

CSG工法におけるコンクリート廃材の活用と海岸樋門への応用について

ちゅうぶちほうせいびきょく しずおかかせんじむしょ かいがんかこうむかりちよう いわもと としまさ
中部地方整備局 静岡河川事務所 海岸課工務係長 岩本 年正

1. はじめに

本事業は、静岡県東部の富士川西側に広がる富士海岸蒲原工区の中央部に位置する日本軽金属株発電用放水路部の無堤地先に高潮堤防と樋門を構築する事業である。設計にあたり樋門の閉塞防止と既設構造物の撤去に伴う工事のゼロ・エミッション化に向けた検討を行った。



写-1 計画地点付近の状況

本樋門からの発電放流水は、海へ直接放流するため樋門の閉塞防止対策等により堤防直下で急な湾曲形状となる事から「樋門は堤防との直交」の基本が守れない。この課題をCSG (Cemented Sand and Gravel) 工法を応用し、既設構造物の撤去で発生するコンクリート廃材を利用することで解決を図った。

2. 工事の発注に向けて

2.1. 事業概要

本工事は、高潮堤防事業として、日本軽金属株の東西2系統ある発電用放水路・はけ口部の無堤地先に2門の樋門を構築し、上部に高潮堤防(計画波高22.0m、周期20sec、計画堤防高TP.+15.0m、波返半径5.0m(日本最大))を築堤し、一連区間の高潮堤防を完成させる事業である。

事業は、1期工事として西側樋門と堤防工の一部を、2期工事で東側樋門を含む事業全体を完成させる。本報告は、2期工事で構築する東樋門(函渠長L=47.2m、内空高H=5.0m、内空幅B=5.0m)の設計を樋門閉塞防止や社会資本ストックの有効活用等を観点とし、事業全体を通して行う既設構造物の撤去に伴い発生するコンクリート廃材の処理方法(工事のゼロ・エミッション化の推進)について検討を行った。

2.2. 設計に向けて

2.2.1. 課題の整理

本来樋門は、「堤防を直角に横断して設置することが原則」であるが、本樋門は海岸線に直接放流するため、海砂利等による樋門の閉塞が懸念された。しかし、既設放水路形状では閉塞現象が発生していない。又、ストックマネジメントの観点から設計策定に向け、以下のように課題を整理した。

既設形状を踏襲すると堤防直下でR=15.0mの急な湾曲形状となり、堤防とは直交形状とならない。

既設構造物の撤去で約4,850m³(1期工事:3,300m³、2基工事:1,550m³)のコンクリート廃材が発生する。

蒲原高潮堤防事業 工程表 表-1

工事名	H14	H15	H16	H17	H18
西樋門及び西側高潮堤防					
東樋門及び東側高潮堤防					

2.2.2. 解決に向けての提案

課題解決に向け、以下の対策案を提案した。

放水路形状は $R = 15.0\text{m}$ の形状とし、放水路の回りを弾性体で取り囲み、樋門全体を堤防と直交させる。

取り囲む弾性体は、CSG 工法を応用し、材料として大量に発生するコンリート廃材を破碎して使用する。

これにより、樋門形状は大きくなったが

閉塞防止形状を保ちつつ、堤体に対し影響の少ない構造とすることができた。

現場におけるゼロ・エミッション化の推進が図れた。

設計段階や樋門の閉塞による維持管理面、廃棄物の現場内処理等によりトータルコストの縮減が図れた。

2.2.3. 問題点の整理

対策案を基に 1)設計上、2)施工上、3)その他に分け、以下のように問題点を整理した。

1) 設計上 ・取り囲む CSG に求める設計強度の設定

・CSG で取り囲んだことによる影響

2) 施工上 ・廃材を利用したCSGで設計強度が得られるか。

・現場での確認方法

3) その他 ・廃材利用の法的課題解決

* 参考(CSGとは)

CSG は、現場にある河床材等を分級せずにセメントと水を簡易な機械で混ぜたスランプ“ゼロ”のコンクリート状の材料で、硬化後は弾性形状を示す。台形 CSG ダム技術として開発された工法である。

2.3. 課題の解決に向け

2.3.1. 設計上の問題

強度の設定は、樋門周辺に加わる土圧や波返し工等の荷重を基に算出し、河川構造物相当として安全率「3」とし、 1.2N/mm^2 を設計強度として算出した。

この CSG で囲んだ状態とCSGが無い状態での樋門の変状を3次元解析した結果、湾曲内側上部の引張応力の軽減が確認できた。

2.3.2. 施工上の問題

施工は、 $25\text{cm} \cdot 2$ 回巻き出し後、振動ローラ転圧、1日3層を基本とした。この結果、施工効率は低下したが、本体RC部の日打設高が制されたため、ひび割れが抑制された。

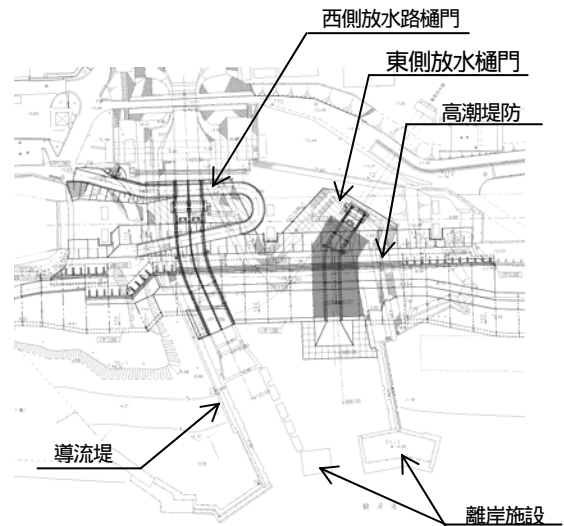


図-2 放水路樋門位置

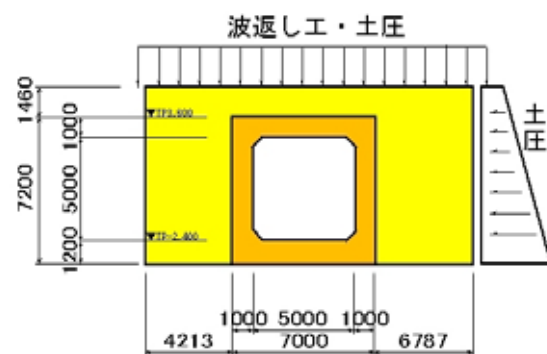


図-3 東側放水路樋門横断面図

問題への解決に向けては、文献調査の他、1期工事で発生したコンクリート廃材を、施工業者が使用するであろう移動式破砕機を用いて破砕した材料で室内試験を行った。

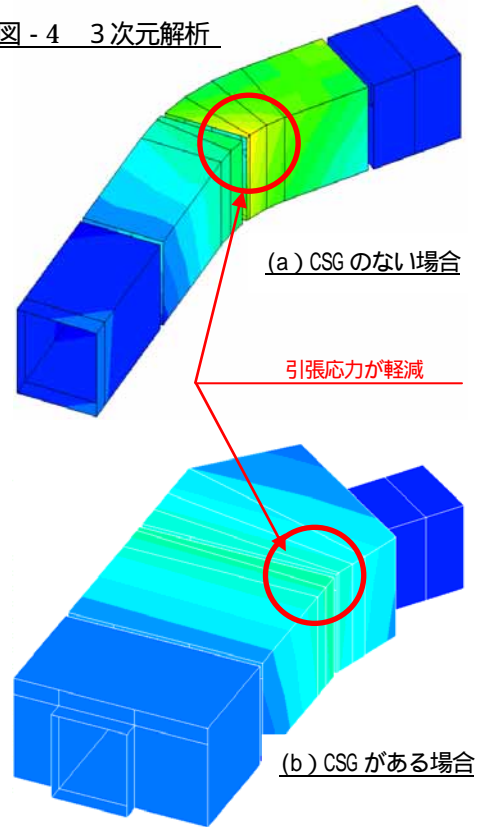
試験は、CSGの材料として使用できるか、設計強度に発現の確認。

について行った。

調査・試験の結果、コンクリート廃材の破砕後は粒度分布上ばらつきがほとんどなく、単一曲線に近似できる事を確認した。又、破砕材を使用し、混合割合を変えた試験を行い、「示方混合」を決め、「示方混合」で製作した供試体による室内試験で圧縮強度など十分な強度発現を確認した。

施工前に現場での試験施工を行い「示方混合」確認、現場強度は転圧回数（締固めエネルギー）により決定されることから転圧回数と密度の相関をとる等、施工方法や品質管理の方法等について検討を行っていく。以下に、樋門本体RC部とCSG部、盛土部の施工式図を下記に示す。

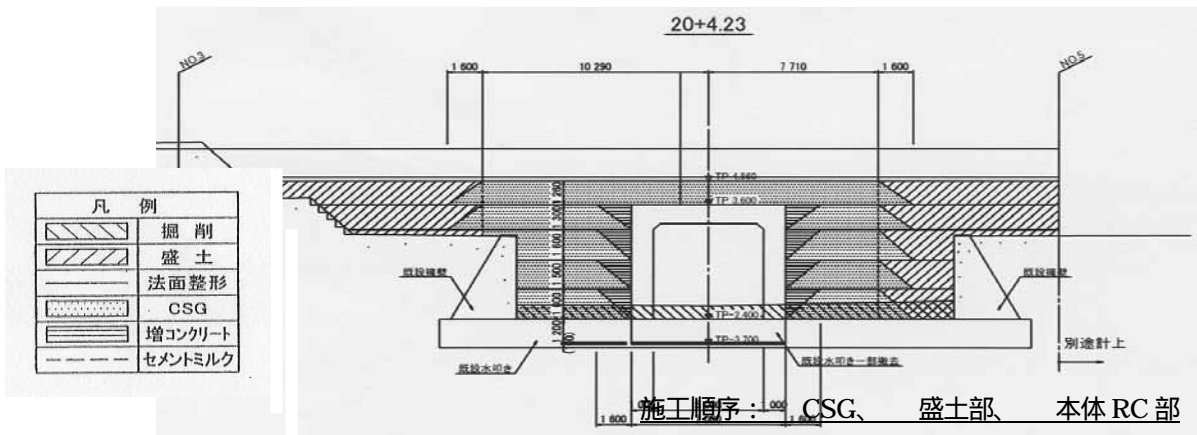
図-4 3次元解析



示方混合 表-2

CSG材	Gmax40mm相当
単位置セメント量	C=80kg/m ³
単位水量	W=100±20kg/m ³
設計強度	1.2N/mm ² 以上

図-5 施工式図



2.3.3、その他（廃材利用の法的課題解決）

産業廃棄物処理法等に係わる法律上の問題解決に向け、静岡県担当部局に出向き工事の概要、基本的な考え方等を説明し、県から「社会通念上、人頭大のコンクリート塊は廃棄物であり、廃材を発生する業者と使用する業者が異なる点が問題」との指摘を受け、

「コンクリート廃材を規格(RC40相当)を設け、製品(有価物)に加工(破砕)する」

「製品は発注者(国)が発生品として受け取り、使用する業者に支給品として支給する」

「上記を各請負者との請負契約書の中で明示する」

以上を計画書にとりまとめ県に提出することとなった。



写-2 材料としてのコンクリート廃材



写-3 破碎後のコンクリート廃材



写-4 CSG供試体

3. 今後の展望

3.1. 道路・河川など他工事への応用

CSG は、コンクリートと同じ弾性体として扱うという点に大きな特徴がある。そのため、コンクリートの 1/5 ~ 1/10 程度であるが、圧縮強度、せん断強度等を設計段階で考慮できる材料である。このことから、CSG の応用範囲として主に次のものが考えられる。

- ・ 構造物の捨コンの代用品としての利用（高強度を必要としない箇所）
- ・ 補強土壁やジオテキスタイルに代わる工法としての利用（CSG を盛り上げて壁を作る。一定の施工幅が必要だが、自重や硬化後のせん断力で土圧に対応する。）

これ以外にも応用範囲は多様に広がって行くものと思われる。

これからの課題は、使用箇所と設計強度の確定。設計強度発現の安定化と示方混合の固定化。施工方法の確立。品質管理方法確立。の4点が上げられる。

3.2. 循環型社会に向けて

建設産業は今後、住宅・社会資本の更新に伴い建設副産物の排出量が増大し、資源循環に占める建設廃材の比率が高くなることが予測される。そこで循環型社会経済システムを構築するにあたり、建設産業の責務は非常に重く、建設副産物が先導的にリサイクルに取り組むことは不可欠と言える。このため、国土交通省は平成 14 年 5 月に「建設リサイクル推進計画 2002」を策定し、公共工事におけるゼロ・エミッション化の推進が主要な施策として掲げられ、直轄事業の工事現場におけるコンクリート廃材は平成 17 年度までに最終処分量をゼロにすることを目標に掲げている。

コンクリート廃材の再利用は現在、主に再生処理施設に持ち込まれ再生砕石として道路の路盤材等に利用されている。しかし今後、排出量の増加が見込まれることから再生骨材等の利用に向けた検討が始まるなど、リサイクルの需給バランスの面から廃材の利用方法のすそ野を広げる必要がある。

コンクリート廃材を使用した CSG 工法の応用への利用方法や形態等が確立・普及すれば、直轄工事では現場内で発生したコンクリート廃材を、また、今後排出量の増加が見込まれるコンクリート廃材は、再生処理施設で再生採石程度に破碎しただけで利用が可能となり、公共工事におけるゼロ・エミッション化推進の一助になるのではないかと考える。

最後に、本計画を進めるにあたりダム技術センター 藤澤理事、国土技術政策総合研究所（海岸研究室、ダム研究室）をはじめ、ご指導をいただいた方々に深く感謝申し上げます。

以上