

市街地内の被覆型処分場建設事例

松本良二¹・谷口伸一²・松本義弘³・辻本 宏⁴・早崎 勉⁵

¹(株)環境工学コンサルタント 東京本社(〒105-0023 東京都港区浜松町1-2-3 泉浜松町ビル)

²(株)環境工学コンサルタント 九州事務所(〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南2-1-5 博多サンシティビル)

³鹿島建設(株) 九州支店(〒812-8513 福岡県福岡市博多区博多駅前3-12-10)

⁴鹿島建設(株) 環境本部(〒163-1029 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー29階)

⁵フェロー会員 鹿島建設(株) 土木管理本部土木工務部(〒107-8388 東京都港区元赤坂1-2-7)

本処分場は宮崎県高崎町の市街地に建設する一般廃棄物処分場で、クローズドシステム(被覆型処分場)が採用されている。建設に際しては、コンクリートスラブによる遮水シート保護工、万一の漏水に備えた漏水検知修復システム、廃棄物の安定化を効率よく行う分解安定化促進システムなど最新技術の導入や新規アイデアにより、施設の安全性・信頼性の向上が図られている。今後ともさらに最終処分場の高規格化が予想されるなかで、同種工事への参考資料とすることを目的として、当処分場の概要を述べるとともに、構築にあたって導入された新技術や新規アイデアを紹介する。

キーワード：環境、最終処分場、クローズドシステム、検知システム、保護コンクリート

1. はじめに

宮崎県の高崎町、山之口町、高城町、山田町の4町では、これまで各町が個々に各処分場を有しており、それぞれのゴミの埋立てを行っていた。しかし、地域の環境保全への関心が高まり、最近では各町とも民間へ埋立てを委託するとともに、既存処分場にはガレキなどを埋立てるのみの処で、従来のゴミの埋立てを中止していた。

このような背景のもとに、北諸県4町では各々新たな管理型処分場建設の検討が開始されたが、各町の人口規模、経済性、国庫補助事業採択の立場から、4町共同で処分場を建設することが、経済的にも、また施設の効率的な運用という立場からも有利であると判断された。

新たな管理型処分場建設の予定地は多くの民家が隣接する位置(写真-1に状況を示す)にある。そこで、周辺環境に安全で地域に受け入れられる“地域融和型最終処分場”の実現をコンセプトに、クローズドシステムをはじめ、次のような最新技術や新規アイデアを導入したのでとりまとめて紹介する。

- ① 損傷しにくい遮水構造
- ② 急勾配法面における遮水シート工
- ③ 漏水検知修復システム
- ④ 遮水シートの品質検査

2. 施設の概要

本処分場は埋立処分地、浸出水処理施設及び管理



写真-1 処分場全景

棟からなる。このうち埋立処分地の主な概要と処分地の施工に際しての主要工事は次のとおりである。

(埋立処分地の施設概要)

埋立面積 11,700 m²

埋立容量 77,700m³(覆土含む)

本体建築面積 13,400 m²

埋立対象物 焼却残渣、溶融スラグ、溶融飛灰、ガレキなど破砕物、破砕不燃残渣

本体建築 鉄骨造ガルバニウム鋼鉄張(屋根：切妻形式)

遮水構造 二重遮水シート+漏水検知修復設備

本体設備 照明、散水設備、換気ファン、監視カメラ、計測装置など

(主要工事)

擁壁等流出防止設備：

掘削Φ400~800 L=30~35m 8540 m²

軟弱地盤改良工：

6,400本、13,500 m²

補強盛土工：H=7.5m L=900m

遮水設備：

表面二重遮水シート工 18,700 m²

遮水シート保護工 10,700 m²

雨水集排水設備：

U型側溝，自由勾配側溝，横断暗渠等 1,900m

雨水調整池：3,700m³

地下集排水設備：

高密度ポリエチレン管（Φ75～300）3,300m

浸出水集排水設備：

高密度ポリエチレン管（Φ150～400）1,200m

漏水検知設備：13（会所部：2号人孔15基）

被覆設備：鉄骨造ガルバニウム鋼板張

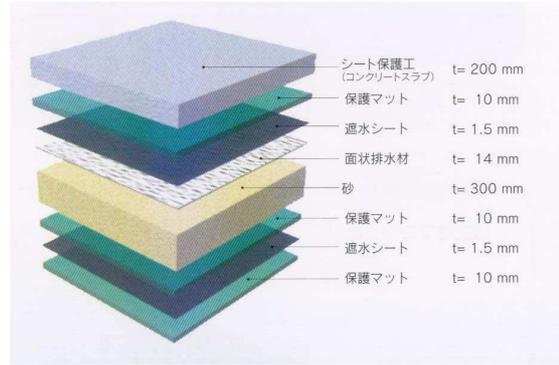


図-2 底部の遮水構造

3. 損傷しにくい遮水構造

当処分場の標準断面図を図-1に示したが、クローズドシステムであることから、遮水構造については次のような工夫を行った。

(1) サンドマット

底部において二重遮水シート構造を採用する場合、二重の遮水シートの間に、不織布が中間保護マットとして入っているのが一般的であるが、本処分場では、二重の遮水シートが同じ原因で同時に損傷する危険を避けることを目的として、遮水シート間に300 mmのサンドマット（砂層）を設けている（底部の遮水構造を図-2に示す）。そこで、このサンドマットの施工に際しては、遮水シートの破損などの損傷のないように、特に品質の確保を優先する施工計画を立案して行った。主な使用機械は次のとおりである。

イ. 0.4m³バックホウ

ロ. 0.25m³バックホウ

ハ. 1t 振動ローラ

ニ. プレート

廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領（(社)全国都市清掃会議）によれば、保護砂層の厚さは50 cm以上との記述があるため、0.4m³のバックホウを使用する箇所は、50 cm以上の砂層を確保することを管理基準とした。ただ、砂の搬入に使用するダンプトラックの接地圧は、0.4m³のバックホウよりも大きいことから、ダンプトラックの走路は70 cm厚とし、さらにその上に鉄板敷きとした。なお、施工手順としては、まず0.4m³のバックホウにて撒出した後に、0.25m³バックホウで敷均し厚さの調整を行った。

次に転圧の施工であるが、1t 振動ローラで転圧する場合は、法面のシートとの接触や法面のシートへの負担（シートのタルミの発生）を回避するために、法面から1m程度離して使用した。プレートについても、同じ理由で50 cm程度離して使用した。また、法面のシート近くでは人力による締固めとした（サンドマットの敷設状況を写真-2に示す）。

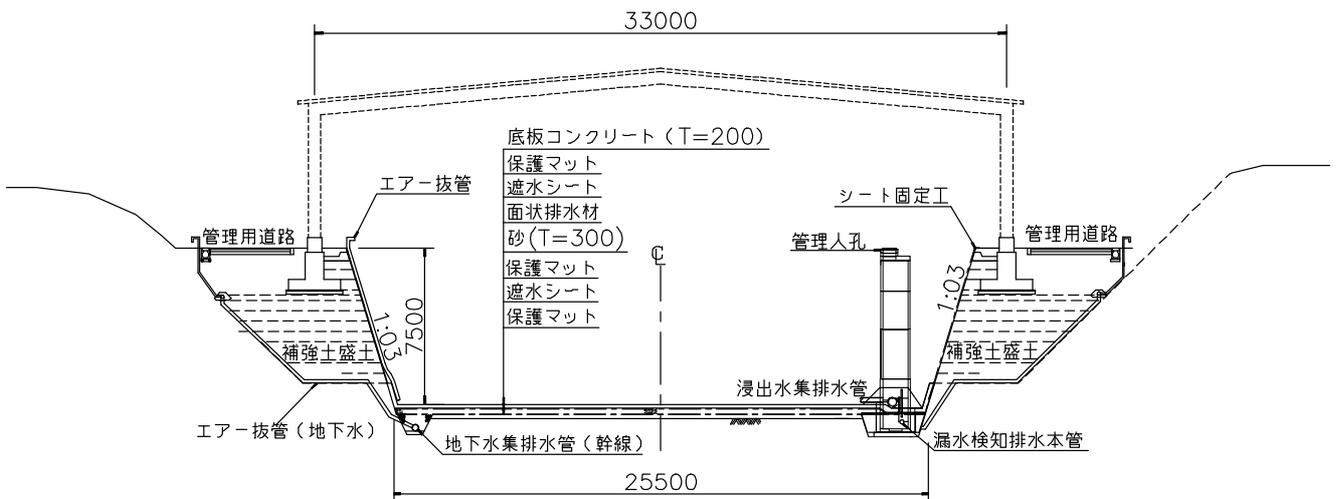


図-1 標準断面図

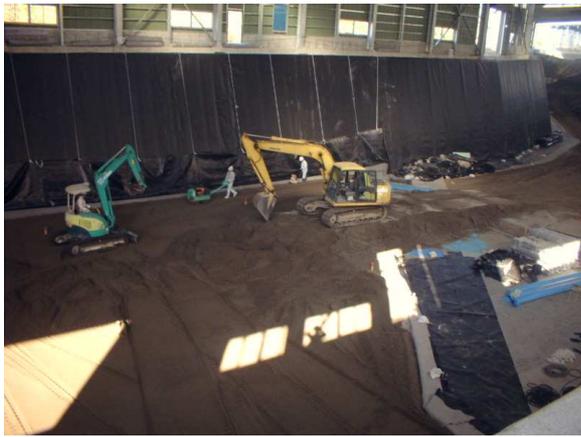


写真-2 サンドマットの敷設状況

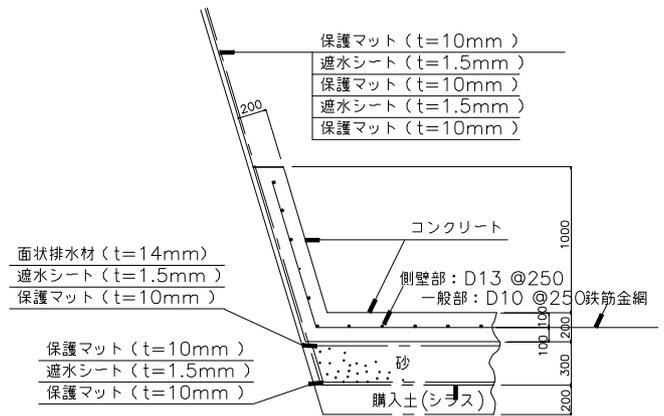


図-3 保護コンクリートの詳細図

(2) 保護コンクリート

従来の管理型処分場においては、底面の遮水シートの保護は 50 cm 厚さの保護土が一般的であったところが、遮水シートの損傷の主な原因として、埋立て作業時（完成後のゴミの埋立て）のバックホウなどの重機によるものが多いとの判断から、当処分場では保護土よりも安全性の高い保護コンクリート（ $t=200$ mm）が採用された（写真-3、図-3）。また、この保護コンクリートの採用の理由の一つには、埋立て作業時の重機のトラフィカビリティの確保の向上もある。すなわち、保護層の厚さが従来のケース（50 cm 厚さの保護土）に比して 40% と薄くできることから、埋立て容量の増加となると同時に、掘削ボリュームが減少するというメリットがある。遮水シートの上面への保護コンクリートの施工に際しては、遮水シートの損傷を避ける必要があることから、次のような工夫を行った。

a) 鉄筋・型枠作業時

- イ. スペーサブロックのサイズアップ（ $10 \times 10 \times 10$ cm）により、鉄筋とシートとの接触の可能性を低減する（写真-4）。
- ロ. 特に金属類の突起物（釘や結束線など）の場内への侵入を防御するために、材料の搬入時には事前のチェックを徹底する。



写真-3 奥：保護コンクリート設置状況
手前：打設前の状況

b) コンクリート打設時

- イ. 配管によるコンクリート打設では、配管とシートとの接触による損傷が懸念されることから、ブームで届く範囲を打設するものとする。
- ロ. バイブレータなどの道具の使用時には、シートと一定の距離（最低 10 cm 程度）を確保する。

4. 急勾配法面における遮水シート工

従来のオープン型処分場では、建設コストの低減を図るために、地山をそのまま法面として利用するために、法面勾配は $1:1.5 \sim 1:2.0$ が一般的である。ところが、当処分場はクローズドシステムであることから、建設コストの高い屋根の面積を削減するために、貯留構造物には補強盛土（勾配 $1:0.3$ ）が採用されている（図-1 参照）。そこで、このような急勾配の法面での遮水シートの施工に際しては、次のような工夫を行った。

(1) 遮水シートの施工

法面部での施工の状況を写真-5 に示したが、施工方法としては、ロール状にして搬入された遮水シートを法面の上部より下部へ吊り下ろす状態で敷設する。次に、隣り合う遮水シートどうしの溶着につ

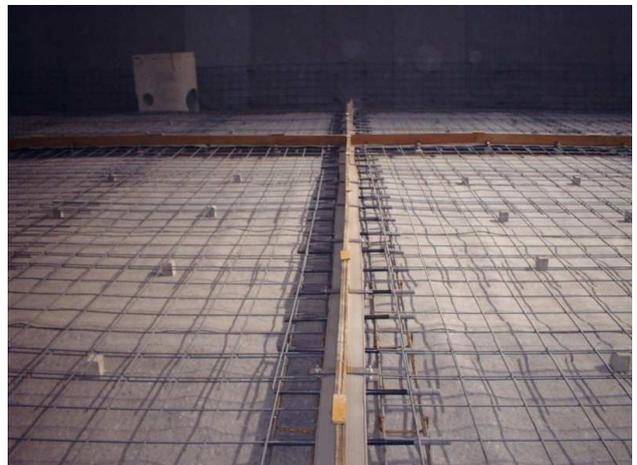


写真-4 スペーサブロックと目地部

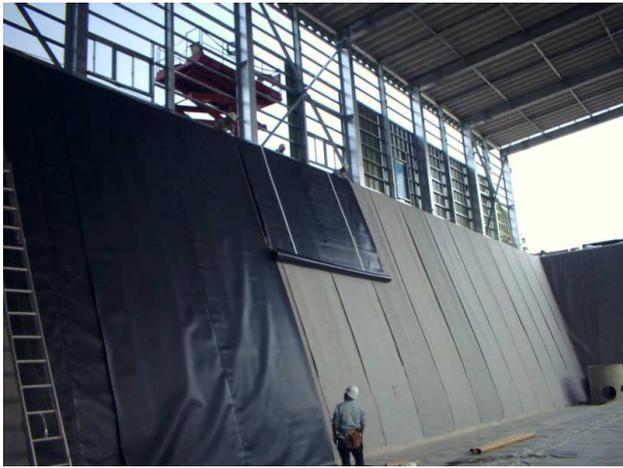


写真-5 法面部の遮水シートの敷設状況



写真-6 仮固定用ブロックの設置状況

いては、法面を昇る自走式の溶着機を使用した。

(2) 遮水シートの固定

遮水シートの敷設後に、補強盛土の法肩に遮水シートを固定（固定工の詳細図を図-4に示す）するが、図-4に示す固定コンクリートの設置が完了するまでの間に遮水シートの落下が懸念された。そこで、放置期間における落下防止対策として、仮の固定用コンクリートブロックを作製し、設置することとした（設置状況を写真-6に示す）。また、遮水シートの施工時期が一部台風シーズンにかかることから、風対策として、法面の下層保護マットを折り返し、遮水シートを覆うようにして、直接ハンドライスターなどで溶着した（台風の通過時にも遮水シートがあらわれる現象はみられなかった）。

5. 漏水検知修復システム

廃棄物処分場の整備に際しては、周辺環境への影響を最小限にすることが要求されている。万一、遮水工にトラブルが発生した場合、浸出水の漏洩による地下水汚染などの問題を引き起こす恐れがあり、遮水シートの健全性が確認できるモニタリング技術が求められている。このモニタリング技術として、従来の廃棄物処分場に適用されている漏水検知システムは、次の2ケースに大別される。

イ. 電気信号をもとに漏水箇所を特定するシステム
ロ. 漏水を物理的に察知することにより、漏水箇所を特定するシステム

前者の代表的なシステムとしては、二重の遮水シートを挟んで上側に線状の印加電極を、下側に格子状の測定電極を配置し、両電極間に交流電圧を加え、測定電極の各々に流れる電流値から漏水箇所を検知するものがある（破損箇所より浸出水が漏洩すると、浸出水を通して電流が近傍の測定電極に流れ込み、破損箇所が特定できる）。また、後者の代表的なシステムとしては、二重遮水シートの下部に漏水検知管を敷設することにより、破損箇所より漏洩した浸出水を物理的に検知するものである。当システムでは、処分場全体を幾つかのブロックに分割して漏水検知管を敷設するもので、浸出水が漏洩したブロックを特定するシステムである。

当処分場では、万一遮水シートに損傷が発生した場合に、漏水検知管から修復材を注入することにより、遮水機能を回復することも可能となる後者のシステムが採用された（13ブロックに分割）。ただ、原設計では管理マンホールと二重遮水シートとの接合についての詳細が図示されていなかった（図-5）。そこで、漏水検知の範囲を1ブロック全体とするために、二重シートの上に管理マンホールを設置する

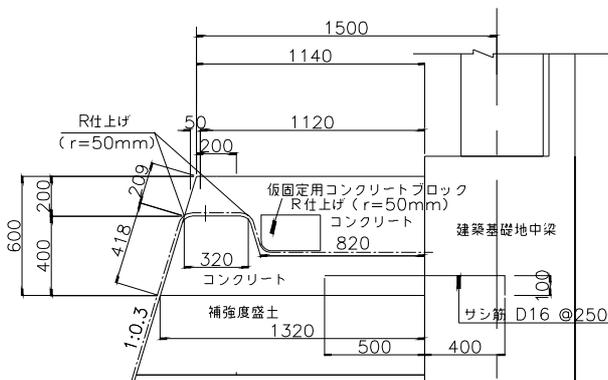


図-4 固定工の詳細図

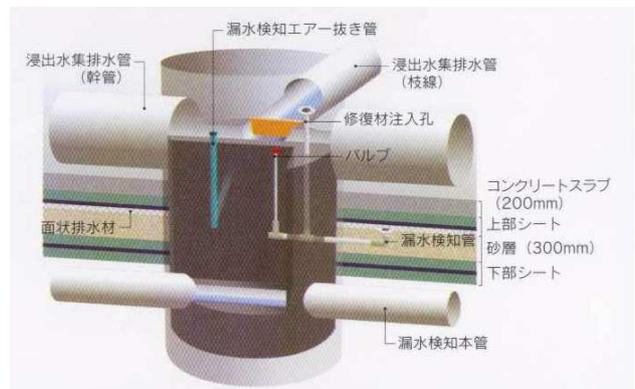


図-5 管理マンホール構造図（原設計）



写真-7 管理マンホール付近での施工状況

とともに、さらに法面の二重遮水シートと一体で融着する構造として行った（管理マンホール付近での施工状況を写真-7に示す）。

6. 遮水シートの品質検査（負圧検査）

上述のように当処分場は、漏水検知システムの導入に伴い、13のブロックに分割されている。したがって、遮水機能を満足し、漏水を検知してしかも修復を可能とするためにも、ブロック内のシートに損傷のないことが原則である。このため、各ブロックごとに、シートの敷設の完了後にその機密性を確認する負圧試験を実施した。

(1) 事前のモデル実験

実際のブロックにおいて負圧を載荷する場合、シートに損傷が発生すると、どのように負圧が減衰していくかをみるために、事前にモデル実験を行った。実験では負圧を 20kPa の一定とし、孔の大きさ（1mm, 3mm, 5mm）とモデルのサイズ（5×10×0.3m, 5×5×0.3m）をパラメータとして実施した。また材料としては、実際工事と同じ砂層（ $t=300$ mm）、平面排水材（ $t=14$ mm）を使用し、底盤と同じ断面を再現した（図-6）。実験の結果、パラメータである孔の大きさやモデルのサイズにかかわらず、経過時間にほぼ比例して、負圧が減衰する現象がみられた。

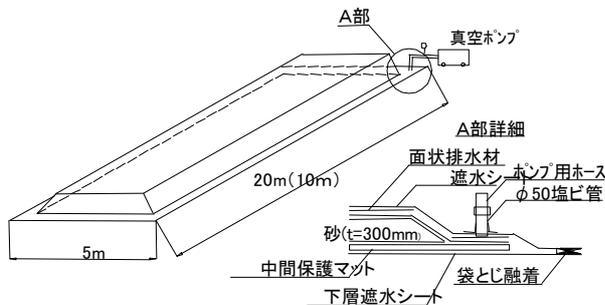


図-6 モデル実験概要図

(2) 実際工事での負圧検査

事前のモデル実験結果をもとに、実際工事においても負圧を 20kPa 載荷したところ、浸出水管（ $\Phi 400$ ）が貯留構造物を貫通するコンクリート構造物（写真-8）廻りで大きな変形を生じた後に、ハンド融着部の遮水シートが剥離したため、負圧検査を中止して補修を行った。剥離のみられたコンクリート構造物廻りは全てハンド融着による部分であった。ハンド融着を主体とするシート施工時の品質検査は、日本遮水工協会の仕様（負圧 6.7kPa）に準拠して実施していることから、ブロック全体の品質検査についても同様の仕様（負圧 6.7kPa）を適用することが妥当であると判断し、載荷する負圧の変更を行った。その結果、コンクリート構造物廻りの剥離はみられず、負圧検査においても管理値（負圧の減衰がみられない）を満たす結果となった（負圧検査の状況の例を写真-9に示す）。

7. 周辺環境との調和

当最終処分場は「環境安全で地域に受け入れられる」「地域融和型最終処分場」の実現をコンセプトに、計画されたクローズドシステムの処分場であることは、既に述べたとおりである。さらに建設に際して



写真-8 貯留構造物の貫通部



写真-9 負圧検査の状況の例

は、北諸県 4 町の強い要望もあり、周辺環境との調和を図ることをモットーに、各種の付帯施設を併設したが、主なものを紹介すると次のとおりである。

- イ. 最終処分場周辺に整備した管理道路と法面緑化の状況 (写真-10)
- ロ. 最終処分場に併設して構築したテラス (近隣住民の憩いの場) (写真-11)
- ハ. 最終処分場に近接して設置した公園 (近隣住民の憩いの場) (写真-12)
- ニ. ゴミの埋立て開始までの期間に利用できる屋内スポーツ施設 (写真-13)

8. 今後の課題

最終処分場の高規格化が予想されるなかで、当処分場の構築にあたって導入された新技術や新規アイデアを紹介した。これらの結果を踏まえ、特に今後の同種工事へ展開するに際しての課題として、イ. 砂層の敷設、ロ. コンクリート構造物廻りの施工について以下に記述する。

(1) 砂層の敷設

遮水シート融着時の品質の確認は、負圧検査やドライバーによる検査などを行うことが可能である。また、ブロック完成時の負圧検査によりブロック全

体の健全性は確認できる。しかし、300 mmの砂層の敷設による下層の遮水シートの損傷は、ブロック完成時の負圧検査でしか確認できない。当工事では幸いにも砂層の敷設における遮水シートの破損は無かったが、万一破損した場合には破損箇所を見つけることは困難である。今後砂層の敷設のある場合には、負圧検査で破損箇所が発見できる砂層の厚さを検討するか、碎石のように空気を通し易い材料に変更することが望ましいと考える。

(2) コンクリート構造物廻りの施工

当工事ではハンド融着を減らすために、様々な工夫を行ったが、負圧検査時の規格値をクリアできなかった最も大きな要因は技能者の能力にある。したがって、今後の課題としては熟練技術者の養成と同時に、「ハンド溶着技術マニュアル」などの標準類の作成も必要であろう。

9. あとがき

最終処分場は自区内処理の方向に進むものと予想される。そのため、これまでの課題であった施設のコントロール（維持管理性）、コミュニティ（地域との融和）などが益々求められ、同種の高規格処分場は全国的に整備が進むであろう。



写真-10 管理道路と法面緑化の状況



写真-12 公園 (近隣住民の憩いの場)



写真-11 テラス (近隣住民の憩いの場)



写真-13 屋内スポーツ施設