

岩塊転動による構造物への影響評価に関する検討（１） ～自由落下実験による岩塊・土砂の衝突荷重と荷重作用時間の分析～

(公財) 鉄道総合技術研究所 (正) ○名取 努, 阿部 慶太, 成田 浩明
 日本大学 (正) 中村 晋 東京都市大学 (正) 吉田 郁政
 東北大学 (正) 河井 正 東電設計 (正) 中瀬 仁

１．はじめに 原子力施設では施設周辺斜面の崩壊が多数ユニットの同時損傷の要因ともなり得るため、地震そのものに対する影響評価に加え、斜面崩壊などの地震随伴事象による影響評価が極めて重要である。よって、これまでの斜面安定性評価に加え、想定外の地震動などによる斜面崩壊後の岩塊・土砂の挙動と衝突時に原子力施設へ与える影響の評価が必要である。筆者らは、これまで斜面崩壊後の岩塊・土砂の挙動や到達距離に着目した大型・小型斜面模型での転動実験¹⁾を実施しており、大型斜面模型での転動実験では岩塊・土砂の衝突時の荷重計測も行った。また、岩塊・土砂の衝突荷重評価の高度化を目的とし、自由落下させた岩塊・土砂模型の衝突荷重を荷重計で計測する自由落下実験を実施した。本論文では、自由落下実験による岩塊・土砂模型の衝突荷重の分析結果を報告する。



図-1 自由落下実験の全景

２．自由落下実験の概要 図-1 に実施した岩塊・土砂模型の自由落下実験の全景を示す。模型実験では、グラップルアタッチメントを取り付けたバックホウで模型を掴み、反力壁上の荷重計に自由落下させることで衝突荷重の計測を行った。荷重計は容量 1.0MN を有するものを用い、受圧面は、岩塊・土砂模型との接触面の違いが衝突荷重に与える影響を確認するために、受圧面をベニヤ板としたケースと、コンクリート板としたケースについて実験を行った。実験に用いた岩塊・土砂模型を図-2, 3 に示す。岩塊模型は、繊維を混合した高強度グラウトで製作した代表径 20cm, 40cm の球形、塊状の模型の他、碎石場より採取した安山岩の岩塊（以降、実岩塊模型と呼ぶ）を用いた。土砂模型は、粒度調整碎石 M-40 をトンパックまたは土のうに詰めたものを用いた。なお、土のうに碎石を詰めた模型については土のうの段数を 2 段、4 段、6 段と変化させて実験を行った。模型の落下高さは 0.5m～5.0m とした。以上の実験を球形模型 24 ケース、塊状模型 83 ケース、実岩塊模型 83 ケース、土砂模型 48 ケースの全 238 ケース実施した。本論文では、表-1 の実験ケースで衝突荷重と衝突荷重が作用する時間（以降、衝突時間と呼ぶ）を整理した。



図-2 岩塊模型



図-3 土砂模型

表-1 実験ケース

ケース	模型	径(cm)	落下高さ(m)	受圧面
1	岩塊 (球形および、塊状、 実岩塊)	20	1	ベニヤ板
2			3	ベニヤ板
3			4	ベニヤ板
4			5	ベニヤ板
5			1	コンクリート板
6			3	コンクリート板
7			4	コンクリート板
8			5	コンクリート板
9		40	1	ベニヤ板
10			3	ベニヤ板
11			1	コンクリート板
12	土砂 (2段および、4段、 6段)	—	1	ベニヤ板
13			3	ベニヤ板
14			5	ベニヤ板
15			1	コンクリート板
16			3	コンクリート板
17			5	コンクリート板

３．実験結果 図-4 に衝突方向の荷重の時刻歴の一例、図-5 に代表径別に岩塊模型の衝突荷重と衝突時間の関係を示す。衝突時間は、図-4 中の 0 秒から衝突荷重がマイナスの値になるまでの時間とし、衝突荷重は、衝突時間中の最大荷重とした。全体の傾向として、受圧面、岩塊形状に関らず、衝突荷重と衝突時間は反比例する傾向があることが確認できる。これは、衝突荷重が大きくなるほど、衝突荷重が作用する時間が短くなることを意味している。

キーワード 落石、土砂、衝突荷重、衝突時間

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所(基礎・土構造) TEL 042-573-7261

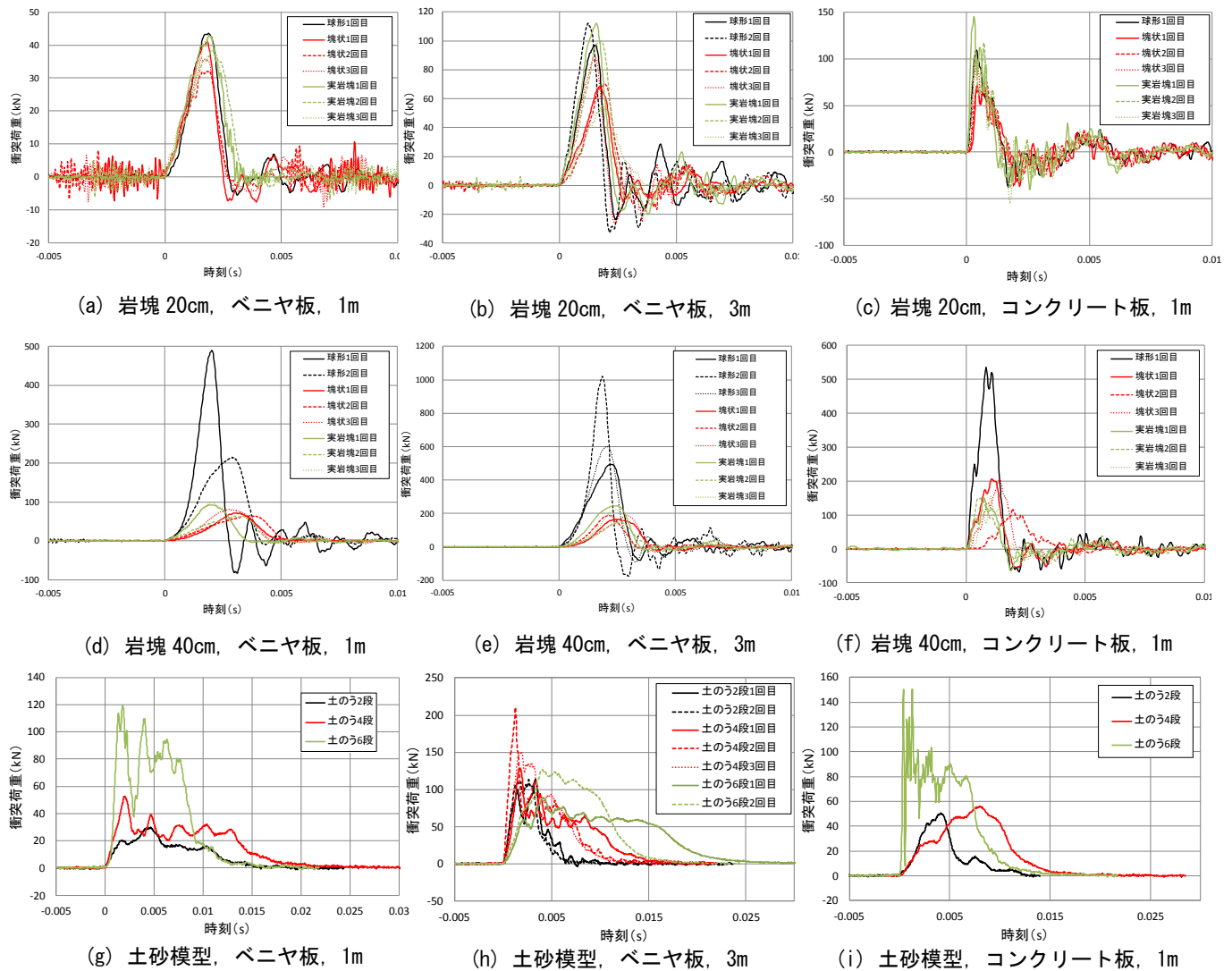


図-4 衝突荷重の時刻歴波形

受圧面の違いに着目すると、コンクリート板の方が衝突時間は短く、衝突荷重は増加する傾向があることが確認できた。これは、コンクリート板の方がベニヤ板に比べ、剛性が大きく、変形し難いためと考えられる。岩塊形状の違いに着目すると、衝突荷重の大小関係は、球形>塊状=実岩塊となる傾向があり、衝突時間は、実岩塊と塊状は代表径で大小関係が逆転する場合もあるが、おおよそ同じ時間で、球形が最も小さくなる傾向がある。また、土砂模型については、土のうの段数が多くなるほど、衝突荷重と荷重が作用する時間が増える傾向を確認した。

4. まとめ 岩塊模型と土砂模型による自由落下実験を実施し、衝突荷重と衝突荷重が作用する時間を分析した。衝突荷重と衝突時間は反比例する傾向があること、受圧面は、コンクリート板の方がベニヤ板に比べ、衝突時間は短く、衝突荷重は増加する傾向にあること、岩塊形状が球形に近いほど衝突荷重は大きくなることを確認した。

謝辞 本研究の成果は、原子力規制庁の委託研究「斜面の安定性に係るリスク評価手法に関する岩塊転動試験」により得られたものです。

参考文献 1) 阿部ら：大型斜面による岩塊転動と土砂流動の挙動および衝撃荷重特性に関する検討，第59回地盤工学シンポジウム，平成26年度論文集

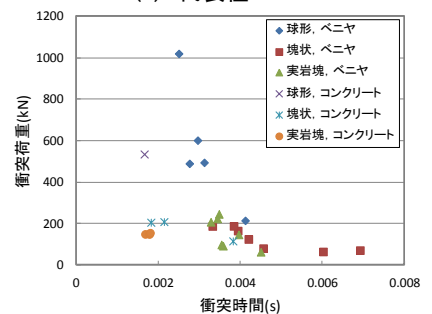
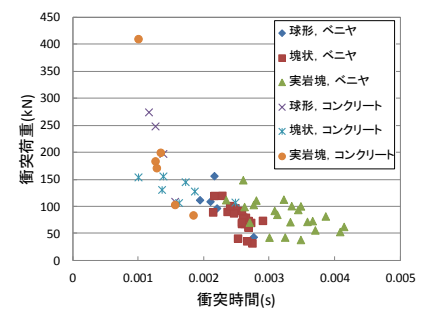


図-5 衝突荷重と衝突時間の関係