

I-212

衝撃力を受ける単純支持矩形梁の支点反力の動的挙動

室蘭工業大学	学生員	泉	智夫
室蘭工業大学	正 員	岸	徳光
室蘭工業大学	正 員	松岡	健一
日本大学	正 員	能町	純雄

1. はじめに

近年、土木建築構造の分野においても衝撃的な荷重载荷に対する構造物の動的挙動に関する理論的、実験的研究が行われるようになってきた。理論的には弾性問題としての検討や、弾塑性や破壊現象まで検討を行うための有限差分や有限要素法に基づいた検討が種々行われるようになってきた。一方、実験的には衝突物体の加速度波形や被衝撃体の各点の応答歪を測定する形で検討が行われている。また、衝突物体の加速度測定が困難な場合には支点到ロードセルを設置し、時間履歴を測定することによって衝撃力を評価しているようである。特に後者の、支点到ロードセルを付設し衝撃力を測定する方法に関しては、衝撃波形と共に、その衝撃力によって励起された構造振動が重ね合わされた形で測定されるものと考えられるため、その評価に関しては十分な配慮が必要なものと考えられる。

本論文ではこのような場合を想定し、衝撃力と支点反力の相関関係を数値解析を用いて明らかにすることを目的として、単純支持矩形梁のスパン中央部に衝撃荷重を载荷させ、弾性解析を用い検討を行った。

解析は複鉄筋RC梁モデルを用い、鉄筋要素を考慮できるように断面方向に離散化し、軸方向に連続関数を用いる有限プリズム要素法¹⁾を用いることにした。

2. 数値解析

2.1. 解析モデル

解析モデルは、ロックシェッドの屋根部を対象としてその一部を単純化して取り出し、スパン10m、桁高1m、単位幅を有し、鉄筋比1%の複鉄筋単純支持RC梁とした。鉄筋部要素に関しては波動論的な検討により、板状にモデル化できることが明らかになっているので、ここでは桁高方向にのみ要素分割することとし合計60分割している。荷重はスパン中央に部分分布荷重として50cmの幅で载荷するものと仮定し、時間方向には吉田等²⁾がロックシェッドの応答解析に用いている波形を基本波形とし、荷重強度を $q=100\text{kg/cm}^2$ とし、各载荷時間に対して相似な時間分布に仮定している。(図-2)

解析は、精度検討の結果 Fourier級数を 61項、固有値の数を各 Fourier級数項に対して34個考慮し行うこととした。

2.2. 数値解析結果

数値解析は、時間方向にステップ関数とする荷重を载荷させ、静的な値($R_{st} = 2500.0\text{kg}$)に収斂する状態を確認ののち行っている。

図-3に減衰定数 $h=0.05$ で全载荷時間が0.5msec, 3.5msec, 11.0msecの場合における応答分布を示している。図より、①载荷時間によって応答波形が全く異なること、②必ずしも第1波のピーク値(以下第1ピーク値)が入力波形としての最大値を示していないこと、③衝撃力の時間方向分布に関してはほとんど推定不可能であること等が明かとなる。

図-4(a)には減衰定数5%の場合における第1ピーク値と第1波以後の最大応答値(以下第2ピーク値)と荷重継続時間との関係を示している。図中、横軸は荷重継続時間と最低次固有周期($T_0 = 56.6\text{msec}$)との比で示し、また縦軸は波形の荷重強度($q = 100\text{kg/cm}^2$)を静的に载荷させた場合の反力($R_{st} = 2500.0\text{kg}$)との比で示している。図より第1ピ

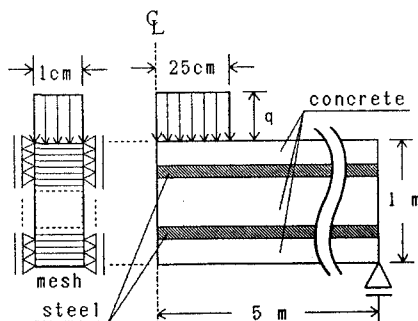


図-1 解析モデル

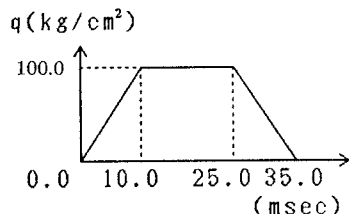


図-2 荷重波形図

ーク値に注目すると、負の値を示し、最大で静的反力の0.75倍程度の値をとり荷重継続時間が短くなるに連れて、その値は大きくなる傾向がある。しかしながら極めて载荷時間の短い $T/T_0 = 0.007$ 程度では支点上まで主波動が十分に伝播しないうちに除荷されてしまうことと、減衰の影響のため反力値も小さくなっているようである。第2ピーク値に注目すると、荷重継続時間が長くなるに連れて応答値は大きくなり、 $T/T_0 = 0.6$ 程度で最大となり静的反力のおよそ2倍強程度となっている。

図-4(b)には支点反力と荷重継続時間との関係を減衰定数を変化させて示している。図より継続時間が短い場合の方が長い場合に比べ、より減衰項の影響を大きく受けていることがわかり、第1波についてはそれが一層顕著である。また T/T_0 が0.5より大きい場合は、入力値の2倍前後の値を示しているようである。

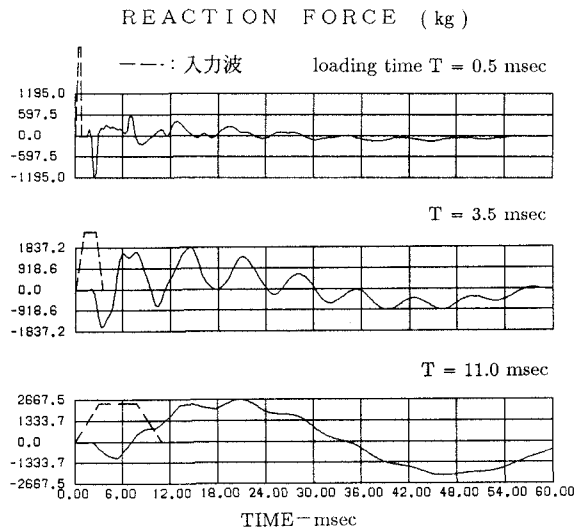
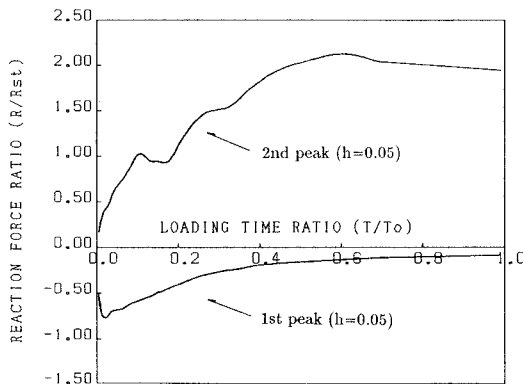
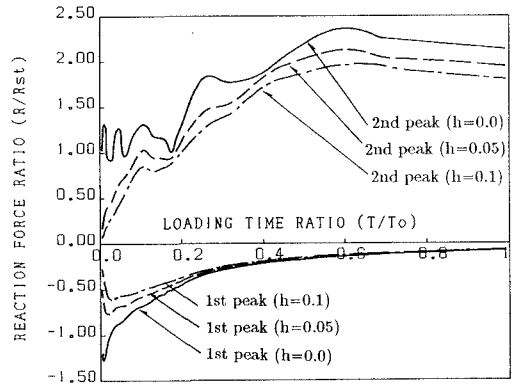


図-3 反力応答波形図 ($h = 5\%$)



(a)



(b)

図-4 荷重载荷時間-反力値相関図

3. おわりに

単純支持RC梁に部分分布の衝撃荷重が载荷する場合の弾性衝撃応答問題を取り上げ、荷重载荷時間比を一定としたときの支点反力の応答性状に及ぼす荷重継続時間の影響などについて検討を行った。その結果、支点反力は減衰項や固有振動の影響を大きく受け、载荷時間によってその性状も異なっていることが明らかになった。ここでは第1ピーク値や最大応答値を载荷時間を変数として整理しているが、今後载荷幅を変化させ検討を行いたいと考えている。

4. 参考文献

- 1) 岸徳光, 松岡健一, 能町純雄, 本名一夫: 衝突衝撃荷重に対するRC矩形板の衝撃応答解析, 土木学会北海道支部論文報告集, 第45号, PP.199-202, 1989.1.
- 2) 吉田博, 榎谷浩, 岡衛: 落石覆工屋根上への落石による衝撃荷重特性について, 土木学会論文集, 第362号, PP.461-470, 1985.10.
- 3) 岸徳光, 吉田紘一, 松岡健一, 能町純雄: 層状弾性体にモデル化した覆工敷砂部の衝撃応答解析, 構造工学論文集, vol.34A, PP.817-826, 1988.3.