

免震高架橋における桁間緩衝材の地震力低減効果と分散効果

阿南工業高等専門学校 正会員 〇森山 卓郎 シバタ工業（株） 正会員 西本 安志
早稲田大学 フェロー 依田 照彦 シバタ工業（株） フェロー 石川 信隆

1.はじめに 免震支承を用いると、橋脚などに作用する地震力が低減できる一方で、橋桁の応答変位が増大するために橋桁同士の衝突が生じることが指摘されている。それゆえ、橋桁と橋桁、あるいは橋桁と橋台の間に設置する、桁間衝突による橋桁端部の損傷やそれによる落橋を防止する緩衝材の開発が現在検討され、桁間衝突を考慮した研究が多くなされている^{1),2)}。本研究では、橋桁端部に桁間緩衝材を設置した場合を想定し、緩衝材の材料特性および支承特性を変化させて解析を行い、桁間緩衝材の効果について検討した。

2.解析方法 本研究で用いた解析モデルを図1に示す。高架橋の2径間を2次元でモデル化し、橋桁は鋼製プレートガーダーとし、橋脚はRC橋脚とした。桁間緩衝材の材質は鋼、アルミニウム、メタクリル樹脂、ゴムとし、支承は鋼製支承と積層ゴム支承および鉛プラグ入り積層ゴム支承とした。解析モデルの橋軸方向に神戸海洋気象台地震波を入力して、支承特性および桁間緩衝材の材質を変化させた場合についてNewmarkの β 法（ $\beta=1/4$ ）により非線形時刻歴応答解析を行った。それぞれの緩衝材と支承の組み合わせにおいて、橋桁や橋脚の動的応答の比較検討を行い、免震高架橋における桁間緩衝材の効果について検討した。

3.解析結果

3.1 地震力の低減効果に関する検討

鋼製支承の場合と積層ゴム支承および鉛プラグ入り積層ゴムの場合について、種々の緩衝材を用いた場合における橋桁2の橋脚3側端部の最大応答軸力の比較を図2に示す。この図から、緩衝材がない場合と比較して緩衝材がゴムの場合では最大応答軸力が低減されていることがわかる。他の緩衝材と比較しても、ゴムの場合において最も小さくなっていることがわかる。また、鋼製支承の場合と比較して、積層ゴム支承および鉛プラグ入り積層ゴム支承の場合では、いずれの緩衝材においても最大応答軸力が低減されている。

3.2 地震力の分散効果に関する検討

鋼製支承の場合と積層ゴム支承および鉛プラグ入り積層ゴム支承の場合における各橋脚基部における最大応答曲げモーメントの比較を図3に示す。図3(a)から、鋼製支承の場合では、ゴム以外の緩衝材を用いた場合では、緩衝材を設置していない場合と比較して、橋脚2および橋脚3の基部において最大応答曲げモーメントが低

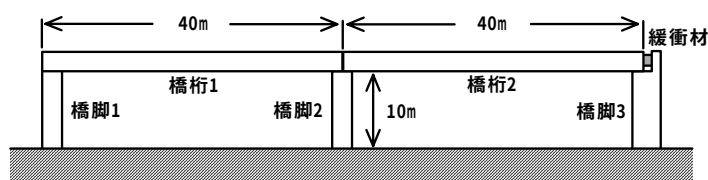


図1 解析モデルの概略図

表1 積層ゴム支承の諸元

	積層ゴム支承1	積層ゴム支承2
ゴムのせん断弾性係数 G (kN/m ²)	588	980
ゴムの総厚 Σt_e (m)	0.12	0.12
水平方向の等価剛性 (kN/m)	1715	2858.3
水平方向の等価剛性 $\times 5$ 基分 (kN/m)	7633.4	12722

表2 鉛プラグ入り積層ゴム支承の諸元

	鉛プラグ入り 積層ゴム支承1	鉛プラグ入り 積層ゴム支承2
免震支承の有効設計変位 U_{be} (m)	0.28	0.224
免震支承の降伏荷重 Q_d (kN)	211.87	211.87
最大せん断力 F (kN)	294.43	392.57
免震支承の降伏力 Q_v (kN)	250.39	250.39
免震支承の降伏変位 U_v (m)	0.1306	0.0478
バイリニアの1次剛性 K_1 (kN/m)	1917.0	5243.8
バイリニアの2次剛性 K_2 (kN/m)	294.88	806.73

キーワード：免震，緩衝材，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

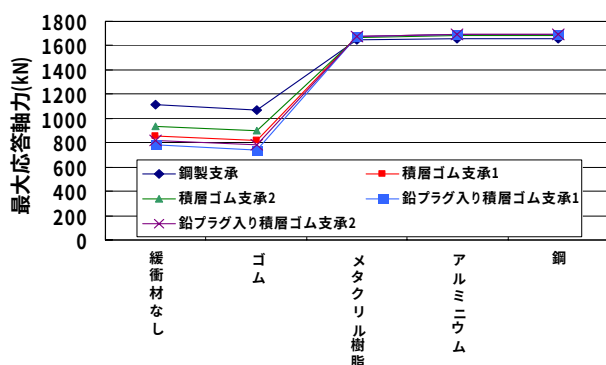
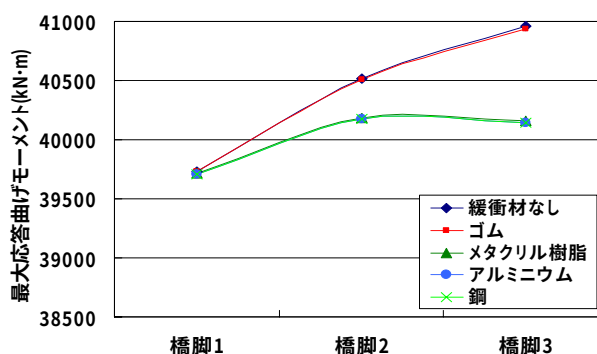
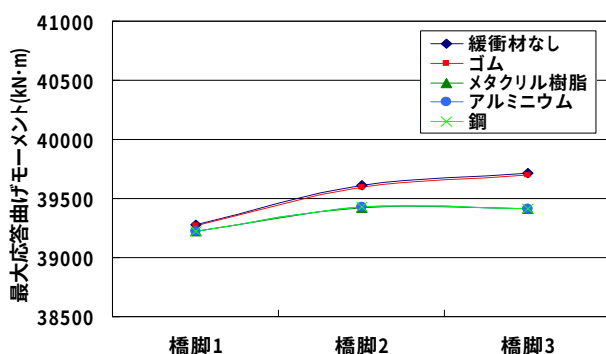


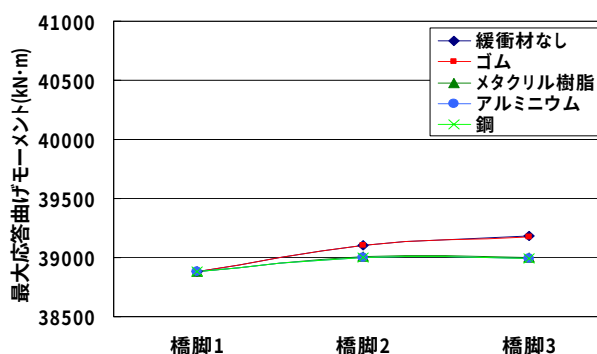
図2 橋桁端部における最大応答軸力の比較



(a)鋼製支承の場合



(b)積層ゴム支承2の場合



(c)鉛プラグ入り積層ゴム支承2の場合

図3 橋脚基部における最大応答曲げモーメントの比較

減されていることがわかる。また、緩衝材を設置しない場合とゴムでは橋脚3の最大応答曲げモーメントが最も大きくなっているが、その他の緩衝材の場合では中央の橋脚2で最も大きくなっている。このことから、地震力が隣接する他の橋脚へ分散されていることがわかる。適切な緩衝材を用いると、緩衝材の材質によっては、橋脚3付近に大きく作用していた地震力が、橋桁の連続化によって隣接する橋脚に分散され、各橋脚がほぼ均等に地震力を受け持つことが考えられる。また、図3(b)および(c)より、いずれの緩衝材においても、鋼製支承の場合と比較して免震支承の場合では、橋脚基部の最大応答曲げモーメントが低減されていることがわかる。鋼製支承の場合では、橋脚3で最大応答曲げモーメントが最も大きくなっているが、免震支承を用いることにより各橋脚の最大応答曲げモーメントはほぼ均等化されていることがわかる。これは、緩衝材の効果よりも支承を免震化したことによる効果が大きいと考えられる。緩衝材がない場合でも免震支承を用いることによって橋脚の最大応答曲げモーメントは低減されるが、鋼製の緩衝材を用いれば、さらに低減され、均等化されることがわかる。緩衝材と支承の組み合わせによっては、地震力を低減および分散させることができると考えられる。

4.まとめ 本研究から、桁間緩衝材として地震動によって橋桁に作用する軸力を低減するためにはゴムのような緩衝材が望ましく、橋脚基部における曲げモーメントを隣接する橋脚に分散させるためには、鋼のような緩衝材が望ましいことがわかった。適切な支承と緩衝材の組み合わせによっては、地震力の低減および分散が可能と考えられる。

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.
- 2) 梶田幸秀, 西本安志, 石川信隆, 香月智, 渡邊英一: 桁間衝突現象のモデル化に関する一考察, 土木学会論文集, No.661/I-53, pp.251-264, 2000.