

積層ゴムを活用した緩衝装置の緩衝効果に関する実験的検討

防衛大学校 建設環境工学科 学生会員 ○石橋 和佳
 防衛大学校 建設環境工学科 正会員 香月 智
 株式会社エイト日本技術開発 正会員 廣瀬 彰則
 株式会社ビービーエム 正会員 田中 健司

1. 緒 言

1995 年の兵庫県南部地震以降、落橋防止システムに象徴されるように一部装置や部品の破壊を許しても、その間に生ずる耐力やエネルギー吸収に期待して、構造全体の破壊を防止する、もしくは好ましい破壊状態に誘導する性能設計が行われるようになってきた。このような観点に基づき、免震支承や積層ゴム支承が用いられているが、構造系が長周期化するために、桁の応答変位が増大し、隣接桁間の桁掛け違い部や桁と橋台部間で衝突が生じる可能性があり、隣接する構造物間の相対変位応答を考慮して桁端部の被害を低減する必要性が高まっている¹⁾。このような観点から、本研究は、大地震時橋架桁などの要素間に生ずる衝撃応答に対する緩衝装置とし、建築の分野で使用されている積層ゴムを活用した緩衝装置を提案し、その緩衝効果について基礎的に検討を行うものである。



写真-1 クサビ型

写真-2 剛結型

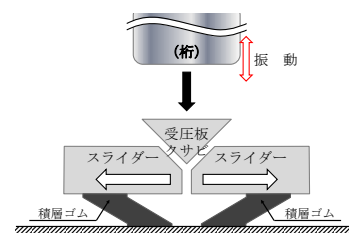


図-1 クサビ機構ゴム緩衝装置供試体の機構模式図

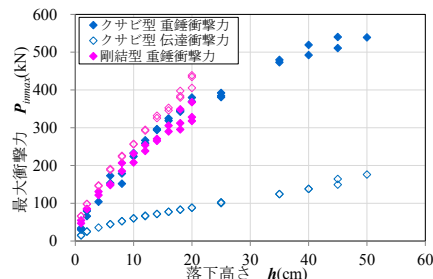


図-2 最大衝撃力～落下高さ関係

2. クサビ機構ゴム緩衝装置の緩衝実験

2.1 実験供試体

2.1.1 クサビ機構ゴム緩衝装置

桁の変形を直交する方向の積層ゴムのせん断変形に変換するために、クサビ機構を用いたゴム緩衝装置(以下クサビ型供試体と呼ぶ。)の形状を写真-1に、またその基本機構を図-1に示す。供試体は、正面幅 1000mm, 奥行き 400mm, 高さ 384mm であり、先端 90°で両方に 45°斜辺のクサビ型金属を有する。このクサビ受圧板は、スライダ部に設置され、上下の動きは、クサビを介して、スライダの水平変位に変換される。

2.1.2 剛結供試体

比較供試体として、積層ゴムを固定金属で置き換えた剛結供試体を作製した。全体の形状を写真-2に示す。

2.2 重錘落下衝突実験

落下高さを 1cm と、2cm~20cm 間は 2cm ずつ、

20cm~50cm 間は 5cm ずつ増加させ、各 2 回ずつ重錘落下衝突実験を行った。

2.3 実験結果と考察

図-2には、全重錘落下衝突実験による最大衝撃力～落下高さ関係を示す。これより、クサビ型も剛結型も最大重錘衝撃力に関しては、あまり差異がないことがわかる。これは、クサビ型においても重錘衝撃力の最大値は衝突直後のクサビが十分に動き始める前に生起していることから、クサビやスライダの質量(計 118kg)が大きく慣性力の影響によるものである。ただし、最大伝達衝撃力を見ると、剛結型は低減されていないが、クサビ型供試体のものは明瞭に低減されており、緩衝効果がある。

キーワード 積層ゴム、クサビ機構ゴム緩衝装置、クロス機構ゴム緩衝装置、重錘落下衝突実験

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:046-841-3810 FAX:046-844-5913

3. クロス機構ゴム緩衝装置

3.1 実験供試体

クサビ型の場合、クサビやスライダの質量が大きいため、衝突直後に慣性力の影響が大きく、衝突面の桁端を保護できない。そこで、桁の移動方向をそのまま積層ゴムのせん断変形に変形するクロス機構ゴム緩衝装置（以下クロスタイプと呼ぶ）を作製した。ゴムのせん断変形に伴って生じる内部のモーメントを相殺するために、逆方向のせん断変形が生ずるように工夫した。この効果を確認するために、比較供試体として、モーメントの生じる並列タイプ、鋼製支持具が全く動かない固定タイプ、減衰性能を高めた高減衰タイプの4種類の供試体を用いた。

図-3にそれぞれの基本機構図を、写真-3～写真-5に外観を示す。

3.2 実験結果

実験は、クサビ型と同様に実施した。図-4に、衝突直後に生起する最大衝撃力～落下高さ関係を示す。これより、固定タイプが最も大きく、クロスタイプと並列タイプのものは、ほぼ等しいことがわかる。クロスタイプの最大衝撃力は、クサビ型のものに比して明瞭に低減できている。

図-5には、図-4(a)の値を図-4(b)の値で除した最大衝撃力比～落下高さ関係を示す。これより、固定タイプでは、重錘衝撃力より大きな伝達衝撃力が生じているのに対し、クロスタイプでは、概ね40%に伝達衝撃力が低下している。同様に並列タイプでは50%に低下し、高減衰タイプは、45%に低下している。すなわち、積層ゴムを用いたクロスタイプの衝撃力低減効果が最も大きいことがわかる。

図-6に、衝突前の運動エネルギーから、衝突直後の運動エネルギーを差し引いた消失エネルギーと衝突エネルギーの関係を示す。これより、クロスタイプや並列タイプの吸収エネルギーは衝突運動エネルギーの約60%が、高減衰タイプでは、ほぼ100%のエネルギーが消失されることがわかる。

4. 結 言

本研究の成果を要約すると以下ようになる。

- 1) 積層ゴムのせん断変形抵抗は安定した線形性を示し、繰り返しの静的および動的変形を受けても安定した性能を発揮する。

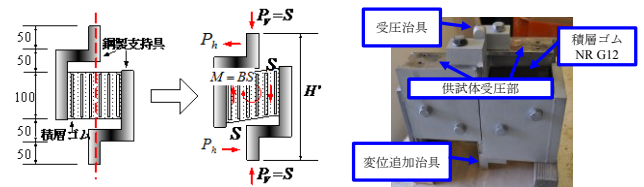


図-3 基本機構図

写真-3 クロスタイプ供試体

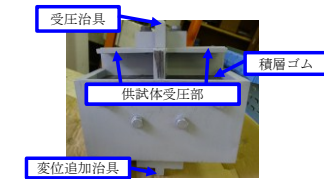


写真-4 並列タイプ供試体

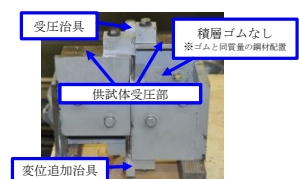
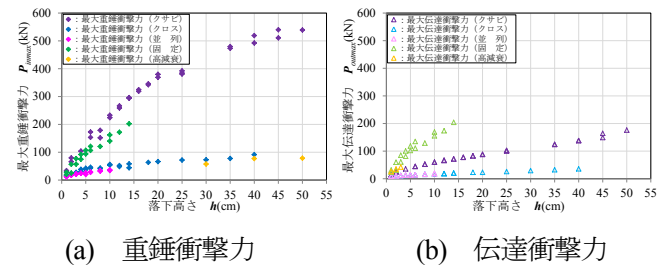


写真-5 固定タイプ供試体



(a) 重錘衝撃力

(b) 伝達衝撃力

図-4 最大衝撃力～落下高さ関係

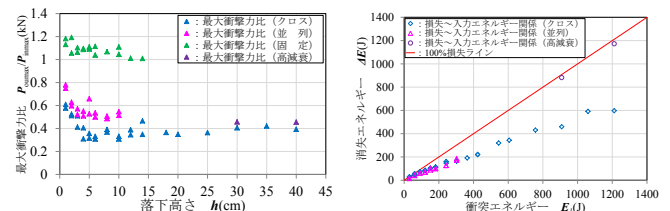


図-5 衝撃力比～落下高さ関係

図-6 消失～衝突エネルギー関係

- 2) 受圧面の衝撃力に対して、伝達衝撃力を低減できるが、クサビ機構ゴム緩衝装置では、受圧面の衝撃力が大きすぎ、桁端保護上の問題がある。これに対して、クロス機構ゴム緩衝装置は衝突面の衝撃力は小さく、伝達衝撃力はその40%程度に低減できる。
- 3) エネルギーの吸収効果では、クロス型ゴム緩衝装置に天然ゴムを用いると50%の吸収が可能であり、高減衰ゴムを用いると100%の吸収が可能である。
- 4) 今後の課題として、実験パラメータを拡大した性能確認や、橋梁システムにおける本装置の効果に関する解析的検討が必要である。

5. 参考文献

- 1) 潤田久也, 川島一彦, 庄司学, 須藤千秋: 高面圧を受ける直方体ゴム製耐震緩衝装置の圧縮特性の推定法に関する研究, 土木学会論文集, No.661/I-53, pp.71-83, 2000.10