

I-509

四辺単純支持 R C 矩形床板の落下衝撃実験

専修大学道短大 正員 三上 敬司 室蘭工業大学 正員 松岡 健一
室蘭工業大学 正員 岸 徳光 日本大学 正員 能町 純雄

1. はじめに

最近、衝撃衝突荷重を受ける構造物の耐衝撃性に関する研究は、原子力発電所施設や山岳急峻な道路に設置されているロックシェッドなどの重要構造物の安全確保のために行われている。わが国における衝撃に関する研究は、電力中央研究所、神戸大学、金沢大学などで実験および理論解析が行われている。衝撃の算定に関してはある程度合理的な推定が可能となってきたと思われるが、衝撃荷重に対する構造物の応答性状はいまだ解明されていないのが現状である。特に、鉄筋コンクリート構造は、鉄筋とコンクリートから構成される複合構造体であり、さらに衝撃初期のレベルより弾塑性的な挙動を示すために、より一層複雑な挙動を示すことになると思われる。

そこで、本研究はこのような観点から鉄筋コンクリート(RC)床板の耐衝撃性の検討のために、床板模型による重錘落下実験を行った。主に、弾性領域の挙動を調べることを目的として衝撃速度4m/secまでの衝撃実験^{1)・2)}を行ってきたが、本実験では、さらに衝撃速度を5、6、7、7.7m/secと増加させた場合、衝撃力算定のための重錘加速度と鉄筋に貼付したゲージにより歪波形を測定することによって、その衝撃特性がより低速のものに比べてどのように異った挙動を示すかを実験的に調べることにした。

2. 衝撃実験

衝撃荷重の載荷は、図-1に示す落下衝撃万能試験機を用いた。衝撃実験は、鋼製の円柱であるハンマー($\phi=15\text{cm}$, $W=70\text{kgf}$)を所定の高さにセットし、自由落下させることにより行うものであり、本実験では試験体中央に載荷することとした。RC床板の支持条件は、四辺単純支持とし、矩形板の四辺を上下から鋼製ローラーを用いて支持している。なお、跳ね返りを防止するために支持用鋼棒を介して、ボルト締めして支持台に固定している。

試験体の製作には普通ポルトランドセメントを用いたレデーミクストコンクリートを使用し、設計基準強度が 400kgf/cm^2 となるように配合した。鉄筋については、主鉄筋にR6を、支持辺近傍の補助鉄筋にR13を使用した。試験体の寸法は $150\text{cm} \times 150\text{cm} \times 10\text{cm}$ であり、配筋は複鉄筋断面とし、鉄筋比は片側およそ1%として、8体製作している。配筋および鉄筋歪測定用ゲージの貼付位置を図-2に示す。

3. 実験結果

実験は、RC床板8体に対して重錘の落下速度を1m/secから7m/secまで1m/sec刻みで変化させて、さらに、やや高速度の7.7m/secまで増加して行った。

図-3(a)、(b)は、全サンプリング時間が4msecでそれぞれ重錘の衝突速度が1m/secと7.7m/secの場合におけるRC床板の加速度応答波形を示している。加速度計は重錘の両サイド($W_{s.1}$, $W_{s.2}$)に取り付けた加速度計によるものである。いずれの衝突速度の場合も衝撃挙動は、極く初期にのみ現れているようである。また、両者を比較すると、衝突速度

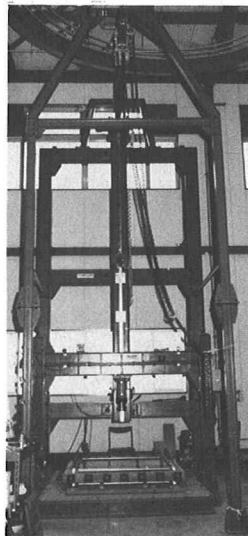


図-1 衝撃実験装置

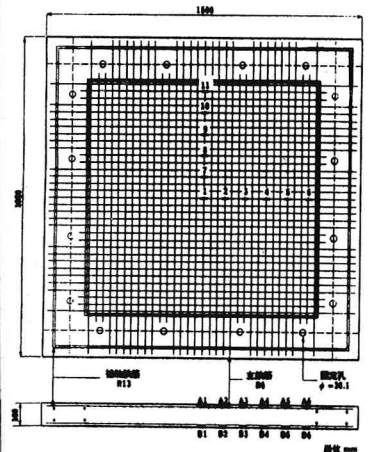


図-2 ゲージ位置と配筋図

7.7m/secは1m/secに比べて最大加速度が約10倍大きくなり、立ち上がり時間が約2倍早くなり、さらに衝撃载荷時間については若干短くなっているようである。

図-4(a)、(b)は、全サンプリング時間が40msecでそれぞれ重錘の衝突速度が1m/secと7.7m/secの場合における鉄筋歪の応答波形を示した。鉄筋歪(1~11)の波形の測定位置は図-2に示したとおりである。中央から離れた点の中央線上の歪(1~6)は、いずれも衝撃初期に上側で引張り、下側で圧縮歪となっているが、これは衝撃波の伝播に従って衝撃波の先端が固定端のように作用しているためであると思われる。いずれの速度でも急激に減衰して、その後は、1m/secで自由減衰振動状態が励起され、一方、7.7m/secでは、励起されていないようである。直角方向の歪(7~11)については、衝撃初期の歪の符号の逆転が顕著に現れず、さらに1m/secでは残留歪が現れていないのに対して、7.7m/secでは下側の歪で残留歪が現れており、引張側のコンクリートにひび割れが生じ、従って、下側の鉄筋に大きな歪が生じていると考えられる。

図-5は、衝突速度の変化に対する最大衝撃力を示している。○は実験値で観測された加速度に重錘質量を掛けたものであり、実線は弾性接触論により求めた理論値で重錘の底を平坦とした場合で、また破線は重錘の底が球とした場合である。球底とした場合の理論値は、衝突速度2m/secまで実験値と良く一致しているが、それ以上の速度になると徐々に差が広がっているようである。一方、平坦の場合、6m/secまで下限の実験値と良く一致しているが、7m/sec以上になるとあまり一致しない。

4. まとめ

鉄筋コンクリート構造物の耐衝撃性を検討するため、本論文では、150cm×150cm×10cmの鉄筋コンクリート床板を作製し主に弾性挙動を調べることを目的として衝撃速度を最大7.7m/secに限定し重錘落下衝撃実験を行った。衝撃初期には波動の先端が固定端のように挙動している。低速度では、ほぼ弾性的な挙動となっているが、やや高速度では残留歪が現れて弾塑性的な挙動となっているようである。また、衝撃力は低速度で弾性接触理論を用いた理論値と実験値が良く一致している。

4. 参考文献

- 1) 松岡健一ら：衝撃荷重を受けるRC矩形板の実験的研究、土木学会北海道支部論文集、PP.177~180、1990。
- 2) 松岡健一ら：四辺単純支持RC矩形板の重錘落下衝撃実験、機械力学講演論文集、PP.108~111、1991。

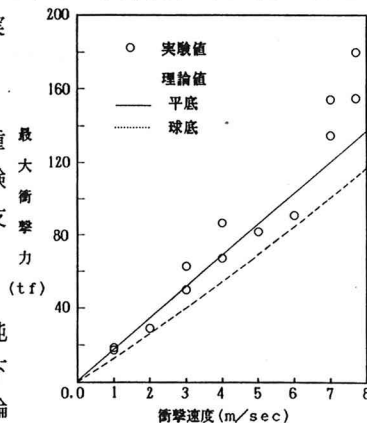


図-5 衝撃力と衝撃速度

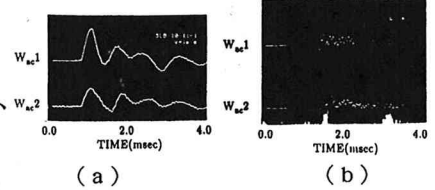
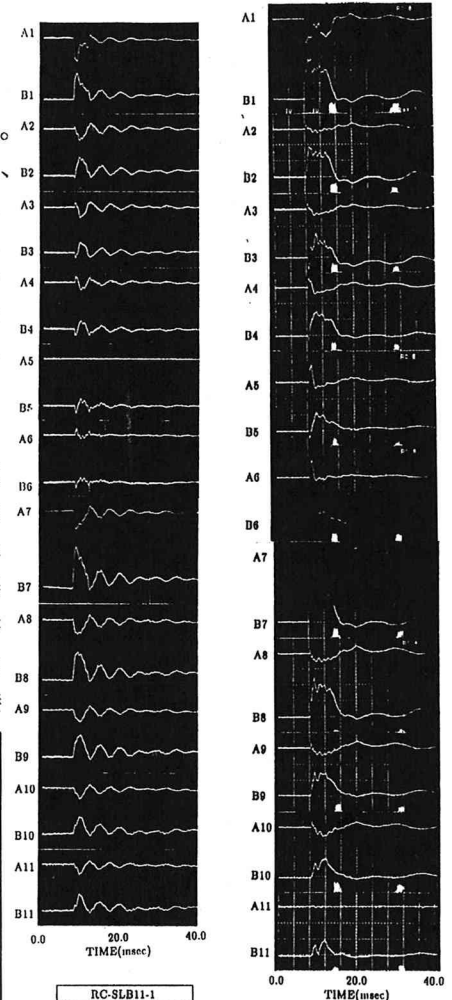


図-3 加速度の応答波形



RC-SLB11-1	
衝突速度	V=1.0m/sec
Wm1	118.2G/Div
Wm2	99.5G/Div
A1, B1	200μ/Div
A2-B11	100μ/Div

(a)

RC-SLB8-5	
衝突速度	V=7.7m/sec
Wm1	998.0G/Div
Wm2	995.0G/Div
A1-B11	1000μ/Div

(b)

図-4 鉄筋歪の応答波形