

廃棄物処理対策工事における環境保全対策

佐藤工業(株) ○ 石橋 稔
 佐藤工業(株) 中谷 信夫
 佐藤工業(株) 今藤 孝之
 佐藤工業(株) 正会員 鍋谷 雅司

1. 工事概要

本工事は、当該場所に存在する埋設廃棄物（DXN 類による特別管理産業廃棄物を含む）を掘削し、選別などの前処理を行い場外の処理・処分施設へ搬出した、廃棄物処理対策工事である。廃棄物を取り扱うといった特徴上、工事における環境保全対策として各種技術の導入を行った。ここでは、その概要を報告する。

工事全体の作業順序は、掘削に先立ち、保有水（廃棄物内部の汚染水）拡散防止のため周囲を矢板等による遮水を行ない、その後特別管理産業廃棄物を掘削・搬出した。次に一般廃棄物部分について掘削し、廃棄物選別設備による選別を行い、可燃物および不燃埋め立て物等に分けた上で搬出処分した。

表-1 廃棄物の種類と量（ m^3 ）・処理処分先

種 類	処理量	
	(m^3)	(t)
一般廃棄物	28,924	41,321
管理型産業廃棄物		13,436
特別管理産業廃棄物	533	738

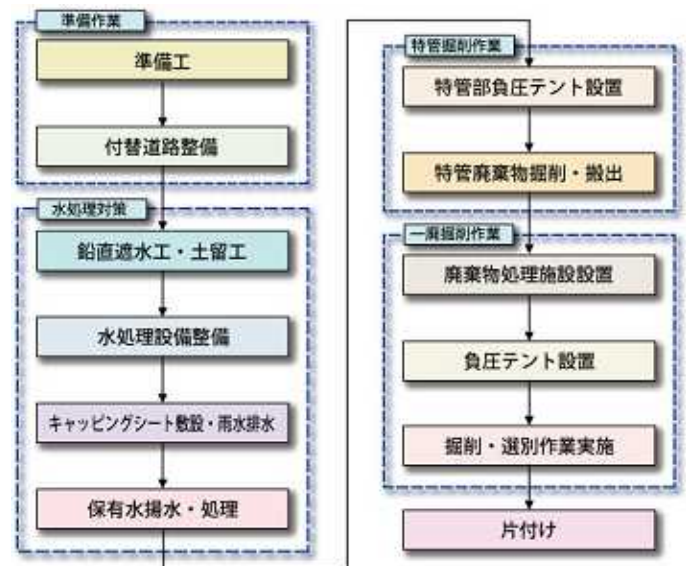


図-1 廃棄物掘削作業フロー

廃棄物の処理対策工事では、適正な作業により廃棄物の撤去策を実施することに加え、作業に伴って環境影響を発生させないための対策を講じること合わせて工事目的となる。一般的に保全すべき環境は、周辺環境と作業環境になる。周辺環境については、工事に伴って生じる環境項目を洗い出し、基準値等保全目標を設定した上で、当該目標を達成・確保するための対策を行う。作業環境については、同様に環境項目を洗い出し、基準値等管理目標を設定した上で、作業員の防護措置を含め対策を行う。

本工事では、環境影響を及ぼす懸念のある主な作業として、廃棄物掘削作業と選別作業が想定された。

廃棄物掘削作業では、主に廃棄物かく乱による保有水の汚染濃度の変化などが懸念された。保有水については、揚水後に水処理施設による処理実施し、公共水域への放流するものとされていたため、汚染濃度の変化に伴い処理が確実にされている否かモニタリングが必要とされた。そこで管理・計測項目を設定した上で、リアルタイムでモニタリングすることとした。



写真-1 廃棄物修理対策現場全景

キーワード 廃棄物処理対策，負圧管理，作業環境モニタリング，換気シミュレーション，物理的改質材
 連絡先 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 佐藤工業株式会社多角化事業統括部 TEL 03-3661-2650

廃棄物の選別作業では，施設施設稼動による騒音・振動に加え，汚染物質等による周辺生活環境に影響を与えないよう対策を行うことが重要と考えた．特に，ダイオキシン類を含む有害な廃棄物を扱うことから，廃棄物選別作業の振動ふるい施設周辺で粉じんに由来した環境影響が懸念された．そこで，これら施設全体を仮設テントで覆い，選別作業を実施することとした．なお，作業員には防護対策として保護具の着用を実施し，その上で，モニタリングを行うことで防護措置が適正であることを確認することとした．

以下に，当該工事で実施したこれら環境保全対策についてそれぞれ示す．

2. 環境保全対策

(1) 排水処理対策

保有水等の廃棄物と接触した汚濁水について，排水処理施設によって浄化した後に放流した．

・ 処理対象水

鉛直遮水壁に囲まれた廃棄物範囲内の浸出水
粗大物洗浄設備から発生する洗浄排水
前処理施設内において廃棄物から発生する水や廃棄物と接触した水
洗車排水

・ 排水処理設備規模

- ・ 10 m³/hr（平常時：7 時間運転，洪水時：24 時間運転）
- ・ 現保有水の水位低下時（4～5 ヶ月） 240 m³/日（24 時間運転）とする．
- ・ 廃棄物掘削時 平均 70 m³/日（7 時間運転）とする．
（工事中の降雨浸透水：60 m³/日とその他：10 m³/日）

浄化状況は，定期的な水質分析による確認に加え，濁度や pH などの項目について，常時計測・監視を行なった．また，万一の場合に備え，計測器とパソコンを連動させた WEB による発報システムを構築した．



写真-2 水処理施設



写真-3 水処理施設制御・監視盤

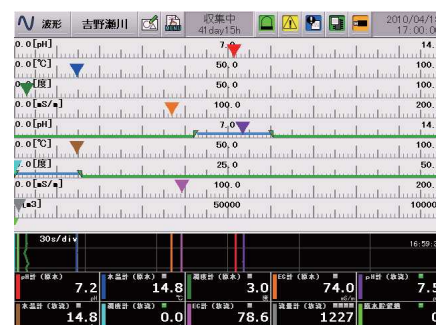


写真-4 水処理施設監視画面

(2) 仮設テント(負圧管理)

仮設テントは幅 27m 長さ 67m，高さは大型の機械を納める必要から 10m とした．また，場内の粉じん対策として，吸気ダクトを発じん源近くに設置し，粉じんが拡散する前に集塵するものとした．



写真-5 作業ヤード全景

(3) テント内換気シミュレーション

外部への粉じんの漏れを最小限にとどめるためにテント内を負圧にした。

なお、負圧を維持するための仕様として時間当たりの換気回数4回と、開口部での風速 0.7m/s 以上を満足するものと設定した。

仕様決定計算

排風機の仕様決定・確認のための計算を以下に示す。

テントの気積は計算の結果、17,314 m³であった。条件としては、仮置きピットまで含めて気積を算出した。

換気回数：N = (1,200 × 60) / 17,314 = 4.16 (回/時間)
> 4 OK !

(4 回以上の換気回数が確保できる)

開口部は幅 3.8m × 高さ 4m × 2 箇所の高速シャッターである。換気口は差圧式ガラリとし、シャッター開放時の内部圧力減衰時には閉鎖するものとした。

開口部断面積：A = 3.5 × 4 × 2 = 28 (m²)

換気風量：V = 600 × 2 = 1,200 (m³/min)

開口部風速：X = V/A = 42.85 (m/min)
= 0.714 (m/s) > 0.7 OK !

2 箇所のシャッターが全開でも 0.7m/s 以上の風速が確保できることが確認した。なお、排風機について、本事例では 600 m³/min の排風機 2 台を使用した。

解析モデルによる比較検討

従来、負圧テント内部の気流については、上記のような概要の排気量などの検討は行われているものの、ダクトの配置位置や、給気孔の設置形状等の設計は、行われていない状況である。

今回、ダイオキシン類の暴露防止を目的としていることもあり、粉じん等の作業員への暴露量を抑えるために、事前のシミュレーションによって気流解析を行った。また、吸い込みが均等になるよう、ダクトの配置には、場内風環境シミュレーションを行なって、換気性状の妥当性を確認した。

実際のシミュレーションにおいて、当初のダクトの設計レイアウトでは廃棄物保管場所の腰壁が影響し、十分な気流確保が出来ない箇所が確認された。このため、作業員の作業エリアに対する換気効果を高められるように、その位置を修正・確認するなど、より安全性の高い施設配置を行っている。

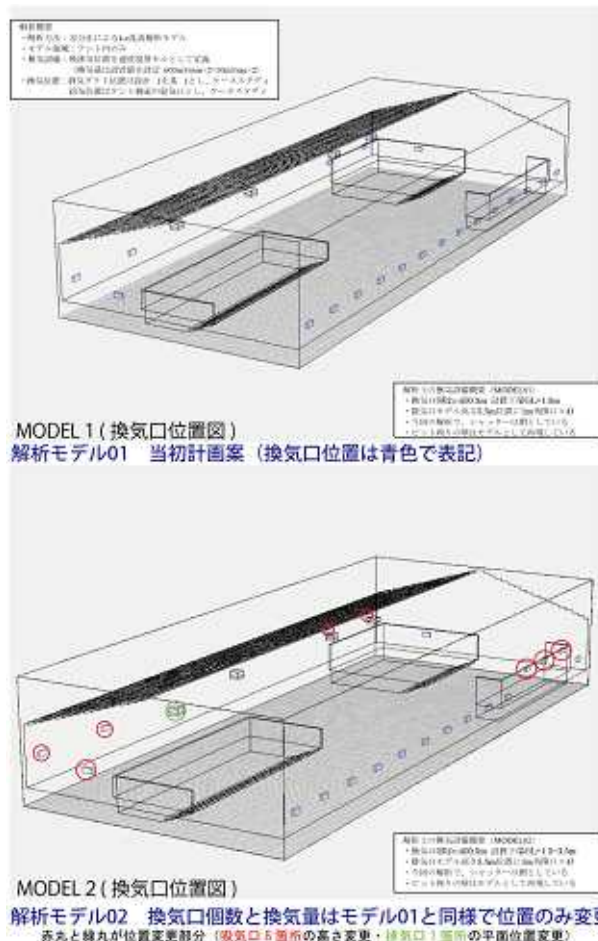


図-2 解析シミュレーションモデル

(腰壁による影響を踏まえたダクト位置を想定)

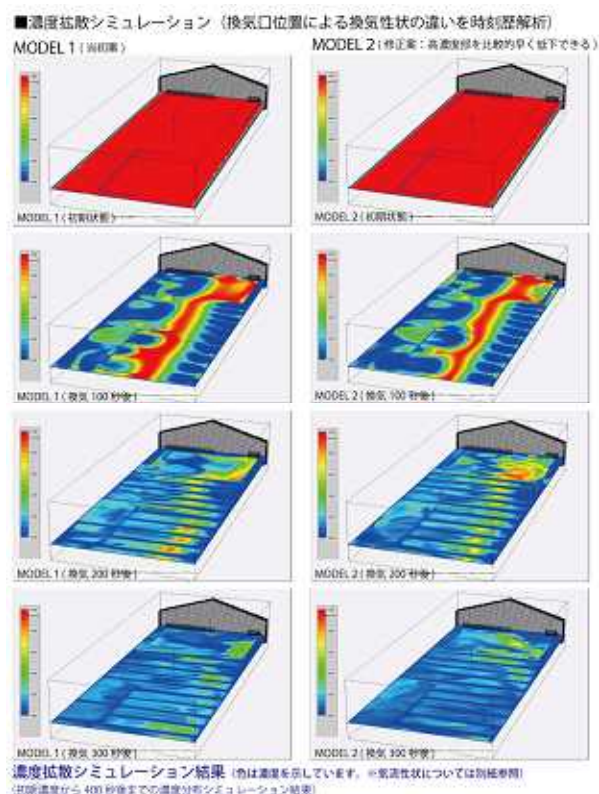


図-3 解析結果

(よどみが早期解消するような配置を検証)

(4)作業環境計測

廃棄物取り扱い作業に当たって廃棄物の特性及び作業の特徴を踏まえた上で、環境影響の発生抑制(発生源対策)、当該作業従事者以外の部外者の侵入防止、作業員保護(作業環境の保全)の点から、特に環境保全対策・管理への配慮が必要とされるエリアを特定し、作業管理区域を設定した。そして、この設定に対して、環境上の基準を定め、適宜測定等実施・管理することとした。

(5)作業環境モニタリングシステム

仮設テント内は、集塵機による換気を行っているものの、閉鎖空間となるため、作業により発生する環境影響要因に対して十分な配慮が必要となる。作業では埋設廃棄物を処理対象としており、その性状が掘削箇所により様々に変化する。このため、選別等処理作業により想定外に作業環境が変動する危険性があり、作業環境を連続的に把握するための計測を実施した。

計測は、手動測定の日常監視に加え、これを補完するものとして、自動計測センサーによる連続環境計測「作業環境モニタリングシステム」を導入した。

表-2 作業環境等測定内容

項 目		計測方法	リアルタイムモニタリング
粉じん		デジタル粉じん計	○
VOC		ガス検知管	
有害ガス	メタンガス	ガス検知器	○
	硫化水素		○
臭 気		ニオイセンサー	
(放流水質)	pH	pHセンサー	○
	濁 度		○
(騒 音)		騒音計	○
(振 動)		振動計	○

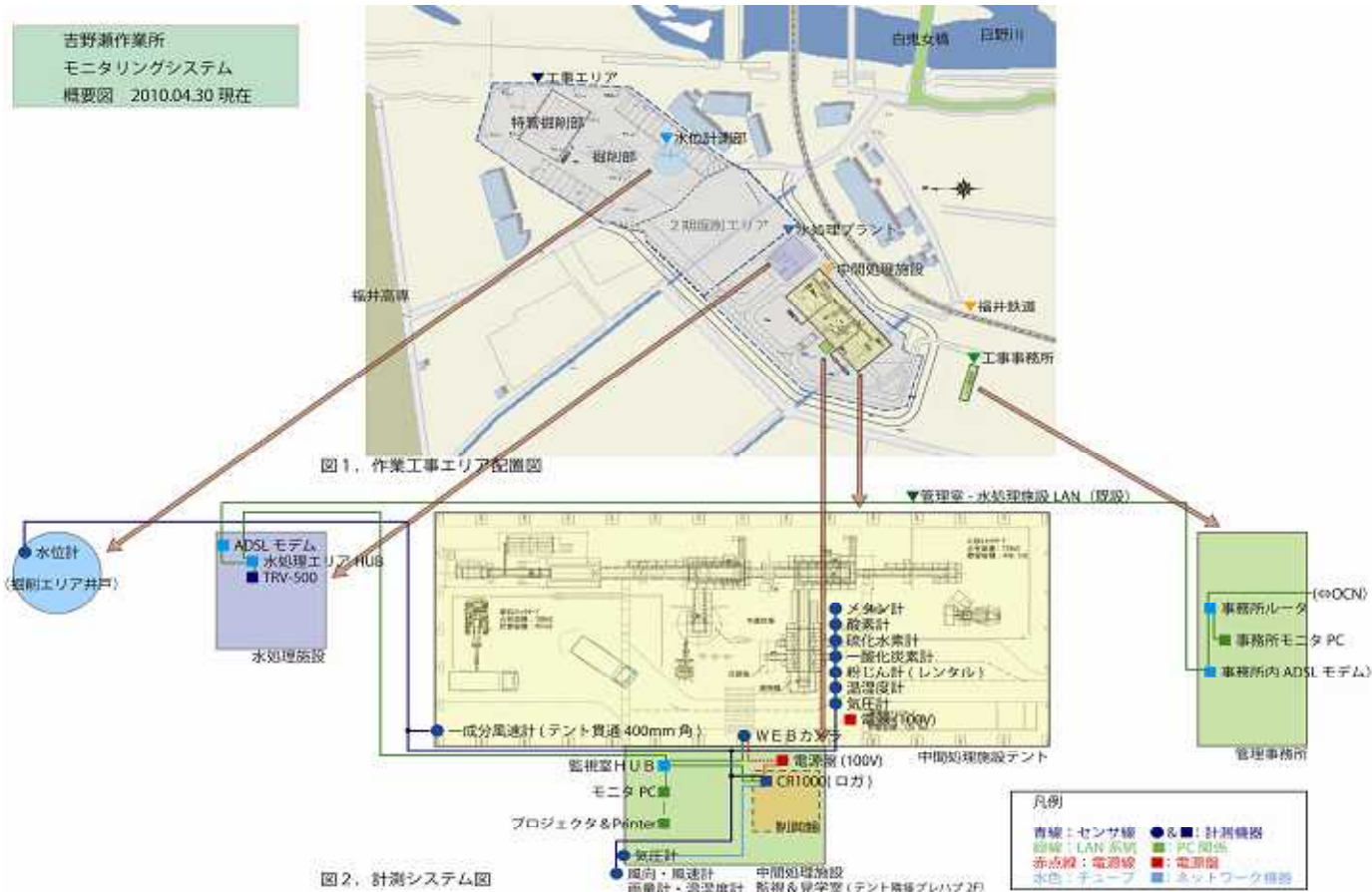


図-4 モニタリングシステム概要

・環境モニタリングシステム計測概要

- ：仮設テント内 各種ガスセンサ・粉じん計・気圧計・温湿度計・内外境界一軸風速計・WEB カメラ
- ：仮設テント外 一般気象観測装置 (温湿度計・風向風速計・雨量計・気圧計)
- ：観測井戸 水位計
- ：水処理施設 pH 計(原水/放流),水温計(原水/放流),濁度計(原水/放流),EC 計(原水/放流)

作業環境モニタリングシステムは、粉じんおよび有害ガス等のセンサーを、作業員が集中する手選別ライン近傍に設置し、24時間の連続測定を行なうとともに、リアルタイムの計測データを監視室のパソコンで表示するものである。測定値が管理基準値を超過した場合、現場に警報が発せられる。さらに、工事管理者や遠隔地にある環境管理部署でも、常時モニタリングできるように、測定結果をWEB上で閲覧可能とした。

なお、粉じん等の場外への拡散防止効果の確認として、仮設テント内・外に設置した気圧計の差圧およびテント内への風速の状況を合わせて計測し負圧を確実に管理した。



写真-6 計測センサー（テント内）

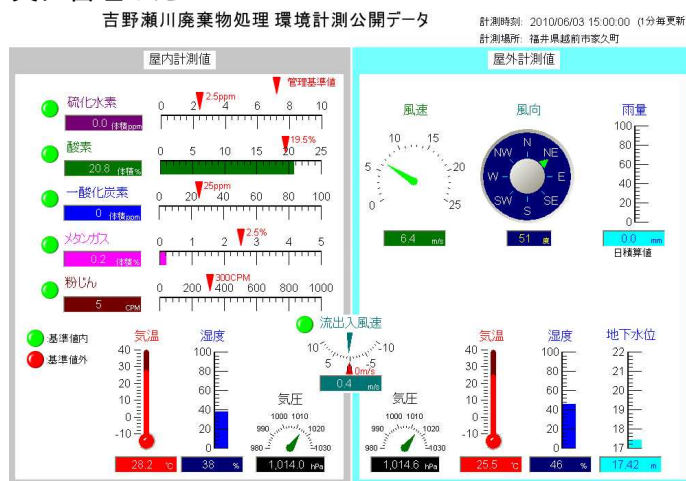


図-5 WEBにおける公開画面

3. 廃棄物選別用改質材(物理的改質材)

従来の廃棄物処理対策で、土砂の付着を抑えるため石灰やセメント系改良材による水分調整が行われている。廃棄物の混在状況や含水状態にもよるが、重量比率で5～15%添加する例が多いようである。これらの水分調整は、発熱作用により含有する水を蒸発させるものであり、反応に時間が必要で、概ね1昼夜程度雨のかからない場所で養生しないと処理作業ができない。先例では、含水比の低下が安定するまで、24～48時間要している。また、資材が強アルカリ性であり、選別物のpHを変化させてしまうため、廃棄物からの重金属の溶出や埋立ての際の水処理設備への負荷の増加、アンモニアガスの発生を招くなど、悪影響を生じさせかねない。

選別作業に特化して考えると、含水状態が本質的な問題ではなく、含水により土砂が粘性＝ねばりを生じさせることが問題となる。ねばりは、土壌様物などの間隙に存在する毛管水のメニスカスによる表面張力が粒子同士を引き付ける現象によって生じる。こうした現象は、乾燥した粘土粒子はサラサラしているが、水分を加えると塑性を帯びた粘土となり、手で握るとベタツキを有する状態などで体感できる。

この現象をなくすために、水分は保持させたまま、添加する別の資材に移行させることで、メニスカス効果を抑制しねばりを抑えるといった物理的改質に着目した。

具体的には、吸水効果（土壌の水分を吸水・移行・保持）を有する資材の中から、化学物質等の含有危険性のない天然資材である難分解性の植物繊維を選定した。製造過程で中性域となるように脱塩・乾燥処理し、破碎することで細かな短繊維状とし、さらに、吸水加工を施した製品（以下「改質材」という）を準備した。短繊維状であることから、粉体のようにムラやだんご状態となりにくく、ミクロにみた時に土壌塊をほぐす効果も期待できた。



写真-7 物理的改質材

表-3 物理的改質材粒度分布

粒径(mm)	重量比率(%)
2.0～	12.8
1.0～2.0	23.7
0.2～1.0	48.1
0.071～0.2	13.8
～0.071	1.6

以上の物理的改質材を、選別作業の前にトロンメルを用いて添加混合し、その後連続して選別処理を実施した。対象とした廃棄物は、可燃ごみ(廃プラスチック類、木くず等)や金属類、土砂等を多く含む、埋立て廃棄物であったが、大きな障害もなく連続処理が実施できている。

以下に使用状況の写真(改質材添加プラント)および使用実績数量を示す。

表-4 物理的改質材使用実績

使用時期	選別廃棄物量 (kg)	改質材 添加量 (Kg)	添加比率 (重量)
平成22年 6月	1,426,600	15,600	1.09
7月	3,826,310	22,880	0.60
8月	4,466,670	12,870	0.29
9月	4,944,330	28,106	0.57
10月	6,078,390	35,828	0.59
11月	6,193,980	36,842	0.59
12月	614,950	1,066	0.17
平成23年 1月	0	0	0.00
2月	0	0	0.00
3月	1,534,480	16,666	1.09
4月	5,933,120	28,808	0.49
5月	4,329,350	32,084	0.74
6月	6,119,040	42,276	0.69
7月	5,885,090	31,850	0.54
8月	3,366,190	7,124	0.21
合計	54,718,500	312,000	<u>0.57</u>



写真-8 改質材添加プラント



写真-9 改質材非添加選別物



写真-10 改質材添加選別物

改質材の添加のない選別後の土壌様物と、改質材の添加をした選別後の土壌様物の状況を示す。

選別機械から排出される土壌用物の堆積形状に違いが見られる。改質材添加が無い場合は粘性が高いため鋭利な堆積形状となるが、改質材を加えた場合はきれいな円錐状となる。これら違いに連動する形で、篩機械の閉塞などの現象が生じている。

当該適用事例における処理量は、選別総量(搬出量の計測実数)として 54,718t となっており、これに対し実添加量として 0.57%の使用実績数量となった。プラントの目詰まり防止効果などを踏まえて細かに添加量を調整した結果、当初設定した 1%を下回った結果となった。

5. おわりに

廃棄物処理対策工事で実施した環境保全対策について概要を示した。廃棄物といった特徴より、作業自体を適正に実施することは無論、環境保全のための対策の良し悪しが講じの良し悪しとなる。環境保全への十分な配慮と対応が、総合工学として今後の土木建設技術の発展に寄与するものと考えらる。