

広島港出島地区廃棄物埋立護岸工事

Project of Shore Protection of Dumping Ground for Industrial Waste
at Dejima Area, Hiroshima Harbor

宮本伸治	Shinji MIYAMOTO	(広島県空港港湾部)
徳沢裕爾	Yuuji TOKUZAWA	(広島県空港港湾部)
吉田宏志	Hiroshi YOSHIDA	(五洋建設(株))
村内英司	Eiji MURAUCHI	(五洋建設(株))
山口祐一郎	Yuuichirou YAMAGUCHI	(五洋建設(株))

広島県は、五日市処分場に替わる新たな廃棄物処分場として、出島地区港湾整備事業内の東側（埋立 5 工区）に出島地区廃棄物処分場を建設中である。この出島地区廃棄物処分場は、平成 10 年に改正された「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令」（昭和 52 年総理府・厚生省令第 1 号）に準拠した遮水シートを中心とした遮水構造となっている。

本工事報告は、上記の遮水構造を説明した上で、平成 18 年度に施工された「出島地区 17-11 工区工事」における施工状況およびその結果を報告するものである。

キーワード：管理型処分場、海上施工、遮水シート、固化処理土（IGC：D-10, H-7, K-12）

1. 出島地区廃棄物処分場の概要

出島地区廃棄物処分場の概要を以下に示す。

- ・設置場所 広島港出島地区（第 5 工区）
- ・施設規模 埋立面積 約 18ha
埋立容量 約 190 万 m³
- ・受入廃棄物種類
 - 産業廃棄物 汚泥・燃え殻・鉍さい等
 - 一般廃棄物 焼却灰
- ・工期 平成 15 年度～
- ・受入開始 平成 21 年度（予定）
- ・搬入方法 海上輸送
- ・埋立方法 廃棄物を水面下に埋立
- ・土地利用 緑地
- ・事業費 約 370 億円

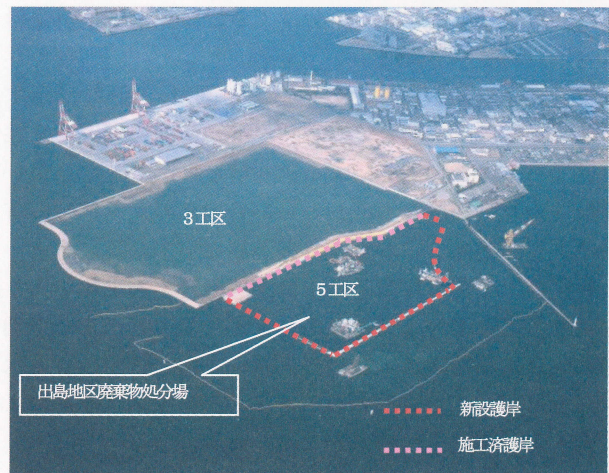


写真-1 出島廃棄物処分場全景 (H19. 2. 2)

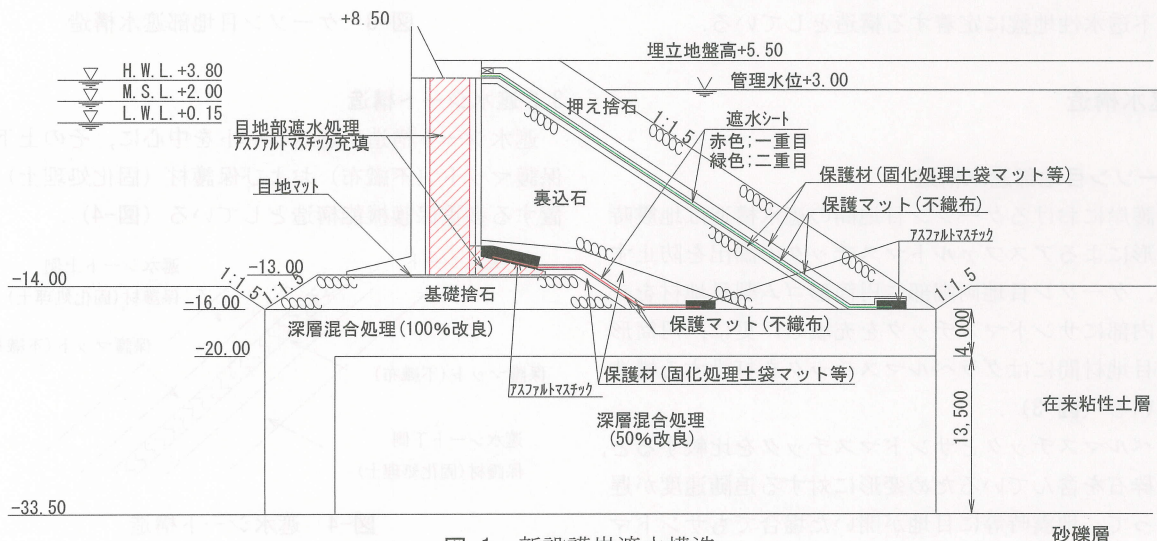


図-1 新設護岸遮水構造

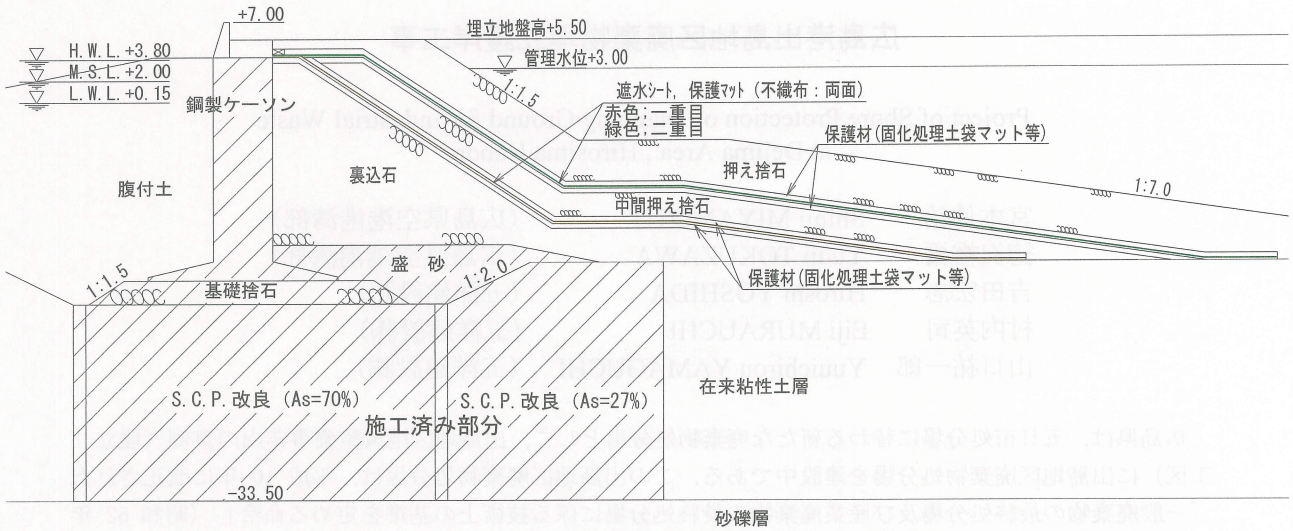


図-2 施工済護岸遮水構造

2. 護岸構造

出島地区廃棄物処分場の護岸構造および遮水構造は、広島県広島港湾振興局発注の委託業務により検討・設計されたものであり、大きく分けて新設護岸と施工済護岸に分けられる(写真-1)。

新設護岸と施工済護岸の構造図を図-1、図-2に示す。両護岸とも側面部は2重遮水シート、底面部は不透水性地盤である在来粘性土による遮水構造となっているが、基礎地盤改良工法およびケーソン目地部の遮水構造の有無により、遮水シート敷設位置が異なっている。

新設護岸の基礎地盤改良工は深層混合処理工法であり、改良後も不透水性地盤と評価できるため、遮水シート端部は改良体天端面に定着している。また、2層目の遮水シートはケーソン目地間のアスファルトマスチックによる遮水工と連続する構造としている。

一方、施工済護岸の基礎地盤改良工はサンドコンパクションパイル工法であり、改良後は不透水性地盤と評価できない。このため、遮水シート端部は改良範囲外で現地盤の不透水性地盤に定着する構造としている。

スティックが充填された円筒形ゴム製目地材が先に変形に追従するため、内部のグラベルマスチックが漏出する恐れは少ないと考えられる。

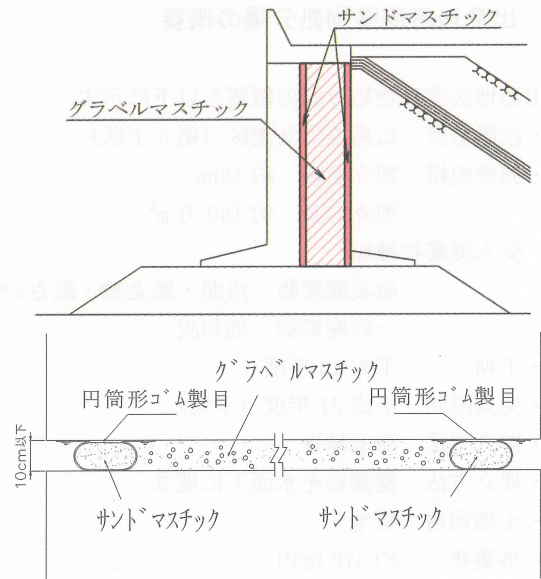


図-3 ケーソン目地部遮水構造

3. 遮水構造

3.1 ケーソン目地部遮水構造

新設護岸におけるケーソン目地間の遮水構造は地震時等の変形によるアスファルトマスチックの漏出を防止するため、ケーソン目地両端部に円筒形ゴム製目地材を設置し、内部にサンドマスチックを充填し、更に、円筒形ゴム製目地材間にはグラベルマスチックを打設する構造としている(図-3)。

グラベルマスチックとサンドマスチックを比較すると、前者は碎石を含んでいるため変形に対する追従速度が遅い。従って、地震時等に目地が開いた場合でもサンドマ

3.2 遮水シート構造

遮水シート構造は遮水シートを中心に、その上下面に保護マット(不織布)および保護材(固化処理土)を設置する多重保護機能構造としている(図-4)。

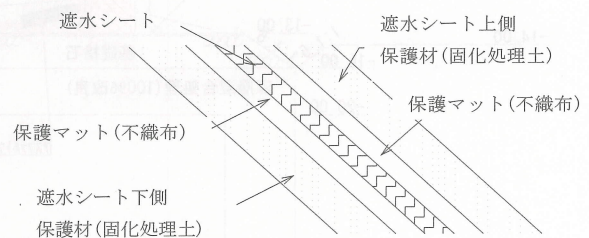


図-4 遮水シート構造

3.2.1 遮水シート

遮水シートは直鎖低密度ポリエチレンシート（以下、LLDPE）、 $t=3\text{mm}$ を使用している。

海面処分場で使用される遮水シートにLLDPEが使用されるのは出島地区廃棄物処分場が初めてである。

LLDPEの特徴を、海面処分場での使用実績の多い塩化ビニルシート（以下、PVC）と比較して以下に示す。

- ・機械的強度（引張・引裂・貫入強度）に優れる。
- ・対候性、添加剤の温水抽出性、耐微生物性に優れる。
- ・経済性に劣る（材料費で10%程度高価）。
- ・低温時の柔軟性に劣る。

3.2.2 保護マット（不織布）

保護マットは長繊維不織布、ポリエステル製、目付量 $850\text{kg}/\text{m}^2$ 以上を使用している。

3.2.3 保護材（固化処理土）

保護材は浚渫粘土にセメントを添加した固化処理土を使用している。

固化処理土の配合は類似の固化処理工法である「管中混合固化処理工法 技術マニュアル」（財団法人 沿岸開発技術研究センター）に準じるものとした。配合設計における諸数値を以下に示す。

①設計基準強度

固化処理土打設位置における土被り圧（ $\Sigma r \cdot h$ ）に相当する圧密降伏応力度（ P_y ）を確保する。

②不良率 P_x

遮水構造の一部であることから、安全を考慮して不良 P_x は15.9%とする。

③変動係数 v

「管中混合固化処理工法 技術マニュアル」に示されている標準値 $v=0.35$ とする。

④現場／室内強度比 β

実証実験結果より、固化処理土の現場／室内強度比 $\beta=0.5$ とする。

また、固化処理土は施工位置により打設深度、打設勾配が異なるため、大きく分けて4タイプの施工方法を用いた（図-5）。

①布製型枠内打設（現位置打設）

打設位置に先に布製型枠を敷設した後、固化処理土をポンプ圧送により打設する。適用は急斜面（1：1.5）でかつ気中部からの打設が可能な箇所を想定する。

②布製型枠内打設（打設後据付）

予め台船上で袋製型枠内に固化処理土を打設した後、所定の位置に据付ける。適用は斜面（1：1.5～1：4.0）でかつ気中部からの打設が不可能な箇所を想定する。

③直接打設（水中部）および④直接打設（気中部）

専用の打設船を使用して、固化処理土を直接打設する。適用は平坦面や緩斜面（1：7.0以下）を想定する。

3.2.4 必要摩擦係数

遮水シート構造は遮水シート～保護マット（不織布）～保護材（固化処理土）からなる5層構造となっている。急斜面（1：1.5）における安定は、これら異種材料間の摩擦係数に大きく依存するため、室内実験により摩擦係数を確認するとともに、安定計算による裏込断面の検討を行い、必要に応じてカウンター材を設置するものとした（図-6）。

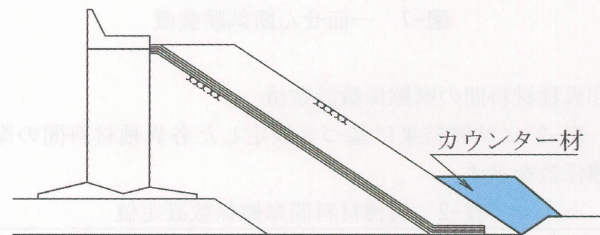


図-6 カウンター材の設置イメージ

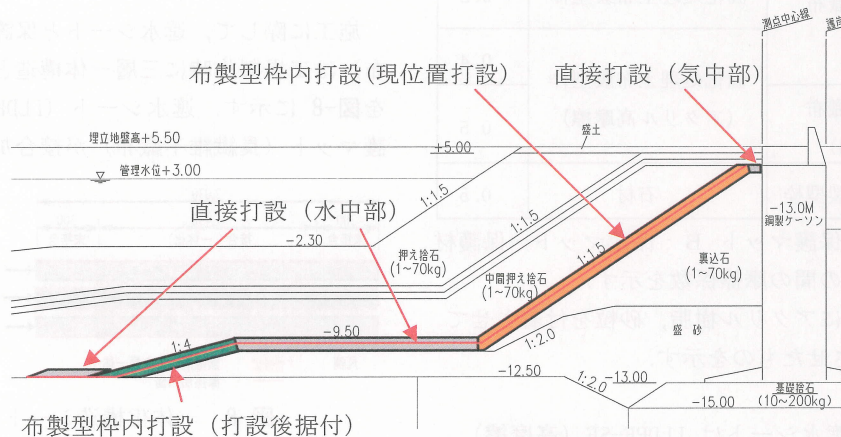


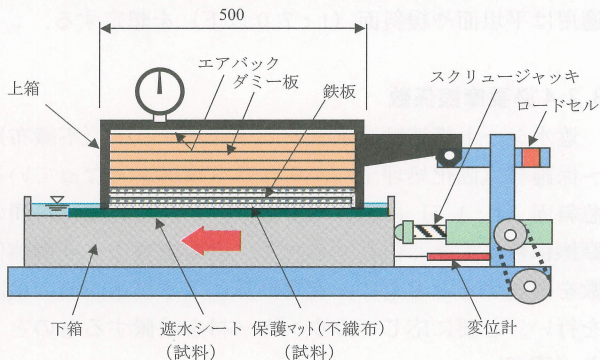
図-5 固化処理土打設方法

①摩擦係数確認試験概要

摩擦係数確認試験は一面せん断試験機を用いて実施した。表-1、図-7にその概要を示す。

表-1 一面せん断試験概要

試験装置	大型一面せん断試験機
せん断面の大きさ	25cm×50cm
垂直応力	最大 300kPa (エアバック圧力にて载荷)
	40kPa・80kPa・120kPa の 3 荷重で実施
せん断速度	可変 (1mm/min が標準)
せん断面の状態	水浸状態



遮水シート～保護マット間の摩擦係数測定の場合

図-7 一面せん断試験装置

②異種材料間の摩擦係数設定値

表-2 に試験結果に基づき設定した各異種材料間の摩擦係数を示す。

表-2 異種材料間摩擦係数設定値

遮水構造の組み合わせ			摩擦係数
A	LLDPE-S (一般)	長繊維不織布 (一般)	0.3
	LLDPE-SF (高摩擦)		0.6
B	長繊維不織布 (一般)	固化処理土布製型枠 (アクリル高摩擦)	0.2
			0.4
	長繊維不織布 (高摩擦)		0.5
C	固化処理土布製型枠	石材	0.5

*A：遮水シート～保護マット B：保護マット～保護材 C：保護材～石材の間の摩擦係数を示す。

*「高摩擦」は表面にアクリル樹脂、砂粒を付着させて摩擦係数を増大させたものを示す。

③断面設定

試験結果より、遮水シートは LLDPE-SF (高摩擦)、保護材は長繊維不織布 (一般)、固化処理土布製型枠の保護材と接する面はアクリル高摩擦を使用するものとし、

遮水シート構造の摩擦係数は 0.4 として安定計算を実施した。

なお、実工事に際しては試験でを使用した製品と異なる製品 (特に、高摩擦タイプ) を使用する可能性があるため、同様の試験により摩擦試験を実施し、使用材料間の摩擦係数が 0.4 以上であることを確認するものとした。

4. 施工状況および結果

以下に、平成 18 年度に施工された「出島地区 17-11 工区工事」における遮水工 (遮水シート工・遮水シート保護工) に関する施工状況およびその結果を報告する。

なお、本工事における遮水工施工箇所は施工護岸の 1 層目遮水シート部分である。

4.1 遮水シート工

4.1.1 使用材料

今回使用した遮水シートの材質は、海面処分場では初めての採用となる直鎖低密度ポリエチレンシートに高摩擦加工を施した LLDPE-SF・t=3mm である。黒い部分は標準部で、白い斑点模様になった部分が高摩擦加工を施した部分である (写真-2)。

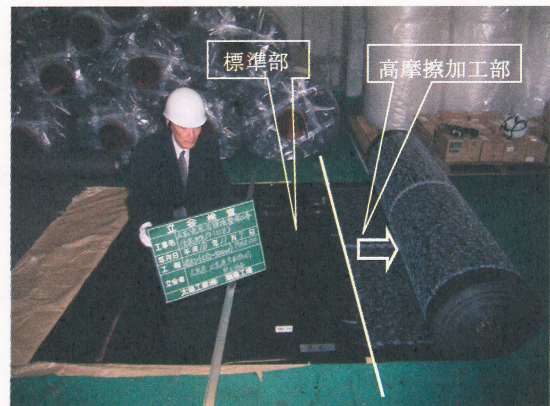


写真-2 LLDPE-SF (高摩擦加工タイプ)

施工に際して、遮水シートと保護マット (長繊維不織布) は工場製作時に三層一体構造とした。その基本構造を図-8 に示す。遮水シート (LLDPE-SF) を挟む形で保護マット (長繊維不織布) が接合加工されている。

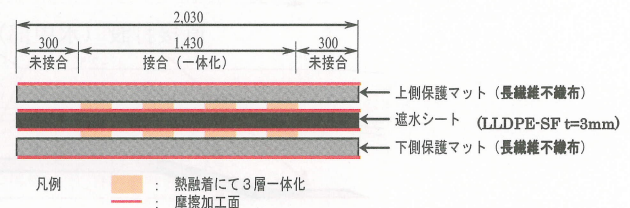


図-8 一体化構造シートの基本構造

4.1.2 施工方法

遮水シート工の施工フローを図-9 に示す。

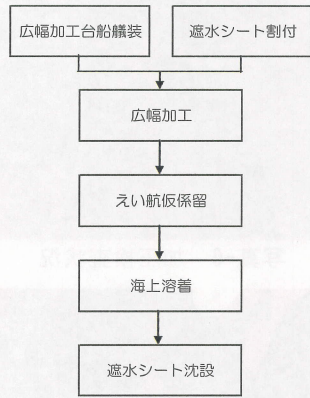


図-9 施工フロー

4.1.3 広幅加工台船

広幅加工は海上に引出すことが容易な陸上部に加工ヤードが確保できる場合は、陸上部にて加工するのが得策である。しかし、今回の施工ではヤードが確保できなかったため、広幅加工台船を構築し海上で施工を行った(写真-3)。

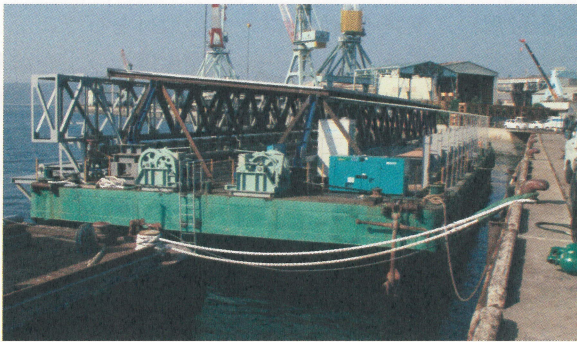


写真-3 広幅加工台船

広幅加工台船の主な装備は原反ロール受架台、送り出しローラ、ガンデルシート、張り出しステージ、屋根設備である。

受け架台は交互に高さを変え、下段に7基、上段に8基、合計15基設置した。交互に高さを変えて配置することでロールの設置作業ならびに引き出し作業を円滑に行うことができるように設置した。

送り出しローラはシートを円滑に送り出すために必要な設備である。

台船上では一度に7m程度しか溶着できないため、長さ50m程度のシートを完成させるためには、完成した部分を順次海上へ送り出しながら数サイクルに分けて施工しなければならない(写真-4)。

送り出しローラを使用することで、シート全体を均等に送り出すことができ、次サイクルの接合ラインを正常な状態に確保することができる。接合部の品質を確保する上で欠かせない設備である。

ガンデルシートは鋼材からシートを保護することおよびシート送り出し時の滑動を促進すること(鋼材と不織布とは摩擦抵抗が大きい)を目的として、台船上の溶着スペース全面(約8m×30m)に敷設した。材質はポリエチレン系シートで、厚さ1.5mmのものを使用した。

張り出しステージは完成した部分のシートを順次海上へ送り出しながら玉ブイを取り付けるためのスペースとして台船の側面に設置した。

屋根設備により、小雨時の溶着作業が可能となるとともに、直射日光を遮断することにより、遮水シートの温度上昇にともなう接合部の波打ち現象を抑えることができ、接合部の安定した品質を確保することができた。

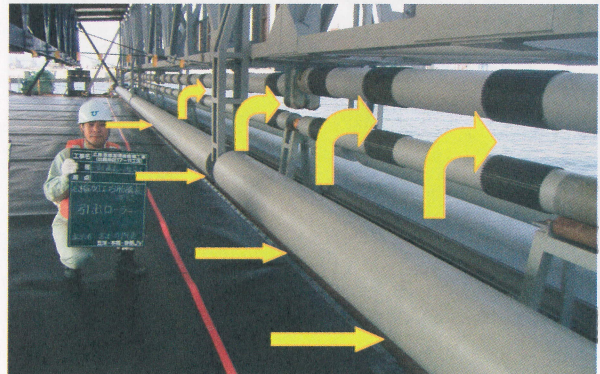


写真-4 送り出しローラ

4.1.4 遮水シート割付

施工範囲全体の割付図を図-10に示す。隅角部および断面変化部は、法面が折れる変化線を境界としてシートを分割し、割付シート同士の接合ラインがこの線に沿うように配置した。シート形状としては、長方形のロールを並べて加工するため、加工ロスが比較的少ない台形状とした。

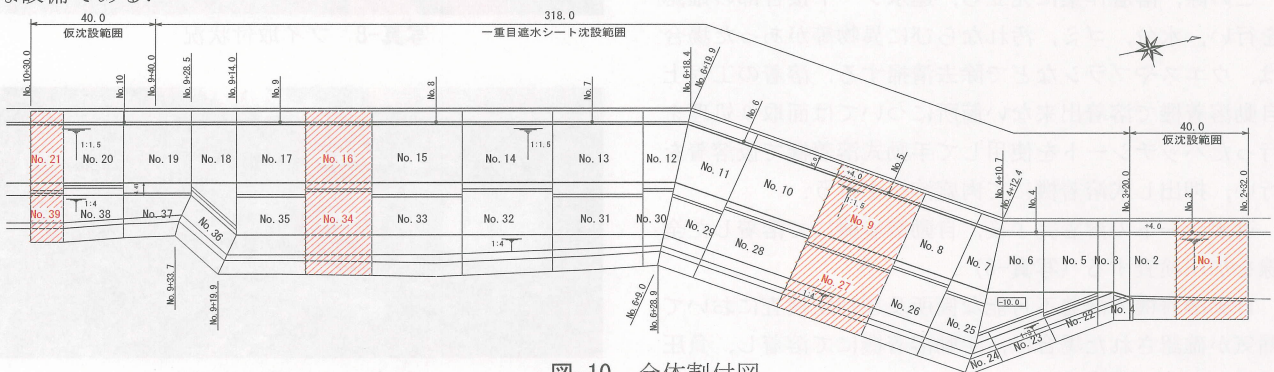


図-10 全体割付図

また、隅角部と隅角部の間、隅角部と断面変化部の間に調整シート（図-10 で赤斜線部のシート）を設定し、隅角部および断面変化部の沈設完了後に調整シートの割付幅を決定する設定とした。この調整シートの設定により施工延長を確保・調整するとともに、余分なシワや弛みの発生を防止した。

4.1.5 広幅加工

広幅加工は原反（W=2.0m）を割付図の形状寸法に加工するために、艀装台船上でラップ幅 10cm にて下側保護マット、遮水シート、上側保護マットの順で溶着作業を行うものである。以下に広幅加工の施工手順を説明する。

ロール状で搬入した一体化構造シートをロール架台から人力にて引き出し、所定のラップ幅を確保した段階で遮水シート下側の保護マットの溶着を行う。保護マットの溶着は手動式溶着機にて行い、溶着幅は 30mm とする。

遮水シート下側保護マットの溶着完了後、遮水シートの溶着を行う。遮水シートの溶着は自動溶着機（ツーシーム型）にて行う（写真-5、図-11）。



写真-5 溶着状況

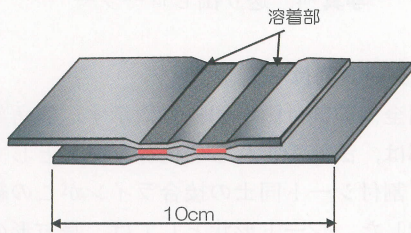


図-11 ツーシーム型自動溶着概念図

この際、溶着作業に先立ち、遮水シート接合部の確認を行い、水分、ゴミ、汚れならびに異物等があった場合は、ウエスやブラシなどで除去清掃する。溶着の工程上自動溶着機で溶着出来ない箇所については面取り処理を行ったパッチシートを使用して手動式溶着機で仮溶着を行い、押出し式溶着機にて肉盛溶着を行う。

遮水シートの溶着完了後、自動溶着機にて溶着した全線を加圧検査する（写真-6）。

自動溶着機で溶着不可能な箇所及び加圧検査において漏気が確認された場合は、手動溶着機にて溶着し、負圧検査を行う（写真-7）。

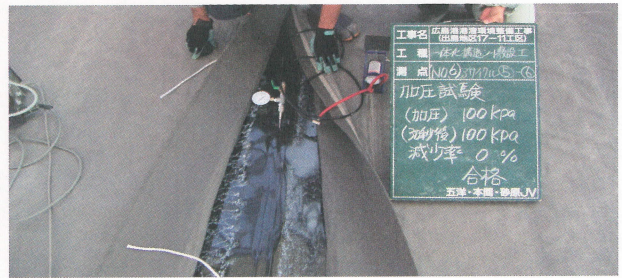


写真-6 加圧検査状況



写真-7 負圧検査状況

溶着試験完了後、天端フック（シート引出用、海上運搬用、天端固定用を兼ねる）、引付用フック（海上溶着時の引付用）、玉ブイ取付用フックの取付を行う。

フック取付完了後、遮水シート上側保護マットを溶着する。溶着は、遮水シート下側保護マットと同様に手動溶着機にて行う。

上記工程終了後、一体化構造シートを海上へ送り出しながら台船上にてブイの取付を行う。ブイの取付は遮水シートのラップ部分に取付けたフックを保護マットから出し、クレモナロープで行う（写真-8）。

また、溶着部の試験として加圧検査および負圧検査の他に、各原反ロールの接合部につき1箇所、引張試験を行った。試験は簡易引張試験機にて、本体シートの端部を抜き取り実施した。簡易引張試験の試験片は L150mm × W25mm で行った（写真-9）。



写真-8 ブイ取付状況



写真-9 引張試験状況

4.1.6 えい航仮係留

広幅加工終了後、広幅加工台船から送り出された一体化構造シートを引船2隻で所定の場所にえい航し、あらかじめ海中に設置した10t アンカーブロックにシートを固定し仮係留した（写真-10）。



写真-10 仮係留状況

4.1.7 海上溶着

仮係留したシートとシートの上に海上溶着台船を差し込み、それぞれのシート端部を台船上に引き上げ広幅加工と同手順にて溶着を行った（写真-11）。



写真-11 海上溶着状況

4.1.8 一体化構造シート沈設

仮係留されたシートの天端部分をバックホウ(0.7m³級)2台にてケーソン側の所定の位置に引き寄せる。

この際、下端部分は流される事がないように引船で緊張しておく。引き寄せたシートを天端フックに通した鋼管パイプを利用してケーソンにロープにて固定した後、法肩部分(天端部分)から法尻部分へ順次潜水士にて玉ブイを取り外し、シートを沈設した。(写真-12)



写真-12 遮水シート沈設状況

4.1.9 施工結果と留意点

今回、遮水シートとして使用したLLDPEとこれまでの施工実績の多いPVCとの比較を以下に述べる。

- ・LLDPE-SFは従来から使用されているPVCに比べ硬いため、ハンドリング等の施工性が懸念されたが、結果としては、特に、扱い難さは感じられなかった。
- ・剛性が強いので、手動式熱風溶着機では仮接合程度の溶着しかできない(人力では圧着力が不足、付きが悪い)。
- ・自走式溶着機による溶着ができない部分(手動式熱風溶着機にて接合した部分)や3枚重ね部分は、押出し式溶着機による肉盛り溶着(溶着棒が必要)を行い補強する必要があるため、PVCに比べ施工性・経済性が劣る。
- ・高摩擦加工を施した面同士を自走式熱風溶着機(ツイニー)にて溶着した際、溶着時の熱風でシート表面に吹き付けた加工材が溶け、熱風の吹き出し口が詰まり、溶着不良の原因となった。そこで、自走式熱風溶着機(コメット)を導入して対応した。基本的に自走式熱風溶着機にて施工可能であるが、高摩擦加工を施した面同士を接合する部分が必ず生じるので、自走式熱風溶着機を予め準備しておく方が得策である。

4.2 遮水シート保護工(固化処理土工)

4.2.1 使用材料

固化処理土に使用する浚渫土砂を事前に採取し、以下の基準で配合試験を行なった。

- ・設計基準強度: $qu_{ck} = 200 \text{ kN/m}^2$
- ・室内配合強度: $qu_{1} = 616 \text{ kN/m}^2$

配合は打設箇所の条件を考慮し、表-3に示す2種類の目標フロー値に対して設定した。

布製型枠内の打設に関しては型枠内の隅々に十分ゆきわたる流動性を確保するため固化処理土のフロー値150mmを採用した。

直接打設部に関しては、固化処理土の自立及び圧送船の混練り、圧送能力を考慮して固化処理土のフロー値120mmを採用した。

表-3 固化処理土配合

	布製型枠内打設	直接打設
目標フロー値	150mm	120mm
調泥含水比	232.8%	207.5%
セメント添加量	110kg/m ³	100kg/m ³
水セメント比	8.11%	8.68%

*セメント添加量は調整泥土1.0m³当り

*フロー値は「エアモルタルおよびエアミルクの試験方法(JHS A313-1992)」に準拠した方法で測定

4.2.2 浚渫・解泥

固化処理土に用いる粘性土は出島工区内にて浚渫し、

解泥したものを利用した。

解泥は所定の含水比になるように水中ポンプにて注水を行い、浚渫解泥船に搭載したバックホウ（0.7m³級）で泥土の攪拌を行った（写真-13）。



写真-13 解泥状況

4.2.3 固化処理土打設

固化処理土の打設は、打設場所の施工条件に応じて3タイプの方法にて行った（図-5 参照）。

①布製型枠内打設（現位置打設）

法面勾配 1:1.5 の斜面部に布製型枠を敷設し、固化を打設する方法。

②布製型枠内打設（打設後据付）

法面勾配 1:3.0 および 1:4.0 の斜面部に、艀装したプラント船を使用して、台船上で布製型枠内に固化処理土を打設し、硬化後据付ける方法。

③直接打設（水中部）

水中部の平坦部に、固化処理圧送船および艀装した直接打設船を使用して固化処理土を直接打設する方法。

④直接打設（気中部）

気中部の平坦部（裏込石の天端部）に、固化処理圧送船を使用して固化処理土を直接打設する方法。

4.2.4 布製型枠内打設（現位置打設）

布製型枠の敷設前に布製型枠の固定支持材として既設ケーソン天端にH鋼（H400）を2段設置した。H鋼設置後、布製型枠をクレーン付台船（40t 吊）および潜水士にて敷設した（写真-14）。



写真-14 布製型枠敷設状況

敷設に際しては、工場において幅 2.4m で製作された

布製型枠を最大で4列連結し、敷設用吊棒を使用して敷設した。

布製型枠の下端及び側面は固化処理土打設までチェーンにて押さえ、上部はH鋼にシャックルとナイロンスリングにて固定した。布製型枠同士の側面部はお互いにロープで固定し隙間の無いようにした。

固化処理土の打設は布製型枠敷設後、布製型枠上端部に取り付けた注入口から行った。固化処理土は固化処理圧送船を使用して圧送した。打設は潜水士により布製型枠内の充填状況を確認しながら行い、打設完了後注、注入口を結束した。なお、打設作業は圧送ホース2系列から同時に行った（写真-15）。



写真-15 布製型枠内打設状況

波打ち際対策シート（波打ち際での固化処理土硬化までの養生シート）は打設確認の際の障害になるので、打設中は取外し、打設終了後に再度設置する方法をとった。

打設ロット数は、下端部より1~4 ロットに設定し、配合試験より得た材令~軸圧縮強度の関連より、各ロットの打上高および次ロットまでの養生期間を設定した（図-12、表-4）。

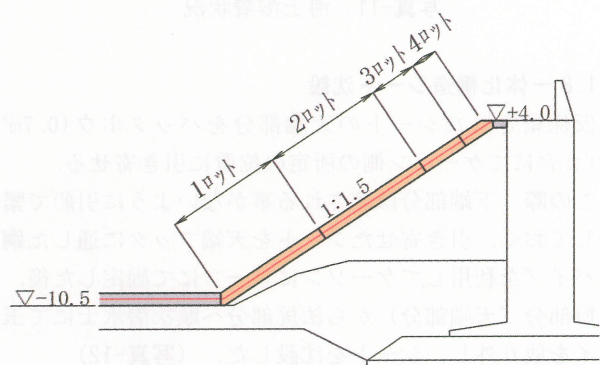


図-12 打設ロット割図

表-4 各ロットにおける打上高および養生期間

	打上高	養生期間
1 ロット	10m	48 時間以上
2 ロット	10m	24 時間以上
3 ロット	4m	24 時間以上
4 ロット	2~3m	—

4.2.5 布製型枠内打設（打設後据付）

布製型枠内打設に先立ち、台船上に布製型枠内側面の

固定枠としてH鋼及び端部型枠を設置した。

搬入した布製型枠を台船上に敷設し、艀装した固化処理土圧送船から固化処理土を圧送し、布製型枠内に打設した(写真-16)。

布製型枠内に打設から1日養生をとり、固化処理土が硬化した後、クレーン付台船(170t吊)にて専用の吊枠を使用し、所定の位置に据付けた(写真-17)。



写真-16 布製型枠内打設状況



写真-17 布製型枠(打設済)据付状況

4.2.6 直接打設(水中部)

直接打設は型枠の無い状態で水中の平坦部の広範囲に50cmの厚さの固化処理土を打設するもので、専用の直接打設船を艀装して行った。打設作業は、固化処理土圧送船から直接打設船に固化処理土を圧送し、直接打設船から水中へ打設した(写真-18)。

打設位置の管理は直接打設船に搭載したRTK-GPSを使用し、固化処理土の厚さは50cm以上を確保するために固化処理土の圧送量と打設シャフトの移動スピードを固

定することで管理した。また、打設中は定期的に潜水士により打設位置と固化処理土の厚さみの確認を行った(図-13)。



写真-18 直接打設状況図

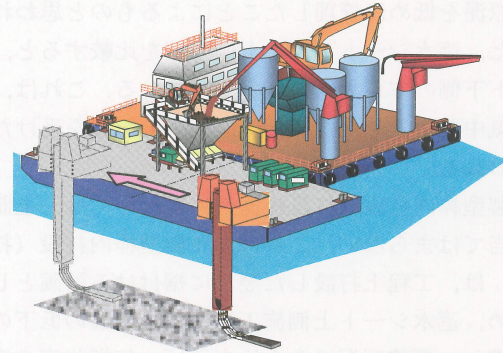


図-13 直接打設イメージ図

4.2.7 直接打設(気中部)

裏込材の天端部に固化処理土圧送船にて直接打設を行った。打設後は、表面が乾燥しないように養生を行った。

4.2.8 施工結果と留意点

① 固化処理土圧縮強度

固化処理土圧縮強度の管理は、打設後に現位置から試料を採取する場合には、遮水シートを傷つける恐れがあるため、固化処理土混練後・打設前に採取した試料で行うものとし、室内配合強度 $qu1 = 616 \text{ kN/m}^2$ を規格値とした。また、上記とは別に、予め試料採取用の細工を施した布製型枠を用いて、現位置打設箇所遮水シート下側、上側で各1回試料を採取し、打設後の圧縮強度を確認した。表-5にその結果を示す。

表-5 圧縮強度試験結果

【遮水シート下側：施工時期10～11月】

	布製型枠内打設		直接打設
	現位置打設	打設後据付	
目標フロー値	150mm		120mm
圧縮強度(平均)	1,088kN/m ²	864kN/m ²	1,287kN/m ²
規格値	616kN/m ²		
圧縮強度(打設後)	409kN/m ²	—	—
設計基準強度	200kN/m ²		
打設後/前強度比	0.38	—	—

【遮水シート上側：施工時期1～2月】

	布製型枠内打設		直接打設
	現位置打設	打設後据付	
目標フロー値	150mm		120mm
圧縮強度(平均)	701kN/m ²	1,009kN/m ²	967kN/m ²
規格値	616kN/m ²		
圧縮強度(打設後)	412kN/m ²	—	—
設計基準強度	200kN/m ²		
打設後/前強度比	0.59	—	—

*遮水シート下側・上側の位置関係は、図-4 参照。

*圧縮強度（平均）は、固化処理土混練後・打設前に採取した試料の圧縮強度の平均値を示す。

*圧縮強度（打設後）は、布製型枠内打設（現位置打設）において遮水シート下側、上側で各1回採取した試料の圧縮強度を示す。

布製型枠内打設（現位置打設）と直接打設の結果を見ると、圧縮強度（平均）の値は、目標フロー値の小さい直接打設の方が大きい結果となっている。これは布製型枠内打設では施工性（流動性）を考慮し、調整原泥の含水比を高め、直接打設では打設後の形状保持を考慮し、調整原泥を低めに管理したことによるものと思われる。

また、遮水シート下側と上側の値を比較すると、遮水シート下側の方が大きい値となっている。これは、供試体を気中養生としたため、気温低下の影響を受けたためと思われる。

布製型枠内打設（打設後据付）については、上記の傾向は当てはまらない。これは、布製型枠内打設（打設後据付）は、工程上打設した翌日に据付ける計画としていたため、遮水シート上側施工時には、気温の低下の影響を考慮し、調整原泥の含水比を下げ、初期強度の増加を図ったことによるものと思われる。

圧縮強度（打設後）の結果を見ると、打設時期による大きな違いは見られない。これは、打設現位置では水中養生となっているため、養生期間中の温度の影響が小さかったことによるものと思われる。

②固化処理土出来形

固化処理土の出来形の規格は、厚みに対し+50cm 以上、平坦性に対し遮水シート下側において $H/L < 0.2$ が求められた（図-14）。

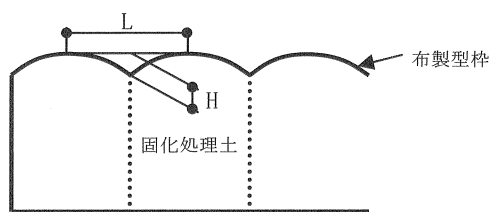


図-14 H/L の関係図

布製型枠内打設部については、型枠により形状が確保されるため、打設時に固化処理土が型枠内にいきわたり、所定の厚み以上が確保され、平坦性においても求められる規格内におさまる結果となった。

しかし、一部において型枠と型枠の横方向の継ぎ目部に隙間が生じたため、補助施工として、固化処理圧送船による直接打設により、隙間を埋めていく方法にて対応した。

直接打設部については、厚み及び平坦性に問題はなかったが、先行して施工された布製型枠内打設部に近接する箇所では、直接打設船の吐出口が接触する恐れがあるため、打設位置を離して設定するなどの考慮が必要であった。これによって生じる未打設部分や隅角部等の異型部分は、直接打設船を使用せずに、固化処理土圧送船を使用し、潜水土にて確認しながらの直接打設を行う必要があった。

5. おわりに

最後に、遮水シート工および遮水シート保護工（固化処理土工）の施工に関する留意点を述べる。

遮水シート工は、その施工範囲に隅角部や異形部など複雑な形状の箇所を含んでいることを考慮した遮水シートの割付を行い、海上溶着および沈設の手順等を定める必要がある。

また、本工事で使用された LLDPE-SF は、ハンドリング等の施工性に扱い難さは感じられなかったが、溶着に関しては、PVC と比較すると、自走式溶着機による溶着ができない部分が多く、手動式熱風溶着機にて溶着した部分も押出し式溶着機による肉盛り溶着で補強する必要があるなど、施工性・経済性に劣る結果となった。

遮水シート保護工（固化処理土工）は、4タイプ of 施工方法を用いたが、過去に同様の施工実績がないため、当初計画に加え、施工状況による改善を図り施工を進めた。

特に、布製型枠内打設（現位置打設）では、打上げ速度や出来形（厚み・平坦性）が布製型枠の強度に大きく依存しているため、布製型枠の破れに注意しながら、打上げ速度等を管理する慎重な施工が必要であった。

また、直接打設（水中部）では、打設状況の目視確認が不可能であるため、直接打設船に搭載した GPS を使用し、固化処理土の圧送量と打設シャフトの移動スピードを固定することで管理するとともに、定期的に潜水土による打設位置と固化処理土の厚さみの確認を行った。

参考文献

- 1) (財)沿岸開発技術研究センター：管中混合固化処理工法技術マニュアル，pp14-18，2001。

(2007年6月29日 受付)