

防衛大学校 学生会員 ○衛藤芳昭 防衛大学校 佐久間 博
 防衛大学校 フェロー 石川信隆 シバタ工業 正会員 西川信二郎
 防衛大学校 正会員 園田佳巨

1. 緒言

先の兵庫県南部地震において、橋桁が落下するという被災例が多数見られ、既設の落橋防止装置の耐震性能の向上が必要となった。そこで、著者らは落橋防止壁にゴム製またはゴム系複合材からなる緩衝材を設置することにより、落橋防止壁に作用する衝撃的外力を緩和させることを考えた。ここでは、その基礎的段階として、材質、形状の異なる緩衝材¹⁾に対して静的実験および衝突実験を行い、これらが衝撃応答、特に発生荷重に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験の概要

2.1 実験装置

実験は、緩衝材自体の特性を把握する静的圧縮試験と、緩衝効果を把握する落錘式衝突実験(図-1)を行った。計測項目は、静的実験においては、载荷点荷重、载荷点変位、衝突実験においては、試験体上・下部の発生荷重、重錘変位、重錘加速度である。

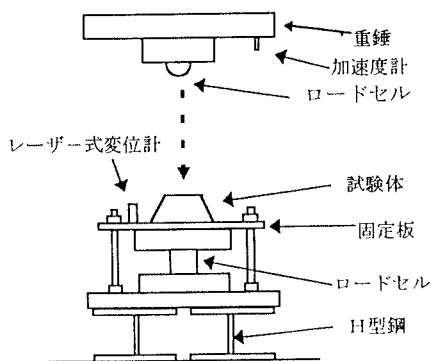


図-1 落錘式衝突実験装置

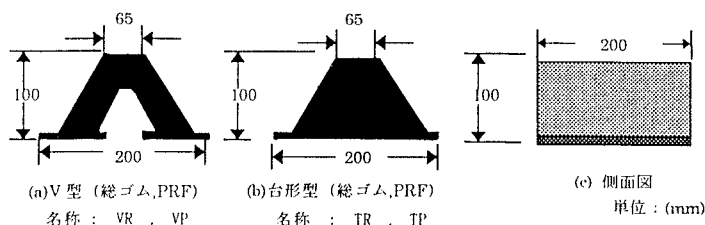


図-2 試験体の寸法と名称

2.2 試験体

実験に用いた試験体の寸法・材質・名称を図-2に示す。図中のPRF(Poly Rubber Fiber)とは、繊維で補強したゴムのことを言う。表-1に試験体に用いたゴムおよび繊維の材料諸元を示す。試験体名称については以後、V型総ゴムをVR、V型PRFをVP、台形総ゴムをTR、台形PRFをTPと呼ぶ。

表-1 ゴムの材料諸元表

項目	総ゴムタイプ	PRF タイプ	
		天然ゴム系	繊維
引張強度	200kgf/cm ²	200kgf/cm ²	80kgf/3cm
伸び	500%	500%	24%
硬度	60	60	—

2.3 実験ケース

静的実験は、アムスラー試験機を用いて各試験体とも1回ずつ、衝突実験は、落錘式衝突実験装置を用いて重錘重量を300kgfとし、衝突速度を変化させて(0.5, 1.0, 1.5, 2.0m/sec)、各速度毎に3回ずつ行った。

3. 実験結果および考察

3.1 静的実験

図-3に荷重～変位関係を示す。V型の変形形態は、VR、VPいずれも天端がへこみ(すなわちM型に変形)、約1.5tfで完全に押しつぶされ、以後変形できなくなり急激に耐力が上昇す

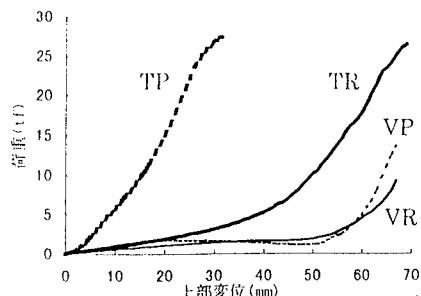


図-3 荷重～上部変位関係

る傾向が見られた。すなわち VR、VP いずれも V 型形状であるために、変形に伴う幾何学的な剛性低下が非常に大きく、材質の差がほとんど見られなくなったためと考えられる。これに対して、台形 (TR、TP) では、載荷当初から挙動が大きく異なり、幾何学的形状の影響よりもむしろ材料の剛性の影響が荷重～変位関係に支配的な要因として作用していることが認められた。

3.2 衝撃実験

(1) 応答

図-4 に重錘を 2m/sec で衝突させたときのロードセル荷重～時間関係を示す。波形についてみると、台形型が荷重のピーク値を軸としてほぼ対称の波形であるのに対して、V 型はピーク値以降はなだらかになっている。これは、台形型の応答が、軸圧縮のみであるのに対して、V 型は荷重がピーク値の前後で曲げ変形を起こし、変形に伴う剛性の低下が生起しているためと考えられる。図-5 に、最大荷重～衝突エネルギー関係を示す。図から VR と VP の発生荷重はほぼ等しいことが分かるが、衝突実験においても、V 型は形状の影響が支配的である。一方、台形型は、最大荷重に材料自体の剛性の影響が大きく作用し、TP の方が TR に比べ約 2～2.5 倍となっている。

(2) 最大発生荷重の回帰式

ここでは、台形型、V 型の緩衝材を使用したときの発生荷重を算定する式の誘導を試みる。衝撃荷重に対するゴムの挙動が静的荷重に対するものとほぼ同じであると仮定し、実験で与えた衝突エネルギーと等しくなる静的吸収エネルギーまでの荷重～変位曲線の割線により試験体の見かけの剛性 k を算定した。このゴムの剛性 k と衝突体が有するエネルギーとから最適手法により台形型、V 型各々の回帰式を求めた。求めた回帰式は以下のとおりである。

$$P = 2.21 \cdot E^{0.47} \cdot k^{0.44} \quad (\text{台形型})$$

$$P = 0.19 \cdot E^{0.44} \cdot k^{1.07} \quad (\text{V 型})$$

ここに、 P : 発生荷重 (tf), E : 衝突エネルギー (tf・cm), k : 使用する緩衝材の見かけの剛性 (tf/cm) である。

図-6.7 に実験値と回帰式の対比を示す。なお、本回帰式の適用範囲は、衝突実験条件内の衝突エネルギー 6.12 (tf・cm) 程度以下である。

4 結論

- (1) V 型は変形に伴う幾何学的な剛性の低下が大きいため、その緩衝効果に対する材料の剛性の影響が小さい。
- (2) 台形は変形に伴う幾何学的な剛性の低下が少ないため、材料の剛性とその緩衝効果に大きく影響する。

落橋防止壁用緩衝材は、対象とする橋梁の規模などによって、効果的な形状、材料を決定できると考えられるので、今後は、緩衝材として有効な範囲、すなわち入力可能なエネルギー量の限界を検討していく予定である。

参考文献

- ¹⁾ 窪田、菅野、飯東、堀江、：落橋防止装置に用いる緩衝材の実験的研究、土木学会第 51 回年次学術講演会、pp.614-615、平成 8 年 9 月

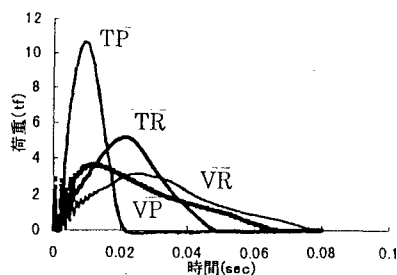


図-4 荷重～時間関係

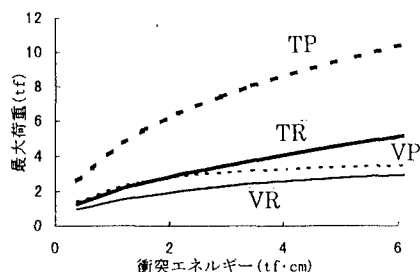


図-5 最大荷重～衝突エネルギー関係

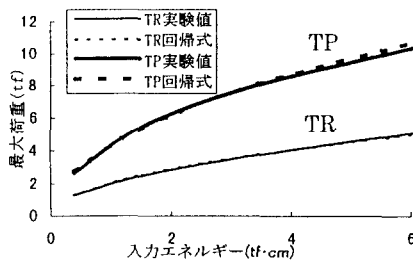


図-6 台形型の実験値と回帰式との比較

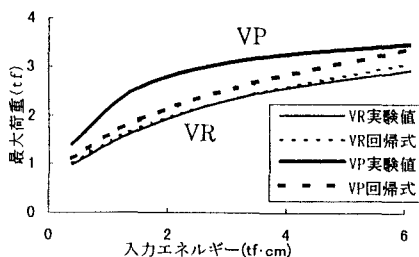


図-7 V型の実験値と回帰式との比較