

準好気性埋立構造における集排水管及びガス抜き管近傍の空気流動の検討

福岡大学 (学) ○竹林寛晃 (正) 平田修 鈴木慎也 松藤康司

1. はじめに

準好気性埋立構造における浸出水集排水施設(以下、集排水管)は、浸出水を集め、速やかに埋立地系外へ排水する目的で設置される。さらに、埋立地外からこの集排水管を通して自然に空気流入を促すことが、準好気性埋立構造の大きな特徴の1つである。このメカニズムとしては、微生物の発酵熱によって埋立層内部の温度が上昇し、外気温との温度差により空気が進入するというものである¹⁾。いくつかの研究知見を踏まえ、集排水管およびガス抜き管の管径等の設計指針が示されているものの²⁾、実埋立地内における好気性領域の定量的な把握や、ガス抜き管近傍における空気流動など詳細なメカニズムを解明するには至っていない。

本研究では、集排水管およびガス抜き管近傍における空気流動を明らかにするため、①ガス抜き管の有無が空気流入量に与える影響、②集排水管およびガス抜き管の空気孔から廃棄物層へ流入する割合を明らかにし、その影響要因を検討することを目的とする。

2. 実験方法および条件

本研究では、埋立廃棄物層内外の温度差に着目して、温風機で実験装置内を加温することにより微生物の発酵熱を模擬した。温度変化による空気流入速度の変化を集排水管およびガス抜き管の末端部における風速を測定することで把握した。実験に使用したアクリル製の箱型実験装置の概要図を示す(図-1)。本実験装置では、尾形ら³⁾の報告による浸出水集排水管(管径: 50mm)からの空気流入のみならず、ガス抜き管(管径: 50mm)設置による空気流入速度の変化を把握した。模擬埋立廃棄物としては、既報³⁾にならい、微生物分解による酸素消費が起きない、粒径が均一なガラスビーズを用い、温風機で加温し、模擬的に微生物反応熱を再現することによって槽内温度を上昇させた。なお、集排水管近傍には栗石層を模擬した直径20mmのガラスビーズ、廃棄物層では直径10mmのガラスビーズを用いた。測定項目としては、実験槽内温度および集排水管、ガス抜き管の末端部における空気流入速度を測定した。空気流入速度については、KANOMAX社製のCLIMOMASTER MODEL 6451を用いて測定を行い、測定ポイントにて20秒間の平均風速を3回測定し、その平均値を用いた。温度はTANDD社製Thermo Recorder TR-81を用いて測定を行った。また、温度測定ポイントは図-1に示す通り、①～⑥のポイントで温度の測定を行った。全ての実験は無風状態の室内で行い温度差約25℃で統一した条件で行った。

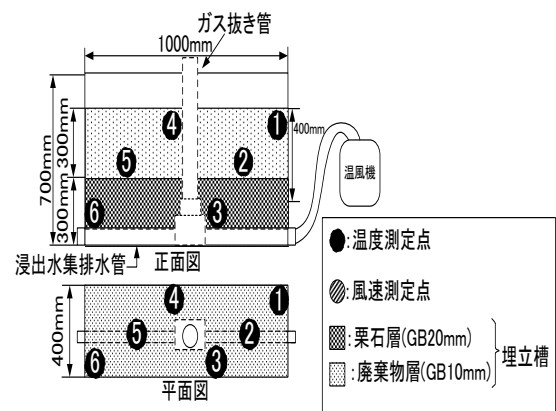


図-1 実験装置概要図

3. 実験結果

3.1 ガス抜き管の有無が集排水管への空気流入量に与える影響

ガス抜き管の有無が集排水管への空気流入量に与える影響を把握するため、集排水管の末端部における空気流入速度の比較を行った(表-1)。ガス抜き管設置前では5.0 m³/h (4.7~5.3 m³/h)を示していたのに対し、設置後では6.5 m³/h (6.0~6.9 m³/h)へと増加し30%の増加率を示した。これは、ガス抜き管の設置により管路長が増加する事で流速が増加する「煙突の通風力」⁴⁾による影響と考えられるが、定量的に示すためには、今後ガス抜き管の管径や管路長を変化させた追加実験が必要である。

表-1 ガス抜き管設置前後の集排水管からの空気流入量の比較

実験条件	測定項目	槽内温度 (°C)	室内温度 (°C)	温度差 (°C)	空気流入量 (m ³ /h)
ガス抜き管設置前		47.1	23.2	23.9	5.0
ガス抜き管設置後		47.0	23.0	24.0	6.5

※値は5回の実験の平均値

3.2 各空気孔から廃棄物層に流入する空気量の割合

集排水管およびガス抜き管の空気孔から廃棄物層に流入した空気量を把握するために、集排水管からの流入量($Q_{\text{集排水1}}$, $Q_{\text{集排水2}}$)からガス抜き管からの流出量($Q_{\text{ガス管}}$)を引くことで算出した。図-2に空気流動概要図、表-2に実験条件を示す。Case1は、ガス抜き管設置前の集排水管の管内風速を測定し空気流入量を算出した。Case2は、ガス抜き管の空気孔のみを空け、ガス抜き管から埋立槽内へ流れた空気量を集排水管からの空気流入量で引くことで算出した($Q_{\text{ガス孔}}=Q_{\text{集排水1}}+Q_{\text{集排水2}}-Q_{\text{ガス管}}$)。Case3は、集排水管の空気孔のみを空け、集排水管の空気孔から埋立槽内に流れた空気量を求めるため、集排水管からの空気流入量からガス抜き

管からの空気流出量を引くことで算出した ($Q_{\text{集孔}}=Q_{\text{集管1}}+Q_{\text{集管2}}-Q_{\text{ガス管}}$)。Case4 は、集排水管及びガス抜き管の空気孔を空けることで両方の空気孔から埋立槽内へ流れる空気量を求めるため、集排水管からの空気流入量からガス抜き管の空気流出量を引くことで算出した ($Q_{\text{集孔}}+Q_{\text{ガス孔}}=Q_{\text{集管1}}+Q_{\text{集管2}}-Q_{\text{ガス管}}$)。

実験結果を表-3 に示す。Case1 は、上記したように集排水管からの空気流入量は $5.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ($4.7\sim 5.3 \text{ m}^3/\text{h}$) である。Case2 では集排水管からの空気流入量が $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($3.3\sim 3.8 \text{ m}^3/\text{h}$) に対しガス抜き管から外気への流出量が $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($2.4\sim 2.7 \text{ m}^3/\text{h}$) であることから $1.0 \text{ m}^3/\text{h}$ (29%) の空気がガス抜き管の空気孔から埋立槽内へ流出することがわかった。Case3 では集排水管から $5.7 \text{ m}^3/\text{h}$ ($5.3\sim 6.2 \text{ m}^3/\text{h}$) の空気流入量に対し $2.8 \text{ m}^3/\text{h}$ ($2.6\sim 3.0 \text{ m}^3/\text{h}$) のガス抜き管から外気への流出量があることから、集排水管の空気孔から埋立槽内へ流出する空気量は $2.9 \text{ m}^3/\text{h}$ (51%) であることがわかった。Case4 では集排水管からの空気流入量が $6.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($6.0\sim 6.9 \text{ m}^3/\text{h}$) に対しガス抜き管から外気への流出量が $3.2 \text{ m}^3/\text{h}$ ($3.0\sim 3.4 \text{ m}^3/\text{h}$) であることから $3.3 \text{ m}^3/\text{h}$ (51%) の空気が集排水管とガス抜き管の空気孔から流出することがわかった。以上の結果から、集排水管およびガス抜き管の空気孔から埋立槽内へ流出する空気量の割合は集排水管：ガス抜き管=51：29 であることが示唆された。つまり、集排水管から流入した空気量 100% ($6.5 \text{ m}^3/\text{h}$) のうち、集排水管の空気孔から埋立槽内へ 32% ($2.1 \text{ m}^3/\text{h} : 3.3 \text{ m}^3/\text{h} \times (5.1/5.1+2.9)$)、ガス抜き管の空気孔から埋立槽内へ 18% ($1.2 \text{ m}^3/\text{h} : 3.3 \text{ m}^3/\text{h} \times (2.9/5.1+2.9)$) 流出し、残りの 50% ($3.2 \text{ m}^3/\text{h}$) がガス抜き管から外気に流出したことが確認された。よって、集排水管及びガス抜き管の空気孔から埋立槽内へ流出する空気量の比率は集排水管の空気孔：ガス抜き管の空気孔=32：18 となることが示唆された。

このように集排水管とガス抜き管の空気孔から、埋立槽内への空気流入量が異なる要因として、各管路長と空気孔の開口面積の違いに注目した。集排水管の空気孔が設置されている管の長さは 600mm、ガス抜き管は 300mm であり、その長さの比は 2：1 であった。さらに、集排水管の空気孔は上部に 3ヶ所設置されているのに対し、ガス抜き管では間全体に空気孔が 4ヶ所設置されており、単位管路長に対する空気孔の開口面積の比は 3：4 となっている。以上の事から、集排水管からの流入空気との接触長さと開口面積を考慮した理論的な割合は、各管路長の比率 (2：1) に単位管路長に対する空気孔の開口面積の比率 (3：4) をかけた 6：4 となり、本実験の実験値 32：18 ($6.0 : 3.4$) に類似した結果を示した。

4. まとめ

- 本基礎実験により以下の結果が得られた。
- ①ガス抜き管の設置により「煙突の通風力」の影響で集排水管からの空気流入量が 30%増加。
 - ②集排水管から流入した空気は、集排水管の空気孔から埋立槽内へ 32%、ガス抜き管の空気孔から埋立槽内へ 18%の空気量が埋立槽内に流入した。流入量を決定する要因として管路長、及び空気孔の開口面積が影響を与えている事が示唆された。
- 今回の実験では、上記要因が各空気孔から埋立槽内へ流入する空気量に影響を与えた事が明らかとなったが、今後さらにそれらの要因を段階的に変化させその影響を定量的に解明していく予定である。

【参考文献】

- 1) 田中信壽：環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理，技報堂出版株式会社，pp.175-186(2004)
- 2) 財団法人全国都市清掃会議：廃棄物最終処分場整備の計画・設計管理要領 2010 改訂版，pp.32
- 3) 尾形裕：廃棄物埋立層への空気流入に影響を及ぼす浸出水集排水設備構造に関する研究(2011)
- 4) 岡垣理：塵芥焼却炉における通風力の検討，pp.16 (1962)

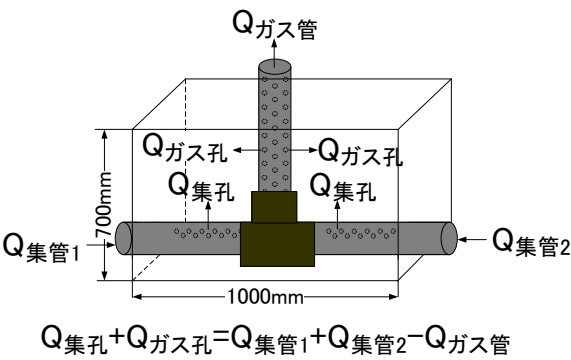


図-2 空気流動概要図

表-2 実験条件

Case	集排水管	ガス抜き管
Case1	○	—
Case2	×	○
Case3	○	×
Case4	○	○

○：空気孔を開けた状態

×：空気孔を閉じた状態

表-3 Case ごとの空気流入量および流出量

Case	測定項目	槽内温度 (℃)	室内温度 (℃)	温度差 (℃)	集排水管の空気流入量 (m^3/h)	ガス抜き管からの空気流出量 (m^3/h)
Case1		47.1	23.2	23.9	5.0	—
Case2		46.4	22.6	23.8	3.5	2.5
Case3		46.8	22.7	24.1	5.7	2.8
Case4		47.0	23.0	24.0	6.5	3.2

※値は5回の実験の平均値