

第17回(平成27年度)国土技術開発賞

国土交通大臣表彰

表彰技術概要

- 最優秀賞
- 優秀賞
- 地域貢献技術賞

下記のホームページより歴代の受賞技術も
ご覧いただけます。

(一財)国土技術研究センター(JICE)
(<http://www.jice.or.jp/>)

応募先及びお問合せ先

(一財)国土技術研究センター(JICE)
情報・企画部内
「第18回 国土技術開発賞」事務局

住 所：〒105-0001
東京都港区虎ノ門3丁目12番1号ニッセイ虎ノ門ビル
電 話：03-4519-5006 FAX：03-4519-5016
JICEホームページ：http://www.jice.or.jp/
事務局メールアドレス：kaihatsusho@jice.or.jp

(平成27年10月)

過給式流動燃焼システム

ターボチャージャーを用いた省エネ・低環境負荷型下水汚泥焼却炉

応募者名：国立研究開発法人土木研究所

技術開発者：〔国立研究開発法人土木研究所〕岡本誠一郎／〔(公財)日本下水道新技術機構〕落修一／〔国立研究開発法人産業技術総合研究所〕鈴木善三

共同開発者：国立研究開発法人産業技術総合研究所／月島機械(株)／三機工業(株)／東京都下水道局

技術の概要

本システムは、下水汚泥の流動床炉に過給機を組合せて構成されます(図-1 参照)。本システムでは、下水汚泥を約 1.3 気圧の圧力下で燃焼させ、さらに、過給機を導入することにより、従来使われていなかった燃焼排ガスのエネルギーを、焼却炉への送風に利用するものです。このため、従来必要であった流動ブロウと誘引ファンの運転が不要で、消費電力が削減されるなどの優れた省エネ・低環境負荷効果があります。

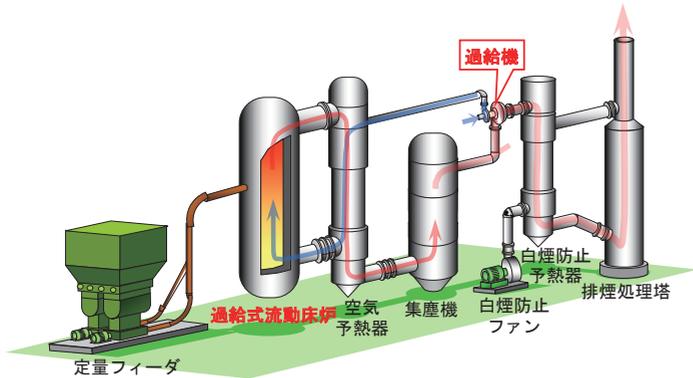


図-1 過給式流動燃焼システムの模式図

技術の特徴

下水汚泥を約 1.3 気圧の圧力下で燃焼させることにより、燃焼効率を高めるとともに、焼却炉を小型化することが可能になりました。燃焼に伴って発生した排ガスは過給機に導入され、その圧力で過給機タービンが駆動し、過給機コンプレッサに吸引された空気を圧縮し、圧縮空気が製造されます(図-2、3 参照)。この圧縮空気が、焼却炉に燃焼用空気として供給されます。下水汚泥が連続供給されていれば、従来焼却炉で消費されていた送風機の電力なしに、圧縮空気が供給され続けます。

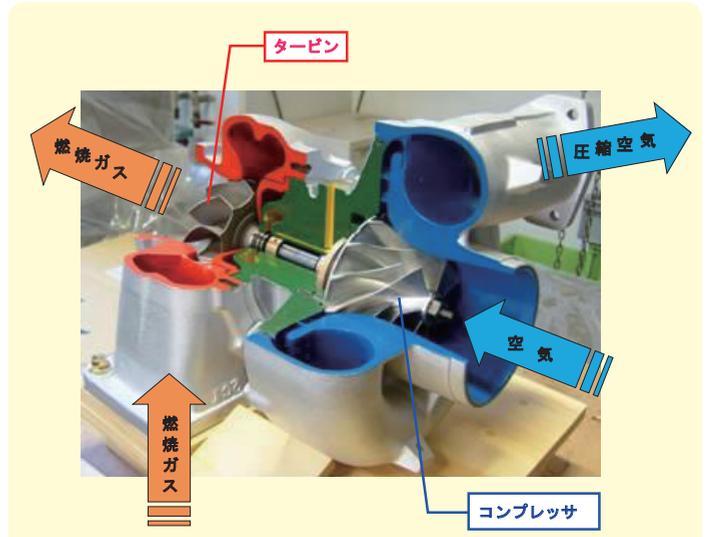


図-2 過給機のカットモデルと空気の流れ

技術の効果

電力：約 40%削減

加圧により燃焼効率を高めるとともに、従来焼却炉に必要であった流動ブロウと誘引ファンの運転が不要となるため、その運転費を削減することができ、消費電力を約 40% 削減することができます。

燃料：約 10%削減

加圧燃焼であるため焼却炉を同処理量の従来焼却炉に比べて小さくできることから、放熱量が少なくなり、補助燃料使用量を約 10% 削減することができます。

N₂O：約 50%削減

加圧燃焼により焼却炉の下部で高温領域が生成され、N₂O (一酸化二窒素、温室効果が二酸化炭素の 310 倍) の分解が促進されるため、従来焼却炉と比較して N₂O の排出量を約 50% 削減することができます。

温室効果ガス：約 40%削減

電力、燃料、N₂O 削減の合計で、従来焼却炉に比べて温室効果ガス排出量は約 40% 削減することができます。

(従来焼却炉は、処理量 100 トン / 日で燃焼温度 850℃の気泡式流動床炉を想定しています)

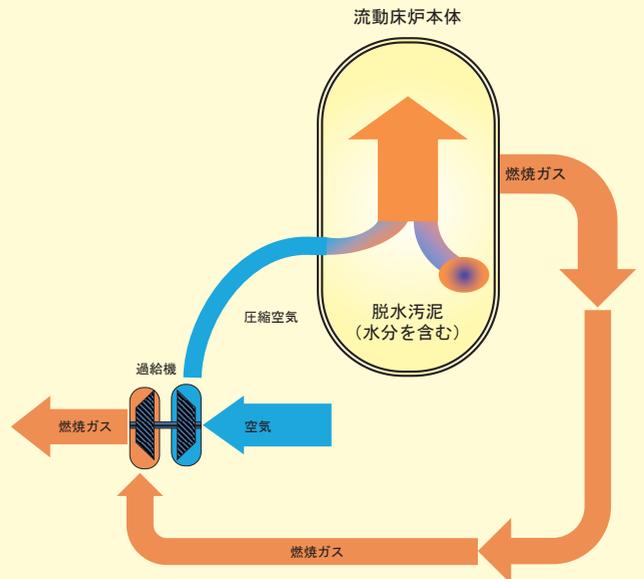


図-3 流動床炉本体と過給機の空気の流れ

高耐久海水練りコンクリート

産業副産物、特殊混和剤を使用した海水練りコンクリート

応募者名：株式会社大林組

技術開発者：[株式会社大林組] 新村 亮・竹田宣典

共同開発者：国立研究開発法人港湾空港技術研究所／東京工業大学大学院教授 大即信明／

東北大学大学院教授 久田 真／JFE スチール株式会社

技術の概要

防波堤、護岸、消波ブロック、舗装などの港湾、海岸、工場、発電所施設等に使われるコンクリートは波浪や流水、輪荷重等による摩耗や衝撃による劣化作用を受けるため、緻密で強度の高いコンクリートが求められる。一方で離島、海上、沿岸部などでの工事、災害復旧の緊急工事などではコンクリート練混ぜ用の真水の入手が困難な場合がある。従来の海水練りコンクリートは、早期強度は高いが、長期強度の伸びが少ないという問題があった。また、フレッシュコンクリートの流動性の保持時間が短く、施工性に課題があった。一方、海水を使用するため、鉄筋コンクリート構造物への適用においては、鉄筋の防食性の課題があった。これらの課題を解決するため、海水を練混ぜ水として用い、産業副産物と特殊混和剤を用いた「高耐久海水練りコンクリート」を開発した。東日本大震災にともなう、相馬港災害復旧工事（国土交通省東北地方整備局）において、消波ブロック等の製作に適用された。



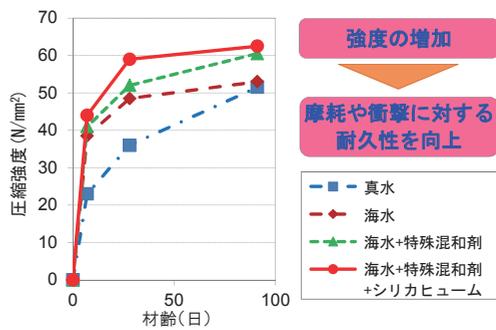
高耐久海水練りコンクリートを使用して製作した消波ブロック

従来技術との比較

「高耐久海水練りコンクリート」は、従来の海水練りコンクリートに比べ強度が増大し、水密性も大幅に向上する。

■ 圧縮強度の増大

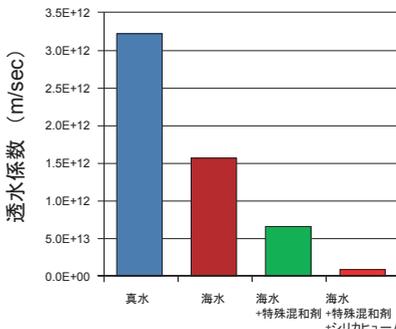
海水、特殊混和剤、シリカフュームを用いた場合、短期・長期とも圧縮強度が増加する。



圧縮強度の推移

■ 水密性の向上

海水、特殊混和剤、シリカフュームを用いた場合、透水係数は大幅に低減する。



透水試験 (水圧 1.0MPa, 48 時間作用) 結果



高耐久海水練りコンクリート透水試験結果 (水圧 1.0MPa, 48 時間作用後)

技術の特徴

「高耐久海水練りコンクリート」は、豊富な天然資源である海水を有効利用するとともに、産業副産物である高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフュームなどを混和材として使用し、さらに海水練りコンクリート用特殊混和剤を組合せて用いたコンクリートである。また、骨材としてコンクリートから、鉄鋼スラグ等の産業副産物を使用することもできる。これらの材料を適切に組合せることにより、早期・長期ともに強度が増大し、内部組織が緻密な耐久性の高い海水練りコンクリートを製造できる。鉄筋コンクリートの補強材には、防食鉄筋や炭素繊維ロッドなどを状況に応じて性能確認を行った上で適用が可能となる。



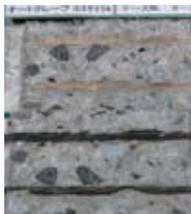
コンクリートからを使用して製造した消波ブロックの製作状況



鉄鋼スラグを使用して製造した海水練り舗装コンクリート



(a) エポキシ樹脂塗装



(b) 炭素繊維ロッド

高耐久海水練りコンクリート中の補強材 (自然暴露 100 年相当の腐食促進試験)

技術の効果

「高耐久海水練りコンクリート」は、以下のような効果がある。

項目	技術の効果
長寿命化	・長期強度が増加、水密性が大幅に向上 ・波浪、流水、車両荷重等による摩耗・衝撃に対する耐久性向上 ・防食鉄筋・非腐食性補強材により長期耐久性の確保
施工性	・真水練りコンクリート同等の施工性
工期短縮	・初期強度発現が速く、型枠存置期間、養生期間の短縮によりコンクリート工事の工期短縮
コスト縮減	・真水の入手が困難な場合、コンクリート工事のコスト縮減
環境負荷低減	・コンクリート工事でのCO ₂ 排出量低減
廃棄物削減	・産業副産物（コンクリートから、鉄鋼スラグ等）の有効利用

セグメントを用いたシールドトンネルの地中拡幅工法

WJセグメント工法

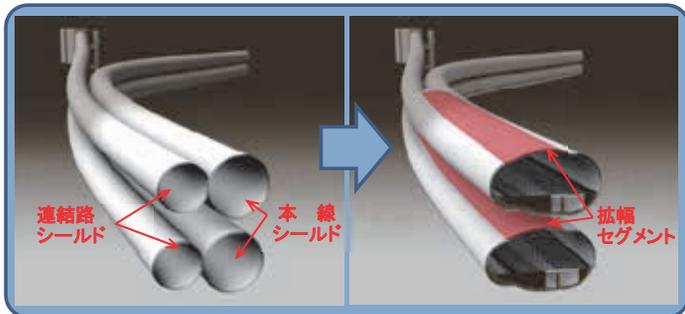
応募者名：首都高速道路株式会社 / 株式会社安藤・間

技術開発者：[首都高速道路株式会社] 永井政伸 / [株式会社安藤・間] 井上隆広・小倉靖之

技術の概要

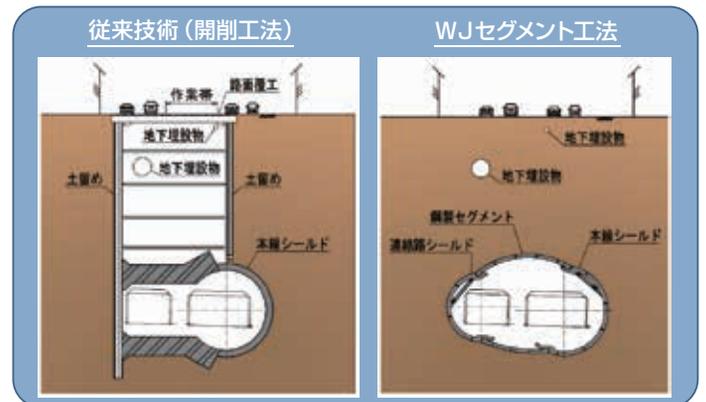
WJセグメント工法は、2本のシールドトンネルを地中で1本のトンネルに拡幅する技術です。

トンネル間をアーチ形状の拡幅セグメントで接合し、トンネル間の切詰め施工（掘削・仮設セグメント撤去）を行って拡幅トンネルを構築します。



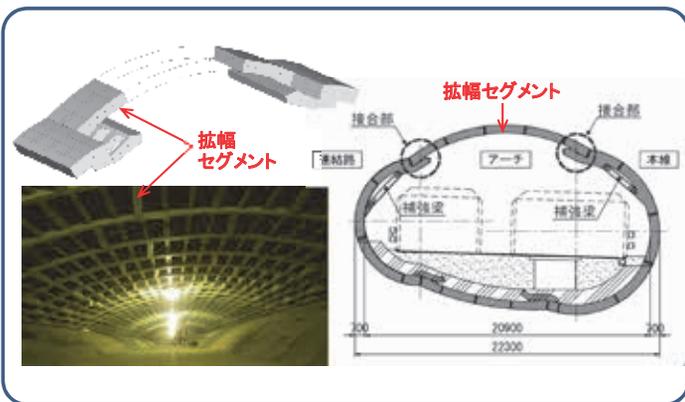
従来技術との比較

地中でトンネル拡幅を行うため、従来技術のような地上の交通規制がなく、道路交通へ全く影響を与えずに拡幅トンネルの構築が可能になります。



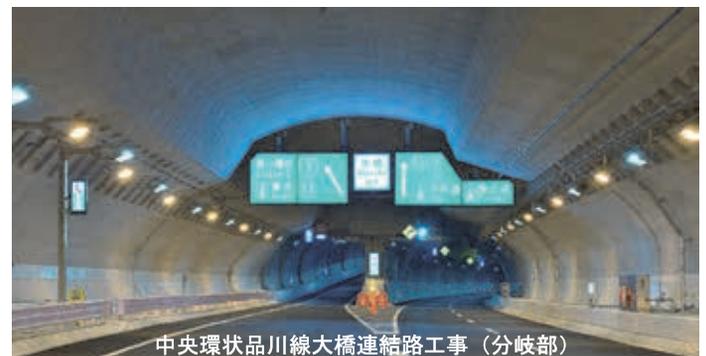
技術の特徴

トンネル覆工に耐力と止水性の高い鋼製セグメントを用いるため、大深度・大断面トンネルへの適用が可能です。また、切詰め施工は、施工に伴う周辺地盤への影響に配慮し、拡幅セグメントでトンネルが閉合し構造が安定した後に行うことで影響を最小限に抑制します。



技術の効果

- コスト縮減
鋼製セグメントの適用と合理的な楕円形状のトンネル構築により部材が軽減できコスト縮減が図れます。
- 工程短縮
工場製品のセグメントを現地で組み立てることでトンネルが完成するため工程を大幅に短縮できます。
- 止水性の向上
漏水の原因となるひび割れがなく、継手部はシール材による止水が確保できるため止水性が向上します。
- 環境負荷の低減
施工時の周辺地盤への影響を抑制するとともに道路交通への影響もなく環境負荷が低減できます。



プレキャスト・ブロック化したハイブリッド防潮堤

堤体のブロック化で“超”急速施工、現地生産資材のミニマム化

応募者名：JFEエンジニアリング(株)

技術開発者：〔JFEエンジニアリング(株)〕 田中祐人・奈良 正

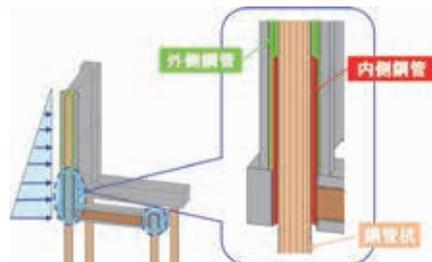
技術の概要

被災地では生コンや型枠などの現地生産資材や人手が不足しており、現場工期の長期化や工事の着手困難などの課題が生じている。

このような状況において、現地では防潮堤に対して①現場工程の短縮・現場作業員の削減、②現地生産資材の需給動向による影響の低減、などのニーズが生じている。これらのニーズに応える解決策として、現場作業や現地生産資材のミニマム化が可能な「ハイブリッド防潮堤」を開発した。



ハイブリッド防潮堤の概要



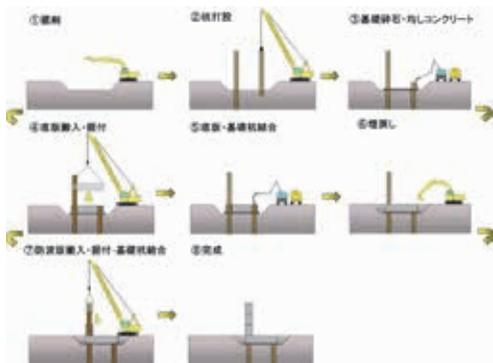
底版ブロック・基礎杭の結合部（内側鋼管と鋼管杭による二重管）

従来技術との比較

従来技術の「現場打ちコンクリート防潮堤」と新技術「ハイブリッド防潮堤」を、現地での工期や作業量、ならびに現地生産資材量で効果を比較する。比較の規模は壁高 8.4m の防潮堤とし、単位は延長 100m 当りである。

技術の特徴

本防潮堤は、工場製作したプレキャスト・ブロック（横矢板）を輸送し、現場の基礎杭（親杭）に差込むだけで完成する、親杭横矢板方式である。これらのブロックは、芯材となる鋼部材をコンクリートで被覆一体化した、ハイブリッド構造である。プレキャスト化したことで“超”急速施工が可能となり、生コンなどの現地生産資材の需給動向による影響を低減できる。

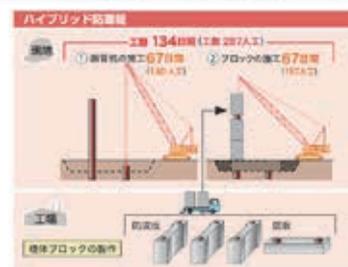


現場施工フロー



防波版ブロックの据付けと据付け全景

防潮堤基部に作用する大きな曲げモーメントに基礎杭だけで耐えるには、極厚の基礎杭が必要になる。本防潮堤では底版ブロックを基礎杭に差込むだけで、底版ブロックから飛び出した内側鋼管（赤色）と鋼管杭（肌色）が容易に二重鋼管となり、必要な板厚を確保できるように工夫している。

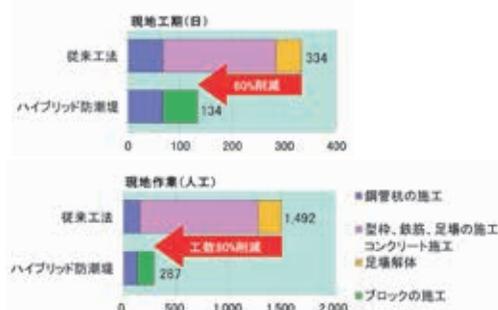


従来技術とハイブリッド防潮堤の比較

技術の効果

1) 現地工期の短縮、作業量の削減

各工種の標準歩掛かりに、生コン不足により打設までの手待ちを加えて工期や作業量を概算する。その結果、既存技術に比べて現地工期を60%、工数を80%削減できる。



2) 現地生産資材量の削減

現地生産資材の代表として生コンクリートと型枠の数量を比較したところ、既存技術に比べて生コン量を80%削減、型枠面積を95%削減できる。



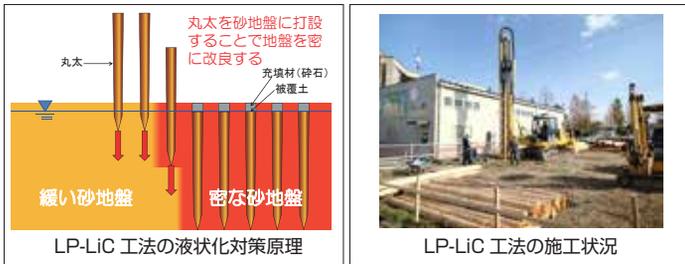
丸太打設による液状化対策と地球温暖化緩和策

丸太打設液状化対策&カーボンストック工法 (LP-LiC工法)

応募者名：飛鳥建設株式会社
 技術開発者：[飛鳥建設株式会社] 沼田 淳紀・筒井 雅行
 共同開発者：兼松日産農林株式会社/昭和マテリアル株式会社

技術の概要

LP-LiC工法は、地盤に丸太を低振動・低騒音・無排土で圧入することで、緩い飽和した砂地盤を密実にする、環境負荷が少なく、恒久的で、信頼性の高い世界的に例のない液状化対策工法です。施工範囲近傍での地盤変位もほぼゼロなので、小型の重機を用いて近接施工が必要な市街地、狭隘地、戸建て住宅での施工も可能です。丸太を用いることで、大量に炭素を地中に半永久的に固定する特徴を活かし、工事の実施が地球温暖化緩和策にもなるという夢の工法を実現しました。



従来技術との比較

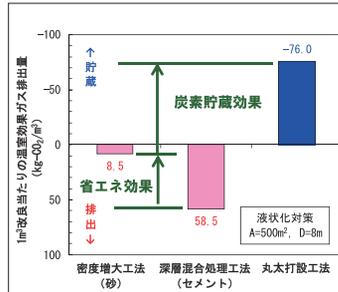
従来工法と異なる最大の点は、工事によって炭素を地中に半永久的に貯蔵できることです。液状化対策にセメントを使用する深層混合処理工法(CDM)と、材料に砂を用いるサンドコンパクションパイル工法(SCP)とを比較した場合、CDMはセメントを使用することから工事による温室効果ガス(GHG)排出量は多くなり、SCPは砂を使うことで省エネ効果によりGHGの排出量が大幅に減少します。さらに、LP-LiC工法は、省エネ効果に加え丸太による炭素貯蔵効果により、GHGの収支はマイナスとなり、工事の実施自体がGHG削減に寄与します。

LP-LiC工法の液状化対策原理は、SCPと同様に緩い砂地盤を密実に締め固めることです。その効果は、N値の計測結果からSCPと同等かそれ以上であること、大型振動実験により単に密度増加させた場合以上であることが確認されました。

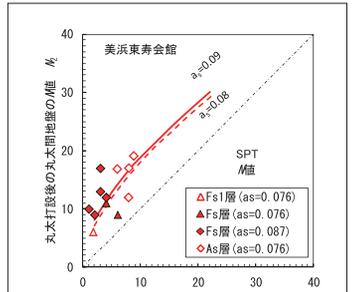
技術の特徴

LP-LiC工法の最大の特徴は、液状化対策に木材を用いることです。ほとんど加工を施さない生の丸太を大量に使用することで、光合成によって大気中から樹木に吸収固定された炭素を半永久的に大量に地中に貯蔵します。通常の建設工事は二酸化炭素を排出しますが、LP-LiC工法は、工事による二酸化炭素排出量以上に炭素を地中に固定するので、大きな森林を築いたのと同様に、温室効果ガス削減に貢献します。

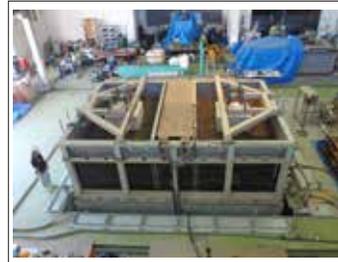
木材は気中では腐朽や蟻害などの生物劣化を生じますが、酸素がない水中では生物劣化を起こしません。水位の浅い地盤で生じる液状化対策に木材を使用することは、木材の特徴を最大限に生かした方法です。ただし、丸太頭部は空気に触れる可能性が高く、生物劣化対策が必要になります。この対策には、透水係数が $k \leq 1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ の無機質の土質材料で丸太頭部を覆い、空気を遮断します。木材需要の拡大が期待できることから、林業再生にも貢献します。



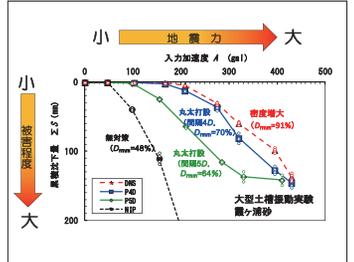
従来工法とLP-LiC工法の工事による温室効果ガス排出および貯蔵量



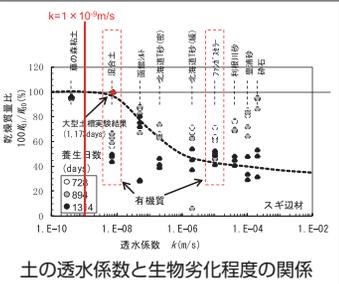
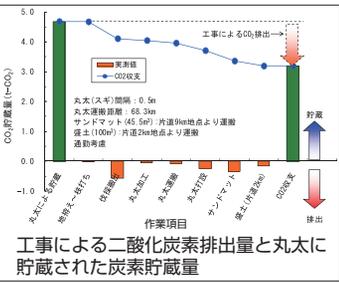
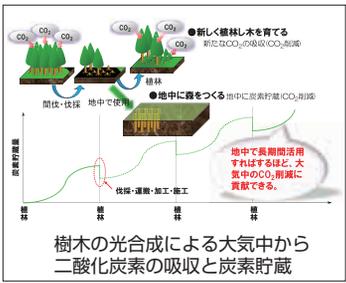
LP-LiC工法(点)とSCP工法(曲線)の対策後のN値の増加の比較



大型振動実験の様子



大型振動実験によるLP-LiC工法による沈下量と密度増大による沈下量の比較



技術の効果

- 【液状化対策効果】 砂地盤の密度増大を対策原理とし確実な液状化対策が可能
- 【炭素貯蔵効果】 工事を行うほど炭素貯蔵ができ、工事の実施自体が地球温暖化緩和策となる
- 【周辺環境に対する効果】 低振動・低騒音・無排土かつ施工範囲外での変位の影響がほとんどなく市街地・狭隘地・戸建て住宅での施工が可能
- 【間接的效果】 国産木材の未利用材を積極的に利用でき、林業再生に寄与するだけでなく、水源涵養や山林域の土砂災害防止にも貢献し、液状化の発生する沿岸部の防災と山間部の防災も同時に実現できる

永久型枠工法

漁港・港湾の岸壁、防波堤等における干満帯の劣化・欠損部等の補修工法

応募者名：株式会社南組

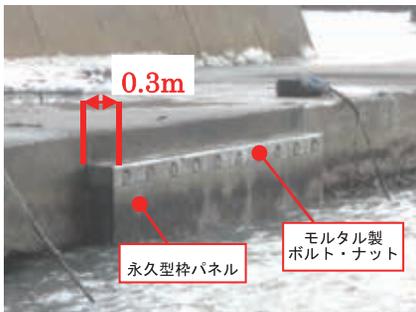
技術開発者：[株式会社南組] 南 修・小田 秀輝 / [浦河生コンクリート株式会社] 前 春雄

共同開発者：浦河生コンクリート株式会社

技術の概要

永久型枠工法は防波堤や岸壁などの干満帯の劣化欠損箇所を高強度コンクリートパネル(永久型枠パネル)で覆い、モルタル製ボルト・ナット(商品名ボルモ)で固定し、欠損部に中詰めコンクリートを充填する工法である。施工にあたっては形状自在襖枠(移動式水中作業足場付)を岸壁や防波堤上部へ固定し、永久型枠の支保と永久型枠サイドからの打設コンクリートの漏洩を防止するとともに付属する移動式水中足場により、潜水作業の安全性と作業効率を高めるものとなっている。(NETIS 登録：HKK-140002-A)

- ③ 形状自在襖枠を使用することで、劣化欠損形状の凹凸に合わせて襖枠が接地し、充填する中詰めコンクリートの漏洩を防止する。
- ④ 移動式水中作業足場の使用により、潜水作業の効率と安全性が向上する。



永久型枠工法



従来の腹付工法



形状自在襖枠(移動式水中作業足場付)

技術の効果

- 【拡幅巾の抑制】 拡幅巾が0.3m程度で済むため、漁港の泊地、間口への影響を最小限に抑えることができる。
- 【コスト縮減】 従来の腹付工法に比較してコストは約15%縮減できる。
- 【工期短縮】 工事による現場の占有期間が約1/2~2/3で済むため、施設が早期に供用開始でき漁業活動への影響を最小限にすることが可能。
- 【耐久性向上】 永久型枠パネルやボルト・ナットは鉄筋を使用せず繊維で補強しており、高強度で緻密なプレキャスト製品となっているため、耐塩害性・耐凍害性・耐摩耗性などの耐久性が優れることから補修箇所の延命が可能。

技術の特徴

- ① 永久型枠、ボルト・ナット、差筋には鉄筋を使用しないため、鉄筋腐食によるコンクリート剥離等を防ぐ。



永久型枠、ボルト・ナット

- ② 鉄筋を使用しない高強度のプレキャスト部材(永久型枠パネル)で被覆するため耐塩害性・耐凍害性・耐摩耗性であることから耐久性に優れる。

永久型枠パネル強度

試験項目	数値	備考
圧縮強度	60N/mm ² 以上	-
凍結融解性能	98%	普通コンクリート：60~85%

ボルト・ナット強度

試験項目	数値	備考
軸力	265N・m	普通ボルトM24相当
ボルトせん断力	94.7kN	普通ボルトM24相当
ボルトねじ山せん断力	144kN	-
ボルトナット引抜き	97kN	-

地域への貢献

地場企業の建設会社として創業以来北海道様似郡様似町(人口4,700人)を中心に浦河町、えりも町在住の従業員を含め100名(グループ企業を含めると125名)を雇用している。本工法を開発し、使用する永久型枠パネル、ボルト、ナットを関連会社である浦河生コンクリート(株)で生産することで、(株)南組とともに従業員の仕事を確保し、地域の雇用確保に貢献出来るものと考えている。また、当該地域は漁業が基幹産業で漁港も多く、この工法で工期短縮が可能となり、漁港の泊地、間口への影響を最小限とすることにより安全操業に繋がり漁業生産活動に貢献できる。

大型土のう作成補助器具 「トンサポ」

応募者名：(株)YPSテック

技術開発者：[(株)YPSテック] 山田英晴・山田英人

技術の概要

「トンサポ」は、大型土のうを短期間に作成するための補助器具である。側面より大型土のう袋を取り外しができ、大型土のうを吊り上げ作業なしで作成することができる。結果として、人員削減、安全性の向上、効率的な作業スケジュールの確立が可能になります。



トンサポ土砂投入

トンサポ概要



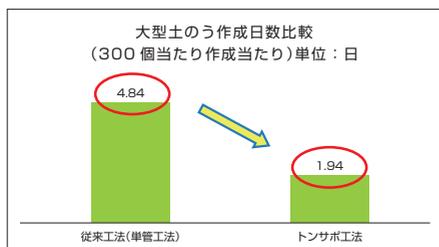
▲写真-3. 接続部取外し詳細

技術の特徴

本技術はジグが2分割し、双方が自立します。また、接続部を簡単に取り外すことが出来るため、大型土のう作成の横部分より簡単に取り外せる。

従来工法だと単管に負担がかかり、ジグが破損する可能性が高い。「トンサポ」はジグ全体で大型土のうを支えるという形ではなく、土のう袋が地面に付くのを補助し土砂を投入してもジグにかかる力(土砂の加重が土のう袋底面になるため、「トンサポ」への加重はほとんどなくまた、ジグがあることにより大型土のうが側面へ出るのを防ぎ均一な大型土のうが作成可能になる。

また、軽量かつトンサポ自体に負荷がかからない為、耐久性も高い(実用実験にて約5,000回の耐久性能を確認)。



労務・器具費用比較(300個当り)		
	従来工法	トンサポ工法
① 1日当りの作成数量	62個	154個
② 300個当りの作成数量	4.48日	1.94日
③ 300個当りの総作成金額	298,948円	185,818円
④ 1個当りの土のう作成金額(③/300個)	996円	619円

作成日数は約60%削減
労務・器具費用では約40%削減!
労務・器具費用金額比較表

技術の効果

- 【安全性】 接続部を外すと、大型土嚢が取り外しできる。安全性が向上。
- 【携帯性】 約40kgと軽量設計。設置時間わずか1分。
- 【コスト削減】 人員削減や工期短縮、重機等の経費削減が可能。
- 【多様性】 土木事業だけでなく、産廃、建築、除染等多岐の用途で使用可能。また、災害時には緊急工事で使用可能。

地域貢献

福島第一原発の事故に伴う除染での使用において、除染廃棄物、除染土砂を大型土のう袋に投入し保管している。除染範囲が広域かつ建設従事者の減少、放射能による低量被ばく等の問題がある。

当社は現地の株式会社環境システムヤマノ様にご協力頂き、除染作業における大型土のう作成補助器具「トンサポ」を使用し、除染作業の検証を行った。

- ・通常3人の作業の所、2人もしくは1人の作業員での作業が可能になり、大幅なコスト削減が可能。
- ・作業員の削減と投入時に作業員が離れた場所で作業ができ、低料被ばくの可能性が大幅に改善した。
- ・作業時、バックホウの周辺にいない為安全性が大幅に向上した。
- ・単管工法、他者類似品に比べ効率が向上し、人員削減が可能になった。また、初期投資も圧縮できた。



除染時のトンサポ活用例