

# 広義の設計論に立脚した今後の港湾整備 ～次世代の技術基準のあり方～ (概要版)

2023年 7月



海洋・港湾構造物設計士会

# 用語

機能：役割

性能：能力あるいはその水準

価値： $\frac{\text{利用者に与える機能}}{\text{費用}}$

空間機能：港湾が有する交通・産業・生活等の諸機能

施設機能：港湾施設が有する水域・外郭・係留・荷捌等の諸機能



## 第1章. 昨今の設計分野を取り巻く状況と問題意識

### (1) 「あてはめ設計」/「狭義の設計」となる所以

- ① 1960年代の高度経済成長時代における大量整備の効率性や専門性の追求が、計画⇒設計⇒施工⇒維持管理における**設計の分業化**を進展させ、「**狭義の設計**」を産んだ。
- ② さらに、自由な設計や技術開発の促進を目指した性能設計体系下において、**照査法の裁量化も進んでいない**。
- ③ **今後の設計分野の担い手**にとって、**やりがいと創造性のある業務環境**となっているか。

### (2) 昨今の設計分野を取り巻く主な課題

- ① 実施組織が細分化され、コミュニケーションの不足や施設の価値に関わる**設計情報の流れが悪い**。
- ② 建設コンサルタントやコントラクターの**設計技術者の育成**には約10年の長時間を要し、また**担い手不足**や入職後に離職することによって**技術が逸散**してしまう。
- ③ 我が国の建設コンサルタントは、「業法」がなく、欧米や医師・弁護士と比較しても**社会的な地位が低く、「請負」と「準委任」契約の区分も曖昧**である。またプロポーザル方式等の契約が少なく、**価格競争が多く最低制限価格制度等が導入されていない場合もあるため、他の業界と比べて低利益**である。さらに若手技術者の離職者が多く、人材不足となり納期の平準化が少ないために**生産性が低下**する負のスパイラルに陥っているため、将来の人材やITに投資できない状況にある。
- ④ 建設コンサルタントは、受注した設計業務において単純ミス、技術力不足、予測不足、発注者との見解相違等によって民法上の「**契約不適合**」が生じた場合には、諸外国とは違って**上限なしの損害賠償**を求められることが多い。
- ⑤ 発注者である**国や地方自治体のインハウスエンジニア**は、政府の定員合理化計画等によって**定員が減少**（国は2001年比約2割減）している。他方、公共事業の説明責任、入札契約制度の改革、事業の選択と集中、さらに近年の災害発生時の機動的な支援活動等の業務の増加によって、これまで実施していた港湾施設の設計や施工管理等を建設コンサルタント等へ外注せざるを得なくなったことから、**技術力・専門性の低下が懸念**されている。
- ⑥ 国や地方の財政事情が厳しい中、**納税者は適正に予算執行が行われているか関心が高い**ことを踏まえ、会計検査は、執行された予算の「**正確性**」「**合規性**」「**経済性・効率性**」の観点からの検査だけでなく、例えば完成した耐震強化岸壁が地震時に有効に機能するよう管理されているか等、「**有効性**」の観点からも**検査が行われている**。
- ⑦ これまで建設コンサルタントが行った**実施設計における施工や仮設計画**において、コントラクターから**施工検討能力不足**の指摘を受けたり、基礎杭などの施工に関するエラーの事例が発生している。
- ⑧ 近年の港湾事業は、早期の効果発現要請や性能設計の導入により、より定量的な評価が求められるようになり、また多発する自然災害の発生で緊急な対応を求められ、**調査・設計に要する検討時間が不足**している。さらに、**既存施設の有効活用**によって現機能の改善・維持するための**技術的に高度化した改良設計**が求められている。
- ⑨ **現在港湾内の4割弱を占めている民間企業が有する技術基準対象施設**は、公共事業と違って、経営に大きく影響する。このため、施設に求める機能はリスクを低減し**利益を最大化する設計体系**が求められる。



## 第2章 今、港湾の整備に求められているもの

昨今の社会の動きや港湾の現状を窺つつ、今、港湾整備に求められているものを国土交通省が示す中長期政策から探る。

- (1) 昨今は、戦後復興からの高度経済成長期の「モノ」重視から、人事や自然の現象で人間の思考や意識の対象となる「モノからコトへ」の重心移動である。このため、今起きている「コト・現象」をデータ解析して「目的・定義」を再設定して、その実現に向けて「解決手段・モノ」を、**分化された組織が「連携・統一」**して考える時代となった。
- (2) 昨今の我が国の港湾整備は、急速なコンテナ船の大型化、船社間のアライアンスの再編、グローバルなサプライチェーンの構築、クルーズ需要の増大、洋上風力発電を含むカーボンニュートラルへの貢献、内航海運の働き方改革、気候変動への適応等、**戦後の「あるべき姿・モノ」から「なすべきコト」へ変貌**しつつある。
- (3) 国土交通省の中・長期政策が示すもの / **需要追従型（受動型政策）から課題解決のためのインフラ価値の創造・提供（能動型政策）へ**
  - ① **港湾の中長期政策「PORT2030」（2018年）**が示す基本理念
    - ・「施設提供型」から「ソリューション提供型」に発展させる、「賢く」使う、**港湾の「進化」へ**
    - ・あらゆるモノ、ヒト、情報、主体、空間をつなぐ「フィジカル&サイバープラットフォーム」によって「**新たな価値を創造**」
  - ② **「ストック効果の最大化に向けて～その具体的戦略の提言～」**（2016年）、及び**「第5次社会資本整備重点計画」（2021年～2025年）**が示す基本理念
    - ・「効果が出る」から「**効果を出す**」へ
    - ・インフラの潜在力を引き出すとともに、**新たな価値を創造する「インフラ経営」**
  - ③ **「第5期国土交通省技術基本計画」（2022年～2026年）**が示すもの
    - ・先端技術を活用した**新たな価値の創出**
    - ・社会や現場のニーズの把握と提供、実用性を考慮した**要求水準の設定、技術基準の策定**
  - ④ **「総力戦で取り組むべき次世代の“地域インフラ群再生戦略マネジメント”～インフラマネジメント第2フェーズへ～」（2022年）**が示す推進イメージ
    - ・複数、多分野の施設を「群」としてまとめて捉え、地域の将来像に基づき**将来的に必要な機能維持すべき機能、新たに加えるべき機能、役割を果たした機能に再整理**し、個別インフラの維持/補修・修繕/更新/集約・再編/新設等を適切に実施

### 第3章 「広義の設計論」に立脚した港湾整備のあり方

コトの「目的・定義」を再設定し、分化した組織が連携・統一して、課題解決のためのインフラ価値を創造・提供する「能動型政策」を行っていくためには、どうするか。

#### 〇モノづくりの原点に戻る

- ・人は「機能」を選択し、「創造・持続」する。
- ・「機能」は、「構造（性能）」を規定する。
- ・ここで「機能」とは、人に対する役割、「構造（性能）」とは、「機能」を実現するための手段、その能力・水準
- ・コップAは、“水が飲める”という「機能」と、“ガラスで出来た高さ、直径、厚さを有する円柱構造「構造（性能）」”で構成されている。
- ・コップAを“高価なシルバー（構造）”できたコップに変えると、大人は喜ぶが、幼児は喜ばない。「機能」の評価は、利用者の欲求によって変わる。
- ・他方、ストローで“確実に”、ガラスをプラスチックに変えて“安全に”、絵を入れて“楽しく”水が飲めるという「機能」を向上したコップBであれば、幼児は喜ぶ。
- ・つまり、「機能」を向上させると、コップの“材質、形”「構造（性能）」が変わる。
- ・既にコップAがあって、生産者が、母親から要求された“幼児が確実に、安心して、喜ぶ”「要求機能」を実現するためにコップBを作って（需要追随）喜ばれる場合と、生産者が、母親に“幼児に確実に、安心して、喜んでもらえる”「提供機能」を創造してコップBを作って（需要創造）喜ばれる場合がある。
- いずれにしても、母親が子供を喜ばすという課題を解決するためには、「機能」を介する。

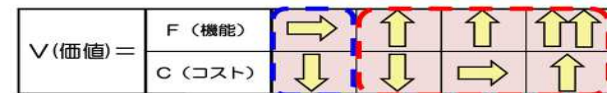


#### 〇モノの価値とその向上方法（Value Engineering :VE思考）は 4つの方法があるが、内3つはF（機能）を向上する方法



$$\text{モノの価値 } V = \frac{\text{モノが有する利用者に対する機能 } F}{\text{Fを実現するために必要な総費用 } C \text{ (初期製作費+維持管理費、もしくは材料費+利益+賃金/生産性)}}$$

#### モノの価値Vを向上させるための4つの方法（VE）



### 第3章 「広義の設計論」に立脚した港湾整備のあり方

#### ○今後の港湾整備への応用

1950年代から我が国の「港湾のあるべき姿」を目指して始まった港湾整備が、21世紀に入って概成化した。今後は、「PORT2030」（2018年）や「第5次社会資本整備重点計画」（2021年）の基本理念等に沿って、我が国の社会・経済の課題を解決し貢献するために、既存の港湾ストックを最大限活用した「港湾の為すべきこと」を示すことになる。このため、「モノづくりの原点」を次世代の港湾整備における「港湾計画」（港湾法第3条の3）、及び「港湾の施設の技術上の基準」（以下、「技術基準」）に応用して、今後の港湾整備を考える。



戦後70年間を経て概成化した我が国の港湾のストック

既存を含む施設の安全・安心、効率性、快適性、品格の向上、新たな空間機能の創出

利用者・所有者に提供する港湾空間・施設の持つ機能F

港湾空間・施設の価値V

Fを実現するために必要な総費用C  
(初期建設費+維持管理費、もしくは資機材費+利益+賃金/生産性)

技術開発

ICTによる生産性向上

港湾空間（施設群）・施設の価値V

$F(\rightarrow) / C(\downarrow) = V(\uparrow)$  は、従来コスト縮減等で行ってきたが、なかでも、 $F(\uparrow\uparrow) / C(\uparrow) = V(\uparrow)$  は、より機能高め、より事業量が増加し、利用者・国民や民間の生産者にとって正のスパイラルが期待できる。



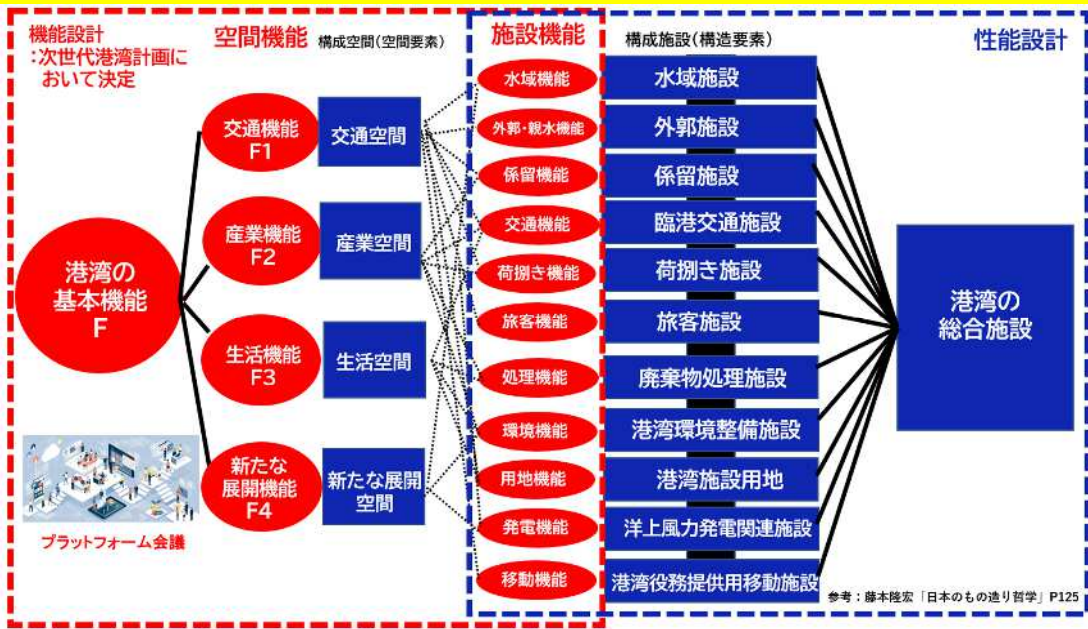
我が国の港湾が有する4つの空間機能

\* 共通欲求とは、マズローの欲求段階説と土木の関係を中村英夫・東京都市大学名誉総長が関係づけたもの

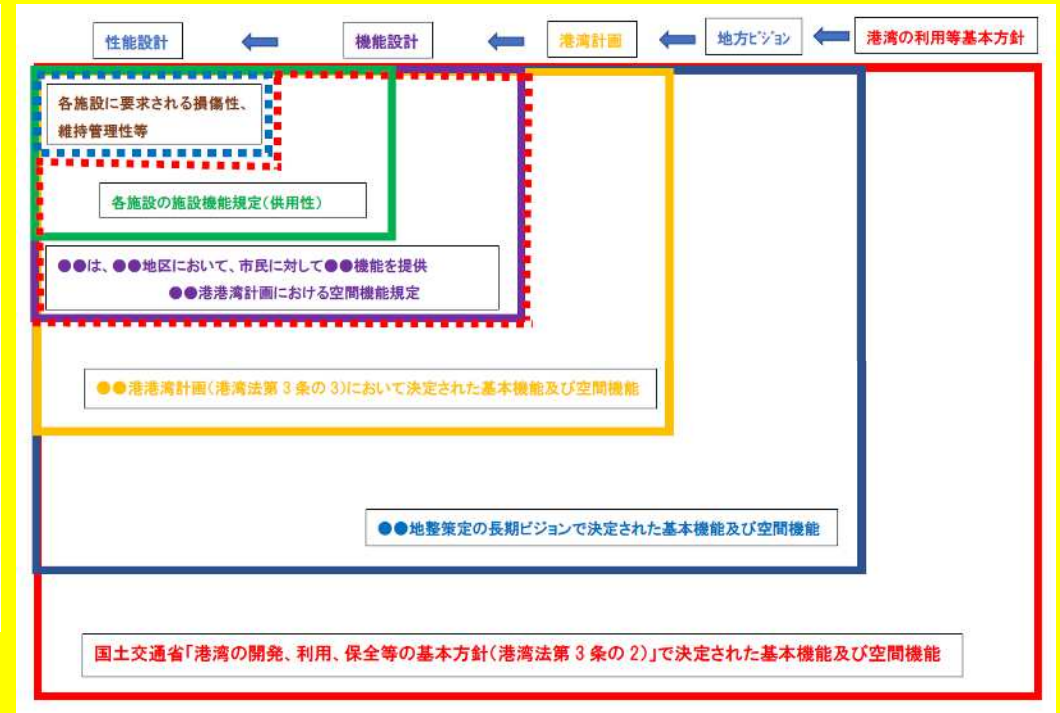
### 第3章 「広義の設計論」に立脚した港湾整備のあり方

#### ○港湾計画への応用

次世代の港湾計画では、上記のVE思考によって、既設を含む港湾インフラの4つの「空間機能」を国民・利用者視点の「安全・安心」、「効率性」、「快適性」、及び「品格性」の観点から、有効に活用・向上し、また新たな価値・機能を創造することによって「港湾の為すべきこと」を決定する。このため、各港湾計画の策定段階においてプラットフォーム会議（利害関係者による会議）を開催し、港湾の利用等の基本方針で決定されている「基本機能」を実現するために、「空間機能」及び「施設機能」を規定する「機能設計」を行う。



我が国の港湾における機能系統図



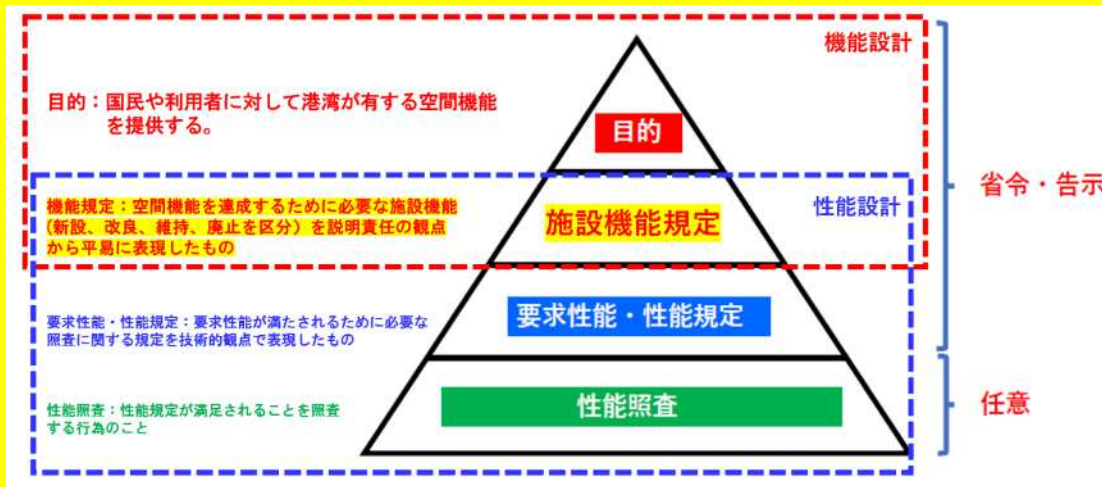
「港湾の利用等の基本方針」から次世代の港湾計画における「機能設計」、次世代の技術基準による「性能設計」への流れ

### 第3章 「広義の設計論」に立脚した港湾整備のあり方

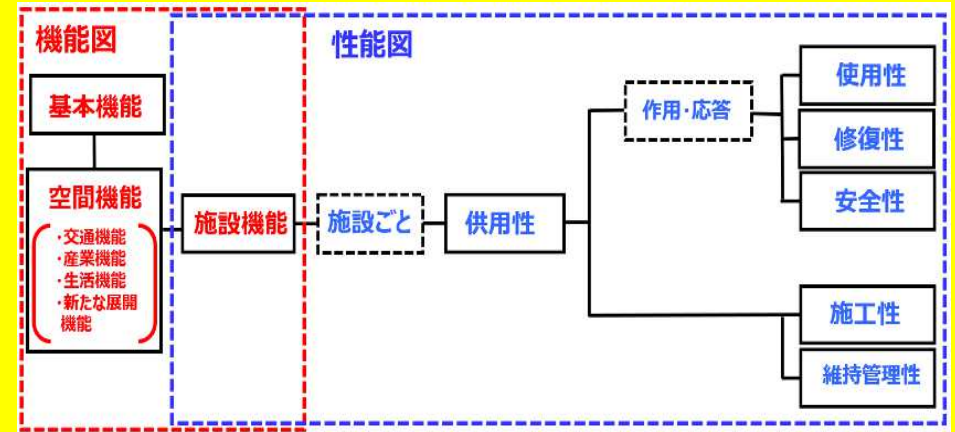


#### ○技術基準への応用

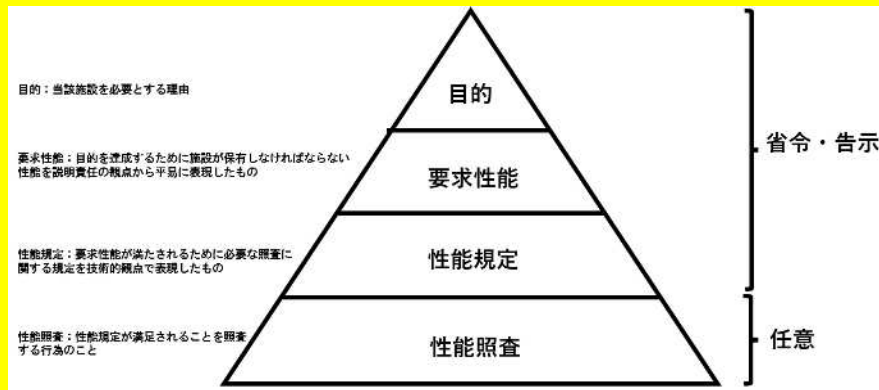
次世代の技術基準は、以下の設計体系、機能図及び性能図に基づき、港湾計画で決定された「空間機能」及び「施設機能」を実現するための施設の「性能設計」を行う。



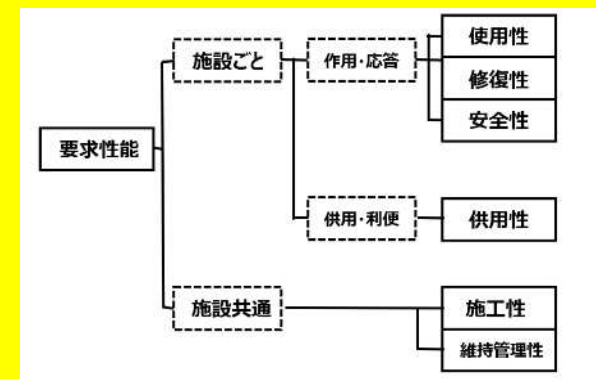
提案する次世代の設計体系



提案する次世代の機能図及び性能図



現行の設計体系



現行の性能図



### 第3章 「広義の設計論」に立脚した港湾整備のあり方



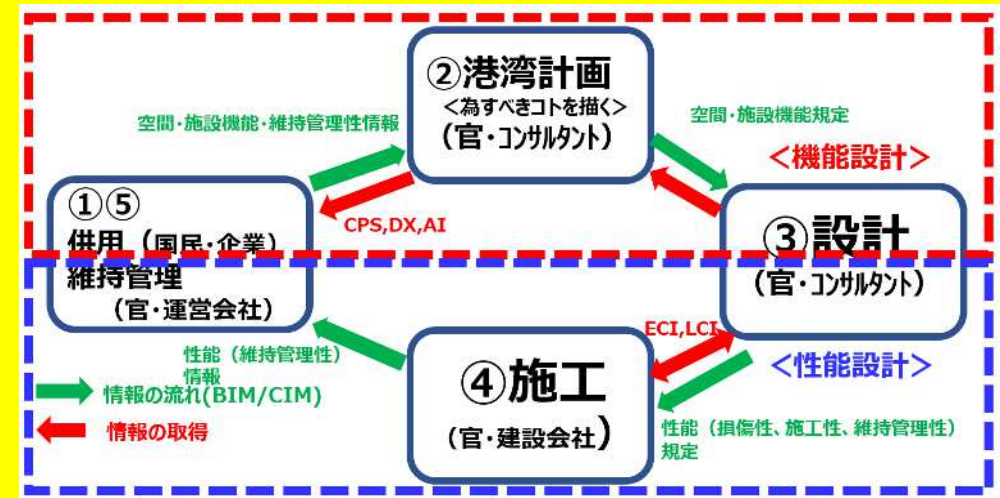
#### ○広義の設計論「機能設計 + 性能設計」を施すための 港湾法改正、「計画基準」及び「技術基準」改定の提案

下表に示すように、今後は「港湾法」、「計画基準」（省令：1974年制定）や「技術基準」（省令：2007年性能設計改訂）について、「なすべきコト」や「機能設計」を導入・改定することを提案する。

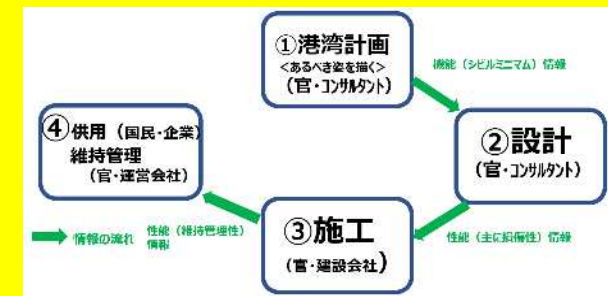
	主な長期政策 港湾の利用等基本方針	港湾計画	技術基準
1974年	全国総合開発計画（1962年） 新全国総合開発計画（1969年）	あるべき姿（規模・配置論） ：貨物量予測による因果論的計画 計画基準（省令）制定	技術基準（省令）制定 仕様設計体系；因果論的設計 ：安全率法、許容応力度法 （作用設計）
1985年	「21世紀への港湾」公表 ：物流、産業、生活空間の総合的な 港湾空間の創造		
2007年			技術基準（省令）改定 性能設計体系；目的論的設計 ：信頼性設計法（部分係数法等）、 応答解析（ミレーション）手法 （応答設計）
2018年	「PORT2030」公表 「港湾の利用等基本方針」改定 （2019年） ：港湾価値の創造・提供		
今後		提言：なすべきコト（価値・機能論） 価値提供による目的論的計画 「港湾法第3条の3」の改正 計画基準（省令）改定	提言：機能・性能設計体系 ：目的論的設計 技術基準（省令）改定 ：信頼性設計法（部分係数法等）、 応答解析（ミレーション）手法 （応答設計）

#### ○今後の官民の設計担当者の役割

今後の港湾整備における建設プロセスにおいて、上流の港湾計画策定段階における「機能設計」、及び下流の施工段階における「性能設計」において、機能・性能に関わる設計情報の引き取りや伝達において、これまで以上に積極的に関与していく必要がある。



今後の港湾整備における建設プロセス



現行の港湾整備における建設プロセス



## 第4章. 当面講ずべき具体的な提案と行動

広義の設計論に立脚した今後の港湾整備を目指すために、当面講ずべき具体的な提案と行動は、以下の通り。

### (1) 港湾計画段階における機能設計

今後の港湾計画は、多機能性を発揮できるプラットフォームとしての役割を活かして、地域の港湾空間・施設の価値を高めるために、単に施設を提供するだけでなく機能を最適化し、より価値の高い計画を立案できるような「機能設計」を取り入れていくことが重要である。

### (2) 民間企業価値の向上を目指した設計

今後の民間企業における港湾整備は、企業自らが利用者であり提供者であるため、利用者ニーズに則した港湾施設の価値・機能を実現できるため、設計及び研究開発組織を有する我が国ののコントラクターの大きな特徴を活かし、従来の「リスク引き受け型」から「価値創造型」へシステム転換を図る必要がある。

### (3) 知のストックと他の分野とのネットワークづくり

今後の設計者は、幅広い知識を有して広い視野で港湾計画の立案、構造物の設計、維持管理をすることが求められるため、完成後の利用状況や施工情報データ等の技術をストックしていくことや建設分野以外の企業（AI、IoT関連、ロボット関連、金融関連等）との連携が不可欠である。

### (4) 技術開発の推進と技術の伝承

これまでの技術開発は、コスト低減、急速施工、施設建設のための技術課題が主要な内容だったが、「機能規定」の概念を取り入れ、施設の機能性を価値工学（VE）によって検討し、その性能の規定化、さらにその性能の照査法に関わる民間公募なども活用した技術開発、さらに技術の伝承も進める必要がある。

### (5) プロジェクトマネージャーの設置 **Totally thinking, locally acting**

今後は、港湾に求められる機能全体を俯瞰して港湾計画を提案・立案する「Totally thinking」が出来、かつその後の設計、施工、供用、維持管理の各プロセスでその機能を実現するために責任感をもって組織を率いて行動できる「Locally acting」ができるプロジェクトマネージャーが必要となる。

### (6) 調査、施工における三者会議の充実

計画・調査・設計の上流からだけでなく、施工・維持管理の下流からも「設計情報」を取りに行くことも必要である。まずは三者会議の確実な実施による各段階の情報の伝達と契約不適合の防止が不可欠であり、また構造物設置の「目的」、「機能」、「要求性能」、「性能照査」に係わる「設計情報」が円滑に流して相互に確認し、必要であれば躊躇なく修正することが必要である。

### (7) BIM/CIM のさらなる活用

BIM/CIMによって、①計算用のモデル化や構造計算などが自動化でき、②施工時に必要な検討がフロントローディングとして実施でき、③災害時での応急復旧時等に早急でかつ有効なシステムとなり、④データの大量蓄積、及びそれらの構造物、状況別などに分類分けしAI等で不安全等との結付を行うナレッジベースを作成することも可能となり、設計者が「機能設計」において、大いなる自由な活躍が期待できる。

### (8) 質の高いインフラシステム輸出に向けて

真の質の高いインフラシステム輸出とは、相手国が求める価値を提供することであり、国内における今後の港湾整備と同様に、官民連携を図って相手国とのコミュニケーションを深めることによって価値 $V = \text{機能}F / \text{総費用}C$ における機能 $F$ の向上や創造を図る必要がある。

## 第5章 事例研究/次世代型港湾計画の事例研究

### 次世代型港湾計画書（提案）

現行の港湾計画書（本文）	次世代型港湾計画書案（本文）
I 港湾計画の方針 ・〇〇港への要請 ・港湾計画の方針	I 港湾計画の方針 ・〇〇港への要請 ・〇〇港が担う基本機能 ・基本機能を構成する空間機能
II 港湾の能力	II 空間機能、施設機能、並びに港湾施設の規模及び配置 ・〇〇港機能系統図 ・空間機能及び施設機能、その機能規定を実現するために必要な施設構成を記述する。
III 港湾施設の規模及び配置 ・公共埠頭計画 ・フェリー埠頭計画 ・旅客船埠頭計画 等	III 港湾の環境の整備及び保全
IV 港湾の環境の整備及び保全	IV 土地造成及び土地利用計画
V 土地造成及び土地利用計画	V 港湾の効率的な運営に関する事項
VI 港湾の効率的な運営に関する事項	VI その他重要事項
VII その他重要事項	

} 可能な限り「II 空間機能、施設機能、並びに港湾施設の規模及び配置」の項目に入れる。

### ～次世代型港湾計画の事例研究を通して見えてきたもの～

- (1) 現行の港湾計画では、本文の「港湾計画の方針」において港全体が果たすべき役割や機能についての記述はあるが、数値目標がない定性的な表現に留まっている。「港湾施設の規模及び配置」では、施設計画に至った過程の詳細が明示されていない。このため、次世代型港湾計画では、その過程を「機能系統図」に表し、港全体の基本機能を設定し、空間機能を実現する施設機能を有する施設計画まで落とし込んでいく。
- (2) これらの機能の数値目標を示す機能規定値は、求める機能のレベルを示すとともに施設の性能設計に直結する重要な意味を持っている。したがって、機能設計を行なうにあたっては、既存の施設が有している機能や性能を十分に調査し、評価するとともに、港湾の背後圏の将来の社会経済情勢を分析して、将来の港湾に求める基本機能を定め、空間機能、施設機能の内容を具体的に示すことが重要である。
- (3) 現行の港湾計画書の本文は、施設整備を伴うものだけが記述されている。次世代型港湾計画では、各空間機能を実現するための施設群を記述するために、既存の施設を含めた施設機能を有する施設ごとに「新設」「改良」「維持」「廃止」といった区分を記述する。
- (4) 今回の事例研究においては、港湾計画に機能設計を取り入れることを中心に検討したため、施設が有する機能は、一つだけに絞ったシンプルな機能系統図としたが、複数の機能を有した施設をどのように整理するのか、また「交通機能」「産業機能」といった機能を定義することも含め今後の課題としたい。
- (5) **基本機能、並びに基本機能を達成するための空間機能を規定化し、計画決定することによって、港湾計画の目的及び説明責任がより明確化され、利用する市民や企業、国、港湾管理者、さらに事業を受託する建設コンサルタントやコントラクターが、目標年次に向けて基本機能、空間機能、及び施設機能を実現するための実行計画として共有できる。**