



プレキャストコンクリート製 残置型枠工法

～漁港プレキャスト工法の推進に向けて～



令和2年1月

(一社) 全日本漁港建設協会
漁港プレキャスト工法研究会



川上 洵

漁港プレキャスト工法研究会技術委員長
秋田大学名誉教授

漁港プレキャスト工法の 推進

老朽化した既存漁港施設の機能保全を図り、長寿命化の推進に向けた補修・補強技術の早期確立が急がれています。防波堤をはじめ施設の拡幅・嵩上げの施工における要求性能として、安全性、施工性、工期短縮、省力化、そして環境保全があげられます。

一方、プレキャストコンクリート (PCa) の特長は、品質の安定性、高機能性、工期の短縮、リサイクル材の有効利用等です。

技術委員会は、PCaを用いた残置型枠工法を検討中ですが、現時点で、漁港施設の補強に寄与できる最も合理的な技術として、ここに提案します。



長野 章

漁港プレキャスト工法研究会長
(一社) 全日本漁港建設協会会長

今後進む沿岸構造物の プレキャスト化

漁港や海岸施設の建設を行う場合、海中作業が伴うこと、強い波浪の力に対抗するために構造物の重量が大きくなることの二つの理由により、他の土木構造物に比較して、プレキャスト化が進んでいませんでした。そのことから海中作業による工事が多くなり、安全性や、工程の計画性が損なわれることが数多くありました。

近年老朽化した海中コンクリート躯体を腹付け補強する工事が多くなっています。これらに型枠部材をプレキャスト化し、かつ型枠を構造物の一部とするプレキャストコンクリート製残置型枠工法が数多く採用されることとなっています。この工法及びその他の工夫をこらしたプレキャスト工法を、漁港工事の安全性と計画性の確保から普及していきたいと考えています。

目次

- プレキャストコンクリート製残置型枠工法とは
- 1 残置型枠導入 (新技術開発) の背景
- 2 スチールフォーム工法 (従来工法) の課題
- 3 残置型枠工法の概要
- 4 施工状況
- 5 工程検証
- 6 残置型枠工法活用の効果
- 7 今後の活用に向けて
- プレキャスト工法製品紹介

プレキャストコンクリート製 残置型枠工法とは

「プレキャストコンクリート製残置型枠工法」は、コンクリート製の重力式係船岸（岸壁・物揚場）または同様の構造となる既存施設において、施設性能の維持・改善または向上のために実施される水中コンクリートによる「腹付け工」を、プレキャストコンクリート製の型枠を構造物の一部とする工法により、効率的かつ安全に施工する技術です。

漁港施設等における「腹付け工」の施工では、スチールフォームを海中に設置し水中コンクリートを打設する方法が従来工法となっていますが、静穏度の高い港内でも波や流れの作用によるスチールフォームの被災は後を絶たず、その型枠の中の作業安全度は著しく低く、また東日本大震災の復旧・復興事業では、施設損傷等による作業スペースの不足、資機材と技能者の不足、二次被災のリスク増加などにより、施工が困難でした。

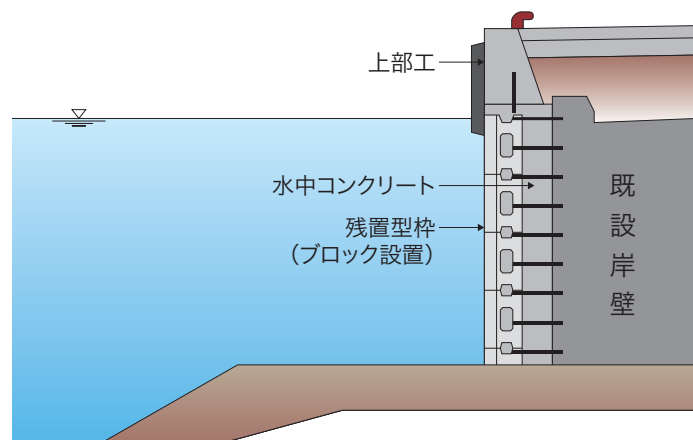
一方、プレキャストコンクリート製型枠部材を用いた施工は、海中において段階的に施工が可能で、工期短縮や安全性の面で優位な工法です。

さらに、漁港施設の長寿命化対策工法としてもプレキャストコンクリート製残置型枠を利用することにより、従来の海中施工における課題が解決でき、施工効率と作業者安全度の向上に寄与する標準的な工法として開発しました。

また、本工法は従来工法に比べ、工期短縮等による経済性向上及び作業の安全性向上などの優位性が評価され、第2回インフラメンテナンス大賞において、特別賞を受賞しました。

残置型枠工法の概要

- ①既存施設表面にアンカー工を施工
- ②1段目を据付、セパレータで固定
- ③2段目以降は同様に据付・固定
- ④残置型枠と既設の間水中コンクリート打設
- ⑤上部工を施工し完了

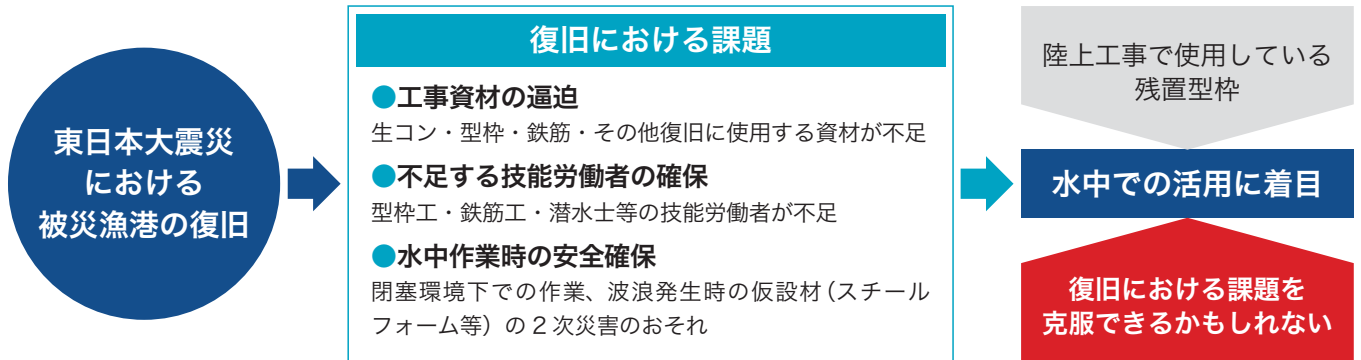


第2回インフラメンテナンス大賞



1 残置型枠導入（新技術開発）の背景

東日本大震災の漁港復旧工事においては、多くの漁港の岸壁・物揚場の傾き沈下を原形に復旧するため、前面に一定の幅を持って腹付けする工法がとられました。その時に工事材の逼迫とともに海中工事のため多くの課題があり、その解決のために開発された工法です。

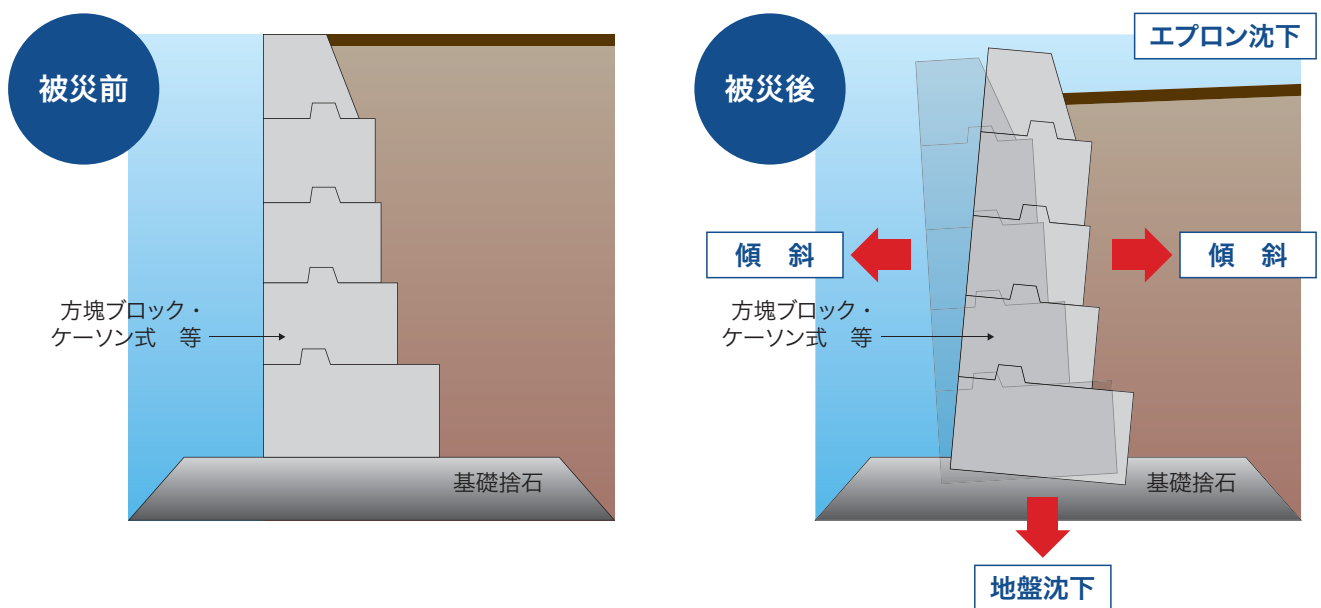


漁港岸壁の破損

東日本大震災における漁港岸壁の被災状況は、地盤沈下がおこり岸壁堤体の沈下と大きな傾斜を伴うものでした。そして、上部のエプロンも不陸を伴って破損しました。岸壁堤体全体が破損と傾斜しながらろうじて形状を保っている状況でした。



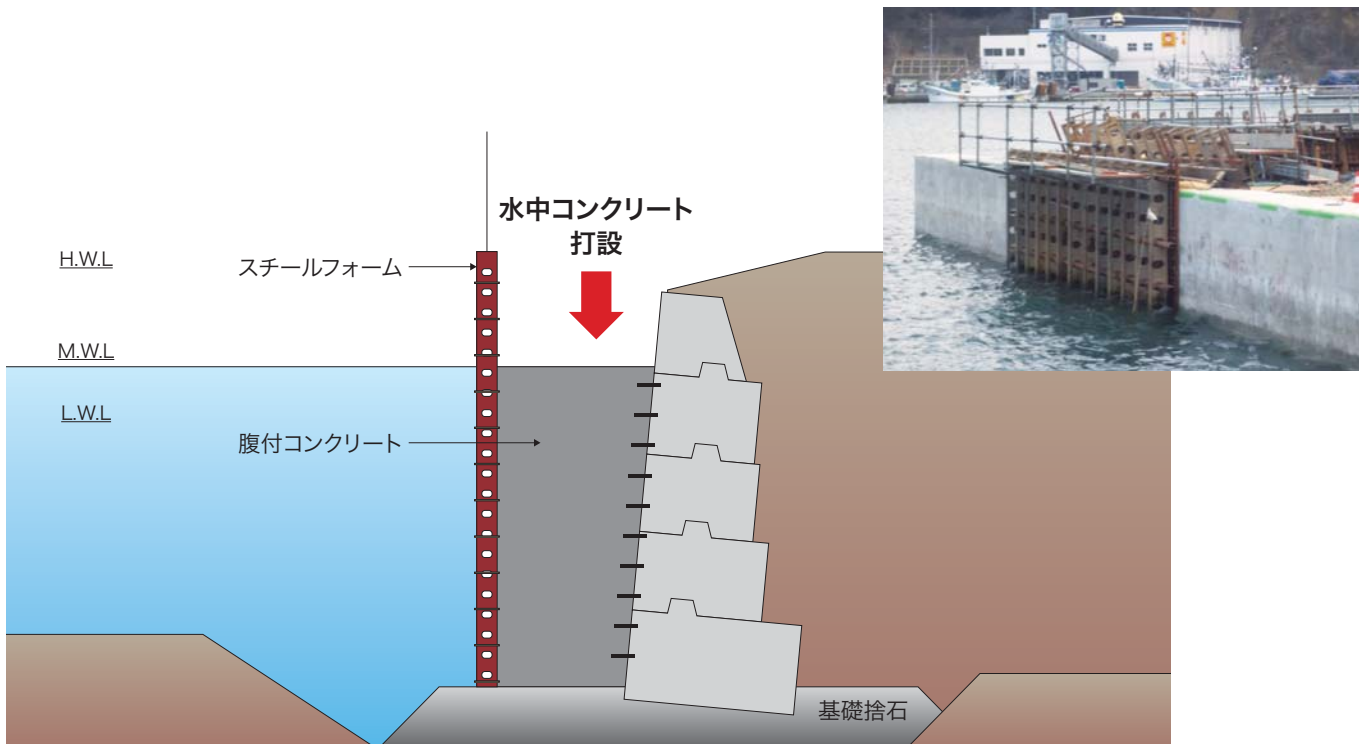
岸壁被災イメージ



被災前は、法線が通って垂直に直立する形でした。それが、被災後は、法線の出入りを伴いながら、堤体が前傾あるいは後ろに傾斜し、エプロンは沈下し、不陸をおこしていました。そして、堤体は非常に不安定な状態でした。

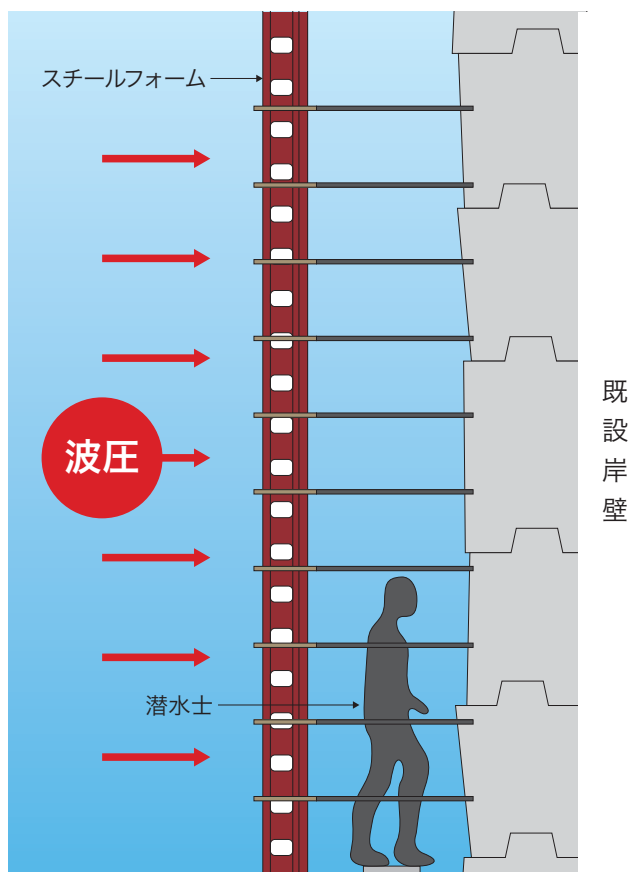
2 スチールフォーム工法（従来工法）の課題

従来は、スチールフォームで腹付け全体の型枠版を組み設置し、コンクリートを打設する方法がとられていました。そのために、波浪に対応できる大型のスチールフォームとして、剛性を増すためにH型鋼を井桁に組んだり、狭隘な水中での空間での作業が発生するなど工事の効率性及び安全性の確保が困難でした。



スチールフォーム工法のデメリット

- 海象条件**
 - 波やうねりの影響を受け易い
 - 施工に必要な静穏日間の確保が必要
 - 受波面積が広く施工中に被災を受けることがある
- 施工条件**
 - 型枠固定時、閉塞環境下での作業
 - 段階施工が取りづらい
 - 生コンの打設量を調整できない
- 安全面**
 - 潜水作業が危険
 - 非常時の退避が困難



3 残置型枠工法の概要

開発コンセプト

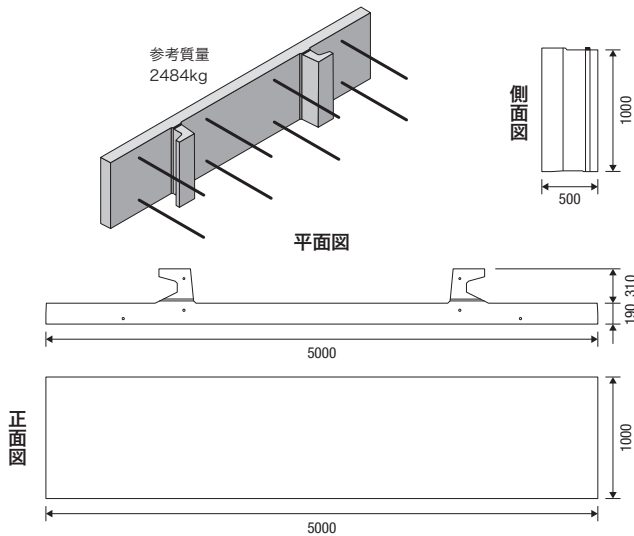
- **建設資機材の低減**
 - ・スチールフォームからコンクリート二次製品への転換
 - ・生コンの需要量低減・使用重機の小型化
- **作業の省力化**
 - ・不足する技能労働者の低減
 - ・潜水作業の低減による作業効率の向上
- **作業の安全性向上**
 - ・安全性の低下した岸壁における閉塞環境下での作業回避
 - ・非常時の退避性の向上

岸壁の復旧は被災残存岸壁にコンクリート打設をし、腹付けする工法が採用されました。しかし、生コンの確保が難しいことから段階的に施工する工法が求められ、不足する技能労働者の逼迫から作業の効率化と作業の安全性が求められました。そのために、プレキャストコンクリート製で堤体の一部として残置する2トンから4トンの型枠を開発しました。

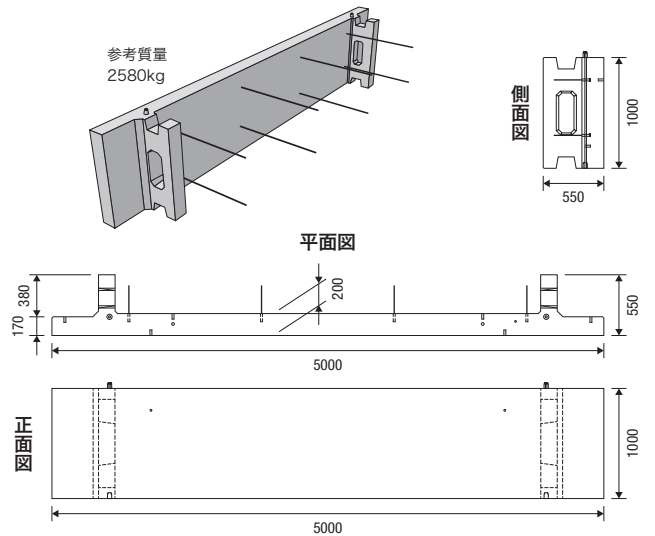
水中部における『残置型枠工法』の技術確立

標準ブロック形状

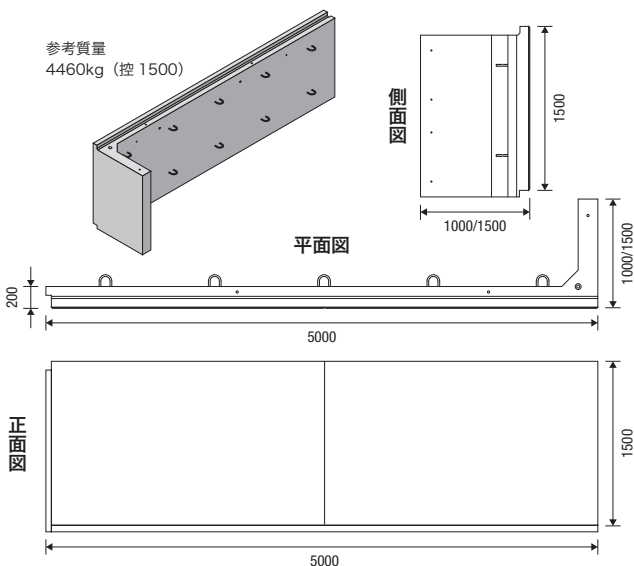
共和・菱和・インフラテック ブロック形状



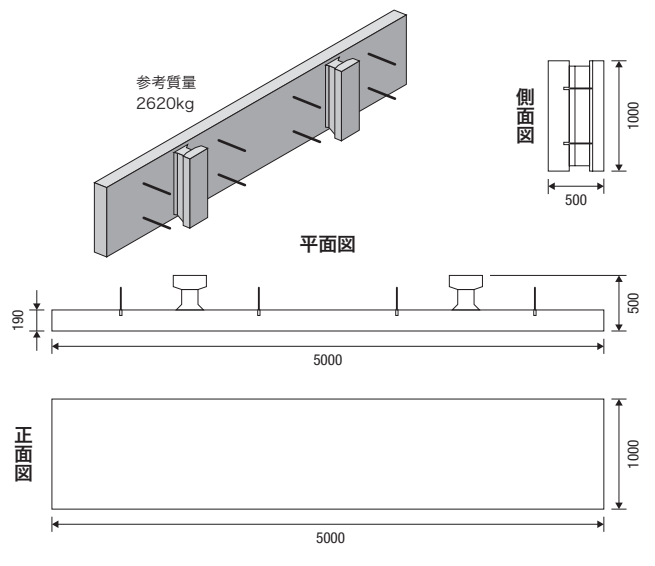
丸栄・ヤマックス・昭和 ブロック形状



ランデス ブロック形状



ヤマウ・日建工学 ブロック形状

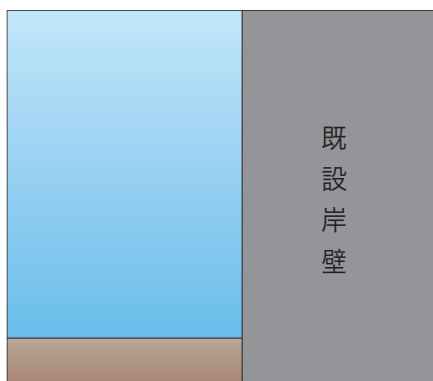


ブロックの長さ・高さなどの調整は、各社にご相談下さい。

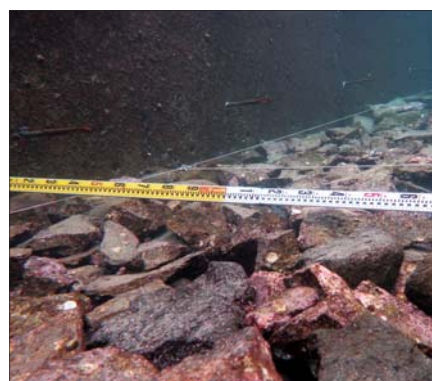
4 施工状況

基礎工（捨石など）の設置

型枠整設置のため基礎工（捨石など）を設置します。



1. 基礎工



基礎捨石工

型枠の設置

陸上からクローラクレーン等により簡単に設置できます。



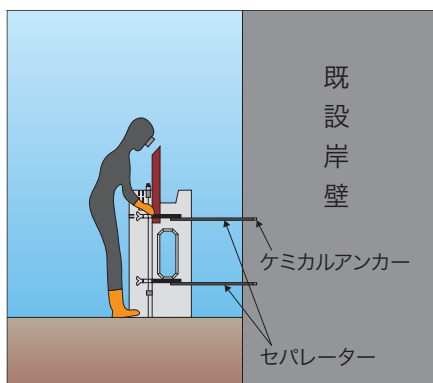
2. 残置型枠吊り状況



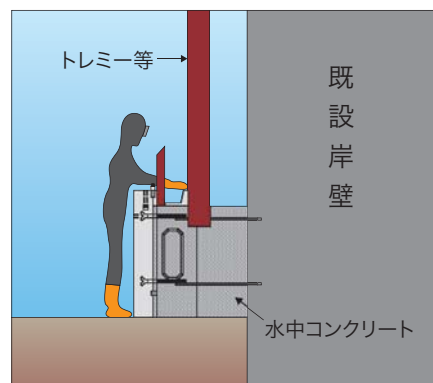
3. 残置型枠の水中布設

1 段目型枠の作業

セパレータを取り、水中コンクリートを打設します。



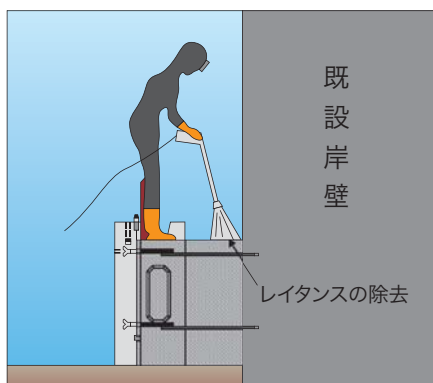
4. 既設岸壁とセパレーターにより固定



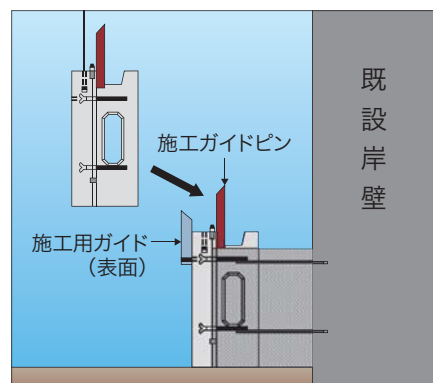
5. 中詰めコンクリートを打設

2 段目設置作業

レイタンスを除去して、ガイドを設け2段目の型枠を設置し、1 段目と同様の作業を行います。



6. 打ち継ぎ部整正（レイタンス除去）



7. 次段の型枠据付

最上段の型枠

最上段まで水中コンクリートを打設し、組み上げてきたプレキャストコンクリート製型枠です。



8. 最上段設置

上部工打設後

上部工で成形。
上部工で法線を合わせ平面を揃え、成形します。



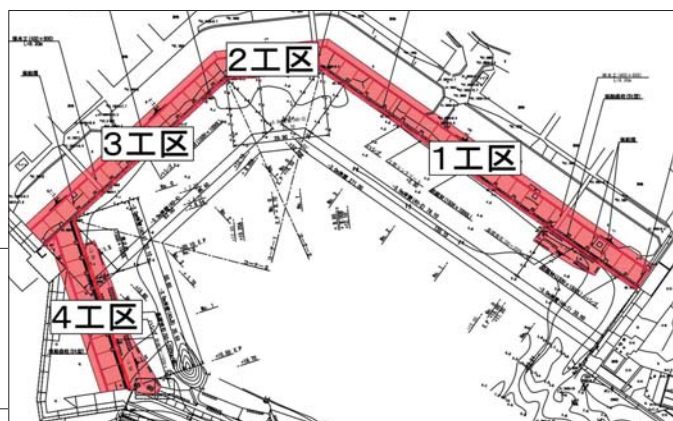
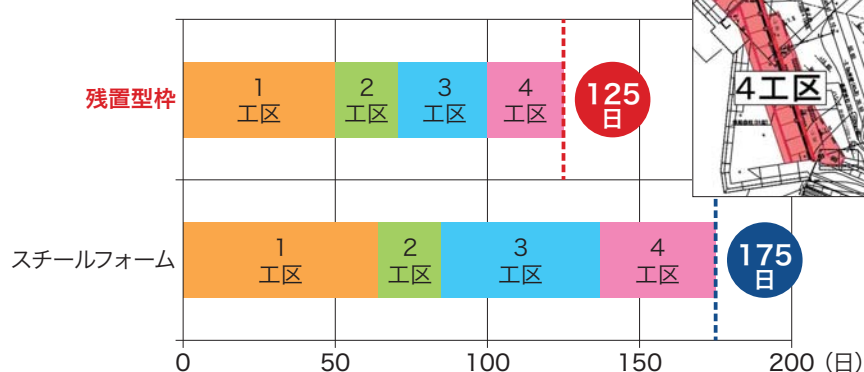
9. 施工完了

5 工程検証

スチールフォームでの工法との工期の比較

宮城県石巻市寄磯漁港の-3m岸壁における復旧工事では、スチールフォームによる工法の場合、工期が175日かかると見込まれるところ、約30%工期が短縮でき、125日で完了することができました。

- 発注者：宮城県
- 施工場所：宮城県石巻市寄磯浜
- 工期：H24.10～H26.10
- 岸壁：-3.0m L = 271.0m



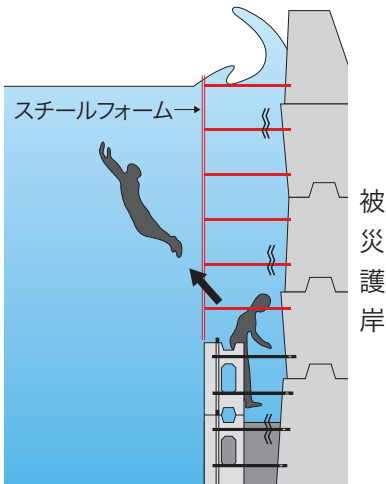
スチールフォーム工法 → 175日
残置型枠工法 → 125日 → **約30%の工期短縮**

6 残置型枠工法活用の効果

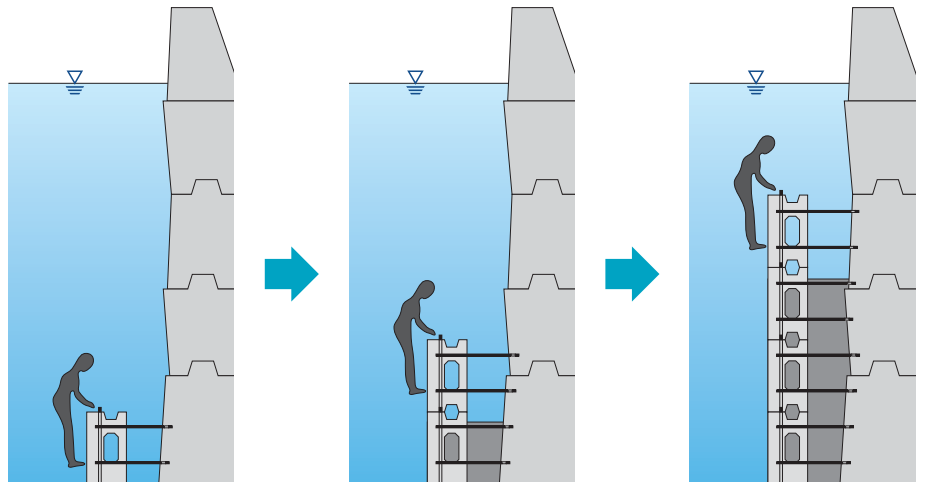
プレキャストコンクリート製残置型枠工法の特徴

水中工事での安全性の確保と、気象海象条件に左右され易い海上工事の計画性の確保ができることです。

安全性の確保



計画性の確保



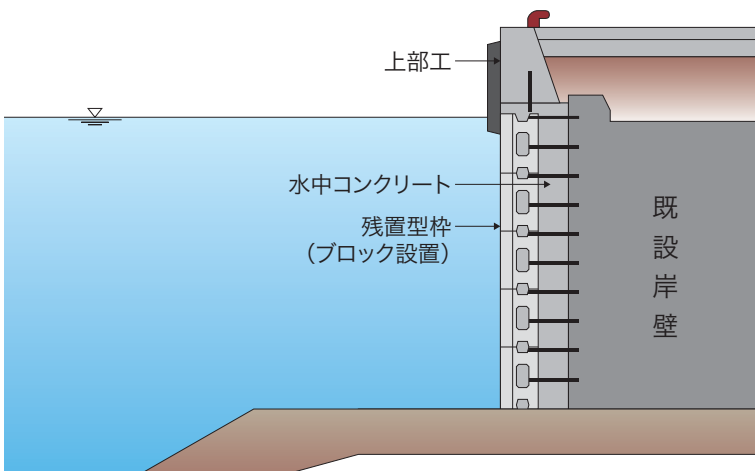
- スチールフォームでの施工では海底面から天端まで型枠が設置され作業リスクの高い閉鎖空間が発生します。しかし、残置型枠工法では1段毎の施工が可能で、閉鎖性が解消され、非常時の退避行動が取りやすいこと、閉鎖空間が無いため作業効率の向上が図れます。
- 段階施工のため、生コンの確保が容易かつ施工性が良好で、漁港工事のような小規模打設が可能となります。また、短期間の静穏下作業で施工が可能となります。さらに段階施工分の資材搬入で済み、ヤード面積の低減及びヤード計画が容易となります。

7 今後の活用に向けて

今後の活用に向けた検討

老朽化した漁港施設の長寿命化対策として、岸壁や防波堤の腹付け工法において、工事の効率性及び計画性のほか、密閉空間における水中作業が必要ないために腹付け幅を最小限に抑えることができます。漁港の利用面では、泊地面積の確保や工期の短縮から漁業活動への影響を最小限に抑えることができます。

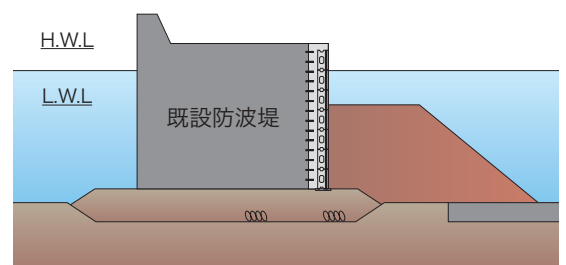
また、防波堤などの外郭施設においては、「施設の粘り強い化」をはかるための堤体の拡幅にも応用できる工法です。



施工状況



粘り強い防波堤



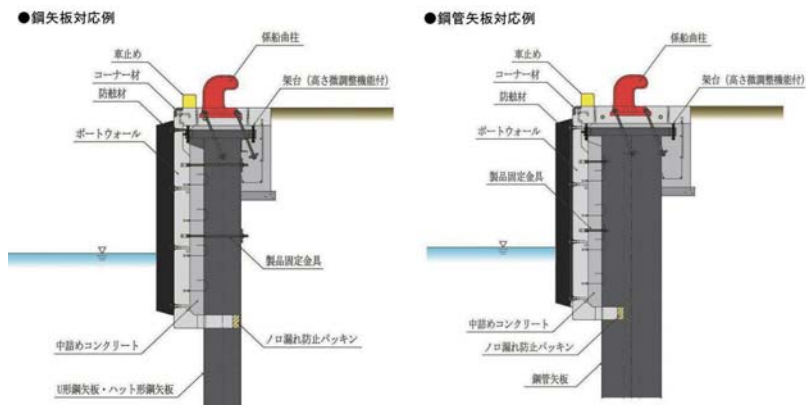
プレキャスト (PCa) 化工法 [安全性の向上]

1 矢板式係船岸上部工PCa化工法



概要

- 矢板式係船岸の上部工をPCa化する工法。
- PCa製品を据付後、中の空間にコンクリートを打設し構築する。
- 施工は全て陸側から行うため作業安全性が向上する。

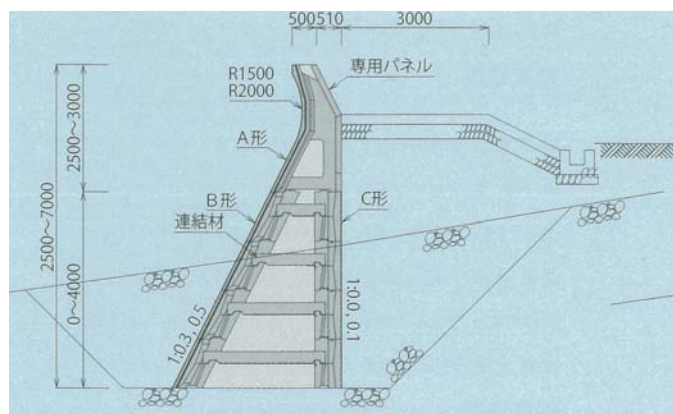


2 波返直立堤PCa化築造工法



概要

- 海岸護岸・堤防の直立堤をPCa化施工する工法。
- PCa製品を据付、中の空間にコンクリートを打設し築造する。
- 施工は全て陸側から行うため作業安全性が向上する。

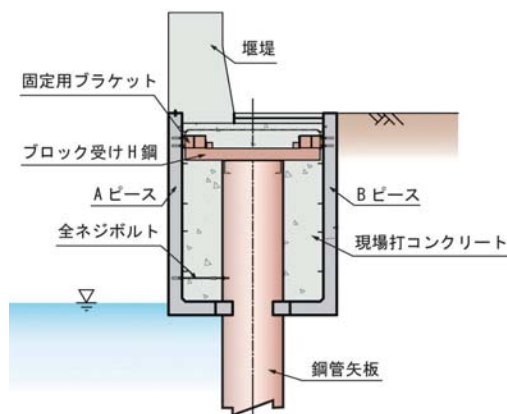


3 鋼管・鋼矢板の上部工PCa化工法



概要

- 港湾、海岸護岸の鋼管、鋼矢板の上部工外郭部をPCa化する工法。
- PCa製品を据付後、中の空間にコンクリートを打設し構築する。
- 施工は全て陸側から行うため作業安全性が向上する。



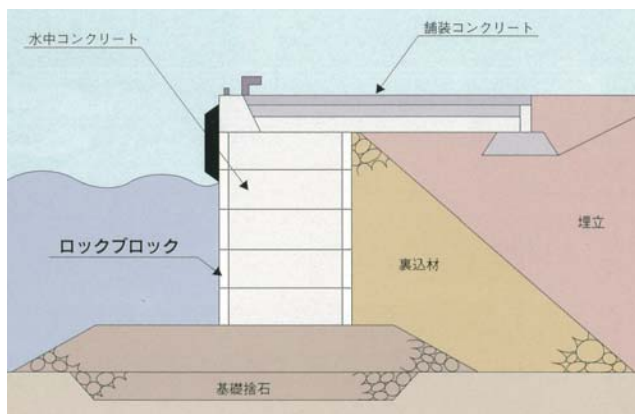
プレキャスト (PCa) 化工法例 [施工効率の向上]

1 セルラー式海中構造物築造工法

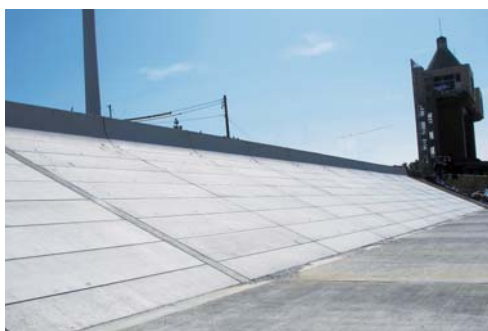


概要

- 漁港等の物揚場や小規模防波堤などをPCa化施工する工法。
- PCa製品を陸上で函体化し、海中据付後に中の空間に水中コンクリートを打設し築造する。
- 施工効率が向上し工期が短縮できる。

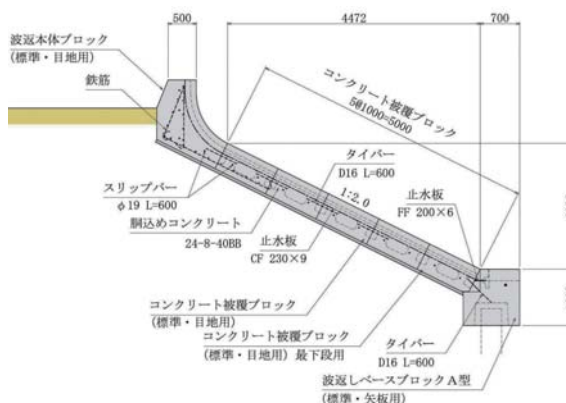


2 高潮堤防護岸工法



概要

- 高潮対策堤防として、波返工、被覆工、基礎工をPCa化施工する工法。
- PCa製品を据付後にコンクリートを打設し構築する。
- 施工効率が向上し工期が短縮できる。

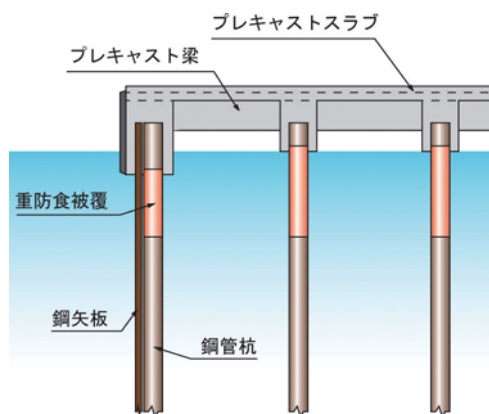


3 栈橋PCa化工法

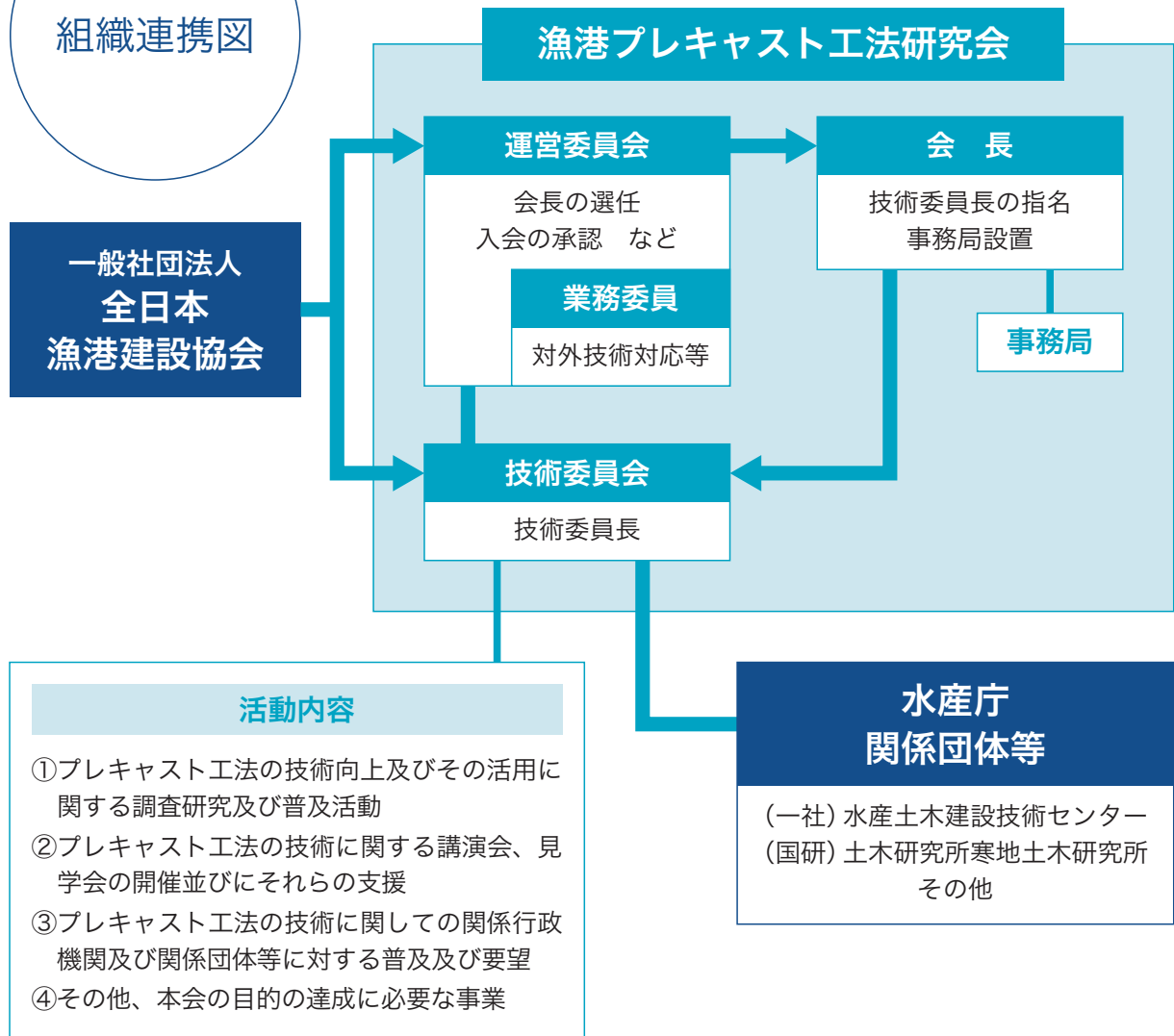


概要

- 物揚場等の栈橋上部工の梁部、スラブ部をPCa化する工法。
- 鋼管杭とスラブの接合部など必要最小部分のみに現場でコンクリートを打設し構築する。
- 施工効率が向上し工期が短縮できる。



組織連携図



漁港プレキャスト工法研究会 (運営委員会)

共和コンクリート工業株式会社／丸栄コンクリート工業株式会社／ランドス株式会社
株式会社ヤマウ／株式会社ヤマックス／昭和コンクリート工業株式会社／日建工学株式会社
菱和コンクリート株式会社／インフラテック株式会社／(一社) 全日本漁港建設協会

<http://gyokou-pca.jp>

事務局

一般社団法人 全日本漁港建設協会内

〒104-0032 東京都中央区八丁堀三丁目25番10号 JR八丁堀ビル5F

TEL 03-6661-1155 FAX 03-6661-1166 E-mail info@zengyoken.jp