

落橋防止装置用緩衝材の動力学の挙動についての検討

シバタ工業株式会社 正会員 浮島 徹* 鉄道総合技術研究所 正会員 村田 清満**
 鉄道総合技術研究所 正会員 後藤 貴士** 防衛大学校 正会員 大野 友則***
 シバタ工業株式会社 正会員 西本 安志* シバタ工業株式会社 正会員 生駒 信康*

1 はじめに

大規模地震時に対する鉄道橋支承部の耐震補強¹⁾に落橋防止装置の設置があるが、一般に、既設の鉄道橋の支承部周辺は狭隘であり、設置空間の制約を受けやすいことから落橋防止装置のコンパクト化が望まれる。著者らは、これまでの研究^{2),3)}で大規模地震時に支承が破断した場合、桁と落橋防止装置との衝突時に生じる衝撃力を低減させる落橋防止装置用緩衝材を開発し、静的載荷実験により力学的挙動を検証した。しかし、地震時に支承が損傷した場合、落橋防止装置に作用する力は動的な力となると考えられ、緩衝材の力学特性として、静力学的挙動に加え動力学の挙動についても把握する必要があるといえる。そこで本研究は、高速載荷実験により新たに開発した落橋防止装置用緩衝材の動力学の挙動について検討した。

2 落橋防止装置のモデル

落橋防止装置は図-1 に示すブラケット(反力壁)に緩衝材が固定された構造である。緩衝材は FRP と繊維積層ゴムで構成される複合構造体であり、中小規模地震動(L1)⁴⁾に対しては FRP により桁の移動を制限し、大規模地震時(L2)⁴⁾には FRP が破断に加え、繊維積層ゴムの変形により作用するエネルギーを吸収するとともに桁の衝突力を低減させようとするものである。落橋防止装置用緩衝材(高さ 100mm、長さ 200mm)の荷重～変位モデルは、静的圧縮載荷実験の結果に基づき図-2 の 2 段階ばねモデルでモデル化²⁾している。

3 高速載荷実験

緩衝材の高速載荷実験は、防衛大学校が有する中速度高圧載荷装置を使用し、載荷速度を 0.1m/s、および 2.0m/s とした。また、載荷ストロークは静的載荷実験の結果を基に 80mm とし、同一供試体に対して 2 回繰返して圧縮載荷を行った。計測項目は、載荷点変位(供試体の変形量)および載荷点荷重である。

4 実験結果

図-3 に緩衝材の 1 回目載荷、および 2 回目載荷から得られた荷重～変位関係を静的載荷実験結果を比較して示す。1 回目載荷における緩衝材の FRP の破壊荷重は、静的載荷では 237kN、載荷速度が 0.1m/s、2.0m/s ではそれぞれ 246kN、250kN であり、その増加率はわずか 5%と小さい。また、FRP が破壊した後の高速載荷時の荷重は、静的載荷時の荷重に比べてやや小さい。次に、2 回目の載荷では、1 回目の載荷によって FRP および繊維積層ゴムの埋設繊維がほぼ完全に破断しているため、ゴムの特性に近づき、静的載荷時に比べて高速載荷時では載荷速度の影響により剛性が 2 倍程度まで大きくなる⁵⁾。

図-4 に、緩衝材の吸収エネルギー～変位関係を示す。吸収エネルギーは、1 回目載荷時には載荷速度の違いによる差はほとんど認められないが、2 回目載荷時には、載荷速度の影響を大きく受ける高速載荷時の方が静的載荷時より吸収エネルギーが大きい。

5 まとめ

- 1) 高速載荷実験より、本緩衝材は、1 回目の載荷では載荷速度の影響が小さく、2 回目の載荷ではゴムの特性に近づくため、静的載荷時と比較して荷重～変位関係および吸収エネルギーが大きくなる。
- 2) 静的載荷実験から得られた落橋防止装置用緩衝材の荷重～変位モデルは、高速載荷実験結果と比較しても、装置の有するエネルギー吸収性能などを過大に評価するものではなく、その妥当性を確認した。

Key Words: 落橋防止装置, 高速載荷実験, FRP, 繊維積層ゴム

* 〒674-0082 兵庫県明石市魚住町中尾 1058 TEL.078-946-1515 FAX.078-946-0528

** 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL.042-573-7280 FAX.042-573-7472

*** 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL.0468-41-3810 FAX.0468-44-5913

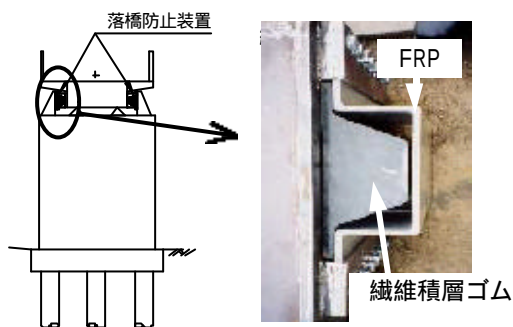


図-1 落橋防止装置(断面)

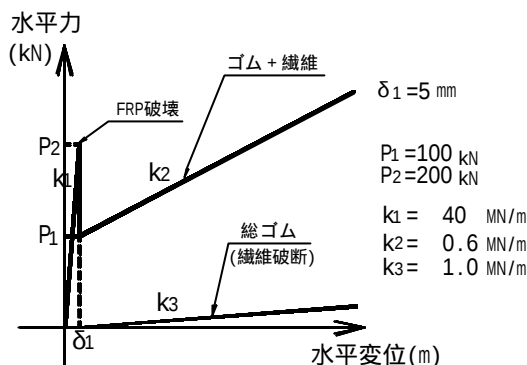
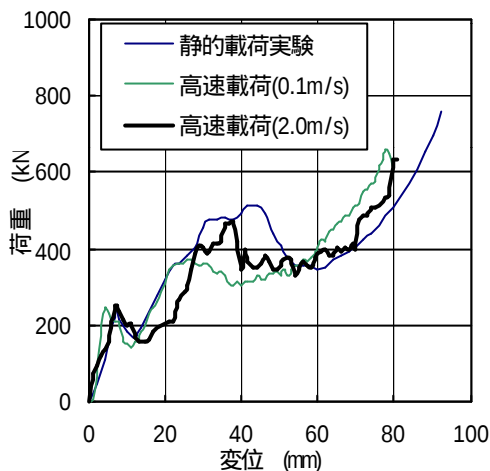
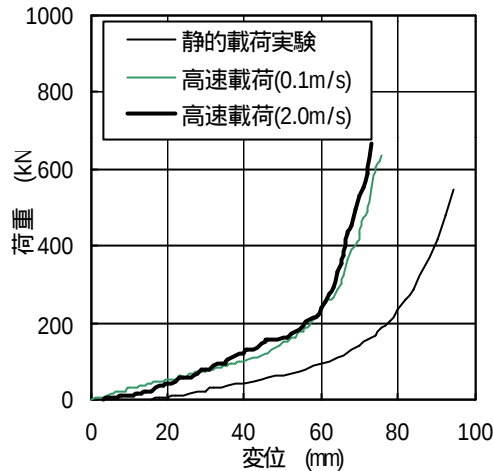


図-2 緩衝装置のばねモデル (2段階ばね)

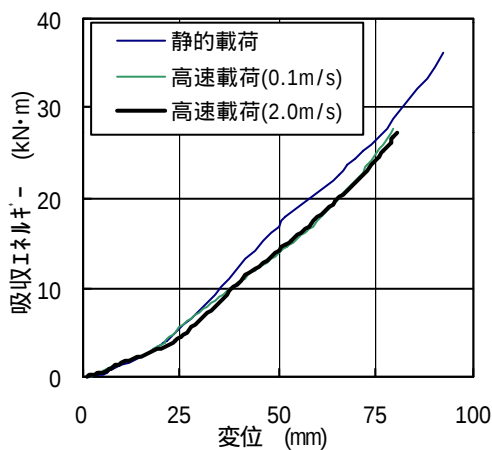


(a) 1回目载荷

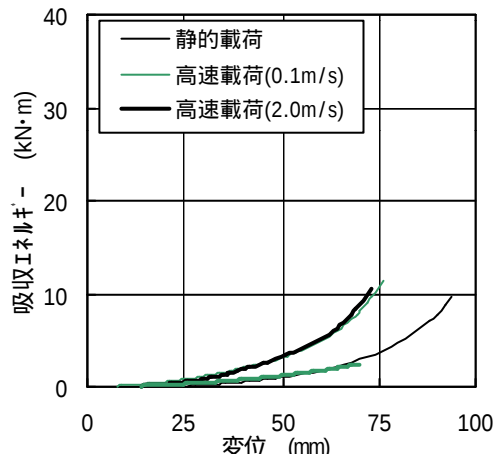


(b) 2回目载荷

図-3 緩衝材の荷重～変位関係の比較



(a) 1回目载荷



(b) 2回目载荷

図-4 緩衝材の吸収エネルギー～変位関係の比較

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所: 支承部の耐震補強設計の手引き, 1996.3.
- 2) 浮島徹, 村田清満他: 2段階バネ特性を活用した落橋防止壁用緩衝材の実験的研究, 第3回耐震補強・補修技術, 耐震診断技術に関するシンポジウム講演論文集, pp.81～86, 1999.7.
- 3) 高山智宏, 村田清満他: 新形式落橋防止装置に関する解析的検討, 鉄道総研報告 Vol.14, pp.29～34, 2000.1.
- 4) 運輸省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 1999.11.
- 5) 西本安志, 梶田幸秀他: 落橋防止システム用緩衝材としての積層繊維補強ゴムの動的特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.1865-1874, 2000.3.