

廃棄物地盤の環境改善設計法に関する一考察

京都大学 フェロー 嘉門 雅史
京都大学 大学院 正会員 ○小野 諭

1．はじめに

地球の温暖化，生態系の破壊，廃棄物等の環境問題が深刻化する中，環境負荷の少ない循環を基調とした持続可能な社会の構築が急がれる。資源の循環を図りながら，空間的，時間的な拡がりを通して，自然・次世代・他の地域などとの関連性を持ち，多様な豊かさを実感できる市民社会の形成が望まれる¹⁾。

土木，環境，地盤工学の進むべき方向として，第1の目標はよりよい環境づくりのために貢献し，また第2に人間活動が環境に悪影響を及ぼさず修復するための，さらに第3に自然営力に因る災害防止のための工学という3つのターゲットが中心となるであろう²⁾。

ここでは，跡地の効果的な利用を目指した廃棄物地盤の環境改善（ガス抜き圧気工）の設計法について述べる。この工法は，跡地利用を目的としており，廃棄物および廃棄物地盤のリサイクルにもつながると考えられる。

2．ガス抜き工法による地盤環境の改善効果

廃棄物地盤を対象としてガス抜き工法を用いて，爆発性ガスや悪臭に対する環境保全対策を実施した。数地点での検討結果，約30～90%の初期メタンガス濃度を1.5～3%に低減させたデータに基づき，地盤内への送気量と環境改善の関係を図-1に表した³⁾。例えば，ガス濃度を概略1/40程度に低減させるのに必要となる空気送気量としては，改善対象範囲における土量の約10～20倍の容量となることが予測される。

3．廃棄物地盤の環境改善設計法

ガス抜き圧気工法を設計する場合，排出孔への影響（X）に与えるパラメータとして圧気孔からの送気量，間隔および配置の条件が想定された。そこで次式に示す関係を提案する。

各 SITE でのガス抜き対策工の施工結果を表-1に示す。

$$\frac{1 \text{ 孔当り送気量}}{\text{間隔}^2} = \frac{\text{排出孔への影響 (X)}}{\text{配置}}$$

一方，地盤環境の改善比率（Y）として対策工の施工前後における埋立発生ガス（ここではメタンガスを設定）濃度比を算出し，XとYとの関係を図-2に示す。両者には有意な相関傾向があることが判明した。

表-1 ガス抜き圧気工対比表

SITE	A	B	C-Y	C-CP1	C-AP1	C-P5
対象範囲(m3)	10,000	180,000	300	2,050	1,040	4,140
圧気総量(m3)	14,190	288,000	4,000	53,000	37,000	53,000
ガス抜き圧気孔	23孔	18孔	1孔	8孔	7孔	19孔
1孔当り送気量(m3)	620	16,000	4,000	6,625	5290	2,800
排出孔	30孔	16孔	5孔	20孔	12孔	21孔
間隔(m)	3(平均)	20(平均)	5(最小)	5(平均)	5(平均)	5(平均)
配置(n)	四角形(2)	四角形(2)	十字(1)	六角形(3)	六角形(3)	六角形(3)
X: 排出孔への影響	138	80	160	795	635	336
施工前メタン濃度(%)	71	29.5	54	90	95	48
施工後メタン濃度(%)	3	2.2	1.5	1.5	1.5	1
Y: 改善比率	24	13	36	60	63	48

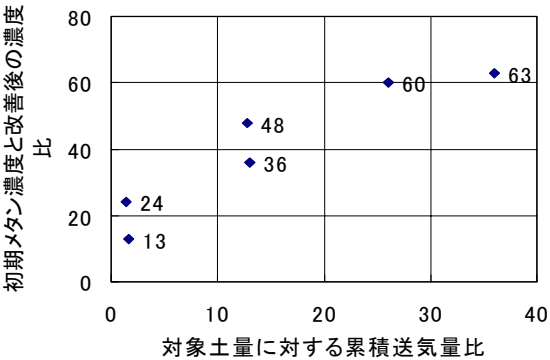


図-1 ガス濃度改善比率と送気量

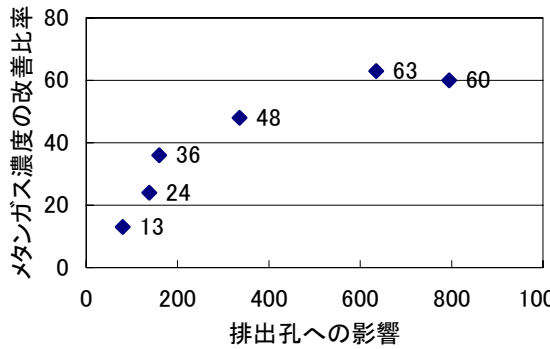


図-2 改善比率と排出孔への影響

キーワード 廃棄物地盤，改善設計，ガス抜き対策，圧気工法，跡地利用

連絡先 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町 3-34-12 中央開発株式会社 大阪事業部 T E L 06-6386-3691

4．送気中止に伴う酸素の消費

地盤環境を改善するガス抜き工（Site Cにおける予備試験）において、送気・停止を繰り返す断続的（昼間10h稼働）な施工を行った場合の酸素濃度の経時変化を図-3に示す。送気を停止したことによって停止前と比べて酸素濃度が10%程度低下し、ガス抜き工の効果が減退している。ただし、送気再開後にはすぐに酸素濃度の上昇が見られる。このことはガス抜き工の対象エリアが廃棄物地盤の一部に限定されており、好気性環境が進行していたものの送気の停止によって周辺から嫌気性ガスの流入が起ったためと考えられる⁴⁾。図-4は横軸に圧気時の酸素濃度を、縦軸に送気を停止した時（翌朝）の酸素濃度の減少量をプロットした。これより送気中止に伴う酸素消費量の状況が示され、平均して概ね酸素濃度が半減していることが推定される。

5．継続的な送気を行うことの有効性

Site Cの橋脚部で行った本施工時にガス抜き工を一時停止した期間があった。その結果、図-5に示すように、発生ガス濃度の変化は試験施工と同様に酸素濃度の漸減、送気再開による酸素濃度の急激な増加が見られた⁵⁾。

現場施工結果から予測されるように送気を停止した場合には改善効果は低減し、徐々に対策前のガス濃度に逆戻りしてしまう状況であった。ただし、地盤内のガス温度や水温の変化は比較的緩やかな状況が見られた。すなわち、送気中止後は層内に送り込まれた酸素が徐々に消費され、それに伴って好気性分解から嫌気性分解へと進行するものと考えられる。文献6)によると廃棄物層の好気性分解期は数時間、好気性環境から嫌気性環境への移行は数時間から数ヶ月の期間が必要と考えられる。

6．おわりに

跡地を利用する際の、工事対象範囲の安全性確保に着目して、初期発生ガス（メタンガス等）濃度と改善目標より廃棄物地盤への空気送入量の推定方法を提案した。

さらに必要空気量を効率よく送入するための圧気孔、排出孔、間隔、配置等の設計に関する考察を行った。このようにガス抜き工は、掘削等の工事に先行して埋立ガスを空気置換でき、環境対策に非常に有効であり、かつ施工上重要な情報を与えられる。ただし、ガス抜き工の効果をより確実に早急に、持続させるためには継続施工が必要であり、途中で中断する場合においても早期再開が効果を低減させないための重要なファクターになると考えられる。

参考文献

- 1) 加藤三郎，環境文明 21，2001. 2) 嘉門雅史，環境地盤工学入門，1994. 3) 小野諭他，土木学会論文集（投稿中）. 4) 福原誠他，第37回地盤工学研究発表会（投稿中）. 5) 山田裕己他，土木学会第55回年次学術講演会，2000. 6) 田中信壽，環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理，2000.

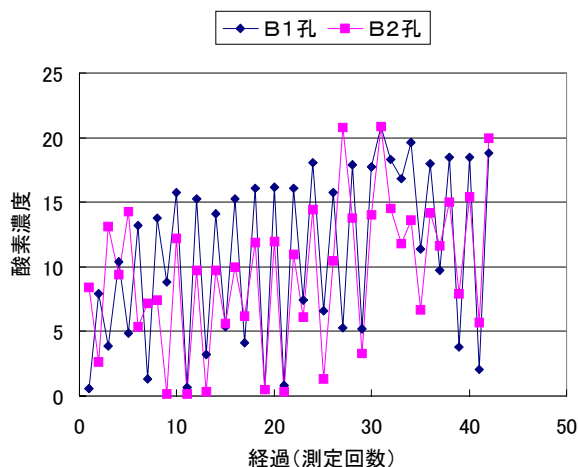


図-3 断続送気時の酸素濃度変化

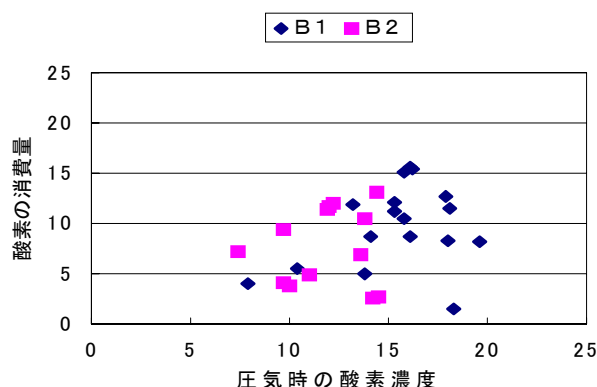


図-4 送気停止に伴う酸素消費状況

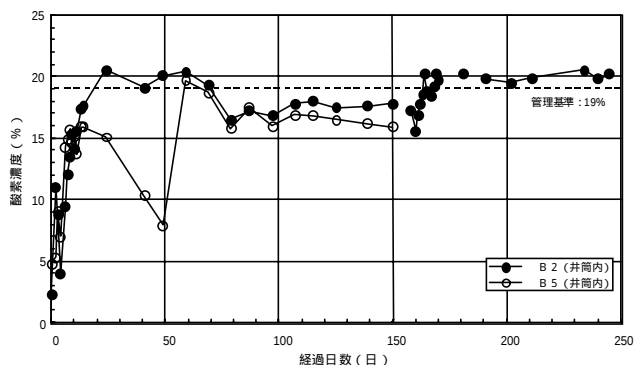


図-5 酸素濃度の経時変化（CP1）