

ラテナビウォール工法(横引き式遮水シートによる地下遮水壁構築工法)

横山 勝彦¹

¹清水建設株式会社 土木技術本部 技術開発部 (〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3)



従来の遮水壁工法はシートパイルや遮水シートなどを鉛直に打ち込み、これらを順次繋ぎ合わせていくもので、継手部が0.4~2.0m間隔で発生するため煩雑な継手作業を頻繁に行う必要があり、工期が長く、工費が高くなるという課題があった。また、継手部はシートパイルや遮水シート本体と比べ、遮水性が低下する可能性が高く、短い間隔での継手部は遮水壁全体としての遮水性に課題があった。ラテナビウォール工法は、このような課題を解決すべく開発された横引き式遮水シートによる継手の少ない地下遮水壁構築工法である。

キーワード 遮水壁、ソイルセメント、遮水シート、継手、横引き

1. 工法概要

ラテナビウォール工法は、**図-1**に示すように、トレンチャー式地盤改良機で攪拌混合して造成したソイルセメント壁にロール状に巻いた遮水シートを挿入し、巻きほぐしながら横引き展開して地下遮水壁を構築する工法である。

遮水壁の周辺環境は化学的に厳しい状態になり得ることも想定されるが、壁体は耐薬品性、耐久性に優れた遮水シートを主体とするソイルセメントとの複合構造であり、高い信頼性が期待できる。

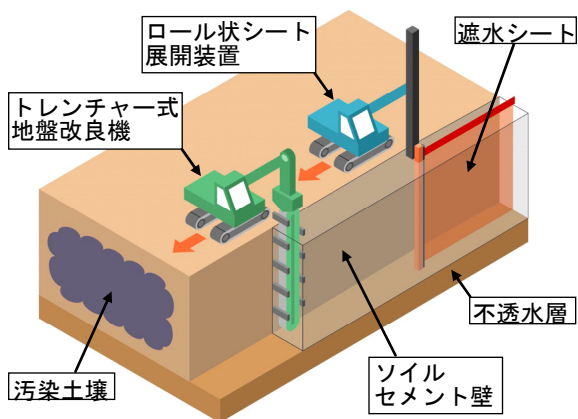


図-1 ラテナビウォール工法概要図

遮水シート同士は、シート展開装置をソイルセメント部に挿入する際に、簡易な継手をかみ合わせて繋ぎ合わせるにより連続性を確保する。

2. 工法の特徴

本工法の主な特徴としては、以下の3点が挙げられる。

(1) 遮水性能の向上

遮水壁全体で見た場合の遮水性能は、遮水シートの連続性が途切れる継手部の遮水性能に支配されるが、本工法は従来工法に比べ継手の数を減らすことができるため、壁全体としての遮水性能を向上させることができる。

(2) 工期短縮と工費削減

本シート1枚当たり展開長を20mとした場合、従来工法(ソイルセメント壁+鉛直挿入式シート工法)に比べて継手数を1/10以下にできるため、工期を40%短縮し、工費を25%削減することができる。

(3) 優れた機動性

バックホウ程度の軽便なベースマシンを用いており、施工エリアの狭い現場、軟弱地盤や傾斜地等、大型重機を使用する従来工法では対応困難な施工条件下においても優れた機動性を発揮することができる。

3. 遮水構造

本工法はソイルセメントと遮水シートの複合構造である。継手部の遮水性能を確保するため、ソイルセメントは単独で法規制上必要な透水係数 10^{-6} cm/s以下を確保することを前提としている。

また、遮水シートはFPA (Flexible Polymer Alloy) シートを標準として用いている。FPAシートは廃棄物最終処分場の表面遮水材として広く用いられている熱可塑性エラストマーの遮水シートで合成ゴム・合成樹脂系の材料に属している。FPAシートはポリプロピレンとエチレン・プロピレンゴムとが均一に混ざっている構造であり強靱さと柔らかさを兼ね備えた特性を持つ材料である。

本工法では特有な巻き付け型の継手構造を採用しているため、シート加工に適した特性を持つ遮水材料として本遮水シートを選定した。熱可塑性エラストマーは耐油性にも優れている。表-1に代表的な特性を掲げる。

本工法の継手部断面を写真-1および図-2に示す。継手は施工性を考慮した簡易な構造である。終点側継手はシートで鋼管を巻き込んだ構造であり、シートロールの巻き芯となっている。始点側継手はシートでスリット付き鋼管を巻き込み、その内側にシート面保護のための保護管を挿入した構造となっている。遮水シート同士は、新規シートロールを装填したシート展開装置をソイルセメント部に挿入する際に、継手をかみ合わせて繋ぎ合わせる。

表-1 FPAシートの基本物性 (厚さ1.5mmの場合)

項目		試験方法	試験条件	製品規格値	基準値※	
基本特性	引張性能	引張強さ (N/cm)	JIS K 6251 引張速度: 50mm/min 試験片: 3号or、5号ダンベル	240以上	140以上	
		伸び率 (%)		600以上	400以上	
	引裂性能	引裂強さ (N)	JIS K 6252 引張速度: 50mm/min 試験片: 切込み無しアングル形	103以上	70以上	
接合部強度性能		せん断強さ (N/cm)	JIS K 6850 引張速度: 50mm/min 試験片: 25mm幅	100以上	80以上	
耐久性等に 係る特性	耐候性 紫外線変化性能	引張強さ比 (%)	JIS A 1415 WS-A型促進暴露試験装置 処理時間: 5000hr 引張速度: 50mm/min 試験片: 引張性能試験に準ずる	80以上	80以上	
		伸び率比 (%)		70以上	70以上	
	熱安定性	引張強さ比 (%)	JIS K 6257 加熱恒温器 処理温度: 80℃、処理時間: 240hr 引張速度: 50mm/min 試験片: 引張性能試験に準ずる	80以上	80以上	
		伸び率比 (%)		70以上	70以上	
	耐薬品性	耐酸性	引張強さ比 (%)	JIS K 6258 JIS K 7114 処理液: 0.05% H ₂ SO ₄ (pH3) 処理温度: 60℃、処理時間: 240hr 処理速度: 50mm/min 試験片: 引張性能試験に準ずる	80以上	80以上
			伸び率比 (%)		80以上	80以上
耐アルカリ性	引張強さ比 (%)	JIS K 6258 JIS K 7114 処理液: 飽和Ca(OH) ₂ (pH12) 処理温度: 60℃、処理時間: 240hr 処理速度: 50mm/min 試験片: 引張性能試験に準ずる	80以上	80以上		
	伸び率比 (%)		80以上	80以上		
安全性(溶出濃度)		環告第13号 (昭和48年) 総理府令35号 (昭和46年)	溶出液: 蒸留水(20℃) 溶出時間: 6hr(振とう) 測定項目: 地下水環境基準項目 水質環境基準要監視項目	基準値以下	基準値以下	

※(社)全国都市清掃会議、「廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領」より



写真-1 継手構造

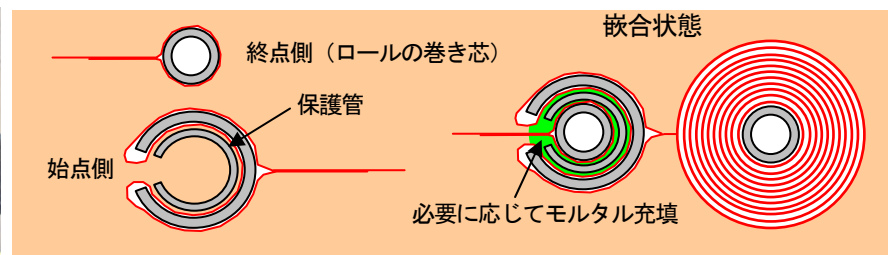


図-2 継手部断面

4. 施工機械と施工手順

本工法に使用されるソイルセメント壁造成用機械は、0.8m³~1.9m³クラスの改造型バックホウをベースマシンとし、アタッチメントとして油圧駆動構造のトレンチャー式攪拌混合機を装着している（写真-2）。トレンチャーの攪拌翼で原位置土をきめ細かに切削し改良材と攪拌混合することで、均一なソイルセメント壁を造成する。このメカニズムを図-3に示す。

ロール状シート展開装置は1.0m³クラスの改造型杭打機をベースマシンとし、シートを装填、横引き作業ができるように、エアーシリンダー等の空圧機器とウインチ等を装備している（写真-3）。

本工法の施工は、ソイルセメント壁造成工程と、シート横引き展開+継手施工工程とに大別される。施工手順を写真-4に示す。

5. 適用地盤と用途

本工法の適用地盤は、トレンチャー式地盤改良機で施工可能な地盤である。ただし、相当固い地盤（粘性土でN \geq 15、砂質土でN \geq 20程度）でも施工速度は若干低下するが施工可能である。

適用深度は現在のところ10m程度までであるが、最終的に深度15m程度まで適用可能とすることを目標としている。

本工法の用途としては、不適正処分場の適正化や汚染土壌の封じ込めの他、地下ダムのような一般の止水壁や護岸の吸い出し防止、補助的な背面遮水工等が考えられる。また、水より軽い油分等の流出防止壁としても有効である。

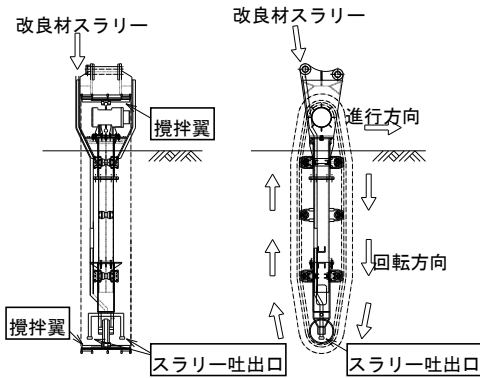


図-3 ソイルセメント造成メカニズム



写真-2 トレンチャー式攪拌混合機



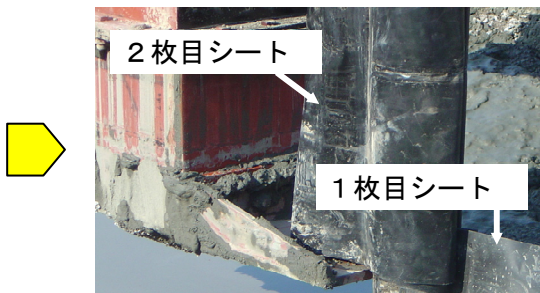
写真-3 ロール状シート展開装置



手順1：攪拌混合



手順2：シート横引き(1枚目)



手順3：継手施工



手順4：シート横引き(2枚目以降)

写真-4 施工手順

6. 適用事例

本工法の適用事例2件を紹介する。

(1) 適用事例1

- ・工事場所：千葉県
- ・工事目的：施工実験
- ・適用延長：10m（曲線部含む）
- ・適用深度：7m
- ・適用地盤：砂質地盤

本工法の一連の施工が可能であることを実証する目的で公開実験を行った。この実験では、幅5mの遮水シート2枚の横引き展開を行った。本実験施工により、地盤の攪拌混合、シートの展開、継手施工を滞りなく施工し、曲線部施工を含め本工法の施工性を確認した。写真-5に施工実験状況を示す。

(2) 適用事例2

- ・工事場所：北海道
- ・適用目的：敷地内外の地下水流動遮断
- ・適用延長：22m（角付け部含む）
- ・適用深度：5.5m
- ・適用地盤：シルト質地盤

敷地整備工事にともない、地下水流動遮断の目的で本工法が適用された事例である。本工事においては、遮水性をシートのみで要求しており、ソイルセ

メント壁については敷地の跡地利用に支障ないよう、地山程度 ($q_u=50\sim700\text{kN/m}^2$) の低強度とした。固化材として高炉セメント70kg/m³を添加しながら攪拌混合を行い、流動性保持のため遅延剤の添加も行った。

遮水シートは継手無しで22mを角付け施工で展開した。写真-6に施工完了状況を示す。敷地境界部の施工であり、リーダー及びベースマシンの旋回動作を組み合わせ、ほぼ90°の角付け部シート展開を可能とした。

7. おわりに

本論文では、横引き式遮水シートによる継手の少ない地下遮水壁構築工法について、その概要を説明し、適用事例を紹介した。

本工法は、現在、施工延長 920m、遮水シート面積約 7,500m² もの実績を上げている。このような施工実績や合理的で優れた遮水性能等が評価され、本工法は平成 20 年度土木学会技術開発賞、平成 21 年度日本建設機械化協会会長賞を受賞した。今後は、これらの外部表彰での高い評価と期待に応えるべく、改良を重ねながら施工可能深度の拡張を図り、低コストで高品質な地下遮水壁構築工法としてさらなる普及・展開を図っていきたく考えている。

なお、本技術は清水建設(株)、(株)加藤建設、太陽工業(株)で共同開発した特許出願中の技術である。



写真-5 施工実験状況



写真-6 施工完了状況