

MCC Technology Report

2021 年 No.43-2



CONTENTS

技術紹介

- 5 : 都心部での大規模開発計画に関する円滑な事業実施に向けた取組み
- 6 : RRI を用いた洪水ハザードマップの作成
- 7 : 国内自動車工場の生産能力変化やモーダルシフトによる自動車部品の海上物流への影響分析
- 8 : 土砂・洪水氾濫対策における遊砂地の施設計画に関する技術



三井共同建設コンサルタント株式会社

MITSUI CONSULTANTS CO., LTD.

MCC は、MITSUI CONSULTANTS Co.,Ltd.の略称です
表紙写真：四万十川（高知県）

巻 頭 言

新型コロナウイルスの勢いが衰えない。従来型は下火になっているようであるが、変異株が猛威を振るい、感染者数の増加となっている。特にインド由来の変異株は、英国株に続く「脅威」となっている。これは日本人に多い白血球の型が要因のようだ。一体、いつまで続くのであろうか。

日本各地でワクチン接種が開始され、まずは高齢者等の優先度の高い人から接種が行われている。本誌が発行されるころには、日本も新型コロナウイルスの抑え込みに成功した海外事例と同様になることを期待する。この目に見えない脅威に対し「命がけ」で対応していただいている医療関係者の方には心から感謝を申し上げたい。

一方、地球温暖化が要因と考えられる雨量の増加も大変な脅威となっている。近年「何十年に1度の確率といわれる雨」あるいは「これまで経験したことのない雨」の頻発により、毎年全国各地で土砂災害、豪雨災害が発生し多くの犠牲者を出している。砂防堰堤やダム、河川堤防の整備は着実に進んでいるものの、想定以上の外力により土石流・地すべり、越水による破堤等が相次ぎ発生している。記憶に新しいものとしては令和元年東日本台風（台風19号）があげられる。多くの河川において戦後最大を上回る洪水が発生した。特に甚大な被害が発生した7水系（阿武隈川、鳴瀬川、荒川、那珂川、久慈川、多摩川、信濃川）においては、国、都県、市区町村が連携し、今後概ね5～10年で実施するハード・ソフト一体となった「緊急治水対策プロジェクト」を立ち上げ、各取り組みを進めているところである。

今後このような甚大な水害は全国どこでも発生することが考えられる。今ある治水施設の能力を超える洪水に備え、ハード整備の加速化・充実や治水計画の見直しに加え、上流・下流や本川・支川の流域全体を俯瞰し、国や流域自治体、企業・住民等、あらゆる関係者が協働して取り組む「流域治水」への転換が必要となっている。この「流域治水」の実現を図るため「特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律案」（流域治水関連法案）が令和3年2月に閣議決定された。これは、①流域治水の計画・体制の強化、②氾濫をできるだけ防ぐための対策、③被害対象を減少させるための対策、④被害の軽減、早期復旧、復興のための対策を4本柱として、流域全体で「治水」に向かうものである。

この甚大化する水害に対しては、残念ながら有効な「ワクチン」はない。そのため、この「流域治水」に取り組み、流域被害を軽減する方向に向かう必要がある。我々も建設コンサルタントとして積極的にこの難関に立ち向かい、まちづくり分野、道路分野、通信分野と連携し、水害から人々を守るという使命感を持って「流域治水」プロジェクトに尽力したいと考える。

ここに紹介する技術レポートは、それぞれの業務の目的、生じた課題に対し、機能面のみならず多面的な視点で、解決策を提案した技術者のレポートである。皆様のお役に立てることができれば、また、熱い気持ちをお伝えすることができれば幸いである。

技術紹介5 都心部での大規模開発計画に関する円滑な事業実施に向けた取り組み

八木 崇

YAGI Takashi

環境・地域デザイン事業部 まちづくり第一部



大規模な開発行為は、広域な土地の取得が必要であること、地権者の全員同意が必要であること等から、都心部では事業者の負担が大きくなるため、事例が少なくなっている。また、都心型の開発案件が減少する一方、計画内容が複雑となっており、専門的に取り組むことができるコンサルタントも減少している。こうした中、都心部の不動産開発を開発行為で行うプロジェクトを担当する機会を得たことから、都市計画法第29条に定める開発許可を取得した事例について紹介する。

キーワード：開発行為、都心部不動産開発

1.はじめに

都心部における不動産開発では、開発行為や区画整理事業・市街地再開発事業といった手法を用いた事例が多く見られる。

開発行為は手続きの簡素化が図れるが、都心部では広域な土地取得が困難である点や、区画整理事業とは異なり地権者の全員同意が必要であり、合意形成での事業者負担が大きい点等から、都心部で大規模な開発行為が行われることは少ない。

本稿では、都心部の不動産開発を開発行為で行うプロジェクトについて、都市計画法第29条に定める開発許可を取得した事例と弊社の取組を紹介する。

1-1.プロジェクトの概要

対象としたプロジェクトは、オフィスビルや鉄道インフラがある4haを超える土地に、オフィス・ホテル・住宅・商業施設等からなる大規模複合施設の整備を行うものである。

1-2.コンサルタントの役割

弊社は、ゼネコンとの設計施工で本プロジェクトに参画し、道路・下水・港湾（護岸）といった土木分野の設計、並びに開発許可取得に向けた都市計画手続きを担当した。

特に都市計画手続きでは、開発行為に伴う29条開発許可申請並びに32条公共施設管理者同意、またそれに付随する都市計画手続き書類の作成と行政協議を中心に担当した（図-1）。

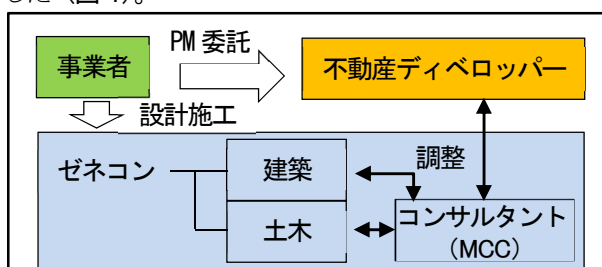


図-1 体制概略図

2.存在した課題

2-1.限られた期間内での許可取得

本プロジェクトでは、併行して進められる複数プロジェクトとの調整等による事業期間の長期化が懸念事項となっていたため、工事期間の確保に向け開発許可の早期取得が望まれた。

開発許可の取得に向けては、以下の課題解決が重要であった。

- ① 道路・下水道・造成・擁壁といった設計内容に未確定・未調整の点があったため、設計条件の確定時期及び設計スケジュールのクリティカルパスを明確化する必要があった。
- ② 対象地が河川と運河の両方に接するため、道路・公園・下水道管理者に加え、河川部局及び港湾部局に対する同意取得も必要であった。さらに、高速道路及び複数の鉄道が敷地内もしくは敷地の隣接地を通ることから、協議や同意取得が必要な関係対象者が多く、効率的な進捗管理が必要であった（図-2）。

2-2.複雑な施工展開への対応

本プロジェクトでは、既存ビルを全て取り壊した後、新設ビルを再構築する工事を予定しているため、以下の条件を満足する条件下での施工展開が課題であった。

- ① 区域内の既存ビルの稼働を継続しながらの工事
- ② 駅と隣接エリアを繋ぐ公共空間としての歩行者動線機能を区域内に確保
- ③ 公園機能の確保

この中で、公園機能の確保については、早期の建築確認申請提出に向けて建築敷地の確定が必要となり、「公園区域の変更」が条件となっていた。

2-3.行政単位での開発ルールへの対応

開発手続きにおいて、申請する行政により法律・条例の解釈やルールや許可条件が異なる場合が見られる。

本プロジェクトでも開発許可において独自のルールが設定されていたため、開発ルールの順守と開発事業者の要望や施工計画を調整のうえ、それらが成立するよう行政協議を進めることが求められた。



図-2 開発敷地周辺模式図（上：従前、下：従後）

3. 解決する技術

3-1. 開発許可スケジュールの可視化と体制構築

条件確定のための協議時期を明確化するため、特に協議関係は、協議及び協議後の設計スケジュールといった手順を整理することに重点を置いて、各書類・図面別にスケジュール管理表を作成した。

これにより作業手順が整理でき、道路や下水道などの異なる分野に横断して発生していたクリティカルパスを可視化、開発許可の取得に関わるリスクや問題点を共有化することができた。

スケジュールを明確にしたことにより、開発事業者にとってもスケジュールの共有化につながり、複雑な開発に対する事業マネジメントが容易になった。

また、同意対象が多岐に渡ったことから、効率的な同意取得に向けて、社内各分野間の連携を強化するとともに、事業者、ゼネコンを含めて役割分担、体制構築を提案し、円滑な事業推進に努めた。

3-2. 公園利用者特性を明らかにする調査の実施

本プロジェクトでは、2箇所の既存公園を1箇所の新設公園に統合する計画である。この公園の統合にあたり、開発工事期間中に閉園期間が生じるようになった場合の公園利用者への影響、特に近隣の保育園や幼稚園の利便性低下についての対応が求められた。

そこで、公園利用実態調査を実施し、公園利用者の属性を明らかにすることで既存公園の継続必要性を検討した。

この中で、公園利用状況から、近隣の別途公園で代替できる利用水準であること、ヒアリング調査により保育園や幼稚園が日常的に利用する公園に指定されていないこと等が明らかとなった。これらの現状を行政側へ提示し、工事期間中の一時的な閉園が認められた。また、閉園が可能となったことにより、施工展開上のコントロールポイントが解消されたとともに、公園区域の変更を進めることができた。

3-3. 行政手続きとの整合を示すステップ図の作成

許可権者との協議にあたり、施工手順と許可権者の開発ルールに基づいた手続きとの整合を示す必要があった。

そこで、施工期間を通した施工ステップ図を作成し、施工手順の明確化を図った。さらに施工ステップ図に行政手続きの内容や時期を記載することで、行政側に必要な手続きや手順が開発ルールと整合していることを示すことができた。

結果として、スケジュールの圧縮といった開発事業者の要望に応えながら開発ルール・行政手続きと段階的な施工計画を両立することが可能となった。

4. まとめ

本プロジェクトでは、1つの開発行為の中で道路・下水道・港湾・河川・公園といった異なる分野が相互に関係する開発許可の取得を担当したことから社内各部門の連携により対処した。

また、事業者側も多くの関係者から構成されていたことから、全員の共通認識形成に留意するとともに、この認識を元に効率よく事業を進めることに配慮した。

本プロジェクトは今後も継続して行政協議が必要な状況であるため、MCCの総合力を発揮しながら施工に向けた課題解決に取り組むとともに、これを機に、同様の都心型開発案件についても取り組み事例を増やし技術者としての幅を広げていきたい。

技術紹介 6 RRI を用いた洪水ハザードマップの作成

伊藤 拓輝

ITO Hiroki

河川計画事業部 河川第六部



近年では、平成 29 年 7 月の九州北部豪雨や令和 2 年 7 月豪雨など、これまでにない規模の降雨が多発しており、河川の氾濫や土砂災害などが相次いでいる。これらの災害は、ハード対策のみでは対応しきれない場合も多く、ソフト対策の強化が急務である。中でもハザードマップは避難方法の検討や、災害リスクを把握するうえでも重要な役割を担っている。本稿では、A 市において作成した洪水ハザードマップを事例として、複数の災害リスクの表示方法の検討や RRI を用いた検討について紹介する。

キーワード：洪水ハザードマップ、RRI、水害リスク

1.はじめに

平成 27 年の水防法改正により洪水浸水想定区域図は、これまでに作成されていた計画規模降雨に加え、想定し得る最大規模降雨を対象として作成することとなった。また、近年は全国各地で水害が相次いでいることから、水防法に基づく洪水浸水想定区域図の作成が義務付けられている河川に加え、それ以外の河川についても洪水浸水想定区域図を作成する自治体もある。本業務では、対象となる A 市内における風水害に関するハザード情報の掲載方法について検討するとともに RRI モデルを活用した浸水想定区域の作成を行った。

2.存在した課題

2-1.異なる災害特性

対象市では、災害特性から市を 2 つの地域に分類することができる。一方は、市街地を含む低平地で、直轄河川の氾濫原であると同時に、中小河川による内水氾濫のリスクを有する地域である。もう一方は、村落が点在する山地で、平成 26 年 8 月豪雨で大きな被害が発生した広島県安佐地区と同じ風化した花崗岩を有している。そのため土砂災害の危険性が非常に高く、また市管理河川からの外水氾濫リスクも有する地域である。この 2 つの異なる災害特性をいかに見やすく表示するかが課題であった。

2-2.複数の浸水想定区域の整理

対象市においては、直轄管理河川を含め 6 種類の浸水想定区域図が存在する。また、対象市の一部は内水地域でもあり、内水浸水想定区域図も存在する。これらの浸水想定区域は洪水規模がそれぞれ異なっており、重ねて表示すると多くの浸水エリアは直轄の氾濫原に覆われてしまう。市民の防災意識を高め逃げ遅れを防ぐためには、大河川からの氾濫だけでなく、中小河川や下水道施設からの内水氾濫リスクについても周知する必要があるため、掲載方法に工夫が必要であった。

2-3.市管理河川の浸水想定区域

国や都道府県により管理されている一級河川、二級河川については浸水想定区域図によって浸水が想定されているが、市町村が管理する準用河川等についてはそれらの情報が整理されていない。約 500 の市管理河川を有する対象市においては、河川氾濫による浸水想定の情報に乏しい区域が広く存在しており、市管理河川からの浸水想定区域を把握する必要があった。(図-1)

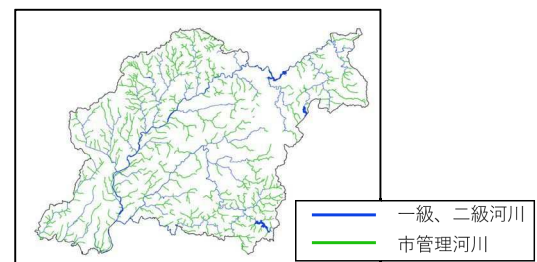


図-1 A 市河川位置図

3.解決する技術

3-1.二種類のハザードマップ

本検討では、異なる災害特性を有する地域（市街地、山地）を分け、掲載データの種類が違う 2 種類の洪水ハザードマップを作成した。市街地では洪水氾濫を主として示しており各河川の洪水浸水想定区域の最大包絡図とした。山地では洪水浸水想定区域は示すものの、土砂災害による危険区域を主として示し、「土砂災害特別警戒区域」「土砂災害警戒区域」に加え「土砂災害危険箇所」についても掲載した。なお洪水浸水想定区域は、本検討で作成した市管理河川による浸水想定区域も掲載した。

3-2.時系列図

本検討では、市民から意見をもらう委員会に加え、学識経験者から意見をもらう技術検討会を設けた。技術検討会の意見を踏まえ、複数のハザード情報の整理方針として「内水氾濫」、「県管理河川による氾濫」、「直轄管理河川による氾濫」と並べて掲載することにより、降雨の時間的な変化に応じて浸水被害状況が変化することを

示すこととした。

3-3.RRIによる浸水想定区域

対象河川が約 500 河川と多く、これらの河川に関する測量成果が十分に蓄積されていなかった。新規の測量を行うと、膨大な時間が必要となる。そのため、流域面積などから河道断面を設定できる降雨流出氾濫モデル（RRI モデル）を使用し断面設定を行った。同モデルではレジューム則による設定を基本とし、住宅が河川沿いにある7河川については台帳より実測の河道断面を設定し、精度の向上を図った。RRI モデルの定数は、対象市の大半は一級河川の流域であるため本川の基準地点において流量を用いてキャリブレーションを行い設定した。さらに、本川の洪水浸水想定区域図で使用している降雨を外力として解析することにより、モデルの妥当性を確認した。検証の結果、概ね同じ結果が得られ、市管理河川による浸水想定区域を作成することができた。

（図-2）

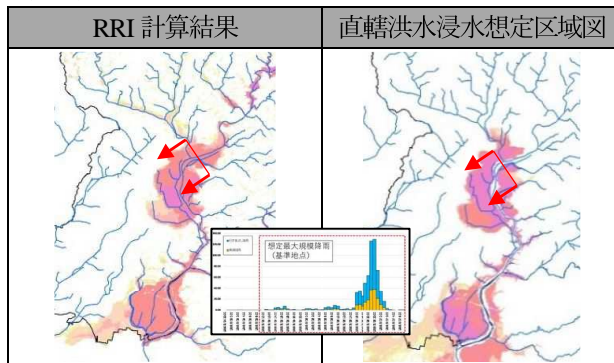


図-2 解析結果比較（想定最大規模）

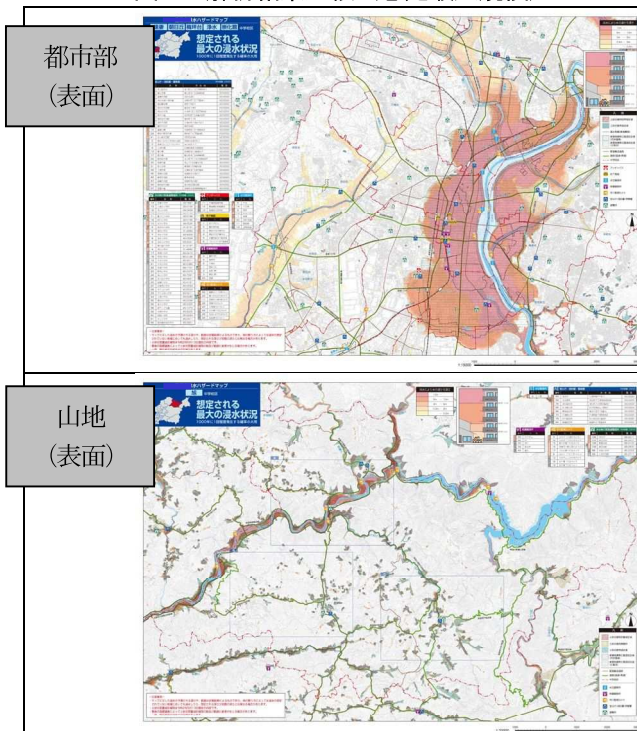


図-3 作成中の洪水ハザードマップ

4.まとめ

対象市の災害特性を適確に把握し、それぞれの地域に適したハザードマップとして活用することができた。

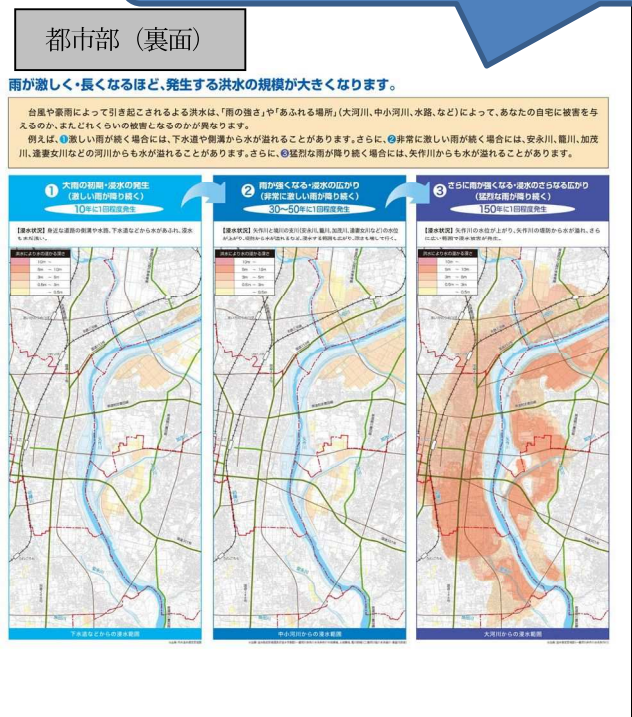
（図-3）また、災害特性によって掲載データを変えることで、その地域での危険度が高いハザードが何かを捉えることができ、より避難について検討する助けになったと考える。

また浸水の広がり进行时系列で示すことで、降雨規模により浸水区域が拡大していくことや、降雨が続くことで内水から順に浸水が始まることを示すことができ、早期避難を促すことができるマップを作成することができた。

さらに初めての事例として、RRI モデルを用いたハザードマップを作成したが、令和2年6月に出された「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」では解析手法として RRI モデルが示されており、RRI モデルがこれからのハザードマップ作成の助けになることと考える。また、解析に RRI モデルを使用することで今後、洪水予測への発展などのさらなる防災対策との連携が期待される。

本検討は現在進行中で、今後、作成したハザードマップの活用方法や、Web ページとの連携の強化などより良いハザードマップの活用について地域防災計画との連携強化を行うこととなる。

内水氾濫→県管理河川の氾濫→直轄河川の氾濫
と浸水被害状況が変化の様子



技術紹介 7 国内自動車工場の生産能力変化やモーダルシフトによる 自動車部品の海上物流への影響分析

古山 卓司
FURUYAMA Takuji
港湾・空港事業部 港湾計画部



松尾 智征
MATSUO Tomoyuki
港湾・空港事業部 港湾計画部



我が国の自動車産業は日本経済を支える重要な基幹産業としての地位を占めている。近年、自動車業界の競争激化により、自動車製造のさらなる効率化が求められており、自動車メーカー間の経営統合や工場の集約・移転が進展している。

本研究では、国内自動車組立工場の部品入荷を対象に、自動車組立工場の生産台数変化やモーダルシフト進展による輸送モードの変化を把握し、想定される自動車業界の将来動向や物流の変化を踏まえた海上物流への影響について考察を行った。

なお、本レポートは、「土木学会論文集 B3 (海洋開発)」への投稿論文¹⁾を、MCC Technology Report として再編したものである。

キーワード：自動車部品輸送、モーダルシフト、ユニットロード貨物、貨物流動、コンテナ貨物

1.はじめに

我が国の自動車産業は経済を支える重要な基幹産業としての地位を占めている。近年の自動車業界の競争激化により、自動車製造の更なる効率化が求められており、自動車メーカー間の経営統合や工場の集約・移転が進展している。また、地球温暖化対策やドライバー不足を背景に、環境負荷が小さく大量輸送が可能な海運や鉄道へのモーダルシフトも進んでいる。これらの動向は自動車部品の物流に大きな影響を与えていると考えられる。

本研究では、国内自動車組立工場の部品入荷を対象に、自動車組立工場の生産台数やモーダルシフト進展による自動車部品の輸送モードの変化を把握し、想定される自動車業界の将来動向や物流の変化を踏まえた海上物流への影響について考察した。

2.存在した課題

自動車部品の海上物流への影響把握を行うためには、供給先までの輸送モードとその流動量を的確に捉えることが必要である。しかし、既存の貨物統計データでは、流動量は輸送モードにより異なった把握方法となっており、自動車部品流動の全体像の把握は容易ではない。また、各自動車組立工場の生産台数や部品入荷量が把握できる統計データは存在しない。

将来の効率的な物流ネットワークを整備するためには、国内の自動車部品流動状況を的確に把握し、社会情勢の変化等による輸送モードへの影響を分析する手法の構築が課題となっていた。

3.解決する技術

本研究では、「都道府県別自動車生産台数」と「都道府県別の自動車部品の組立工場への入荷量」の2つを推計し、両データを兼ね合わせることで、国内の自動車部品

流動状況の把握・分析を試みた。

3-1. 国内の自動車部品流動状況の把握

(1) 自動車生産台数の推計

国内大手8自動車メーカーの四輪全車種を対象とした組立工場別生産台数を直接把握できたのは、全工場の約半数であった。そのため、残りの工場については、各メーカーの生産台数を、工場別の生産能力により比例配分することにより推計した。念のため、この手法による再現精度を、把握できた実績値（H20～30年）と比較することにより確認したが、図-1 である。推計値は、実績値より少し小さくなる傾向があったが、妥当な精度で再現できていることを確認した。

(2) 自動車部品入荷量の推計

自動車部品の入荷量は、輸送モード別に異なったデータより推計する必要がある。基本となるのは、海上輸送は港湾統計、陸上輸送は全国貨物純流動調査である。ここで、自動車部品の全純流動を把握する上で、港湾統計では港湾の背後圏の輸送が把握できない点と、純流動調査は5年に一回の3日間調査である点が課題となる。前者の点を補うため、外貿コンテナ貨物については、全国

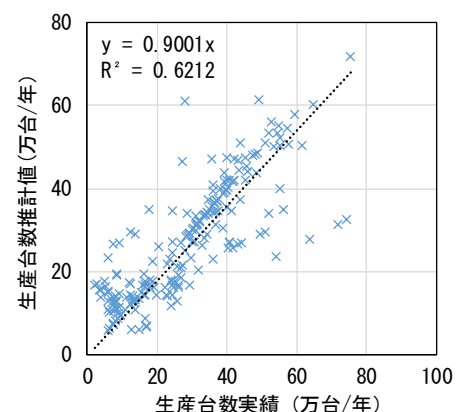


図-1 メーカー別工場別生産台数の実績と推計値

輸出入コンテナ貨物流動調査及び内外貿ユニットロード貨物流動調査を使用した。

これら統計データごとに不足する情報を補完することで、外貿コンテナ船、RORO 船、フェリー、トラック・鉄道の輸送モード別に自動車部品の都道府県間輸送量（FT/年）を求め、自動車組立工場が存在する都道府県の部品入荷量を推計した。全国の組立工場への自動車部品の輸送機関分担率を図-2 に示す。H20 年と H30 年を比較すると、外貿コンテナは7pt 増加、内貿ユニットロード輸送は5pt 増加、外貿コンテナ輸送と内貿ユニットロード輸送を合計した海上輸送は12pt 増加していた。

3-2.自動車生産台数の変化に伴う自動車部品入荷の輸送モード変化の分析

推計した工場別自動車生産台数から生産台数の増減の大きい都道府県を抽出し、入荷する自動車部品の輸送モードの変化について詳細分析を実施した。特徴的な変化がみられた宮城県、群馬県の分析結果を以下に示す。

(1) 宮城県入荷自動車部品の動向

宮城県の推計結果と自動車生産台数の推移を図-3 に示す。H23 年にトヨタ自動車東日本の宮城大衡工場が稼働したことに伴い生産台数は大幅に増加した。H30 年では、トラック輸送が全体の約58%を占め、域内調達が多く、工場の立地後に、周辺地域でのサプライヤーの立地を図り、域内調達率を増加させたものと推察される。一方で、外貿コンテナの輸送量も大きな伸びを示し、内貿ユニットの輸送量も増加していた。

(2) 群馬県入荷自動車部品の動向

群馬県の推計結果と自動車生産台数の推移を図-4 に示す。スバルの本工場と矢島工場が立地する群馬県では、新規工場の進出はないが、生産台数が増加し、同時に自動車部品入荷量も大幅に増加している。スバルはH24 年に軽自動車の生産を終了し、OEM 車の販売に切り替えた。この経営方針の転換により、OEM 供給元であるダイハツの生産拠点から群馬県へ RORO 船（荻田港～東京港）による輸送が増加しているものと推察される。

3-3.海上輸送効率化に向けた考察

これまでの推計結果から、コンテナ船・RORO 船・フェリーによる自動車部品の調達率は増加しており、自動車部品輸送のモーダルシフトは順調に進展していた。

今後、自動車業界の産業構造は大きく変革することが想定される。また、トラックドライバー不足や働き方改革によるモーダルシフト進展、高速道路でのトラックの隊列走行が遠距離輸送の新たな担い手となる可能性もある。さらに、国内と海外の市場の成長率の差を踏まえ

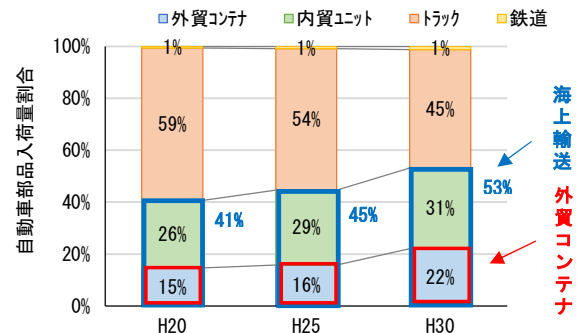


図-2 自動車部品の輸送機関分担率の推移

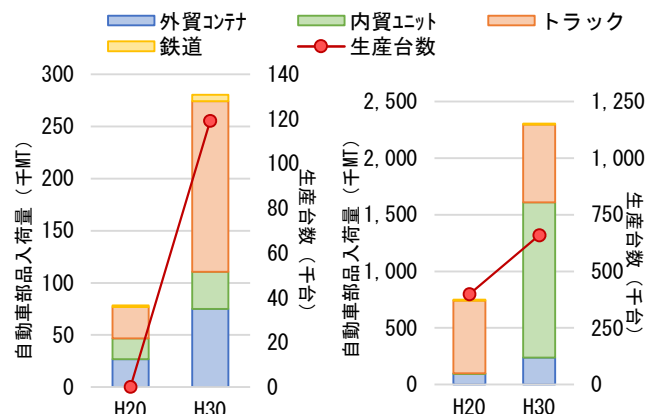


図-3 宮城県の輸送機関別自動車部品入荷量の推計結果

図-4 群馬県の輸送機関別自動車部品入荷量の推計結果

れば、国産メーカーの海外生産比率はさらに上昇し、併せて、海外からの部品の調達率もさらに上昇する可能性がある。以上の状況を踏まえ、今後、海上輸送のさらなる利用促進を図るため、以下の方策が考えられる。

- ①ゲートの予約制や集中管理ゲートの導入、早朝・深夜の利用促進等による混雑緩和
- ②空コンテナをターミナルまで返送せずに、輸出荷主先へ回送するコンテナラウンドユースの促進
- ③自動車部品の帰り荷として完成自動車輸送の活用や他産業貨物との混載輸送によるインバランス緩和

4.まとめ

本研究は、国内組立工場が立地する都道府県を対象に、自動車部品の入荷量及び輸送機関分担率を推計することで、自動車生産台数変化やモーダルシフトの進展による自動車部品の海上物流の変化を把握した。また、その結果から今後の海上輸送効率化に向けた外貿コンテナ輸送の効率化や内貿ユニット輸送におけるインバランス緩和といった方策を検討した。

<参考文献>

- 1) 古山卓司, 赤倉康寛, 松尾智征: 国内自動車工場の生産能力変化やモーダルシフトによる自動車部品の海上物流への影響分析, 「土木学会論文集 B3 (海洋開発)」 (Vol.76, No.2), 2020.9

技術紹介 8 土砂・洪水氾濫対策における遊砂地の施設計画に関する技術

原田 紹臣
HARADA Norio
MCC 研究所



近年、自然災害の一つとして新たに定義された細粒土砂や流木等の流出に伴って下流域で発生する土砂・洪水氾濫リスクに対して、今後、遊砂地の整備等による対策の推進が示された。しかしながら、遊砂地の施設計画における形状や構造の決定に関する技術知見は十分ではなく、これらに関する知見の集約は急務な課題である。さらに、遊砂地の計画に際して、これらの土砂処理機能に関する新たな数値解析モデルの開発が求められている。本稿では、これらの課題解決に向けて、筆者らが実施した合理的な遊砂地形状の把握を目的に実施した水理実験の内容や、これらの実験結果を用いて開発した数値解析モデルの技術について紹介する。

キーワード：土砂・洪水氾濫対策、遊砂地、水路実験、数値解析

1.はじめに

近年、想定外の集中豪雨等による甚大な土砂災害等が多く報告され、これらの災害への対応が問題となっている。なお、広島において連続して発生した土砂災害（平成 26 年 8 月及び 30 年 7 月）に関して代表的な被害状況を図-1 に示す。図-1（左）に示すとおり、平成 26 年における土砂災害は、主に流木が混入した石礫型土石流による被害等であった。一方、図-1（右）に示すとおり、平成 30 年ではこれらの被害に加えて、近年、自然災害の一つとして新たに定義された、細粒土砂や流木等の流出に伴って下流域で発生する土砂・洪水氾濫による被害が報告されている。これらを受け、これらの災害に対して新たに遊砂地の整備等による対策の推進が示された。なお、遊砂地の施設効果や形状に関しては、これまで、類似構造の事例参照による検討や個別の実験により、概略的に議論されてきた。一方、現場の設計実務者が必携する設計マニュアルにおいて、遊砂地に関する構造や土砂処理機能については不十分であり、更なる知見の収集が望まれている。さらに、遊砂地の土砂処理機能に関する新たな数値解析モデルの開発が求められている。

そこで、本稿では、これらの課題解決に向けて、筆者らが実施した合理的な遊砂地形状の把握を目的に実施した基礎的な水理実験の内容や、これらの実験結果を用いて開発した数値解析モデルの技術について紹介する。



図-1 広島豪雨における被災状況
（左：平成 26 年 8 月、右：平成 30 年 7 月）

2.存在した課題

2-1.効果的な遊砂地形状に関する技術知見

現場の設計実務者が必携する設計マニュアルにおいては、遊砂地の計画や設計に関する記述等について十分に記載されていない（例えば、図-2）。一方、これまで、遊砂地の施設計画検討や細部設計における施設効果や形状については、類似する既往構造の事例参照や個別の実験により概略的に議論されてきた。そのため、遊砂地における形状や構造の決定に際して知見が不足しており、今後の遊砂地の整備に向けた施設計画に際して、これらの技術知見の更なる集約は急務な課題である。

2-2.土砂処理機能を定量的に評価するための検討手法

近年の河川砂防技術基準 計画編¹⁾の改訂に伴って、土砂・洪水氾濫対策における土砂処理計画では、再現できることが確認された定量的な手法（例えば、河床変動計算）を用いて策定することとなった。しかしながら、現状の既往研究や実務の検討においては、これらの定量的な数値解析手法が十分に報告されていない。そのため、土砂・洪水氾濫対策における施設計画や設計に際して、土砂の輸送調節等を考慮した遊砂地の土砂処理機能に関する定量的な評価手法（数値解析モデル）の提案が急務な課題となっている。

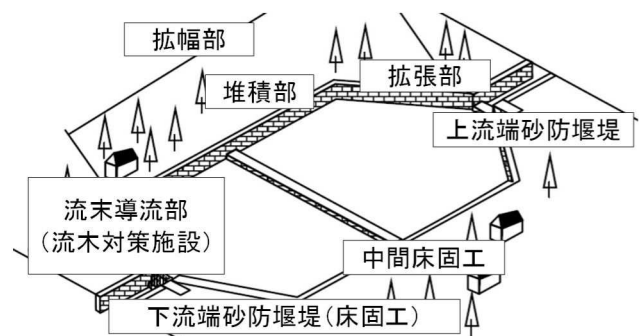


図-2 遊砂地の設計等に参考となる土石流分散堆積地

3. 解決する技術

3-1. 基礎的な実験による合理的な遊砂地形状の把握

本研究では、水路を用いた基礎的な水理実験により、遊砂地の細部構造等の違いが土砂の処理機能に与える影響について考察し、合理的な遊砂地形状に関する知見について把握した。実験に使用した遊砂地を設けた水路を図-3及び写真-1に示す。なお、遊砂地を配置させた平面氾濫台に接続させた直線水路の上流から、水、土砂を供給し、遊砂地を通過して下流へ流出した土砂の量を計測している。各条件の違いが遊砂地における土砂処理機能や堆砂形状に与える影響を把握するため、上部からの供給水量等に加えて、これまで経験的に設けられてきた隅角部の設置有無や遊砂地（下流）開口幅 W_{out} 等を変化させて、それぞれの条件での土砂処理効果を比較した。

なお、水路実験結果によると、遊砂地形状や下流部における流出開口幅の違い等による遊砂地湛水内における流況の変化が土砂処理機能に影響（平面渦の発生による捕捉機能向上）を与えることが分かった。また、経験的に設けてこられた遊砂地内部の隅角部の設置有無の違いが、土砂処理機能に影響（下流部隅角部が捕捉機能を低下：図-4）を与えることが示唆され、合理的な遊砂地形状に関する有益な情報が得られた。

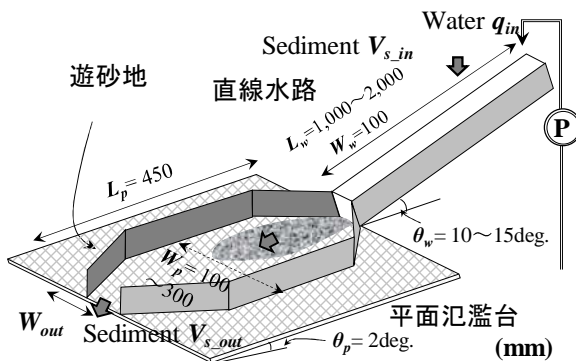


図-3 実験概要（実験水路の概要）

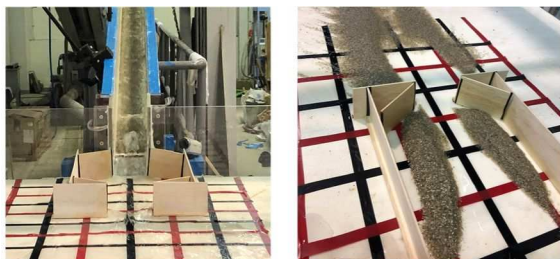


写真-1 実験状況（左：実験装置、右：土砂処理状況）

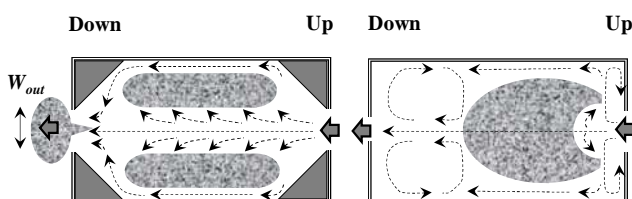


図-4 遊砂地平面図（左：隅角部有、右：隅角部無）

3-2. 遊砂地の土砂処理機能に関する解析モデルの開発

本研究では、土砂等の輸送を調節させる遊砂地を対象に、3-1に示した基礎的な水理実験結果を用いて、これまで大学研究機関と共同に開発してきた解析モデル（一次元）を基本として、新たに遊砂地の土砂処理機能に関する解析モデルを構築し、その再現性等について検討した。その結果、概ね再現できる事が確認された（例えば、図-5）。また、遊砂地（下流）開口幅を漸縮させるに伴って、捕捉率が顕著に向上することが確認された（図-6）。

4. まとめ

本研究成果を踏まえて、今後、更なる遊砂地を活用した土砂・洪水氾濫対策の推進が期待される。しかしながら、構築した解析モデルにおいて、再現するためのパラメータ設定等の更なる課題が確認されたため、引き続き、検証を実施して行く予定である。なお、本稿では紙面の関係より研究成果の一部のみを紹介しており、他の成果や詳細については、筆者らの論文^{2), 3)}を参照されたい。

参考文献

- 1)国土交通省：河川砂防技術基準 計画編，2019。
- 2)原田紹臣・木村一郎・中谷加奈・里深好文・水山高久：遊砂地における土砂及び流水捕捉機能の高度化に関する基礎的な実験，土木学会論文集 B1，Vol.76，2020。
- 3)原田紹臣・里深好文・水山高久他：遊砂地における土砂処理機能の高度化に関する一考察，河川技術論文集，Vol.27，2021。

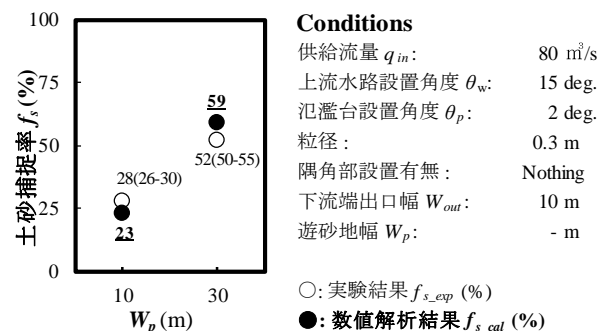


図-5 遊砂地幅（拡幅有無）の違いによる土砂捕捉率の変化における実験結果と数値解析結果との比較

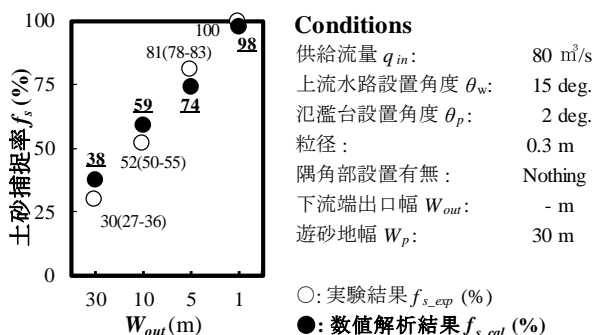


図-6 遊砂地（下流）開口幅の違いによる土砂捕捉率の変化における実験結果と数値解析結果との比較

MCC Technology Report

2021 年 No.43-2

2021年7月1日発行

㊤三井共同建設コンサルタント株式会社 MCC 研究所
〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目11番1号
TEL 03-3495-1321 (代) FAX 03-3495-1330
<http://www.mccnet.co.jp>