

一辺と二隅角点支持矩形 RC 版の耐衝撃挙動に関する数値解析手法の妥当性検討

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○ 鄭 丹丹
室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介

室蘭工業大学大学院 正会員 小室 雅人
室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本論文では、ロックシェッド頂版部のような実構造部材の境界条件を模擬した一辺と二隅角点で支持された矩形 RC 版を対象に三次元弾塑性衝撃応答解析を実施し、別途実施した実験結果と比較することにより、提案の解析手法の妥当性について検討を行った。

2. 実験概要

図1には、本数値解析で対象とした一辺と二隅角点支持矩形 RC 版の形状寸法および配筋状況を示している。試験体の形状寸法(幅×長さ×版厚)は、 $2,000 \times 2,000 \times 180$ mm であり、各辺の支点間距離は、1,750 mm となっている。鉄筋は、D16 を下端のみに、版中央部より 150 mm 間隔で格子状に配置した。平均かぶり厚は 40 mm としている。実験は、質量 300 kg、先端直径 90 mm の鋼製重錘を所定の高さから RC 梁のスパン中央部に一度だけ自由落下させる単一載荷法に基づいて行っている。

3. 数値解析概要

図2には、本数値解析で用いた RC 版の要素分割状況を示している。解析モデルは、対称性を考慮した 1/2 モデルである。各有限要素は、鉄筋には 2 節点梁要素、溝型鋼には 4 節点シェル要素、その他の要素には全て 8 節点の三次元固体要素を用いてモデル化を行っている。また、コンクリートと重錘、貫通ボルト、ナットおよび支点治具間には、面と面の接触・剥離を伴う滑りを考慮した接触面を定義した。境界条件は、実験条件と同様に辺支持

部底面は y 軸回りの回転のみを許容するピン支持状態とし、隅角点支持部は全方向に回転可能な構造としている。

図3には、コンクリートおよび鉄筋の応力-ひずみ関係を示している。コンクリートの圧縮強度は 27.3 MPa、鉄筋 D16 の降伏強度は 374 MPa である。

4. 数値解析結果および考察

4.1 各種時刻歴応答波形

図4には、衝突速度 $V = 3.5$ m/s, 4.5 m/s, 5.0 m/s の場合における各種時刻歴応答波形について解析結果と実験結果を比較して示している。まず、図4(a)に示す重錘衝撃力波形に着目すると、実験結果では振幅が大きく継続時間が 2.5 ms 程度の第1波の後に、振幅が小さい第2波、第3波が生じていることが分かる。解析結果も同様な性状を示しているが、第1波の最大応答値は実験結果を若干過小に評価する傾向にあることが分かる。また、第2波、第3波の立ち上がり時刻は実験結果よりも若干遅い。

次に、図4(b)に示す支点反力波形に着目すると、いずれの衝突速度においても、最大支点反力や継続時間に関する解析結果は、実験結果を精度よく再現していることが分かる。

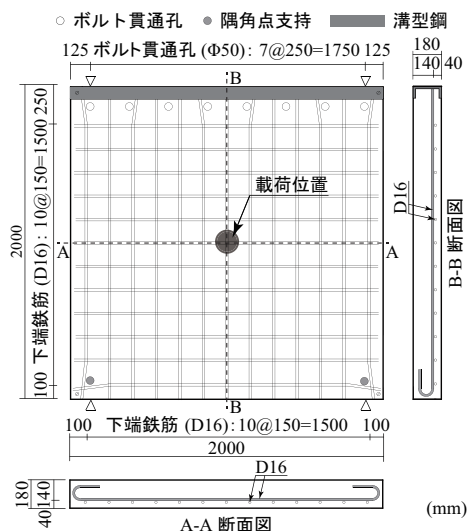


図1 試験体の形状寸法および配筋状況

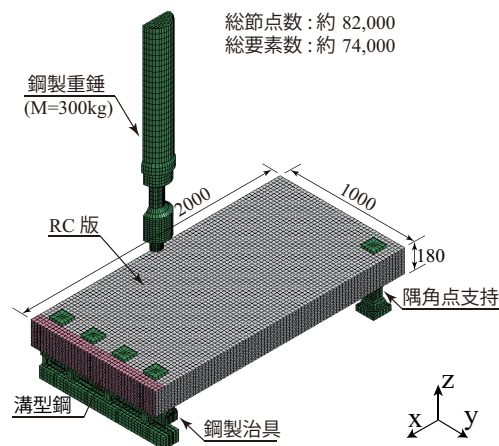
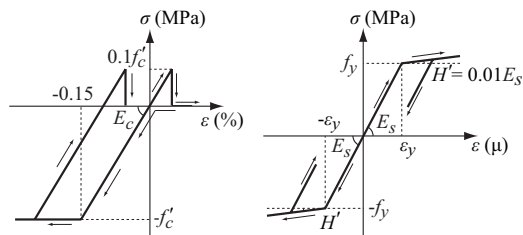


図2 数値解析モデル



(a) コンクリート (b) 鉄筋
図3 材料構成則

キーワード：矩形 RC 版，衝撃荷重，有限要素法，弾塑性応答解析

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX:0143-46-5228

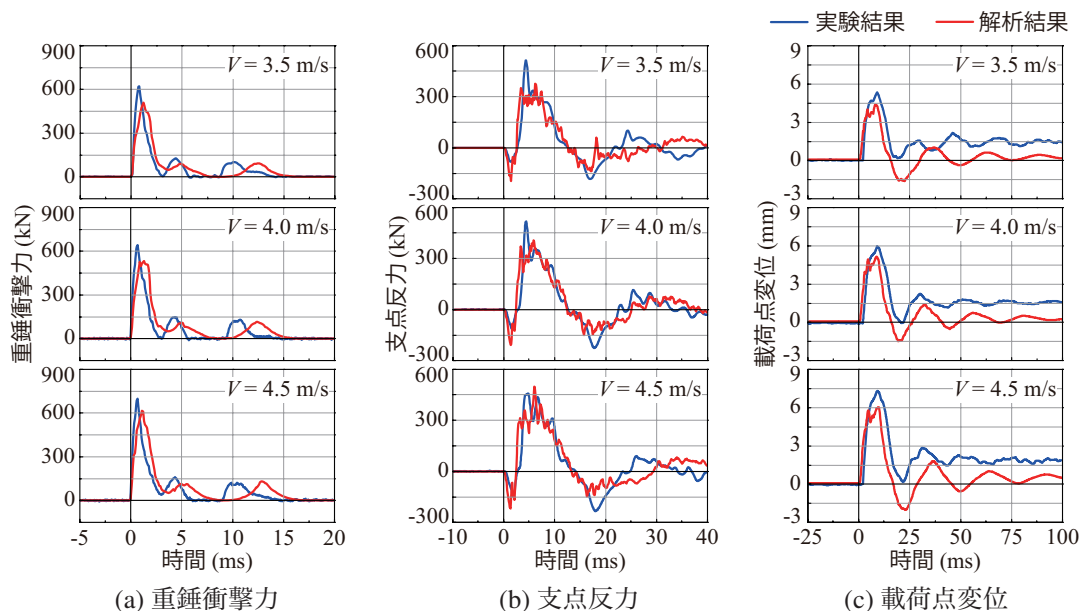


図4 各種時刻歴応答波形

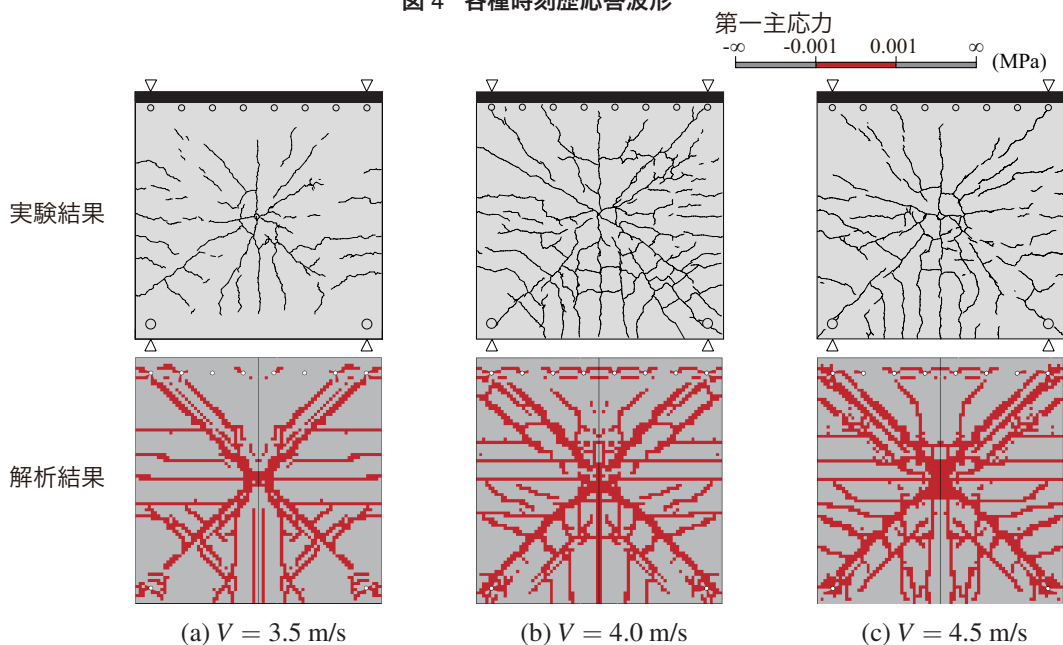


図5 裏面のひび割れ分布

図4(c)に示す载荷点変位波形に着目すると、実験結果ではいずれの衝突速度においても継続時間が10～20 ms程度の正弦半波状の主波動が励起した後、減衰自由振動に至っている。また、衝突速度 V が大きくなるにつれて最大载荷点変位や残留変位も大きくなる傾向にある。解析結果においても同様な性状を示しており、実験結果の最大载荷点変位を大略再現可能であることが分かる。

4.2 ひび割れ分布

図5には、実験終了後の試験体の裏面ひび割れ分布性状と各解析ケースの第一主応力コンター図を比較して示している。

まず、実験結果に着目すると、いずれの衝突速度においても载荷点を中心に円形状に分布する版の曲げひび割れや対角線状に進展するひび割れが生じていることが分かる。また、自由辺に直交して進展する曲げひび割れや

隅角点を中心に円形状に分布するひび割れ等、支持条件に対応してひび割れが進展する状況が確認できる。

数値解析結果に着目すると、いずれの衝突速度においても実験結果のひび割れ分布を大略再現していることが分かる。

5. まとめ

- 1) 提案の解析手法を用いることにより、一辺と二隅角点支持 RC 版に関する実験結果の重錘衝撃力、支点反力、载荷点変位波形を概ね再現可能である。
- 2) ひび割れ分布は若干過大に評価する傾向にあるものの、载荷点を中心に円形状に広がるひび割れや対角線状に進展する版の曲げひび割れ、および自由辺に直行する曲げひび割れや支持条件に対応して生じるひび割れ等、実験結果のひび割れ分布を大略再現可能であることが明らかになった。