

大深度 CS 処分場における直壁用ハンガー式遮水工の適用事例

○安藤ハザマ	技術研究所	土木研究部	正会員	永井	裕之
安藤ハザマ	技術研究所	環境開発部	正会員	笠	博義
安藤ハザマ	土木事業本部	技術第二部	正会員	足立	有史
安藤ハザマ	東北支店			水谷	隆司

1. はじめに

近年、我国では資源保全と環境保全を目指した循環型社会の形成が重要な課題であり、3R (Reduce、Reuse、Recycle) の推進と適正処理の確保が急務となっている。一方、新潟県中越沖地震、東日本大震災などの大規模な自然災害が多発しており、これらの災害時に発生する廃棄物は莫大なものとなっている。こうしたことから、3R の推進が適切に行われても、最終処分場は都市機能の一部として欠くことのできない重要な施設であると言える。

こうした背景において、クローズドシステム廃棄物処分場（以下 CS 処分場）は環境保全に留意した地域融和型最終処分場として注目され、各地で建設が進められている。CS 処分場は、処分場を屋根で覆うことで、雨水を遮断して浸出水を大幅に減少できるほか、粉塵や悪臭による周辺環境への影響を抑制し、景観の面からも優れている。さらに、天候に左右されず廃棄物の搬入ができるなどの利点がある。維持管理を含めた場合、経済性にも優位性があるが、オープン型処分場に対して埋立て容量が小さいという傾向があった。このため、近年の CS 処分場は大型化・大深度化が進んでいるが、コンクリート構造物の直壁部への遮水工の施工方法が技術的課題となっている。本報告は、大深度の垂直壁において高品質な遮水工を安全に施工する方法として開発しハンガー式遮水工とその施工事例について紹介するものである。

2. ハンガー式遮水工の概要

2.1 直壁遮水工の課題

直壁への遮水シート（以下シートと呼ぶ）の固定方法は、フラットバーにより固定する方法が一般的である。しかし、この方法では、高さ 10m を超える直壁では、施工性やその固定強度において以下の課題がある。

① 施工精度

高所作業という不安定な条件下でのシート固定では、高い鉛直精度を確保することが困難となるため、確実な品質を確保することが難しい。

② 施工性

高所作業が多くなるため、安全性確保のためには、作業手順を簡略化する必要がある。また、シートを吊り上げたままの不安定な状態では、風によるフラッターリングを受けやすくなるので、風対策が必要となる。

③ 温度による収縮

樹脂系材料のシートには温度による伸縮特性があり、気温に応じた必要余裕長を確保する必要がある。そのため、シート固定方法によっては、適切な応力分散ができず溶接部等に負荷が集中し、シートが破損する恐れがある。

キーワード 遮水工、CS 処分場、実大実験、温度応力

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ技術研究所土木研究部 TEL 029-858-8813

2.2 ハンガー式遮水工

前節で示した課題を踏まえ、「ハンガー式遮水工」を開発した。ハンガー式遮水工は、図-1 に示すように、予めコンクリート壁にガイドレールを打設しておき、端部を Y 字形に加工したシートの上端部に取り付けられたフックを壁面のガイドレールにはめ込み、Y 字加工の他方の上端部を、当該シートの上部に位置するシート下端に溶接することで遮水工を施工するものである（写真-1 参照）。以下に本工法の特徴を示す。

シートの自重をガイドレール側のシートが分担するため、上下シートの溶接部には引張応力が作用せず、確実に上下シートを一体化でき、高品質な遮水工を構築することができる。

- ① シートを完全固定とせず、ガイドレールに沿って左右にスライドできる方式とすることで、応力の分散緩和ができる方式となり、皺が減少し良好な外観を保つことができる。
- ② 壁面へのシート取付けが容易であり、高所作業の時間を短縮することができるため、施工性および施工時の安全性に優れている。

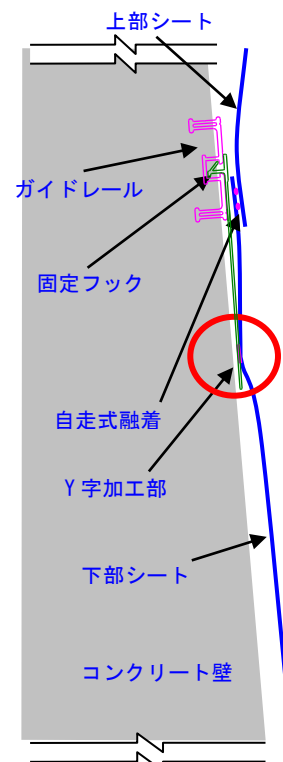


図-1 ハンガー式遮水工の概念

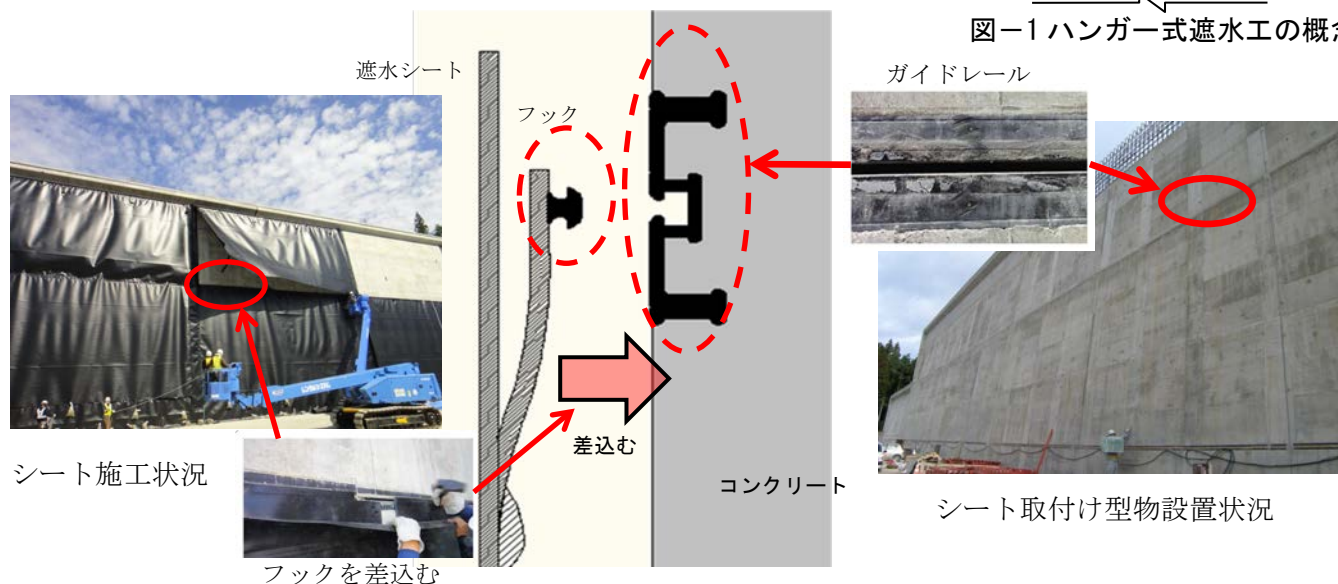


写真-1 ハンガー式遮水工法概要

3. 施工実験

3.1 実験概要

今回開発したハンガー式遮水工の施工性を確認するため、実大規模での施工実験を行った。安藤ハザマ技術研究所内の実験施設に設置した高さ約 8m の模型壁を利用して、ハンガー式遮水工の施工手順や品質を確認すると同時に、従来工法としてシートの背面に複数の固定箇所を設ける方法（点固定方式と呼ぶ）との比較を行い、品質、施工性、出来形および施工の安全性について評価を行った。なお、点固定方式とは、予め壁部の何点かに打

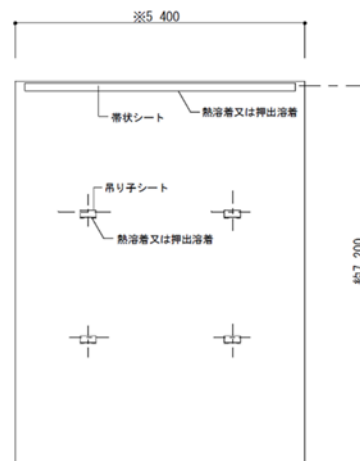


図-2 遮水シート裏面固定用シート取り付け図
（従来工法：点固定方式）

設してある固定用治具と遮水シートの裏面に取付けた固定用の短冊状のシートを押出し溶接で固定する方法である。図-2 には実験で施工した点固定方式の概要図、写真-2 には実験用模擬壁の全景を示した。なお、本実験は太陽工業㈱と共同で実施した。

3.2 実験結果

写真-3 に試験施工完了後の全景写真を示した。この写真からもわかるように点固定方式では、全体として不均一に皺が発生しているのに対して、ハンガー式遮水工では余裕代がシートの下端に集約されているため、たわみが生じるものの全体として平滑な仕上がりである。ハンガー式遮水工は、点固定方式に比べ押し溶接部分が減少するので、漏水発生リスクを減少させることができる。また、実験時の施工性においても、点固定方式と比較して約 2.5 倍の施工速度であることを確認した。特に、シートを吊り上げた状態で、シート裏面で溶接作業を行う点固定に比べ、予めコンクリートに埋込まれたガイドレールに、遮水シートに取り付けてあるフックを接合する方法は簡易であり、作業時の安全性は大幅に向上し、高い鉛直精度も確保できることがわかった。実験結果のまとめを表-1 に示す。

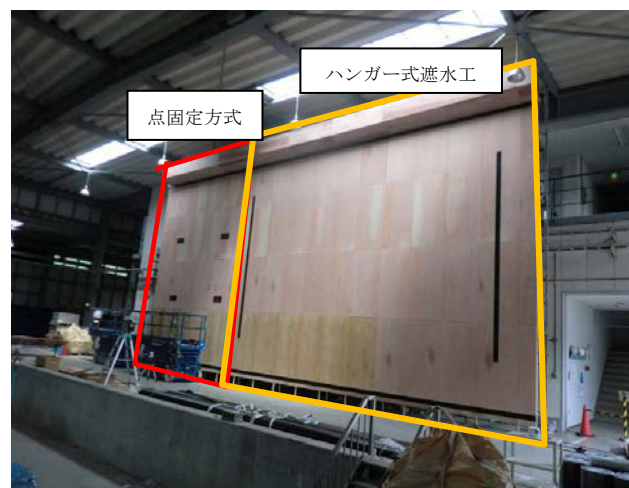
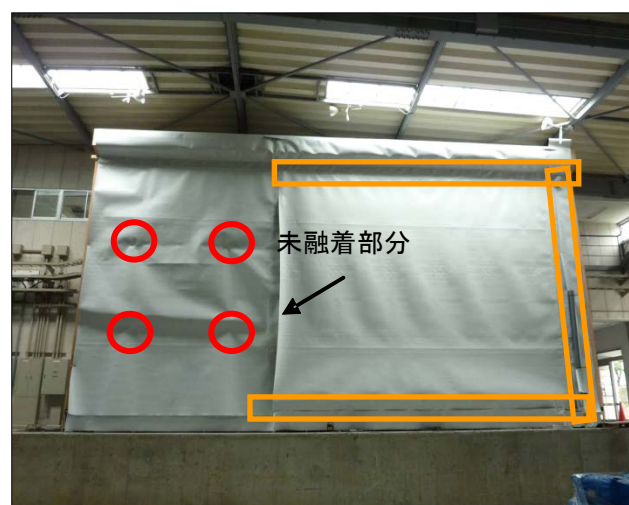


写真-2 実験用模擬壁全景



○：点固定部，□：ガイドレール設置位置

写真-3 施工実験完了全景

表-1 施工実験結果のまとめ

項目	評価
遮水性	両工法ともに不具合は認められなかったが、ハンガー式遮水工では押し溶接部が減少し、漏水リスクが低減される。
外観	ハンガー式遮水工では、皺やたるみが集中する部分が発生しないことが確認された。
強度	両工法とも引張り試験により、シート溶接部、嵌合部ともに目安値である 160N/㎡以上を確保していることを確認した。
施工性	点固定方式に比較して、ハンガー式遮水工は、2.5 倍の施工速度であることが確認された。
安全性	点固定方式に比較して、高所では煩雑な作業が大幅に減少し、作業時間が 1/8 程度に短縮されることから、施工時の安定性は大きく向上する。

4. 実施工現場への展開

4.1 現場概要

本工法は八戸市発注の八戸市新処分施設本体建設工事において採用された。本処分施設の建設地点は、図-3 に示すように青森県八戸市の中心部から南西に約 5km に位置し、標高は 80m 程度である。また、近隣の住宅地（八戸ニュータウン）から直線距離で約 400m に位置している。表-2 に工事概要を示す。本処分場の埋立容量は約 21 万 4 千 m³ であり、処分施設本体は、約 32 万 m³ の切盛土、約 6 万 m³ の鉄筋コンクリート構

造物で、膜屋根を有するクローズドシステムの処分場である。

膜屋根は、埋立てを開始する第一区画にのみ設置し、第一区画の埋立てが完了した後に、隣の区画へ移動していく構造である。図-4 に八戸市新処分施設の鳥瞰図、図-5 に処分施設の概要を示す。

遮水シート (t=1.5mm, 高密度ポリエチレン製) は、図-5 に示した 4 区画に分かれた処分施設の内面 (壁面図および底面) には敷設する。この処分施設には図-5 に示すように、高さ 16m の RC 製の直壁が存在し、直壁の天端部には最大で 60cm 程度のオーバーハング部がある。また、八戸市は冬季の気温が氷点下 10℃以下になる一方で、夏季には 30℃を超えるため、年間を通じて 40℃以上の温度差があることや、冬季には強風が吹くことも多いため、温度によるシートの伸縮への追従と、高所での作業時間を極力縮して施工時の事故発生リスクを低減することが強く求められていた。このような背景から、確実な品質を確保し、安全な施工を実現できる遮水シートの設置方法としてハンガー式遮水工が採用された。

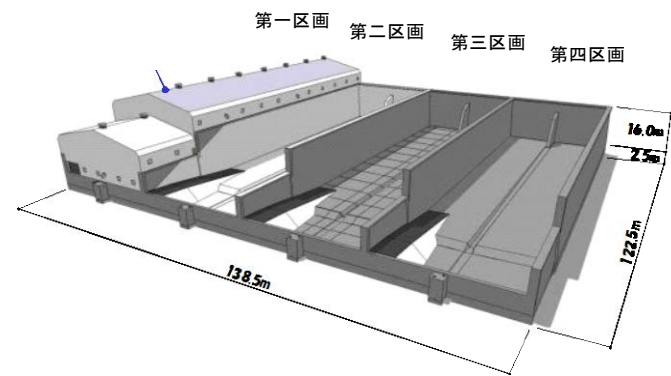


図-4 八戸市新処分施設の鳥瞰図

4.2 施工フロー

図-6 に施工フロー図を示す。以下にハンガー式遮水工により実施した壁面部の施工方法について説明する。



図-3 現場位置図

表-2 工事概要

工事名	新処分施設本体建設工事
企業者名	八戸市
施工場所	青森県八戸市字櫛引字湯ノ沢、字永森地域内
工期	平成22年9月29日～平成25年6月17日
工事内容	被覆型一般廃棄物最終処分場(管理型)
敷地面積	135,665㎡
埋立容量	214,000㎡(1区画: 43,500㎡)

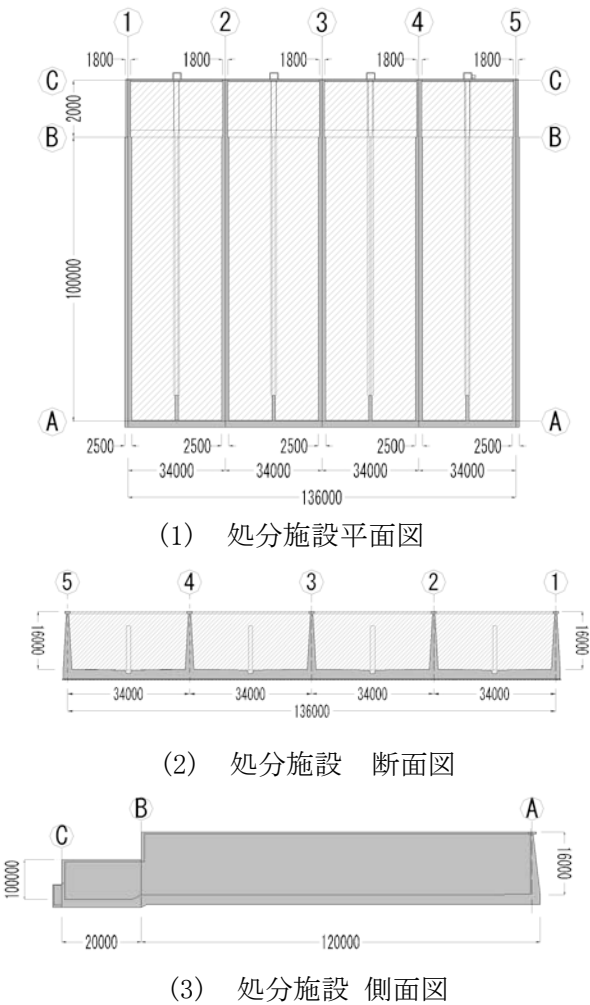


図-5 処分施設の概要 (1) ～ (3)

遮水シートを敷設する前に、躯体のひび割れ調査および壁面部の仕上げ確認を行う。これはひび割れによる外部からの漏水を防止すると同時に、壁面が平滑でない場合に、遮水シートを敷設した際にシートが損傷することを防ぐことを目的としている。

出来形検寸は、ロール単位で搬入される全ての遮水シートに対し実施し、その後、シートの加工（切出し）、設置を行う。なお、シートの設置には高所作業車、ウィンチ、滑車を用いて行うものとした。

シートの溶接は自走式溶接機、押出し溶接機の二種類の溶接機を使用し施工を行った。シートの溶接部は、次節で述べる手法により検査を行い、品質を確保することとした。

4.3 品質管理

品質管理項目は表-3 に示した方法で実施した。シートの外観目視検査以外は、シートの溶接方法に対して、加圧試験、負圧試験、スパーク試験の三種類の試験を行った。

①加圧試験

加圧試験にはシート専用の加圧試験機を用いた。対象箇所は自走式融着機によって接合された部分であり、初期圧力は 0.15MPa とし、加圧後 30 秒後に圧力値を確認し、減圧量が 20%以内であれば合格とした。本工事においては不具合箇所が発生せず、全数合格することができた。

②負圧試験

負圧試験には専用のバキュームテスト機を用いた。対象箇所は押出し溶接部であり、接合部周辺に石鹸水を塗布し、バキュームテスト機を十分にシートに密着させ 10 秒間負圧をかけ、シート接合部より気泡が発生しなければ合格とする。万が一、接合部より気泡が発生した場合には、漏気箇所を両端 100mm 以上のラップを含み再溶接、またはパッチ補修を行うこととしていたが、本工事では不具合は見られなかった。

③ スパーク試験

スパーク試験とは、バッテリーの電圧によりゴムパットに 15000 ボルト程度の高圧を発生させ、電磁誘導の原理によりシート導電層に電荷を発生させるものである。この試験が適用可能なシートは、予め背面に導電層を設けたものに限るが、真鍮（またはネオプレンゴム）のブラシをシートの上で滑らすだけで、シート

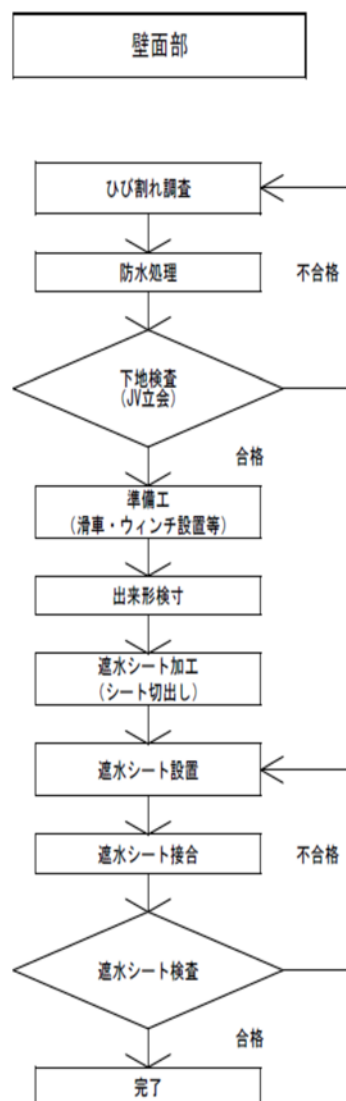


図-6 遮水シート 施工フロー図

表-3 品質管理項目一覧表

種別	試験方法	試験時期	試験回数	管理基準値
施工時	外観目視検査	敷設時	1ブロック毎 1回	損傷部なし
	溶接部剥離検査		毎作業日 供試体作製 1回/日	400N/25mm以上 (せん断強度) および剥離しない
	溶接部加圧検査 (HDPEシート)		対象箇所全数	0.15MPa (30秒間減圧20%以内合格)
	溶接部負圧検査		対象箇所全数	6.7KPa (10秒間気泡なし合格)
	溶接部スパーク検査		対象箇所全数	ブザーなきこと

表面の 0.5 mm 程度以上の孔や裂け目などの傷（穴）を容易に発見できる。具体的には、上記のような微小な傷があった場合、そこから電荷がブラシに漏れスパークが発生し、警報音（ブザー）が鳴ることで、シート損傷位置を知ることができる。本工事ではこの試験でも不具合はなかった。写真－4 に試験実施状況を示した。



写真－4 スパーク試験実施状況

4.4 施工時の留意点

ハンガー式遮水工において留意すべき点は、躯体へガイドレールを正確に設置するとともに、型枠へガイドレールを固定する際に、シートを傷付ける突起物が残置しないようにすることである。写真－5 にガイドレールの設置完了状況を示した。

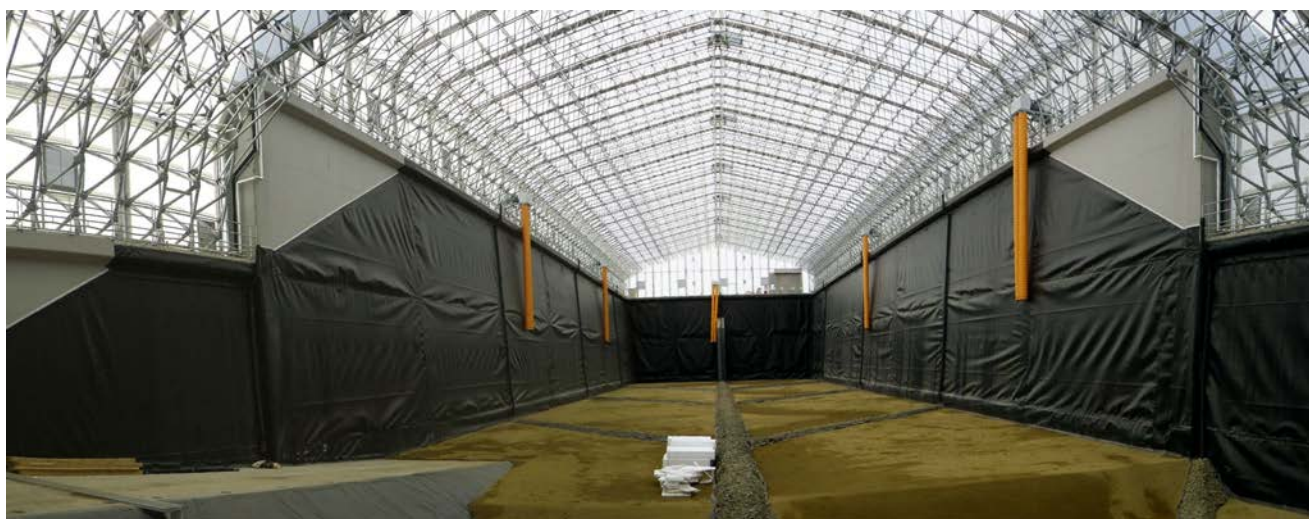


写真－5 ガイドレール設置完了状況

5. おわりに

処分場立地地点の土地の有効活用を図るためにも CS 処分場の大深度化・大型化が今後も想定される。こうした中で、大深度の直壁において短時間で高品質な遮水工を施工することができるハンガー式遮水工は、安全で確実な工法としてその有効性を確認することができた。写真－6 には、本工事におけるハンガー式遮水工の施工完了状況を示す。本工事では、高さ 16m の直壁、上端部のオーバーハングに加えて、斜めにシートを施工する部分などがあったが、写真のように、水平のガイドレール部に温度による伸縮に対応するための皺が見られるものの、全体として平滑なシート施工を実現できた。

最後に、本工事は平成 25 年 6 月に無事竣工を迎えることができた。発注者である八戸市環境部、建設部の皆様はじめ、御指導を頂いた関係者の方々に心より御礼申し上げます。



写真－6 ハンガー式遮水工 施工完了状況

6. 参考文献

- (1) NPO 最終処分場技術システム研究協会：クローズドシステム処分場技術ハンドブック, pp.2-3, 2012.
- (2) 笠 博義, 木川田一弥, 水谷隆司, 青山克巳, 山本 学：直壁用ハンガー式遮水工の開発と大深度 CS 処分場への適用, 第 68 回年次学術講演会, 2013.