

## 緩衝材の違いによる大型RCスラブの耐衝撃挙動に関する実験的検討

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

室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光  
寒地土木研究所 正会員 今野 久志

### 1. はじめに

本研究ではロックシェッドの頂版部における耐衝撃問題に着目し、大型の鉄筋コンクリート（RC）版部材の耐衝撃性状に及ぼす緩衝材の影響を検討するため、敷砂あるいは砕石を用いた 2 辺支持大型 RC スラブ（以下、RC スラブ）の重錘落下衝撃载荷実験を実施した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体および支点反力架台概要

図-1 には、試験体と支点反力架台の形状寸法を示している。試験体の形状は、長辺が 5m、短辺 4m、純スパン長 4m、版厚 0.4m である。上下面および軸方向鉄筋、配力筋とも D19（SD345）を、125mm 間隔（主鉄筋比 0.67%）で配置している。試験体は、図-1 に示す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おり、重錘衝突時の跳ね上がりを防止するために、支点治具上より試験体を貫通させた鋼棒により固定されている。また、支点治具はロードセル下部の鋼材位置で回転できる構造となっており、ピン支持に近い状態となっている。

#### 2.2 緩衝材と衝撃実験概要

写真-1 には、衝撃実験状況を示している。

衝撃実験は、試験体中央位置に所定の高さから質量 5,000kg の鋼製重錘（φ1m）を自由落下させることにより行っている。

実験に使用した敷砂は、細目砂で実験時の湿潤密度は平均 1.45g/cm<sup>3</sup>、含水比は平均 9.45%である。

砕石は、切込砕石（0~30 mm）である。

実験に際しては RC スラブ上に型枠を設置し、敷砂および砕石とも、繰り返し载荷実験では、各実験ケース終了後に重錘落下位置において貫入量を計測後、緩衝材を掘り返して、RC スラブ上面のひび割れ状況を確認した後、所定の厚さ（50cm）に再設置している。

表-1 には、実験ケースの一覧を示している。

実験は、敷砂および砕石それぞれに対して、繰り返し载荷実験 1 体、単一载荷実験 2 体の合計 6 体に対して実施した。繰り返し载荷実験では、落下高さ 1.0m、その後 H=5.0m から 2.5m ピッチで落下高さを漸増させ、実施している。単一载荷実験に関しては、繰り返し载荷実験の最終落下高さである H=10.0m、および H=12.5m で実施した。

衝撃実験における計測項目は、重錘の頂部表面に設置したひずみゲージ式加速度計による重錘衝撃力、支点治具上に設置した起歪柱型ロードセルによる合支点反力、非接触型レーザ式変位計による試験体変位とした。また、各実験終了後には、試験体のひび割れ状況をスケッチしている。



写真-1 衝撃実験状況  
表-1 実験ケース一覧

実験ケース	緩衝工	重錘質量 M (kg)	载荷方法	落下高さ H(m)	入力エネルギー Ek (KJ)	
S-II-H1.0	敷砂	5,000	繰り返し	1.0	49	
S-II-H5.0				5.0	245	
S-II-H7.5				7.5	368	
S-II-H10.0				10.0	490	
S-IS-H10.0				単一	10.0	490
S-IS-H12.5	12.5		613			
G-II-H1.0	砕石		5,000	繰り返し	1.0	49
G-II-H5.0					5.0	245
G-II-H7.5					7.5	368
G-II-H10.0					10.0	490
G-IS-H10.0		単一			10.0	490
G-IS-H12.5	12.5			613		

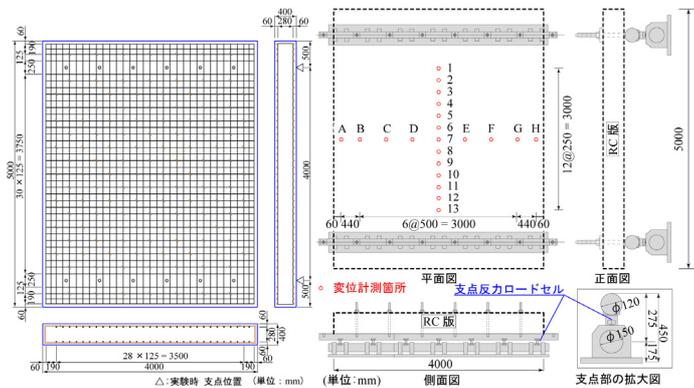


図-1 試験体と支点反力架台の形状寸法

キーワード 大型 RC スラブ、重錘落下衝撃実験、繰り返し衝撃载荷、敷砂、砕石

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 寒地土木研究所寒地構造チーム TEL. 011-841-1698 FAX. 011-841-3502

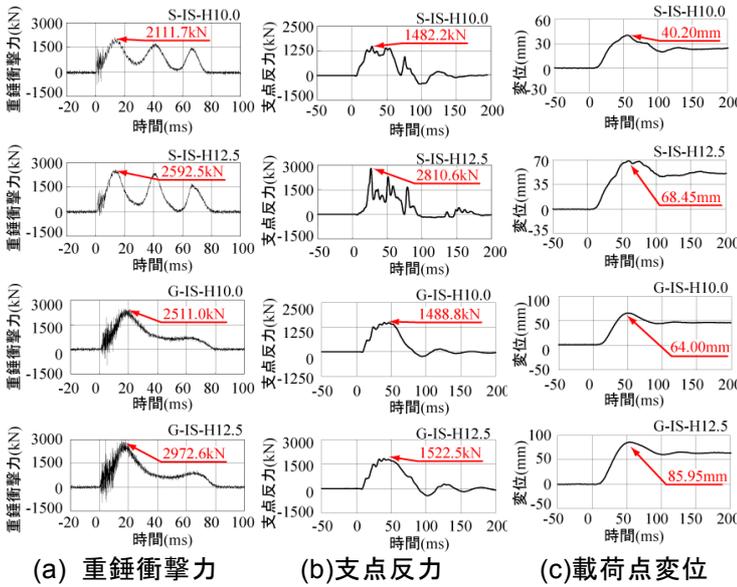


図-2 各種応答波形

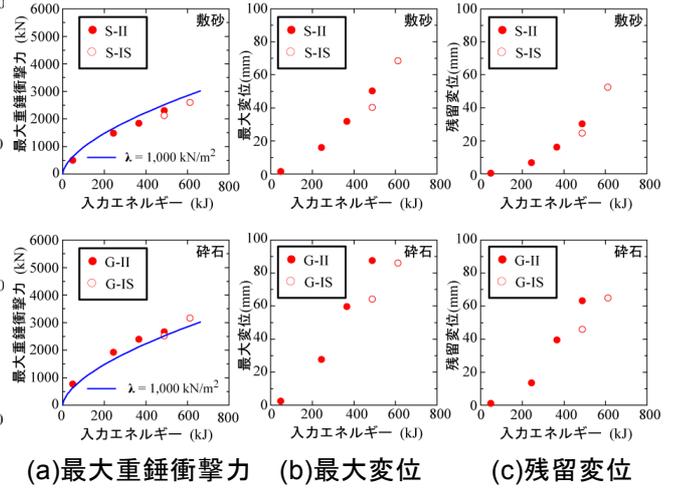


図-3 各種応答値と入力エネルギーの関係

3. 実験結果

3.1 最大重錘衝撃力

図-2 には、敷砂および砕石を設置した単一載荷実験ケースに関する重錘衝撃力波形、合支点反力波形および載荷点変位波形を示している。また、波形はいずれも重錘衝突時刻を零として整理している。なお、重錘衝撃力波形と載荷点変位波形に関してはフィルター処理を施していない。支点反力波形に関しては、ノイズを含んだ高周波成分が含まれているため、波形収録後に 0.5ms の矩形移動平均法により、数値的なフィルター処理を施している。

(a) 図より、敷砂を設置した S-IS-H10.0 および S-IS-H12.5 の重錘衝撃力波形は、ピーク値および周期が同程度の正弦波が 3 波連なった波形性状を示している。このような波形性状は過去に実施した同種の実験では得られていない。これは、敷砂厚が 50 cm と薄いことや、RC スラブと連成し、重錘、敷砂、RC スラブの相互作用により生じたものと推察される。

一方、砕石を設置した G-IS-H10.0 および G-IS-H12.5 の重錘衝撃力波形は、重錘衝突初期の正弦半波とそれに続く周期が長く振幅の小さい半波が合成された波形性状を示している。

(b) 図より各支点反力波形は、いずれの実験ケースにおいても重錘衝撃力波形より若干遅れて励起していることが分かる。最大支点反力は、敷砂および砕石の両ケースともに落下高さの増加と共に大きくなっているが、敷砂を用いた場合の増加割合が大きい。

(c) 図より、載荷点変位波形について見ると、砕石を用いた場合の主波動は、波形の立ち上がりからピークに至るまで非常に滑らかな性状を示している。

一方、敷砂を用いた場合にはピーク値近傍に重錘衝撃力の影響と思われる若干周波数の高い波形が現れている。最大変位は、敷砂および砕石の両ケースともに落下高さの増加と共に増加する傾向を示している。敷砂および砕石の最大変位を比較すると、砕石を用いた場合の方が敷砂を用いる場合よりも大きい。

3.2 各種応答値と入力エネルギーの関係

図-3 には、敷砂および砕石を用いた場合の全実験ケースにおける最大重錘衝撃力、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。

(a) 図には、最大重錘衝撃力と入力エネルギーの関係を示している。図中には、敷砂緩衝工を用いる場合の Hertz の接触理論に基づく振動便覧式により算出した衝撃力（ラーメの定数： $\lambda = 1,000 \text{ kN/m}^2$ 、割増係数： $\alpha = \sqrt{(D/T)} = 1.41$ 、D：重錘直径 1.00 m、T：敷砂厚 0.5 m）を示している。

同一入力エネルギーにおける最大重錘衝撃力は、敷砂を設置した場合よりも砕石を設置した場合の方が大きくなる傾向を示している。

(b) 図より、緩衝材の影響を検討すると、最大変位は砕石を用いた場合が敷砂を用いる場合よりも大きくなる傾向を示していることが分かる。

(c) 図より、残留変位の大きさは、最大変位と同様に砕石を用いる場合が敷砂を用いる場合よりも大きくなる傾向が示されている。

4. まとめ

重錘質量が同一の入力エネルギーにおける最大重錘衝撃力と最大変位および残留変位は、砕石を用いた場合が敷砂を用いた場合よりも大きい。