

ゴム鋼併用型耐震緩衝装置の性能評価

○武蔵工業大学 学生会員 土井 雄司
 武蔵工業大学 正会員 皆川 勝
 日本交通技術（株） 正会員 高寄 太一

1. はじめに

長嶋・皆川らは落橋防止装置の緩衝材として、鋼管を用いることに着目し、その基礎特性を実験及び解析によって検討した。その結果、鋼管はエネルギー吸収効果、衝突力の低減効果が大きく、緩衝材として期待できることがわかった^{1),2)}。さらに免震橋に鋼管緩衝装置を設置した場合の効果を確認するために非線形応答解析を行ったところ、鋼管を単独で用いると圧壊後の衝突力が急激に増大してしまう欠点の確認された³⁾。しかし鋼管の外側にゴムを巻くことにより、鋼管の圧壊後も衝突力が抑えられることがわかった⁴⁾。本研究では、緩衝装置の静的載荷実験を行った結果から、緩衝装置に求められているエネルギー吸収効果、及び、衝突力の軽減効果が最も発揮される緩衝装置の寸法を把握することを目的とする。

2. 実験概要

本研究で想定しているゴム鋼併用型耐震緩衝装置は、鋼管の外側にゴム管を巻いた形式の緩衝装置であり、鋼管の材質はSTKM13A、ゴムの材質はクロロプレンゴム(硬度 60±5)としている。図-1 に寸法及び形状を示す。図-2 に示すように万能試験機を用い静的圧縮試験を行った。変位と荷重の測定にはレーザー変位計、荷重計を使用し、除荷後再び載荷を行った。また、比較のため鋼管のみの実験も行った。

3. 実験結果

図-3 に実験より得られた荷重-変位関係の一部を示す。図-3 より、変形状の推移は以下の3つに分けられる。(Phase I) 降伏まではゴムのみが変形しており、剛性は低い。(Phase II) 降伏時の変位はゴム厚にほぼ比例し、降伏荷重はゴム厚が厚いほど上昇している。また鋼管の降伏後の剛性もゴムの影響を受けて上昇する。(Phase III) 荷重 250kN 近傍で、鋼管は大体圧壊に達するが、直方体形につぶれたゴムの圧縮変位の復元と再変形が生じる。図-4 に荷重-吸収エネルギーの関係を示す。載荷初期からゴムによってエネルギーを吸収し、荷重値の上昇を抑制している。また、鋼管の強度、ゴムの厚さが増すことによって圧壊近傍でのエネルギー吸収量は上がる事が分かる。しかし圧壊に至らない変形変形領域では強度の低い緩衝装置の方が衝突力を抑えることができている。また単純に緩衝装置の寸法を大きくすることは、設置スペースや遊間を広げることになり、さらに緩衝装置にかかるコストの面から考えても必ずしも合理的とは言えない。

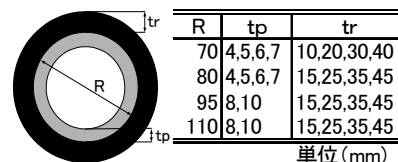


図-1 緩衝材の寸法及び

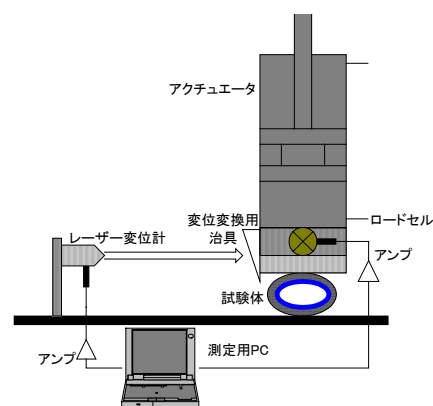


図-2 載荷装置の概要

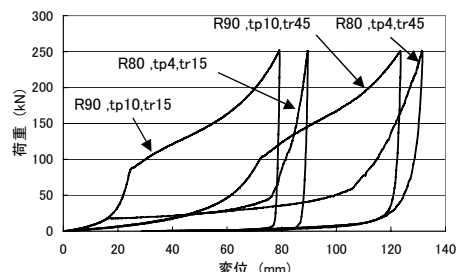


図-3 緩衝材の荷重-変位関係

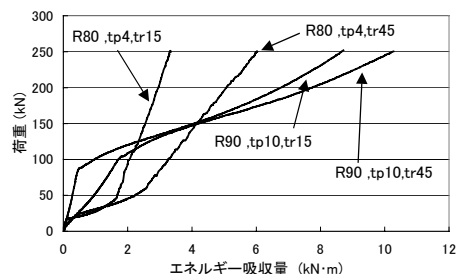


図-4 荷重-エネルギー吸収
関係

キーワード：緩衝装置、鋼管、ゴム管、エネルギー吸収、衝突力

連絡先：武蔵工業大学工学部土木工学科 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 Tel&Fax:03-5707-2226

4. エネルギー吸収・衝突力低減に対する効果

ゴムの厚さが増すとエネルギー吸収量は大きくなるが、厚くすることがよいとは一概には言えないことから、そのエネルギー吸収効率を、同じ衝突力（250kN）を受ける場合について比較する。ここで、ゴムの影響を考慮するため、鋼管の寸法（R80mm、tp6mm）は一定としている。

① 緩衝装置の潰れた最大幅当たりのエネルギー吸収量

緩衝装置を橋桁に設置する場合、設置できる幅は限られてくる。その限られたスペースの中で、ゴム鋼併用タイプの緩衝装置をどのように設置することが望ましいかに着目する。横ひずみは測定していないので、文献 5) を参考にしつつ、ゴムの横ひずみを推定して最大幅を求めた。

② ゴムの単位体積当たりのエネルギー吸収量

ゴムにかかるコストを考慮した上で、効率のよいエネルギー吸収を図る。

図-5 は1回目の载荷、鋼管が圧壊した後の再载荷について①を比較した。ゴムを増やした分、吸収率は若干悪くなる傾向がある。その载荷と再载荷について図-6に②を比較した。ここでも同じ傾向が見られる。

図-7 では鋼管が降伏する前のエネルギー吸収量の比較を①について示す。鋼管の降伏前である程度のエネルギー吸収効果を期待することによって、中小の地震の際にはゴムのみで吸収し、鋼管に損傷を与えないで済み、衝突力の低減が期待できる。また、大規模の地震に対しても急激な荷重の立ち上がりを抑えることができる。同図より、この点からはゴム厚は厚い方が望ましい。

圧壊点で同じエネルギー吸収量となるようにゴムの厚さが異なるものを設置した場合の荷重・エネルギー吸収関係を図-8 に示す。鋼管の降伏前以外では、ゴムの薄いものの方が低い衝突力でエネルギーを吸収できていることが分かる。

5. 終わりに

寸法を大きくすることが効率のよい効果を発揮することにならないことが分かる。ゴムを薄くするメリットが多い傾向が見受けられるが、ゴムを薄くすることにより生じるゴムの破断についてはここでは考慮をしていないため一概には言えない。今後は、望ましい寸法に関する検討を進めると共に設計方法を確立することを課題と考えている。

参考文献

- 1) 都築昭夫, 長嶋文雄, 中田宏治, 金子修, 大竹省吾: 鋼製緩衝材の荷重変形特性に関する実験的検討, 鋼構造年次論文報告集, 第7巻, pp.9-14, 1999.11.
- 2) 長嶋文雄, 皆川勝, 島田泰至, 寺尾圭史, 佐藤豪: 鋼製緩衝材の荷重変形特性に関する解析的検討, 鋼構造年次論文報告集, 第7巻, pp.15-22, 1999.11.
- 3) 皆川勝, 藤谷健, 高寄太一, 長嶋文雄: ゴム又は鋼管製緩衝装置を有する免震橋の地震時挙動に関する研究, 鋼構造年次論文報告集, 第8巻, pp.163-170, 2000.11.
- 4) 皆川勝, 藤谷健: ゴム鋼併用型耐震緩衝装置の開発に関する研究, 土木学会論文集 No.689, I-57, pp.343-353, 2001.10
- 5) 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, Vol.661/I-53, pp.71-83, 2000.10

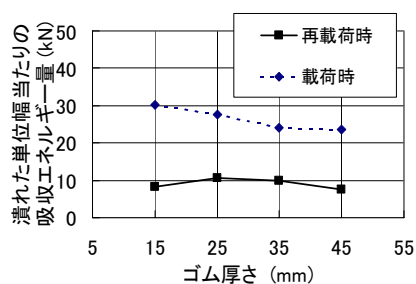


図-5 エネルギー吸収率の比

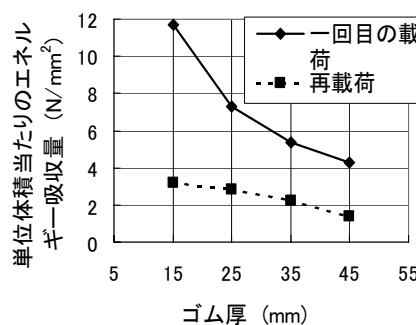


図-6 単位体積当たりのエネルギー吸収量

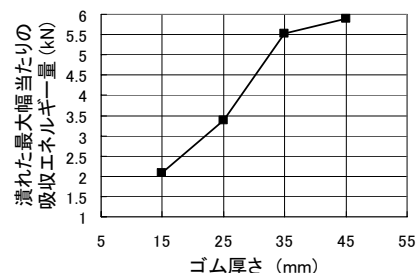


図-7 鋼管降伏前のゴムによるエネルギー吸収率の

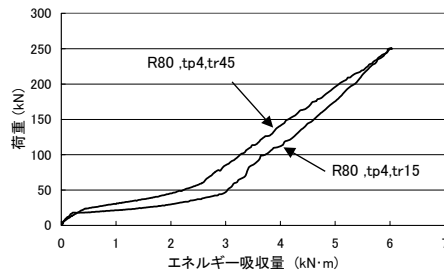


図-8 衝突力の比較