

海面最終処分場の安定化指標の現場調査

Survey of indices of stabilization of an offshore sanitary landfill

室蘭工業大学大学院 ○ 学生員 山王堂洋平 (Yōhei Sanoudou)
正 員 吉田英樹 (Hideki YOSHIDA)

1. 本調査研究の目的

本調査研究では海面最終処分場において、廃止基準指標である埋立ガス成分と温度について現場で調査を行い、安定化の進行状況を把握するとともに、集水暗渠設置による安定化促進効果を明らかにすることを目的とした。まず、埋立ガス成分と温度をマンホール、水位測定管、集水暗渠内で測定することで、安定化進行度を把握した。測定された埋立ガス成分がどのようなメカニズムで形成され、それが安定化とどのような関係にあるのかを検討した。

2. 海面陸上処分場における調査研究結果と考察

2.1 調査概要

調査対象は、大阪湾内に位置する海面廃棄物最終処分場（以下、処分場）である。埋め立て期間は平成2年1月から14年3月の12年間で埋立面積28ha、埋立容量470万 m^3 、主な廃棄物は一般廃棄物焼却灰、汚泥焼却灰、陸上残土、浚渫土砂などである。海面処分場では、内水位が海面水位とほぼ同じに管理され、廃棄物層の大半が水没しているため、表層からの空気の侵入が限られ、嫌気性分解反応により、埋立ガス発生や汚濁水の発生が長期間継続すると言われている。この処分場では、2001年に海水面位置に相当する深さに集水暗渠を埋め立て後に設置し、処分場内にたまった保有水を集水暗渠から内水ポンドへと排水し、安定化促進を図っている。集水暗渠には一定区間ごとにマンホールが設置され、各ライン（ライン～）には観測孔が設置されている。観測孔はガス抜き管として、廃棄物層内への空気の流入と廃棄物層内で発生した埋立ガスを大気中へ排出する機能を有している。マンホールと観測孔の模式図を図-1に示す。また、処分場内には管口に蓋のついた観測孔（08G1～4や、H18-1など）も設置されており、埋立ガス発生のポテンシャルを観測することができる。

2.2 廃棄物処分場の安定化基準

埋立地内部が周辺地中温度に比べ、異常な高温になっていないこと（埋立地内部温度と周辺地中温度が20℃未満）と定められている。ここで、周辺地中の温度は実地で測定するほかに、既存の測定値を活用しても良いと定められている。対象処分場において地中温度を測定していないことから、対象処分場がある地域の2000年から2010年までの年平均気温17.1℃に、異常な高温でない状態を示す20℃を加えた37.1℃を安定化基準として設定した。埋立地からのガスの発生がほとんど認められない、またはガスの発生量の増加が2年以上にわたり認められないことと定められている。しかし、具体的な値は定められていない

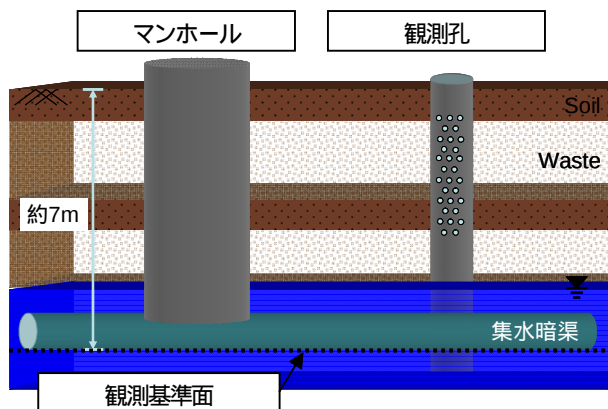


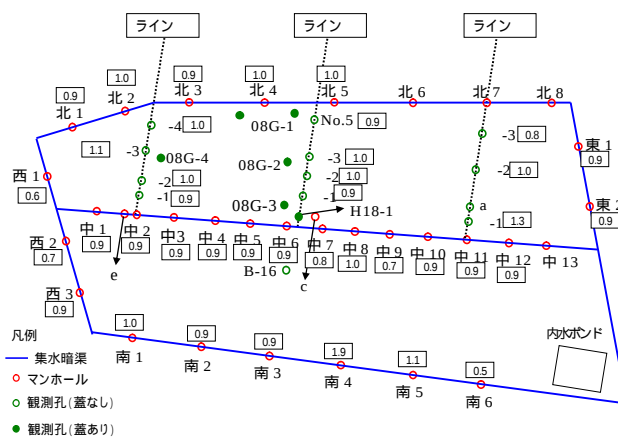
図-1 マンホール、観測孔および集水暗渠模式図

ため、本研究では、メタン-空気混合物の大気圧・20℃における爆発・発火下限は約5%であることから、安定化基準としてメタン濃度5%未満を設定した¹⁾。

2.3 調査結果

2.3.1 内部水位観測結果

マンホールと観測孔の内部水位の結果を図-2に示した。内部水位は海水面の観測基準面(DL)を0mとして示している。集水暗渠の管底は平均干潮位(L.W.L.)+0.5mに設置されている。調査結果から、内部水位はDL+0.5～1.9m(2010/11時点)と集水暗渠は水没している状態であり、集水暗渠から廃棄物層内部への空気の侵入あるいは廃棄物層内で発生した埋立ガスの排出が妨げられている状態である。



また、集水暗渠が設置されていない区域の内部水位が高いため嫌気性状態になり、後述するように観測孔内のメタンガス濃度が高くなっていると思われる。安定化促進の面から見て、これらの集水暗渠内の排水能力を高める必要があると思われる。

管内水位と降水量の関係を検討した結果、水位は降雨の影響を強く受けて0.5～1.9mで推移し、上昇傾向にあることがわかった。水位が0mか0.5mの位置に集水暗渠が設置されていることから、2003年から長期間にわたって水没状態が続いていることになる。

水位が低下せず集水暗渠が水没してガス抜き管として機能していない理由として、排水処理施設の処理能力が十分でないため（特に窒素分について）、汚濁度の高い保有水を集水暗渠から内水ポンドへ導入する水量が大幅に制限されていること理由であることがわかっており、改善の必要がある。今後共有できるような機会を考えていきたい。

2.3.2 埋立ガス観測結果

観測孔出口でのガス成分測定結果を図-3（2010年9月測定）示にした。観測したガス成分はメタン、二酸化炭素、酸素、窒素である。先述の通り、二酸化炭素が検出されないのは、埋め立てられた焼却灰のアルカリ成分が二酸化炭素を吸収しているからと考えられている。マンホールは測定した19管全管で空気組成となっていた。これは集水暗渠が水没しており、ガス抜き管として機能していないためと考えられる。

開口部に蓋がある観測孔（08G-4、H18-1）は、メタン濃度が約5%～60%を占め、残りは窒素であった。メタンは空气中に割合で5%以上を占めると爆発する可能性があるため、跡地利用において表面のガスの透気性を低下させるような覆土や舗装面を施工すると、施工面下でメタンが上昇する可能性があると思われる。また、蓋のない観測孔については-1のようにエリアによってはメタンが検出される管が存在していることがわかっている。測定した14管中メタン濃度が5%を上回ったのは1管のみであった。

図-4に-3の管について深さ方向へ1m間隔でガス測定を行った結果を示す。-1は6m地点で3.8%のメタンを検出しており弱い嫌気性状態であるといえる。5m以深ではメタン濃度を上回る二酸化炭素が検出されていることから、部分的に好気性反応が起きていたと考えられる。-3では0m～5m一様に高い濃度のメタンを検出しており、このエリアは強い嫌気性状態であることがわかる。また、他のエリアよりも微生物分解反応が顕著に見られるため、有機物が多く埋め立てられている可能性が考えられる。-2は0m地点ではほぼ空気組成であるが、5m地点で4.8%のメタンを検出していることから、底部でメタンが滞留しているケースもあり、ガス成分測定は出口付近のみの測定ではなく、深部まで測定を行うことが必要であると考えられる。

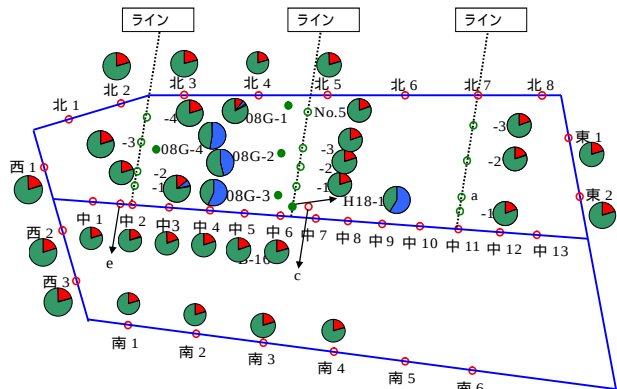


図-3 管出口のガス成分測定結果
(2010年9月測定)

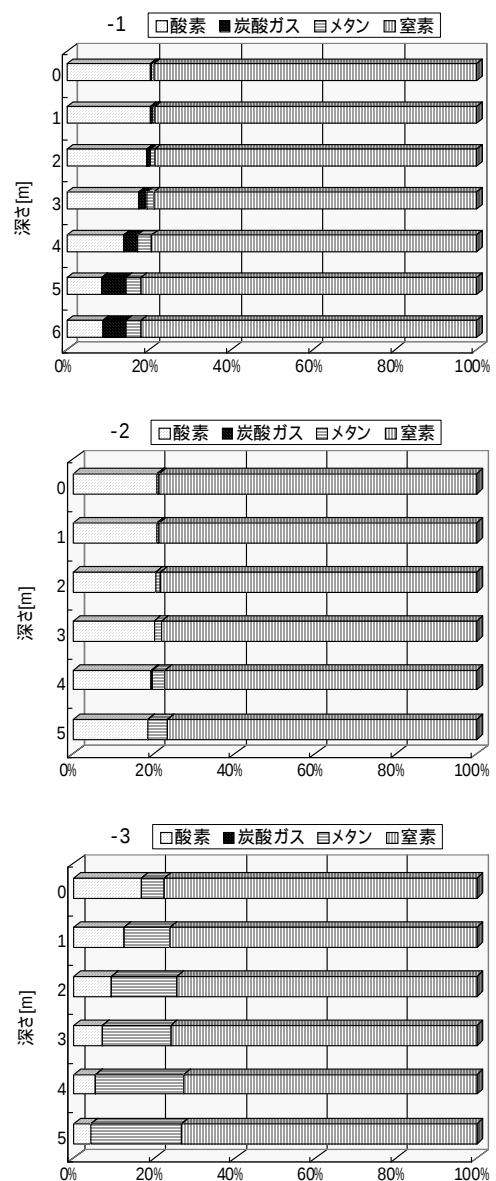


図-4 -1,2,3 深さ方向ガス成分(%)測定結果
(2010年11月測定)

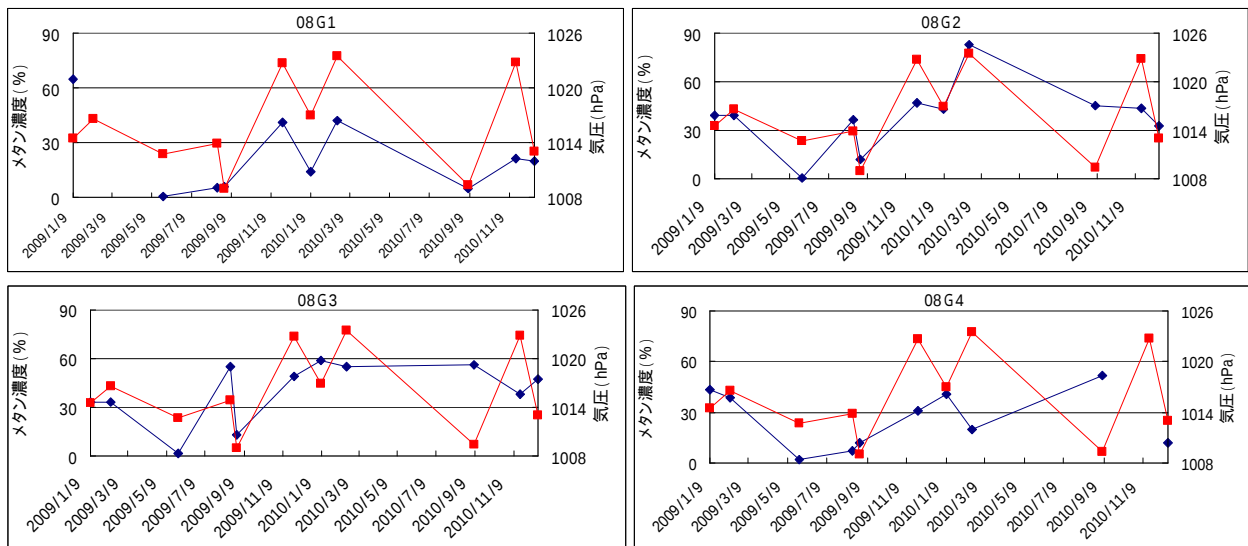


図 - 5 蓋付観測孔と気圧の関係

2.3.3 観測孔のメタン濃度と気圧の関係

図-5 に蓋付観測孔のメタン濃度と気圧の関係を時系列で並べたグラフを示す。08G1 と 08G2 の管において、メタン濃度と気圧の増減に追従していることが見て取れることから、検出されるメタン濃度と気圧による影響を受け、一定の相関があると考えられる。よって、メタンガス濃度の増減を比較するには、毎度同じ気象条件下での測定が望ましいといえる。

2.3.4 内部温度測定結果

図-6 に管の種類別に測定日毎の内部最高温度の平均を取ったグラフを示す。夏季は日平均気温に追従しており、冬季は日平均気温との差がひらいていることから、夏季は外気温の影響を強く受け、冬季は廃棄物層内での微生物反応熱による影響が強いものと考えられる。いずれの測定日においても37.1 を上回ることはないことから、廃棄物層内は異常な高温を示しておらず、温度廃止基準は満たしていると言える。また、測定を開始した2009年1月から2010年12月まで季節ごとに比較すると低下傾向であることがわかる。

図-7 にマンホール、蓋付観測孔、観測孔の内部温度を地表面から深さ方向へ1m間隔で測定した結果を示す。2010年9月の測定ではほぼ日平均気温に追従して内部温度が推移しており、微生物反応の影響は受けていないものと考えられる。2010年11月の測定では、マンホール中1は深部まで一様な温度を示しているが、蓋付観測孔 H18-1 と観測孔 -1 は深部にいくにつれ、温度が上昇していることがわかる。これは多孔管であるため、廃棄物層内での微生物反応熱によるものだと考えられる。いずれの測定日においても廃止基準を上回ることなく、異常な高温は確認されなかった。

2.3.5 跡地利用に係る実証実験

現在処分場では跡地利用に向けた舗装を伴う実証実験が行われている。25×25mの実証実験エリアには遮水工事がな

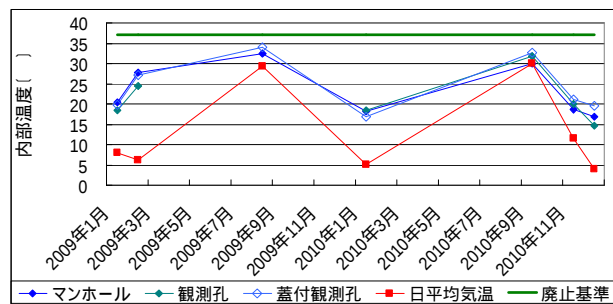


図 - 6 管内部最高温度

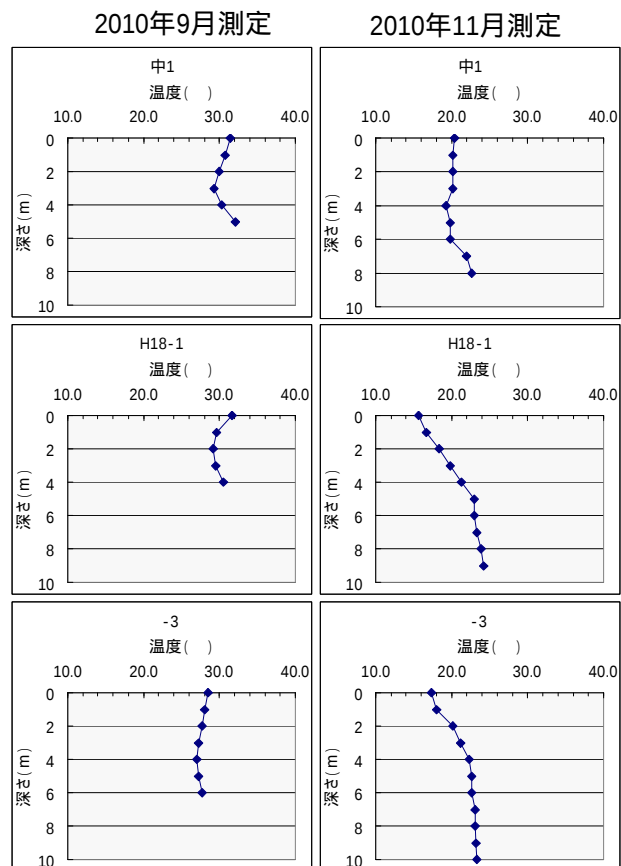


図 - 7 管内部温度分布

れ、舗装面中央にはモニタリングのための観測孔が設置された。模式図を図-8に示す。

図-9には観測孔設置直後の2010年12月と約一ヵ月後の2011年1月の深さ方向ガス成分測定結果を示す。設置から初回の測定までは管口に蓋がついていたため、この間廃棄物層内への空気の流入はなかったものといえる。その結果、深部まで一様に10%から20%の高濃度メタンを検出し、メタンの爆発限界濃度である5%を上回っていた。これは、前述の通り、管口に蓋がついており、覆土下に滞留したメタンが検出されたと考えられる。

2011年1月のガス成分測定結果を見ると、酸素の割合が増加している。蓋が取り除かれたことにより、廃棄物層内へ空気の流入が確認されるようになった。一方メタンは0~2m地点では減少し、0m地点では5.2%と爆発限界を上回るものの12月の測定結果と比較すると検出量は減少した。しかし、3m以深では増加しており、5m地点では28.3%と高濃度のメタンが検出された。舗装面下への酸素の供給量が少ないため廃棄物層内は嫌氣的となっているものと考えられる。このことから、舗装を伴う跡地利用を行うためには地中に溜まったガスを排出するための設備を設置する必要があるといえる。対策として、ガス抜き管の増設や、横引き管の設置が考えられる。また、実証実験のデータ数がまだ少なく、検出されるメタン濃度は気象条件による影響を受けることから、傾向を掴むためには継続的な調査が必要であるといえる。

3. 結論

本研究を通して以下のような結論を得た。

処分場に設置された集水暗渠は長期間にわたって水没状態が続いており、集水暗渠から廃棄物層内への空気の流入は見込めない。また、処分場内の内部保有水水位は降雨による影響を強く受けていると考えられる。

保有水水温はマンホール、観測孔ともに温度差はなく2009年1月から2010年12月までに約5℃低下した。

内部温度測定結果から、夏季は外気温の影響を受け、冬季は層内の微生物反応による影響が強いと考えられる。暫定廃止基準を37.1℃とするといずれの測定日においても暫定廃止基準を上回る温度は確認されず、処分場内部は異常な高温を示していないと考えられる。

メタンの爆発限界から5%未満を達成基準として達成率を算出したところ、蓋付観測孔においては達成率が低く、閉鎖的な環境下においてはメタンガスの発生が顕著に見られることがわかった。

ラインでは嫌気性反応が顕著に見られ、他のエリアと比較すると有機物が多く埋め立てられている可能性があると考えられ、安定化には未だ時間を要するものと考えられる。

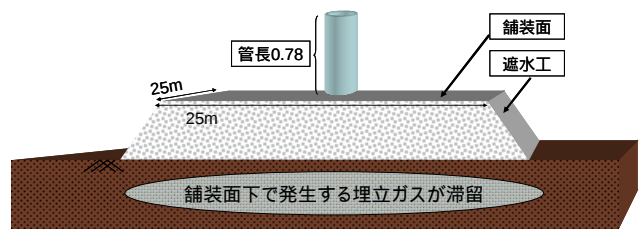


図-8 実証実験模式図

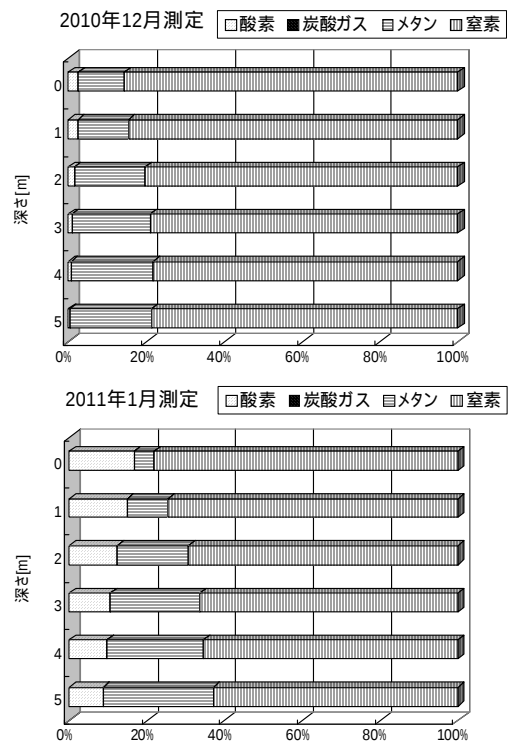


図-9 実証実験エリアガス成分(%)分布

跡地利用に向けた実証実験において、設置された観測孔のガス成分を測定した結果、5%を上回るメタンが検出された。舗装を伴う跡地利用では地中にメタンが滞留するため、対策工事が必要であることが考えられる。

4. 参考文献

- 1) 堀廃棄物学会廃棄物埋立処理処分研究部会：廃棄物最終処分場廃止基準の調査評価方法、2002