

EPS ブロックの衝撃荷重作用時の特性に関する実験的検討

寒地土木研究所 正会員 ○岡田 慎哉 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光
 寒地土木研究所 正会員 山口 悟 室蘭工業大学大学院 正会員 牛渡 裕二
 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介

1. はじめに

本研究は、耐衝撃構造物の緩衝構造に用いられている EPS ブロック単体が有する緩衝効果や耐衝撃性能を把握することを目的に、EPS ブロックに関する静載荷実験および重錘落下衝撃実験を実施したものである。

2. 実験概要

図-1には、本研究に使用した実験装置の概要を示している。本実験装置は、伝達衝撃応力計測用の起歪柱型ロードセルが設置された鋼製底盤および、鋼製底盤を支持する9個の反力計測用の起歪柱型ロードセルから構成されている。なお、反力計測用ロードセルは厚板鋼板を介して実験室ピット内の剛基礎上に設置されている。また、伝達衝撃応力計測用ロードセルは底盤中央部より対称軸上に13個設置されており、その受圧面は底盤上面と面一となっている。

衝撃荷重載荷実験は、250 mm 厚に成形した EPS ブロックに対して、重錘を所定の高さから供試体中央部に落下させることにより行っている。実験に使用した鋼製重錘は質量 400 kg であり、先端部には起歪柱型ロードセルが組み込まれている。重錘衝突部の直径は 200 mm で、底面には片当たり防止のため 2 mm のテーパが設けられている。また、静載荷実験は、鋼製フレームに設置された油圧載荷装置の先端に衝撃載荷実験で使用した重錘先端部を取り付けて実施している。表-1には、静載荷および衝撃実験のケース一覧を示している。重錘衝突速度は、荷重計の計測可能容量を超過しない範囲で実験を実施した。

3. 実験結果

図-2には、静載荷実験における荷重-貫入量曲線および載荷点直下の応力-重錘貫入部の平均ひずみ（以後、応力-ひずみと呼称）曲線を示している。

荷重-貫入量曲線より、載荷荷重および底盤反力はほぼ一致した分布性状を示していることが分かる。また、応力-ひずみ関係より、載荷点直下の応力は平均ひずみが 60%程度から剛性勾配が大きくなる傾向を示している。

図-3には、重錘落下衝突実験における衝突速度毎に整理した(a)重錘衝撃力、(b)伝達衝撃力、(c)載荷点直下伝達衝撃力、(d)重錘貫入量の波形を示している。

(a)図に示す重錘衝撃力波形および、(b)図に示す伝達衝撃力波形を比較すると、波形性状・応答値ともに重錘衝撃力波形とほぼ同様の傾向を示していることが分かる。

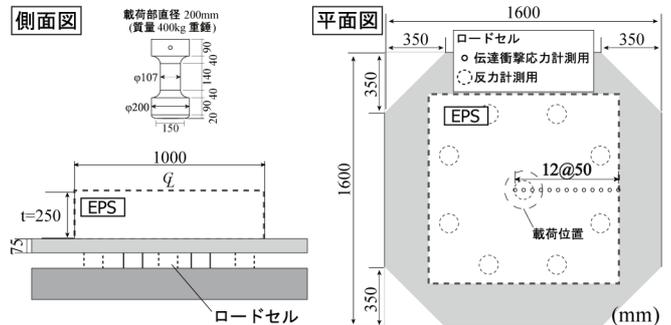
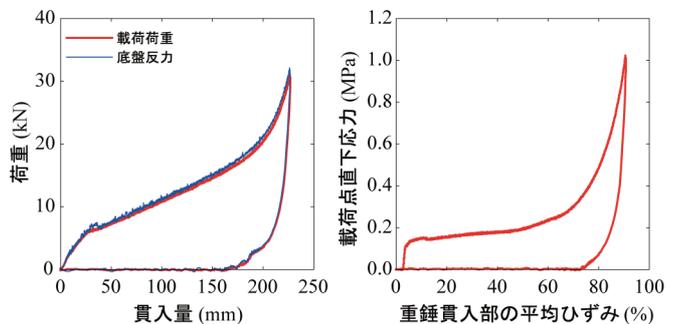


図-1 実験装置概要

表-1 実験ケース一覧

試験体名	EPS 厚 Te(mm)	重錘質量 m(kg)	重錘径 φ(mm)	載荷速度 V(m/s)	入力 E (kJ)
E-S	250	400	200	静的	—
E-V0.5				0.5	0.05
E-V1.0				1.0	0.20
E-V1.5				1.5	0.45
E-V2.0				2.0	0.80
E-V2.5				2.5	1.25
E-V3.0				3.0	1.80
E-V3.5				3.5	2.45



(a)荷重-貫入量 (b)載荷点直下応力-重錘貫入部の平均ひずみ

図-2 載荷荷重-貫入量曲線 (静載荷実験)

(c)図に示す載荷点直下における伝達衝撃応力に着目すると、波形性状は重錘衝撃力および伝達衝撃力と概ね同様の傾向を示している。しかしながら、衝突速度が大きい場合には、第1波の一部が鋭角状に突出し、応力値が急激に増加している。これは、EPS ブロックの応力-ひずみ関係より、衝突時に、ひずみが60%を超えたためと推察される。

(d)図に示す重錘貫入量波形より、衝突速度の増加に伴い、最大貫入量が増加していることが分かる。また、残留貫入量も増加する傾向にある。また、衝突速度が大きいほどリバウンド量が大きく、V=3.5 m/s においては、衝突位置よりも高い位置までリバウンドしていることが分かる。

キーワード 衝撃実験, 緩衝性能, EPS

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 (独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地構造チーム TEL.011-841-1698

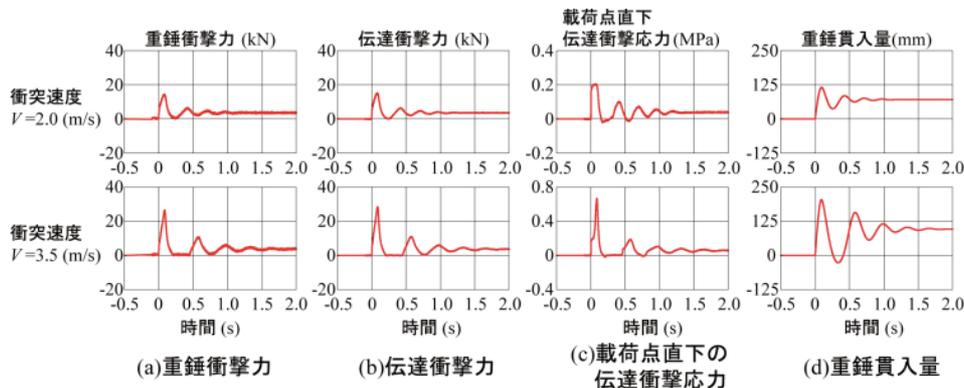


図-3 各種応答波形

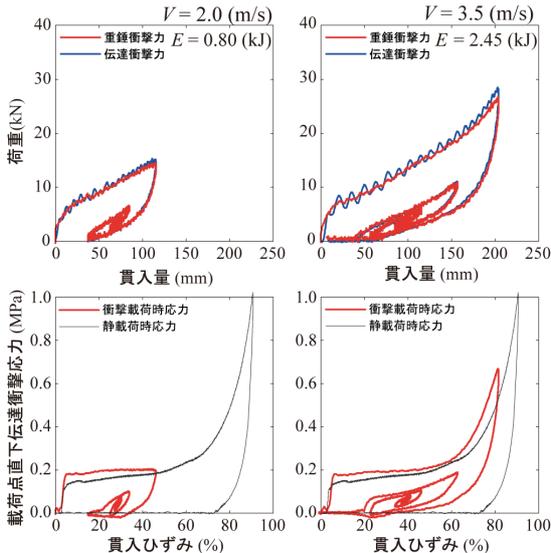


図-4 载荷荷重-貫入量曲線 (衝撃実験)

図-4には、重錘落下衝撃実験時における荷重-貫入量曲線および応力-ひずみ関係を示している。なお、応力-ひずみ関係には、静载荷実験時の結果も併せて示している。図より、荷重-貫入量曲線に着目すると、重錘衝撃力と伝達衝撃力はほぼ一致した挙動を示すことが分かる。

载荷点直下の応力-ひずみ関係に着目すると、衝撃実験結果においても、静载荷実験結果と類似の性状を示していることが分かる。これは、EPS ブロックの力学的挙動が、静载荷時と衝撃時において変化しないことを示唆している。

図-5には、底盤に設置された荷重計で計測された伝達衝撃応力分布を時系列で示している。図より、 $V = 2.5 \text{ m/s}$ までの衝突速度においては、また、応答値も重錘衝突位置付近で若干大きいものの $\sigma = 0.2 \text{ MPa}$ 程度であり、概ね広く分散分布し、効率よく衝突荷重を吸収・分散していることが分かる。一方、 $V = 3.0 \text{ m/s}$ 以上においては、衝突位置近傍における応答値が $\sigma = 0.4 \text{ MPa}$ 以上と大きな値を示している。これは、衝突位置付近において局所的に EPS ブロックのひずみが増大していることを意味しており、本実験の範囲内において効率的な緩衝効果を得られる速度の範囲は、 $V = 2.5 \text{ m/s}$ までであることが明らかになった。

図-6には、実験終了時における EPS ブロックの破壊性状を示している。図は、荷重载荷位置における切断面のひ

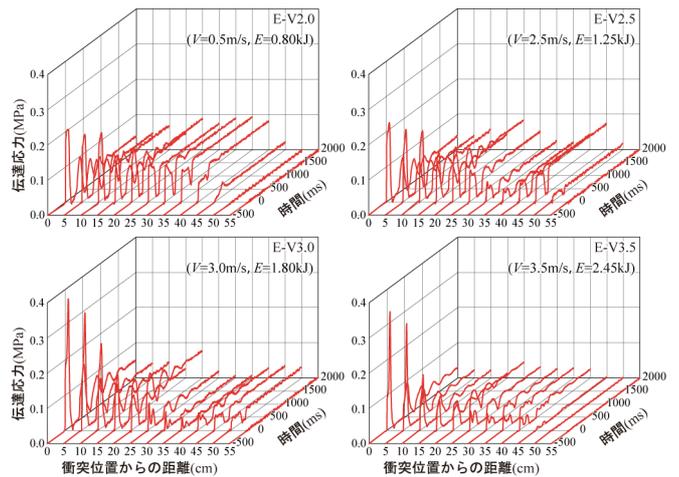


図-5 伝達衝撃応力分布

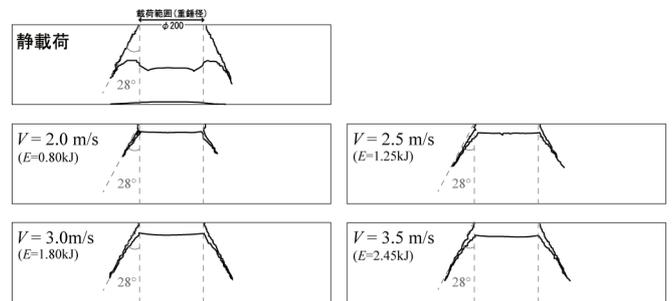


図-6 実験終了後のひび割れ状況

ひび割れ状況である。

図より、静载荷実験、衝撃実験のどちらにおいても、重錘径より俯角がほぼ 28° のひび割れが発生していることが分かる。また、ひび割れの深さに着目すると、 $V = 3.0 \text{ m/s}$ までは衝突速度の増加に伴い深くなる傾向にあるが、 $V = 3.5 \text{ m/s}$ 時のひび割れ深さは $V = 3.0 \text{ m/s}$ と同程度である。これは、 $V = 3.0 \text{ m/s}$ の段階で、EPS のひずみが限界近くに達していたことを暗示している。

4. まとめ

本研究により得られた知見は、以下の通りである。

- 1) 本検討の範囲内では、静载荷時および衝撃時において、EPS ブロックの力学的挙動は変化しない。
- 2) 効率的な緩衝効果を得られる入力エネルギーの範囲は衝突速度 $V = 2.5 \text{ m/s}$ ($E = 1.25 \text{ kJ}$) までである。
- 3) ひび割れの角度は、重錘径からの俯角が約 28° を示す。