

59. 機械式シート敷設工法

東洋建設(株)：*牧野 栄一，松崎 哲夫
富沢 桂太

1. はじめに

防砂シート敷設工法における潜水士による捨石均し作業及び防砂シートの人力敷設作業を削減することにより、大水深海域において施工可能な機械式防砂シート敷設工法を開発したので、その概要について報告する。

2. 開発の背景

土砂漏出防止工法は、潮位の干満等で発生する海水の流れによる埋立土砂の外部への流出を防ぐことを目的として施工される工種である。

浅海域では、潜水士による捨石均しの後、防砂シートを敷設することで施工されてきた。しかし、近年、大水深海域における埋立護岸築造の必要性が高まり、漏出防止工の対象区域も大水深域へと変化しつつある。

これに伴い、従来工法では安全性・施工能率・大水深域での作業可能な熟練潜水士の確保の面等で対応が困難となり、漏出防止工における従来の防砂シート工法では、浅海域（水深15m程度）においては十分対応できるが、大水深海域（水深40m）においては、人力施工が非常に困難であるので適用は難しいと考えられていた。

3. 工法概要

捨石投入状態（±70cm）の不陸に追従可能な高伸度型シート（伸び率130%）の開発と、これを機械化敷設する敷設機の開発により、潜水士の人力作業を大幅に削減した機械式シート敷設工法を開発した。

図1は施工イメージ図であり、施工方法は防砂シートを鋼管軸にロール状に巻取つたシートユニットをクレーン船により敷設位置に吊り降ろし、潜水士によつて端部を固定した後、捨石マウンド面を転がし、クレーン船よりの遠隔操作によりシートの敷設を行う。

シートユニットは工場にて制作し、現地へ搬入するが、陸上輸送上の制限よりシートの製作最大寸法は13mとなる。敷設後のシートの接続はシートのラップ幅（3m）を確保することにより対処し、これにより潜水士の接続作業を削減した。

工法の特長として、

- ・ シートの高伸度特性により、捨石マウンドの均しが不要である。
- ・ 機械化敷設により、大水深から浅海域まで施工が可能である。
- ・ 急な法勾配においても施工が可能である。

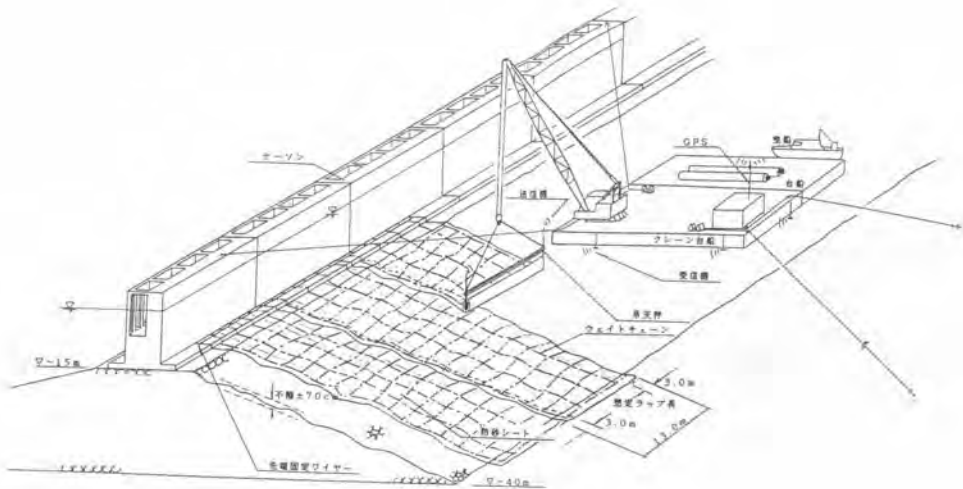


図1 施工イメージ図

- ・ 施工管理システムの装備により、高精度の施工管理が可能である。
- 等が挙げられ、大水深域でのシート敷設において、
- ① 捨石均し費が不要なので、建設費の低廉化が図れる。
 - ② 潜水作業が大幅に削減されるので、安全性の向上が図れる。
 - ③ 捨石均し工程が不要なので、工程の短縮が図れる。
- 等の効果が実現できる。

写真1は、平成8年2月に横浜市南本牧地区で行った実海域公開試験の状況である。

シートを能率良く、正確に敷設するため敷設機には次の機能が装備されている。

- シート繰出量の計測機能
- シート繰出量を制御するブレーキ機能
- 超音波を利用した水中位置出し機能
- 水中ビデオによる敷設状況監視機能
- マウンド地盤との離隔距離計測機能

作業船の船位はGPSとジャイロコンパスにより計測し、敷設機の水中共位置は超音波送受信機により計測する。



写真1 実海域公開試験状況

写真2は施工管理用のCRT画面であり、画面には前回敷設のシートの軌跡、今回の敷設計画区域、敷設中の敷設機の水中共位置がリアルタイムに表示されており、オペレータはこの画面に従い、操船および敷設機位置を制御し、必要なラップ幅を確保しながらシートの敷設を行う。

4. 防砂シート材料

防砂シートに求められる特性は、

- ・大きな不陸に対する追従性
均しが施されず、投入された状態の捨石マウンドの不陸は±70cm
- ・敷設後の敷設面の変形に対する追従性
- ・突起及び埋立柱投入に対する耐久性
- ・経年変化に対する耐久性

等であるが、これらの特性を満足させるため高伸度型シートを開発した。

【高伸度シートの特性】

材 質：ポリエステル 100%

化学的に安定しており、優れた耐候性、強度を有する。

織構成：多重織り3層構造

伸 度：破断時伸度

シート本体 130%以上

縫合部 100%以上

強 度：引張強度

600Kg f / 3cm以上

引裂強度

650Kg f以上

図3に高伸度型シートと従来型シートの特性の比較を示す。従来型シートは伸び率15%前後で破断するが、高伸度型シートの破断は伸び率130%と優れた高伸度特性を有する。

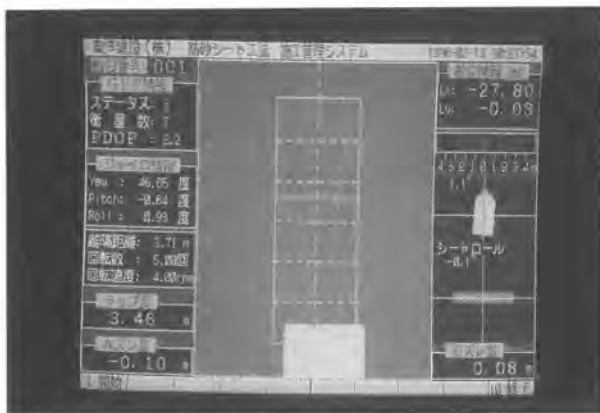
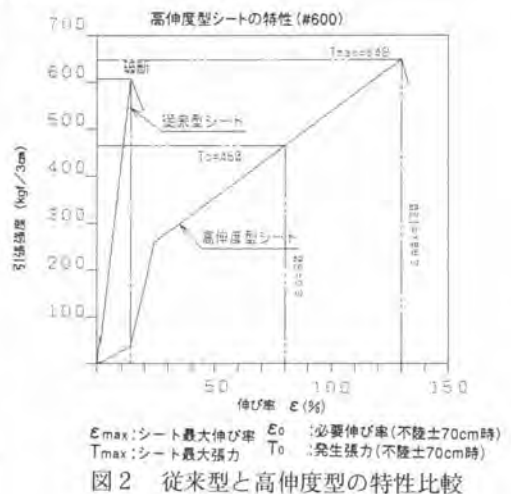


写真2 CRT画面



シートの追従性、埋立柱投入時のシート耐破損性を確認するため、陸上において±70mの不陸を造成し、落下高3.5m(投入材の水中最終速度に相当する)で埋立柱を投入する陸上載荷試験を実施した

状況を写真3に示す。試験結果は、シートを貫通する破損は皆無でマウンドにシートが十分追従しており、防砂シートに必要な強度・伸び率が確認できた。

5. 防砂シート構造

写真4は、実海域公開試験で使用した高伸度型防砂シートの状況である。シートには、Φ16mmのウエイトチェーン（重量5kg/m）が2mピッチの格子状に取り付けられおり、これにより敷設時の浮力や潮流により生じるシートの捲れ上がり、及びシート本体に初期張力が生じるのを防止する。

ウエイトチェーンは結束材によりシートに取り付けられているが、埋立柱投入時には結束材が埋立柱の重量により切断され、シートと分離する仕組みとなっている。



写真4 シート状況図



写真3 陸上載荷試験（落下高3.5m）

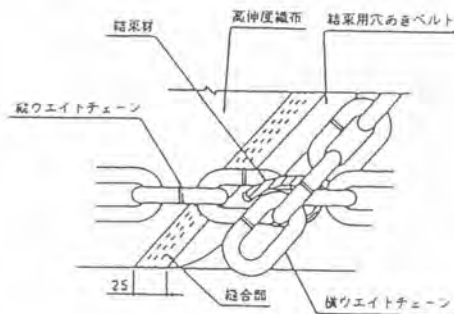


図3 結束部詳細

6. 実海域公開試験

本工法の実用性を検証するため実海域での公開試験を実施した。

実験月日 平成8年2月13日～15日

場所 横浜市南本牧地区

敷設枚数 4枚（幅1.3m×長さ30m）

敷設水深 水深5m～2.2m（図4参照）

敷設完了後、潜水士により測定したシート敷設出来形図を図5に示す。

【実験結果】

①シートの有効敷設幅の減少

シートが不陸に追従することにより、シートの有効敷設幅が減少する。この減少量は不陸形状により異なると予想されるが、投入管理状態の不陸にたいしては、シート幅の約10%程度である。また、シートの展張方向に対しては、約2%程度生じる。

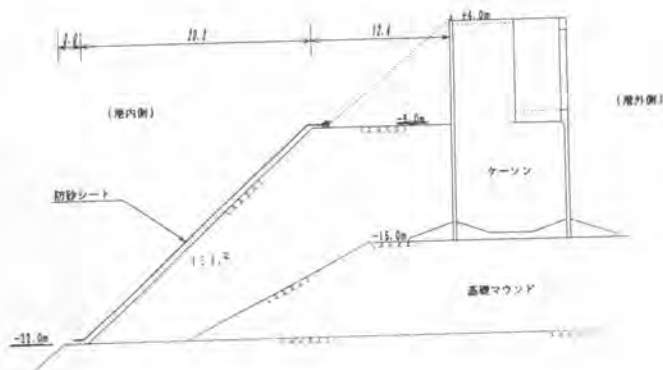


図4 シート敷設断面図

②シートの敷設精度

敷設目標位置に対して最大1m程度の、敷設誤差が生じる。敷設誤差を生じる主要因としては、水中位置計測の誤差、敷設機の動揺による誤差が挙げられる。

③シートのラップ長

設計上必要とされるラップ長は0.5mである。3mのラップ長を設定してシートを敷設したところ、最低でも1.5mのラップ長が確保された。但し、埋立材を投入すると、さらにシートが不陸に巻き込まれることが予想されるので、施工上適正な設定ラップ長は今後さらに研究する必要がある。

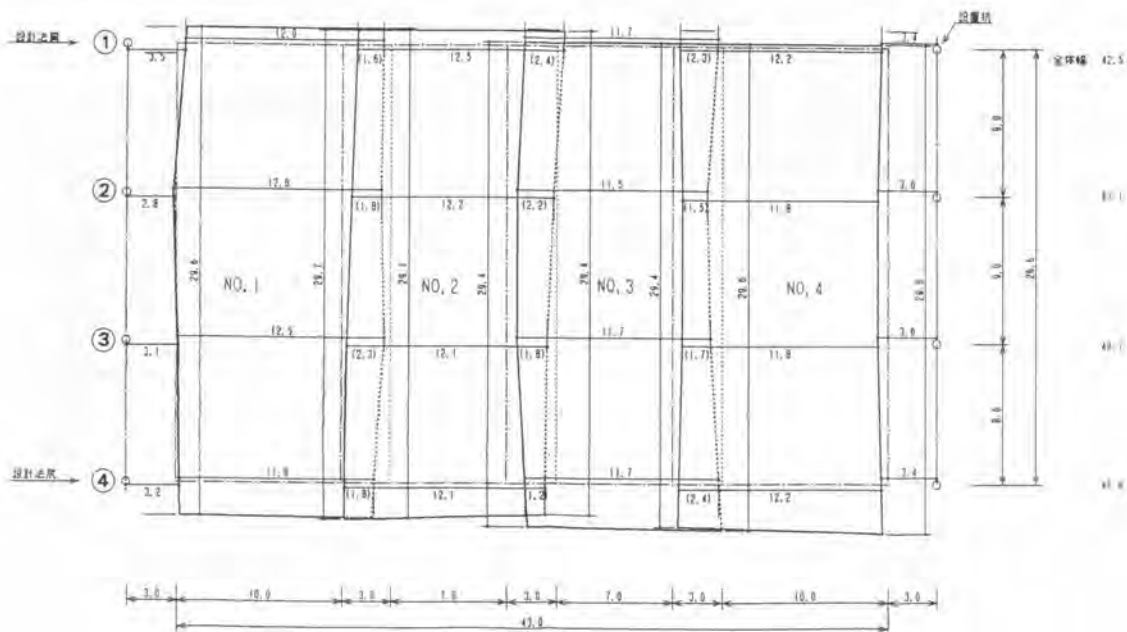


図5 シート敷設出来形図

7. 在来のシート工法との工費比較

在来の潜水士によるシート敷設工法は水深が深くなると施工能率が急激に低下し施工費が割高になるのに対し、機械式シート敷設工法の施工能率・施工コストは施工水深にほとんど影響を受けない。(図6参照)

公開実験で施工した条件では、機械式シート敷設工法の施工単価は約14千円/m²となるが、これを在来のシート工法と工費比較をした場合に機械式の施工費が有利になる水深は15m以深となる。

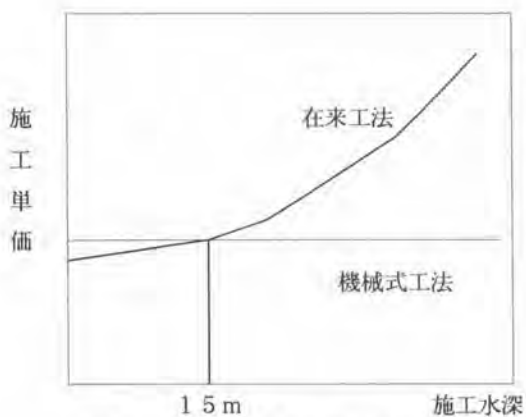


図6 従来工法との工費比較図

注記：

- ① 比較条件は、南本牧の施工条件による
- ② 従来工法は、捨石均し+帆布敷設(クレーン付き台船使用)
- ③ 機械式敷設機の能力は、実験実績より約900m²/日

おわりに

本工法は帆布以外のシート材を使用した施工も可能であり、併せて機械化工法であるため、潜水作業の困難な条件(水中視界の極端に悪い海域、作業足場を確保できない浮泥層や不陸の大きな地盤等)でのシートの敷設ができる点から、護岸の土砂漏出防止工だけでなく、さまざまな工種への適用が可能であり、今後多方面への用途研究を進めていく計画である。