

I-12 緩衝材を有する落橋防止構造の有効性に関する基礎的検討

阿南工業高等専門学校 建設システム工学科 正会員 ○森山 卓郎
阿南工業高等専門学校 専攻科 時山 和也

1. はじめに

兵庫県南部地震では、落橋防止構造の破壊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、緩衝材を用いた落橋防止構造が推奨され、一部では実用化されている例もあるが、どのような緩衝材がよいかについては、まだ検討の余地が残っている^{1),2)}。本研究では、2次元モデルで橋桁端部と橋台間に設置した落橋防止構造を想定し、落橋防止構造における緩衝材のヤング率や減衰定数を変化させた簡便な手法による時刻歴応答解析から、落橋防止構造における緩衝材の有効性や緩衝材として望ましい材料特性について、橋桁や橋脚の動的応答への影響など基礎的な知見を得ることを目的として検討を行った。

2. 解析方法

解析対象として、図1に示すような2径間の高架橋の2次元簡易モデルを作成した。橋桁は鋼桁、橋脚は鉄筋コンクリートとし、橋桁端部の片側を隣接する橋脚の影響をモデル化するためバネ部材で固定して、もう一方に緩衝材を有する落橋防止構造が取り付けられている場合を想定した。落橋防止構造における緩衝材のヤング率および減衰定数を変化させ、解析モデルの橋軸方向に神戸海洋気象台地震波(図2)を入力した。それぞれの場合について、Newmarkの β 法を用いて応答を数値積分して、橋桁の応答加速度や応答変位、橋桁や緩衝材に作用する軸力や橋脚基部における曲げモーメントなどの動的応答の比較を行った。

3. 解析結果

落橋防止構造における緩衝材のヤング率と橋桁端部における最大応答加速度の関係を図3に示す。この図から、緩衝材のヤング率が小さいと橋桁Aおよび橋桁Bいずれにおいても、橋桁端部における最大応答加速度は大きくなる傾向があることがわかる。鋼製の緩衝材を想定したヤング率200GPaの場合よりも、ヤング率がその1/10ほどの20GPaのような小さい値の場合では、橋桁の最大応答加速度は大きくなっている。しかしながら、緩衝材のヤング率が150GPa付近では、最大応答加速度は小さくなっており、最小値をとることがわかる。ヤング率が150GPa付近では、橋桁の最大応答加速度を最も低減できる最適な値であることが考えられる。緩衝材の減衰定数と橋桁Bの端部における最大応答加速度の関係を図4に示す。この図から、緩衝材の減衰定数が大きいと橋桁端部の最大応答加速度が若干ではあるが低減されることがわかる。緩衝材として、減衰性能の高い材料が橋桁の最大応答加速度を低減する上で効果があることが考えられる。

緩衝材のヤング率と橋桁Bの端部に作用する最大軸力の関係を図5に示す。この図から、緩衝材のヤング率を小さくすると橋桁端部に作用する軸力が低減されることがわかる。これは減衰定数が0の場合であるが、減衰定数を変化させた場合でも同様な結果が得られ、減衰定数の大きさの違いによる有意差はわずかだった。橋桁端部における衝撃力を低減するためには、ヤング率の小さい緩衝材が望ましいと考えられる。

緩衝材のヤング率と橋脚基部における最大曲げモーメントの関係を図6に示す。この図から、緩衝材のヤング率が20GPaの場合では、200GPaの場合と比較して、いずれの橋脚においても基部の最大曲げモーメントは大きくなるが、ヤング率が50GPaの場合では、いずれの橋脚の最大曲げモーメントも最小値をとることがわかる。また、この付近の値を境に、最大曲げモーメントをとる橋脚は、橋脚Bから橋脚Cに変わっている。これは、橋桁の連続化の影響が考えられる。緩衝材のヤング率が十分に小さい20GPaの場合では、緩衝材を設置した橋脚Cの最大曲げモーメントが大きくなるが、緩衝材のヤング率が100GPaほどの大きさになると、橋桁の連続化により地震力が分散されるために、隣接する橋脚Bの最大曲げモーメントの方が大きくなることが考えられる。緩衝材の減衰定数を変化させても同様な結果が得られた。緩衝材のヤング率として、いずれの橋脚においても橋脚基部の曲げモーメントが低減され、均等に地震力を負担できる程度の大

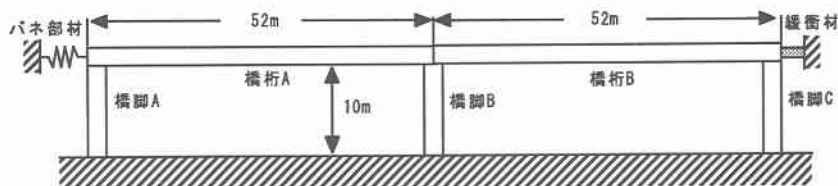


図1 解析モデルの概略図

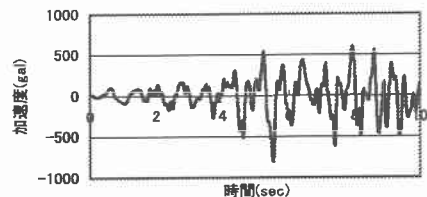


図2 入力地震波の加速度時刻歴

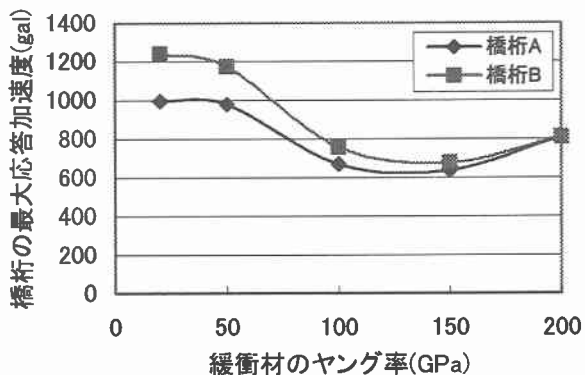


図3 緩衝材のヤング率と橋桁端部における最大応答加速度の関係

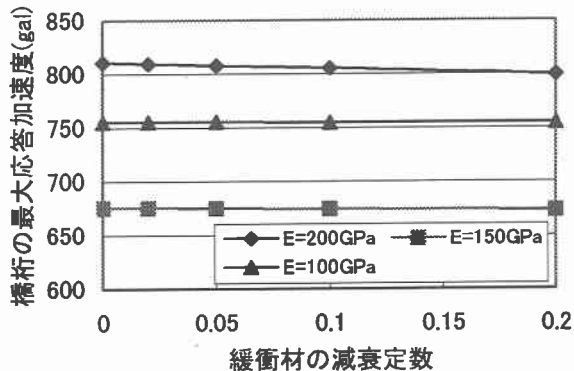


図4 緩衝材の減衰定数と橋桁Bの端部における最大応答加速度の関係

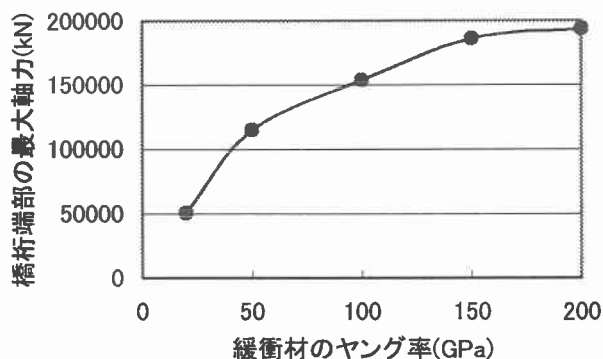


図5 緩衝材のヤング率と橋桁Bの端部における最大軸力の関係

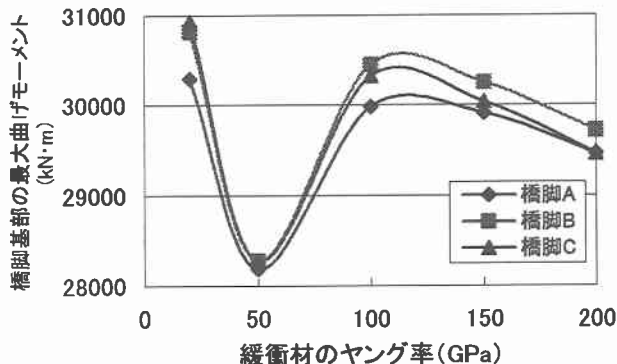


図6 緩衝材のヤング率と橋脚基部における最大曲げモーメントの関係

きさのヤング率を有する緩衝材を用いることが望ましいと考えられる。

4. まとめ

本研究では、2次元モデルによる時刻歴応答解析を行い、橋桁や橋脚の動的応答の比較から落橋防止構造における緩衝材の有効性や望ましい材料特性について検討した。その結果、橋桁の最大応答加速度を最も低減できる最適な大きさのヤング率の値があることがわかった。特に、減衰性能の高い材料を緩衝材に用いることの効果が大きい。また、橋桁端部における衝撃力を低減するためには、ヤング率の小さい緩衝材を用いることが望ましい。橋脚については、基部における曲げモーメントを最も低減できる最適なヤング率があり、むしろ緩衝材のヤング率がある程度大きい方が、いずれの橋脚においても基部の曲げモーメントが低減され、隣接する橋脚と均等に地震力を負担できることがわかった。これらのことをふまえ、橋桁や橋脚への影響を十分検討して、適切に落橋防止構造における緩衝材の材料特性を決定していく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部：緩衝型落橋防止システムに関する調査研究、2001
- 2) 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