



特集

今後の技術基準改訂に
に向けた方向性
～新たな行政ニーズと
技術基準～



広義の設計のあり方を考える ／VEの性能設計体系への連動

八尋 明彦

海洋・港湾構造物設計士会 副会長／日本工営（株） 技師長・理事

1. 現行の性能設計体系への問題意識

筆者が性能設計体系に初めて関わったのは、(一財) 沿岸技術研究センター（以下、沿岸センター）に在籍中の2009年に現在の「海洋・港湾構造物設計士（以下、設計士）」資格制度の創設に携わった時であった。2007年に「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（以下、港湾の技術基準）が性能設計体系へ移行した2年後である。筆者は、水産庁漁港部建設課設計係長、運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所設計室長、同第二港湾建設局横浜調査設計事務所次長、関西国際空港（株）工務一部設計課長など8年近く設計分野を勤務した経験がある。それまでの仕様設計体系に慣れ親しんだ者としては、“性能設計体系とは？”の出発であったが、以下¹⁾のように理解して取り組んだ。

- ①性能設計体系の下では、設計結果が要求性能を満足しさえすれば、仕様は原則として自由である。
- ②港湾の施設が本来備えなければならない「性能」によって基準を定めることによって技術開発の促進、生産性の向上及び国際的な建設市場の獲得における優位性の確保などのメリットがある。
- ③その反面、設計結果が要求性能に適合していることを照査/認証する手続きが必要となる。

当時、港湾の技術基準の大改革であった性能設計体系という概念に戸惑いと大いなる期待を寄せ、さらにその体系を担ってもら技術者の確保・育成を願いながら2010年に沿岸センター認定資格として設計士を創設した。現在10年の月日が経ち、2016年には国土交通省の登録資格ともなり、コンサルタントや施工会社等所属の有資格者147名で、うち130名が2012年に創設された有志による海洋・港湾構造物設計士会（会長：山本修司、以下、「設計士会」）会員である。

しかしながら、設計士会において会員の自己研鑽や技術レベルの向上に関わる活動のかたわら、以下のような問題意識が生じるようになった。

- ・上記①に対して「仕様」が港湾管理者や民間企業の裁量に委ねられたが、その裁量性が発揮できているか。
 - ・上記②に対して新技術の導入、労働生産性の向上が進展しているのか、さらに途上国へのインフラ輸出面で優位性があるか。
- 他方、2009年から東京理科大学理工学部で「港湾工学」講座の講師をしているが、性能設計に関わる講義時にも、同様な問題意識が生じ、学生から上記の質問が来たらどのように答えようかと思っているが、幸いに今のところない。本論において、何故、このような状況なのか。現行の性能設計体系を改めて考えてみたい。

2. 今、港湾の施設に求められているもの

2-1 現代人がモノに求めているものは

現代人は、モノではなく、そのモノから生み出されるより洗練された価値を求めようになっている。良い例が2007年に米アップル社が開発した「スマートフォン」である。かつての携帯電話（通称「ガラケー」）より高価であるが、日夜手元に置いて必需品として使用している。これは、従来の携帯電話に比べて、使いやすさ、見た目の良さ、アプリなどの多機能さによる“商品価値”が格段に向上しているからだ。従って、今生じている企業のIT（情報技術）投資やAIなどによるイノベーションは、商品やサービスの付加価値や新たな社会的な価値を生み出すことを目指している。このような時代のなかで、2018年に公表された港湾の中長期政策「PORT2030」においても、以下の基本的理念²⁾に基づき、港湾が果たすべき役割、及び中長期政策の方向性の実現を図るために必要となる港湾の施設の社会価値の向上及び創造が示されている。

- ①「施設の提供型」から「ソリューション提供型」：単なる施設の提供から港湾での先導的な取り組みによる社会価値の提供
- ②「賢く」使う：既存インフラの社会価値の最大化
- ③港湾の「進化」：「Connected Port」による新たな付加価値の創出

2-2 我が国の港湾の価値とは

1950年に港湾法が制定され70年が過ぎようとしている。この間、戦後復興から始まって1960年代の全国総合開発計画に基づく拠点開発による港湾を核とした臨海工業地帯が全国各地で整備され、今や工業出荷額の4割を産出し、また貿易立国としてコンテナターミナルやバルクターミナル等の整備が進み、今や貿易量の99.6%が海上輸送されている。他方「環境と開発の両立」の概念の下で沿岸環境の保全・改善・創出が進められ、また1985年の長期港湾政策「21世紀への港湾」に基づいて全国各地に賑わい空間づくりが進められ、近年のクルーズ船バース、洋上風力発電の導入など、さらには、近年の気候変動や海溝型地震・津波の発生に備えて人口の5割が居住する港湾背後都市の防護機能が強化されようとしている。このように、我が国の港湾は、欧米諸国とは違って³⁾、図1に示すように多機能を備えた空間を有し、地域や国家経済、日常生活や沿岸防災に対して多大なる貢献と効果を及ぼしている。累積30兆円(1955年から2007年)に及ぶ港湾ストックは、今や地域と国家の社会価値となった。「PORT2030」の基本理念は、今後利用者や地域社会の要求に応じて、この価値をさらに高めたり、新たな価値を提供しようとするものである。

港湾空間：4つの機能と4つのKey

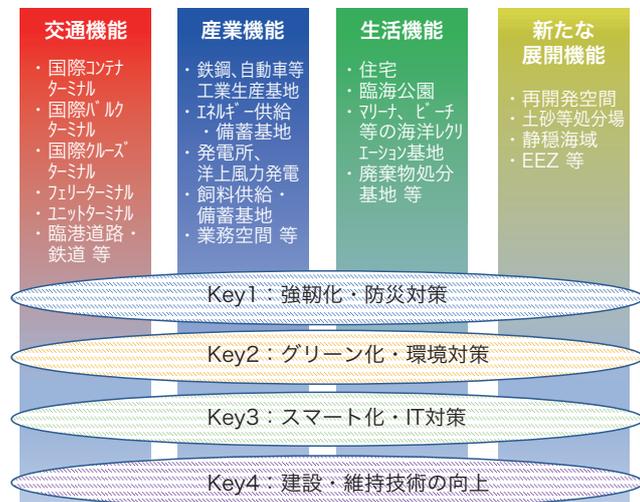


図1 我が国の港湾空間の4つの機能
資料：東京理科大学「港湾工学」テキスト

3. 現行の性能設計体系の現状

2018年改訂の性能設計体系⁴⁾は、2007年の港湾の技術基準が踏襲されて以下のようにになっている。この体系下において、「PORT2030」において示された基本理念に沿って求められる港湾の施設の設計を行うとすると、どのように検討したら良いであろうか。

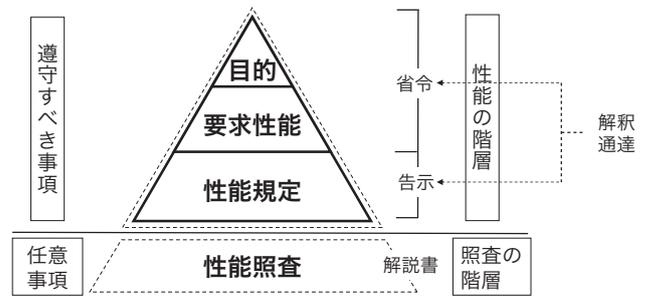


図2 性能設計体系の枠組み(港湾の技術基準(共通編)P13)

図2において、目的とは「当該施設を必要とする理由」、要求性能とは「目的を達成するために施設が保有しなければならない性能を、説明責任の観点から平易に表現したもの」、性能規定とは「要求性能が満たされるために必要な照査に関する規定を技術的観点で表現したもの」、性能照査とは「性能規定が満足されることを照査する行為のこと」と定義されている。このなかで、「要求性能」と「性能規定」の違いが設計者にとって判り辛い。「性能」とは、言葉の定義上、物事を成し遂げることのできる数値化された能力のことである。しかしながら、性能設計体系の枠組みでは、「要求性能」は「性能規定」の上位にあり、「PORT2030」で示された港湾の施設の価値を向上させたり、新たな価値を創造する重要な概念ではないか。

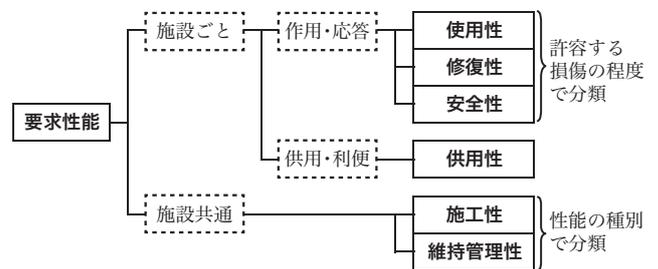


図3 要求性能の分類(港湾の技術基準(共通編)P20)

図3に示す要求性能のうち、施設の供用及び利便性の観点から施設が保有すべき性能としての「供用性」や、また施設の劣化損傷に対して補修・補強等を施すことにより、必要な所要の性能を継続的に確保することができる性能である「維持管理性」は、施設の価値向上の観点から重要である。さらに、これらの性能を照査するためには、裁量性が認められている様々な照査法が必要となり技術開発が促進されるはずである。他方、港湾の技術基準が性能設計体系化へ移行したきっかけが、阪神淡路大震災後のレベル2地震動に対する対応にあるためであろうか、図3の要求性能の構成上も使用性、修復性等の「損傷性」が最初に位置している。さらに、本来利用者が求める港湾の施設の機能である「供用性」や「維持管理性」が次に位置付けられ、「供用性」には何も分類がない。さらに、「維持管理性」が施設共通となっ



ているが、利用目的や頻度等によって施設ごとに異なるのではない。筆者が沿岸センターや現在の日本工営勤務において受託した設計業務の大半の流れは、要求性能に関する議論はほとんどなく（既に事前に議論されていれば別だが）、いきなり性能規定である施設の構造的な諸元（延長、幅、水深、天端高さ、築造限界等）、修復性等の損傷度合いの設定からスタートして、さらなる利便性の向上のための供用性や維持管理性はほとんど議論されない。

4. 「広義の設計」という言葉との出会い

2018年5月に港湾の技術基準が改訂されてから2年が経過した。設計士会では、次期改訂も視野に入れた港湾の技術基準に関して、同年12月に国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人海上・港湾・航空研究所港湾空港技術研究所、及び沿岸センターと4者の「研究連携・協力協定」を結び、その折に記念講演会を開催した。「設計士に期待すること」⁵⁾と題して、日下部治東京工業大学名誉教授・設計士会顧問に基調講演を行ってもらった。その締めくくりのメッセージが「狭義の設計から広義の設計へ」、「部分から全体へ」であった。昨今の“あてはめ計算”や“技術の細分化”を鋭く捉えられ、これからの設計士が、目指す方向性を示唆して頂いた。この時、このメッセージには、これまで現行の性能設計体系に対して抱いていた問題意識に伝えてくれる答えが込められているのではないかと考えた。しかしながら俄かに答えが見いだせないため、設計士会としては、4者協定に基づいて、その後4回にわたる研修会を開催した。第2回目はトヨタ自動車ご出身（現在設計士会顧問）の吉村達彦氏に「問題発見と未然防止/製造業（自動車産業）の視点から」⁶⁾と題して、第3回目は東京大学大学院経済学研究科の藤本隆宏教授に「設計論に立脚した広義のものづくり経営学」⁷⁾と題して、第4回目は京都大学の高山知司名誉教授に「沿岸防災設計とくに高潮・高波について」⁸⁾と題して講演して頂いた。講演を通じて“利用者視点の設計”の重要性を学んだ。さらに日下部顧問をコーディネーターとして、各回ごとに「性能設計のあり方」、「設計から施工へ」、「土質調査から見た設計」、「波浪調査から見た設計」と題してパネルディスカッションも行った。“設計情報に関わる上・下流側とのインターフェイス問題”を学んだ。その後、「広義の設計のあり方」を中間的にとりまとめるために、日下部顧問を座長とする座談会を2回開催した。

5. 現行の性能設計体系への提案

5-1 「広義の設計」とは

これまでの研修会や座談会を経て、今回「広義の設計」とは、

「港湾管理者もしくは国（以下、港湾管理者等）が港湾の施設を利用者や地域社会（以下、利用者等）に提供するにあたって、価値が最も高くなるように、利用者等の要求を機能本位で捉えて、その機能を最小の総費用（ライフサイクルコスト）で達成する手段を考えて実践していく体系的・組織的な活動」と定義してみた。この定義は、1954年に米国海軍造船局が設計段階で導入し、1988年には米国大統領府・行政管理予算庁が通達により連邦政府機関に適用を義務づけられた「価値工学（Value Engineering、以下、VE）」⁹⁾の定義そのものである。2018年12月の日下部顧問の講演以来、この定義をずっと考えてきたが、VEの基本思考である「①常に利用者の立場に立って考える。②果たすべき機能を追求し、機能本位に考える。③アイデアや工夫により、より良い方法を考え改善する。④メンバーの知識と技術を結集し、チーム活動で改善を行う。⑤機能とコストを徹底的に追求し価値向上を図る。」は、吉村顧問⁶⁾や藤本教授⁷⁾が講演された内容とも符号し、さらに「PORT2030」の基本理念に沿ったものであると確信した。

定義にある「体系的・組織的な活動」の主体は、港湾管理者等に所属する計画、調査・開発、設計、施工、運用・維持管理分野の担当者である。それを支援するのは、コンサルタント、施工会社、運用会社である。ここで「利用者」とは、港湾の経済効果分析¹⁰⁾で分類される産業として、港湾関連産業である船舶運航業、通船業、観光船業、水先案内業、綱取業、引船業、港湾運送業、倉庫業、荷役業等であり、また港湾依存産業である自動車、製鉄業、製造業、水産業、電気業、ガス業、港湾サービス業等である。「地域社会」とは、港湾所在の地方自治体である。「広義の設計」、つまりVEを実践することによって、以下に示すように「機能の向上・創出」によって利用者等に、併せて「総費用の低下」によって港湾管理者等に、伴にメリットが生まれる。

5-2 価値を高めるための思考法VE

以下、VE手法に沿って港湾の施設の設計を考えてみたい。まずはVEにおける価値は、次の式で定義される。

価値（V：Value）＝機能（F：Function）/総費用（C：Cost）

(1) 機能とは

「機能」とは、港湾の施設やサービスの働き、効用、効果を言い、性能、信頼性、操作性、保守性、安全性、景観などである。VEにおいて「機能」を考える場合は、まずは利用者等にとって聞き込みをする必要がある。近年の海岸整備においては、住民との対話によるワークショップ型の設計が取り組まれているが、これまで余り取り組んでこなかった作業である。また現行の港湾施設やサービスをベースに利用者等が必要とする機能

は残し、逆に利用者等が必要としていない機能（過剰機能）を避け、現行の施設では盛り込まれていないが利用者等が求めている機能（不足機能）を加えて、洗練させていくことが重要である。

(2) 総費用（ライフサイクルコスト）とは

「総費用（ライフサイクルコスト）」とは、港湾の施設やサービスのライフサイクルのすべてにわたって発生する以下のコストをいう。

① 港湾管理者等におけるコスト

対象の港湾の施設やサービスを開発・整備し、利用者等に提供して廃止されるまでに発生する次のコストの総額である。

- ・構想／企画／研究開発／設計にかかわるコスト
- ・部材／資材／外注調達コスト
- ・工事／設置
- ・環境対策、維持管理に関するコスト
- ・廃止や廃棄物処分に伴うコスト

② 利用者等におけるコスト

- ・使用コスト（ランニングコスト）：運用コスト（オペレーターの人件費や教育費、エネルギー費、消耗品費など）、保全コスト（点検・保全要員の人件費や修理に要するコスト、予備設備費など）、故障や運転停止に伴う被害コストなど

(3) 価値とは

「価値」は「使用価値」で、“利用者等が期待する港湾の施設やサービスの機能を達成するための手段の適合性・有効性”を言い、「手段」をこの機能を達成するための“総費用（ライフサイクルコスト）”として、“価値＝機能／総費用”で捉える。

(4) 使用価値を高めるためには¹¹⁾

次の4つのケースが考えられる。この検討においては、港湾の施設の計画、調査・開発、設計、施工、維持管理・運用分野のメンバーが一堂に会し、メンバーの知識と技術を結集し、チーム活動で改善を行うことが必要である。藤本教授が、講演で言われた「円卓会議」である。

① 機能維持と総費用低減による価値向上：Fは維持してCを低減する。

$$V(\uparrow) = F(\rightarrow) / C(\downarrow)$$

従来と同じ機能のものをより安いコストで提供する。例えば、近年のICT施工によるコスト低減がある。

② 機能向上と総費用低減による価値向上：Fを向上させてCは低減する。

$$V(\uparrow) = F(\uparrow) / C(\downarrow)$$

より優れた機能をもつものをより安いコストで提供する。例えば、維持管理のコストダウンによってCを低減できれば、Fを向上させてもVを上げることができる。LCCの観点からの最低水

準問題が解決するのではないか。また、途上国へのインフラ輸出において、我が国のより優れた機能を有するインフラを現地調達の人材、資材、機材を使ってコストダウンを図って整備すれば、相手国に価値の高いインフラを提供できるのではないか。

③ 機能向上による価値向上：Fを向上させてCは維持する。

$$V(\uparrow) = F(\uparrow) / C(\rightarrow)$$

従来と同じコストでより機能の高いものを提供する。

④ 総費用の増加以上の機能向上：Cは少し上がるが、Fをそれ以上に向上させる。

$$V(\uparrow) = F(\uparrow\uparrow) / C(\uparrow)$$

コストは上がるが、いっそう優れた機能をもつものを提供する。代表は、「スマートフォン」である。これまでの防波機能に親水機能や生物共存型機能を付加した防波堤や防波護岸の整備もある。また途上国へのインフラ輸出においても、より機能の高いインフラを国内で開発すれば、多少のコストアップでも相手国に価値の高いインフラを提供できることになるのではないか。

なお、上記の式からは「Fを低下させるが、それ以上にCを低減する」という価値向上のパターンも導き出せるが、機能の引き下げは別の港湾施設やサービスの開発と扱い、VEの範囲外である。

5-3 VEの性能設計体系への連動

上記の思考法VEにおいて使用価値を上げる4つの方法のうち、利用者等からの要求である「機能」を向上させる方法が最も多く3つある。従って、「機能」を向上させる手段を検討することが重要であることが明らかである。例えばVEにおいては、この機能を明確化するために「～を～する。」のように名詞＋動詞の形に定義する。例えば、扇風機の機能向上を図る場合には、①顧客が要求する働きとしての最上位機能：涼しさを提供する。（扇風機の目的）②それを達成する基本機能：風を作る。③基本機能を構成する補助機能：風の向きを変えられる。風量を増やすことができる。外観を美しくする。このようにVEは、機能本位で利用者等が求めている機能を追求していく技法である。従って、VEを港湾の技術基準における性能設計体系に連動させて、図4に示す枠組みとしてはどうであろうか。つまり、目的の直下位に「要求機能」を追加し、それを満たす「要求性能・性能規定」を下位に位置付ける。つまりVEによって検討された使用価値を向上させる「要求機能」を性能設計体系の枠組みに位置づけ、それに応じた要求性能を規定し、さらに、それを照査するための照査法と連動させる。そのことによって、技術開発や新技術の導入による照査法が検討されることになる。言い換えれば、利用者等を優先して施設を考えていくのであれば、利用者等は施設自体ではなく、その機能を求めているので、機能本位に考えるのは当然であ



る。このためにも、機能は上位概念として位置付けられる必要がある。この機能を確保するための技術開発であり新技術の導入であれば、技術者のやりがいにも繋がるのではないだろうか。

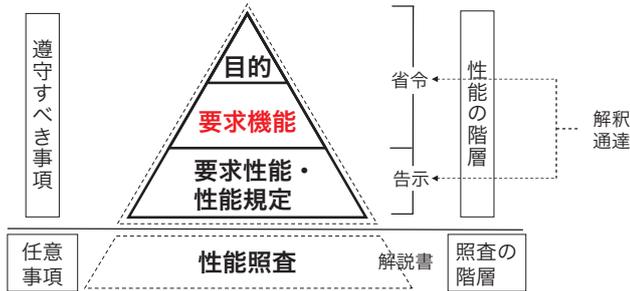


図4 新たな性能設計体系の枠組み

なお、要求機能については、「PORT2030」政策を踏まえて、既に2019年（2020年変更）に改訂された「港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針」¹²⁾において、以下のような港湾の戦略的に果たすべき機能に関する事項が決定されている。

- 1) 我が国の産業と国民生活を支える海上輸送網の構築と物流空間の形成
 - ①グローバルバリューチェーンを支える国際海上輸送網の構築と物流機能の強化
 - ②資源・エネルギー・食糧の安定確保を支える国際海上輸送網の構築
 - ③将来にわたり国内物流を安定的に支える国内複合一貫輸送網の構築
 - ④我が国及び地域の基幹産業・地場産業を支える物流機能の強化と港湾空間の形成
- 2) 観光立国と社会の持続的発展を支える港湾機能の強化と港湾空間の利活用
 - ①観光を我が国の経済成長につなげるクルーズの振興
 - ②観光振興及び賑わい創出に資する港湾空間の利活用
 - ③海洋再生可能エネルギーの利用及び低炭素化に資する港湾空間の利活用の推進
- 3) 国民の安全・安心を支える港湾機能・海上輸送機能の確保
 - ①災害から国民の生命・財産を守り、社会経済活動を維持する港湾・輸送体系の構築
 - ②船舶航行及び港湾活動の安全性の確保

例えば、係留施設については「船舶を係留する」、「人を乗降させる」、「貨物を荷役する」の基本機能から、図5に示すように、新たな機能を付加することも考えられ、さらなる価値の向上を図ることができる。また、現在国土交通省港湾局¹³⁾で検討されている入船形式の船舶の安全・迅速な離岸・避泊方法や、沖合

避難が間に合わない場合、耐震強化岸壁等への安全な船舶停泊方法など船舶側の視点からの検討が進められているが、如何に船舶側から要求される新たな機能を従来型の岸壁に付加できるかが論点となるであろう。さらに、先頃、同省海事局¹⁴⁾が“内航船員の働き方改革”のために調べた労働実態によれば、陸上労働者と比べて労働時間が長い傾向にあり、また、長期連続乗船といった厳しい就労環境下に置かれている。特に、荷役時間と労働時間の長さには相関関係がみられ、さらに、荷役の頻度が高い場合や、1回あたりの荷役時間が長い場合、労働時間が長時間に及び事例がみられる。このような内航船員の立場に立った岸壁や背後ヤード、荷役システム等への自動化などの新たな機能の付加は考えられないであろうか。いずれにしても、このような視点で港湾の施設の設計を考えてきたことは少なかった。

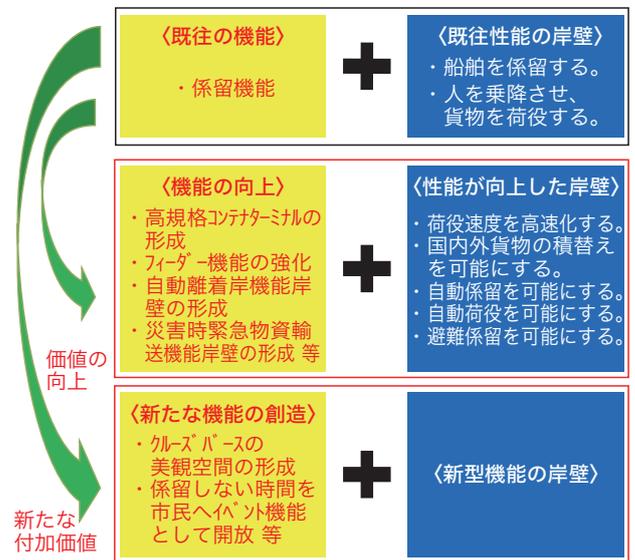


図5 港湾の戦略的に果たすべき機能を有する係留施設の開発(例)

5-4 VE検討の時期は

次に、VEによる使用価値を向上させる検討は、いつの段階で行った方がよいであろうか。企業の製品自体の高付加価値化は、これまでの加工・組立時だけでなく、その上流側である製品企画・設計の段階において市場ニーズや新しい技術領域の取り込み、設計やデザインの工夫による機能の高度化、どのような形状にすると作り易く、メンテナンスしやすいかなどを製品のライフサイクル全般にわたって最適化することによって生み出されると言われている。また図6は、仕様変更の自由度と品質・コストの確度¹⁵⁾を示したものである。開発が進むに従って製造設備などが確定していくため、仕様変更の自由度は低下し、設計が完了した後の仕様変更の余地は極めて限定的なものとなる。その結果、仕様変更の自由度が高い設計段階で、製品の品質とコストの8割程度が決まると言われている。

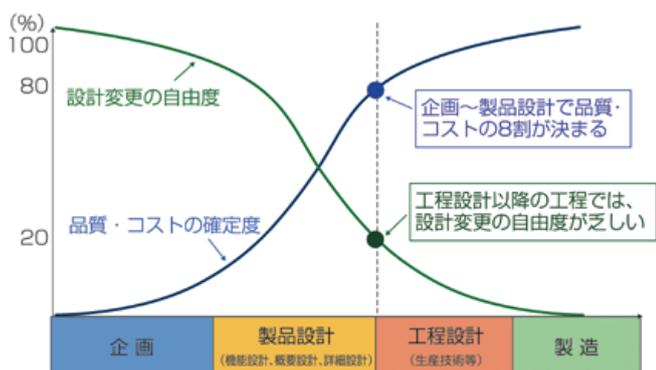


図6 仕様変更の自由度と品質・コストの確定度
資料：経済産業省作成 2020年版「ものづくり白書」

従って、できるだけ上流である港湾計画段階が良いが、例えば表1に示すように、新規事業採択時の事業評価段階において、港湾管理者等の計画、調査・開発、設計、施工、運用・維持管理担当者が一堂に会し、各メンバーの知識と技術を結集したチーム活動として、利用者等の使用価値の向上を目指すために、以下の過程¹⁰⁾の中で要求機能とライフサイクルコストを徹底的に追求しては如何であろうか。この検討においては、沿岸センター等の財団法人の役割が大きいのと思われる。

- ①利用者・地域社会の要求機能を把握、②要求機能の明確化、③要求機能の具体化（自然条件調査や技術開発計画の策定、概略設計の実施等）

6. 今後への願いと期待

以上、本論において、利用者等の視点重視の設計、つまり「PORT2030」で示された港湾の施設の付加価値を高め・提供するために、現行の性能設計体系に対して「要求機能」の概念を導入すること、またその「要求機能」を事業評価時等の上流段階においてVEによって検討することを提案した。

山本会長¹⁾によれば、性能設計体系の採用は①技術知識の希薄な一般市民と技術者とのコミュニケーションを増進しやすくする。②設計の自由度を増し、生産性を向上し、新技術等の導入のリードタイムを短縮する。③ISOに代表される国際規格との対応を可能にする。というメリットがあるされている。

昨年11月に設計士会は、国土交通省港湾局長宛にも上記の提案を行った。この際に現行の政令や告示の変更にも繋がるので、そこまでしなくても、その気になれば新たな港湾の施設の開発はできるのではないかと意見があった。これは、①で言われるように国内において公共事業を推進する上で重要であり、また③で言われているように途上国へのインフラ輸出のためにも重要である。特に港湾の技術基準の制定・解釈権を持つ国以外の港湾管理者や民間技術者には、重要な説明ツールである。

一方、上記②については、本論で再三述べたとおり現実にはメリットが発揮できていない。それは何故であろうか。現行の性能設計体系では、「要求性能」の定義通り「性能」、つまり生産者の立場で「数値化された能力」の観点から港湾の施設を捉えているからではないだろうか。今回の利用者等の視点重視の設計からすると、なかなか認識辛い用語でないだろうか。利用者等が求めるのは港湾の施設自体でなく、港湾の施設がもたらす「機能」であるからだ。さらに性能設計体系は一般市民への説明ツールであって、思考法を示したものではないのではないか。このため利用者等重視の設計という観点から、今回「要求機能」を性能設計体系に位置付け、それに至るまでの思考法を「価値＝機能/総費用」を追求するVEと連動させたのである。「機能」に目を向け、さらにその「機能」を満足するための解決策を、できれば設計士も一緒になって検討し、その解決策を実現するための様々な照査法も考えていきたいという願いを込めていると理解して頂ければと思う。利用者等重視の設計は、施設が出来れば直ぐにその効果が発現され、利用者等に喜ばれるものになり、技術者のやりがい、もっと言えば担い手の確保や育成にも大きな効果が期待できるのではないと思う。

上述したように、今回の提案は、国土交通省に向けている。つまり港湾の技術基準にない新たな機能の付加や創出、それに関わる性能の規定は、基準の制定・解釈権を持つ国が先導して頂く必要があるからだ。港湾管理者もそれを支援する民間企業も、法律上主導できない。筆者は、運輸省神戸調査設計事務所勤務時に和歌山マリーナシティにおいて我が国初めての親水性防波堤や護岸の設計¹⁶⁾に携わった。当時の設計担当者には、「市

表1 VE検討の時期(例)

	港湾計画段階	事業評価段階 ・利用者等の要求機能把握 ・要求機能の明確化・具体化 ・要求機能及び建設費等の費用対効果分析による概略設計 ・自然条件(土質、波浪等)調査計画、健全度調査計画 ・技術開発計画 等	調査・開発段階 ・自然条件(土質、波浪等)調査実施 ・健全度調査実施 ・技術開発 ・現地、室内実験 等	基本設計段階 ・要求機能実現のための最適案選定 ・性能規定 ・概略建設費 等	詳細設計段階 ・発注図面、数量 ・施工計画 ・予定価格算定 等	施工段階 ・施工設計 ・資材調達 ・施工 等	運用・維持管理段階 ・利用実態調査 ・維持管理 等
発注者：港湾管理者及び国	計画担当者 +運用会社G(支援)	計画、調査・開発、設計、施工、運用・維持管理担当者による合同会議+A(支援)	調査・開発担当者 +B(支援)	設計支援担当者 +B(支援)+C(支援)	設計担当者 +D(支援)	施工担当者 +E(支援)	運用・維持管理担当者+F(支援)
受注者	計画系コンサルタントA	財団法人+設計系コンサルタントB	調査・開発系コンサルタントC	設計系コンサルタントD	設計系コンサルタントE	施工会社F	運用会社G
所要時間	2~3年	1年	1~2年	1年	1年	3~5年	30~50年



民が防波堤を訪れて散策しながら、安全に快適に防波堤から前面の海や背後の港内の風景が眺められ、また市民が見て、親しみの持てる形状やデザインである防波堤を作るという命題だけが与えられた。今考えてみると、これが「要求機能」であった。従来の防波堤設計を行い、さらに、当時土木では珍しいCGによる形状設計と視点場設計を大阪大学工学部建築学科の笹田剛史研究室と共同研究で行い、委員会によって避難施設、救護施設、荒天時入口封鎖などの安全対策の検討を行った。これが「照査法」である。当時は港湾の技術基準がなく大変な取り組みであったが、それでも技術者としては楽しくやりがいのある時間であった。ちなみに、当時のVE作業は設計会議の場であった。その後、高松港サンポート地区や下関港唐戸・あるかぼーと地区、さらに青森港、網走港などに全国的に展開し、現在では「港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示」における防波堤と護岸に「不特定かつ多数の者の利用に供する性能規定」として明記されている。

さらに、今回の提案は、同時に我々設計士にとっても、大きな意識改革を伴う。つまり、現在の設計士は、ほとんどが民間企業に属し受注者の立場である。設計士が、日下部顧問が示唆された「広義の設計」に自発的に取り組む姿勢は、目指すべき方向であるが、法律の壁が立ちほだかるのである。つまり、体系上目的から要求性能、性能規定まで法律事項であり、港湾管理者も民間企業も決して勝手に変えることができない領域である。港湾の施設は公共物であり、税金を投じて作られているため、法律の下に整備されるのは当然である。しかしながら、今後利用者等重視の設計が広がっていけば、設計環境¹⁷⁾は、これまでの“原因対応による作用設計”から、“結果追求による応答設計”に変わり、これまでより複雑で手間がかかり、さらに民間企業の出番が増えてくるのではないかと。今まで以上に民間企業は利用者等が求める機能を如何に性能に繋げていくかを発注者と一緒になって考えていく必要がある。さらに、そのことによって民間企業にも開放された照査法の提案が多く求められるようになるだろう。例えば菅首相は、今後の災害対策に対して、まずは自助、次に共助、最後に公助の順位であることを強調される。理にかなっていると思うが、併せて自助、共助が許容する値の設定とその値に抑える公助が必要となる。つまり、市民や企業に受け入れられる許容値(脅威と利用)を対話によって導き出し、その値を満足するように公助による利用、防護や避難・救護施設の照査法の提案が求められるのである。確かに、このことによって“正しく怖れる”という自助や共助精神が醸成され、過度な施設整備が不要となり海との共生を図った持続的な防護システムとなるだろう。今後は、民間企業や設計士に対しても、利

用者等の立場に立った、きめ細かな対応と適切な技術が求められることになるだろう。その覚悟と決意、さらなる挑戦が必要だ。

最後に、今回の提案の一つである「VE」の思考法は、利用者重視やチームで取り組む等、日本古来の“技術マインド”であるような気がする。藤本教授が言われる、日本企業が得意とする「擦り合わせ手法」である。また、2018年10月に広島で開催した設計士会第7回研修会において、三浦正幸広島大学名誉教授に講演した頂いた「世界遺産・海洋構造物“厳島神社”の工夫と維持管理に学ぶ¹⁸⁾」で示された、建造後850年余りを経ても、これまでに本社、拝殿、祓殿などの建物は、高潮・高波、地震などで壊れたことがなく、またその景観美や構造上の維持管理が尽くされている設計法は、まさにこの思考法によるものではないかと改めて思った。一方、欧米人は、自分たちにはない真逆な思考法、例えばISOなどを標準化することを得意とする。「VE」もこれだとすれば、現代の日本人技術者にとっては、古来技術思考法の温故知新であり、「VEの性能設計体系への連動」は、和魂洋才であろうか。

〈参考資料〉

- 1) 山本 修司：「性能設計体系への移行における課題と展望」、土木学会招待論文、2005
- 2) 国土交通省港湾局：港湾の中長期政策「PORT2030」、2018
- 3) 八尋 明彦：「日本型港湾開発」の特質について、「港湾」(社)日本港湾協会、1990
- 4) (公社)日本港湾協会：「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、2018
- 5) 日下部 治：「設計士に期待すること」、第8回海洋・港湾構造物設計士会研修会、講演資料、2019
- 6) 吉村 達彦：「問題発見と未然防止/製造業(自動車産業)の視点から」、第9回海洋・港湾構造物設計士会研修会、講演資料、2019
- 7) 藤本 隆宏：「設計論に立脚した広義のものづくり経営学」、第10回海洋・港湾構造物設計士会研修会、講演資料、2020
- 8) 高山 知司：「沿岸防災設計とくに高潮・高波について」、第11回海洋・港湾構造物設計士会研修会、講演資料、2020
- 9) 玉井 正寿：「VEと標準化 その考え方と実施例」、日本規格協会、1981
- 10) 黒川 篤：「設計という名の問題解決」、オーム社、1997
- 11) (社)土木学会：「VEの公共事業への適用性に関する研究業務報告書」、1996
- 12) 国土交通省港湾局：「港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針」、2020
- 13) 国土交通省港湾局：「海・船の視点から見た港湾強靱化検討」、委員会資料、2020
- 14) 国土交通省海事局：「船員の働き方改革」、交通政策部会海事分科会船員部会資料、2019
- 15) 経済産業省：「ものづくり白書」、2020
- 16) 八尋 明彦：「親水機能を有する海域構造物の設計の体系化に関する研究」、九州大学学位論文、2008
- 17) 久保 司郎：「逆に考え、逆に解く」、オーム社、1997
- 18) 三浦 正幸：「世界遺産・海洋構造物“厳島神社”の工夫と維持管理に学ぶ」、第7回海洋・港湾構造物設計士会研修会、講演資料、2018
- 19) 中野 勉、稲村 肇：「港湾経済効果の計測手法」、港湾技術研究所報告第21巻第2号、1982
- 20) (社)日本建築学会 建築法制委員会：「建築基準法の性能規定化のあり方に関する提言」、2007
- 21) 剣持 三平：「建設業へのVEの適用に関する提案」、土木学会論文集F4、2012