

## 単粒度碎石ジオセル緩衝体の衝突速度低減効果に関する検討

日本サミコン株式会社    ○正会員    宮本   大介  
室蘭工業大学                      正会員    小室   雅人

東京インキ株式会社 正会員 大山 亮貴  
室蘭工業大学 正会員 栗橋 祐介

## 1. はじめに

重力式コンクリート製落石防護擁壁における耐衝撃性能の向上や局部損傷の回避を目的に、落石の受撃面にソイルセメントを用いた三層緩衝構造やジオセル緩衝体を設置する工法が提案され、その有効性が確認されている<sup>1),2)</sup>.

本研究では、単粒度碎石ジオセル緩衝体構造の合理的設計法の確立に向けて、重錘衝突実験<sup>2)</sup>から得られた重錘速度の時間的変化や反発係数に着目し、基礎的な検討を行った。

## 2. 実験概要

## 2.1 試験体の概要

図-1 には試験体の概要を示している。試験体は、幅 5,000mm、高さ 2,500mm であり、コンクリート製の剛体壁前面にジオセル緩衝体を全て覆うように施工した。写真-1 に示すジオセルは、展開時の寸法が厚さ 800mm、幅 2000mm、高さが 200mm 部分と 170mm 部分をもつ階段状となっており、高さの異なる部分を交互に積層し 2 分勾配で全 12 段設置した。ジオセル緩衝体の中詰材には単粒度碎石 6 号を充填し振動プレートで転圧した。また、各段の連結性を高めるために鉄筋を所定の間隔で打ち込んでいる。剛体壁には全 24 個の伝達衝撃応力測定用のロードセルを埋設し、重錘にはひずみゲージ式加速度計を設置した。

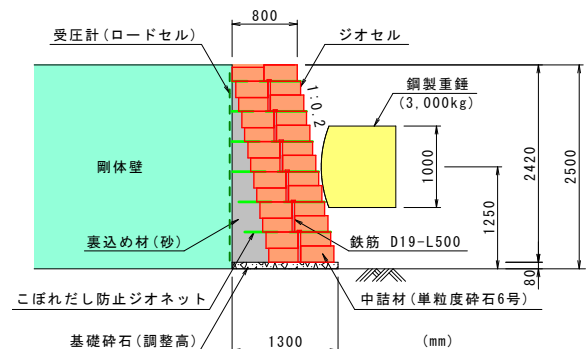


図-1 試験体の形状寸法



写真-1 ジオセル

## 写真-2 実験状況

表-1 実験ケース一覧

| 実験<br>ケース | 重錘<br>重量<br>(kN) | 落下<br>高さ<br>(m) | 緩衝体<br>(中詰材)                 | 実測重錘<br>衝突速度<br>(m/sec) | 入力<br>エネルギー<br>(kJ) |
|-----------|------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|
| No.1      | 30               | 2.00            | ジオセル<br>緩衝体<br>(単粒度砕石<br>6号) | 6.31                    | 59.0                |
| No.2      |                  | 3.75            |                              | 8.74                    | 114.3               |
| No.3 *    |                  | 5.00            |                              | 9.61                    | 138.5               |
| No.4      |                  | 7.00            |                              | 12.37                   | 233.3               |
| No.5      |                  | 9.00            |                              | 13.42                   | 273.3               |
| No.6 **   |                  | 7.00            |                              | 12.12                   | 220.3               |

\*：緩衝体の部分的修復      \*\*：緩衝体の修復なし

衝突させている。

測定項目は、1) 重錘加速度、2) コンクリート製剛体壁前面に埋設された伝達応力、および3) 高速度カメラによる重錘の衝突速度である。

### 3. 実験結果および考察

### 3.1 緩衝体への衝突速度

図-2には、実験ケースNo.1~6で得られた重錘衝突速度および衝突位置近傍における伝達応力の時系列を示している。なお、波形のゼロ軸は、衝撃力伝達時をゼロとしている。重錘の速度は緩衝体に衝突した時点から減

キーワード ジオセル, 緩衝効果, 衝撃実験, 衝突速度

連絡先 〒004-0042 札幌市厚別区大谷地西1丁目10番1号 日本サミコン株式会社 札幌支店 TEL011-892-3381

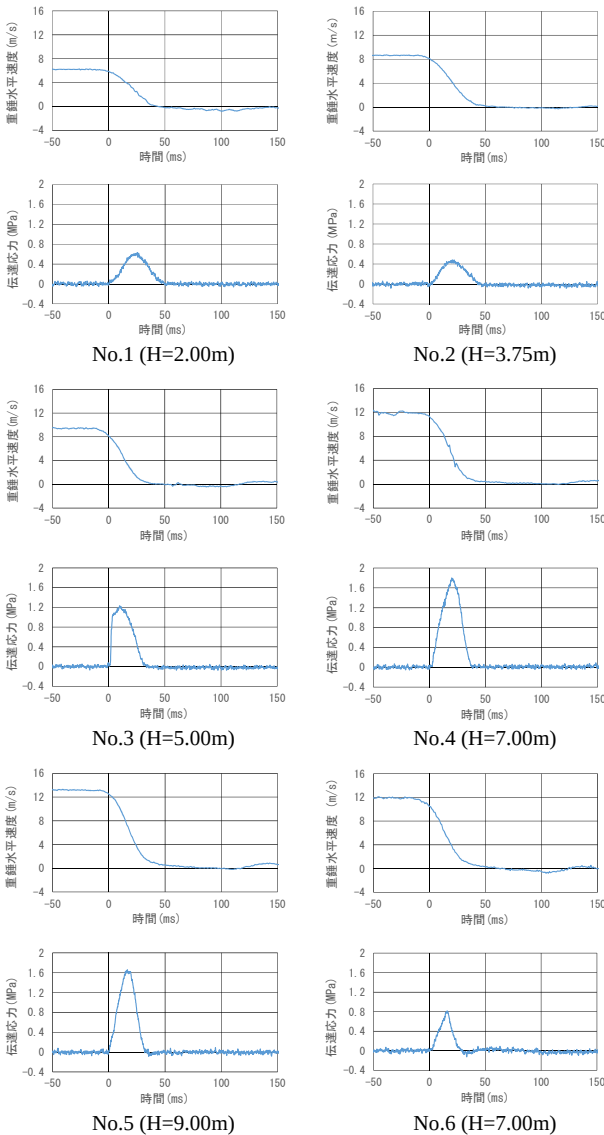


図-2 重錘水平速度と伝達応力の時間的変化

速し始め、最大貫入量を経て重錘が緩衝体から離れた時点ではほぼゼロとなることが分かる。この傾向は衝突速度にかかわらず類似である。また、衝突（速度減少の開始）時点からゼロ近傍に達するまでの時間は、いずれの場合においても100msec以内である。

一方、伝達応力は重錘が衝突した時点から急激に立ち上がり、重錘が緩衝体を離れる（重錘速度がほぼゼロ）時点の中間付近で最大値を示している。表-2には、これらの実測結果より得られる重錘の衝突速度を $V_0$  (m/sec), 最大伝達応力発生時における速度を $V_m$  (m/sec)として整理している。 $V_m$ は $V_0$ の約40%～66%の範囲にあることが分かる。

なお、表中のNo.3は部分的修復後に、No.6は緩衝体を修復することなく、重錘を衝突させていることから、これら2ケースを除外すると、 $V_m$ は $V_0$ の40%～59%の範囲

表-2 各ケースにおける重錘速度

| 実験<br>ケース | 重錘<br>重量<br>(kN) | 落下<br>高さ<br>(m) | 実測重錘<br>衝突速度<br>$V_0$<br>(m/sec) | 最大応力時<br>重錘速度<br>$V_m$<br>(m/sec) | 比率<br>$V_m / V_0$ |
|-----------|------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| No.1      | 30               | 2.00            | 6.31                             | 2.54                              | 0.40              |
| No.2      |                  | 3.75            | 8.74                             | 5.06                              | 0.58              |
| No.3 *    |                  | 5.00            | 9.61                             | 6.31                              | 0.66              |
| No.4      |                  | 7.00            | 12.37                            | 6.53                              | 0.53              |
| No.5      |                  | 9.00            | 13.42                            | 7.89                              | 0.59              |
| No.6 **   |                  | 7.00            | 12.12                            | 5.85                              | 0.48              |

\*: 緩衝体の部分的修復 \*\*: 緩衝体の修復なし

となる。このばらつきは、中詰材に使用した単粒度碎石の締固め程度や含水量等の影響によるものと考えられる。

以上より、コンクリート製剛体壁の最大伝達応力発生時刻が重錘衝突による最大衝撃力を受けると考えた場合には、その速度は衝突時の60%以下まで減速されると判断される。

3.2 重錘の反発係数

図-2に示した重錘速度波形を見ると、一度減少した速度は、その後大きく変化すること無くほぼゼロとなっている。このことは、重錘が緩衝体に衝突後、ほぼ反発することなく、静止していることを示唆している。これより、重錘がジオセル緩衝体に衝突した際の反発係数はほぼゼロであると考えられる。なお、実験時に撮影した高速度カメラからの映像でも重錘の反発はほぼ生じていないことを確認している。

4. まとめ

- 1) ジオセル緩衝体を配置することにより、コンクリート剛体壁への伝達応力が最大となる時点において、重錘の速度は、衝突時速度の60%以下に低減する。エネルギー換算すると36%低減され、重力式コンクリート製落石防護擁壁のエネルギー吸収能力の観点から、ジオセル緩衝体は非常に有効であると考えられる。
- 2) ジオセル緩衝体を設置した場合は、重錘の反発は極めて少なく、反発係数はほぼゼロと考えられる。

参考文献

1) 牛渡裕二, 岸 徳光, 保木和弘, 前田健一: ソイルセメントを有する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, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.2, pp.727-732, 2012.7  
2) 大山亮貴, 小室雅人, 栗橋祐介, 村田佳久, 渡邊 忍: 単粒度碎石を充填したジオセルの緩衝効果に関する実験的研究, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.61A, pp.1022-1011, 2015.3