

(32) 各種緩衝材を用いたPC版上への重錘落下実験について

IMPACT TEST OF PC SLAB WITH NEW TYPE CUSHIONS

上條明洋*, 榎谷 浩**, 大澤 廣*, 後藤吉晴*, 上之山 薫*

Akihiro KAMIJO, Hiroshi MASUYA, Hiroshi OSAWA, Yoshiharu GOTO and Kaoru UENOYAMA

*日本サミコン（株）研究所（〒957 新潟県新発田市大字佐々木2527-121 佐々木工業団地）

**工博 金沢大学工学部助教授 工学部土木建設工学科（〒920 金沢市小立野2-40-2）

キーワード：重錘衝撃力、伝達衝撃力、緩衝材

(weight impact force, transmitted impact force, cushion)

1. はじめに

現在、落石覆工構造物の上部に施される緩衝材の多くには敷砂が採用されているが、その効果には限界があることが明らかにされ¹⁾²⁾、敷砂にかわりかつ効果の高い緩衝材の開発がいくつかの研究機関で進められている。そのなかでも敷砂・RC版・発泡スチロール（EPS）を組み合わせた三層緩衝構造、またはEPSを単層で用いたものについては、すでに重錘落下実験によりその緩衝効果が実証されている³⁾⁴⁾。

本研究では、異なる緩衝材を複合させることに着目し、敷砂に発泡ポリエチレン板を補助的に組み合わせた場合と、水槽に発泡スチロールを浮かべた場合の2種類について、その緩衝効果を基礎的資料として得るために重錘落下実験を行った。

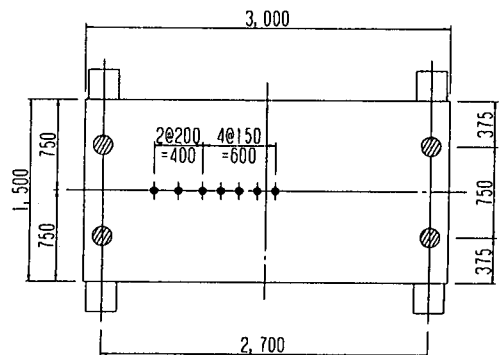
2. 実験方法

実験は、長さ3000mm、幅1500mm、厚さ250mmのPC版を支間2.7mで単純支持させ、緩衝材の種類を変えながら0.3tfの重錘を高さ2mから自由落下させることによって行った。

PC版には、PC鋼材SWPR7B~φ15.2を長さ方向に4本配置し、1本あたり18tfのプレストレスを導入した。

測定は、重錘の加速度計（容量200G）2点、PC版上のロードセル（容量500kgf）7点、支持点のロードセル（容量10tf）4点、PC版のひずみゲージを上下面あわせて4点、変位計3点により行った。PC版上および支持点のロードセルの配置を図-1に示す。

測定データは、サンプリング間隔0.5msecでコンピュータに取り込み、2次・3次多項式適合法を用いてノイズ除去を行った。その際の平滑化点数は13点とした。



● PC版ロードセル 単位 (mm)

⊙ 支持点ロードセル

図-1 ロードセルの配置

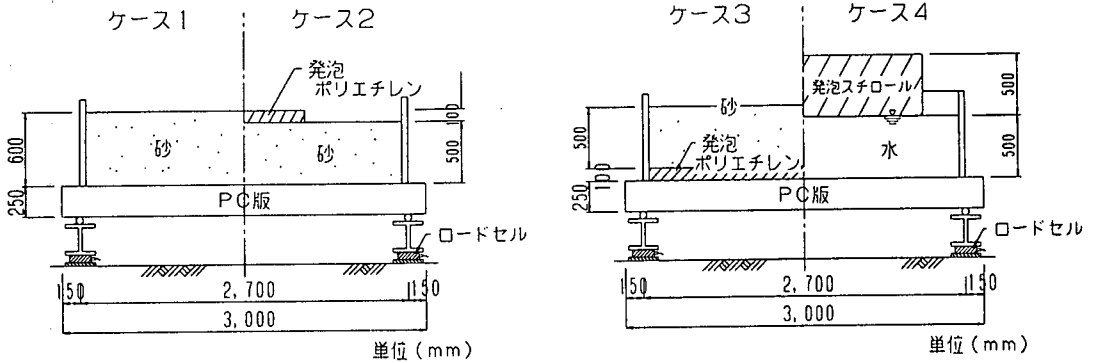


図-2 実験概要

実験は表-1のように、緩衝材の種類、組み合わせおよび厚さを変えた4ケースについて行った。それぞれの概要を図-2に示す。

3. 発泡ポリエチレン

発泡ポリエチレンは、発泡倍率によりいくつかに分類されるが、本実験では最も柔らかい、発泡倍率30倍のものをを用いた。

実験に使用した発泡ポリエチレンの応力とひずみの関係を図-3に示す。圧縮試験には縦10cm横10cm厚さ10cmの立方体の供試体を用いた。

図-3より、ひずみが50%程度までは応力の上昇はわずかだが、約80%までに徐々に上昇をはじめ、90%をこえると垂直に近い急激な上昇を示している。また、圧縮された発泡ポリエチレンは、荷重を取り除くことにより復元され、荷重除荷の直後で原形の8割程度、最終的には9割以上まで復元した。

4. 実験結果

図-4に重錘加速度より重錘衝撃力(a)、PC版上面ロードセルよりPC版伝達衝撃力(b)、支持点ロードセルより支持点伝達衝撃力(c)をそれぞれ以下の方法により算出した結果を示す。

重錘衝撃力は、加速度の指示値に重錘重量0.3tfを乗じた値とした。PC版伝達衝撃力は、重錘落下点を中心に軸対称的に分布するものと仮定して荷重の作用域で積分した値とした。支持点伝達衝撃力は支持点4点に設置したロードセルの合計値とした。

表-2に各衝撃力の最大値の一覧、図-5にPC版伝達衝撃力最大時の荷重分布状況を示す。

表-1 実験ケース

実験ケース	緩衝材種類	設置位置	厚さ (cm)
1	砂のみ	—	60
2	発泡ポリエチレン	上	10
	砂	下	50
3	砂	上	50
	発泡ポリエチレン	下	10
4	発泡スチロール	上	50
	水	下	50

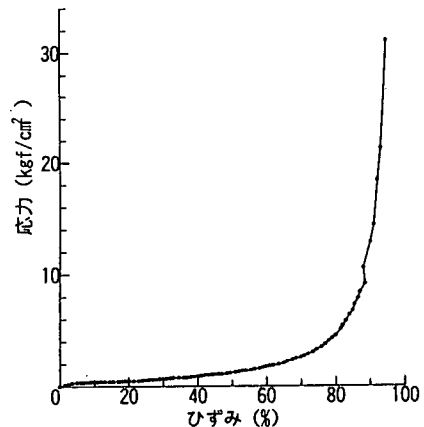


図-3 発泡ポリエチレンの応力とひずみの関係

4. 1 重錘衝撃力

図-4 (a) より、同一の発泡ポリエチレンを用いたケース2と3の波形が大きく異なっていることがわかる。発泡ポリエチレンを敷砂の上部に設置したケース2では、緩やかな立ち上がりその後、最大値までは急激に変化しているのに対し、下部に発泡ポリエチレンを設置したケース3では、急激な立ち上がりで最大値に達し、しばらく維持した後緩やかに減衰している。発泡ポリエチレンを上部に設置した場合、その影響により立ち上がりは緩やかになるが、圧縮が限界に達した後は敷砂と同程度の急激な上昇を示し、最大値は敷砂のみの場合を上回っている。また、発泡ポリエチレンを下部に設置することにより、波形の立ち上がりは敷砂のみの場合と同様だが、衝撃力が発泡ポリエチレンに伝わった時点で、その緩衝効果により荷重は維持された後減衰していく。この緩衝効果により、最大値は敷砂のみの場合に比べ約半分以下に抑えられている。ここで、衝撃力が発泡ポリエチレンに達したと考えられる時点で荷重が一時的に減衰して再び上昇しているが、これは衝撃力による発泡ポリエチレンの変形(圧縮)のためと考えられる。

ケース4については緩やかな立ち上がりそのまま最大値に達しているため、発泡スチロールと水がほぼ一体となって緩衝効果を示していると考えられる。

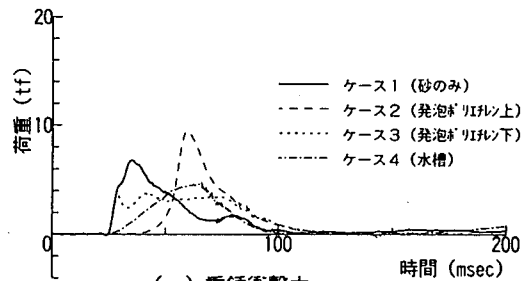
重錘衝撃力に関して言えば、敷砂の下部に発泡ポリエチレンを設置したケース3に、最も大きな緩衝効果が確認できた。

4. 2 PC版伝達衝撃力と支持点伝達衝撃力

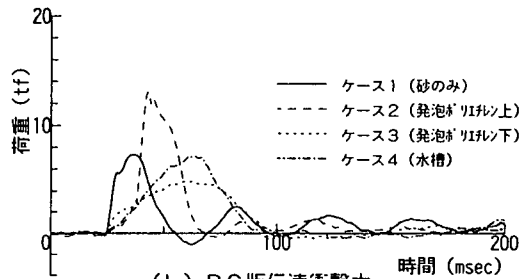
図-4 (b)、図-4 (c) に示すPC版上面の伝達衝撃力と支持点伝達衝撃力についても波形の立ち上がりに関してはそれぞれのケースで重錘衝撃力と同様な傾向を示している。ここでは、ケース1と2のように立ち上がりから最大値に達し減衰した後も反動と思われる波を残しているものと、ケース3と4のように一度減衰した衝撃力はほぼ消滅しているものに大別できることが分かる。衝撃力の作用時間をみると、図-4 (a) に示す重錘衝撃力では、それぞれのケースで大差はないが、図-4 (b)、(c) に示すPC版伝達衝撃力、支持点伝達衝撃力では、敷砂のみの場合が最も短く、つづいて発泡ポリエチレンを上部に設置した場合、下部に設置した場合の順で短くなっている。一方、衝撃力の作用時間が短くなるほど、反動と思われる波は長く残る傾向にある。

表-2 最大衝撃力一覧

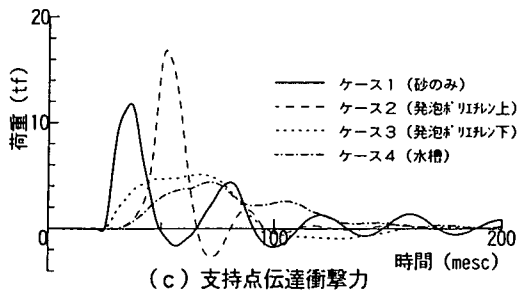
実験 ケース	衝撃力 (tf)		
	重錘	PC版伝達	支持点伝達
1	6.78	7.31	11.80
2	9.41	13.07	16.85
3	3.74	4.89	5.10
4	4.78	7.18	4.36



(a) 重錘衝撃力



(b) PC版伝達衝撃力



(c) 支持点伝達衝撃力

図-4 各緩衝材による衝撃力

4. 3 発泡ポリエチレンの緩衝効果

前記のように、発泡ポリエチレンの緩衝効果は設置場所により全く異なる特性となることが分かった。発泡ポリエチレンを敷砂の上部に設置した場合は、発泡ポリエチレンの圧縮特性を超える荷重がかかったため、重錘の衝撃力をそのまま敷砂に伝えるかたちになったと考えられる。また、発泡ポリエチレンが重錘の敷砂への貫入を抑え、その結果敷砂のみの場合以上の衝撃力がP C版に伝達したと考えられる。発泡ポリエチレンを敷砂の下部に設置した場合は、発泡ポリエチレン中を伝わる荷重が敷砂にくらべて分散しなかったと思われ、重錘落下点中央のロードセルの値は敷砂のみの場合より若干大きくなるが、P C版および支持点に伝達される衝撃力は低減させることができると考えられる。

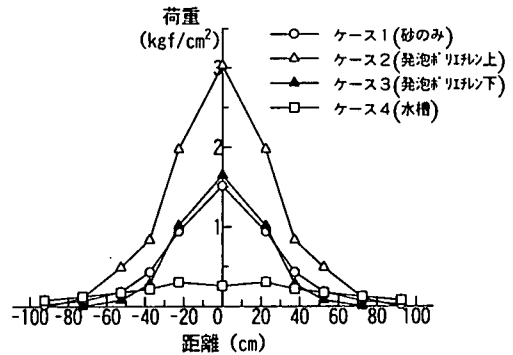


図-5 荷重分布図

4. 4 水槽と発泡スチロールの緩衝効果

重錘および支持点の伝達衝撃力に比べてP C版上面の伝達衝撃力が5割程度大きくなっている。水槽に浮かべた発泡スチロールに重錘を落下させた状態に関しては、重錘が衝突する寸前の速度と同じ速度で発泡スチロールが沈み、同様に同じ速度の水の流れが生じると仮定すると、P C版に約4 t fの荷重がかかると算出される。一方、図-4 (b)に示したP C版の伝達衝撃力は、荷重が様に分布したと考え、7点のロードセルの平均値に水槽の底面積を乗じている。支持点の伝達衝撃力が上記の算出結果とほぼ同等になることや、図-5の分布状況で多少の傾斜が確認できることから、図-4 (b)を算出した仮定が実際とは異なっていたと考えられる。いずれにしても、今回このケースでは1回の試験しか行っておらず、緩衝効果を明らかにするためには、今後十分な検討が必要と考えている。

5. まとめ

より緩衝効果の高い緩衝材の開発を目的に、発泡ポリエチレンおよび水を、従来より用いられている緩衝材と組合せ、重錘落下実験を行った。その結果、発泡ポリエチレンを敷砂の上部に設置したケースをのぞいて、重錘からP C版に伝達される衝撃力の作用時間が長くなる傾向にあり、それにより、P C版および支持点に伝達される衝撃力は敷砂に比べて低減され、敷砂以上の緩衝効果が期待できることが確認された。しかしながら、今回はごく限られた条件の、いわば予備的な実験にとどまったため、緩衝効果が確認できなかったケースについても一概にそうとは言いきれないと考えられる。今後は今回の結果をもとに、重錘の落下高さおよび混在させる緩衝材の比率をパラメータとして、緩衝効果のメカニズムを明らかにすることを課題に研究を進めたい。

参 考 文 献

- 1) 米田義弘, 鷺田修三, 古賀泰之, 松葉美晴, 佐藤 彰: 落石覆工に作用する落石衝撃力に関する重錘落下実験, 第2回 落石等による衝撃問題に関するシンポジウム 講演論文集, pp161~166, 1993.6
- 2) 梶谷 浩: 落石覆工の落石による衝撃力に関する研究, 平成元年4月
- 3) 中野 修, 今野久志, 岸 徳光, 三上 浩, 遠藤 紘: 各種緩衝構造を用いた落石覆工の実証実験, 第2回 落石等による衝撃問題に関するシンポジウム 講演論文集, pp230~235, 1993.6
- 4) 日本サミコン(株), 太陽工業(株), (株)長野技研: 発泡スチロールの落石による衝撃力の緩衝効果に関する実験報告書, 平成2年2月
- 5) 笠原英司: 現代水力学, オーム社, 1983