

I-521

表層材に気泡セメントを用いた三層緩衝構造の緩衝性能

室蘭工業大学 正員 松岡 健一
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 北海道開発局 正員 佐藤 昌志

1. はじめに

落石覆工には、その上部に緩衝工が設置されている。著者らはこの緩衝工として、敷砂材、RC床版、発泡スチロール(EPS)材を組み合わせた三層緩衝構造を開発し実用化に向けて詳細な研究を行なっている¹⁾。この三層緩衝構造の表層材は落石等の衝撃を直接受けることから、ある程度の剛性を有するとともに緩衝能力を有することが必要であるため、これまで主として敷砂を用いた構造に対する検討を行ってきた。しかしながら、自然に堆積している敷砂材は、降雨排水等の経年変化により締固められ、緩衝材としての能力も低下することが考えられる。また、大規模な落石を考慮しなければならない覆道に於いては、表層の敷砂厚を大きくする必要があり、これが覆工をトップヘビーの状態にし、耐震設計に悪影響を与えることが懸念される。著者らは、この点に着目し、軽量で緩衝能力があり、さらにある程度の剛性も期待できる表層材として、発泡剤を用いた気泡セメントを考えた。本論文は、これを表層材として採用した三層緩衝構造について、その緩衝性能を実験的に検討したものである。

2. 実験概要

実験は北海道開発局開発土木研究所が江別市角山に設けた屋外実験場で行った。実験方法等については既に発表している¹⁾などので詳細は省略することとし、概要のみ簡単に述べる。実験は一辺約7mのコンクリート製の剛基礎上に、試験体を設置し、直径1m、高さ約1m、重量3tfの重錘を高さ30mから自由落下させて行った。剛基礎上には10cm間隔に衝撃応力測定用のロードセルを設置している。実験項目は、各試験体に対して重錘内部に取り付けた加速度計による加速度波形及び剛基礎上に設置されたロードセルから得られる衝撃応力波形である。

本試験体は大きさが4m×4mであり、裏層材として50cm厚のEPS材、芯材として20cm厚のRC版を使用しており、表層材は50cm厚の気泡セメント又は敷砂である。各材料の特性も既に他の文献にある

表-1 気泡セメントの配合等

種別 配合	圧縮強度 kgf/cm ²	空気量 %	水セメン ト比 %	セメント kgf/m ³	発泡剤 kgf/m ³	希釈水 kgf/m ³	混練水 kgf/m ³	水量 kgf/m ³	比重
K0-5	5	66.5	91.5	272	2.67	24.03	222	249	0.52
K0-10	10	61.5	83.3	335	2.45	22.05	255	279	0.62

のでここでは気泡セメントの特性を以下に示す。気泡セメントは、200cm×200cm×50cmのブロックに成形し使用した。その配合及び圧縮強度等は表-1に示す通りである。

実験は表層材の材質を変化させて行ったが、用いた試験体の種別を記号化して示す。S50は50cm厚の敷砂材、FC50は50cm厚の気泡セメントを示し、一以下の数値は気泡セメントの強度をkgf/cm²単位で示している。なお、FC50-3は気泡セメントの配合はK0-5と同様であるが、養生の関係で圧縮強度が十分発現されなかったものである。

3. 実験結果及び考察

衝撃応力測定用のロードセルにより得られた衝撃応力（伝達衝撃応力と呼ぶ）波形の空間的・時間的分布状況を図-1に示す。図から明らかなように、伝達衝撃応力の空間的な分布はいずれの場合も構造全体に分布していることが示されている。また時間的な変化もほぼ同様であり、中心部では継続時間80msec前後の分布を示している。S50では分布がやや中心部に集中しており周辺部に向かって緩やかに減少していることがわかる。これに対して気泡セメントを用いた3試験体では、空間分布はかなり平均的であり周辺部でもそれほど減少していない。

重錘に埋設した加速度計から得られた加速度に重錘質量を乗じて得られる衝撃力（重錘衝撃力）とロードセルから得られる伝達衝撃応力を分布面積で合計した衝撃力（伝達衝撃力）の経時変化を図-2に示した。図には実線で重錘衝撃力を、破線で伝達衝撃力を示した。S50とFC50-3の重錘衝撃力は、衝撃の初期に鋭く立ち上がり衝突後約10m

sec で最大値を示し、その後急激に減少し、50msec 前後に第2のピークを示しながら全体の継続時間約 80 msec で終了している。第1ピークの最大値は FC50-3 で約 260tf、S50 で約 270tf である。一方 FC50-5、FC50-10 では衝撃初期には S50、FC50-3 よりも鋭く立ち上がるものの、その後波形が崩れ第1ピークに達する時間は約 20msec となっている。また、最大値も FC50-5 で約 220tf、FC50-10 で約 230tf と、前二者よりさらに小さくなっている。その後はやはり急激に減少し、第2ピークを示しながら全体の継続時間約 80msec で終了している。FC50-5、-10

試験体の第1ピークの値が小さいのは、最初の衝突後気泡セメントの破壊によって吸収される衝撃エネルギーが、圧縮強度の大きなもの程大きいためと考えられる。これに対して伝達衝撃力は、いずれのケースも重錘衝撃力より約 10msec 程度遅れて緩やかに立ち上がり、sine 半波に似た波形を示し、継続時間約 80 msec で終了している。最大値は、S50 で約 170tf と最も小さく、FC50 シリーズでは-3 がやや大きいものの約 200~210tf とほぼ同程度の衝撃力となっている。このことは先に伝達衝撃応力の波形分布で考察した

ように、S50 は中心部の応力は FC50 より大きいものの周辺に向かっては FC50 より減少しており、全衝撃力としては FC50 の方が大きくなったものと考えられる。

4. まとめ

落石覆工の緩衝材として従来用いられている敷砂材より緩衝性能の優れた緩衝構造として開発された三層緩衝構造の表層材について気泡セメント版を用いた場合の緩衝性能を検討した。気泡セメントは、圧縮強度の異なる3種類を採用し、敷砂を表層材とした場合と比較することにより、その緩衝性能を検討した。その結果得られたことを以下に列挙する。

- 1) 伝達衝撃応力の分布は、気泡セメントを用いた場合の方が敷砂を用いた場合より平均的である。
- 2) 重錘衝撃力は、各ケース最大値に多少差があるものの衝撃の継続時間はほぼ同じであった。
- 3) 伝達衝撃力の最大値は敷砂が最も小さく、気泡セメントを用いたものは強度によらずほぼ同程度であった。

以上を総合すると本実験の結果から、気泡セメントは敷砂材と同程度の緩衝性能を有することから、経年変化を受けない軽量材として三層緩衝構造の表層材に用いることは可能と判断される。

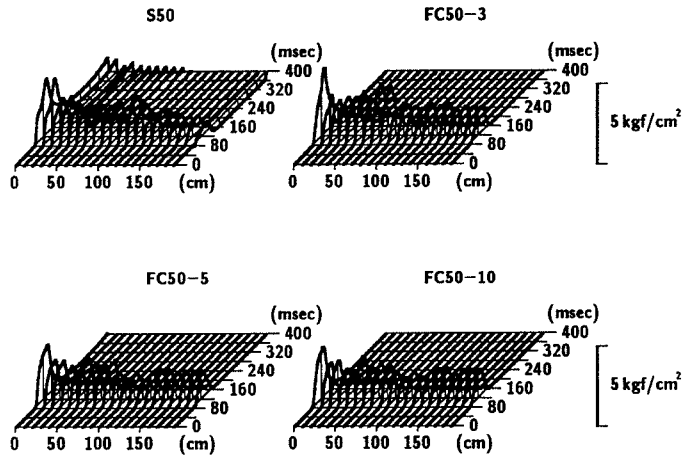


図-1 伝達衝撃応力の空間的・時間的分布

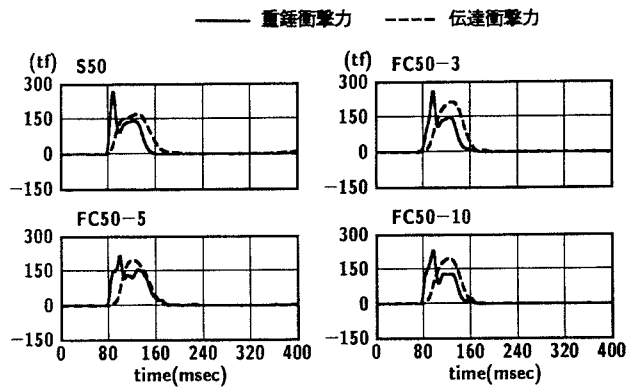


図-2 重錘衝撃力と伝達衝撃力の経時変化

参考文献

- 1) 中野、岸、後藤、遠藤：落石覆道における三層緩衝システムの開発、土木学会誌、pp20-22, 1992.3
- 2) 岸、中野、松岡、西：野外実験による敷砂の緩衝性能、構造工学論文集、vol.39A, pp1587-1597, 1993.3