

重錘落下衝撃を受ける 2 辺支持大型 RC スラブの耐衝撃挙動

寒地土木研究所 正会員 ○今野 久志 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
寒地土木研究所 正会員 山口 悟 寒地土木研究所 正会員 西 弘明

1. はじめに

本研究では、ロックシェッドの性能照査型耐衝撃設計法を確立するための基礎的な研究として、ロックシェッドの頂版部のみに着目し、緩衝材の影響を受けない状態での RC スラブの終局までの耐衝撃挙動データを取得することを目的として、2 辺支持大型 RC スラブの重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

実験に供した大型 RC スラブ試験体は、長辺 5 m、短辺 4 m、純スパン長 4 m、版厚 0.4 m である。配筋は、上下面の軸方向鉄筋および配力筋ともに D19 を 125 mm 間隔（主鉄筋比 0.67%）で配置している。また、スターラップとして D13 を千鳥配置している。

写真-1 には、衝撃載荷実験状況を示している。実験は、質量 2,000 kg の鋼製重錘をトラッククレーンを用いて所定の高さまで吊り上げ、着脱装置によりスラブ中央部に自由落下させることにより行っている。なお、試験体は支点反力測定用のロードセルを設置した鋼製治具上に設置している。

表-1 には、実験ケースの一覧を示している。実験ケース名は、第 1 文字目より緩衝材を使用していないことを示す N、第 2 文字目には載荷方法（II：繰り返し載荷実験、IS：単一載荷実験）、第 3 文字目には H の後ろに重錘の落下高さ（m）を付し、それらをハイフンで結んで示している。



写真-1 実験状況 (N-IS-H1.00)

3. 実験結果

3. 1 各種応答値と入力エネルギーの関係

図-1 には、最大重錘衝撃力、最大変位、残留変位の各種応答値と入力エネルギーの関係を示している。なお、繰り返し載荷実験における最大変位および残留変位は、各実験ケースにおいて計測された応答値を示している。

(a)図より、繰り返し載荷実験における最大重錘衝撃力は、N-II-H0.25 から N-II-H0.75 まで入力エネルギーに

対応してほぼ線形に増加しているものの、N-II-H1.00 では N-II-H0.75 における最大重錘衝撃力とほぼ同程度の値を示している。これは、繰り返し載荷による RC スラブの剛性低下や曲げ破壊および押し抜きせん断破壊が顕在化したことに起因しているものと推察される。一方、単一載荷実験である N-IS-H1.00 の最大重錘衝撃力は、N-II-H0.25 から N-II-H0.75 までの最大重錘衝撃力の増加傾向とほぼ線形的な関係を示していることから、試験体の衝突時の剛性低下が小さければ最大重錘衝撃力は衝突速度に比例して増加するものと考えられる。

(b)図より、繰り返し載荷実験における最大変位は、入力エネルギーに対してほぼ線形に増加していることがわかる。一方、単一載荷実験である N-IS-H1.00 の最大変位は、試験体に繰り返し載荷による損傷の累積がないことから、繰り返し載荷実験の N-II-H1.00 に比較して 24 % 程度小さな値を示している。

表-1 実験ケース一覧

実験 ケース	緩衝工	重錘 質量 M (kg)	載荷 方法	落下 高さ H (m)	入力 エネルギー Ek (kJ)
N-II-H0.25	無	2,000	繰り 返し	0.25	5
N-II-H0.50				0.50	10
N-II-H0.75				0.75	15
N-II-H1.00				1.00	20
N-IS-H1.00			単一	1.00	20

キーワード RC ロックシェッド、性能照査型耐衝撃設計法、RC スラブ、押し抜きせん断破壊

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 (独) 寒地土木研究所 TEL.011-841-1698

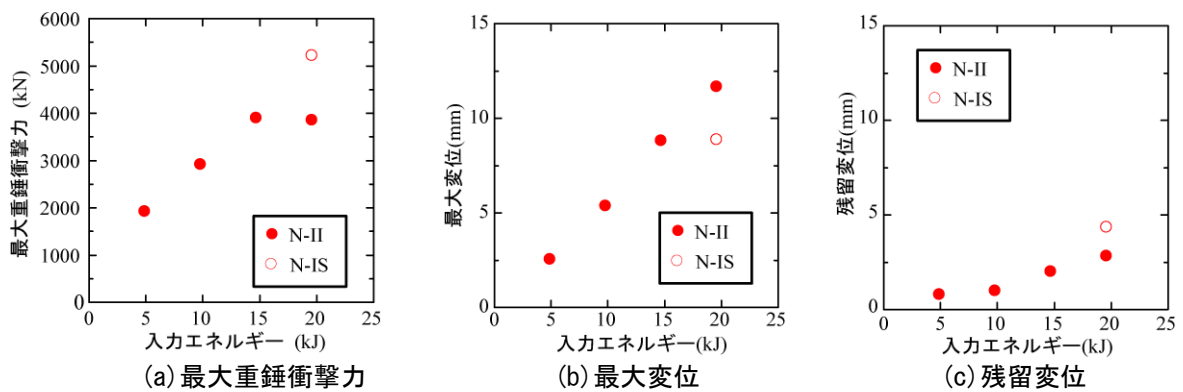


図-1 各種応答値と入力エネルギーの関係

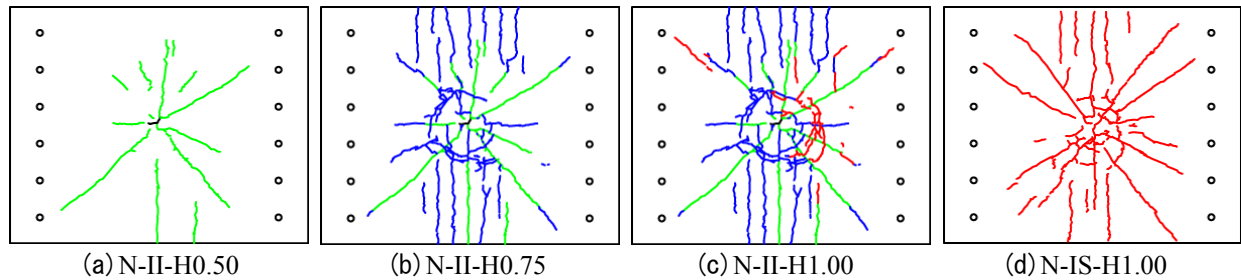


図-2 RC スラブ下面のひび割れ状況

(c) 図より、繰り返し載荷実験における残留変位は、入力エネルギー $E_k = 10$ kJ を境に残留変位の入力エネルギーに対する増加割合が増加していることが分かる。単一載荷実験である N-IS-H1.00 の残留変位は、繰り返し載荷実験の N-II-H1.00 に対して約 25 % 増加しており、最大変位とは逆の傾向を示している。この原因は、繰り返し載荷の場合には載荷履歴の影響により既に曲げひび割れや押し抜きせん断破壊の傾向を示し (図-2 参照)、1.0 m 落下時には、コンクリートのひび割れを伴う塑性変形よりも鉄筋の剛性に依存した弾塑性挙動が卓越する。これに対して、単一載荷の場合にはコンクリートのひび割れを伴う塑性変形によって曲げや押し抜きせん断破壊面が形成され、かつ鉄筋の剛性に依存した弾塑性挙動も示すため、より残留変位も大きくなるものと推察される。ただし、累積残留変位に関しては、繰り返し載荷時の場合が単一載荷時よりも大きい。

3. 3 ひび割れ発生状況

図-2 には、各実験終了後のスラブ下面のひび割れ状況を示している。

繰り返し載荷実験では、N-II-H0.50 において載荷点直下を中心に放射状に曲げひび割れと、支持辺と平行な曲げひび割れが中央部に発生している。入力エネルギーを増加させた N-II-H0.75 および N-II-H1.00 では、放射状の斜めひび割れが延伸し、支持辺と平行な曲げひび割れが多数発生すると共に押し抜きせん断破壊に起因する円形状のひび割れが顕在化している。

単一載荷実験である N-IS-H1.00 の場合には、曲げと押し抜きせん断破壊の傾向を示すひび割れ分布を示しているが、同一の入力エネルギーである N-II-H1.00 に比較してひび割れの数はいくつか少なく、N-II-H0.50 と N-II-H0.75 の中間的なひび割れ状況を示している。

4. まとめ

本研究により得られた結果を要約すると、以下のとおりである。

- 1) 入力エネルギーの増加に対応して最大重錘衝撃力はほぼ線形に増加するが、曲げ破壊および押し抜きせん断破壊モードが顕在化することにより最大重錘衝撃力は増加しなくなる。
- 2) 最大変位は、入力エネルギーの増加に対応してほぼ線形に増加する。
- 3) 残留変位は、入力エネルギーの増加に対応して増加するが、剛性低下に伴い入力エネルギーの増加に対する増加割合は大きくなる。
- 4) 2 辺支持大型 RC スラブの最終的な破壊モードは、曲げ破壊および押し抜きせん断破壊の複合したモードとなる。