

ソイルセメントと EPS ブロックを組み合わせた緩衝構造の衝撃荷重載荷実験

西松建設(株)

正会員

○岡田

伸之

(株)構研エンジニアリング

正会員

牛渡 裕二

(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

1. はじめに

本研究では、既設コンクリート構造物の新しい緩衝システムの開発を目的として、ソイルセメントと EPS ブロックを組み合わせた緩衝構造模型の重錘落下衝撃実験を行った。

2. 実験概要

表 1 には、本実験ケースの一覧を示している。試験体は平面寸法 1 m 四方の EPS ブロックの上にソイルセメントを打設することにより製作した。EPS ブロックの厚さは 25 cm、ソイルセメントの厚さは 20 および 30 cm である。ソイルセメントは、含水比を 15 % (最適含水比) 相当とした細骨材と単位セメント量 100 kg/m^3 の早強ポルトランドセメントをパン型ミキサーにより混合して製造した。実験時におけるソイルセメントの圧縮強度は 0.9 MPa であった。また、EPS ブロックには、密度が 20 kg/m^3 、降伏応力が 0.2 MPa 程度のものを用いた。

図 1 には、実験装置の概要を示している。実験は、剛基礎上に設置した試験装置の中央に試験体を配置し、質量が 400 kg 、先端部の直径が 200 mm の鋼製重錘を所定の高さから一度だけ試験体中央部に落下させることにより行った。本実験の測定項目は、重錘衝撃力、伝達衝撃力、伝達衝撃応力、および重錘貫入量である。

3. 実験結果

3.1 時刻歴応答波形

図 2 には、重錘衝撃力、伝達衝撃力、载荷点直下の伝達衝撃応力 (以下、载荷点伝達衝撃応力) および重錘貫入量に関する時刻歴応答波形を示している。

図 2 (a) より、重錘衝撃力波形は、重錘衝突により急激に立ち上がる第 1 波目と継続時間の長い第 2 波目から構成されている。また、衝突速度の増加に伴い、第 1 波目の振幅が増大するとともに、第 2 波目の継続時間が長くなっていることが分かる。同一衝突速度で比較すると、S30E 試験体の場合が S20E 試験体よりも最大振幅が大きく、かつ第 2 波を含む波形継続時間が短い。これは、S30E 試験

体の場合はソイルセメント厚が大きく剛性も大きいことによるものと考えられる。

図 2 (b) より、伝達衝撃力波形は、衝突速度が小さい場合には正弦半波状の波形性状を示している。また、衝突速度の増大に対応して継続時間が短くなり、かつ振幅が小さい第 2 波が励起する傾向にある。なお、第 1 波目の最大振幅は衝突速度によらずほぼ同様であり、ソイルセメント厚が小さい場合に若干小さくなる傾向にある。

図 2 (c) より、载荷点伝達衝撃応力は、衝突速度が小さくかつ最大振幅が EPS ブロックの降伏応力 (0.2 MPa 程度) 以下の場合には、継続時間の長い波形性状を示している。一方、衝突速度が大きくかつ最大振幅が 0.2 MPa 以上の場合には、伝達衝撃応力が急激に増加し最大値に到達した後、一気に除荷状態に至る傾向を示している。また、同一衝突速度における伝達衝撃応力の最大値は、ソイルセメント厚が小さい場合に大きくなる傾向にある。これは、ソイルセメント厚が小さい場合には押抜きせん断コーンの形成範囲が小さく、衝撃荷重の分散効果が小さいことによるものと考えられる。

図 2 (d) より、重錘の貫入変位は、S30E-V3.0 を除き、いずれのケースにおいても正弦半波状の第 1 波が励起した後、変位が残留分だけ移動した状態で減衰自由振動を呈

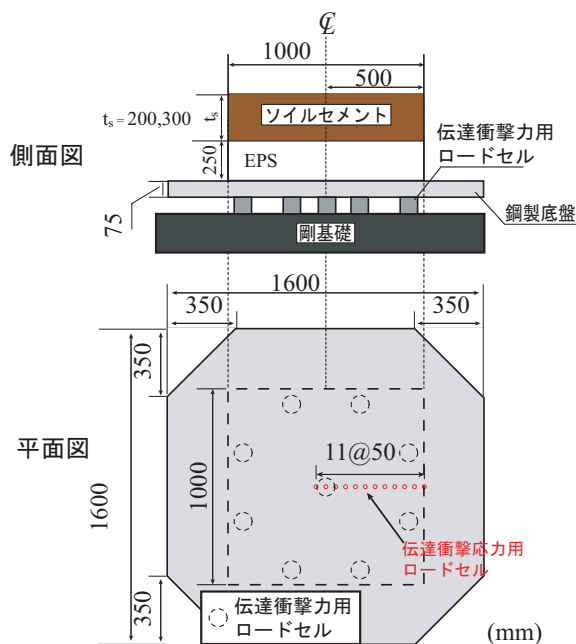


図 1 実験装置

表 1 実験ケース一覧

試験体名	ソイルセメント厚 (cm)	衝突速度 v (m/s)	入力エネルギー (kJ)
S20E-V v	20	2.0 ~ 6.0	0.80 ~ 7.20
S30E-V v	30	3.0 ~ 7.5	1.80 ~ 11.25

キーワード：ソイルセメント、EPS、衝撃荷重載荷実験、緩衝性能

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 暮らし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5225

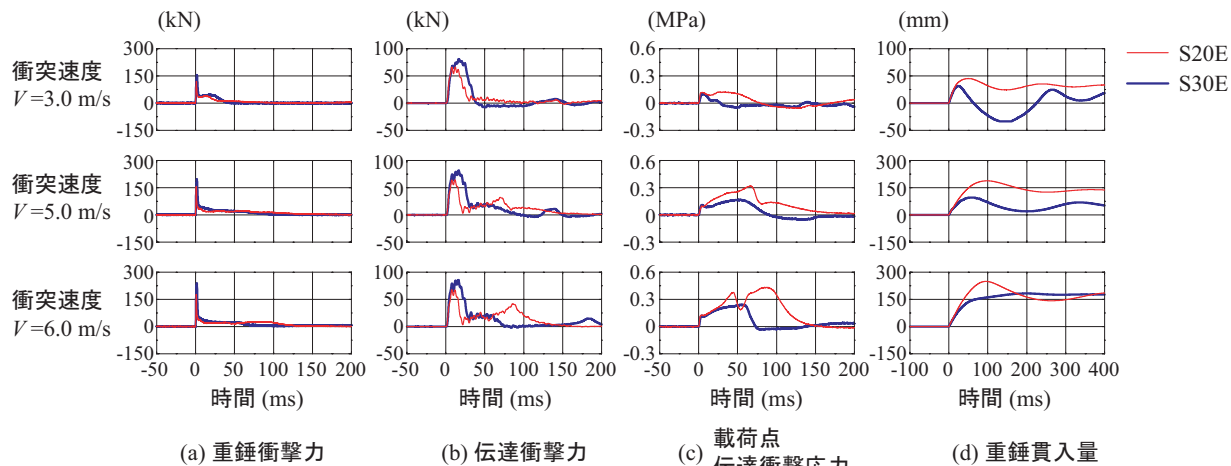


図2 各種時刻歴応答波形

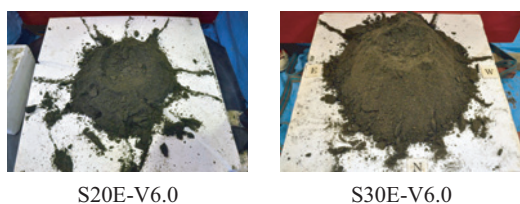


写真1 押抜きせん断コーンの比較

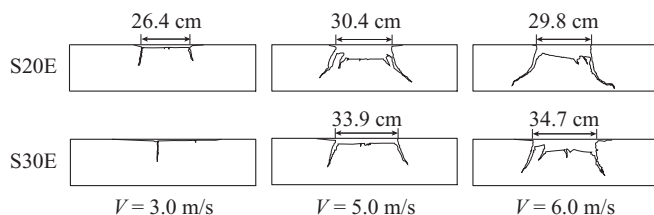


図3 実験終了後のEPSブロック切断面

している。また、同一衝突速度における波形性状を比較すると、ソイルセメント厚が小さい場合には最大振幅が大きくかつ第1波の周期が長くなる傾向にある。これは、ソイルセメント厚が小さい場合には、EPSブロックへの荷重の作用面積も小さくなることにより、結果としてEPSブロックが大きく変形することによるものと考えられる。

3.2 ソイルセメントおよびEPSブロックの破壊性状

写真1には、衝撃荷重実験終了後におけるソイルセメントの破壊性状を衝突速度 $V = 6.0 \text{ m/s}$ の場合について示している。実験時には、いずれのケースにおいても重錘がソイルセメントに貫入し、かつソイルセメントが押抜きせん断破壊に至ることを確認している。また、押抜きせん断コーンの形成範囲は、ソイルセメント厚に対応して拡大していることが分かる。

図3には、衝撃荷重実験終了後におけるEPSブロック中央切断面の変形およびひび割れ分布を示している。図より、S30E-V3.0の場合を除き、いずれのケースにおいてもEPSブロック表面が陥没して押抜きせん断破壊に至っていることが分かる。同一衝突速度における損傷状況を比較すると、ソイルセメント厚が大きい場合には陥没部

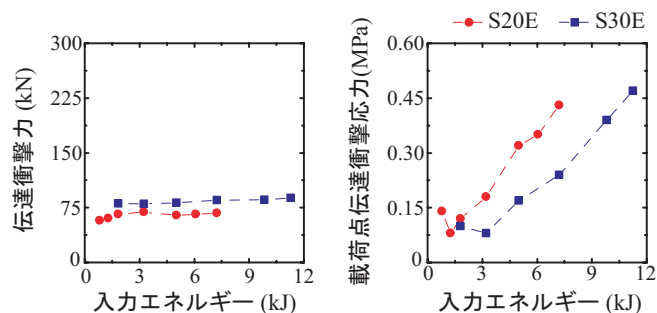


図4 各種応答値と入力エネルギーとの関係

の直径が大きいことがわかる。従って、ソイルセメント厚が大きい場合には、ソイルセメントの押抜きせん断耐力のみならず衝撃力の分散範囲も拡大するため、より高いエネルギー吸収性能を発揮するものと考えられる。

3.3 各種応答値と入力エネルギーとの関係

図4には、各種応答値と入力エネルギーとの関係を示している。図より、伝達衝撃力は衝突速度によらずほぼ一定の値を示していることがわかる。従って、本緩衝構造の緩衝効果はEPSブロックが著しく損傷する場合においても十分に確保されているものと判断される。

载荷点伝達衝撃力は、入力エネルギーの増加に伴って増加し、かつソイルセメント厚が大きい場合に小さいことがわかる。これより、緩衝性能はソイルセメント厚が大きい場合が優れることが分かる。また、最大入力エネルギーの観点から本緩衝構造の緩衝性能を評価すると、ソイルセメント厚を20から30 cmに増加させることにより緩衝性能が約1.6倍向上することが分かる。

4. まとめ

- 1) ソイルセメント厚が大きい場合には、ソイルセメントの押抜きせん断耐力が大きくかつ押抜きせん断コーンの形成範囲が大きいことにより、より高いエネルギー吸収性能を発揮する。
- 2) ソイルセメント厚を20から30 cmに増加させることにより緩衝性能が約1.6倍向上する。