

ガス移動特性に及ぼす廃棄物性状の影響について

福岡大学工学部 学生員○福永 隆博 正 員 島岡 隆行
 〃 正 員 花嶋 正孝

1. はじめに

埋立廃棄物層におけるガス移動特性に関する研究は、廃棄物層における汚濁物質の分解機構の解明や埋立構造及びガス処理施設の設計にとって重要である。筆者らは、加圧実験装置を用いてガスの透気や拡散実験を行い、廃棄物層の透気係数や屈曲係数などと気相率の関係について検討を行い、従来の研究成果を踏まえて考察を行なったので報告する。

2. 実験装置及び方法

実験装置を図-1に示す。実験装置の両端には10cmの空間部を有し、充填長は180cmとなっている。

図-1 実験装置(拡散実験用)

充填材には真砂土と焼却残渣及び破碎ごみを用いた。送気ガスには空気、水への溶解度が低い N_2 ガスと C_2H_4 ガスを用いた。充填に際しては、含水率を調節した充填材を細棒で突きながら行き、充填材の両端を1mmメッシュの金網で押さえた。表-1には充填材の充填条件を示す。

透気実験は、充填材内に一定の流速で N_2 ガスを流し、各測定間での圧力損失をマノメータで測定した。その後、流速を変えて一連の操作を繰り返した。

拡散実験は、まず始めに、充填材内へのガスの混入を防ぐためにガス送気口の空間部にゴム膜付容器を設置し、充填材内のガスを N_2 ガスで置換した。次に、ゴム膜付容器内の C_2H_4 ガス濃度を所定の濃度にした後、ゴム膜を破裂させて充填材内に C_2H_4 ガスを拡散浸入させた。ガスの採取は、所定のガス採取口より経時的に行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 透気係数と気相率の関係 各充填材の透気係数と気相率の関係を図-2に示す。始めに、真砂土を見ると、透気係数は約 $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ の範囲を示している。本研究では気相率が0.185から0.348(試料番号:1~4)に増加すると、透気係数は0.50~0.08 cm^2/s の範囲で変化する傾向を示している。次に、焼却残渣を見ると、気相率が0.3~0.6の範囲での透気係数は $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ の範囲を示し、真砂土と比べて約2オーダー小さい。

また、同気相率での透気係数(22と30)は、充填密度の小さい方が1オーダーほど高い。さらに、同充填密度での透気係数(破線)は、気相率の小さい方が高くなる傾向を示している。なお、破碎ごみの透気係数は、本実験条件下ではガスの圧力損失が極めて小さく、求めることができなかった。

3-2 屈曲係数と気相率の関係 各充填材の屈曲係数と気相率の関係を図-3に示す。始めに、真砂土を見ると、本研究では乾燥状態(4)の屈曲係数が1.31を示し、乾燥土壌の屈曲係数⁵⁾と同じ値が得られている。

表-1 充填材の充填条件

充填材	研究者	試料番号	充填密度 (g/cm^3)	気相率	含水率	備考
真砂土	本研究	1	1.71	0.185	0.150	粒径9.5mm以下
		2	1.73	0.233	0.104	平均粒径1.8mm
		3	1.73	0.278	0.060	真密度2.61 g/cm^3
		4	1.70	0.348	0.000	
	吉田	5	1.57	0.410	0.000	重質比 100%
		6	1.36	0.440	0.058	
		7	1.66	0.356	0.000	粒径1~2mm
		8	1.40	0.463	0.000	粒径5~10mm
		9	1.39	0.452	0.000	粒径10~30mm
	田中	10	1.67	0.300	0.040	粒径1~2mm
		11	1.67	0.309	0.034	真密度2.65 g/cm^3
		12	1.67	0.369	0.000	
	朴	13		0.607	0.050	
		14		0.553	0.100	
		15		0.493	0.150	粒径9.5mm以下
		16		0.425	0.200	平均粒径2.4mm
焼却残渣	本研究	19	1.10	0.458	0.168	粒径20.0mm以下
		20	1.10	0.531	0.080	真密度2.94 g/cm^3
		21	1.26	0.378	0.147	粒径9.5mm以下
		22	1.32	0.398	0.106	平均粒径1.9mm
	吉田	23	1.26	0.453	0.073	真密度2.66 g/cm^3
		24	1.05	0.480	0.163	重量比 ash 75.6% etc
		25	1.09	0.570	0.000	
		26	1.37	0.210	0.170	
	田中	27	1.10	0.300	0.162	
		28	0.90	0.320	0.180	
		29	0.77	0.390	0.180	粒径9.5mm以下
		30	0.77	0.405	0.186	平均粒径0.5mm
破碎ごみ	本研究	31	0.77	0.520	0.050	真密度1.80 g/cm^3
		32	0.77	0.540	0.050	
	吉田	33	0.55	0.583	0.174	粒径9.5mm以下
		34	0.52	0.682	0.089	平均粒径1.9mm
		35	0.55	0.693	0.064	真密度2.26 g/cm^3
		36	0.25	0.596	0.236	粒径20.0mm以下
	田中	37	0.25	0.697	0.130	真密度1.46 g/cm^3
		38	0.73	0.430	0.069	
		39	0.90	0.450	0.129	粒径22.0mm以下
		40	0.86	0.580	0.000	重量比 glass 7.6%

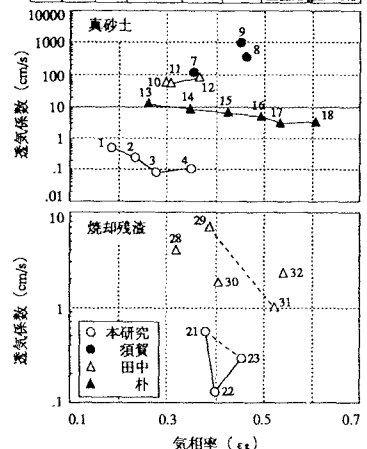


図-2 透気係数と気相率の関係

湿潤状態での屈曲係数は、気相率が減少すると2.68~3.46(1~3)の範囲で増加し、乾燥状態の2.0~2.6倍ほど高くなっている。つまり、絶乾状態より湿潤状態の方が、充填材内のガス流路が水分で塞がれ、ガス流路が長くなったためと考えられる。次に、焼却残渣を見ると、屈曲係数は1.80~6.00で真砂土と比べて広い範囲を示している。本研究では平均粒径が大きい方(15.0mm)の屈曲係数(19と20)は、気相率の影響をほとんど受けていないが小さい方(1.8mm)の屈曲係数は、気相率が増加するのに伴い、5.17~3.16(21~23)の範囲で増減している。つまり、粒径の小さい方が水分にガス流路を塞がれ易いためと考えられる。また、試料番号22は、23より含水率が高いにもかかわらず、屈曲係数が小さくなっている。このような現象は、増加する水分がガス流路を塞ぐには至らず、廃棄物粒子に細粒子が捕捉され、ガスの流れが良くなったためと思われる。次に、破碎ごみを見ると、屈曲係数は1.69~3.50の範囲を示し、真砂土や焼却残渣と比べて範囲が狭いことが分かる。故に、破碎ごみは、他の充填材に比べて気相率が高いことから、含水率や粒径の影響を受けにくいと考えられる。

3-3 屈曲係数比と気相率の関係 各充填材の屈曲係数比と気相率の関係を図-4に示す。なお、図中に示す実線及び破線は、屈曲係数比と気相率の関係を水分の保水状況に応じて求めた関数式($\varepsilon_g/\xi = \alpha \varepsilon_g^\beta$)を表わしている。充填材によらず、気相率が増加すると、屈曲係数比が増加する

傾向を示している。始めに、真砂土を見ると、湿潤状態の方が気相率が高くなるほど屈曲係数比の変化量は多くなっている(指数 β が高くなる。)。つまり、湿潤状態の方が気相率の増加による屈曲係数の低下が著しくなっている。次に、焼却残渣を見ると、気相率の増加に伴う屈曲係数比の変化率は、真砂土に比べて約1.5~2.0倍ほど高くなっている。また、指数 β は高含水率<絶乾状態<低含水率の順に高くなっており、低含水率の屈曲係数は、気相率の影響を受け易いことが分かる。最後に、破碎ごみを見ると、他の充填材に比べて指数 β は大きくなり、低含水率では気相率の影響を極めて受け易い傾向を示している。

4. まとめ

- ①焼却残渣の透気係数は、真砂土に比べて約2オーダー小さいことが分かった。
- ②焼却残渣の屈曲係数は、含水率や粒径の影響を受ける。それに対して、破碎ごみの屈曲係数は、気相率が高いためにそれらの影響をほとんど受けにくいことが分かった。
- ③焼却残渣や破碎ごみの屈曲係数比は、気相率の影響を受け易いことが分かった。

【参考文献】

- 1) 吉田英樹ら: 土木学会第47回年次講演会(平成4年9月)p746
- 2) 須賀研二ら: 土木学会第42回年次講演会(昭和62年9月)p982
- 3) 田中信寿ら: 衛生工学研究論文集巻22号(1986)p40
- 4) 朴祥徹: 修士学位論文(平成2年度)p31
- 5) 中野政詩著: 土の物質移動(1991初版)p88

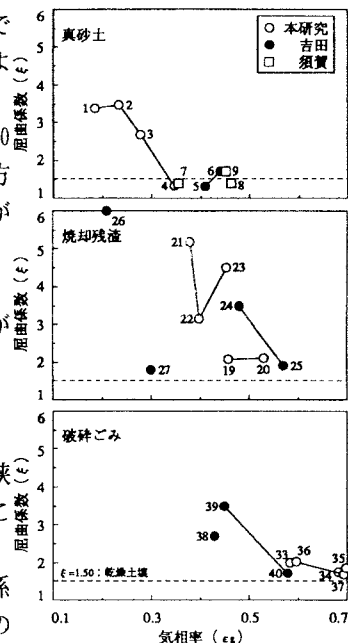


図-3 屈曲係数と気相率の関係

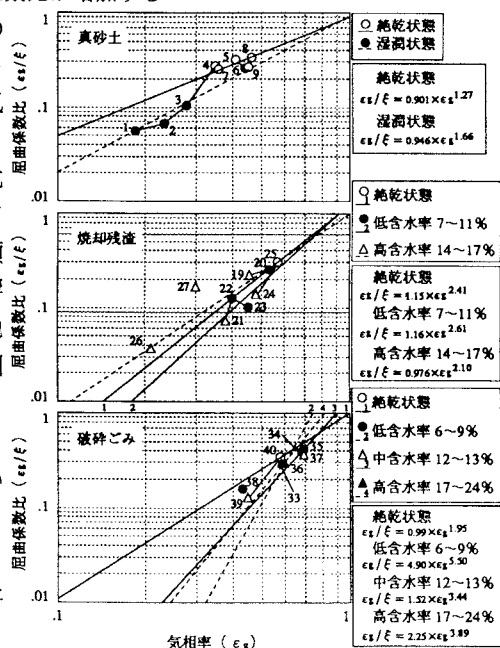


図-4 屈曲係数比と気相率の関係