

## 【3次元設計に向けた協調領域(その5)】

## 砂防堰堤の施工計画に関する検討と課題

株式会社オリエンタルコンサルタンツ 井川忠、松尾雅伸、堀太成  
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 飛岡啓之、菊池将人  
 株式会社建設技術研究所 奥野敏也  
 日本工営株式会社 河合政岐  
 八千代エンジニアリング株式会社

## 1. はじめに

砂防堰堤の施工は、山間部の狭隘な地形、急峻かつ長大な法面対策が発生する場合や都市山麓部で住宅が近接するような場合等、現場条件が幅広く、仮設方法や手順についても現場毎に検討しなければならない。また、常時・降雨時の排水処理が必要な場合など、流量規模が大きい場合は水替え方法に工夫が必要になるなど、工事至難なケースもある。更に、砂防堰堤工事を行うための工事用(管理用)道路や法面対策も含まれる等、他の土木工事には見られない複合的かつ難易度の高い施工を行うケースが多い。このような中、近年、建設コンサルタントの技術者は、現場の施工条件をイメージし、実現性の高い施工方法・施工手順・施工工程等を BIM/CIM を用いて3次元的に可視化し、分かりやすい施工計画の検討資料として提供している(図1)。

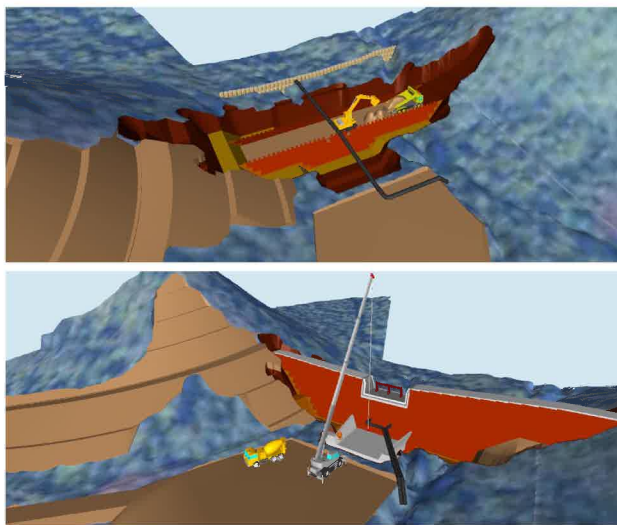


図1 施工計画図のイメージ

一方、施工に携わる建設業の従事者は、少子高齢化にともなう現場従事者人口の減少、砂防工事に精通した熟練技術者の減少等の課題もある。建設コンサルタントでは、魅力ある砂防施設の工事現場を創出するための取り組みとして、将来像については、現場施工に従事する施工会社のみならず、発注者や設計者である建設コンサルタントも率先して対応していかなければならないと考える。このことから、協調領域 WG では、次世代の砂防技術者への技術伝承も見据えて、将来、砂防工事が今より快適かつ安全に推進できるよう、BIM/CIM 技術や AI 技術、遠隔・自動化施工の導入等、幅広い視点での取り組みについて今後の展望を議論する必要があると考える。

## 2. 施工計画及び実施の諸課題

## 2.1 施工計画の諸課題

設計段階で検討する施工計画は、近年、BIM/CIM 技術が用いられ工事起工段階から堰堤完成までのイメージを発注者と共有し、施工過程で発生する仮設構造物を含めて 3D 施工ステップ図等を作成している。施工計画は、前述に示したように現場毎に様々な条件であることから、複雑かつ難易度が高い場合もある。施工計画の検討では、異なる現場条件に対して、施工方法・施工機械の選定・施工順序・転流工・掘削計画等、様々な視点で現場に最適な方針を示し、最適な施工計画を提供する必要がある。ここで、施工計画に関して、協調領域として取り組むべき事項と競争領域として取り組むべき事項を区分すると以下のようになると考える。

表1 施工計画の協調領域/競争領域

項目	アウトプット	プロセス	領域(案)
施工方法	施工機械の検討	標準歩掛の機械の選定の場合	協調
		複雑な施工の場合	競争
施工順序	施工順序検討	堰堤や付帯構造物を確認のうえ堰堤施工順序を検討	競争
転流工検討	仮排水流量算定 転流方法の検討 仮排水計画検討	基準に基づき仮設流量を算定	協調
		仮排水の流し方を現場条件を踏まえて検討転流方法の材質も検討	競争
		決定した転流方法を用いて流下能力を評価	協調
掘削計画	掘削範囲、掘削手順図	堰堤土工計画図に基づき掘削範囲、手順検討	競争
コンクリート打設計画	リフトスケジュール	コンクリートの養生ルールに基づき打設計画を検討	協調
現場内道路検討	道路計画図(平面、縦断、横断図、標準断面図)	工事用道路や施工ステップで発生する道路計画を検討	協調
施工計画作成	施工ステップ図	施工機械、施工手順、転流方法等の検討事項を踏まえて、施工ステップ図を作成	競争

施工計画は、複雑な施工方法になる場合や一般的な技術基準類に示されない仮排水方法、掘削や施工手順は競争領域と考えられる。施工計画のプロセスのうち協調領域の検討事項は、標準的な施工機械の選定、仮排水流量の算定、コンクリート打設スケジュール検討等である。

## 2.2 実施の諸課題

砂防工事は、全国各地で発生している土砂災害箇所を実施されており立地条件は様々で山間部の狭隘地のケースもあれば住宅地に近接するケースもあるなど現場条件は幅広い。また、砂防堰堤を施工する建設業者は、地元施工機関である場合が多く、大手施工機関が保有しているノウハウや建設機械等が常に現場で活用されている訳ではないことにも留意が必要である。また、山間部の砂防工事

の施工を行うような場合は、現場への通勤時間が長いことや通信環境が悪い等、砂防現場特融の課題が挙げられる。更に、工事条件が悪い場合は砂防堰堤が完成するまでに長期間を要することもある。



図2 砂防工事のイメージ

### 3. 砂防堰堤施工に関する将来像・ありたい姿

#### 3.1 将来像・ありたい姿

砂防堰堤工事は、発注者・建設コンサルタントが計画・設計した図書を用いて、主に地元の施工業者で実施されている。前項に示した施工に関する諸課題を解決するためには、設計者のみならず現場の施工従事者の視点も取り入れたうえで、施工現場の将来像・ありたい姿をイメージし、理想的な現場環境の創出を実現するための様々な取り組みが必要と考える。その取り組みとして、建設コンサルタントで対応すべき事項として、協調領域の視点から、工事安全性向上・施工性向上・省人化の観点から各種課題の解決を図るよう取り組む必要がある。

##### (1) 工事安全性向上の観点

砂防堰堤の工事では、堰堤施工箇所や工事用(管理用)道路等、掘削(土工)作業が発生する。特に切土が発生する場合は長大な法面の場合、高所で作業者が危険な作業環境を強いられる。また、掘削範囲は風化や侵食により工事期間中の土砂流出・落石の崩落が想定されるなど、工事の長期化に加えて、完成後の維持管理も想定し、掘削範囲は最小限に留めることが望ましい。掘削範囲を縮小するためには、BIM/CIM を活用し、掘削量が極力少ない堰堤位置を選定することや切土の少ない道路線形の工夫等、現場での工事の安全性にも配慮した視点で計画立案すべきである。

##### (2) 施工性向上の観点

砂防工事の現場では、ICT 施工、遠隔施工が普及しつつあるが複雑な堰堤形状の場合、ICT 施工・遠隔施工では対応できないため人手や熟練技術が必要となる。また、護岸工・側壁等、石積の施工やカーブが入った線形の施工では、熟練技術者がいないと施工できないケースや材料のユニット化・軽量化・大型化・単純形状化等、現場での施工性を向上させるため、扱いやすい素材や材料を用いることも検討すべきである(図3)。

##### (3) 快適な現場環境の創出の観点

山間部の現場では、携帯電話の通信圏外の場合、通信環

境の整備が重要である。情報伝達手段が限られることから、ICT 機器・遠隔臨場機器の活用も念頭において、通信環境の確保についても検討しておくべきである。

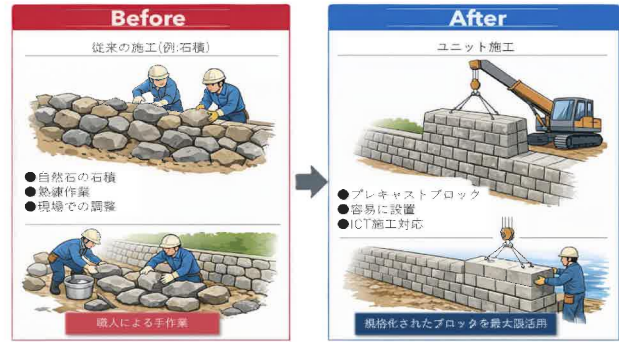


図3 施工材料等のイメージ

#### 3.2 実現に向けて取り組むべき検討課題

協調領域WGの取り組みとして、砂防工事現場で発生する諸課題を想定し、工事請負企業が安全かつ生産性を高めることができる取り組みを考えなければならない。BIM/CIM等の活用により、設計段階で施工時の諸課題を想定し、設計内容を工事現場でスムーズに対応できるように、新技術を取り入れながら検討を進めることが理想である。そのためには、業界全体で、現場の安全性や施工性の向上を高めるためのポイントについて共有認識を持つことその他、砂防堰堤の設計プロセスや施工計画の検討段階で共有が図ることができる土木資材等のオープンデータの整備やBIM/CIMを用いた施工事例集の整備等、施工計画の底上げが図れるような取り組みを行っていくべきである。



図4 施工計画の将来イメージ

#### 4. 今後の展望

これまで、全国の砂防現場で先人の方々に培われてきた設計・施工技術は、今もなお引き継ぎながら砂防事業を推進している。一方、これまでになく人口減少の時代に突入しているが、今後も激甚化する気候変動にともなう土砂災害は増加する可能性があり、現場でのハード対策は減少することはないものと考えられる。次世代を担う技術者には、これまでに以上に技術研鑽を行っていただくことも求められるが、経験を積んだ熟練技術者は、後継者となる次世代技術者に対して、現時点から現場の施工改革に繋がる各種取組が必要であると考えられる。