

I-229 発泡スチロールの落石に対する衝撃緩衝効果

日本サミコン(株) 正員 松葉 美晴 太陽工業(株) 法貴貫志郎
(株)長野技研 久保田 努

1. まえがき

これまで、落石覆工上には、落石による衝撃力を緩和する目的で、砂、砕砂、山土など（以後、砂材という。）が敷かれてきた。しかし、砂材の緩衝効果には限界があり、さらに、厚さを増加した場合、落石覆工の死荷重の増大につながるなどの問題も指摘されてきた。

発泡スチロールは、材料の超軽量性、対圧縮性、耐水性および積み重ねたときの自立性などの特徴を有しており、落石覆工上の緩衝材として有効に利用できるものと思われる。

本報告では、緩衝材として発泡スチロールを用いた場合の緩衝効果に関する実験結果について述べる。

2. 実験方法および実験の種類

実験装置 実験には5m×5mのコンクリート製の槽を製作し、その底面に落石用の重錘の落下位置を中心に、一定間隔で土圧計を設置し、重錘には加速度計を取りつけた。土圧および加速度は、2msecのサンプリング間隔でA/D変換し、パーソナルコンピュータに取り込んだ。

実験材料 発泡スチロールは、単位体積重量が15kgf/m³のものを標準とし、比較のために12kgf/m³および20kgf/m³のものを使用した。大きさは、いずれも2.0m×1.0m×0.5mの土木工法での標準品を用いた。砂は実験現場採取の細砂を用いた。

使用重錘 1.0tfと3.0tfの2種の重錘を使用した。形状はこれまで金沢大学の実験で使用されたものとはほぼ同じである。

実験の種類 発泡スチロールのみを層状に重ね、厚さの影響、密度の影響、表面の傾斜の影響を調べるための実験（Type-1）、発泡スチロールと砂とを互層とし、それらの厚さおよび挿入位置の影響を調べる実験（Type-2）、砂のみを用いた実験（Type-3）および表面処理処理方法としてモルタルコンクリートを5cmおよび10cm厚で打設した場合、プラスチック網およびハニカム構造の浸食防止網を用いた場合に対する実験（Type-4）の4種類の実験を行った。それらの内容を表-1～4に示す。

表-1 実験の種類（Type-1）

区分	ケース番号	発泡スチロールの密度	層数	厚さ	重錘重量	落下高さ
厚さの影響	ケース 1	15kgf/m ³	2	100cm	1ton	10m
	ケース 2	15kgf/m ³	3	150cm	1.3ton	10.20m
	ケース 3	15kgf/m ³	4	200cm	3ton	10.20m
	ケース 17	15kgf/m ³	6	300cm	3ton	20m
密度の影響	ケース 4	12kgf/m ³	4	200cm	1.3ton	20m
	ケース 5	20kgf/m ³	4	200cm	3ton	10.20m
傾斜面	ケース 6	15kgf/m ³	2	*15cm	1ton	10.20m

*印は発泡スチロール材の表面を1：2の傾斜に成形する。

表-2 実験の種類（Type-2）

ケース番号	発泡スチロールの密度	最下層（砂）	中間層（発泡スチロール）	最上層（砂）	全層厚	重錘重量	落下高さ
ケース 7	20kgf/m ³	5cm	50cm	95cm	150cm	3ton	10.20m
ケース 8	15kgf/m ³	5cm	100cm	45cm	150cm		10.20m
ケース 9	15kgf/m ³	55cm	50cm	45cm	150cm		20m
ケース 14	20kgf/m ³	90cm	50cm	10cm	150cm		10.20m
ケース 15	15kgf/m ³	90cm	100cm	10cm	200cm		10.20m
ケース 16	15kgf/m ³	90cm	150cm	10cm	250cm		20m

表-3 実験の種類（Type-3）

ケース番号	砂厚さ	重錘重量	落下高さ
ケース 10	90, 120, 150cm	1.3ton	10.20m

表-4 実験の種類（Type-4）

ケース番号	発泡スチロールの密度	最下層（砂）	中間層（発泡スチロール）	最上層	全層厚	重錘重量	落下高さ
ケース 13	15kgf/m ³	5cm	180cm	モルタル 5.10cm	180cm 185cm	1ton	20m
ケース 5	20kgf/m ³	5cm	200cm	7'5x7'5網 +砂10cm	215cm	3ton	
ケース 16	15kgf/m ³	90cm	150cm	浸食防止網 +砂10cm	230cm	3ton	

3. 実験結果および考察

重錘衝撃力と積分土圧 重錘が緩衝材に衝突したときの重錘に発生する加速度（負値）に重錘の質量を乗じた値が、重錘に発生する衝撃力であり、以後、重錘衝撃力という。しかし、重錘衝撃力が緩衝材中を伝播し、分散して緩衝材底面に到達する力が実際に構造物に作用する力である。この力は、重錘の落下点を中心に、測定土圧分布を軸対象と仮定し、土圧の作用範囲で積分して得られる。この値を、以後、積分土圧という。発泡スチロールのみおよび発泡スチロールと砂との互層の場合においては、最大重錘衝撃力と最大積分土圧は、ほぼ同一の値となったので、以後、重錘衝撃力を中心に検討する。

厚さおよび密度の影響 図-1は重錘重量3ton，落下高さ20m，単位体積重量 15kgf/m^3 に対し，発泡スチロール厚さを変化させた場合の重錘衝撃力の時間的変化を示している。図-2は同一の落下条件に対し，発泡スチロール厚さ200cmの場合の単位体積重量の影響を示したものである。これらの図より，発泡スチロールの厚さおよび単位体積重量がある一定値以下の場合，最大衝撃力が大きくなる。表面の傾斜の影響 重錘の落下位置での発泡スチロールの厚さが同一であれば，傾斜の影響は認められない。発泡スチロールと砂の互層の影響 緩衝材の全厚が一定の場合，砂の厚さが増加すれば，緩衝効果は減少する。砂厚が一定の場合，発泡スチロールの厚さが増加すれば，緩衝効果が増大する。

表面処理の影響 実験で用いた表面処理法では，緩衝効果に及ぼす影響は認められない。

落下高さと衝撃力 図-3は，重錘重量3tonの場合の，実験より得られた落下高さと重錘衝撃力の関係を示している。これらの図より，発泡スチロールにおいては，砂材に比較してかなりの緩衝効果が得られることが明らかとなった。

5. あとがき

緩衝材として発泡スチロールのみを用いた場合および発泡スチロールと砂との互層とし，それらの厚さおよび挿入位置を変化させた場合について落石実験を行い，それらの緩衝効果についての実験結果を述べた。砂材に代わり，発泡スチロールを用いることにより，砂材では対応できなかった新たな落石防護工法の開発の可能性を示した。

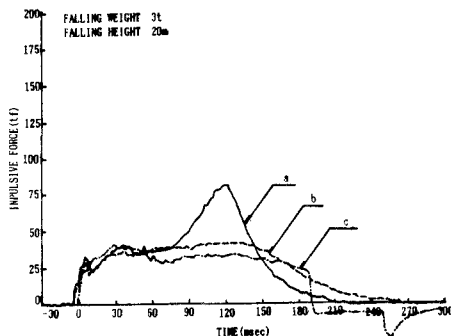


図-1 重錘衝撃力の時間的変化
(厚さの影響)

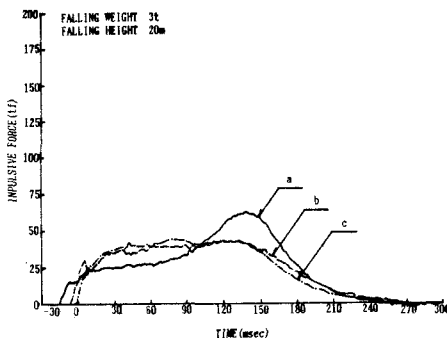


図-2 重錘衝撃力の時間的変化
(密度の影響)

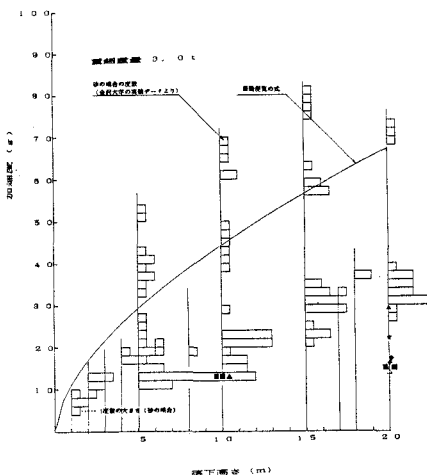


図-3 落下高さと衝撃力の関係