技術リポート



# 農地海岸保全施設の災害復旧に係る地盤改良の施工事例

*Construction Example of the Ground Improvement of the Disaster Restoration of the Sea Embankment Which Protects Farmland*

佐 藤 公 俊† （SATO Kimitoshi）　菅 野 力† （KANNO Chikara）

## I. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災津波では三陸沖を震源とする M9.0 の巨大な地震とともに東北地方太平洋沿岸を中心に津波が来襲し，本県にあるすべての農地海岸保全施設（以下，「防潮堤」という）において全壊から一部損壊の甚大な被害を受けた。

岩手県沿岸南部の大船渡市赤崎町にある合足（あったり）海岸防潮堤においても，左岸の一部が崩壊するなどの大きな被害を受けた。

その後，平成 25 年 3 月に復旧工事に着手したが，被災前に比べ防潮堤が嵩上げ・大型化したことや被災前の防潮堤地盤は建設当時に液状化に対する十分な対策がなされていなかったため，復旧する際には，この対応が求められた。

本報では，合足海岸防潮堤の災害復旧に当たって行った地盤改良工法の選定経過と深層混合処理工法（エポコラム工法）を実施した事例について紹介する。

## II. 合足海岸防潮堤の概要

合足海岸防潮堤は，被災前は堤防高 T.P.（東京湾平均海面）+9.0 m，堤幅 12.5 m の直立堤であったが，東日本大震災津波時には最大 T.P.+17.4 m（痕跡高）の津波を受け，左岸の一部が崩壊，右岸においても裏法面の法尻が洗掘されるなど大きな被害を受けた。

この復旧に当たり県では，合足海岸を含む「大船渡湾外洋」地域海岸の堤防高を T.P.+14.1 m とした。

これを受け実施設計を進めたところ，**図-1** のとおり，既存の防潮堤を大幅に上回る堤幅 29.7 m の構造が必要となった。

また，地質調査した結果，地盤液状化の指標となる $F_L$ 値が 1 を下回る層が確認されたため，堤幅のほぼ全域にわたり深度 3.0～11.2 m の地盤改良が必要となった。

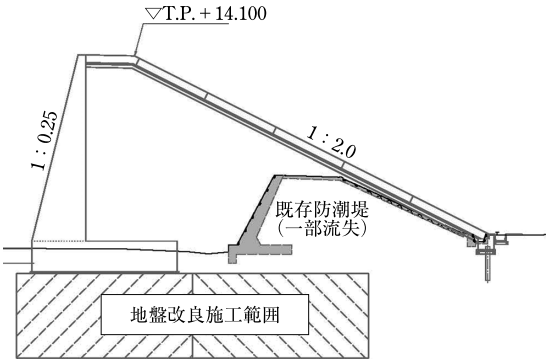


**図-1**　合足海岸防潮堤標準断面図

## III. 地盤改良工法の選択

地盤改良に当たっては，「河川堤防の液状化対策工法設計・施工マニュアル」[1]から現場条件を勘案して振動締固め工法と深層混合処理工法の二つの工法を選定し比較を行った。

振動締固め工法として代表的にあげられるのはサンドコンパクションパイル工法である。この工法は，地中に締め固めた砂を杭に形成する方法で，施工実績も豊富なうえ工事費は安価である。また，砂に代わり砕石を使用した場合はドレーン効果も期待できる。一方で，対象地盤の細粒分が多いと $N$ 値が上昇しにくく，併せて，施工地盤の変位や騒音振動が大きいという欠点がある。

これに対して，深層混合処理工法は，現位置の土と固化材と混合させながら化学的に固化させた柱状の改良体を作る工法で，施工の信頼性が高く，排土式にすれば地盤変位を少なくできる特徴がある。反面，施工時に周辺地盤に変位を来すことがあるほか，セメント系固化材を使用した場合，この溶出による周辺環境への影響が懸念される場合がある。

現地の地質条件などを加味して検討を行った結果，サンドコンパクションパイル工法では，地盤改良を行ってもすべりに対する安全を確保することができなかったため，深層混合処理工法を選択した。

†岩手県沿岸広域振興局農林部大船渡農林振興センター 農村整備室

キーワード　東日本大震災，津波，防潮堤，液状化，地盤改良，エポコラム，合足

深層混合処理工法は，機械撹拌工法と高圧噴射撹拌工法に大別されるが，後者は一般的に工事費が高額であったため，機械撹拌工法を選定した。

機械撹拌工法は，スラリー式と粉体式に分けられるため，候補としてスラリー式からは従来型のCDM工法と新技術情報システム（NETIS）に登録されているエポコラム工法を，粉体式からは従来型のDJM工法を選定し比較を行い，**表-1**のとおりとなった。

**表-1**　機械撹拌工法の比較

| 工法名 | | 機械撹拌工法 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | スラリー式 | | 粉体式 |
| 代表的な工法 | | CDM工法 | エポコラム工法 | DJM工法 |
| 地盤ごとの適応性 | 粘性土 | $N$≦4（最大$N$=8） | $N$≦20 | $N$≦6 |
| | 砂質土 | $N$≦6（最大$N$=15） | $N$≦40 | $N$≦20 |
| | 礫質土 | 不適 | 礫径≦300 mm | 不適 |
| 当地区の評価 | | × | ○ | × |

CDM工法（Cement Deep Mixing Method：セメント系深層処理混合工法）
エポコラム工法（Epock-making Soilmixed Method：籠式複合相対回転撹拌工法）
DJM工法（Dry Jet Mixing Method：粉体噴射撹拌工法）

当現場の地盤は$N$≦40であるが，土質が礫質土であったため，エポコラム工法を選定した。

## Ⅳ．施工方法・手順

エポコラム工法は，先端に取り付けられた撹拌翼ヘッドで地盤を掘削しながらセメント系固化材を注入する工法で，施工は以下の流れで進む（**図-2**）。

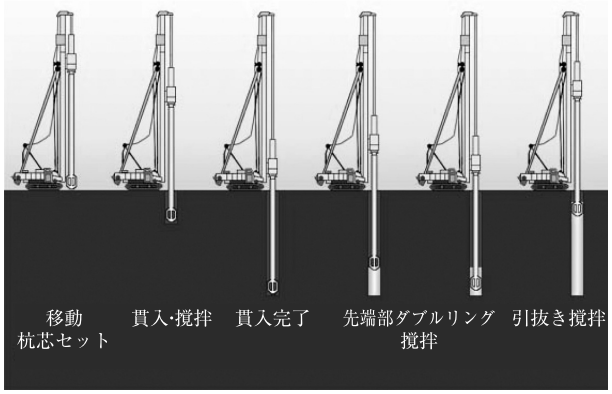


**図-2**　エポコラム工法の施工手順

① 機械を移動し，施工位置の杭芯にセット。
② 撹拌翼ヘッドで地盤を撹拌しながらスラリー状の固化材を吐出し貫入。
③ 所定の深度に到達したら固化材の吐出しを停止し，1 m程度往復撹拌をしながら杭体の先端を形成（先端部ダブルリング撹拌）。
④ 撹拌翼ヘッドで撹拌しながら引抜きを行う（引抜き撹拌という）。
⑤ 改良体天端で1分間程度処理し，杭頭部を形成。
⑥ 施工基面まで撹拌翼ヘッドを引き上げる。
⑦ 1日程度あけて，杭頭処理を実施。

なお，今回の施工においては，旧堤防のRC杭が残存していたが，撹拌翼ヘッドで杭体を破砕，混合しながら改良体を形成した。

施工管理に当たっては，施工時の速度を施工機械で記録したほか，改良体をボーリングで採取し圧縮強度の確認を行った。

また，周辺環境への影響を最小限とするよう，排出水の中和処理を行ったほか，六価クロムの溶出の有無についても確認を行った。

## Ⅴ．おわりに

今回は，ほかの工法に比べ施工実績の少ないエポコラム工法での地盤改良事例について紹介した。今回の復旧工事での地盤改良はすでに終わってはいるが，工程上，大きな中断をすることもなく予定どおり進めることができた。

また，合足海岸防潮堤の復旧工事に当たって，長野県，香川県からの派遣職員の皆さんに業務の応援をいただいた。このことに対し，心から感謝を申し上げる。

現在，当工事においては，直立堤の施工を終え，28年3月の土木構造物完成に向けて背面の盛土，法面被覆などを進めている。今後とも，早期の復旧を目指し，着実に進めていきたい。

### 引　用　文　献

1） 建設省土木研究所：河川堤防の液状化対策工法設計・施工マニュアル（案），pp.17～21（1997）

〔2015.12.9.受理〕

**佐藤　公俊**（CPD個人登録者）　　**略　歴**

1971年　岩手県に生まれる
1996年　東京農業大学大学院修了
　　岩手県入庁
2012年　沿岸広域振興局農林部大船渡農林振興センター
　　現在に至る

**菅野　力**（正会員）

1966年　岩手県に生まれる
1989年　岩手大学農学部卒業
　　岩手県入庁
2014年　沿岸広域振興局農林部大船渡農林振興センター
　　現在に至る