

海洋・港湾構造物設計士会 第16回研修会 講演録

日時：2023年7月24日(月)13:30～17:00

会場：一般財団法人 沿岸技術研究センター会議室及び Teams 併用

主催：海洋・港湾構造物設計士会

共催：一般財団法人 沿岸技術研究センター

後援：国土交通省 国土技術政策総合研究所

後援：国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

1. はじめに

海洋・港湾構造物設計士会は、2023年7月24日(月)に第16回研修会を、(一財)沿岸技術研究センターと共催、国土技術政策総合研究所ならびに港湾空港技術研究所の後援で開催した。参加者は、共催、後援先を含めて設計士会員以外からも募り、参加者は101名(最大参加・接続数は104名)であった。新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、Web形式により、(一財)沿岸技術研究センターの会議室を主会場として配信した。

はじめに、日下部治設計士会顧問(東京工業大学名誉教授)が主催者挨拶を述べた。

続いて、報告講演に移り、山本修司設計士会会長が発刊する冊子「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」をテーマに講演した。

休憩をはさんで、パネルディスカッションを行った。コーディネーターは、八尋明彦設計士会副会長がつとめた。日下部治設計士会顧問、山本修司設計士会会長がコメントーターとなり、「(広義の設計)の実装に向けて」についてパネルディスカッションを行った。パネリストは、高山知司設計士会顧問(京都大学名誉教授)、横田弘設計士会顧問(北海道大学名誉教授)、岩波光保東京工業大学教授、下迫健一郎沿岸技術研究センター審議役、中嶋道雄設計士会理事(パシフィックコンサルタンツ(株))であり、それぞれ意見を述べた。

最後に、宮崎祥一沿岸技術研究センター理事長が挨拶を述べられ閉会した。

本講演録は、第16回研修会の内容を記載するものである。

2. 主催者挨拶

海洋・港湾構造物設計士会
東京工業大学 名誉教授
顧問 日下部 治



写真1 主催者挨拶(日下部顧問)

第16回研修会に参加いただき感謝している。また、紹介された「広義の設計論に立脚した今後の港湾整備」冊子の完成に際し、山本会長をはじめとして冊子をまとめられた理事の方々、識者の方に敬意を表したい。

私が2018年に何を問題提起したかを、この5年間で新しく設計士会に入会された方々を含めて、その出発点として振り返ってみたい。次に、約5年の時間が経過しているので、その当時の問題点の何が変わったかを申し上げたい。それから、2018年に問題提起したこと、冊子がどういう関係になるかということも触れたい。更に、パネルディスカッションのテーマとなっているこれからの課題も含めて話をしたい。

一番目に、2018年の12月に四者協定の勉強会で初めに申し上げたのは、インフラは時間の関数として捉えるべきではということである。インフラの関数として21世紀に考えなければならないことは、地球環境という大枠の中で、いわゆるグローバル化と技術革新と人

口動態であり、そのため技術は 15~16 世紀のルネサンスの頃からどんどん拡大していると言える。その結果、東京工業大学の学科数を例に示すと、発足当時 10 だった分野が 46 になっているように、教育の現場でも細分化が進んでおり、土木学会の論文集も同様に専門分野が細分化されているなど、その方向性が明らかである。2013 年にオックスフォード大学の先生による「雇用の将来」という論文に、人間がコンピューターによって仕事を奪われるという話があった。これを念頭に、当てはめの設計実務を行うと同じことが起き、我々の仕事は機械に取って代わられる。そのような中で、狭義の設計と広義の設計、このようなことをしっかり考えていく必要があるということを申し上げた。ここで、狭義の設計とは、いわゆる与えられたある係数を、設計の基準に当てはめて結果を出すという業務と考えるが、広義の設計とは幅広く、計画から供用の終了までの全体を見通した中で最適化や安全性、経済性、施工性などを考えるべきと申し上げた。今回の冊子の中にも、そのような言葉の一つとして、横田先生が「ライフサイクルマネジャー」と記載されているが、同じ趣旨である。細分化と総合化というのは、人材が不足している現状で、第一に設計実務を見直し、第二に大学教育や学会活動の在り方、併せて資格試験や資格制度の在り方などを議論していただきたいと申し上げたが、それを契機として 5 年近くの間で皆さんの議論が進んだと理解している。

二番目は、何が変わったかということである。申し上げたいのは、インフラ関数を変える必要があること、グローバル化はどんどん進行するものでなく一つの揺らぎを感じていること、技術革新と雇用動態が密接であること、地球環境の変化への対応の四つである

一つ目のインフラ関数は、技術革新とともに雇用動態を考える必要がある。それは、人口動態によって労働者数が減るのが大体分かるが、それが雇用形態とどのように関係するか、人間の働き方は極めてインフラの整備と地球環境に関係すると思われる。5 年前に比べて、技術革新は想像以上に急速に変わっており、同時に雇用動態も急激に変わっているという気がする。グローバル化は、時間とともに直線的ではないというところも感じるところである。併せて、全てが地球環境という大きな制約条件の中でいろいろと変化しており、こういう点を我々は頭の中に入れておく必要があると思う。

二つ目のグローバル化の動向の揺らぎの一つは、約 1 年半続くロシアのウクライナへの侵攻であり、このような意味でのイデオロギーが、大きなグローバリ

ゼーションへの一つの大きなオプスタグルになっている。また、ここ約 4 年のパンデミックも揺らぎの一つである。併せて経済圏も変わっており、第 1 次世界大戦後のブロック経済化に近いかもしれないが、このような一方のグローバル化が進んでいないと感じることが多い。そのため、資源やサプライチェーンなどが、ある意味で自国あるいは地域の完結型への方向へ動いているような気がする。当然、貿易量が減少したので WTO の影響力があるという気もしており、そういう意味で、国際整合性という昔の勢いは変わるかもしれない。そのため、一つの雰囲気としては、国際基準への整合性よりも、国内事情をもう少し重視したほうが良いという意見も時々あり、これは新しい経済圏を表していないが、安全保障圏というのが大きく世界を拘束しているという感じを持っている。

設計基準の話であるが、1998 年に作業が始まった、「土木、建築に関わる設計の基本」というものがある。その前書きには、技術の国際的な標準化への対応や、国際性を有した技術基準ということが繰り返し書かれており、その当時の雰囲気が分かると思う。現在、その見直しが進んでおり、ISO2394 の改訂版が国内の実務に合わないため変える必要があるという意見もあった。20 年も経っているので、その実態に合わせた改訂が必要だということも当然分かるが、国際基準への整合と同時に進めなければ、やはり元へ戻ってしまう。

そういう意味で、国際整合性への意識は低減しているという危惧を持っている。例えば、2016 年の三菱総研の資料には、中国、韓国の国際基準への動向があり、2004 年から 10 年間における幹事国は、日本に対して、韓国は 2 倍、中国は 6 倍の数を引き受けている事実がある。さらに考えるべきは、担い手の世代であり、2019 年の経済産業省の資料には、基準化に従事する技術者のうち、40 歳以下が中国は 6 割、韓国は 4 割 5 分となっている一方で、日本はこの世代が 5% に止まり、50~60 歳以上がほとんど対応している状況で本当に良いのかと思う。最近のデータでは、日本はあまり変わらない一方で中国は増えており、この状態が続くようであれば、日本は中国に追いつかれることになる。それが顕著なのは、2014 年に世界で委員会を新規設置する提案数で、4 分の 1 は中国が占めており、このような中で国際整合性をどう考えるかは重要な課題となる。各分野における論文の世界のランキングを示したものに Nature index があるが、トップ 10 の 4 つが中国で、それに対して日本は 100 番以下となっている。このような世界の流れの中で、日本が今

のままで良いのかと危惧している。

もう一つ重要なのは、我々が国際基準と言うと、設計の主旨も含めて製品の仕様や性能を考えるが、今は、サービス、マネジメント、社会システム、環境、サステナビリティなどの方向に動いていることである。今の我々の国際性への対応で本当に良いのかと危惧している。

グローバリゼーションにおいて個人的に心配している部分があって、1990年代後半、土木・建築に関わる設計の基本の文章作成に私も参画した。その時は、国際整合性へのエネルギーというか勢いがあった。それから約30年が経過し、一応、日本の中で性能設計体系化が様々な分野で一段落したと同時に、国から学会への活動支援がほとんどなくなる一方で、そういうことに経験のない若手が増え、国内重視という雰囲気を感じられる。一方で、中国や韓国の影響力が増大し、競争力を失った日本は、後塵を拝するのではないかと心配している。

三つ目の話は、技術革新と雇用動態である。現在、数多くの生成AIが出てきている一方で、最近、ハリウッドの俳優たちが、仕事が全部コンピューターに代わられることを危惧してストライキを起こしたことに代表されるものである。2013年のオックスフォードの資料によると、日本の労働人口の半分がロボットかAIに代わる可能性があることが示されている。また、経済産業研究所の2020年の報告に、減少する雇用者は、ルーティン化されたものはロボットに、頭脳を使うものでもルーティン化されたものはAIに、それぞれ転換されることが示されている。1979～2012年を対象に労働者のスキルと雇用者の増減をまとめたグラフを示す。時代の経過とともに低スキルの人が増えて高スキルの人が減り、低スキルと高スキルの中間の人がコンピューターや機械化によって職を失う一方で、高スキルになるためには勉強が必要ですぐに変われないため、この代替されるスキル領域の境界が時代とともに高い方へ移動することが見て取れる。技術革新で生き残る職業は何かを考えてみると、創造性やコミュニケーションを含む協調性を必要とした非定型の業務であり、2018年に申し上げた狭義の設計業務は無くなるか考える。これは、まさに皆さんで議論されている広義の設計の体系を担うコンサル業務であり、それには高スキル化が必要だということである。

四つ目の話は、自然外力の増加にどのように対応してきたかということである。阪神・淡路大震災の後で地震は二段階設計というコンセプトが出て、東日本大震災後に津波や高潮は二段階での防災の話が出てきた。現在、抜けている降雨への二段階設計の議論はないのかと思っ

ている。例えば、道路や鉄道の法面が壊れた場合は、管理主体が明確なので対応すれば良いと思うが、港湾にはそのような問題は無いのかと私は思う。

三番目は、私が読ませていただいたこの冊子には、当初に私が提起をした4つの問題の全てに対応されているものではないが、議論と展開が含まれていると感じている。これからの課題を簡単に申し上げると、機能設計の導入の効果は何か、さまざまな課題が1章で書かれているが、その解決への道は何か、建設コンサルタント業態の細分化、技術革新の4つである。

時間が迫ってきたので簡潔に述べるが、機能設計を導入してどう設計実務が変わるのか、問題点として指摘されている社会的地位が低位であるとか、低利益や生産性低下への改善がどうつながるのか、さらに、創造性のある業態、あるいは技術が進歩しても適合性のある業態とどういう関係があるのかなどの議論を深める必要があると思う。

日本の社会システムにおいて、業法が無いことや契約制度など、課題としていろいろなことが書かれている。私はイギリスのコンサルタントのアソシエイトや、シンガポールのLTAのアドバイザーの経験があり、海外のコンサルタントと随分付き合ったが、あまりこのような議論を聞いたことがない。これらの問題点は、10～20年前から聞いているが、一向に解決されていない。皆さんが世界で活躍できるコンサルタントは、どういう姿なのかをもう少し議論すべきだと思う。

それから、皆さんは、建設コンサルタントの技術部会の多くの分野のうち、港湾専門委員会で活躍されていると思うが、いかに総合化に向けるかということが課題である。機能設計というのは、コンサルタントだけ、そして港湾だけという話ではなく、総合的にどのように展開できるかということである。

最後に、冊子の4章7節に、ビッグデータの活用や自動設計によって設計時間が短縮することが書かれていたが、やはり問題点や課題は幾つかある。それは、入力データは本当に信頼性があるのか、更新や拡張をどうするのか、さらに、出力データをどのように評価するのかという点である。設計過程の多くがブラックボックス化するのではという危惧や、使用されるソフトの国際整合性がどうなるかということを感じた。

今、感じていることを申し上げたが、今後の議論の足しになれば幸いである。

3. 報告講演

「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」

海洋・港湾構造物設計士会
会長 山本 修司



写真2 報告講演（山本会長）

この4年間、設計士会では広義の設計とは何かという議論をしてきた。生産現場、工業製品の分野の設計については吉村先生（元トヨタ自動車（株））、建築の設計については野城先生（東京大学）、港湾の空間設計については小林先生（京都大学）や磯部先生（高知工科大学）、当会の顧問の皆様にご講演頂くなど、他分野の設計も含めて多くの先生方からお話を伺い勉強をしてきた。

ここで、本日の話題において使用する用語を定義する。「機能」は「役割」、「性能」は「能力あるいはその水準」、「価値」は「利用者に与える機能/総費用」、「空間機能」は「港湾が有する交通・産業・生活等の諸機能」、「施設機能」は「港湾施設が有する水域・外郭・係留・荷捌等の諸機能」である。

私たちは、技術基準に記載されている係数を式に当てはめ、作用耐力比が1以下であることを追求する「当てはめ設計」を行っているという問題意識を持っている。本来、照査法というものは、設計者が自由に選択できるものであり、20年前に技術基準を性能規定化したときに目指した、自由な設計や技術開発の促進が実現できているか疑問を持っている。

また、昨今の設計分野を取り巻く課題と、設計士会の持っている問題意識について述べる。一つ目は、調査、計画、設計、施工、維持管理を実施する主体が細分化され、設計情報の伝達が悪いと感じている。二つ目は、担い手不足と若手の離職という問題である。三つ目は、建設コンサルタントには業法が無く、欧米の設計者や医師・弁護士などに比べ社会的な地位が低いと伺われ、契約制

度として請負と準委任の契約の区分も曖昧である。四つ目は、建設コンサルタントは、設計ミスや契約不適合が生じた場合には、上限なしの損害賠償を求められる。五つ目は、国や自治体のインハウスエンジニアが減り、技術力や専門性の低下が懸念される。近年の港湾の整備は、予算が付くと5年以内に供用開始という整備スケジュールが組まれることが多く、調査や設計の時間の不足や急速施工による問題が発生している。

港湾の政策や社会のインフラ整備がどのように今の政策で謳われているかを見る。国土交通省が示す中長期政策は、「モノからコトへ」重心が移動され、戦後の「あるべき姿・モノ」から「なすべきコト」へ、従来の需要追随型（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）へ変わっている。具体的には、PORT2030の基本理念には、「ソリューション提供型」、「賢く使う」、「港湾の進化へ」、「新たな価値の創造」という用語が使われ、第5次社会資本整備重点計画には、「効果が出る」から「効果を出す」、新たな価値を創造する「インフラ経営」という言葉が見られる。第5期国土交通省技術基本計画には、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を把握して、要求水準の設定、技術基準の策定という言葉が出てくる。その他、将来的に必要な機能、維持すべき機能、新たに付け加えるべき機能等、「機能」という言葉が盛んに使われている。

ここで、機能という言葉を考える。水が飲めるコップを考える場合、材質を銀に変更すると大人には価値が向上するが、幼児には無い。一方、材質をプラスチックに変更し、キャラクターの絵を入れてストローが使えるものになると幼児への価値が向上する。機能を求める人によって材質などが変わるとことは、要求される機能に応じて構造、言い換えると性能が決まることになる。「モノ＝機能+構造」であり、「モノの価値＝モノが有する利用者」に提供する機能/必要な総費用」である。従来、私たちが行ってきた価値の向上は、「機能は横這いのままコストを下げる」ことで図っていたが、今後は、「機能をさらに向上させ、代わりにコストが少し上がる」と考える。

これを港湾に当てはめて港湾整備の在り方を考えると、「モノづくりの原点」を次世代の港湾整備を進めるうえで、大元となる港湾計画の中に価値や、価値を定義する機能を入れていくべきと思う。さらに、「港湾の施設の技術上の基準」にも機能規定が必要になると思う。戦後70年で港湾は、様々な施設がストックされ概成しているという認識である。既存ストックを利用して、港のユーザーや地元住民が望む港湾全体のインフラ整備が大事と考

える。この時、徐々に要求というものが高度化し、港湾の空間機能に安全・安心の向上、効率性の向上、快適性の向上、品格性の向上が求められていくと思う。

港湾の基本機能は、交通機能、産業機能、生活機能、新たな展開機能で構成されるが、これらが空間機能であり、港湾空間にどのような機能を持たせるかを考えることが機能設計になる。各施設は空間機能と密接な関係にあり、各施設機能が設定されると要求性能が決まる。機能設計と構造設計（性能設計）は相互にやり取りがあつて施設が設計されるべき体系となり、これを図化したものを機能体系図と称する。

技術基準について考えてみる。現行基準の体系は、目的、要求性能、性能規定、性能照査があり、目的、要求性能、性能規定は省令や告示に記述があり拘束力がある。性能照査は任意であるが、標準的な方法が記載されており、設計者はそれを使用していることになる。現行基準の体系に対して、目的と要求性能・性能規定の間に「施設機能」の規定を追加することが、今後、様々な政策を実現していくときに、技術的な面からみて非常に大事なことである。性能図についても、基本機能と空間機能を考える機能図を追加し、港湾計画で概ね決まるものであるが、これらを受けて施設の機能を明確にし、施設ごとに供用性を検討する。この供用性は、使用性、修復性、安全性、施工性、維持管理性から構成されるが、現行の性能図の供用性とは意味合いが異なる。現行の供用性は使い勝手から規定されると思われるが、新しい供用性は安全性や使用性等から構成されるより大きな概念と思う。さらに、供用性に付け加えると、耐塩害性、凍らない性能等、使用限界にも関係すると思う。以上のような方向へ、技術基準を変えていってはどうかと考える。

「あるべき姿・モノ」から「なすべきコト」へ政策が移っていくためには、技術基準を変えるだけでなく、港湾計画自体も価値・機能論に基づくものになるべきであり、そのために計画基準省令の改正もあると良い。また、性能設計も基準省令の改正やシミュレーション等の新しい技術を取り込んだ設計ができるようになると思う。

今後の官民の設計担当者の役割について、現状は、官と計画コンサルタントで港湾計画を行い、官と設計コンサルタントによる設計後、施工会社が施工、出来上がったものが企業や国民に供用されるという、一方通行の関係となっている。今後は、利用者や国民が施設の供用を決める主体となり、ここで決められた施設に要求される機能が港湾計画に反映され、官民のコンサルタントが機能設計を行う。構造設計（性能設計）は施工会社と連携

し、アーリーコントラクターインボルブメント（ECI）方式の活用などにより、施工性や設計内容の精査、新しい提案を行っていくと良いと思う。また、情報は貰うだけでなく、各々が取りに行くことも大事である。

当面講ずべき具体的な提案と行動については、まず、港湾計画段階における機能設計を挙げる。多機能を持つ港湾というプラットフォームについて、施設の価値を高める議論をすべきである。現在でも港湾計画策定時には、長期構想検討委員会において非常に良い内容の議論がなされるが、一般には公表されていない。港湾計画書だけを見ると面白味の無い内容になるので、議論した経緯と結果を目標として書き込むことができれば良いと思う。民間企業価値の向上を目指した設計については、コンサルタント・コンストラクターが価値の創造型へシステムを転換するために、難しいことではあるがそのような企業風土に代わっていく必要がある。盛んに進められているAIやIoT、ロボットについては、建設分野においても最新技術との連携が必要である。港湾整備事業の中で、Totally thinking および Locally acting の両者ができる人が必要であり、プロジェクトマネージャーとして位置づけられるとより良い。設計、施工における三者会議は、設計者の意図が施工者に伝わる、あるいは、施工者の目から見た設計の妥当性を十分議論するために非常に大事なので、三者会議の充実を挙げたい。経産省が、東南アジアの洋上風力計画に向けて、質の高いインフラ輸出を提唱しているが、機能を提案できる設計技術者であるために頑張っていく必要がある。

最後に次世代の港湾計画の事例研究について挙げる。現状の港湾計画書の題目は、港湾計画の方針、港湾の能力、施設の規模と配置があり、取扱貨物量、目標年次、岸壁の長さ、水深等が書かれているが、残念ながらこれらを議論した資料は計画書には載っていない。港湾計画の方針には、例えば、港が担う港湾機能と空間機能、施設機能ならびに港湾施設の規模および配置を目標値のようなものを含めて記述するなど、スタイルを変えてはどうかと思う。防波堤の主たる機能は港内を静穏にすることであるが、二次的な機能として、例えば水質改善やブルーインフラに関する機能を育てる等、副次的な機能もあると分かり易いと思う。従来でも予算要求で認められれば執行する形で実施されているが、やるべきことは計画書に記載されている方が良いのではと個人的に考える。

以上が今回取りまとめた、広義の設計に関する概要である。

山本会長の報告講演後、質疑応答がなされた。

質問者（港湾空港技術研究所 川端様）

設計は制約条件の中でどのように目的関数を最適化するかを追求するものと認識している。今は、コスト最小化が目的関数で、要求性能が制約条件になって、その条件を満たす中で、どうコストダウンを求めていくかが、今の考え方の基本になっていると思われる。その中で、新たに出てきた価値観を取込むことが、今回の次世代設計基準の方向性ということだと理解している。

新たな価値を目的関数とすべきか、または、制約条件として求めるのかで大きな違いがあると思う。例えば環境負荷低減を議論する際には環境アセスがあり、これ以上、ここは守らないといけないという制約条件下で決まっていることがあると思われる。

先ほどのご講演では、計画のところで機能が出てくるイメージと理解したが、これをより設計の下流側まで落とし込んだ時に、何を目的関数にして、何を制約条件にするかという点が非常に難しいと悩んでいる。そのあたりの方向性を含めて議論がなされていれば、ご教示いただきたい。

山本会長

現行の設計の目的関数はコストであり、安全率などが制約条件になって目的であるコストを最小にすることが最適設計とされていると思う。例えば、防波堤に対して波を遮蔽するという機能の他に、水質改善や海藻を生やす機能などが出てきた時に、これらの目的関数をどう定めるかを設計士会の中で議論はしていない。これらについては、昔の計画分野で一時流行った多目的計画法のようなものを使うのが良いと考えているが、この方法を設計に応用するとなると相当難しいところがある。先ほどの価値の式があったが、具体的にどうするかは、金額換算できるものは金額換算で、金額換算できないものも別途評価していくというようなやり方になると思う。

実際に、AHP という計画の手法を使用したことがあるが、これが使えるような気がしている。これは全くの個人的な感想と期待で、将来、実務に使えるかどうかは、少し怪しいところがある。

質問者

ご回答に感謝する。現在、悩んでいるところであり、大変勉強になった。

質問に近いが、先の例えは機能みたいなもので、機能を上流側で設定した後に、今で言う性能規定のように機能を落とし込み下流側に流し、最後に照査のような形にする際に、持っていけるものとそうでないものがある。

先ほどの海藻を生やすとか、自然や生物系のようなもの

のだと、不確実性をどのように取り込み、それに対してお金がかかることに説明責任を果たせるかが重要である。そういう議論をやると勉強になるので、設計士会でぜひお願いしたい。

山本会長

今の話については、これからの技術基準の部分改正で、ブルーカーボンのようなことが議論され、良いアイデアが出ることを期待している。制約は両方あると思われ、制約条件を目的化しても良いが、その環境がどう求められているかによって異なると思う。

質問者

私自身は、制約条件で最初に与えられた方が、説明責任の観点から分かりやすいと思う。照査の手法があるかはわからないが、それを守らないといけないということで、コストアップの説明はしやすいと思われる。多目的の最適化を行う場合、そのコストアップを、他の価値を貨幣価値等に換算して比較しなければならないことになるので、貨幣価値に換えられるかが大きな課題になっていると思う。

八尋副会長

それは、設計士会でも取り上げているこれからの課題でもある。例えば、カーボンニュートラルであれば、カーボンクレジットという貨幣価値に換算する概念があるが、そのような手法を別途、設ける必要がある。

質問者

昨年の設計士会の研修会で、カーボンクレジットのような考えを導入する話をさせていただいたが、今の炭素の貨幣価値ぐらいたと、意思決定への影響は小さく、単純な貨幣価値で適切な意思決定につながるのかは疑問が残る。

八尋副会長

普通の森林と違い、ブルーカーボンは成長して枯れると海底に堆積し、また種から成長し、単年度は少ないが長期間機能を発揮するので、この点が期待できると考える。

質問者

ブルーカーボンの対応はそのとおりとと思う。なお、排出側では、材料製造時の排出量が施設建設時のCO2排出量に直結するため、その削減においてはコストとのトレードオフの議論になる。低炭素材料や低炭素機械を使用する時のように、これらを選択するためのコストをどう見込むかが難しい。

八尋副会長

そこまで実用化しないと、カーボンニュートラルは達成できないと考える。

4. パネルディスカッション

テーマ 「政策提言の社会実装に向けて」

□コーディネーター

海洋・港湾構造物設計士会 副会長
八尋 明彦

□コメンテーター

海洋・港湾構造物設計士会 顧問
東京工業大学 名誉教授
日下部 治

海洋・港湾構造物設計士会 会長
山本 修司

□パネリスト (発言順)

海洋・港湾構造物設計士会 顧問
京都大学 名誉教授
高山 知司

海洋・港湾構造物設計士会 顧問
北海道大学 名誉教授
横田 弘

東京工業大学 教授
岩波 光保 氏

(一財) 沿岸技術研究センター 審議役
下迫 健一郎 氏

海洋・港湾構造物設計士会 理事
パシフィックコンサルタンツ株式会社
中嶋 道雄

八尋副会長



写真3 コーディネーター (八尋副会長)

先ほど司会の中原副会長から紹介があったように、高山先生と下迫審議役は水工学や耐波分野から、横田先生と岩波先生は構造学の分野から、中嶋理事は次世代設計委員会での議論に基づき、それぞれ広義の設計に対してご意見をいただき、日下部先生が示された課題解決に向けた方向性が見えれば良いと考える。「広義の設計」の実装に向けた思いも込めて、パネルディスカッションを進めたい。

まずは、自己紹介も兼ねて、高山先生から広義の設計論に向けたコメントをお願いしたい。

高山顧問



写真4 パネリスト (高山顧問)

広義の設計ということで、私に関わった防波堤に対して港湾を高機能にしたことや、いろいろな機能を付加したことについて話をする。

港湾を高機能にするためには、いろいろな防波堤が活用されている。一番重要なのが港内静穏度の確保である。これは港湾が持つ独自の機能であり、円滑な物流をするために港内係留船舶の動揺を低減させる機能である。その後、社会の要請に向けて、港湾の高機能化のために、高潮、高波、津波からの災害を防護するための機能も防波堤に追加された。更に、港湾にぎわいを取り戻したいというような想いから、潤いと憩いを与える親水機能を付加したいということで、散策や釣り場としての空間の創出ということで防波堤が利用されている。更に、先ほど話があったが、水質環境、生態環境の改善機能がなされている。このように実施され、うまくできたものもあれば、途中で終わったものもある。これらが、どのように実施されてきたかについて話をする。

まず、港湾の拡大と港内静穏度の確保について、1960年代の高度成長期になると物流・物資が急増し、港湾を拡大するために、防波堤の新設と延伸、港内消波対策が推進された。防波堤で港内を静穏にすることは、円滑な

物流が可能になるが、単に防波堤を延ばすだけでは、入る波を小さくすることはできるが、港内が反射状態になり波のエネルギーがどんどん溜まっていくので、港内で消波することが重要になってきた。最初に神戸港で、スリットケーソンを港内に設置して消波するということが行われた。それがかなりの効果をもたらしたので、いろいろなところで消波構造物が使われるようになってきた。そのため、多様な直立消波構造物が開発されてきて、現在も使われるようになった。港内静穏度を上げるためには、どの程度の基準にするかが非常に重要になる。最初のうちは、静穏度の稼働率として年間95%としていた。その時代においては満載した船が岸壁に入ってきて、空載になるまで荷物を降ろすには3日間係留していなければならなかった。港内静穏度が95%だとランダムに7隻入ってくると、そのうちの1隻ぐらいに荷役障害が生じることになる。7隻に1隻では少し多いので、もう少し下げようということで97.5%にすると14隻~15隻に1隻ぐらいが荷役障害を起こすということになった。そこで、97.5%を静穏度の基準にしてきた。これで大きな問題が起きなかったため、港湾の整備と新たな港湾の開発が進められてきた。

高潮・津波対策については、1959年に伊勢湾台風が来襲して、名古屋港や伊勢湾などで大きな災害が起きたことが契機となった。その後、1960年にチリ地震津波が来襲して、東北の大船渡などで大きな災害が起きている。これらの災害を防止するために、防波堤で湾口部を仕切るという考えがあったが、その当時の大きな問題の一つとして港内副振動があった。湾口部を狭めると、港内副振動が大きくなるので、湾口部を防波堤で狭めると、津波が来た時にかえって災害が増えるということが懸念された。それで、いろいろと数値計算や実験をした結果、津波が来襲した時には必ずしも増幅するのではなく、湾の固有周期に近いものは増幅するが、その増幅も簡単に抑えられるということが分かってきた。その原因としては、湾口部での流れによるエネルギー損失が非常に大きく、これによって増幅が抑えられるということが分かった。それから、十勝沖地震の時に大船渡湾で実際に計算したものと比較してもかなり津波は抑えられるということが明確になってきた。このようなことから、各地で津波防波堤が造られるようになってきた。高潮防波堤も名古屋港に造られた。これは、高潮を抑えるというよりも、ほとんどが波を抑える形になっている。高潮3.5mに対して高潮防波堤で抑えられるのは50cmだけであったが、高潮は常に高波を伴って来襲するので、高潮防波堤が高

波を抑える非常に重要な機能を有していた。このように、湾口や湾口部に防波堤を造ると、その背後の沿岸部全部の護岸天端を上げずに済み、非常に経済的な防災ができるということで、津波防波堤は多くのところで採用された。

次に、防波堤は、親水性施設ということでも利用されている。昔は、防波堤の入口を鎖のようなもので封鎖し、人を絶対入れないように造られていたが、防波堤を釣りや散策の場として使えるようにしたらどうかという意見が出てきた。これはアメリカにおいて港湾の再開発で人のにぎわいを取り戻すような施策が行われ、日本もそういうことをやらなければという要望が強まり、釣り場や散策の場として防波堤を改造することが行われた。比較的初期にできた親水性防波堤は和歌山のマリーナシティである。そこには、市民が散策できるような場が設けられて非常に好評を得た。

それから、港内環境の改善については、港内静穏度の確保という形で拡張していったが、その間に港内が非常に汚れるというようなことが起きた。このため、港内の海水を改善しようということで、高松港において海水交換用の防波堤として、港外側は空隙率の大きい縦スリットとし、港内側は空隙率がさらに小さく波が通りにくいような形状のものが造られた。このような防波堤を海水交換型防波堤として、いろいろなタイプのもものが提案された。しかし、どうすれば効果があるのかがあまり明確でなかったため、海水交換防波堤は、それほど使われることがなかった。また、環境改善の方法として、藻場の造成がある。北海道の釧路港で検討されたもので、島堤の背後を土砂で埋めて、浅場をつくって生物を繁殖させようとした。しかし、どのようにすれば効果があるのかが不透明であったため、あまり使われなかった。このように、定量的に明確でないものは好評ではないということであり使われなかった。

このようにいろいろなものが造られてきたが、現状において新たな問題も出てきており、その一つが港内静穏度の問題である。1960年以降、港がどんどん大きくなり、船も同時に大きくなっていったが、昔のままの係留索を使って船だけが大きくなったので、長周期波に対して非常に弱くなるという問題が出て、長周期動揺という荷役障害が発生した。長周期波には、気象性長周期波、拘束波、自由進行波がある。気象性長周期波は、低気圧で海面が上がり、その低気圧が急激に消滅すると、盛り上がった海面が長周期波として伝わり、それが大陸棚で増幅され、港湾の中に入り、長周期動揺を起こす。よく知ら

れているものが「あびき」であり、長崎港で非常に大きな災害を起こした。拘束波は、波の連なり形状によって海面が変化し、波の連なり形状に拘束されるような長周期波が発生する。波が砕波することによって拘束波が解放され、それで生じる長周期波がサーフビートと呼ばれる。自由進行波は、港湾の入り口で波の回折によって解放されて港内に入ってくる波である。このような長周期波がどのくらいの頻度で来襲し、どの程度、悪さをするのかは今のところ明確になっていない。そのため、基準ではこのような長周期波に対しても 97.5%の稼働率を満足するように規定しているが、それが確認できない状況にある。なお、港内に発生する長周期波を低減するために港内に消波工を設置する場合には、規模の大きなものが必要となる。しかし、これによって稼働率が97.5%を満足しているかは不明である。これは、長周期波の発生メカニズムが十分に明確になっていないためであり、これを解明するという課題が残っている。

津波災害については、2011年の東日本大震災で津波によって多くの津波防波堤や通常の防波堤が壊れた。高潮災害については、2018年の大阪を襲った台風21号で第2室戸台風以上の大きな高潮が発生し、神戸港で甚大なコンテナの被害が発生した。

津波の今後について検討したところ、2011年に起きた東日本大震災の津波は、1000年に1回ぐらいの津波であった。このクラスの津波から防護する巨大な構造物を造る必要性に関して議論になった。防護構造物が、津波によって倒壊し、防護機能を失ったことが大災害を招いたのであって、倒壊しなければこれほどの災害にはならなかった。今までと同じような高さで造り、大規模な津波が来た時には壊れないように粘り強さを付加するようにした方が良いということになった。構造物を設計する時の津波と、最大クラスの津波には倒壊を防ぐための粘り強さを付加するという2つに分けて検討している。高潮についても設計クラスとして伊勢湾台風クラスと最大クラスとして室戸台風クラスのシナリオ台風を考えるというような形である。

粘り強さについてどうするかが、一つの大きな問題である。粘り強さを上げるために、いろんな提案がなされているが、定量的なものがあまり入っておらず、思い付きでやっているようなものが非常に多いということが問題だと思う。粘り強さの提案には、粘り強さの定量化をきちんと行い、どれだけの津波の高さのものまでは大丈夫だと、しっかりと示さないといけない。もう一つの問題は、東日本大震災でどのような波形の津波が来たかを港

空研で推測しており、それはGPS波浪計の観測波形と比較してもほとんど違いのないぐらいにしっかりした波形になっている。しかし、それが港内に入ってきた時にどのようなになっているのかを、しっかりと押さえるようにしてほしい。つまり、外から来る津波で越流が起きるような時に、港内が元の水位より下がっているような水位の時には、その越流した津波は、かなり強い流れを起こすので、粘り強い構造物を壊す可能性がある。それから、東日本大震災時の女川港で防波堤が港外側に倒れた事例があった。港外側が引き波状態だった時に、港内にはまだ水位が高かったので、防波堤が港外側に引きずり倒されるということが起きた。港外と港内でどのような水位差ができるかをしっかりと押さえておかないと対策してもうまく行かなくなる可能性がある。つまり、どのような問題が起きるのかをしっかりと押さえておくことが大事である。これからはそのあたりをしっかりと検討し、この構造物は粘り強さのためにこういう効果があるとか、これだけの強くなるということが定量的に数値で示されると非常に良いと思う。

最後に、構造物の機能の向上および新たな機能の付加のためには、定量的な効果の提示と評価が不可欠である。どんな構造物を提案するにしても、このようなことをやらない限りは採用されないと思う。

八尋副会長

横田先生にコメントをお願いしたい。

横田顧問

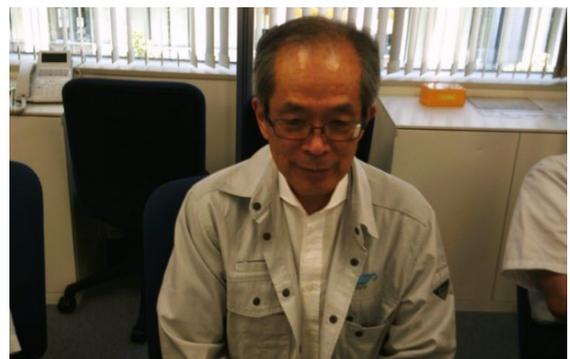


写真5 パネリスト（横田顧問）

広義の設計の実装に向けてというテーマに対し、現在、土木学会等で「設計の共通原則」の作成を行なっている。その作業を通して、どのような考えが出てきたか、どういことができれば良いか、港湾分野での参考になるのではと期待を込めて話をしたい。

土木学会と日本建築学会の両会長が協定を結び、連携していろいろなことを共同で実施することになったが、その一つとして設計の共通原則を作ることになり、設計の基本ワーキンググループというものが組織された。このワーキンググループは、目的に書いているように、構造物の形態、形式、材料等によらない共通的な構造設計の規範を目指すものである。建築物の設計と土木構造物の設計は、そもそも全く違うところが多い。そのような中で、日本は、国際的にどう設計をしているのかということをしきりと説明するには、共通の基本的な何らかの文書が必要ではないかということが契機になり、2022年の9月から活動が始まった。私は、現在、このワーキンググループの主査を務めている。土木の分野には、港湾の基準をはじめ、道路橋示方書、鉄道構造物設計標準など、事業体ごとに様々な設計基準があるが、これらの共通的なものが必要と考え、土木学会において2017年から設計の共通化の作業を始めた。この活動が共通原則の基となっている。

一方、山本会長、八尋副会長を中心に検討されている「港湾の広義の設計」は、これとほぼ同じ時機にスタートしたと思う。これは全くの偶然で、事前に示し合わせたわけではなく、お互い必要などころを目指していたら、たまたまベクトルが合っていたのだと思う。

「本来あるべき国の設計基準の姿とは何か」、これは土木学会のISO対応特別委員会等でいろいろ議論がされ、レベル1、レベル2、レベル3、レベル4という基準の4つの階層を作ってきたと整備するべきという一つの案が示されている。

レベル1は、構造物の基本的要求性能を示しており、性能規定型の基幹となるような設計方法を規定するものになる。日本では、まだ1から4のレベルがきちんと整理されていない。今あるものの中で整理をすると、一番上位のレベル1は、法律等に規定されている拘束力の強い要求事項が相当すると考えられる。ヨーロッパでは、建設製品指令のCPDや建設製品規則のCPRがあり、このような認証規格そのものがレベル1に相当するものと考えられている。

その下のレベル2は、構造物の設計の基本になり、レベル1を受けて、構造物の設計の基本を規定する包括設計基準を示すものとなっている。残念ながら、わが国には、このレベル2に相当するものがない。日下部先生が冒頭にご紹介いただいたように、国土交通省が2002年に作成した「土木・建築にかかる設計の基本」という文書がこれに相当するものとする。せつかくこのような

文書が作成されたが、残念ながら現在では、この文書自体があることも忘れられているような寂しい状況になっている。これを何とか復活させなくてはということもワーキンググループに携わる一つのきっかけになった。

ISO2394には、構造物の信頼性に関する一般原則が記載されているが、これを建築分野が中心になって、そのまま和訳したものがJISA3305として発行されている。これは信頼性設計をベースとして、構造物の性能照査がどのようにあるべきかを規定しているもので、階級的にはレベル2に相当するが、これをわが国の設計の基本とすることについてはまだ多くの議論があり、私も少し厳しいのかなと思う。

レベル3は、構造物の設計・施工方法で、材料ごとの設計や施工、維持管理の具体的内容を規定するものである。レベル4は、構造物の設計・施工方法で、施設や構造物の種類別に設計・施工方法を規定するものであり、港湾の施設の技術の基準は、レベル4程度に相当すると考えられる。しかし、港湾の施設の技術上の基準には、レベル1に相当するものから、2、3、4と、非常に幅広い内容が書かれているので、これを直ちにレベル4にするには問題があるということは皆さんご承知のことと思う。このようなことがあり、2017年に土木学会でレベル2に相当する文書を作っていく契機となった。

7月12日時点の「土木・建築構造物の設計の共通原則」の目次は1章から7章と付属資料で構成されている。4章が構造計画、5章が性能評価になっており、この4章と5章を合わせて私たちは設計と考えている。おそらく広義の設計というのは、この構造計画と性能評価を合わせたものとはほぼ同じではないかと思う。

4章の構造計画とは、国土計画等の上位の計画を受けて、これを構造物の設計にどう落とし込んでいくかを検討する作業ということになる。いろいろな制約条件を考え、構造形式を決め、基本的材料を決め、基本諸元を決め、要求性能を決め、といった作業がこの構造計画になる。このようなことから、構造計画は、設計者の技量が非常に問われる部分であり、設計者が異なると構造計画の内容も変わり得るものと考えている。

一方、5章の性能評価は、性能照査といわれているもので、計算式や数値解析などを用いて行うもので、これは誰が行ってもほぼ同じ答えが得られる。日下部先生がおっしゃっている「当てはめの設計」に非常に近いところと思う。このように、設計を4章と5章に分けて考えており、設計の共通原則はどちらもカバーしているものになっている。

次に示すのは、目的、機能、性能を三角形に表した図であるが、構造物の目的を設定し、機能を設定し、要求性能を設定して、性能評価を行なって設計が完結するということになる。目的、機能、要求性能では、一つの構造物や、あるいは複数の構造物が集まって一つのグループとしての役割を果たすものもある。これは空間機能といわれていたものにかかなり似た考え方になっていると思う。

要求性能の設定の中には、要求性能の水準の設定がある。性能の水準に合わせて想定する作用の大きさ等を設定し、その作用に対する構造物の応答を求めることによって、必要な性能が確保されているかどうかの評価されるという関係になっている。性能評価においては、数式を使うなど様々な方法で数値化して評価する。機能を設計で扱おうと思うと、それを必ず要求性能に置き換える必要がある。機能を要求性能に置き換えることによって、初めてその性能が評価をされて、その結果、構造物に機能が確保されるというように考えている。要求性能を数値指標で示せない場合は、目的関数にしかならないと考えている。

そういう意味で、今回、新たに「供用性」という性能を定義した。用語の定義で山本会長にもご説明いただいたが、機能とは、構造物の設置目的に応じて構造物が担うべき働き、役割である。設計供用期間は、「設計の前提として、構造物が所定の機能を維持することを期待する期間」というふうに定義の見直しを行っており、今使っている設計供用期間とは少し違う観点の期間になっている。性能は、構造物の機能の実現に寄与する構造物の能力で、この機能に直結する性能として供用性というものをご定義した。そして、構造物に要求される機能を適切に確保するための性能というものを、この共通原則の中では記述している。

供用性には、いろいろなものが考えられる。現在、原稿の作成途中であるが、構造物に求められる機能を維持するための性能項目の例として、水密性や気密性、遮蔽性を挙げているが、これらは非常に分かりやすい項目である。例えば、タンクは、水密性が失われると機能そのものがなくなるというようにわかりやすい。

安全性も、供用性を構成する一つの性能として位置付けられることになると思う。なぜなら、構造物の破壊は機能の喪失に直結することが多いからである。

その他に、例えば防波堤の天端高やある形を維持しないといけないものなども供用性に含まれる。これまで要求性能に含まれなかったような性能を、何らかの数字を

使って要求性能として与えられると、設計の体系としてうまくいくのではないかと思う。

広義の設計の実装に向けてということでまとめると、設計は構造計画と性能評価から成っている。構造計画は制約条件の明確化、目的・機能・要求性能の設定、構造物の基本諸元の設定等から成り、性能評価は構造詳細の設定や客観的に要求性能が確保されていることを確認する作業であると定義をしている。要求性能の設定には、性能の水準の設定や性能規定の明確化が含まれる。

今回説明した設計の共通の原則は、これから日本建築学会との協議が必要であるが、完成時期が明確ではないため、この考え方の一部を取り込んだ「土木構造物共通示方書」を早々に土木学会構造工学委員会から発行することになっている。今、改訂作業が進められており、第2次意見照会の段階である。おそらく、令和5年中には、改訂版として発刊される予定で、目的・機能・性能、設計供用期間や供用性などが、取り込まれると考えている。

八尋副会長

コメンテーターから質問をお願いしたい。

日下部顧問

このドキュメントは土木学会の書面で出されるものか。

横田顧問

そのとおりである。最終的には日本建築学会と調整してJISにしていきたい。

日下部顧問

それは国土交通省から出るものではないか。

横田顧問

そのとおりであるかもしれないが、国土交通省との調整は状況を見て考えていきたい。

日下部顧問

山本会長の説明にある施設機能と供用性と横田先生の説明の供用性は、似ているという印象を持った。

横田顧問

山本会長、八尋副会長とは、これまで機能性についての意見交換を行っており、山本会長の説明の港湾機能と私が説明した供用性は、ほとんど同じと思っている。本日の資料も意見交換を踏まえた内容となっている。

日下部顧問

山本会長の資料には、施設機能の他、あと一つ供用性が入っており、その位置付けがうまく理解できない。

八尋副会長

この供用性の位置付けは非常に悩んだところで、現行の性能図は、供用性が使用性、修復性、安全性、施工性、

維持管理性と並列になっている。しかし、今回提案した性能図では、供用性をもっと上位に位置付けており、横田先生の用語の定義と同じ概念と考えている。

八尋副会長

建築との調整の見通しは、

横田顧問

日本建築学会は組織が大きい上、木材等様々な分野があるので、建築学会としてのオーソライズに時間が掛かる模様である。

八尋副会長

岩波先生にコメントをお願いしたい。

岩波先生



写真6 パネリスト（岩波先生）

話題提供というよりは、今回の広義の設計論、機能設計について説明を伺って、気付いたことを述べるよう承ったので、感想めいたことを幾つか話したい。

一つ目が、供用性とか機能という話であるが、今回、機能というものを入れると、他のインフラ、或いは建築物との共通言語ができると思い聞いていた。まさに、話があった土木建築構造物の設計の基本原則がそれである。

設計士会の資料の空間機能、施設機能という、新しい機能の分類があったが、施設機能は、水域機能や遮蔽機能のように港湾特有の言語である。これはたぶん、港湾だけの人が分かっていたらよく、外に持ち出した瞬間に誰も分からない機能であり、それはそれでいいと思う。それが集約されて、最終的に交通機能、産業機能、生活機能、新たな展開機能の4つの空間機能になったが、これらは、逆に共通言語として使えなければ、空間機能にならない言葉と思って聞いていた。

例えば、交通機能であれば、コンテナが外に出ていった時に、最終的には道路や鉄道で運んでいくわけだから、それを同じような言語でしゃべれば、結局その機能が発揮されない、あるいはお互いに評価できなくなっ

てしまう。そういった意味で、この機能、さきほどの供用性といったところが非常に重要になってくる。そうすると、今までのような縦割りの設計ではなく、横串をさしたような、まさに本当の意味での広義の設計が実現すると思って聞いていた。

スライドの2つ目の丸で書いた機能とサービスについては、機能は構造物やインフラが持つファンクションである。それは、ただファンクションだけで、それからは何もサービスは生まれていなくて、サービスを生む能力があるだけである。それをサービスとして、国民や港湾の利用者がファンクションのメリットを得ようと思うと、まさにそれがサービスで、その機能とサービスの関係をもう少し整理する必要があると思って聞いていた。

今までの、ものをつくる、港湾施設をつくるようなものは、あくまでファンクションを作り出すためだけであり、交通機能を有する臨港交通施設ができるだけである。そこから交通機能が、国民や港湾利用者がサービスとして恩恵を受けるものにすると思うと、それをやっぱり働かせて生かさなければならないと思う。

そこには別のもう一つが要ると思う。今までは新設や維持管理をわざわざ分けて考えていたが、本来、機能から生じるサービスを受けるためには一体である必要があると思う。何かものをつくるか維持管理をするのは同じことで、サービスを受けようと思えば、別に新しく作るものもそうだし、維持するも同じで、それがあって初めてサービスが出てくると思う。

新設とか維持管理という概念をそもそもやめて、サービスを享受するため、あるいは与えるために必要な行為の一つとして、新設も維持管理もあるというぐらいに割り切ってほしい。その中に、性能評価があって、別に新設であろうが既設だろうが、どちらでも共通で使える言語だと思う。その時に構造計画は、新設しかないのかもしれない。そのように設計を考えていくと、今までの狭義と広義の設計がうまく分類できるかと思った。

スライドの最後の丸はもう少し細かい話になって、改良とか維持管理と、性能、機能の話でいくと、今までは仕様設計から性能設計になって、それでも今までの既設の設計とか更新・改良設計が全然はまらなかったのは、そこは性能止まりだったからだと思う。

もう一歩進んで、機能まで進めて考えると、ある施設があってそこから交通機能を出すと思えば、そこにある部材が古かろうが、新しかろうが、追加だろうが何でも一緒だし、ひび割れがあろうが腐食があろうが一緒で、最終的に交通機能が発揮されていけば同じになる。

今までだと、それが性能設計でも許されなかった。既設の部材だとすでに100年経過して設計供用期間を過ぎているとか、コンクリートの強度が低下しているからもう使えないなどの話で終わっていたが、もう少し機能までレベルを上げて考えると、いろいろなものを取り込めると思う。

そのようなことをこれからも考えていかないと、これからますます新設がなくなって、既存のものの維持や改良、更新の中で、港湾の機能をまさに確保していくような時代になると思う。そういう意味でも、このような広義の設計、機能設計を導入していく必要があると思っている。

八尋副会長

本当に言いたかったことを言っていたら、素晴らしいコメントにお礼を申し上げる。

共通言語という言葉はお話の通りである。港湾だけでクローズしないので、背後施設とのリンクでやる中で、特に、我々が主機能としているこの空間機能が、本当の意味での共通言語である。背後の鉄道や都市と、そういったものと高速道路を含めて結んでいく時には、同じ言葉を使わないと、他に波及できないというのはお話の通りでありよく分かった。

最後に言われたこの新設と既設については、山本会長の説明資料8ページ目の左側、技術基準の応用のヒエラルキーを見ていただくと、機能規定において、空間を達成するために必要な施設の機能が、新設、改良、維持、廃止を含むとしている。つまり、機能設計において新設、改良、維持、廃止を考えればいい。今までと違って、我々は施設でものを考えるということ。これまで我々は、主に施設・性能を考えているので、例えば、維持であれば、施設や性能の維持を考えてしまうが、機能で考えるとその機能をどれくらい維持すべきかという考えとなり、岩波先生の話とリンクすると思う。

これは、先ほどの山本会長の第2章の説明にあったように、国土交通省の維持管理戦略の第2フェーズがこの考え方を採っている。今までの施設・性能の維持を、まず機能を考えた上で維持をやりましょうという話だ。

山本会長、何かありますか。

山本会長

先ほど、機能とサービスで、少し聞き漏らしたが、私たちはものをつくって機能は提供する。それをサービスに格上げするために何が大事と思うか。

岩波先生

何が大事かを考えないといけない。今までは、我々、土木屋や機械屋が、ものをつくることだけに一生懸命になって、つくれば機能がそこで生まれて、それがサービスになって、きっとみんなに行くだろうという前提だったが、実際にはうまく行っていないものもある。あるいは、何かの時のための準備をしておくことも大事だと思う。全てが100パーセントのサービスを常に提供する必要はないと思うが、そこにある意味、命を吹き込むためには何かが必要なのではないかと思う。

八尋副会長

それは、先ほど高山先生が話されたことと思う。やはり、施設の効果がどのぐらい上がって、どう社会的に、経済的に波及したかをきちんと把握すればそれがきっとサービスである。今、それが把握されておらず、静穏度がどれぐらいあるかも全国的にわかってない。

岩波先生

サービスをあまり定量化しすぎると、サービス零とか10の施設がいっぱい出てくる。税金でやっている以上は出る可能性があっても致し方ないし、何かのリダンダンシーのためにそうやっているところもある。

八尋副会長

おっしゃるとおりで、いろいろ理由はある。

岩波先生

そういうことをきちんと整理する必要がある。

八尋副会長

逆に零であれば、別な機能に変えればいい。

山本会長

ある岸壁でコンテナ貨物の取扱量を2倍にする機能にしたとすると簡単に計算できそうだ。サービスの価値は、1個当たりの取り扱い時間が減ると時間価値がいくらで、これだけのサービスを提供したとことが言えそうだ。

日下部顧問

岩波先生が最初に他のインフラとのリンクの話がされた。私も最後で言ったが、やはり港湾だけの議論で止まると駄目なので、建コン全体を巻き込むとか、少なくとも皆さんの立場で、そういう姿勢がどうしても必要である。この他のインフラへどうやって展開していくかというあたりが大事だと、全く同感である。

もう一つ、機能とサービスの話について、山本会長の資料の5ページの一番下のところで、ここの分子が機能かどうかということで、この式は、例えば運賃みたいなものを考えると上はサービスでいい。例えば、在来線と新幹線を比べた場合、新幹線は運賃がかかるが時間は半分で行けるというサービスを提供している。そういうこ

とを考えると、機能とサービスというのはなかなか分けにくいと、実は思っている。だから、どこがどうかというところはなかなか難しいが、普通の人々が理解するには、例えば運賃みたいなものは物の価値としてすごく明確であるが、一方で港湾はそうはいかないというところが特殊性ではないという気がする。

八尋副会長

港湾はうまくいかないということか。

日下部顧問

それがこの機能でなくて、サービスときちんと言いつけないところがあるというところである。

八尋副会長

先ほど外貨コンテナの話が出たが、例えば延長1メートル当たりの能力を年間800から1200に上げると効率が上がる。それによって、企業がより速くいろいろな資材を届けることができ得られる付加価値があり、先ほどの電車の話と同じような気がする。いかに速くものを届けるかで、サービスが向上する。

日下部顧問

その時に、港湾を提供する側にコストが反映される、つまり、港湾のほうにお金が入ってくるわけではない。

八尋副会長

お金は企業に入ってくる。企業が儲かれば、法人税や所得税として税金が入るので、日本企業の業績を上げて税収を増加させるのが目的である。公共事業はあくまで税金が財源である。

日下部顧問

わかった。

山本会長

なかなか難しいことである。

八尋副会長

下迫審議役にコメントをお願いしたい。

下迫審議役



写真7 パネリスト（下迫審議役）

気候変動への適応策という観点で申し上げたいと思う。

これまでの耐波設計では、そもそも気候条件は過去も将来も変わらないことを大前提としていた。そのため、過去何十年かの観測データを基に設計波を算定する方法を用いてきた。今はこれが変わってきており、地球温暖化の影響で気候が変化してきている。したがって、過去の気候条件で設定した設計波は、将来30年後、50年後では変わってしまう。例えば現行の方法で設定した設計波で設計した施設が、供用50年後の設計波に対して持たないこともありうる。将来の変化（波浪、潮位）を考慮した設計が必要となってくる。

気候変動を考慮した耐波設計を具体的にどのように行うかであるが、事前対応と事後対応（順応的対応）の2通りがある。

事後対応は当初は当初の考え方で設計しておいて、将来波浪条件が厳しくなった際に対応を考えるやり方である。事前対応はある程度先を見越して設計するやり方である。前者の方法として、当初設計時の外力で設計しておいて、例えば供用期間の半分くらいに至った際に外力を見直し、対応策を検討する。後者の方法は、供用期間50年後を見越した設計波で設計しておく方法である。おそらく外力は大きくなる方向なので、当初から余裕を見た設計をしておくことになる。三つ目は供用期間の半分の25年後の外力を想定して設計しておいて、25年後に再検討するといった方法もありうる。

このような方法をとるのは、将来予測は期間が長いほど誤差が大きくなるので、25年程度で区切って上振れしたら見直し、下振れしたら安全側なので保留といった対応で判断できる。

どのような対応が適当かは構造物の種類や諸条件により異なるため一概には言えず、基本的にはコスト最小となる最適案を見出す必要があるが、現時点では不確実な要素があり検討上の課題は多い。

港湾施設の種類のうち、防波堤であれば、新設の際に50年後を見越した事前対応は可能であり、事後対応も一部制約がある場合もあるが、基本的には可能である。対応できない一部の制約とは、壁体重量を割り増しする際に底版の配筋が持たなくなるので、あらかじめ底版厚を相応に設定しておく必要があるとか、地盤支持力が足りない場合には地盤改良が必要だが、後からは施工できないので事前に地盤改良は行っておくといったことである。

一方で岸壁の場合、事前対策は非常に困難である。潮位変動を考えると50年後に50cmあるいは1m上がるとした場合、事前に天端を上げておく現状で係船・荷役

ができなくなる。したがって、徐々に上げていく必要があるが、少しずつエプロンを上げるといった対応も現実的には困難である。一方、事後対応で、ある程度潮位が上がってから対応しようとしても、現在使用している施設をそのまま上げるのは制約が多く難しい。岸壁は対応が非常に難しいと思われる。

さらに、港湾内にはたくさんの岸壁があるが、一度に全体を上げるのは困難なので、どこか一か所の岸壁を上げるといことになると、他とのバランスが悪くなり全体としての使用性を損なう。港湾全体としての対応プランを考える必要がある。

港湾内は新設より圧倒的に既設の施設が多く、今後、改良が必要となる。一つの防波堤が設計供用期間 50 年で 20 年経っていた場合、今後 30 年そのまま使用できるかというところ単独ではなく、その港湾でどれだけその防波堤を活かしていくかといった港湾全体の中での対応、将来の変動も見越してプランを考える必要がある。

気候変動への対応は様々な課題があり、一筋縄ではいかない。まさに広義の設計として、計画から設計、施工まで含めた広い視点でやっていかなければならない。容易に解決策を提示はできないが、問題提起として述べていただいた。

八尋副会長

高山先生にコメントをお願いしたい。

高山顧問

非常に難しいと思う。気候変動がある場合、将来どのようなようになるのか、どのようにするのかを予め考えておかなければならない。

山本会長

20 年位前既に、磯部先生が順応的対応を提唱されていた。設計供用期間が終わった段階で、改良・更新・廃棄を検討するものである。

高山顧問

変動のスピードをきちんと押さえておくことが非常に重要になってくると思う。

日下部顧問

供用期間は明確に決定することはできるものか。何の要因で供用期間を決定できるのか。

下迫審議役

一般的に設計供用期間 50 年ということの設定しているが、実際の構造物は 50 年過ぎても使っているものもあり、外力とは無関係に決められるものでもある。

日下部顧問

直接関係しないかもしれないが、切土には風化速度があり、ある程度風化が進むと壊れるが、その速度が明確に分かっていないため供用期間は決められない。港湾の施設の場合、色々な要因から供用期間は決められるかもしれないが、その要因の曖昧さはどこにあるのかと感じながら聞いていた。

下迫審議役

構造物が劣化するようなものであれば、その度合いで供用年数は決まるが、防波堤は意外に 50 年経っても維持されているものが多い。供用期間は設計で考えている期間と同じとしているものの、現実には違うのかもしれない。

高山顧問

昔、破壊確率で考えたことがある。例えば、供用期間 50 年を考える時に、2 割程度の破壊確率とすると、50 年程度の供用が終わるときに、どの程度の被災になるかを考えて、それがあまり上がらなければ、そのままでもいいが、5 割を超える破壊確率になるのであれば、予め少しずつ対策をしなければならぬ。

下迫審議役

気候が設計当初から変わらなければそのような対応も考えられるが、気候変動を考慮すると全く分からなくなる。構造物の破壊確率自体は、新設でも供用 30 年後でも変わらないはずである。

八尋副会長

今の話は性能で議論されているが、本来はその施設の役割、機能を明確にすれば、残り 5 年程度であればそのままでもいいし、100 年になれば気候変動を考慮する必要があると思うがどうか。

山本会長

民間企業が岸壁を造る場合に、その企業は背後の工場をあと 10 年しか使わないので、岸壁も設計供用期間は 10 年としたい。設計地震動も再現期間 75 年でなくともよいのではないかという話が出たことがある。

建築の世界は明確で、万博のパビリオンは 1 年程度しか使わないので設計供用期間は 1 年となり、外力はそれに応じた規模で対応するというガイドラインがあり、設計風速は 10 年確率で行うというのがある。まさに、その施設を活用するための機能として設計供用期間は決定されるものと思う。

ただし、洋上風力施設は海上での占有期間は 25~30 年間であるが、風車本体の設計は 100 年確率風速で行う。これは、補修して使えば継続して使うということだと思う。民間企業のため、費用は電気料金に反映される。

日下部顧問

仮設構造物は短期間の供用なので外力を低減しているが、その仮設構造物が1年で設計してある場合でも30年ぐらいそのまま使用され続けているような事例もあり、仮設の外力の設定はなかなか難しい。

山本会長

橋梁で見られるが、仮設橋梁がいつの間にか20年ぐらい使用している事例がある。仮設の外力は考えていけないといけないと思う。

八尋副会長

中嶋理事にコメントをお願いしたい。

中嶋理事



写真8 パネリスト（中嶋理事）

海洋・港湾構造物設計士会では、昨年度から次世代設計委員会を立ち上げ、広義の設計論について討議を行っている。広義の設計論が出始めた際に、港湾基準を正確にトレースする狭義の設計は、低価格競争や将来的にはAIに代替されるという議論があり、この背景の中で広義の設計論の機能設計についてメリット、デメリットについてわかりやすい言葉で表現しようと活動を行っている。現在、委員8名、オブザーバー3名で活動しており、委員構成は、コンサルタント、建設会社の他、設計者、計画分野の方や設計士ではない方も入っており、比較的に若い実務者を中心に構成されている。

これまでの次世代設計委員会の活動で3つの結論が得られた。一つ目は、機能には階層の定義が必要であり、今後議論していく必要があるということ、二つ目は、広義の設計論は維持管理、リニューアルの分野で柔軟に使えるのではないかとということ、三つ目は、機能を価値換算し、数値で評価する必要があるということ。事例を調査してみると、漁港や道路などでベネフィットや安全を数値に換算する手法を開発しており、こうした研究を進

めていく必要があるといった意見があった。

機能設計の課題として、設計者によって施設が異なる点が挙げられる。設計者の個性が形になる面と公共性の議論となったが、発散して結論には至らなかった。機能設計は、施設への落とし込みや施設の組み合わせによって様々な結論があるため、何を採択するのかは、上位概念と照らし合わせて決めていく必要がある。

機能設計の試行提案として、港湾の交通空間を例に機能の試設計を行った。現実社会の港湾は、交通機能、物流機能等の複数の空間機能があり、各空間機能は防波堤や航路・泊地、岸壁などの施設が集まり、複合的に一つの空間機能を形成している。現行基準では、施設や部材毎に目的や要求性能を持つ設計体系となっており、施設毎に使用性などの性能が規定されている。機能設計での望ましい設計体系や機能階層として、以下の考察をした。目的の下に施設機能規定、要求性能・性能規定、設計照査の階層の設計体系と考える。性能規定としては基本機能・空間機能・施設機能と言う機能の階層（ヒエラルキー）が構成される。施設機能は、供用性と直接つながり、使用性や安全性などの性能が規定されるといった概念になる。機能設計では、基本機能、空間機能を踏まえた施設機能をどのように考えるのかが重要な点である。

機能設計例（その1）では、空間機能の向上を主題として、年間のコンテナ取扱量を500万TEU/年から800万TEU/年に向上させる場合について、各施設の機能設計を2通り行った。手法1では、港内の静穏度（稼働率）の向上や夜間荷役を行うことで、コンテナ取扱量を向上させる。手法2では、大型のコンテナ船が荷役可能なように、航路・泊地の増深、大型船の着岸に対し棧橋の増強を行うことで、コンテナ取扱量を向上させる設計となった。これらの機能設計に基づき、各施設の性能を規定していくことになる。

機能設計例（その2）では、機能の改変を主題として、コンテナ岸壁をアンモニア貯蔵岸壁に変更する場合について、各施設の機能設計を行った。機能論で議論することで、必要な施設だけ改良を行い、全体として最小な変更で必要な機能を確保することができる。

八尋副会長

事例の紹介が終わったので、ここでご意見を伺いたい。

山本会長

取り扱い目標が達成できるプランが複数あると、結果的に一番安いものが選定されるのではないかと。

八尋副会長

この場合は機能のため、基本的には、一番安いものでなくF/Cが最大なものが選ばれると思っている。

山本会長

今までこのような過程を行っていないので、面倒なことを行うことになる。

八尋副会長

面倒であるが、これからはやらなければならない。

日下部顧問

今の議論の中で、山本会長の資料の11ページで、現行の港湾政策の情報だけでは機能は明示できないので、このところからもう一度、評価をし直して、量的なものも合わせてこの港湾はどういう機能かを見直し、始めてこの議論ができると思う。このステップは必要という理解で良いか。

中嶋理事

港湾計画ではここまで明確な機能の位置づけはしていない。ある程度似たような議論はされており、表には出てこないが、機能が港湾計画の中に包括されていると考えている。

日下部顧問

先ほど山本会長の説明の中で、第1章のところ、何かを担うと書かれているが、現状では無いという理解で良いか。

山本会長

港湾計画を作る時の基準省令にあるが、その基準省令の中には、港湾の何々の機能を達成するなどの大まかな表現はあるが、このように、ある岸壁の機能として取扱貨物量を500万から800万に上げるというのは、港湾計画書には書いていない。今まで、改良というのが、あまり港湾計画の中では明確に反映されていない。東京港のように、新規の場合は、あるコンテナバースは年間何百万TEU扱おうと書かれているが、改良の場合は目標があまり書かれていない感じである。

八尋副会長

先ほどから出ているように、やる人によって変わるとするのは、本当は良くない。これこそが、利害関係者である荷主や関係者がプラットフォームで集まって、そこで合意することが必要と思う。だから、ある種の港湾計画でやられている長期構想や港湾計画策定の委員会で、どれがいいか、一番いい方法を決定することが必要であり、設計者が1人でやる話ではない。

山本会長

港湾計画を策定する際に、現状は、まず構想委員会とかいうのがあり、概ね15年後のこの港は、こうやりたい

といろいろ議論する。その時に、コンテナの取り扱いの機能などのように、今、出てきている交通機能については、ここを目指しましょうという目標は議論するが、それを達成する方策はあまり議論していない感じがする。

その時に、単純にこの岸壁の荷役量しか議論しておらず、このように静穏度を少し上げて、航路を増深して、クレーンを増強してとか、こういうメニューはあまり議論してない。これを構想委員会や関係者が集まったところでやると、交通機能というものをよく議論できると思う。このような場にコンサルタントが入り、いろいろなメニュー出しをすれば良いと思う。

八尋副会長

さらに、一番上位に空間機能設計がある。コンテナ取扱量を500から800に上げる議論は、先ほどから出ているサービスの話になる。これ上げることによって、荷主の立場でサプライチェーンの評価や効果が上がるかなど、もっと上位の議論だと思う。ただし、この議論をするためには、施設の機能設計をやり、今の施設をどう変えていくかを議論しなければならないため、設計者が入らないと対応できない。最上位の空間機能設計は、さすがに設計者が入る段階ではないが、次の施設の機能設計は設計者も入って一緒になってやる必要がある。

山本会長

単純に栈橋で2万TEU扱おうというが、そんな船を入れようとする増深が必要で、さらに増深すると栈橋の構造確認が必要なため、やはり、設計者が入る必要がある。それから、ガントリークレーンも増強という話が出るが、単純にガントリークレーンだけ大きくしても栈橋が対応できないということも考えられる。

八尋副会長

高山先生との事前打合せを行った際に、静穏度は性能なのか機能なのかという議論になった。静穏度は、機能であるが、現行の設計体系では目的のすぐ下の要求性能に位置付けられている。やはり静穏度は、先ほど高山先生が説明されたように、どれぐらい船が安全に着けられるかということなので機能であり、利用者視点である。

言い換えれば、防波堤をどれぐらいの天端高にするかとか延長にするかというのは性能だと思うが、静穏度を何%にするかの議論は機能論であり、利用する人たちが決めることである。

高山顧問

静穏度は、これぐらいの値に設定にしないと港が使えないという話があったため、一律にしたと記憶している。それぐらいしないと、港が使えないという話だった。

山本会長

今まではシビルミニマムであったが、これからは各港で機能をこうするなどの競争になり変わってくると思う。

八尋副会長

コンテナを扱う場合は、特にそうなるであろう。

高山顧問

使い方が変わると、また、変わるからややこしい。このため、ある程度は満足させるようにし、それ以上に何かをする時は勝手にやってもよいというような形にしないといけないと思う。

八尋副会長

そのとおりである。一方で事業に対する説明責任も果たす必要があるため、関係者できちんと合意しなければならないと思う。

機能を改変する場合、こういう形にすると分かりやすいなどのご意見をいただきたい。

高山顧問

防波堤を機能廃止するのか。

中嶋理事

ドルフィンに接岸する程度の船が年に 50 回しか来ないとすると、大型の LNG 船のように防波堤外にドルフィンを作り、静穏時しか着けないがそれと同じ考え方である。

高山顧問

せっかくある防波堤を廃止するのか。

中嶋理事

機能としての廃止なので、防波堤があっても問題はない。空間機能はいろいろなものが他にあって、他の空間機能に役立ち、共有するものもある。このアンモニア貯蔵岸壁空間機能としては要らないということであり、その空間機能の意味では廃止である。港湾空間内で仮に、ばら積み岸壁があればそちらの空間機能として防波堤は必要であり、防波堤は必要となる。

八尋副会長

先ほど高山先生の話にあったように、防波堤には高潮対策機能もあり、高波対応機能もあるので、完全な施設の廃止ではないと思う。親水性機能を付与してもよい。

中嶋理事

空間機能の中には、高潮対策のようなものも入ってくるので、そちらとしては必要ということになる。

高山顧問

防波堤を廃止する場合、何か他に考えるのか。

八尋副会長

防波堤の機能を廃止は、あくまでアンモニア貯蔵岸壁

に対してである。この防波堤は、アンモニア貯蔵岸壁だけでなく、他の岸壁には必要である。このためトータルでこの防波堤はおそらく機能は果たしていると考えられる。

中嶋理事

アンモニア貯蔵岸壁だけを考えると、防波堤の機能は不要だが、他の機能の目的としては必要だと思う。

高山顧問

これは何にも変わらないということか。

八尋副会長

こういう整理ができるということである。

高山顧問

機能は廃止と書いてあるが、機能廃止をするが何にもしないのだから、何もメリットはないということか。

八尋副会長

施設として本当に不要であれば撤去すれば良いが、いろいろな機能を持っているので、そういうことにはたぶんならないと思う。

八尋副会長

最後に、パネラー及びコメンテーターの皆様から、今後の設計士への期待、あるいは課題などのコメントをお願いしたい。

高山顧問

単純に一つの機能だけを伸ばすのはよいが、港は色々なものに使われており、船も全然違うものが色々入ってくるので、トータルとして行うことが非常に難しいと感じる。このため、静穏度 97.5% を満足するようにということや、また一律に決めて、それを守るようにさせることが大事という気がする。それが将来において使い方が変わっても対応できるようになるという気もするが、変わったからと言ってすぐに取り換えることはできないと思う。そのため、空間が多機能で色々な使われ方をしているため、どのように使われても守れるように、一律の基準みたいなものが必要であると思う。

横田顧問

私も旗振り役の一人だと思っている。取り組みとしては非常に難しいかもしれないが、これが実現すれば、設計士会の役割は非常に大きくなると思う。広義の設計士会になるようになっていただければと思う。

気候変動に限らず、将来、社会がいろいろ変わってくると、今、想像できないような機能が施設には必要となり、また供用中に新たな機能を付加された場合にはどうしていくのか、価値を F/C のようなもので評価する時に、この F はどうやって可視化するのかなど、やらなけ

ればならないことはたくさんあると思う。そのためには、いろいろ知恵を出して良いシステムを作らないと、実際は動かないので、その対応をお願いしたく思う。

岩波先生

現在、大学に勤めているのは私だけなので、その観点からコメントさせていただく。学生の就職先の一つとして建設コンサルタントがあるが、彼らは決して当てはめの設計をやりたくてコンサルタントに行きたいわけではなく、こういう創造性のある仕事、オリジナリティーを發揮できる仕事をしたいと思志望していると考えている。そのような仕事がたくさん生まれるような広義の設計を展開していただければ良いと思っている。

下迫審議役

これからの設計は今まで以上に、いろいろな意味で広い視点がないと駄目だと思う。私がお話した気候変動にしても、今だけでなく将来を見た設計をしないといけない。一方、空間的に見た時に、ある施設だけを考えているのは駄目で、他とのバランスをとる必要がある。やはり、広い視点に立った設計が広義の設計の一つと思った。

中嶋理事

設計士には、深い専門性、全体を俯瞰して見られる力が必要である。加えてユニークな発想とそれを生かした設計をやること、やれる環境を作ることが期待される。また、かっこいい構造物を作っていくことが我々の責務であると思う。取り組むべき課題はいっぱいあるが、ユーザーや関係者が満足と思える設計環境を作っていくこと、設計者の地位の向上、海外進出が必要と考えている。

山本会長

港湾空間は機能からできおり、それが他分野のインフラとも関係するので、共通言語、少なくとも技術基準の言葉が共通言語にならないかと一つ思った。

価値の計算を、 $V=F/C$ と簡単に書いているが、この算定法を国総研等で研究していただければと思う。

日下部顧問

私からの期待や課題は、最初に申し上げたので省略する。

八尋副会長

まとめに入る。これまで機能の説明はなかなか難しく、いつも機能と性能の違いを常に議論してきたような気がする。利用者に貢献できる機能の説明として、幼児が確実に安全に楽しく水が飲めるコップが代表例といえる。通常のガラスのコップは誰でも水が飲めるが、マグカップは、幼児が「確実に」、「安全に」、「楽しく」という機能が必要となり、主語が特定化される。これからの時代

においては、この中の幼児が、港湾利用者に置き換えられる。

先ほど説明したように、これまでの港湾は一律に整備されてきたが、これからは、〇港の誰々がという具体的な利用者なり対象者が限定されて、そういう人たちに貢献するには、この機能と価値を高めることが必要となる。水が飲めるコップは、まさしく我々が戦後 70 年間やってきた“国土の均衡ある発展”による施設整備であり、今まではこの背景下で違和感なくやってきたと思う。一方、幼児が、確実に、安全に楽しく水が飲めるコップの部分に相当するのが、先ほど言った荷主の国際競争力を高めることであり、より効率性の高い物流空間をつくるということである。これまでの設計体系において、ある一定の目的のために要求性能を確保するという手段として性能設計を違和感なくやってきた。これからは、目的としての「空間機能」を実現するために、この「施設機能」は価値を高める手段となる。このため、設計体系の中に「施設機能」という概念を入れて、それを手段化することが必要だと思っている。

これまでを振り返ると、2018 年の日下部先生の「広義の設計論」のお話から勉強を行ってきた。

次に 2019 年には、吉村先生が、品質は気付かなかった領域に起きることや、情報の劣化や、さらに情報を上流側が引き上げるというご講演を頂いた。また、吉村先生は、トヨタのご出身なので、車を改良する時に、性能か機能かを明確にしないと、性能にした途端にコストカットの罠に入ると言われた。最初は良くわからなかったが、我々が今までやってきたコスト削減は、そういうことだったと認識した。そのためにも、我々は、技術者の立場や給与も含めて考えると、機能を上げて付加価値も上げて高く売るということも重要ではないかと思った。

2020 年には、経営学の先生であるが技術的なことにも精通されている藤本先生にご講演を頂いた。“設計情報の良い流れ”を強調されていた。実は、藤本先生から、「機能設計」という言葉を教えていただいた。藤本先生から、“土木業界ではあまり知られていないかもしれないけど、他の業界では「機能設計」という概念があるんですよ”と言われたことを今でも覚えており、その後、機械やシステム工学の分野ではやられていることを確認した。我々の土木の分野は、機械のようにライフサイクルが短くなく、公共インフラの機能が發揮するまでに 50~60 年が必要で、最近その機能がようやく見えてきた段階であり、「機能設計」という概念を持ちえなかったのだと感じた。

2021年には、土木計画学的小林先生に「プラットフォーム型インフラ価値の創造」のご講演を頂いた。価値を創造するには1人ではできないので、利害関係者が集まってやるという場が必要である。小林先生自身も、これからの港湾計画に「空間」と「機能」と「施設」のコラボレーションが必要であると言われた。これが、まさしく今回提案の「空間機能」とか「施設機能」をコラボしていくことだと思った。

同年、建築学の野城先生のご講演では、「バリューマネジメント」が重要とのご教示を頂いた。特に設計、施工の前に価値の議論をしてから始める必要性を言われた。

2022年には、海岸工学の磯部先生のご講演で、先ほどから出ている気候変動等においては、目的の多様化とか変動化に対応した設計が必要だという示唆を頂いた。磯部先生は、2018年の「PORT2030」公表時に、雑誌「港湾」において、「サイバー空間でさまざまな仮説を試し、最適解を出して、フィジカル空間に戻す」と述べられていた。このサイバー空間というのが機能空間のこと。機能論では、いろいろな議論・試行ができ、先ほど中嶋理事が示したように、機能論でいろんなパターンが考えられ、それを施設に落とし込む。つまり機能論において、色々なシミュレーションを行い、そこで最適解である一番良い機能を明確にし、それをフィジカル、いわゆる実空間に落とし込むということを示唆されていた。これは、まさしく「機能設計」ではないかと思った。

最後に、今日の山本会長の説明にあった建設プロセスであるが、これからは供用から始まって、港湾計画、設計、施工、維持管理というのが流れであり、その中で機能がどのようなものかを考える必要がある。

高山先生が言われた、「効果」をきちんと把握することからスタートして、それによって新しい「空間機能」をどうするのかを港湾計画なりで決定してもらい、それに基づいて「機能設計」することになるが、設計者はそれにも関わる必要がある。その後、設計者は「機能設計」に基づいた「性能設計」を行い、施工と維持管理に設計情報を伝達することになる。従って、今後は、我々設計者が、「機能設計」と「性能設計」の両方に関わる、いわゆる「広義の設計」をやらなければならない。これが設計士の意義と役割であると改めて思ったところである。

最後は少しまとめになってないかもしれないが、これで終了とさせていただく。



写真9 パネルディスカッションの状況

