

第 29 章 頭首工の施工に関する設計上の留意点

構造物の設計に当たっては、構造物が必要な機能と安全性を有することが必要で、これらを満足するための構造物の品質を十分理解し、与えられた条件のもとで具現可能な設計を心がけなくてはならない。

現在では、施工場所等の外的条件を選択する余地がなくなってきており、従来では施工困難と判断されていた場所にまでも施工しなければならない場合が多くなっている。

施工を考慮した設計を行うには、施工条件に関する調査の結果と使用する材料の性質を十分把握し、施工計画と関連させながら、施工段階で求められる安全性と品質を考慮することが必要となる。したがって、設計者は施工の各段階における留意点を念頭において設計することが重要である。

また、国営土地改良事業等の工事においては、情報化施工技術の積極的な活用を図ることとしている。情報化施工技術は、情報通信技術（ICT）を工事の測量、施工、出来形管理等に活用することにより、従来の施工技術と比べ高い生産性と施工品質の実現が期待される施工システムである。

情報化施工技術を活用することによって、省力化による作業時間や投入労働力の低減効果はもとより、機械制御による工事品質の向上、現場での錯綜回避による作業安全性の向上、可視化による合意形成の円滑化などの様々なメリットが生じることから、技術開発の動向も踏まえた上で、積極的な活用を検討されたい。

29.1 施工計画

施工計画は、工事施工の全般の基本となるものであるから、工事の内容、契約条件、現場の状況等を十分調査・把握し、工事目的物の品質の確保、工期の厳守、費用の軽減、安全の確保等の工事目標を達成させることを念頭において立案する。

29.1.1 工程計画

工程計画を立てるには、現地に適合した施工法、施工の順序等の基本方針に基づき、各単位作業の日程計画、作業手順を決め工程表を作成する。

また、工程計画を立てる場合には、上記のような全体工程表の他に、全体工程の中で特に重要な部分について部分工程表を作り重点管理をすることも、全体工程をスムーズに進捗させるために必要なことである。

29.1.2 資材計画

工程計画に基づいて、工事に必要な資材が速やかに確保できるよう資材計画を作成する。

29.1.3 機械計画

頭首工工事は、限られた狭い区域で様々な工事を、相互に関連を保ちながら処理しなければならないので、工程計画に合わせて効率的に稼働できるよう計画する。

29.1.4 施工計画策定上の留意事項

頭首工工事は河川内工事が大半であるので、次の事項に留意する。

- (1) 施工の基本工程は、一般に夏期の洪水期を避けて、秋期から翌年の洪水期までの期間とするのを原則とする。

ただし、北海道や、東北、北陸など日本海側の多量な積雪地帯は、春先の融雪出水を見込んだ工期を設定するか、あるいは融雪出水期までとするかは、仮設の規模と工期との関連を十分比較検討して定める。

- (2) 工事はできる限りその河川に生息する魚類等の移動時期を避けた時期に計画する。やむを得ず移動時期に工事を計画する場合は、仮魚道を設置する等の方法もあるが、漁業関係者等と協議を行い計画する。

また、工事実施中を通じて生物の生息・河川周辺の植物の生育条件が確保されるよう、必要に応じて濁水処理ほか水生生物の生息に必要な一定の水量を確保する等を計画する。

- (3) 工事期間中はある程度出水を予期して工事を進めなければならないので、中小河川では半川締切により、大河川では3～4期に区分した仮締切によって施工計画を立てるのが普通である。
- (4) 頭首工工事は、平面的広がりの中に多くの工種を含んでいるので、仮設備等の配置には十分な配慮が必要であり、堰柱や、その基礎工事は、工程管理上クリティカルになる場合が多いので、その点も考慮して施工計画を立てるものとする。工程計画を立てるにはネットワーク手法によることが望ましい。
- (5) 仮締切等の仮設備は、不測の洪水、湧水等に十分耐えられるものでなければならない。
- (6) 既存の頭首工と同一地点に頭首工を設置する場合は、工事期間中の取水に支障のないよう計画を立てる。
- (7) 工事による第三者に対する支障は極力防止する計画を立てるとともに、自然環境、文化財等の保護に留意する。
- (8) 施工上の安全が十分確保できるように、次の法令や規則を考慮して適切な施工計画を立てるものとする。

ア 労働安全衛生法、同施行令、同規則

イ 高気圧障害防止規則、酸素欠乏症防止規則

ウ クレーン等安全規則

エ 火薬類取締法、同施行規則

オ 道路交通法、車両制限令

カ 消防法

29.2 仮設工事

仮設工事は、本工事が安全かつ合理的に施工できるよう、十分な施設規模とするよう配慮する。

29.2.1 準備工事

準備工事は、施工計画に従って所定の工程で工事が進められるよう資機材運搬施設、電力施設、仮設用地、工事用仮設建物等について十分検討する。

- (1) 資機材運搬施設

工事用材料、門扉、建設機械等の運搬計画を立て、その運搬に可能な道路の選定、改良、補修、

新設、あるいはケーブル等を設置する。

一般には自動車運搬によるのが最も簡単で、経済的であるので運搬道路を準備し、工事中の補修も考慮する。この場合、道路幅員は、使用頻度にもよるが、当該工事の主要車が通常の数度で対向車と安全にすれちがうことができる幅員を確保することが望ましい。

(2) 電力施設

工事中機械の使用計画、照明設備等から各月の電力使用計画を作成する。それをもとにして電力会社とあらかじめ打合せをして決定する。

送電費用があまり多額の場合や一時的に電力使用量が多い場合は、自家発電あるいはその他の電力設備も考え、これらを比較検討する。なお、停電時の対策も考慮しておく。特に、工種によっては法令上予備電源を常設しなければならないものもあるので注意を要する。

(3) 仮設用地

仮設用地は仮設建物（詰所、作業所、倉庫）の敷地、工事中道路敷地、資材置場、護床ブロックの製作や製品仮置場、変電所敷地、火薬庫敷地等、工事の規模によって必要面積が異なるが、各用地の位置及び広さは工事工程に支障のないものを確保する。この場合、河川の高水敷の利用の可能性を十分検討する。

(4) 工事中仮設建物

ア セメント倉庫

現場でコンクリートを混合する場合、大きさは現場条件により種々異なるが、一般には 5～10 日間程度の使用量を貯蔵する能力が必要である。特に降雪量の多い所では、交通の途絶を考慮して貯蔵量を決める。

袋詰セメントを使用する場合は、解袋所、空袋処理所も考慮する。

イ 材料倉庫及び機械器具倉庫

使用材料の多少、使用機械器具の種類により異なるが、これらに相当する仮設倉庫を設ける。また、寒冷地の冬期工事の場合は、全部の材料、作業所を囲う必要が生じる。例えば、鉄筋、型枠置場も覆いをし、氷雪がつかないようにする。

ウ 労務宿舎

工事に際して一般労務者を近傍から求める場合でも、特殊労務者に対する宿舎が必要であり、さらに夜間出水等の非常事態に備え、工事の規模に応じ、労務者を工事現場に宿泊させるための労務宿舎を設ける。

エ 監督員詰所

工事の規模、作業形態に応じて監督員詰所及び宿舎等の設備を設けるとともに、現場詰所と事業所等の関係機関との通信連絡設備も主要な施設であるので、併せて設ける。

29.2.2 仮締切

仮締切は工事期間中、河川の流路を人為的に切替えるものである。その規模は原則として工事期間中の洪水の越水を防止し、平水時の浸透を防いで良好かつ安全な工事が行えるものとする。

(1) 仮締切工事

仮締切工事に用いる設計流量は、以下のとおり設定する。

ア 堤防開削を行う場合

(ア) 出水期においては、計画高水位（高潮区間に当たっては計画高潮位）とする。

(イ) 非出水期においては、非出水期間の既往最高水位又は、既往最大流量を仮締切設置後の河積で流下させるための水位のうちいずれか高い水位とする。ただし、当該河川の特性或近年の出水傾向、背後地の状況等を考慮して変更することができる。

なお、既往水文資料の乏しい河川においては、近隣の降雨資料等を勘案し、十分安全な水位とすることができる。

(ロ) 出水期、非出水期にかかわらず、既設堤防高が(ア)、(イ)より求められる水位より低い場合は、既設堤防高とすることができる。

イ 堤防開削を伴わない場合

出水期、非出水期を問わず、工事施工期間の過去5カ年間の時刻最大水位を目安とする。ただし、当該水位が5カ年間で異常出水と判断される場合は、過去10カ年の2位の水位を採用することができる。

なお、既往水文資料の乏しい河川においては、近隣の降雨資料等を勘案し、十分安全な水位とする。

(2) 仮締切方式

仮締切方式は、半川締切方式と3～4期に区分した締切方式とがあり、設計流量、河川の幅員、河川状況、工期などの施工計画と併せて総合的に検討する。

仮締切の位置は締切自体の安定と、締切内の作業場の確保からその締切内で築造する構造物からある程度離して設ける。構造物にあまり近づけると、掘削が進むにつれて、仮締切の基盤がゆるみ、ときには崩壊して手戻りとなることがある。しかし、あまり離すと河川の断面が縮小されて水位が上昇し、仮締切の高さが高くなる。また、流速が増して洗掘を助長するので、これらのことを十分検討して決める。標準的な断面形を図-29.2-1に示す。

第2期あるいは第3期仮締切は、一般に一部でき上がった構造物の上に仮締切の一部が設けられるようになるので、撤去のことも考えて計画する。可動部の途中に仮締切を設けることはできるだけ避けた方がよく、第2期締切以後はでき上がった堰柱を仮締切位置とする。できればこれらの仮締切の設置や撤去が行いやすいように構造物の設計も併せて考えることが望ましい。例えば、中央部の仮締切は導流壁等の隔壁を利用して、この部分に鋼矢板を打込み、これを存置して、第1期と第2期の両方の仮締切として利用する方法もある。

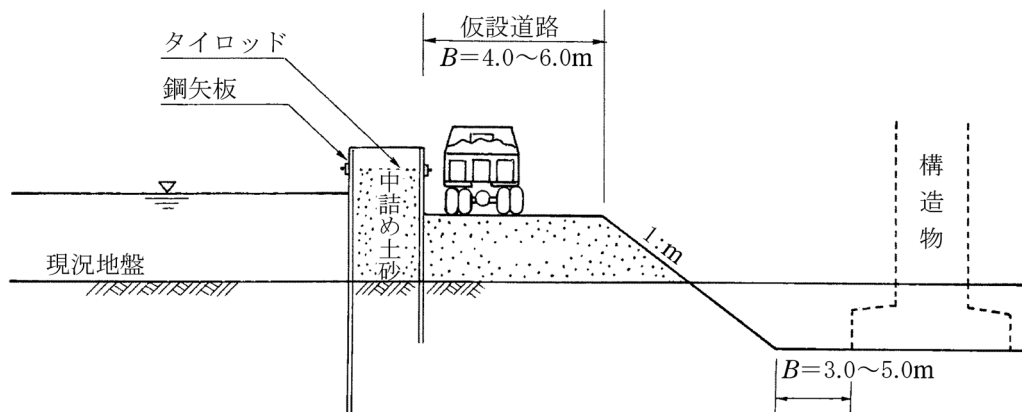


図-29.2-1 標準的な仮締切の断面図

取入口部分で堤防を掘削する場合の仮締切は、前述の仮締切とは別の考え方で計画する。すなわち、堤内地を洪水から絶対を守る必要があることから、河川堤防と同程度の規模の仮締切が必要である。

仮締切の法線は縦方向は流心に平行に設け、洪水の安全な流下を可能とする線形を選定する。仮締切の高さは以下のとおりとする。

ア 堤防開削を行う場合

- ・出水期においては既設堤防高以上とする。
- ・非出水期においては、設計対象水位相当流量に余裕高（河川管理施設構造令第 20 条に定める値）を加えた高さ以上とし、背後地の状況、出水時の応急対策等を考慮して決定するものとする。ただし、既設堤防高がこれより低くなる場合は、既設堤防高とすることができる。

※ここでのいう出水時の応急対策とは、台風接近時などに河川水位の上昇に備え、仮締切の上に土のうを設置するなどの対策をいう。

イ 堤防開削を伴わない場合

- ・出水期、非出水期を問わず 29.2.2 (1) イ で定めた設計対象水位とする。ただし、波浪等の影響等これによりがたい場合は、必要な高さとする事ができる。
- ・なお、上記により求めた高さを上回らない範囲で、高さが高水敷を超える場合は高水敷までとする。

(3) 仮締切工法

仮締切の形式、工法は現場条件により土砂、コンクリート、鋼矢板など種々の材料を用いる方式があり、これらを単一に使用したり、二種類以上を組み合わせるなどの方式がある。

ア 土砂締切

一般に河幅が広く平時の水量が小さい河川で、川表の水衝部に蛇籠や川倉等と併用して用いられることが多く、費用は低廉であるが越水には弱く、浸透水も多い。ただし、内側に鋼矢板単列の止水カーテン締切を併用すると、浸透水の減少と場所の縮小に効果がある。

また、平時に水がある状態で土砂を投入する場合には濁水の発生等が懸念されることから、特に、水中部については、大型土のう等を用いて濁水の発生を抑制することも検討する（図-29.2-2 参照）。

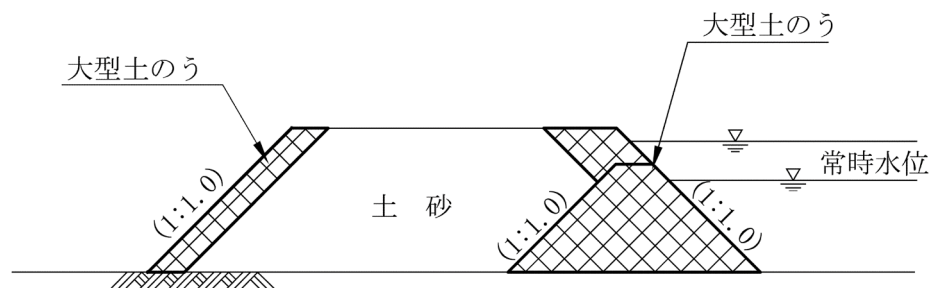


図-29.2-2 大型土のうの設置例

大型土のうを流速が速い箇所や転石等大きな外力が働く箇所等に用いる場合は、結束ベルト等で連結したり、前面に根固めブロックを設置するなど、必要に応じて安全性を確保する対策を検討する。

イ 鋼矢板締切

一般にはこの工法が多く用いられ、水密性に富み、出水に対しても比較的安全である。

この場合、単列で鋼矢板のみの場合もあるが打込み長が長くなるので、場所が許せば矢板の片側又は両側に土砂腹付けする方が有利である。

複列方式では、タイロッド又は丸鋼で両サイドを連結して土砂を中詰めすることで打込み長が少なくとも自立し、かつ出水にも強いので、外水位の高い場所や河幅の狭い場所のほか、非洪水期に工事が終了せず、洪水期にも締切を存置する場合などに適する。この場合は、締切基盤のパイピングに留意するとともに、中詰め土砂の天端をコンクリート等で覆う必要がある(図-29.2-3 参照)。

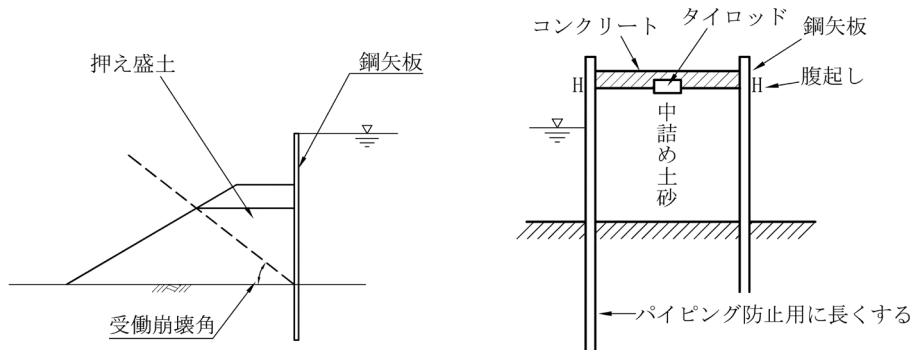
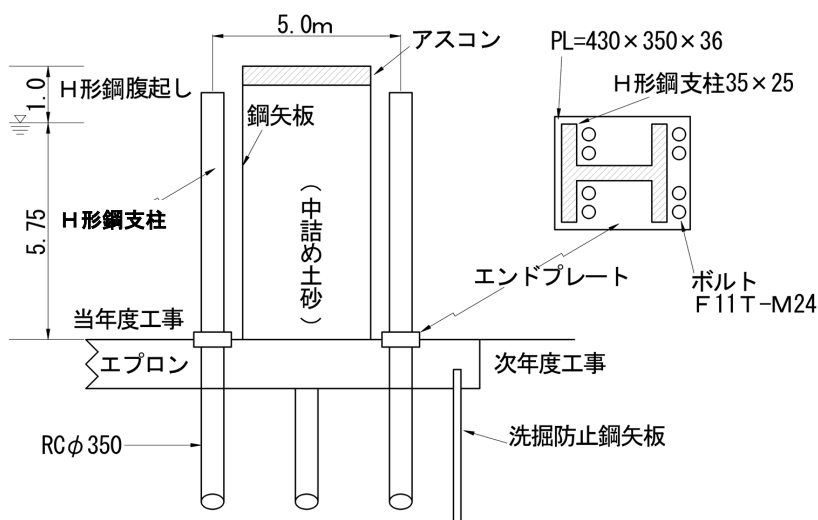


図-29.2-3 標準的な鋼矢板締切の断面

河川内に常時 0.5 m 程度以上の水位がある場合、第 2 期工事用の締切（法線部）は通常 1 期工事中にエプロンや護床工上に複列方式の鋼矢板を建込むことが多いが、この締切の撤去は一般に水中作業となる。

この場合、水中では、ガス切断等が困難であるので、ガス切断によらない撤去方法を事前に検討する必要がある。水中ガス切断によらないエンドプレートを用いた方法を、図-29.2-4 に示す。



- 基礎の杭は地盤により要否を検討
- 撤去の場合 H 形鋼支柱のエンドプレートのボルトを支柱に外力を与えてモーメントによる破断を行う。

図-29.2-4 エンドプレートを用いた締切法

ウ コンクリート締切

岩盤の比較的浅いところに適し、水密性は最も良い。まず、渇水時に仮締切地点で簡単な土砂締切をする。次に、コンクリート締切部の掘削をしてできればポンプ排水して、ドライワークでコンクリート打設をするが、水替えができにくければ水中コンクリートとする。

また、この締切方式は、第 2 期工事用の締切を 1 期工事ででき上がったエプロン部に設ける場合に多く用いられる。

この場合、工事完了後の撤去の点も考慮して、重力式自立擁壁にするかエプロン面からの片持ち梁式擁壁にするかは、撤去時の河川の条件を考えて計画する。

29.2.3 水替え工

本工事の施工に当たっては、仮締切内の水替えを行い、工事の施工に支障のないようにする。水替えの良否は工事の質及び工程に大きな影響を与えるので、綿密な計画と準備が必要である。

- (1) 水替え量がどの程度になるかは地質、仮締切の構造、内外水位差、締切内面積により異なるので一概に推定することは困難である。そのため大工事の場合は試験水替えにより透水係数を求めて算定するか、又は近傍類似の実績を参考にして推定する。
- (2) ポンプの種類は渦巻ポンプ、水中ポンプを用いるが、水替えに対しては吸水槽（釜場）の位置の選定が大切で、コンクリート打設に支障がなく、遊水の集まりやすい地点に設ける。その設置箇所数は遊水量と締切内面積によって異なるので限定はできない。

低揚程の場合は水中ポンプが有効であるが、締切内面積が広く大量の水替えを行う必要があるときは大型渦巻ポンプを固定的に常時運転し、施工部分に応じて水中ポンプを設置して二段構えの排水を計画する場合が多い。

- (3) 予備の排水ポンプは、現場のポンプが故障した場合、工事の規模や進捗状況に応じて必要な台数を準備しておく。
- (4) 工事現場に被圧地下水があるような場合は、帯水層上部の地盤を乱さないよう特に留意する。この場合の工法としては、ディープウェルやウェルポイントによる処理が適している。ディープウェルは工事完了後も被圧水圧が大きい場合には、ドレーンとしての機能を持たせることができる。
- (5) 既設頭首工の改修（耐震化含む）時の仮締切で、冬季用水を確保しつつ締切が必要な場合には、締切端部を既設施設に取り付ける必要があり、その止水方法について検討が必要である。

29.2.4 現場内工事用道路

現場内工事用道路は、必要に応じて適正な規模で本工事前に又は工事の進捗に応じて造成し維持する。

- (1) 現場付近までの一般道については、**29.2.1 準備工事**で述べたとおりであるが、最近の工事は大型機械を用いることと、生コンクリートを既存のプラントから運搬することが多いので現場までの取付け進入道路も十分な荷重と、大型車両の通行可能な道路規模が必要である。工事が単年で終了せず 2～4 年も必要な規模の工事があるので、路面についても維持管理や、騒音、砂塵を考慮して舗装することも検討する。
- (2) 現場内の道路については、資材や器具の小運搬が便利のように締切内まで道路を配置することが望ましい。

半川締切の場合で対岸に地形上道路が造れなかったり、あるいは、三分割以上の締切の場合等

には通水部を仮設橋で横断することとなるが、この仮設橋もゲート運搬時の重量等にも耐え、かつ工事期間中の出水にも耐えられる構造とする。

工事の進捗に応じて現場内道路も一部変更しながら工事を実施するのが通例である。したがって、現場内工事用道路は、工程の順序を十分検討して適切に配置しなければならないが、締切内への進入箇所の道路勾配を緩くすることと、その付近に多少の広場も設けられるように道路と締切の配置を考慮する。

29.2.5 仮栈橋

橋脚として H 形鋼などを用い、床版として覆工板を敷いて、工事用車両などの通行に供する工事用仮橋、及び作業台又は両者を兼ねたものを仮栈橋といい、仮栈橋の構造は、図-29.2-5 に示すとおりである。

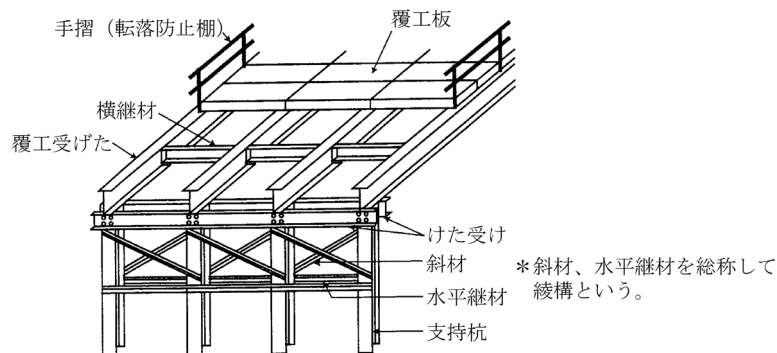


図-29.2-5 仮栈橋各部の名称

(1) 径間長・桁下高

河川特性に合った判断を行う必要があるため、径間長と桁下高の基準は設けないこととするが、資材・機械類の流出対策等の防災対策を十分検討する。一般的には資材の汎用性から径間長を 6～8 m、桁下高は過去 5 カ年の工事期間中の最高水位（流量）に余裕高（該当流量相当）を加えた高さとしている事例が多い。

(2) 幅員

幅員は、車両通行用歩道も兼ねるか、また、作業台として使用するか等の仮栈橋の設計目的により異なる。一般に、車両通行用の仮栈橋であれば 6 m 程度が多く用いられている。

(3) 路面勾配

路面覆工の路面勾配は、覆工周囲の道路の勾配に合わせるのを原則とする。仮栈橋の最大勾配は 6% を原則とする。

29.2.6 安全施設

作業の安全及び通行人等第三者の安全を確保するために必要な施設等を設ける。

(1) 照明施設

頭首工工事の現場条件から、夜間作業や不時の出水管理等が伴うので、作業場全体を照明する施設と個々の作業箇所の照明、宿舍及び事務所への通路の照明を設ける。

(2) 足場、通路

堰柱や取入口、各種上屋に鋼管足場、つり足場等を用いるが、強度はもちろん、横ゆれ対策、上からの物の落下対策等を十分考慮した構造とする。

(3) 仮設機械

ウインチやコンプレッサー等には所定の保護器具を設ける。

(4) 運 搬

土砂の運搬、コンクリート、その他資機材の運搬のための工事専用道路から一般道への出入口等にはその状況に応じて整理員を配置するとともに、必要に応じて信号器を設置する。現場内においても、自動車が錯綜する箇所及び見通しの悪い箇所にも交通整理員の配置を考える。

(5) その他

ケーソン工事に必要なホスピタルロックや、山間における工事で掘削法面が長くなる場合などの落石防止網、土留め支保や岩掘削時の粉塵対策等、各種作業の安全に必要な設備は十分設置する。

29.2.7 コンクリート施工施設

コンクリート施工施設は工程に従い必要な設備容量とし、混合、運搬、打設等相互に均衡のとれたものとする。

(1) コンクリート混合設備

ア 生コンクリートを使用する場合は、工事現場に近く、十分品質管理のできる生コンクリート工場で原則として全国生コンクリート品質管理監査会議の策定した統一監査基準に基づく監査に合格した工場等から選定する。

生コンクリートを使用するか、現場混合とするかは生コンクリート工場の位置によっても異なるが、通常アジテーターカーを使用する人が多いので、1.5 時間以内にコンクリート打設現場まで運搬できる距離が生コンクリート使用の限界であろう。

イ 現場コンクリート混合設備は次の点を考慮して設置する。混合設備容量は、工事工程を満足する打設可能日数で求めた容量に余裕をみて決定する。

打設可能日数は気象及び作業サイクルや他の作業との関連に影響されるが、平均打設日数は1 カ月 15～20 日程度である。

コンクリート打設の工程、順序は、エプロン等の面的なものと堰柱のように立体的なものとを総合的に組み合わせる。大型頭首工の場合、堰柱とエプロン部のコンクリート打設において工程的には堰柱のサイクルがクリティカルになる場合が多く、コンクリートの混合設備の能力はエプロンの一区画の打設量に支配されることが多い。

(2) コンクリート運搬設備

コンクリートの運搬設備はコンクリート打設計画に従って、コンクリートを迅速、確実に、かつ材料の分離を起こさないよう打設箇所に運搬できるものを選定する。

ア 自動車

自動車による運搬には、コンクリートバケットに入れてトラックで運ぶ場合と遠距離の場合にアジテーターカーを用いることが多く、また、固練りコンクリートで、距離が近い場合は、小型ダンプトラックにコンクリートをそのまま積んで運搬する方法等がある。ただし、アジテーターカーによる場合、骨材最大寸法は通常 40 mm 以下が望ましい。なお、トラックで運搬す

る場合は、著しい材料分離が無いことが条件となる。

イ ケーブルクレーン

ケーブルクレーンは、打設箇所の途中の障害物を越えて最短距離を行くので、立体的に作業ができる有利さがある。しかし、ケーブルクレーンの設備費は相当にかさむので、その地点の地形及びコンクリート打設以外の資材の運搬、器材の据付け等への利用も十分考慮して決定する。

山が迫っている谷間、あるいは片側だけでも山が迫っている場合は、その山を利用することによってケーブルクレーンの設置は容易にできるが、平坦部では高い塔を建てなければならないので、設置は容易でない。また、コンクリートの打設箇所は河川の上下流方向にもかなり広がっているので、例えば、固定ケーブルクレーン1基だけでは全体のコンクリートを打設することは困難である。

したがって、固定ケーブルクレーンの場合は2基あるいは3基を平行に設けるが、又は片移動式か走行型が望ましい。

29.3 本 工 事

29.3.1 土 工

土工工事の実施は次の事項に留意して行う。

(1) 岩盤基礎の場合

地質調査の結果から岩盤の種類、層向、節理等は十分明確になっていても、締切工事を行い水替えをすると細部にわたり基礎岩盤が露出するから、これをよく調べ局所的な部分でも悪質のものは徹底的に除去する。もちろん風化した岩盤も取除かなければならない。節理の多い岩盤はセメント等を注入して水の流動を止める。これらはすべて高堰堤の基礎処理と何ら異なるところはないが、取水堰として特に注意すべきことは、堰体の自重に対して水平外力が大きく、滑動に対して高堰堤より不安定であるので、地盤と堰体の摩擦力を増加させることに注意し、できるだけ地盤を粗面にする工法をとる。

なお、高堰堤と同様、両端の袖掘りには特に注意して施工し、十分良質の岩盤まで深く食入れる。岩盤掘削の方法は小規模のものは手掘りによることがあるが、一般には削岩機を用いることが多い。

基礎岩盤は少々亀裂が入った部分といえども、この亀裂から水が入り、揚圧力を増大し、破壊の原因となるから極力これを取除く（あるいは必要に応じて前述のようなセメント注入を行う）。このためには削岩機で荒掘りを行い、手掘りで丁寧に仕上げ掘りをする。風化作用を受けやすい岩盤に対しては、一部掘削完了とともにコンクリートを打込むか、これが困難な場合はセメントガンによって吹付け等を行い、表面風化を防止する。

(2) 透水性地盤の場合

基礎掘削は土質により異なるが、一般にブルドーザー、ショベル等の掘削機械で荒掘りを行い、大半掘削した後、人力で整形仕上げを行う方法がよい。盛土・埋戻しをする場合は、必要な支持力が確保できるように十分締固めを行う必要がある。しかし、十分締固めを行っても埋戻し後の状態は現状地盤よりも粗になり、透水の度合が大きくなり、また沈下を起こすおそれがあるので、このような場合はコンクリートで充填するなど良質な材料で置き換えることが望ましい。

所定の高さまで掘削しても、なお局部的に悪質な地盤に遭遇した場合は上記と同様の処置をと

ることが望ましい。

止水壁、阻壁部の掘削はできるだけ素掘りのままでコンクリートを打設することが好ましいが、素掘りのできない所では、土留め設備をして掘削する。

29.3.2 コンクリート工

所要の強度、耐久性、水密性を有するコンクリートを得るため、配合設計、施工計画及びブロック割等について十分検討する。

(1) 配合設計

コンクリートの配合設計は所要の強度、耐久性及び水密性をもち、経済的であつ作業に適するワーカビリティをもつ範囲内で単位水量の少ないものを選ぶ。セメントの種類、単位水量、単位セメント量、水セメント比、スランプ値、絶対細骨材率、連行空気量等については土木学会制定のコンクリート標準示方書に準拠して定める。

頭首工は、形状、寸法が種々の構造物で構成されるが、これらの構造物についてそれぞれ適合した数種の示方配合のコンクリートを使用することが望ましい。しかし、あまり多くの示方配合に分けると、1 ブロックのコンクリート量が少ないところもあること、粗骨材を数種に分けなければならないこと等、施工上不便であるので、許容される範囲内でできるだけまとめる方がよい。

ア 水セメント比

水セメント比はコンクリートの品質を決定するのに特に重要なものである。与えられた構造物の目的を満足するように、強度、耐久性、水密性から求めた水セメント比のうち小さい方をとる。

頭首工は、前述のように外的条件の悪いところが多いので、特に耐久性から求める水セメント比を重視して決定する。

特に土砂吐きコンクリートの耐摩耗性はコンクリートのモルタル部分の強度が大きいことが必要であり、そのためにはできるだけ水セメント比を小さくする。表-29.3-1 は、頭首工におけるコンクリートの耐久性から定まる水セメント比の最大値を示したものである。

表-29.3-1 水セメント比 (%)

	気象作用が激しい場合、 または凍結融解がしばしば 繰り返される場合	気象作用が激しくない場 合、氷点下の気温となる ことがまれな場合
鉄筋コンクリート 堰柱 擁壁	50	55
無筋コンクリート 堤体 エプロン	55	55
無筋コンクリート 護床工	60	60

イ 骨 材

粗骨材の寸法は構造物の大きさによって異なる。無筋コンクリートの堤体、エプロン等のマスコンクリートは粗骨材の最大寸法が大きいほど強度的にも経済的にも有利である。しかし、あまり大きい骨材は一定の粒度を保つことが難しく、またミキサーの容量によって完全な練り混ぜが困難となり、材料の分離を起こしやすい。一方、粗骨材はよいコンクリートを作るための管理の面からみれば数種に分けることが理想的であるが、骨材の全体量、骨材採集機、骨材貯蔵所等の規模等を考慮して決める。

骨材採集機は、その工事だけを対象にして骨材を採集する場合は、採集機のスクリーンの大きさを換えれば所要の粒径の骨材を得られる。しかし骨材を購入する場合は、他の一般工事との関係から入手困難となる場合もある。このようなことも考慮して、鉄筋コンクリートの粗骨材最大寸法を小砂利の最大寸法とし、無筋コンクリートの粗骨材最大寸法を大砂利の最大寸法とすることも一つの方法である。

例えば、粗骨材を貯蔵する場合の分け方の標準として2種類であれば、80～40、40～5 mm、あるいは3種類であれば、80～40、40～20、20～5 mm にすればよい。

ウ セメント

単位セメント量は、単位水量と水セメント比とから定めるが、鉄筋コンクリートに用いるコンクリートでは、所要の強度のコンクリートを得るために相当量のセメントを必要とするばかりでなく、鉄筋が錆びることを防ぎ、コンクリートと鉄筋の付着を十分にするために適当な水セメント比のセメントペーストで鉄筋を完全に包むこと、及びコンクリートが十分水密的であることが必要で、このためにも相当量のセメントを用いなければならない。一般に単位セメント量を 300 kg 以上とすれば、これらの目的を十分達し得る。

エ 混和材料

適当な連行空気量を持つコンクリートは、耐久性を高めワーカビリティを改善するので、原則として混和剤を用いる。AE 剤を用いるか AE 剤以外の混和剤を用いるかは、構造物の種類、現場の条件を考慮して選択する。

オ コンシステンシー

作業に適するワーカビリティに相当するコンシステンシーは構造物の大きさ及びコンクリート施工設備、方法によって異なるものである。

コンクリートのスランプには一般に次の値が採られている。

無筋コンクリート：5cm～12cm

鉄筋コンクリート：8cm～12cm (※)

(※) 現場打ち鉄筋コンクリート構造物にかかるスランプは、構造物の種類、部材の種類と大きさ、鋼材の配筋条件、コンクリートの運搬、打込み、締固め等の作業条件を適切に考慮し設定するものとするが、鉄筋コンクリート構造物の耐震設計基準が見直され鉄筋量が増加する傾向にあることから、スランプ 8cm のコンクリートでは充填不足等による品質の低下が懸念され、生産性が低下している。

このことから、流動性を高め、良好な施工性能を有するコンクリートを活用することで、コンクリート構造物の品質向上が更に期待できる。

そのため、生産性向上を図る目的として、一般的な鉄筋コンクリート構造物のスランプは、12cm を標準とするが、「コンクリート標準示方書【施工編】」や「流動性を高めた現場打ち鉄筋コンクリートの活用に関するガイドライン」等の関連図書も参考にされたい。

(※) 「一般的な鉄筋コンクリート構造物」とは、コンクリート舗装工、場所打ち杭等の水中コンクリートなどを除く、鉄筋コンクリート構造物である。

なお、断面が大きい場合等の一般でない場合のスランプは、別途、コンクリート標準示方書等に準じて決定すること。

カ 設計基準強度

設計基準強度は原則として、表-29.3-2 に示す数値以上とする。

表-29.3-2 設計基準強度

種 別	強度 (N/mm ²)	備 考
鉄筋コンクリート	21	
無筋コンクリート	18	

※エプロン部などで耐摩耗性を求める箇所は別途考慮

(2) ブロック割

コンクリートの硬化、収縮によるひび割れ発生の防止と施工上及び構造上からブロック割を行い、これによってコンクリートを打設する。

施工後、コンクリートにひび割れが生ずる原因として、①コンクリートの硬化収縮によるもの、②基礎の不同沈下によるもの、等がある。こうした原因によるひび割れは根本的にこれを取除くのは不可能であるので、あらかじめ継目をつくり、ひび割れの危険を防止し、併せて施工の便宜を図る。施工及び構造の面からは、コンクリート打設能力、打設の難易及び型枠の組立、鉄筋の組立等の理由から継目を設ける。これらを総合的に判断して、ブロック割を行い、コンクリートを打設する。各部でブロックの大きさはなるべく同程度とする。

また、半川締切や、三分割での施工計画も考慮にいれてブロック割を行い、かつその際先行する年の施工外周の継手基礎は計画より深く掘削し、コンクリートを打設し、翌年残りの部分を掘削施工する場合に施工済の基礎部地盤が緩まない対策を講じるものとする。また、地盤が軟らかい場合は施工境界近くに鋼矢板を存置して安全を図る。

ブロック割の一边の長さは 10～15 m 程度とするが、鉄筋等が入る場合でひび割れ発生の危険がなければ 25 m 程度まで大きくしてもよい。

(3) コンクリートの打設

ア 打設の方法

(ア) クレーン打設

コンクリートバケットにコンクリートを入れ、クレーンで吊上げて型枠内にコンクリートを投入打設するもので、コンクリートの分離が少なく、かつ、コンクリートを、鉛直、水平いずれの方向にも運搬しやすいので打設箇所が変わっても自走で移動できるので便利であり、バケットとクレーンの台数を増やすことにより、打設能力も高められる。ただし、あまり高い堰柱の場合はブームの関係で限界がある。

(イ) コンクリートポンプ車打設

コンクリートポンプ車による打設は適切なスランプを維持すれば材料の分離が少なく、また、高い箇所の打設や、ある一定範囲内へのコンクリート打設には大変有利である。しかし費用が多少かさむので、他の方法との経済性の比較や作業内の相互関係を十分検討して使用の適否を決める。

コンクリートポンプを用いる場合は輸送管の吐出し口を適当に移動させ、1 カ所に吐出したコンクリートを横方向に流し送ることのないように注意する。

ブーム付コンクリートポンプ車を使用する場合は、ブームの先端が到達できる範囲をできるだけ大きくとれるようポンプ車の進入路の整備を行う。

コンクリートポンプを用いる場合の粗骨材の最大限度は 40 mm で、スランブは無筋コンクリートは 5~12 cm、鉄筋コンクリートは 8~12 cm が標準的な適用の範囲とされている。

(ウ) 人力打設

人力打設はコンクリート量の少ない場合に広く利用されている。コンクリートの運搬には、手押車やトロッコ等が用いられるが、運搬時の振動によりコンクリート材料の分離が生じる可能性があるため、運搬路はなるべく平らな状態とし運搬距離は 50~100m 以下を目安とする。

打設ブロックが大きくなると、その中に足場を設けなければならないことと、わずかではあるが斜めシュートを用いなければならないので良質のコンクリートを作る面から見れば欠点がある。

また、寒中におけるコンクリート打設の場合は、運搬中のコンクリートの放熱面積が大となり、コンクリート温度が低下しやすいので注意する。

イ 基礎地盤へのコンクリート打設

(ア) 岩盤の場合

コンクリートと基礎岩盤の密着を良くするために、岩盤に圧力水を噴射して、浮石、泥土を除去洗浄し、岩盤面の凹所の水たまりはこれを雑布等で除去した後モルタルを敷均し、コンクリートを打設して締固めを行う。

止水壁を直接岩盤に打設する場合は、その厚さは施工可能な 0.6 m (最低部) 以上を必要とする。一般に止水壁の施工に際しては、水替えしながらコンクリート打設をする場合が多く、底部は岩盤に密着させるとともに基礎岩盤の水密を図る。

止水壁と堰体との継手には鉄筋をそう入する方法とコンクリート面に凹凸を作る方法がある。また、継手部には通常止水板等をそう入する。実際にはコンクリート打込みに際し、どこからともなく湧水があるから、底部に小さな三角形又は四角形の暗きょを伏せて水を集めることが多い。暗きょはできるだけ上流側に設け、中心又は下流側は避ける。

規模の小さい場合はそのまま放置しても差支えないが、一般にはこの水抜き孔は施工後セメント注入するとよい。

(イ) 浸透性地盤の場合

砂礫層の上にコンクリートを打込む場合は、岩盤上の場合と同様の配慮を行って打設する。仕上げ掘削後の表面の砂礫が浮くことがあるので地盤と打設コンクリートを十分密着させるためローラー等で十分転圧してからコンクリートを打設する。

このために堰体の掘削面はできるだけ平坦に単純な形に整形することが好ましい。透水性地盤では堰体と止水壁との取付け部は特に入念に施工する。

コンクリート止水壁は深く掘削することができ、水替えが容易な場合は問題はないが、一般に水替えによるモルタル流出が考えられるので、この部分のコンクリートは富配合のものをを用い十分注意して施工する。

湧水量が多く、当初から一部又は全部を水中コンクリートとしなければならない場合があるが、この場合は水中でのモルタルの流失や材料の分離を防ぐため、コンクリートポンプ又はトレミーを使用してコンクリートを打設し、水替えによる流水の移動をできるだけ少なく

するなど細心の注意を払って施工する。

止水壁両側の埋戻しが必要となった場合、土砂で埋戻し、十分突固めを行っても現状地盤よりも粗になり沈下を起こすおそれがあるので、貧配合のコンクリートで埋め戻すようにすることが望ましい。

ウ 継目工

(ア) 水平打継目

水平打継目は施工の面から設けるもので、構造物の大きさ、基礎の状況により定める。

土砂吐きエプロンのように仕上がり面が傾斜している場合は、最上リフトが同じ厚さで施工できるよう、その下層のリフトで傾斜を設ける。

リフトごとのコンクリートの配合設計は、表層リフトを富配合、下層リフトを貧配合とするなど構造設計に合致したコンクリートを打設する。

堰柱の1リフトの高さは型枠、打継目処理、配筋、コンクリートの施工性、温度ひび割れに関する検討結果等を考慮して決定する。

固定堰の下流側でバケットカーブ又は傾斜が大きい場合は、水平打継目を斜面に対して直角に近づけるようにする。

型枠を用いないコンクリートの打設可能な傾斜は 30° 程度であるから、斜面が 60° 以上の場合は斜面に対して直角とするのは難しいが、少なくとも 45° 以上とする。

図-29.3-1 のように基礎岩盤が傾斜している場合も前項に準じて岩盤の斜面に対して直角となるようにする。

水平継目は表面のレイトンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材粒等を取除き、コンクリート表面を粗にした後、十分に給水させた上で、コンクリートを打設する。

また、固定堰の水平継目には水平力に耐えるよう表面に凹凸を設ける。

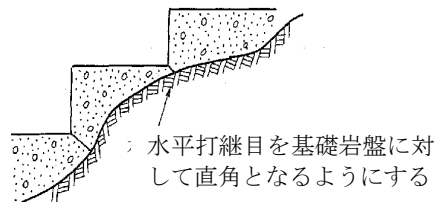


図-29.3-1 傾斜基礎岩盤に対する水平打継

(イ) 縦、横継目

a 伸縮継目

ブロック割により設けられた伸縮継目で堰軸方向のものを縦継目、堰軸に直角方向のものを横継目という。

この継目は相接する両部を絶縁するが、必要に応じて継目における止水のため図-29.3-2のように止水板（薄い鉄板、ゴム板、合成樹脂系止水板）を設ける。

透水性地盤に設けられる頭首工には、この継目にキーやスリップバー等を設けて不同沈下を防ぎ、構造物の一体化を図ることが望ましい。

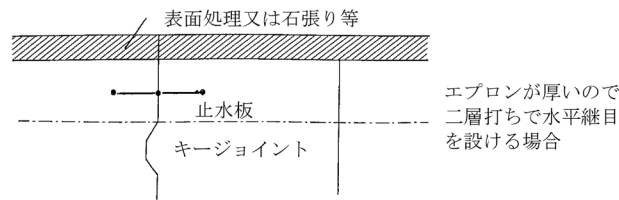


図-29.3-2 伸縮継目

エ 養生

コンクリートの養生に当たっては、適当な湿度と温度を保持するように努める。

平時はシート又はむしろ等の保護で十分であるが、昼夜の温度差の激しい場所は平時でもコンクリート表面にクラックが入ることがあるので、温度差が生じないように努める。頭首工の工事は渇水期が多く冬期にかかることが多いので、寒さによるコンクリートの凍害対策を十分考慮する。

コンクリート凝結、硬化の初期に凍結すると、その後養生を続けても強度は増さないので絶対に凍結しないよう保護する。

加熱養生はスチーム、電熱シート、電球、炭火などの熱源を用いるが、寒風を防ぎ、打設後コンクリートの表面温度を 10℃程度保持できるように努め、加熱養生後は急に露出状態にせず、その後もしばらく普通養生をして表面クラックの発生を防止する。

29.3.3 護床ブロック

護床ブロックの製作及び据付けに当たっては、他の工事との工程上の調整を十分行なって必要な型枠の組数を設定するとともに、作業現場の確保に努める。

- (1) 現場打ちコンクリートによるブロックの製作及び設置上留意すべき点は、護床ブロック設置場所の一部が通常現場内工事用道路として使用されるので、工期末になって手戻りや無理な施工を強いられないよう必要な組数の型枠を用意するとともに、綿密な打設ブロック計画を立てる。
- (2) 現場打ちコンクリートによるブロック以外の特殊ブロックの製作は、通常高水敷等工事現場近くのストックヤードで製作し、工事の進捗に応じて運搬据付けを行うことが多いが、特殊ブロックの型枠は一般にリースによる関係から数量についての事前の検討が必要である。
- (3) スtockヤードは製品の仮置きと作業に必要な面積を確保し、労務災害の原因とならないよう留意する。
- (4) ブロックとブロックの間は通常適当な透過性を持たせるが、この間に詰める砂礫等は流水により吸出されないよう入念な施工が必要である。