

落橋防止用ゴム緩衝チェーンの緩衝効果に対する実験的研究

九州大学 学生員 井上貴博

九州大学 正会員 園田佳巨

九州大学 正会員 彦坂 熙

シバタ工業株式会社 正会員 生駒信康

1. はじめに

兵庫県南部地震では、従来よく用いられてきた落橋防止連結板装置の破壊による落橋事故が数多く見られた。そこで、落橋防止装置の改良として、衝撃的な地震力に対して緩衝効果を持った新たな装置を用いることが推奨されている。本研究では、その中の一つとして、施工実績も多い高剛性ゴムを用いた緩衝チェーンに対して、振子式衝撃実験を行い、衝撃的な外力に対する緩衝効果を鋼製チェーンと比較・検討したものである。

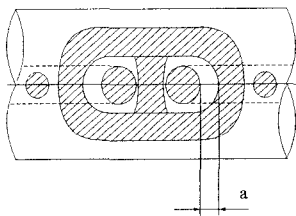


図-1 ゴム緩衝チェーン内部構造

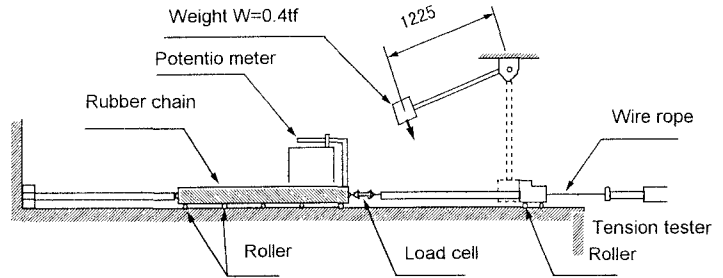


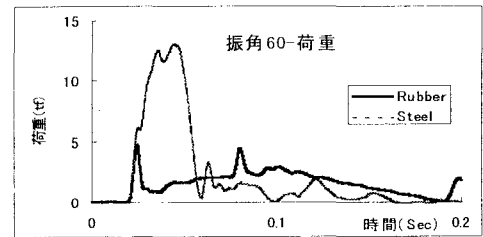
図-2 振子式実験装置概要

2. 実験の概要

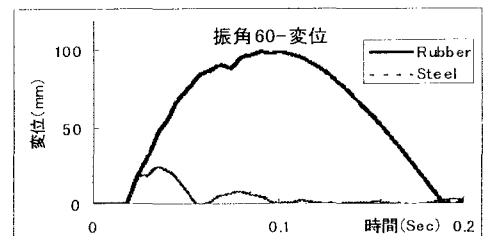
ゴム緩衝チェーンは、図-1に示すように鋼製チェーンに、高剛性ゴムを巻いたもので、チェーンリンク間には予め一定の遊間を設け、リンク間にも高剛性ゴムを充填することで緩衝効果を得ることを目的としている。本実験では設計荷重 20tf 型の試験体を使用し、同種の鋼製チェーン試験体と比較した。振子式実験装置の概要は図-2に示す通りである。本実験では重量 400kgfの重錐の振り角を変えることで衝突時の速度を変化させ、数通りの入力エネルギーに対する発生荷重・チェーンの変位および歪み等の応答特性を比較した。

3. 実験結果及び考察

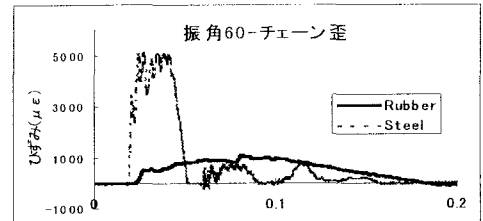
図-3(a)~(c)は、それぞれ振り角 60° の時の発生荷重、チェーン変位、チェーン歪みをゴム緩衝チェーンと鋼製チェーンの2ケースで比較したものである。鋼製チェーンと比較して、ゴム緩衝チェーンは最大発生荷重を 40%程度に低減していることが認められる。一方、チェーンの最大変位については、ゴム緩衝チェーンの方が4倍以上の値を示すとともに、応答周期も



(a)発生荷重



(b)チェーン変位



(c)チェーン歪み

図-3 動的挙動比較

4倍程度まで長いことがわかる。このことから、ゴム緩衝チェーンは長周期の応答により重錐のエネルギーを吸収し、衝撃的な荷重に対する緩衝効果を得ているものと考えられる。その結果として、ゴム緩衝チェーンは鋼製チェーンに比べて最大発生歪みも20%程度に緩和されているのが確認された。

図-4は入力エネルギーに対する最大発生荷重を比較したもので、この図より2種類のチェーンとも入力エネルギーに対して最大発生荷重が線形的に変化することが認められる。図-5は、入力エネルギーを横軸にとり、鋼製チェーンに対するゴム緩衝チェーンの最大発生荷重の比を表したものである。この図より、いずれの入力エネルギーに対しても最大発生荷重は、ほぼ20%～30%程度に緩和されていることが分かる。

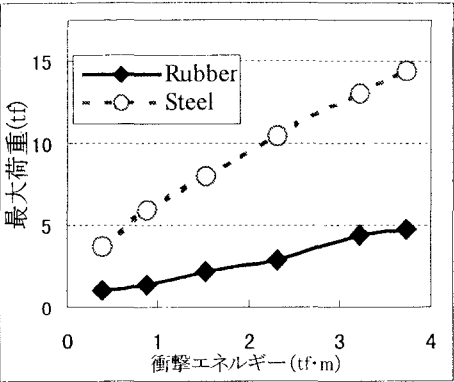


図-4 入力エネルギー-最大荷重関係

4. 簡易力学モデルによる計算例と考察

ゴム緩衝チェーンの設計法は未だに確立されておらず、その力学的特性に関する理論的な検討はなされていない。そこで、ここではバネとダッシュポッドを並列させた簡易力学モデルを作成し、その緩衝効果の再現を試みた。バネ剛性は、図-6に示す静的実験の荷重-変位曲線より求め、減衰項は衝撃実験の荷重-変位曲線を用いた補正係数として与えた。表-1はNew mark β法による簡易応答解析結果と本実験での実測値との比較である。この表より最大荷重および最大変位には約20～30%程度の相違が見られ、ゴム緩衝チェーンの緩衝効果を評価するには、より詳細な検討が必要であることが確認された。

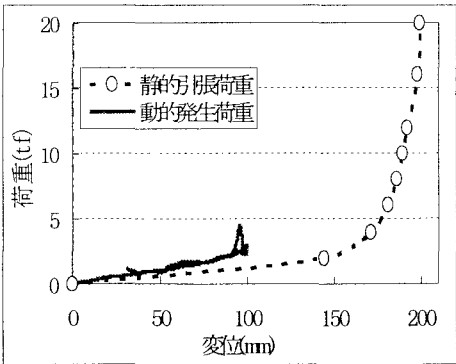


図-6 静的実験と衝撃実験による荷重変位曲線

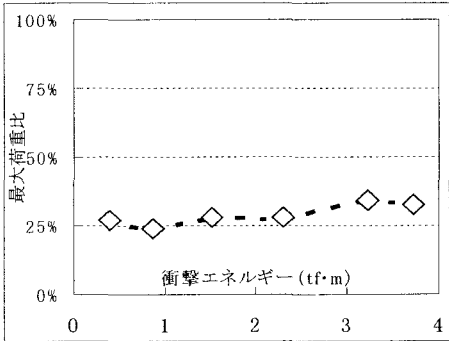


図-5 ゴム緩衝チェーンの最大発生荷重比

表-1 解析値と実験値の比較

振角	最大発生荷重(tf)		最大変位(mm)	
	解析値	実験値	解析値	実験値
20	1.203	1.30	43.35	31.4
40	2.369	3.05	85.39	67.4
60	3.463	4.44	124.8	101.8

5. まとめ

- (1) ゴム緩衝チェーンは、鋼製チェーンに比べて最大発生荷重を30%程度に低減できる。
- (2) ゴム緩衝チェーンは大きな伸び能力による長周期の応答で地震エネルギーを吸収できることが認められた。
- (3) 簡易力学モデルで、ゴム緩衝チェーンの動的挙動の推定を試みたが実測値と30%程度の相違が見られ検討が必要であることが分かった。