

旭川市廃棄物最終処分場における遮水工施工管理事例

松崎達也¹・貫洞 悟²・佐井孝明²・沼田淳紀³・水野克己⁴

1 正会員 飛島建設株式会社 名古屋支店土木部工事課（〒460-0015 愛知県名古屋市中区大井町 6-14）

2 飛島建設株式会社 札幌支店土木部工事課（〒060-0001 北海道札幌市中央区北 1 条西 19 丁目 1）

3 国際会員 飛島建設株式会社 技術研究所（〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472）

4 国際会員 工博 岡山大学大学院自然科学研究科（〒700-8530 岡山県岡山市津島中 3-1-1）

近年、新規廃棄物最終処分場建設工事反対という社会情勢の中で、多くの新規最終処分場の計画中止または裁判紛争などが生じている。これは、市民の廃棄物最終処分場の施設ならびに事業者、施工者に対する不信感が起因していると考えられる。このため当処分場建設に当たり、安全性に対する市民の不信感を直視し、商品（廃棄物処分場）のクオリティを追求し、その商品を使用する顧客（市民）に対して、コミュニケーション活動（積極的な情報公開）を行った。

キーワード：廃棄物処分場、情報公開、品質管理事例

1. はじめに

最終処分場建設工事における遮水施設の重要構成要素である遮水シートや粘土ライナー（以下、ベントナイト混合土と呼ぶ。）の施工不具合は、周辺環境汚染に対する危険性と最終処分場建設工事に対する住民の不信・不安を生じさせる。このため、北海道旭川市では芳野廃棄物最終処分場（仮称）（以下、旭川市最終処分場と呼ぶ。）の建設工事に際し、安全性と信頼性の向上を目的として、ベントナイト混合土の性能として国内基準の 10 倍を下回る透水係数 $1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 以下を要求した。

また、施工した遮水工事の内容に関しては、その責任の所在を明確にするためにトレーサビリティが要求された。このため、仕様書で要求された性能・事項を満足する施工を行うために、従来までの施工管理に関する問題を検討し、新たな施工管理及び品質管理体制により施工を行った。

2. 最終処分場の遮水構造概要

旭川市最終処分場は、北海道旭川市江丹別町に位置し、埋立容量 1,840,000 m³、埋立面積 132,000 m² の管理型一般廃棄物処分場である(写真 - 1)。主要遮水構造の規模は、遮水シート約 150,700 m²（メタロセン触媒ポリエチレンシート 厚さ 1.5 mm、2.0 mm）、ベントナイト混合土約 28,030 m³（砂質系火山灰に USA 産 Na 型ベントナイト約 14%を混合）である。



写真 - 1 旭川市最終処分場全景

3. 芳野最終処分場遮水工施工管理協議会の設立

施工時に発生する不具合を最小限に抑えるために発注者・企業体・協力会社で『芳野最終処分場遮水工施工管理協議会』を設立し、不具合発生時の連絡体制・リスク回避を目的として、表-1 に示す「品質保持10則」を制定した。

遮水シートに関しては、遮水シート接合作業者の制限化と接合箇所検査員の責任を明確化した。

ベントナイト混合土に関しては、ベントナイト混合土に関する講習会を定期的の実施し、品質管理に対するモチベーションを高めるようにした。次にその具体的な内容について述べる。

(1) 遮水シート接合作業者の制限化

品質保持10則の主旨により、一定水準の技能・熟練度を有する接合作業者による遮水シートの接合を行うことを目的として、接合作業者の制限を行った。

接合作業者全員に対して、講習会と面接と接合技能試験を行い、合格者のみに接合作業を行うことのできる資格を与える制度を設けた。試験は、公平と公開を目的として、発注者・施工監理者・企業体職員・協力会社施工管理者の立会いの下で行い、合否判定も同様に行った。

技能試験は、熱風ゴテ式自動溶着機（以下、自動式溶着機と呼ぶ。）、押出し溶接機、手動熱風式溶着機を使用し、試験の合否は、遮水シート各接合箇所の目視外観検査、加圧・負圧試験、せん断引張試験、剥離試験を実施して判定した。技能試験合格者には、『芳野最終処分場遮水工施工管理協議会』から「接合作業資格者証(写真 2)」を発行し、周囲から確認できるように、資格者証をヘルメットに貼り付けることを義務とした。また、合格者にも定期的に技能講習を実施した。

表 - 1 品質保持10則

しゃ水工施工にあたっての注意事項 (しゃ水工品質保持の10則)	
当処分場は、 1.しゃ水シート 2.粘土ライナー 3.ベントナイトシート	3つのしゃ水シート構造で、浸出水の漏水を防ぎます
この3つの要素の1つでも欠けると、欠陥の処分場になります。以下の現場内のルールを守っていただき、みんなで安全でよい処分場を作りましょう。	
1.くぎ、金物、工具は、しゃ水シートを破る原因になります。スコップ等をうっかり直接シートの上に置かないようにしてください。	
2.丁張り材が下地に残らないようにしてください。途中で折れた杭も埋めずにしっかり掘って除去してください。	
3.法面等湧水箇所があるようでしたら、見逃さずに各職長さんかJV職員に連絡してください。	
4.シートのシワを極力作らないように延ばしてください。	
5.しゃ水シート、不織布設置後は、商品です。汚さないようにしてください。長靴の裏の泥を取ってから、上を歩いてください。	
6.重機での破損も多いのでシートの付近で重機作業はしないでください。	
7.ベントナイトは、水に対して非常に敏感で弱い性質です。降雨に対してはシートを敷いて養生するしかないので、急な降雨時は、シート張りに協力してください。	
8.農ビシートは、絶対に穴をあけないでください。またシワも極力なくしてください。	
9.ベントナイト混合土に燃料(ガソリン等)をこぼさないでください。	
10.しゃ水工施工ヤードでの喫煙は禁止です。重機の中も禁煙です。	
もし、しゃ水シート、ベントナイト、ベントナイトシート等を破損してしまった時は 隠さずに職長やJV職員に申し出てください。	



写真 - 2 接合作業資格者証

(2) ベントナイト混合土講習会の開催

ベントナイト混合土施工開始前に、事前講習会を実施した。

講習会受講者の対象は、重機オペレーターを含む

ベントナイト混合土施工にかかわる全員とした。講習会の内容は、①原料土・ベントナイトの管理②ベントナイト混合土製造・保管③運搬・盛立・転圧④施工管理の4項目であり、各作業グループに分かれグループディスカッションを行った。測量、基盤、敷き均し、転圧、締固め度、降雨対策等、予想される不具合とその判断基準を数値化し、不具合発生時に担当責任者からの報告・連絡・是正処置方法・是正報告・再発防止対策をフローにまとめ、ポスターにして建設事務所に掲示した。また、不具合に対して速やかに処置が行われるようにネットワークシミュレーションを繰り返し行い、表-2に示すような「不具合発生時連絡体制」を整え施工を行った。

実際に起こった不具合発生時も、繰り返し行ったネットワークシミュレーションの成果で不具合を最小限に留めることが出来た。

4. 施工品質管理事例

(1) 遮水シート施工品質管理事例

遮水シート接合作業において接合精度に大きく影響を与える因子は、①遮水シート表面温度②自走式溶着機の接合温度③自走式溶着機の接合速度の3点である。遮水シートの表面温度は、冬季は-10℃から夏季は80℃まで幅広く変化する。そのため者水シート表面温度に応じた、最適な自走式溶着機の接合温度と接合速度で作業を行うことが不具合の発生防止となる。事前に遮水シート接合サンプルを704点作成し、せん断引張試験・剥離試験を実施しその結果から、自走式溶着機の接合温度・接合速度を決定、表-3に示す「接合管理マニュアル」を作成し、作業を標準化した。

遮水シート全接合箇所において、接合者と接合検査員の責任の所在と判断基準を明確にするために

写真-3に示すように、接合者は遮水シート接合箇所①接合者氏名②接合年月日③天候④遮水シート表面温度⑤接合機番号⑥接合機温度・速度の6項目を直接記入するように義務付けた。また、接合検査員は、遮水シート接合部に①検査員氏名②検査年月日③検査項目④合否判定の4項目を直接記入するように義務付けた。ISO9001に準じて、

表-2 不具合発生時連絡体制

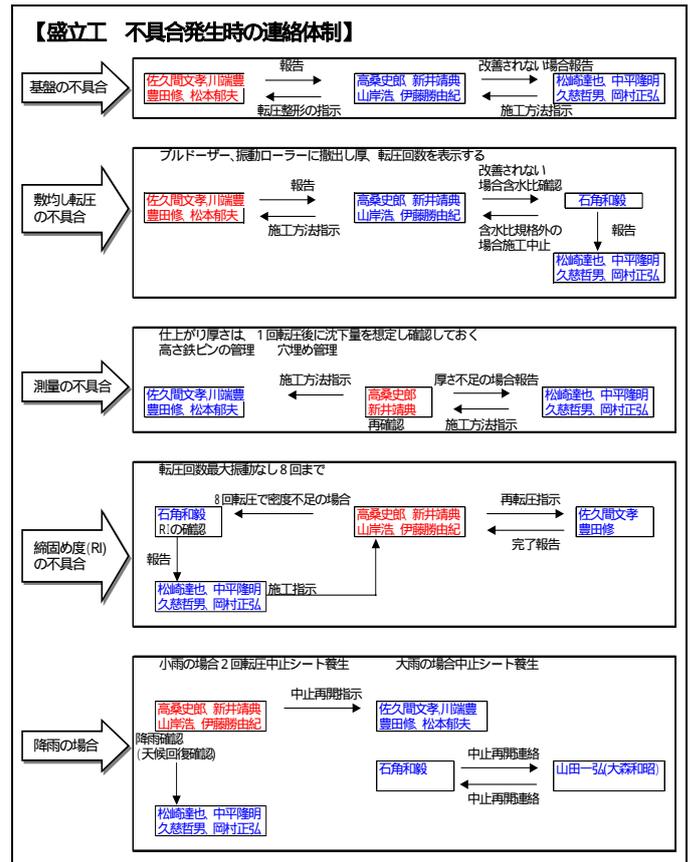


表-3 接合管理マニュアル

たぐいまのシート温度・接合速度・接合温度状況						
シート温度	接合速度 (m/分)		接合温度 ()		接合速度	接合温度
	下限値	上限値	下限値	上限値	平均(m/分)	平均()
1~5	0.8	~ 1.4	470.0	~ 500.0	1.1	482.9
6~10	1.1	~ 1.5	460.0	~ 490.0	1.3	473.1
11~15	1.2	~ 1.5	450.0	~ 490.0	1.4	470.9
16~20	1.3	~ 1.6	450.0	~ 480.0	1.5	467.8
21~25	1.3	~ 1.6	450.0	~ 470.0	1.5	464.5
26~30	1.4	~ 1.8	450.0	~ 480.0	1.6	462.5
31~35	1.4	~ 1.8	430.0	~ 480.0	1.6	454.4
36~40	1.4	~ 2.0	430.0	~ 470.0	1.7	450.8
41~45	1.4	~ 2.0	430.0	~ 470.0	1.7	445.2
46~50	1.6	~ 2.0	420.0	~ 460.0	1.8	441.3
51~55	1.6	~ 2.0	410.0	~ 450.0	1.8	434.2
56~60	1.8	~ 2.0	420.0	~ 450.0	1.9	432.4
61~65	1.8	~ 2.0	410.0	~ 450.0	1.9	430.0
66~70	1.8	~ 2.0	420.0	~ 420.0	1.9	420.0



写真-3 遮水シートに責任の所在を記入

遮水シート接合箇所に入力した内容は、「遮水シート接合管理表」に記入し文書化した。また、接合部の不具合時には、その内容と施工是正方法も「遮水シート接合管理表」に記録した。**表 - 4**に遮水シート施工延長41.494kmの不具合の結果と比較して他の事例¹⁾を合わせて示す。接合部の検査方法は、加圧0.15Kpa、加圧時間は2分である。

(2) ベントナイト混合土施工品質管理事例

旭川市最終処分場におけるベントナイト混合土の施工では、**表 - 5**に示すように自主管理測定頻度を設けて品質管理を行った。その管理方法を以下に述べる。

a) 含水比管理

降雨時や露による含水比増加を防ぐために、ベントナイト混合土の母材である火山灰と製造後のベントナイト混合土は、常に養生シートを敷設し仮置き・貯蔵を行った。また、ベントナイト混合土整形完了後も降雨や露による影響を防ぐために養生シート敷設を行った。

b) 表面不陸精度

ベントナイト混合土の表面仕上げを、コンクリート構造物と同等の仕上がり精度にするために、重機仕上げ作業に作業員を配置し表面仕上げの施工を実施した。

また、施工サイクルを見直し、夜間作業でベントナイト混合土の盛立・転圧作業を行い、翌朝から仕上げ作業を行う施工サイクルに変更した。このため、**写真 - 4**に示すように、夜間作業でも高さ管理が必要になったため、夜間測定可能で最大±50%勾配測定可能なレーザーレベルをブルドーザーの土工装置に取り付け、連続して高さ確認を随時行うと同時に、重機オペレーターと測量作業におけるヒューマンエラーを最小限にした。また、昼夜間連続施工が可能になった。

図 - 1に最小二乗法による平坦性の評価結果を示す。

c) 締め固度・透水係数

10t級振動ローラーにより転圧を行い、あらか

表 - 4 施工管理の程度とシート破損部の関係比較

調査研究による遮水シートの損傷頻度 ¹⁾		施工実績 (孔穴数)
施工管理ランク	避けられない孔穴数	
施工管理が不良	17個/ha	1.6個/ha 接合延長 約4.15km
通常の施工管理	8~10個/ha	
極めて良好な施工管理	1~2個/ha	

表 - 5 ベントナイト混合土管理項目表

	管理項目	旭川市 管理基準値	設計 測定頻度	自主管理 測定頻度
①	含水比	許容範囲 10~30%・ 最適含水比 21%	混合前・転 圧後	原料土搬入 時・ 混合前・盛立 前・転圧後
②	表面 不陸精度	H=±2.5cm・ 出来映え	10m×10m に1回	5m×5mに1回
③	締め固度・ 透水係数	Dc=90%以 上・k=1×10 ⁻⁷ cm/s以下	500㎡に1 回	約48㎡に1回



写真 - 4 夜間レーザーレベル施工状況

じめ室内試験により締め固度と透水係数を相関付けてR I法(ラジオアイソトープ測定器)で締め固密度の測定を行った。48㎡に1箇所の頻度でR Iにより締め固度を測定したところ、すべての測定箇所ですべての規格値を満足する結果がえられ、その透水係数は

3シグマにより管理した方法を用いた結果 $5.0 \times 10^{-9} \text{ cm/sec} \sim 5.0 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$ であり極めて高い透水性能が得られた。R I の検証として、施工ごとに採取したブロックサンプリングを用いて、室内透水試験を実施した結果、 $9.6 \times 10^{-9} \text{ cm/sec} \sim 4.8 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$ 表 6 と、3シグマ管理法から得られた値とほぼ同等の値が得られた。

また、ベントナイト混合土施工歩係は、平成13年施工実績： $167 \text{ m}^2/\text{Day}$ と平成14年施工実績： $282 \text{ m}^2/\text{Day}$ を比較すると、約1.7倍になり格段に施工スピードを上げることが出来た。

5. まとめ

遮水シート接合延長 41.494 km のうち、不具合は22箇所確認されたが、きわめて良好な品質管理であることが示された¹⁾。22箇所の不具合については、不具合箇所・不具合発生理由・是正方法・是正年月日を文書化して記録に残した。

ベントナイト混合土に関しても、旭川市の設計基準だけではなく、ドイツ連邦や米国 EPA の法基準で要求されている極めて高い性能とほぼ同等の値が得られており、良好な品質管理が出来たことが示された(図-2)。

今後の課題として、迷惑施設とされている最終処分場建設工事において、本論で述べた施工管理及び施工管理事例を施工に反映し、事業者ならびに地域住民(市民)に開示することにより、信頼性と安全性の高い最終処分場建設工事を提案していくことが施工者としての責務であろう。

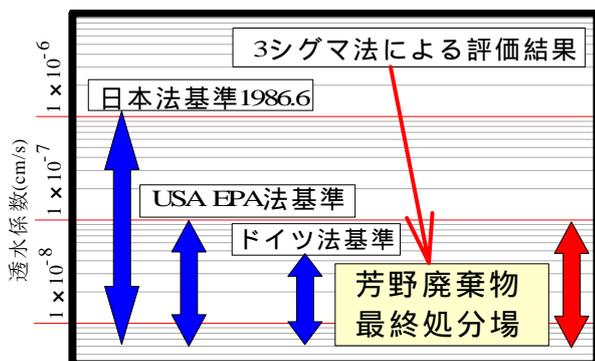


図 - 2 各国処分場法基準比較

表 - 5 ブロックサンプリング室内透水試験結果

測定箇所	透水係数 (cm/s)	含水比 (%)	
		試験前	試験後
C - 4	1.5×10^{-8}	25.2	31.0
C - 5	3.3×10^{-8}	18.7	40.5
C - 3	3.2×10^{-8}	21.7	38.6
C - 3	4.8×10^{-8}	19.9	32.7
C - 2	1.8×10^{-8}	18.3	40.4
C - 1	2.9×10^{-8}	18.1	28.2
B - 13	2.1×10^{-8}	19.8	36.0
B - 11	2.2×10^{-8}	23.1	38.0
B - 9	2.7×10^{-8}	21.5	33.9
B - 7	1.6×10^{-8}	22.2	37.2
B - 5	1.1×10^{-8}	22.3	29.9
B - 3	2.1×10^{-8}	26.1	40.5
A - 3	1.7×10^{-8}	23.0	31.3
A - 2	1.3×10^{-8}	24.2	29.5
A - 1	3.3×10^{-8}	23.7	29.8
平均値	2.37×10^{-8}	21.9	34.5
技研試験	3.2×10^{-8}	19.7	
	4.1×10^{-8}		
	1.3×10^{-8}		
	1.9×10^{-8}		
	9.6×10^{-9}		
	1.5×10^{-8}		

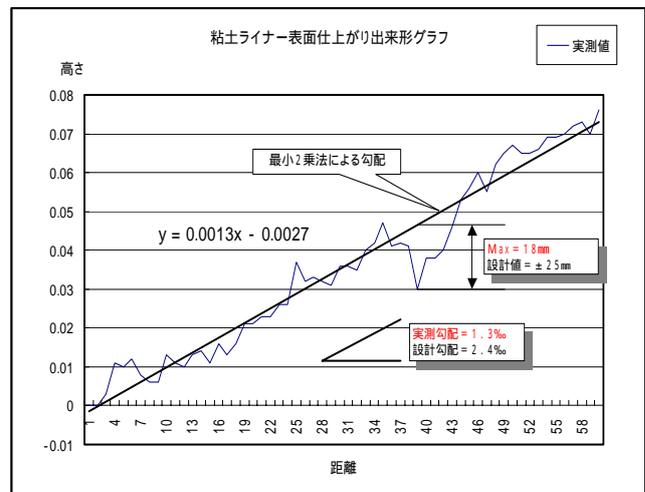


図 - 1 ベントナイト混合土表面仕上がり出来形グラフ

謝辞

本論執筆に当たり多くの助言と指導と本施工で得られた数多くの貴重なデータを開示させていただいた、北海道旭川市環境部 星野 貢主幹、佐藤道明主査、富田 大学氏、(財)地域地盤環境研究所藤原 照幸氏、太陽工業(株)青山 克巳氏、西武建設(株)新井 靖典氏、(株)ホーゲン岡田 朋子氏ら関係者には深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 勝見 武, Craig H. Benson, Gary J. Foose, 嘉門 雅史: 廃棄物処分場遮水ライナーの性能評価について, 廃棄物学会誌, vol.10, No.1, pp.75-85, 1999.