

準好気性廃棄物処分場における埋立ガスのモニタリング現場調査事例

Site survey of landfill gas monitoring in a semi-aerobic sanitary landfill

室蘭工業大学大学院 ○ 学生員 金谷大樹 (Daiki Kanaya)
正 員 吉田英樹 (Hideki Yoshida)

1. はじめに

現在、埋立処分場の標準構造として採用されている準好気性埋立構造は、浸出水排水管という排水管をガス抜き管の最下部に連結させ、その排水管を設けることにより、内部の水を排出すると同時に、空気の侵入を促進させ、より好気性反応を活発にさせるという機能を持つ。このような機能は、廃棄物の分解反応によって発生する埋立ガス中の二酸化炭素(CO₂)やメタン(CH₄)濃度、さらに温度によって確認することが可能である。そこで、本研究ではガス抜き管において埋立ガスのガス成分と温度の測定を行い、調査対象処分場の準好気性構造の機能評価を行った。

2. 調査対象処分場の概要と調査概要

調査対象としている処分場は、北海道旭川市江丹別芳野にあり、2003年から埋立が開始され、埋立期間15年間をかけ、埋立終了が2018年を予定されており現在も埋立が行われている。

廃棄物の分解反応において、好気性反応と嫌気性反応がある。嫌気性反応は酸素(O₂)を必要とせずメタン(CH₄)と二酸化炭素(CO₂)をほぼ3:2の割合で発生する。好気性反応は酸素(O₂)を必要とし、二酸化炭素(CO₂)と大量の熱を発生する。好気性反応は反応速度が大きく、内部の分解が嫌気性反応より早く進み、また爆発性のあるメタンのようなガスの発生がない。調査においては、ガス抜き管内部の埋立ガス中のO₂・CH₄・CO₂・N₂の4項目及び内部温度について深さ方向に分布を測定した。

3. 調査結果及び考察

3.1 出口ガス測定結果

図-1に処分場におけるガス抜き管の配置図と2013年10月時のガス抜き管の出口ガス成分の測定結果を円グラフで示した。処分場底部には中に赤で示した浸出水排水管幹線(以下、幹線)が通り、幹線から分岐して、青で示した浸出水排水管枝線(以下、枝線)がある。それらに鉛直方向にガス抜き管が接続されている(支1、幹2など)。また、ガス濃度測定用の管(測2, 3, 4)は排水管とは連結していない。幹線の管径は70cm、枝線は40cmであり、幹線の方が管径が大きく、空気の流動量も大きくなる。

3.2 深さ方向埋立ガス分布測定結果

図-2に、代表的な管として幹2、支1、測3の3つについて、2014年の2月時と2013年の10月時の深さ方向におけるガスの濃度分布、メタン炭酸ガス比

(CO₂/CH₄)、そして温度の分布を示した。ここで、メタン炭酸ガス比とは廃棄物分解反応における好気性反応と嫌気性反応の寄与を示すパラメーターで、1.0で好気性反応:嫌気性反応は2:8(好気率20%と呼ぶ)、2.0で5:5、3.0で6:4となる。次に、幹2の深さ方向のメタン炭酸ガス比を見ると深さ5mまで約2.5で推移し、好気率は約55%で好気性反応が比較的活発に起こっていると考えられる。温度は最高53℃と高く、これを裏付けている。測3の深さ0mでのメタン炭酸ガス比は3.4と高い値を示しているのに対し、10m程度から急に低下し、20mでは0.9となり、メタンガス濃度が上昇している。これは、測定管が排水管と連結していないため、底部からの空気の供給がなく、大気からの空気侵入が深い位置まで到達しにくいことが原因だと考えられる。温度は最高50℃と高い。また、支1のメタン炭酸ガス比を見ると1.2と好気率約20%で嫌気性が支配的である。温度も15℃程度と低く、これを裏付けている。

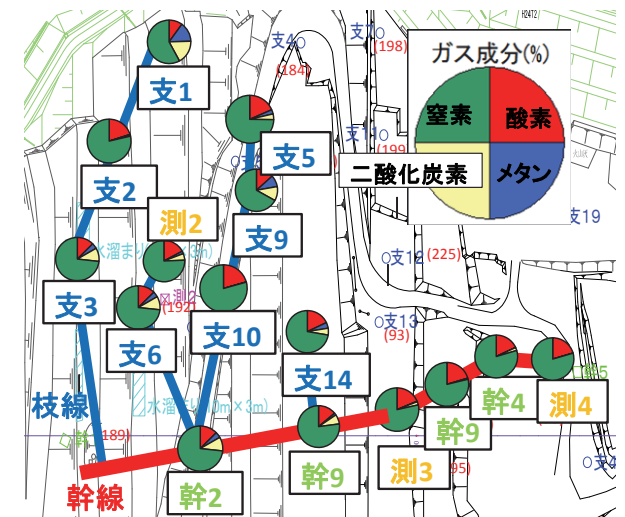


図-1 ガス抜き管配置と出口ガス濃度(2013年10月)

表-1 ガス管最深部の空気侵入率、酸素消費率

ガス管名	深さ	内部温度(℃)	CO ₂ /CH ₄ (-)	空気侵入率(%)	酸素消費率(%)
測3	20	50	0.9	36	50
幹2	5	53	2.5	88	47
幹9	2	22	2.6	93	24
支1	2	16	1.2	60	64

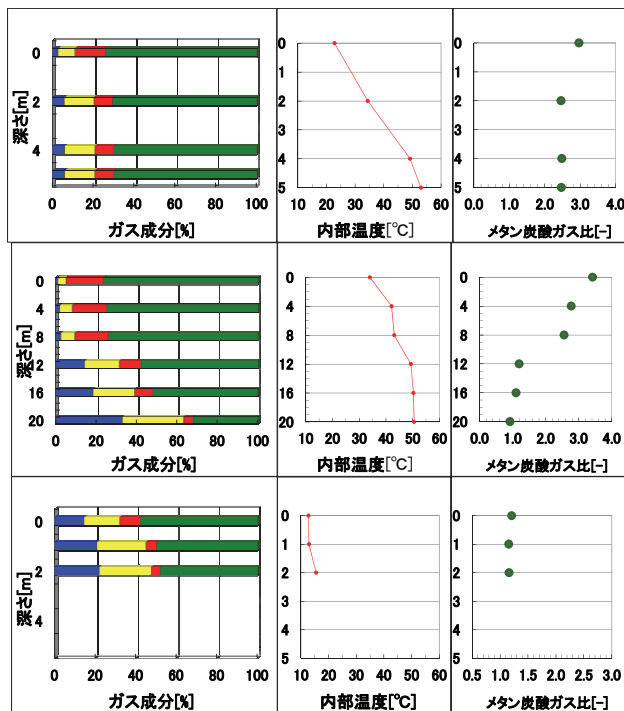


図-2 深さ方向ガス濃度、温度、メタン炭酸ガス比
(CO_2/CH_4)
(上) 幹 2 (中) 測 3 (下) 支 1

3.3 準好気性構造の機能の確認と促進

好気性反応の活発さを確認するため、内部温度、 CO_2/CH_4 、空気侵入率、酸素消費率に注目した。ここで、酸素(O_2)20%、窒素(N_2)80%を空気の標準条件として空気侵入率(ガス成分中の窒素濃度を80%で除したものと、酸素消費率(100%からガス成分中の酸素濃度を20%で除して引いたもの)を計算したものを表-1に示した。ここでは、表-1のように測定したガス抜き管最深部で計算し、底部の排水管から各ガス抜き管にどれだけの空気の供給が見られるか、また侵入した空気がどれだけ好気性反応に使われているのかを検討した。なお、深さが20mより浅いものは何らかの理由で内部が閉塞していたため深い位置まで測定できなかった。

表-1より幹9の深さ2mでの空気侵入率は93%、酸素消費率24%でメタン炭酸ガス比が2.6(好気率55%)である。メタン炭酸ガス比が高いのに酸素消費率が小さいのは大気からの空気供給量が多いためと考えられる。一方、幹2の深さ5mの空気侵入率は88%、酸素消費率47%でメタン炭酸ガス比が2.5(好気率55%)である。底部でも酸素は10%程度存在し、空気供給量は十分であると思われる。支1の深さ2mでの空気侵入率は60%、酸素消費率64%でメタン炭酸ガス比が1.2(好気率20%)である。温度は20℃未満と低い。底部での酸素は5%未満と酸素供給量が十分とはいえない。このように酸素消費率が高いがメタン炭酸ガス比が低い理由として、先に20mより浅いものは何らかの理由で内部が閉塞していたため深い位置まで測定できなかったと述べたように、ガス抜き管内が廃棄物や覆土による土圧による目詰まり

や管の潰れが発生し、底部からの空気供給が小さく、大気からのみの空気供給にとどまっているため、嫌気性反応が支配的になっていることが考えられる。

この原因として、内部が高温でプラスチック製の管が構造的に弱くなること、埋立後に管付近に強い土圧が作用するなど原因で起こるのではないかと推定される。

図-3, 4は、調査を行った14箇所について、危険率5%で変数間の相関の有意性を検討した結果である。酸素消費率と二酸化炭素濃度では相関係数が0.806で相関に有意性がある。つまり、酸素が消費されている場合には好気性反応が活発であることから、二酸化炭素濃度は上昇している。また、空気侵入率とメタン炭酸ガス比についても相関係数が0.614で相関に有意性がある。空気侵入率が高ければ、好気性反応が活発であることから、メタン炭酸ガス比は大きくなる。このような傾向から見て、この処分場では準好気性構造が機能していると考えられる。

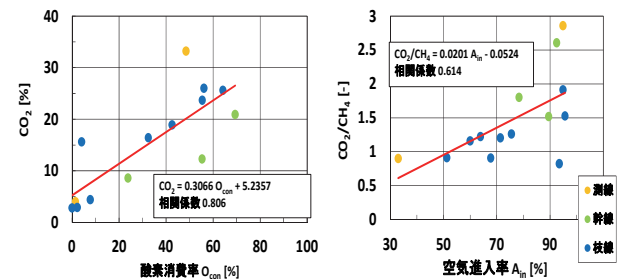


図-3(左) 二酸化炭素、酸素消費率の散布図

図-4(右) メタン炭酸ガス比、空気侵入率の散布図

4. まとめ

ガス管最深部の空気侵入率、酸素消費率を用いた図-3より、幹2、幹9などの幹線に位置しているガス管はすべて底部からの空気侵入もみられ、メタン炭酸ガス比が高く推移しており、内部温度が高いことから準好気性構造が機能していることがわかった。ただし、一部のガス抜き管では空気侵入率が低く、メタン炭酸ガス比も低くなっており、管内で泥や碎石によるつまりや、管の潰れの可能性があることが示唆された。このような管の構造上の問題への対策としては、今後新規に設置するガス抜き管として強度の強いものに取り替えること、すでに設置した管については、さらに管の詰まりや潰れを防止するため、内側に補強を行うパイプを設置するなどの対策が必要であり、旭川市と対策を協議中である。