

落石防護壁の巨礫用緩衝材の開発に係る実験的研究

JFE 建材株式会社 正会員 美野輪 俊彦
 正会員 妹尾 善和
 正会員 山口 聖勝
 株式会社テクノソール 正会員 佐藤 雅宏
 正会員 辰井 俊美

1. はじめに

本報は、落石防護壁の構造性能や巨礫の衝突作用に着目し、巨礫衝突時の緩衝材の衝撃吸収性能および落石防護壁に要求される性能水準等に関する知見を収集しながら、将来の性能照査型設計に対応するための新しい緩衝材の開発を進めている。緩衝材としての機能・性能を評価するには、衝撃力とともに衝撃力の波形や作用時間などに関する挙動、さらに、そのときの最大衝撃力や衝撃エネルギーの吸収特性について検証しておく必要がある。

今回、巨礫衝突時の設計に対応するための緩衝材の予備選定を行い、衝撃吸収、衝撃分散等に関する実証的な模型実験を実施し、緩衝材としての要求性能に関して得られた知見を報告する。

2. 実証的模型実験の方法

実験は、図-1 に示すように実際の落石現象を想定した衝撃载荷試験を行い、緩衝材による吸収エネルギーに関する基礎的な情報を収集した。今回用いた緩衝材は、ソルパック(土のう)とし、中詰め材料の種類、形状などを規定することで緩衝材としての機能・性能をコントロールできる可能性のある素材である。実験は、63.5kg の重錐を緩衝材とするソルパックに自由落下させ、そのときの衝撃力に対する応答特性を床版に配置した3個の荷重計から確認した。応答特性は、中詰め材料の種類、ソルパックの形状、積層厚さなどを変化させて、緩衝材としての効果を確認した。

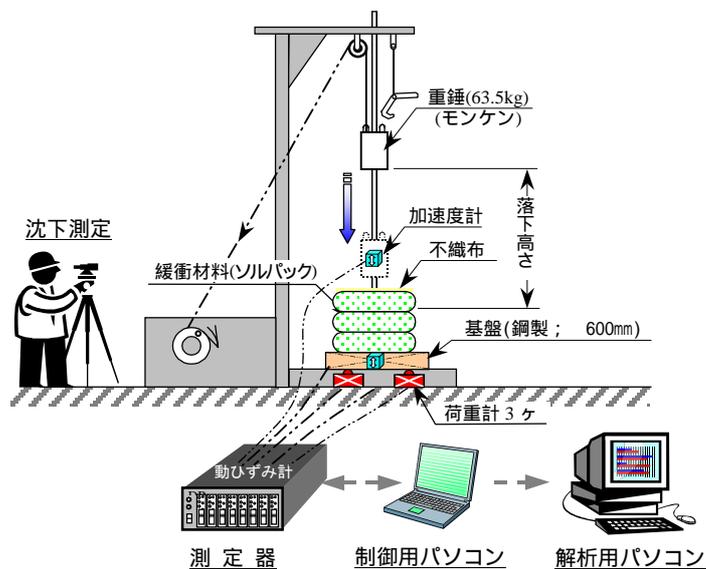


図-1 衝撃载荷試験の概要

3. 実験結果

図-2 は、珪砂およびローム(含水比 $w=85\%$, $w=55\%$) を中詰め材料とした時の最大衝撃荷重と積層段数の関係を整理した結果である。なお、このときの試験条件は積層段数を4段(40cm)、落下高さを1.0m、中詰め容積を16%と同一条件としている。同図から、最大衝撃荷重が中詰め材料の種類によって異なっており、緩衝効果の違いが明確に現われていることがわかる。特に、粘性土を中詰め材料としたときの緩衝効果は、最大衝撃荷重に対して比較すると珪砂に対しておよそ2倍程度以上であり、高含水であるほうが緩衝効果の大きいことがわかる。

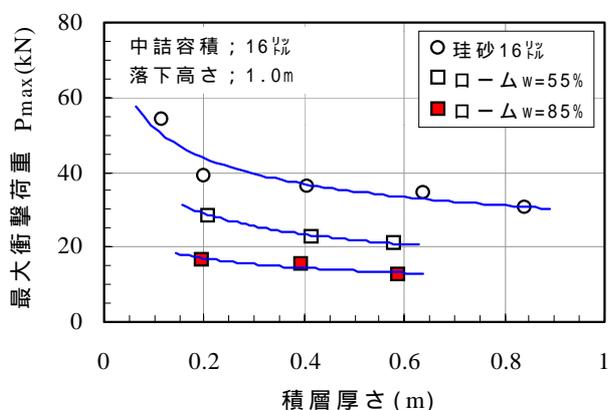


図-2 最大衝撃荷重と緩衝材厚さの関係

また、重錐落下に伴う最大衝撃荷重は、積層厚さに伴い減少しており、緩衝効果が大きくなる傾向が見られるが、0.4m程度以上の厚さでその程度は小さくなっていることがわかる。

図-3 は積層厚さを変化させたときの衝撃荷重の応答波形を示したものであり、図-4 は中詰め材料の種類を変化させたときの緩衝材厚さ 0.4m に対する応答波形である。同図には、従来から用いられている EPS(発砲スチロール)に対して実施した結果も合わせて示した。衝撃時の応答波形は緩衝材としての効果の特性を示すものであり、これらからは積層段数および緩衝材である中詰め材料の種類によって効果の特性が明らかに異なっていることがわかる。特に、材料によって、シャープな形状からなだらかな形状へと推移しており、衝撃遅延効果が大きく変わることがわかる。この応答波形がなだらかな形状となるほど荷重の時間的な分散効果が大きいと言える。

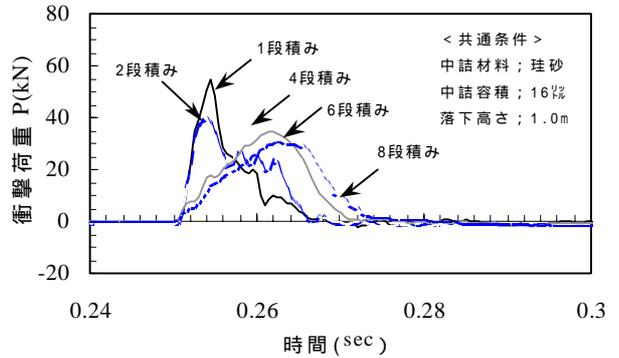


図-3 積層厚さを変化させたときの応答波形

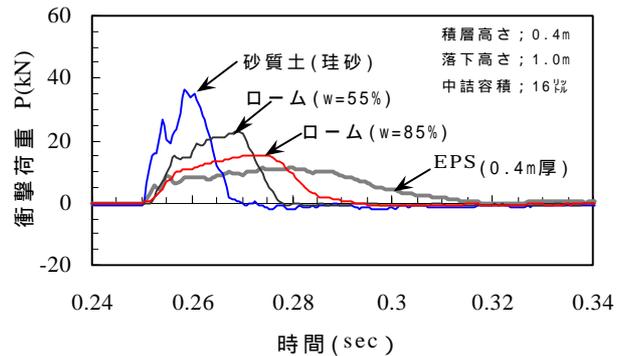


図-4 中詰め材料を変化させたときの応答波形

図-5 は、重錘落下に対する衝撃荷重の緩衝効果の度合いを評価するために、落下エネルギー(重錘衝撃力)に対する最大衝撃荷重の吸収率に対して、積層厚さおよび落下高さについて整理した結果である。ここで、衝撃荷重の吸収率は、各種条件下で得られた最大衝撃荷重の大きさを重錘衝撃力(緩衝材を敷設しない状態での最大衝撃荷重)で基準化し、最大衝撃荷重の吸収率として整理を行った。

同図より、土のうを用いた緩衝材料の緩衝効果は、落下高さが大きくなるに伴って大きくなる傾向にあることが確認された。また、最大衝撃荷重に対する緩衝効果は、珪砂では中詰め材料の容積にあまり依存せず 80~85%程度の吸収率が確認された。一方、中詰め材料に粘性土(ローム)を用いた場合には、含水比の程度によって異なるものの 90~95%程度の高い吸収率を有することが確認された。また、従来から緩衝材として用いられている EPS の吸収エネルギーは 95%程度であり、中詰め材料の選定によっては EPS とほぼ同等の吸収率を発揮できることが期待できそうである。ただし、最大衝撃荷重の吸収率は、現在まで設計の要求性能として評価された事例はなく、95%という吸収率までが必要か検討の余地がある。

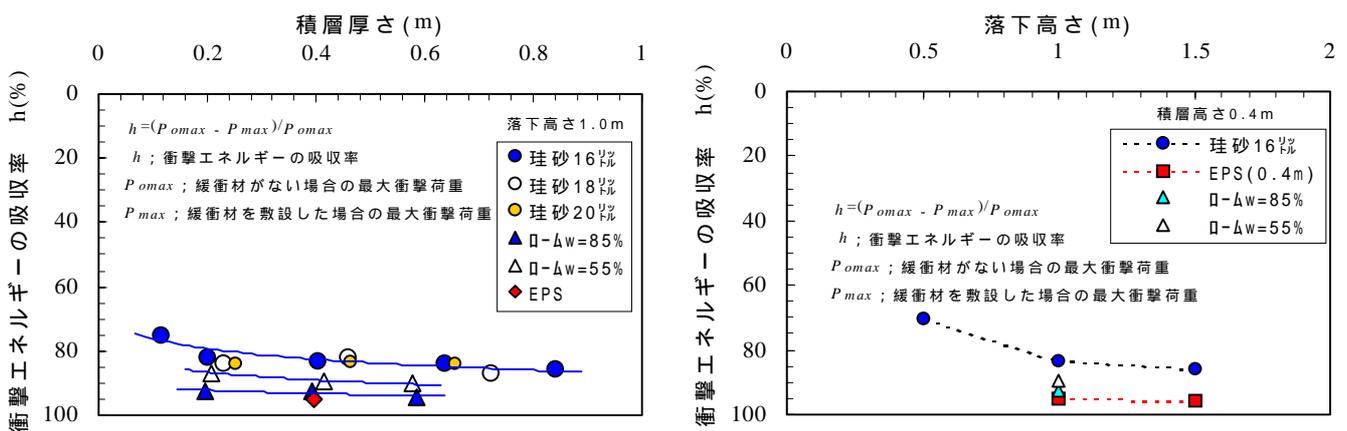


図-5 最大衝撃荷重の吸収率に対する比較検討

4. 最後に

今回、ソルパック(土のう)を対象とした衝撃載荷試験結果から、緩衝材としての機能や性能を評価するための衝撃エネルギーの吸収特性に関して得られた知見を報告した。今後は、巨礫衝突時の設計に対応するための性能照査型設計体系への対応方針や実証すべき開発上の検討項目を検討するとともに、実証実験を実施していくことを考えている。