

(I-50) 積層繊維補強ゴムを用いた桁間衝突実験のシミュレーション解析

防衛大学校 学生員○金光 明 正会員 梶田 幸秀 フェロー 石川 信隆

1 はじめに

兵庫県南部地震において多くの橋梁構造物が多大な被害を受け、隣接する高架橋の桁同士の間衝突事例が報告されている¹⁾。そこで本研究では、桁間衝突による桁端部の損傷を防ぐ緩衝材として積層繊維補強ゴムに着目し、積層繊維補強ゴムを用いた桁間衝突モデル実験を行い基礎的なデー

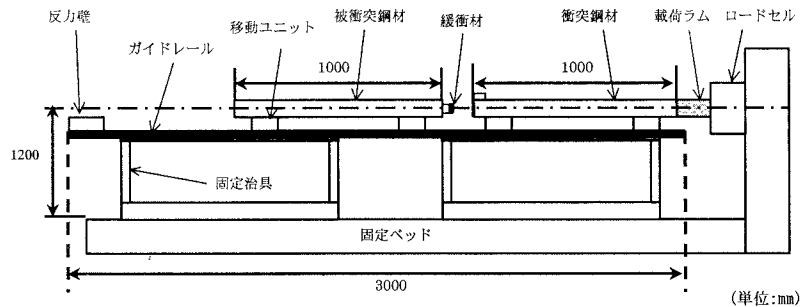


図-1 桁間衝突実験概要図

タの収集を行った。さらにモデル実験のデータを基に、積層繊維補強ゴム緩衝材の復元力-変位関係を非線形曲線でモデル化したバネ-質点系モデルによりシミュレーション解析を実施したものである。

2 桁間衝突実験の概要および結果

実験は、図-1 に示すように長さ 3.00 m のガイドレール上に橋桁に見立てた長さ 1.00 m の鋼材を 2 本設置し、1 体は静止させておき、もう 1 体を一定速度で押し出し所定の速度を与え、静止している鋼材に衝突させ、桁間衝突を再現した。本研究では速度を与えた鋼材を衝突鋼材、静止させた鋼材を被衝突鋼材と呼ぶ。衝突鋼材の設定速度は、0.25, 0.40, 0.70, 1.00 m/sec の 4 ケースとした。また、緩衝材として表-1 に示すように 3 種類の積層繊維補強ゴムを用いている。緩衝材の形状は 40×40×10mm である。実験において衝突鋼材および被衝突鋼材の変位ならびに 2 つの鋼材の相対変位をレーザー式変位計で計測している。

レーザー式変位計で計測された各鋼材の変位～時間関係および6次の回帰式で近似した曲線を図-2に示す。鋼材間の相対変位において0 cmを越えて正の値になったときは緩衝材と衝突鋼材が接触し、緩衝材が変形している状態を表しており、この間が衝突継続時間となる。なお、図-2中(a), (b)の近似曲線は衝突点から離反点までの近似である。

3 シミュレーション解析

3.1 解析モデル

解析モデルとして、図-3 に示すようなバネ-質点系モデルを用いた。衝突鋼材は鋼材本体部を 10 分割し、被衝突鋼材は鋼材本体部を 10 分割し鋼材突起部要素と緩衝材要素をつけている。本解析では衝突時における被衝突鋼材が受ける衝撃力の大きさと衝突終

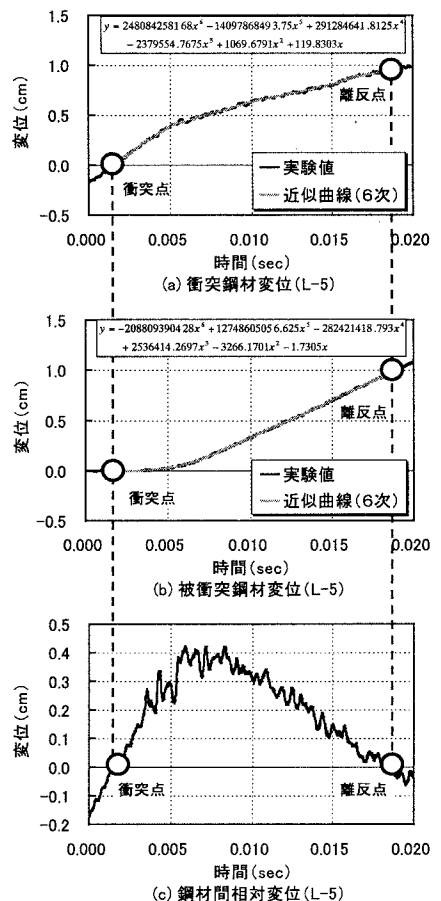


図-2 レーザー式変位計で計測した
変位～時間関係
(緩衝材 L-5, 設定速度 1.00m/s)

キーワード: バネ-質点系モデル, 積層繊維補強ゴム, 衝突実験, 緩衝材

連 絡 先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL:0468-41-3810（内線 3516） FAX:0468-44-5913

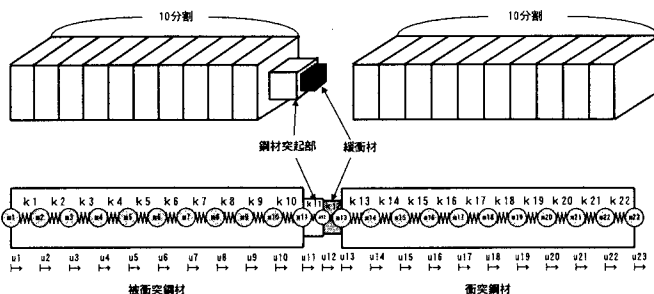


図-3 解析モデル

了直後の鋼材の離反点での衝突鋼材および被衝突鋼材の速度を得ることを目的としている。また、ねじれや回転については考慮せず、1次元モデルとして解析している。

図-4に緩衝材L-5の復元力特性を示す。静的実験により得られた実験値を基に非線形モデルで近似している。なお、除荷過程は静的実験により求められないので、直線勾配と仮定し最大ひずみに応じて除荷剛性を変化させて衝突後の各鋼材の速度を算出した。本解析での計算手順の概要を示すと、ニューマークβ法に基づいて図-5に示すようなフローチャートになる。

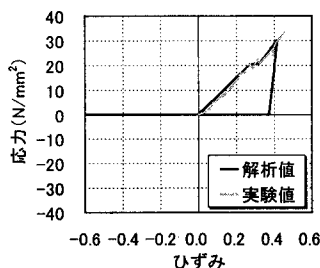


図-4 緩衝材L-5の復元力特性

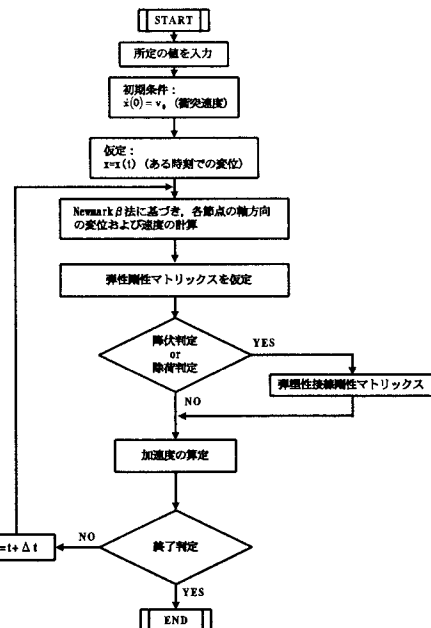


図-5 本解析法のフローチャート

3.2 解析結果および考察

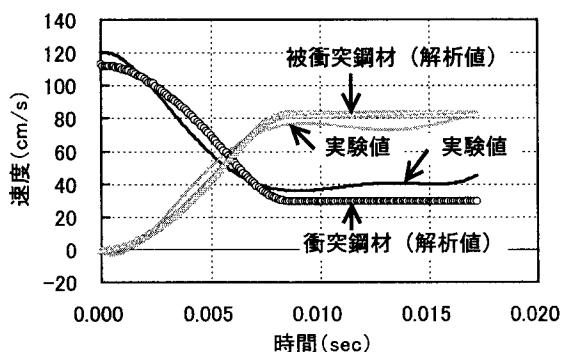
図-2の実験で得られた変位の近似曲線を1回および2回微分することにより、実験における鋼材の速度および加速度をそれぞれ算出している。解析結果の一例を図-6に示す。図-6(a)の速度～時間関係から解析値は実験値を比較的良くシミュレートしている。また、図-6(b)の加速度～時間関係より、最大加速度発生時の時間に差があるものの、最大加速度および加速度が発生している時間、すなわち衝突継続時間については概ね良くシミュレートしている。

4 結論

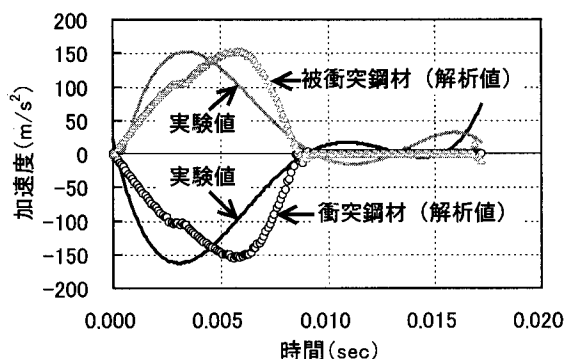
- (1) 実験においてレーザー式変位計で計測した各鋼材の変位～時間関係を微分して算出した速度とバネ-質点系による解析結果とは比較的良く一致した。
- (2) また、実験から得られた速度を微分した加速度は最大加速度に達するときの時間に差があるものの、解析により概ねシミュレートすることができた。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：平成8年度鋼構造物の設計に関する調査研究業務報告概要書，1997.3.



(a) 速度～時間関係 (L-5)



(b) 加速度～時間関係 (L-5)

図-6 実験値と解析値との比較 (緩衝材L-5, 設定速度1.00m/s)