

技術報文

粘り強い防潮堤の壁面工に用いる布製型枠の実験

太陽工業(株) 榎尾孝之 川岸 靖
 旭化成アドバンス(株) 鍋嶋靖浩 関下啓誠 石井大悟
 大嘉産業(株) 安住欣哉 津川欽矢
 岡三リビック(株) 林 豪人 木村壮一 小浪岳治 中下真吾

1. はじめに

2011年の東日本大震災では津波による被害が甚大であった。2013年にIGS日本支部に設置された「ジオテキスタイルを用いた粘り強い防潮堤開発委員会」により新しい構造の防潮堤が提案された。新しい構造の防潮堤はジオテキスタイルによる補強土構造とし、さらに剛な壁面工とジオテキスタイルとを一体化させることで地震に強く、粘り強い防潮堤の考え方が確立され、委員会の成果として平成26年7月「ジオテキスタイルを用いた粘り強い防潮性の設計・施工マニュアル(案)」¹⁾が編纂された。同マニュアルには、剛な壁面工としてコンクリート壁面工、壁面パネルをはじめ多種類の壁面工が掲載されている。

本報文は粘り強い防潮堤の壁面工として布製型枠を用いた場合を考え、既存技術の布製型枠を改良して実験をおこなった結果、粘り強い防潮堤の壁面工として有効な構造となることが確認できたことを報告するものである。

2. ジオテキスタイルを用いた粘り強い防潮堤の構造

ジオテキスタイルを用いた粘り強い防潮堤は、ジオテキスタイルを用いた補強土に合わせてジオテキスタイルと壁面工を一体化させた剛な壁面工を有する構造の防潮堤である。

従来の防潮堤は、盛土構造の堤防に法覆工としてコンクリート製のパネルやコンクリートスラブを用いた構造であり、地震による内部の盛土構造の変形、津波による浸水と外力により、防潮堤の覆工が破損して内部の盛土材が流出したり、覆工本体が流出しやすい構造である。ジオテキスタイルを用いた粘り強い防潮堤は、堤体盛土がジオテキスタイルで補強されていることで耐震性を向上させたことに加え、ジオテキスタイルと一体化した剛な壁面工により津波による大きな外力が作用しても安定した壁面工を構築することができる新しい構造である。

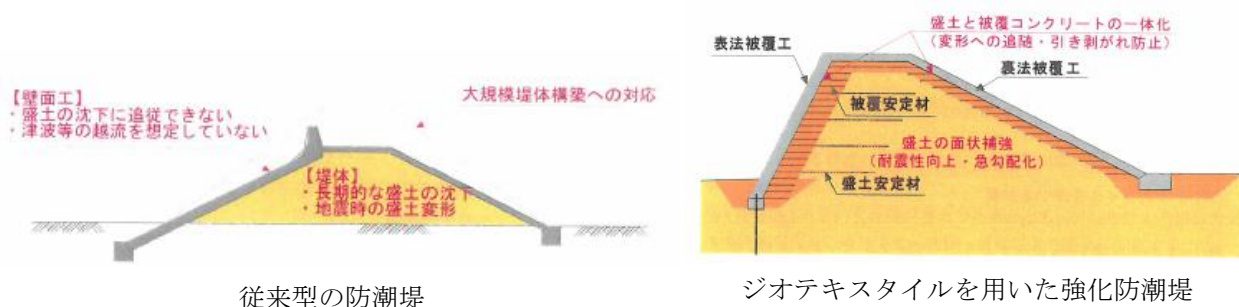


図-1 従来型の防潮堤とジオテキスタイルを用いた強化防潮堤の比較¹⁾

3. 布製型枠工法

1) 布製型枠工法の概要

布製型枠工法は欧米で開発された工法で、1970年代から国内に導入され使用されている工法である。型枠を形成する二重織の織布にセパレータ代替の糸やベルト等を配置することで均一の厚みの確保を可能にした袋体に、注入口からモルタルやコンクリートを注入するだけで強固な法面保護工を形成することができる工法である。法面勾配が1:1.0よりも緩い法面勾配であれば適用可能である。

布製型枠工法は現場の形状に合わせて工場加工して搬入するため、コンクリート二次製品のように現場合わせを行う必要はなく、簡便で容易に施工できる工法である。写真-1は東日本大震災における石巻港での津波被災事例である。護岸工で適用された物件で無筋コンクリート構造であるがセパレータ代替の糸が多数配置されているため小割りにならなかった状況を確認できる。

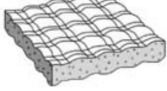
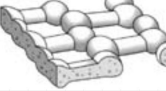


写真-1 東日本大震災 津波被災事例

2) 布製型枠のタイプ

布製型枠には、表-1に示すタイプがあり使用用途によって使い分けられている。

表-1 布製型枠のタイプと特徴

タイプ	ノンフィルター型	フィルター型	緑化型
形状			
特徴	均一な厚みを確保でき、もっとも剛性が高いタイプ	水抜き穴がついており、裏側の湧水を排除したり、ダムの上の裸地面など水位変動がある法面で裏側の残留水を速やかに排除することが可能なタイプ	規則的で均一な大きさの空隙があり、客土や植生土を詰めることで緑化を可能にしたタイプ

(1) ノンフィルター型

上下二重織構造で、一定厚のモルタル・コンクリート盤を成形できる。道路、河川、ダム裸地面の法面保護、水路の護岸・護床工、三面水路工、橋台下部の

洗掘防止工、ダム法面保護など幅広い用途に適用が可能である。厚さは50～500mmのタイプがあり、使用目的に合わせて厚さを選んで適用する。

(2) フィルター型

上下二重織構造で、水抜き孔の役割を果たすフィルター部を有するモルタル・コンクリート体を形成できる。ノンフィルター型と同様、幅広い用途で適用が可能であり、水抜き穴を備えていることから湧水がある法面での法面保護工や水位変化が生じるダム湖や調整池の法覆工、水路工などで適用される。

(3) 緑化タイプ

客土や植生土のうを積めて緑化を可能にする空隙を持ったタイプであり、法面保護と景観への配慮を同時に可能にすることができる。宅地の造成や道路法面等景観への配慮が必要な法面で適用される。

布製型枠は平均厚さ 30cm で裏面から注入材料（モルタルもしくはコンクリート）が盛土部の栗石層にも充填されてジオテキスタイルと一体化する仕様である。全面の布製型枠は補強土防潮堤を構築する際の施工性を確認する目的で、小型の布製型枠はジオテキスタイルとの一体性を確認する目的で実験を行った。

本報文は布製型枠とジオテキスタイルの一体性を確認した引抜き試験を対象とする。

図-3 に示すケース 1 では、栗石を充填した樹脂製のかご枠とジオテキスタイルを接続し天端まで盛土部を構築した後、法面に布製型枠を設置し、布製型枠にモルタルを硬化の経過を確認して 2 回施工で充填した。ケース 2 では法面の栗石をジオテキスタイルで巻き込み天端まで盛土部を構築した後、法面に布製型枠を設置し、布製型枠の内部にコンクリートを 1 回施工で充填した。ケース 3 では背面に栗石を充填した鋼製枠壁面材とジオテキスタイルとを接続し、天端まで補強土を構築した後、法面に布製型枠を設置し、モルタルを硬化の経過を確認して 2 回施工で充填した。

補強土防潮堤を構築してから約 5 か月後に引抜き試験を実施した。布製型枠に設置したアンカーボルトからワイヤロープを介し、バックホウを用いて引張力を作用させた。ワイヤロープには荷重計を設置した。引抜き試験の状況を写真-4 に示す。引抜きは補強土防潮堤のいずれかの部材が破断するまで連続的に载荷した。

2) 実験結果

図-4 は各ケースにおける引抜き試験の载荷時間と荷重の関係、及び設計接続強度である。ここでの設計接続強度は参考文献 1) に示されている接続強度であり、ジオテキスタイルも



写真-2 ジオテキスタイルの巻き込み状況



写真-3 全面の布製型枠



写真-4 引抜き試験状況

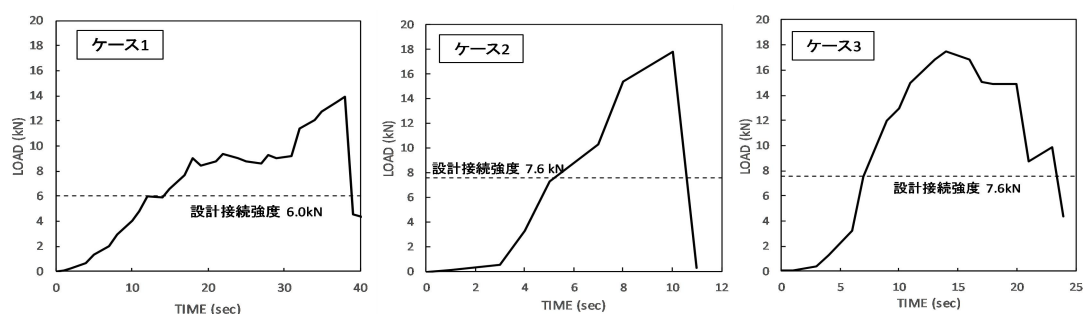


図-4 引抜き試験結果

しくは樹脂製かご枠の製品基準強度の 0.4 倍である。各ケースとも引抜き荷重は設計接続強度を上回る結果となり、設計上十分な強度を発揮した。

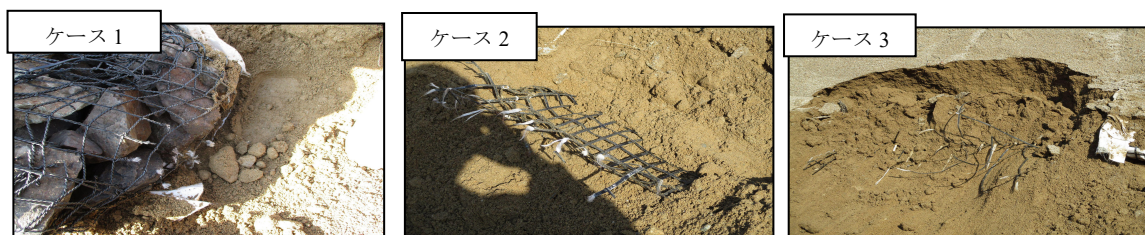


写真-5 各ケースにおける引抜き試験後の部材の破断状況

写真-5 は、各ケースにおける引抜き試験後の部材の破断状況である。ケース 1 では樹脂製のかご枠が、ケース 2 及びケース 3 ではジオテキスタイルがそれぞれ破断した。なお、いずれのケースにおいても布製型枠の破壊は生じなかった。このことから、布製型枠とジオテキスタイルの接続部の引張強度は、今回用いた樹脂製のかご枠もしくはジオテキスタイル自体の製品強度を上回ったことを確認した。

6. おわりに

布製型枠とジオテキスタイルを用いた 3 種類の補強土防潮堤の実大模型を構築し、それぞれの布製型枠とジオテキスタイルの一体性を確認するための引抜き試験を実施した。その結果、全ての補強土防潮堤について、引抜き強度は補強土壁の壁面材と補強材との連結部で必要とされる強度を上回り、部材の破壊は布製型枠ではなく連結されているジオテキスタイルまたはかご枠で生じた。このことから、壁面工と補強材との一体性を確認することができた。

布製型枠工法は現場で展張してモルタル・コンクリートを注入するだけで剛な壁面工を構築することができる。ジオテキスタイルを用いた防潮堤の壁面工を布製型枠で構築できれば防潮堤の施工性が格段に向上する。

今後は実用化に向けて 3 種類の補強土防潮堤の施工性及び布製型枠とジオテキスタイルの一体化について整理し、布製型枠の改良点や施工方法について整理する予定である。

参考文献

- 1) ジオテキスタイルによる粘り強い強化防潮堤設計・施工マニュアル（案）；国際ジオシンセティックス学会日本支部 ジオテキスタイルによる粘り強い強化防潮堤開発委員会、平成 26 年 7 月
- 2) ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル（第二回改訂版）；土木研究センター、2013.12.
- 3) 布製型枠とジオテキスタイルを用いた実大補強土防潮堤の被覆材を対象とした現場引抜き試験 第 53 回地盤工学研究発表会；岡三リビック(株) 小浪 岳治ほか、2018 年 7 月
- 4) 布製型枠を用いたジオテキスタイル強化防潮堤の実大模型における布製型枠とジオテキスタイルの一体性確認実験 平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会；布製型枠協会 鍋嶋 靖浩ほか、2018 年 9 月