

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.944

January 2017

## 既存の港湾施設の改良における設計上の留意事項に関する検討 ～外郭施設および係留施設を対象として～

高野向後・宮田正史・藤井敦・井山繁・加藤絵万・山路徹・坂田憲治

Study on Considerations in Design Work for Reformation  
of Existing Port Facilities  
～Protective Facilities and Mooring facilities in Port Areas～

Hisachika TAKANO, Masafumi MIYATA, Atsushi FUJII, Shigeru IYAMA, Ema KATO  
Toru YAMAJI, Kenji SAKATA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan



# 既存の港湾施設の改良における設計上の留意事項に関する検討 ～外郭施設および係留施設を対象として～

高野向後\*・宮田正史\*\*・藤井 敦\*\*\*・井山 繁\*\*\*\*  
・加藤絵万\*\*\*\*\*・山路 徹\*\*\*\*\*・坂田憲治\*\*\*\*\*

## 要 旨

近年、港湾施設については、今後の港湾の発展や効率的な利用に向けて、既存ストックの有効活用による港湾の再編を図ることが求められていることから、既存施設を対象とした構造強化や利用転換などの改良案件が増加している。一方で、既存施設の改良に対する設計の考え方が示された文献は少なく、既存施設の改良設計に関する基本的な考え方の提示が求められている。

そこで、本検討は外郭施設および係留施設を対象とした改良設計の事例等から、改良の目的、方法および設計上の課題を整理し、改良設計における留意事項についてとりまとめた。また、今後も増加する既存施設を対象とした多種多様な改良設計の手掛かりとなるように、本検討で収集した改良設計事例における主な改良方法を示すとともに、課題の整理に用いた設計事例を改良設計事例集としてとりまとめた。

キーワード：港湾施設，既存施設，改良，外郭施設，係留施設，改良設計

---

\* 港湾研究部 港湾施設研究室 交流研究員（株式会社日本港湾コンサルタント）  
\*\* 港湾研究部 港湾施設研究室 室長  
\*\*\* 管理調整部 部長  
\*\*\*\* 港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室 室長  
\*\*\*\*\* 港湾空港技術研究所 構造研究グループ グループ長  
\*\*\*\*\* 港湾空港技術研究所 構造研究領域 領域長  
\*\*\*\*\* 港湾研究部 主任研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所  
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## 目 次

1. はじめに	1
1.1 背景および目的	1
1.2 本資料の構成	1
2. 改良設計の事例収集	2
2.1 改良設計に関する既往文献	2
2.2 改良設計事例の収集	3
2.3 改良設計事例の概要	6
3. 改良目的および改良方法の整理	9
3.1 整理の方法	9
3.2 外郭施設	9
3.3 係留施設	12
4. 改良設計における課題	16
4.1 改良設計における課題の抽出	16
4.2 課題への対応の方向性	20
5. 改良設計における留意事項	22
5.1 改良目的の分類および事例	22
5.2 改良設計の基本事項	23
5.3 設計条件等の留意事項	27
5.4 改良設計の合理化に向けて	31
6. おわりに	32
謝辞	32
参考文献	32
付録 改良設計事例集	33



# 1. はじめに

## 1.1 背景および目的

### (1) 背景

港湾施設は高度経済成長期に集中して整備されたことから、建設後50年以上となる施設が今後急増する状況にある<sup>1)</sup>。また、港湾物流等の国際競争力の強化に向けて船舶および荷役機械の大型化への対応や、災害対応に向けた耐震強化・耐津波強化が必要とされている。加えて、今後の港湾の発展や効率的な利用に向けて、既存ストックの管理および有効活用により港湾の再編を図ることが求められている。そのため、近年、既存施設を対象とした構造強化や利用転換などの改良案件が増加している。

一方で、このような既存施設の改良に対する設計の考え方が示された文献は少ない。港湾法では「港湾の施設（技術基準対象施設）は、必要とされる性能に関して国土交通省令で定める技術上の基準に適合するように、建設し、改良し、又は維持しなければならない。」（「港湾法第五十六条の二の二」の記載内容の抜粋）とあり、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」<sup>2)</sup>では解説に基づく性能照査方法（以下、「性能照査方法」といい、具体的には、設計条件の設定方法、性能照査手法、閾値などを指す。）が示されているが、改良設計に関して具体的な記述は十分とは言えない。

そのため、設計者は個々の改良案件に対して、手探り状態で設計を進めている場合も多く、設計者からは既存施設の改良設計に関する基本的な考え方の提示が求められている。

### (2) 目的

本検討の目的は、改良設計の合理化に向けて既存施設の改良設計に関する基本的な考え方を提示することである。具体的には、外郭施設および係留施設を対象とした改良設計の事例等から、改良の目的、方法および設計上の課題を整理し、改良設計に付随する固有の留意事項をとりまとめることである。また、今後も増加する、既存施設を対象とした多種多様な改良設計の手掛かりとなるように、本検討で収集した改良設計事例における主な改良方法を示すとともに、改良の具体的な内容を記載した改良設計事例集をとりまとめることを目的としている。

## 1.2 本資料の構成

本資料の構成は図-1.1に示すとおりである。2章では、既往文献を把握するとともに、外郭施設および係留施設を対象とした設計事例から改良設計事例を抽出し、改良

設計事例の概要を整理する。また、ここで改良設計事例の抽出にあたっては、抽出する設計事例の範囲を設定するために、本検討における改良設計を定義する。3章では、改良目的および改良方法を外郭施設、係留施設に分けて整理する。4章では、3章で整理した事項および既往文献を基に、改良設計における課題を挙げ、課題への対応の方向性を整理する。5章では、3章および4章で整理した改良目的、改良方法、および改良設計における課題とその対応の方向性を踏まえ、改良設計における留意事項としてとりまとめる。この留意事項は改良設計に係る機関や技術者に提示することで、実務作業の手戻り防止等に寄与し、改良設計の合理化に繋がるものと考えている。

なお、付録には本検討で整理した課題の基となる代表的な改良設計事例について、改良の具体的な内容や設計上の課題を記載し、改良設計事例集としてとりまとめた。

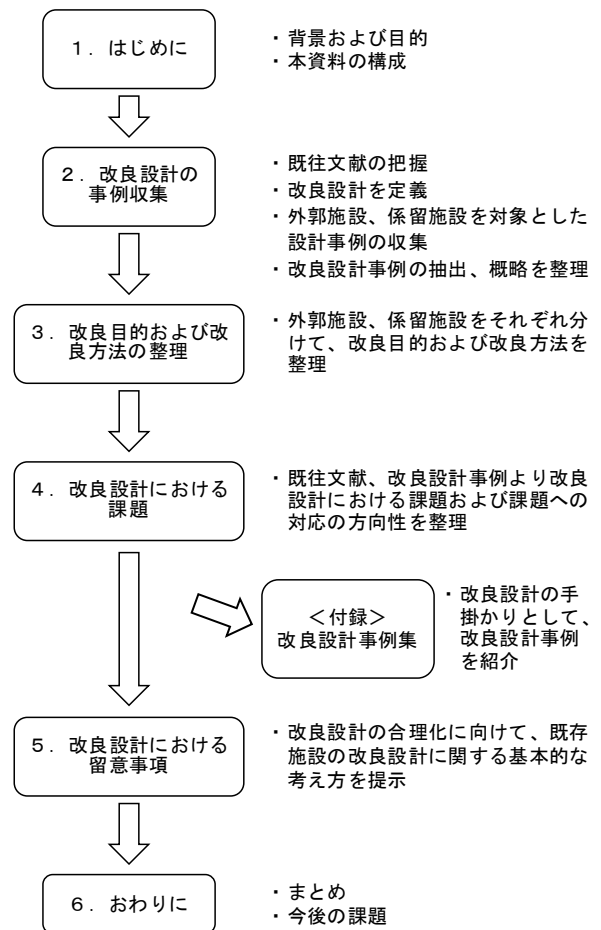


図-1.1 本資料の構成

## 2. 改良設計の事例収集

### 2.1 改良設計に関する既往文献

本節では、港湾施設の改良に関する既往文献のうち、本検討のとりまとめを行う上で参考とした主要な文献として、片岡ら<sup>3)</sup>および菅野ら<sup>4)</sup>による成果を簡潔に示す(表-2.1)。また、本検討を進める上で、各文献から参考とした項目とその概要についても示す。なお、本検討は既存施設の改良設計に関わる全般的な事項を対象としているため、各種の地盤改良工法、コンクリート部材・鋼部材の補強工法や、各企業・各団体等の個別の改良工法に関する文献については、ここでは記載していない。

#### (1) 片岡らの資料

##### a) 文献の概要

片岡らの資料は、港湾構造物の改良・更新事例(90事例)から改良・更新の傾向を示し、共通する技術課題を抽出し、解決策を検討したものである。検討された共通する技術課題はいずれも既存施設の改良を実施する上で重要な事項であるが、特に①新旧構造物の荷重分担、②構造物の残存機能の評価については設計上有力な情報である。

①新旧構造物の荷重分担については、矢板式係船岸において既設前面に新設矢板を打設する改良方法に対して、矢板係船岸の試設計とその考え方が示されている。考え方を概説すると、既設矢板はある程度荷重を分担するため、新設矢板は既設矢板がない場合に比較して、小さい荷重を受けることになり、新設矢板断面の縮小が図れるというものである。既設前面に新設矢板を打設する改良

方法は、本検討で収集した設計事例にもあるが、荷重は新設矢板のみに負担する考えで設計されており、今後同様な改良方法が実施される場合は、既設断面に荷重を負担できるのであれば、改良断面の縮小が図れることになる。ただし、片岡らの資料では、定性的な検証に留まっており、土圧係数や土圧分布形状の設定などの定量的な評価については課題が残されているとされており、今後の研究が期待される。

②構造物の残存機能の評価については、既設構造物の残存機能を正しく評価することが、既存構造物の有効活用には不可欠とされ、残存機能の定義、その評価方法、既存構造物の活用方法が示されている。ここで評価方法は、ある時間において力学的安全性および機能の喪失を指標として、A) 継続使用可能、B) 使用形態の変更、C) 使用不可能を判定することとされている。言い換えると、既存施設の改良にあたっては、改良設計段階で設定した設計供用期間に亘り、施設の機能を発揮させるために必要な性能(要求性能)が満足しているかを照査すること(荷重および抵抗を算出し、安定性を照査すること)、および設計供用期間中における変状により施設の性能の低下とこれに伴う施設の機能の喪失があるかを判断すること、これらの2つの事項を正しく評価することが不可欠であるということになる。

その他、付録には、代表的な改良・更新事例(45事例)として設計条件、断面図等が記載され、実際の改良方法が紹介されている。

##### b) 本検討において参考とした事項とその概要

本検討では、片岡らの資料より、構造物の残存機能の

表-2.1 港湾施設の改良に関する既往文献の概要

著者・参考文献名	概要	付録(事例集)
(1) 片岡ら： 港湾構造物の改良・更新における技術課題の検討。 港湾技研資料, No. 781, 1994	港湾構造物の改良・更新事例(90事例)から改良・更新の傾向を示し、共通する技術課題を抽出し、解決策を検討。共通する技術課題は以下のとおり。 ①新旧構造物の荷重分担 ②構造物の残存機能の評価 ③捨石マウンドを貫通して打設される杭の設計・施工法 ④液状化対策に伴う周辺構造物への影響 ⑤土質新材料の適用	港湾構造物の改良・更新事例集 (代表的な改良・更新事例 (45事例))
(2) 菅野ら： 地震による岸壁の被災・復旧工法・耐震補強工法。 港湾空港技術研究所資料, No. 1145, 2006	地震による被災の典型的な事例と被災分析、復旧工法の種類と考え方、既存施設の耐震補強ならびに被災施設の復旧工法検討の事例のとりまとめ。	既存施設に対する耐震補強工法一覧

評価および改良・更新事例について参考とした。構造物の残存機能の評価については、設計供用期間（片岡らの資料では“設計耐用年数”と記載）の設定が重要であることが記載されており、本検討においても設計供用期間の設定は改良設計を実施する上で不可欠と考えたため、本検討の設計条件等の留意事項に反映した。また、改良・更新事例については、改良断面図と設計条件等が記載され、事例の把握が容易な資料となっているため、本検討の付録として掲載した改良設計事例集のとりまとめ方法の参考とした。

(2) 菅野らの資料

a) 文献の概要

菅野らの資料は、将来に発生しうる巨大地震による災害の軽減、万一の被災時における迅速な復興に資することを目的として、係留施設の地震による被災の典型的な事例、被災分析、耐震補強工法の種類と考え方、既存施設の耐震補強ならびに被災施設の復旧工法検討の事例をとりまとめたものである。

耐震補強工法の種類と考え方については、主に耐震性能を向上させる目的で実施する工法を、①地盤改良による工法、②構造物重量増大工法、③構造物の新設・補強等による工法に分類し、考え方および方法を整理している。また、付録ではこれらの工法について、工法の概要、イメージ図、設計・施工の手順および留意点がまとめられている。ここで記載されている工法は、本検討で収集した一部の設計事例では、改良工法の一次選定として用いられており、改良設計において有益な資料となっている。

また、被災施設の復旧工法検討の事例については、兵庫県南部地震によって被害を受けた施設の復旧工法など、実際に施工された復旧工法の概要が示されている。特に、ケーソン式係船岸の前面に新設ケーソンまたは栈橋を設置した工法では、既設ケーソンと新設ケーソンまたは栈橋が複合した構造となるが、その荷重と抵抗の考え方が示されており、このような既設と新設が連成する構造への改良が行われる場合には、本情報は設計上有力である。

b) 本検討において参考とした事項とその概要

本検討では、菅野らの資料より、耐震補強工法の種類と考え方について参考とした。耐震補強工法の種類と考え方は、工法の概要、原理、効果が記載されており、改良工法の基礎を得ることができ、改良設計事例の整理および改良目的の整理を行う上で基礎資料として活用した。

2.2 改良設計事例の収集

改良設計事例の収集方法はまず、全国の設計事例を収集し、次に本検討における改良設計の定義に基づき、この全国の設計事例の中から改良設計と考えられる事例を抽出している。

図-2.1に改良設計事例の収集手順を示す。

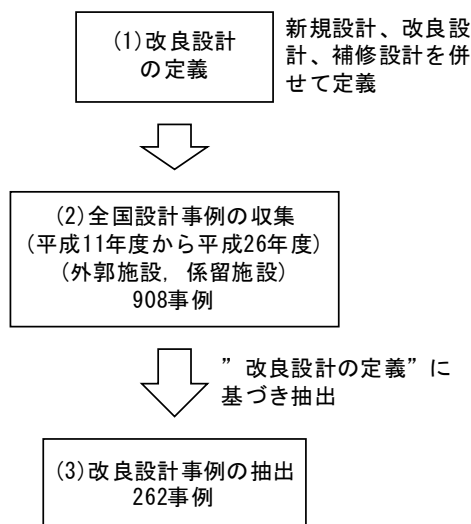


図-2.1 改良設計事例の収集手順

(1) 改良設計の定義

表-2.2に、本検討における改良および改良設計の定義を示す。この定義は著者らが設定したものであり、全国の設計事例から改良設計事例を抽出する際に利用した。なお、同表中には、既存施設の改良のための設計（改良設計）だけでなく、新規施設のための設計（新規設計）および既存施設の維持のための設計（補修設計）の定義についても示しているが、これは全国の設計事例から一定の考えの基で改良設計を抽出するためである。以下、新規設計、改良設計および補修設計について、その定義や背景となる考え方を説明する。

a) 新規施設のための設計（新規設計）

新規施設のための設計とは、施設を新たに設置する際に行う設計のことをいい、これを新規設計とする。新規設計にあたっては、施設の設置目的、施設の目的に対応した要求性能、性能規定、設計供用期間を設定し、設計条件や制約条件を設定および勘案した上で、選定した構造断面や構造部材等が設定した設計供用期間に亘って要求性能を満足することを照査する。性能照査手法については、設定した要求性能および性能規定を満足していることが適切に評価できる手法を用いる。



b) 既存施設の改良のための設計（改良設計）

既存施設の改良のための設計とは、既存施設の改良を目的に行う設計のことをいい、これを改良設計とする。

ここで、改良は用途変更や設計条件等の変更により、既存施設の一部または全部を利用し、岸壁から護岸への用途の変更、耐津波化、越波抑制、耐震化、船舶大型化への対応など、既存施設に対する要請（改良目的）に対応して、既存施設に何らかの改変を加えて、当該施設を継続して利用するための一連の行為である。供用期間の延長も既存施設に対する要請の一つとして考えられるため、供用期間を延長する行為も改良と捉える。

改良設計を実施するにあたっては、新規設計の場合と同様、既存施設の改良目的に対応した施設の設置目的、それに対応した要求性能、性能規定、設計供用期間を再設定し、設計条件や制約条件を設定および勘案した上で、選定した構造断面や構造部材等が再設定した設計供用期間に亘って要求性能を満足することを照査する必要がある。性能照査手法についても、新規設計と同様、再設定した要求性能および性能規定を満足していることが適切に評価できる手法を用いる。

改良設計における設計供用期間は、3つの場合が考えられる（図-2.2）。1つ目は当初の設計供用期間中に改良が行われ、当初の設計供用期間を超えて、改良のために新たな設計供用期間を設定する場合である（図-2.2中の①

に示す場合）。2つ目は当初の設計供用期間終了段階で改良が行われ、当初の設計供用期間終了時点から改良のために新たな設計供用期間を設定する場合である（図-2.2中の②に示す場合）。3つ目は1つ目と同様に当初の設計供用期間中に改良が行われるが、改良のために新たな設計供用期間を当初の設計供用期間までに設定する場合である（図-2.2中の③に示す場合）。この場合の主たる改良目的は設計条件や作用外力等の変更への対応である。

c) 既存施設の維持のための設計（補修設計）

既存施設の維持のための設計は、既存施設の維持を目的として実施する構造部材等の補修・補強に関する設計として定義し、これを補修設計とする。具体的には、構造部材等を対象とした補修・補強材料の選定、使用材料等の数量算出や図面作成等を行うことである。

ここで、維持は既存施設に対して点検診断を行い、設計供用期間に亘って、施設の機能または性能、あるいは両者を適切に維持する行為である。維持には、施設を構成する構造部材等の劣化や損傷等による施設の機能の喪失または性能の低下への対応として、構造部材等への補修・補強を施すことや、施設の点検、清掃などの管理や簡易な補修工事も含まれる。

なお、改良設計と補修設計で大きく異なる点は、改良設計では新たに設計供用期間を設定することとしている

表-2.2 新規設計・改良設計・補修設計の定義

設計の区分	定義	改良または維持の例	設計供用期間
新規設計	施設を新たに設置する際に行う設計のことを新規設計という。		設計供用期間を設定する。
改良設計	既存施設の改良を目的に行う設計を改良設計という。 ここで、改良は用途変更や設計条件等の変更により、既存施設の一部または全部を利用し、既存施設に対する要請（改良目的）に対応する行為である。供用期間の延長も既存施設に対する要請の一つであり、改良と捉える。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤から護岸への変更</li> <li>・岸壁等から護岸への変更</li> <li>・防波堤、護岸の耐津波化</li> <li>・防波堤、護岸の嵩上げ</li> <li>・岸壁等の増深・減深や耐震化</li> <li>・岸壁等の天端高の変更</li> <li>・荷役機械大型化への対応</li> <li>・その他作用外力等の変更への対応</li> <li>・供用期間の延長など</li> </ul>	改良（改良設計）を行う時点から新たに設計供用期間を設定する。
【部材の】 補修設計	既存施設の維持を目的として実施する構造部材等の補修・補強に関する設計を補修設計という。 ここで、維持は既存施設に対して点検診断を行い、設計供用期間に亘って、施設の機能または性能、あるいは両者を適切に維持する行為である。維持には、施設を構成する構造部材等の劣化や損傷等による施設の機能の喪失または性能の低下への対応として、構造部材等への補修・補強を施すことや、施設の点検、清掃などの管理や簡易な補修工事も含まれる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・係船柱の塗装</li> <li>・防舷材の取付金具の取替</li> <li>・係船柱、防舷材等の交換</li> <li>・上部工のひび割れ等の補修</li> <li>・エプロンの打替え</li> <li>・沈下した消波工の積増し</li> <li>・被覆防食の補修</li> <li>・電気防食（陽極等）の交換など</li> </ul>	建設当初（新規設計時点）に設定された設計供用期間（残存する設計供用期間）。

が、補修設計では残存する設計供用期間に亘って施設の機能・性能の維持を目的として実施するため、新たに設計供用期間を設定する必要はないとしていることである。

(2) 全国設計事例の収集

現在、平成30年を目途に「港湾の施設の技術上の基準」の改訂<sup>5)</sup>が予定されており、これに付随して性能照査方法の見直しが進められている。この見直しの一つに、レベル1信頼性設計法（部分係数法）に関する事項があり、平成11年と平成19年の性能照査方法の比較、および目標安全性水準の再設定が行われており、この基礎資料として、外郭施設および係留施設を対象に全国の設計事例を収集している。

全国設計事例の収集に際しては、国土交通省港湾局に協力を得て、国土技術政策総合研究所から各整備局等（北海道開発局、沖縄総合事務局、各地方整備局）や全国の自治体に依頼し、性能照査方法の見直しを収集の必要理由として、平成11年度から平成26年度に実施された外郭施設および係留施設の設計事例を対象に収集している。なお、設計事例の提出は任意としているため（各整備局等および全国の自治体が提供可能なデータを受領している）、平成11年度以降に実施された設計事例すべてを収集しているものではない。収集している設計事例は908事例である。

(3) 改良設計事例の抽出

改良設計事例は、(2)で収集した全国設計事例から(1)の改良設計の定義に基づいて、用途変更や設計条件等の変更に伴う施設の全体照査（基本設計など）が行われており、改良設計と考えられる設計事例を抽出した。

ここで改良設計事例の抽出において注意すべき点は、(1)で定義したとおり、当初設計で設定された設計供用期間中における補修設計は除外していることである。例えば、鋼矢板（鋼管矢板）・鋼管杭の被覆防食の補修、電気防食の交換、コンクリート部材のひび割れ補修などであり、これらは当初の設計供用期間中における施設の性能低下への対応を目的とした事例であり、改良と考えるよりも維持の範疇と考える。ただし、これらの補修の行為が当初の設計供用期間を超えて、供用期間を延長することが目的であるならば、改良設計事例として抽出している（図-2.2中の①に示す場合）。例えば、付録に掲載した改良設計事例No.4であり、供用期間の延長を行うために被覆防食および電気防食を実施している設計事例である。

なお、当初の設計供用期間が不明である施設については、一般的な港湾施設の設計供用期間である50年を設計供用期間として考えた。抽出した設計事例は262事例である。

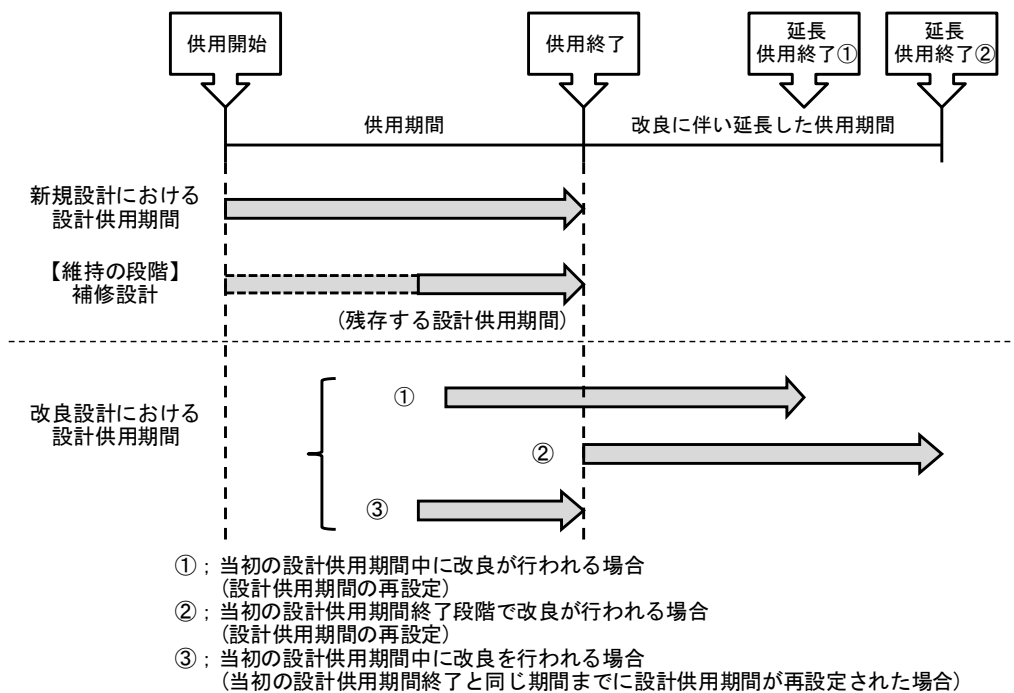


図-2.2 供用期間のイメージ

### 2.3 改良設計事例の概要

#### (1) 構造形式

改良設計の事例数は262事例であり、外郭施設は130事例、係留施設は132事例である(表-2.3)。この内、施設分類別事例数の割合は、防波堤(16.4%)、護岸(30.6%)、岸壁(24.4%)、物揚場(16.0%)で多い(図-2.3)。また、構造形式別事例数の割合は、重力式防波堤(14.1%)、

重力式護岸(19.5%)、重力式係船岸(11.8%)、矢板式係船岸(11.1%)、重力式物揚場(12.2%)で多く、収集した事例では重力式構造が多い(図-2.4)。

なお、本資料において施設種別、施設分類、構造形式は改良前の施設により区分している。

表-2.3 改良設計事例の構造形式別事例数および割合

施設種別	施設分類		構造形式					
	事例数	割合	事例数	割合				
外郭施設	130	49.7%	防波堤	43	16.4%	重力式防波堤	37	14.1%
						矢板式防波堤	1	0.4%
						杭式防波堤	1	0.4%
						傾斜堤	4	1.5%
			護岸	80	30.6%	重力式護岸	51	19.5%
						矢板式護岸	8	3.1%
						傾斜式護岸	3	1.1%
						もたれ式護岸	10	3.8%
			胸壁	8	3.1%			
			防砂堤	1	0.4%			
導流堤	5	1.9%						
水門	1	0.4%						
係留施設	132	50.3%	岸壁	64	24.4%	重力式係船岸	31	11.8%
						矢板式係船岸	29	11.1%
						セル式係船岸	4	1.5%
			棧橋	16	6.1%			
			浮棧橋	5	1.9%			
			物揚場	42	16.0%	重力式物揚場	32	12.2%
						矢板式物揚場	10	3.8%
船揚場	5	1.9%						
合計	262	100%	合計	262	100%	合計	262	100%

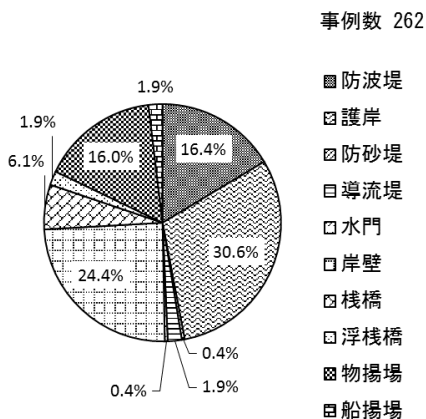


図-2.3 施設分類別事例数の割合

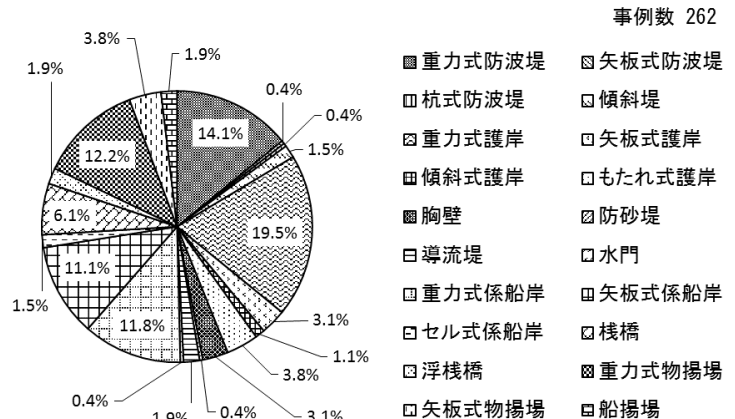


図-2.4 構造形式別事例数の割合

(2) 設計年度

改良設計事例の設計年度別事例数および割合を表-2.4、図-2.5に示す。設計年度別事例数および割合は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の大幅な改訂が行われた最も近年の平成19年度より前とそれ以降では、平成22、23年度において若干少ないものの、平成19年度以降の事例が多い。

(3) 経過年数

改良設計事例の経過年数別事例数および割合を表-2.5、図-2.6に示す。ここで、経過年数は、当該施設が設置されてから改良設計時点までの年数である。外郭施設では、経過年数40～49年（31.1%）の事例が多い。係留施設では、経過年数30～49年（30～39年：23.8%、40～49年：24.8%）の事例が多い。

(4) 適用性能照査方法

性能照査方法は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の大幅な改訂に伴い見直しが行われてきたため、改良設計事例がいつの性能照査方法を適用しているかを整理した。改良設計事例の適用性能照査方法別事例数および割合を図-2.7および図-2.8に示す。整理にあたっては、最も近年に改訂が行われた平成19年度より前の設計事例とそれ以降の設計事例に分けた。性能照査方法の記載に

ついては、大幅な改訂が行われた年度を明記し、それぞれ「H1性能照査方法」、「H11性能照査方法」、「H19性能照査方法」とした。

平成11～18年度に行われた設計事例では、設計時点の性能照査方法（H11性能照査方法）を適用している事例は95%（62事例）であり、設計時点より以前の性能照査方法（H1性能照査方法など）を適用している事例は3%（2事例）である。設計時点より以前の性能照査方法を適用している事例は、当初設計の設計供用期間中において、設計条件の見直しが行われた設計事例である。また、H19性能照査方法を適用している事例が1事例あるが、これは、平成18年度に改良設計が実施された事例であり、この翌年の平成19年度に性能照査方法の変更が予定されているため、H19性能照査方法を見据えた設計が行われた事例である。

平成19～26年度に行われた設計事例では、設計時点の性能照査方法（H19性能照査方法）を適用している事例は81%（159事例）であり、設計時点より以前の性能照査方法（H1またはH11性能照査方法など）を適用している事例は19%（38事例）である。設計時点より以前の性能照査方法を適用している事例は、施設の更新（供用期間の延長）、施設前面に浮棧橋の設置、防波堤や護岸の嵩上げが行われた設計事例である。

表-2.4 改良設計事例の設計年度

(事例数)

施設分類	事例数	設計年度															
		H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
外郭施設	130	1	1	4	5	7	3	4	6	7	12	18	11	4	18	17	12
係留施設	132		2	3	4	5	8	4	8	17	6	20	7	7	19	13	9
全体	262	1	3	7	9	12	11	8	14	24	18	38	18	11	37	30	21

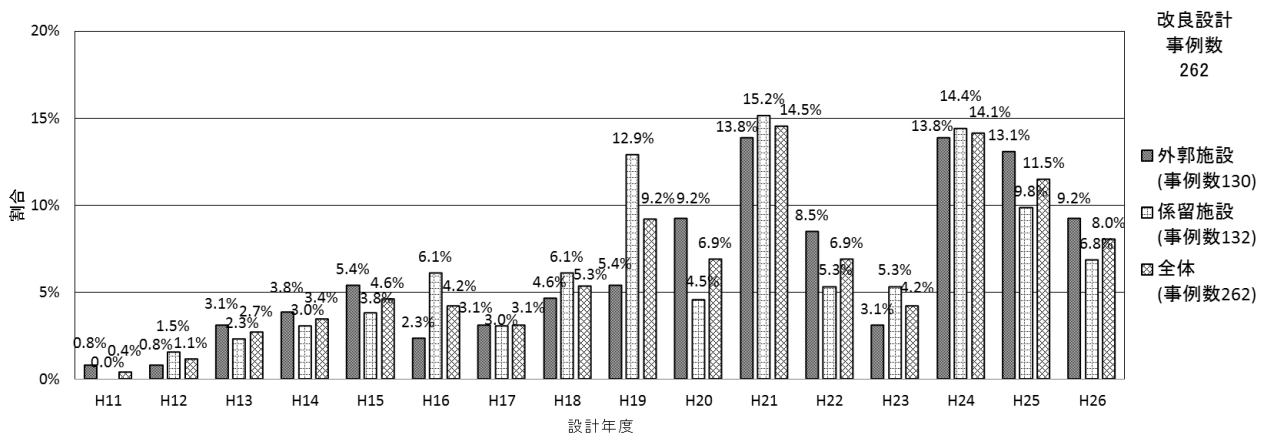


図-2.5 設計年度別事例数の割合

表-2.5 改良設計事例の経過年数

(事例数)

施設分類	事例数	経過年数										
		1-9年	10-19年	20-29年	30-39年	40-49年	50-59年	60-69年	70-79年	80-89年	90-99年	100年以上
外郭施設	61	5	5	8	8	19	7	2	5		1	1
係留施設	101	1	19	16	24	25	8	1	7			
全体	162	6	24	24	32	44	15	3	12		1	1

※経過年数が不明な事例は除く

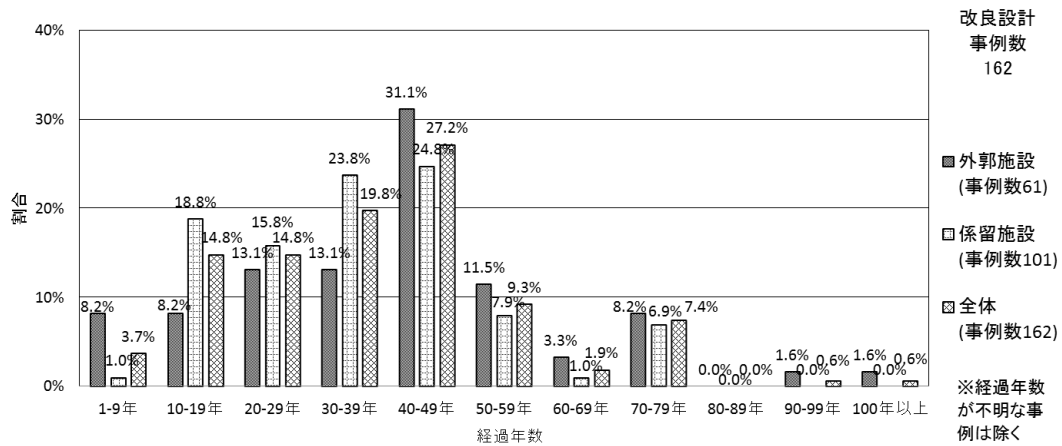


図-2.6 経過年数別事例数の割合

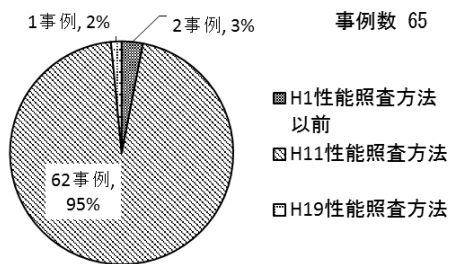


図-2.7 適用性能照査方法別事例数および割合 (H11～H18年度設計)

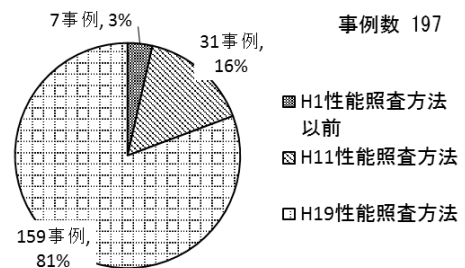


図-2.8 適用性能照査方法別事例数および割合 (H19～H26年度設計)

### 3. 改良目的および改良方法の整理

#### 3.1 整理の方法

本章では、2章において抽出した設計事例より、改良目的および改良方法の内訳について、外郭施設(3.2)と係留施設(3.3)のそれぞれに対して整理しており、その結果を示す(図-3.1)。整理の方法は、以下に示すとおりである。

改良目的については、2章において抽出した設計事例から施設の機能や性能、さらには設計供用期間に着目すると、①施設の用途の変更(機能の変更)、②施設の性能の変更、③施設の更新、に分類できると考えるため、この分類に基づき改良目的の内訳を整理した。

改良方法については、改良目的の具体的内容の分類に沿って、改良対象である既存施設の構造形式別に、具体的にどのような改良が行われているかの内訳を、表形式で整理した。ここで、改良方法とは構造形式の変更、構造部材等の追加・補修・補強など、改良目的を達成させるために必要な方法のことであり、海上施工や陸上施工、コンクリートの打設方法などの施工方法とは区別した。

また、③施設の更新を改良目的とした設計事例については、改良設計で設定された設計供用期間の内訳を整理した。

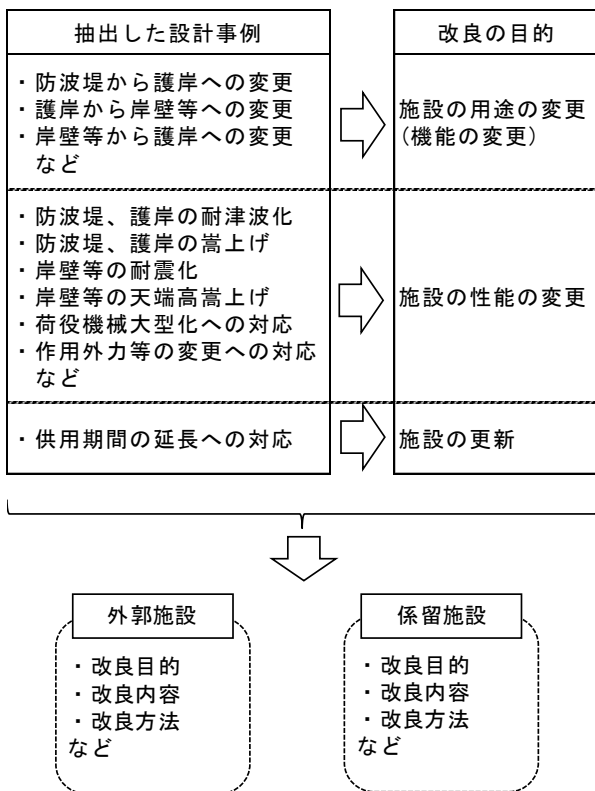


図-3.1 改良目的と改良方法等の整理の概念

#### 3.2 外郭施設

##### (1) 改良目的別事例数および割合

外郭施設の改良目的別事例数および割合を図-3.2に示す。外郭施設の改良設計事例(130事例)の内、用途の変更は10事例(7.7%)、性能の変更は106事例(81.5%)、施設の更新は14事例(10.8%)であり、性能の変更の事例が多い。

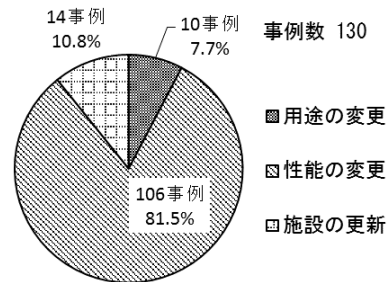


図-3.2 改良目的別事例数および割合 (外郭施設)

##### (2) 用途の変更の内訳

用途の変更の内訳を図-3.3に示す。用途の変更を改良目的とした設計事例は、防波堤→護岸、護岸→岸壁等の2通りである。用途の変更は当然ながら、港湾計画に基づく改良である。防波堤→護岸の事例では、係留施設の不足の解消を目的として、防波堤の背後に係留施設を築造するとともに、ふ頭用地を造成する事例などである。護岸→岸壁等の事例では、まず埋立護岸として整備し、その後、護岸を岸壁等に改良する事例である。

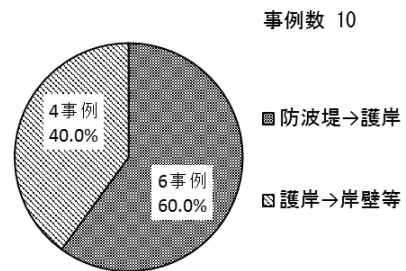


図-3.3 用途の変更の内訳 (外郭施設)

##### (3) 性能の変更の内容

性能の変更の内容は、防波堤と護岸に分けて図-3.4、図-3.5に示す。なお、本項以降、外郭施設の主要な施設である防波堤および護岸に着目し整理する。性能の変更の内容は、①耐津波化に向けた諸元等の変更、②波浪防護に係る諸元等の変更、③その他であった。

①耐津波化に向けた諸元等の変更とは、耐津波化に向

けて天端高嵩上げや腹付工（防波堤本体工の背後に設置する基礎捨石等）の設置が検討された事例である。

②波浪防護に係る諸元等の変更とは、波浪諸元の変更、防波堤背後の泊地の静穏度確保、護岸背後のふ頭用地への越波防止などに対応するために天端高嵩上げや消波工の設置が検討された事例である。

③その他は、耐震化に向けた諸元等の変更や親水性への対応などが検討された事例である。

防波堤では、②波浪防護に係る諸元等の変更の設計事例が多い。護岸でも同様に②波浪防護に係る諸元等の変更の設計事例が多く、さらに、③その他（耐震化への対応、親水性への対応など）と併せて改良の目的としている設計事例も多い。これらの設計事例の具体的な改良目的は、高潮対策と耐震化、越波防止対策と親水性への配慮などである。

(4) 施設の更新における設計供用期間の内訳

施設の更新を改良目的とした設計事例における設計供用期間の内訳を図-3.6に示す。施設の更新の改良設計事

例は14事例であるが、港湾施設の一般的な設計供用期間である50年以外を設定している事例が2事例ある。これらの事例については、収集した設計資料には設計供用期間の記載はないが、設計に用いる変動波浪が30年確率波であったため、設計供用期間を30年として整理した。

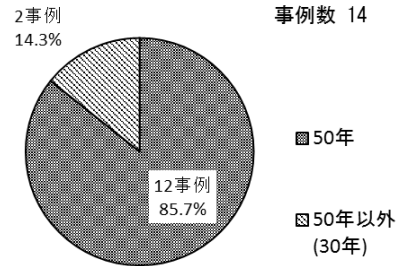


図-3.6 施設の更新における設計供用期間の内訳 (外郭施設)

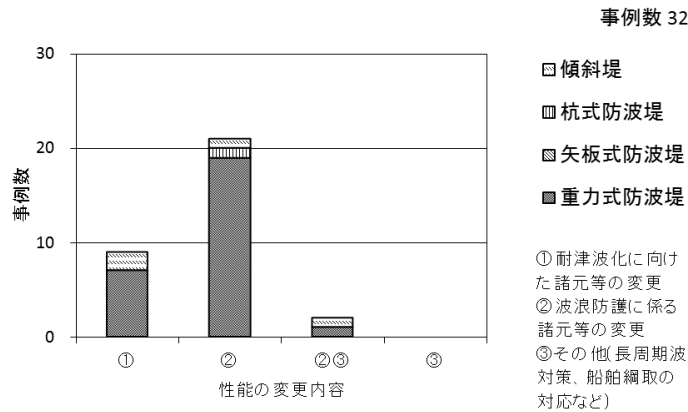


図-3.4 性能の変更内容 (外郭施設 (防波堤))

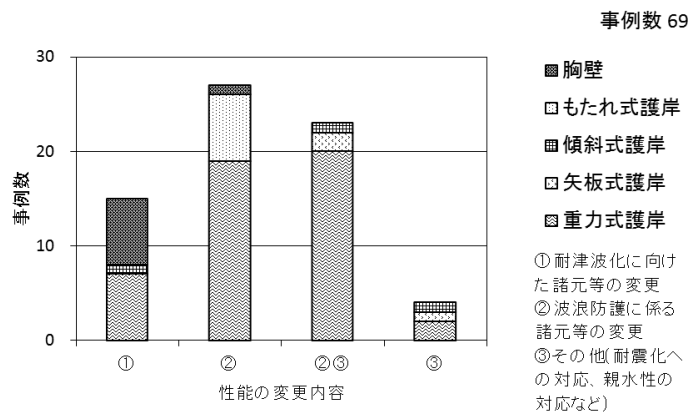


図-3.5 性能の変更内容 (外郭施設 (護岸))

(5) 改良方法

外郭施設の主な改良方法は、収集した改良設計事例（130事例）から改良目的、改良内容、および構造形式別に整理し、その結果を表-3.1に示す。なお、表内の性能の変更における事例数について、②波浪防護に係る諸元

等の変更と、③その他を併せて改良の目的としている設計事例は、②波浪防護に係る諸元等の変更に計上している。

表-3.1 主な改良方法（外郭施設）

施設分類	改良目的	改良内容	構造形式	事例数	主な改良方法	備考	
防波堤	用途の変更	防波堤から護岸へ	重力式防波堤	6	・施設背後に裏込石、埋立土の投入	・上部工の嵩上げを伴う場合もあり。	
	性能の変更	耐津波化に向けた諸元等の変更	重力式防波堤	7	・上部工の嵩上げ、腹付工（基礎捨石、被覆石、被覆ブロック等）の設置	・構造形式の変更がない。	
			傾斜堤	2	・本体工の嵩上げ、港内側基礎捨石の拡幅		
		波浪防護に係る諸元等の変更	重力式防波堤	20	・上部工、消波ブロックの嵩上げ ・消波ブロックの設置 ・水中コンクリート打設による本体工拡幅 ・港内側に消波ブロックを設置	・越波、反射波対策 ・港内静穏度の確保	
			杭式防波堤	1	・既設を撤去し、直立消波ブロックを設置	・低反射構造の採用	
	傾斜堤	2	・基礎捨石、被覆ブロック、消波ブロックによる断面拡幅 ・本体工としてケーソンを設置、既設消波ブロックを流用	・長周期波対策 ・不透過構造の採用			
		施設の更新	供用期間の延長	重力式防波堤	4	・既設本体工を撤去し、本体工として水中コンクリートを打設、または直立消波ブロックを設置	・本体工の変状が著しく、施設の更新に当たっては本体工の撤去が伴う。
	矢板式防波堤			1	・既設矢板を撤去し、本体工として水中コンクリートを打設		
	護岸	用途の変更	護岸から岸壁等へ	重力式護岸	4	・既設前面に棧橋（水中ストラット工法）を設置 ・既設本体工（水中コンクリート）を利用	
		性能の変更	耐津波化に向けた諸元等の変更	重力式護岸	7	・上部工の嵩上げ（拡幅）	・地盤改良を伴う場合もあり。
傾斜式護岸				1	・天端嵩上げ		
胸壁				7	・天端嵩上げ ・既設撤去、地盤改良、新設		
波浪防護に係る諸元等の変更			重力式護岸	39	・天端嵩上げ ・波返し工の設置（コンクリート打設） ・天端嵩上げ、既設前面に矢板を打設 ・既設前面に直立消波ブロックを設置	・背後、歩道の整備 ・水叩きの整備 ・低反射構造の採用	
			矢板式護岸	2	・既設前面にL型ブロックを設置	・水叩きの整備	
			傾斜式護岸	1	・既設前面に直立消波ブロックを設置	・親水性を考慮	
			もたれ式護岸	7	・既設前面にコンクリートを打設		
胸壁		1	・腹付けコンクリートによる天端嵩上げ、地盤改良、止水矢板を打設				
施設の更新		供用期間の延長	重力式護岸	1	・既設本体工を撤去し、本体工として方塊ブロックを設置	・本体工の変状が著しく、施設の更新に当たっては本体工の撤去を伴う場合が多い。	
			矢板式護岸	3	・被覆防食、電気防食の実施 ・既設前面に鋼管矢板を打設 ・既設前面に基礎捨石を投入		
			もたれ式護岸	3	・既設前面にコンクリートを打設		

※護岸において、性能の変更内容が”その他”の事例（4事例）については、他の改良方法と大きな違いがないため、省略している。



### 3.3 係留施設

#### (1) 改良目的別事例数および割合

係留施設の改良目的別事例数および割合を図-3.7に示す。係留施設の改良設計事例（132事例）の内、用途の変更は6事例（4.5%）、性能の変更は92事例（69.7%）、施設の更新は34事例（25.8%）であり、性能の変更の事例が多い。係留施設では外郭施設と比べて、施設の更新を目的とした設計事例が多い。

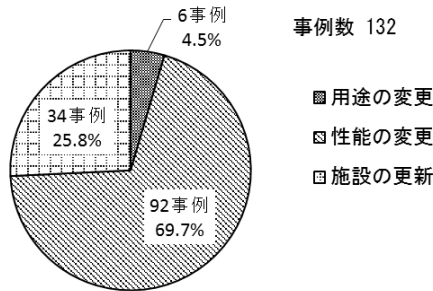


図-3.7 改良目的別事例数および割合（係留施設）

#### (2) 用途の変更の内訳

用途の変更の内訳を図-3.8に示す。用途の変更を改良目的とした設計事例は、岸壁等→護岸、岸壁等→船揚場、船揚場→岸壁等の3通りである。用途の変更の6事例の内、5事例は物揚場や船揚場であり、比較的計画水深等が浅い施設である。

岸壁等→護岸の事例の内、2事例は運河に面した物揚場であり、背後地は民有地または胸壁があり、係留施設としての機能を護岸としての機能に変更する事例である。残りの1事例である岸壁（-5.5m）では、当該施設が保有する係留施設としての機能を他の施設に移設する事例である。

また、岸壁等→船揚場、船揚場→岸壁等については、船揚場が必要または不要となったことから、改良設計が行われた事例である。

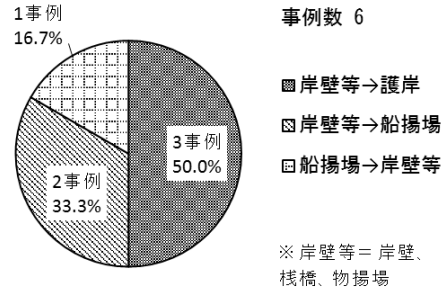


図-3.8 用途の変更の内訳（係留施設）

#### (3) 性能の変更の内容

性能の変更の内容を図-3.9に示す。性能の変更の内容は、①耐震化に向けた諸元等の変更、②係留に係る諸元等の変更、③荷役に係る諸元等の変更、④利便性に係る諸元等の変更、⑤安定性に係る諸元等の変更、⑥その他であった。

①耐震化に向けた諸元等の変更とは、耐震化に向けて本体構造の変更、控え工の設置、在来地盤や背後地盤の地盤改良が検討された事例である。

②係留に係る諸元等の変更とは、船舶大型化を含む対象船舶の変更への対応が検討された事例である。船舶大型化への対応は主に計画水深の変更であり、いわゆる増深改良である。また、対象船舶が小型船舶への変更となることで減深が検討された事例もある。

③荷役に係る諸元等の変更では、荷役機械大型化を含む荷役機械の変更への対応が検討された事例である。

④利便性に係る諸元等の変更とは、人の乗降に関わる

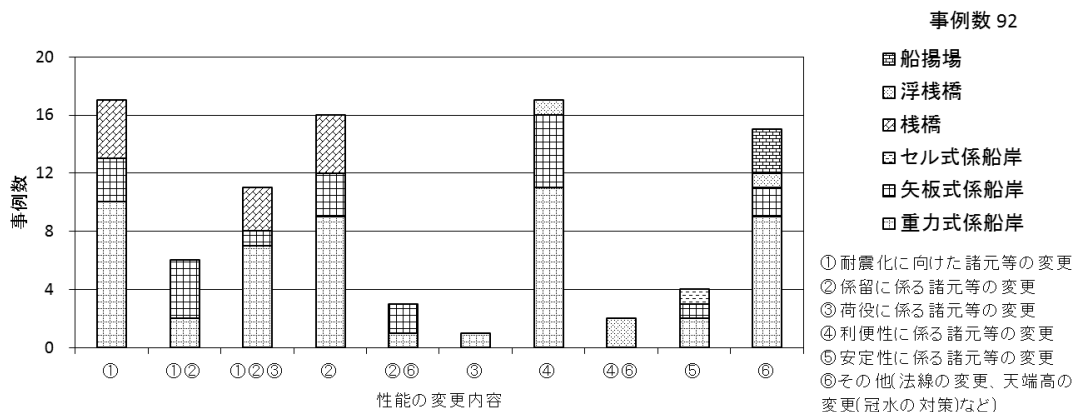


図-3.9 性能の変更内容（係留施設）

利便性の向上への対応が検討された事例であり、比較的計画水深が浅い施設で事例が多い。施設天端高の低天端化や、施設前面に浮棧橋を設置する事例などである。

⑤安定性に係る諸元等の変更とは、当初の設計条件が変更となり、施設の安定性が不足する場合への対応が検討された事例である。

⑥その他は法線の変更や、背後地の冠水対策として天端高の変更が検討された事例である。

係留施設では、①耐震化に向けた諸元等の変更、②係留に係る諸元等の変更、④利便性に係る諸元等の変更、⑥その他の事例が多い。さらに、①耐震化に向けた諸元等の変更、②係留に係る諸元等の変更、③荷役に係る諸元等の変更と併せて改良の目的としている設計事例も多い。これらの設計事例の具体的な改良目的は、耐震化と増深と荷役機械大型化への対応である。

に整理し、その結果を表-3.2、表-3.3に示す。なお、表内の性能の変更における事例数について、①耐震化に向けた諸元等の変更、②係留に係る諸元等の変更、③荷役に係る諸元等の変更、④利便性に係る諸元等の変更、⑤安定性に係る諸元等の変更、⑥その他を併せて改良の目的としている設計事例は、この順で優先し計上している。例えば、①耐震化に向けた諸元等の変更、②係留に係る諸元等の変更、③荷役に係る諸元等の変更を併せて改良の目的としている設計事例は①耐震化に向けた諸元等の変更に計上している。

(4) 施設の更新における設計供用期間の内訳

施設の更新を改良目的とした設計事例における設計供用期間の内訳を図-3.10に示す。施設の更新の改良設計事例は34事例であるが、港湾施設の一般的な設計供用期間である50年以外を設定している事例が2事例ある。1事例については、計画水深が比較的浅く、小型船舶を対象とした施設の事例である。もう1事例については、平成26年度に設計が行われており、この時点で経過年数は43年である。改良時点のH19性能照査方法を適用して照査を実施した場合、鋼管杭の応力が満足しないことが判明したが、当該施設の設置状況等により、対策工の実施は困難であると判断し、鋼管杭の被覆防食等や棧橋上部工の補修を実施することで、供用期間を30年延長することとした事例である。

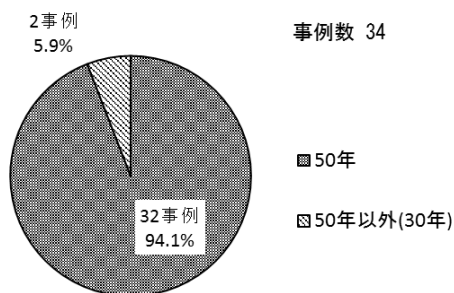


図-3.10 施設の更新における設計供用期間の内訳（係留施設）

(5) 改良方法

係留施設の主な改良方法は、収集した改良設計事例（132事例）から改良目的、改良内容、および構造形式別

表-3.2 主な改良方法（係留施設）（用途の変更，施設の更新）

施設分類	改良目的	改良内容	構造形式	事例数	主な改良方法	備考
岸壁 棧橋 浮棧橋 物揚場 船揚場	用途の変更	岸壁等から護岸へ	矢板式係船岸	2	・既設前面に矢板を打設	
			重力式物揚場	1	・腹付けコンクリートを打設	
		岸壁等から船揚場へ	重力式物揚場	2	・既設前面にブロック設置、斜路設置	
		船揚場から岸壁等へ	重力式船揚場	1	・既設を撤去し、水中コンクリートを打設	
	施設の更新	供用期間の延長	重力式係船岸	3	・既設本体工を撤去し、直立消波ブロックを設置 ・既設前面に矢板を打設 ・薬液注入工の実施(吸出し防止対策)	・施設の変状が著しく、施設の更新に当たっては本体工の撤去が伴う場合がある。
			重力式物揚場	5	・既設前面に水中コンクリートを打設 ・既設前面に棧橋を設置	
			矢板式係船岸	14	・既設前面にケーソンを設置 ・既設前面または背面に矢板を打設 ・電気防食の交換、(上部工撤去・復旧)	
			矢板式物揚場	2	・既設前面にケーソンを設置 ・既設前面または背面に矢板を打設	
			セル式係船岸	3	・既設杭(上部工支持杭)の撤去・復旧、液状化対策の実施 ・被覆防食、電気防食の実施	
			棧橋	5	・既設棧橋を撤去、新設棧橋を設置 ・上部工撤去・復旧(または断面修復)、棧橋杭に被覆防食、電気防食の実施	
			浮棧橋	1	・既設浮棧橋を撤去、新設浮棧橋を設置	
重力式船揚場	1	・既設ブロックを撤去、新設ブロックを設置				

表-3.3 主な改良方法（係留施設）（性能の変更）

施設分類	改良目的	改良内容	構造形式	事例数	主な改良方法	備考
岸壁 棧橋 浮棧橋 物揚場 船揚場	性能の変更	耐震化に向けた諸元等の変更	重力式係船岸	18	・既設前面および背後地盤の地盤改良 ・グラウンドアンカーの設置 ・控え杭、タイロッドの設置 ・既設前面にケーソンを設置	・ケーソン設置水深が計画水深程度の場合がある。
			重力式物揚場	1	・既設ケーソン撤去、新設ケーソン設置	
			矢板式係船岸	8	・既設前面または背面に矢板を打設、背後地盤の地盤改良 ・既設前面に棧橋を設置	・施設の変状が著しく、改良に当たっては本工事の撤去が伴う場合がある。
			棧橋	7	・既設棧橋を撤去、新設棧橋を設置 ・既設前面および背後地盤の地盤改良	
		係留に係る諸元等の変更	重力式係船岸	7	・既設を撤去、新設棧橋を設置 ・上部工に防舷材台座コンクリートを打設	
			重力式物揚場	3	・既設を撤去、水中コンクリートの打設または新設棧橋を設置 ・上部工に防舷材台座コンクリートを打設	
			矢板式係船岸	5	・既設前面に矢板を打設、背後地盤の地盤改良 ・既設前面に直立消波ブロック設置（減深）	・低反射構造の採用
			棧橋	4	・増し杭 ・既設棧橋を撤去、新設棧橋を設置、基礎捨石の固化改良 ・棧橋上部工の補修、既設前面および背後地盤の地盤改良	
		荷役に係る諸元等の変更	重力式係船岸	1	・上部工に拡幅コンクリートを打設	・荷役機械の変更
		利便性に係る諸元等の変更	重力式物揚場	11	・既設を撤去、水中コンクリートを打設 ・既設前面に浮体の設置	・低天端化
			矢板式物揚場	5	・被覆防食、電気防食の実施、浮体の設置 ・既設前面に矢板打設、浮体の設置	
			浮棧橋	3	・上屋（屋根）の設置 ・既設浮棧橋の撤去、新設浮棧橋の設置	・既設浮棧橋の変状
		安定性に係る諸元等の変更	重力式係船岸	1	・既設前面に矢板を打設	
			重力式物揚場	1	・既設前面に水中コンクリートを打設	
			矢板式係船岸	1	・背後地盤の地盤改良	・土圧低減および液状化対策
			セル式係船岸	1	・上部工および上部工支持杭の撤去・復旧	・既設上部工および上部工支持杭の変状
		その他	重力式係船岸	1	・上部工の拡幅	・築造限界の解消
			重力式物揚場	8	・上部工撤去、嵩上げ ・既設前面に水中コンクリートを打設	・冠水への対応 ・連絡橋取付部
			矢板式物揚場	2	・既設矢板を撤去、水中コンクリートを打設 ・既設矢板を撤去、直立消波ブロックを設置	・既設矢板の変状 ・法線の直線化
			浮棧橋	1	・チェーン係留から杭係留に変更	
重力式船揚場	3		・既設前面に先端ブロックを設置、または既設先端ブロックを撤去、新設先端ブロックを設置（張ブロック流用）	・背後道路の幅員確保、斜路勾配の適正化、斜路の延伸（レール設置）		

## 4. 改良設計における課題

### 4.1 改良設計における課題の抽出

#### (1) 課題の抽出方法

本節では、改良設計における課題を2章および3章で整理した既往文献や改良設計事例から抽出するとともに、既往文献や改良設計事例には具体的な記載はないが、著者らの類推による課題も抽出し、以下の7項目に着目して整理する。

整理する7項目の課題については、収集した改良設計事例の内1事例を挙げて、設計上の実際の課題やその課題への対応の具体的な内容などを説明するとともに、著者らの類推による課題についても記載する。

ここで、課題の説明に用いる改良設計事例は付録に記載した18事例から選定しており、この18事例は改良設計事例(262事例)から港湾施設の主たる施設である防波堤、護岸、岸壁などを網羅するため、代表的な改良設計事例として整理したものである。表-4.1は本節での課題の説明に用いる改良設計事例の一覧表を示しており、表内の事例No.は付録に記載した改良設計事例No. (付表-A) と対応している。

課題の整理の着目点(7項目)は、a) 設計条件の設定、b) 性能照査方法の変更、c) 法線前出しの可否(前出し量)、d) 既存部材等の評価、e) 当該施設の利用状況、設置状況、f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況、g) 親水性、文化遺産等への配慮である。

#### (2) 課題の具体例

##### a) 設計条件の設定

設計条件の設定に関する課題については、事例No.4に基づき説明する。事例No.4は矢板式護岸を対象として、平成16年度に施設の更新を目的とした改良設計が行われた事例である。改良内容は供用期間の延長であり、改良方法は被覆防食、電気防食の施工である。図-4.1に概念図を示す。

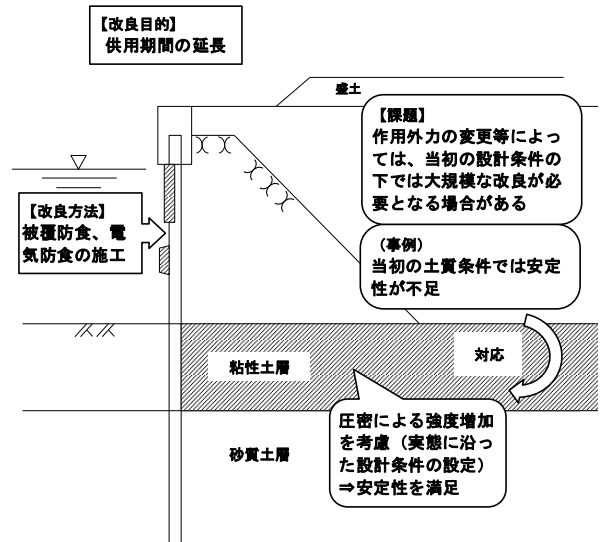


図-4.1 設計条件の設定に関する課題の概念図

表-4.1 抽出した課題の説明に用いた改良設計事例

課題の抽出の着目点	改良設計事例(付録に掲載)						
	事例No.	施設種別	施設分類	施設名	設計年度	改良目的	改良内容
a) 設計条件の設定	No. 4	外郭施設	護岸	A護岸	H16年度	施設の更新	供用期間の延長
b) 性能照査方法の変更	No. 16	係留施設	岸壁	J岸壁(-4.5m)	H23年度	施設の更新	供用期間の延長
c) 法線前出しの可否(前出し量)	No. 13	係留施設	岸壁	G岸壁(-16m)	H21年度	性能の変更	耐震化、増深、荷役機械大型化
d) 既存部材等の評価	No. 2	外郭施設	防波堤	B防波堤	H22年度	性能の変更	波浪防護
e) 当該施設の利用状況・設置状況	No. 8	係留施設	岸壁	B岸壁(-6.5m)	H18年度	施設の更新	供用期間の延長
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	No. 9	係留施設	岸壁	C岸壁(-9.0m)	H21年度	施設の更新	供用期間の延長
g) 親水性、文化遺産等への配慮	No. 5	外郭施設	護岸	B護岸	H23年度	性能の変更	波浪防護

本事例の前年度（平成15年度）に改良時点におけるH11性能照査方法を適用し、当初設計の土質条件を用いて安定照査を実施したところ、安定性が不足する結果であった。当該施設の地盤は粘性土であり、年数の経過とともに圧密による強度増加が考えられたことから、平成16年度に土質調査が実施され、粘性土の強度が確認された。本事例では、この土質調査結果を踏まえた土質条件が設定され、再度、安定照査が実施された。この結果、当該施設の安定性が確認され、施設の更新には安定性への対応とした大規模な改良は必要がなく、前面矢板の被覆防食および電気防食のみを実施することとなった。

改良設計では作用外力の変更や年数の経過に伴う既存部材等の性能低下があり、施設全体の安定性が不足することで、当初の設計条件の下では大規模な改良が必要となる場合があるため、設計条件の設定が改良設計における課題と考えられる。その一方で、本事例のとおり、粘性土地盤の強度増加を見込んだ設計を実施することで大規模な改良を必要とせず、部材の補修により施設の更新を行っている。このように実態に沿った設計条件の設定によって合理的な改良に繋がる可能性もある。

b) 性能照査方法の変更

性能照査方法の変更に関する課題については、事例No.16に基づき説明する。事例No.16は矢板式係船岸を対象として、平成23年度に施設の更新を目的とした改良設計が行われた事例である。改良の内容は供用期間の延長であり、改良方法は上部工およびエプロンの撤去・復旧、被覆防食の施工、電気防食の交換である。図-4.2に概念図を示す。

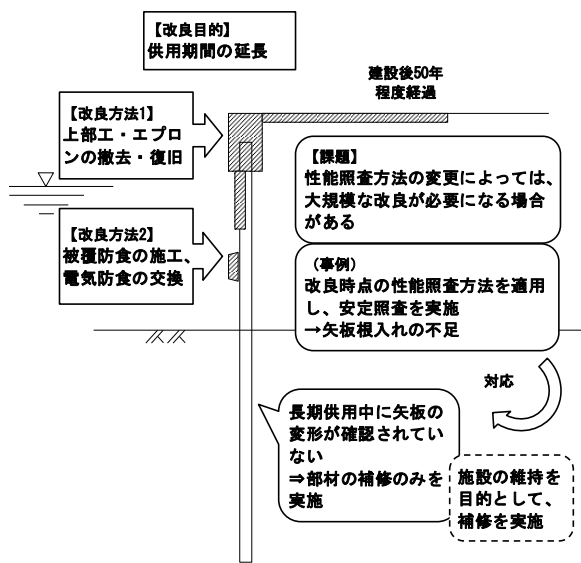


図-4.2 性能照査方法の変更に関する課題の概念図

本事例では、延長する設計供用期間中（50年間）における施設の維持を目的に部材の補修が検討された。部材の補修を検討する際に参考として、補修時点のH19性能照査方法を適用し、安定照査を実施したところ、レベル1地震動に対する変動状態において矢板の根入れ不足となった。しかし、当該施設は建設から50年近く経過しているものの、矢板の変形などは確認されておらず、また、根入れの不足量が20cm程度とわずかであるため、当初の目的どおり、施設を維持するために部材の補修が実施された。つまり、この事例では、参考として補修時点の性能照査方法にて全体照査を行ったところ、適用する性能照査方法の違いにより一部の照査項目において閾値を満足しない結果となったが、これまでの供用期間中に不具合が発生していない事実に基づき、部材の補修のみを実施するという判断が取られた。

このように、施設の安定性に影響を与える変状は確認されていないものの、性能照査方法の変更によって、一部の照査項目への対応により大規模な改良が必要となることが改良設計の課題と考えられる。

c) 法線前出しの可否（前出し量）

法線前出しの可否（前出し量）に関する課題については、事例No.13に基づき説明する。事例No.13は矢板式係船岸を対象として、平成21年度に性能の変更を目的とした改良設計が行われた事例である。改良の内容は耐震化、増深、荷役機械の大型化への対応であり、改良方法は既設鋼管矢板を利用し、セル式構造への変更である。図-4.3に概念図を示す。

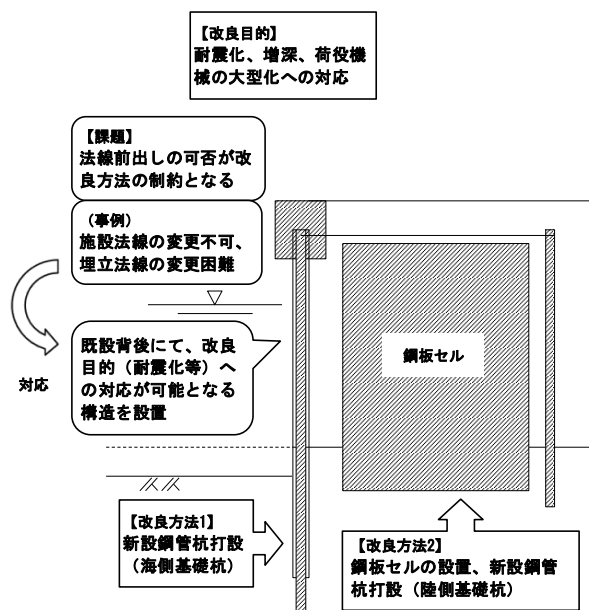


図-4.3 法線前出しの可否に関する課題の概念図

本事例では、隣接バースとの連続性を確保するため施設法線の変更が不可であり、また、整備計画等の関係から埋立法線の変更が困難であったため、既設法線を変更しない改良方法が採用された。

このように、前出しの可否が改良方法の制約となることが改良設計の課題と考えられる。

#### d) 既存部材等の評価

既存部材等の評価に関する課題については、事例No.2に基づき説明する。事例No.2は重力式防波堤を対象として、平成22年度に性能の変更を目的とした改良設計が行われた事例である。改良の内容は波浪防護に係る諸元等の変更であり、改良方法は上部工および消波ブロックの嵩上げである。図-4.4に概念図を示す。

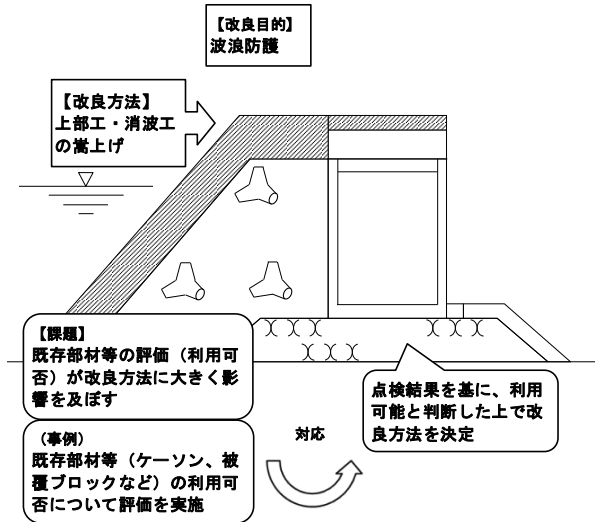


図-4.4 既存部材等の評価に関する課題の概念図

本事例では、改良方法は越波抑制のため上部工等の嵩上げとなったが、ケーソンおよび上部工、また被覆ブロックや根固ブロックなどの点検が実施されており、利用が可能と判断された上で改良方法が決定された。

この事例では、既設部材等の利用が可能と判断されたが、ケーソンなどの本体工が利用不可または大規模な補修等が必要であった場合、改良方法に大きく影響を与えることが考えられる。このように、既存部材等の評価が改良方法に大きく影響することが改良設計の課題と考えられる。また、本事例のとおり、点検によって何らかの評価ができる場合が望ましいが、点検が困難または現実的には不可能である摩擦増大マットなどの既存部材等の存在についても、評価自体が困難であるため、改良設計の課題と考えられる。

#### e) 当該施設の利用状況、設置状況

当該施設の利用状況、設置状況に関する課題については、事例No.8に基づき説明する。事例No.8は矢板式係船岸を対象として、平成18年度に施設の更新を目的とした改良設計が行われた事例である。改良の内容は供用期間の延長であり、改良方法は既設前面を地盤改良した後、ケーソンを設置する方法である。図-4.5に概念図を示す。

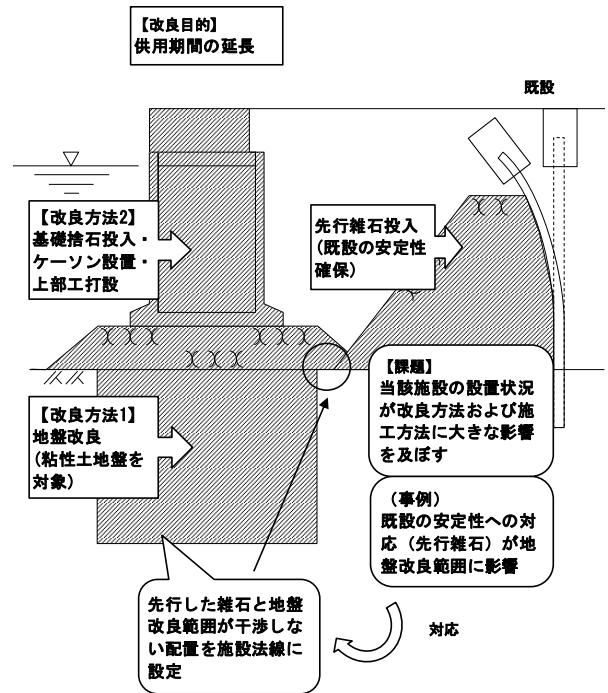


図-4.5 当該施設の利用状況、設置状況に関する課題の概念図

本事例では、既設矢板が倒壊寸前であるため、改良にあたってまず、既設の安定性を確保する必要があり、そのため、既設矢板の前面に先行して雑石を投入することとなった。加えて、現地盤が軟弱地盤（粘性土地盤）であり、新設部の安定性確保のため、地盤改良が必要であるが、先行した雑石と地盤改良が干渉しない配置を施設法線に設定する必要があった。

この事例では、当該施設の安定性に問題があり、その対応によって法線位置の変更など改良方法に影響を与えた。このように、当該施設の設置状況が改良工法やその施工方法の制約となることが改良設計の課題と考えられる。その他に、供用施工（施設を供用しながらの施工）の可否やバースシフト、既存荷役機械への影響、利用者の要望なども当該施設の利用状況、設置状況に関する課題と考えられる。

f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況

隣接施設や背後地などの周辺施設の状況に関係する課題については、事例No.9に基づき説明する。事例No.9は矢板式係船岸を対象として、平成21年度に施設の更新を目的とした改良設計が行われた事例である。改良の内容は供用期間の延長であり、改良方法は既設矢板の前面に新設矢板を打設する方法である。図-4.6に概念図を示す。

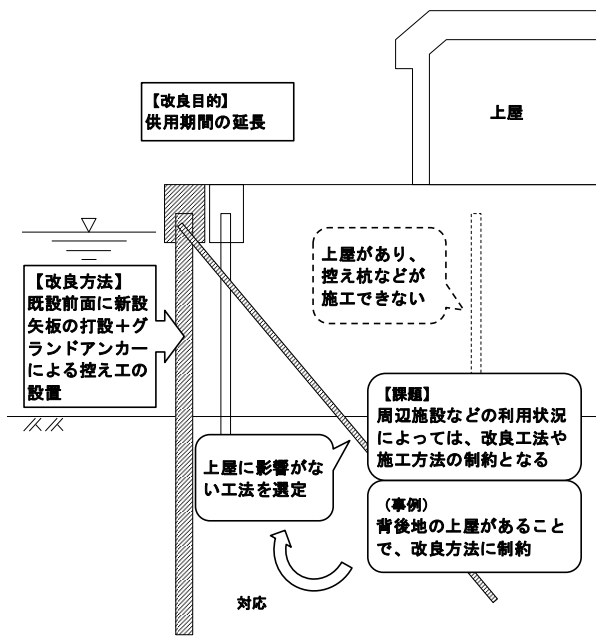


図-4.6 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況に関する課題の概念図

本事例では、既設矢板の腐食や法線のはらみ出しが確認されたため、既設矢板に耐力を期待しない工法として、新設矢板を打設する改良方法が取られた。しかし、自立矢板では前面矢板の断面が大きくなり、不経済となるため、控え工が必要となるが、施設の背後には上屋が設置されているため、控え矢板や控え杭の施工ができない。そこで、グラウンドアンカーを控え工として設置することとなった。

この事例では、背後地に設置された上屋によって改良方法に制約を受けた。このように、上屋などの背後地の利用状況などが改良方法やその施工方法の制約となることが改良設計の課題と考えられる。その他に、隣接岸壁の法線位置が当該施設の法線位置の制約となる場合（連続バースとしての利用など）や、隣接岸壁の荷役形態が当該施設を経由したものである場合、また、背後地が民有地であり、施工中の騒音、振動への配慮が必要な場合は、施工方法の制約となるため、改良設計の課題と考えられる。

g) 親水性、文化遺産等への配慮

親水性、文化遺産等への配慮に関係する課題については、事例No.5に基づき説明する。事例No.5は重力式護岸を対象として、平成23年度に性能の変更を目的とした設計が行われた事例である。改良の内容は波浪防護に係る諸元等の変更であり、改良方法は既設前面に場所打ちコンクリートを打設する方法である。図-4.7に概念図を示す。

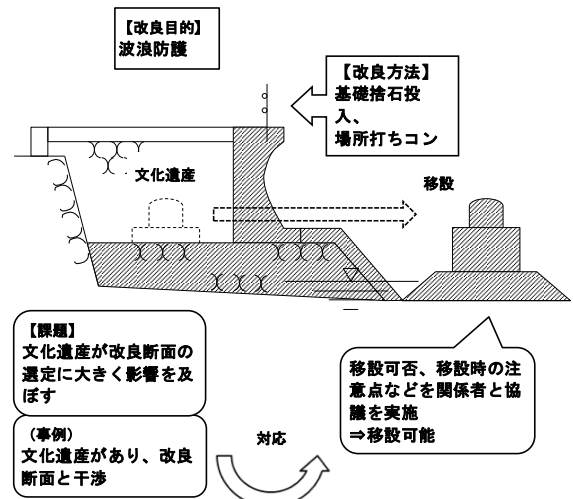


図-4.7 親水性、文化遺産等への配慮に関する課題の概念図

本事例では、水叩きおよび施工スペースの確保のために前出しが必要となったが、当該施設の前面に文化遺産があり、この文化遺産への配慮が必要であった。そこで、文化遺産に関する協議が実施され、移設の可否や移設場所、さらには調査時および移設時の注意点などを確認している。

このように、当該施設の周辺に文化遺産等がある場合、文化遺産等の移設の可否を協議することや、文化遺産等との調和に配慮した改良断面を選定する必要があるため、改良設計の課題と考えられる。その他、改良の対象施設に親水性が求められる場合も改良断面の選定に影響があるため、改良設計の課題と考えられる。これらの課題は、施設の長期間の供用中に施設の一部または施設周辺を含めた地区全体が景観を重視することとなった場合や、施設自体が歴史的な価値が高くなり、文化遺産の一部として扱われる場合などにおいて、特に留意が必要と考えられる。



## 4.2 課題への対応の方向性

### (1) 検討方法

本節では、4.1で抽出した改良設計における課題に対して、どのような観点で対応を図ることが必要であるか、対応の方向性を検討する。図-4.8に改良設計における課題とその対応の方向性を示す。なお、同図では課題の対応の方向性が5章でとりまとめている留意事項のどこに反映しているかも含めて記載している。

### (2) 課題への対応の方向性

#### a) 設計条件の設定

設計条件の設定に関する課題は、新たに設定した設計条件が既存施設の安定性に大きく影響を与え、改良が大規模になる場合があることである。具体的には、波浪条件の見直し（見直しによる天端高の不足）、地震動の見直し、土質条件の設定方法の違い、腐食量の実測値などである。

一方で、改良設計では既存施設に関する情報を得ることができるため、課題への対応は、被災履歴（無被災履歴）や劣化、損傷状況など既存施設に関する情報を踏まえて、実態に沿った設計条件を設定することが考えられる。

#### b) 性能照査方法の変更

性能照査方法の変更に関する課題は、例えば、H11性能照査方法以前の安全率法とH19性能照査方法の信頼性設計法とでは、同じ断面でも求められている安全水準が異なることで、改良目的に応じた施設の改良以外に、安定性への対応が必要となり、改良が大規模になる場合があることである。安全水準の他、水中の見かけの震度、動水圧の考慮の有無、矢板の発生断面力の考え方なども性能照査方法の変更に関する課題である。

改良設計時点では、当初設計時点からの年数の経過とともに、新しい知見が得られている場合があり、また、新しい知見を反映し性能照査方法が変更されている場合があるため、改良設計の際には最新の知見に基づき設計が行われることは重要である。一方で既存施設が供用期間中に受けた外力に対して変状が発生していない場合（無被災履歴）は、同等の外力に対しての安定性は担保されていると考えられ、そのため、課題への対応は、先述した実態に沿った設計条件の設定と併せて対応を図ることが考えられる。

#### c) 法線前出しの可否（前出し量）

法線前出しの可否（前出し量）に関する課題は、法線

の制約によって、工事費が高い工法を選択する、または既存部材等に影響を与える工法を選択するなど改良方法に大きく影響を与えることである。また、埋立申請の必要性は法線前出しに大きく関わる事項であるため、法線前出しの可否（前出し量）に関する課題の一つと考えられる。

課題への対応は、改良目的が検討される計画段階において前出しの可否および可能量を把握した上で、設計・施工に及ぼす影響を十分に考慮し、計画を策定することが考えられる。

#### d) 既存部材等の評価

既存部材等の評価に関する課題は、その評価によって既存部材等の利用が不可であった場合や、大規模な補修・補強が必要であった場合に改良方法に大きく影響を与えることである。具体的には、変状が確認された既存部材等への対応や、改良目的によっては既存部材等の耐力不足への対応である。その他、健全性や残存耐力の定量的な評価ができない既存部材等への対応も既存部材等の評価に関する課題である。

課題への対応は、既存部材等の健全性や残存耐力などは、改良設計前の計画段階や調査段階で把握することが考えられる。一方、定量的な評価が困難な場合は、類似部材の過去の実績を踏まえた総合的な判断が必要と考えられる。

#### e) 当該施設の利用状況、設置状況

当該施設の利用状況、設置状況に関する課題は、改良方法およびその施工方法に大きな影響を及ぼすことである。具体的には、供用施工やバースシフトの可否、施工方法の制約、施工期間や施工時期の制約である。また、既存部材等や既存荷役機械への影響、利用者の要望も当該施設の利用状況、設置状況に関する課題である。

課題への対応は、改良方法および施工方法の選定に必要な条件であるため、改良設計前の計画段階や調査段階で上記の事項を十分に把握し、改良設計の条件に反映することが必要と考えられる。

#### f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況

隣接施設や背後地などの周辺施設の状況に関する課題は、改良方法およびその施工方法に大きな影響を及ぼすことである。具体的には、当該岸壁等と隣接岸壁等が連続バースとして利用されている場合に、法線位置（前出し量）が改良方法の制約条件となること、背後地（上屋など）により施工の制約条件となること、隣接施設の利

用状況により施工の制約条件なることである。その他、施設の背後が民有地や商業施設などであった場合に、施工中の騒音、振動に配慮が必要であるため、施工の制約条件となることである。

これらの課題に対しては、e)当該施設の利用状況、設置状況と同様に改良方法および施工方法の選定に必要な条件であるため、改良設計前の計画段階や調査段階で上記の事項を十分に把握し、改良設計の条件に反映することが必要と考えられる。

g) 親水性、文化遺産への配慮

親水性、文化遺産への配慮に関する課題は改良方法

に大きな影響を及ぼすことである。

これらの課題についても、e)当該施設の利用状況、設置状況と同様に改良方法および施工方法の選定に必要な条件であるため、改良設計前の計画段階や調査段階で上記の事項を十分に把握し、改良設計の条件に反映することが必要と考えられる。

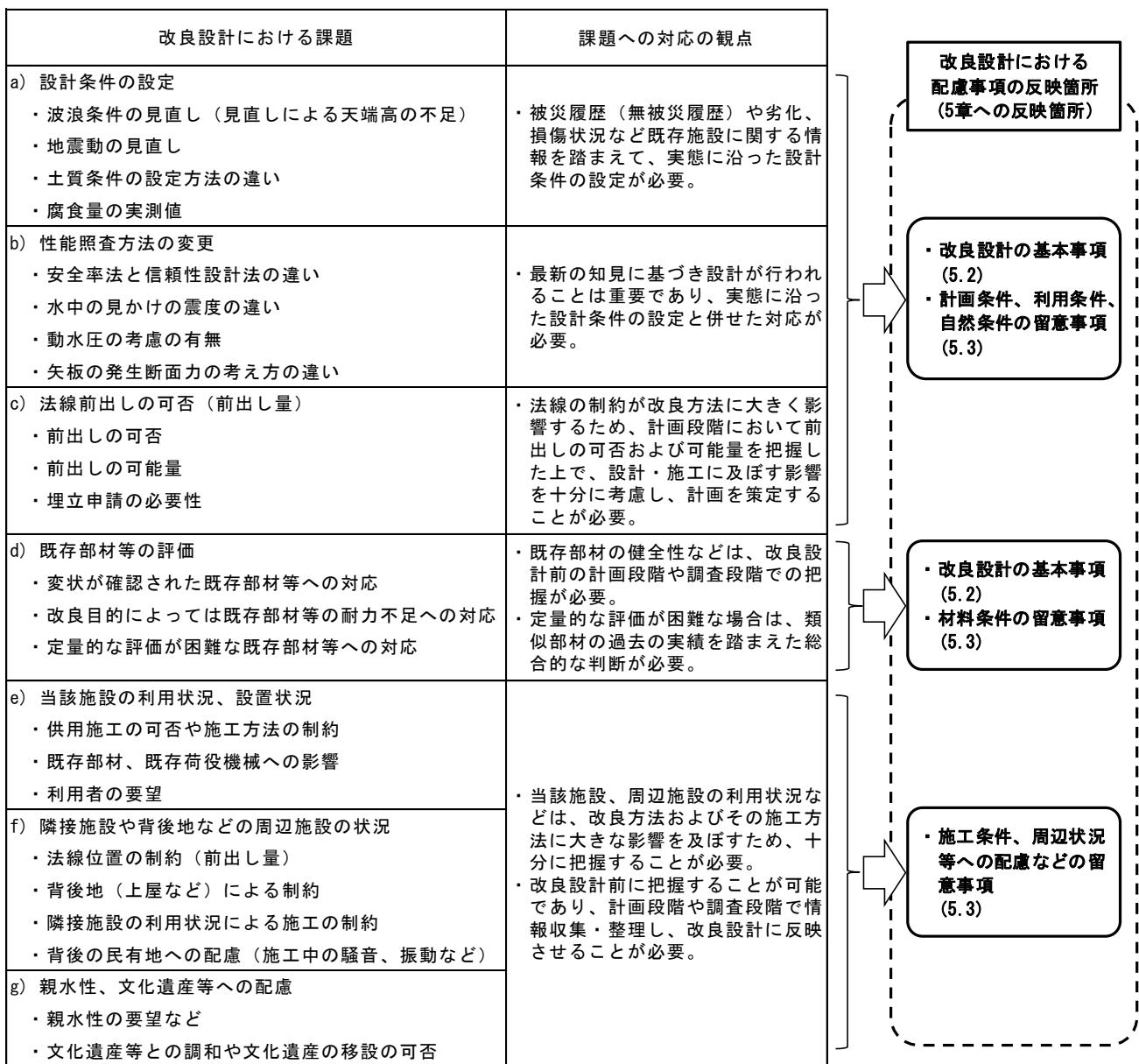


図-4.8 改良設計における課題への対応の方向性

## 5. 改良設計における留意事項

本章では、3章および4章において整理した改良目的、改良方法、改良設計における課題とその対応の方向性を基に、改良設計における留意事項をとりまとめている。留意事項としては、改良目的の分類および事例(5.1)、改良設計の基本事項(5.2)、設計条件等の留意事項(5.3)、の3項目である。その上で、最後に、既存施設の改良設計に関する基本的な考え方として、改良設計の合理化に繋がると著者らが考える事項(5.4)についてとりまとめている。

### 5.1 改良目的の分類および事例

改良目的の分類および事例を表-5.1に示す。先に示したとおり、改良目的は、①用途の変更(機能の変更)、②性能の変更、③施設の更新の3つに大別できるものと考ええる。

①用途の変更(機能の変更)については、既存施設の設置目的や基本的な機能など、施設の用途を変更させる場合である。防波堤から護岸への変更、岸壁等から護岸

への変更などが該当する。基本的な機能の変更とは、例えば、岸壁が保有する船舶等の係留を可能とする機能が護岸へと用途の変更が行われることで、護岸が保有する背後地を波浪・高潮等から防護する機能に変更となることを言う。このことは設置目的を変更しているとも言える。

②性能の変更については、既存施設の設置目的や基本的な機能に変更はないが、要求性能を変更し、性能や能力を向上(場合によっては低下)させる場合である。設計波高等の見直しによる防波堤または護岸の嵩上げ、設計津波高等の見直しによる防波堤または護岸の耐津波化、設計地震動の見直しによる岸壁または栈橋の耐震化などが該当する。これらは要求性能の変更であり、例えば、防波堤の嵩上げでは、ある設計波高に対しては「使用性」を満足しているが、この設計波高が高くなること(設計波高の見直し)により「使用性」のレベルを上げる必要がある。また、岸壁等の耐震化では、改良前の要求性能はレベル1地震動に対する「使用性」を規定するが、改良後にはレベル2地震動に対する「使用性」または「修復性」も追加する必要がある、要求性能が変更となる。

表-5.1 改良目的の分類および事例

改良目的	説明	内容等	代表的な事例	改良設計事例No. ※1
①用途の変更 (機能の変更)	既存施設の目的・用途(機能)を変更させる場合。	設置目的・用途の変更	・防波堤から護岸への変更 ・護岸から岸壁等への変更 ・岸壁等から護岸への変更	-
②性能の変更	既存施設の目的・用途(機能)に一切の変更がないが、要求性能を変更し、性能や能力を変更(向上または低下)させる場合。	設計波高等の見直し	・防波堤または護岸の嵩上げ	事例No. 1、事例No. 2、事例No. 5、事例No. 6
		設計津波高等の見直し	・防波堤または護岸の耐津波化	事例No. 3
		対象船舶の変更	・岸壁等の増深・減深	事例No. 13、事例No. 15、事例No. 18
		設計地震動の見直し	・岸壁等の耐震化	事例No. 7※2、事例No. 10、事例No. 13、事例No. 15
		荷役機械等の変更	・岸壁等への荷役機械の導入、荷役機械の大型化への対応	事例No. 13、事例No. 15
		利便性への対応	・岸壁等の天端高の変更	事例No. 11※3
③施設の更新	設計供用期間の終了を迎える施設に対して、供用期間を延長する場合。(設計供用期間の途中の変更も含む)	供用期間の延長	※防食工の取替えなどにより、延長した設計供用期間に亘って、要求性能を満足させる。	事例No. 4、事例No. 8、事例No. 9、事例No. 12、事例No. 14、事例No. 16、事例No. 17
			・防波堤または護岸の波浪防護方法の変更	事例No. 6

※1. 1事例において複数の内容への対応を行っている場合がある。

※2. 事例No. 7はレベル1地震動の変更への対応である。

※3. 事例No. 11は冠水への対応である。

③施設の更新については、①に示す既存施設の設置目的や基本的な機能に変更はなく、さらに②に示す要求性能の変更もないものの、当初に設定した設計供用期間の終了を迎える施設に対して、新たな設計供用期間を設定し、さらに供用期間を延長する場合である。また、設計供用期間の途中において、当該施設を当初の設計供用期間を超えて供用を続ける際に、新たに設計供用期間を設定し、供用期間を延長する場合も該当する。例えば、矢板式係船岸において、施設の性能低下がなく、まもなく当初の設計供用期間を迎えるが、係留施設として今後も利用は続けたいため、被覆防食の補修や電気防食の交換を行うことである。ただし、この改良によって、改良設計時点で設定した新たな設計供用期間に亘って、要求性能を満足させることが前提になる。その他、栈橋において、栈橋上部工の変状が確認されているが、当初の設計供用期間を超えて施設を利用し続けたい場合に栈橋上部工の撤去・復旧する事例もこの施設の更新に該当する。

の一方で、既存施設の一部又は全部を利用する際、点検診断の実施が困難な構造部材等については劣化・損傷程度の定量的な評価が困難である場合もある。

前者については、実際の利用形態や荷重条件、腐食速度、地震や波浪等の作用と被災有無の履歴など、新規設計とは異なり、実態に沿ったより合理的な設計条件や照査閾値等の設定も可能であり、そのことがより合理的な改良断面の設定に繋がる可能性がある。

一方、後者については、特に点検診断の実施が困難な構造部材等の保有性能等については、工学的判断に頼らざるを得ない場合もある。そのような場合には、当該部材の利用に対するリスクを十分に認識し、維持管理において、変状連鎖に着目した点検診断で当該部材に起因する不具合が発生しないかを継続的に確認し、不具合への早期対応を図ることが必要である。

改良設計を行うにあたっては、上記2つの側面の既存施設に関する情報の取り扱いが重要であり、これらを勘案し、当該施設に対する要請（改良目的）を基に、新たに設定した設計供用期間に亘って、要求性能を満足させるように既存施設を合理的に改良することが重要である（図-5.1）。

## 5.2 改良設計の基本事項

### (1) 既存施設に関する情報の取扱い

改良設計では、新規設計とは異なり、当該施設に関して、様々な履歴情報や現況情報を得ることができる。そ

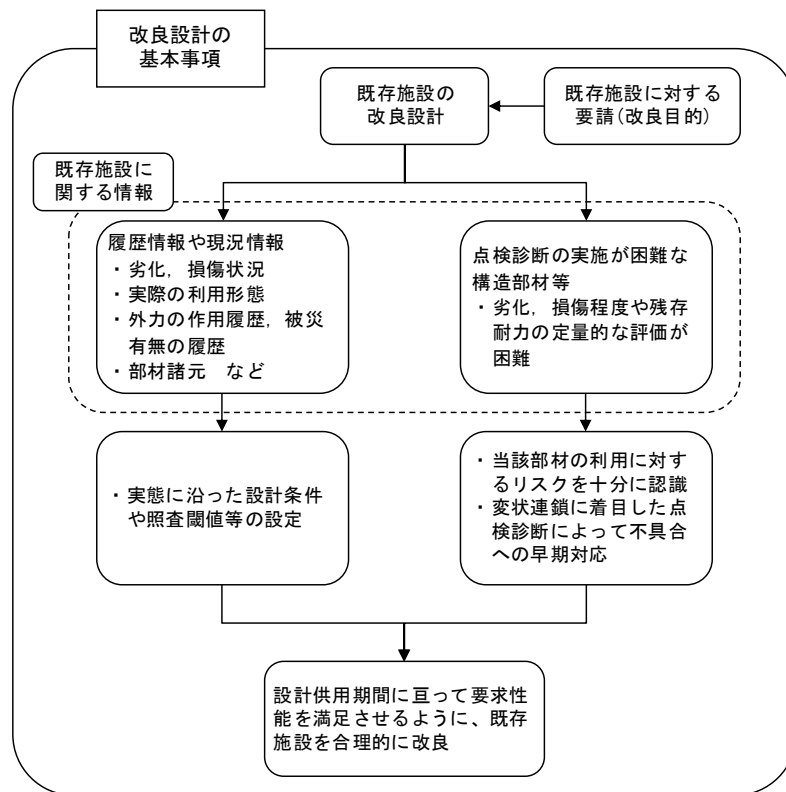


図-5.1 改良設計の基本事項（既存施設に関する情報の取扱い）

## (2) 性能照査方法の考え方

改良設計では最新の知見を踏まえることで、改良目的に照らして適切と考えられる構造断面や使用材料等を決定することが重要である。一方で、当初設計と改良設計における照査方法の違いにより、改良方法の選定において改良目的以外の対応が必要となり、大規模な改良となる場合がある。そこで、本検討では、当該施設が置かれる諸条件に照らして合理的な設計となるように、改良設計における性能照査方法の考え方について示す。ここで、性能照査方法は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の解説に基づく性能照査方法のことであり、具体的には設計条件の設定方法、性能照査手法とその閾値の設定方法、構造形式・使用材料および施工方法等の選定方法などを指し、その考え方とは、これらを採用する際の考え方のことである。

なお、以下では、改良設計に加えて新規設計、補修設計における性能照査方法の考え方についても記載する。

### a) 新規設計

新規設計の際には、設計時点の最新の性能照査方法（「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の解説に基づく性能照査方法）を適用することが標準であると考えられる。なお、このことは、設計時点において最新の性能照査方法が示されてから数年が経っている場合に、設計時点における最新の知見の適用を妨げるものではなく、設計時点における最新の知見を踏まえた諸条件の設定や、性能照査手法などの採用も含んでいる。

### b) 改良設計

改良設計の際には、新たに設計供用期間を設定し、更なる設計供用期間に亘って要求性能を満足させるように改良設計が行われることを勧奨すると、新規設計と同様の設計が行われるべきであり、改良設計時点における最新の性能照査方法を適用することが基本であると考えられる。しかしながら、最新の性能照査方法を一律に採用すると、部分的な改良のみにとどまらず、改良目的から乖離した大幅な断面変更（改良工事）が必要となり、改良コストも大幅に増加する場合が発生する。このような合理性を欠く設計を回避するために、設計者の柔軟な発想の下、最新の性能照査方法にある標準の性能照査手法（新規設計を想定した簡便法）以外の方法を採用し、適切に性能を評価することが考えられる。例えば、有限要素法などの高度な数値解析、模型実験または現地試験に基づく性能照査手法であり、その他、過去の実績や経験に基づく方法である。これらの性能照査手法の採用にあ

たっては、当該施設が置かれる諸条件、選定する構造形式・使用材料を勘案し、有識者や専門技術者の判断の下で決定することが必要であると考えられる。

このため、改良設計の際には、改良設計時点における最新の性能照査方法を適用することを基本とするが、合理性を欠く断面の設定となる場合には、設計者の判断により、最新の性能照査方法にある標準の性能照査手法以外の方法によって適切に性能を評価し、構造断面や使用材料等を決定することが考えられる。

### c) 補修設計

補修設計の際には、補修設計が当初設定した既存施設の機能・性能の維持を目的としていることを勧奨すると、補修・補強を実施した構造部材等が当初の設計時点における性能照査方法による安定性等を満足していることが最低限求められる。ただし、部分的な補修や補強であっても、適用する技術や工法は、最新のものまで含めて、目的を達成するために最適なものが選択されるべきである。すなわち、同じ劣化や損傷が発生することが分かっているにも関わらず、従来と同じ方法で補修することは、合理的な選択ではない。このため、補修設計の際には、当初の設計時点の性能照査方法を適用しても良いが、それ以降に開発された技術・工法を含めて、できる限り合理的な補修・補強となるものを選択することを標準とする。

## (3) 既存施設の改良の全体手順

既存施設の改良では、当該施設の利用状況、周辺施設との関連性などの当該施設が置かれている状況や、既存部材等の利用によって、当初に想定した以外が発生することがある。改良設計においても、当該施設の状況や既存部材等の利用により、慎重に検討を進めても手戻りが発生する可能性があることを認識することが重要である。図-5.2に示す既存施設の改良の全体手順には、新規施設の建設と既存施設の改良とを比較することで、新規施設の建設では計画から施工、維持管理まで一筋の流れで進んでいくが、既存施設の改良では既存施設の評価如何では計画段階まで戻り、検討を繰り返し行う必要があることを示した。

この全体手順は、著者らの経験や考えなどを基に作成しており、収集した設計事例のみに基づく手順ではなく、上述のとおり、改良設計においては慎重に検討を進めても手戻りが発生する可能性があることを認識するために作成したものである。

なお、新規施設の建設、既存施設の改良に限らず、計

画、調査、設計、施工の各段階における計算の間違いや調査データの不整合、施工不良などによる手戻りはここでは記載せず、各段階が正しく実施されていることを前提とした全体手順を示している。

以下に、既存施設の改良における計画、調査、設計、施工の各段階の留意点を記載する。

#### a) 計画段階

計画段階では、予防保全計画や、当該施設および周辺施設の維持管理計画によって、個別施設の必要性のみならず、港湾全体における当該施設の重要度や位置付けを勘案して、施設の目的を設定することが重要である。この目的を基に、既存施設の用途廃止の決定や改良目的が設定され、必要に応じて港湾計画の改訂または変更が行われ、事業計画が立案される。

次に、事業計画および既往の点検診断結果（維持管理計画書）を基に既存施設の改良の基本方針の検討が必要となる。基本方針の検討では、改良方法の概略や既存部材等の利用方法を検討し、既存部材等を改良設計で利用するための既存施設に対する詳細調査（調査段階で実施）の計画を立案する。

#### b) 調査段階

調査段階では、既往の点検診断結果のみでは確認できない既存部材等の状態について、計画段階で設定された改良目的および基本方針に応じた詳細調査を実施し、既存部材等の健全性の確認を行う必要がある。

特に、既存施設の改良では、既存施設の一部又は全部を利用することになるが、利用する既存部材等の劣化や損傷の程度、保有する性能の低下の程度により、改良工法や改良断面の選択の幅が大きく変わり、改良工事の工期・工費に大きな影響を及ぼす。このため、既存施設の改良のための調査にあたっては、定期的実施している点検診断の結果等も援用しつつ、慎重かつ詳細な調査が必要である。

また、部材の健全性の確認が困難な構造部材等は、この調査段階で把握し、その後の設計段階、施工段階、維持管理段階の留意点として整理しておく必要がある。

#### c) 設計段階

設計段階ではまず、改良目的、基本方針および詳細調査を基に設計条件を設定する。設計条件は、計画条件、利用条件、自然環境条件、施工条件、材料条件などの諸条件であるが、材料条件においては、利用する既存部材等の性能を適切に評価した上で、補修・補強等の対策の

必要性を含めた利用可否の判断を行い、改良設計の前提条件として整理を行う。

次に構造断面等の決定では、整理した前提条件および当該施設の置かれる諸条件を勘案し、改良設計時点における性能照査方法および標準の性能照査手法に基づき、構造断面や使用材料等の決定を行う。この際、必要に応じて既存部材等の補修・補強等の対策内容も決定する。なお、標準の性能照査手法を既存部材等に適用すると、合理的な構造断面や使用材料等の決定が困難な場合も有り得る。このような場合は、数値解析や過去の実績に基づく性能照査手法などを参考に設計を進めることも考えられる。ただし、性能照査手法の変更に伴い、当該施設の既存情報に不足が生じる時は、調査段階に戻り再度、詳細調査を実施することが望ましい。

しかしながら、調査・設計段階における対応では、合理的な構造断面や使用材料等の決定が困難な場合には、計画段階に戻り、基本方針の再検討が必要となる場合もある。このため、既存施設の改良設計にあたっては、これらの再検討が必要となる可能性も考慮して、そのための十分な時間と費用に配慮しつつ作業を進めることが望ましい。

既存部材等の性能の評価については、5.3(5)に詳述する。

#### d) 施工段階

施工段階では、調査段階や設計段階では詳細調査が困難であった既存部材等であっても、施工時には比較的容易に詳細調査が実施できる場合もある。このため、設計段階で決定された断面で構造上重要と考えられる既存部材等や部位については、施工段階で追加調査が実施できる場合には、予め施工計画の中に位置づけておくことが望ましい。また、施工途中に、設計段階において健全と判断された既存部材等が著しく劣化・損傷している状況が確認されるなど、設計との不整合があった場合には、調査段階まで戻り再度、検討を実施することが必要である。このため、既存施設の改良に伴う施工にあたっては、これらの再検討が必要となる可能性も考慮して、そのための十分な時間と費用に配慮した計画を立て、進めていくことが望ましい。

#### e) 維持管理段階

維持管理段階では、設計段階および施工段階において策定された維持管理計画に基づき、点検診断、補修工事などによって適切に施設の維持管理を実施しなければならない。特に、改良による既存施設の構造形式の変更や部

材の補強に伴い、既存部材の維持管理レベルが変更となる場合もあることから維持管理計画を十分に確認することが必要である。

また、既存部材等を利用することが前提である改良においては、利用する既存部材等は新規部材等と比べ、自

然環境や荷重作用の下に長い期間置かれ、思わぬ劣化や損傷が発生する可能性があることから、既存部材等に留意して維持管理を実施することが望ましい。

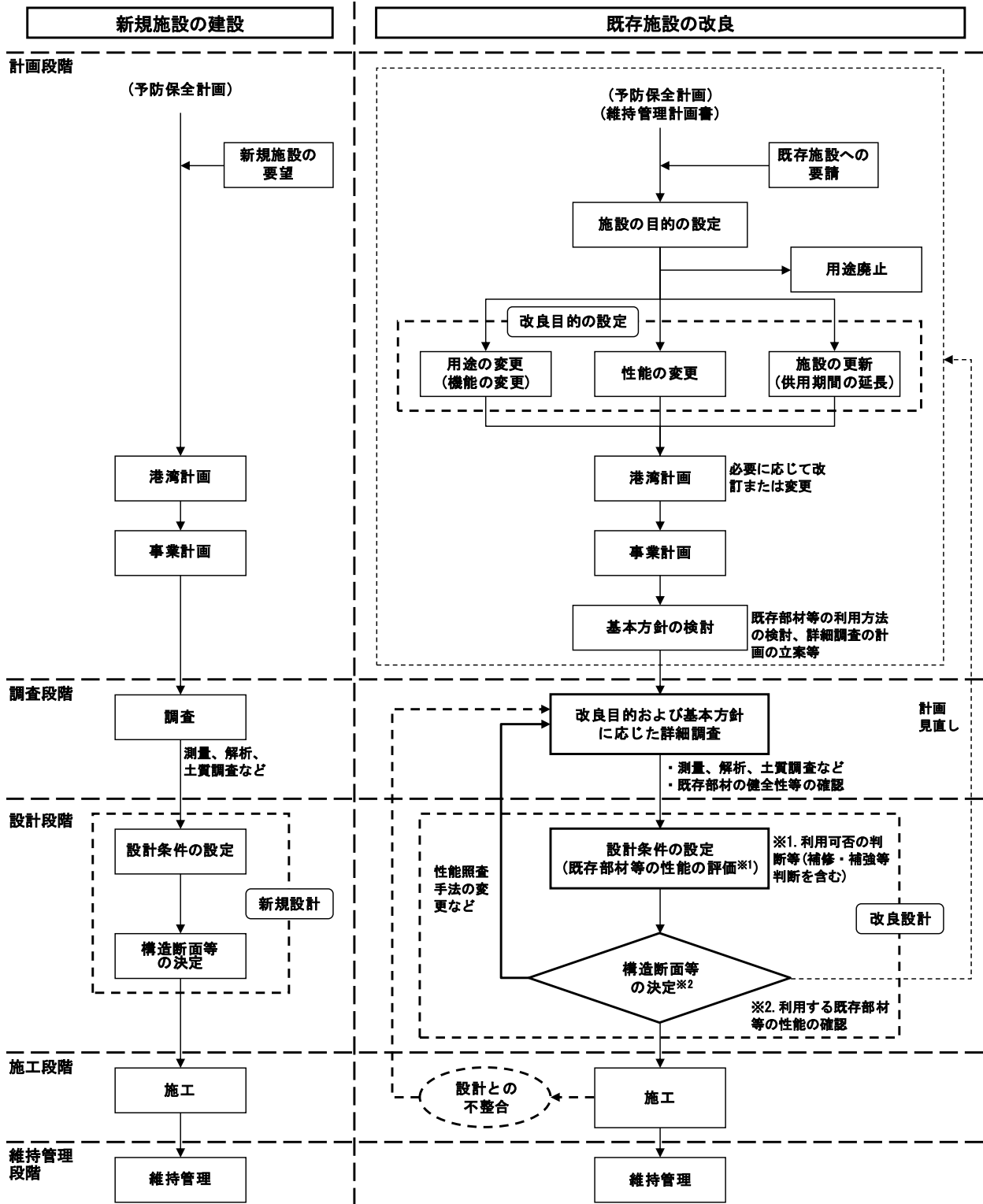


図-5.2 新規施設の建設と既存施設の改良の全体手順

### 5.3 設計条件等の留意事項

設計条件等の留意事項は3章および4章において整理した改良目的、改良方法、改良設計における課題とその対応の方向性を基に、新規施設の設計とは異なる点などに着目してとりまとめている。設計条件等の各項目は西岡らの検討<sup>6)</sup>において示されている、「港湾施設の設計で必要となる一般的な条件」の項目を参考とした。

表-5.2に設計条件等の留意事項を示すとともに、以下8項目について具体的な留意事項の内容を示す。

#### (1) 設計供用期間

改良設計における設計供用期間は、新規施設の設計供用期間と同じく、「施設の設計にあたって、当該施設の要求性能を満足し続けるものとして適切に設定されるべき期間」であり、改良目的に応じて新たに設定する必要がある。その際、改良設計における設計供用期間には、図-2.2に示すとおり、3つの場合が考えられる。

図-2.2中の①および②に示す場合は、当初の設計供用期間の途中または終了段階で改良が行われ、当初の設計供用期間を超えて、改良のために新たな設計供用期間を設定する場合である。これらの場合は、一般に、港湾施設の設計供用期間は記念の構造物、特別又は重要な構造物、大規模橋梁を除き、50年に設定されることが多い。

図-2.2中の③に示す場合は、当初の設計供用期間中に改良が行われ、改良のために新たな設計供用期間を当初の設計供用期間までに設定する場合である。例えば、当初の設計供用期間中において、部材の変状への対応が必要となり、その際に設計条件の見直しも併せて行われる場合が考えられる（付録事例No.7）。また、係留施設に対して、当初の設計供用期間中において対象船舶の変更の要請があり、係船柱・防舷材の増設や変更、これに伴う上部工の部分的な補強を行う場合など、施設の主たる構造の変更を行わず、部分的な改良によって、急激な社会情勢の変化に対応する場合が想定される。

#### (2) 要求性能・性能規定・性能照査手法

改良設計における要求性能および性能規定は、施設の設置目的および改良目的に応じて設定する必要がある。改良目的によっては、改良前の既存施設が確保している要求性能および性能規定とは全く異なる場合や追加される場合もあるため、改良目的を十分に理解し設定する必要がある。性能照査手法については、設定した要求性能および性能規定を満足していることが適切に評価できる手法を用いるものとする。

#### (3) 計画条件・利用条件

新規設計では、一般に、設計に先立ち計画条件や利用条件を設定し、設定した条件に基づき設計を進めることになるが、改良設計においては、法線位置やエプロン勾配など、既存施設の置かれている状況に応じて、設計を進めていく段階で決定される条件もある。また、改良に伴い施設の利用形態に変更がない場合には、対象船舶や荷役機械に係る事項については、実利用船舶や実荷役機械を踏まえた設計が可能である。

さらに、係留施設の改良設計では、既存施設の法線の前出しの可否や前出しが可能な範囲の大小が、構造形式、使用材料、施工方法等の選択の幅に大きく影響を及ぼす。つまり、改良設計における法線位置に係る制約条件が、全体工期や工費に大きな影響を及ぼすことになる。このため、法線の変更に際し埋立申請など準備時間がかかることが想定される場合には、その点に十分注意して法線の変更に係る計画条件を早期に検討しておく必要がある。

#### (4) 自然環境条件

改良設計においては、類似構造物に限らず当該施設の情報をも有効に利用することが可能である。そのため、自然環境条件の設定には、被災履歴や劣化事象の特徴、施設利用上の課題などを可能な限り分析し、その結果を新たに設定する、または追加し自然環境条件に反映することが望ましい。例えば、当該施設が過去に作用を受けた波浪、鋼材の腐食速度、圧密された粘性土地盤の強度などが考えられる。これらの当該施設における自然環境条件は当然ながら調査を踏まえて反映することが必要である。

#### (5) 材料条件

既存施設の改良では、既存部材等（材料、部材、改良地盤、製品等）の利用を前提としているため、これらの既存部材等の利用可否が、改良方法の選定、全体工期や工費に大きな影響を及ぼすことになる。このため、改良設計にあたっては、既存部材等の利用可否等の諸条件を慎重に設定する必要がある。具体的には以下の点に留意し設定することが必要である。

##### a) 既存部材等に係る条件の設定

既存部材等に係る条件は、既存部材の評価を行うための物性値や応力状態・履歴等の入力パラメータの設定、設計供用期間において期待する性能、期待する性能に対する評価の方法、改良設計を行う際の前提条件（補修・補強の必要性などの評価の結果）である。これらの事項



は設計条件の一部として、改良設計の着手前に整理しておくことが必要である。

また、既存部材等は長期に亘り自然環境や荷重作用の下で使用されていることで、当初の保有耐力の低下が考えられるため、上記の事項の整理にあたっては慎重に行うことが必要である。一方で竣工図書や点検結果によって既存部材等の実強度や実寸法を得ることができ、これらの情報を有効に利用し、材料条件を設定することが可能である。例えば、コンクリートの実際の圧縮強度は適切な施工管理によって設計強度よりも相当高い場合があり、鉄筋コンクリートにおいても実配筋は必要鉄筋量よりも多い場合がある。

その他、現時点では設計図書や竣工図書の記録が乏しい施設があることが想定され、これらの記録に記載がない部材や箇所については、施設利用の支障とならない範囲で調査を実施し、確認することで適切な設計条件を設定することが重要である。

#### b) 既存部材等の性能の評価

既存部材等の性能の評価については図-5.3に示す手順に沿って説明する。

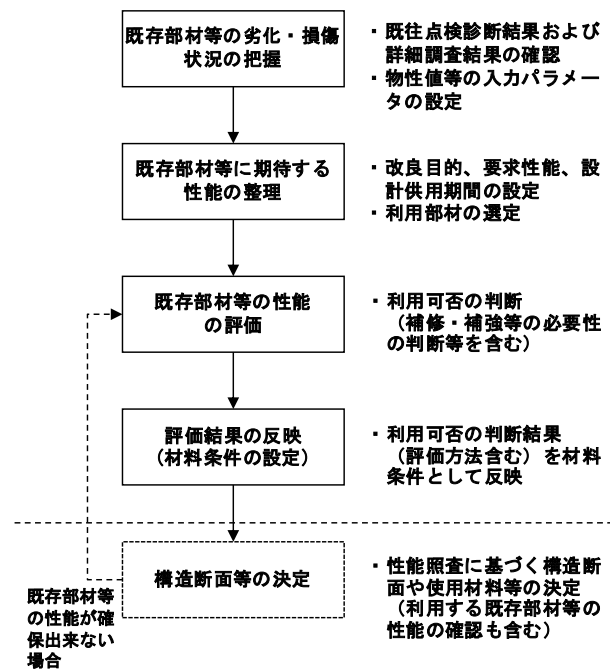


図-5.3 既存部材等の性能の評価手順

##### ① 既存部材等の劣化・損傷状況の把握

既存部材等の性能評価にあたっては、対象となる既存部材等の劣化・損傷状況の把握が必要となる。劣化・損傷状況の把握は、既往の点検診断結果（維持管理計画書）および事前実施された詳細調査の結果を基に既存部材

等の健全性などを確認し、性能の評価に必要となる既存部材等の物性値や応力状態・履歴等の入力パラメータを設定する。

##### ② 既存部材等に期待する性能の整理

次に既存部材等に期待する性能の整理が必要となる。既存部材等に期待する性能の整理にあたっては、当該施設の改良目的を確認し、施設全体を対象として、改良目的に応じた要求性能、設計供用期間を設定する。この改良目的、要求性能、設計供用期間を踏まえて、当該施設の改良において利用する既存部材等の候補を選定するとともに、利用する各既存部材等に期待する性能をそれぞれ整理する。

##### ③ 既存部材等の性能の評価

次に、既存部材等の性能の評価が必要となる。既存部材等の性能の評価にあたっては、利用する既存部材等について設計供用期間中の性能の低下を予測し、設計供用期間に亘って期待する性能が確保されるかを適切に評価した上で、図-5.4を参考に利用可否の判断を行い、改良設計を行う際の前提条件として整理する。

利用可否の判断では、設計供用期間に亘って性能が確保される場合は既存部材等をそのまま利用出来るが、確保されない場合は既存部材等に対して補修または補強等の対策を実施することで利用が可能となる。ただし、当該施設の改良工事の時点で、補修または補強等の対策が実施出来ない場合は、維持管理段階における対応を計画した上で既存部材等を利用するか（条件付きでの既存部材等の利用）、もしくは利用が困難と判断する必要がある。条件付きで既存部材等を利用する場合とは、設計供用期間中に既存部材等の大規模な補修・補強工事を行うことを前提に改良設計を行う場合である。既存部材等の利用が困難と判断した場合は、当該部材を撤去するか、または残置するのかを、当該施設の改良への影響を考慮した上で決定する。

また、性能の評価は詳細調査によって得られた実測データを基に、解析により期待する性能を定量的に照査することが基本である。ただし、調査等によって実測値が得られない部材・部位や、水中・土中または施設の利用状況により調査自体が困難である部材・部位を利用せざるを得ない場合には、既存部材等の劣化度の推移予測または同種部材の過去の実績等を踏まえて、有識者や専門技術者の判断の下で設計供用期間に亘る性能の確保の可否を判断する必要がある。

なお、既存部材等の補修・補強については、「港湾施

設の維持管理における課題の整理および解決の方向性」<sup>7)</sup>に過去の具体的な事例が記載されており、参考となる。

④ 評価結果の記録

③で実施した既存部材等の性能の評価の結果は、構造断面等の決定における重要な前提条件となるため、改良設計における材料条件として反映させる必要がある。反映の際には、利用可否の判断根拠とともに、評価方法が定量的な評価または定性的な評価のいずれに基づくものであったかも含めて、その判断根拠を明確にする必要がある。

c) 既存部材等と新規部材等との接合による影響

改良設計にあたっては、既存施設の部材・材料と新規に追加する部材・材料との接合に関して、接合方法の確実性、異なる特性を有する部材・材料の接合による劣化や腐食の促進がないことなどに留意する必要がある。例えば、海水中にある鋼材にチタン・ステンレス鋼などの異種金属を接触させることで、鋼材の腐食が大きく促進されること（異種金属接触腐食）<sup>8)</sup>などである。

(6) 施工条件

改良設計においては、当該施設の供用状況などが、施工方法、施工範囲、施工時期、施工期間の制約となり、改良工法の選定や工期・コストに大きな影響を与えるため、十分に調査し、設計時の施工条件として設定することが必要である。例えば、施工時の代替施設の有無、パ

ースhiftや供用施工の可否、海上施工や陸上施工の制約などが考えられる。これらは改良設計前に把握することが可能であり、計画段階や調査段階で情報収集・整理し、改良設計の設計条件に反映することが必要である。

(7) 周辺状況等への配慮

改良設計においては、周辺状況等が施工の制約となり、改良工法の選定や工期・コストに大きな影響を与えるため、十分に調査し、把握することが必要である。例えば、周辺住民や周辺企業等に対する騒音・振動への配慮、親水性の要望への対応、文化遺産等への配慮などが考えられる。これらは改良設計前に把握することが可能であり、計画段階や調査段階で情報収集・整理し、要望等への対応の見通しを事前に検討することが必要である。

(8) 経済性

改良設計にあたっては、施工および維持管理への配慮、当該施設に置かれる諸条件を十分に考慮した上で、改良費等の経済性の比較を行い、構造断面や使用材料等の設定を行う必要がある。

なお、経済性の指標としては、改良費用（補償費も含む）に加えて、維持管理に係る費用（補修費、補強費、点検費など）、取壊し等の更新費などの直接費用のほか、改良工事による供用休止に伴う損失等の間接費用も考慮することができる。

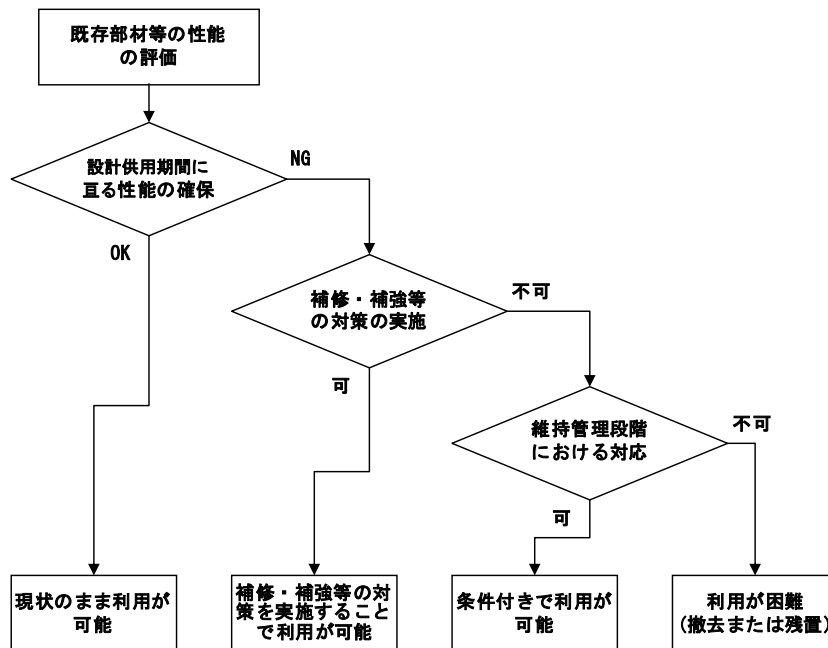


図-5.4 利用可否の判断フロー

表-5.2 改良設計における設計条件等の留意事項

設計条件等	改良設計における留意点
(1) 設計供用期間	・改良目的に応じた設計供用期間を新たに設定する必要がある。
(2) 要求性能、性能規定、性能照査手法	・改良目的に応じた要求性能を新たに設定する必要がある。 ・設定した要求性能に基づき、性能規定を設定し、性能を適切に評価できる手法により、照査を行う必要がある。
(3) 計画条件・利用条件 ①施設の配置・諸元 ②対象船舶 ③載荷重 など	・対象船舶やエプロン上の取扱貨物・荷役方法(エプロンへの載荷状況)が明らかな場合、利用実態を踏まえて改良施設固有の設計条件を採用することで、設計合理化に至る可能性がある。 ・既存岸壁の法線の前出しの可否、可の場合の移動可能範囲は、改良設計断面の工法選定や工期やコストに大きな影響を及ぼす。 ・法線の変更の際し、埋立申請など準備時間がかかることが想定される場合には、法線の変更に係る計画条件を早期に検討しておく必要がある。
(4) 自然環境条件 ①地盤 ②波浪 ③地震 ④鋼材の腐食環境 など	・外力の作用履歴や劣化状況など既往情報を基に、改良施設固有の設計条件を採用することで、設計の合理化に至る可能性がある。(以下、例) ①実測された残留水位、圧密された粘性土地盤の強度 ②被災時波浪や設計波高より大きな波浪の来襲履歴 ③被災時潮位や浸水履歴 ④既往の地震時の無被災履歴 ⑤鋼材の腐食速度の実測値や実測に基づく防食率の設定、など
(5) 材料条件 a) 既存部材等に係る条件の設定 b) 既存部材等の性能の評価 c) 既存部材等と新規部材等との接合による影響	・既存部材等の利用可否が改良工法の選定、全体工期や工費に大きな影響を及ぼすため、既存部材等の利用可否等の諸条件を慎重に設定する必要がある。 a) 既存部材等に係る条件の設定 既存部材等に係る条件は設計条件の一部として、改良設計着手前に整理しておく必要がある。(以下、既存部材等に係る条件) ①評価を行うための物性値や応力状態・履歴等の入力パラメータの設定 ②設計供用期間において期待する性能 ③期待する性能に対する評価の方法 ④改良設計を行う際の前提条件(補修・補強の必要性などの評価の結果) b) 既存部材等の性能の評価 既存部材等の性能の評価にあたっては、設計供用期間中の性能の低下を予測し、性能が確保されるかを適切に評価した上で、利用可否の判断を行い、その結果を改良設計の前提条件として整理することが必要である。 性能の評価は実測データに基づく解析による方法が基本であるが、調査自体が困難である部材等については、同種部材の過去の実績等を踏まえて、有識者や専門技術者の判断の下、設計供用期間に亘る性能の確保の可否を判断する必要がある。 c) 既存部材等と新規部材等との接合による影響 既存部材等と新規部材等との接合方法の確実性、異なる特性を有する部材・材料の接合による劣化や腐食の促進がないことなどに留意する必要がある。
(6) 施工条件	・既存岸壁の供用状況などが施工の制約となり、改良設計断面の工法選定や工期・コストに大きな影響を及ぼすため、十分に調査し、設計時の施工条件として設定することが必要である。(以下、例) ①施工時(改良)の代替施設の有無 ②バースシフトの可否や、供用施工の可否 ③海上施工、陸上施工(作業船舶、作業機械)の制約 ・これらは改良設計前に把握することが可能であり、計画段階や調査段階で情報収集・整理し、改良設計の設計条件に反映することが必要である。
(7) 周辺状況等への配慮	・周辺状況等が施工の制約となり、改良設計断面の工法選定や工期・コストに大きな影響を及ぼすため、十分に調査し、設計時の施工条件として設定することが必要である。(以下、例) ①周辺住民や周辺企業等に対する騒音・振動への配慮 ②親水性の要望への対応 ③文化遺産等への配慮 ・これらは改良設計前に把握することが可能であり、計画段階や調査段階で情報収集・整理し、要望等への対応の見通しを事前に検討することが必要である。
(8) 経済性	・当該施設が置かれる諸条件を十分に考慮した上で、改良費等の経済性の比較を行い、構造断面や使用材料等の設定を行う必要がある。 ・必要に応じて、施工時の供用休止に伴う損失(費用)も考慮することができる。

#### 5.4 改良設計の合理化に向けて

本節では、以上の検討結果を踏まえて、既存施設の改良設計に関する基本的な考え方として、改良設計の合理化に繋がると著者らが考える事項について概説する。これらの事項を改良設計に係る機関や技術者に提示することにより、改良設計の基本事項や留意事項などが容易に把握できるようにし、これまで以上に改良設計の実務作業の手戻り等を防止して効率的な改良設計が行われるように、環境整備を図ることを目指すものである。改良設計に関する基本的な考え方は以下の2項目である。

##### (1) 改良設計の対象や内容の明確化

既存施設の改良および改良のための設計（改良設計）については、設計者から具体的な内容の提示が求められており、改良および改良設計がどのような内容や対象であるかを出来る限り提示することが望ましいと考えられる。

具体的には、まず「2.2(1)改良設計の定義」において解説した改良と改良設計の内容の骨子である。この内容を関係機関・技術者に示すことにより、既存施設の改良設計を行う際の基本認識として、設計供用期間の設定や性能照査方法（設計条件の設定方法や性能照査手法など）の適用の考え方などが共有化される。

次に、これを補足する内容として、5.1において解説した改良目的の分類と事例である。改良目的は、①用途の変更（機能の変更）、②性能の変更、③施設の更新の3つに分類され、各分類に含まれる代表的な改良事例を明示することである（表-5.1）。

##### (2) 改良設計における留意事項

改良設計の準備段階から、関係機関・技術者が新規設計とは異なる重要な留意点として認識すべき共通事項については、出来る限り提示することが望ましいと考えられる。以下、大きく3項目について概説する。

##### a) 既存施設に関する情報の重要性

5.2(1)で述べたとおり、改良設計では、新規施設の設計とは異なり、既存施設に関する様々な情報を得ることができるため、実態に沿った条件の設定が可能であり、合理的な設計に繋がる可能性がある。一方で、既存部材等を利用して合理的な設計を達成しようとしても、構造部材等の健全性や残存耐力の定量的な評価が困難な場合もあり、どうしても情報不足に起因するリスクを抱えたまま設計・施工を完了せざるを得ない場合もある。改良設計では、既存施設に関する情報をどのように調べ、利

活用するかによって、決定した構造断面や既存部材等を残置するリスクが大きく異なる可能性がある。

以上に示したとおり、改良設計においては、既存施設に関する各種の情報の取扱いが極めて重要である。

##### b) 改良設計の全体手順

5.2(3)で述べたとおり、改良設計では、新規施設の設計とは異なり、a)で述べた情報の不確実性などに起因し、場合によっては計画段階や調査段階に戻って、検討を繰り返す必要がある（図-5.2）。このため、改良設計にあたっては、これらの再検討が必要となる可能性も考慮して、そのための十分な時間と費用に配慮しつつ作業を進めることが望ましい。

##### c) 設計条件等の設定における留意事項

5.3で述べたとおり、改良設計における設計条件等の設定において、新規施設の設計とは異なる留意点が多数存在することを示した（表-5.2）。これらの留意点については、a)既存施設に関する情報の重要性、およびb)改良設計の全体手順と併せて、改良設計の準備段階から、関係機関・技術者が認識すべき事項であり、周知を図るべき内容であると考えられる。

## 6. おわりに

本検討では、平成11年度から平成26年度に実施された外郭施設および係留施設の改良設計事例を収集し、改良における設計上の課題を整理した上で以下をとりまとめた。

- ・改良設計の合理化に向けて、改良設計の基本的な考え方として、改良設計の対象や内容の明確化、および改良設計における留意事項を提示した。
- ・改良設計事例における主な改良方法を示すとともに、課題の整理に用いた代表的な改良設計事例等を付録にまとめたことで、既存施設を対象とした多種多様な改良設計の手掛かりを示した。

なお、本検討において、改良設計における留意事項として、既存施設に関する情報の取り扱いの重要性を示したが、点検診断の実施が困難な構造部材を含めて既存部材等については健全性や残存耐力の定量的な評価が困難な場合があり、今後は様々な調査や試験の蓄積によって、これらの既存部材等の定量的な評価が可能となることが望まれる。

また、改良は既存部材等を利用することが前提であるため、既存部材等と新規部材等が連成する構造物が今後、増加するものと考えられる。既存部材等はその取扱いによっては、新規部材等に対して良い影響も悪い影響も与えることが考えられるため、このような既存部材等と新規部材等が連成する構造物に対する設計方法の確立が課題と考える。

(2016年11月15日受付)

## 謝辞

本資料に用いた設計事例の収集にあたっては、国土交通省港湾局技術企画課技術監理室、北海道開発局、各地方整備局および内閣府沖縄総合事務局、並びに全国の自治体のご担当の方々には、多大なるご協力を頂きました。

また、本資料をとりまとめるにあたり、改良設計における留意事項については、東洋大学の福手勤教授、北海道大学の横田弘教授、東京工業大学の岩波光保教授より、懇切丁寧なご指導、適切なご助言および参考情報を頂きました。検討内容については、港湾施設研究室の交流研究員である松原弘晃氏、佐藤健彦氏、川俣秀樹氏、勝俣優氏、港湾施工システム・保全研究室の交流研究員である西岡悟史氏、港湾研究部の渡部富博部長、竹信正寛主任研究官、福永勇介主任研究官、および沿岸海洋・防災研究部の内藤了二主任研究官より、貴重なご意見を頂きました。ここに記して、深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：港湾施設の維持管理の現状と課題、平成26年度 港湾施設の維持管理に関する技術講習会、2015。
- 2) 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説、社団法人日本港湾協会、1979、1989、2007。
- 3) 片岡眞二、高橋邦夫、横田弘、菊池喜昭、石原弘一、梶原修治：港湾構造物の改良・更新における技術課題の検討、港湾技研資料、No.781、1994。
- 4) 菅野高弘、野末康博、塩崎禎郎、小濱英司：地震による岸壁の被災・復旧工法・耐震補強工法、港湾空港技術研究所資料、No.1145、2006。
- 5) 「港湾技術基準の改訂方針」をとりまとめました～技術革新を促す基準を目指して、基準の改訂に着手～、[http://www.mlit.go.jp/report/press/port05\\_hh\\_000137.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/port05_hh_000137.html)、2016。
- 6) 西岡悟史、井山繁、藤井敦、宮田正史、坂田憲治、高野向後：港湾分野における設計・施工・維持の連携強化方策に関する基礎的検討、国土技術政策総合研究所資料、No.932、2016。
- 7) 一般社団法人日本埋立浚渫協会：港湾施設の維持管理における課題の整理および解決の方向性、2014。
- 8) 財団法人沿岸技術研究センター：港湾鋼構造物防食・補修マニュアル、2009。

## 付録 改良設計事例集

本検討で整理した課題の基となる代表的な改良設計事例について、改良の具体的な内容や設計上の課題を記載し、改良設計事例集として掲載する。なお、改良設計事例は1事例につき2頁に亘り掲載する。(a)には構造形式、設計年度、改良目的、改良方法など施設の基本情報、および設計条件、設計上の課題を記載し、(b)には(a)と同様に施設の基本情報に加えて、改良断面図を記載する。

付表-Aは改良設計事例一覧表である。

付表-A 改良設計事例一覧表

事例No.	施設種別	施設分類	施設名	設計年度	改良目的	改良内容
No. 1	外郭施設	防波堤	A防波堤	H15年度	性能の変更	波浪防護
No. 2	外郭施設	防波堤	B防波堤	H22年度	性能の変更	波浪防護
No. 3	外郭施設	防波堤	C防波堤	H21年度	性能の変更	耐津波化
No. 4	外郭施設	護岸	A護岸	H16年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 5	外郭施設	護岸	B護岸	H23年度	性能の変更	波浪防護
No. 6	外郭施設	護岸	C護岸	H23年度	性能の変更	波浪防護、親水性
No. 7	係留施設	岸壁	A岸壁(-10m)	H14年度	性能の変更	安定性確保
No. 8	係留施設	岸壁	B岸壁(-6.5m)	H18年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 9	係留施設	岸壁	C岸壁(-9.0m)	H21年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 10	係留施設	岸壁	D岸壁(-9.0m)	H22年度	性能の変更	耐震化、船舶変更
No. 11	係留施設	物揚場	E物揚場(-4.0m)	H19年度	性能の変更	冠水への対応
No. 12	係留施設	物揚場	F物揚場(-3.0m)	H23年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 13	係留施設	岸壁	G岸壁(-16m)	H21年度	性能の変更	耐震化、増深、荷役機械大型化
No. 14	係留施設	栈橋	H岸壁(-9.0m)	H21年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 15	係留施設	岸壁	I岸壁(-16m)	H21年度	性能の変更	耐震化、増深、荷役機械大型化
No. 16	係留施設	岸壁	J岸壁(-4.5m)	H23年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 17	係留施設	岸壁	K岸壁(-9.0m)	H21年度	施設の更新	供用期間の延長
No. 18	係留施設	岸壁	L岸壁(-12m)	H23年度	性能の変更	増深

付表-B.1(a) 改良設計事例 No.1

事例No. 1	(a) 外郭施設						
施設分類	防波堤			施設名	A防波堤		
構造形式	(改良前)	重力式防波堤		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成15年度			性能照査方法	H11性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	波浪防護		
経過年数	100年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○波浪条件等の見直しによる波浪に対する性能の変更 ・上部工嵩上げ ・被覆工、根固工の設置						
施設の状況など	・建設以来100年（土木史にとって貴重な施設） ・根固ブロックの飛散 ・実験により安定性等を検証						
その他 (断面決定理由 など)	・歴史的土木構造物により、基本形状は既設を踏襲						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	860.00 m	施設天端高	+3.00	施設延長	860.00 m	施設天端高	+2.80
計画水深	-	設計水深	-	計画水深	-	設計水深	-11.20
水叩き幅	-	水叩き勾配	-	水叩き幅	-	水叩き勾配	-
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+0.40	
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	-	
最高波高	-	有義波高	-	最高波高	6.60 m	有義波高	3.70 m
周期	-	波向	-	周期	12.60 s	波向	$\beta=25.0^\circ$
津波高	-	沈下量	-	津波高	-	沈下量	-
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	-	
レベル2地震動	-	-		レベル2地震動	-	-	
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)および沖波諸元より設計条件を設定 ・本体ブロック(斜塊ブロック)同士の摩擦係数は実験により $\mu=1.35$ ・沈下量を考慮し、断面検討を実施(現況天端高: +3.00-0.42=+2.58)						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・経過年数100年以上でも変状がないため、最下段ブロック底面の滑動安全率1.0(他ブロックは1.2)、円形すべり安全率1.0 ・断面および平面実験の結果より基礎マウンドの補強を実施						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-						
d) 既存部材の評価	・別途、斜塊ブロックの変状および強度等の調査は実施しており、健全であることを確認						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	-						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・施工にあたっては、漁場への影響について、漁業関係者との協議が必要						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	・当該施設自体の歴史的価値より、建設当時の基礎捨石形状を踏襲						

付表-B.1(b) 改良設計事例 No.1

事例No. 1	(b) 外郭施設			
施設分類	防波堤		施設名	A防波堤
構造形式	(改良前)	重力式防波堤	構造形式	(改良後) 元
設計年度	平成15年度		性能照査方法	H11性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容	波浪防護
経過年数	100年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○波浪条件等の見直しによる波浪に対する性能の変更 ・上部工嵩上げ ・被覆工、根固工の設置			
施設の状況など	・建設以来100年（土木史にとって貴重な施設） ・根固ブロックの飛散 ・実験により安定性等を検証			
その他 (断面決定理由 など)	・歴史的土木構造物により、基本形状は既設を踏襲			
改良断面図等				

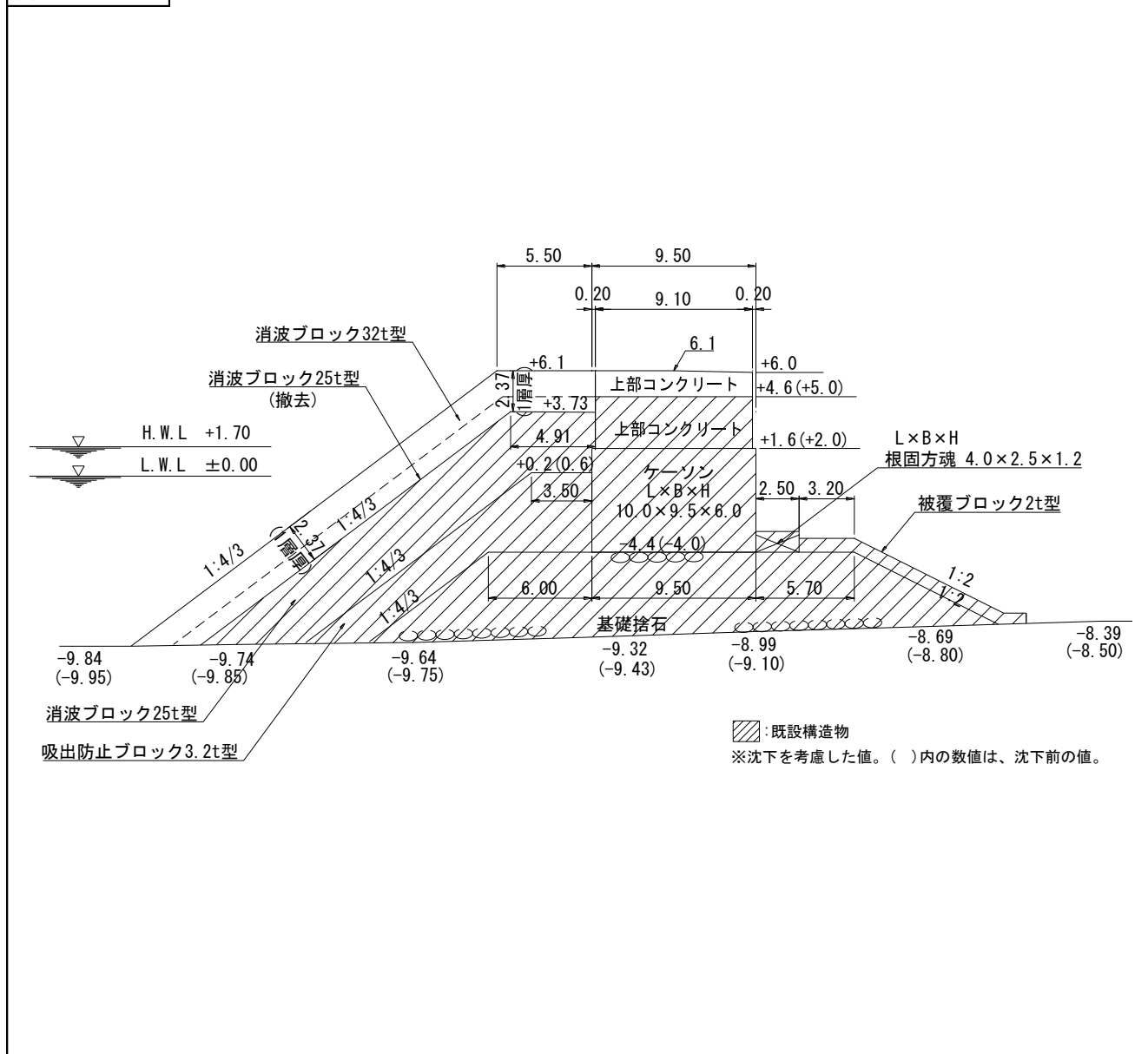


付表-B.2(a) 改良設計事例 No.2

事例No. 2	(a) 外郭施設						
施設分類	防波堤			施設名	B防波堤		
構造形式	(改良前)	重力式防波堤		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成22年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	波浪防護		
経過年数	23年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○越波抑制(航行の安全確保)、波浪条件の見直しによる波浪に対する性能の変更 ・上部工および消波ブロック嵩上げ(既設消波ブロックの一部撤去) ・消波ブロックは既設25t型→新設32t型による嵩上げ						
施設の状況など	・度重なる地震により施設の沈下(約40cm) ・ケーソンおよび上部工の健全性を確認 ・消波ブロック、被覆ブロック、根固ブロックについて飛散がないことを確認						
その他 (断面決定理由 など)	・安定性確保は嵩上げ案と腹付工案の比較し、経済性および港内静穏度向上から嵩上げ案を採用(腹付案は既存根固ブロックや被覆ブロックの撤去・処分、新規ブロックの設置が生じる) ・新設消波ブロック厚は既設と新設の規格差が1ランクであることから1層厚						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	201.30 m	施設天端高	+5.00	施設延長	201.30 m	施設天端高	+6.10
計画水深	-	設計水深	-	計画水深	-	設計水深	-9.80
水叩き幅	-	水叩き勾配	-	水叩き幅	-	水叩き勾配	-
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	+1.50			H. W. L.	+1.70	
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	-	
最高波高	-	有義波高	-	最高波高	9.30 m	有義波高	5.80 m
周期	-	波向	-	周期	12.60 s	波向	$\beta=6.0^\circ$
津波高	-	沈下量	-	津波高	-	沈下量	-
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	-	
レベル2地震動	-	-		レベル2地震動	-	-	
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)および沖波諸元より設計条件を設定 ・沈下を考慮し、断面検討を実施(現況天端高: +5.00-0.40=+4.60)						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・波浪見直しによる安定性の不足を上部工嵩上げより対応 (必要天端高+5.50から+6.10への嵩上げによる重量増(抵抗力増)) ・耐震性能照査の必要判定図より耐震性能照査を省略(76.153Gal)						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-						
d) 既存部材の評価	・ケーソン、上部工の点検実施により健全性を確認(圧縮強度、塩化物イオン含有量)し、利用可能と判断。 ・被覆ブロック、根固ブロックの飛散がないことから、重力不足がないとし、利用可能と判断						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	-						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・上部工嵩上げに伴う灯台の再設置は行わない(海上保安庁との協議結果) ・防波堤前面は漁場であり、施工時期については漁業関係者との協議が必要						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B.2(b) 改良設計事例 No.2

事例No. 2	(b) 外郭施設			
施設分類	防波堤		施設名	B防波堤
構造形式	(改良前)	重力式防波堤	構造形式	(改良後) 元
設計年度	平成22年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容	波浪防護
経過年数	23年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○越波抑制(航行の安全確保)、波浪条件の見直しによる波浪に対する性能の変更 ・上部工および消波ブロック嵩上げ(既設消波ブロックの一部撤去) ・消波ブロックは既設25t型→新設32t型による嵩上げ			
施設の状況など	・度重なる地震により施設の沈下(約40cm) ・ケーソンおよび上部工の健全性を確認 ・消波ブロック、被覆ブロック、根固ブロックについて飛散がないことを確認			
その他 (断面決定理由 など)	・安定性確保は嵩上げ案と腹付工案の比較し、経済性および港内静穏度向上から嵩上げ案を採用(腹付案は既存根固ブロックや被覆ブロックの撤去・処分、新規ブロックの設置が生じる) ・新設消波ブロック厚は既設と新設の規格差が1ランクであることから1層厚			
改良断面図等				



付表-B.3(a) 改良設計事例 No.3

事例No. 3	(a) 外郭施設						
施設分類	防波堤			施設名	C防波堤		
構造形式	(改良前)	重力式防波堤		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成21年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	耐津波化		
経過年数	-			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○耐津波化に向けた性能の変更 ・上部工嵩上げ、ケーソン中詰めコンクリート打設、腹付工の設置、前面基礎捨石等の設置（円形すべり対策）						
施設の状況など	・既設計断面図より約60cmの沈下						
その他 (断面決定理由 など)	・ケーソン中詰めコンクリートと上部工の継ぎ目部には補強差筋を設置 ・既設被覆石上面に止水工を設置 ・前面には被覆ブロック(1t型以上)を設置、腹付工には被覆石(1t/個)を投入						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	167.80 m	施設天端高	+3.80	施設延長	167.80 m	施設天端高	+8.30
計画水深	-	設計水深	-	計画水深	-	設計水深	-6.00
水叩き幅	-	水叩き勾配	-	水叩き幅	-	水叩き勾配	-
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	+3.60	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+1.90	
	L. W. L.	-			L. W. L.	+0.10	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	-	
最高波高	-	有義波高	-	最高波高	3.89 m	有義波高	2.16 m
周期	-	波向	-	周期	8.60 s	波向	$\beta=25.5^\circ$
津波高	-	沈下量	-	津波高	+7.40	沈下量	-
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.07	
レベル2地震動	-	-		レベル2地震動	南海トラフ(50%非超過) 1206Gal		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・現況沈下高に基づく検討断面の設定 ・最新の調査結果(測量、土質調査)および沖波諸元より設計条件を設定 ・衝突荷重の考慮(モーターボート; 周辺施設の最大級の係留船)						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・津波来襲時の転倒に対する耐力作用比が1.0を下回るが、腹付工を半無限長と見なせる幅に設定したことにより、致命的な破壊を防止(有識者ヒアリング結果より)						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-						
d) 既存部材の評価	・ケーソン部材の耐力確保のため、中詰をコンクリートに置換						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	-						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・漁業権を侵害しない構造の採用が必要 ・環境面への配慮としてセメント系の地盤改良は不可						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B.3(b) 改良設計事例 No.3

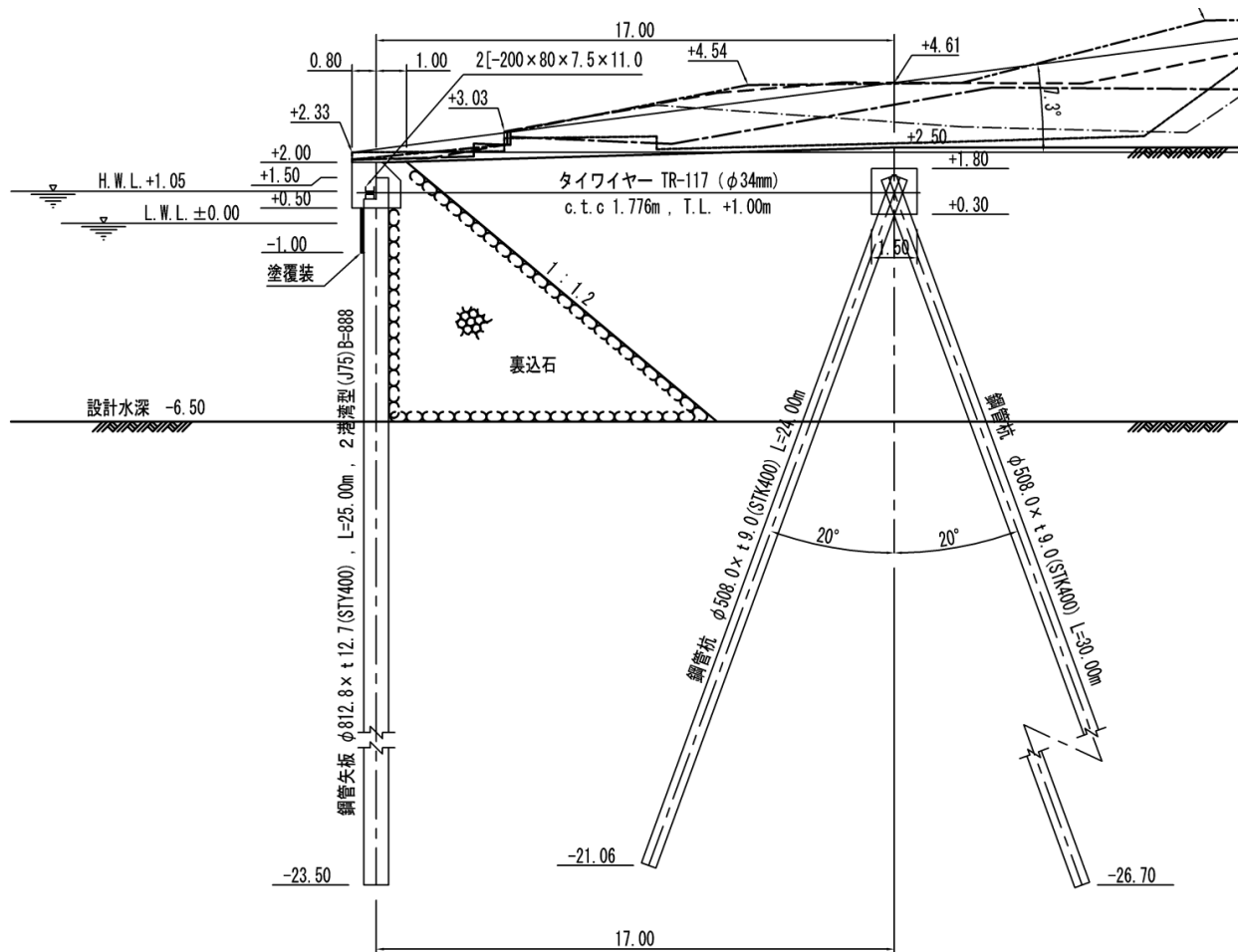
事例No. 3	(b) 外郭施設			
施設分類	防波堤		施設名	C防波堤
構造形式	(改良前)	重力式防波堤	構造形式	(改良後) 元
設計年度	平成21年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容	耐津波化
経過年数	-		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○耐津波化に向けた性能の変更 ・上部工嵩上げ、ケーソン中詰めコンクリート打設、腹付工の設置、前面基礎捨石等の設置（円形すべり対策）			
施設の状況など	・既設計断面図より約60cmの沈下			
その他 (断面決定理由 など)	・ケーソン中詰めコンクリートと上部工の継ぎ目部には補強差筋を設置 ・既設被覆石上面に止水工を設置 ・前面には被覆ブロック(1t型以上)を設置、腹付工には被覆石(1t/個)を投入			
改良断面図等				

付表-B.4(a) 改良設計事例 No.4

事例No. 4	(a) 外郭施設						
施設分類	護岸			施設名	A護岸		
構造形式	(改良前)	矢板式護岸		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成16年度			性能照査方法	H11性能照査方法		
改良目的	施設の更新			改良内容	供用期間の延長		
経過年数	22年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○供用期間途中における施設の更新 ・被覆防食、電気防食の施工						
施設の状況など	・既設前面矢板の腐食量1～2mm ・当初想定していない盛土						
その他 (断面決定理由 など)	・既設断面で安定性が確保されているため、前面矢板の防食工のみ実施						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	200.00 m	施設天端高	+2.00	施設延長	200.00 m	施設天端高	+2.33
計画水深	-	設計水深	-6.50	計画水深	-	設計水深	-6.50
水叩き幅	-	水叩き勾配	-	水叩き幅	-	水叩き勾配	-
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	+1.05			H. W. L.	+1.05	
	L. W. L.	±0.00			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+0.70	
最高波高	-	有義波高	-	最高波高	-	有義波高	-
周期	-	波向	-	周期	-	波向	-
津波高	-	沈下量	-	津波高	-	沈下量	-
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.14	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の土質調査より土質条件を設定(当初設計時より粘性土の強度が高いことを確認) ・鋼矢板腐食調査より腐食量、腐食速度を設定 ※当初設計時の土質調査結果を用いた照査では安定性NG						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・適用する性能照査方法の変更により、水中の見かけの震度の変更、動水圧の考慮した設計の実施						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-						
d) 既存部材の評価	・タイ材や控え杭の供用期間中の腐食量を考慮しているが、調査が実施されておらず、実際の腐食量は不明						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	-						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・今後、背後地の利用においては護岸への影響に注意が必要						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B.4(b) 改良設計事例 No.4

事例No. 4	(b) 外郭施設			
施設分類	護岸		施設名	A護岸
構造形式	(改良前)	矢板式護岸	構造形式	(改良後) 元
設計年度	平成16年度		性能照査方法	H11性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容	供用期間の延長
経過年数	22年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○供用期間途中における施設の更新 ・被覆防食、電気防食の施工			
施設の状況など	・既設前面矢板の腐食量1~2mm ・当初想定していない盛土			
その他 (断面決定理由 など)	・既設断面で安定性が確保されているため、前面矢板の防食工のみ実施			
改良断面図等				

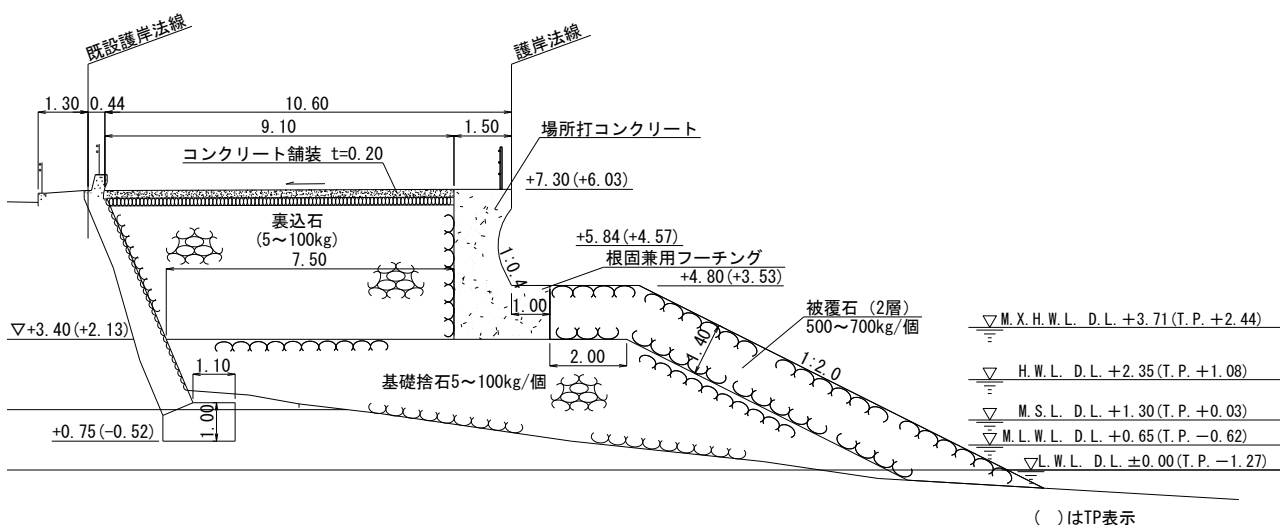


付表-B.5(a) 改良設計事例 No.5

事例No. 5	(a) 外郭施設							
施設分類	護岸			施設名	B護岸			
構造形式	(改良前)	重力式護岸		構造形式	(改良後)	重力式護岸		
設計年度	平成23年度			性能照査方法	H19性能照査方法			
改良目的	性能の変更			改良内容	波浪防護			
経過年数	-			設計供用期間	50年			
改良方法の概要	○高潮対策、越波防止の波浪に対する性能の変更 ・約5～11m前出し、本土工として場所打ちコンクリートを打設 ・高潮対策と道路の合併事業であり、道路で自歩道を整備							
施設の状況など	・亀裂や鉄筋の腐食あり、コンクリート圧縮強度の不足、基礎部の洗掘等 ・背後道路、橋台部、文化遺産など断面設定における留意事項や施工の制約条件あり							
その他 (断面決定理由 など)	・隣接工区との景観の統一(景観性)、仮設道路の撤去の有無(施工性)、水際線利用などの地元要請(利用面への配慮)、経済性、その他制約条件への影響を勘案し断面を決定							
設計条件等								
改良前				改良後				
施設延長	424.00 m	施設天端高	-	施設延長	424.00 m	施設天端高	+7.30	
計画水深	-	設計水深	-	計画水深	-	設計水深	-	
水叩き幅	-	水叩き勾配	-	水叩き幅	-	水叩き勾配	-	
潮位	H. H. W. L.	-	潮位	H. H. W. L.	+3.71	潮位	H. H. W. L.	+3.71
	H. W. L.	+2.35		H. W. L.	+2.35		H. W. L.	+2.35
	L. W. L.	±0.00		L. W. L.	±0.00		L. W. L.	±0.00
残留水位	R. W. L.	+1.57	残留水位	R. W. L.	+0.78	残留水位	R. W. L.	+0.78
最高波高	-	有義波高	-	最高波高	-	有義波高	1.50 m	
周期	-	波向	-	周期	6.80 s	波向	ESE	
津波高	-	沈下量	-	津波高	1.60 m	沈下量	-	
レベル1地震動	照査用震度	-	レベル1地震動	照査用震度	kh=0.05	(特性値)		
レベル2地震動	-	-	レベル2地震動	M6.5直下型地震	205.94Gal			
設計上の課題								
a) 設計条件の設定	・最新の土質調査より土質条件を設定							
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・レベル2地震動に対する地震応答解析を実施 ・変形量は軽微であり、津波来襲時に対する必要天端高を満足 ※天端高決定要因は越波流量0.01m <sup>3</sup> /m/s							
c) 法線前出しの可否(前出し量)	・施工可能な最小幅(施工機械の通行可能)から前出し幅を設定							
d) 既存部材の評価	・既往調査ではひび割れ、一部、亀裂や鉄筋の腐食あり、コンクリート圧縮強度の不足 ・現地踏査により基礎部の洗掘等を確認、(施設の性能低下が懸念)							
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・埋設物位置を確認 ・橋台区間は護岸整備によって橋台に影響を与えない工法の選定が必要							
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・航路に面し導灯があり、施工時の注意点等について関係機関と協議(施工の制約条件) ・背後が道路であるため、施工時の車線規制について関係機関と協議(施工の制約条件) ※必要最小限の前出し幅に納めたことで、漁業関係者の理解を得た							
g) 親水性、文化遺産等への配慮	・「防護」、「環境」、「利用」、「景観」への配慮(委員会より) ・文化遺産があり、文化遺産に関する協議が必要(調査時および移設時の注意点、移設場所等)							

付表-B.5(b) 改良設計事例 No.5

事例No. 5	(b) 外郭施設			
施設分類	護岸		施設名	B護岸
構造形式	(改良前)	重力式護岸	構造形式	(改良後) 重力式護岸
設計年度	平成23年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容	波浪防護
経過年数	-		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○高潮対策、越波防止の波浪に対する性能の変更 ・約5~11m前出し、本體工として場所打ちコンクリートを打設 ・高潮対策と道路の合併事業であり、道路で自歩道を整備			
施設の状況など	・亀裂や鉄筋の腐食あり、コンクリート圧縮強度の不足、基礎部の洗掘等 ・背後道路、橋台部、文化遺産など断面設定における留意事項や施工の制約条件あり			
その他 (断面決定理由 など)	・隣接工区との景観の統一(景観性)、仮設道路の撤去の有無(施工性)、水際線利用などの地元要請(利用面への配慮)、経済性、その他制約条件への影響を勘案し断面を決定			
改良断面図等				





付表-B. 6(a) 改良設計事例 No.6

事例No. 6	(a) 外郭施設						
施設分類	護岸			施設名	C護岸		
構造形式	(改良前)	傾斜式護岸		構造形式	(改良後)	重力式護岸	
設計年度	平成23年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	波浪防護、親水性		
経過年数	-			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○高潮対策(越波抑制)に対する性能の変更と親水性への対応 ・約12m前出し(透水層6m確保)、本土工として直立消波ブロックを設置 ・2段パラペット(霞堤)による越波抑制(背後地から護岸上へのアクセスのため)						
施設の状況など	・護岸背後に民家や商業施設が近接 ・施工時の許容越波流量を満足しないため、既設上部工に防波版による仮設工を設置						
その他 (断面決定理由 など)	・基本断面設定は水理模型実験により決定しているものと想定						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	419.00 m	施設天端高	-	施設延長	419.00 m	施設天端高	+5.60
計画水深	-	設計水深	-	計画水深	-	設計水深	-2.10
水叩き幅	-	水叩き勾配	-	水叩き幅	-	水叩き勾配	-
潮位	H. H. W. L.	-	潮位	H. H. W. L.	+3.50		
	H. W. L.	-		H. W. L.	+2.50		
	L. W. L.	-		L. W. L.	±0.00		
残留水位	R. W. L.	-	残留水位	R. W. L.	+0.83		
最高波高	-	有義波高	-	最高波高	-	有義波高	3.30 m
周期	-	波向	-	周期	7.60 s	波向	ENE
津波高	-	沈下量	-	津波高	-	沈下量	-
レベル1地震動	照査用震度	-	レベル1地震動	照査用震度	kh=0.11 (特性値)		
レベル2地震動	-	-	レベル2地震動	断層地震 446.79Gal			
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・許容越波流量0.01m <sup>3</sup> /m/s(50年確率波、10年確率波(レベル2地震動後))						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・2段パラペットの効果を3D数値波動水槽により検証(別途、水理模型実験) ・被覆ブロックの所要質量は実験に基づく安定数より算定 ・レベル2地震動による沈下量約1m→許容越波流量0.01m <sup>3</sup> /m/sを満足						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	・数値計算、水理模型実験より越波抑制には透水層幅6mと決定 ・透水層幅から前出し幅を設定 ※既設護岸の埋立法線は変更しない(背後パラペット位置の制約条件)						
d) 既存部材の評価	-						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・排水工(ボックスカルバート)部に対する検討(向き、入射波の影響)を実施						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・護岸背後に民家や商業施設が近接 ・護岸前面に投石漁礁による藻場、定置網 ・既設消波ブロックを漁礁として有効活用						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	・護岸利用と水産活動の調和する海辺空間の整備						

付表-B.6(b) 改良設計事例 No.6

事例No. 6	(b) 外郭施設			
施設分類	護岸		施設名	C護岸
構造形式	(改良前)	傾斜式護岸	構造形式	(改良後) 重力式護岸
設計年度	平成23年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容	波浪防護、親水性
経過年数	-		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○高潮対策(越波抑制)に対する性能の変更と親水性への対応 ・約12m前出し(透水層6m確保)、本土工として直立消波ブロックを設置 ・2段パラペット(霞堤)による越波抑制(背後地から護岸上へのアクセスのため)			
施設の状況など	・護岸背後に民家や商業施設が近接 ・施工時の許容越波流量を満足しないため、既設上部工に防波版による仮設工を設置			
その他 (断面決定理由 など)	・基本断面設定は水理模型実験により決定しているものと想定			
改良断面図等				

付表-B.7(a) 改良設計事例 No.7

事例No. 7	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	A岸壁(-10m)		
構造形式	(改良前)	セル式係船岸		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成14年度			性能照査方法	H1性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	安定性確保		
経過年数	30年			設計供用期間	20年		
改良方法の概要	○上部工等の変状への対応および実利用形態に応じた安定性に関する性能の変更 ・上部工の撤去・復旧 ・上部工支持杭の撤去(PC杭)・復旧(鋼管杭)						
施設の状況など	・上部工の劣化、PC杭のクラックや損傷						
その他 (断面決定理由など)	・利用実態に応じた設計条件の設定より、既存断面で安定性が確保されたため、変状への対応を実施						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	185.00 m	施設天端高	+3.00	施設延長	185.00 m	施設天端高 +3.00	
計画水深	-10.00	設計水深	-13.00	計画水深	-10.00	設計水深 -10.60	
エプロン幅	20.00 m	エプロン勾配	1%	エプロン幅	20.00 m	エプロン勾配 1%	
対象船舶	15,000GT			対象船舶	貨物船12,000DWT		
荷役機械	タイヤマウント式(非自走)アンローダー			荷役機械	タイヤマウント式(非自走)アンローダー		
上載荷重	30 kN/m <sup>2</sup>			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	+1.05			H. W. L.	+1.05	
	L. W. L.	±0.00			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	+0.70		残留水位	R. W. L.	+0.70	
レベル1地震動	照査用震度	kh=0.10		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.12	
レベル2地震動		-		レベル2地震動		-	
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・利用実態より設計水深、利用船舶、上載荷重を再設定 ・設計震度は見直し						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・セル部の安定計算はH1性能照査方法にて実施し、主な設計条件の変更による対応が必要である棚部(上部工、上部工支持杭)の安定計算はH1性能照査方法にて実施						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-						
d) 既存部材の評価	・上部工の撤去・復旧 ・上部工支持杭の撤去(PC杭)・復旧(鋼管杭)						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	-						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	-						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B.7(b) 改良設計事例 No.7

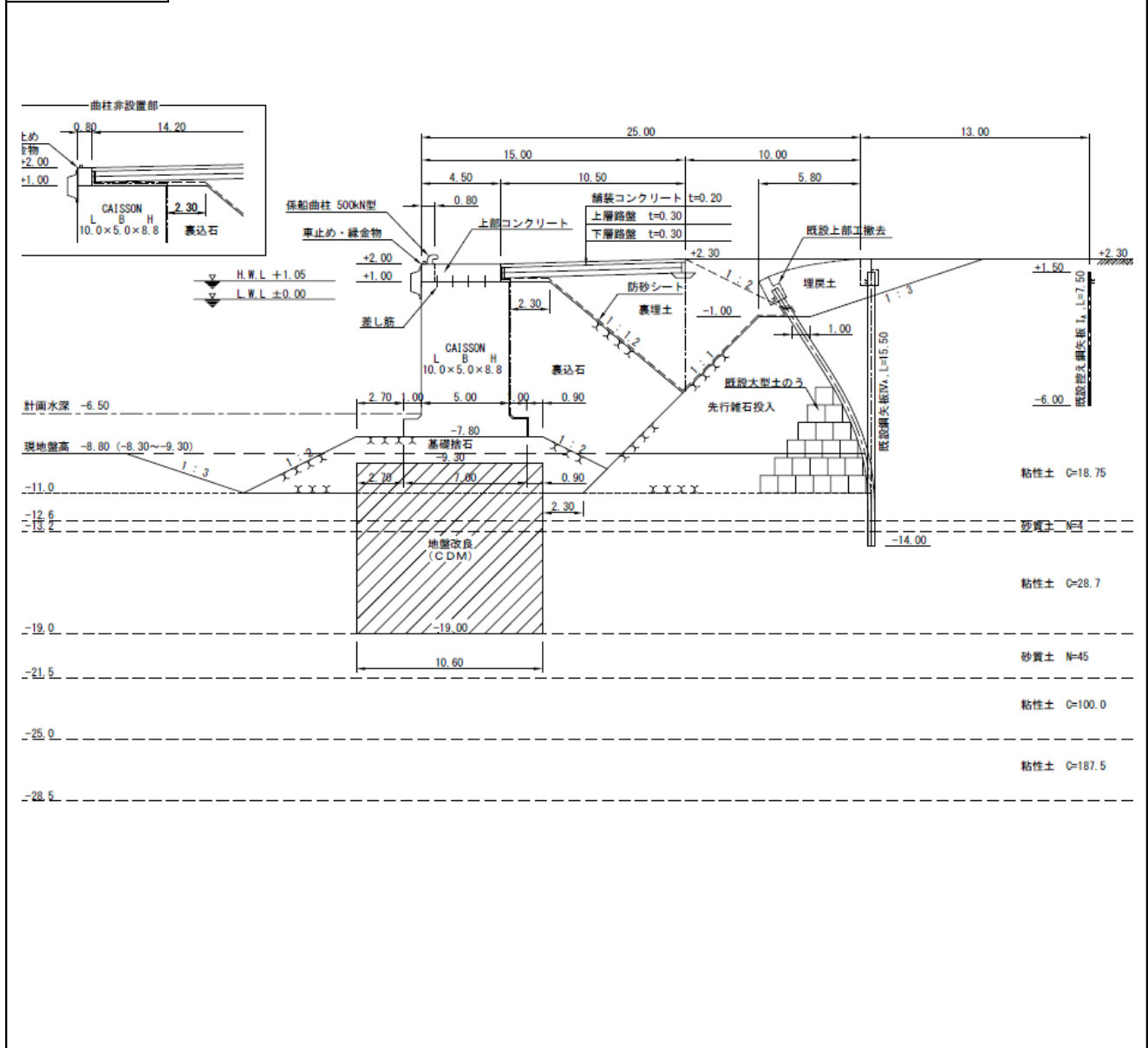
事例No. 7	(b) 係留施設				
施設分類	岸壁		施設名	A岸壁 (-10m)	
構造形式	(改良前)	セル式係船岸	構造形式	(改良後)	元
設計年度	平成14年度		性能照査方法	H1性能照査方法	
改良目的	性能の変更		改良内容	安定性確保	
経過年数	30年		設計供用期間	20年	
改良方法の概要	○上部工等の変状への対応および実利用形態に応じた安定性に関する性能の変更 ・上部工の撤去・復旧 ・上部工支持杭の撤去(PC杭)・復旧(鋼管杭)				
施設の状況など	・上部工の劣化、PC杭のクラックや損傷				
その他 (断面決定理由など)	・利用実態に応じた設計条件の設定より、既存断面で安定性が確保されたため、変状への対応を実施				
改良断面図					

付表-B. 8(a) 改良設計事例 No.8

事例No. 8	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	B岸壁(-6.5m)		
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸		構造形式	(改良後)	重力式係船岸	
設計年度	平成18年度			性能照査方法	H11性能照査方法		
改良目的	施設の更新			改良内容	供用期間の延長		
経過年数	-			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	<p>○機能が喪失した施設の更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施工中の既設の安定性を確保するため、既設前面に雑石を先行投入</li> <li>・現地盤が軟弱地盤であるため地盤改良を実施した後、基礎捨石、ケーソンを設置</li> </ul>						
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・倒壊寸前(既設法線5.8m前に挿んでいる状態)</li> </ul>						
その他 (断面決定理由など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造比較はケーソン式、控え杭式鋼管矢板、棧橋(水中ストラット)であり、経済性から選定</li> <li>・法線位置(前出し幅)は先行雑石と地盤改良が干渉しない位置に設定(※法線位置は比較断面によって異なる)</li> </ul>						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	250.00 m	施設天端高	+2.00	施設延長	250.00 m	施設天端高	+2.00
計画水深	-6.50	設計水深	-	計画水深	-6.50	設計水深	-7.80
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	15.00 m	エプロン勾配	2%
対象船舶	-			対象船舶	調査・実習船5,886GT		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+1.05	
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+0.35	
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.14	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)より設計条件を設定</li> <li>・天端高は利用者へのアンケートにより設定</li> </ul>						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良時点における性能照査方法(H11性能照査方法)を適用</li> </ul>						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該施設の設置状況(既設矢板の変状)により、法線位置(前出し量)を設定</li> </ul>						
d) 既存部材の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存部材(既設)の変状の原因を想定し、前面矢板や控え工の利用は不可と判断。(前面矢板の変形、場所によっては控え工の変形、タイ材の破断の可能性あり)</li> </ul>						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設の安定性の確保(先行雑石の投入)</li> <li>・先行雑石と地盤改良範囲との干渉回避のため、法線位置を設定</li> <li>・地盤改良は先行雑石への影響を考慮し、振動および盛上り量が小さいCDMを採用(SCPとの比較)</li> </ul>						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周辺施設の影響等を考慮し、既設の倒壊を防止</li> </ul>						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B.8(b) 改良設計事例 No.8

事例No. 8	(b)	係留施設		
施設分類	岸壁		施設名	B岸壁(-6.5m)
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸	構造形式	(改良後) 重力式係船岸
設計年度	平成18年度		性能照査方法	H11性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容	供用期間の延長
経過年数	-		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○機能が喪失した施設の更新 ・施工中の既設の安定性を確保するため、既設前面に雑石を先行投入 ・現地盤が軟弱地盤であるため地盤改良を実施した後、基礎捨石、ケーソンを設置			
施設の状況など	・倒壊寸前(既設法線5.8m前に押んでいる状態)			
その他 (断面決定理由 など)	・構造比較はケーソン式、控え杭式鋼管矢板、棧橋(水中ストラット)であり、経済性から選定 ・法線位置(前出し幅)は先行雑石と地盤改良が干渉しない位置に設定(※法線位置は比較断面によって異なる)			
改良断面図				



付表-B.9(a) 改良設計事例 No.9

事例No. 9	(a) 係留施設					
施設分類	岸壁			施設名	C岸壁(-9.0m)	
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸		構造形式	(改良後)	矢板式係船岸
設計年度	平成21年度			性能照査方法	H19性能照査方法	
改良目的	施設の更新			改良内容	供用期間の延長	
経過年数	45年			設計供用期間	50年	
改良方法の概要	○変状が確認され、供用期間の終了を迎える施設の更新 ・既設前面に新設鋼管矢板を打設(前出し2.1m)、控え工としてグランドアンカーを設置(通常の控え工の距離では既設倉庫内となり、これを回避するため)					
施設の状況など	・前面矢板の腐食、法線のはらみ出し、エプロンの陥没、車止めの破損など、施設の性能が低下 ・施設の背後に倉庫あり					
その他 (断面決定理由など)	・改良工法は控えグランドアンカー式鋼管矢板案(採用工法)、既設矢板流用案(土圧低減を目的とした背後地盤改良)、控え杭式鋼管矢板案、ケーソン式案(仮設自立矢板が必要)に対して、前出し量、施工性(仮設工の規模)、周辺施設(上屋)への影響等から選定					
設計条件等						
改良前				改良後		
施設延長	160.00 m	施設天端高	+3.00	施設延長	160.00 m	施設天端高 +3.00
計画水深	-9.00	設計水深	-	計画水深	-9.00	設計水深 -10.70
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	20.00 m	エプロン勾配 2%
対象船舶	-			対象船舶	貨物船 10,000DWT	
荷役機械	-			荷役機械	-	
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>	
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-
	H. W. L.	-			H. W. L.	+1.80
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+1.20
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.17 (特性値)
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-	
設計上の課題						
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)より設計条件を設定 ・天端高は既設に併せて設定					
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)を適用					
c) 法線前出しの可否(前出し量)	・管理者の要望、利用者のヒアリングにより、前出し幅を必要最小限幅2.1m(使用資材および現場条件より)に設定					
d) 既存部材の評価	・点検結果より各部材(上部工、付属工、エプロン、前面矢板、控え工、タイロッド)の利用可否を判断 ・上部工、付属工、エプロン利用不可、前面矢板の利用には土圧低減として地盤改良が必要 ・控え杭、タイロッドは調査が困難であるため、標準腐食速度を用いて、残存耐力の評価を実施					
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・一部区間に液状化対策が必要 ・細粒分を多く含む地盤および上屋下の改良により、施工可能な地盤改良工法(CPG工法)を採用					
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・施設の背後に上屋があり、控え工等の設置が困難 ・対岸の岸壁(泊地面積)に影響するため、前出し幅を極力抑える必要あり ・施工時に対岸岸壁および隣接岸壁の利用への配慮が必要(大規模な仮設工は不可)					
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-					

付表-B.9(b) 改良設計事例 No.9

事例No. 9	(b)	係留施設		
施設分類	岸壁		施設名	C岸壁(-9.0m)
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸	構造形式	(改良後) 矢板式係船岸
設計年度	平成21年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容	供用期間の延長
経過年数	45年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○変状が確認され、供用期間の終了を迎える施設の更新 ・既設前面に新設鋼管矢板を打設(前出し2.1m)、控え工としてグラウンドアンカーを設置(通常の控え工の距離では既設倉庫内となり、これを回避するため)			
施設の状況など	・前面矢板の腐食、法線のはらみ出し、エプロンの陥没、車止めの破損など、施設の性能が低下 ・施設の背後に倉庫あり			
その他 (断面決定理由 など)	・改良工法は控えグラウンドアンカー式鋼管矢板案(採用工法)、既設矢板流用案(土圧低減を目的とした背後地盤改良)、控え杭式鋼管矢板案、ケーソン式案(仮設自立矢板が必要)に対して、前出し量、施工性(仮設工の規模)、周辺施設(上屋)への影響等から選定			
改良断面図				

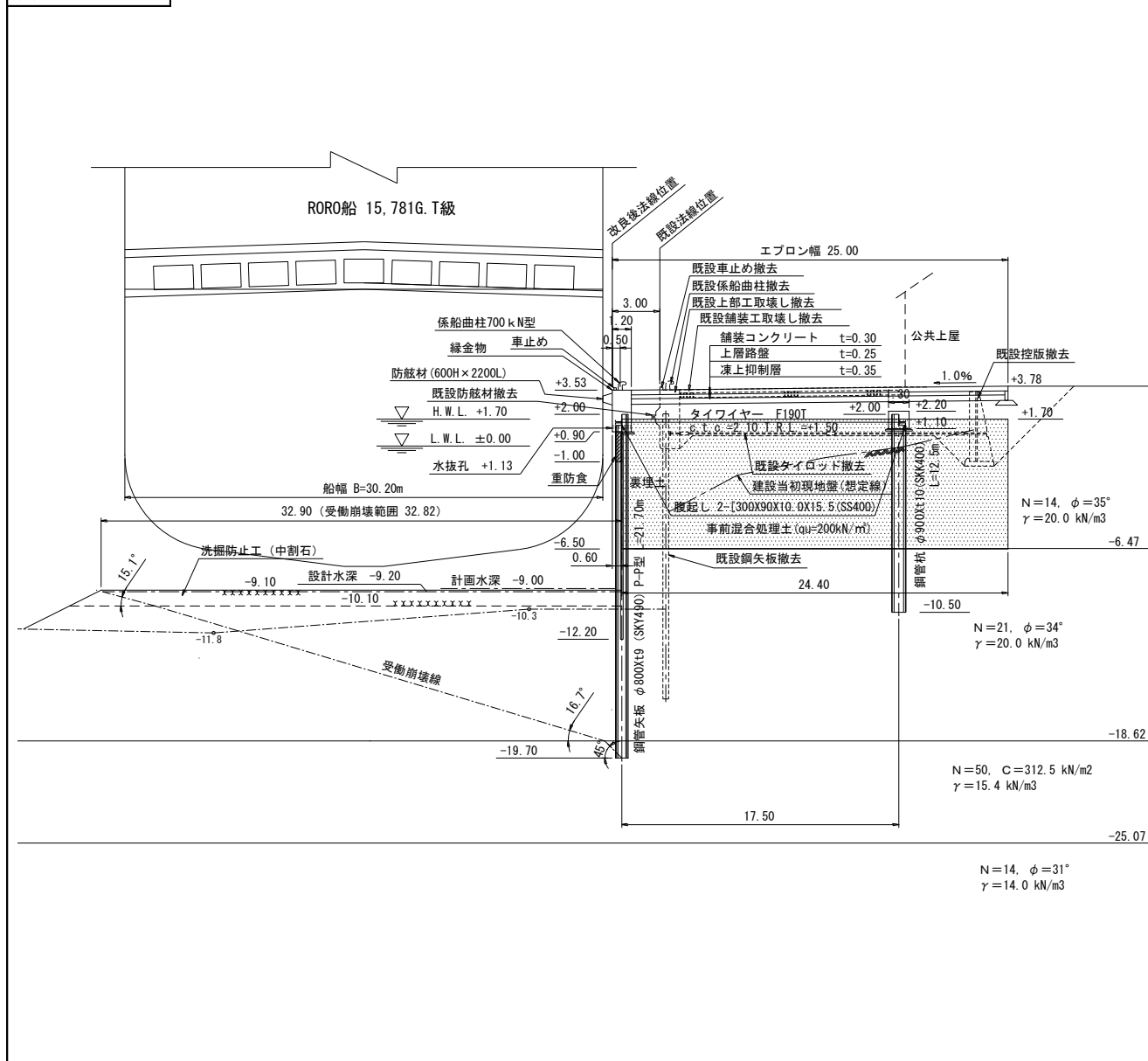


付表-B. 10(a) 改良設計事例 No.10

事例No. 10	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	D岸壁(-9.0m)		
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸		構造形式	(改良後)	矢板式係船岸	
設計年度	平成22年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	耐震化、船舶変更		
経過年数	40年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○耐震化(特定(緊急物資輸送対応))、RORO船対応に向けた性能の変更 ・既設前面に新設鋼管矢板を打設(前出し3m)、控え工として鋼管杭を打設(背後の上屋は既設控え工等の撤去のため、事前に撤去)						
施設の状況など	・上部工およびエプロンにひび割れ、前面矢板の発錆、法線のはらみ出し ・施設の背後に上屋あり						
その他 (断面決定理由 など)	・改良工法は前出し案、現位置案に対して、施工性、経済性等から選定 ・RORO船サイドスラスタによる洗掘防止対策として捨石を設置 ・残留水位低減のため、上部工に水抜き孔を設置						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	165.00 m	施設天端高	+3.53	施設延長	220.00 m	施設天端高	+3.53
計画水深	-9.00	設計水深	-	計画水深	-9.00	設計水深	-9.20
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	25.00 m	エプロン勾配	1%
対象船舶	-			対象船舶	RORO船 10,000GT級		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+1.70	
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+1.13	
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.14 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	M6.5直下型地震 309Gal		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)より設計条件を設定 ・諸数値は平成23年度変更予定であるCDLを考慮し設定に併せて設定 ・エプロン幅はランプウェイ、車両旋回幅等から設定						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)を適用 ・レベル2地震動対応のため(変位、前面矢板の応力)、前面矢板背後を地盤改良(事前混合処理土 qu=200kN/m <sup>2</sup> )						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	・前出し幅は管理者の要望により施工上必要幅として3mに設定 ・隣接岸壁と連続バースとして利用するため、隣接岸壁と同一に設定						
d) 既存部材の評価	・点検結果より各部材(上部工、付属工、エプロン、前面矢板)の劣化度を評価 ・既設断面の安定照査が実施されており、前面矢板、控え工、タイ材の応力NG						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・隣接施設との取合部における擦付けなどの検討						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・施設の背後に上屋があり、控え工撤去のため、事前撤去が必要 ・施設前面の泊地が狭いため、施工中は航行船舶等の安全に十分に配慮が必要						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 10(b) 改良設計事例 No.10

事例No. 10	(b) 係留施設		
施設分類	岸壁		施設名
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸	(改良後)
設計年度	平成22年度		性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容
経過年数	40年		設計供用期間
改良方法の概要	○耐震化(特定(緊急物資輸送対応))、RORO船対応に向けた性能の変更 ・既設前面に新設鋼管矢板を打設(前出し3m)、控え工として鋼管杭を打設(背後の上屋は既設控え工等の撤去のため、事前に撤去)		
施設の状況など	・上部工およびエプロンにひび割れ、前面矢板の発錆、法線のはらみ出し ・施設の背後に上屋あり		
その他 (断面決定理由 など)	・改良工法は前出し案、現位置案に対して、施工性、経済性等から選定 ・RORO船サイドスラスタによる洗掘防止対策として捨石を設置 ・残留水位低減のため、上部工に水抜き孔を設置		
改良断面図			

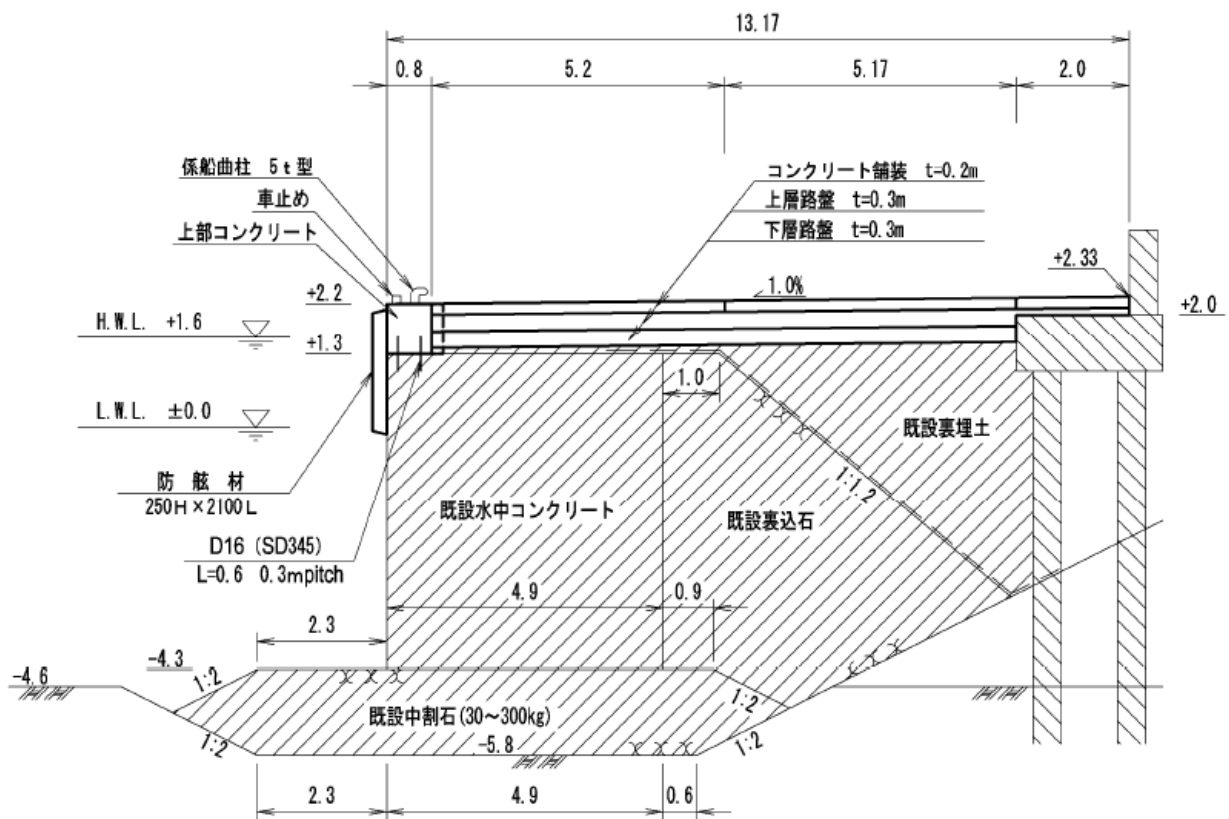


付表-B. 11(a) 改良設計事例 No.11

事例No. 11	(a) 係留施設						
施設分類	物揚場			施設名	E物揚場(-4.0m)		
構造形式	(改良前)	重力式物揚場		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成19年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	冠水の対応		
経過年数	13年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○冠水の対応への性能の変更 ・冠水防止(高潮被害防止)のため、上部工を一度撤去し、嵩上げを実施(+1.80→+2.20)						
施設の状況など	・荒天時に施設背後まで浸水 ・天端高は20cmの沈下、本体工は健全						
その他 (断面決定理由 など)	・天端高は利用者との協議により設定						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	120.30 m	施設天端高	+1.80	施設延長	120.30 m	施設天端高	+2.20
計画水深	-4.00	設計水深	-	計画水深	-4.00	設計水深	-4.30
エプロン幅	6.00 m	エプロン勾配	1.5%	エプロン幅	6.00 m	エプロン勾配	1%
対象船舶	-			対象船舶	-		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	-			上載荷重	10 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+1.60	
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+0.53	
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.15 (震度法)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)より設計条件を設定 ・天端高は利用者との協議により設定						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・レベル1地震動に基づき算定される照査用震度は0.07であるが、当該地区では過去の地震による多くの被災を受けていることから、危険側となる震度法の0.15を用いて照査 ・永続状態、変動状態(けん引力作用時)の上部工の滑動照査NGIに対して、差筋にて対応						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-						
d) 既存部材の評価	・点検結果より本体コンクリートの圧縮強度は設計強度を上回っており、また、他地区の同構造の状況から利用可能と判断						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	-						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	-						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 11 (b) 改良設計事例 No.11

事例No. 11	(b) 係留施設		
施設分類	物揚場		施設名
構造形式	(改良前)	重力式物揚場	(改良後) E物揚場 (-4.0m)
設計年度	平成19年度		性能照査方法
改良目的	性能の変更		H19性能照査方法
改良内容	性能の変更		冠水の対応
経過年数	13年		設計供用期間
改良方法の概要	○冠水の対応への性能の変更 ・冠水防止(高潮被害防止)のため、上部工を一度撤去し、嵩上げを実施(+1.80→+2.20)		
施設の状況など	・荒天時に施設背後まで浸水 ・天端高は20cmの沈下、本体工は健全		
その他 (断面決定理由 など)	・天端高は利用者との協議により設定		
改良断面図			



付表-B. 12(a) 改良設計事例 No.12

事例No. 12	(a) 係留施設						
施設分類	物揚場			施設名			
構造形式	(改良前)	矢板式物揚場		(改良後)	F物揚場(-3.0m)		
設計年度	平成23年度			性能照査方法			
改良目的	施設の更新			H19性能照査方法			
経過年数	63年			改良内容			
改良方法の概要	設計供用期間			供用期間の延長			
改良方法の概要	<p>○設計供用期間を超えており、また性能低下が確認されている施設の更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既設前面に新設鋼矢板を打設(前出し1m)、控え工に新設鋼矢板を打設</li> </ul>						
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設矢板に開孔、上部工に欠損・ひび割れ、エプロンに陥没、法線の出入り</li> <li>・既設矢板の開孔により、撤去が困難</li> </ul>						
その他 (断面決定理由など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良方法は方塊ブロック式、自立鋼管矢板式、控え鋼管矢板式(採用)に対して、施工性、経済性から選定</li> </ul>						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	148.00 m	施設天端高	+0.90	施設延長	148.00 m	施設天端高	+1.20
計画水深	-3.00	設計水深	-3.50	計画水深	-3.00	設計水深	-3.50
エプロン幅	4.20 m	エプロン勾配	-	エプロン幅	6.00 m	エプロン勾配	1%
対象船舶	-			対象船舶	漁船 20GT		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	5 kN/m <sup>2</sup>			上載荷重	5 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	+0.50			H. W. L.	+0.50	
	L. W. L.	±0.00			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	+0.33		残留水位	R. W. L.	+0.33	
レベル1地震動	照査用震度	kh=0.14 (震度法)		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.05 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の調査結果(深淺測量、土質調査)より設計条件を設定</li> <li>・天端高は利用者との協議により設定</li> <li>・法線位置については既設法線の出入りを考慮し設定</li> </ul>						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現況断面の安定照査(既設の評価)はH11性能照査方法により実施、改良断面の安定照査はH19性能照査方法により実施</li> </ul>						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前出し1mは可能</li> </ul>						
d) 既存部材の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現況断面における安定照査(H11基準)において、前面矢板の応力度NGであるため、利用不可と判断</li> <li>・既設矢板の開孔により、撤去が困難</li> <li>・既設矢板の腐食が著しく、施工時の安全性に留意が必要</li> </ul>						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消波構造などの要望は利用者から出ていないことを確認</li> <li>・既存埋設ケーソンおよび裏込石により、控え距離を長く設定</li> <li>・液状化対策として既設背後地盤に割栗石を投入</li> </ul>						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設の背後に上屋があり、施工には撤去が必要</li> <li>・施設の背後に道路があり、施工時の道路確保のため、矢板打設を海上作業</li> <li>・近隣に民家等があり、低振動・低騒音の工法にて施工</li> </ul>						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 12(b) 改良設計事例 No.12

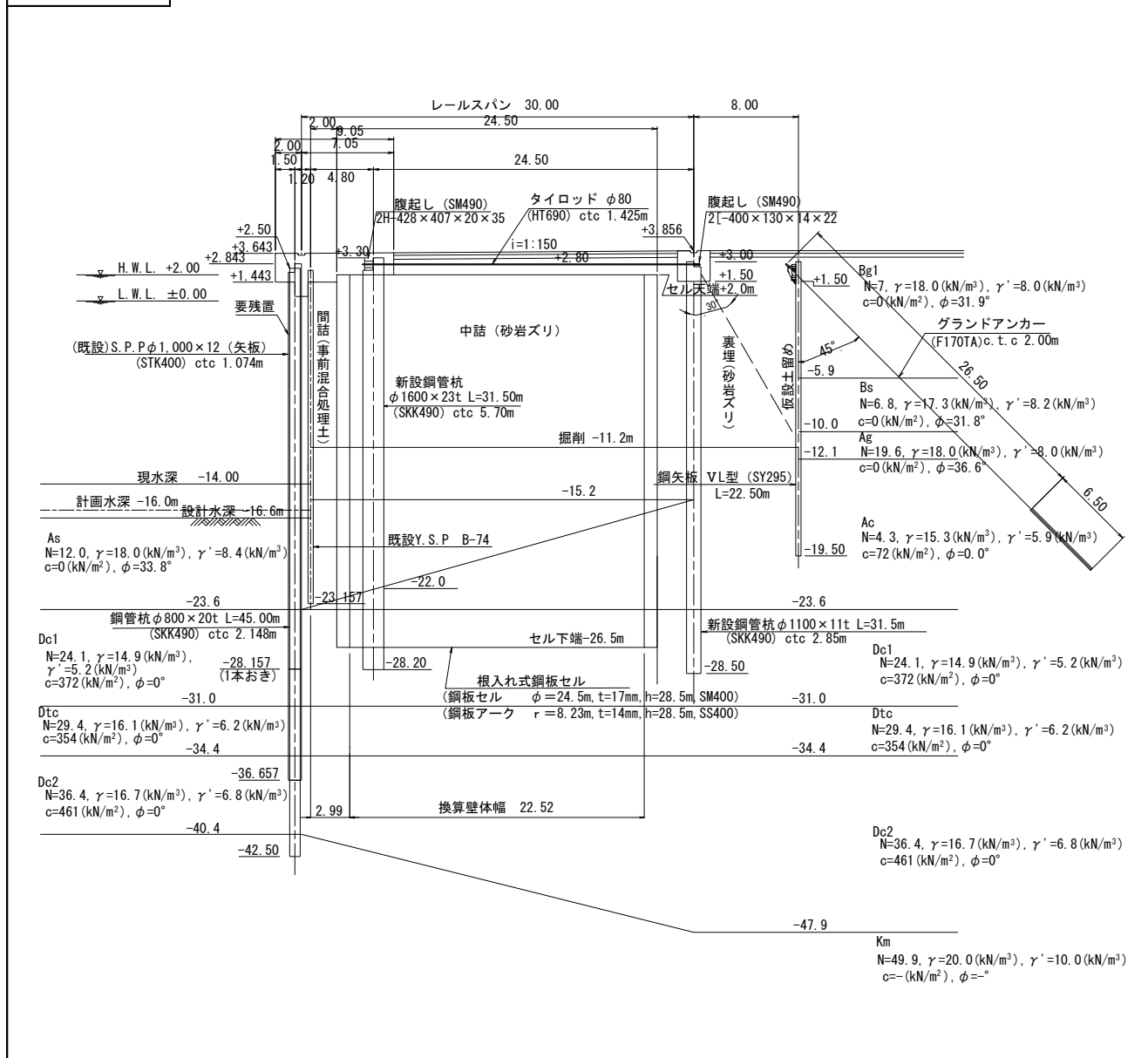
事例No. 12	(b) 係留施設		
施設分類	物揚場		施設名 F物揚場(-3.0m)
構造形式	(改良前) 矢板式物揚場	構造形式 (改良後)	矢板式物揚場
設計年度	平成23年度		性能照査方法 H19性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容 供用期間の延長
経過年数	63年		設計供用期間 50年
改良方法の概要	<p>○設計供用期間を超えており、また性能低下が確認されている施設の更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既設前面に新設鋼矢板を打設(前出し1m)、控え工に新設鋼矢板を打設</li> </ul>		
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設矢板に開孔、上部工に欠損・ひび割れ、エプロンに陥没、法線の出入り</li> <li>・既設矢板の開孔により、撤去が困難</li> </ul>		
その他 (断面決定理由など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良方法は方塊ブロック式、自立鋼管矢板式、控え鋼矢板式(採用)に対して、施工性、経済性から選定</li> </ul>		
改良断面図			

付表-B. 13(a) 改良設計事例 No.13

事例No. 13	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	G岸壁(-16m)		
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸		構造形式	(改良後)	セル式係船岸	
設計年度	平成21年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	耐震化、増深、荷役機械大型化		
経過年数	42年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○耐震化(特定(幹線貨物輸送対応))、コンテナ船対応、コンテナクレーン対応に向けた性能の変更 ・既設海側クレーン基礎杭(φ1000)内に新設基礎杭(φ800)を打設、背後にセル構造を設置、新設陸側基礎杭(φ1100)の打設						
施設の状況など	・現況断面による照査では、レベル1地震動およびレベル2地震動に対して安定性または変形量を満足しない						
その他 (断面決定理由 など)	・改良方法は鋼板セル式(採用)、鋼管矢板井筒式、控え組杭鋼管矢板式に対して施工性、経済性から選定 ・新設海側基礎杭は支持力確保、セル内鋼管杭と陸側基礎杭の連結タイロッドは変位抑制 ・セル設置の床掘のため、仮設矢板(控えエグランドアンカー)を打設						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	300.00 m	施設天端高	+3.64	施設延長	400.00 m	施設天端高 +3.64	
計画水深	-13.00	設計水深	-	計画水深	-16.00	設計水深 -16.60	
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	70.00 m	エプロン勾配 1/150	
対象船舶	-			対象船舶	コンテナ船 100,000DWT		
荷役機械	-			荷役機械	コンテナクレーン 1200t		
上載荷重	-			上載荷重	10 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	+2.00			H. W. L.	+2.00	
	L. W. L.	±0.00			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	+1.34		残留水位	R. W. L.	+1.34	
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.19 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	関東地震再来型地震 416.20Gal		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の土質調査より土質条件を設定 ・既設海側基礎杭等の腐食条件は標準腐食速度により設定						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)を適用						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	・隣接バースとの連続性を図るため、法線前出しが不可						
d) 既存部材の評価	・現況断面による照査では、レベル1地震動に対して陸側クレーン基礎杭、タイ材の応力度NG、レベル2地震動に対して水平変位が987cm、前面矢板が塑性 ※既存施設、既存部材の劣化・損傷等は不明(報告書に記載なし)						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・既設海側クレーン基礎杭内に新設基礎杭を打設するため、事前に調査(水中カメラ、超音波測定器による)が必要						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・セル設置時、中詰材投入には施設前面水域を占有するため、周辺施設の入出港の確認、調整が必要 ・セル設置のための床掘と作業ヤード確保のため、土留め仮設矢板の控え工にグラウンドアンカーを採用 ※隣接バースが供用中であるため、作業ヤードは法線から70mの範囲						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 13(b) 改良設計事例 No.13

事例No. 13	(b)	係留施設		
施設分類	岸壁		施設名	G岸壁(-16m)
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸	構造形式	(改良後) セル式係船岸
設計年度	平成21年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	性能の変更		改良内容	耐震化、増深、荷役機械大型化
経過年数	42年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○耐震化(特定(幹線貨物輸送対応))、コンテナ船対応、コンテナクレーン対応に向けた性能の変更 ・既設海側クレーン基礎杭(φ1000)内に新設基礎杭(φ800)を打設、背後にセル構造を設置、新設陸側基礎杭(φ1100)の打設			
施設の状況など	・現況断面による照査では、レベル1地震動およびレベル2地震動に対して安定性または変形量を満足しない			
その他 (断面決定理由 など)	・改良方法は鋼板セル式(採用)、鋼管矢板井筒式、控え組杭鋼管矢板式に対して施工性、経済性から選定 ・新設海側基礎杭は支持力確保、セル内鋼管杭と陸側基礎杭の連結タイロッドは変位抑制 ・セル設置の床掘のため、仮設矢板(控えエグランドアンカー)を打設			
改良断面図				





付表-B. 14(a) 改良設計事例 No.14

事例No. 14	(a) 係留施設						
施設分類	棧橋			施設名	H岸壁(-9.0m)		
構造形式	(改良前)	角筒式および脚柱式横棧橋		構造形式	(改良後)	RC直杭式棧橋	
設計年度	平成21年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	施設の更新			改良内容	供用期間の延長		
経過年数	50年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	○性能低下によりH9dから供用休止中である施設の更新 ・既設角筒式および脚柱式構造を撤去し、新設棧橋を設置						
施設の状況など	・脚柱式構造は性能が低下している ・土留め護岸(ケーソン式)はレベル1地震動における滑動NG						
その他 (断面決定理由 など)	・改良方法はRC直杭式棧橋、PC直杭式棧橋、RC斜杭式棧橋に対して施工性、経済性から選定 ・棧橋杭は摩擦杭						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	171.65 m	施設天端高	+3.51	施設延長	171.65 m	施設天端高 +3.50	
計画水深	-9.00	設計水深	-	計画水深	-9.00	設計水深 -9.50	
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	20.00 m	エプロン勾配 1/200	
対象船舶	-			対象船舶	貨物船 10,000DWT		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	+2.00			H. W. L.	+2.00	
	L. W. L.	±0.00			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+1.33	
レベル1地震動	照査用震度	kh=0.22		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.19 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(測量、土質調査)より設計条件を設定						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)を適用 ・既設土留め護岸(ケーソン式)の安定照査は従来の震度法により実施(Kh=0.22)、レベル1地震動における滑動NG						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	・前出し幅は隣接岸壁の法線から5.2m ・埋立法線の変更は不可						
d) 既存部材の評価	・脚注式構造の性能低下により供用休止中 ・既設土留め護岸(ケーソン)はレベル1地震動における滑動NG						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・施設の背後に上屋あり						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・施設の前面が航路であり、スパッド付作業船にて施工						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 14(b) 改良設計事例 No.14

事例No. 14	(b)	係留施設		
施設分類	栈橋		施設名	H岸壁 (-9.0m)
構造形式	(改良前)	角筒式および脚柱式横栈橋	構造形式	(改良後) RC直杭式栈橋
設計年度	平成21年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容	供用期間の延長
経過年数	50年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	<p>○性能低下によりH9dから供用休止中である施設の更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設角筒式および脚柱式構造を撤去し、新設栈橋を設置</li> </ul>			
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>脚柱式構造は性能が低下している</li> <li>土留め護岸(ケーソン式)はレベル1地震動における滑動NG</li> </ul>			
その他 (断面決定理由 など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良方法はRC直杭式栈橋、PC直杭式栈橋、RC斜杭式栈橋に対して施工性、経済性から選定</li> <li>栈橋杭は摩擦杭</li> </ul>			
改良断面図	<p>エプロン幅 20,000</p> <p>500kNけい船曲柱 車止め 防舷材 V型500H×1300L H.W.L.+2.00 L.W.L.±0.00 重防食 7Mn合金陽極 3.5A-50年型 計画水深 -9.00 設計水深 -9.50</p> <p>2,200 15,400 2@5,500=11,000 2,200 2,330 967 1,225 +3.00 +3.00 0.5% 5,500 500 750 +3.60 +1.90 +1.00 800 500 腹起し 2[-250×90×9.0×13.0 埋立土 7Mn合金陽極 3.5A-50年型 鋼管杭 φ800×9t (SKK400) L=16.50m, c.t.c.2.40m 鋼矢板 IIIW型(SY295) L=20.00m</p> <p>腹起し 2[-300×90×9×13.0 γ' = 18.0 kN/m<sup>3</sup> γ' = 10.0 kN/m<sup>3</sup> φ = 29° N = 2.8 -2.30 B s1層 γ' = 10.0 kN/m<sup>3</sup> φ = 34° N = 14.8 -5.40 B s2層 γ' = 10.0 kN/m<sup>3</sup> φ = 31° N = 9.4 -8.50 A s層 γ' = 8.3 kN/m<sup>3</sup> C = 6.55Z - 43.30 kN/m<sup>2</sup> (Z = 0, at ±0.00) N = 0 E = 3,500 kN/m<sup>2</sup> -15.00 A c1層 γ' = 5.4 kN/m<sup>3</sup> C = 60.42 kN/m<sup>2</sup> (Z = 0, at ±0.00) N = 0 E = 6,820 kN/m<sup>2</sup> -18.10 A c2層 γ' = 7.6 kN/m<sup>3</sup> C = 59.24 kN/m<sup>2</sup> N = 0 E = 7,210 kN/m<sup>2</sup> -28.70 A c3層</p> <p>既設床面線 1:1.5 捨て石 (30~200kg/個) 施工時捨て石天端高 -8.00m 脚柱構区間 床面水深 -10.00 18,200 15,500 -28.00</p>			

付表-B. 15(a) 改良設計事例 No.15

事例No. 15	(a) 係留施設					
施設分類	岸壁			施設名	I岸壁(-16m)	
構造形式	(改良前)	重力式係船岸		構造形式	(改良後)	元
設計年度	平成21年度			性能照査方法	H19性能照査方法	
改良目的	性能の変更			改良内容	耐震化、増深、荷役機械大型化	
経過年数	14年			設計供用期間	50年	
改良方法の概要	○耐震化(特定(幹線貨物輸送対応))、コンテナ船対応、コンテナクレーン対応に向けた性能の変更 ・既設ケーソンにグラウンドアンカーを設置(レベル1地震動、レベル2地震動対応)、防舷材台座Coを打設(法線の出入りへの対応)、基礎捨石床掘(-16m化)、上部工・クレーン基礎の撤去・復旧(クレーン対応)					
施設の状況など	・施設の沈下により、増深への対応が基礎捨石床掘で可能 ・建築限界および法線の出入り(上部工のずれ)への対応が必要(防舷材台座コンクリートを打設による対応)					
その他 (断面決定理由 など)	・改良方法はグラウンドアンカー補強工法、控え鋼管杭式タイロッド補強工法、管中混合固化処理工法に対して施工性、経済性から選定 ・グラウンドアンカーに対して点検設備が必要であり、張力管理などの維持管理も重要					
設計条件等						
改良前				改良後		
施設延長	350.00 m	施設天端高	+3.90	施設延長	400.00 m	施設天端高 +3.70
計画水深	-15.00	設計水深	-15.10	計画水深	-16.00	設計水深 -16.30
エプロン幅	150.00 m	エプロン勾配	1.0%	エプロン幅	150.00 m	エプロン勾配 1.0%
対象船舶	コンテナ船 60,000DWT級			対象船舶	コンテナ船 100,000DWT級	
荷役機械	ガントリークレーン 1,000t級			荷役機械	ガントリークレーン 1,400t級	
上載荷重	10 kN/m <sup>2</sup>			上載荷重	10 kN/m <sup>2</sup>	
潮位	H. H. W. L.	+3.70		潮位	H. H. W. L.	+3.70
	H. W. L.	+1.70			H. W. L.	+1.70
	L. W. L.	+0.10			L. W. L.	+0.10
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+1.33
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.19 (特性値)
レベル2地震動		-		レベル2地震動	東南海・南海地震波 106.38Gal	
設計上の課題						
a) 設計条件の設定	・最新の調査結果(測量、土質調査)より設計条件を設定 ・施設の沈下に基づき、改良工法を選定(増深が可能)					
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)を適用 ・現況断面におけるレベル1地震動に対する滑動および支持力NG、レベル2地震動に対する水平変位100cm以上					
c) 法線前出しの可否(前出し量)	-					
d) 既存部材の評価	・グラウンドアンカー設置に伴うケーソン底版の作用力の変更への対応として、陸側函室に中詰めコンクリートを設置 ※断面力の算出は純スパン位置とし、照査を実施(当初設計は部材芯と想定)					
e) 当該施設の利用状況、設置状況	・400m×2バース+350m×3バースの隣接バースと併せた改良であり、1バース占有施工が可能 ・施工期間は約6ヶ月/1バース					
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	・隣接バースと隅角部を為すため、改良工法(グラウンドアンカーの配置)に工夫が必要					
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-					

付表-B. 15(b) 改良設計事例 No.15

事例No. 15	(b) 係留施設		
施設分類	岸壁		施設名
構造形式	(改良前)	重力式係船岸	(改良後)
設計年度	平成21年度		性能照査方法
改良目的	性能の変更		H19性能照査方法
改良内容	性能の変更		耐震化、増深、荷役機械大型化
経過年数	14年		設計供用期間
改良方法の概要	○耐震化(特定(幹線貨物輸送対応))、コンテナ船対応、コンテナクレーン対応に向けた性能の変更 ・既設ケーソンにグランドアンカーを設置(レベル1地震動、レベル2地震動対応)、防舷材台座Coを打設(法線の出入りへの対応)、基礎捨石床掘(-16m化)、上部工・クレーン基礎の撤去・復旧(クレーン対応)		
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の沈下により、増深への対応が基礎捨石床掘で可能</li> <li>建築限界および法線の出入り(上部工のずれ)への対応が必要(防舷材台座コンクリートを打設による対応)</li> </ul>		
その他 (断面決定理由 など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良方法はグランドアンカー補強工法、控え鋼管杭式タイロッド補強工法、管中混合固化処理工法に対して施工性、経済性から選定</li> <li>グランドアンカーに対して点検設備が必要であり、張力管理などの維持管理も重要</li> </ul>		
改良断面図			

付表-B. 16(a) 改良設計事例 No.16

事例No. 16	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	J岸壁(-4.5m)		
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成23年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	施設の更新			改良内容	供用期間の延長		
経過年数	45年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	<p>○変状が確認され、供用期間の終了を迎える施設の更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板の被覆防食の施工・電気防食(耐用年数50年)の交換、上部工・エプロンの撤去・復旧</li> </ul>						
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板の一部に腐食あり(重防食なし、電気防食はH4に耐用年数20年の陽極を設置)、上部工にひび割れ、エプロンのひび割れ・沈下、施設(天端高)の20cm沈下</li> <li>・矢板の腐食量が小さく(0.23mm)、はらみ出し等の変形は確認されていない</li> </ul>						
その他 (断面決定理由など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H19性能照査方法の適用した場合、変動状態(レベル1地震動)における根入れ不足(20cm)となったが、これまでに矢板の変形等が確認されていないため、H19性能照査方法への対応は実施せず、施設の維持を目的に部材の補修を実施(矢板の防食工および上部工・エプロンの撤去・復旧)</li> </ul>						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	150.00 m	施設天端高	+5.00	施設延長	150.00 m	施設天端高	+5.00
計画水深	-4.50	設計水深	-	計画水深	-4.50	設計水深	-5.00
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	15.00 m	エプロン勾配	1.0%
対象船舶	-			対象船舶	貨物船 3,000DWT		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+3.87	
	L. W. L.	-			L. W. L.	+0.18	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+2.64	
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.09 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の調査結果(測量、土質調査)より設計条件を設定(土質調査を設計と併せて実施)</li> <li>・実利用船舶(利用頻度が高い船舶)より対象船舶を設定</li> <li>・隣接岸壁の実利用クレーンから上載荷重の設定値を妥当と判断</li> </ul>						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)による照査を実施した場合、変動状態(レベル1地震動)における根入れ不足(20cm)となったが、これまでに矢板の変形等が確認されていないため、H19性能照査方法への対応は実施しない方針とし、当初の目的どおり、施設を維持するため部材の補修を実施</li> </ul>						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋立申請を伴わない工法にて対策を実施することが前提(前出し不可)</li> </ul>						
d) 既存部材の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板の実腐食量(実腐食速度)を用いて照査を実施し、矢板の応力度を満足していることを確認</li> </ul>						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検潮所が設置されており、この周辺には付属工(車止め・縁金物)が不要と判断</li> <li>・利用者の要望により防舷材の台座Co(40cm厚)を打設</li> </ul>						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	-						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 16(b) 改良設計事例 No.16

事例No. 16	(b)	係留施設		
施設分類	岸壁		施設名	J岸壁(-4.5m)
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸	構造形式	(改良後) 元
設計年度	平成23年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容	供用期間の延長
経過年数	45年		設計供用期間	50年
改良方法の概要	<p>○変状が確認され、供用期間の終了を迎える施設の更新</p> <p>・矢板の被覆防食の施工・電気防食(耐用年数50年)の交換、上部工・エプロンの撤去・復旧</p>			
施設の状況など	<p>・矢板の一部に腐食あり(重防食なし、電気防食はH4に耐用年数20年の陽極を設置)、上部工にひび割れ、エプロンのひび割れ・沈下、施設(天端高)の20cm沈下</p> <p>・矢板の腐食量が小さく(0.23mm)、はらみ出し等の変形は確認されていない</p>			
その他 (断面決定理由 など)	<p>・H19性能照査方法の適用した場合、変動状態(レベル1地震動)における根入れ不足(20cm)となったが、これまでに矢板の変形等が確認されていないため、H19性能照査方法への対応は実施せず、施設の維持を目的に部材の補修を実施(矢板の防食工および上部工・エプロンの撤去・復旧)</p>			
改良断面図				

付表-B. 17(a) 改良設計事例 No.17

事例No. 17	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	K岸壁(-9.0m)		
構造形式	(改良前)	セル式係船岸		構造形式	(改良後)	矢板式係船岸	
設計年度	平成21年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	施設の更新			改良内容	供用期間の延長		
経過年数	-			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	<p>○変状が確認され、供用期間の終了を迎える施設の更新</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既設前面に新設鋼管矢板を打設(前出し3.0m)、控え工に鋼矢板を設置</li> </ul>						
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セルに貫通孔(8/15ブロック)および現有肉厚が5mm以下、エプロンに陥没</li> <li>・施設の背後に上屋あり(控え工の打設に留意が必要)</li> <li>・経過年数の具体的な年数は不明であるが50年程度</li> </ul>						
その他 (断面決定理由 など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良方法は控え矢板(控え工の比較：鋼管杭式、鋼矢板式、アースアンカー式)に対して施工性、経済性から選定</li> <li>※自立鋼管矢板式では製造可能サイズの使用でも変位が大きいため不採用(永続、変動ともに10cm程度)</li> </ul>						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	220.00 m	施設天端高	+5.50	施設延長	220.00 m	施設天端高	+5.10
計画水深	-9.00	設計水深	-	計画水深	-9.00	設計水深	-9.60
エプロン幅	12.00 m	エプロン勾配	-	エプロン幅	20.00 m	エプロン勾配	1.0%
対象船舶	-			対象船舶	RORO船 10,000DWT		
荷役機械	-			荷役機械	なし		
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+3.90	
	L. W. L.	-			L. W. L.	+0.08	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+2.63	
レベル1地震動	照査用震度	-		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.09 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の調査結果(測量、土質調査)より設計条件を設定(土質調査を設計と併せて実施)</li> </ul>						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)を適用</li> </ul>						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・隣接岸壁(前出し改良済)と一体利用するため、法線を統一(前出し幅3m)</li> </ul>						
d) 既存部材の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セルに多数の貫通孔および現有肉厚5mm以下であるため、残存耐力はないと評価</li> </ul>						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エプロンに陥没があるため、施工時に施工機械等の安全対策が必要</li> <li>・控え工は既設構造物を避けた位置に設置</li> <li>・供用停止が困難であり、施工に際して隣接岸壁を含めてバースシフトが必要</li> </ul>						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設の背後に上屋があり、控え工(鋼矢板)の打設時に留意が必要</li> </ul>						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 17(b) 改良設計事例 No.17

事例No. 17	(b) 係留施設			
施設分類	岸壁		施設名	K岸壁(-9.0m)
構造形式	(改良前)	セル式係船岸	構造形式	(改良後) 矢板式係船岸
設計年度	平成21年度		性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的	施設の更新		改良内容	供用期間の延長
経過年数	-		設計供用期間	50年
改良方法の概要	○変状が確認され、供用期間の終了を迎える施設の更新 ・既設前面に新設鋼管矢板を打設(前出し3.0m)、控え工に鋼矢板を設置			
施設の状況など	・セルに貫通孔(8/15ブロック)および現有肉厚が5mm以下、エプロンに陥没 ・施設の背後に上屋あり(控え工の打設に留意が必要) ・経過年数の具体的な年数は不明であるが50年程度			
その他 (断面決定理由 など)	・改良方法は控え矢板(控え工の比較：鋼管杭式、鋼矢板式、アースアンカー式)に対して施工性、経済性から選定 ※自立鋼管矢板式では製造可能サイズの使用でも変位が大きいため不採用(永続、変動ともに10cm程度)			
改良断面図				



付表-B. 18(a) 改良設計事例 No.18

事例No. 18	(a) 係留施設						
施設分類	岸壁			施設名	L岸壁(-12m)		
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸		構造形式	(改良後)	元	
設計年度	平成23年度			性能照査方法	H19性能照査方法		
改良目的	性能の変更			改良内容	増深		
経過年数	22年			設計供用期間	50年		
改良方法の概要	<p>○船舶大型化への対応に関する性能の変更(増深)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既設背後に新設控え工(鋼管杭)の設置、新設タイ材の設置</li> <li>・既設前面にCDM工法(150kN/m<sup>2</sup>)(受働土圧増大)、背後に高圧噴射攪拌工法(300kN/m<sup>2</sup>)(主働土圧低減)</li> </ul>						
施設の状況など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板の腐食速度は標準腐食速度程度(経過年数14年時点の腐食量0.15mm)</li> </ul>						
その他 (断面決定理由など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良方法は前面・背面地盤改良+新設控え工案、背面地盤改良+新設控え工案、既設背後に新設矢板および地盤改良+控え工案に対して施工性、経済性から選定</li> </ul>						
設計条件等							
改良前				改良後			
施設延長	240.00 m	施設天端高	+5.50	施設延長	280.00 m	施設天端高	+5.50
計画水深	-12.00	設計水深	-12.50	計画水深	-14.00	設計水深	-14.60
エプロン幅	-	エプロン勾配	-	エプロン幅	20.00 m	エプロン勾配	1.0%
対象船舶	貨物船 30,000DWT			対象船舶	貨物船 55,000DWT		
荷役機械	-			荷役機械	-		
上載荷重	-			上載荷重	20 kN/m <sup>2</sup>		
潮位	H. H. W. L.	-		潮位	H. H. W. L.	-	
	H. W. L.	-			H. W. L.	+4.30	
	L. W. L.	-			L. W. L.	±0.00	
残留水位	R. W. L.	-		残留水位	R. W. L.	+2.87	
レベル1地震動	照査用震度	kh=0.17		レベル1地震動	照査用震度	kh=0.25 (特性値)	
レベル2地震動	-			レベル2地震動	-		
設計上の課題							
a) 設計条件の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既往の土質調査結果を用いてH19基準の設定方法により土質条件を設定</li> <li>・矢板の腐食量は調査結果を考慮し設定(調査時腐食量+調査時以降の標準腐食速度による腐食量)</li> <li>・既設SCPの強度はチェックボーリング結果を基に設定</li> </ul>						
b) 照査方法の変更(性能照査方法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良時点における性能照査方法(H19性能照査方法)の適用により、照査用震度が変更(kh=0.17→0.25)</li> <li>・上記および船舶大型化への対応と併せて安定性への対応が必要</li> <li>・照査用震度がkh=0.25以上(算出値0.33)より、レベル1地震動の変形量を確認(15cm未満)</li> </ul>						
c) 法線前出しの可否(前出し量)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・隣接岸壁との一体利用ため前出し不可と想定</li> </ul>						
d) 既存部材の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H11性能照査方法による照査において、現況断面では矢板応力および根入れ、タイ材および控え工の応力不足を確認</li> </ul>						
e) 当該施設の利用状況、設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設SCPへの地盤改良には、硬質地盤対および既設矢板の変位抑制への対応が必要</li> <li>・新設タイ材は既設タイ材と干渉しない位置に設置が必要</li> <li>・改良工事にはパースシフトが必要</li> </ul>						
f) 隣接施設や背後地などの周辺施設の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改良工事(特に前面地盤改良)には隣接岸壁の利用状況(入出港)の確認が必要と想定</li> </ul>						
g) 親水性、文化遺産等への配慮	-						

付表-B. 18(b) 改良設計事例 No.18

事例No. 18	(b)	係留施設		
施設分類		岸壁	施設名	L岸壁 (-12m)
構造形式	(改良前)	矢板式係船岸	構造形式	(改良後) 元
設計年度		平成23年度	性能照査方法	H19性能照査方法
改良目的		性能の変更	改良内容	増深
経過年数		22年	設計供用期間	50年
改良方法の概要	<p>○船舶大型化への対応に関する性能の変更(増深)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既設背後に新設控え工(鋼管杭)の設置、新設タイ材の設置</li> <li>既設前面にCDM工法(150kN/m<sup>2</sup>) (受働土圧増大)、背後に高圧噴射攪拌工法(300kN/m<sup>2</sup>) (主働土圧低減)</li> </ul>			
施設の状況など	<p>・矢板の腐食速度は標準腐食速度程度(経過年数14年時点の腐食量0.15mm)</p>			
その他 (断面決定理由 など)	<p>・改良方法は前面・背面地盤改良+新設控え工案、背面地盤改良+新設控え工案、既設背後に新設矢板および地盤改良+控え工案に対して施工性、経済性から選定</p>			
改良断面図				



---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 944                      January 2017

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは  
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕  
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp