

落石実験データベースに基づく落石の衝撃特性について

金沢大学 ○井原朋美・耕谷 浩・吉田 博

1. まえがき

落石問題には、その発生原因を始めとして不明な点が多く、落石覆工に作用する落石による衝撃力の合理的な推定法も、未だ十分には確立されていない。そこで、著者らは、著者らが行った落石実験および過去に行われた落石実験の数値データを収集し、データベース化を行った。この落石実験データベース(RFDB)には、現在、1830レコードのデータが登録されている。

本報告では、RFDBの利用方法について報告するとともに、これを用いて、落石に与える衝撃力の評価を行ってみた。

2. 落石実験および衝撃力算定法の概要

過去に行われた落石実験は、表-1に示すように4つの形式に分類できる。形式Aは、研究の初期の段階で行われた実験であり、形式Bは、サンドクッションの衝撃力分布、吸収能を調べるために、サンドクッション底での土圧分布の測定を行ったものである。形式Cは、落石覆工の屋根部を単純支持し、その上に重錘を落下させたときの衝撃力とその挙動を調べたものであり、形式Dは、実際の落石覆工を用いて構造の挙動を測定したものである。

落石覆構造物に作用する衝撃力は、重錘質量に加速度を乗じて求められる重錘衝撃力ではなく、サンドクッション底に作用する土圧をその作用域について積分して求められる全土圧とすることがより合理的であることが過去の研究により明らかにされている(図-1)。

3. 落石実験データベース

落石実験データベースは、著者らが行った落石実験結果を中心に、過去に行われた落石実験データを収集し作成されたものであり、現在のところ、落石重量は100kg~3000kgの範囲で、落下高さは1m~20mの範囲であり、使用されたサンドクッション材は10種類である。本データベースの内容は、i) 実験条件や測定条件を表す測定基礎データ、ii) 重錘の加速度に関するデータ、iii) 重錘の落下位置および発生土圧に関するデータ、iv) サンドクッション材の状態に関するデータ、およびv) 土圧により得られる衝撃力に関するデータに大きく分けられる。

現在、RFDBには1830レコードにのぼるデータが登録されているが、本データベースは、PL/1言語を用いた処理プログラムにより、落石実験における各種の条件のデータ処理を、高速かつ容易に行うことができるようになっている。すなわち、本データベースに登録されたデータを再編集し、一時的なファイルに出力させた後、このデータをもとにコンピュータによる作図を自動的に行いNLPに出力するようになっている。出力例を図-2および図-3に示す。作図に際しては、プロットする点が図中の同一点に集中する場合は、例えば、落下高さが5m、10m、15mおよび20mに対する縦軸上に、重錘重量1000kgのデータについては右側へ、重錘重量300kgおよび3000kgのデータについては左側へ少しづつずらして出力するよう工夫されている。

4. 衝撃力の評価

落石による衝撃力に関する重要な因子として、落石重量、落下高さ、サンドクッションの種類・状

値が考えられる。ここでは、サンドクッション底での土圧の測定データを有し、最も衝撃緩衝効果の良い山砂のデータを R F D B より抽出し、衝撃力の評価を試みた。

図-2 は、最大衝撃力 P を重錘重量 W で除した P/W と落下高さの関係を示したものである。どの落下高さにおいても、重錘重量が大きい程 P/W が小さくなっていることがわかり、各落下高さにおける変動係数は 0.5 ~ 0.75 とかなり大きいことがわかる。それに対し、衝撃力の作用時間 T (図-1) を考慮し、見かけ上の力積 PT/W と落下高さの関係を示したのが図-3 である。重錘重量による差異が小さくなり、変動係数も 0.25 ~ 0.32 と図-2 に比べて小さくなっており、衝撃力は見かけ上の力積で評価した方が合理的であるといえる。

5. あとがき

本報告では、落石実験データベースおよびその利用方法についての概略を説明した。データベースの利用は、単に数値データの抽出のみならず、NLP へのグラフィック出力を可能とした。特に、同一点への多数のデータのプロットに対して配慮した。その利用の一例として衝撃力の作用時間に着目し、衝撃力の評価を試みた。

表-1 過去の落石実験の概要

実験形式	実験の内容
A. 砂地盤上での落石実験	海岸の海岸や埋立地の山砂等の自然砂地盤上に重錘を落下させ落下時の加速度を測定している。この加速度より、比較的に容易に衝撃力を求めている。
B. 土層内のサンドクッション上への落石実験	サンドクッションの衝撃力伝達特性を調べるために、コンクリート基盤上に土層を敷き、土層内のサンドクッション上に重錘を落下させ、重錘の加速度およびサンドクッション底での土圧の測定を行っている。
C. 床石工上面土層上への落石実験	床石工の設置後にサンドクッションを敷き、重錘を落下させ重錘の加速度、サンドクッション底での土圧、床石工上面の各所での変位およびひずみ等の測定を行っている。
D. 建物床石工上面への落石実験	建物床石工上面への落石実験を行い、重錘の加速度、床石工の各所での変位およびひずみの測定を行っている。

表-2 落石実験データの種類および実験条件

実験 番号	重錘 重量 (kg)	基礎 形状	落下 高さ (m)	フ ォ ー ク ン グ 材	砂 層 厚 (cm)	土 質 の 判定	基礎支持条件
1	0.3~5.0	円盤、柱盤、平盤	3~20	1	90~120	有	コンクリート基礎
2	0.3~3.0	円盤、平盤	5~20	2	70.00~120	有	コンクリート基礎
3	0.3~3.0	円盤、平盤	3~20	3	70.00~120	有	コンクリート基礎
4	0.3~3.0	円盤	3~13	7	-	無	海岸上の山砂上
5	0.3~3.0	円盤	3~14	8	-	無	海岸上の山砂上
6	0.3~3.0	円盤	0.3~1.6	6	50~150	有	プレキャストPC床石工上面
7	1.0	円盤	2~12	6	90	無	PC床石工上面
8	0.5	円盤	1~13	-	90	無	PC床石工上面
9	0.1~0.3	円盤、柱盤、平盤	2~9	9	30~90	有	2層構造のコンクリート基礎
10	0.3	円盤	3	4	30~70	無	H 型を渡った層
11	0.1~0.7	円盤	1~7	4	30~110	無	全断面コンクリートとコンクリート
12	0.3~1.0	円盤	1~10	4	30~90	有	全断面コンクリート
13	0.5~1.0	円盤	3~15	5	50	無	地震用コンクリート
14	0.3~3.0	円盤、平盤	5~20	1	90~120	有	PC床石工上面
15	0.3~3.0	円盤、平盤	5~20	1	90~120	有	プレキャストPC床石工上面
16	1.17	円盤	1.5~7.0	10	90	無	コンクリート壁とコンクリート
17	0.5	円盤	2~12	11	90	無	プレキャストPC床石工上面
18	0.3~1.0	円盤	15~20	2	60	無	海岸砂上の基礎上面
19	0.007	円盤	0.1~3	12	30~60	有	コンクリート基礎上

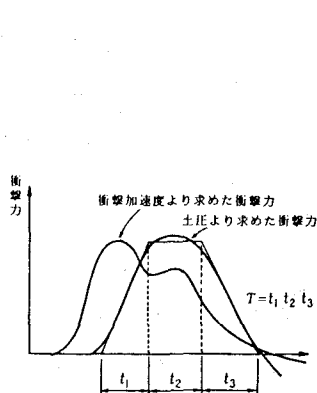


図-1 衝撃力波形

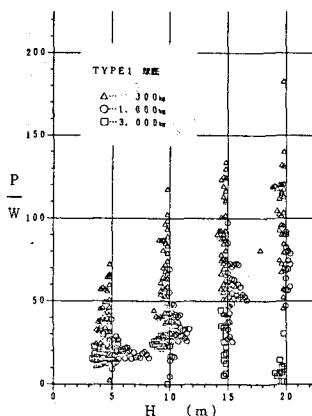


図-2 落下高さと衝撃力 (山砂)

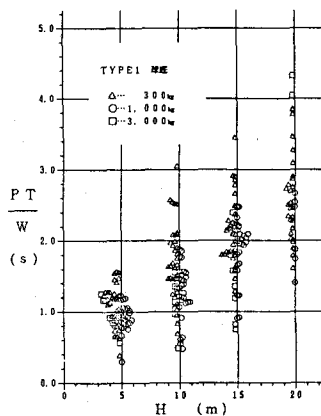


図-3 落下高さと衝撃力 PT/W (山砂)