

支持条件の異なる矩形 RC 版の重錘落下衝撃実験

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○又坂 文章 室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光
三井住友建設(株) フェロー 三上 浩 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介

1. はじめに

本研究では、矩形 RC 版（以後、単に RC 版）の耐衝撃挙動に及ぼす支持条件の影響を検討することを目的に、支持条件を四辺支持、二辺支持および一辺+二隅角点支持の3種類に変化させた RC 版の衝撃荷重実験を実施した。

2. 実験概要

表-1 には、本実験に用いた RC 版の一覧を示している。試験体数は、支持条件を3種類、载荷方法を3種類に変化させた全9体である。実験は、RC 版の中央部に、質量 300 kg、先端直径 90 mm の鋼製重錘を所定の高さから一度だけ自由落下させる単一载荷 ($V = 4.0, 4.5 \text{ m/s}$) と初回の衝突速度を $V = 4 \text{ m/s}$ 、その後の衝突速度を $V = 4.5 \text{ m/s}$ とする繰り返し载荷により行った。

図-1 には、RC 版の概要を二辺支持の場合について示している。用いた RC 版は、支持条件によらず寸法が $2,000 \times 2,000 \times 180 \text{ mm}$ の単鉄筋 RC 版である。なお、各支持条件の RC 版において、支持部となる辺には溝型鋼を配置して鉄筋を溶接固定し、自由端となる辺には溝型鋼を配置せず鉄筋を折り曲げ定着させている。

実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 26.6 MPa であり、鉄筋の降伏強度は 383 MPa であった。

3. 実験結果

3.1 時刻歴応答波形

図-2 には、重錘衝撃力、支点反力および载荷点変位に関する時刻歴応答波形を示している。図より、重錘衝撃力波形は、繰り返し载荷の $V = 4.0 \text{ m/s}$ と単一载荷の場合には、振幅が大きく継続時間が 3 ms 程度の第1波に振

幅が小さい第2波が後続する性状を示している。繰り返し载荷の $V = 4.5 \text{ m/s}$ では、いずれの版においても第1波目終了後完全には除荷に至らず第2波目と連続した波形性状を示している。これは、RC 版が壊滅的な押抜きせん断破壊に至ったことを暗示している。なお、重錘衝撃力波形の性状に及ぼす支持条件の影響は極めて小さいことが分かる。

支点反力波形は、いずれの RC 版も衝突速度 V によらず、継続時間の長い三角形波に高周波成分が合成された波形性状を示している。S4 試験体の場合には、支点反力波形が全般的に S2 / 1 試験体に比較してより早期に励起している。また、その振幅は大きくかつ主波動の継続時間も短くなる傾向にある。これは、S4 試験体の場合には、S2 / 1 試験体に比較して支持条件による版の拘束効果が大きいため、たわみ剛性も大きくなり周期の短い波形性状を示したものと考えられる。

载荷点変位波形を見ると、単一载荷時と繰り返し载荷の $V = 4.0 \text{ m/s}$ 時において、S4 試験体の場合には継続時間が 10 ms 程度の第一波が励起した後減衰自由振動を示し、最終的には変位が 1 mm 程度残留している。これに対して、S2 / 1 試験体の場合には、全体的な波形性状は S4 試験体の場合とほぼ同様であるものの、第1波目の最大振幅や継続時間は S4 試験体よりも大きく長くなっている。

繰り返し载荷の $V = 4.5 \text{ m/s}$ の場合には、S4 / 2 試験体で変位が急激に増加し、 15 mm 程度の残留変位が認めら

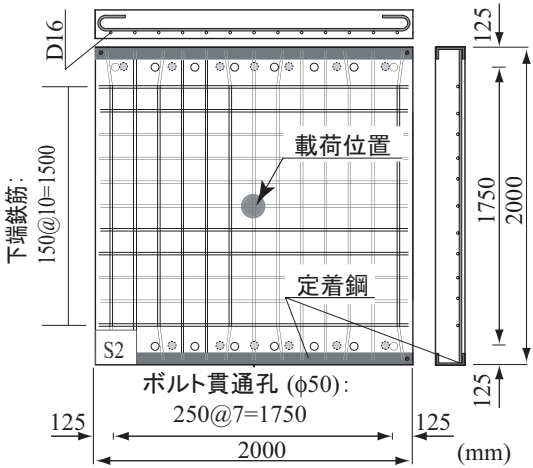


図-1 RC 版の概要（二辺支持の場合）

キーワード：RC 版，支持条件，衝撃荷重実験，耐衝撃性

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 0143-46-5226 / -5227

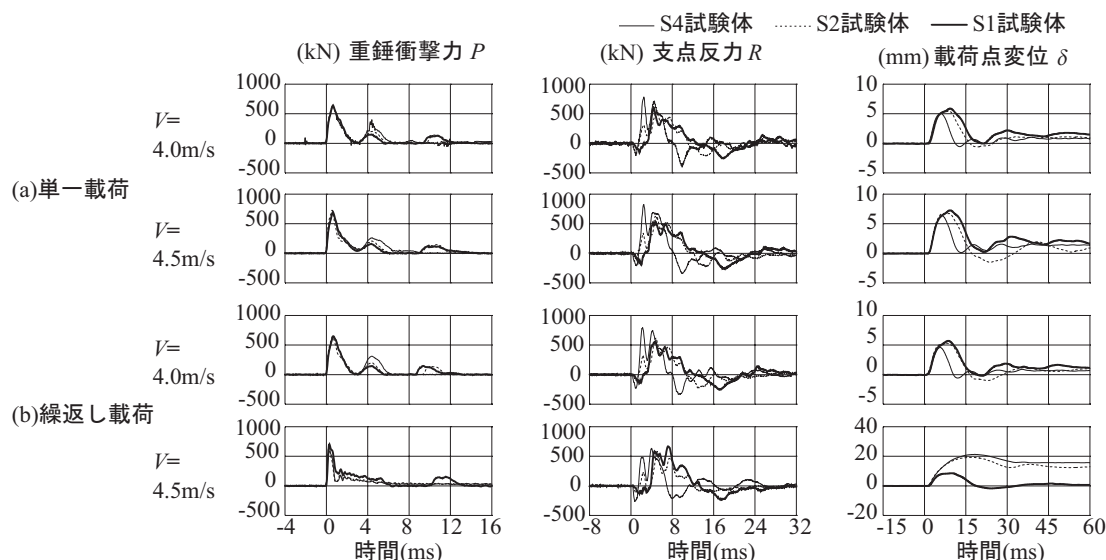


図-2 重錘衝撃力、支点反力および載荷点変位に関する応答波形

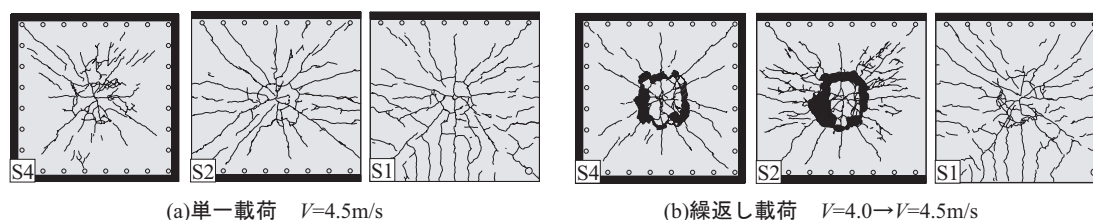


図-3 実験終了後における RC 版裏面のひび割れ分布性状

表-2 静的および動的耐力と動的応答倍率の一覧

試験体名	静的耐力 P_{us} (kN)	動的耐力 R_{ud} (kN)	動的応答倍率 P_{us}/R_{ud}
S4	296.3	704.8	2.38
S2	292.2	472.0	1.62
S1	278.8	518.7	1.86

れる。一方、S1 試験体の場合には、最大振幅が 8 mm 程度となっているものの残留変位はみられない。これは、S4/2 試験体の場合は壊滅的な押抜きせん断破壊に至っているのに対して、S1 試験体の場合には曲げ変形が卓越し押抜きせん断破壊に至っていないことと対応している。

3.2 ひび割れ分布性状

図-3 には、実験終了後の各 RC 版裏面のひび割れ分布性状を示している。単一載荷実験結果より、S4 試験体の場合には、版中央部に放射状ひび割れと押抜きせん断破壊に起因する円形状のひび割れが見られる。一方、S2/1 試験体の場合には、自由端に直交する曲げひび割れが卓越し、版中央部には押抜きせん断破壊の兆候も見られる。このように S2/1 試験体は S4 試験体よりも曲げ変形が卓越する性状を示していることがわかる。

繰り返し載荷実験結果より、S4/2 試験体の場合には、RC 版の中央部が完全に押し抜けてかぶりコンクリートが大きく剥落していることがわかる。これに対して、S1 試験体の場合には、押抜きせん断破壊の兆候が見られる

ものの著しい損傷には至っていない。

3.3 動的応答倍率

表-2 には静的および動的耐力と動的応答倍率の一覧を示している。ここでは、動的応答倍率は支点反力の最大値を動的耐力と評価し、これを静的耐力で除した値で評価した。表より、四辺支持の場合には、動的応答倍率が 2.4 程度となっており、既往の研究と対応する結果となっている。一方、二辺支持および一辺+二隅角点支持の場合は 1.5 程度と四辺支持の場合よりも大幅に小さい。これは、1) S2/1 試験体の静的耐力は、四辺支持である S4 試験体と同程度であること、これに対して、2) 動的耐力は、S4 試験体の場合には押抜きせん断破壊の傾向を示していること、また、3) S2/1 試験体の場合には押抜きせん断破壊と曲げ破壊が連成していることより耐力が小さく評価されたこと等によるものと推察される。

4. まとめ

- 1) 支点反力および載荷点変位波形は、拘束効果の大きい四辺支持の場合に最も周期の短い波形性状を示す。
- 2) 四辺支持の場合は押抜きせん断破壊に至り、一辺+二隅角点支持の場合には、拘束度が減少し曲げ破壊が卓越してくる。
- 3) 動的応答倍率は、四辺支持の場合で 2.4、二辺支持および一辺+二隅角点支持の場合で 1.5 程度である。