

第4章 頭首工の設計に必要な各種調査方法

関連条項 [基準 6、運用 6-1～6-8]

頭首工は、土地改良事業計画の用水計画の要となる場合が多い。したがって、調査に当たっては、設計、施工に必要な調査の他、自然環境や維持管理の段階まで考慮した調査をする必要があり、以下に述べる各項目について、より効率的、効果的な調査計画を立てて行うことが重要である。

4.1 河川の状況調査

4.1.1 流況調査

流況に関する調査では、流量状況、水位と流量、流砂量をそれぞれ把握する。

(1) 流量状況

流量状況調査では、河川の流量の観測記録から流況表（又は流況図）を作成し、次の流量を求める（運用 6-2 参照）。

- ① 豊水流量（1年を通じて95日はこれを下回らない流量）
- ② 平水流量（1年を通じて185日はこれを下回らない流量）
- ③ 低水流量（1年を通じて275日はこれを下回らない流量）
- ④ 渇水流量（1年を通じて355日はこれを下回らない流量）
- ⑤ 年平均流量（日平均流量の総計を当年日数で除した流量）
- ⑥ かんがい期平均流量（当該地域の水田かんがい期間中の日平均流量の総計を当該かんがい期間の日数で除した流量）

流況表（又は流況図）を作成するに当たっては、頭首工計画地点に水位、流量観測所を設け、できるだけ長期間の記録をとっておくことが望ましい。当該地点に記録がない場合は近傍の観測記録を収集し、これらの記録から推算する。

これらの実測値に基づく流量を整理した値は、今日ではほとんどの地点で、他事業などによる人工的な流況調整が行われたあとのものである場合が多い。

したがって、特に③～⑥の値については、他水利計画がどのように関与しているかを明らかにしておくことが必要である。

具体的には、頭首工設置地点を含む上下流河川におけるダム等の流況調整機能を有する施設の位置、取入口等の位置、反復水等の流入地点等、及びそれに関連する関係水量を明示した系統図を添付する。

(2) 水位と流量

河川の水位及び流量に関する観測記録から水位－流量曲線図を作成する。

水位－流量曲線図は、当該地点に観測所を設け、できるだけ数多くの観測値から作成するのが望ましいが、記録がない場合、あるいは観測記録が少ない場合は、上下流の観測値などから推算する。

流量観測は、原則として流速計測法による。流速計測による観測が困難な場合は、三点水位法によることができる。

ア 流速計測法

この方法は流速計を用い、流速と断面積から流量を計算するものである。実施に当たっては、次の点に留意する。

- (ア) 計測の精度を増すために水深、流速とも可能な限り同一横断面上を2回以上測定し、測定値に著しい差異がある場合は再度測定する。
- (イ) 流速測線は、原則として横断方向に等間隔にとる。国土交通省 河川砂防技術基準 調査編では表-4.1-1のように定めている。ただし、横断面形状や流速分布が複雑な場合は、これより狭い間隔にする。

表-4.1-1 流速測線間隔

水面幅 (B) m	水深測線間隔 (M) m	流速測線間隔 (N) m
10 以下	水面幅の 10～15 %	$N = M$
10～20	1	2
20～40	2	4
40～60	3	6
60～80	4	8
80～100	5	10
100～150	6	12
150～200	10	20
200 以上	15	30

- (ウ) 流速測点は流速測線上鉛直方向に水深の2割、8割の位置の流速を測定する二点法を採用することを標準とする。

なお、流速計のサイズによっては、水深が小さい場合に2割水深において流速計感部が水面上にはみ出す、8割水深で必要位置に設置できない等により二点法をとるのが困難な場合がある。二点法をとるために必要となる水深は以下により算定できることから、その必要水深以下の場合は水深6割における一点法を基本とする。

a ロッドにより測定を行う場合

二点法の必要水深 = (ロッドの最下端と流速計の中心の間の距離) × 5

b 流速計に錘をつけて測定する場合

二点法の必要水深 = (錘の最下端と流速計の中心の間の距離) × 5

- (エ) 死水域との境界には水深測線を設ける。

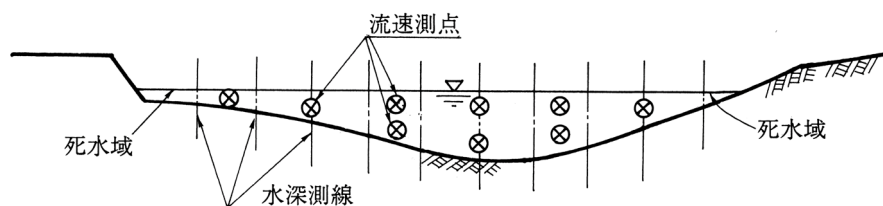


図-4.1-1 流速計測法の一例

イ 三点水位法（三点水位法の原理）

三点水位法とは、粗度係数が不明である水路の流量を求める方法である。この方法ではある水路区間の3カ所の断面形と水位を同時測定する。これによって通水断面形が明らかとなり、粗度係数を仮定することにより流量が得られる。

仮定した粗度係数は、流量の流れの条件が3カ所の断面積と水位を満足する値でなければならない。この流れの条件を満足する値を求めるために最も汎用性のある解析方法として不定流の基礎式（運動方程式と連続式）を用いる方法が適当である*¹。

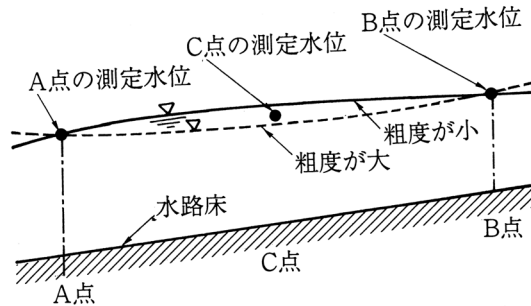


図-4.1-2 三点水位法の理論

いま、図-4.1-2 に示すように、上、下流端の境界条件として現地測定水位を計算の上下流境界水位として用い、粗度係数を適当に仮定して不定流計算を実施し、計算水面形を図示して、C点の実測値と比較する。

一般に、この仮定した粗度係数が大きければ水面形は低く、小さければ相対的に高くなる。したがって、仮定した粗度係数によって得られるC点の計算水位と実測値とが一致すれば、このときの粗度係数と流量が求めるものである。これを三点水位測定法による流量検出という。

<結果の求め方>

一般には、粗度係数を大、中、小の三つ程度を仮定してそれぞれのケースの計算結果を図-4.1-3 のようにグラフ表示すればよい。

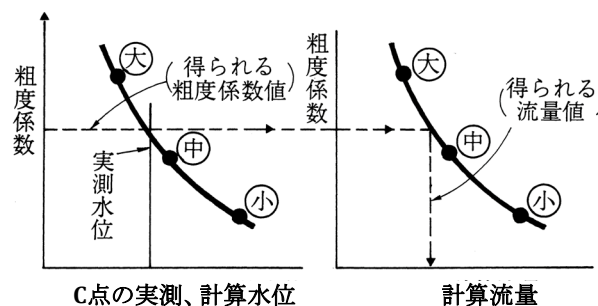


図-4.1-3 三点水位法による流出検出

*¹ 三点水位法により流量を求める場合の一解析方法に次の方法がある。

白石・岩崎・松本：数理モデルにおける現地定数の推定法と現地現象の相似性について一開水路モデルを中心として、農業土木試験場報告、No. 13（1975）

<応用的な用い方>

三点水位法の原理を用いれば、現地条件によって、次のうちいずれかが適用可能である。

- (ア) 一定水路区間、3点の水位の同時測定結果を用いる方法
- (イ) 限界流が発生する落差工（あるいは堰）を下流端としてこの天端高を求め、さらに上流側2点の水位の同時測定結果を用いる方法
- (ウ) 同一水路において上、下流離れた区間にそれぞれ2点ずつの同時水位測定結果を用いる方法

このうち(ア)の方法については前述のとおりであり、ここでは(イ)、(ウ)について解説する。

- (イ)の方法：この場合、上流端の境界条件に測定水位を用い、下流端ではゲート頂上等で限界流となる境界条件を与える。このとき粗度係数の大小によって図-4.1-4に示すような水面形の相違が得られるから、あとは図-4.1-3の手法を行えばよい。

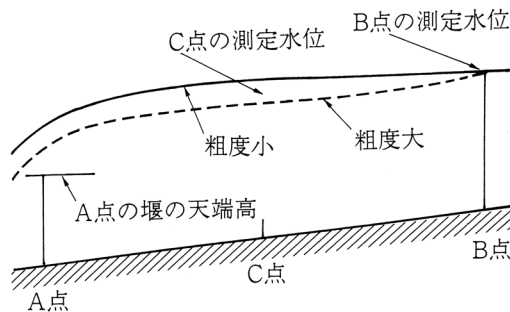


図-4.1-4 水面形の相

- (ウ)の方法：同一水路のうち離れて設定したⅠ、Ⅱ水路区間のそれぞれの上、下流端を水位境界として与え、粗度係数を適当に仮定して計算すれば粗度係数と流量の関係がわかり、図-4.1-5のようなグラフが得られる。すなわち、図中の交点が求める流量と粗度係数となる。

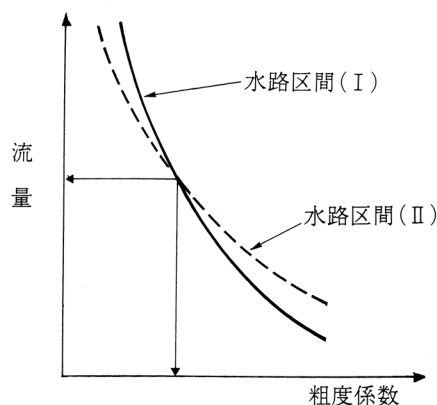


図-4.1-5 粗度係数と流量の関係

<適用上の注意>

- a 計算結果の信頼性の点では測点間の水位差はなるべく大きい方がよい。
- b 求める水路区間の流れが等流での解析は不可能である。
- c 不等流的な流れをしている水路区間での解析に適している。
- d 測定区間は、aの注意事項を守って決められるが、不定流計算を行う距離間隔は、河川

水面幅の2倍程度以上とする。

(3) 流 砂 量

取入口の敷高、沈砂池の設置の要否とその規模及び排砂回数を決定するため河川の流砂量を測定する。

流砂は浮遊砂と掃流砂に大別される。

浮遊砂とは、ある時間河床に接することなく水中に浮いて流れるものであり、掃流砂とは、河床を跳躍しながら流れるもの、あるいは河床に沿って流れるものをいう。このうち取入口から水路に流入するものは、取入口の敷高が高ければ浮遊砂だけと考えられるから、浮遊砂量を測定する。

浮遊砂量は、各断面で変化し同じ断面内でも一様な分布をしないので、普通一般には次の測定方法が用いられる。

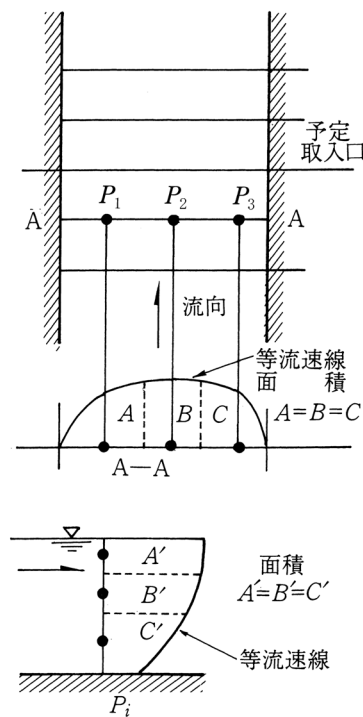


図-4.1-6 流砂量の測定点

採取に当たり予定取入口付近で、中小洪水時に河川の横断方向に数点の測点を設け流速測定を行う。

測点流速分布状況から浮遊砂の横断及び鉛直方向の採取点を決定する。例えば、図-4.1-6は横断方向3点、鉛直方向3点の9点で採取する場合を示している。横断・鉛直方向に土砂採取の倍程度の地点の流速を測定し、各鉛直断面について流速分布図を作成し、次に平面流速分布図を作成する。これらの流速分布図において、平面的に3点の採取点 P_1 、 P_2 、 P_3 を $A=B=C$ となるように分割し、それぞれのA-A線上の中点として選定する。

さらに、鉛直的には、 $A'=B'=C'$ となるように鉛直分布図を分割し、それぞれの中点に鉛直方向の採取点を決める。

この各採取点から採取した資料を分析し、量及び粒径を測定しておく。掃流土砂については50～200m間隔で、頭首工設置予定地点から上流へ1kmぐらいにわたって、数断面をとって

推定する。

4.1.2 河床等の状況

河床等の状況調査は、次の(1)～(3)について行う。

(1) ミ オ 筋

ミオ筋とは、河道内において流水の集中によって形成される流路のことである。したがって、頭首工の位置は、ミオ筋が取入れようとする岸に近く、安定しているところを選ばねばならない。ミオ筋には土砂吐きを設けることになるが、その際土砂吐きの設計資料として平水量のほか、河床材料（平均粒径）が移動を始める程度の洪水量とその度数について調査する。また、現在形成されているミオ筋の幅員、水深、勾配等を調査して流れ得る最大流量を推算する。

ミオ筋の移動しやすい河川においては、ミオ筋移動状況の調査は極めて重要なことで、特に取水堰を設けない場合、あるいは中流以下の河幅が広く、流れが乱流となる河川においては、既往における流心の変化状態を古い地図あるいは河跡図その他の資料について調査するとともに、上下流における河流の湾曲状態、河岸の岩盤、洗掘状況、さらに橋梁その他の構造物の影響等について検討し推定する。そのためには上下流にわたり河川測量測定を行うことが重要である。

(2) 河 床 勾 配

取入口の敷高の標高を決定する場合や、取水堰を設ける場合の基礎あるいは附帯施設の設計を行う場合には、河床の将来の上昇、あるいは低下等その変化を推定することが極めて重要である。そのためには、まず現在の河床が平衡状態にあるか、又は低下あるいは上昇しつつあるかについて調査する（「第5章 河床変動の検討方法」を参照）。

(3) 河 床 材 料

頭首工設置予定地点を中心に上下流 200～500m ごとに数点採取し、粒度分布と比重を求める。この採取地点は平面図に明示する（採取方法は、「第5章 河床変動の検討方法」を参照）。河床材料の調査資料は、河川の粗度係数の推定、河床変動の推定、沈砂池設置の要否の決定、水理模型実験の基礎資料などにする。

4.1.3 感潮河川における塩分の浸入

感潮河川に設置する頭首工の設計に当たっては、取入口に塩水が浸入しないようにするため、塩水遡上区間の見積りを行い、塩水遡上区間を避けて頭首工を設置する場合や、水門の操作（管理）によって対処する場合がある。前者については以下に述べる見積り方法があるが、後者については水理模型実験で検証する。しかし、前者についても水理模型実験で検証することが望ましい。

感潮河川の塩分の浸入形態は、①塩水クサビ型、②海水塩分逆流区間、③完全混合型に大別できる。

塩水クサビ型とは、一般に日本海沿岸の河川等によく見られる塩分の浸入形態であり、表層には淡水流下があり、その下層には塩分があって逆流し、その淡・塩境界層は歴然としている。

海水塩分逆流区間とは、一般に河川流量が少なく、しかも干満の潮位差の大きい場合に発生し、わが国では太平洋、瀬戸内海、九州地方に見られる現象である。河口からある区間を外海の塩水がほぼそのままの濃度で河口から河川内に浸入する形態であり、塩分は上下方向に完全に混合する結果、鉛直方向にほぼ同一の塩分濃度分布を持つ。その上流側に塩水クサビのようなものが付属するのが普通である。

また、干満の差の大きい外国の低平デルタ地帯の河川等には、完全混合型の塩分分布が見られる場合がある。

以上の塩水浸入形態を精度高く推算する方法は、現在ではないと考えられるので、近似値を求めてこれを解析する。近似解法として次の方法がある。

(1) 感潮河川の不定流解析

感潮河川の水利計算法として流れの基礎方程式を、直接差分法あるいは特性曲線法を用いて数値積分する方法がある。さらに完全混合型の塩分濃度等については、水流の基礎方程式と拡散方程式を組み合わせ、数値解析が行える*2。河口に非常に近くて水深が深く流量の少ない場合には、潮位曲線から次式で近似的な流速を求めることができる。

$$V = \frac{1}{n} \sqrt{R \left(i_0 - \frac{1}{gh} \cdot \frac{dh}{dt} \right)} \dots\dots\dots (4.1-1)$$

ここに、 V ：流速 (m/s)

n ：粗度係数

R ：径深 (m)

i_0 ：河床勾配

g ：重力加速度 (m/s²)

h ：水深 (m)

t ：時間 (s)

(2) 塩水クサビの形状

塩水クサビの河川内浸入距離は、河川流量との関係が大きい。その解析方法はスカイフ・シェンフェルド (Schijf-Schönfeld)*3 の方程式を数値積分すれば、河床勾配との関連において、塩水クサビ浸入距離、淡水深及び塩水深を求めることができる。ほかにファーマー・モーガン (Farmer-Mörgan)*3 等の公式があるが、これは河床勾配の項が入っていないし、また塩水クサビ存在のための河川水面の変化を求めることができない。

4.2 治水、利水に関する調査

河川管理者が治水上定める計画、構造物の設置状況、河川上下流への排水の流入状況及び河川の利用状況等を把握するため治水、利水に関する調査が必要になる。

4.2.1 河川整備基本方針等の治水計画

頭首工を設けようとする河川に、河川管理者が治水上定めた、次の(1)～(4)の計画がある場合は、それらの計画に定められている計画高水流量、計画高水位、計画横断形及び河川改修工事の年度計画等について調査する。

- (1) 河川法の規定により定められている河川整備基本方針。
- (2) 河川整備基本方針が定められるまでは工事実施基本計画。
- (3) 河川整備基本方針が近い将来変更される予定で、その内容がほぼ確定している場合は、その変更予定の計画。
- (4) 暫定改良工事実施計画（河川整備基本方針において定められた河川の総合的な保全と利用に関する基本方針に沿って計画的に実施すべき改良工事の暫定的な工事のうち実施計画をいう。）

*2 中村 充・白石英彦：数理モデルによる非定常現象の解析―湾・河川・湖におけるシミュレーション―、農業土木試験場報告、No.9、p. 137～158. (1971)

*3 水理公式集第5編、7.2 参照 (1971)

なお、河川整備基本方針又は工事実施基本計画が定められておらず、近い将来河川改修の予定がない場合は原則として現況に即する。

4.2.2 河川上下流への排水の流入状況

特に平水時における上下流の排水の状況を調査し、取水堰による平水時の堰上げが上下流の排水に与える影響について明らかにする。このため上下流の排水施設の目的、機能及び規模、並びに流入河川の状況について調査する。

4.2.3 堤防、橋梁、その他の構造物

堤防、橋梁、その他の構造物について、根固めの構造や径間等を調査し、それらの構造物の規模、諸元を明らかにする。

4.2.4 河川の利用状況

かんがい用水、発電用水等の取水状況、漁業の状況、その他の河川の利用状況について調査を行う。

- (1) 慣行による取水堰の堤体の構造に関する申合せ、分水放流を必要とする水量等について調査し、事情によっては慣行上の申合せと実情を対比検討する。
- (2) 発電等による水位の変動、番水の慣行及びその実情。
- (3) 舟運がある場合は、舟の大きさ、運行の量、時期等を調査し、さらに事情によってはこれに代わるべき施設の検討に必要な事項についても調査する。
- (4) 生息する魚の種類、量、遡上時期等を調査し、魚道設計に必要な資料を収集する（よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針参照）。
- (5) その他、伏流水の利用等、河川が利用されている状況について調査し、必要な資料の収集を行う。

4.3 地形調査

頭首工設置予定地域の資料収集と地形図を作成するために地形調査が必要になる。測量については、最初は既存の資料収集から開始し、粗から密へと進めて行く。

4.3.1 資料収集

国土地理院発行の地形図（縮尺：1/25,000 又は 1/50,000）、国土基本図（縮尺：1/2,500 又は 1/5,000）、土地利用図（国土庁土地分類図）、航空写真（1/10,000）及び地方自治体（市町村等）発行の図面（縮尺：1/1,000～1/10,000）等を収集し、調査計画の立案や設計に役立てる。

この他に、河川管理者が、工事実施基本計画や河川改修計画を策定するに当たって作成する測量成果図も収集するとよい。

4.3.2 航空写真

頭首工の取水口の設置地点は、ミオ筋が安定していることが必要である。航空写真は河川の蛇行状態を大局的に把握し、取入口の設置地点決定に当たっての有用な資料となる。

4.3.3 平面測量

平面図は頭首工自身の設計に必要なばかりでなく、仮締切、仮設備等の計画設計にも必要である。頭首工付近の河川の湾曲、ミオ筋の状態及び高低を測量する（表-4.3-1 参照）。

4.3.4 縦・横断測量

縦・横断図は頭首工の設計のほか、背水など水理計算の資料とする。測量に当たっては、河川計画上用いている水準点の標高と当該頭首工計画における水準点標高は、事前に調整しておく（表-4.3-1 参照）。

4.3.5 用地測量

用地測量は、構造物設置に伴う河川敷の占用、民地の買収及び借上げ等利用される（表-4.3-1 参照）。

表-4.3-1 地形調査の項目と調査計画

測量図	測量の方法	測量の範囲	縮 尺	等高線間隔	測点間隔	備 考
航空写真		上流 注) 下流 注)	1/10,000			測量作業方法、精度は「農林水産省測量作業規定」による。
平 面 図	直接測量	上流：蛇行長の1.5倍 下流：蛇行長の1.0倍	1/1,000～ 1/3,000 頭首工地点 1/200～ 1/500	河床 0.2～0.5 m その他 1.0 m		
縦 断 図	直接測量	上、下流それぞれ 2.0 km 程度	縦：1/100 横：平面図に合わせて 1/1,000～ 1/3,000		頭首工地点から上流及び下流 100 m の範囲は 20 m その他は 200 m	
横 断 図	直接測量		横：1/200 ～1/500 縦：1/100 ～1/200		縦断図に同じ	
用 地 図	直接測量	買収、補償の範囲 (分筆が必要な場合は、その筆全体の図面が必要になる)	用地図、求積図共に 1/500			
その他 仮設	直接測量		平面図 1/200～1/500	平面図に 準ずる		

注) 河川の安定性を判断する場合は、上流、下流とも 10km 程度。蛇行が安定している場合は、「平面図」に準じる。

4.4 地 質 調 査

基礎地盤や河床堆積物の状況等に応じて適切な支持力を有する基礎構造を設計するため、また、上部構造についても地盤の状況を考慮した合理的な設計を行うため、あらかじめ基礎地盤に関して十分調査を実施する。これらの調査及び試験の方法について解説する。

4.4.1 ボーリング

ボーリングは、これによって河床物質の種類を識別し、地盤の構造を明らかにするとともに土質試験のための試料を採取し、また孔内で各種の原位置試験を実施する目的にも利用される。

また、ボーリングの補完用として、電気探査法あるいは河幅の広い大規模な頭首工では、弾性波探査が有効であり併用されることがある。

ボーリングの位置は取水堰の中心線だけでなく、エプロン下流端、土砂吐き上下流延長線上等にも適当な間隔に、できれば方眼状に設けて地質図が描けるようにすることが望ましい。

その他、伏流水遮水の目的から兩岸そで部に余裕をもって調査をすることが必要である。

例えば、フローティング基礎が予想される河床であっても、努めて基礎岩盤を確認しておくことが工法の比較に役立つことがあるし、また、ケーソン基礎を施工する際に、1基ごとの予定位置にボーリングを実施することによって、手戻りのない合理的な施工ができ、工事費の節減に役立つ。

4.4.2 試掘

試掘は、地層と地質を直接肉眼で鑑定することが可能であるとともに、試掘坑内で試験試料の採取、支持力試験等を実施することができる最も確実な方法といえる。

4.4.3 支持力試験

支持力試験として、一般に次の方法が行われる。

(1) 標準貫入試験

この試験は最も手軽に地盤の性質が求められるので、現在ではロータリーボーリング調査と併用して実施されるのが一般的である。テルツァギー・ペック (Terzaghi-Peck) は、砂、粘土の N 値について次の区分を与えている。

表-4.4-1 N 値の判定

砂		粘 土	
N 値	比 密 度	N 値	コンシステンシー
0~4	非 常 に 緩 い	0~2	非 常 に 軟 ら か い
4~10	緩 い	2~4	軟 ら か い
10~30	普 通	4~8	普 通
30~50	密 で あ る	8~15	堅 い
50 以上	非常に密である	15~30	非 常 に 堅 い
		30 以上	盤 状

標準貫入試験は砂質地盤で精度が高く、粘土の場合は試料から求めた一軸圧縮強度による計算のほうがよいといわれる。

経験的に粘土の一軸圧縮強度 q_u と N 値との関係は

$$q_u = 12.5 N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (4.4-1)$$

その他 N 値は、砂地盤のせん断抵抗角など基礎の設計に関連ある事項に対していろいろと利用することができるので、ボーリング実施の際には必ず併用して測定しておくといよい。

(2) 載荷試験

載荷試験には平板載荷試験と杭頭の載荷試験がある。いずれも極限支持力まで載荷して破壊を生じさせて確認するもので、載荷の方法として、①直接重量物を載せる方法、②フレームをアンカーとし、これに反力をとらせてジャッキで荷重を加える方法、③レバーを使って載荷する方法等がある。

載荷は徐々に増大し、その間の荷重度、時間、沈下量について観測し、記録図を作成し解析する。

頭首工では、平板載荷試験を行うことは少ないが、杭基礎、特に鋼管杭を使用する場合には杭打ち試験の後で杭頭の載荷試験を実施した方がよい。

これについては、「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」（地盤工学会）が参考になる。

4.4.4 現場透水試験

基礎の工法は、水替えが可能かどうかによって決定されることが多い。直接コンクリートとするかプレパックド工法、ケーソン工法を採用するかといった問題は、工事費に影響する。ウェルポイント工法は、湧水量からポンプ容量及びパイプの間隔や径が決定されることになるが、そのためには事前に現場透水試験を行うことが必要になる。

現場透水試験としてボーリング孔又は試掘坑を利用して、透水試験を行うか、あるいはポンプ井を設けて揚水を行い、その周囲に設けた観測井の地下水位から地盤の透水係数を求めることが最も確実である。

やむを得ない場合は、粒度試験を行って有効径から公式を使って透水係数(k)を求めることも行われる。

4.4.5 杭打ち試験

杭基礎を利用する場合には、試験打ちを行って支持力を推定する。杭及び杭打ち機の諸元が既知で、試験によって杭打ち機の作動諸元、杭の貫入量、リバウンド量などを観測し、数多い杭打ち公式の中から適切なものを選んで数値を代入すれば、杭の許容支持力を求めることができる（「第18章 頭首工の基礎の種類と設計」を参照）。

しかし、杭打ち試験は、本質的には動的な試験であって、これから静的支持力を求めることは根本的に無理があり、便法に過ぎないことを知らなければならない。そのためにも杭頭の載荷試験を併用することが望ましい。

4.4.6 矢板打込み調査

玉石混じりの砂礫層の地盤では、矢板の打込みが可能かどうかをあらかじめ試験して、止水壁、仮締切り等の施工に支障を来たさないようにする。

4.4.7 河床砂礫堆積状況調査

河川は、長年月の間に数多くの洪水によってそのミオ筋を移動していることが多い。基礎掘削の途中旧ミオ筋の玉石、礫層に遭遇して、水みちがついているため水替え不能に陥ったり、仮締切りの下層がパイピングを起こして破壊されるなどの失敗を招くことがあるから、ボーリングの試料を詳細に検討しておく。

4.4.8 地下水調査

取水堰の設置により、周辺の水田の排水や、井戸水に影響を与える場合があるので、前述の現場透水試験等により十分調査しておく。

4.4.9 基礎地盤に対する試験

構造物の基礎地盤に対する JIS 試験、及びその他一般に行われる試験を表-4.4-2、表-4.4-3 に示す。

表-4.4-2 構造物基礎地盤に対する JIS 試験

試験項目	JIS 規格番号	直接基礎	杭 基 礎		ウェル・ケーソン 基礎
			打込み杭	場所打ち杭	
土粒子の密度試験	A 1202				
含水比試験	A 1203	○		○	○
粒度試験	A 1204	○	○	○	○
液性限界試験	A 1205				
塑性限界試験	A 1205				
突固め試験	A 1210				
土の密度試験	A 1214	○	○	○	○
一軸圧縮試験	A 1216	○	○	○	○
圧密試験	A 1217	○	○	○	
透水試験	A 1218	○	○	○	○
標準貫入試験	A 1219	◎	◎	◎	◎

記号◎：必要度の高い試験、調査 ○：場合により必要となる試験、調査

表-4.4-3 構造物基礎地盤に対して一般的に行われる試験

試験項目	試験方法 の 基 準	直接基礎	杭 基 礎		ウェル・ケーソン 基礎
			打込み杭	場所打ち杭	
直接せん断試験	地盤材料試験 の方法と解説				
三軸圧縮試験	〃		○		○
現場透水試験	地盤調査の 方法と解説			○	○
揚水試験	〃			○	○
地盤平板載荷試験		○			
杭打ち試験	〃		○		
垂直・水平載荷試験	〃		○	◎	○
静的円すい貫入試験	〃				
動的円すい貫入試験	〃		○		
間げき水圧試験	〃			○	○

記号◎：必要度の高い試験、調査 ○：場合により必要となる試験、調査

4.5 環境調査

河川は自然環境の一部を構成する重要な要素であることから、頭首工の建設に当たっては、自然生態系や景観に関する条件を把握し、これらに配慮した設計を行う。

4.5.1 生物環境調査

自然生態系に配慮した設計を行うため、植物、魚介類、昆虫、水鳥などの周辺に棲息する生物にとって、頭首工の設置による水量、水質、瀬や淵、ミオ筋、河床構造等の変化がどのように関わってくるのかを十分検討する。

例えば、頭首工には原則として魚道を設置するため、一般的には以下の調査が必要である。

(1) 調査項目

- ア 魚介類の種類
- イ 遡上時期、遡上目的、遡上量、現存量
- ウ 体長、体高
- エ 遊泳特性

(2) 調査方法

- ア 文献調査
- イ 聞き取り調査
- ウ 統計資料調査
- エ 観察による方法（陸上からの観察、水中での観察）
- オ 捕獲による方法（刺し網、投網、捕獲籠）
- カ その他（魚群探知機等）

4.5.2 景観に関する調査

頭首工建設予定地点が、自然公園法、自然環境保全法、景観法等の法令により指定された地域及び田園環境整備マスタープランの環境配慮地域で良好な自然景観を有している地域等となっている場合は、建設される施設が周囲の景観と調和するよう検討する。

なお、景観と調和するためには、頭首工周辺の景観を構成する要素（河川の形状、水の流れ、自然生態、遠景、建築物、歴史的・文化的資源等）を把握する必要があるが、その詳細については「農業農村整備事業における景観配慮の手引き」（平成18年5月）等を参考にされたい。

4.6 工事施工条件調査

工事による環境への影響、工事を規制する法規並びに用地及び権利関係等を把握するために行う各種の立地条件調査について解説する。

4.6.1 工事施工に関する気象、流況、地下水、河床の状況

気象及び流況は、工事期間、工事期間中の施工可能日数等工程の決定や仮締切りの高さの決定等に寄与する要素である。また、洪水波形は、降雨、出水に対する工事中断の時期の判断資料として重要なものである。

仮締切り等の仮設計画を立てる場合、河川流量、河川水位を必要とするが、これらの実測値が得られない場合が多い。この場合、近傍の河川の流量資料か、雨量から推算することとなる。雨量から推算する場合は、年最大日雨量、年最大時間雨量、年最大10分間雨量等必要な資料をでき得るかぎり長い期間にわたって収集する。

積雪寒冷地にあつては、コンクリートの凍害防止対策や、除雪計画を立てるため気温や積雪についても調査する。

頭首工による堰上げにより堰外地の地下水に影響を及ぼすおそれがある場合には、その範囲と度合いを調査し、対策を立てるための資料を収集しておく必要がある。また、河川の堤防や高水敷が完備している場合であっても、付近の地形の状況からみて河川改修以前は溪流等が流入していたことが予想される場合がある。このような場合、頭首工による堰上げが堤防や高水敷に影響を及ぼすおそれがあるので、あらかじめ十分な対策を講じるために、入念な調査を行う。

河床の状況については、仮締切矢板の打込み工法の決定や、転流した場合の河床の洗掘の予測等のために調査する。

4.6.2 工事用資機材

工事用材料には、生コンクリート、鋼材、木材等いろいろあるが、工場製品については一時的に大量に使用する場合もあるのでそれらの供給が可能であるかどうか、設計変更で急に増加した場合の供給がどうかについても調べておく。

また、建設機械等の機材は、出来高に大きく影響するので、現場条件に適した機能、規格のものが工事期間中確保できるかどうか、さらに交換部品の確保、予備機械の必要の有無等についても調査検討する。

4.6.3 資機材の搬出入

工事用材料、ゲート等の工場製品、建設機械等大量の資材あるいは重量物、長尺物を運搬する必要がある生じるので、途中の道路、橋梁等の状態を十分調査しておく必要がある。場合によっては、これらを補修するか、一部新設するか、あるいは重量物、長尺物を分解する必要も生じてくる。

4.6.4 工事用動力源

頭首工工事では、短期間に相当な容量の動力源が必要となる。一般には電力を用いている。そのためには供給可能な電力容量、送配電線の位置及び分岐点の位置等を調査しておく必要がある。電力が簡単に得られない場合は自家発電によるか、内燃機関による。

最も動力を必要とするのは排水ポンプであるので、その点を十分比較検討できるよう調査しておく。

4.6.5 騒音振動等対策

頭首工の設置に伴う堰・ゲートからの落下水・放流水による振動・騒音及び工事に伴う振動騒音、交通阻害等については、十分な調査を実施し、適切な設計、施工方法を検討する。特に、市街地近傍における事業実施においては、工法の選定、工事の安全対策等に細心の注意を払う。

4.6.6 用地補償に関する調査

用地補償に関する調査事項には、一般に次のようなものがある。

- (1) 建設に伴う施設用地
- (2) 工事に必要な借地、補償
- (3) その他（漁業調査等）

頭首工は施設の大半が河川区域内に築造される場合が多い。したがって、施設に係る用地については河川区域内にあっては占用、管理棟等河川区域外に設置される施設については私有地を買収す

ることとなる。

工事期間中に必要な土地については、河川の高水敷等が河川の流水の流下に支障を来たさないと判断され許可される場合には占有を、その他については私有地の借上げによることとなる。このため、次の (7) 土地調査、(4) 物件調査を行う。

(7) 土地の取得及び使用区域が決定すると、その区域内の土地の権利内容を、一筆ごとに調査する。調査の目的は、土地の不動産番号、所在、地番、地目、地積、地図の写し、権利関係、収益性、立地条件等を把握することにある。調査結果について、当該土地の所有権登記名義人、その他の権利者を確認の上、土地調書を作成する。

(4) 土地の取得及び使用区域内に建物その他の工作物があるときは、それらの物件について、建物の不動産番号、所在、家屋番号、種類、構造、床面積、用途、規模、品質、経過年数、権利関係等を調査する。立竹木がある場合は、樹種、樹齢、用途、品質、権利関係等の調査を行う。調査の結果について、土地調査と同様に当該建物の所有権登記名義人、及び当該物件の所有者その他の権利者を確認の上、物件調書を作成する。

漁業補償のための漁獲量調査は、相当長期間の資料を必要とするので、関係漁業組合又は、関係官公署等の協力を得て調査することが多い。

回遊性魚類の遡上に影響を及ぼさないよう魚道を設ける場合には、その設計に必要なデータを調査しておく。また、回遊性魚類の遡上時期には工事等による河川水の汚濁が許されない場合があるので、その影響範囲を調査しておく。

なお、河川の汚濁基準については、環境省や都道府県で定めているものを参考に工事中の水質、濁水処理施設の設置場所、放流位置等について関係機関と協議・調整を行う。

鉱業権、祖鉱権、採石権等の有無について経済産業局及び県等において調査を行う。

4.7 管理に関する調査

4.7.1 管理組織及び体制の把握

設備の高性能化、集中管理化をどの程度取り入れるのか、また、それをどのように運営するのかなどの受益者の意志を十分把握する。

4.7.2 気象・水象の観測項目の把握

頭首工の管理を適正に行うため、頭首工地点及び近傍の気象・水象・河川状況等のデータを収集する。これらのデータを整理・分析する中から観測すべき項目を明らかにする。

一般的に観測が必要とされる項目には次のようなものがある。

(1) 天 候

毎日の晴・曇・雨・雷・雪等の状況を記録しておくことは、流出解析・環境評価や他の観測地の点検の上で重要である。

(2) 気 温

気温の観測は、流出解析に際しての雨・雪の判定、積雪量・融雪量の計算、あるいは蒸発量・蒸発散位の計算等のための基礎資料として重要である。

(3) 降水量

利水及び高水管理のため、特に洪水時等においてはゲート操作のための基本的な情報源として降水量観測は重要である。これには自記雨量計を用いることを原則とする。

積雪地帯では、降雪量の観測も重要である。降雪量の観測は、ヒーター付きの雨量計等を用いて降水量として観測し、降雪量に換算する。積雪尺を流域内の適当な場所に複数設置しておく、春先の融雪流出量の予想に役立つことが多い。

(4) 頭首工地点の水位・流入量・放流量

頭首工の水位（頭首工地点の河川の水位）の観測は、利水管理上、洪水時等の頭首工の安全管理上及びゲート操作上、必要な流入量予測のため重要である。

流入量は、頭首工直上流の河川水位から水位流量曲線を用いて算定されるほか、頭首工水位の変化と取水量、放流量との関係から計算によって求められる。放流量は、ゲートの開度及び頭首工水位の変化等から計算によって求められる。したがって、観測は自記水位計によることを原則とする。

(5) 河川の水位

洪水時等の流入量の予測を行う場合、又は上・下流域の安全確保を図るため、河川水位の情報を得る必要がある場合には、頭首工の上流又は下流に自記水位計等を設置する。流量は水位計のデータから算定する。なお、流量の正確な測定を期するため定期的に流量観測を行い、水位と流量の関係について検証を行うことが重要である。

(6) 取水量

頭首工本来の目的は、必要な農業用水を取水し、計画的な利水を行うことであり、そのために取水量の把握は不可欠である。取水量の算定法には、用水路に設置された水位計のデータに基づき、水位流量曲線から算定する方法や頭首工の水位及び取入口のゲート開度から算定する方法等がある。

4.7.3 利水管理

頭首工の利水管理に当たっては、受益者の営農状況等を把握の上、河川流況を勘案しつつ、適切な取水量の確保に努める。

4.7.4 高水管理

高水時において頭首工の高水管理をどのように行うのか、また、どのようなゲート操作を行うのかについて把握する。そのため、次に掲げる項目について土地改良施設管理基準を参考に把握する。

- (1) 気象・水象状況の把握方法
- (2) 流入量の予測方法
- (3) 機械器具等の点検整備方法
- (4) 放流時の関係機関への通知、一般への周知徹底方法
- (5) ゲートの操作方法
- (6) 放流の際の関係機関への通知
- (7) 放流の際の一般への周知
- (8) 記録
- (9) 資材確保及び洪水対策

4.7.5 構造物・設備の管理

取水堰、附帯施設の機能及び安全を確保するための適正な管理内容について把握する。

- (1) 維持管理の内容

- (2) 必要となる計測装置の規模・数量
- (3) 点検項目