

廃棄発泡スチロールと低品質建設発生土の擁壁裏込材としての再資源化に関する研究

長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
長崎大学大学院 学生員○陣野 晃 太洋技術開発(株) 正会員 黒瀬正行
長崎大学環境科学部 正会員 杉山和一 長崎大学環境科学部 平岡教子

1.研究の背景と目的

生活廃棄物の代表格である廃棄発泡スチロールは、現在廃棄物処分場の確保の制約や、処分場に埋立てる量にも限界があることから、資源として再利用する技術の開発が急務となっている。一方、近年都市開発の活発化や地下利用の増大に伴い、建設現場から発生する低品質な建設発生土の増加も問題となっている。著者らは、これまで減容化した廃棄発泡スチロール(以下ベレット)の強度特性について検討し、軽量地盤材料としての有効性を確認してきた¹⁾。

本研究では、廃棄発泡スチロールの軽量性に着目し、擁壁裏込材としての再資源化を図ることを目的とする。低品質な建設発生土とベレットを互層に積層した裏込材を用いた擁壁模型実験を実施するとともに、擁壁に作用する土圧解析および擁壁の安定計算を行い、擁壁裏込材としての再資源化の実現可能性を検討する。

2.模型実験

2.1 実験概要

実験の概略図を図-1 に示す。幅 42cm、高さ 42cm、奥行 55cm の実験槽に裏込材として建設発生土とベレットを互層に積層させ、擁壁を主働・平行移動させて土圧を測定する。実験材料、実験条件を表-1 に示す。

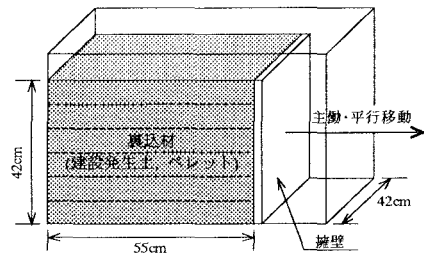


図-1 実験概略図

表-1 実験材料および実験条件

実験材料		
	建設発生土	ベレット
単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	11.7	3.7
含水比 w (%)	8.5	—
粘着力 c' (kPa)	9.8	43.1
内部摩擦角 ϕ' (°)	14.0	44.7
実験条件		
載荷荷重 q (kPa)	0, 10	
1 層構造	建設発生土とベレットを等間隔で互層に積層	
2 層構造		
3 層構造		
6 層構造		

2.2 実験結果

建設発生土およびベレット単体の載荷なし($q=0$)の場合における擁壁に作用する静止土圧および主働土圧の分布を図-2,3 に示す。静止土圧においては、両者とも理論値と実験値がほぼ一致している。実験値に多少ばらつきがみられるのは、ベレットは 9.5mm 以下の粒状のものを使用しており、土圧計(直径 6mm)との接触が困難なためである。主働土圧においては、ベレットは理論値と実験値がほぼ一致している。建設発生土では、粘着力を考慮すると土圧の理論値が負となることから、実験値が小さな値になっているのは妥当な結果といえる。

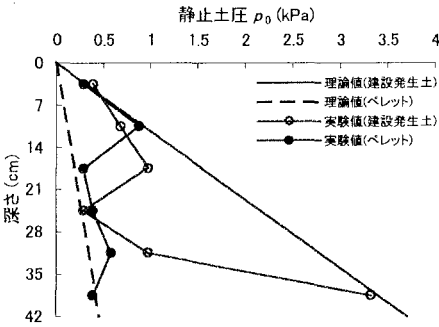


図-2 静止土圧分布($q=0$)

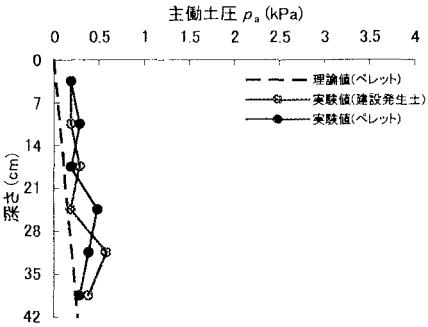


図-3 主働土圧分布($q=0$)

3. 擁壁の安定計算

水平地盤上に重力式コンクリート擁壁を設置し、裏込土の積層数、積層順および積層比の違いによる擁壁の構造についてクーロンの土圧公式等から擁壁を設計した。図-4に重力式コンクリート擁壁の構造を示す。また、表-2に擁壁の設計安全率を示す。

擁壁の高さは $H=5\text{m}$ 、擁壁の天端を A 、底面幅を B としており、建設発生土およびベレット単体、2,3,6層と積層数を変化させ、同時に積層順も変えて計算を行っている。2層では上層:建設発生土、下層:ベレットの場合において、上層の層厚を b 、下層を a とし、積層比 $b/a=0.5, 1, 2$ と変化させ、他の積層数では層厚は一定としている。また、建設発生土のみの場合の擁壁の重量を W_0 とする。その計算結果を表-3に示す。建設発生土のみの土圧に比べ、ベレットのみの土圧は、荷重なしで約 1/10、荷重ありで約 1/7 となっており、擁壁の重量比においても約 0.2 と、擁壁の躯体が大幅に縮少できることがわかる。また、積層数による土圧の変化は 2,6 層ではあまり見られず、擁壁の寸法においても同程度で重量比はおおよそ 0.4~0.7 である。3 層においては、他の積層数よりも土圧が低減されており、重量比も約 0.3 となっている。

一方、積層順による違いに注目すると、各層において土圧はほぼ同じ値であるが、地表面がベレットの方が擁壁の寸法が小さくなっている。これは、建設発生土を上部にもってくることで土圧の合力の作用点 h_a が高くなり、擁壁が不安定になるためと考えられる。しかし、6 層においては積層順による違いがみられないことから、積層数が増えると積層順の影響が無くなると言える。また、積層比においては、いずれの場合においても土圧の低減が図れるため、廃棄物のどちらを多く再利用したいかによって決めることができる。

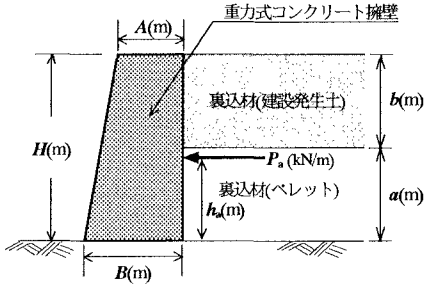


図-4 重力式コンクリート擁壁の構造(2層, $b/a=1$)

表-2 擁壁の設計安全率

	安全率
転倒に対する安全率 f_m	1.5
擁壁のすべりに対する安全率 f_s	1.2
地盤支持力に対する安全率 f_σ	1.2

表-3 擁壁の安定計算による擁壁の寸法および主働土圧の合力とその作用点

		荷重なし					荷重あり				
		A (m)	B (m)	擁壁の重量比 W/W_0	主働土圧の合力 P_a (kN/m)	作用点 h_a (m)	A (m)	B (m)	擁壁の重量比 W/W_0	主働土圧の合力 P_a (kN/m)	作用点 h_a (m)
建設発生土のみ		1.5	2.3	1.0	80.85	1.67	2.0	3.0	1.0	108.58	1.88
ベレットのみ		0.1	0.6	0.18	7.64	1.67	0.1	1.0	0.22	15.88	2.10
2層	地表面:土($b/a=0.5$)	0.2	1.2	0.37	22.64	2.23	0.3	1.7	0.40	37.14	2.56
	地表面:土($b/a=1$)	0.2	1.6	0.47	33.52	2.50	0.3	2.1	0.48	51.25	2.75
	地表面:土($b/a=2$)	0.3	1.8	0.55	46.84	2.27	0.7	2.3	0.60	67.91	2.49
	地表面:ベレット	0.4	1.2	0.42	34.89	1.13	0.8	1.6	0.48	52.63	1.37
3層	地表面:建設発生土	0.2	1.0	0.32	23.23	1.18	0.5	1.4	0.38	42.53	1.44
	地表面:ベレット	0.1	0.8	0.24	12.94	1.43	0.5	1.1	0.32	23.81	1.64
6層	地表面:建設発生土	0.2	1.4	0.42	33.91	1.93	0.4	1.9	0.46	51.74	2.21
	地表面:ベレット	0.3	1.3	0.42	34.40	1.47	0.5	1.8	0.46	52.14	1.75

4. おわりに

裏込材として軽量なベレットを利用することで土圧が低減され、それによって擁壁の躯体を大幅に縮小することができ、コスト削減につながる。また、低品質な建設発生土と一緒に利用することでも十分な効果が期待できるため、これらは擁壁裏込材として非常に有効なものとなり得る。

〈参考文献〉

- 1) 棚橋由彦・石崎勝義・杉山和一・黒瀬正行・陣野晃・茂山史憲：廃棄発泡スチロールの軽量積層材としての再利用に関する基礎的研究，第34回地盤工学研究発表会講演概要集，pp.965-966, 1999