

第10章

河道ならびに河川構造物計画

第10章 河道ならびに河川構造物計画

第1節 河道計画の策定

1.1 河道計画策定の基本

河道は、計画高水流量（暫定改良計画の場合はその計画で定める暫定の計画高水流量）以下の流量を安全に流過させるよう、河川環境の保全・整備を考慮し、多自然型川づくりを基本として計画するものとし、また河岸に沿う地域の土地利用の現状等についても配慮するものとする。

解 説

河道とは、河川の流水が流過する土地空間をいい、通常は堤防または河岸と河床で囲まれた部分をさす。河道は計画高水流量を流過させるのに必要な断面と平面形状を有するものでなければならず、また河川の流量はさまざまに変化するものであり、流水に伴って土砂その他の流下物をも流過させるものであるから、整備した後に計画目標にかかわる機能が長期にわたり維持されるかどうか、そのために必要な維持管理がどのようなものになるかを、十分に検討することが重要である。

また、必要とされる安全性を確保しつつ、当該河川の河道特性の下でもたらされる多様な河道の地形形状等と、そこに形成される自然環境や景観を考慮した多自然型川づくりを基本とした河道計画とするものとし、川と人々との日常的な関係を踏まえて河川の利用や歴史・文化などの川のもつ多様な側面に配慮した河道計画とする必要がある。

1.2 河道計画の策定手順

河道計画は次の手順によって進める。

1. 河道の計画高水流量を設定する。
 2. 改修を必要とする理由に応じ計画区間を設定する。
 3. 計画の法線を設定する。
 4. 河道の縦断形を設定する。
 5. 河道の横断形を設定する。
 6. 改修効果の検討を行う。
2. 以下の各段階において見直しを行い、計画全体が均整のとれた計画となるまで必要な修正を繰り返すものとする。

解 説

計画高水流量は計画編第2章洪水防御計画の基本によって算出する。

河道計画は洪水防御計画で定める目的に十分合致するよう策定するものである。その手順はまず、改修を必要とする理由及び区間を調査する。流過能力が不足しているのか、用水堰、橋梁等のためにネックとなっているのか、河道の法線が不良なのか、過去の主要な災害の原因は何であったか、等を調査解析して、改修の方針を決定

する。

次に設定した平面、縦横断形の下で、長期的に河道が安定するよう、河道の侵食・洗掘・堆積を防止・抑制するための構造物（護岸、水制工、帯工など）、河床安定化のための横断構造物〔床止め（落差工、帯工）〕などの配置計画を策定する。また、必要に応じて、堰、樋門、水門、その他（治水機能以外を主目的とした構造物を含む）も検討対象とする。なお、既設構造物の改築、統合も必要に応じて対象に含める。河川構造物の配置にあたっては、平常時および洪水時の流水の挙動と河床・河岸形状の変化特性、土質・地質特性、土砂流送の特性を十分踏まえ、河道計画の中での位置づけと役割、優先順位や築造時期の判断基準を明確にし、いたずらに構造物に頼ることなく、所要の機能を最小限の規模で発揮させる方策を検討し、良好な河川環境の整備・保全等を十分に考慮した措置を講ずるようにする。

河道の平面形、縦断形、横断形はそれぞれ独立に設定できるものでなく、実際の手順としてはまずこれらを仮に設定して各部分をチェックしながら最終的にその河川にとって最良の河道計画を決定する。また、改修効果の検討については改修後の投資事業費と経済効果との関係だけでなく、災害防除区域の重要性、改修工事中の各段階における効果等の種々の要因を検討するものとする。

1.3 流過能力の算定

流過能力の算定は、河道の状況に応じて原則として不等流計算を行うものとする。
また、平均流速公式には、一般に Manning 公式を用いる。

解 説

流過能力は、洪水処理の基本的な条件として、法線、河道の縦横断形、河道の粗度の状況、計画高水位の相互の関係を媒介する重要な条件である。洪水の流れそのものは、流速の時間的変化があるので定流ではないが、通常の河道計画の検討の中では定流として取り扱ってほとんど差異がない。定流として取り扱う場合において、大河川のように現状の河道を重視して改修する河川では、洪水流下方向における河道断面や河状の変化が大きいため、流速の縦断方向の変化が無視できないので、流過能力の計算は原則として不等流計算による。

ただし、不等流計算を用いることが適当でない場合には、等流計算、不定流計算等の他の手法を用いてもよい。特に、小規模な河川で河道断面や河状の変化がほとんどないような区間で、流速の縦断方向変化がほとんど無視できるような場合には、流過能力の計算は等流計算によってもよい。

なお、不等流計算の手法等については調査編第6章水位計算および粗度係数による。

平均流速公式としては多数の公式があるが、扱いが簡単で便利な Manning 公式を使う。

Manning 公式

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I_e^{1/2} \quad (\text{m/s 単位})$$

V : 流水断面の平均流速 (m/s)

R : 径深 (m) (流水断面 A) / (潤辺長 P)

I_e : エネルギー勾配

n : Manning の粗度係数

この際、複断面河道や樹林のある河道では、おのおのの河道の流水への抵抗特性を十分に考慮して平均流速公式を適用する必要がある（調査編第6章参照）。

1.4 粗 度 係 数

流過能力の算定に用いる粗度係数は、既往洪水の解析等との関係を重視して定めるものとするが、改修後の河道の状況が現在と大きく異なる場合、あるいは既往洪水と計画高水の規模が大きく異なる場合には、改修後の河道の状況等を想定して適切に定めるものとする。

解 説

河道計画の策定に用いる粗度係数は、複断面等の横断形、河床材料、河床形態、植生の状況等より適切に定めるものとする(調査編第6章参照)。その際、高水敷と低水路に区分することのできる複断面河道においては、一般に高水敷の粗度係数と低水路の粗度係数とに分けて定めるものとする。

粗度係数の設定に際しては、計画高水流量を定める際に用いた既往洪水等を解析して得られた粗度係数との関係を重視して決定することが適切である。その場合に、他の類似の河川に用いられる粗度係数およびその河川の河状などについての比較も参考とする。改修後の河道の状況が現在と大きく異なる場合、あるいは既往洪水と計画高水の規模が大きく異なる場合には、改修後の河道の状況等を想定して適切に定める必要がある。

小規模の河川等で、改修前と後では河道条件が一変してしまい、かつ洪水資料がない場合には、十分な検討ができないことがあるので、単純な断面の河道では次の値を用いてもよい。

一般河道	0.030～0.035
急流河川および河幅が広く水深の浅い河川	0.040～0.050
暫定素掘河道	0.035
河川トンネル	0.015～0.023

この数値は、通常の河道の場合に比較すると若干大きいのが、改修後長期間経過した場合の河状の変動等を考慮して単純な河道横断面の場合の計画値を設定したものである。ただし、流速が問題となる施設の計算にあたっては流過能力を算定する場合を除きこの値を採用することは必ずしも適切ではなく、別途検討する必要がある。

既往洪水の解析では洪水痕跡値の調査を行って検討するものとする。

第2節 河道の平面形

2.1 河道のルート選定

改修を必要とする計画区間において、現河道沿いルートを中心にして、必要があれば放水路、捷水路を組み込んだルートと比較検討し、最良の河道改修ルートを選定するものとする。

解 説

一般的に河川改修は、現河道沿いの地形、土地利用形態、用地取得の難易度等を勘案して、現河川沿いに実施されている場合が多いことから、現河道沿いルートを中心に検討するものとしている。

自然環境の保全の観点からも現河道沿いルートを選定する方が有利な場合が多いが、拡幅する区域に貴重な自然環境が存在する場合などには別ルートを検討する必要がある。また、現河道の屈曲の著しい河川、あるいは、現河道沿いに大規模な家屋連たん地域が形成されている河川などについては、放水路、捷水路等の新川開削を組み込んだルートを検討すべき場合もある。このような場合については、現河道利用部分と新川開削部分を合わせた数ルートを設定し、それぞれについて、地形・地質上の合理性、現在並びに将来の土地利用に対する配慮、行政区画、用排水路系統、地下水位への影響、内水対策、計画区間の上下流への影響、自然環境、事業費、改修後の維持管理等を勘案して最良のルートを選定するものとする。

改修ルート設定にあたっては、次の事項についても検討するものとする。

1. 法線は、洪水の安全な流下と自然環境の保全等を勘案して検討する。
2. 河道は人口稠密区域からできるだけ離す。
3. 有堤部にあつては、できるだけ山付堤とする。
4. 急流河川では、できるだけ霞堤を設ける。

2.2 法 線

堤防の法線（掘込河道等の区間を含む）は、計画高水流量を安全に流下させるために必要な川幅を確保することを基本とし、沿川の土地利用状況、河川環境、洪水時の流況、現況の河道、将来の河道の維持、事業費等を検討して設定するものとする。

低水路の法線は、現況法線を重視しつつ、堤防法線との関係を踏まえて、洪水時の流況、将来の河道の維持、河川環境等を十分に考慮して設定するものとする。

解 説

堤防法線は、高水を流下させるために必要となる平面形の基本となる川幅を定めるものであり、堤内地にとっては土地利用を制約する最も重要な条件となる。また、計画高水流量が同じであっても、水深、勾配、河床の粗度が異なれば適正な河幅は異なる。さらに既設堤防の状態、沿岸における家屋の密集状況、自然環境や河川利用の状況、用地取得の状況によっても異なってくる。したがって、河幅は河道計画全体の検討の中で定める必要がある。なお、これまでの事例による次の値は検討の目安となるが、実際には大きなバラツキがあるので（図10-1参照）現地の条件に照らしあわせて十分に検討する必要がある。

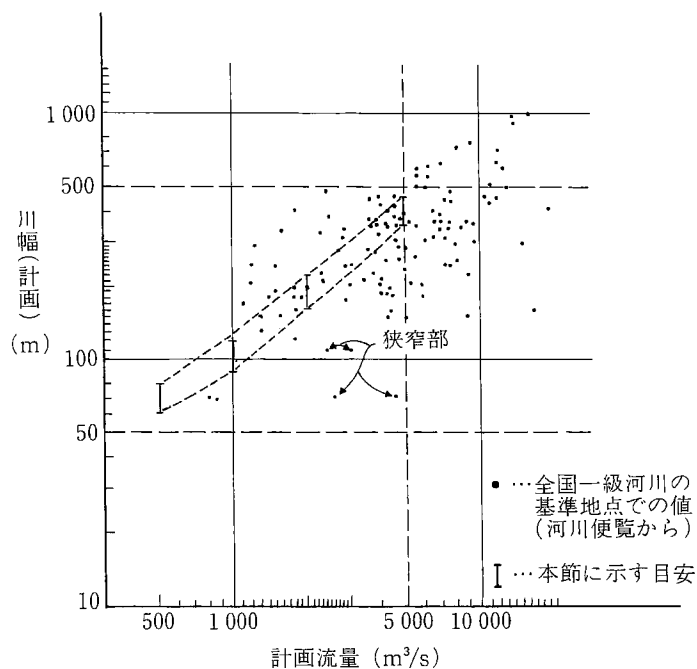


図 10-1 計画高水流量と川幅の関係事例

計画高水流量 (m ³ /sec)	川 幅 (m)
300	40～60
500	60～80
1 000	90～120
2 000	160～220
5 000	350～450

堤防法線の設定にあたっては、以上を踏まえたうえで次の各点に留意して検討しなければならない。

1. 当該河川固有の自然環境や河川の利用状況等との関係を十分に配慮して、河川環境の保全・整備が容易となるようにする。
2. 流過能力からみて現況の河道に十分な余裕のある河幅であっても、一般には河道の貯留効果を考慮してその河幅を確保することが望ましい。
3. 洪水時における流況を踏まえて、堤防の安全性の確保、侵食・堆積に対する河道の維持等の点を総合的に検討する。一般に急流河川では直線に近い形状とする場合が多い。また、緩流部の河川では、必ずしも直線的である必要はないが急な曲がりには避け、場合によっては適切な蛇行形状にすることにより、堤防や河岸の侵食対策の必要範囲を限定することも可能である。
4. 水衝部となる位置を定める場合には、現状の河道、背後の地形・地質の状況、土地利用状況等を考慮するものとする。人家の連たん区域や旧川の締切箇所などは努めて避けるものとする。

低水路法線については、一般に河道の維持、河川環境等を検討して定めるが、必ずしも堤防法線と平行であるとは限らない。ただし、堤防にできるだけ近付けないよう配慮する必要がある。すなわち、堤防法線との関係を踏まえて、堤防、高水敷および低水路河岸における過度な高流速の発生や著しい洗掘・堆積の発生、あるいは法線形に起因する過度な流水への抵抗の発生に留意し、現況の低水路の形状を重視して必要な修正を加えつつ設定するとともに、低水路の水辺が自然環境にとって特に重要な場である点を十分に考慮する必要がある。

2.3 支川の合流点形状

支川の合流点の形状は、合流点の流況と洗掘・堆積状況を踏まえ、原則として本川になめらかに合流する形状とする。

支川の計画高水流量が本川に比してきわめて小さく、本川に対する合流の影響が小さい場合にはこの限りではない。

解 説

合流点においては、異なる流向・流速を持つ2つ（以上）の流れが合流するため、流況が通常の河道区間より複雑になる。このため、堤防沿いの高流速あるいは死水域の発生、規模の大きな洗掘・堆積、流れの抵抗による上流側での水位上昇等が生じる可能性がある。また、合流点で本支川の河床に段差が生じると水生生物の遡上・降下に支障を及ぼすようになる。

したがって、支川は一般的には平滑に本川に合流させなければならない。これによって合流点前後における洪水流過を安定させ、河床の洗掘、堆積を防ぐものとする。ただし、支川の計画高水流量が本川に比してきわめて小さく、本川に対する合流の影響が小さい場合等には本川の法線を主体にした合流形状とする。

なお、内水支川については本章第10節を参照するものとする。

2.4 霞 堤

急流河川では、背後地の状況および上下流の河状に応じてできるだけ霞堤を設けるものとする。

解 説

超過洪水や河床の堆積、破堤等による災害を最小限にとどめるために、急流河川で背後地の土地利用状況の点で支障のない限り霞堤を積極的に配置するものとする。

2.5 山 付 堤

河道の上流端では、上流域からの流出が河道内へ十分安全に流入できるように、背後地盤高の十分高い地点へ山付けするように法線を設定するものとする。

解 説

河道の上流端では上流からの流出が堤内地の方へ回らないように河道内へ流入させる必要がある。したがって、背後地の十分高い地点、道路、山等へ法線を取り付けるものとする。

第3節 捷水路および放水路

3.1 捷水路および放水路の計画

新川開削による捷水路（あるいはショート・カット）および放水路（あるいは分水路）とは次のように定義される。

- (1) 捷水路とは、著しく屈曲した河道を新川開削することによって短絡した水路である。
 - (2) 放水路とは、現河道の大幅な拡幅を避けるため、あるいは改修延長を短縮するなどのために河川の途中から分岐して新川を開削し、直接海、他の河川あるいは元の本川に放流する水路である。
- 捷水路および放水路などの新川の設定にあたっては、洪水の安全な流下を図るとともに、新川周辺の環境、現在ならびに将来の土地利用、周辺の地下水位、用排水路系統、堤内地の内水対策、新川開削後の河道維持等について十分に配慮するものとする。

解 説

1. 捷水路と放水路

大河川において、激しい蛇行・屈曲区間が数多く存在していた頃、大規模な捷水路工事が数多く実施された。しかし、現在では、大河川の主要な区間については、改修工事の進捗の結果河川の平面形状がほぼ固定されてきたので、大規模な捷水路工事はほとんど見受けられない。一方、中小河川の改修工事においては、著しく屈曲した河道に対して、疎通能力を増大させ、河岸決壊の防止を容易にし、改修延長と将来の維持管理延長を短縮するなどの目的で、比較的最近まで数多くの捷水路工事が実施されていた。

また、都市内の小河川で土地区画整理などの都市計画事業と、あるいは農村部で圃場整備などの農業構造改善事業と同時に河川改修事業が実施されるケースがあるが、このようなときは、用地の取得も比較的容易であり、土地の合理的な利用も考慮して、ほとんど全川にわたって新川開削を行っている例も多い。

我が国の放水路工事としては、信濃川の大河津分水路や、荒川の放水路のように、治水史上に残る大工事として実施されたもののほか、比較的近年完成した工事として広島の大田川、静岡の狩野川、愛知の豊川の各放水路および新潟の関屋分水路がある。改修工事が相当進捗した大河川で、最近の大出水などが原因で計画高水流量の改訂を行うにあたり、増加流量分を放水路で処理すべく検討されている例として斐伊川等がある。都市部に近い中小河川については、流域および河道周辺の急速な都市化のため現河川沿いの改修の困難さが増大しているため、多くの放水路計画が検討されている。

放水路計画において地形上あるいは土地利用上の制約等から、やむを得ずトンネル構造による河川が計画されることが特に大都市部ではまれではない。このような例として、寝屋川南部地下河川、東京環状七号および八号地下河川があり、また、住宅・宅地供給のための先行的治水対策としての役割も併わせもつ首都圏外郭放水路がある。トンネル構造による河川の設計については、設計編第1章第9節で述べる。

このほか、支川合流点処理の方法として、本川の高水位が高い場合に、その背水の影響を軽減させるため合流点を下流側に付け替えることがあり、また、支川の流域の大部分が山地で、その山水をできるだけ短絡したバック堤で処理しようとして、合流点を上流側に付け替えることがある。このときも新川開削が行われる。

また、水利用が高度化し、より広域的になってきていることから、隣接する水系等を相互に連絡して、流況の調整が行われるが、この水路に内水排除などの治水目的を持たせ、河川として機能させることも考えられている。このような河川を流況調整河川といい、放水路と同様に新川開削の範疇にはいる。

2. 新川の設定

(1) 捷水路は、河川改修延長（および維持管理延長）の短縮や洪水流下能力の増大等を目的として計画されるものであるが、結果として従来より河床勾配が急になる。したがって、湾曲している現状で河床が安定している河川においては、その安定を破壊することになり、上流部では流速が増加するため、洗掘が生じて構造物を危険にし、下流部では堆積を起こして水位上昇を招くことが考えられる。

したがって、捷水路を計画する場合は捷水路区間のみではなく、その上流側および下流側の相当の区間について、河床勾配、河道の法線、横断形の改良を同時に計画しなければならない。このため、特に必要がある場合は、上、下流側を含む区間における河道の形状、河床勾配、構造物、河床材料、流況等、河床変動に関する基礎調査を行い、計画された新しい河道による河床変動の予測を行い新河道の修正と予測計算を繰り返して最適な計画を見出す必要がある。

(2) 放水路は多額の事業費を必要とし、また、従来あまり洪水の被害がなかった地域に洪水を流下させることになるので、その計画にあたっては、比較設計を行い、経済的妥当性と洪水流下の安全性を十分追求する必要がある。次の各点を総合的に検討しなければならない。

① 計画高水流量の放水路への分流量は、一般に分流比を幾とおりか仮定して改修費を積算し、本川と放水路の全改修費の合計が最少となる組合わせで決定する。

② 放水路の経路は、なるべく直線に近いほうが望ましいが、人口稠密地域からはできる限り遠ざけるべきであり、また自然環境保全、文化財保護に十分留意し、土地利用、水利秩序、行政区画等を考慮して決定する。

③ 分流方式は、自然分流によるのか、固定堰あるいは水門などの構造物によるのかを決定し、構造物を設置する場合は、本川側に設置するのか、放水路側に設置するのか、あるいは両側に必要なかを決める。

④ 縦断形については、捷水路の場合と同じく、一般に放水路区間はその上下流より急勾配であることが多く、また、河床材料が著しく異なるため通水による河床変動が大きいので、洪水エネルギー減殺方法を十分検討するとともに、橋梁、護岸等の根入れを深くするなど、構造物の安全対策を慎重に検討すべきである。

⑤ 横断形については、安全性を重視してできる限り複断面とすべきである。

⑥ 高水分流を目的とした放水路では、本川の水利用に支障を与えないように低水分流は行わないのが通例ではあるが、豊水時の浄化用水導入など非洪水時の河川機能についても検討すべきである。

(3) 捷水路、放水路等の新川を開削する場合には堤内地の内水対策について十分に配慮して新たな内水問題が起らないように努めるべきである。このため、特に沿川流域の排水路系統を十分に把握しておかなければならない。

築堤区間については内水対策について検討して現状の排水路の機能を損わないように努めるものとする。また、上下流の河道の条件が可能ならばできるだけ掘込河道となるように河道を設定すべきである。この場

合新川の沿川流域からの流出も計画高水流量に算入するものとする。

なお、地下水への影響についてもあらかじめ十分調査し、著しい障害が生じないように配慮する必要がある。

3.2 トンネル構造による河川

3.2.1 計画の基本

トンネル構造による河川は、地形の状況、その他特別の理由によりやむをえない場合に限り設けるものとし、ルートは、地形・地質条件、地上の利用条件、地下埋設物等の調査を行って決定するものとする。なお、線形は著しい屈曲を避けるよう定めるものとする。

また、特にやむをえない場合を除き現状河道は確保するものとする。

解 説

捷水路や放水路には一般的な開水路河川以外に、トンネル構造による河川があり、本基準では流入部もしくは排水施設を有するものを地下河川、それ以外をトンネル河川という。

トンネル構造による河川は、洪水時における流下物などによる断面の閉塞など、河道維持のうえでは通常の河川に比べて困難な問題が多い。さらには、人為操作が加わる場合もあるなど管理面での課題もあげられる。このため、河道計画において捷水路や放水路を計画する場合には、できるだけトンネル構造による河川としないことが望まれる。しかしながら、現状の河道の下流部が都市化していて十分な河道拡幅が不可能であり、分水路も家屋密集地帯を通さなければならないか、地形上開水路の選定が不可能である場合には、河道拡幅等に伴う都市機能等への影響の大きさ、治水事業の緊急性、河川環境の向上、施工性、経済性等に十分配慮したうえで代替案との比較のなかで検討しなければならない。

トンネル構造による河川を導入したことによって、何らかの事態でトンネル構造による河川が使用不能になった場合においても、現状より不利になることがないように、現状河道は確保しておくことが望ましい。

現状の河道を確保することの意義は、都市域における貴重な水辺空間を保持する観点からも重要である。都市域における河道は、他の都市的土地利用と比較すると、その規模と連続性においてきわめてすぐれ、かつ多様な環境機能に富んだ空間を形成している。したがって、トンネル構造による河川の導入により、土地の高度利用の名目から現状河道を安易に廃止、縮小することは決して好ましいものではない。

3.2.2 断面および縦断勾配

トンネルの断面は、設計流量の流下に必要な断面積のほかに、原則として十分な空面積を確保するものとする。

さらに、トンネルの縦断勾配は、洪水処理機能の確保、水理的な安定性、維持管理上の観点から適切な勾配を決めるものとする。

解 説

1. 断 面

開水路方式のトンネルの場合は、浮遊ゴミ等の流過による疎通障害や高速水流が流れると空気圧が低下する。このため、十分空気が補給でき、空気流の流過ができるように設計流量の流過に必要な断面積の15%程度を下回らない値を標準として空面積を確保する必要がある。

やむをえぬ事情から現状の河道を廃止せざるをえない場合には、トンネルの断面は将来の安全性も勘案して断面を定めるものとする。断面を定めるための設計流量については設計編第1章第10節に定める。

一方、圧力管方式のトンネルについては、流下能力、空気混入量、負圧の発生状況、止水性、サージ現象および覆工計画等を考慮して断面形を設定するものとし、維持管理の状況に応じてインバートを設ける。圧力管

方式の場合の断面割増率については、10%程度を採用している事例が多い。さらに、空気混入を極力減ずるための呑口部や流入部の形状、管内からの空気抜き等の対策工を施す必要がある。

2. 縦断勾配

トンネル本体の縦断勾配が適当でない場合には、緩勾配の区間で堆積の生じる恐れがある。したがって、全区間にわたり掃流力のバランスを考慮して縦断勾配を設定する必要がある。

圧力管方式のトンネル内の流速は、水路勾配に無関係で、動水勾配に関係するため、縦断勾配は維持管理面から決定される要素が強い。

圧力管方式の運用において、洪水後のトンネル内残留水の排水を下流端ポンプ場より行う場合は、下流側を低くした勾配とすることが望ましい。

第4節 計画高水位

4.1 計画高水位

計画高水位は、計画高水流量、河道の縦断形、横断形と関連して定めるが、沿川の地盤高を上回る高さを極力小さくするものとし、できれば既往洪水の最高水位以下にとることが望ましい。特に、計画の規模の小さい河川で、下流河道の条件を考慮しても十分に水面勾配がとれる場合には、計画高水位を地盤高程度に設定するものとする。

解 説

堤防のある河道計画の場合においては、計画高水位を高くするほど内水排除、支川処理などに難しい問題が残るので、計画高水位はできるだけ低くし、通常の場合には既往洪水の最高水位より低くとるべきである。やむをえず高くとる場合には、それらについて十分な配慮が必要である。

上・下流の河道条件から掘込河道とすることが可能であり、低水時における地下水位の確保、各種用水の取水位の確保その他の流水の正常な機能の維持を図るための対策が十分行われている場合には、掘込河道とすることを積極的に検討すべきである。

これは背後地からの排水が河道内に十分に流入できること、および堤防のような工作物がないので破堤等の災害を避けることができるからである。しかし、過度の掘込みとした場合には流過能力を実質上増すことになり、計画以上の流量を流過させることになることから、下流の堤防区間の河道にも計画以上の流量が流過することとなるので堤防の安全の点で好ましくない。また水系全般の安全度からみても過度の掘込河道は避けたほうがよい。したがって、計画高水位は地盤高程度とするのが最も好ましいこととなる。

4.2 本川の背水区間内における支川の計画高水位

本川の背水区間内の支川の計画高水位は、次の水位のいずれか高いほうを基準にして定める。

1. 本川が計画高水位であって支川は本川のピーク流量に対応する合流量が流過する場合に、背水計算によって求められる水位
2. 支川から計画高水流量が合流するときの本川流量に対応する本川水位を出発水位として背水計算によって求められる水位

ただし、本川の計画高水流量に対して支川のその比が比較的小さいような場合には、2.の水位に代えて支川の計画高水流量に対応して等流計算によって求められる水位とすることができる。

解 説

本川の背水区間内の支川の計画高水位は、本川の各水位に対応する支川の洪水流量に基づく支川の高水位を包絡して定めるのが正しいが、一般にはそれほどの検討を必要としない。本川が計画高水位の場合と、支川が計画高水流量の場合の二つを基準として差し支えない。

本川と支川の流域の状況が極端に違っている場合で、ピークの出現状況がほとんど関係ないと思われる場合には本川の背水はほとんど水平と考えられる。このような場合には本文 1. の水位は合流点の本川水位に対して水平の水位とする。

4.3 わん曲区間等の計画高水位

河道のわん曲等による水位上昇が無視できない場合には、水位上昇を考慮して計画高水位を定めるものとする。

解 説

河道のわん曲区間では外岸側の水位が上昇する。特にわん曲の程度が大きく、あるいは屈曲しているため死水域を生じて水位上昇が無視できない場合には、この点を考慮して計画高水位を定めるものとする。

また、支川の合流量が本川に比して比較的大きい場合には、合流部でも無視できない水位上昇を生ずる場合があるので、必要に応じて計画高水位の設定にあたって考慮するものとする。

第 5 節 河道の縦横断形

5.1 河道の縦断形

5.1.1 計画河床勾配

計画河床勾配は、計画河床高と関連させて河床の維持、事業費を考慮して定めるが、一般には現況の平均河床勾配を重視して定める。一般の河川では上流から下流へ向かって急から緩となるように変化させるものとする。

解 説

河道の横断形は流水等の作用により横断方向に一樣な高さとはならないが、一般にはそのような河道の横断形のうち低水路（単断面では河岸を除く河床）の河床高を平均したものが計画河床高であり、その河床高により定まる縦断形の勾配を計画河床勾配とする。計画河床勾配は、調査編第 19 章河道特性調査等を参考にしながら、通常の河川では現状の河床勾配にならって定める。それは現在の河床において局所的な変化が進行中でない限り、現状の河床勾配によるのが将来の河道の維持上最も安全であり、一般には事業費も少ないからである。しかしながら、河道計画によって現在の河状を意識的に変更するときはこの限りではない。特に捷水路のような場合等には部分的に河床勾配を変化させる必要を生ずることがあり、その場合には前後の河床勾配の状況を勘案して縦断形を決定するものとする。

なお、部分的だけでなく全般的な河状の変更をする場合には、横断形なども組み合わせて将来の河道の安定も考慮して縦断形を定めるものとする。通常の河川では、河床勾配は上流から下流に向かい急から緩へと変化させるのが一般である。このとき、河道特性等から縦断形を定めることが難しい場合があるので、河床勾配を急変させないよう、河床勾配変曲点の上・下流の勾配の比を 2 程度以下に抑えるように計画河床勾配を仮定しつつ、上流から下流へ順次河床勾配が緩くなるようにして、計画河床高と調整しながら縦断形を設定する方法もある。この場合にも、設定した縦断形について将来の河道の状況を想定し、長期的に安定な河道となるように考慮するも

のとする。

5.1.2 計画河床高

計画河床高は、計画河床勾配、計画横断面と関連させて堤内地盤高、河川環境を考慮して定めるが、地下水位、用水の取水水位、既設の重要構造物の敷高などにも配慮するものとする。

解 説

計画河床高は、計画河床勾配および計画横断面を仮定して繰り返し検討により決定する。検討にあたっては河道特性を考慮して次の条件により行う。

- (1) 計画高水位はできるだけ堤内地盤高に近づけるべきこと。
- (2) 重要構造物の敷高、用水の取水水位、支川であれば合流点の本川計画河床高、岩盤露出地点河床高、周辺地下水位等に十分配慮すること。
- (3) 河床勾配が急変すると河床が安定しないので、上流から下流までの河床が安定するように、堤防に作用する流速にも配慮しながら縦断面を設定する。河床の安定上やむをえない場合には、必要に応じ河床の状況等を考慮して、洪水時の流速を抑える等のために床止めを設けるものとする。この場合、位置方向については河道の平面形状を配慮するものとする。
- (4) 実際の河床高は洪水による河床変動や部分的な深掘れ等により、計画河床高より低下する部分がある。したがって、構造物の計画・設計等にあたっては、長期的、局所的な河床変動に十分に留意する必要がある。特に床止めの上下流では生じうる河床低下を想定して周辺構造物を検討する。床止めの計画については本章第8節による。また、河口部の計画河床高については本章第11節による。

河道の縦断面は特に水棲生物の遡上・降下、瀬や淵の形成などの生物の生息空間や河川の利用面などに強く関連するので、河川環境も十分に考慮して検討する必要がある。

5.2 河道の横断面

5.2.1 計画横断面

河道の計画横断面は、河道の縦断面、地形、地質、生物の多様な生息空間等を含む河川環境、沿川の土地利用状況等を勘案し、また長期的、局所的な河床変動を十分に考慮して定め、一般に複断面とする。ただし、急流河川や計画高水流量の小さい河川では河道の状況、維持の難易等を考慮して単断面についても検討して定めるものとする。

解 説

通常の河川では最小流量と最大流量の比が大きいので、安定した河道とするために複断面とすることが望ましい。河道の横断面は、長期的に見ると洪水の履歴等に応じて変動するのが自然であり、また法線や縦断面との関係により局所的な深掘れを生ずることもあるので、これらの点を十分考慮して計画横断面を定めるとともに、河道の制御施設の計画・設計を行う必要がある。

急流河川で広い河幅の中に幾本もの流路があつて、しかもこれが変動する場合には、低水路と高水敷を明確に設定することは河道の維持の点から困難な場合が多い。また、計画高水流量の小さい河川では単断面とするのが普通である。

河道の横断面は、自然環境、河川の利用等にとっても重要であり、常時および洪水時の流況を把握して、流水等の自然の作用に対して適したものとするることにより、併せて瀬や淵あるいは河川植生の保全・創出を図ることのできるよう、適切な河床あるいは河岸形状に設定する必要がある。

5.2.2 低水路の水路幅および高水敷の高さ

低水路の水路幅および高水敷の高さは、河道の維持、高水敷への冠水頻度および高水敷の利用、自然環境を考慮して定める。

解 説

高水敷の高さは低水路の水路幅と併せて検討するものであるが、洪水時の高水敷の安定を確保するため、高水敷上の流速が過度に大きくなることは高水敷の維持の点から好ましくない。

中小河川や新たに設ける河道では高水敷上の設計流速は2 m/sec程度としている場合が多い。

低水路の水路幅は一般に現状を重視して定め、高水敷の高さは冠水頻度を数年に1回程度となるように流過能力を試算して定める場合が多い。ただし、河川の高水敷利用形態はさまざまであり地域によって異なること、河道および周辺の自然環境の保全・創出の重要性も高いことから、低水路の水路幅および高水敷の高さはこれらを総合的に勘案して定める必要がある。

5.2.3 屈曲部における横断形

河道の屈曲部では屈曲の状況、上下流部の河道の状況に応じて、河幅の拡大等の必要な処置をとるものとする。

解 説

河道の屈曲部では洪水時に偏流を生じ、内岸側における死水域の発生および渦流の発生等により損失を生じるので、法線を適切に是正する。また、有効河積が減ずることを考慮して有効河幅を10~20%程度拡大するなどの措置を、平面形状を含めて十分に検討する必要がある。

第6節 堤 防

6.1 高 さ

堤防の高さは、計画高水位に本章6.2で規定する値の余裕高を加算した高さとする。

解 説

堤防の高さの基準となるものは、計画高水位であって、これに所要の余裕高を加算したものが堤防の高さとなる。

計画高水位は計画河道に計画高水流量を流過させる場合に達するであろう水位を計算で求め、その水位をもとに計画高水流量を安全に流過させようように決めた水位であって、堤防の設計は計画高水位を基準に行われ、浸透に対する安定の検討についても計画高水位を対象に行われる。

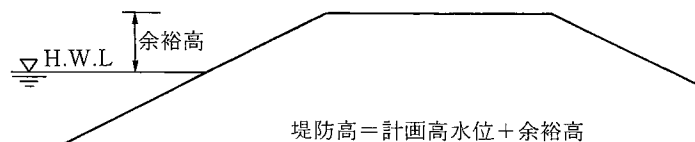


図10-2 堤防高の説明図

6.2 余 裕 高

1. 堤防の余裕高は、計画高水流量に応じて表 10-1 に掲げる値以上とする。ただし、当該堤防に隣接する堤内の土地の地盤高が計画高水位より高く、かつ地形の状況により治水上の支障がないと認められる区間にあつては、この限りでない。

表 10-1 計画高水流量と余裕高

計画高水流量 (単位 m ³ /s)		余 裕 高 (m)
200未満		0.6
200以上	500未満	0.8
500以上	2 000未満	1.0
2 000以上	5 000未満	1.2
5 000以上	10 000未満	1.5
10 000以上		2.0

2. 支川の背水区間においては、堤防の高さが合流点における本川の堤防の高さより低くならないよう堤防の高さを定めるものとする。

ただし、逆流防止施設を設ける場合においてはこの限りでない。

解 説

堤防の余裕高は構造令に定めるところによる。

本文 1. は堤防の余裕高を示したものであり、本章 6.1 で述べたように計画高水位にこの余裕高を加算したものが必要な堤防高となる。ただし書は堤内地盤高が計画高水位より高い場合で地形等の状況から治水上の支障がないと認められる場合においては、計画上の配慮を行って適切な値（一般には 0.6 m 以上）の余裕高とすることができることを規定したものである。なお、ここでいう余裕高は計画高水位に加算すべき高さの慣用的な呼称であつて、計画上の余裕を意味するものでない。

余裕高は、基本的には計画高水位の水位の洪水を越流させないための高さの余裕である。堤防は一般には土砂で築造されるので越流にはきわめて弱い。したがって、全体に越流させてはならないものであるという見地から、洪水時の風浪、うねり、跳水等により生ずる一時的な水位上昇に備えて設けられるものであつて、その他洪水時の巡視や水防を実施する場合の安全の確保、流下物への対応等種々の要素をカバーするものと考えられている。

なお、厳密には余裕高は個々の河川、区間および堤防の構造によって、それらの特性に応じて定められるものであるが、計画上非常に複雑であり、また堤防の高さが場所によって異なることは民生安定上好ましいことではないので、計画高水流量規模に応じて段階的に余裕高を定めたものである。また、計画高水流量の変化点で余裕高を画一的に変えることは実態としてできないので、山付きの部分とか橋梁等の区切がつけられる個所で行うことが一般に行われている。

本文 2. は支川における背水区間に関する余裕高の規定であり、本川に面する堤防と一連の状態で同一区域の氾濫防止機能を有する限り、合流点における本川堤防と同じ高さを与えることが必要であることを定めたものである。一般には合流点の本川堤防高を水平に支川自己流量堤防高にすり付けることが行われる。

ただし書きのうち逆流防止施設を設ける場合とは、支川を完全背水堤方式とすることが堤防敷として多くの用地買収や家屋等の移転を伴うなど不適当な場合に、水門等逆流防止施設を設けて支川の堤防の余裕高を小さくするなどその構造を小規模なものとする、いわゆる半背水堤方式または自己流堤方式を計画する場合である。これらの場合の余裕高は一般には支川の計画高水流量に対応した値を採用する。

次に、背水堤としない内水河川では水門閉塞時に内水が堤防を越流することとなるので、破堤しないよう堤防の高さはおのずから制限されるのが通例である。また、堤防をコンクリート等これに類するもので三面張りする場合や越流部分を設ける場合は、地形、経済効果等から堤防の高さの検討が必要である。

掘込河道の場合、堤防と管理用通路との区別がまぎらわしいので注意を要する。本章 6.1 の解説に述べたように、堤防で堤内地盤より 0.6 m 未満の盛土となる場合には、管理用通路としての構造を考えれば十分である。

管理用通路については特に高さの規定はないが、堤防部分と掘込河道が混在する場合には、管理用通路部分においても堤防部分と同様に計画高水位に 0.6 m 以上の値を加算した高さを天端高にして高さをそろえるのが通例である。一連区間において堤防部分のない、いわゆる完全掘込河道においてはすべてが管理用通路となるので管理用通路の高さは、必ずしも計画高水位に 0.6 m 以上を加算した高さにする必要はない。

なお、このような区間にあつては、天端幅および植樹基準についても河岸の管理用通路としての適用を受ける。小河川の特例については、構造令施行規則第 36 条によるものとする。

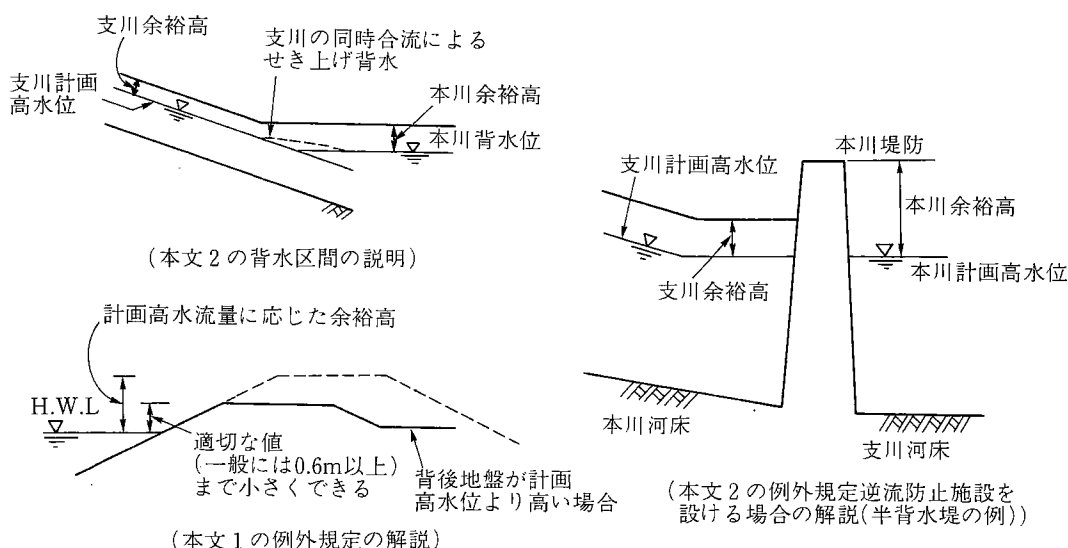


図 10-3 余裕高の説明図

6.3 高潮の影響を受ける区間の堤防の高さ

高潮の影響を受ける区間（計画高潮位が計画高水位より高い区間）の堤防高は、

1. 本章 6.1 に規定する高さ
2. 計画高潮位 + 打上波高を考慮した高さ

のどちらか高いほうの値とする。

解 説

堤防高は波返工のある場合はその頂高をいう。計画高潮位は一般には計画編第 6 章 4.3 の規定の値とするが、河幅の広い河川や高潮を水門で断る河川の水門の下流側等においては、高潮が河道内で遡上する高さを実験等で求めこの値を加算する。また、打上波高を考慮した高さとは、一般には波高と同一の高さとするが、背後地の重要な区域については実験等で求める波の打上高を考慮して決定すること。

地盤が低く平坦な市街地の中小河川で、高潮の影響をうける区間の堤防を本文 2. の規定の高さとした場合は、経済的に不利であるばかりでなく都市機能を麻痺させるので、一般に高潮を水門で断る計画とする場合が

多い。この場合一般に、水門の内側の堤防高は、水門閉鎖時の湛水位に余裕高(本章6.2に規定する値とは別に、堤防の強度、背後値の重要性等より決定する)を加えた高さが、本文1.の規定の高さより高い場合はこの値とする。

6.4 湖岸堤の高さ

湖岸の堤防の高さは、本章6.1, 6.2, 6.3の規定にかかわらず、計画高水位、波の打上げ、風による吹き寄せ等を考慮して定めること。

解 説

余裕高は、河川区間と異なり、計画高水流量と対応させて規定することはできないので、水理条件、土質条件、堤防の基礎地盤等を考慮して堤防の安定について検討を行い定める。

第7節 高規格堤防

7.1 高規格堤防の高さ

高規格堤防の高さは、本章6.1に規定する堤防の高さとする。

解 説

高規格堤防は、高規格堤防設計水位以下の流水の作用に対して耐えることができるものであると同時に、計画高水位以下の流水の通常作用に対しても安全な構造をもたなければならない。通常、堤防の高さは、計画高水流量以下の流水を越流させないように、洪水時の波浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対し、しかるべき余裕をとること、および洪水時の巡視や水防を実施する場合の安全の確保、流木等流下物への対応等種々の要素をカバーするためにしかるべき余裕をとることの主として2点から定められている。高規格堤防は、このような普通の堤防がもつ機能をカバーし、計画高水流量を越える流水の作用に対しても耐えることができるという要素をもたなければならない。

また、高規格堤防は、市街地整備、公園整備、農地整備等と一体となって整備されるのが一般的で、連続してではなく、飛び飛びに築造されることが多いことから、高規格堤防付近の通常堤防の構造と整合をとりつつ整備する必要がある。また、一連区間が完成した場合であっても、その高さを切り下げることは上下流の堤防高さとの整合性、民政安定上望ましいことではないため、高規格堤防の高さは、本章6.1に規定される高さと同じとする必要がある。

7.2 高規格堤防設置区間に合流する支川等の背水区間

高規格堤防設置区間に合流する支川等の背水区間にあたっては、本川の合流点と同等の超過洪水対策を講ずるものとする。

解 説

超過洪水時に、高規格堤防設置区間である本川に合流する支川において背水が生じる場合には、背水による支川の堤防の破堤は本川の堤防の破堤と同様の被害をもたらすことになる。いい換えれば、支川の背水区間の堤防は本川の堤防の機能を果たすものであり、本川と同様に超過洪水の作用に対して耐えることができる堤防でなければならない。

ただし、水門等の逆流を防止する施設によって背水が生じないようにすることができる区間にあつてはこの限

りではない。この場合、背水が生じないようにするため逆流を防止する施設として設けられる水門および樋門は、本川の堤防としての機能を果たすものであるため、本川における超過洪水の作用に対して耐えることができるものでなければならない。

なお、バック堤方式にする場合にあっては、本川に対する超過洪水の影響範囲が、本川の超過洪水設計水位(設計編第1章3.1.3参照)が支川の計画高水位にレベルですり付く地点まで及ぶことが考えられるので、支川の施設計画等に際しては背水区間を越えるこれらの区間についても十分配慮する必要がある。

7.3 地域整備に関する計画との調整

高規格堤防は通常の土地利用を前提とするもので、市街地整備、公園整備、農地整備等と一体的に整備を進める場合が多いことから、沿川の地域整備に関する計画と十分調整を行わなければならない。

解 説

高規格堤防は、河川管理上必要な場合を除き土地を取得せず、その敷地である土地の区域の大部分の土地の区域が通常の土地利用に供されることを前提に整備されるものであるため、当該区域の市街地整備の動向と整合した整備が不可欠である。このため、地域整備に係る計画の策定時から積極的に関係機関との調整を行っていく必要がある。特に市街地整備は実際に着手されるまでに長期間を要する場合も多く、地方公共団体の都市計画担当部局と共同で沿川市街地整備のマスタープランである「沿川整備基本構想」を作成することが必要である。沿川整備基本構想においては、沿川地域に定められた都市計画、当該地域の市街化の動向等を踏まえ、沿川整備のマスタープランおよび優先的に整備を進める地域に関する事項等を定めるものとする。

また、沿川整備基本構想において優先的に整備を進めることとされた地域について、高規格堤防と市街地の整備に関する計画である「沿川市街地整備計画」を市町村が河川管理者と協議して作成した場合には、当該計画を踏まえて高規格堤防の整備を行うものとする。

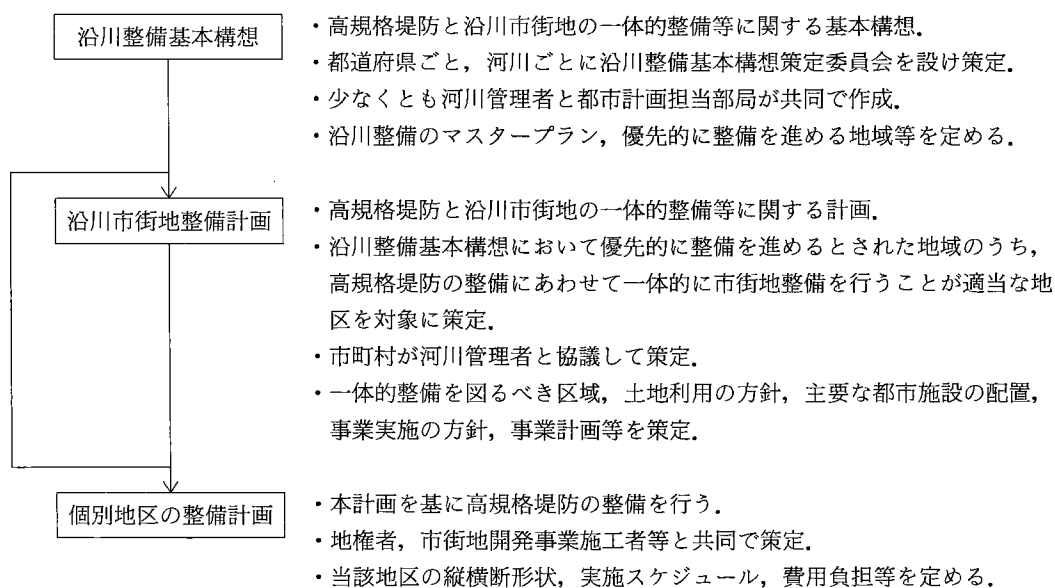


図 10-4 高規格堤防整備と市街地整備を一体的に実施するための計画策定の流れ

第8節 河道の制御施設計画

8.1 河道の制御施設計画の基本

堤防や河岸の侵食、河床の洗掘や堆積を制御するための施設の計画にあたっては、河道の縦横断形、河道特性、洪水流の流況、土質、河川環境などを踏まえ、長期的あるいは局所的な河床変動を十分に考慮して設置する法線、設置個所および延長等を定めるものとする。

解 説

堤防や河岸の侵食、河床の洗掘や堆積を制御するための施設は、対象とする河川区間の縦横断形や河道特性および洪水流の流況を踏まえて、侵食・洗掘・堆積の特性を把握し、各施設の特性を十分理解したうえで、設置する施設あるいはその組み合わせ、施工個所および延長等について検討する必要がある。

また、その際には河川環境に与える効果、影響についても十分検討し、全体として事業費が小さくなり河川環境にとって望ましい河道が維持されるようにするものとする。

河道を制御するための施設としては、護岸、水制工、床止め（帯工、落差工）などがある。施設の選定に際しては、これら各施設の特徴を十分理解するとともに、河道制御の目的に最も適した制御施設を、1つもしくは各施設の組み合わせで選定するものとする。特に、河道は長期的あるいは局所的に変動する場であることから、その特性を十分に把握して各種施設を計画する必要がある。また、制御施設の設置がその周辺の河床あるいは河岸の侵食を助長する場合がありますので、洪水時の堤防の安全性の確保や自然環境の保全等の観点から留意するものとする。

8.2 護岸の計画

8.2.1 配置の基本

護岸は、高水敷や他の構造物とともに流水による侵食作用から堤防（掘込河道にあっては堤内地）を保護するために設けるものである。護岸の配置にあたっては、高水敷幅等の河道の横断形、洪水時の流水の状況、みお筋の変化等を十分に把握して、その必要性（設置個所）、法線、延長を定めるものとする。また、護岸は河川環境の保全・整備とも強く関連するので、生物の多様な生息環境等に適した計画とするものとする。

解 説

堤防は一般に土砂で構築されるので、堤防を水流による侵食に対して防護するために必要に応じて護岸を設ける。しかし、護岸は河道の自然環境上重要な水辺に設けられるなど河川環境との関連が強く、その計画にあたっては必要性について十分に検討するとともに、高水敷や水制等と一体となって機能させることにより多自然型川づくりが目標とする生物の多様な生息環境等の保全・創出に適した計画とする。その際には、河川の特質に応じて創意工夫を行うことにより、河川環境を十分考慮した経済的な護岸工法を見出すことが実施にあたっては重要なことである。

護岸には堤防表のりを保護するための高水護岸と、高水敷の河岸や堤内地を保護するための低水護岸がある。高水護岸と低水護岸が一体化したものを堤防護岸という。護岸は、高水敷や他の構造物とともに流水の侵食作用から堤防や堤内地を保護するために設けるものであり、護岸の計画にあたっては、堤防および河岸近傍の洪水流速、高水敷の幅、みお筋の経年変化等を考慮し、工種、設置個所および延長を定める。また、護岸を設けること

によって水衝部が下流に移動することが多いこと等に留意する必要がある。

また法線については、高水護岸は堤防法線に沿って設けられるものであるから堤防の法線形によって定まるものであるが、できるだけなめらかにすることが望ましい。低水護岸の法線については、低水および高水の流向に適した法線とするが、高水敷の幅や河川環境を十分に考慮して定めるものとする。

8.2.2 堰、床止め等の構造物周りの護岸

1. 床止めまたは堰に接する河岸または堤防の護岸は、地質が岩盤等の場合を除き、上流側は床止めまたは堰の上流端から10 mまたは護床工の上流端から5 mのうちいずれか長いほうから、下流側は水叩きの下流端から15 mまたは護床工の下流端から5 mのうちいずれか長いほうまでの区間以上に設けるものとする。
2. 水門が横断する河川または水路の護岸延長については1.を準用する。ただし、「床止め」または「堰」を「水門」、「上流側」を「当該水門が横断する河川または水路の上流側」、「下流側」は「当該水門が横断する河川または水路の下流側」と読み替える。
3. 水門および樋門が横断する河岸または堤防の護岸は、その上流側および下流側のそれぞれ10 mの区間に設けるものとする。ただし小規模な樋門（断面が 0.5 m^2 以下）で地形の状況等によりその必要がないと認められる場合においてはこの限りでない。
4. 橋の設置に伴い必要となる護岸は、次に定めるところにより設けるものとする。ただし、地質の状況等により河岸または堤防の洗掘の恐れがない場合、その他治水上の支障がないと認められる場合は、この限りでない。
 - (1) 河道内に橋脚を設けるときは、河岸または堤防に最も近接する橋脚の上流端および下流端から上流および下流にそれぞれ河川管理施設等構造令の規定による基準径間長の2分の1の距離の地点を結ぶ区間以上の区間に設けること。
 - (2) 河岸または堤防に橋台を設けるときは、橋台の両端から上流および下流にそれぞれ10 mの地点を結ぶ区間以上の区間に設けること。

解 説

橋梁、樋門、樋管、水門および堰、床止め等の構造物の上下流は水流が乱れるので、上下流に相当の延長にわたり堤防等を安全に保護するための護岸を施工する必要がある。本文は構造令施行規則に定めるところによる。護岸の延長は、護岸を設けることによって水当たりが下流に移動することが多いことを考慮して定める。また、構造物周辺の自然環境や景観等を考慮して計画するものとする。

堰や床止めなどの横断構造物の取付護岸は、渦や死水域ができないようできるだけなめらかな線形にすることが望ましい。

8.3 水制の計画

水制は、高水敷や他の構造物とともに流水の侵食作用から堤防、低水河岸、堤内地を保護するため、あるいは航路維持、生態系の保全等のために設けるものである。

水制の計画は、河川の平面および縦横断形状、河道特性、自然環境等を把握するとともに、上下流や対岸への影響を十分に考慮して定めるものとする。

解 説

水制の働きは、①水流に対する抵抗を増して、流速を減少させる、②水流に対して直接障害物となり、水流をはねて方向をかえ、防護すべき個所に水流を激突させないようにする、の2つであり、これらは水理的にはそれぞれ、①粗度として働く、②水制域（水制背後の、流水の作用から護られる地域であり、一般には死水域）をつくる、の2つの意味に対応する。本文に示した水制設置の目的は、これらの水制工の働きを利用して達せられるものである。

また、本文に示した目的から知られるように、水制工の計画は、河道計画、護岸の計画と密接な関連があるので、これらと相互の関連を重視するとともに、上下流や対岸への影響、河川の自然環境の保全・創出を考慮し、河道特性、設置の目的に応じて行う必要がある。

護岸と水制の違いをあげれば次の通りである。

1. 護岸は直接的に河岸を被覆して侵食を防ぐのであるから、目的を確実に達成しやすい。
2. 水制は水はね効果、流速低減効果によって、間接的に河岸の防護を図るものであるもので、適切に配置や構造形式を定めないと効果が十分でないことがある。
3. 水制を適切に配置することによって平水時の川幅を狭め、平水時の水深を増大させることができる。
4. 水制の河岸への取付部およびその下流は、洪水時の複雑な流れによって侵食されやすいので配慮が必要である。

以上のように、水制は護岸と異なる河岸保護の機能あるいは河岸付近の地形・流水制御の機能を有するので、必要とされる治水上の効果と、河川環境の保全・整備上の効果等を十分に検討して、配置等を計画する必要がある。

8.4 床止めの計画

8.4.1 計画の基本

床止めの計画は、河床の安定を図るために必要な位置、高さ、形状について、周辺の河岸や河川管理施設、魚類等の遡上・降下等に十分配慮して定めるものとする。

解 説

床止めには落差のあるものとないものがあり、前者を落差工、後者を帯工といい、河床安定のため次に掲げる目的により設置される。

1. 河床勾配を緩和し、流水による侵食力を減少し、上流の河床の安定を図る（一般に落差工となる）。
2. 乱流を防止し、流向を定める（落差工となる場合が多い）。
3. 河床の洗掘および低下を防止する（一般に帯工となる）。

流水の作用によって河床が侵食・低下すると、護岸等の基礎が浮き上がり、治水上危険な状態になるとともに、河床の低下に伴って各種用水の取入れが困難になる等の障害を生ずる。このような場合に河床を河川管理上必要な高さに維持し、安定させるために河道を横断して床止めを設置する。ただし、床止めは上下流の流水の連続性を断ち、魚類等の遡上・降下等を阻害する形態となるために、河床の安定上やむをえない場合に採用するものとする。床止めを設置する場合には、構造の工夫や魚道の設置等により、魚類等の遡上・降下等に十分に配慮するものとする。

河道の流過断面をできるだけ大きくとり、河道の流過能力を増す面からは、河床低下対策としては、護岸等の根入れを深くし、あるいは根固工、水制工等により護岸等の基礎を保護することをまず第1に検討すべきであるが、各種用水取入れ等、河川利用施設との関係、あるいは河川の縦断勾配と河床材料との関係等より、河床高を所定の高さに維持する必要がある場合に床止めの計画が必要となる。

8.4.2 形状および方向

床止めの平面形状は、原則として直線とする。また、その方向は、高水時の流水の方向を考慮して床止め下流の流水の方向に原則として直角とするものとする。

解 説

床止めの平面形状と流向との関係を図 10-5 に示す。

1. 直線形状で、流水の方向に直角である場合
最も普通に施工されている形で、他に比較して治水上の支障となることが少なく、工費も比較的安い。
2. 直線形状で、流水の方向に斜めである場合
下流の堤防法線等を考慮して、床止め下流の流向に合わせる場合以外には原則として用いるべきではない。旧来の農業用水取水堰等によく見受けられるが、河川に大きな支障を与えている例が多い。
3. 河川中央部に頂点を有する折線形とする場合
床止め下流の流心を河川の中央に集めることができるが、工費が高くなり、下流部に深掘れ等が生じやすく、床止めまたは下流の河床の維持が困難である。
4. 河川中央部に頂点を有する曲線形とする場合
円弧、または放物線を用いることが多いが、折線形と同様な難点がある。

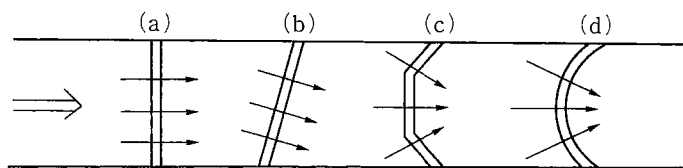


図 10-5 床止めの平面形状と流向

8.4.3 天 端 高

床止めの天端の高さは、計画河床高と一致させることを基本とし、一般に床止め上・下流の河床の落差は 2 m 以内とする。

解 説

床止めは、河床を安定させるために設けるものであるが、床止めの設置によってその直下流の河床の安定が最大の課題となる。このため床止め天端高と下流の河床高の差は 1～2 m 程度とするのが通例である。

床止めの天端高は一般に計画河床と一致させるが、河床変動の著しい河川では天端の高さは現況河床および将来の動向を想定して定める必要がある。特に床止めの設置に伴う下流側の河床と端部の河岸の洗掘、および上流側の河床の低下に十分留意して河道計画を検討する必要がある。

第 9 節 堰（河口堰を含む）・樋門・水門

9.1 設置の基本

堰・樋門・水門（以下、堰等と略す。樋管を含む）の設置位置は、その設置目的に応じて選定し、河道の湾曲部や河道断面の狭少な個所、河状の不安定な個所等はできるだけ避けるものとする。また、これらは極力統合に努め、設置個所数を少なくするものとする。

解 説

堰は、設置目的により取水堰、分水堰、防潮水門等に区分され、また、その構造により固定堰、可動堰に分類され、樋門・水門は、用水、排水、用排水兼用に分類される。

堰等の設置位置の選定にあたっては、それぞれの設置目的を十分に果たすように選定するのはもちろんであるが、特に堰については、設置によって河状に乱れを生じ、また、高水時の流水の疎通に障害となる恐れがあるので、その位置は、河心が直線状で流速変化が少なく、流心が安定して流水による河床変動の少ない地点を選ぶことが望ましい。また、堰は建設費を節減するため川幅の狭い個所が有利と考えられる向きもあるが、高水の安全な流下を図るため特別の配慮が必要となり、かつ、堰が将来にわたって河道の制約条件ともなるので、努めて避けなければならない。

堰等の構造物が設置されたことにより、堤防の弱点となる恐れがあり、また、操作・維持管理の面を考慮しても、その数は極力少なくするのが望ましいので、可能な限り統合に努める必要がある。

なお、本書では樋管については、樋門に含めて取り扱うこととした。

9.2 形状および方向

堰の平面形状は、原則として直線とするものとする。また、その方向は、高水時の流水の方向を考慮して、堰下流の流水の方向に原則として直角とするものとする。

樋門・水門の方向は、堤防法線に原則として直角とするものとする。

解 説

堰の平面形状については、本章 8.4.2 を参照のこと。

樋門・水門の設置は堤防の弱点となる恐れがあるので、その方向は、施工の確実性を図るため、できるだけ構造の複雑化を避け、堤防法線に直角とすることが望ましいが、支川の合流形状、本川の対岸との距離などの理由でやむをえず斜角とする場合においては、構造上および施工上の安全性の確保について十分に配慮する必要がある。

9.3 敷 高

1. 固定堰の天端高、または可動堰（固定部を含む）の敷高は、河川の計画横断面または河川の現況の流下断面のいずれか大きいほうの外側に設けるものとする。

ただし、山間の狭窄部である場合、その他、河川の状況、地形の状況等により治水上の支障が特にないと認められる場合には、現状の流下断面内に設けることができる。

2. 樋門等の敷高は、用水を目的とするものにあつては、それぞれの取水目的に応じて定めるが将来の河床変動についても配慮するものとする。

排水を目的とするものにあつては、接続する排水河川等の河床高、または水路の敷高を考慮して定めるものとする。

解 説

1. 固定堰の天端高、または可動堰（固定部を含む）

本文は構造令に定めるところによる。

堰の設置により、その地点の河床の高さは固定されることになり、河積はそれ以上の拡大を妨げられることになる。高水時の流水の安全な流下を図るためには、流水の疎通に必要な断面を確保する必要があり、固定堰の天端高、または可動堰の敷高はこの断面外に設けなければならない。ただし書きの場合については、特別の場合と

して個別に検討が必要である。

2. 樋門等

河床低下により取水困難となっている用水樋門等の例が多いので、用水樋門等の設置にあたっては、過去の河床変動の動向を調べ将来の河床低下の可能性について十分な検討が必要である。しかし、低くすると取水量が水利権以上となる恐れがあるので取水量の調整が必要となる。

排水樋門等の敷高は、低過ぎると土砂が堆積して有効断面積が減少し、高過ぎると排水能力が減少し、また、吐口の維持に費用がかかる。樋門等に接続する排水河川の河床高、または水路の敷高との関係を十分検討して、敷高を決定しなければならない。

9.4 堰 の 湛 水 位

堰の計画湛水位は、原則として高水敷高より 50 cm 低い高さおよび堤内地盤高より高くしないものとする。

ただし、盛土等適切な措置を講じた場合にはこの限りではない。

解 説

河川堤防は一般に常時湛水を支える構造では設計されていないし、堤内地盤高が低い場合には、常時湛水によって堤内地の排水不良または地下水位の上昇の問題も起こる。また、高水敷に常時湛水していると、高水敷の維持が困難となる。

このため、堰の位置選定にあたってはこれらの問題に十分に配慮する必要がある。地形の状況等によりやむをえない場合には、盛土等により堤内地盤または高水敷等に特別の措置が必要である。

9.5 堰 の 径 間 長

可動堰の径間長は、次のとおりとする。

1. 可動堰の径間長は、高水時の流水の疎通に支障を与えない長さとし、表 10-2 に掲げる長さ以上（可動部の全長が、計画高水流量に応じ、表 10-2 に掲げる値未満である場合には、その全長の値）を標準とする。ただし、山間の狭窄部、その他これに類する部分に設ける場合であって、治水上の支障がないと認められる区間に設ける場合はこの限りでない。

表 10-2 計画高水流量と径間長

計画高水流量 (m ³ /s)	径間長 (m)
500未満	15
500以上 2 000未満	20
2 000以上 4 000未満	30
4 000以上	40

2. ただし、次に掲げる場合にあつては、次のそれぞれに定めるところによることができる。
 - (1) 堰の可動部の全長が、30 m 未満の堰の場合において、計画高水流量が、500 m³/s 未満である場合においては、可動部の径間長は 12.5 m 以上とすることができる。
 - (2) 高さが 2 m 以下の可動部が起伏式である堰にあつては、(1)に該当する場合を除きゲートの縦の長さとの比が 10 分の 1 となる値（15 m 未満となる場合は 15 m）以上とすること

ができる。

- (3) 表 10-2 によれば可動堰の径間長がスパン割の関係で 50 m 以上となる場合においては、同表の規定による径間長に応じた径間数に 1 を加えた値で可動堰の全長を除いてえられた値以上とすることができる。その場合においては、可動部の径間長はそれぞれ等しくなければならない。ただし可動部の径間長の平均値が 30 m を超えることとなる場合においては流心部以外の部分にかかる可動部の径間長を 30 m 以上とすることができる。
- (4) 土砂吐の機能を有する径間においては、計画高水流量が、2 000 m³/s 以上の場合、1. に定める値の 1/2 以上(15 m 未満となるときは 15 m)とすることができる。また、計画高水流量が 2 000 m³/s 以下のときはその値を 12.5 m まで縮小することができる。
- ただし、全堰長を平均した径間長が、原則として 1. に定める値を下回らないようにするものとする。
- (5) 1. に規定する場合で、計画高水流量が 4 000 m³/s 以上の場合においては、流心部以外の径間長を 30 m 以上とすることができる。ただしこの場合において、全堰長を平均した径間長は原則として 40 m 以上としなければならない。

解 説

本文の規定は構造令に定めるところの原則を示したものである。

可動堰の堰柱は、洪水の安全な流下に対して障害となる恐れがあるので、径間長はできるだけ大きくとることが望ましい。堰の建設技術と経済性等を勘案して構造令では本文に示すように径間長を定めている。

なお、本文の第 2 項は、径間長の決定に弾力性を持たせ、洪水の安全な流下、堰の機能維持、経済性の確保を図るための調整を目的とした緩和規定である。

9.6 堰 の 魚 道

堰の建設により遡上する魚類等への影響が懸念される場合には、魚道を設置するものとする。

解 説

堰の設置による生態系への影響をできるだけ小さくするため、遡上する魚類等を対象に魚道を設置することが望ましい。対象魚類等は、水産資源からみて重要な魚種のみでなく、多様な生態系の保全という観点から、カジカやアユカケ等の底生魚やカニ等の甲殻類についても併せて検討する。

魚道計画にあたっては、対象地点の流況、堰上・下流の水位変動の範囲、対象魚類等ごとの遡上時期、経路、降下時期、堰からの取水・放流操作等を十分検討のうえ、対象魚類等が遡上できるとともに、取水施設への迷入を低減できるよう対象流量、水位、配置等を設定する。

第 10 節 内水処理計画

10.1 内水特性の把握

内水処理計画策定のため、対象地域における内水湛水および内水被害の特性を把握するものとする。

解 説

内水処理計画を策定するためには、調査対象内水河川における内水特性を把握することが不可欠である。内水

特性とは、狭義には内水現象そのものの特性であるが、広義にはその内水を生じさせる要因の推定も含める。また内水特性をよく解明するためには現時点のみの内水特性だけでなく、過去からの時系列的な内水特性の変化とその変化要因を把握する必要がある。

例えば、内水湛水の原因として常に外水位が高いということであれば、内水処理方式として自己流堤方式により内水河川の改修だけをしても効果が小さく、完全バック・セミバック方式による河道改修あるいはポンプ排水方式を採用することが有効である。

また、このような場合、内水の規模は内水河川流域の流出量のみ依存すると考えて良いから、計画対象内水は内水河川流域の雨量（流出量）の大きいものとし、確率評価も内水河川流域の雨量で行うことができる。さらに、内水計算手法も、この内水湛水現象の特性に応じて選定される。例えば湛水区域が1つでない場合は、少なくとも多池モデルにする必要がある。また湛水域、湛水深の時間的変化から池モデルとするか氾濫流モデルとするかを定めることができる。

内水被害は湛水区域に資産が存在することによって初めて生じる。よって内水被害は湛水特性と資産の分布状況に依存することになる。例えば、被害形態として農作物被害がほとんどであれば、市街地の場合に比べて計画規模（治水安全度）を下げる検討を要する。また、一般家屋被害が生じていても、それが湛水域の外縁部であり湛水深も小さければ、湛水総量を若干減らすことで家屋被害をなくすことも可能である。逆に湛水域の最低地盤高付近にある家屋については、ポンプ排水によってもこれらの被害を完全になくすことが難しいこともある。そのような場合は、投資効果の面から考えるとこれら数戸の家屋について別途耐水化対策をとったほうが有利な場合もある。

また、内水被害特性が明らかになれば、そのような被害が生じないような水門およびポンプの操作方式を設定することが可能であり、内水処理施設計画を検討する際に、これを内水計算条件設定の根拠として用いることができる。なお、内水解析モデルの作成については、調査編第8章第3節に示した。

10.2 内水処理方式の検討

内水処理方式の選定にあたっては、対象内水河川流域および想定湛水区域の地形、土地利用、排水状況、内水河川・本川の改修計画、関連諸事業の計画、内水湛水特性、内水被害特性等から効果が見込め、かつ経済性、社会性の観点から実現可能な代替案の中から施設の維持管理、超過洪水時における被害の程度等について総合的に評価するものとする。

解 説

内水処理方式は、対象地域での適用可能な処理方式の選定およびこれらの比較検討という過程を経て決定される。内水処理方式の比較検討にあたっては当該地域の社会的条件や管理面における難易度等を考慮しつつ、それぞれの処理方式について必要とする施設の規模を決定し、事業費、効果等を把握する。また、超過洪水時における被害の状況についても考慮する。

内水処理方式は、計画対象内水河川の特性によって変わるべきものであり、画一的な方式にとられる必要はない。このとき、内水河川の改修計画の検討を併せて行う必要がある。その意味から内水河川の改修方式も内水処理方式の一部に含まれることになる。なお、ここで選択すべき内水処理方式は河川改修、排水機場の設置、遊水池の設置等のハード対策だけでなく、土地利用規制・誘導等のソフト対策およびハード・ソフト対策の組み合わせも含むものとする。

内水処理方式は、概ね次のように分類される。

1. 対策手法による分類
 - (1) ハード対策

- (2) ソフト対策
- 2. 対策を行う場所による分類
 - (1) 流出域における対策
 - (2) 内水区域における対策
 - (3) 本川における対策
- 3. 排水方式による分類
 - (1) 自然排水方式
 - (2) 水門締切り方式

上記3つの視点を実際に内水処理計画を立案していく際の検討過程を踏まえて分類すれば、次のようになる。
 最良の内水処理方式を選定するため、図10-6に示した分類方法に沿って内水処理方式を検討する。すなわち、次図のように内水処理方式の分類ごとに対策の可能性および具体的な対策を検討し、次にこれらの組み合わせ方式を検討する。それぞれの対策方法について施設規模を検討した後、効果、経済性等を比較して最終的な方式を決定する。なお、ソフト対策だけでは必要な効果をあげられないことが多く、ハード対策と組み合わせることが一般的である。

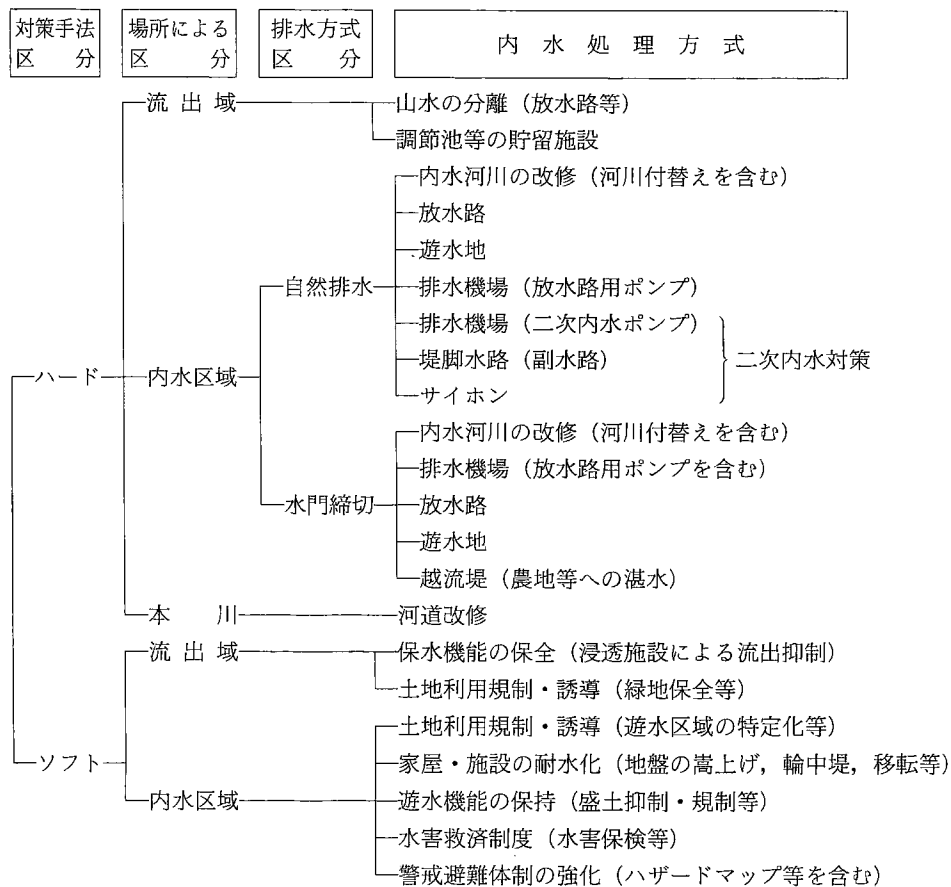
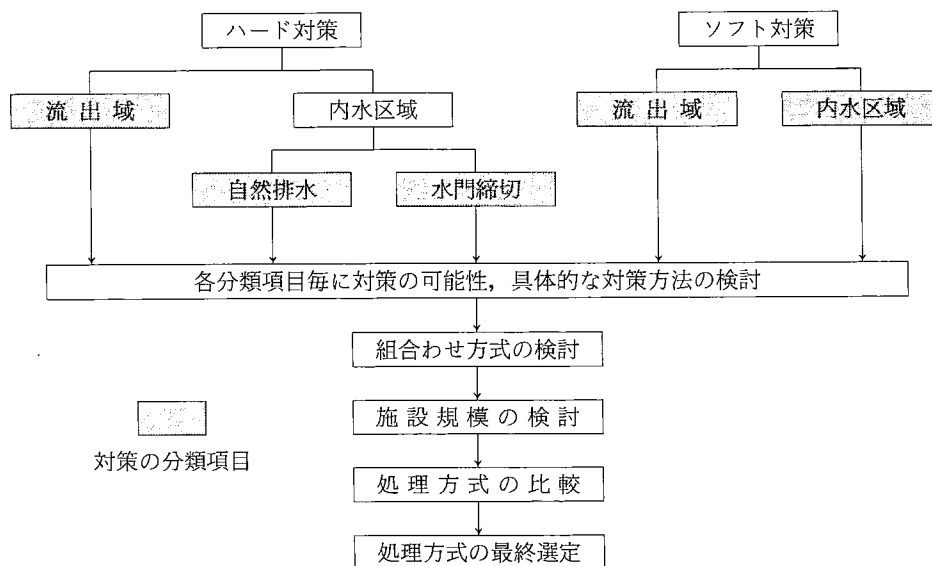


図 10-6 内水処理方式の分類



注1) 対象河川によっては、採用の可能性がない分類項目もある。

注2) 単独で必要な効果をあげられる対策と他の対策との組み合わせのみで効果をあげられる対策とがある。

図 10-7 内水処理方式の検討過程

10.3 検討対象内水の選定

検討対象内水は、過去の降雨実績、外水位および湛水状況を考慮して、既往最大の被害をもたらした内水を含み、水文資料の整備状況に応じて数個選定するものとする。

解 説

検討対象内水は、次の目的に用いる。

1. 内水解析モデル作成時の検証（検証内水）
2. 内水処理方式および施設規模の検討（計画対象内水）

なお、1., 2.のそれぞれの目的に用いる内水は同一であることが望ましいが、水文資料の整備状況等から異なることもある。

内水処理方式の検討のためには、降雨波形や外水位波形およびその相対的關係がさまざまな内水を検討対象内水として選定することが望ましい。このような考え方に基づき、検討対象内水は、過去の実績値から既往最大の被害をもたらした内水を含み、被害状況、水文資料の整備状況に応じて4～6個選ぶようにする。また、対象地域への説明を考えると、できるだけ近年の内水を選んでおくことも重要である。これまでの内水処理計画では、検討対象内水の選定にあたって次の点に考慮している。

- (1) 被害の大きな内水
- (2) 内水河川流域での雨量の大きな内水
- (3) 外水位が堤内地盤高を上回る内水
- (4) 内水河川流域での雨量と外水位いずれも大きい内水
- (5) 湛水深の大きい内水
- (6) 湛水時間の長い内水
- (7) 水文資料のよく整備された内水
- (8) その他（本川改修計画等の対象洪水または本川の代表洪水等）

10.4 確率評価手法の検討

内水処理計画における内水規模の確率評価手法は、検討対象地域の内水特性および水文資料の整備状況に応じて選定すべきものであり、以下に示す確率評価手法の中からその手法の特性を踏まえて選定するものとする。

1. 内水河川流域降雨量による確率評価
2. 内水時間帯降雨量による確率評価
3. 湛水量による確率評価

解 説

確率評価手法の検討は、内水の規模の年超過確率を正しく評価することを目的とし、対象内水河川流域の特性を踏まえて行う。

内水の規模は、内水河川流域の流出量、外水位波形およびこれら両者の時間的相対関係によって定まる。このように内水の確率は、1変数の確率ではなく多変数確率の問題となるため、内水処理計画を複雑なものにしている。また、内水河川流域の流出量、外水位波形およびこれらの相対関係は、自然条件だけに規定されるものではなく、河道改修、土地利用の変化等の人為的な作用によっても変化するので、一層、内水規模の確率評価は複雑となる。したがって、内水区域の治水安全度を正確に把握し、かつ適正な施設規模を決定するために、内水特性、水文資料の整備状況等を踏まえた調査対象地域に相応しい確率評価手法を検討する必要がある。

通常の洪水防御計画においては、計画規模の外力は降雨を確率評価し、これを流出量に変換して設定する手法がとられる。内水処理計画でも、内水河川の流下能力を規定する施設（河道、水門、樋門等）の計画外力はピーク流量とし、一般的には降雨量で確率評価を用いる。

一方、既往内水の規模そのものや内水処理施設（排水機場、遊水池等）の計画外力の評価は、ピーク流量よりもその湛水量で行うべきものである。内水の湛水現象はいくつかの要因が複雑にかかわりあって生じるため、この湛水量の確率評価はさまざまな手法が考えられる。内水現象の結果である既往内水における湛水位あるいは湛水量の実績値で確率評価するのが最も直接的ではあるが、通常これらの実績資料の整備状況は良好でないうえ、人為的な作用により同一の降雨条件であっても湛水量が変化することがあるため、内水規模の確率評価手法として使用できないことも多い。

内水時間帯降雨量による確率評価は、湛水量を内水時間帯（内水区域に湛水が生じていると考えられる時間帯）の降雨量で表現しようとするものであるから、内水河川流域がきわめて小さく、到達時間が短い場合にのみ適用できる。また、この方法を適用しようとする場合、外水位資料あるいは水門の開閉実績に関する資料が必要となるので、これらの資料の整備状況によっては内水河川流域が小さくてもこの方法がとれないこともある。

実績湛水量資料が整備されており、かつ統計対象期間内に内水河川および本川の流域、河道に大きな変化がない場合には湛水量での確率評価を行うことができる。統計対象期間内に内水河川および本川の流域、河道に大きな変化がある場合は、実績湛水量による確率評価は行えないが、計算湛水量による確率評価を行うことができる。計算湛水量は内水解析モデルにより求められる。そのためには、統計対象期間の各年の最大湛水量をもたらしたとと思われる内水について、外水位波形と内水河川流域の降雨量が必要となる。

内水河川流域の降雨量による確率評価は、水文資料の整備状況等の制約から上記の方法が採用できない場合に採用する手法で、作業の簡便性から比較的良く用いられている。ただし、計画降雨の継続時間については、流域の大きさ、洪水到達時間、湛水特性、水文資料の整備状況等を考慮して定める必要がある。

なお、一般的に内水の規模は、内水河川流域の流出量、外水位波形、およびそれらの時間的相対関係の3要素に依存することから、これらの要素を代表するいくつかの変数により確率評価を行えば、対象地域の内水の確率

をより正確に表現できることがある。特に内水河川流域規模に対し、流末地点における本川流域規模がきわめて大きい場合等のように、過去の内水における内水河川の降雨量と外水位の相関関係が弱い場合には、単変数で確率評価せず多変数の複合確率として評価することが有効な場合もある。実務上は2変数が限界といわれるので、対象地域の内水特性を考慮し内水規模を代表する2変数を抽出することが必要である。ただし、このような代表性のある2変数が抽出できない場合はこの手法はあまり有効ではない。例えば、2変数としてピーク外水位と内水河川流域降雨量をとれば、これらの組合わせが生起する確率は求まるものの、その確率が必ずしも内水規模を表現するとは限らない。なぜなら、外水位波形と内水域雨量の時間的ずれの程度によって、内水の規模は大きく変化するからである。

10.5 内水処理施設規模の決定

内水処理施設の規模は、内水区域の重要度、既往内水による被害の実態、本川計画規模とのバランス、近傍内水地域の計画規模とのバランス等を総合的に考慮して計画規模を決定のうえ、計画規模に相当する内水区域の治水安全度が確保できる施設規模を決定するものとする。

ただし、ポンプ排水については、原則として費用便益計算をもとに規模を決定するものとする。

解 説

自然排水方式で計画する場合の規模の決定は、一般の河川改修の方式による。

水門締切り方式で計画する場合の規模の決定は、内水区域の社会的経済的重要度、既往内水による被害の実態、経済効果、本川との内水区域の計画規模のバランス、近傍内水地域との計画規模のバランス等を総合的に考慮して定める。

1. 内水河川と内水処理施設の計画規模

上述したように、外水と内水ではその被害構造には大きな相違があり、外水氾濫と内水氾濫について、安全度を変えることは合理的であるが、内水処理施設の計画規模設定に際しては、本川の計画規模とのバランスを十分考慮する必要がある。

また、内水河川の河道の計画規模と内水処理施設の計画規模は必ずしも同一にする必要はないことはいうまでもない。

2. 地域の重要度

地域の重要度は、主に内水区域の土地利用と資産の集積度から判断することができる。一般に水田、畑等の農地と市街地では資産密度に2～3オーダの差があり、被害ポテンシャルは大きく異なる。したがって、内水区域の土地利用に応じて内水処理施設の計画規模を変えることは合理的と考えられる。ただし、内水区域の土地利用といっても、水田、畑、市街地など単一の地目で想定湛水区域が構成されていることは希であり、通常はこれらが混在している。またこれら土地利用の標高分布によっても、内水排除の対象となる支配的地目は異なる。

一般的に内水区域が主に市街地で構成される場合は、施設の計画規模は30年以上を目標とし、その他の土地利用の場合は内水処理施設の計画規模は10年以上を目標とする。

3. 計画規模を上回る洪水時の被害予測

前述したように、内水処理施設の計画規模としては通常30年程度をとることが多いが、当然のことながら計画規模を上回る内水の生じる可能性がある。したがって、このような内水発生時にも甚大な被害を防ぐという観点から、必要に応じ計画規模を上回る内水時の被害予測を行っておくことが望ましい。

一般に計画対象内水の数が少ない時は、最大規模を与える計画対象内水で施設規模を決定することが多い。計画対象内水が多い場合には当該内水処理施設によって計画対象内水のうちのどのくらいの割合の事象に対応できるかを表すカバー率の概念を導入し、必ずしも最大規模をとらないこともある。

計画対象内水により必要となる施設規模が大きく異なる場合は、大きな施設規模を与える対象内水について、採用している確率評価手法との関係や計画規模への引き伸ばしの過程で技術的不合理がないか、再度検証することが望ましい。また、施設規模決定にあたっては、著名な既往内水に対する治水効果も検討してみる必要がある。

ただし、ポンプ排水に関しては経済性の観点からの検討が重要であり、原則として費用便益計算を行って規模を決定する。費用便益計算は、調査編第20章河川経済調査を参照されたい。この場合、機械設備の耐用年数は20年を用いる。

第11節 河口処理計画

11.1 計画の基本

河口処理計画においては、河川および海の両方の条件を十分考慮し、計画高水流量以下の流量を安全に流過させ、高潮による災害を防除するとともに必要に応じて河川の利用を増進させ、河口と海岸の自然のバランスを保った処理方式を決定するものとする。

河口処理方式の決定にあたっては、次のような事項を考慮して行うものとする。

1. 全体の河道計画の中で機能的、経済的にバランスのとれたものであること。
2. 舟航等に支障を与えないこと。
3. 将来の維持ができるだけ容易であること。
4. 河口あるいは海岸の自然のバランスをくずして2次的被害を発生させたりしないこと。
5. 河川の自然環境、利用を損わないこと。
6. その他

解 説

河口処理計画の主たる内容は、河口部の河道計画と高潮対策とに大別される。河道計画の内容は河口部の計画高水位の決定、掘削、しゅんせつ等河口部の河道計画および導流堤等の河口閉塞に対する対策、すなわち河口処理に用いる工法の検討である。高潮対策は高潮を考慮する必要のある地域に限られるがその内容は、計画堤防天端高の決定等の対策の検討である。

河口部は河川と海との境界であるため両者の影響を受け、河川上流部とは異なり現象は複雑となる。

河川によっては、河口に砂州が発達し、流水の自由な流下が阻害されることがある。この現象を河口閉塞というが、河口閉塞によってさまざまな障害が発生する。大別すると、次のようである。

1. 河口付近の水深とみお筋が一定せず舟航が困難となる。
2. 河口港の場合は、港内水深が浅くなり着船不良などの障害が起こる。
3. 洪水の疎通が阻害される。
4. 河口付近の背後地に排水不良が起こる。

河口閉塞による障害を除去する工法としては、

1. 導流堤
2. 水門、暗渠、離岸堤
3. 人工開削

等がある。なお現川のしゅんせつ、掘削等も河口処理上の対策であるが、ここでは河道計画に含める。

河口部の河道計画にあたっては、河川流量や潮流の季節的変化などの複雑な外力のもとで維持が容易であるよう特に配慮する必要がある。

河口処理にあたっては、河口部に成り立っている自然のバランスを大きく損うことのないよう十分な配慮が必要である。

なお、河口処理計画にあたっては理論的な検討に加え、水理模型実験や数値シミュレーションを行って現象を把握し、計画をチェックする必要がある。

11.2 河口部の計画高水位

河口部の計画高水位の設定は、河口付近の河川・海域の水理・気象特性を把握し、河口および河口付近の河道特性ならびに河口処理の方策を考慮して定めるものとする。

解 説

河口部の計画高水位の決定にあたって最も重要なことは、不等流計算出発地点の水位を決定することであるが、一般には次のように行われることが多い。

1. その地点のすぐ近くに観測点のある場合は(1)、(2)の大きい方の値に所要の損失水頭を考慮したものをとるか(3)をとる。
 - (1) 朔望平均満潮位
 - (2) 既往洪水（確率 1/10 以上の規模）のピーク次の潮位のうち最高の潮位
 - (3) 既往洪水のピーク水位を確率処理して得られる水位

ただし、改修後の河口部の河道の状況が現状と大きく異なる場合、あるいは既往洪水と計画高水の規模が大きく異なる場合には(2)、(3)の方法をそのまま用いることはできない。

2. 河口付近の河道部の背後地が特に重要な地域である場合には、朔望平均満潮位＋改修規模相当の偏差の潮位についても検討しておく必要がある。河口部のすぐ近くに観測地がない場合には、外海のできるだけ河口部に近い観測地を用いる。この場合にはこの潮位に河口部における損失水頭を加える必要がある。

11.3 河口部の河道計画

河口部の縦断形、横断形の決定は、河川および海の両方の条件を十分考慮し、以下の事項に留意したうえで慎重に決定するものとする。

1. 計画高水流量の処理に十分なものであること。
2. 将来の維持が容易なものであること。
3. 低水時において河口付近の利水に支障を与えないものであること。
4. 河口部の自然環境を十分に考慮したものであること。

解 説

河口部は河川と海との両方からの作用力が働く所であり、河川側と海側の両方の条件を総合的に考慮して行う必要がある。

河口部の川幅は、流量、河床勾配、河床材料および流送土砂量などによって定まると考えられるが、現段階においては明確な基準がない。流域変更や平水、低水流量などの大幅な計画変更がない限り、現状を尊重すべきである。河口砂州が存在し、この砂州を完全に除去した状態で河道を維持するのは困難であることが十分に予測できる場合や、河口砂州の除去により、波浪および塩水侵入防止の機能が損なわれ、その影響が大きい場合、あるいは河口砂州が河口部の生態系にとって重要な役割を果たしている場合には、現状の砂州を可能な限り存置させることとし、砂州の存在に配慮した縦横断形を定める必要がある。また、河口砂州が存在しない場合でも、河口部の拡幅や河床の掘削は、河口部が堆積空間であることから、その維持管理に困難をきたす場合があるので極力

避けるものとし、やむをえない場合には十分な対策を考慮する必要がある。

したがって、河口部の横断形としては河口と河道特性を同一とする範囲内のやや上流部の横断形を基に設定するのが通常の考え方であるが、この場合でも現状河口より広げる場合には河口維持が問題となるので、これらについても十分検討する必要がある。

11.4 河口処理に用いる工法の決定

河口処理に用いる工法の決定にあたっては、流量の変化等河川の特長、漂砂や潮流等河口部付近の海の特長、河口部の自然環境、工事費とその効果、将来の維持等を考慮して決定する。

解 説

河口部では、海岸および河川で生起する種々の現象が同時に、あるいは別々に作用しあつて非常に複雑な水理現象や地形変化を生ずるため、河口処理に用いる工法についても単純に対策手段・工法を選択・計画することは容易でない。したがって、施設計画においては、それらが河口に及ぼす影響について十分な検討を行う必要がある。

河口処理に用いられる工法としては、導流堤、水門、暗渠、離岸堤、砂州の人工開削等があり、これについては以下に述べる。

1. 導流堤

導流堤は、その目的に応じた機能が十分発揮できるよう、また周辺海岸への影響を極力小さくするよう計画する。

(1) 導流堤の機能

導流堤の機能としては、

- ① 河口位置の固定
- ② みお筋の安定化
- ③ 河口水深の維持
- ④ 洪水時および平時の水位の低下などが考えられるが、導流堤を計画するにあたっては、その目的に応じた設計を行う必要がある。

(2) 導流堤の長さ

導流堤の長さは、河口処理の目的、河口規模によって異なるが、一般に次のようなことがいえる。

河口位置を偏流させず、河道幅の中に開口位置を固定させたいときは、汀線位置の季節的変動を見きわめたうえで、干潮時汀線より多少海側までの範囲に河道幅の間隔で両側に2本の導流堤を出す必要がある。片側1本の場合は、ある程度海中にまで出せば沿岸漂砂の卓越方向の上手側、下手側のどちら側に設置しても導流堤沿いに河筋が固定する。

河口部の水深をある程度の深さ以上にかつ開口幅を維持したい場合は、2本の導流堤をある程度の深さの所まで突出させる必要がある。なお、全国の一級河川の導流堤の先端水深とそこの河床変動を調べた結果では、外海に面している河川の場合、導流堤の先端水深が4~5mあればその水深をほぼ維持することができ、2~3mでは浅くなることがあり、1m以浅では砂州が発生している。

導流堤の基部は、原則として堤防、護岸などの構造物がある場合にはこれに接着させ、天然海岸、中導流堤の場合は、荒天時に波が基部の背後に回り込まない位置まで河道側に延ばす必要がある。

(3) 導流堤の間隔

河口閉塞を防止する上で、導流堤の間隔は狭い方が河川の掃流力の増大を図ることになり、これによるフラッシュ効果は大きくなる。しかし、洪水疎通の面からは、導流堤間隔が狭いと河口部の水位上昇の原因となり、河道計画上問題が生じる場合もあるので、河口水位の変化、導流堤間隔と導流堤間の河床高の

関係の検討結果に基づいて河口幅を決める必要がある。

(4) 導流堤の方向

導流堤の方向は、原則として汀線に直角とする。ただし、沖合においてゆるかやに曲げたり、多少の角度をつけることはかまわない。急激に曲げると、洪水時に主流が突き当たり、深掘れの問題が生じる。また、汀線に対して導流堤の方向を大きく傾けると、導流堤で反射した波によって汀線の後退等を生じることがある。さらに、流砂量の多い河川では流出土砂を一方向だけに補給することになり、河口付近の海浜の土砂収支を変えてしまうので、このような場合には十分な対策が必要である。

(5) 導流堤の高さ

導流堤の高さは、砂州部では波が導流堤の天端を乗り越えて河道内に砂が持ち込まれないように、最高砂州高より1m以上の高さにする必要がある。飛砂の多いところではその対策も考えておく必要がある。海側の導流堤先端部の高さは、高波浪時の越波は許容されるが、一般には朔望平均満潮位より約2m以上としている例が多い。

(6) 導流堤の幅と構造

導流堤の幅は、導流堤の構造によって決まるものであり、波と河川流（洪水流）に対して破壊されないだけの十分な構造とし、必要に応じて根固め、消波工を設ける。なお、導流堤の構造は、不透過にした方が河口位置を固定しやすく、また漂砂を阻止することができ効果的である。ただし、透過性のある導流堤でも幅を広くし、空隙を小さくすれば不透過と同様の効果を与えることができる。

2. 水 門

水門は、その設置目的に応じて計画するが、計画高水流量の疎通に支障を与えないようにする。一般的に設置目的としては、河口部に設けた水門の開門時の流れによる砂州のフラッシュと、波による構造物前面の洗掘作用によって河口の維持を図るものである。なお、水門は塩水、波浪および高潮の侵入防止、水位維持の目的をかねる場合が多い。

水門によって河口砂州がフラッシュされるかどうかは、水門がないときの洪水時の砂州フラッシュ程度、対象河口と河川規模および海浜材料の粒径が同程度の河川の例を参考に判断する必要がある。模型実験もこの検討に対して有効である。なお、汀線変化の激しい海浜に設置する場合は、設置位置を十分に検討する必要がある。

小河川では、河口のやや上流部に水門とポンプを設け、ポンプ排水と併用している例が多い。

3. 暗渠、離岸堤

暗渠は河口砂州の部分を通し、河口砂州の変動とほぼ無関係に河川水を海に流出させるものであり、その機能が十分得られるよう計画する。

この工法は、小河川の内水排除を目的とした適用事例が多い。また、暗渠工単独でなく、上流端に水門を設け、暗渠内に堆積した場合のフラッシュ効果を高めたり、砂州高を低く抑えるために河口周辺に到達する波浪を軽減させる離岸堤を設け、その背後に暗渠を設置するなど、他の構造物との併用による河口処理が効果的である。

(1) 暗渠の設置方向

暗渠本体の設置方向は、海岸の汀線に直角とした方が長さが短く経済的であり、原則として特殊な条件の場合以外は汀線に直角とする。暗渠先端の開口部は、波が直接暗渠内に侵入しないように曲がりをつける。開口部の方向は、沿岸漂砂が卓越している海岸では漂砂の下手側方向へ向ける。波の入射方向の変動に伴って沿岸漂砂が変動する場合は、暗渠を2連あるいは4連とし、開口部を両方向としておくとよい。

(2) 暗渠の長さ

暗渠の上流端は、海浜部の上流側とし、波のうちあげによる影響を受けない位置とする。暗渠敷高は、高い方が暗渠内の堆砂防止に有利である。

暗渠の先端は、汀線変動を把握し、開口部が埋没しない位置とする必要がある。なお、砂州部上流河道の河床高が低く、暗渠敷高を高くできない場合は、先端部が海床高より高い位置となる海中まで延ばす必

要がある。このとき洪水時の河川水位と潮位との差が大きくなると、暗渠内が堆砂した場合フラッシュされない恐れがあるので注意を要する。また、暗渠先端部は、波により著しく洗掘されるので十分な対策が必要である。とくに急勾配の砂礫海岸に暗渠を伸ばすと、漂砂下手側へ侵食が及ぶことから、計画時にはこの点についても十分検討することが必要である。

4. 砂州の人工開削

砂州の人工開削には次のものがあるが、開削による維持効果を十分検討して計画する。

- (1) 河口を大規模に掘削して水深と河幅を維持する。
- (2) 河口砂州の一部を人工開削し、洪水時の砂州のフラッシュを容易に進行させ、河口水位の上昇を防止する。

河口を大規模に掘削して河積を維持する方法は、内湾などで波の作用が比較的小さく、河口堆積が少ない場合に適している。波の作用が強くと、漂砂による河床上昇が生じる河口では、導流堤との併用が必要である。この方法では、波による漂砂の持ち込みと河川からの流出土砂などがあるので、掘削河道がどの程度維持できるかどうか検討する必要がある。また、大規模な掘削は、周辺の海岸侵食の原因となるので、その場合掘削土砂を侵食海岸に供給するなどの対策が必要である。

河口砂州のフラッシュを容易にするための人工開削は、河口砂州の一部または全部の砂州頂高を自然状態より低くし、洪水初期に砂州をフラッシュさせようとするものである。ただし、太平洋岸のように台風による出水の場合、洪水前のうねりによって砂州開削部がすぐに埋め戻されてしまうため、大河川でこの方法を実施することはかなり困難である。

砂州開削を河口処理計画の中に入れる場合は、常に開削部を監視し、波浪によって大きな変化が生じた場合は、すぐに計画の砂州高あるいは断面形状に維持することが必要である。

参考文献

- 1) 河口処理論 (I) : 土木研究所資料第 1394 号, 昭和 53 年 5 月, 200 p.