

### 三層緩衝構造を設置した 1/2 スケール落石防護擁壁模型に関する重錘衝突実験

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○牛渡 裕二 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介  
 名古屋工業大学大学院 正会員 前田 健一 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

#### 1. はじめに

本研究では、ジオグリッドを埋設したソイルセメントおよび EPS ブロックを積層する三層緩衝構造の落石防護擁壁への適用性を検討することを目的に、本緩衝工を設置した 1/2 スケール落石防護擁壁模型の水平衝撃荷重実験を行った。また、緩衝性能に関する比較のためジオグリッドを用いない場合についても検討を行った。

#### 2. 実験概要

表 1 には、試験体の一覧を示している。試験体名の第 1 項目はジオグリッドの有無 (N: 無, G: 有) を、第 2 項目は重錘衝突速度 (m/s) を示している。図 1 には、実験に用いた擁壁模型の形状を示している。擁壁の寸法は、実規模の 1/2 程度とし、壁高  $H = 1.5$  m, 延長  $L = 2.0$  m, 天端幅 0.3 m である。緩衝工の構成は、EPS ブロックの厚さを 250 mm, ソイルセメント天端および下端幅をそれぞれ 500, 1250 mm としている。G 試験体の場合には、ジオグリッドをソイルセメント内に 100 mm のかぶりを取って配置した。実験には、圧縮強度 0.9 MPa のソイルセメント, 製品基準強度  $27.0 \times 37.0$  kN/m のジオグリッドおよび密度  $20 \text{ kg/m}^3$ , 降伏応力 0.2 MPa 程度の EPS を用いている。

実験は、門型の鋼製フレームに吊り下げられた鋼製重錘を着脱装置を介してトラッククレーンにより所定の高さまで吊り上げ、振り子運動によって図 1 に示す所定の位置に水平衝突させることにより行っている。

実験における測定項目は、重錘に設置したひずみゲージ式加速度計による重錘加速度, 非接触型レーザ変位計による擁壁の水平変位, コンクリート擁壁内部の鉄筋に貼付したひずみゲージによるひずみ, 高速度カメラによる重錘速度である。

表 1 実験ケース一覧

試験体名	ジオグリッドの有無	目標衝突速度 (m/s)	実測衝突速度 (m/s)	実測入力エネルギー (kJ)
N-5.0	無	5.0	5.0	12.4
N-7.0		7.0	7.1	25.1
G-9.0	有	9.0	9.1	41.4
G-11.0		11.0	10.8	57.8
G-13.4		13.4	13.0	85.0

#### 3. 実験結果

##### 3.1 破壊状況

図 2 には、実験終了後におけるソイルセメント表面の破壊性状, EPS ブロックのひび割れ性状と切断面におけるひび割れおよび変形状を N-7.0 および G-13.4 の場合について示している。

(a) 図より, N-7.0 の場合には, 重錘衝突位置が陥没し, その位置から水平方向にひび割れが進展してソイルセメント部が割裂破壊に至っている。これに対し, G-13.4 の場合には, 水平方向の割裂破壊よりも, 押抜きせん断破壊が卓越していることが分かる。これは, ジオグリッドが配置されているためソイルセメントの割裂破壊が拘束され, その破壊形式が押抜きせん断破壊に移行したためと推察される。

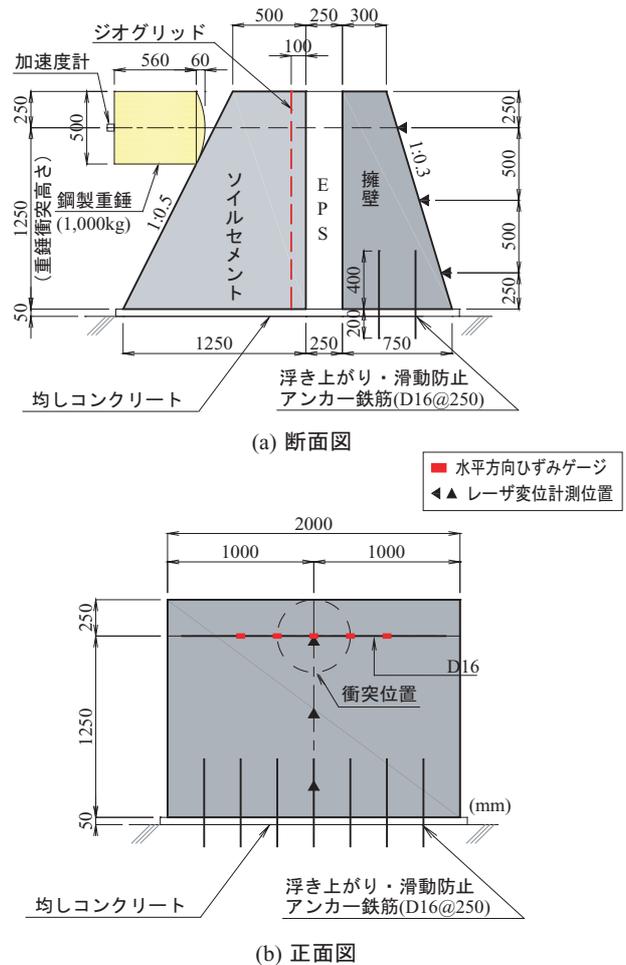


図 1 試験体概要

キーワード：落石防護擁壁, ソイルセメント, 三層緩衝構造, 水平衝撃荷重実験

連絡先：〒 065-8510 (株) 構研エンジニアリング 防災施設部 TEL/FAX:011-780-2813/-785-1501

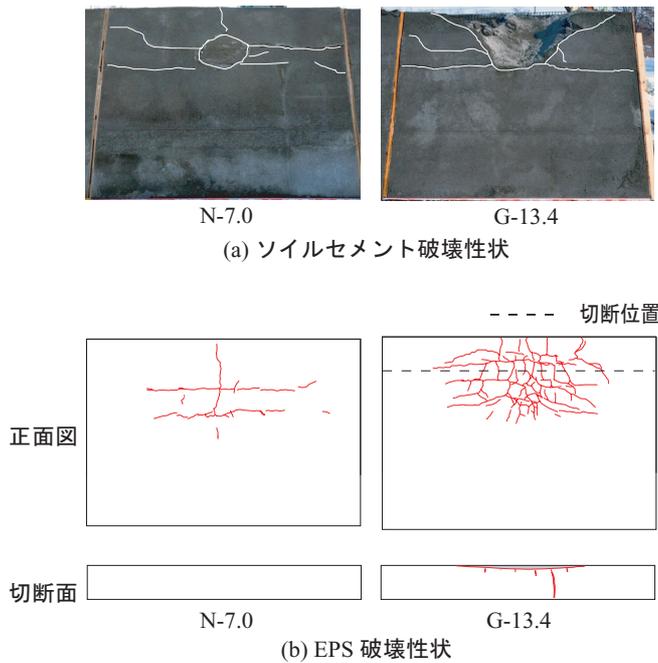


図2 実験終了後の試験体の破壊性状

(b) 図より、N-7.0の場合にはEPSブロックに水平および鉛直方向のひび割れが発生している。これはソイルセメントの割裂破壊に起因するものである。一方、G-13.4の場合には、荷重点を中心とする放射状ひび割れおよび荷重点近傍における亀甲状のひび割れが発生している。これは、ソイルセメントに生じた押抜きせん断コーンのEPSブロック接地面が見かけ上の荷重面となり、EPSブロックに衝撃力を伝達したことによるものと考えられる。

3.2 時刻歴応答波形

図3には、重錘衝撃力および擁壁背面における荷重点変位に関する時刻歴応答波形を示している。図より、重錘衝撃力波形は、ジオグリッドの有無や衝突速度によらず、振幅が大きく周期の短い第一波と、振幅が小さく周期の長い第二波から構成されていることが分かる。これは、第一波目がソイルセメントへの衝突時の応答を示し、第二波目が重錘とソイルセメントが一体として作用したことによるEPSブロックの応答であると推察される。

前述の破壊性状と重錘衝撃力波形より、提案の三層緩衝構造の緩衝効果は、1)ジオグリッドを配置したソイルセメントが押抜きせん断破壊するとともに、衝撃力を分散してEPSブロックに伝達し、2)EPSブロックが変形することによって衝撃エネルギーを吸収する、ことにより発揮されるものと推察される。

擁壁の荷重点変位波形は、重錘衝突初期に振幅の大きい第一波が励起した後、減衰自由振動状態を示している。また、残留変位はG-13.4で0.7 mm程度発生している以外はほぼ零であることより、擁壁の損傷は軽微であるも

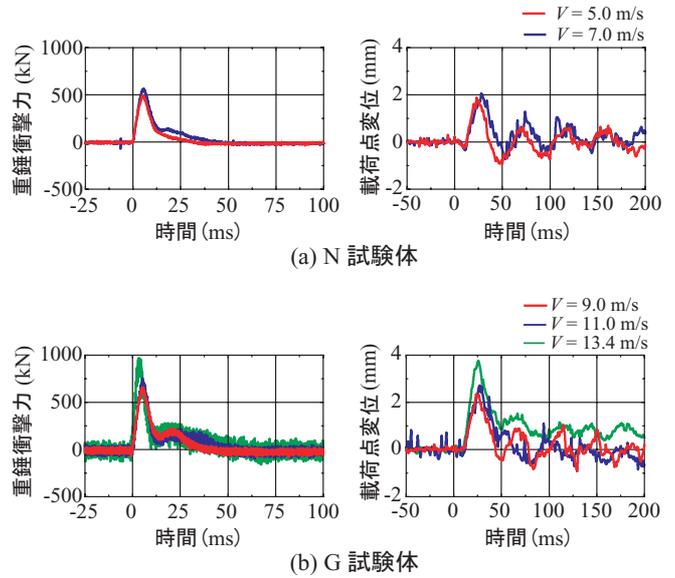


図3 各種応答波形

のと推察される。

3.3 衝撃性能の評価

前節までの実験結果より、入力エネルギーが最も大きいG-13.4の場合においても、擁壁模型の残留変位は極めて小さく、かつひびわれ等の損傷は全く生じていないことを確認している。また、埋設鉄筋のひずみに関しては、荷重点近傍で400 μ程度、それ以外の箇所では30 μ程度以下であることを別途確認している。従って、擁壁の損傷は荷重点近傍の局所的な領域でひび割れが発生している可能性がある以外は弾性状態であるものと判断される。

ここで、過去に実施した実規模落石防護擁壁の水平衝撃荷重荷重実験において、緩衝工を設置しない場合は、入力エネルギーが20 kJ程度で破壊に至っている。一方、本実験では1/2スケール模型の擁壁模型を用いているものの、その最大入力エネルギーが85 kJ程度の場合においても擁壁模型にはほとんど損傷が認められない結果となっている。

これらのことより、提案の三層緩衝構造を設置することにより、入力エネルギーレベルで少なくとも4倍以上の耐衝撃性向上効果を期待できるものと判断される。

4. まとめ

- 1) ジオグリッドの配置により、ソイルセメントの割裂破壊の抑制およびひび割れ分散効果が期待できる。
- 2) 提案の三層緩衝構造は、ジオグリッドを配置したソイルセメントが押抜きせん断破壊するとともに、衝撃力を分散してEPSブロックに伝達し、かつEPSブロックが変形して衝撃エネルギーを吸収することにより緩衝効果を発揮する。
- 3) 三層緩衝構造の設置により、擁壁の耐衝撃性が最低でも4倍以上に向上する。