

I - 665

各種緩衝構造を用いた落石覆工の実証実験

開発土木研究所 正員 中野 修 開発土木研究所 正員 山内 敏夫
開発土木研究所 正員 西 弘明 室蘭工業大学 正員 岸 徳光

1. はじめに

著者らは、落石覆工の敷砂に代わる緩衝材としてより緩衝性能に優れた三層緩衝構造を開発し、種々の実験研究を行っている。三層緩衝構造は、従来の単層構造とは違う発想の基に各材料の利点を組み合わせた複層緩衝構造で、その基本形は上から敷砂(50cm)、RC版(20cm) およびEPS材(50cm)を組み合わせたものである。

本論文では、美幌覆道（一般国道336号広尾町）を使用した実証実験の第2年度として、三層緩衝構造の基本形を軸とし、それを変形した複層緩衝構造や敷砂緩衝構造との緩衝性能に関する実験を行ったのでその結果を報告する。本実験では、覆道頂版上に各緩衝構造を設置し、重量 3 tf の重錘を自由落下させた場合の、重錘衝撃力、伝達衝撃力などについて比較検討を行っている。

2. 実験概要

2.1. 実験方法

写真-1は実験の状況を写したものである。実験は、現在建設中の美幌覆道（RC構造）の頂版上に緩衝構造を設置し、その中央部に重量 3 tf の重錘（直径 100 cm、高さ 17.5 cm の球底）を所定の高さより自由落下させて行っている。覆道頂版上には、本体構造への伝達応力を測定するため、衝撃荷重測定用ロードセル（受圧部直径 32 mm、容量 100 kgf/cm²）を一行に 20 cm 間隔で埋設している。実証実験の一覧を表-1に示す。



写真-1 実験状況

2.2. 使用材料

使用した敷砂材は単位体積重量 1.571gf/cm³、絶乾比重 2.528、吸水率 2.196 %、均等係数 4.89 の楽古川産の生コンクリート用の砂である。EPS 材は形状寸法 200cm×100cm×50cm のブロック材で、密度 20.2kg/m³、JIS K 7220 による圧縮強さ 1.21kgf/cm²のものである。芯材RC版（厚さ20cm、鉄筋比片側 1 % の複鉄筋配筋）には呼び強度 210 kgf/cm²のレーダミックスコンクリートを使用しており、材令25日の強度は221 kgf/cm²であった。

表-1 実験ケースの一覧

実験 ケース	重錘 重量 (tf)	落下 高さ (m)	RC版 厚さ (cm)	表面 材厚 (cm)	裏面 材厚 (cm)
1	3	20	D20	S50	E50
2	3	20	A20	S50	E50
3	3	30	D20	S50	E100
4	3	30	A20	S50	E100
5	3	10	D20	S50	E50
6	3	30	D20	S50	E50
7	3	30	A20	S50	E50
8	3	10	D20	S50	S50
9	3	5	D20	S50	S50
10	3	30	D20	S50	E50+S50
11	3	5	---	S90	---
12	3	10	---	S90	---

A:アラミド筋、D:異形鉄筋、S:敷砂、E:EPS材

3. 実験結果および考察

3.1. 緩衝構造の影響

三層緩衝構造の基本形と敷砂緩衝構造（敷砂厚 90 cm）での重錘および伝達衝撃力波形とを比較

したのが図-1、2である。ただし、重錘落下高はそれぞれ 30m と 10 m の場合である。重錘衝撃力波形に関しては、落下高さの影響が大きく三層緩衝構造のピークは敷砂緩衝構造のその約3倍になっているが、継続時間についてはほぼ同じで約 70 msec であった。これに対して伝達衝撃力に関しては、三層緩衝構造の伝達衝撃力は約2割程度しか増えていない。また、継続時間については、敷砂緩衝構造が約 45 msec なのに対し、三層緩衝構造では約2倍の 80 msec となっている。このことは、三層緩衝構造の場合には重錘衝突時に生じる衝撃力を柔らかく覆工本体に伝えて

いることを表している。

3.2. 裏面材厚等の影響

三層緩衝構造の基本形、裏面材のEPS厚を100cmにした場合、敷砂50cm上に基本形を設置した場合および裏面材のEPSを砂に置き換えた（以下、砂置換という）の4ケースの重錘および伝達衝撃力波形を示したのが図-3、4である。ただし、重錘落下高は砂置換の場合が10mで、他の3ケースは30mである。また、各ケースの最大衝撃力および頂版最大曲げモーメントを図-5、6に示している。

重錘衝撃力波形に着目すると、落下高さが同じ30mの3ケースについては、波形は非常に類似しており、継続時間も約70msec前後で同じであった。これに対し、砂置換の場合の継続時間は約53msecで敷砂緩衝構造と三層緩衝構造のほぼ中間の値になっている。他方、伝達衝撃力波形に関しては、裏面材質および裏面材厚の影響が大きく表れている。四層緩衝構造の場合、三層緩衝構造の基本形と比較して多少伝達衝撃力の最大値は大きいものの、落石覆工の耐荷力向上のための補強策として、死荷重が基本形より50cmの敷砂の分だけ増える点で問題とならない限り、四層緩衝構造は有力な案と考えられる。三層緩衝構造の裏面材のEPS材厚を倍にすることにより、基本形に比べて伝達衝撃力を約40%減少させること

ができる。費用対効果の問題は残るが、長期的には設計荷重を越えるような落石が発生する可能性のある覆工箇所では、安全性を高める方策として有効なものと考えられる。砂置換については、実験条件が同じである敷砂緩衝構造の結果と比較しても、最大値は約2倍であり、継続時間についても更に短くなっている。これは、RC版(20cm)、砂(50cm)、覆工頂版(110cm)の三層版の上に設置した50cm厚の敷砂緩衝構造に重錘が衝突したのと同じ現象を表しているものと考えられる。これは、三層緩衝構造中でのEPS材の重要性を示していることになる。

頂版の最大曲げモーメントに関しては、EPS材厚を倍にした実験ケースが多少大きめにでている以外は、残りの3ケースともほぼ伝達衝撃力に比例しており、これからも重錘衝撃力で衝撃荷重を推定することには問題があることが明らかになった。

4. まとめ

三層緩衝構造の現場への適用を図るため、実際の落石覆道を使用して三層緩衝構造の基本形を中心とする実証実験を行った。その結果、三層緩衝構造の緩衝性能の確認および四層緩衝構造や裏材EPS厚を増した構造などの補強安全策の有効性を明らかにできた。

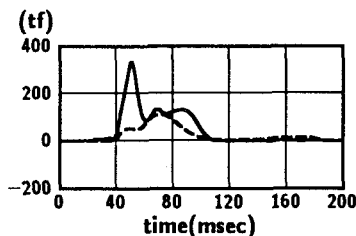


図-1 重錘衝撃力波形

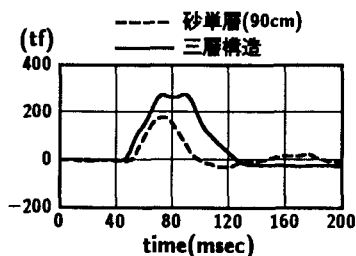


図-2 伝達衝撃力波形

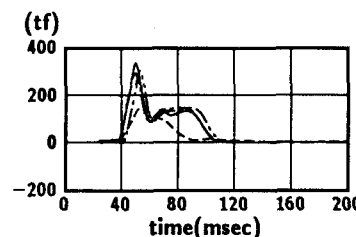


図-3 重錘衝撃力波形

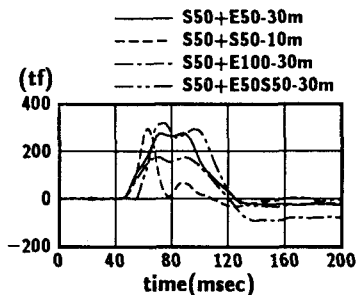


図-4 伝達衝撃力波形

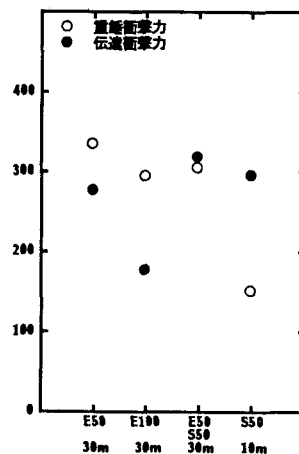


図-5 最大衝撃力(tf)

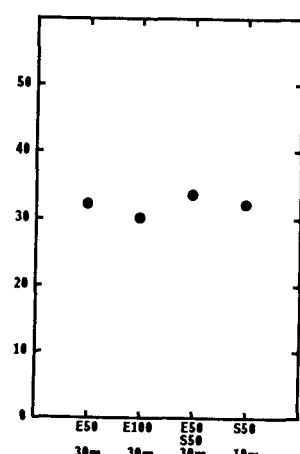


図-6 頂版最大曲げモーメント(tfm)