

I-B211

ゴム製緩衝装置による隣接桁間の連結効果

東京工業大学工学部 正会員 庄司 学 フェロー会員 川島一彦

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、免震支承や積層ゴム支承で支持された長周期の橋梁が多く建設されている。このような橋梁では、地震時における上部構造慣性力の伝達を大きく低減できるが、一方で桁の応答変位が増大し、隣接する桁間で衝突が生じる可能性がある。桁間衝突を防止するための落橋防止装置は多方面から提案されているが¹⁾、本研究では桁間衝突に対するゴム製緩衝装置の効果を振動台実験によって検討したので、その結果を報告する。

2. 実験供試体および実験方法

本実験で用いた供試体は、写真-1 に示す固有周期が約 1.6 倍異なる 2 連の単純桁橋である。供試体は鋼材(SS400)で製作し、厚さ 9mm で重量が軽く、固有周期が短い桁 1 と厚さ 22mm で固有周期が長い桁 2 がそれぞれ高さ 306.5mm と 300mm の橋脚(断面寸法 3.2mm×30mm)によって支持されている。自由振動実験により桁 1、桁 2 の固有周期と減衰定数を求めた結果を表-1 に示す。緩衝装置を設けない場合には、予め設けられた遊間(桁 1 と桁 2 が近づく)と桁端部(桁 2 が遠ざかる)の衝突が生じる。緩衝装置は図-1、写真-2 に示すように、桁間が閉じる方向に変位した場合に作動する装置(以下、圧縮側緩衝装置)と桁間が開く方向に変位した場合に作動する装置(以下、引張側緩衝装置)から構成される。一定の遊間を越えると圧縮側緩衝装置は相手側の桁端部に、引張側緩衝装置は図-1 のブロックに衝突し、その移動を制限する構造となっている。緩衝装置の材質は、積層ゴム支承に用いられる天然ゴムと同材質(表-2 参照)であり、本実験と同一寸法の厚さ 5mm の緩衝装置に対して圧縮載荷実験を行った結果を示すと図-2 のようになる。入力地震動は、兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された NS 成分記録の振幅をスケールダウンして用いた。

3. 緩衝装置による連結効果

図-3 は、桁遊間 u_c を大きくとり衝突が生じない場合、桁遊間 u_c を 7.05mm に設定して衝突が生じた場合、緩衝装置を取り付けた場合の桁 1—桁 2 間の相対変位を示した結果である。緩衝装置を設けた場合には、相対変位が 2.05mm に達すると圧縮側、引張側緩衝装置がそれぞれ作動し、2 連の桁の相対変位を抑制している。また、それぞれの場合の最大応答変位を表-3 に示す。衝突に伴い、桁 1 では 4.75mm→5.69mm と増加し、桁 2 では 14.14mm→10.67mm と減少し、2 連の桁の最大応答変位が平滑化される方向に変化している。表-3 には、衝突による桁の最大応答変位の平滑化の度合いを次式の平滑化度係数 κ で評価した結果をあわせて示す。

$$\kappa = \mu_2 / |\mu_1| \quad (1)$$

ここで、 μ_1 、 μ_2 は 2 連の桁の応答変位の小さい方、大きい方の最大応答変位である。衝突によって κ は 2.98 → 1.88 と小さくなり、緩衝装置を設けると κ はさらに 1 に近づき、2 連の桁の最大応答変位の平滑化が進む。

緩衝装置を設けない場合と設けた場合に対して、桁 1、桁 2 の加速度時刻歴のフーリエスペクトルをバンド幅 0.8Hz の Parzen ウィンドウ²⁾で平滑化した結果を図-4 に示す。緩衝装置を設けない場合には、桁 1 では 5.63Hz で、桁 2 では 3.84Hz でピークとなるが、緩衝装置を設けた場合には、桁 1 と桁 2 の卓越周波数がともに 4.15Hz でピークとなり、桁 1 と桁 2 の動特性(固有周期)が近づく。これは、動特性の異なる 2 連の桁が、緩衝装置を介して連結され、1 つの連続橋のように構造系が変化したことを意味し、前述した緩衝装置による桁の最大応答変位の平滑化の効果と解釈できる。

4. 結論

本研究から得られた知見をまとめると以下の通りである。1) 桁の最大応答変位の平滑化の度合いを平滑化度係数 κ で評価すると、衝突によって 2.98 → 1.88 と小さくなり、桁間衝突は 2 連の桁の最大応答変位を平滑化させる。

キーワード：耐震設計、落橋防止構造、桁間衝突、緩衝装置、振動台実験

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-2922 FAX 03-5734-3810

る方向に作用する。2) 緩衝装置を設けると、桁1と桁2の最大応答変位の平滑化が進み、桁1と桁2の動特性（固有周期）が近づく。これは、緩衝装置が変位ストッパーとして機能し、2つの桁が連結され、1つの連続橋のように応答するので、耐震設計上好ましい。

謝辞：本実験は建設省土木研究所との共同研究の一環として行い、耐震技術研究センター耐震研究室の運上茂樹室長、足立幸郎主任研究員、長屋和宏研究員には大変お世話になりました。ゴム製緩衝装置の製作は（株）横浜ゴムの黒田益夫副部長、島ノ江哲氏によりご尽力いただきました。実験に際しては、東京工業大学大学院のAnat Ruangrassamee氏に協力していただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 例えば川島，庄司：衝突緩衝用落橋防止システムによる桁間衝突の影響の低減効果，土木学会論文集，No.612/I-46，pp.129-142，1999.1. 2) 大崎：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1994.

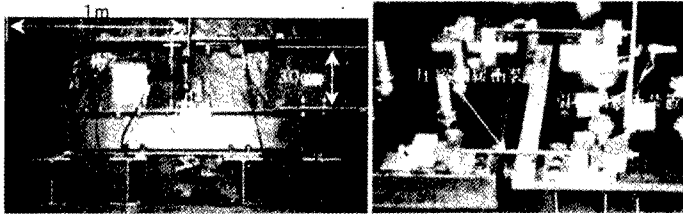


写真-1 実験供試体

写真-2 ゴム製緩衝装置

表-1 固有周期および減衰定数

	固有周期(s)	減衰定数(%)
桁1	0.182	0.80
桁2	0.271	0.66

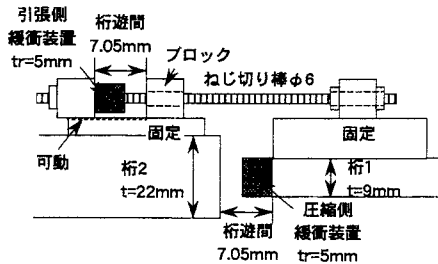


図-1 桁1と桁2の桁端部

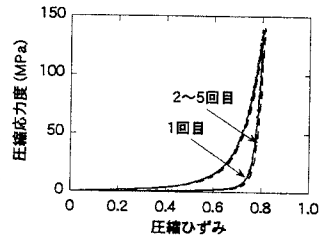
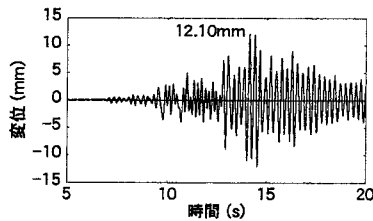


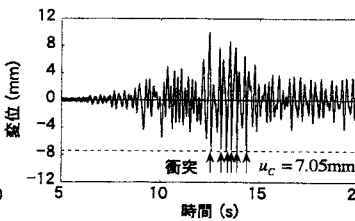
図-2 緩衝装置の圧縮特性

表-2 緩衝装置の基本物性

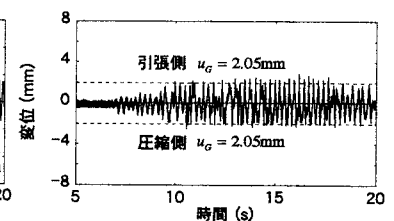
硬さ (Hs)	57
伸び (%)	490
引張強さ (MPa)	17.5
圧縮永久ひずみ率 (%)	20



(a) 衝突が生じない場合



(b) 緩衝装置を設けない場合

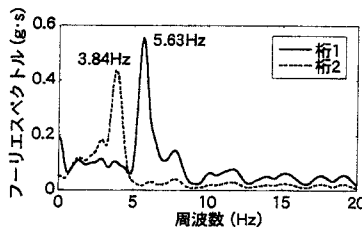


(c) 緩衝装置を設けた場合

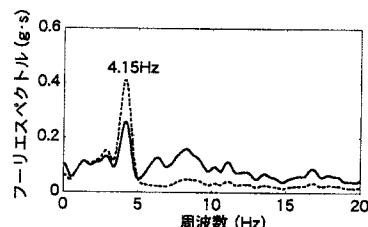
図-3 桁1—桁2間の相対変位

表-3 桁1と桁2の最大応答変位(mm)および平滑化係数K

		桁1	桁2	平滑化係数K
緩衝装置を設けない場合	衝突しない場合	4.75	14.14	2.98
	衝突する場合	5.69	10.67	1.88
緩衝装置を設けた場合		4.82	6.27	1.3



(a) 緩衝装置を設けない場合



(b) 緩衝装置を設けた場合

図-4 加速度時刻歴のフーリエスペクトル