

(I - 12) 落橋防止装置を考慮した高架橋全体系に対する地震応答解析

防衛大学校 学生員○佐藤 寿恭 防衛大学校 正員 梶田 幸秀
防衛大学校 正員 西本 安志 防衛大学校 フェロー 石川 信隆

1.研究目的

落橋を防止するためには、上部構造の変位を抑制(制限)する必要がある。桁遊間を狭くし、衝突を起こすことで上部構造の変位を制限することも考えられるが、そのためには衝突の際の衝突力を低減させ、上部構造自身の損傷を防ぐ必要がある。ゴム製緩衝材により衝突力が低減できることは既往の様々な研究により明らかになっている。しかしながら、設計においてゴム製緩衝材に対しては、面厚を $1176\text{N}/\text{cm}^2$ 以下にするという規定はあるが、厚さに関する規定はない¹⁾。そこで本研究では、落橋を防止するための一方法として、桁遊間にゴム製緩衝材を設置することを試み、ゴム製緩衝材の厚さを変化させて高架橋全体系の解析を行い、緩衝材の厚さが全体挙動におよぼす影響について考察を行った。

2.解析手法およびモデル化

解析対象として図-1に示す3径間連続高架橋を3つ隣接した高架橋群を取り上げた。図-2に図-1のバネ-質点系モデルを示す。本解析では、Unit-Cの上部構造重量をUnit-A,Bに比べて軽くすることにより桁間衝突が起きるようにしている。次に、図-3に、縦・横15cm四方、厚さを2.5cm、5cm、7.5cmに変化させたゴム製緩衝材の荷重-変位関係は図-3のようになり²⁾、全体系解析においてゴム製緩衝材のバネ特性としては、図-3の荷重-変位関係の初期勾配を用い、そのバネ係数を表-1に示す

解析対象高架橋の上部構造重量は約8000kNである。ゴム製緩衝材の断面積は上部構造重量の1.5倍の力に対して、面厚が $1176\text{N}/\text{cm}^2$ 以下になるようにと規定されている¹⁾。そのため、断面積として $10,000\text{cm}^2$ 必要となり、縦・横15cm四方のゴムでは45個必要となる。そのため解析では、表-1で得られたバネ係数の45倍の値をゴム製緩衝材の剛性として用いた。よって、数値計算で用いた入力データは表-2のようになる。ゴムがない場合の桁遊間は10cmであり、そこに厚さの違う3種類のゴムを設置し、解析を行った。

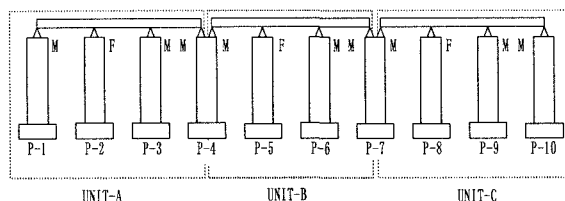


図-1 解析モデル

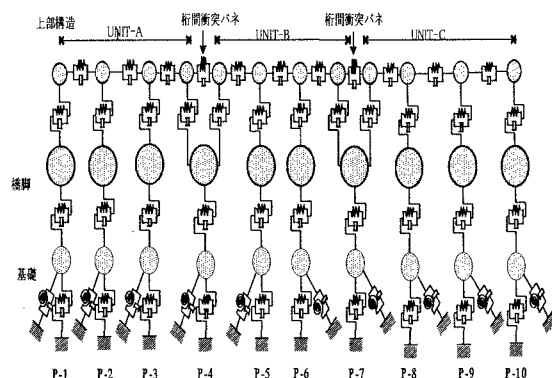


図-2 バネ-質点系モデル

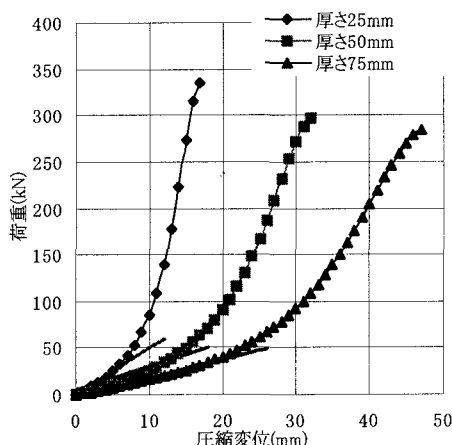


図-3 硬度60度のゴムの荷重-変位曲線

キーワード：ゴム製緩衝材、桁間衝突、ゴムの厚さ

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科

TEL: 0468-41-3810 内線 3516 FAX: 0468-44-5913

なお、入力地震波には 1995 年兵庫県南部地震で観測された JR 鷹取駅 N-S 成分波を用いた。

3.解析結果

表-3 に図-1 中に示した P-4 から P-7 橋脚の最大応答変位を示す。また表-4 に Unit-A,B 間ならびに Unit-B,C 間の衝突力を示す。表-3 よりゴムが厚くなるにつれ、固定支承を有する P-5 橋脚の最大応答変位は若干低減するが、その他の橋脚の最大応答変位はほとんど同じであり、ゴムの厚さの違いによる影響は見られない。表-4 の桁間衝突の衝突力から、75mm 厚のゴムを設置することにより桁遊間が狭くなるため、ゴム無しの場合に衝突が起こらなかった A-B 桁間に衝突が起きていることがわかる。ゴム厚が厚いほどゴムの剛性は小さくなるが、衝突力は大きくなる結果を得た。すなわち、衝突直前の桁の運動エネルギーはゴム厚により異なるため、必ずしも剛性の低い厚いゴムが衝突力を緩和できるとは限らないためだと考えられる。続いて、緩衝材を設置した場合と設置しない場合で比較してみると、橋脚応答変位は変化がないものの、衝突力は明らかに低減されている。最も衝突力の低い厚さ 25mm とゴムがない場合を比較すると衝突力は約 70%低減されることがわかる。

4.結論

落橋を防止するための一つの方法として桁遊間にゴム製緩衝材を設置することを試み、そのゴム製緩衝材の厚さを変化させた検討を行った。その結果以下のことがわかった。(1)ゴム厚を厚くしても桁間の衝突力を必ずしも小さくすることはできないことが認められた。(2)ゴム厚さ 75mm の場合今まで発生してなかった桁間にも桁間衝突を引き起こすことがわかった。よって、桁間にゴム製緩衝材を入れる時には、そのゴムの材質、桁遊間の幅などの条件により適度な厚さが存在すると考えられる。

〈参考文献〉

- 1) 日本道路協会：「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧仕様に係る仕様」の準用に関する参考資料（案）,pp.Ⅲ-41, 1995.6.
- 2) 園田佳巨，西本安志，石川信隆，彦坂熙：落橋防止用矩形状ゴム製緩衝材の性能評価法に関する基礎的考察（土木学会論文集投稿中）

表-1 硬度 60 のゴムのバネ係数

ゴムの厚さ (mm)	バネ係数 (kN/mm)
25	5.000
50	2.500
75	1.875

表-2 入力データ

部位	詳細	バネ係数 (kN/cm)	減衰係数
橋脚	P-1,4,7,10	24.21	0.02
	P-2,5,8	56.57	0.02
	P-3,6,9	26.70	0.02
支承	可動支承	203.9	0.00
	固定支承	56.57×10^2	0.00
基礎 (水平)	P-1,4,7,10	32.10	0.15
	P-2,5,8	45.69	0.15
	P-3,6,9	34.89	0.15
基礎 (回転)	P-1,4,7,10	89.85×10^5	0.15
	P-2,5,8	19.59×10^6	0.15
	P-3,6,9	89.43×10^5	0.15
桁		202.5	0.03

表-3 橋脚の最大応答変位量

	緩衝材のゴムの厚さ(mm)			
	(ゴム無し)			
	0	25	50	75
橋脚 番号	最大応答 変位量(cm)	最大応答 変位量(cm)	最大応答 変位量(cm)	最大応答 変位量(cm)
P-4	1.47	1.47	1.47	1.49
P-5	13.52	13.22	12.55	11.89
P-6	0.97	0.97	0.97	0.97
P-7	1.25	1.25	1.25	1.29

表-4 桁間の最大衝突力

ゴムの厚さ (mm)	桁間	ゴムの最大圧縮量 (cm)	最大衝突力 (kN)
0 (ゴム無し)	A-B	0	衝突せず ^{a)}
	B-C	0.20	3882
25	A-B	0	衝突せず ^{a)}
	B-C	0.55	1236
50	A-B	0	衝突せず ^{a)}
	B-C	1.15	1295
75	A-B	0.89	751
	B-C	1.61	1357