

既存の埋立地を動圧密改修して新たに二重遮水構造の処分場を築造した事例

鹿島建設㈱東北支店 正会員 高澤健生 平戸裕之  
盛岡市環境部 滝村敏道

本工事は、稼働中埋立処分場の容量増大による延命化を目的としたりニューアル工事で、18mの廃棄物層の内、上部10m範囲内を「動圧密工法」で改良した上に2重遮水構造の埋立地を築造するものである。  
これまでに国内で施工実績がほとんどない工事であることから、逐次状況を把握しながら施工を行った。

1. 工事概要と目的

(1) 工事概要

造成工、地盤改良工（表層安定処理、動圧密）、遮水工、漏水観測工（電気式） 雨水・地下水・浸出水排水設備工、周辺整備工

(2) 既設処分場規模

埋立方式 セル方式  
埋立開始 1977（昭和52）年11月  
廃棄物内訳（焼却灰74%、破碎不燃物15%、分別処理残渣6%、不燃粗大処理不可物5%）

(3) 工事的目的

- ・物理的力学的地盤定数の把握
- ・貯留構造の安定性向上と遮水機能の強化
- ・減容化・ガス抜き



写真-1: 完成した埋立地

2. 工事の課題

廃棄物層は焼却灰の中にプラスチック小片や異物（マット・ふとん類）が混じりあった細砂層であり、この層の上部10mの平均N値は5.3、以下の平均N値は14.3である。異物が混合した地盤で均等性に欠けているため平均N値では評価が難しい。

地盤改良工事の最大目的は地盤の安定化（平面的にばらつきの少ない地盤）であることから、講じるべき安定化対策の留意点は次のようになる。

将来に亘り過大な局部沈下を発生させない

賦存するガスを極力外部に放出させる

締固めにより廃棄物層内への空気の供給量を減らし、腐敗（好気性分解）を極力遅らせ沈下を防ぐ

局部沈下の形状を円錐形陥没と仮定しその半径と中心部の最終沈下量を設定値以下にするために改良厚さと改良目標値（N値や変形係数）を設定している。

改良工法の選定に当たっては、サーチャージ工法、重錘落下締固め工法（動圧密工法） サンドコンパクション工法、混合攪拌工法の4工法を比較し、凝結不

良の恐れやシートへの影響の度合、経済性を考慮して、動圧密工法に決定した。

遮水工事については予測される局部沈下の規模に耐える遮水シートの選定が重要であり、性能・施工性・経済性を比較している。

3. 動圧密工法

ハンマーを一定の高さから自由落下させ地盤を締固める方法であり、その仕様は図-1及び表-1に示す。

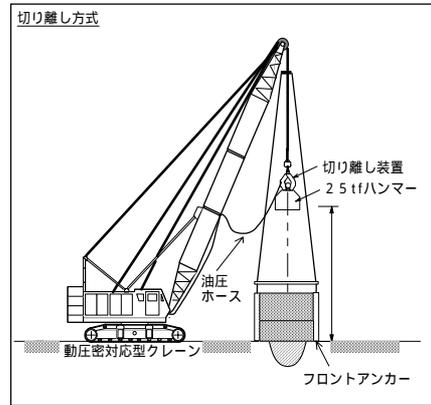


図-1 動圧密の施工方法

表-1 ハンマー重量と落下高

改良深度 (m)	ハンマー重量 (kN)	落下高 (m)
2.5	118 (12tf)	10
5	118 (12tf)	20
10	245 (25tf)	25

対象地盤に  $8 \text{ cm} \cdot \text{kg/cm}^3$  のエネルギーを均等に与えているがこれは土の締固め試験A法の5.6を上回り、同C法25.3の1/3である。施工段階では、この落下エネルギーにより地盤が泥濁化して側方流動や爆発的に飛散して改良効果が全く見込めない状態となり、対策として10m改良の場合では2m厚さの岩屑盛土を行った後で打撃施工した。打撃孔パターンと改良結果を図-2に示す。

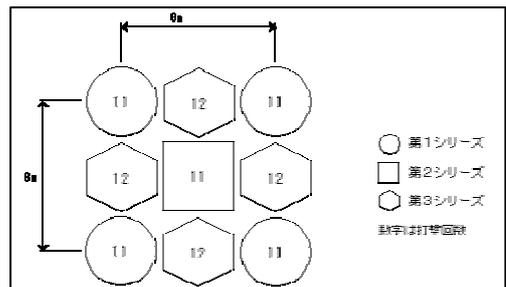


図-2 10m改良打撃孔パターン図

(1)平均N値

シリーズ毎の打撃に伴い打撃孔体積に対する周辺地盤の浮き上がり体積の比率が次第に大きくなり、均質な締め固めが進んでいることが確認された(1シリーズ0<sup>1/2</sup>、3シリーズ40~50<sup>1/2</sup>)。圧縮率は5m改良で20<sup>1/2</sup>、10m改良で16<sup>1/2</sup>であった。

廃棄物層内は不均質構造であるので、改良結果は、図-3のように表面付近の改良度合が大きく深度10m付近では目標値に達していない点もある(平均N値25.8)。

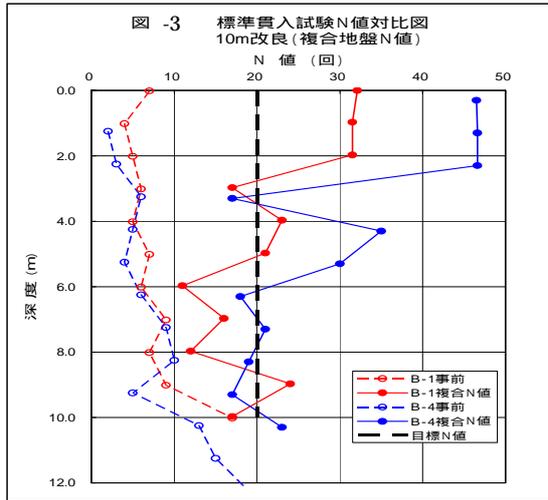


図-3 標準貫入試験N値対比図(10m改良)

(2)変形係数

図-4にN値と変形係数Epの相関図を示す。この図から10m改良部では変形係数9300kN/m<sup>2</sup>となり、改良目標値6000kN/m<sup>2</sup>を上回っている。またN値が16.2以上あれば改良目標を達成できることが判る。

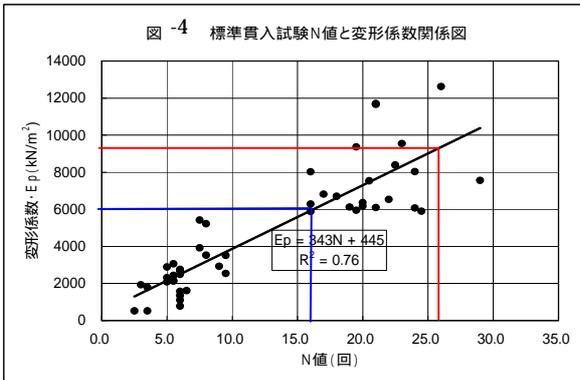


図-4 標準貫入試験N値と変形係数Ep相関図

(3)有害ガス及び空気量

打撃孔内において硫化水素・一酸化炭素・可燃性ガス等の測定を行なったが異常は認められなかった。

4. 遮水シートの選定と構造変更

一般的に、シート損傷リスクとしては突起物、気候、可燃物、薬品油脂、微生物等があり、今回はこれに加えて地盤の局部沈下がある。従来処分場においても当然局部沈下は発生していたと推定されるが検討対象になることは少なかったと思われる。今回は局部沈下の形状を円錐としその半径を改良深度に等しいと仮定することに

よりシート破損の判定を行ない表-2のような設計に至った。また、埋立物の物性から法面シート保護砂等を極力省略できるようにして有効容量の確保と埋立管理の単純化を図っている。

		実施設計
法面部	上部保護マット	短繊維不織布 15mm 目付量 3,000g/m <sup>2</sup>
	上遮水シート	メタロセン系低密度ポリエチレンシート t=2.0mm
	自己修復シート	ペントナイトシート t=6.0mm
	下遮水シート	オレフィン系熱可塑性ポリエチレンシート t=2.0mm
	下部保護マット	短繊維不織布 10mm 目付量 1,500g/m <sup>2</sup>
底面部	上部保護マット	短繊維不織布 10mm 目付量 1,500g/m <sup>2</sup>
	上遮水シート	メタロセン系低密度ポリエチレンシート t=2.0mm
	自己修復シート	ペントナイトシート t=6.0mm
	下遮水シート	オレフィン系熱可塑性ポリエチレンシート t=2.0mm
	下部保護マット	短繊維不織布 10mm 目付量 1,500g/m <sup>2</sup>

表-2 遮水構造

5. 今後の課題

(1) 局部陥没における円錐半径の予測

円錐形陥没と仮定した場合の半径の算定方式については今後の検討課題である。同一シートの場合その許容沈下量は厚さと円錐陥没半径(R)の平方根にほぼ比例する。従って精密に予測できれば地盤改良厚さやシート厚さをより経済的に設計できる。地盤改良厚さ(H)とRの比率を今回は1としたが、埋立はほぼ水平均等に行なわれることやその期間が10年以上と長期になること等を考慮すれば陥没範囲はより広くなると推測されるのでその比率(R/H)を1以上とすることも検討する価値があると考えられる。

(2) 減容化容量の確保

5m改良の一部では岩屑盛土は不要であったが、10m動圧密による廃棄物層の泥濁化により、2m厚の岩屑盛土を行ったことで、減容が図れなかったばかりでなく40cmの増容となってしまった。

しかし、賦存ガス発生低減、層内への空気供給低減により将来の局部沈下の低減が図られたと考える。

今後はより適切な事前調査や試験施工を行ない、必要改良厚さや施工方法を更に検討する必要がある。

(3) 物理的力学的地盤定数の算定(推定)

N値と変形係数の相関の度合を示す値は0.76であり相関があると考えられ、更なる精度向上が望まれる。

6. あとがき

既設埋立地の延命化を図る必要性は今後ますます発生すると考えられ、その場合の最大の問題は沈下に対する遮水構造の破損である。その量を技術的に解析して対策した点において今後の参考事例になると思われる。

写真-1の右側が今回築造した埋立地で、左上側が最終覆土した埋立地、下側が現在使用している埋立地で今後は閉鎖を予定している。