管理型捨場における浸出水貯留槽への フローティングカバーの適用

北沢淳史¹, 木村裕俊², 中村純治³, 熊谷浩二⁴

東北新幹線八甲田トンネル梨ノ木工区(4,600m)には、硫黄化合物に富む層が多く出現する。掘削ずりに含まれる硫黄化合物は、気中に放置されると、酸素と水などの作用により酸性化し、酸性水が発生する。このため、管理型土捨場として盛り立てた掘削ずりを、遮水シートでくるむ処理を行っている。また、浸出水処理のため貯留槽を設置している。この貯留槽に、国内で使用実績の少ないフローティングカバーを使用した事例を述べる。

キーワード：トンネル掘削ずり，浸出水，貯留槽，フローティングカバー

1. はじめに

東北新幹線八甲田トンネル梨ノ木工区(4,600m, 表-1)には、硫黄化合物に富む層が多く出現する。掘削ずりに含まれる硫黄化合物は、地中にあるときは還元状態に保たれるため変質はしないが、トンネルの掘削などで掘り出されたずり中に含まれるものは気中に放置されると、酸素と水、バクテリア、などの作用により酸性化し、酸性水が発生する。このため、酸性水が発生する恐れのあるトンネル掘削ずりを水および酸素から遮断する処置、すなわち、管理型土捨場として盛り立てた酸性化するずりを遮水シートでくるむ処理を行っている¹⁾²⁾³⁾。

また、降雨時にも十分に耐えうる容量をもつ貯留槽を設置し、水処理後の水質を確認した上、排出する。この貯留槽は固定屋根を設ける仕様としていた。アメリカの実績によると屋根構造に比べフローティングカバーを設置した場合のコストは1/6～1/10であるとされている⁴⁾。本文中では、この管理型捨場の概要および固定屋根を変更したフローティングカバーの設計およびその施工実績を述べる。

2. 管理型土捨場全体の概要

管理型土捨場の容量は、八甲田トンネル梨ノ木工区で発生した管理型土量(地山で87,000m³)とした。土捨場の底面部は、二

重遮水シート(低密度ポリエチレン製-LLDPE)による遮水構造とし、シートの保護のため、地山とシートの間は砕石およびモルタル吹付け、シート上は厚さ50cmの砂を敷設する。埋立て完了後は、遮水シートによるキャッピングを行う。

遮水シートの破損の検知方法としてブロックごとに負圧・二重遮水シート式を採用した。

また浸出水貯留槽や沈砂池を設置している(図-1)。

図-1 管理型土捨場全体図

¹正会員，前田建設工業八甲田トンネル梨ノ木作業所長（〒030-0955 青森市大字駒込字深沢6-1）

²独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構鉄道建設本部盛岡支社課長（〒020-0034 盛岡市盛岡駅前通1-4）

³独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構鉄道建設本部青森建設所所長。（〒030-0811 青森市青柳1-16-2 ）

⁴正会員，八戸工業大学工学部環境建設工学科教授。（〒031-8501 八戸市大字妙字大開88-1）

3. 貯留槽の基本設計

浸出水は酸性水となる恐れがあるため、貯留槽に溜め管理することとし、その容量は常時5年確率の降雨量、洪水時は100年確率降雨量以上におのおの2日間対応できる容量とした（図－2）。

(1) 容量の設計

雨水を受ける、土捨て場の開放部を2,000m²とし、雨量は5年確率日雨量R5および非常洪水時（100年確率）日雨量Rmaxとし、最も近い気象観測所のデータより以下のように設定した。

$R5 = 123\text{mm/日}$ $R_{\text{max}} = 217\text{mm/日}$

したがって、5年確率時必要貯留容量V1および非常洪水時貯留容量V2はそれぞれ以下とした。

$V1 = 2,000 \times 0.123 \times 1.0 \times 2 \approx 500\text{m}^3$

$V2 = 2,000 \times 0.217 \times 1.0 \times 2 \approx 900\text{m}^3$

(2) 貯留槽の屋根他について

5年確率の降雨量（常時）に対しての貯留は、貯留槽での雨水の混入を避けるため、固定屋根を設置することとしていた。積雪地帯の固定屋根は、積雪対策が必要であり、近隣の観測結果より最大積雪2mで検討した（図－3）。しかし最近のジオシンセティックス技術の進展を考慮し、経済性や耐久性を含め次節のようにフローティングカバー形式を検討することとした（図－4）。

4. フローティングカバーの設計

フローティングカバーの導入にあたって、以下の項目を検討し、実用性を確認して採用を決定した。

1) コスト比較：図－3の鉄筋コンクリート造の貯留槽と図－4のフローティングカバー方式の貯留槽を比較すると、後者の築造コストは前者の7割であり、解体撤去コスト面でもフローティングカバーが適していると判断した。

図-2 浸出水貯留槽概念図

図-3 浸出水貯留槽（固定屋根：当初設計）

2)たるみ対策：フローティングカバーは水位の上下に伴いシートのたるみが変化する。加えてそのたるみに溜まった雨水や雪の処理が必要となる。たるみの処理には非張力型と張力型がある⁴⁾。設置箇所の積雪量や張力型のバラスト部が凍結することによるフローティングカバーの破損や、ケーブルなどの張力装置

の凍結によるトラブルを考慮し、非張力型を採用することとした。たるみ量を少なくするため貯留槽の側壁は傾斜させた構造とし、さらにたるみの集中を防ぐため浮力体を分散し配置した(図-5)。

3) 雨水・積雪対策：雨水対策は上部シート上に設けたポンプにより強制排水する。また、非常洪水時水位

図-4 フローティングカバー式浸出水貯留槽

図-5 雨水、地下水排水系統詳細図

にオーバーフローを設け、排水ポンプ停止時においても貯留量を確保できる構造とした（図－5）。積雪による貯留量減少量を試算する。積雪の比重は、鉄道構造物等設計標準・同解説⁵⁾によると 4.5 kN/m^3 （やや水分を含み自重で押された場合）である。したがって積雪 2.0 m での鉛直荷重 W は

$$W = 2.0 \times 4.5 = 9.0 \text{ kN/m}^2$$

これは、水の比重が 10.0 kN/m^3 であることより 0.9 m の水位に相当する。したがって浸出水の水位管理や融雪などを行うことにより対応可能と判断し、構造上の対策は行わないこととした。

4) ガス発生対策：日照、気温により水蒸気やガスが発生し、フローティングカバーが膨らむことを防ぐため、

上部のシート固定箇所にはガス抜き設備を設置した（図－5）。

5) 地下水位変動対策：貯留槽側面が傾斜しているため、貯留槽の底盤、側面を二重遮水シート構造とした。そのため、シート背面の地下水位変動により傾斜面に集中湧水や崩壊が発生し、シートが破損することを防ぐため、背面排水および暗渠排水設備を設置した（図－6）。

6) 泥分の堆積対策：フローティングカバーを設置した場合、貯留槽内に堆積した土砂を除去することは容易でない。したがって貯留槽内に堆積した土砂を貯留部に流入する前に除去する泥溜を設けると共に設置期間が短期であることより、貯留槽内部に溜まった

図-6 浸出水系統詳細図

写真-1 フローティングカバー稼働状況

土砂が排水口に影響を及ぼさないように泥溜めを設けた（図-6）。

7)その他：シートの耐久性は十分であるが、カモシカなどの動物や侵入者による破損も懸念されたため周囲に柵を設けた（写真-1）。

5. 施工実績

(1)フローティングカバーの施工

図-7にフローティングカバーの固定やフロートの詳細などの構造細目を示す。

図-7 フローティングカバー構造細目
(図中単位の無い数値はmm単位)

(2)貯留槽としての実績

現在までの稼働状況は、浸出水の総流出量 1.5 万 t、時間当たり 1.1m³である。写真-1に稼働中のフローティングカバーを示す。

現在までの設計時に懸念された支障に関して以下に記述する。

- ①側面に関しては、浸出水排水完了時のシート状況を観察する限り、シートのはらみ出し等の影響は観測されていない。
- ②積雪による貯留容量の減少を防ぐための融雪等の対策は、行う必要は無かった。
- ③上部シートの膨らみ等のガスの発生や水蒸気によるフローティングカバーへの影響は観測されていない。
- ④土砂の堆積は、管理型土捨て場のシート防護砂 (t=50cm) がフィルター的作用をしたようで、上流側および下流側のピットの泥溜への堆積は見られていない。

現在3年間の運用を行っているが、動物等による破損も見られていない。

6. おわりに

今回の設計および施工管理⁹⁾は、トンネル掘削に付随したずり処理に関するため、施工期間は短く(5年程度)、盛立が短期に終わる。したがって、短い使用期間を考慮した場合、フローティングカバーは有効と考えられる。

参考文献

- 1) 服部修一・太田岳洋・木谷日出男：鉱山地域におけるトンネル掘削ずりの管理手法に関する検討，トンネル工学研究論文・報告集，土木学会，vol.12，pp.53-60，2002.
- 2) 服部修一・佐々木裕・蓼沼慶正：鉱山地域における掘削ずり処理と土捨て場構造，トンネル工学研究論文・報告集，土木学会，vol.12，pp.453-458，2002.
- 3) 太田岳洋・木谷日出男・服部修一：トンネルから発生する泥岩掘削残土の溶出特性，平成14年度研究発表会講演論文集，日本応用地質学会，pp.49-52，2002.
- 4) 国際ジオシンセティックス学会日本支部編：ジオシンセティックス入門，理工図書株式会社，2001.
- 5) 運輸省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編：SI単位版鉄道構造物等設計標準・同解説，丸善株式会社出，1999.
- 6) 日本遮水工協会：廃棄物最終処分場遮水工技術・施工管理マニュアル，2003.

FLOATING-COVER OF LEACHATE-TANK IN CONTROLLED-MUCK-DEPOSIT (LANDFILL)

Atsushi KITAZAWA, Hirotooshi KIMURA, Jyunji NAKAMURA and Koji KUMAGAI

The Controlled-muck-deposit (landfill) of Hakkoda Tunnel is filled the deposit muck containing the sulfur compound. The sulfur compound gives acidity water into contact with air and water.

Then this controlled-muck-deposit was constructed by lining and capping of geomembranes. And the leachate-tank is setting water treating system. This paper states the case of applying the geomembrane floating cover to the leachate-tank.