

## ソイルセメントにウレタン被覆した緩衝システムの重錘落下衝撃実験

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○鈴木 健太郎 (株) 構研エンジニアリング フェロー 川瀬 良司  
 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

### 1. はじめに

図1に示す現在開発中である落石防護擁壁用緩衝システム(ソイルセメント, ジオグリッド, EPS ブロックからなる緩衝システム)のソイルセメントは, 貧配合コンクリートと同様に凍結融解抵抗性に乏しく, 寒冷地において凍害劣化する懸念がある. 凍害劣化対策として, ソイルセメント表面にウレタン被覆を施した結果, 曝露および凍結融解試験により, ソイルセメントの長期耐久性が向上可能であることを確認した<sup>1)</sup>. 本研究では, 当緩衝構造の緩衝性能へのウレタン被覆の影響を把握する目的で, 要素実験として室内の重錘落下衝撃実験を実施した.

### 2. 実験概要

図2に室内要素実験の実験装置を示す. 緩衝システムの試験体は, ソイルセメント厚  $t_s = 20$  cm, ジオグリッド1枚, EPS ブロック厚  $t_e = 25$  cm から構成され, ウレタン被覆無し(以後 S100-N)と有り(以後 S100-U)の計2ケースとした. ウレタン被覆は実際の採用状況を想定し, 試験体の上面および1つの側面のみに施すこととした. 重錘衝突速度が  $v = 7.0$  m/s の単一衝撃中央載荷で, 重錘質量は  $m = 400$  kg である.

表1に使用材料の物性値を示す. 実験時のソイルセメントの平均圧縮強度は  $\sigma = 1.1$  MPa である. 本実験の測定項目は, 重錘衝撃力, 伝達衝撃力および重錘貫入量である. なお, 重錘衝撃力は重錘に内蔵されているロードセルにて, また伝達衝撃力は底盤を支持している9個のロードセルの合算値として, さらに重錘貫入量は非接触型レーザ変位計を用いて測定することとした.

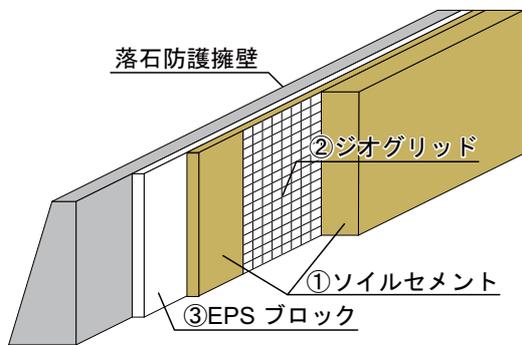


図1 緩衝システム

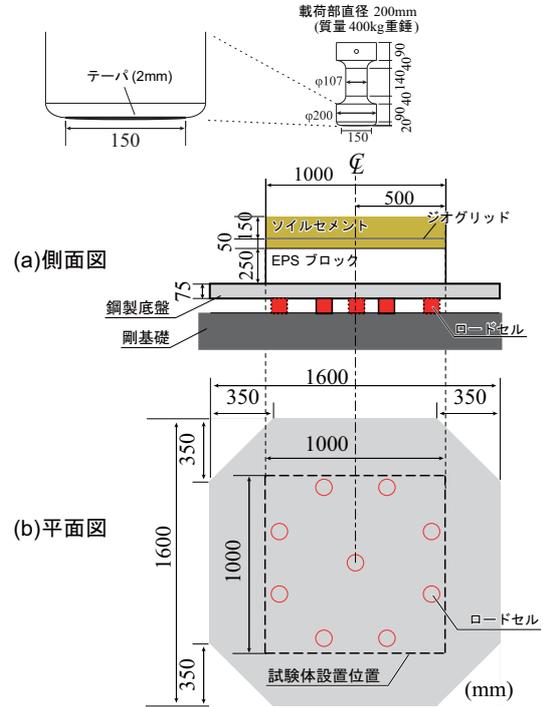


図2 実験装置概要図

### 3. 実験結果

図3に, 重錘衝撃力, 伝達衝撃力, 重錘貫入量の応答時刻歴波形を示す. 重錘衝撃力と伝達衝撃力は第1ピークと第2ピークで構成され, 第1ピークでは S100-N よりも S100-U が大きく, 第2ピークでは S100-U よりも S100-N が大きいことが分かる. これは, 第1ピークではウレタン被覆がソイルセメントの割裂を拘束することにより, S100-N よりも S100-U の場合の見かけの接触面強度が大きくなったためと考えられる. 一方, 既往の研究<sup>2)</sup>により, EPS の降伏強度  $\sigma_{ey} = 0.2$  MPa 程度を超過するケースでは EPS ブロックのひび割れは底面近傍に達し, 第2ピークが明瞭に生じることが明らかとなっていることから, S100-U の場合, ウレタン被覆の拘束効果により EPS ブロックのひび割れも抑制され, 載荷点への応力が分散し, 第2ピークが減少したものと推察される.

重錘貫入量についてはソイルセメントと EPS ブロックの破壊がウレタン被覆による拘束効果によって抑制され, 衝突時には S100-N よりも S100-U の重錘貫入量が減少したものと考えられる.

キーワード: 緩衝システム, ソイルセメント, 長期耐久性, ウレタン被覆, 重錘落下衝撃実験

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 / 011-785-1501

表 1 各材料の物性値一覧

(a) 砂

産地	種類	均等係数	土粒子 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	最適 含水比 (%)
登別	中粒砂	2.6	2.79	2.46	16

(b) ジオグリッド (二方向タイプ)

目合 (mm)	品質管理 強度 (kN/m)	製品基準 強度 (kN/m)	材質
28 × 33	34.0 × 43.0	27.0 × 37.0	ポリプロピレン

(c) EPS ブロック

密度 (kg/m <sup>3</sup> )	発泡倍率	製造法
20	50.0	型内発泡法

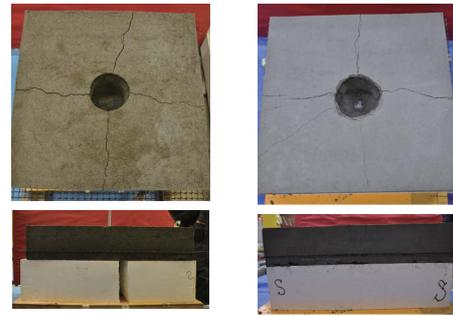
(d) ウレタン

硬さ (JISA)	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	引裂強さ *1 (N/mm)	硬化物 比重	摩耗試験 *2 (mg) H-22 / CS-17
8.5	16.2	400	63.7	1.0	203 / 1.2

\*1 JIS A 6021

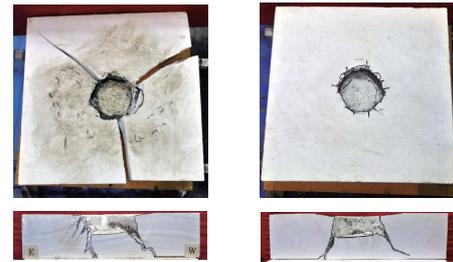
\*2 テーパー型摩耗試験

1000 g, 1000 回転の条件で摩耗した質量を測定



S100-N  
ウレタン無し      S100-U  
ウレタン有り

(a) ソイルセメント表面および断面



S100-N  
ウレタン無し      S100-U  
ウレタン有り

(b) EPS 表面および断面

図 4 実験終了後の破壊性状

び割れが発生し開口しているが、S100-N よりも S100-U の場合がひび割れ幅は小さく示されている。(b) 図では、EPS 表面に円形状のひび割れが発生しており、S100-N は割裂破壊しているのに対し、S100-U では割裂破壊は見受けられない。

以上より、本緩衝システムにウレタン被覆することでソイルセメントの割裂と重錘貫入が抑制され、ウレタン被覆しない場合と同等以上の緩衝効果が得られることが明らかになった。

4. まとめ

本研究では、緩衝システムの凍害劣化対策として導入したウレタン被覆の緩衝性能に対する影響を検証した。その結果、ウレタン被覆を施すことにより、ソイルセメントのひび割れの開口、EPS ブロック内のひび割れは抑制され、ウレタン被覆しない場合と同等以上の緩衝性能が得られた。

参考文献

- 1) 鈴木健太郎, 牛渡裕二, 栗橋祐介, 三森俊司, 岸徳光: ソイルセメントを用いた三層緩衝構造の長期耐久性向上法に関する実証実験, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol70, A-33, 2014
- 2) 牛渡裕二, 栗橋祐介, 鈴木健太郎, 川瀬良司, 岸徳光: ソイルセメントを用いた三層緩衝構造の限界状態および荷重分散領域に関する実験的検討, 構造工学論文集, Vol60A, pp.963-972, 2014

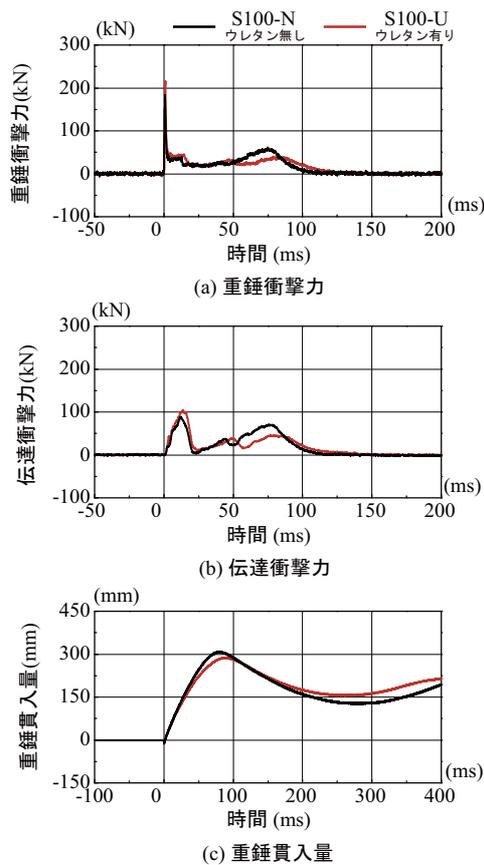


図 3 時刻歴応答波形

図 4 に、ソイルセメントと EPS ブロックの実験終了後における破壊性状を示す。(a) 図では、ソイルセメント表面中央部が重錘形状に沿って陥没し、周辺に放射状のひ