

I-810

重量5 tfの重錘落下を受ける三層緩衝構造の緩衝性能

開発土木研究所 正 員 佐藤 京 室蘭工業大学 正 員 松岡 健一
 開発土木研究所 正 員 佐藤 昌志 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光

1. はじめに

著者らは、三層緩衝構造を用いた落石覆工構造物の合理的な設計手法を確立するために、これまで主に重錘重量 3 tf、最大落下高さ 30 m での実構造物規模の実験を行ってきた。しかしながら、より大きな落石に対する適用性についての検討の必要性も指摘されている。

本研究では、新しい緩衝構造である三層緩衝構造のより広範囲な実用性を検討するために、重錘重量 5 tf、最大落下高さ 30 m に対する性能実験を行ったのでその結果を報告する。本研究では、表材厚（敷砂）を 50 cm と一定にし、裏材厚を変化させた場合や芯材の剛性を変化させた場合について種々検討を行った。

2. 実験の概要

実験は三層緩衝構造の基本構造として、敷砂（50 cm 厚）、芯材 RC 版（20 cm 厚、設計基準強度 $f'_{ck}=210\text{kgf/cm}^2$ ）、EPS 材（50 cm 厚）を採用した場合と、比較のため敷砂単層 120 cm 厚を設置した場合について、落下高さ 10、20、30 m に対して行った。また、落下高さを 30 m に固定し、表材厚を 50 cm とし、裏材厚を 75 cm、100 cm に変化

表-1 実験ケース一覧

実験ケースの呼称	芯材RC版厚(cm) 強度(kgf/cm^2)	裏材EPS材 の厚さ(cm)	落下高さ (m)
D20-210-E50	20,210	50	10,20,30
D20-210-E75	20,210	75	30
D20-210-E100	20,210	100	30
D20-500-E50	20,500	50	30
D30-210-E50	20,210	50	30
S120（敷砂単層）			10,20,30

表材：50 cm 厚の敷砂

させた場合や、芯材剛性を変化させた場合として版厚を 30 cm または設計基準強度 $f'_{ck}=500\text{kgf/cm}^2$ とした場合についても実験を行った。実験ケースの一覧を表-1 に示す。

3. 実験結果

3.1. 伝達応力の時系列分布

図-1 に、基本構造と敷砂単層の伝達応力の時系列分布を示す。図中、横軸は載荷点中央からの距離を、奥行き方向は時間軸を示している。なお、測定時間は全てのケースで 200 msec である。

D20-210-E50 では、落下高 $H=10\text{ m}$ 、20 m の場合

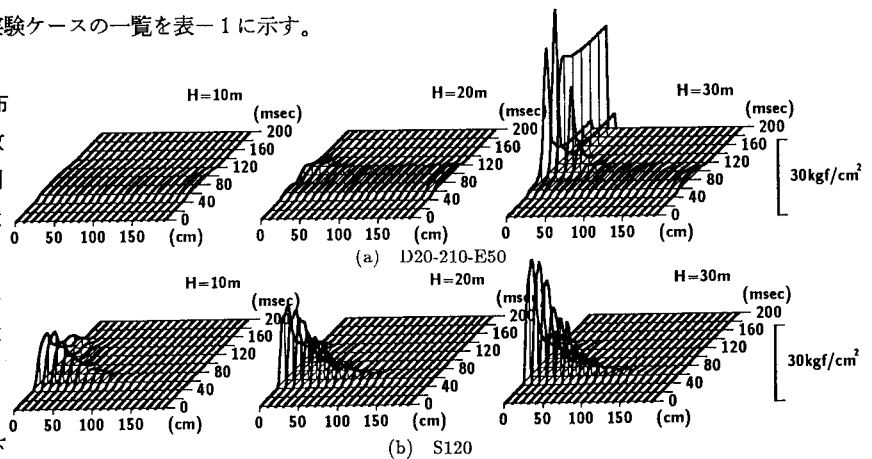


図-1 伝達応力の時系列変化

において良好な荷重分散性を保持している。これに対し、落下高 $H=30\text{ m}$ の場合には、載荷点近傍に応力集中がみられる。これは、重錘衝突によって芯材 RC 版の載荷点部が大きく損傷したため、裏材 EPS 材の圧縮変形量が過大となり、EPS 材の緩衝能力が低下したためと考えられる。

一方、敷砂単層である S120 の場合は、全てのケースにおいて載荷点部に応力集中が発生しており、三層緩衝構造と比較して、伝達応力の分散性が著しく悪い。

以上より、三層緩衝構造は芯材 RC 版が裏材 EPS 材の緩衝性能が著しく低下しない程度の損傷である場合には、敷砂単層に比較して伝達応力の低減および分散効果が期待できるものと考えられる。

3.2. 衝撃力の時系列分布

本研究では、衝撃力を衝突

時の加速度に重錘質量を乗じて得られる重錘衝撃力および伝達衝撃応力を総和して得られる伝達衝撃力の二つの方法で評価している。図-2に、

重錘衝撃力、伝達衝撃力の経時変化をそれぞれ実線、破線で示している。

D20-210-E50 の場合において、重錘衝撃力の分布性状は落下高さごとに異なっている

ようである。伝達衝撃力分布に関しては、落下高 $H = 20, 30 \text{ m}$ の場合は重錘衝撃力波形の第2ピーク発生時に最大値となっている。この場合の重錘衝撃力波形の第1ピークは、重錘と芯材RC版の激しい衝突によって発生したものと考えられるが、その時に発生した衝撃エネルギーが効率よく裏材である EPS 材によって吸収されるため、その時点における伝達応力が小さくなっているものと考えられる。

S120 の場合はどのケースにおいても伝達衝撃力の立ち上がりが重錘衝撃力より若干遅れているものの両者はほぼ同時刻に最大値を示している。

3.3. 裏材厚および芯材剛性の影響

ここでは、基本構造と比較しながら、裏材 EPS 材厚や芯材 RC 版の剛性が三層緩衝構造の緩衝性能に与える影響について検討する。

図-3(a)に最大衝撃力を、(b)図に衝撃力の継続時間を、裏材 EPS 材厚を変化させた場合と芯材 RC 版の剛性を変化させた場合について同一の図で整理している。

(a)図の裏材 EPS 材厚を変化させた場合の重錘衝撃力は、各ケース類似の値となっている。これ

より験範囲においては、重錘衝撃力は裏材 EPS 材厚にほとんど影響されないことが分かる。それに対し、伝達衝撃力は EPS 材厚が厚くなるほど小さな値となっており、EPS 材厚が伝達衝撃力の低減に効果的に寄与していることが分かる。一方、芯材の剛性を変化させた場合には、重錘衝撃力は伝達応力の分散性の優れていたものほど大きくなっており、伝達衝撃力は逆に減少していることが分かる。(a)図において全ケースについて振動便覧式と比較すると、D20-210-E75、D20-210-E100、D30-210-E50 の場合の伝達衝撃力は $\lambda=50 \text{ tf/m}^2$ とする場合より小さな値を示している。これらのケースは荷重分散性も優れていることより、実用にも十分供することが可能であるものと考えられる。

4. まとめ

本研究によって得られた結果を要約すると以下のようである。三層緩衝構造の基本構造（表材：敷砂 50 cm厚、芯材：RC 版 20 cm厚、設計基準強度： $f'_{ck}=210 \text{ kgf/cm}^2$ 、裏材：EPS 材 50 cm）は、芯材が EPS 材の緩衝性能が低下しない程度の損傷である場合は、敷砂単層に比較して伝達衝撃力の分散、衝撃吸収効果が期待できる。また、裏材厚は重錘衝撃力にほとんど影響を与えないが伝達衝撃力の低減に大きく寄与していること、芯材剛性は伝達応力の分散性に優れたものほど重錘衝撃力が大きくなるが、伝達応力は減少することが分かった。

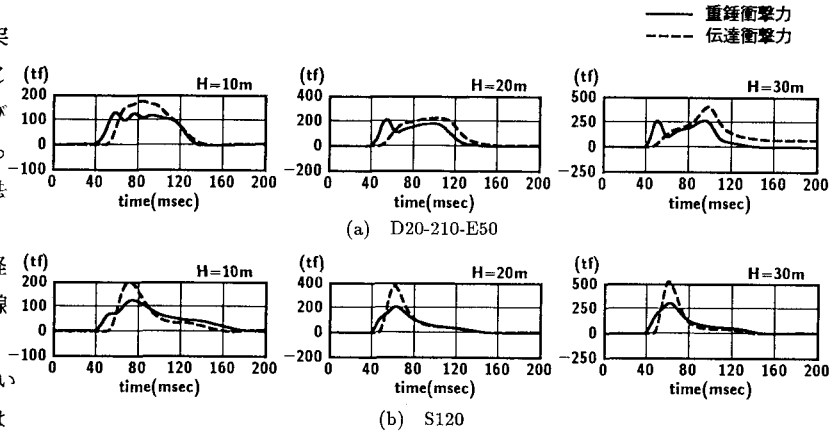


図-2 重錘衝撃力、伝達衝撃力の経時変化

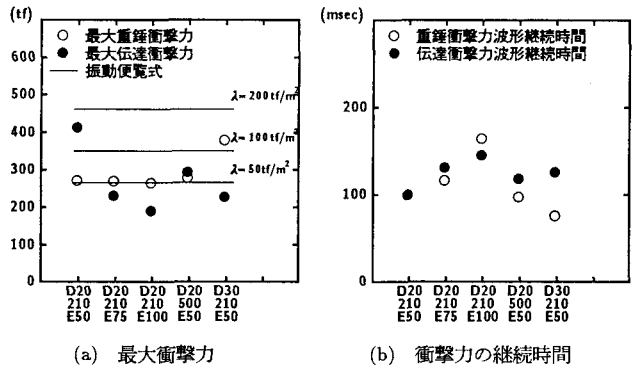


図-3 衝撃力の最大値および継続時間