

5.4 粘り強い海岸堤防工事（CSG 堤防）～仙台湾南部海岸井土浦地区～

1. はじめに

仙台湾南部海岸は東北地方太平洋沖地震によって発生した巨大津波に襲われ、甚大な被害を受けた。国土交通省は直轄工事区間と宮城県が管理していた海岸のうち、早期復旧の要望を受けた代行工事区間をあわせた延長 29km（図 1）について、海岸施設の復旧工事に取り組んできた。平成 28 年度末までに全区間の復旧工事が完了した。

海岸堤防の復旧工事においては、大津波による越流が生じて、粘り強い構造の効果を発揮する海岸堤防となるように 4 つの構造上の工夫（図 2）が盛り込まれた。

本節では、井土浦地区で施工された粘り強い堤防の復旧工事について紹介する。



図 1 仙台湾南部海岸の復旧工事位置

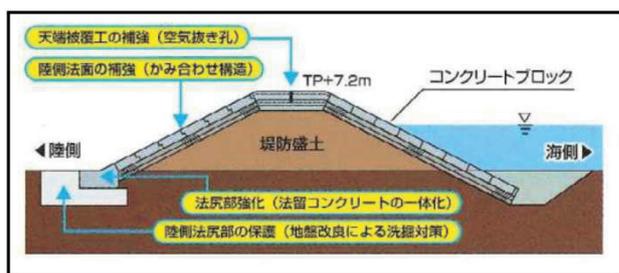


図 2 粘り強い堤防を実現するための補強箇所

※「粘り強い構造」の基本的な考え方¹⁾

設計対象の津波高を超え、海岸堤防等の天端を越流した場合でも、施設の破壊、倒壊までの時間を少しでも長くする、あるいは、全壊に至る可能性を少しでも減らすことを目指した構造上の工夫を施すという考え方。

2. 井土浦地区の堤防復旧の方針

井土浦地区の堤防復旧の特徴と課題は以下のとおりである。

- 1) 津波により消失した砂浜は、その後回復したものの、大幅に汀線が後退した。海と井

土浦に挟まれた地形条件から復旧箇所は狭隘である（写真 1）。

- 2) 汀線が大きく後退したため、堤防の安全上必要となる前浜幅（堤防法尻から汀線までの幅）30m を確保するのが困難であり、汀線の回復状況を踏まえた堤防法線・堤防構造とする必要がある。
- 3) 堤防法線の設定にあたり、井土浦への環境配慮や背後の復興まちづくり計画との整合から、汀線位置での復旧が困難であり、堤防法線をセットバックすることも困難。
- 4) 希少な井土浦の汽水環境に隣接するため、自然環境に配慮が必要となる。
- 5) 他工区での復旧工事で使用した敷設材などの現地発生材を有効活用する必要がある。



写真 1 堤防復旧箇所の地形条件

これらの特徴と課題を踏まえ、堤防の形式として傾斜型（標準型）と直立型（CSG（Cemented Sand and Gravel）堤）が選定された。いずれの構造も構造安定性は十分であるが、CSG 堤は標準型と比べ改変面積が小さいため、井土浦の狭隘な地形条件にも適用できるとともに環境への影響が少ないと評価された。また、震災による現地発生材を CSG の母材として活用できる利点があった（表 1）。これらの検討結果から CSG 堤が選定された。

表 1 傾斜型（標準型）と直立型（CSG 堤）の総合評価

		傾斜型（標準型）	直立型（CSG 堤）
概要図			
構造安定性		問題なし	問題なし
環境性	海浜への影響	敷設幅が約 33m と CSG 堤よりも改変面積が大きい。	敷設幅が約 19m と標準型よりも改変面積が小さい。
	井土浦湿地環境への影響	作業ヤード等による改変面積が大きい。	工事用道路のみで改変面積は小さい。止水矢板や地盤改良深度が浅いため、地下水など特に影響はない。
適用性	施工性	標準構造であり実績も多く問題なし	汎用機械での施工が可能であるが、CSG 製造工程が追加される。
	維持管理性	堤体土の吸出しや沈下などによる空洞化の可能性あり。	地盤改良もあわせて実施しており、吸出しや沈下などによる影響が小さい。
	現場発生土の活用	盛土材は購入土となるため、現地発生材の活用は困難。	CSG 母材として他工区からの現地発生材を有効活用することが可能。
総合評価		△	○

(2) CSG 工法

CSG 材とは建設現場周辺で手近に得られる材料（CSG 母材）に、セメント、水を添加して簡易な混合設備で製造される材料である。CSG 工法は、CSG 材を振動ローラで転圧することで構造物を構築する工法である。セメントと水の添加量や転圧回数は、事前に室内試験と試験施工が行われ決定される。実施工においては、CSG 母材の粒度や表面水量の変動を考慮して、必要CSG強度を満足する単位水量が選定されることになる（図5）。CSG工法の仕様を表3に示す。施工状況を写真4に示す。

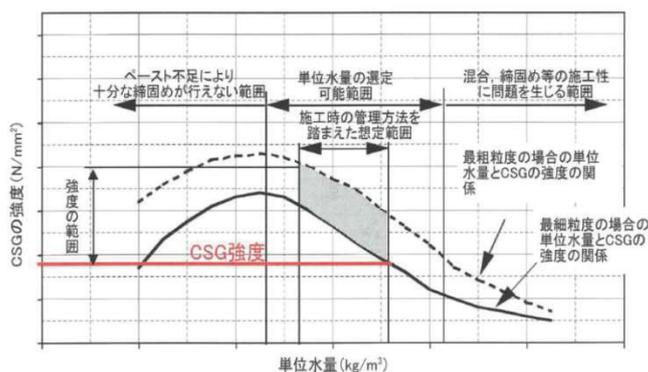


図5 CSGの粒度、単位水量および強度の関係³⁾

表3 CSG工法の仕様²⁾

項目	仕様
必要 CSG 強度 (N/mm ²)	0.81
セメントの種類	高炉セメント B 種
単位セメント量 (kg/m ³)	CSG (本体) : 40 CSG (本体底部) : 100
単位水量 (kg/m ³)	120~150



写真4 CSG材の転圧状況

4. おわりに

井土浦地区の特徴と課題を踏まえて、従来の構造形式と異なる CSG 堤による粘り強い堤防が構築された。浅層混合処理工法は、堤体基礎の支持力増強のためと堤防法尻の洗掘防止のための 2 通りの目的で実施された。また、CSG 堤であることから堤体にもセメントが用いられており、事業の実現にはセメント系材料が欠かせないものであった。

【参考資料】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部：国総研技術速報 No.3 粘り強く効果を発揮する海岸堤防の構造検討（第 2 報）、平成 24 年 8 月 10 日
- 2) 国土交通省東北地方整備局仙山河川国道事務所 提供
- 3) 財団法人ダム技術センター：台形 CSG ダム 設計・施工・品質管理技術資料、平成 24 年 6 月