

狩野川での河川管理施設等の維持管理について

飯嶋 有年

国土交通省 沼津河川国道事務所 河川管理課 (〒410-8567静岡県沼津市下香貫外原3244-2)

河川の維持管理では、堤防や河川構造物といった河川管理施設、河道等を対象に巡視や点検等が行われているが、対象範囲や項目が幅広く多岐にわたること、出水期前等の比較的短期間のうちに作業を終える必要があることから、更なる効率化・高度化が求められている。そこで当事務所では、狩野川における河川管理施設等の維持管理の効率化・高度化を目的に、巡視方法や点検方法の見直し等を開始した。本論文では、2019年度から2021年度にかけて検討している「巡視でのUAVの活用」、「点検時期の見直し」、「点検での新技術の活用」、「河道の点検・評価方法の立案」、「維持管理体制の再構築」の取組み内容とその有用性について述べる。

キーワード 河川、維持管理、巡視、点検、効率化

1. はじめに

狩野川は、伊豆半島の天城山系を源とし、大小の支川を合わせ北流し、田方平野で狩野川放水路を分派した後、支川の来光川・柿沢川、大場川、柿田川、黄瀬川を合流し駿河湾に注ぐ幹線流路延長46kmの一級河川である。直轄管理区間は、伊豆市修善寺から河口までの36.8kmで、維持管理の対象は、堤防36.8km、陸閘10箇所、樋門樋管84箇所、排水機場7箇所、堰1箇所、河道36.8kmである。

河川の維持管理は、河川の状態把握として巡視や点検を行いつつ、結果を分析・評価し、対策を実施することが一般的である。狩野川の維持管理でも、河川の状態把握として、巡視を通年、出水期前点検を4月から5月頃、台風期点検を9月頃に行っている。分析・評価としては、出水期前点検の結果を受け、一次評価、原因分析、二次評価を6月から8月頃、総合評価を9月頃に行っている。対策としては、総合評価の結果を受け、経過観察と判断した場合はモニタリング計画の立案、詳細調査による再評価が必要と判断した場合は詳細調査計画の立案、修繕が必要と判断した場合は対策工法の立案・設計を年度末の3月までに行ない、次年度以降に修繕の予算要求、施工を行っている(図-1)。

維持管理上の課題としては、対象となる施設数等が多く巡視や点検に時間がかかること、出水期前点検から総合評価までに時間がかかること、一次・二次評価で急ぎ的に修繕が必要と判断された場合でも、出水期前での対応が時間的に難しいこと等があげられ、巡視、点検、分析・評価の更なる効率化・高度化が必要な状況にある。

区分	項目	1年目												2年目		3年目	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	上半期	下半期	上半期	下半期
河川の 状態把握	出水期																
	巡視	通年(一般巡視・重点巡視)															
	点検	点検(出水期前)			点検(台風期)			点検(出水期)									
分析・ 評価	現地調査																
	一次評価																
	原因分析																
	二次評価																
	総合評価																
対策	経過観察																
	詳細調査																
	修繕																

図-1. 狩野川の維持管理サイクル

2. 維持管理の効率化・高度化の検討

検討では、維持管理の効率化・高度化を図るため、河川の状態把握における巡視の見直し、点検の見直し、分析・評価における評価の見直しを行っている。あわせて、維持管理体制の見直しを行っている。

(1) 巡視の見直し

巡視は、対象範囲や項目が幅広く多岐にわたり、加えて限られた時間の中で作業する必要があることから、巡視の精度向上、巡視作業時間の短縮が重要と考え、「巡視方法の見直し」について検討している。

a) 巡視方法の見直し(巡視でのUAVの活用)

巡視では一般的に車両又は徒歩による一般巡視、目的別巡視が行われる。狩野川でも車両による一般巡視を週2回以上、車両又は徒歩による目的別巡視を月1回程度、行っている。しかし、対象範囲や項目が幅広く多岐にわたるため、限られた時間の中で全ての範囲、項目に対し、抜け・漏れなく、見落としなく実施することが難しい。

そこで、巡視作業を補完するため、2019年度から目的別巡視でのUAVの活用について検討を開始した。具体的には、2019年度から直轄管理区間全川において、UAVにより空中動画を撮影し、空中動画から土砂の堆積状況・樹木の繁茂状況の確認、施設の状況確認、河川区域内における工作物等の不法占用・不法係留船の状況確認を行っている。更に令和元年10月に発生した東日本台風では、出水の1週間後に空中動画を撮影し、土砂の堆積状況の確認と塵芥量の把握を行った(図-2)。

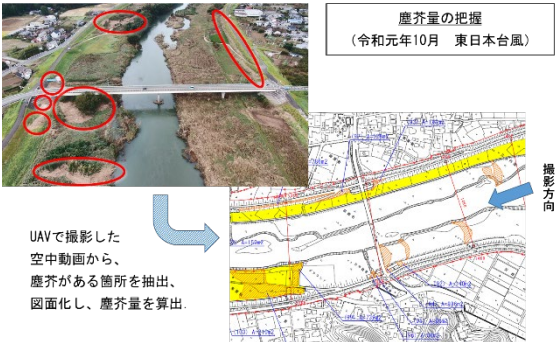


図-2. 巡視でのUAVの活用事例

空中動画には様々な情報が記録されており、映像を確認すれば河川巡視規程例⁹⁾で定められた巡視項目のほとんどを概括的に確認でき、巡視作業の補完、スクリーニングに有用である。また、空中動画は記録された媒体であり、繰り返し映像を確認できること、動画のコピーができることから、確認する巡視項目を変えながら複数の者が同時並行的に作業でき効率化が図れる。各年度の空中動画を比較すれば、経年変化の分析にも活用できる。

2021年度からは巡視計画にUAVによる目的別巡視を正式に位置づけ、年2回、空中動画の撮影を行い、河道や施設の状態把握、河川区域内の不法占用等の把握に活用することとした。出水後においても出水直後に撮影を行い、河道や施設の状態把握に活用する予定である。

(2) 点検の見直し

点検にあたっては、施設の機能回復を早期に図るため、点検から分析・評価、対策までの早期実施と点検作業時間短縮が重要と考え、「点検時期の見直し」、「点検方法の見直し」について検討している。

a) 点検時期の見直し

狩野川では、出水期前点検を例年、4月から5月頃に実施している。しかし、狩野川の出水期が6月15日から9月30日であることから、応急的に対応が必要となる異状を発見しても出水期前での修繕が難しい。出水期中や出水期後の修繕では、施設の機能回復や効果発現が次のシーズンになることも課題である。

そこで、出水期前点検を前年度12月から1月頃に実施することとした。時期を見直すことで修繕に必要な期間を確保でき、応急対応が必要な場合でも出水期前に完了することができる（図-3）。加えて、軽微な異状や応急対応が必要な異状を迅速に修繕することで、台風期、出水後等の次回の点検での確認数や報告数を削減でき、点検作業の省力化を図ることもできる。

2021年度出水期前点検については、一部を2020年度12月・1月に実施している。2022年度出水期前点検については、全てを2021年度12月・1月に実施し、可能なものは出水期前までに修繕を実施する予定である。

b) 点検方法の見直し（点検での新技術の活用）

狩野川は施設数が多く、かつ大規模構造物である狩野川放水路があることから、点検に労力と時間がかかっており、点検作業時間の短縮が必要となる。また、施設の評価には経年変化の把握が重要となるため、計測精度の向上や点検結果の記録・管理が必要となる。

そこで、2020年度の狩野川放水路の総合点検で新技術を活用し、点検の効率化・高度化について検討した。

狩野川放水路の総合点検は、完成から50年以上経過し老朽化が懸念されている放水路の現状を詳細に把握するため、構成施設であるトンネル、法面、護岸・開水路、分流堰、バップルピアを対象に5年に1回程度の頻度で定期的実施している。検討では、トンネルの点検においてエリアセンサカメラによる画像調査、法面の点検においてUAVによる画像調査、バップルピアの点検において試行的に水中音響カメラによる画像調査を行った。

エリアセンサカメラによる画像調査においては、車両の走行が可能である長岡トンネルでは走行型3Dトンネル

点検システムで画像を撮影し、常時没水している口野トンネルではフロート足場上にラインカメラを設置し画像を撮影した。撮影した画像から幅1mm以上のひび割れ、断面欠損箇所の状況、漏水箇所の状況が十分に確認できた。一方、断面欠損の深さや浮き、漏水量は確認できないため目視調査で補完した。今回の点検では画像調査3日程度、目視調査9日程度、潜水調査1日を要した。前回、平成24年度の総合点検においては、長岡トンネルは走行型3Dトンネル点検システム等による調査、口野トンネルはフロート足場上のローリングタワーでの人力作業による調査を行っており、前回と比較し点検作業日数の短縮が図れた。加えて口野トンネルでも経年変化の把握のために点検記録として画像を記録することができた。

UAVによる画像調査では、10箇所の法面を対象に、法面に対し正対して画像を撮影した。画像からモルタル吹付の剥離の状況や幅数mm程度のひび割れ、漏水の状況、植物の進入状況が十分に確認できた。今回の点検では画像調査1日、目視調査2日を要した。前回、ロープクライミングによる点検と比較し、点検作業日数の短縮、安全性の向上が図れ、画像も記録できた。また、UAVによる画像調査は労力的、作業時間的に比較的容易であるため、今後は目的別巡視で対応可能と判断し、目的別巡視で状態把握ができるようモニタリング計画を作成した。

水中音響カメラによる画像調査では、バップルピアを対象に画像を撮影した。潜水土による潜水調査では十数cmの断面欠損が発見されたが、撮影した画像では確認できなかった。しかし、潜水作業が不要となることから安全性の向上が図れるとともに、水の濁りに影響されず面的に広い範囲で撮影が可能で、画像の記録が可能で、ことから、構造物全体の状況把握や経年変化の把握のための画像の記録に期待できる。

2021年度からは、法面において、UAVによる目的別巡視で状態把握をモニタリング計画に基づき、毎年度、実施する予定である。目的別巡視で得られた画像から異状の有無、変化の進行等を都度、分析し、必要に応じて総合点検を実施することとし、総合点検を5年に1回の定期的な頻度ではなく施設の状態に応じた頻度で実施することで、点検の効率化を図る予定である。

(3) 評価の見直し

河道や河川管理施設等の点検・評価に関しては、「点検・評価要領²⁾」で定められているが、河道、陸間、排水機場の評価基準については、具体的に記述されていないため、「河道の点検・評価方法の立案」、「陸間、排水機場の点検・評価方法の立案」について検討している。そのうち「河道の点検・評価方法の立案」の検討内容を示す。

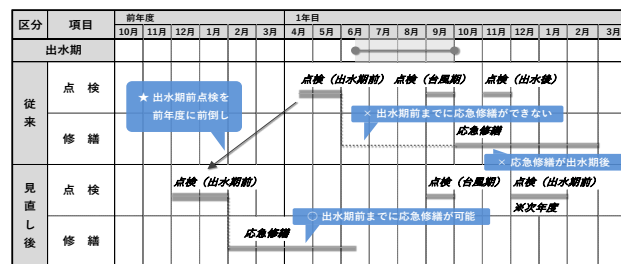


図-3. 点検時期の見直し

a) 河道の点検・評価方法の立案

「点検・評価要領」では、河道の点検項目として、流下能力、河床低下、河岸侵食、河口閉塞の4項目があげられているが、具体的な評価基準は示されていないため、狩野川として、河道の状態を適切に評価する方法を立案する必要がある。

そこで、2020年度から河道の点検・評価方法について検討を開始した。検討にあたっては、特に流下能力に着目し、狩野川で問題になっている土砂堆積と樹木繁茂を検討対象とした。具体的には、5年に1回の頻度で行っている定期縦横断測量を基に不等流計算を実施し、土砂堆積、樹木繁茂が流下能力の低下に大きく影響する箇所を管理断面として抽出する。抽出した管理断面に対し、どの幅でどの高さまで土砂堆積や樹木繁茂が生じた場合にH.W.L.に達するか感度分析を行った上で、流下能力許容曲線を作成する。許容曲線は、土砂堆積幅・堆積高、樹木繁茂幅・繁茂高といった諸数値を管理項目とし、条件を超えた場合、流下能力が不足したと判断できるものである(図-4)。実際の管理では、巡視や点検で管理断面における諸数値を取得し、許容曲線の条件を超えていないか判断し、超えている場合は、土砂掘削、樹木伐開等の対策を実施することとなる。管理断面の設定、許容曲線の作成を行うことで、定期縦横断測量を行わなくても、諸数値を取得するだけで土砂掘削、樹木伐開の必要性が判断でき、出水後等、迅速な対応が必要な状況でも効率的な河道の維持管理につながる。

今後、2021年度に最新の定期縦横断測量を基に不等流計算を実施し、管理断面を10程度抽出し、許容曲線を設定する予定である。あわせて、空中動画や定点カメラ画像を活用したsfm解析等、諸数値の効率的な取得方法の検討を行う予定である。その後、巡視や点検で定期的に諸数値を取得し、河道の評価、管理を行うとともに、5年に1回の定期縦横断測量の実施に合わせ、不等流計算の実施、管理断面・許容曲線の見直しを行う予定である。

(4) 維持管理体制の見直し

維持管理を効率的に実施するためには、情報を一元化・共有化すること、巡視・点検、分析・評価、対策の各段階で情報を的確に伝達することが重要と考え、「維持管理体制の再構築」について検討している。

a) 維持管理体制の再構築

河川の維持管理にあたっては、巡視・点検を行う巡視支援業務、分析・評価を行う監理検討業務、設計を行う図面作成業務や設計業務、施工を行う維持修繕工事など様々な発注が行われており、様々な受注者が存在している。そのような中、狩野川での維持管理サイクルの執行では発注毎の独立した作業が行われており、前工程の作業完了をもって次工程の作業開始となる場合が多い。そのため、作業の完了待ちによる非効率な状況や作業の遅延、情報の伝達不足による二重作業や手戻り作業の発生といった課題が生じている。

そこで、関係者が情報の一元化・共有化を図れる環境の整備、関係者が連携し情報を的確に伝達できる環境の整備を目指し検討を開始した。情報の一元化・共有化では、RiMaDIS(河川維持管理データベース)を活用する

こととし、分析・評価の受注者にRiMaDISの閲覧やデータの登録・修正ができるIDを付与した。巡視・点検の受注者と分析・評価の受注者がRiMaDISを介し情報を一元化・共有化することで、巡視・点検の受注者が巡視・点検結果を日々、RiMaDISに登録した時点で進捗状況や点検内容の確認ができる。点検報告を待たず次工程の分析・評価を開始することで作業の効率化につながる。また、情報の的確な伝達では、点検報告が完成しても分析・評価に必要な情報が不足しており、分析・評価時に再度、現地調査を行うなど、二重作業や手戻り作業が課題だった。そこで、巡視・点検作業員向けに巡視点検手引き書の作成や河川点検技術勉強会を開催し、巡視・点検時に必要な情報を確実に取得できるよう体制を整えた。

2021年度からは、情報の一元化・共有化として、設計業務の受注者や維持修繕工事の受注者におけるRiMaDISの活用を検討する。加えて、情報の的確な伝達として、突発的な異状に対する迅速な対応が可能となるよう、ウェアラブルカメラの導入検討を実施する予定である。

3. おわりに

維持管理の効率化・高度化を実現するためには、要素技術の導入や発注単位の改善では限界があり、巡視、点検、分析・評価、対策に関わる全ての関係者が連携し、維持管理サイクル全体で議論を行う必要がある。その場合、河川の維持管理におけるフロントローディングやコンカレントエンジニアリングの実現を目指すなど明確な目標設定を行うこと、関係者全員が維持管理サイクルの流れを理解すること、関係者全員が維持管理サイクルの中でのそれぞれの役割を理解することが重要となる。加えて、巡視、点検、分析・評価、対策の各段階でどのような情報を取得するか、使用するかといった情報の流れを明確にする必要がある。その場合、情報を記録・管理する環境整備を行い、情報を一元化すること、関係者で情報を共有化することが重要となる。

当事務所では、関係者が連携して議論できる場の構築、情報の記録・管理・共有化に留意し、今後も維持管理の効率化・高度化について検討を進めていく。

参考文献

- 1) 平成23年11月付国土交通省河川局水政課河川利用企画調整官・河川環境課河川保全企画室長：河川巡視規程例について
- 2) 平成31年4月付国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領

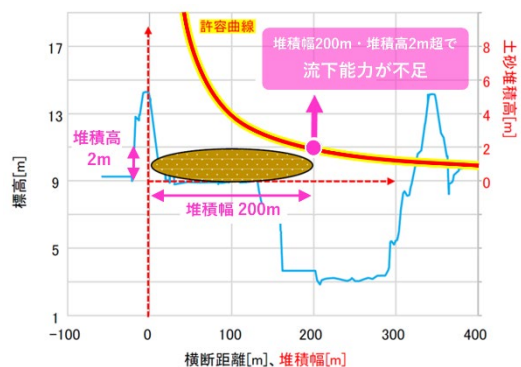


図-4. 流下能力曲線のイメージ