

II-476 廃棄物埋立層の間隙構造と透気係数に関する研究(第2報)

—フィルム状物質を含む粒子充填層について—

北海道大学工学部 学員 須賀研二

正員 田中信寿 正員 神山桂一

1.はじめに 廃棄物埋立層内のガス流動特性、すなわち透気係数やガスの拡散移動に関係する間隙の構造(間隙半径や屈曲係数)を知ることは重要である。演者らは廃棄物層内への酸素の侵入量に対する間隙構造の影響を問題とし、前報¹⁾では混合ごみを模した人工ごみの屈曲係数はフィルム状物質の存在により大きな値を示すという仮定のもとに廃棄物層の1つのモデルとしてフィルム状物質と粒子状物質の混合物を考え、フィルムとして低密度ポリエチレン(ごみ袋、密度0.96g/cm³、厚さ27.3μm)を2cm×2cmに切り用い、粒子としては1~2mmの砂(密度2.65g/cm³)を用い、以下に述べる透気実験及び拡散実験を行うことにより間隙構造や透気係数に対するフィルム状物質の影響を考察し、フィルム混入率の増加とともに透気係数は急激に小さくなり、屈曲係数は急激に増加し、間隙半径はわずかに低下するという結果を得た。本報告では、前報では単一粒径、単一フィルム径で考察を行ったことに対して粒径としては3種類、フィルム径としては2種類を用い間隙構造や透気係数に対するフィルム状物質の影響の違いを透気実験及び拡散実験を行うことにより考察する。

2.測定方法 フィルム状物質として低密度ポリエチレン(ごみ袋、密度0.96g/cm³、厚さ27.3μm)を2cm×2cm及び4cm×4cmに切り用い、粒子として1~2mmの砂(密度2.58g/cm³)、5~10mmの砂利(密度2.60g/cm³)、10~30mmの砂利(密度2.54g/cm³)を用いた。実験装置の概要は、前報に示す通りである。充填部分は直径8cm×長さ110cmであり、両端は1mmメッシュの金網で押さえた。棒で突くことにより可能な限り密に充填した。

2-1 透気実験 透気係数 K_g は、 $v=K_g \Delta P/L \dots (1)$ で定義される。測定方法は前報に示す通りで、 N_2 ガスをカラム内に流し、この流量 v を変え流下距離 L における圧力損失 ΔP を測定し式(1)より K_g を求める。

2-2 拡散実験 カラム内に N_2 ガスを充填した後、アルゴンガスを拡散侵入させ、前報による毛細管モデルの基礎式を用い、屈曲係数 ξ を求める。さらに透気係数 K_g とから次の関係を用い、 $K_g = \epsilon r^2 / 8\mu \xi$ より間隙半径 r を求める。

3.実験結果 実験結果を実験条件とともに表1に示す。フィルム混入率(=フィルム重量/(フィルム重量+粒子重量))と透気係数 K_g との関係を図1、

図3、屈曲係数、間隙半径との関係を図2、図4に示す。また水力半径を用いたフィルムの重なるの推定を表2に示す。

表1 実験条件と実験結果

実験番号 RUN	フィルム混入率 (%)	充填密度 (g/cm ³)	粒子充填密度 (g/cm ³)	フィルム充填密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	透気係数 K_g (cm ² /Pa·s)	屈曲係数 ξ (-)	間隙半径 r (mm)
1-1	0	1.40	1.40	0	46.3	3.800	1.4	0.41
2	1.80	1.28	1.26	0.023	49.3	1.270	4.4	0.40
3	3.88	1.27	1.22	0.049	48.1	0.470	10	0.25
4	5.32	1.17	1.11	0.063	50.6	0.428	13	0.39
5	5.60	1.20	1.13	0.067	50.4	0.277		
6	7.20	1.14	1.06	0.082	51.6	0.157	12	0.23
7	7.46	1.21	1.13	0.092	47.1	0.177		
2-1	0	1.39	1.39	0	45.2	11.00	1.7	0.77
2	3.10	1.40	1.36	0.043	41.9	0.729	9.8	0.50
3	5.20	1.37	1.30	0.073	41.2	0.654	11	0.48
4	6.90	1.39	1.26	0.093	40.6	0.386	16	0.49
3-1	0	1.40	1.40	0	46.3	3.800	1.4	0.41
2	1.80	1.19	1.17	0.022	52.6	1.790	2.9	0.37
3	4.29	1.26	1.21	0.054	52.2	0.607		
4	4.50	1.23	1.17	0.055	49.1	0.738	6.9	0.39
5	5.41	1.37	1.30	0.074	42.4	0.230	8.4	0.25
6	5.66	1.21	1.14	0.069	48.8	0.240		
7	6.50	1.22	1.14	0.080	47.8	0.260		
8	6.54	1.36	1.27	0.089	42.1	0.108	8.3	0.17
9	7.46	1.21	1.12	0.090	47.5	0.168		
4-1	0	1.66	1.66	0	35.6	1.240	1.4	0.27
2	1.60	1.57	1.55	0.025	37.1	0.155	9.4	0.24
3	2.20	1.56	1.53	0.034	37.0	0.180		
4	3.61	1.50	1.45	0.054	38.3	0.090	14	0.21
5	4.15	1.52	1.46	0.063	36.7	0.080		
6	5.28	1.51	1.43	0.080	36.4	0.054	18	0.20
7	6.43	1.46	1.37	0.094	37.2	0.038	23	0.18
5-1	0	1.66	1.66	0	35.6	1.240	1.4	0.27
2	1.68	1.51	1.48	0.025	39.9	0.304	6.3	0.26
3	3.71	1.41	1.36	0.052	41.8	0.166	9	0.22
4	5.00	1.38	1.31	0.069	42.2	0.762	11	0.16
5	6.93	1.33	1.24	0.092	42.4	0.082	19	0.23

フィルム1枚当たりの粒子数と屈曲係数との関係を表3に示す。以上の結果から①フィルム混入率における透気係数、屈曲係数、間隙半径の変化は前報と同様

表2. 水力半径によるフィルムの重なるの推定

実験番号	粒子数(個)	フィルム枚数(枚)	フィルム1枚に 対する粒子数(個)	フィルムの 重なり(枚)	水力半径に よるr(m)	実験による r(m)	フィルムの 重なり(枚)
1-6	1.02×10^4	1.09×10^4	1	2枚	2.93×10^{-4}	2.85×10^{-4}	2枚
2-4	8.68×10^4	1.23×10^4	5.33×10^{-2}	5枚	4.80×10^{-4}	4.80×10^{-4}	5枚
3-8	1.37×10^4	4.70×10^4	0.3	2枚	2.23×10^{-4}	1.74×10^{-4}	2枚
4-7	1.68×10^4	1.24×10^4	136	2枚	1.30×10^{-4}	1.81×10^{-4}	2枚
6-5	1.50×10^4	4.86×10^4	3.1	4枚	2.29×10^{-4}	2.26×10^{-4}	4枚

であった。また混入率が高いところでその変化の傾向が緩やかになる。その理由は表2に示す通りフィルムの重な

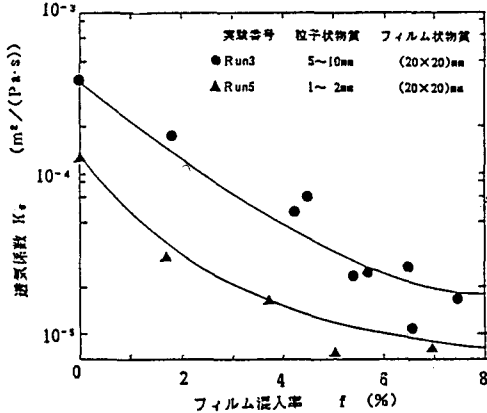


図 1 フィルム径(2×2)cmと一定にした時の粒径による影響の違い

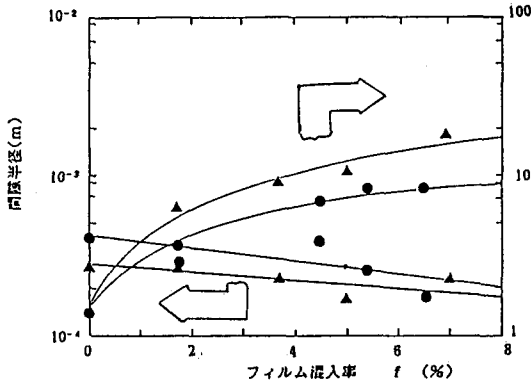


図 2 フィルム径(2×2)cmと一定にした時の粒径による影響の違い

りが増加するからである。②フィルム径2cm×2cmの場合透気係数はRUN5(粒径1~2mm)<RUN3(5~10mm)であり、屈曲係数でRUN5>RUN3、間隙半径でRUN5<RUN3である。屈曲係数、間隙半径ともに透気係数が小さくなる方向に寄与している。③フィルム径4cm×4cmの場合、透気係数はRUN2(粒径10~30mm)>RUN1(5~10mm)>RUN4(1~2mm)となり間隙半径は粒子の大きさの順にRUN2>RUN1>RUN4とな

ったが屈曲係数はRUN4>RUN2≧RUN1となった。RUN2≧RUN1となった理由は表3に示す通りフィルム1枚当たりの粒子数がRUN2もRUN1も極端に少なく、両者ともフィルムの中に粒子が混入する形になったためと考えられる。

引用文献 1) 田中、吉田、神山, 第41回土木学会年講第2部 p877 (1986年11月)

表3 屈曲係数とフィルム1枚当たりの粒子数との関係

実験番号	フィルム径 (mm)	粒子径 (mm)	屈曲係数 (-)	フィルム1枚あたり の粒子数(個)
Run1	40	5-10	15	2
Run2	40	10-30	15	0.3
Run3	20	5-10	8	0.8
Run4	40	1-2	20	280
Run5	20	1-2	15	120

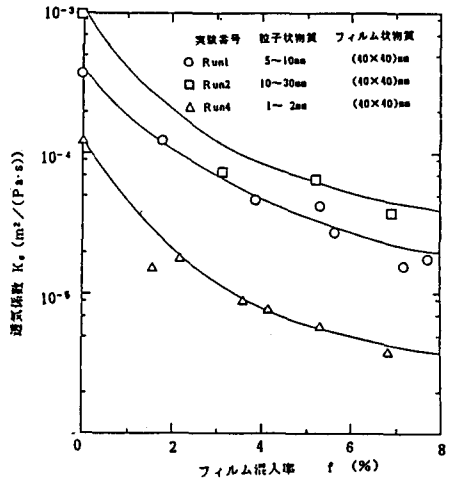


図 3 フィルム径(4×4)cmと一定にした時の粒径による影響の違い

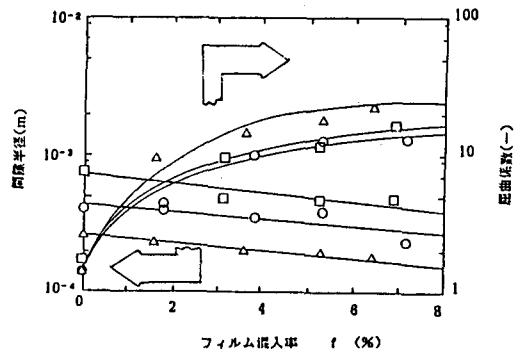


図 4 フィルム径(4×4)cmと一定にした時の粒径による影響の違い