

I-480

緩衝材としてEPS材を用いた場合の緩衝性状

開発土木研究所 正員 今野 久志  
 開発土木研究所 正員 中野 修  
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一  
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光

1. はじめに

落石覆道の頂版部には、落石衝撃力を緩和する目的で一般的に砂が敷かれているが、砂には緩衝効果に限界があり、荷重の分散がそれほど期待できないこと、死荷重が大きく覆道本体がトップヘビーになるため、地震時の安全性確保のために下部工が大がかりになること等、問題点の多いことが知られている。

このため筆者らは、発泡スチロール (EPS) 材が高い衝撃吸収能力を持ち、軽量であることに着目し、これを緩衝材の一部に使用した三層緩衝構造開発のための実験研究を砂単層およびEPS材単層に対する実験とともに平成2年度より実施してきた。

これまでに、三層緩衝構造の緩衝特性や落石緩衝材としての有効性ならびに敷砂における問題点についてはいくつかの論文で述べてきたが、ここでは、EPS材を単層で使用した場合の緩衝特性について記述する。

2. 実験概要

実験は、図-1に示すようなコンクリート剛基礎上のL型擁壁に囲まれた4m四方の施設内にEPS材を設置し、この上にトラッククレーンによって所定の高さ(最大30m)に吊り上げた重錘(重量2tfおよび3tf、球底、直径はともに1m)を自由落下させることによって行った。実験では、重錘にひずみゲージ型の加速度計を取付け重錘の加速度を測定している。また、EPS材の衝撃吸収効果および衝撃荷重の分散状況を検討するために、基礎上にロードセルを設置し伝達衝撃力を計測している。

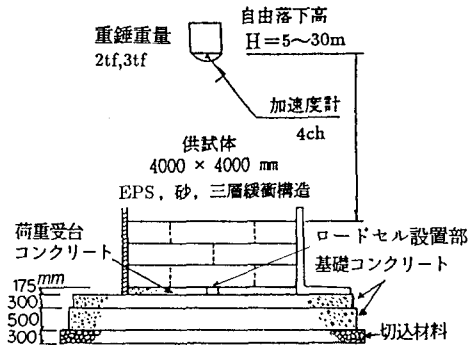


図-1 実験概要

3. 実験結果

3.1. 敷厚とロードセル応力

図-2は、実験条件を重錘重量2tf、落下高20mに固定し、EPS材の敷厚を変化させた場合の敷厚とロードセル応力の関係を示している。

ロードセルの応力は、敷厚の増加とともに減少している。敷厚150cmおよび200cmでは、実験時の重錘貫入量が敷厚以内であったため、ロードセルの応力は、それぞれ9.1kgf/cm<sup>2</sup>、3.6kgf/cm<sup>2</sup>と小さく、敷砂90cmに対する同一条件でのロードセル応力値(20kgf/cm<sup>2</sup>)の1/2以下となっている。しかし、敷厚100cmでは、敷厚が不足したため重錘がEPS材を完全に押しつぶしコンクリート基礎に衝突したために、ロードセルが破壊した。このことから、EPS材には、外力に対して十分な緩衝効果を得るための必要最小厚が存在することが分かる。

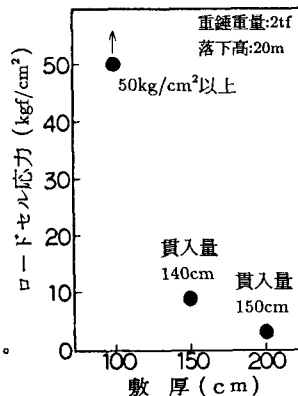


図-2 ロードセル応力と敷厚の関係

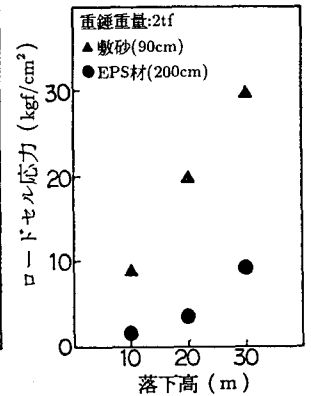


図-3 ロードセル応力と落下高の関係

図-3は、実験条件を重錘重量2tf、敷厚を200cmに固定した場合の落下高とロードセル応力の関係を敷砂90cm厚の場合を比較として示している。

敷砂の場合には、落下高の増加とともにロードセル応力が比例的に大きくなっているが、EPS材では、落下高20mから応力の増加割合が大きくなっており、落下高30m以上ではEPS材の敷厚が不足することが予想される。

### 3.2. 伝達衝撃力の分散性状

図-4は、重錘重量3tf、落下高20m、敷厚200cmの実験におけるロードセル応力の時間波形を3次元的に示したものであり、横軸が重錘落下中心点を原点とした場合のロードセル位置を、奥行き方向が時間軸を表している。

荷重の分布性状は、敷砂の場合と同様に中央部に大きな荷重が発生しており、中央部から離れるに従って、指数関数的に荷重が減少している。また、荷重の分布範囲は重錘径とほぼ同じであり、EPS材の単層構造では荷重の分散効果をほとんど期待できない。

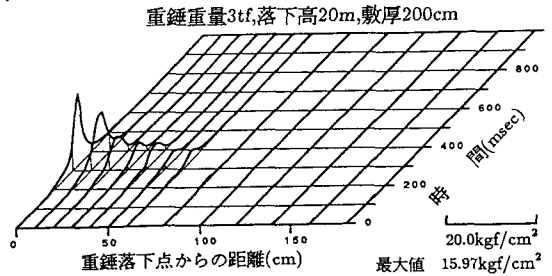


図-4 ロードセル応力の時間波形分布

### 4. EPS材のエネルギー吸収能力

EPS材を単層で使用した場合、重錘の衝突によるEPS材の変形によって、どの程度のエネルギーを吸収できるのかについて検討を行う。EPS材の破壊形態は、せん圧破壊型であるが、ここでは圧縮力のみを考慮して検討を行った。

図-5は、実験に使用した単位体積重量20kgf/m<sup>3</sup>のEPS材の圧縮強度とひずみ量の関係を示している。同図では、ひずみ量85%までの圧縮強度しか示されていないが、ここで圧縮強度がひずみ量80%以降で直線的に増加するものと仮定すると、ひずみ量100%における圧縮強度は16.9kgf/cm<sup>2</sup>となり、EPS材の荷重分散は考慮せず、荷重の分散範囲を重錘の底面積とし、EPS材1層（50cm厚）における吸収可能エネルギーを概算すると17tfm（単位面積当たり21.6tfm/m<sup>2</sup>）となる。

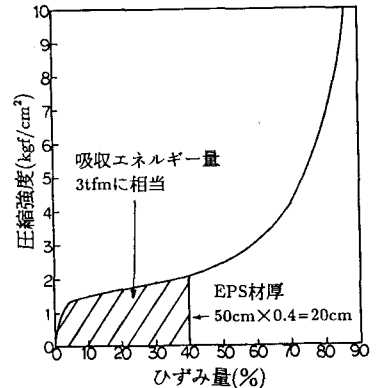


図-5 圧縮強度とひずみ量の関係

上記概算値により、重錘重量2tf、落下高10mおよび20mの実験条件における、EPS材の必要厚さを計算すると、前者は20tfm=17tfm×1（1層、50cm）+3tfmであり、3tfmを吸収するために必要な厚さを図-5より求めると、約20cmであり合計で70cmとなる。同様の計算により後者は135cmとなる。重錘重量2tf、落下高10m、敷厚100cmおよび重錘重量2tf、落下高20m、敷厚150cmの実験における重錘貫入量がそれぞれ80cm、140cmであるから、上記概算の吸収可能エネルギーは、ほぼ妥当な値と思われる。これによれば、重錘重量3tf、落下高30mに対する、必要EPS材厚は、90tfm/17tfm=5.3で6層（300cm）と非常に厚くなるのが分かる。

### 5. まとめ

緩衝材としてEPS材を単層で使用した場合の緩衝性状を整理すると以下の様になる。

- 1) EPS材を単層で使用する場合には、必要最小厚さがあり、外力に対して十分な敷厚を敷けば、砂と同等以上の緩衝効果が得られる。
- 2) 外力に対して敷厚が不十分な場合には、緩衝効果は得られず非常に大きな衝撃力が発生する。
- 3) 荷重の分散効果は、ほとんど期待できない。
- 4) 本実験の範囲において、外力に対するEPS材の必要厚さは、簡易計算によって算出可能である。

上記結果からも、EPS材を緩衝材として使用するには、単層構造ではなく、三層緩衝構造のように他の緩衝材等との組合せによって使用することが最も効果的であると思われる。