

個別要素法によるRCはりの衝撃弾性挙動解析について

金沢大学大学院 学 西村 洋平
 金沢大学大学院 橋 紗代子
 金沢大学 正 榭谷 浩
 金沢大学 正 梶川 康男

1. まえがき

山間部にも交通量の多い道路が建設される現代では落石災害もあり構造物の安全性が大きな問題になっている。そのため、道路交通の災害に対する安全性の向上が望まれている。しかし衝撃荷重下での挙動は静的な場合と大きく異なり不明な点が多いのが現状である。

本研究では最も基本的な構造部材の一つであるRCはりの衝撃挙動の解明を目指し、重錘衝突によるRCはりの衝撃挙動を個別要素法による弾性解析を行い検討した。

2. 個別要素法による弾性解析

図-1に解析対象の寸法および解析モデルを示す。本解析では図に示すようなスパン2000mm、高さ250mm、幅150mmのRCはりを解析対象とした。個別要素法による解析モデルは、図-1(c)のように対称性を考慮して半分のモデルとした。要素半径は12.5mm、要素数は451個とした。また、解析の際には半径90mm、質量300kgの球状の重錘をはり中央に所定の速度で衝突させるものとし、その際の衝撃荷重、変位、エネルギーの変化を計算した。衝突速度は1, 5, 10m/sとし、それぞれをCASE1~3とした。コンクリートおよび鉄筋の材料物性は表-1に示すとおりである。

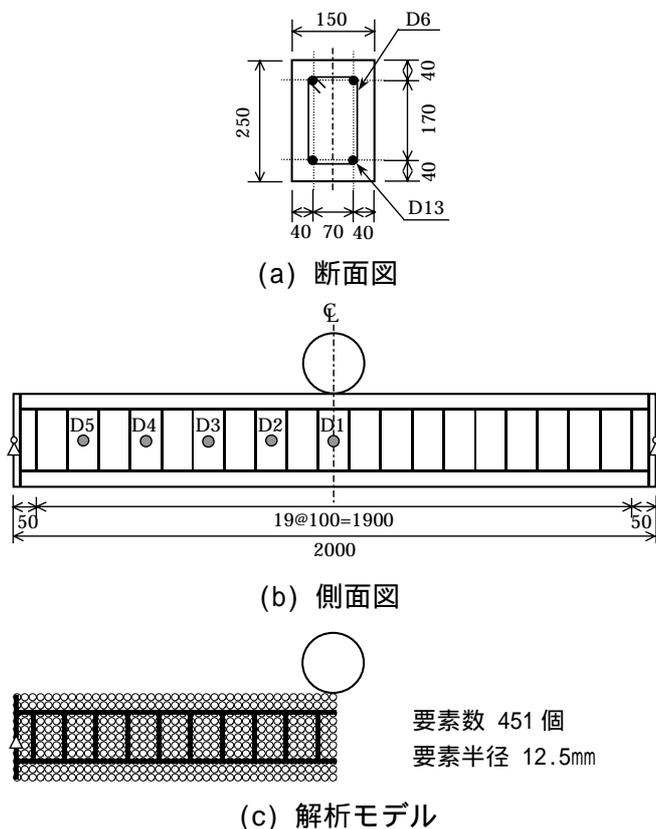


図-1 解析対象および解析モデル

表-2 解析結果 1

CASE	衝突速度 (m/s)	はりの固有周期 (ms)	荷重最大値 (kN)		最大変位 (mm)	反発係数
			1波目	2波目以降		
1	1	11.3	116.4	75.34	3.101	0.869
2	5	11.3	581.6	346	15.5	0.861
3	10	11.3	1163	697.8	30.84	0.845

表-3 解析結果 2

CASE	衝突速度 (m/s)	全エネルギー (kN・mm)	はりのひずみエネルギー (kN・mm)	(a) 衝突後の重錘の運動エネルギー (kN・mm)	(b) 吸収エネルギー (kN・mm)	(a) + (b) (kN・mm)
1	1	75	72.2	59.19	15.757	74.947
2	5	1875	1819	1471	411.57	1882.6
3	10	7500	7283	5807	1708.9	7515.9

表-1 材料物性

コンクリート	
密度 (g/cm ³)	2.4
弾性係数 (kN/mm ²)	20.6
ポアソン比	1/6
鉄筋	
密度 (g/cm ³)	7.85
弾性係数 (kN/mm ²)	206
ポアソン比	0.3

キーワード：衝撃，RCはり，個別要素法

連絡先：〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4603 FAX 076-234-4632

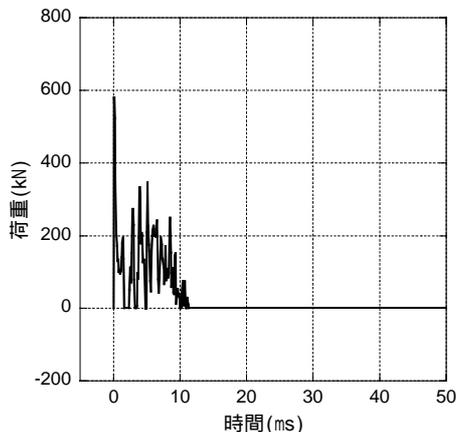


図-2 CASE2 の荷重波形

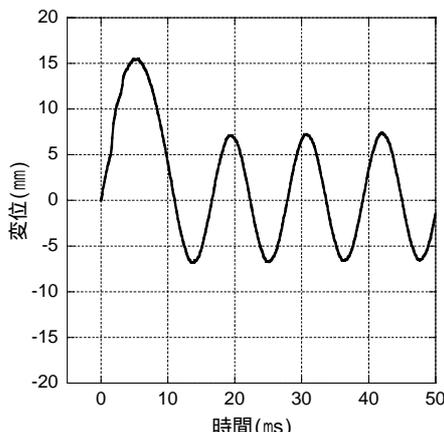


図-3 CASE2 の変位波形

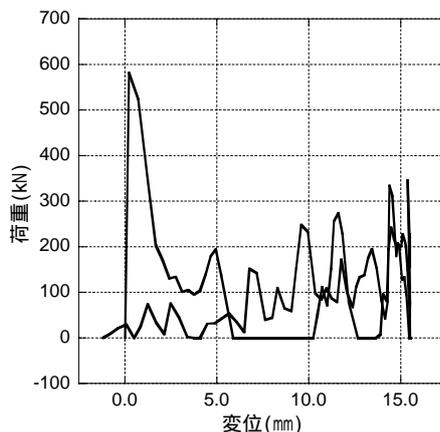


図-4 CASE2 の荷重変位関係

3. 解析結果

表-2 および表-3 に解析結果を示す。また、図-2 から図-5 に CASE2 の荷重波形，変位波形，荷重変位関係，エネルギーの変化を示す。変位波形より求めたはりの周期は 11.3mm となった。また，最大荷重，最大変位は重錘の衝突速度と比例関係にあることがわかる。また，重錘の衝突前後の速度の比である反発係数は，どの場合も近い値ではあるが，衝突速度が大きくなるにつれて少しずつ小さくなる傾向がある。

表-3 より，はりのひずみエネルギー，衝突後の重錘の運動エネルギーは衝突速度の 2 乗に比例して大きくなることがわかる。本研究では，荷重-変位曲線を積分して得られた値を吸収エネルギーと定義しているが，これについても同様な傾向が見られる。また，吸収エネルギーと衝突後の重錘の運動エネルギーを足すと，重錘が与えた全エネルギーの値にほぼ等しくなる。このことから，重錘の衝突後，全エネルギーの内，吸収エネルギーとしてはりに伝わった残りのエネルギーが重錘の跳ね返りとして使われていると考えられる。また，吸収エネルギーとしてはりに伝わったエネルギーは，衝突後のはりの振動として使われていると考えられ，これは図-5 のエネルギーの変化を示す図からもわかる。また，図-5 より全エネルギーはほぼ一定であり，エネルギーが保存されていることがわかる。

解析モデルを単純ばりと仮定し，解析によって得られた荷重，はりのひずみエネルギーと等価な変位を計算して解析で得られた最大変位と比較してみた。なお，荷重については，衝突直後に瞬間的に発生する 1 波目と，その後の 2 波目以降の最大値から計算を行った。その結果を図-6 に示す。図から分かるとおり，荷重 2 波目以降の最大値および，はりのひずみエネルギーから計算したものは解析による最大変位と比較的近い値となったが，荷重 1 波目から計算したものについてはかなり大きな値となっている。このことから，荷重については，衝突時に瞬間的に発生する 1 波目よりも，その後ある程度まとまって発生している 2 波目以降の方が変位とよく対応していることがわかる。

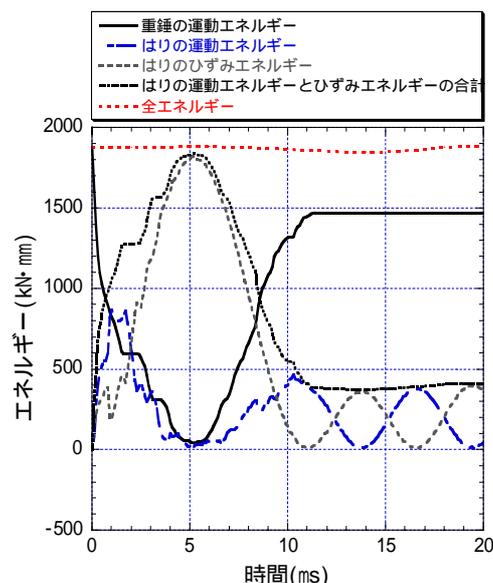


図-5 CASE2 エネルギーの変化

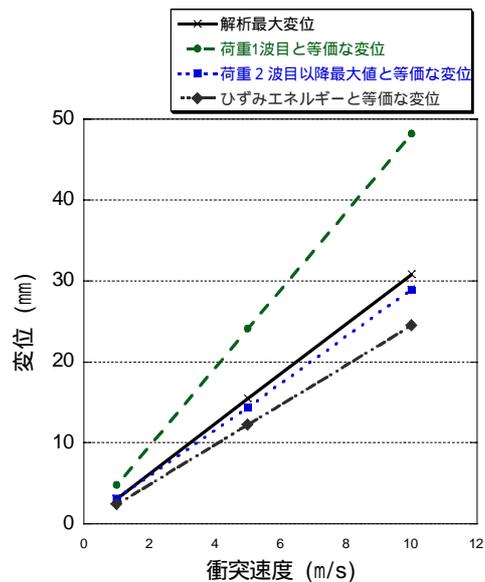


図 6 変位の比較