

OS2(発展した数値解析技術が河道計画や設計に組み込まれるために何が必要か?)

実施報告

オーガナイザー: 堀江 克也、岩見 修二、田端 幸輔、瀬崎 智之

1. 主旨説明

- 近年、計算機能力の向上、数値計算技術の高度化が進展し、洪水流や河床変動を高精度に再現できる精緻なシミュレーションが行われつつある。一方、河川整備・管理の実務においては、検討手法や解析技術が概ね踏襲され、近年の学術的知見や数値解析技術が多方面に活用されている、とは言い難い状況にある。
- 2023 年 OS3 で問題提起されたこの問題に対して、投稿論文等をもとに、産学官の立場から多面的な意見をいただき、建設的な議論を行うことを、本OSの目的とする。

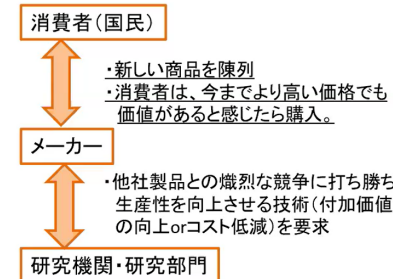
【問題提起】

- 技術の開発者と利用者のすれ違い（言語化と認識の共有が必要）
- なぜ新しい技術を使わないのか？（新しい技術でどう変わるのか、イメージできていないのでは？）
- 予測計算は、不確実な点も含めて合理性のある割り切りをして外挿計算が必要。どうプロセスを規定すればよいのか？
- プロセスを規定せずに、性能規定とする場合は、その性能のリクワイヤメントをどうするのか？どう技術認証されるのか？などが課題
- 一般的な工業製品の場合は、市場原理が働き、新技術導入による生産性向上が図られているが、河道設計ツールの場合は、発注者～コンサルタント～研究機関の関係において対価がほぼ固定化されているので、新技術を組み入れていくという仕組みが弱い
- コンサルタントへの発注（プロポーザル）や国総研の技術基準において、改善が必要なことはないか

新技術の導入による生産性向上の流れ（イメージ）

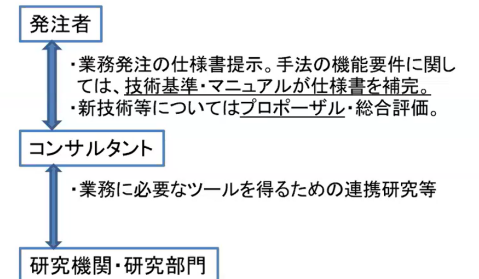
○新技術の導入が、自ずと進むためには、何が必要か。

一般的な工業製品の場合



市場原理が機能し、エンドユーザーの得られるバリューに合致した対価が支払われるため生産性が向上しやすい仕組み

本件(河道設計ツール)の場合



エンドユーザーの得られるバリュー関わらず対価がほぼ固定化されているため付加価値が向上せず投入リソースの縮減のみが機能する仕組み

2. 話題提供

●話題提供(1)「直轄事業の2D, Q3D等の適用実態と課題」

国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究室 主任研究官 田端幸輔

- ✓ 直轄事業における平面2次元以上の数値解析の適用と計算条件等の実態の紹介
- ✓ 目的別に、数値計算技術の適切な適用手法に関する考え方の整理が必要(検討フレームの提案)
- ✓ 現場ニーズ、技術的課題の共有とフィードバックの仕組みとして、米国のUSACEの紹介
- ✓ 産学官の連携(建コン協との連携検討、河川砂防研究開発公募、検証用データの戦略的収集)

●話題提供(2)「石礫床河川の砂州掘削後の河床変動予測における平面二次元計算の活用方法」

岐阜大学 准教授 原田守啓

- ✓ 河道管理への平面二次元解析の現場実装に向けた期待と課題についての紹介
- ✓ 平面二次元解析が有する“不確実性”と現場実装のために克服すべき課題(モデルそのものに起因する不確実性、計算設定、境界条件に起因する不確実性)
- ✓ 平面二次元解析活用に向けた方向性の提案(不確実性を抑えたレベルでの運用、計算目的に合わせた合理的な範囲での計算条件の設定、観測を通じてモデル設定を鍛える)
- ✓ 平面二次元解析モデルと運用に起因する不確実性への対処が、計算技術の現場実装の上で重要な課題

2. 話題提供

●話題提供(3)「実務の視点から見た数値解析技術導入における課題と今後の展望」 建設コンサルタント協会河川計画専門委員会 委員長 中村謙一

- ✓ 建コン河川計画専門委員会に所属する18社の河川計画に関わる技術者から、実務者の視点で意見を集約
- ✓ 河道計画や河道設計における現状認識から高次数値解析導入における課題(技術的、業務遂行上)まで
- ✓ 高次数値解析の活用に向けた展望として、官学産一体の取り組み、コンサルタントとして取り組むべきこと、河川管理者の方への期待、学識者の方への期待について紹介

●話題提供(4)「準三次元解析による河道設計の高度化～大河津分水路改修事業を例に～」 中央大学研究開発機構 准教授 竹村吉晴

- ✓ 河川構造物の設計は水理模型実験が一般的であるが、模型の製作・計測には多くの時間と労力を要する
- ✓ 新第二床固の設計および段階施工計画の検討における数値解析技術(Q3D解析)の活用について紹介
- ✓ 近年は数値解析技術の進展により、一次元解析や平面二次元解析では検討の難しい構造物周辺の局所流を含め、河川の広範囲の流れを詳細に検討できるようになってきた
- ✓ このような高度な数値解析技術を積極的に活用することにより、河川横断構造物の設計や段階施工計画をより合理的に行えるようになっていくと期待している

2. 話題提供

●話題提供(5)「豪雨災害多発時代の流域治水へのパラダイムシフトとその実装化に対応した河川技術のパラダイムシフトに向けて」

中央大学研究開発機構 教授 福岡捷二

- ✓ 近年の大洪水の発生、氾濫の頻発化に対して、河川管理者は治水政策の転換(流域治水へのパラダイムシフト)を進めることとなり、これを実行するためには、治水技術もパラダイムシフトが必要
- ✓ 流域治水を進めるにあたって、どんな技術が必要なのか、発表論文(斐伊川の降雨流出、洪水流、土砂移動の一体解析法の開発と流域治水活用に向けて)から講演
- ✓ 超過洪水に対しては、時空間三次元エネルギー分布に基づく河道計画、河道設計が必要。多摩川の令和元年の洪水を対象に具体的に計画や設計にどう使ったらよいのかを発表論文(超過洪水流の時空間エネルギー分布に基づく河道計画・設計法)から紹介
- ✓ 超過洪水(HWLを超えるような状態)において、複断面蛇行流れでは内岸の流速が速くなり、破堤に至る原因になりうる。既往発表論文(平成16年信濃川洪水による五十嵐川内岸堤防、内岸高水敷被災機構の検討)から超過洪水時の堤防を含めた河道設計をどのように行えばよいか提案

3. 総合討議

(1) 高度な数値解析技術の必要性、課題

＜討議のまとめ＞

- ✓ 会場から、実務において、本来、河川構造物周りなどの三次元的な流れの場でも二次元計算が適用されている場合があるという意見があった。これに関しては、基本的に流れ構造は三次元的であり、技術レベルを上げていく必要があるが、準三次元や三次元は強い計算負荷がかかるから、やむを得ず二次元計算でやっていると解釈すべきというパネリストの意見のとおりである。また、近年の計算機能力の向上を踏まえると、今後は準三次元、三次元計算を幅広く使っていくことが今後の課題である。
- ✓ 誰でも簡単に数値シミュレーションを行えるようになると、河床変動計算の足切流量の閾値のような条件設定を根拠なく計算してしまうおそれがある。使う側がきちんと計算の特性と現象の二つを理解したうえで、数値計算技術を使いこなせるようになることが大事である。
- ✓ 計算技術は向上してきているが、流砂の研究や乱流モデルでは、最近新しいアイデアはほとんど出ていない。乱流は何なんだとか、あるいはハイドロの非定常性がどこまで影響するかとか、コントラクションとか急拡による渦が出るとか出ないとか、そういう意味のところが議論されないで、絵だけ出てくるのは危険ではないか。ダイナミックスを勉強し、新たな技術を研究していくことが課題である。

3. 総合討議

(2) 社会実装への仕組み、課題

<討議のまとめ>

- ✓ アメリカみたいに標準以外の技術は使わないということにすれば技術の発展を妨げるので、自由度を与えて、いろいろな技術を使えるようにするとよいが、その場合は品質保証が課題となる。
- ✓ 発注者が評価できる技術力を持つことやオープンソース化するなどの仕組みが必要。
- ✓ その一方で、パネリストからは手引きの整備は最低限必要との意見があり、技術者が手引きに依存して考えなくなるのではなく、基準が決まる背景・過程などをしっかりと理解した上で、適用していくことが重要となる。コンサルタントの競争領域については、そのプラスアルファで提案していけばよいと考える。
- ✓ コンサルタントの腕の見せ所をいかに引き出せるかというのは、発注内容そのものがかなり重要なところを占めている。業務仕様書の書き方を含めて、発注者はうまく考えないといけない。
- ✓ 会場から、国交省等で技術の評価をもっとやった方がよいという意見があった。例えば、NETISでは一般の機材だとかの評価をやっているが、二次元、三次元等のソフトウェアについてはやれていない。計算の再現性について、コンペや技術競争があっても良いと思う。
- ✓ また、モデルの検証や改善は土木学会みたいなところでピアレビューして、いろんな人の知見をうまく活かせるような仕組み作りも有効と思う。
- ✓ 河道に関するデータのオープン化があると、モデルの検証や開発が進むが、その一方で、データ公表は、その時の状況をきちんと理解できるような情報も合わせて公表したほうが良いとの留意点もあげられた。

3. 総合討議

(3) 人材育成、魅力向上

< 討議のまとめ >

- ✓ 会場から人材育成の前に人材確保の部分で大きな問題があるとの意見があった。優秀な人材をいかに河川の分野に呼び込むか、魅力的な場にしていくか、そこが重要である。
- ✓ 人材確保も重要であるが、気候変動にどう対応するのも重要で、壊滅的なことが起こりうるという危機感をもってしっかりと考えていかないといけない。技術において非常に危険なものがあちこちで起こってきていることを認めて、今から準備をしないといけない。
- ✓ 人材育成、魅力向上は、今すごく重要になっている。大事なのは、今議論しているこういった内容は魅力的なのかということ。やっぱり一番重要なことは、どのくらい自由度を持って若い人が考えられるか、あるいは考えることを許されるかということだと思う。