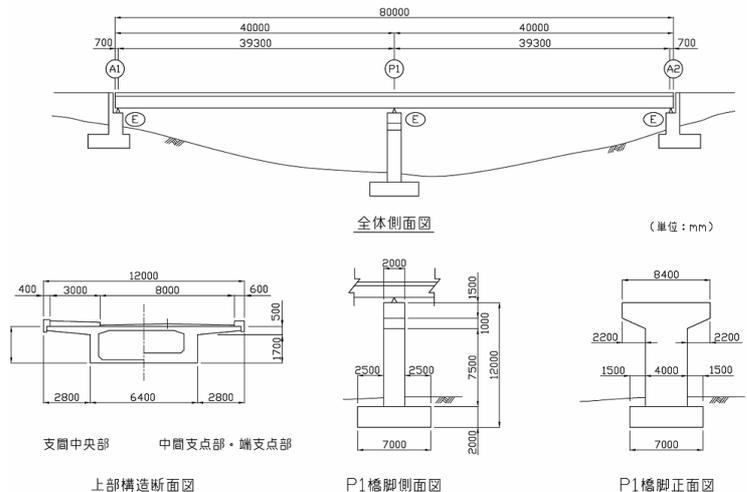


図 1 解析対象橋梁

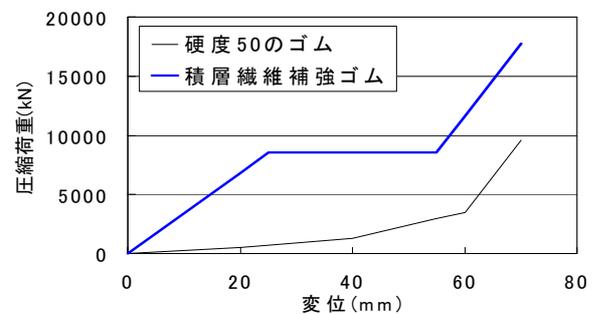


図 2 緩衝材に用いたゴムの荷重-変位関係

3. 解析方法 本解析では、橋桁や橋脚の動的応答の基礎的性状を把握するために、最大振幅が 980gal で周波数 1Hz の正弦波の加速度波形を入力波として用いた。この入力波を解析モデルの橋軸方向に 10 秒間入力し、橋桁端部 2 カ所の遊間の長さを 10cm から 50cm まで 10cm ごとに変化させ、ゴム緩衝材がない場合とある場合について時刻歴応答解析を行った。応答の数値積分には、Newmark の β 法 ($\beta = 0.25$, 積分時間間隔 0.001 秒) を用い、汎用解析プログラム TDAPIII により解析を行った。

4. 解析結果および考察

4.1 橋桁端部の応答応力 図 3 に、解析から得られた遊間 10cm の場合におけるゴム緩衝材がない場合と厚さ 10cm のゴム緩衝材を用いた場合の橋桁端部の応答応力時刻歴を示す。図 3 から、緩衝材がない場合と比較して、ゴム緩衝材を用いた場合では、時刻歴全体において橋桁端部の応答応力が小さくなっていることが認め

キーワード 積層繊維補強ゴム, PC 橋, 桁衝突, 緩衝効果, 時刻歴応答解析

連絡先 〒774-0017 徳島県阿南市見能林町青木 265 阿南工業高等専門学校 TEL: 0884-23-7187 FAX: 0884-23-7199

られる。特に、積層繊維補強ゴムを用いた場合には、最大応答応力が低減されていることがわかる。図4に、遊間の長さや橋桁端部の最大応答応力の関係を示す。図4から、緩衝材の有無にかかわらず、遊間が小さいほど、橋桁端部の最大応答応力が小さくなっていることがわかる。これは、橋桁の衝突速度の影響が考えられる²⁾。図5に、遊間の長さや橋桁端部の最大応答速度の関係を示す。この関係は、図4の遊間の長さや最大応答応力の関係と同様な傾向が見られることがわかる。したがって、橋桁の最大応答速度の大きさが橋桁端部の最大応答応力の大きさに影響を及ぼすことが考えられる。また、ゴム緩衝材を用いることにより、いずれの遊間の場合においても橋桁端部の最大応答応力は低減されており、いずれのゴム緩衝材においても厚さ5cmの場合と比較して厚さ10cmの場合の方が低減されていることがわかる。また、遊間の長さが小さいほどゴム緩衝材の効果は大きく、特に、厚さ10cmの積層繊維補強ゴムを用いた場合の遊間10cmのケースが顕著であることが認められる。

4.2 橋脚基部の最大応答回転角 解析から得られたゴム緩衝材がない場合とある場合の遊間の長さや橋脚基部の最大応答回転角の関係を図6に示す。図6から、ゴム緩衝材を用いることにより、橋脚基部の最大応答回転角は若干低減されていることが認められるが、有意差はあまり大きくは見られていない。本解析では、入力波として最大振幅が980galで周波数1Hzの正弦波を用いており、実際のレベル2地震波の場合と比較して過大であり、全体的に応答も大きくなり、あまり有意差が見られなかったためと思われる。

5. まとめ 本研究では、PC橋の桁衝突時のゴム緩衝材の効果について検討した結果、桁遊間にゴム緩衝材を用いることは、橋桁端部の最大応答応力の低減に有効であり、遊間が小さくゴム厚が大きい場合で特に効果が見られることがわかった。本研究の範囲では、厚さ10cmの積層繊維補強ゴムを用いたケースでそれが顕著となった。

参考文献

- 1) 西本安志, 梶田幸秀, 彦坂熙, 石川信隆, 西川信二郎: 繰り返し衝撃荷重を受ける積層繊維補強ゴムの衝撃緩衝効果に関する研究, 構造工学論文集 Vol.49A, pp.1333-1342, 2003.
- 2) 梶田幸秀, 北原武嗣, 西本安志, 香月智: ゴム厚

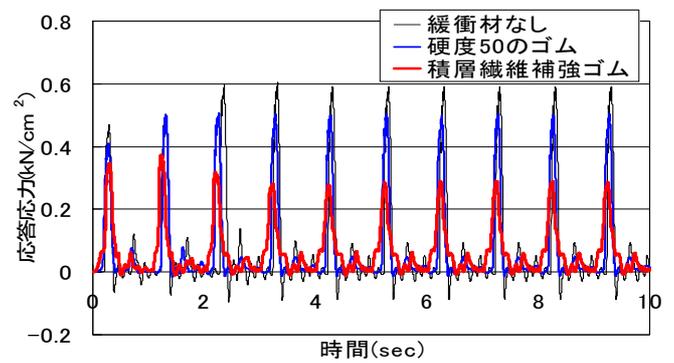


図3 橋桁端部の応答応力の時刻歴の比較

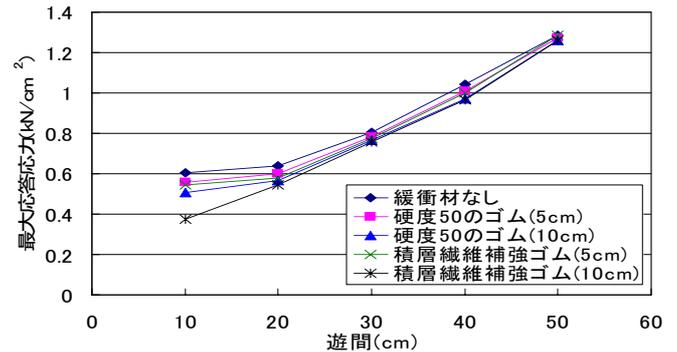


図4 遊間の長さや橋桁端部の最大応答応力の関係

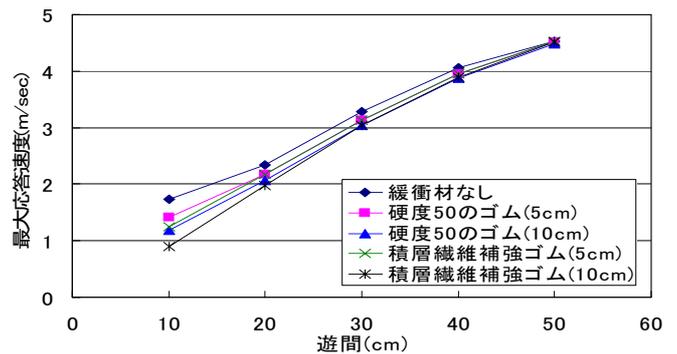


図5 遊間の長さや橋桁端部の最大応答速度の関係

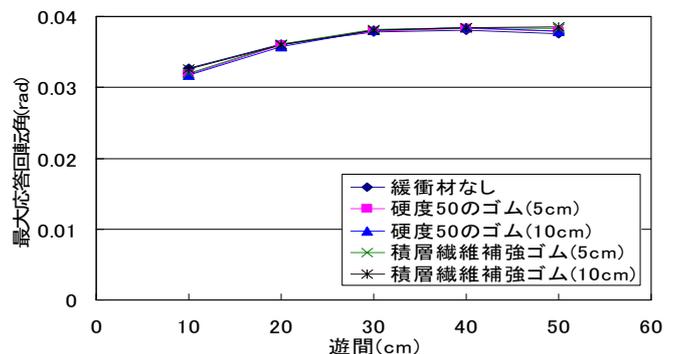


図6 遊間の長さや橋脚基部の最大応答回転角の関係

に注目したゴム製緩衝材の衝撃力低減効果に関する検討, 第8回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.163-168, 2005.