

大規模クローズドシステム最終処分場の建設 Construction for massive Closed System final disposal facilities

池田 久人* 柴田 勝幸**
Hisato Ikeda Katsuyuki Shibata
小林 敬司*** 江頭 信之****
Keiji Kobayashi Nobuyuki Egashira
岡本 義洋*****
Yoshihiro Okamoto

要 約

大仙美郷環境事業組合一般廃棄物最終処分場建設整備工事は、秋田県大仙市において大規模のクローズドシステム型処分場を建設したものである。当該工事は、下流域に処理水を放流しないクローズドシステム型の一般廃棄物最終処分場として秋田県内で初めて採用されたものである。貯留部が計画容量に達した後は多目的な屋内施設としての使用も可能となっている。本書では、主要工種の施工上の留意点、管理方法、施工方法、設備概要等について報告する。

目 次

- § 1. 工事概要
- § 2. 造成工
- § 3. 貯留構造物工
- § 4. 遮水工
- § 5. 屋根工
- § 6. 浸出水処理設備
- § 7. ガス検知設備
- § 8. 換気設備
- § 9. 散水設備
- § 10. 照明設備
- § 11. おわりに



写真一 完成写真

§ 1. 工事概要

工 事 件 名：大仙美郷環境事業組合一般廃棄物
最終処分場建設整備工事

発 注 者：大仙美郷環境事業組合

工 事 場 所：秋田県大仙市南外字矢向地内

工 期：自 平成 18 年 6 月 29 日

至 平成 20 年 6 月 26 日

埋立面積，容量：5,944 m²，63,000 m³

埋 立 期 間：平成 20 年 4 月～平成 35 年 3 月

廃 棄 物 の 種 類：溶融飛灰固化物，不燃残渣，し尿汚
泥焼却灰

貯 留 設 備：内空断面 W61.6 m×L96.5 m×H11.5 m，
コンクリート 17,500 m³，鉄筋 1,190 t

遮 水 設 備：底面 鉄筋コンクリート(t=1.8 m)+
アスファルト遮水シート(t=4 mm，
6,040 m²)+漏水検知システム(電気式，
6,440 m²)，側壁 鉄筋コンクリート
(t=1.6,0.7 m+アスファルト遮水シ
ート(t=4 mm，6,040 m²))

被 覆 設 備：鉄骨造(建築面積 6,390 m²)，鉄骨 990 t，
散水設備 1 式，換気設備 1 式，ガス検
知設備 1 式，照明設備 1 式

浸出水処理設備：逆浸透膜方式(処理水量 10 m³/日)

防 災 設 備：防災調整池(容量 6,500 m³，30 年確
率雨量対応)

* 東北支店土木部土木課

** 東北支店若柳出張所

*** 東北支店八戸八日町出張所

**** 北陸支店水橋田伏出張所

***** 東北支店胆沢ダム出張所

工事工程表：1～2月は積雪により土木工事の一部を中止している（表一）。

§ 2. 造成工事

当該地の地形は、南北へ伸びた尾根筋と北西方向と北西方向へ伸びた尾根筋に囲まれた谷部で、北側に開かれている（図一1）。主要な土質材料は暗灰色凝灰質泥岩からなる。

泥岩はスレーキング率が99.3%と非常に高い材料であったため、盛土の沈下が懸念された。

その対策として、土運搬方法の改善を図った。具体的には、運搬に使用する機械を10t級ダンプトラックに替え、8m³級スクレーパーを使用することとした。これにより、泥岩を細粒化させながら盛土を実施することができ、残留沈下量の軽減を図ることができる（写真一2）。

§ 3. 貯留構造物工

貯留構造物は、二重の遮水機能を有することが求められ、底版および側壁の鉄筋コンクリートと遮水シートがその役割を持つ。そのため、底版および側壁コンクリートのひび割れの抑制を主要な課題として施工を行なった。

(1) 底版コンクリートのひび割れ抑制対策

底版コンクリートは8ブロックに分割して施工し、1打設あたりの数量を1,300 m³～1,600 m³（平均1,400 m³）とした（図一2）。ひび割れ抑制対策は以下のとおりである。

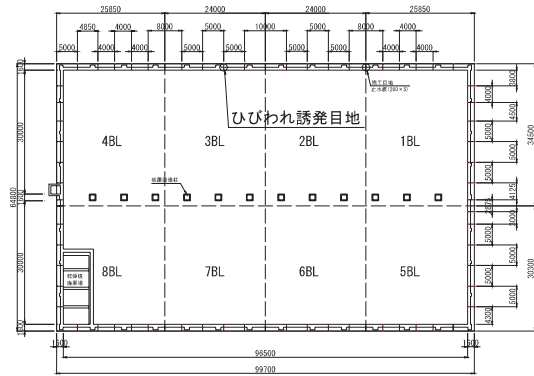
- ① 底版厚が1.8mと非常に厚く、温度応力によるひび割れの発生が懸念されたため、底版コンクリー

表一 工事工程表

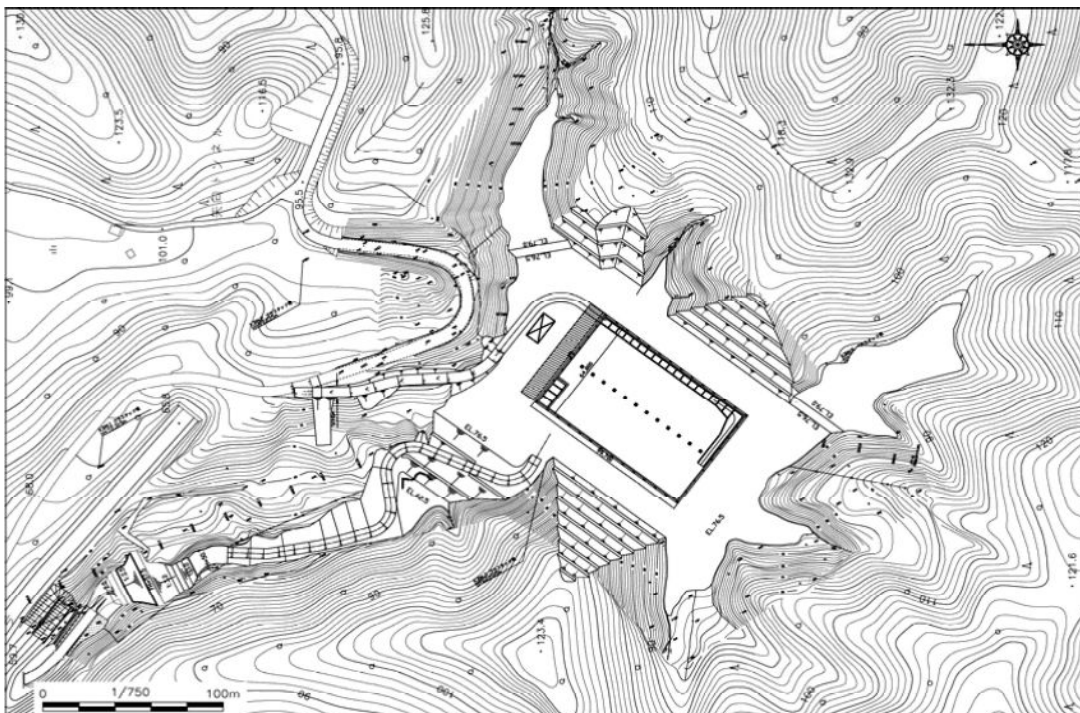
工種及び作業名	平成23年度				平成24年度			
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
造成工事	■	■	■	■	■	■	■	■
貯留設備工事					■	■	■	■
遮水設備工事					■	■	■	■
下水処理施設工事								
仮設設備工事					■	■	■	■
埋立土壌採取補填工事								
道路工事								
甲・乙池工事								
埋立土壌埋設工事								



写真一2 造成工事施工状況



図一2 ひび割れ誘発目地配置図



図一1 全体計画平面図

トの下部に基礎砂 (t=20 cm) を敷設し、基礎地盤の泥岩による外部拘束の抑制を図った (図-3)。

② 打ち継ぎ箇所の止水板を当初計画の塩化ビニル樹脂製からブチルゴム製に変更したことで、打ち継ぎ箇所の遮水性を向上させた。ブチルゴム製止水板の選定理由は以下のとおりである。

- a) ブチルゴムとコンクリートが化学反応により完全に密着するため、水道をなくすることができる。
- b) 表面の接着性により止水板の継手接合が確実かつ容易に行うことができる。
- c) 芯材に亜鉛引き鉄板 (0.4 mm) を使用しているためコンクリート打設時に変形しにくい。

(2) 側壁コンクリートのひび割れ抑制対策

① 誘発目地によるひび割れの抑制

側壁部に配置したひび割れ誘発目地により、ひび割れ発生箇所の集中を図った。目地間隔は5 mとし、壁厚1,600 mmの内440 mmを欠損させて27.5%を確保した (図-4)。使用材料は、止水板と同様のブチルゴム誘発目地を使用し、ひび割れ誘発箇所からの漏水の防止をおこなった。コンクリート標準示方書 (2002年制定) によると断面欠損率は、20%以上と規定されている。

② 打設リフトの改善

外部拘束によるひび割れの発生確率を確認するため、打設リフトの異なる以下の2ケースについて温度応力解析をおこない検討した (図-5)。

ケース1: 4.0 m + 3.5 m + 4.5 m (3リフト)

ケース2: 7.5 m + 4.5 m (2リフト)

温度応力解析の結果、ひび割れ指数はケース1の場合1.21、ケース2の場合1.36となり、側壁の打設リフトはひび割れ発生確率の低いケース2で施工した (図-6)。

§4. 遮水工

4-1 遮水シート工

遮水シートは底面、壁面とも含浸改質アスファルトシート (厚さ4 mm) を使用した。シートの幅は施工性および品質確保の観点から底面は幅4 m、壁面は幅1 mとした (重量は1 m²あたり5.0 kg)。壁面部のシートは法肩のみで固定する事が多い。しかしこの方法では、埋立物の荷重によるシートの引き込み力が法肩のみに集中し、シートの破損の要因となる。当該処分場は全面溶着を行い、シートにかかる引張荷重の分散を図っている。

施工管理における検査は真空検査を実施した (図-7)。当該検査はシート接合部に負圧 (0.0067 MPa) をかけることで接合不良の有無を確認するものである。簡素な方法であるが、溶着の不均一による空気の流れ等を容易に見つけることができ、速やかに補修を行なえる。

4-2 漏水検知システム

埋立地の底面および底面から1 mの側面の遮水シート

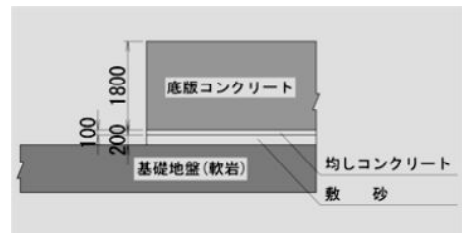


図-3 基礎砂概要図

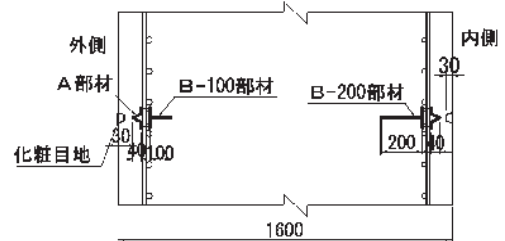


図-4 ひび割れ誘発目地配置断面図

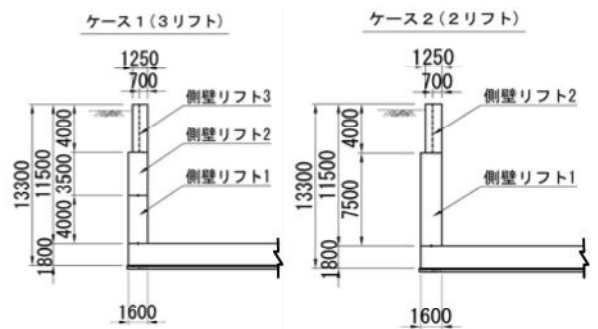


図-5 側壁打設リフト

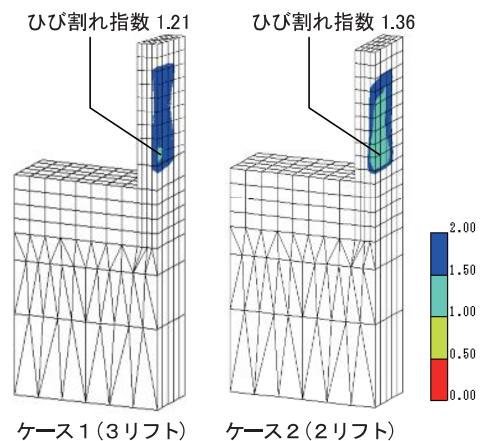


図-6 温度応力解析結果

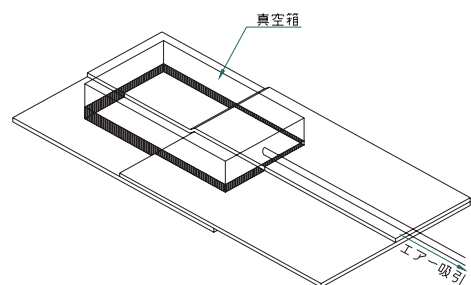


図-7 真空検査方法

を対象とする電気式の漏水検知システムを配置した。このシステムは遮水シートの両面に電極を配置し、上下の電極間の電位差の変動にて遮水シートからの漏水を検知するものである（図-8）。

漏水検知の精度は4m±2m以内で、移動式電極を併用することによりさらに範囲を絞り込むことが可能となる。計測は管理室内に配置した制御盤、PCにより自動で行ない、24時間体制で監視を行なう。

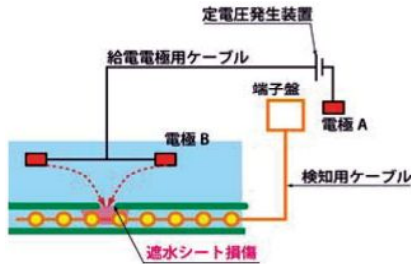


図-8 システム概要図

§ 5. 屋根工

被覆施設棟の屋根面積は6,918㎡、形状は切妻である。豪雪地域なので軒先に雨樋が無い代わりに、軒先をラジアル仕様としている。屋根勾配も、折板では比較的急な1/10となっている（図-9）。構造は鉄骨造で屋根梁に関しては、全長が約29m、3連結の水平弦トラス梁（H=2,050）の設計である。設計積雪量は2mで、雪おろしが必要となる警戒積雪量は1.4mである。水平弦トラス梁の積雪時の長期変位（中央部分）は最大で50mm、積雪なしでは15mmの設計である。

施工は、先行して水平弦トラス梁の地組を行い、完了してから柱の建方、通常の梁の架設、水平弦トラス梁の架設作業迄を、その日中に行うようにした。工区割りは、X方向（桁行き方向）に3スパン程度と少なめにし、西側のY1-2間の3スパンの建方を完了させてから、反対側（東側）のY2-3間の建方を行うような順序で行

い、重量鉄骨の建入れ精度を確保しやすい方法とした。建方用クレーンは、リープヘル220tを建物外周通路にセットして行った。アウトリガーの反力をコンピューター管理出来るタイプであり、地盤が盛土だったので、安全面で有効だった。

屋根材はハゼ式折板I型（W333mm・山高168mm）のKBハゼ333（JIS H-1733）を採用した。材質はガルバリウム鋼板（t=0.8mm）で、1枚当りの直線部の長さは約33mである。部材長が比較的長くラジアル加工付きのため、加工済み形状での搬入は困難と判断し、コイル状で現場に搬入し、スリッターからの現場成型を行った。現場での成型は、最初にI型に成型し、次にそれを裏返しにしてラジアル成型をした。成型後の材料は、直接レッカーで専用の吊治具を用いて仮葺きまで行った（写真-3）。



写真-3 屋根材現場成型状況

§ 6. 浸出水処理設備

6-1 水処理プラント

水処理プラントは、処理水量10m³/日である。クローズドシステム処分場では計画的に散水を行なうことが可能なので、処理水量は同規模のオープン型当該処分場の4分の1程度となり、経済的な運転が可能である。

散水は、塩類の洗い出しによる廃棄物の安定化と廃棄物の荷降作業の際の粉塵対策として実施する。

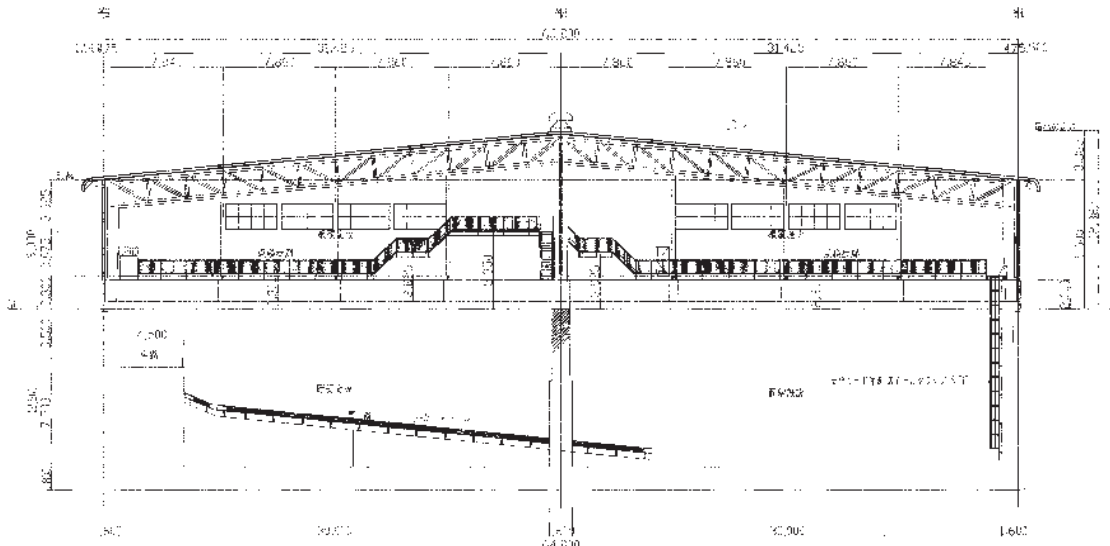


図-9 被覆施設断面図

当該処分場では処理水を埋立地の散水用水として再利用する無放流の施設である（写真一4）。処分場に従事する人の健康障害を防止、塩による配管の腐食防止のため、逆浸透膜方式による高度処理を行ない水道水並みの水質を確保している（表一2）。

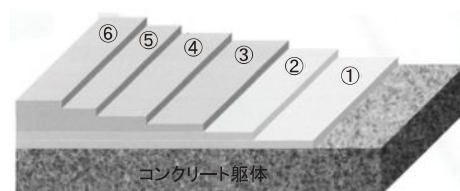


写真一4 逆浸透膜装置

6-2 ピット防水

処理前の水が流れる各ピットは床壁天井、全て防食D1種工法で施工した。今回採用した材料は、無溶剤型エポキシ樹脂（エポマー GP-303 D1種対応（冬用）タイプ）（図一10）で、無機酸、有機酸、酢酸、蟻酸及び洗浄剤、アルコール類に対する耐食性を有している。本材料は、一般的なビニルエステル樹脂とは異なり、スチレンモノマーが含まれないのでスチレン臭の発生がなく、良好な作業環境が容易に得られること、材料の取扱いが容易なので熟練技能者を必要としないこと等からノックロス仕様となり、ビニルエステル樹脂に比べ工期を約半分程度に短縮できた。

防食の施工は下地の乾燥状態のばらつきが懸念され、特に冬季の施工では若令の新設コンクリート下地の乾燥状態を判断する事は困難である。使用したGP-303は表一2の仕様の通り、下地水分に左右されない素地調整材 W-100をt=1mm以上を初めに施工するタイプなので上記の懸念がない。施工方法は、素地調整が指触硬化後に、GPプライマー（混合比 主剤：硬化剤=2：1）の所定量を十分混合攪拌し、ローラー刷毛で均一に塗布する。GPプライマーが指触硬化後に、上塗り①GP-303（混合比 主剤：硬化剤=2：1）の所定量を十分混合攪拌し、ローラー刷毛で均一に塗布する。同じ要領で指触硬化を確認してから、上塗り②から④まで行う（表一3）。硬化養生は、一昼夜を経過すれば軽歩行程度は可能である。十分な強度が発現するには20℃で約7日間必要である。



図一10 防食材の断面

表一3 防食材の工程および仕様

工程	材料名	使用量	施工方法
⑥ 上塗り④	エポマー GP-303	0.3 kg/m ²	ローラー、ゴム鏝
⑤ 上塗り③	エポマー GP-303	0.3 kg/m ²	ローラー、ゴム鏝
④ 上塗り②	エポマー GP-303	0.3 kg/m ²	ローラー、ゴム鏝
③ 上塗り①	エポマー GP-303	0.3 kg/m ²	ローラー、ゴム鏝
② プライマー	エポマー GP プライマー	0.15 kg/m ²	ローラー、ゴム鏝
① 素地調整1種	W-100	1.0 kg/m ²	金鏝
設計厚	1.0 mm 以上		

§7. ガス検知設備

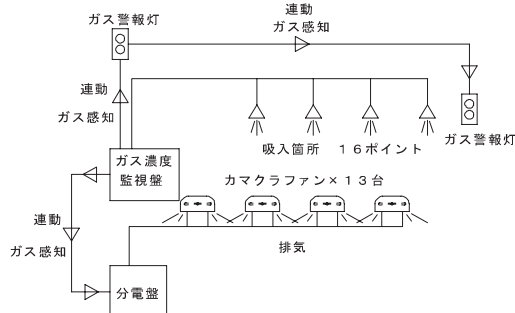
処分場内の空気環境を監視し、従業員及び搬送車両の運転者の作業環境を守る為にガス検知装置を設置している。これは、処分場内に設置したガス吸入管で処分場の空気を常時吸入監視し、規定濃度（表一4）以上の有毒ガスが検知された場合は、管理室の監視盤で感知を表示、鳴動しガス発生を知らせると共に、屋根に設置されているファンと連動するシステムである（図一11）。ガス感知レベルには2段階（表一4）の検知があり、1段階検知では処分場場内の警報器の警告灯が緑点滅すると共にファンが全数作動（13台）する。2段階検知では警報器の警告灯が赤点滅に変わる。

表一4 検知量

検知の種類	1段階	2段階	単位
メタン	25	50	LEL
硫化水素	10	20	ppm
酸素	18	18	VOL%
水素	25	50	% LEL
アンモニア	25	50	ppm
二酸化炭素	0.25	0.5	VOL%
温度	40	50	℃

§8. 換気設備

換気計画は、乾燥塩廃棄場及びピット部を除く容積に



図一11 連動システム図

換気回数を5回/時間とし算出されている(参考文献:井上宇市編:空気調和ハンドブック改訂4版). 屋根の形状から設置可能なファンを選定し, 総換気量と機器能力から設置台数は13台となる(写真一5). 台数を求める計算は下記の通りである.

総換気量V

$$V = \text{建物容積 (m}^3\text{)} \times \text{換気回数 (回/時間)}$$

$$= 60,053 \text{ (m}^3\text{)} \times 5 \text{ (回/時間)} = 300,265 \text{ (m}^3\text{)}$$

換気台数N(ルーフファン機器能力25,800(m³/時間))

$$N = \text{総換気量 (m}^3\text{)} \div \text{ルーフファン機器能力}$$

$$= 300,265 \text{ (m}^3\text{)} \div 25,800 \text{ (m}^3\text{/時間)}$$

$$= 11.6 \text{ 台} \rightarrow \text{余裕考慮し 13 台}$$

§ 9. 散水設備

散水設備は, 計画散水量14m³/日を約10分程度で散水できる設計である. 散水配管は, 長手方向に伸びている歩路両側及び中央からスプリンクラーヘッド(以下ヘッド)の設置位置をプロットし, 散水障害を確認した上でヘッドの能力及び数が決まっている(図一12, 13, 14). 配管は4系統で, ポンプ能力は, 900L/minで3台ローテーションである. なお, 冬季は凍結するのでポンプの電源を切ってから水抜き栓を「開」にして, 水抜き作業を行う必要がある.

§ 10. 照明設備

照明は一般建物の通路程度の照度を確保でき, 廃棄物ピット床面で90Lx程度の照度とした. 器具の取付位置は, 歩路からの電球交換ができる位置とし, 廃棄物中の塩の影響を考慮した上で塩害仕様でフッ素樹脂塗装の照明器具(HI 400W×1灯×42台)を採用した(写真一6).

§ 11. おわりに

クローズド型最終処分場は, 浸出水処理水を放流しないこと, 屋根付の閉鎖型であることから, 周辺住民の理解を得易い新しいタイプの処分場である. その反面, 屋根付きであるが故コストが高い等の短所もある.

環境施設に対する国民の意識が高まる中, 同型の処分場は今後益々増えることが予想される.

本工事は, すべての施設・設備を担当した施工事例である. 総合的な施工記録を整理することで, 今後の技術向上に寄与することを願っている.

参考文献

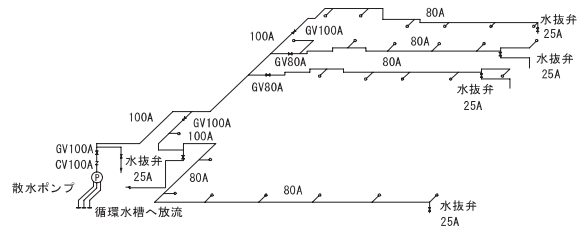
- 1) 土木学会:コンクリート標準示方書(施工編), 2002.
- 2) 全国都市清掃会議:廃棄物最終処分場の計画・設計要領, 2004.
- 3) 花島正孝, 古市徹監修 クローズドシステム処分場

開発研究会編著:絵で見るクローズドシステムシステム処分場, 2006.

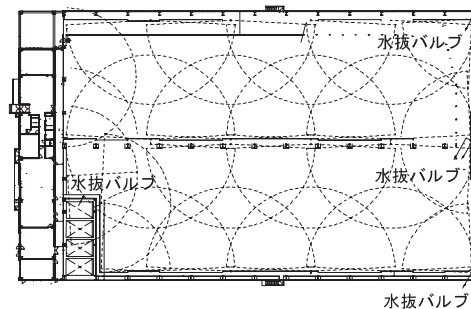
- 4) 井上宇市:空気調和ハンドブック改訂4版.



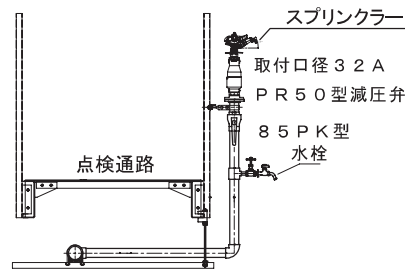
写真一5 換気ファン設置状況



図一12 散水設備系統図



図一13 散水設備平面図



図一14 散水設備断面図



写真一6 照明器具取付状況