モデル廃棄物の粒子形状の違いが沈降挙動及び底面粘土層へのめり込みに及ぼす影響

福岡	大学工学部	学生会員	行徳 大輝	福岡大学大学院	学生会員	杉山 詠一		
(財)	日本環境衛生センター	正会員	永岡 修一	福岡大学工学部	正会員	佐藤 研一	藤川	拓朗
(財)	日本環境衛生センター	非会員	八村 智明	(財) 愛知臨海環境整備センター	非会員	飛田 靖之	富田	洋平

1. はじめに 近年我が国では、廃棄物の最終処分場の残余容量は逼迫し、内陸での新たな埋立地の確保が困難となってきている。そこで、大都市近郊に設置可能で自然由来地盤の沖積粘土層をそのまま遮水層として活用できる海面埋立最終処分場の建設が進められている。この海面埋立処分場では、埋立処理される廃棄物が底面粘土層(遮水層)を傷つけないように、埋立当初は薄層埋立工法が用いられる場合がある。しかしながら、薄層埋立工法によって埋立処理される廃棄物の沈降、堆積状況等の知見や技術的データは限られているのが現状である。そこで本研究では、薄層埋立工法において埋立処理される廃棄物の沈降、拡散及び堆積特性を調べると共に、遮水層に影響を及ぼさない具体的な投入方法を確立することを目的としている。これまでの研究で、モデル廃棄物の粒子形状の違い は、沈降挙動及び底面粘土層へのめり込みに影響を及ぼすことが分かっている ¹⁾。この結果を踏まえ、本報告では新たに円錐型のモルタル塊を加えた上で、粒子形状の違いが及ぼす影響について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 廃棄物の粒子形状の違いが及ぼす影響の検討を行 うために、表-1 に示す質量を 125g 一定とした立方体、直方体、 球体及び円錐体のモルタル塊をモデル廃棄物として用いた。また モデル遮水層として、2mm以下に粒度調整し、含水比を液性限界

の約 1.5 倍である w=115%に調整した博多粘土 (ρ_s = 2.76g/cm³、 w_L =76.4%、 I_p =41.7) を、水槽底部に層厚 20cm となるように敷設している。

2-2 実験装置 投入実験には、写真-1 に示す、高さ 150cm、幅 250cm、奥行き 30cm の寸法を有する 2 次 元大型水槽を用いている。この水槽内に水深 z=120cm となるように水道水を満たし、写真-2(a)に示す投入

角度 θ=90°で固定できる底部開放型投入装置、もしくは投入角 度 θ=10~65°、滑り距離 L=30~70cm と変化させることができる 傾斜型投入装置 (**写真-2(b**))を水槽上部に設置し、試料の投入 を行った。

2-3 実験条件 表-2 に実験条件を示す。投入高さ h_p=10cm 一定 条件下で単体での投入は投入角度 θ=90°とし、投入量 m=1,000g では投入角度 θ=60°として投入実験を行い、投入角度及び投入 量といった投入条件の違いによる影響の検討を行った。また円 錐体及び4種混合試料においては、投入量 m=3,000g において も投入を行った。沈降速度は投入試料の沈降挙動をビデオカメ



3. 実験結果及び考察

3-1 粒子形状の違いが及ぼす影響 図-1 に投入量 m=125g (1 個) における各形状の沈降速度分布を示す。沈降速度

立方体 直方体 球体 円錐体

表-1 実験に用いたモルタル塊 (単位: mm)

液性限界	40×40×40	40×20×80	<i>φ</i> =50	D=56, H=63
投入 装置 一		ST		試料箱
水深	12 00		→ 径10cm	投入 滑り 距離
20cm 5±,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	高さ 150cm	奥行き 30cm		
20cm 1	250cm		(料投入) 底部開放型	6=10~65 L=30~70cm (b) 值

写真-1 大型水槽

写真-2 投入装置 表-2 実験条件 [※]投入高さ h_n=10cm

試 料	形状	密度 ρ, g/cm ³	投入量 <i>m</i> , g	投入 角度 <i>θ</i> , °	滑り 距離	敷設粘土		
						層厚	含水比	
					L, cm	<i>h</i> , cm	w, %	
モルタル隗	立方体	1.95	125	90		20	115 (w/w _L = 1.5)	
			1,000	60	70			
	直方体	1.95	125	90				
			1,000	60	70			
	球体	1.95	125	90				
			1,000	60	70			
	円錐体	錐体 2.42	125	90				
			1,000	60	70			
			3,000	60	70			
	4種混合	2.07	750×4=3,000	60	70			

は球体が最も速く、次いで立方体、円錐体、 直方体の順に遅くなっていることが分かる。 これは、粒子形状の違いに伴う流体から受 ける抵抗力の違いが影響しており、流体か らの抵抗が小さい球体は速く、最も大きい 直方体が遅くなったと考えられる。また円 錐体の沈降速度に着目すると、水深 z=30cm ~50cm にかけて速くなっていることが分か る。これは円錐体投入後「底面」を下方に していた円錐体が、流体からの抵抗により 「頂点」を下方とするように回転したため であると考えられる。次に、図-2に単体試 料の各粒子形状における粘土層へのめり込 み深さを示す。めり込み深さは円錐体が一 番大きく、次に球体、立方体、直方体の順 となった。図-1において円錐体の vn は立方 体のそれよりやや遅いにもかかわらず、め り込み深さは円錐体の方が 1.5cm 深くなっ ており、粒子形状の違い、即ち、着底時の 接地面積の違いが、めり込み深さにも違い をもたらしていることが考えられる。

3-2 沈降挙動の特徴 図-3 に投入量 m= 1,000g (8 個)、投入角度 0=60°における各形 状の着底直前速度及び終端速度を示す。こ こで、終端速度は単体投入実験により得

られた、沈降速度が一定値に収束した時の速度としている。着底直前速度は図-1 と同様の順番で遅くなっており、いずれの形状も終端速度に達していることがわ かる。これはモルタル塊の寸法が大きく密度が小さいために、粒子群として投入 しても沈降過程において単体になりやすいためだと考えられる。また、図-4にそ の時の各形状のめり込み深さを示す。単体投入の場合と同様に円錐体が一番大き

なめり込み深さを生じている一方で、あまりめり込みを生じなかった円錐体もいくつか見受けられた。この原因と して、着底時における試料の重なりや、円錐体が必ずしも「頂点」から着底しなかったことなどが挙げられる。

3-3 投入条件の違いによる影響 写真-3 に混合試料の着底状況を示し、図-5 に各条件の円錐体のめり込み深さ、混 合試料のめり込み深さを図-6に示す。めり込みに関して図-5の結果と比較すると、円錐体のめり込み深さに大きな 違いが見受けられる。これは、円錐体が他のモルタル塊の上に重なって着底したために、めり込み深さが減少した ものと考えられる。その理由として、他のモルタル塊のめり込み深さにあまり変化が見られないこと、また円錐体 が沈降速度の速い球体等に重なって着底した様子が、実験状況の観察から確認されたことが挙げられる。

4. まとめ (1) 粒子形状の違いにより試料の沈降挙動は変化し、流体からの抵抗による影響を受けやすいほど沈降 速度は遅くなる。(2) 寸法が大きく密度の小さい試料は、粒子群として投入しても沈降過程において単体となりや すく、終端速度に達する。(3)4種混合試料の投入実験において、円錐体が他のモルタル塊の上に重なって着底した とから、円錐体のめり込み深さは、共に沈降する他試料の粒子形状の影響を受けると考えられる

【参考文献】1) 永岡ら:海面埋立を想定したモデル廃棄物の粒子形状の違いが沈降・堆積特性と底部粘土層に及 ぼす影響, 第45回地盤工学研究発表会, pp.1893-1894, 2010.



200

(E)

風

降速

沈

沈降速度 v (cm)

Cm

£

投入量, m=125g

投入角度, θ=90

図-5 円錐体のめり込み深さ



5

4

3

2

1

0

投入量,m=125g

投入角度, θ=90°

立方体 直方体 球体 円錐体

モルタル塊

立方体

直方体



写真-3 混合試料の着底状況