

1 諸言

前報¹⁾に続いて砂質崩土が待受け式擁壁に与える衝撃力に関する実験結果を報告する。本報告では、主に擁壁の設置位置およびサンドクッションの設置による衝撃力軽減効果について述べる。

2 実験方法および測定結果

実験装置および実験手順については前報¹⁾で詳しく説明したので、ここでは概要のみを述べる。

2.1 実験装置

実験装置の概要を図-1に示す。崩土発生・流下装置は、崩壊箱、崩壊箱設置タワー、流下斜面、導流壁からなる。崩壊箱は長さ2.0×高さ0.6×幅1.0mの鋼製箱である。勾配を50°にした場合の流下斜面長は9.5mとなる。映像記録装置としては、主に毎秒30コマのビデオを用いた。土圧計測装置は擁壁と土圧計からなる。擁壁は鉄筋モルタル製で、アンカーボルトでコンクリート床に固定されている。また、土圧計は図-1に示された位置に設置されている。

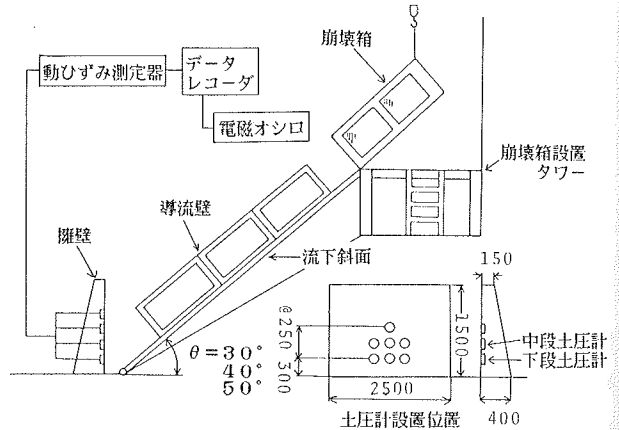


図-1 実験装置の概要及び土圧計設置位置

2.2 実験手順

崩土材料は平均粒径の異なる2種の砂(A砂、B砂)を用いた。各々の粒度分布、平均粒径、均等係数を図-2に示す。実験は砂を詰め崩壊箱を所定の角度に設定し、崩壊箱前面の扉を開き崩壊を発生させた。

崩壊土量はすべての実験ケースにおいて1.0m³である。崩土が流下して擁壁に衝突する状況を映像記録するとともに、土圧計出力をデータレコーダに記録した。

2.3 測定結果

A砂に関する10ケースの実験条件および測定結果については、前報¹⁾で報告しているのので、ここではB砂についてのみ表-1に示す。なお、流下速度は崩土の先端部が導流壁下端から流下斜面下端に達するまでの区間(長さ0.6m)の平均速度であり、流下深は導流壁下端での崩土通過初期1秒間の平均値である。また、流下時の単位体積重量は、崩土の全重量を導流壁下端断

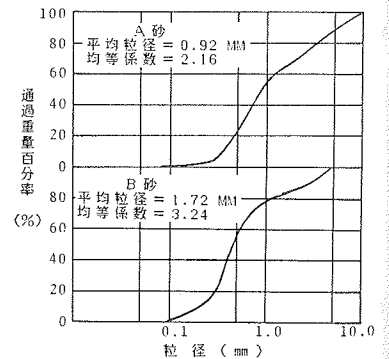


図-2 試料の粒径分布

表-1 崩土材料 B砂の実験条件および測定結果一覽表

実験ケース	試料	斜面勾配	斜面下端からの距離 (m)	サンドクッション厚 (m)	最大土圧 (kg/cm ²)		収束土圧 (kg/cm ²)		流速 (m/s)	下流方向流下深 (cm)	増進時単位体積重量 (tf/m ³)	流下時単位体積重量 (tf/m ³)
					下段	中段	下段	中段				
①	B砂	50°	0.7	—	0.405	0.144	0.053	0.015	9.2	14.2	1.60	0.96
②			0.7	—	0.340	0.172	0.053	0.009	9.2	13.1	1.62	1.10
③			1.2	—	0.285	0.129	0.047	0.009	9.2	—	1.65	—
④			1.2	—	0.462	0.163	0.044	0.009	9.2	13.7	1.63	1.09
⑤			0.7	0.225	0.249	0.122	0.048	0.000	9.2	11.4	1.76	1.17
⑥			0.7	0.393	0.228	0.155	0.052	0.019	9.2	11.5	1.64	1.13
⑦			0.7	0.475	0.184	0.141	0.031	0.000	9.0	13.2	1.73	1.10
⑧			0	—	0.519	0.555	0.273	0.098	9.1	13.8	1.60	1.16
⑨			0	—	0.412	0.425	0.258	0.137	9.2	13.0	1.73	1.07
⑩			0	裏込め	0.225	0.170	0.109	0.087	9.2	6.2	1.62	1.00

面での全通過容積で除した値である。

3. 衝撃土圧算定式の検討

A砂を用いた実験の結果、崩土が壁面に直接衝突する場合の衝撃力の算定にも雪崩における以下の算定式²⁾が適用できる可能性があることを前報で述べた。

P : 雪崩の衝撃力 (tf), γ : 雪崩の単位体積重量 (tf/m³)

$$P = \frac{\gamma}{g} \cdot v^2 \cdot A \cdot \sin^2 \alpha$$

ただし、 v : 雪崩の速度 (m/s), A : 雪崩の作用面積 (m²)

α : 雪崩の進行方向と壁面のなす角

A砂の結果にB砂のうち実験ケース⑧、⑨の結果を加えて上式による計算値と実測値とを比較したのが図-3である。なお、擁壁の位置を斜面下端から離れたケース①~④およびサンドクッションを設置したケース⑤~⑦および⑩についてはプロットからはずした。計算にあたっては表-1に示されている諸量を用い、また、影像記録での衝突状況から $\alpha = 90^\circ$ と仮定した。

図-3を見ると、実測値が計算値を大きく越えることはなく、ほぼ計算値の0.5~1.0倍の範囲に入っている。限られた条件下におけるこの結果をただちに種々の現場に適用することは妥当ではないが、安全側を考慮して目安とすることは許されるであろう。

4. 擁壁の設置位置による衝撃力の変化

待受け式擁壁の設置位置が変われば衝撃力がどのように変化するかを見るために実施したのがB砂での実験ケース①~④、⑦および⑧、

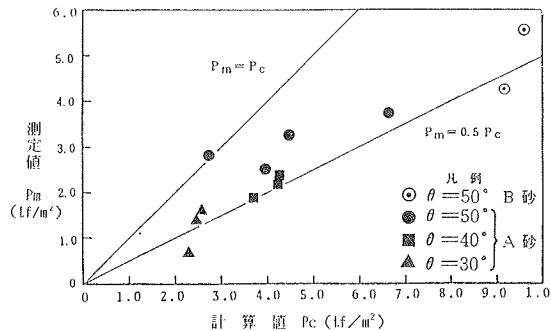


図-3 衝撃圧の実測値と計算値の比較

④のシリーズ”である。ケース⑥、⑦は斜面下端から擁壁背面までの距離が0 cm, ケース①、②は70 cm, ケース③、④が120 cm 離れたものである。

下段もしくは中段(図-1参照)に発生した衝撃圧について斜面下端から擁壁背面までの距離毎の各2ケースの測定値の平均をプロットしたのが図-4の黒れである。擁壁を斜面下端から離すと衝撃圧は7~8割程度に減少するが、70 cm 離れたものと120 cm 離れたもの間にはさほど大きな違いはない。擁壁を斜面下端からある程度離して設置する方が擁壁に作用する衝撃圧が少なくなることの主な理由としては、崩土が斜面から平坦部に移動する際の変形により、流下時の抵抗に比べ大きなエネルギー損失を受けるからであると考えられる。

図-5は、斜面下端から擁壁背面までの距離(L)別に衝撃圧波形の代表例を示したものである。L=0であるケース⑥の波形では、土圧計が衝撃圧感知後約0.1秒でピークを迎えており、ピーク波形は非常に先鋭である。一方、L=70および120 cmのケース①および③では、ピークの発生時間が0.2~0.3秒と遅くなっており、ピーク波形も相対的に滑らかなものとなっている。これは、直接的に擁壁に衝突すれば大きな衝撃圧を及ぼす崩土の先端部が、擁壁が斜面下端から離れているケース①および③では、斜面から平坦部に移動する際に大きなエネルギー損失を受けて崩土の速度が減少し、結果的にピーク衝撃圧を発生させるのが先端の後に続く後続流の崩土の流れであるからであろうと推定される。

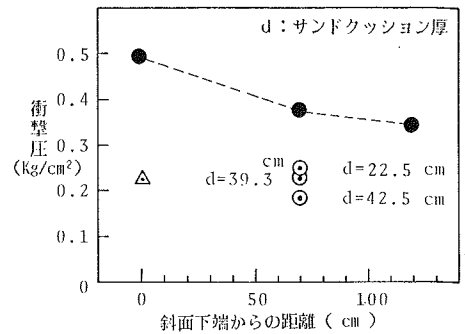


図-4 擁壁設置位置と衝撃圧の関係

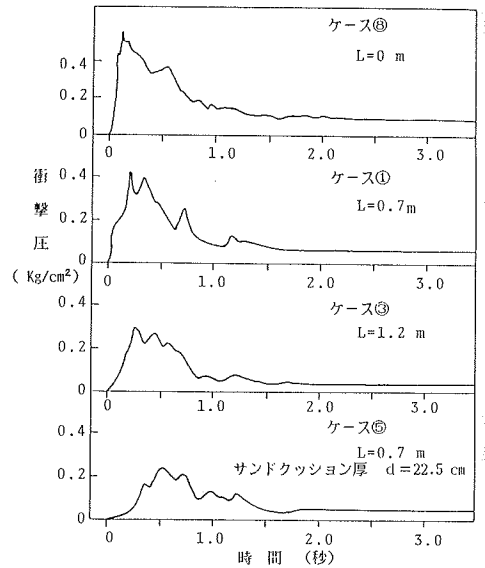


図-5 擁壁設置位置による衝撃圧波形の変化

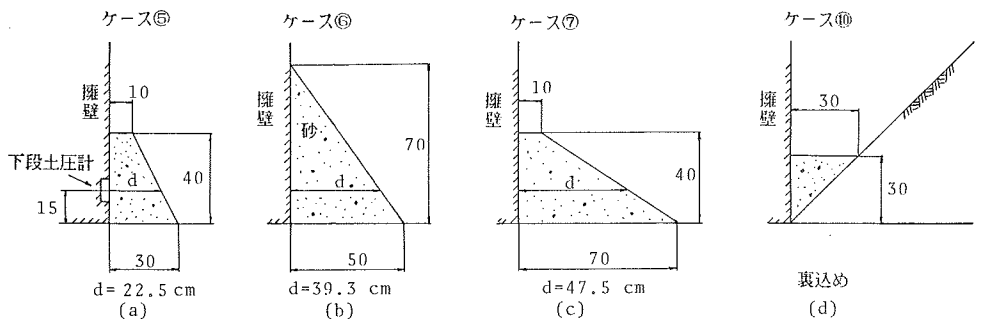


図-6 サンドクッションおよび裏込めの設置条件

なお、図-4および5には、参考のために次章で詳しく述べるサンドクッションを配置した衝撃圧の測定値および波形も示してある。サンドクッションに比べて擁壁を斜面から離すことによる衝撃力軽減効果は少ない。

5. サンドクッションによる衝撃力の変化

緩衝材を用いた場合の崩土の衝撃力の軽減効果を調べるために、図-6に示したサンドクッション厚および裏込めを配したケース⑤~⑦および⑩の実験を実施した。なお、緩衝材として用いた砂は崩土材料と同じB砂である。

図-6に示したサンドクッション厚 d の違いによる衝撃圧の変化を図-7の黒丸で示した。サンドクッションの衝撃力軽減効果は大きく、同じ $L=70\text{ cm}$ のクッションなしの値と比較すると、衝撃圧は5~6割に減じている。ただし、サンドクッション厚の影響は比較的少ない。また、図-7中の菱形印は、図-6(d)のような裏込め部がある場合の値であるが、測定された衝撃圧は小さい。

図-8は、緩衝材の有無による衝撃波形の変化を示したものである。サンドクッションのないケース①では、ピークは短時間に出現し値が大きく、波形も突鋭である。一方、サンドクッションのあるケース⑤、⑦では突鋭なピークは出現せず、最大値は小さく出現時間も遅い。これは、崩土の先端部がサンドクッションおよび崩土先端部自身を大変形させるのにエネルギーを消費してしまい、後続流が直接的に擁壁に衝突するような状態になって初めて最大衝撃圧が発生するものと考えられる。

図-8は、緩衝材の有無による衝撃波形の変化を示したものである。サンドクッションのないケース①では、ピークは短時間に出現し値が大きく、波形も突鋭である。一方、サンドクッションのあるケース⑤、⑦では突鋭なピークは出現せず、最大値は小さく出現時間も遅い。これは、崩土の先端部がサンドクッションおよび崩土先端部自身を大変形させるのにエネルギーを消費してしまい、後続流が直接的に擁壁に衝突するような状態になって初めて最大衝撃圧が発生するものと考えられる。

6. 結言

崩土の衝撃力の緩衝方法を検討するために実施した今回の実験から、擁壁を斜面から離して設置するよりもサンドクッションもしくは裏込めを設置することの方が緩衝効果が大きいという定性的な結論が得られた。今後は、より詳細な検討を加えるとともに緩衝効果を定量的に表現し、一般化していくことが必要である。

< 参考文献 >

- 1) 仲野、石近：砂質崩土が擁壁に及ぼす衝撃力に関する実験，昭和59年度砂防学会研究発表会講演集，PP90-93,1984
- 2) 日本建設機械化協会編：新防雪工学ハンドブック，森北出版，PP88-92，1977

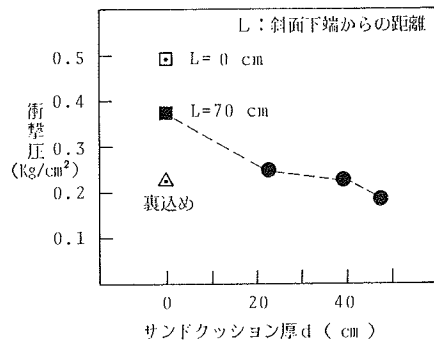


図-7 サンドクッション厚と衝撃圧

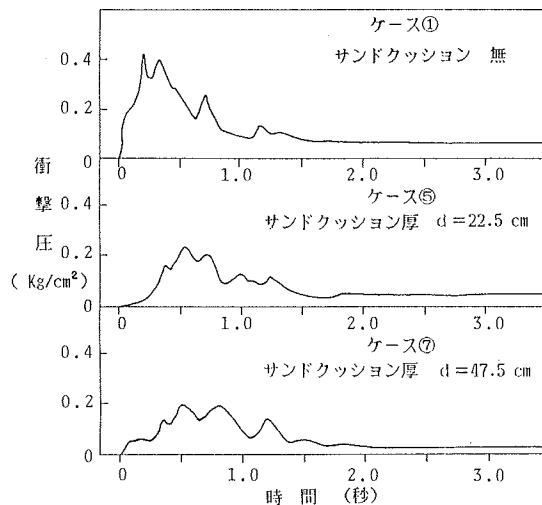


図-8 サンドクッション厚と衝撃波形