

河川の維持管理のあり方

About the way of the river maintenance

福岡捷二 フェロー会員 中央大学研究開発機構 教授



FUKUOKA Shoji
北海道大学大学院修士課程修了、アイオワ大学大学院博士課程修了、東京工業大学助教授、建設省土木研究所河川研究室長、広島大学教授を経て、現在中央大学研究開発機構教授、社会資本整備審議会、社会資本整備審議会河川分科会長等を歴任、専門は河川工学。

河川の維持管理の基本的考え方と目標

雨量が多く山地の多いわが国では、可住地である国土の約10%の氾濫平野に人びとが安全、安心して生活できるように堤防を築き、河道改修などを行う治水事業が進められてきた。このように水災害に対する治水安全度の向上が計画的に図られているが、実現にはまだ相当の時間と資金を要する。このため、治水計画レベル（河川整備基本方針）にはまだ遠いが、河川整備計画に基づく治水安全度の段階的向上が図られている。各段階の整備状況に対応する治水の安全度を確かなものにするために、河川の維持管理が果たしている役割は非常に大きいものがある。

国土交通省河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）では、河川の維持管理の目標を洪水、高潮、津

波などによる災害の防止、河川区域などの適正な

利用、河川環境の整備と保全などに関して設定することとしている。長大な堤防と河道の維持管理は、洪水の流下断面の確保と施設の機能維持を基本とし、施設の変状の経時変化、変状の度合いを監視、点検や分析を中心に技術的に判断しながら進めている。しかし、施設の劣化や損傷の進行は施設ごとに異なること、施設の変状に伴う河川管理施設の寿命の正しい評価は技術的に困難であること、維持管理による状態把握結果の分析や評価に十分確立された手法が少ないことなどから、過去の経験の蓄積などを踏まえて河川維持管理目標を設定することにしている。このように技術的不十分さを補い、必要な技術の展開を図るために巡視、点検による状態把握、維持管理対策を繰り返し、分析評価をしながらサイクル型維持管理（PDCAサイクル）で安全度の確保を目指している。

維持管理については、常に考えておかなければならない。さらに、河川管理施設を建設した当時と河道の状況、外力が大きく変化している河川が多く、過去の経験を踏まえた施設の維持管理では不十分な場合が多くなっている。これまでのように河川整備計画と維持管理計画に分けて考えるのではなく、改修の段階から維持管理を考慮した河道計画とすること、維持管理対策では不十分な場合には河道計画の見直しを行うことも必要である。

一つの施設が適切に機能しなくなると他の施設の機能にも大きく影響し、災害の危険性が高くなる場合がみられるようになってきた。施設に維持管理上の問題が生じた場合には、その施設の問題

解決を検討するとともに、なぜそのような問題が生じたかについて河道全体をみた解決策の検討が肝要である。河川を種々の施設から構成されるシステムとしてとらえ、各施設の組み合わせによる相互補完を考慮し、維持管理上も適切な河川システムを生み出すバランスのとれた治水安全度を持つ河川計画が基本になければならない。

河川堤防の維持管理の方向性

堤防の維持管理の基本的考え方は、数多くの被災を受け、かさ上げ、腹付けなど改築・補強し管理してきた堤防断面を維持するとともに、耐浸透、耐

しかし、近年の洪水外力の増大、河道状況の著しい変化、構造物の老朽化の進展などを考慮すると、維持管理技術をもっと踏み込んだ確度の高い技術に高めていくことが必要である。以下に、維持管理技術の改善には、河川現場で技術者が平常時から水理現象をよく観察し、河川で何が起きているか、何が必要かなどを把握し変化に対応する技術の積み上げが重要であるとの考えのもとに、今後の河川維持管理で検討すべきことを中心に論じる。

河川の維持管理について新しく考えなければならないこと

河川の治水計画の基本は、洪水時の水位が計画高水位を超えないことである。これまでの維持管理の考え方は、現状の施設の機能維持を目標とし施設の被災危険性を軽減することにおかれていたが、河川改修の進捗に伴って洪水外力に対する河道の応答が大きく変化してきた。河川の維持管理計画の目標は、計画高水位以下で流すことができる流量を減少させないように河道断面を管理することであるが、現状の整備レベルでは、洪水流量が現在の流下能力を超えることは容易に起こり得る。この時には洪水の水位は計画高水位を超え堤防が決壊する危険性が高くなる。写真1は、2011年7月新潟・福島豪雨で新潟県管理の五十嵐川が堤防天端に達した状態で流れる洪水に対し、必死の水防作業で破堤を免れた事例を示す。整備途上の河川では、このような危機的状況での堤防と河道の

侵食、耐震機能を維持することである。洪水流による浸透、侵食や地震による堤防破壊については十分には解明されていないので、巡視、点検などによる状態把握に基づいて維持管理することとしている。しかし、堤防の損壊はしばしば発生しており、ひとたび決壊が生じると、その被害は甚大である。写真2は、2012年7月の九州北部豪雨で発生した矢部川の堤防決壊の状況を示す。最も重要な治水施設である堤防については、現地での調査、観測をベースに堤防の安全性を高める技術の向上が喫緊の課題となっている。

長大な堤防の土質構造を示すボーリングデータは、直轄河川でも平均して1km間隔程度でしか測



写真1 五十嵐川堤防天端上を流れる洪水流（新潟県三条市三竹）



写真2 九州北部豪雨での矢部川堤防の決壊（福岡県柳川市大和町）

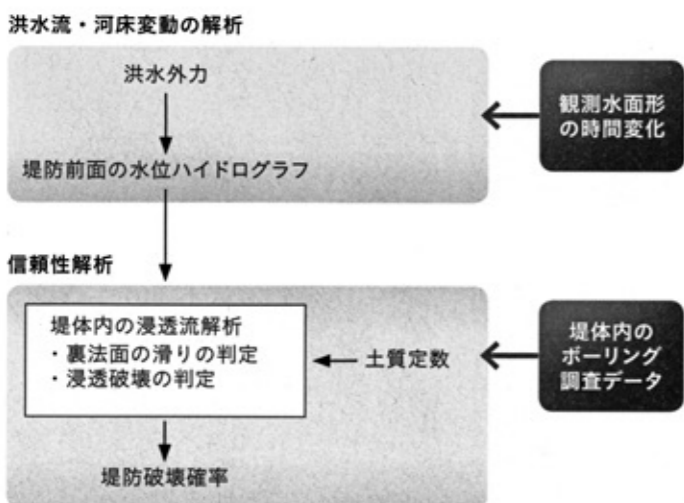


図1 洪水流による堤防の滑り・浸透破壊確率の推算

定されていないこと、堤防は歴史的に改築が繰り返され、堤防内部の土質構造がよくわからないことなどのために、堤防の滑り破壊や浸透破壊に対する危険性のチェックが十分行っていないといわれている。とはいえ、直轄河川堤防では、ボーリングデータが集められ公表されており、これらのデータは河川工学的視点から堤防管理の検討に活用され始めている。図1に示すように、堤防のボーリングデータを用いて各測定地点の土質定数の平均値を求め、それらの変動値を確率的に扱い信頼性解析を適用し、河川水位の変化に伴う堤体への浸透流による裏法面の滑り、浸透破壊確率の縦断分布が検討されている。この検討結果は、現在手に入る堤防の土質データを有効に使って、洪水流による堤防の破壊に対する危険性の相対評価を可能にし、これを用いて河川の改修順序や改修方法の相対比較、堤防強化実施箇所の優先順序、堤防と河道のどちらを優先して改修するのがよいのかなど試行的な検討が行われている。堤防断面内の土質データの量的な不十分さのために、学術的な意味での信頼度に課題は残るが、河川技術的にみた堤防の管理や河川改修のあり方などに対して方向性を与えるものであり、維持管理技術の向上につながるものと考えられる。信頼度の高い堤防管理を行うためには、洪水時や地震時の堤防の挙動把握とともにボーリングデータや堤防の測量データを多く集め、堤防の土質構造や形状の知見を増やすことが必要である。

理の基本は、洪水時の水位観測データを集め、分析し、河道で何が起きているかを理解することである。容易に手に入り必要な精度で河川の水位を測定できる簡易型の圧力式水位計は、この目的に用いることができる。

河道の維持管理を適切に行うには、河道を流れる流量や流砂量の把握が重要である。洪水中には河道を構成する砂礫が移動し河床が時間的・空間的に変化する。河床の変動は、河道や構造物の維持管理上さまざまな問題を引き起こしている。洪水時の河床変動を予測するには、洪水の水面形の時間変化を観測し、この観測値が洪水流—河床変動解析から求まる各時間の水面形の解析結果とは一致するときの各時間の河床変動解析結果が水中の河床状態であることが示されてきた。この方法が河道や施設の維持管理に適用できる理由は、水面形の時間変化には各地点の河床の変動が強く反映されており、観測された水面形の時間変化を説明することができれば水面下で起こっている各河道断面の平均河床高の変動もほぼ説明できるからである。洪水による河道災害が生じた場合にも、観測水面形データに基づいて災害原因の究明が可能となり、その後の河川の維持管理を適切に行う道筋が開けることになる。

維持管理のしやすい治水と環境の調和した河道づくり

小洪水では、河道の水深は浅く流れは河床砂州

堤防の拡幅、かさ上げ、強化が同一時期に施工された区間の堤防ボーリングデータの調査から、一連の堤防区間の土質構造がほぼ同様であることが示されてきた。そうであるならば、同一河川で同一時期に改修された堤防については、ボーリングデータから概略土質構造の推定がつくものと考えられる。各河川堤防の建設の経緯を調べデータ化することによって、必要なボーリング調査のあり方がみえてくると思われる。

写真3は、江戸川での樋管工事に伴う堤防開削断面を示す。堤防開削は堤防土質構造を知るうえで重要な機会となる。開削断面周辺の各種ボーリングデータや他の調査により推定された堤防土質構造と比較し、堤防土質の推定精度を上げるなど堤防の維持管理技術の向上のための体系的な調査方法の構築が望まれる。樋門、樋管など堤防を横断する構造物周辺の堤防は、それらが存在しない区間の堤防と同じ機能水準が確保されるように管理することになっていくが、弱点箇所になる危険性が高いので、日頃の巡視、点検、分析に加えて、新しい学術的、技術的知見の積み上げが求められる。

河道の維持管理の方向性

—洪水時の観測水面形の時間変化の活用

縦断方向に多点で測定された各地点、各時間の水位ハイドログラフを連ねた水面形の時間変化の検討は、健全な河道システムの実現に特に重要な情報を提供することを強調したい。河道の維持管理の配列や高さなどの影響を強く受け、施設への水あたり位置が変化する。このため、小洪水にもかかわらず流れの集中が強くなり、護岸沿いに大きな洗掘や河道を横断する堰の前面護床工のめくれなど構造物の被災が顕在化している。今後、砂州など河床の大規模変形と構造物の老朽化に伴い河川構造物の被災は確実に増加する。このことが、災害につながるようなようにするためには、経年的に行われている河川の縦横断面測量結果を重ね合わせ、河床高の変化状況を把握するとともに、観測水面形の時間変化を用いて洪水中に河道でどのような危険な状況が進行しているかを推定して対応することが必要である。

維持管理が容易で、かつ治水と環境の調和がとれた河道はこれからの川づくりの主要な課題である。大河川の中・下流部の河道はその多くが複断面形であり、低水路の河床低下、高水敷上の樹木繁茂などにより維持管理が困難となり、断面が不足している河道が多くみられるようになった。自然性の高い河道は一般に船底形の断面を有しており、船底型河道は治水と環境の調和しやすい河道断面と考えられる。事実、複断面河道に比して船底形河道では洪水時の水位、流速などの水理量が改善され、また河川景観的にも好ましく、河道内の樹木の生育が制御しやすいなどがわかってきている。今後、問題を抱えている複断面河道のうち可能なものについては、船底形河道に改修することも考えられることから、船底形河道について維持管理を含む技



写真3 江戸川堤防の開削断面 (千葉県市川市大和田)



術的な検討が望まれる。

河川の水際構造は、治水上も環境上も重要である。急流河川では、河岸に発生する強い水あたりが堤防決壊につながることも多い。河岸際に本来存在した砂州を回復し、砂州前面の水あたり部に巨石を配置し洪水の勢いを緩和し、主流を砂州の側面に沿って誘導する巨石付盛土砂州は、維持管理も容易で環境的にも優れた河岸水際の防護工となる。しかし、治水と環境の調和した治水施設は、河川管理者が河道の維持管理に常に注意を払わないと両者の調和と機能の発揮は難しいことを認識し、対応しなければならない。