

桁間緩衝材の開発に関する実験シミュレーションと橋梁への応用

大阪大学大学院 学生員 ○馬瀬 伸介
大阪大学大学院 正員 権 映録

大阪大学大学院 フェロー 西村 宣男
コンサルタンツ大地 正員 梅 曙東

1、 前書

兵庫県南部地震は構造物に甚大な被害を与えた。橋梁においては、支承部に多大な力がかかり、その結果、落橋等の被害が生じた。この結果、橋梁の支承に免震支承を用いた構造が注目されるようになってきた。しかし、免震支承の採用により、地震時における桁の変位が大きくなるため、隣接する橋梁と衝突する可能性を考慮する必要がある。

本研究では、以前に行った衝突実験¹⁾を数値シミュレーションにより再現し、プログラムの信頼性を検討する。また、実際の橋梁についても数値シミュレーションを行い、衝突による衝撃力がどの程度かを求める。そして、その対策として桁間に緩衝材を入れたケースにおいてもシミュレーションを行い、衝撃力がどの程度緩和されるかを検討する。

2、 実験の数値シミュレーション

以前行った衝突実験の装置を図 1 に示す。台車 1(22kN)と台車 2(33kN)を衝突させて、その衝撃力を計測する。この結果を図 2 に示す。このように、緩衝材なしのケースでは、大体 1500 kN ほどの衝撃力が計測されたが、緩衝材を入れたケースでは、600kN ほどと、大きく減少した。しかし、台車の衝突による力積は変化がなく、衝突継続時間が長くなったために衝撃力が小さくなることが明らかになった。この実験のシミュレーションをするにあたって、実験装置を図 3 のようにモデル化した。このモデルを使って計算した結果を図 4 に示す。このように緩衝材を入れないケースは 1600kN、緩衝材を入れたケースでは 600kN と、実験結果とほぼ一致し、衝突継続時間も実験の結果とほぼ一致した。緩衝材を入れたケースでは衝突が 2 度起きているが、これは、衝突で一時的に動いた台車 1 が戻ってきた時にもう一度台車 2 と衝突したためである。

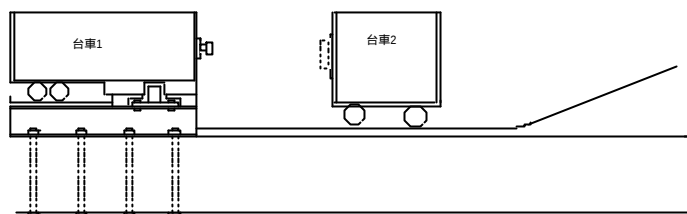


図 1 実験装置

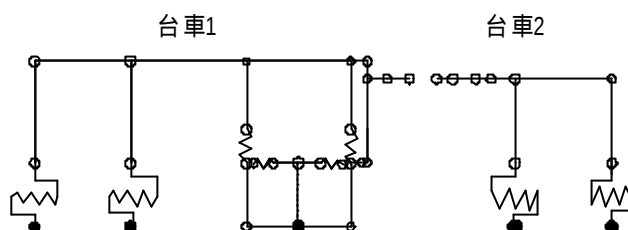


図 3 解析モデル

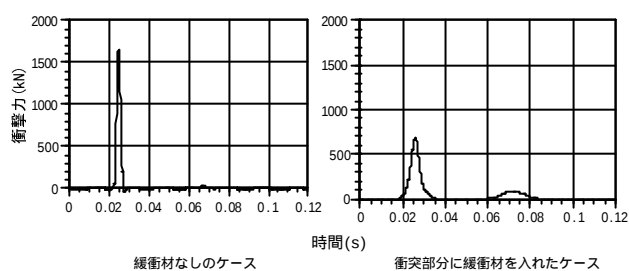


図 2 実験結果

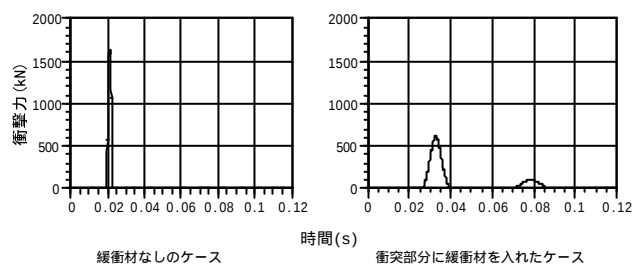


図 4 解析結果

キーワード：衝突、衝撃力の緩和、緩衝材

連絡先 : 吹田市山田丘 2 - 1 大阪大学工学部土木工学科 Tel 06-6879-7599

3、 橋梁への適用

実験の解析により、現在使用しているプログラムが衝突現象をかなりの精度で再現できているので、これを橋梁のモデルにも適用する。使用する橋梁のモデルを図5に示す。ここで、中央の橋梁はすべてゴム支承により支持されている。ここに兵庫県南部地震のときに神戸海洋気象台で観測された地震波を作用させ、シミュレーションを行った。桁間に挟む緩衝材であるが、ここではゴムを使用することを仮定し、剛性の異なる2種類のゴムをはさんだケースで解析を行う。緩衝材の剛性は図6の通りである。なお、 E_0 の値は3430MPa(緩衝材A)と、2450MPa(緩衝材B)を使用する。その結果を図7、図8に示す。図7は時間-節点変位関係で、図8は時間-衝撃力関係である。まず、時間-節

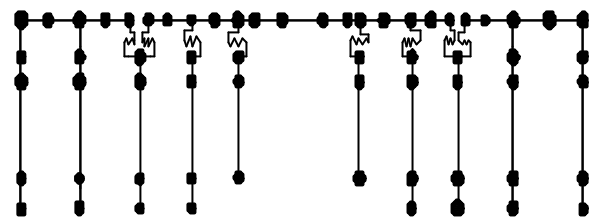
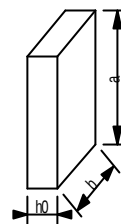


図5 橋梁の解析モデル

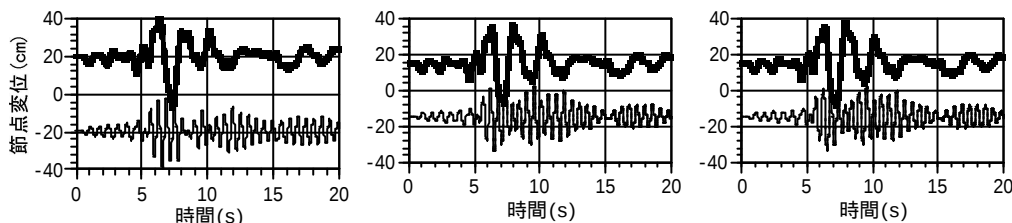


$$E = E_0 \left(1 + \frac{2.2A^2}{4h^2(a+b)^2} \right) \times 980665 (\text{kPa})$$

$$h = h_0(1+e)$$

図6 緩衝材のヤング係数

点変位であるが、緩衝材をはさむと、それだけ遊間が狭くなるため、衝突は起こりやすくなる。そのため、衝突時の量衝突節点の相対速度、による力積は緩衝材のある方が大きくなる。しかし、ゴムを挟むことにより衝突継続時間が長くなり、それにより衝突による衝撃力が小さくなることがわかる。硬いほうの緩衝材Aでも、1/2に、柔らかいほうの緩衝材Bでは、大体1/3くらいに衝突による衝撃力は減少している。また、緩衝材の剛性が小さくなるほど衝撃力は小さくなる。

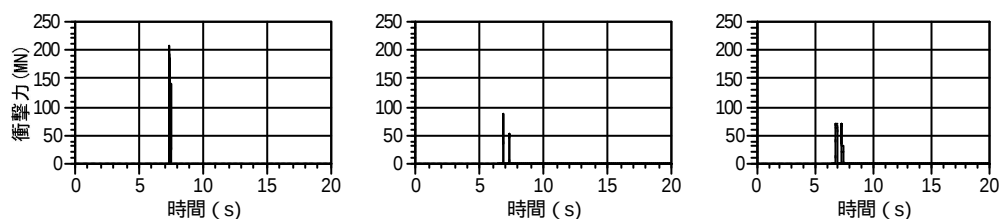


緩衝材を入れないケース

緩衝材Aを入れたケース

緩衝材Bを入れたケース

図7 解析結果 時間-節点変位関係



緩衝材を入れないケース

緩衝材Aを入れたケース

緩衝材Bを入れたケース

図8 解析結果 時間-衝撃力関係

4、まとめ

- 実験のシミュレーションにより衝突実験の結果をかなりの精度で再現できた。
- 橋梁に適用した結果、衝撃力が緩衝材によりかなり小さくなる。それは、衝突による衝突継続時間が長くなる分衝撃力が小さくなることによるものである。

参考文献：

- 1) 梅曙東、西村宣男、北脇道夫、福田清、松崎慎一郎：隣接橋梁の地震時衝突による衝撃力の緩和に関する実験 第7回鋼構造年次論文報告集 p1-p8 1999.11