

インピーダンス法による桁間衝突のモデル化

東海大学大学院	学生会員	○鈴木 勝也
東海大学大学院	学生会員	木村 修一
東海大学工学部	正会員	近藤 博

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、橋梁にも免震構造を採用する例が増えている。だが、これらの構造物は従来のものよりも振動しやすく、桁同士が衝突しやすくなるという問題が発生しやすくなった。対策の一つとして、桁の間にゴム等の緩衝材を取り付け、衝突力や衝突エネルギーを緩和することが有効とされている。当然、従来の構造物にも、緩衝材を新たに設置することが有効であると考えられ、緩衝効果に関連した様々な研究¹⁾が各機関で実施されている。しかし、それらは実験方法等に問題があり、緩衝効果が正確に把握されていないようである。

本研究は、ゴム材と桁の問題を分離して検討する必要があるとの立場から、波動の特性を捉え易くするために非常に簡易な装置を用いて実験を行うとともに、そのモデル化について検討を行ったものである。

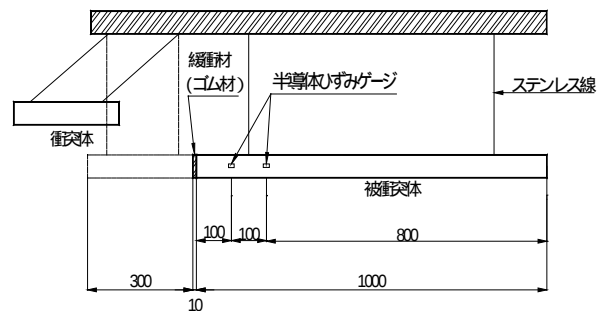
2. 実験装置と実験概要

実験は図-1に示すように、直径25mm、長さ100cmの被衝突体と、長さ30cmの衝突体（スチール製丸棒）を吊り下げた実験装置Aと、長さ100cmの衝突体を吊るした実験装置Bによって行った。衝突体を自由落下させることにより、桁間衝突を再現した。被衝突体の衝突端から10cmと20cmの位置に2点ゲージ解析²⁾に利用する半導体ひずみゲージを添付してある。ゴム緩衝材は厚さ1cmで硬度30と硬度50の2種を採用した。

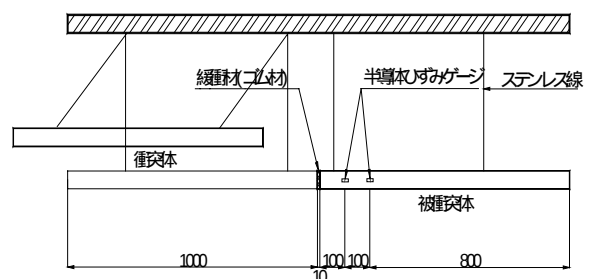
3. 実験結果と検討

試験装置の検証：図-2は、実験装置Aにより、緩衝材なしで衝突体を速度110cm/sで衝突させたときのゲージでの理論波形と測定波形を比較したものである。両者はよく一致しており、本手法により緩衝材による緩衝効果が高い精度で検討できることがわかる。

図-3は、実験装置Aで、硬度30、厚さ10mmの緩衝材を用い、衝突速度110cm/sで実験したときの、ゲージでの測定応力と2点ゲージ法により算出した打撃端応力を比較して示したものである。両者はよく一致しており、緩衝材の影響で被衝突体の打撃端は、波動的には自由端として挙動していることがわかる。これにより、波動エネルギー収支が精度良く計算できることもわかる。また、緩衝材により衝突面での載荷時間が長くなることがわかった。衝突の継続時間は緩衝材がない場合の約65倍となった。



(a) 実験装置A(装置検証用)



(b) 実験装置B(桁間衝突実験用)

図-1 実験装置の概要

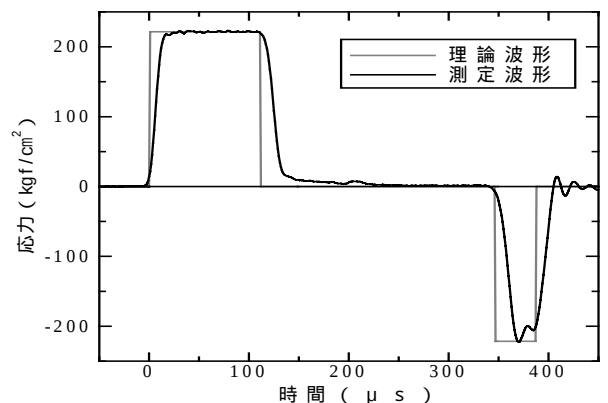


図-2 理論波形と測定波形

キーワード：衝撃、桁間衝突、緩衝効果

東海大学工学部土木工学科 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 TEL0463-58-1211

測定波形の一例：図-4 は、実験装置 B を用いて、衝突速度 100cm/s で実験したときのゲージ での測定波形である。図から、緩衝材なしの場合の応力 206kgf/cm² に比べ、緩衝材を用いた場合の応力 10～20kgf/cm² で約 1/50 以下と非常に小さくなっていることがわかる。また、応力の持続時間は約 7～10msec で、緩衝材なしの場合と比べ 50 倍以上と長くなった。

計算波形との比較：図-5 は、実験波形とインピーダンス法による計算波形とを比較して示したものである。図から、精度良く計算できていることがわかる。よって、インピーダンス法により様々な計算が可能になる。

棒長による影響：図-6 は、インピーダンス法を用いて、桁長の影響について計算したものである。桁長を 10, 20m と変化させると、桁長 1m の場合に比べて応力値はそれぞれ約 1.6 倍、1.9 倍となった。このことから、小さな実験装置を用いる場合、寸法効果を考慮しなければならないことがわかる。

入射エネルギーの比較：図-7 は、速度 100 cm/s で衝突させたときの、非衝突体への入射エネルギーを示したものである。緩衝材なしの場合には、図-3 の結果からも明らかなように、98% の入射率を示した。しかし、緩衝材が有る場合には図-4 の応力波形からも推測できるように、非常に小さな入射率となった。また、硬度 50 の方が硬度 30 に比べ入射率が大きくなった。速度が 200cm/s の方が、速度 100cm/s の場合と比べて入射率が大きくなっているが、その差はあまり大きくはなかった。保存率は、衝突体に残っているエネルギーを加算したものである。

4. まとめ

桁間衝突におけるゴム緩衝材の緩衝効果についての基礎的実験を行い、次のことが明らかになった。

1. ゴム緩衝材の緩衝効果が非常に大きい。
2. 桁間衝突における、ゴム緩衝材の緩衝効果を入射エネルギーで判断するためには、非常に長い被衝突体を用いる必要がある。しかし、ゴム緩衝材により衝突端面がほぼ自由端として挙動するため、小さな模型で緩衝効果が検討できる。
3. 桁長を 10 倍にすると発生応力は約 1.6 倍の 35.9kgf/cm² と大きくなり、エネルギーの保存率は硬度 50、衝突速度 100cm/s の場合で約 14.8%であった。

参考文献

- 1) 例えば、梶田幸秀，西本安志，石川信孝，香月智，渡邊英一：
桁間衝突現象のモデル化に関する一考察，土木学会論文集，
No. 661/I-53，pp251-264，2000
- 2) 柳原直人：一次元弾性応力破壊論による衝撃力測定法，
日本機学会論文集，第 43 巻，pp. 374-376，1977

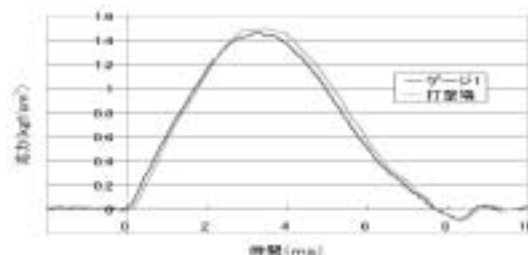


図-3 ゲージ と打撃端応力の比較

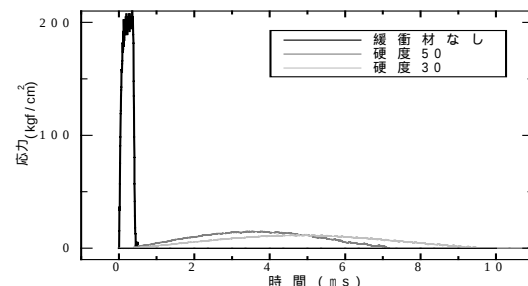


図-4 実験波形の例

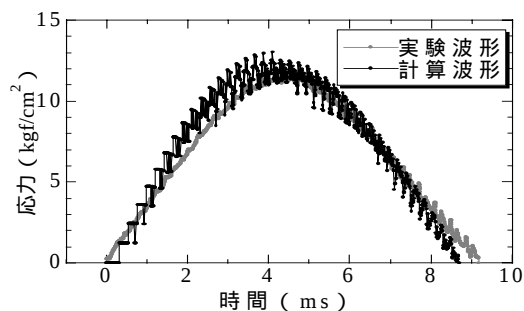


図-5 実験波形と計算波形の例

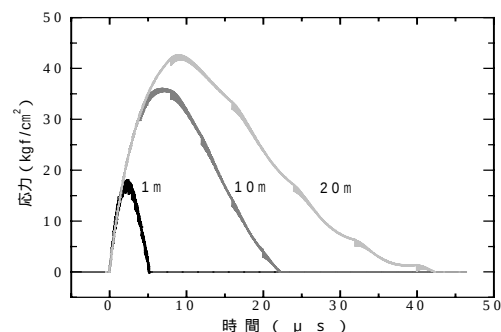


図-6 棒長による影響

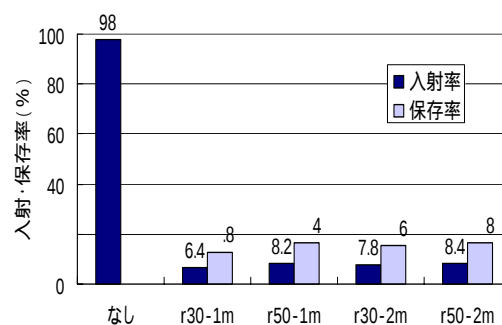


図-7 エネルギーの比較