

軽量盛土擁壁による落石衝撃力と緩衝効果

九州エス・ピーシー(株) 正会員 山田文男, 生山法裕, 張赫磊, 月待隆信
 熊本大学 正会員 鈴木敦巳, 大見美智人
 九州産業大学 正会員 奥園誠之
 島根大学 正会員 横田修一郎
 法政大学 正会員 草深守人, 竹内則雄

1. はじめに

落石覆工には落石による緩衝力を緩和する目的で砂, 砕石または山土などが敷かれてきた。これらの砂, 砕石または山土に対する緩衝効果については, 種々の実験等より研究され, それらの緩衝メカニズム, 衝撃力の伝播機能など明らかにされてきており, 軽量盛土体における複合作用効果による緩衝効果については, 平成12年4月に行った実物大実証実験で十分な緩衝効果が実証されているが, 今回, 実際に完成した現地構造体で落石実験を行った。

2. 実験概要

試験方法は図2に示すように, 1tと3tの重錘を製作し, 高さ5m, 10mおよび15mより落下させ, その加速度と衝撃土圧をサンドマット(砂)面の底盤気泡混合モルタル内に1.0m毎に土圧計により測定した。

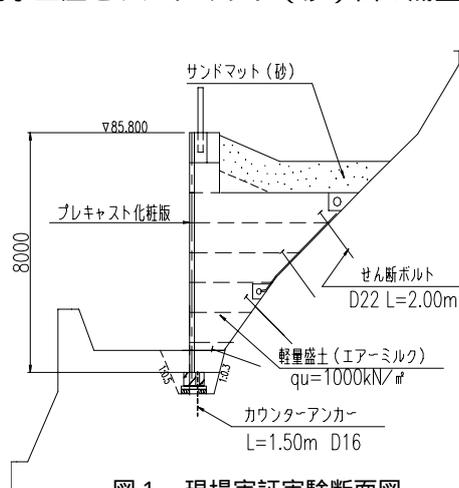


図1 現場実証実験断面図

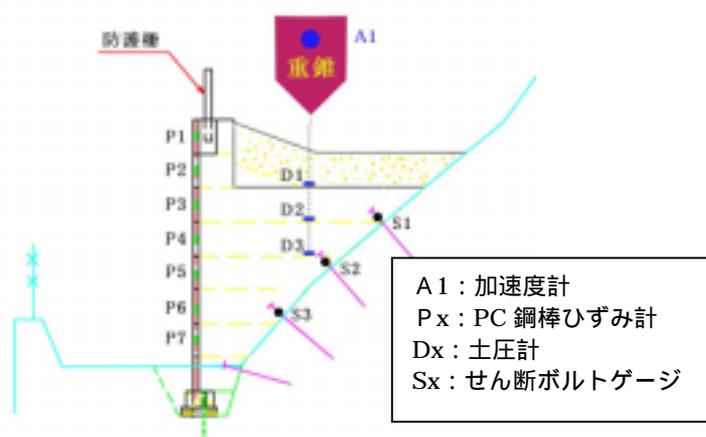


図2 測定システム概要図

3. 実験結果

表1に示すように重錘1tで衝撃力が1,000kN以下の場合には, 衝撃力に対する砂層での吸収率が50%~70%であるのに対し, 表2に示す重錘3tの構造体の衝撃吸収率についてみると, 衝撃力が1,000kN以上の場合には, 衝撃力に対する吸収効果が急激に減少して吸収率10%以下という結果を示し, 砂による緩衝効果が期待できないことが明らかになった。

気泡混合モルタル部の緩衝効果は, 衝撃力の大小と関係なく, 気泡混合モルタルの天端から1m深さ(土圧計D2)で衝撃力に対する吸収率が90%以上に達していることがわかった。

これらの実験結果から, 大きな落石衝撃力に対して砂層による衝撃力の緩衝効果は薄い, 気泡混合モルタル部の緩衝効果は, 十分に発揮しうることが実証できた。

表1 重錘1tfの場合における構造体衝撃吸収力

落石高さ	5 m		10 m		15 m	
	衝撃初速度	最大衝撃力	衝撃初速度	最大衝撃力	衝撃初速度	最大衝撃力
	366 m/sec ²	366 kN	581 m/sec ²	581 kN	943 m/sec ²	943 kN
	530 kPa		842 kPa		1367 kPa	
土圧計	測定値	衝撃吸収率	測定値	衝撃吸収率	測定値	衝撃吸収率
土圧計D1 (kPa)	153	71.13%	369	56.18%	697	49.01%
土圧計D2 (kPa)	19	96.42%	38	95.49%	83	93.93%
土圧計D3 (kPa)	21	96.04%	43	94.89%	69	94.95%

表2 重錘3tfの場合における構造体衝撃吸収力

落石高さ	5 m		10 m		15 m	
	衝撃初速度	最大衝撃力	衝撃初速度	最大衝撃力	衝撃初速度	最大衝撃力
	332 m/sec ²	996 kN	561 m/sec ²	1684 kN	700 m/sec ²	2099 kN
	701 kPa		1186 kPa		1478 kPa	
土圧計	測定値	衝撃吸収率	測定値	衝撃吸収率	測定値	衝撃吸収率
土圧計D1 (kPa)	701	0.00%	1259	-6.16%	1369	7.37%
土圧計D2 (kPa)	62	91.16%	111	90.64%	146	90.12%

キーワード S.P.Cウォール, 軽量盛土, R.B.S.M解析

連絡先 〒862-0954 熊本県熊本市神水1-25-11北窪ビル7F 九州S.P.C工法研究会 TEL096-340-1738

4. 振動便覧の推定式との比較

これらの計測データを用いて、現在設計に使用されている落石衝撃力の推定式（1）に対し比較検討した。
 推定式を用いて 1t, 3t のそれぞれに を変化させ、最大落石高さと同最大衝撃力の関係を求めたものに、今回と前回（H12.4）の実験結果を用いて を算定したものを重ねてプロットすると図3および図4のような結果を得られた。

$$P_{max} = 2.108 \cdot (m \cdot g)^{2/3} \cdot A^{2/5} \cdot H^{3/5} \quad (1)$$

- ：被衝突体（気泡混合モルタル）のラーメの定数（kN/m²）
- 非常に軟らかいもの.....1,000 kN/m²
- 軟らかいもの.....3,000~5,000 kN/m²
- 固いもの.....10,000 kN/m²

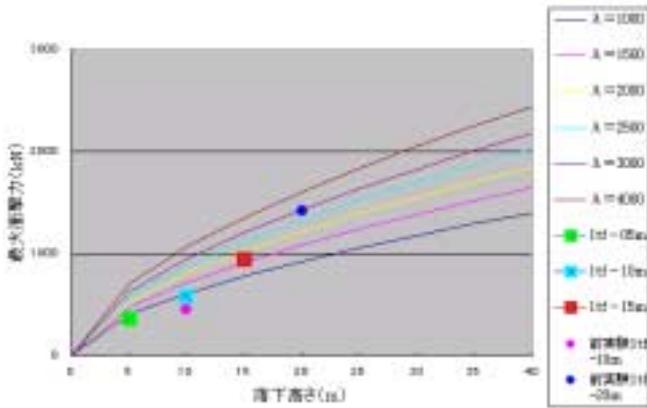


図3 落下重錘 1tf の場合

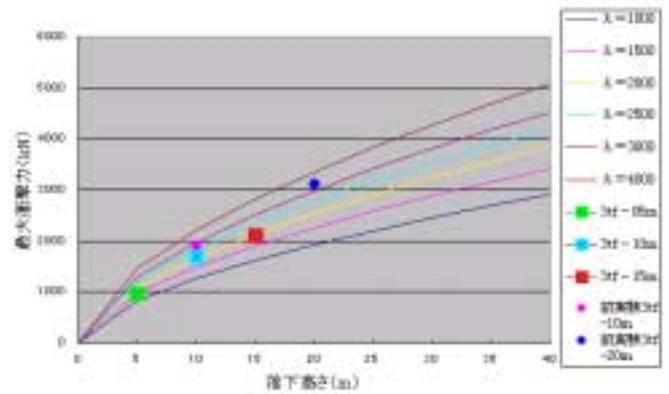


図4 落下重錘 3tf の場合

これらの結果から、推定式で使われるラーメの定数（ ）は被衝突体のみで定められるものではなく、落下体の質量と高さによって値が変化することが明らかになった。したがって振動便覧の推定式を用いる場合は安全を考慮し表3のとおりとする。

表3 質量と高さによるラーメ定

落下質量1.0 t 程度の場合		落下質量3.0 t 程度の場合	
10m以下：	= 1000 kN/m ²	5m以下：	= 1500 kN/m ²
10m～15m：	= 1500 kN/m ²	10m以下：	= 1500～2000kN/m ²
15m～20m：	= 2000～3000 kN/m ²	10m～15m：	= 2000 kN/m ²
20m以下：	= 3500 kN/m ²	15m～20m：	= 2000～3500 kN/m ²
		20m以下：	= 4000 kN/m ²

5. まとめ

一般に衝撃力の算定にあたっては、振動便覧推定式を使用して設計を行っているが、今回の大型実験で判明したことは、振動便覧の推定式に使用する被衝突体（複合緩衝材）のラーメの定数（ ）が、20 kN（2 tf）、30 kN（3 tf）と落石荷重が大きくなるとともに質量と高さの関係から が大きく変化することが認められ、振動便覧の式で一般に使用されている。 = 1000 kN を使用すると、衝撃力を過少に、すなわち危険側に評価する恐れがあることが明らかになった。

今後、落石の衝撃力の算定に使用する計算式について更に実験を積み重ね、より正確な算定式の研究が必要である。

参考文献：

- 1) 土木研究所：敷砂上の落石の衝撃力に関する実験 pp.123,124
- 2) 鈴木敦巳，奥園誠之，大見美智人，山田文男：S.P.Cウォール工法（覆工方式）大型実証実験報告書 平成12年4月
- 3) 小路裕之，奥園誠之，山田文男，松尾雄治：斜面落下する落石に対する SPC ウォール工法の衝撃力緩衝効果 2001.10 -A182