

## 4 崩土の衝突に対するサンドクッションの衝撃力低減効果に関する基礎実験

国土交通省土木研究所 ○金子正則(現・日本道路公団)  
同 上 寺田秀樹(現・独立行政法人土木研究所)

### 1. はじめに

重力式コンクリート擁壁は、斜面で発生した崩壊土砂の移動を停止させ人家等の被災を防止するための待受式擁壁として、急傾斜地崩壊対策で多く施工されてきた。待受式擁壁は、崩壊土砂の堆砂土圧を想定して設計されているのが実状であるが、今後は、崩壊土砂の衝突に対する安定性を考慮して設計することが望まれている。しかし斜面下の人家と斜面との間の敷地は狭いことが多く、想定される規模の崩壊土砂の衝突に対して十分な断面を要する擁壁の施工が困難な場合が多いと考えられる。この場合、何らかの方法によって擁壁の安定性を増加させるか、擁壁の背面に緩衝材を設置して崩壊土砂の運動の勢いを弱めるかの2つの考え方による対応が考えられる。

土石等の衝突による構造物への荷重を弱めることを目的とした緩衝材の効果評価に関する研究は、主に落石の衝突に対するロックシェッド上の敷砂の効果評価に関する実験や土石流中の石礫の砂防ダムへの衝突を対象とした緩衝材の効果評価に関する実験がある。これらの実験は、石礫の衝突を想定しているため、実験では鉄球や重錘といった剛体を用いたものである。

一方、崩壊土砂の衝突によって生じる荷重の緩和を目的とした緩衝材の効果評価に関する研究は、仲野ら(1986)による模型実験しか見当たらない。この実験は、幅1.2m、長さ7~10m程度、勾配30~50程度の模型斜面上に1.0m<sup>3</sup>の砂を流し、斜面下に高さ1.5m、幅(奥行き)2.5m、天端幅0.15m、底板幅0.4mの擁壁を設置し、擁壁に作用する土圧を計測するものである。この実験では、擁壁の背面に緩衝材として、砂を高さ50~70cm、敷き幅30~70cmで断面形として台形状または三角形に設置し、その効果を実験により確認している。サンドクッションの効果は、サンドクッションの無いときに比較して擁壁への最大ピーク土圧が、50~60%減少したと報告している。しかしながら、この実験では、模型斜面上の砂の流下深が10cm程度と小さく、全体としても小規模な実験であるため、実際に、待受式擁壁の設計にこの実験結果をそのまま適用するのは無理がある。

そこで、より大きな土砂の衝突荷重を与えた場合のサンドクッションの衝突荷重の緩和効果を確認することを目的とした基礎的な室内実験を行ったので、その結果を報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験装置・計器

実験装置の全景を図-1に示す。重量1.0tの砂袋を作成し、装置のクレーンで所定の高さまでつり上げ、電磁石のスイッチを切ることにより砂袋を落下させる。砂袋は厚さ0.01mmのポリエチレンを用い、中に川砂(50%粒径0.62mm、均等係数4.56、曲率係数0.98)を詰めた。砂袋は長さ150cm、幅90cm、高さ70cm程度の楕円体である。砂袋をつり上げるために砂袋はネットで覆われている。

装置の下には、荷重・加速度計測装置が備え付けられている。この装置は、2枚の鉄製の板の間に4個のロードセル(200kN)が、上側の鉄板裏側の中心には1個の加速度計(200G)が取り付けられている。ロードセルにより砂袋が鉄板に衝突した際に鉄板に作用する荷重を、加速度計により鉄板に作用する加速度を計測する。また、砂袋の衝突時の速度を計測するため

に高速ビデオ(600コマ/秒)の撮影を行うとともに、砂袋の落下・衝突状況の挙動を確認するために8mmビデオカメラの撮影を行う。

#### 2.2 用いた緩衝材と実験ケース

擁壁の裏側に土砂を積み緩衝材として用いる場合、そのまま土砂を積み上げただけでは、降雨などにより崩れてしまうことが想定される。そのため耐久性を考慮し、車の衝突時の被害軽減の目的で用いられている市販のビニール性のサンドクッションカバー(1個の大きさ;30cm×40cm×厚さ15cm)を採用した。このカバーに落下用の砂袋に入れたものと同じ川砂を詰めてサンドクッションとした。荷重・加速度測定装置の上には1段につき12個ずつ載せた。本実験では、サンドクッション無しのケースとサンドクッションの1段から6段のケースについて行った。なお、砂袋の落下高さは、サンドクッション上面(サンドクッション無しときには鉄板の上面)からの高さである。本実験では重量1.0tの砂袋を用い、落下高さ1.0~3.25mの範囲で実験を行った。

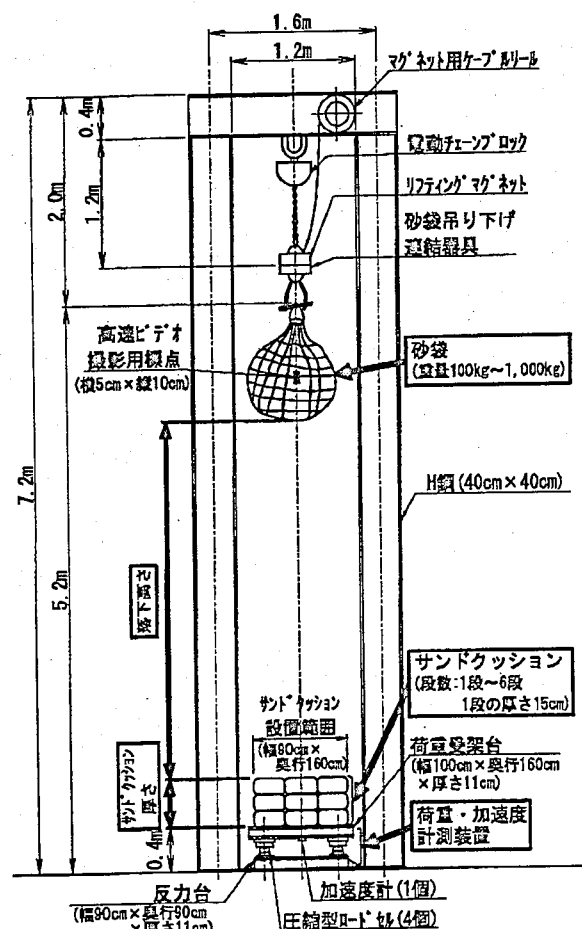


図-1 実験装置

### 3. 実験結果

#### 3.1 砂袋の落下・衝突状況

8mmビデオの映像から砂袋の落下・衝突状況を確認した。その結果によると、砂袋は落下中に破裂することはなく、荷重・加速度衝突装置の上面の鉄板ま

たはサンドクッションに衝突している。衝突時に砂袋は大きく破裂することなく、砂袋に空いた小さな亀裂から砂がもれる程度である。

### 3. 2 砂袋の衝突速度

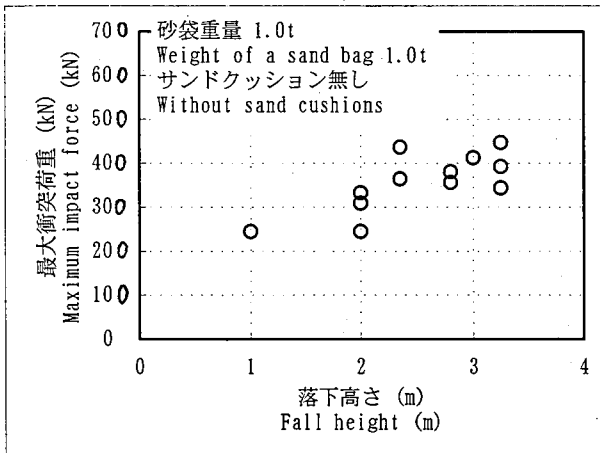
高速ビデオカメラの映像から砂袋の衝突時の速度を読みとった。その結果、自由落下の速度式から求められる値よりも小さな傾向にあった。

### 3. 3 砂袋の最大衝突荷重

落下させた砂袋の最大衝突荷重については、以下の2つの方法で求められる。1つは4個のロードセルの計測値のピーク値を合計する。もう一つは加速度計のピーク値に砂袋重量を乗じて求める。こうして求めた結果を以下に示す。

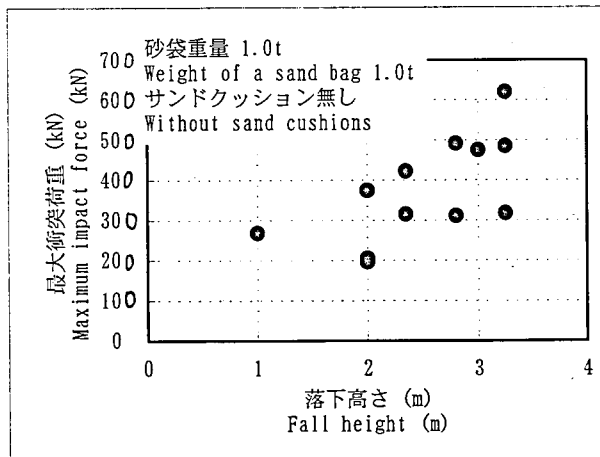
#### 3. 3. 1 落下高さ別の最大衝撃荷重

ロードセルと加速度計によって求めた砂袋の最大衝撃荷重を、それぞれ図-2 (a)、(b)に示す。これによると、ロードセルによる衝撃荷重の結果の方がばらつきが小さい。加速度計による計測結果のばらつきが大きいのは、砂袋の衝突位置のずれが大きく関係していると考えられる。



(a) ロードセルの計測値による

(a) Measured with load cells



(b) 加速度の計測値による

(b) Measured with an accelerometer

図-2 (a), (b) 落下高さ別の砂袋の最大衝突荷重

#### 3. 3. 2 サンドクッションの効果

加速度計による計測結果はばらつきが大きいことが分かったため、サンドクッションの厚さ(段数)別の砂袋の最大衝突荷重については、ロードセルによる結果のみを図-3に示す。これによると、サンドクッションの厚さが45cm(段数が3段)以上では、砂袋の最大衝突荷重の減少の程度が小さくなっていることが分かる。ただし、サンドクッションの衝突荷重に対する緩和効果の程度は、用いる砂袋の重量・体積や砂袋

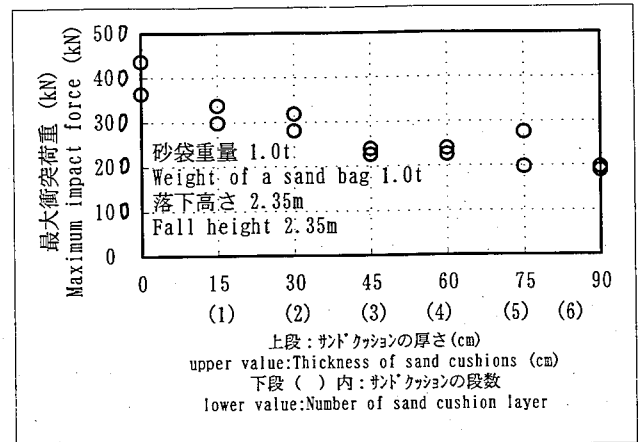


図-3 サンドクッションの厚さ(段数)別の砂袋の最大衝突荷重(ロードセルの計測値による)

の衝突速度などによって異なるものと考えられる。

#### 4. おわりに

本実験では、重量が1.0tの砂袋を1~3m程度の高さから自由落下させ、その衝撃荷重をロードセルおよび加速度計により計測し、1段の厚さが15cmのサンドクッションの段数ごとの変化を調べた。その結果をまとめると以下のとおりである。

(1)高さ2.35mから落下させた砂袋の衝撃荷重のサンドクッションの低減効果は3段目(厚さ45cm)で頭打ちとなった。

(2)1個の加速度計の計測値により求めた砂袋の衝撃荷重の計測値は、4個のロードセルによる計測値に比べばらつきが大きかった。これは、砂袋の衝突位置が荷重・加速度計測装置の上側の鉄板の中央からずれたことによるものと考えられる。

本実験の問題点と今後の課題は以下のとおりである。

(1)本実験は体積が限定された砂袋を落下させた。しかし、実際の崩壊土砂は、ある程度の厚さを持ち先頭部の衝突後に後続流がある程度の時間継続するような現象である場合が多いと考えられる。よって、このような実際の崩壊土砂の移動状況に近い実験施設を用いて後続流の影響を知るための実験が必要であると考えられる。

(2)また、本実験は、大きな荷重を緩衝材に作用させることを目的として、砂袋を自由落下させる実験を行った。しかし、実際は、待受式擁壁に対する崩壊土砂の衝突は、ほぼ垂直に立った壁面に対し、ほぼ水平に近い角度で衝突するものである。よって、サンドクッションの側面に崩壊土砂は作用する。一方、サンドクッション内の砂の個々の粒子は、地表面に対して鉛直方向に締まっている。このため、本実験のように上側から荷重が作用する場合と側方から荷重が作用する場合には、サンドクッションの効果も異なることが考えられる。

最後に、実験装置・機器を貸していただいた土木研究所(当時国土交通省)の構造研究室、交通安全研究室ならびに鋼製防護柵協会の関係各位に感謝の意を表します。また、本実験の実施については(株)八千代エンジニアリング構造部によるものである。

#### 引用文献

仲野公章・右近則男(1986):砂質崩土の衝撃力に関する実験,砂防学会誌(新砂防),Vol.39, No.1, p.17-23