

簡易解析による落橋防止連結板の緩衝材の効果に関する検討

阿南工業高等専門学校

正会員 森山 卓郎

早稲田大学 フェロー会員 依田 照彦

1.はじめに 1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震では、道路橋や鉄道橋などで大きな被害が見られた。なかでも、高速道路の高架橋では、支承や落橋防止構造の破壊、およびそれらによる橋桁同士の衝突などを原因とした落橋事故も見られた。以後、落橋防止連結板に緩衝材を挿入するなどの改良が行われている。本研究では、簡易モデルによる時刻歴応答解析を用いて、落橋防止連結板として望ましい材料特性などについて検討を行い、さらに、振動台実験による結果と比較し、その妥当性を検討した。

2. 簡易解析による検討

2.1 解析方法 兵庫県南部地震によって実際に被災した阪神高速3号神戸線の高架橋のうち、2径間を2次元の簡易モデルで表現した。解析モデルを図1に示す。橋桁は鋼桁、橋脚は鉄筋コンクリートとし、2径間の橋桁の片側を固定、片側を可動とした。このモデルについて、落橋防止連結板の剛性を変化させて時刻歴応答解析を行った。解析モデルの橋軸方向にエルセントロ地震波を入力し、Newmarkの β 法を用いて数値積分して動的応答を比較した。

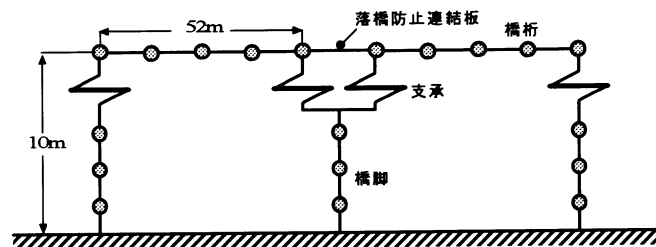


図1 解析モデルの概略図

2.2 解析結果 落橋防止連結板の剛性を変化させた場合について、中央の橋脚基部における最大曲げモーメントの変化を図2に示す。この図から、落橋防止連結板のヤング率が大きくなるにつれて、橋脚基部における最大曲げモーメントが大きくなっていることがわかる。落橋防止連結板を取り付けることによって、橋脚に負荷がかかることが考えられる。しかしながら、ヤング率が100GPa付近で極小値をとっていることがわかる。落橋防止連結板のヤング率と橋桁の最大応答加速度および最大応答変位の関係を図3、図4に示す。これらの図から、ヤング率が大きくなるにつれて、最大加速度と最大変位も同様に大きくなっているが、100GPa付近で極小値をとっていることがわかる。以上のことから、落橋防止連結板を取り付けることによって、橋脚基部の最大曲げモーメント、橋桁の最大加速度および最大変位は大きくなるものの、連結板の剛性をある程度低く抑えておけばこれらは低減できることがわかる。一般に緩衝材を挿入することによって落橋防止連結板の見かけの剛性は小さくなるので、この程度の見かけの剛性であれば橋脚基部の曲げモーメントや橋桁の応答加速度、応答変位を低減できるものと考えられる。

3. 振動台実験による検討

3.1 実験方法 供試体として簡易解析と同様に、阪神高速3号神戸線の高架橋をモデルに、スパン、幅、および高さを100分の1に縮小し、2径間の橋梁模型を鋼材(SS400)を用いて製作した(図5)。単純化するため、実際の4径間のうち中央2径間をモデル化した。この橋梁模型の橋桁Aと橋桁Bを図6に

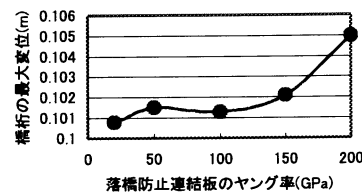
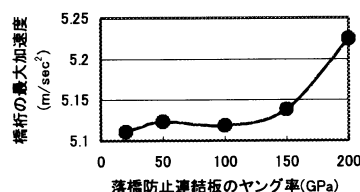
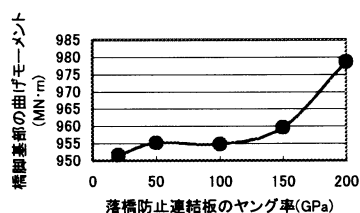


図2 橋脚基部の最大曲げモーメント 図3 橋桁の最大加速度の変化 図4 橋桁の最大変位の変化

キーワード：簡易解析、時刻歴応答解析、振動台実験、落橋防止連結板、緩衝材

連絡先：〒774-0017 徳島県阿南市見能林町青木 265 阿南高専建設システム工学科、TEL:0884(23)7187、FAX:0884(23)7199

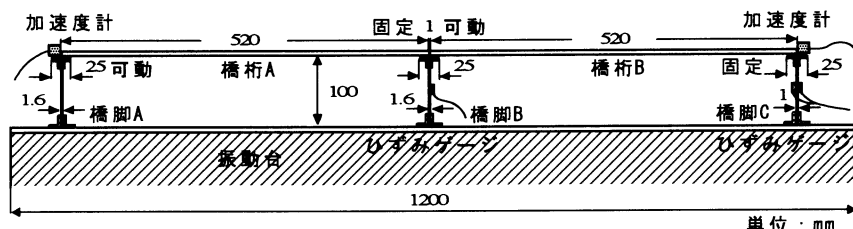


図5 橋梁模型の概略図

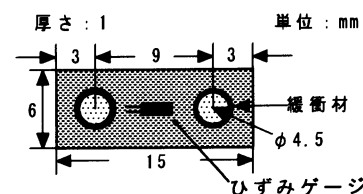
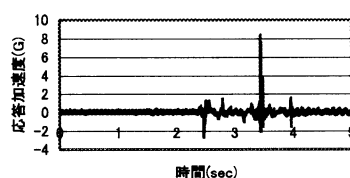
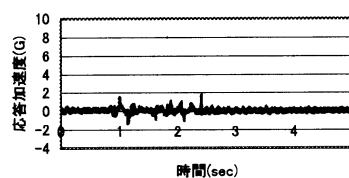


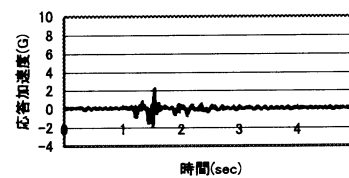
図6 落橋防止連結板形状



(a)緩衝材がない場合

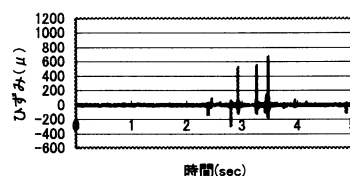


(b)緩衝材がゴムの場合

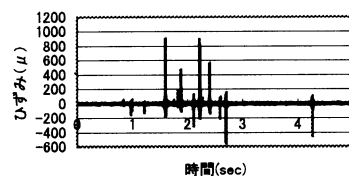


(c)緩衝材が鉛の場合

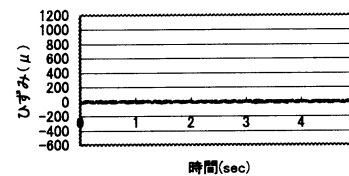
図7 橋桁の応答加速度時刻歴



(a)緩衝材がない場合



(b)緩衝材がゴムの場合



(c)緩衝材が鉛の場合

図8 落橋防止連結板の伝達ひずみ時刻歴

示すような緩衝材を挿入した落橋防止連結板で連結した。橋梁模型の橋軸方向に地震波を入力し、橋桁の応答加速度や落橋防止連結板の伝達ひずみの時刻歴などを計測した。

3.2 実験結果 橋桁Aの応答加速度時刻歴を図7に示す。これらの図から、緩衝材を挿入しない場合と比較して、緩衝材にゴムや鉛を挿入した場合では最大加速度が低減されていることがわかる。落橋防止連結板の伝達ひずみの時刻歴を図8に示す。緩衝材を挿入しない場合、および緩衝材としてゴムを挿入した場合では、連結板のひずみにパルス状の応答が見られることがわかる。また、鉛を挿入した場合は、パルス状の応答が見られず、他の場合に比べてひずみの値が小さくなっていることがわかる。以上のことから、緩衝材に鉛を挿入することにより、橋桁の応答加速度や落橋防止連結板の伝達ひずみが低減できることがわかった。緩衝材の材料特性については、ゴムのような低剛性であると、载荷中に変形してピンと連結板の孔との間に隙間が生じるような状態となり、連結板にパルス状の応答が卓越すると考えられる。逆に、緩衝材がない場合では隙間はなく、連結板の剛性が大きいためパルス状の応答が見られると考えられる。したがって、緩衝材として望ましい剛性としては、鉛のように鋼とゴムの中間程度の大きさであり、载荷中に変形することにより隙間が生じない程度の剛性を有しているものがよいと思われる。これは、簡易解析による検討結果とほぼ一致している。

4. まとめ 振動台実験結果から、落橋防止連結板の緩衝材として、载荷中変形しない程度の剛性を有するものが望ましいことがわかった。簡易解析による結果は振動台実験による結果とほぼ一致し、落橋防止連結板の見かけの剛性として、橋脚基部の曲げモーメントおよび橋桁の最大加速度や最大変位が最も小さくなる最適な値があることがわかった。今回の解析では、落橋防止構造のヤング率が100GPa付近の場合であったが、この結果は解析モデルに依存する可能性があるため、今後の課題としたい。

参考文献

1) 森山卓郎、依田照彦：桁間衝突が落橋におよぼす影響に関する実験的検討、土木学会論文集、No.654/I-52, pp.223-232, 2000.7.