

第 2 章 河川土工のための調査

第 2.1 節 基礎地盤調査

2.1.1 概 説

築堤工事等の計画・設計・施工に際し、対象地域の基礎地盤の土質・地質状況を的確に把握することは極めて重要であり、工事を安全かつ経済的に遂行するための必要条件である。

十分な調査が行われなかったために工事に支障をきたしたり、新しく築造した堤防の機能が短期間のうちに損なわれたような事例も少なくない。また、調査を進めていく中で事業計画が大幅に変更されるような場合を生じることもあるので、適切かつ効率的に必要な土質情報が得られるように調査を実施していかなければならない。

そのためには、工事のそれぞれの段階で必要と考えられる情報を得ることが必要で、調査は図 2.1.1 に示すように段階的に進めることが重要である。

ただし、同図は調査の一般的な流れを示したものであり、築造規模や対象地域の地盤状況によっては、調査段階や項目について追加あるいは省略する必要がある。

築堤工事、特に新堤築造においては、基礎地盤条件が工事を左右する最も重要な要因であり、調査の目的は対象地域が安全に築造できる適切な地盤であるかどうかを判定すること、計画・設計・施工上必要な基礎地盤の土質分布や土質定数などを得ることである。そして、築造上問題があると判定された地盤については、その分布や性状を把握し、対策工を検討する上で必要・十分な土質情報を得ることが土質調査の目的である。

本節では基礎地盤調査の計画と実施について基本的な考え方および手法を示すこととするが、規格化された調査や試験方法の詳細については、以下の資料に譲るものとする。

- 建設省河川砂防技術基準(案)
- 地盤調査の方法と解説(地盤工学会)
- 土質試験の方法と解説(地盤工学会)
- 日本工業規格 JIS

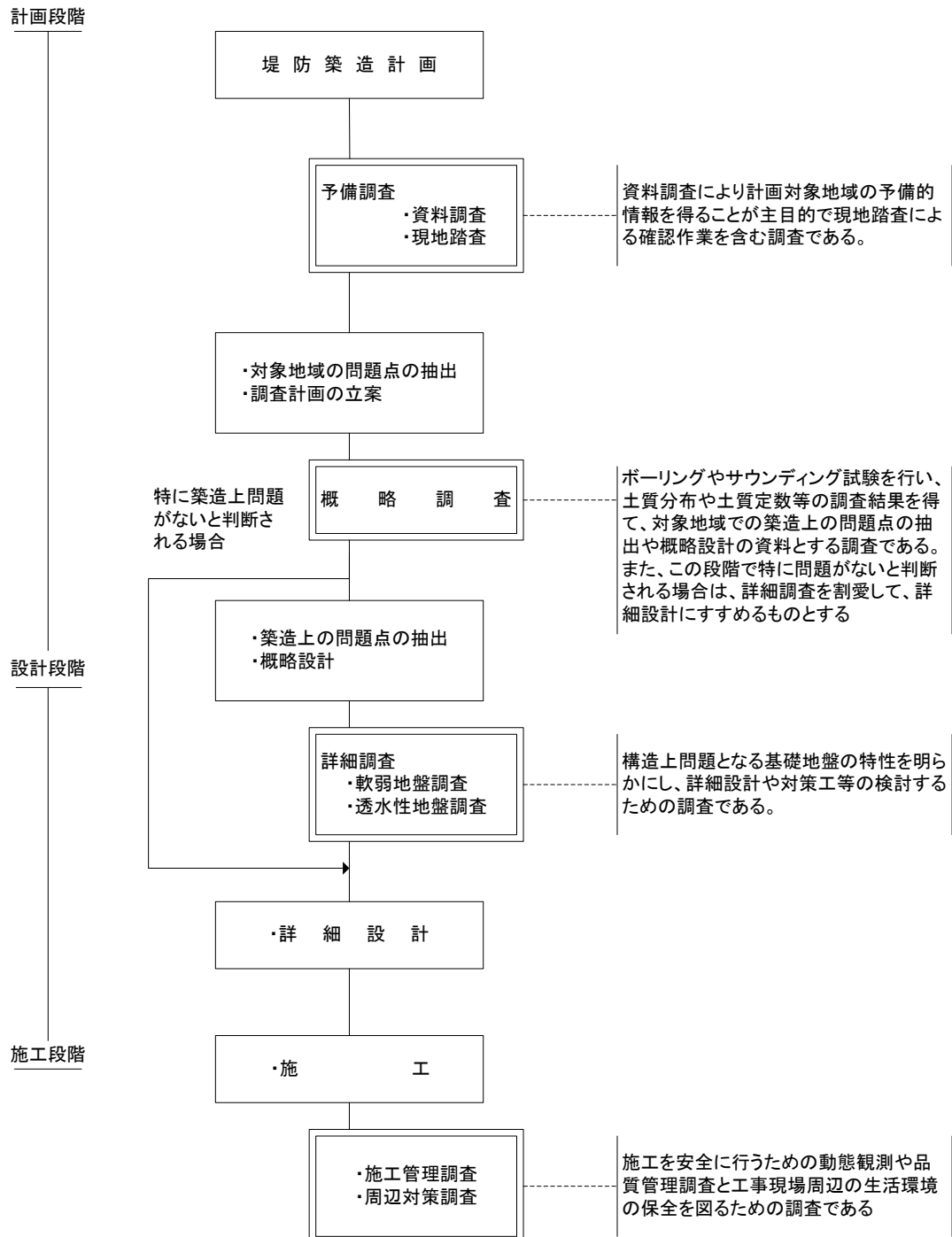


図 2.1.1 調査の一般的流れ

2.1.2 地盤の判定

堤防築造上、基礎地盤として問題がある地盤は、軟弱地盤と透水性地盤である。これらの地盤が分布している場合は詳細調査によって、土質諸性状を十分に把握する必要がある。

1) 軟弱地盤の判定

軟弱地盤上に堤防を築造する場合、表 2.1.1 に示すようにすべり破壊や過大な沈下が発生し、供用後にも有害な沈下が残留して堤防の機能を阻害する。また、地震時には液状化によって堤防に亀裂や沈下等が生じる可能性もある。さらに、堤防の機能を損傷するだけでなく、周辺の地盤や構造物に対しても大きな変状を与えることになるので、軟弱地盤か否かの判定は極めて重要である。

表 2.1.1 軟弱地盤の挙動と問題点

項目	建設段階	維持管理段階
地盤の挙動	沈下量が大 周辺地盤の変化が大 すべり破壊の発生	残留沈下(長期沈下)
堤体への影響	盛土量の増加 残留沈下量の増大 天端高不足またはのり勾配の変化 すべり破壊(段差、クラック発生)	天端高不足 表面の不陸 天端の走行性不良(兼用道路) 表面排水不良
周辺地盤への影響	浮上り、沈下、押し出し、引き込み 広範囲な浮上り、押し出し	沈下 周辺地盤の排水不良 構造物の沈下
構造物とその周辺の堤体への影響	構造物の不同沈下(変位)・破損 周辺構造物(人家、用水路その他構造物)の変位、破損	天端や法面の段差 構造物等への影響 走行性不良(兼用道路) 構造物等の拔上り、沈下、クラック、段差 護岸の損傷 漏水 構造物周辺の空洞化

軟弱地盤と判定される地盤は「建設省河川砂防技術基準(案)・調査編」によれば、以下のいずれかに該当する地盤のことである。³⁾

(1) 粘土地盤の場合

- ① 標準貫入試験による N 値が 3 以下の地盤
- ② オランダ式二重管コーン貫入値 q_c が 300kN/m^2 (3kgf/cm^2) 以下の地盤
- ③ スウェーデン式サウンディング試験において 1kN 以下の荷重で沈下する地盤
- ④ 一軸圧縮強さ q_u が 60kN/m^2 (0.6kgf/cm^2) 以下の地盤
- ⑤ 自然含水比が 40%以上の沖積粘土の地盤

(2) 砂地盤の場合

- ① 標準貫入試験による N 値が 10 以下の地盤
- ② 粒径のそろった細砂の地盤

軟弱地盤と判定された場合には軟弱地盤調査を詳細に行い、設計、施工上遺漏のないようにしておく必要がある。特に、緩い砂地盤や有機質土、高含水比の沖積粘土などはその分布に注意して調査を実施しなければならない。



写真 2.1.1 築堤のすべり破壊(九州地方整備局)

3) 盛土の安定や沈下、掘削の安定が問題となる地盤は、盛土や掘削の規模（高さや深さ）によって異なる。軟弱地盤を判定するにあたってはこの点に充分留意しなければならない、場合によっては簡便な手法を用いて概略の検討を行なった上で判定することも必要である。

2) 透水性地盤の判定

透水性地盤の上に堤防を築造した場合、洪水時にあっては基礎地盤漏水の原因となるばかりでなく、法尻付近でボーリングやパイピングが発生し、堤体の破損や決壊にまで進行することがある。特に図 2.1.2 に示すような、川裏側が不透水性の地盤からなる行止り型の複雑な透水性地盤構造の場合には、堤体内浸潤面が上昇しやすく、危険性の多い地盤と言える。

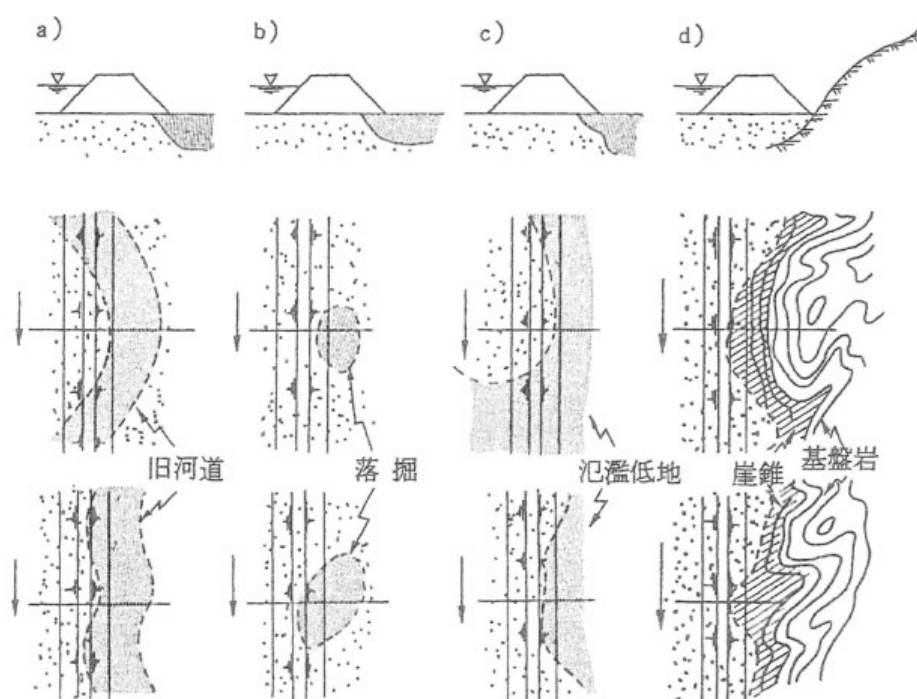


図 2.1.2 複雑な透水性地盤を示す地形上の特徴

(河川堤防の構造検討の手引き)

透水性地盤とは、「建設省河川砂防技術基準(案)・調査編」によれば、

- ① 表層が砂礫または粗砂の地盤
- ② 不透水性の薄い表層の下位に連続した砂礫層または粗砂層が存在する地盤のいずれかに該当するものをいう。

土質と透水係数の関係の一例は表 2.1.2 に示したとおりであるが、一般的にいえば透水係数が $5 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ より大きな地盤を透水性地盤と

みてさしつかえない。

表 2.1.2 クレーガーによる D_{20} と透水係数 (k) との関係

(地下水ハンドブック)

$D_{20}(\text{mm})$	$k(\text{cm/s})$	土質分類	$D_{20}(\text{mm})$	$k(\text{cm/s})$	土質分類
0.005	3.00×10^{-6}	粗粒粘土	0.18	6.85×10^{-3}	微粒砂
0.01	1.05×10^{-5}	細粒シルト	0.20	8.90×10^{-3}	
0.02	4.00×10^{-5}	粗粒シルト	0.25	1.40×10^{-2}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.3	2.20×10^{-2}	中粒砂
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}		0.4	4.50×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}	極微粒砂	0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.5	7.50×10^{-2}	粗粒砂
0.08	9.00×10^{-4}		0.6	1.10×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.7	1.60×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}		0.8	2.15×10^{-1}	
0.12	2.6×10^{-3}	微粒砂	0.9	2.80×10^{-1}	
0.14	3.8×10^{-3}		1.9	3.60×10^{-1}	
0.16	5.1×10^{-3}		2.0	1.80	細礫

※ D_{20} は粒度試験から得られる 20% 粒径である。

ただし、砂礫層といっても細粒土を間隙に多く含んでいるような場合には透水性は比較的低い状態にあり、逆に、細粒土が部分的に少なく、水みちなどが生じている場合には、極めて高い透水性を有するので、透水性を判定するときは十分注意する必要がある。

2.1.3 土質調査計画

調査計画の策定にあたっては、各事業段階での目的と調査対象を明確にし、すでに述べたように、段階的な手順を踏む必要がある。特に堤防を新たに築造する場合には、既往の資料や情報が不足していることが多く、予備調査段階での方向付けが工事全体の重要なカギとなる。

なお、河川工事の規模、環境、土質状況はきわめて変化に富むのが通例であるから、必要に応じて手順の変更や調査の追加を行い、調査全体としての成果が河川土工に生かされるよう調査計画を立案することが重要である。以下に各段階の留意点を示す。

1) 予備調査

予備調査は最も有効な調査を検討するためのもので、資料調査が主

体である。ただし、資料の補足や資料のチェック等を行うために現地踏査を必ず実施し、工事予定地点だけではなく、周辺部の情報をも把握し、全体の調査計画や施工計画等の立案に役立たせるものとしなければならない。

なお、現地踏査や資料調査等で得られた情報を総合的に判断する場合、十分な経験と知識を有した技術者がこの任にあたらなければならない。⁴⁾

2) 概略調査

概略調査は工事計画箇所を対象にボーリング、サウンディング試験等により概略的な土質調査を行なうもので、予備調査で得られなかった現地からの基礎地盤の土質情報を得ることによって、次のような資料として利用する。

- ① 基礎地盤が堤防などの構造物の支持地盤として十分適切かどうかを判定する資料とする。
- ② 問題となる軟弱地盤や透水性地盤があるかどうかを判定する資料とする。
- ③ 概略設計あるいは詳細設計の資料とする。
- ④ 詳細調査を行なうための計画資料とする。

なお、この概略調査の段階で対象箇所が堤防築造上特に問題がないと判断された場合には、詳細調査を割愛し、詳細設計・施工へと手順をすすめてよい。

3) 詳細調査

詳細調査は、予備調査、概略調査の段階で築造上問題があると判断された箇所や項目について重点的に行なう調査で、軟弱地盤にあつては分布と工学的な土質特性を、透水性地盤にあつてはその分布や透水性などを把握することを目的とし、調査の結果は基礎地盤対策を検討するために用いられる。

4) 的確な判断は知識や経験の豊富な技術者にとっても難しい場合があり、不安があれば次に続く調査に反映させ、これを解消していくことが肝要である。

2.1.4 予備調査

予備調査は築造の計画段階に行われるものであり、予備調査の結果は、堤防の位置選定や諸施設の配置を含めた設計に十分反映されるものでなければならぬ。したがって、予備調査で必要とされることは、

- ① 計画対象箇所およびその周辺を含む地域の地形・地質状況、河川の河道状況、土地利用状況等の概略をとらえること
- ② 軟弱地盤の概況を把握すること
- ③ 透水性地盤の概況を把握すること
- ④ 計画上大きな問題となり得ることを予測すること
- ⑤ 概略調査や詳細調査の計画を立案することである。

予備調査の段階では、あくまでも計画段階であることを念頭に置き、必要以上の高い精度は要求しない。精度的には若干劣るものであっても、対象域全体の状況を把握したり、明らかに計画上問題のないところを抽出したりする方が予備調査としての意義は大きい。

調査の方法としては、計画そのものが大幅に変更する可能性もあるので、調査の経済性や目的を考慮し、既存の資料調査と現地踏査を主体とする。また、現地調査を実施するにしても、計画段階での用地上の制約もあり、簡易な調査手段によらざるを得ないのが普通である。

1) 資料調査

資料調査における収集すべき資料は次のものである。

① 災害記録

災害は土質状態の弱点箇所に発生することが多く、参考になる。

② 土質調査資料

他の工事などのために実施された土質調査の報告書で、これをもとに柱状図、土層断面図、各土層の土質概略総括表(土質名、自然含水比、サウンディング結果、せん断強度など)を作成する。

③ 地質図

市販されている地質調査所発行の 1/50,000 または 1/25,000 の地質図のほかに、自治体が作成している 1/200,000 程度の図幅

がある。また、特別な目的で作成された大縮尺の地質図(道路など他の事業のために作成されていることがある)が入手できれば好都合である。

いわゆる地質図以外にも次のようなものがあり、地質状況や地盤状況を類推できるばかりではなく、水理・水文上の重要な情報が得られることも多い。

- ・ 治水地形分類図
- ・ 表層地質図
- ・ 水理地質図
- ・ 地形区分図
- ・ 土地条件図
- ・ 都市地盤図
- ・ その他（古地図等）

④ 土地利用図

立地条件や周辺地域への影響を検討する上で重要な資料である。また、土地利用図は、土壌図, 植生図, 自然図, 水利用現況図などの資料とともに、環境保全条件を把握する際の参考となるだけでなく、地盤状況を類推する資料となる。

⑤ 空中写真

地形, 地質の判読に役立つもので、既存のものの利用のほかに、大規模な計画の場合には新たに撮影する。最近では人工衛星からの写真等も利用されており、航空写真や衛星写真のマルチバンドスペクトル写真の情報から、地表の温度や含水状態, 水みち等がとらえられたり、植生分布や土地利用状況（旧川分布等）を知ることができ、ときには埋蔵文化財の発見に役立つことがある。

⑥ 地盤沈下の記録

広域地盤沈下地域において観測が実施されている場合には、観測施設の位置、深度、構造、沈下計の位置、沈下測定対象地層、構造などとともに、地下水位および沈下の経時記録を収集する。

⑦ 他工事の記録

工事記録の中に各種の土質試験結果や土工の面で参考となる事項(たとえば土工機械、土工実績など)が含まれていることがあるので目を通しておくのがよい。

2) 現地踏査

現地の地形、土質等の状況を正しく把握するためには、計画、設計、施工の担当者自身が現地を詳細に観察することが非常に有益で、予備調査資料の整った時点で現地踏査を行い、現場について総合的な理解を深めるとともに、その後続く概略調査の種類、規模、調査位置などを決定する。また、資料調査で築造上問題がないとみなされる場所を確定させることも現地踏査の重要な目的で、現地踏査によってその判断がつかない場合は、資料調査上問題ないとしたところでも概略調査に組入れるものとする。

踏査の内容は主として視察であるが、コーンペネトロメータによる表層土のサウンディングやハンドスコップ等によって乱した試料を採取し、土質分類のための試験を実施できれば、地盤の判定に大いに役立つ。

現地踏査において観察すべき事項は次のとおりで、その結果は本調査も含めた全体の報告書中の平面図に記載するとともに、別に概略の記述をする。

① 地 形

計画区域の地形を観察し、地図上にその特徴を記録する。着目すべき地形等は扇状地、砂丘、湿地、段丘、自然堤防、断層および破碎帯、地すべり崩壊、崖錐などである。

② 地質、土質

地表で見られる岩と土の種類(色、礫の形状、寸法などを含む)、切取部などの露頭箇所での地層の種類と層序、層厚、傾斜、斜面の安定性、浸食の程度、地下水の状況等に留意する。資料調査で知り得た軟弱地盤や透水性地盤については、地形状況を十分観察し、周囲の地質状況

や聞込み調査結果を総合してこの段階でその分布域をある程度想定しておく必要がある。

軟弱地盤や透水性地盤が発達しているところとして、現地踏査時に特に注意する地域は以下のようなものである。

i) 軟弱地盤の場合

- (イ) 平坦な湿地帯, 湿田地帯
- (ロ) 台地や山地に平坦な水田が入り込んでいる地域
- (ハ) 自然堤防や海岸, 砂丘の後背地域

ii) 透水性地盤の場合

- (イ) 河川の近傍で、扇状地地域, 自然堤防地域, 三角州地域などの名称で呼ばれている地域
- (ロ) 旧河道
- (ハ) 洪水時の河川水位の上昇により、堤内地に湧水または地下水位の上昇が認められる箇所

③ 構造物

既存の堤防, 護岸, 石積, 擁壁, のり覆工などの構造物は現地の状況を反映したものであるからよく記録するとともに、これら構造物に変状のみられる場合は特に詳細に観察しておく必要がある。

④ 周辺の水理・水文環境

計画対象区域や周辺域の地下水と河川水との関わりを予め把握しておくことは、調査計画を立案する上や堤防の設計・施工を行う上で最も重要であり、必要に応じては地元への聞込み調査も行つて、概略の井戸分布状況や水利用の状況をとらえるとともに、簡易な測水作業により、地下水位分布も把握しておく必要がある。また、湧水箇所や取水地点・方法なども確認しておくといふ。

なお、堤防の拡築工事に際しては既設堤防を対象とした調査が必要となるが、これについては第 2.3 節に示す。

2.1.5 概略調査

概略調査は地盤を構成している土層の種類、層厚、深さ方向の強度変化、支持層深度、土質定数等を調べるために実施するもので、ボーリングおよびサウンディング試験が主体である。

調査は概略設計、詳細設計に用いる土質構成や土質定数の情報を対象域全体に対して満たす段階であり、予備調査で得られた結果は大いに活用するものの、資料の密度や精度が不足する場合には、全てこの概略調査の段階で情報を全体的に同レベルで満たす必要がある。したがって、比較的画一的に調査を実施していく方がデータのもれが避けられるのでよい。

概略調査におけるボーリング調査およびサウンディング試験の実施要領は次のとおりである。なお、調査の位置と頻度については次の詳細調査も含めて表 2.1.3 にまとめて示す。⁵⁾

1) ボーリング調査

ボーリング調査は、堤防の計画線に沿って概ね 200m に 1 箇所の間隔で実施するものとする。ボーリングの深さは土質にもよるが計画堤防高の 3 倍程度を標準とする。ボーリングでは地層構成を確認し、標準貫入試験を実施して N 値を求めるとともに、必要に応じて現場透水試験などを行い、透水性を把握する。現場透水試験は透水層の分布にもよるがボーリング 1 孔に 1 箇所程度を目安とする。また、採取した試料について土の判別のための試験を実施するものとする。

なお、調査によって設けられたボーリング孔などは調査終了後、確実に現形復旧することが大切で、決して調査孔などが原因でパイピングや漏水等を生じさせるようなことがあってはならない。

-
- 5) 河川土工のための地盤調査の現状をみると、ほとんど実施されていないのが実態である。実施されているとすれば施工の可否が問われるような軟弱地盤や、実際に漏水を生じたような透水性地盤の場合であるが、それでも調査数量としては表 2.1.3 の概略調査程度のものである。このような現実をみると、表 2.1.3 の調査数量は過大なものと受け取られがちであるが、河川土工の設計論の確立の方向や従来の経験的な技術の土質工学的、水理学的な裏付けの必要性を考えると、同表に示す程度の調査は実施する必要がある。

2) サウンディング試験

サウンディング試験は、コーン貫入試験やスウェーデン式サウンディング試験が代表的なもので、表層部の比較的軟らかい層を対象として、堤防の計画線に沿って 50～100m に 1 箇所の間隔で実施するものとする。

3) 結果のまとめ

ボーリング調査結果およびサウンディング試験結果は併せて、計画線に沿って土質縦断図に記入するものとする。

縮尺は原則として垂直方向は 1/100～1/500 とし、水平方向は 1/100～1/2,000 とする。

表 2.1.3 調査の標準的な位置および頻度

調査の段階 土質調査 の種類	概略調査	詳細調査	
		軟弱地盤調査	透水性地盤調査
ボーリング	計画線に沿って 1箇所/200m 深度:堤防高の3倍 N 値、透水性の確認、攪乱試料採取が主体	計画線に沿って 1箇所/100m 深度:堤防の沈下 が安定に影響を及ぼすと判断される軟弱層の深さまで 不攪乱試料採取が主体	計画線に沿って 1横断/100m 横断方向で 表のり尻1箇所 裏のり尻1箇所 深度:連続した不透水層まで 又は、20m まで 試料採取、現場透水試験が主体
サウンディング試験	計画線に沿って 1箇所/50~100m	計画線に沿って 1箇所/20~50m 横断方向で 堤防の大きさや地盤の広がりに応じ 数箇所/1横断 深度:堤防の沈下や安定に影響を及ぼすと判断される軟弱層の深さまで	計画線に沿って 1横断/100m 横断方向で 1箇所/20~50m
試料採取	—————	計画線に沿って 1箇所/100m 規模の小さな軟弱地盤の場合は代表点で1箇所 深度方向 1個/2m 又は土層の変化が著しい場合は 1個/土層	計画線に沿って 1横断/100m 横断方向で 表のり尻1箇所 裏のり尻1箇所 深度方向 1個/2m 又は土層の変化が著しい場合は 1個/土層
現場透水試験	ボーリング1孔に 1箇所	—————	計画線に沿って 1横断/100m 横断方向で 表のり尻1箇所 裏のり尻1箇所 深度方向 1個/土層
土質試験	—————	深度方向 1個/2m 又は土層の変化が著しい場合 1個/土層	深度方向 1個/2m 又は土層の変化が著しい場合 1個/土層

2.1.6 軟弱地盤調査(詳細調査)⁶⁾

1) 調査の目的および留意点

(1) 調査の目的

軟弱地盤調査は 2.1.2 で設定された基準で判定される軟弱地盤の存在がある程度判明している段階で実施する詳細調査であり、調査の目的は以下のとおりである。

- ① 軟弱層の厚さ(強固な基盤層の深さ)およびその広がりをはかりを明らかにする。
- ② 軟弱層のせん断強さを知り、堤防の安定計算を行い、限界盛土高を決めるほか、必要があれば地盤改良を実施する際の必要資料を得る。
- ③ 軟弱層の圧密特性を知り、堤防の沈下量および沈下時間を推定する。

(2) 調査の留意点

軟弱地盤調査にあたって特に留意すべき点を列挙すると次のとおりである。

- ① 調査計画は調査の目的、軟弱地盤の規模、盛土構造などに応じた適切な調査方法や規模を選定し立案するが、調査の進捗につれ判明する中間的な調査結果を把握して、当初の計画で目的が達成できるかどうか常に確認する必要がある、状況に応じて調査計画の変更も考えるべきである。
- ② 軟弱地盤の土性、土層構成は複雑で調査地点ごとに異なる場合が多く、個々の結果にこだわることなく、全体的な地盤性状を見極めながら総合的に判断することが肝要である。
- ③ 軟弱地盤の沈下・安定については地盤の、地質学的な生成過程、地形、軟弱層厚および土層構成などによってある程度の推定が可能である。既往の施工事例によると、似たような地盤では大体同じような現象が生じていることから、調査にあたっては類似地盤における資料を十分参考にすることが必要である。

- ④ 中間排水層の判定は、沈下の時間的变化に大きな影響を与えるので非常に重要である。しかし、いかなる層が排水層として役目を果たすかについては判断が難しいので注意を要する。特にサンドシームがある場合、これを排水層とするか否かは、不攪乱試料の観察や貫入時の間隙圧が測定できるコーン貫入試験を利用した補足的な調査によって連続性を確認し、判断する必要がある。
- ⑤ 軟弱層の基盤が傾斜している地盤上に築堤を行う場合には軟弱層の厚い側の沈下が大きくなり、また側方への流動にともなってすべり破壊の生ずることが多いので特に慎重な検討を必要とする。
- ⑥ 泥炭地盤には、繊維質の高有機質土から成るPEAT地盤および分解の進んだ高有機質土から成る黒泥地盤がある。このような地盤のうち、PEAT地盤では慎重な施工を行えば安定上それほど問題となることは少ないが、黒泥地盤は、PEAT地盤に比較すると含水比は比較的低いものの（自然含水比 $w_n < 300\%$ ）、一旦乱した場合の強度低下が著しくかつ強度回復が遅いので、安定上問題となることが多い。そのため、泥炭地盤では調査段階においてPEATと黒泥との識別をつけておくことが必要である。
- ⑦ 泥炭層の直下に厚い粘土層（自然含水比 $w_n > \text{液性限界 } w_L$ ）が堆積している地盤の場合、安定計算を行うと泥炭層の基底を通るすべり円が最小の安全率となるが、実際にすべり破壊面の生ずるのは、その下位の粘土層であることが多い。このような地盤は過去の破壊事例の中では特に多く、また粘土層厚が厚い場合には工事後の残留沈下も大きいので、泥炭層と粘土層の境界付近の調査を入念に行う必要がある。

-
- 6) 調査の内容や項目の設定にあたっては、設計方針との整合を図ることが極めて重要である。設計にとって不要なデータは調査する必要はないし、逆に不足するものがあるのではない。また、表 2.1.3 に示す調査の位置や頻度はあくまでも標準的なものであり、これを機械的に適用するのではなく、予備調査や概略調査の成果を踏まえた上で設定することが重要である。これらの点は透水性地盤調査や堤体材料調査、既設堤防調査においても同様である。

2) サウンディング試験

サウンディング試験は地盤の状況および規模に応じて、原則として次のとおり行うものとする。

(1) 地盤の状況に応じたサウンディング試験

① 粘土地盤の場合

サウンディング試験として、静的コーン貫入試験，スウェーデン式サウンディング試験およびベーン試験のいずれかを行う。

② 乱さない試料採取の困難な泥炭地などの軟弱土の場合

サウンディング試験として静的コーン貫入試験またはベーン試験を行う。

③ 緩い砂地盤の場合

サウンディング試験として、標準貫入試験，動的コーン貫入試験またはスウェーデン式サウンディング試験を行う。

(2) 試験の方法

試験は JIS、JGS(地盤工学会基準)などの規定に従って実施する。

(3) 試験の位置

粘土地盤および泥炭地などの軟弱地盤の場合は、計画線に沿って 20～50m 間隔に 1 箇所割合で試験を実施する。

また、横断方向の補足調査では、堤防の大きさや軟弱地盤の広がり，規模に応じて数点の試験間隔を決めて実施する。ゆるい砂地盤の場合には、規模が小さいときは代表地点 1 箇所で試験を実施する。

(4) 試験深さ

概略調査の結果にもとづいて堤防の沈下ならびに安定に影響を及ぼすと判断される軟弱層の深さまでを設定する。通常 20m 程度を目安とすればよい。

各種サウンディング試験の特徴は、表 2.1.4 に示すとおりである。

表 2.1.4 各種サウンディングの特徴

名 称	測 定 する 量	適 応 深 度	特 徴
ポータブルコーン 貫入試験	人力によりコーンを圧入し、コーン支持力 q_c (kN/m^2)を求める。	深度 5m 以浅。	簡便である。
静的コーン 貫入試験	油圧もしくは手まわしによりコーンを圧入し、 q_c (kN/m^2)を求める。貫入能力 20kN～100kN。	深度 20～30m 以浅。 密な砂層の貫入は薄層の場合のみ可能。	概略調査、補完調査などに多用される。
スウェーデン式 サウンディング 試験	1kN までの重錘と人力により回転に対する貫入抵抗を求める。	深度 15m 以浅。	簡便である。 比較的浅いところに分布する砂層の検出に有効である。
ベーン試験	ボーリング孔底により羽を挿入し、回転させて抵抗モーメントを測定し、剪断強度を求める。	ボーリング併用の必要あり。土がやわらかければ、深度 30m まで可能。	原位置強度を求めるために用いられる。
動的コーン 貫入試験	ロッド先端にコーンをつけ重錘を落下させ、連続的に打撃貫入抵抗 N_d を求める。ラムサウンド他。	深度 30m 以浅。 玉石には不適。	砂地盤の概略調査として最適である。
標準貫入 試験	ロッド先端の開口サンプリャーを重錘落下により貫入させ、打撃貫入抵抗を N 値として得る。	深度 30m 以深は補正が必要。軟粘土および礫質土では結果の取扱い注意。	我国において最も多く実施されている試験である。

3) 試料採取

(1) 試料採取の方法

軟弱な粘土地盤の場合には、シンウォールサンプラーを用いて試料を採取する。

(2) 試料採取の位置

試料採取は軟弱地盤の規模が小さい場合には、サウンディング試験の結果にもとづいて、最も軟弱な地点を1箇所選定し、規模が大きい場合には、堤防計画線に沿って100m間隔で試料を採取する。

(3) 試料採取の深さ

試料採取の深さは、概略調査およびサウンディング試験の結果にもとづいて、堤防へ影響を及ぼさないと考えられる軟弱層の基底の深さまでの間に設定する。なお、軟弱粘土の場合は $N < 8$ を試料採取の範囲と考えてもよい。

シンウォールサンプラーによる試料は、深さ方向に2mごとに採取し、さらに土層が変わるたびに採取する。

4) 土質試験

ボーリング調査および試料採取で得た試料については、地盤の状況に応じて次に示す試験を実施する。

(1) 粘土の場合

- ① 粒度試験, ② 含水量試験, ③ 土粒子の密度試験, ④ 密度試験
- ⑤ コンシステンシー試験, ⑥ 一軸圧縮試験, ⑦ 圧密試験,
- ⑧ 三軸圧縮試験, ⑨ その他の試験

(2) 乱さない試料の採取が困難な泥炭などの場合

- ① 含水量試験, ② 土粒子の密度試験, ③ 圧密試験, ④ 強熱減量試験,
- ⑤ その他の試験

(3) 緩い砂の場合

- ① 粒度試験, ② 土粒子の密度試験, ③ 含水量試験, ④ その他の試験

これらの試験は、必要性和重要性に応じて深さ方向に2.0mごとに実施し、土層が変化している場合には、土層ごとに試験を実施する。

各試験と土質定数との関係は表 2.1.5 に示すとおりである。

表 2.1.5 土質定数と試験方法

性質	土質定数		試験方法
物理的性質	固有の特性	土粒子の密度(ρ_s) 液性限界(w_L) 塑性限界(w_p) 塑性指数(I_p) 活性度(A) 有機物含有量(L_i)	土粒子の密度試験 液性限界試験 塑性限界試験 液性限界・塑性限界試験 粘度・液性限界・塑性限界試験 有機物含有量試験
	状態の特性	含水比(w) 間隙比(e) 湿潤密度(ρ_t) 土かぶり荷重(p_o) 圧密降伏応力(p_c) コンシステンシー指数(I_c) 液性指数(I_L) 飽和度(S_r)	含水量試験 土粒子の密度、含水量、密度試験 密度試験 密度試験 圧密試験 液性限界、塑性限界、含水量試験 液性限界、塑性限界、含水量試験 土粒子の密度、含水量、密度試験
力学的性質	圧密特性	圧縮指数(C_c) 体積圧縮係数(m_v) 圧密係数(c_v)	圧密試験
	変形特性	変形係数(E_s) 破壊ひずみ(ε_f)	一軸圧縮・三軸圧縮試験
	強度特性	鋭敏比(S_t) 一軸圧縮強さ(q_u) 粘着力(c_u) せん断抵抗角(ϕ_u) 強度増加率(c_u/P) コーン指数(q_c) ベーンせん断強さ(S_v) N値(N)	一軸圧縮試験 三軸圧縮試験 コーン貫入試験 ベーン試験 標準貫入試験

5) データ整理

ボーリング調査結果, サウンディング試験結果および土質試験結果は「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)、「土質試験の方法と解説」(地盤工学会)にならってまとめ、整理するとともに、計画線に沿って軟弱地盤の土質、層厚、深さ方向の強度変化などがわかる土質縦断面図ならびに土質横断面図を作成するものとする。

また、土質試験の結果は深さ方向の自然含水比，土粒子の密度，湿潤密度，一軸圧縮強さ，圧密降伏応力，圧密係数，粘着力などの変化がわかるように整理し図示すること。

2.1.7 透水性地盤調査(詳細調査)

1) 調査の目的および留意点

(1) 調査の目的

透水性地盤調査は 2.1.2 で設定された基準で判定される透水性地盤の存在がある程度判明している段階で実施する詳細調査であり、調査の目的は以下のとおりである。

- ① 前述の予備調査、概略調査によって漏水のおそれのある地盤であることが判明した箇所について、その透水性地盤の平面的広がりや深さ分布を詳細に把握する。
- ② 漏水対策工を実施するために必要な情報として透水性地盤の規模は無論のこと、透水係数や粒度分布などの透水性状や地下水位の分布、および地下水と河川水との関係などを把握する。
- ③ 透水性地盤の連続性、特にサンドシームなどの挟み層に対する連続性が堤防の規模や漏水対策工との関係で有意なものかの判断を行う。

(2) 調査の留意点

透水性地盤調査にあたって特に留意すべき点を列挙すると次のとおりである。

- ① 堤防の機能は基礎地盤の透水性に大きく左右され、透水性地盤上の堤防構造は漏水対策工に重点を置いたものとなる。したがって、透水性地盤の位置と堤防の位置との関係は最も重視して調査を行うべきである。
- ② 透水性地盤の存在が堤体の浸潤線上昇に非常に影響する場合とそうでない場合とがあるので、2.1.2 で示した行止り型のような場合は最も重視しなければならない。

- ③ 透水性地盤と判定された地盤でも、透水性の大小が実際の漏水被害や堤防の危険度を左右するので、透水性の大きさ（水理定数の大きさ）を精度よく求めるよう努める必要がある。
- ④ 河川近傍の地質構造は、河道の変遷等により堆積環境が複雑化しており、透水性地盤といっても水平、垂直方向の連続性は変化に富むことが多い。したがって、地層の連続性を検討するときは、ボーリング調査やサウンディング試験の結果のみからだけでなく、周辺井戸などを含めた地下水位の分布や鉛直方向の間隙水圧分布を調べることも重要であり、古地図や災害記録なども参考となる。

2) 試料採取

(1) 試料採取の方法

ボーリングにより試料を採取する。

(2) 試料採取の位置

透水性地盤の広がり小さい場合は堤防計画線上で最も透水しやすいと思われる地点、広がり大きい場合には概略調査の結果を用いて透水性地盤を代表する地点を必要に応じて選定しそれぞれ横断方向に堤内および堤外に各 1 箇所、合計 2 箇所以上で試料を採取する。なお、調査範囲は計画堤防の法尻より 100m 以内の範囲を目安とする。

(3) 試料採取の深さ

試料採取の最大深さは、原則として連続性の良い不透水性地盤までとするが、透水層が厚い場合は地表面より 20m までとする。また、試料の採取間隔は原則として 2m ごとあるいは土層が変わるごととする。

3) 原位置試験

透水性地盤の調査では、必要に応じて次に示す原位置試験を実施する。

(1) サウンディング試験

表層の不透水層の厚さを調べる目的で、試料採取箇所において、横断方向 20～50m 間隔でサウンディング試験を実施する。

(2) 現場透水試験

試料採取地点において、透水性地盤を構成している土層ごとに注入法または回復法による現場透水試験を実施する。

また、必要に応じて透水性地盤を代表する箇所において揚水試験を実施する。

(3) 地下水変動調査

必要に応じ、調査に用いたボーリング孔、隣接地の民家の井戸、新たに設置した観測井などを利用して、地下水変動調査を実施する。調査を行う場合には地下水の等水位曲線が描ける程度の数を観測地点として選定する。

また、地下水と河川水との関わりを把握するため河川水位も同時に測定しておく必要があり、地下水変動調査範囲内では河川水位を内挿するため、河川水位測定点は少なくとも 2 点以上設けるものとする。

4) 土質試験

採取した試料について必要に応じて次のような土質試験を実施する。

①土粒子の密度試験,②粒度試験,③含水量試験,④透水試験

透水試験は、原則として現場の密度に近い状態に突き固めた供試体に対して行う。また、上記の各試験は目安として深さ方向に 2.0m ごとに実施することが望ましい。

ただし、土層の変化の著しい時は各土層毎に実施し、土層が比較的均一な場合は 2.0m 以上の間隔で実施してもよい。

5) データ整理

試料採取、原位置試験および土質試験の調査結果は、原則として表層の性状、透水層の位置、厚さ、広がり、透水性などのわかる土質縦

断図ならび土質横断図に整理するものとする。

また、地下水変動調査の結果は平面図に記入するとともに、地下水の等水位曲線を求めるものとする。

2.1.8 拡築工事にともなう調査の留意点

1) 軟弱地盤調査

既設の堤防が軟弱地盤の上に築造されていると、堤防下の軟弱層は堤防の荷重に応じて圧密されるので、圧密特性やせん断強度が堤防下の位置によって異なっている。また、堤防の範囲外の軟弱層は荷重を受けていないため、強度的に元の弱いままである。このように軟弱層の強度特性は既設堤付近で複雑な分布をしているので、拡築前の荷重分布および強度特性分布を十分調査し、拡築にともなうすべりや沈下および周辺地盤の引込み、浮上り等の変状をきたさないよう検討しておくことが重要である。このため、詳細調査では既設堤防の縦断方向の調査として、原則としてのり尻に沿って 20～50m 間隔に 1 箇所割合でサウンディング試験を実施する。試験するのり尻は裏のり尻を原則とする。堤防のり面や天端位置で実施してもよいが、試験深度が堤防の部分だけ深くなること、堤体表面に舗装や固い砂利層があったり、堤体内に礫や玉石等があったりして効率が悪いことが多い。ただし、堤防調査も同時に兼ねる場合は堤防天端やのり面、小段から行なう。

既設堤防の横断方向の調査にあつては、対象区域について少なくとも 2 測線以上の調査測線を設け、既設堤防の構造や拡築の種類および軟弱地盤の広がり、規模に応じて、以下に示す位置に試験地点を設定する。調査測線上の試験地点数は 5 点以上とする。

- ・堤防天端下
- ・堤防のり面
- ・堤防のり尻
- ・堤防荷重の影響のないと考えられる堤内地

図 2.1.3 に横断方向の試験地点の配置例を示しておいた。

試験深度は基礎地盤面から 20m 程度を目安とする。

なお、ゆるい砂地盤の場合には、規模が小さいときは代表地点 1 箇所
で試験を実施する。規模が大きいときは上記と同等の調査密度とする。

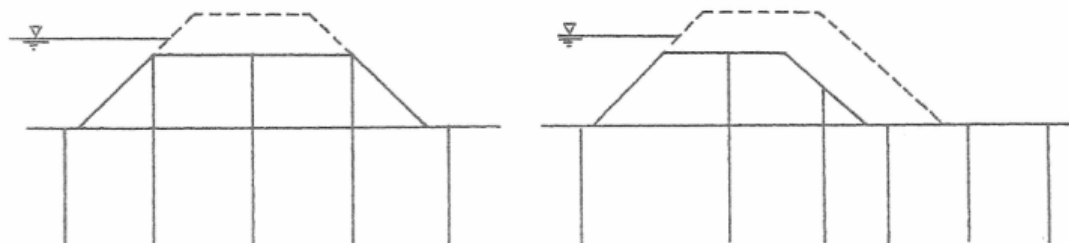


図 2.1.3 拡築の種類と横断調査測線上のサウンディング

試験箇所の配置例

2) 透水性地盤調査

詳細調査の実施にあたっては、透水性地盤の広がり小さい場合は堤防拡築計画線上で最も透水しやすいと思われる 1 地点を、広がり大きい場合や漏水実績があった場合には予備調査や概略調査の結果を用いて透水性地盤を代表する地点を必要に応じて選定し、横断方向に堤防敷幅以上の調査測線を設定する。それぞれの調査測線上では 5 地点以上のボーリング位置を定め、その地点で試料を採取するものとし、調査範囲の目安は拡築堤防ののり尻から堤防敷幅以上の範囲を確保する。

堤体の土質や堤内地の表土層などについても同時に試料を採取しておく必要がある。

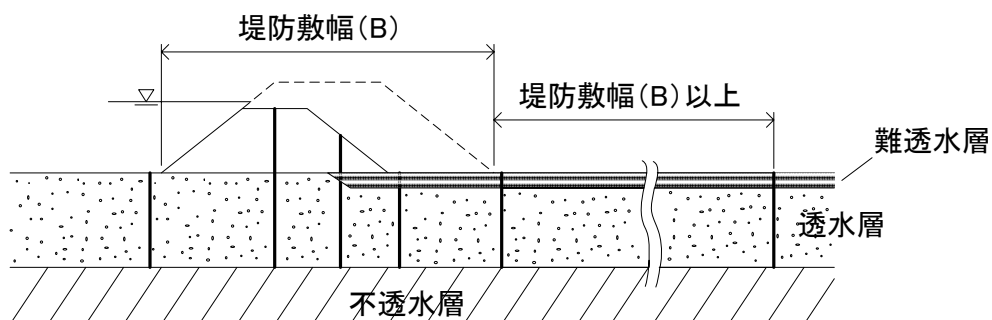


図 2.1.4 透水性地盤での試料採取のためのボーリング配置例

第 2.2 節 堤体材料調査

2.2.1 概 説

河川堤防は異常な降雨や洪水時の浸透水の影響などにより、のりすべりを起こした事例があり、堤体材料を選定する際には、必要に応じ予備調査、本調査、データ整理を行って堤体の安定性について検討を加えるものとする。

堤体材料に要求される基本的な性質は次のとおりである。

- ① 高い密度を与える粒度分布であり、かつ、せん断強度が大で安定性があること。
- ② できるだけ不透水性であること。透水性は外水位の変動に対して許容しうる範囲内にあること。
- ③ 堤体の安定に支障を及ぼすような圧縮変形や膨張性がないこと。
- ④ 施工性がよく、特に締固めが容易であること。
- ⑤ 浸水、乾燥などの環境変化に対して、のりすべりやクラックなどが生じにくく安定であること。
- ⑥ 有害な有機物および水に溶解する成分を含まないこと。

強度の小さい軟弱な粘性土、透水性の大きい砂または砂質土、軟岩などは、一般に河川堤防の堤体材料として適当ではないが、使用することを妨げるものではない。但し、これらの材料については特に注意して調査を行う必要がある。

なお、外部から建設発生土を受け入れる場合は、「第 7.5 節 建設発生土対策」を参照し、適切に対応する。

2.2.2 予備調査

堤体材料選定のための予備調査は、次に示す項目について重点的に実施する。

- ① 土取場予定地の地形、地質および土質などに関する資料の収集
- ② 土取場予定地の露頭調査および簡単な原位置試験

- ③ 運搬経路および運搬距離を把握するための現地踏査
- ④ 採取量

2.2.3 本調査⁷⁾

1) 調査の内容

本調査は、予備調査で得られた土取場予定地の利用可能な土量を詳細に把握し、その利用土の土質性状を把握するもので、次に示す調査を重点的に実施する。

(1) 試料採取

土取場予定地の試料をオーガーボーリング、機械ボーリング、手掘などにより各土層から少なくとも1個以上採取する。

(2) 原位置試験

土取場予定地が土である場合は静的コーン貫入試験を、軟岩の場合は弾性波探査を実施する。

掘削土量が特に多い場合は締固め試験を実施する。また、必要に応じてツボ掘りまたは密度の測定を行って、現場密度および自然含水比を求める。

(3) 土質試験

採取した試料については、必要に応じ次の試験を実施する。

- ① 土粒子の密度試験, ② 粒度試験, ③ 含水比試験, ④ コンシステンシー試験, ⑤ 締固め試験, ⑥ 透水試験, ⑦ せん断試験,
- ⑧ 室内の静的コーン貫入試験

試験に必要な試料の量は以下の量が標準である。

土の分類のための試験;必要量約 1kg 程度

土の密度測定;必要量 0.3～1kg

土の突固め試験および室内の静的コーン貫入試験;

必要量 10～50kg

土の透水試験 ;必要量 10～20kg

土のせん断試験 ;必要量 10～20kg

2) 調査の留意点

本調査を実施する上での留意点をあげると以下のようなものである。

- ① 土取場予定地点での試料採取は少なくとも1種類の土層から1個以上の試料を採取するものとし、同一土層で均一な場合であっても掘削範囲が広い場合は500 m²に1個の割で採取する。
- ② 原位置での静的コーン貫入試験は土取場での搬入機械の走行性を検討するためのものである。
- ③ 弾性波探査は軟岩の掘削難易度を判定するために行うものであり、起振をおこす方法としては火薬を用いるのがすぐれているが、周辺への影響が懸念される場合にはカケヤ、重錘、エアガン等の方法を用いる。
- ④ 現場密度および自然含水比の測定は、現場の土層の状態を知る上で役立つと同時に、締固め試験結果と比較して掘削土の土量変化率を求める上にも役立つ。
- ⑤ 土質試験は通常 1) の(3)に示す①～⑤の試験を行い、透水性が問題となる材料は透水試験を、強度が問題となる材料はせん断試験を行う必要がある。
- ⑥ 締固め試験は、表 2.2.1～表 2.2.3 に示すように、突固め方法、試料の準備方法、使用方法の組合せにより手法が異なり、試験目的と対象試料によってそれぞれの手法をあてはめる必要がある。堤防材料の締固め試験では通常は呼び名 A-a が採用されている。

-
- 7) 堤体材料の性状は河川土工を左右する重要な要素であり、適切な調査が不可欠である。特に河道内の発生土を堤体材料とする場合には、土質が極めて複雑なことに留意し、十分な調査を実施する必要がある。

- ⑦ 締固め材料の透水係数は、図 2.2.1 に示すように、間隙率が最小となるところ(最大乾燥密度をとるところ、最適含水比を示すところ)でほぼ最小となる。厳密には透水係数の最小値は最適含水比よりやや湿潤側にあり、その差は細粒分が多く、最大乾燥密度の小さい土ほど大きい傾向にある。

表 2.2.1 突固め方法の種類

呼び名	ランマー 質 量 (kg)	モールド 内径 (cm)	突固め層数	1層当たり の突固め 回 数	許容最大 粒径 (mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	5	92	37.5

表 2.2.2 試料の準備方法と使用方法の組合せと利用目的

呼び名	方法	用途
a	乾燥法と繰返し法の組合せ	・盛土材料としての適否の判定 ・締固め施行管理のための基準値を求める。
b	乾燥法と非繰返し法の組合せ	・透水試験などの供試体作成 ・土粒子が砕けやすい土、水となじみにくい土などの突固め試験
c	湿潤法と非繰返し法の組合せ	・火山灰質粘性土のように自然含水比が高く、乾燥の影響を強く受けやすい土の突固め試験

表 2.2.3 締固め試験方法の選定

利用方法	試験方法
① 通常の締固めを想定した場合 ・粒子が砕けやすい土、水となじみにくい土 ・高含水粘性土の締固めの性状試験 ・粘性土のトラフィカビリティ判定のためのコーン指数測定 ・その他の場合	A-b A-c B-c A-a
② 重締固めを想定した場合 ・粒子が砕けやすい土、水となじみにくい土 ・高含水粘性土の締固めの性状試験 ・その他の場合	C-b C-c C-a

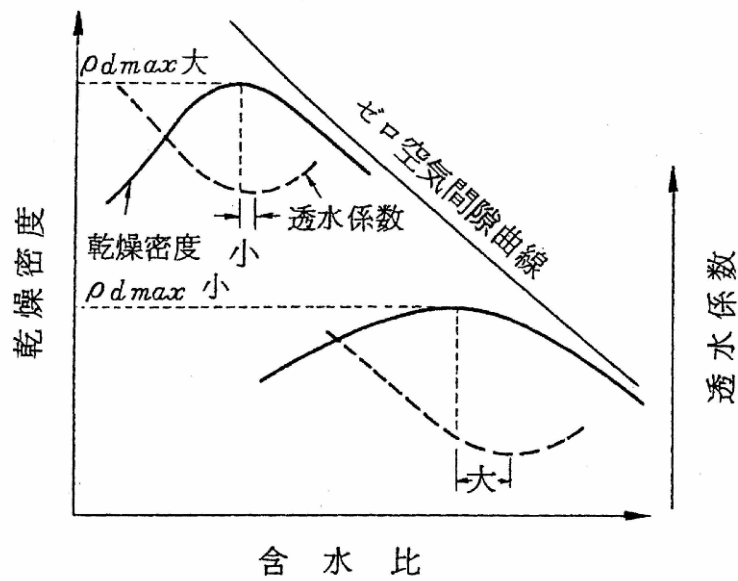


図 2.2.1 締固めによる乾燥密度と透水係数の関係

- ⑧ 強度試験は土の粘着力とせん断抵抗角を求めるために行われるが、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、直接せん断試験などがある。土の強度は圧密条件や排水条件によって異なり、次のような条件に対応した試験とそれぞれの特徴をもっている。

a) 非圧密非排水せん断試験 (UU 試験)

軟弱粘性土への急速載荷などの検討のための試験条件として用いられ、得られた強度は全応力解析に利用される。通常は基礎地盤から採取された不攪乱試料で実施される。

b) 圧密非排水せん断試験 (CU 試験, $\overline{CU}$ 試験)

軟弱粘性土への段階載荷などで粘性土の圧密応力 (p) によるせん断強さ (c_u) の増加割合 (c_u / p) を調べるために利用される。通常は基礎地盤が採取された不攪乱試料で実施される。また、堤体土のせん断強度を求める時に突固めた試料を用いて実施される。

この試験においては供試体中の間隙水压を測定することによって、破壊時の有効応力に関する強度 (c' , ϕ') を求めることができ、有効応力解析に利用される。

c) 圧密排水せん断試験 (CD 試験)

一般に砂質土の強度を求めるために行うもので、粘性土の場合は施工後長期間を経た後の安定性を検討するために用いられる。通常、堤体土のせん断強度を求める時に突固め試料を用いて実施される。

- ⑨ 室内の静的コーン貫入試験は、施工時の機械走行の検討を行うためのものである。

3) データ整理

予備調査および本調査の結果は、土取場予定地の土量計算ができる精度の地形図に整理するものとする。また、原位置試験ならびに土質試験の結果により土質断面図を作成する。さらに、土質試験および原位置試験の結果はそれぞれの土質について整理し、また、必要に応じて土取場の位置および運搬経路を図示する。

4) 土質改良を必要とする場合の調査

堤体材料として評価の低い材料あるいはトラフィカビリティが確保できない材料(コーン指数 $q_c < 500 \sim 700 \text{ kN/m}^2$ ($5 \sim 7 \text{ kgf/cm}^2$)) を止むを得ず利用する場合には、次のような改良や対応策を講じて工事をすすめることもある。

(1) 他の土質との混合

粒度分布の悪い土に欠けている粒径を補うもので、砂質系のものには細粒土を混合して透水係数を下げ、粘性土系のものには砂質系の土を入れて含水比を下げ強度をあげて施工しやすいようにする。

(2) 乾燥による含水比低下

トラフィカビリティが得られない高含水比の粘性土を地山でのトレンチによる排水や仮置きによる曝気乾燥などで改良する。

(3) 添加材による土質改良

石灰系, セメント系などの改良材を添加して土質改良を行う。

(4) 複合断面

透水性の大きい土に対して堤体中央に粘性土を盛立てるとか、表

のり面を不透水性土で覆うとか、アスファルトフェーシングなどにより表面を強化処理する。

以上のような対応を行う場合の調査の留意点は以下に示すとおりである。

- ① 粒度調整による混合改良方法は、均等に混合されてはじめて効果のあるもので、予め混合方法や混合率に関する試験を行い、実際の現地施工時には混合材料について 500m^3 に 1 回の割合で以下の試験を行う。

- ・ 土粒子の密度試験
- ・ 粒度試験
- ・ 含水量試験
- ・ コンシステンシー試験

$1,500\text{ m}^3$ より少ない施工土量の場合は一施工に 3 回以上行うものとする。

また、必要に応じて締固め試験, 透水試験, セン断試験などを行い、透水性や強度について確認しておくことが望ましい。

- ② 乾燥による改良は含水比管理のみであるから、 500m^3 に 1 回の割合で含水量試験を行う。
- ③ 添加材による改良では室内試験によって十分に効果を把握しておくことは当然であるが、試験施工を行って所定の品質が得られるかどうかを確認しておくことが重要である。添加材によっては養生期間の短いものと長いものがあり、後者の場合養生期間中の含水量変化を把握しておくことも必要である。
- ④ 改良を行なったところでは、洪水時には現地観察や観測を実施し、改良効果や安全性について十分確認するよう努めることが肝要である。

第 2.3 節 既設堤防調査

2.3.1 概 説

堤防拡築の計画・設計・施工にあたっては、基礎地盤や堤体材料とあわせ、既設堤防の土質分布等の諸性状の把握が極めて重要である。

既設堤防は過去の長い治水工事の歴史の中でできた構造物であり、堤体の土質や締固めの程度などは種々雑多である。また、場所によって使用する堤体材料が異なるため、堤防全体としての安定性には相当ばらつきがあるものと考えられる。図 2.3.1 は現地で観察された堤体の土質分布観察記録例で、これをみると築堤履歴と堤体内の土質分布の複雑さがよくわかる。

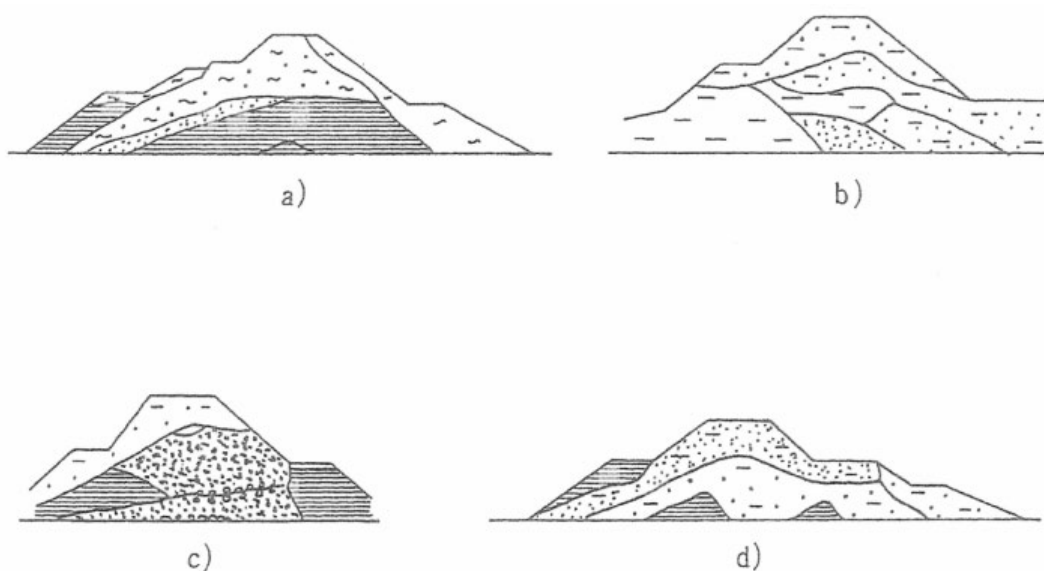


図 2.3.1 堤体土質分布観察記録例(関東技術事務所、1983)

既設堤防の土質別頻度分布の調査例を示したものが図 2.3.2 で、日本統一土質分類⁸⁾の SM(シルト質砂), ML(シルト), CL(粘質土), CH(粘土)が多い。また、図 2.3.3 は既設堤防の締固め度についての調査例で、締固め度は土質によって異なっていることがわかる。

8)「日本統一土質分類」は、平成 12 年(2000)に改訂され現在は使われていない。このため SM、ML、CL、CH 等の記号は、現在の「土質材料の工学的分類」の定義と異なっており留意する必要がある。

一方、既設堤防の土質別の透水係数を整理したものが図 2.3.4 で、ばらつきの大きいことが特徴的である。

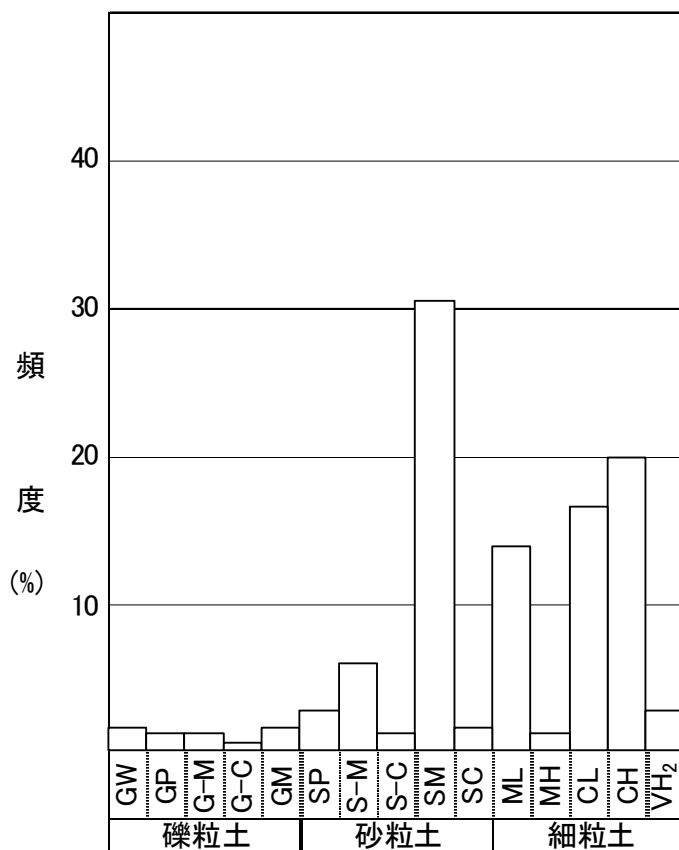


図 2.3.2 既設堤防の土質別頻度分布例（関東技術事務所、1983）

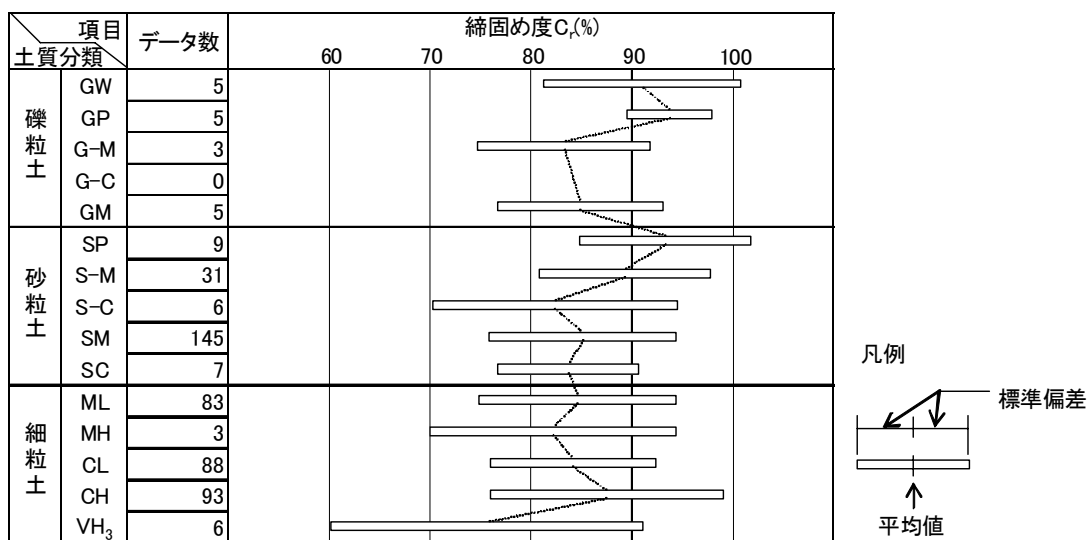


図 2.3.3 土質別平均締固め度と標準偏差の例（関東技術事務所、1983）

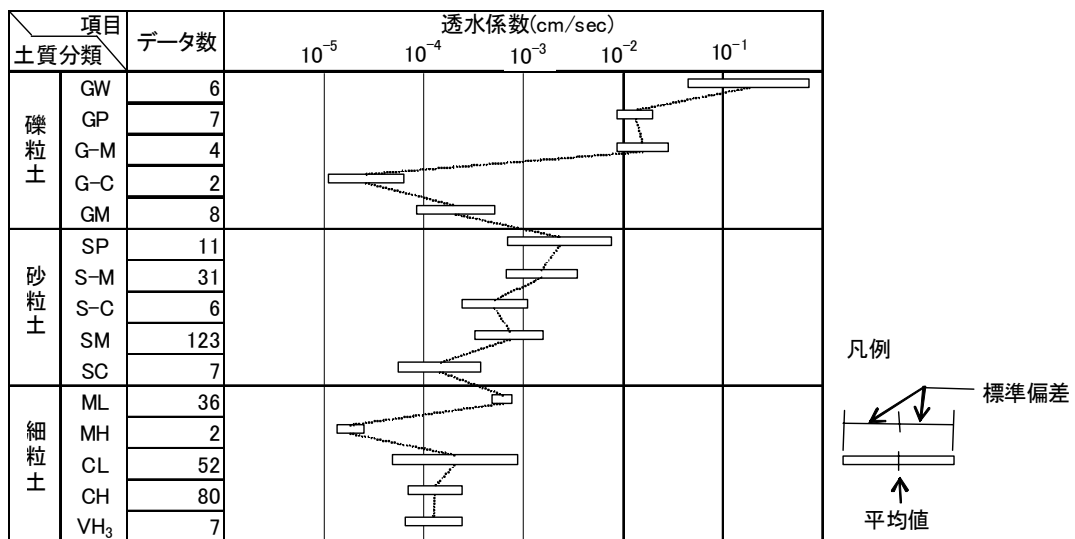


図 2.3.4 土質別平均透水係数と標準偏差の例 (関東技術事務所、1983)

以上のように既設堤防の土質性状は極めて複雑で、その安定性を厳密に評価することは困難なことである。

2.3.2 予備調査

予備調査は拡張工事の計画段階に行なわれるもので、設計・施工の基本方針を予備調査結果にもとづいて概ね決めるものであるため、既設の堤防実態を十分踏まえた調査とすることが肝要である。

1) 資料調査

収集すべき資料は次のものである。

(1) 堤体構造に関する資料

- ① 堤高, 堤敷幅, のり勾配, のり長, 護岸状況など
- ② 既設堤防を築堤あるいは改修した時の計画図 (平面図, 縦断図, 横断図など)
- ③ 現況の堤防測量図 (平面図, 縦断図, 横断図など)
- ④ 堤防台帳, 管理現況図

(2) 堤体材料に関する資料

- ① 材質,密度,強度,透水係数,飽和度等
- ② 土質調査資料(ボーリング調査,原位置試験,土質試験などのデータ),土質断面図(縦断面図,横断面図)
- ③ 工事記録(施工管理業務報告書や施工業者からの聞き取り資料)

(3) 堤防の履歴

- ① 施工年度
- ② 施工方法
- ③ 施工規模

(4) 災害に関する資料

- ① 高水位の高さ, 高水継続時間, 降雨強度, 降雨継続時間, 堤内地水位, 裏のり尻付近の水位等
- ② 洪水記録,災害記録,被災調査報告書,住民・水防関係者からの聞き取り調査資料
- ③ のりすべり,陥没,クラック,漏水等の発生記録

(5) 構造物に関する資料

堤防改築工事区間に樋門等の構造物が存在する場合には、次のような資料を収集,整理する。

- ① 構造物一般図,平面図,構造図,設計計算書
- ② ボーリング柱状図,地質断面図

2) 現地踏査

既設堤防の現況を、計画、設計、施工の担当者自身が現地を詳細に観察することは極めて有益で、資料調査結果の整った時点で現地踏査を行い、資料調査結果のチェックと照合を行うことは既設堤防について総合的な理解を深めるとともに、その後の調査の種類、規模、調査位置などを決定するのに有効である。また、現地踏査によっても、拡築上問題が少ないと判断された既設堤防については、詳細調査等を省略し、拡築工事の設計・施工段階に直接すすむことができる。現地踏査によってその判断がつかない場合は、資料調査上問題ないとした堤

防でも概略調査や詳細調査に組入れるものとする。

踏査の内容は主として目視観察であるが、現地チェックとして簡易に行なえるコーンペネトロメータによる表層土のサウンディング調査やハンドスコップ、ハンドオーガー等による試料採取を行って土の観察を行なうことも、時により必要である。さらに観察した代表的な試料について、粒度試験や自然含水比などの土質試験を実施しておく、現地観察による判断がより確実なものとなる。

現地踏査において、観察すべき事項は次のとおりで、その結果は資料調査結果をとりまとめた平面図や断面図に追加記載し、予備調査の総合判断として記述する。

- ① 既設堤防の高さ、天端幅、のり勾配、護岸、裏のり尻等の断面形状
- ② 表層の土質
- ③ 植生、護岸等の表面保護状況
- ④ 堤外地の状況（高水敷、低水護岸、低水路、水制など）
- ⑤ 堤内地の状況（堤内排水、堤内地地盤高、土地利用状況など）
- ⑥ 堤防の縦断的、横断的な沈下状況の有無
- ⑦ 堤防の被災箇所での痕跡状況
- ⑧ のり崩れ、亀裂、漏水跡、洗掘跡、水防活動跡
- ⑨ 構造物の変状状況と構造物周辺の堤防の変状状況

構造物周辺の堤防は、堤防と構造物の沈下の違いにより生じる空洞やクラックおよびゆるみ等が原因で、洪水時に漏水や破壊に至ることもあり、堤防の弱点箇所に最もなりやすい。

したがって、拡築工事の対象区域にある既設構造物が何らかの変状をきたしているか、構造物周辺の堤防などに何らかの変状をきたしているかを観察することは非常に重要である。

表 2.3.1 に構造物がある場合の現地踏査のポイントを示しておく。

表 2.3.1 構造物のある場合の現地踏査観察ポイント
(北海道開発局、1984)

観察内容	調査項目	踏査観察のポイント等
堤防	不同沈下状況	天端、小段、のり面等の構造物直上と周囲の沈下量の差を測定する。
	表層等土質状況	スコップ等で数箇所掘り起こし、表層の土質を観察する。また、のり尻、不同沈下、空洞等が発生している部分、構造物との接続部付近の含水状況、ゆるみ、クラック等の観察を行う
	植生状況	構造物周辺や堤防周辺における植生の生長状況、草種等に大きな変化がないかを観察する。また毛根の深さを概略把握する。
	簡易な土質試験 その他	ポータブルコーンによる支持力判定、湿り等による土質観察、室内土質試験用サンプリングその他について調査する。
構造物	コンクリート 表面状況	クラック、腐蝕、水漏れ跡等の調査を行う。ハンマー打撃によるコンクリート性状の概略把握を行う。
	継手状況	継手の開口、止水板の状況、段差その他について調査する。
	翼壁・水たたき ・落差工状況	躯体本体との接続部の段差、開きその他の変状について調査する。
水路・護岸		構造物との接続部における不同沈下、洗掘跡、吸い出し跡、漏水跡等の調査を行う。

また河川カルテや堤防モニタリング情報図も参照する。

2.3.3 本調査

1) 調査の内容

既設堤防の調査は、堤防の拡築工事にともなう基礎地盤調査とあわせて実施するのが普通である。したがって、調査の内容も、

- (1) ボーリング調査
- (2) サウンディング試験
- (3) 試料採取
- (4) 現場透水試験
- (5) 土質試験

が中心で、調査地点の位置や調査数量も基礎地盤調査に準ずるものである。

既設堤防調査の特徴を挙げるとすれば、対象とする堤防の土質構成が極めて複雑で、水平方向にも垂直方向にも土質が急変することである。しかも、このような土質状況を、拡築の種類や規模にかかわらず把握する必要がある。したがって、既設堤防調査では調査密度を高めることが望ましいわけであるが、経済性や堤防そのものに対する悪影響といったこと、またボーリング調査やサウンディング試験があくまでも点的な調査であることを考えると、土質状況の把握には自ずと限界があるものと言える。

そこで、連続的データを非破壊的に得ることができる調査手法の開発が望まれるわけであるが、その意味で注目されるのが比抵抗映像法と称される電気探査法である。電気探査によって得られる地盤の比抵抗は、図 2.3.5 に示すように土質と深く関係し、従来から地下水調査等に利用されてきた。しかし、建設工事を目的とするような調査では精度的に問題があり、また比抵抗値そのものが土の強度特性と直接結び付かないところから、土木や建築の技術者からはかえりみられることがなかったのが実情である。ところが、最近のコンピュータの発達により、複雑かつ大量のデータ処理が可能となって解析技術が急速に進歩し、すでに述べた比抵抗映像法のように、地質の判定が精度良くできる電気探査法が開発された。今後は堤防の非破壊調査として普及

する可能性が高いが、従来の電気探査法とは概念が異なるので、実施にあたっては専門的な技術者と十分に相談する必要がある。

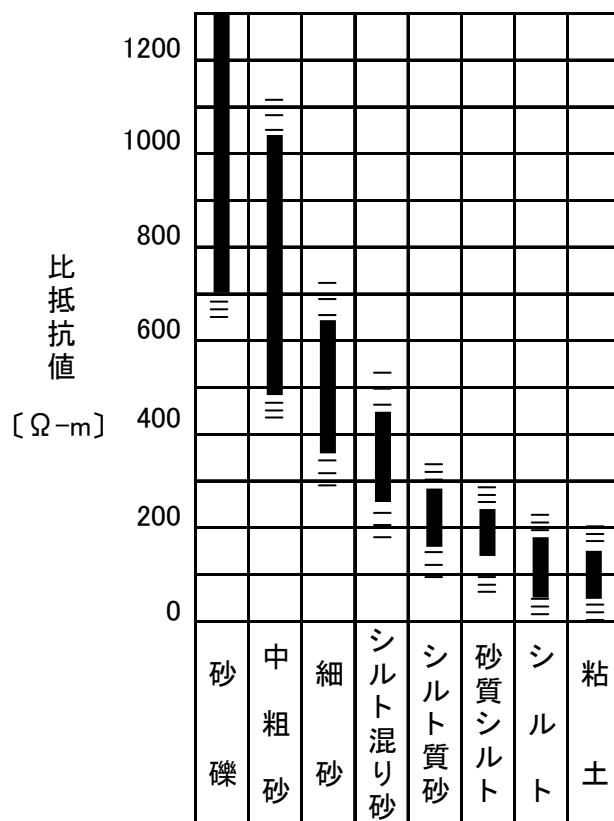


図 2.3.5 土質と比抵抗値の関係

2) 調査の留意点

既設堤防調査における留意点を列挙すると次のとおりである。

- ① 堤防縦断方向の連続的土質分布情報を得るには、電気探査が概略的な調査としては有効である。測定は、のり肩や小段縁などの位置を選んで測線をとることが多い。
- ② 電気探査は土質分布の違いを比抵抗値で表わすもので、比抵抗値は土粒子の径によっても異なるが、主に粒子間隙の大きさや間隙に含まれる水によって支配的に変わる。したがって、堤体の含水状況が異なる降雨時やその前後での測定はさけることが望ましい。
- ③ サウンディング試験にも堤防天端のアスファルト舗装や砂利は不向きで、貫入可能な箇所に移すか、固い部分はハツリか掘削をしなければならないので、調査計画を立てる場合は十分注意する。

- ④ 調査の方法，位置，頻度については、基礎地盤調査に準ずる。すなわち、横断方向の調査は表のり部，天端，裏のり部の 3 箇所を原則とし、既設堤防の大きな場合や嵩上げ・腹付けの規模の大きな場合は、さらに間を補填するとよい。
- ⑤ 軟弱地盤上に設けられている既設堤防は、築堤工事や改修工事の際に軟弱地盤対策としてサンドマットやネットあるいは砂利等の表層処理を施している場合があり、そのため堤体も基礎地盤も難透水性であるにもかかわらず、対策工や対策工との境界部などに透水性の高いゾーンを形成して、浸透や漏水に対する堤防の安全性が損なわれていることがある。
- したがって、詳細に調査を実施する場合には、堤体表層部や中央部だけでなく、堤防敷付近にも十分注意することが必要である。
- ⑥ サンプリングは 1～2m 毎の深度で実施するものとするが、築堤履歴を考慮して位置を選択することが望ましい。
- ⑦ 土質試験は、粒度試験，含水量試験，土粒子の密度試験，密度試験，コンシステンシー試験，一軸圧縮試験，三軸圧縮試験，透水試験，その他を行う。
- ⑧ 堤体の透水性を把握する方法は、
- ・室内透水試験による方法
 - ・原位置透水試験による方法
 - ・土の粒径から間接的に算出する方法
 - ・その他
- などがあり、透水性を求める目的と必要性を十分認識した上でこれらの内のどの方法を採用するかを選定する。
- ⑨ 室内透水試験は不攪乱試料か現場密度に締固めた試料を用いて行う。
- ⑩ 原位置透水試験は、堤体内が不飽和状態にあることから、地下水位以下の飽和土を対象とした通常の現場透水試験は不適切である。不飽和土の原位置透水試験の方法は、地盤調査の方法と解説（地盤工学会）、ダムの地質調査法（土木学会）等に示されている方法を参

考にする。基本的にはピットを設け、注水法により行うものであるが、細粒土の場合には試験部分を飽和させ定常状態をつくるために相当な時間を必要とするので注意が必要である。

- ⑪ 土の粒径から求める方法は、粒度試験で得られた 10% 粒径 (D_{10}) や 20% 粒径 (D_{20}) を参考にして透水係数を求めるものであり、簡易であるためデータ数が多く得られるが、粒度分布が比較的均一な場合に成立つものである。
- ⑫ 堤体の安定性や浸透を検討する場合に、堤体内の飽和度分布を考慮することがある。飽和度は土粒子の密度を仮定すれば含水量と密度から求められるので、これらの量を原位置で測定する場合は、土質試験法にもとづく含水量試験、現場密度試験のほか、RI 法（放射性同位元素による測定方法）による現地測定（表面型タイプ、挿入ゾンデ型タイプなど）も有効である。

3) 構造物周辺の堤防変状調査

樋門等の構造物周辺の堤防は、主として構造物と堤体の挙動の差が原因となって、変状あるいは損傷を受けている場合が多い。特に、両者の挙動の差が大きい軟弱地盤地域の支持杭構造物の周辺では変状が著しく、図 2.3.6 に模式的に示すように、堤体にクラック、ゆるみ、空洞等の存在することが確認されている。このような変状の存在は漏水の原因となるばかりではなく、堤防そのものの安全性を脅やかすもので、これを放置して堤防の拡築工事が行われた場合、変状は進行、拡大し、改築後の堤防は大きな安全性の阻害要因を抱え込むことになる。したがって、既設堤防の予備調査の段階で変状が想定された場合には、「河川堤防の構造検討の手引き」に従い十分な調査を行って変状の実態を把握し、堤防改築工事の設計や施工に反映させる必要がある。

なお、「河川管理施設等構造令及び施行規則の運用について（建設省河政発第 74 号，建設省河計発第 83 号，建設省河治発第 39 号，平成 11 年 10 月 15 日）」では、樋門の新設・改築にあたっては、杭基礎以

外の構造とするものとし、構造形式は、基礎地盤の残留沈下および基礎の特性等を考慮して選定し、原則として柔構造樋門とするものとしている。樋門の新設・改築にあたっては、「柔構造樋門設計の手引き」に準拠し調査を実施する。

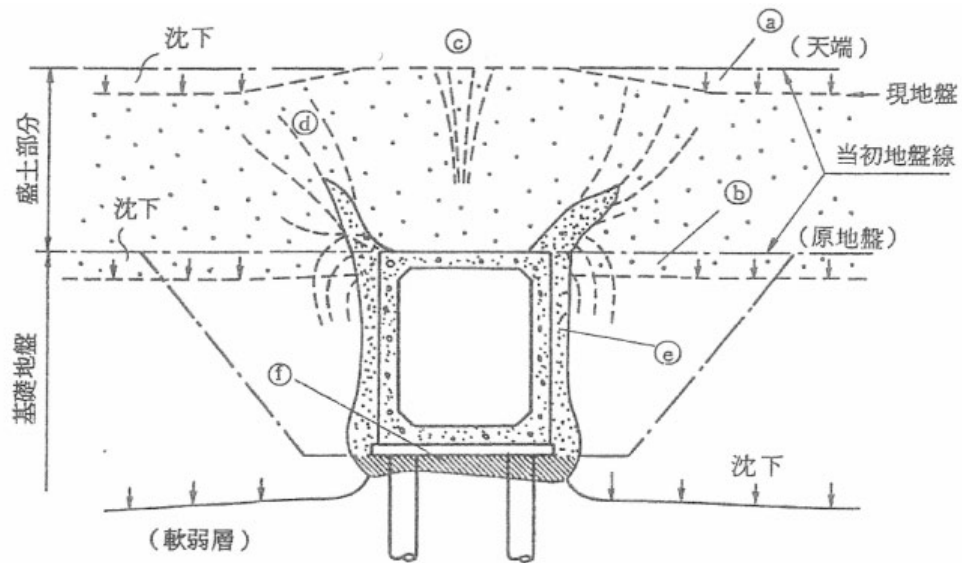


図 2.3.6 構造物周辺の堤防の変状（北海道開発局、1986）

- ① 堤防天端, のり面, 小段などに見られる不陸や段差
- ② 原地盤面の不陸や段差
- ③ 構造物直上中央付近に見られるクラック（構造物の幅が比較的狭い場合に多い）
- ④ 構造物隅角部より発達する空洞, クラックおよびゆるみ
- ⑤ 構造物側面に見られるゆるみ
- ⑥ 構造物下の空洞

調査の内容や手法は既設堤防調査に準ずるものであるが、一般には変状が構造物との接触面に近い狭い部分に発生しているところから、サウンディング試験を活用することが有効である。既往の調査ではサウンディング試験を次のような要領で実施している事例が多い。

- ① 構造物縦断方向の試験位置は、構造物の呑口部，中央部，吐口部を中心に 3 測線以上を設定する。
- ② 構造物横断方向の試験位置は、①の測線上で、構造物の側面より 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0m…とする。
- ③ 深さは構造物底面の下方 1.0m 以上とする。

図 2.3.7 はサウンディングによる調査結果の一例を示したもので、サウンディングの種類としては間隙圧を同時に測定できる静的コーン貫入試験を採用しており、変状の把握をより確実なものとするよう務めている。

なお、このような調査によって変状が推定された場合には、試掘や開削を実施することによって、変状を確認することも行われる。

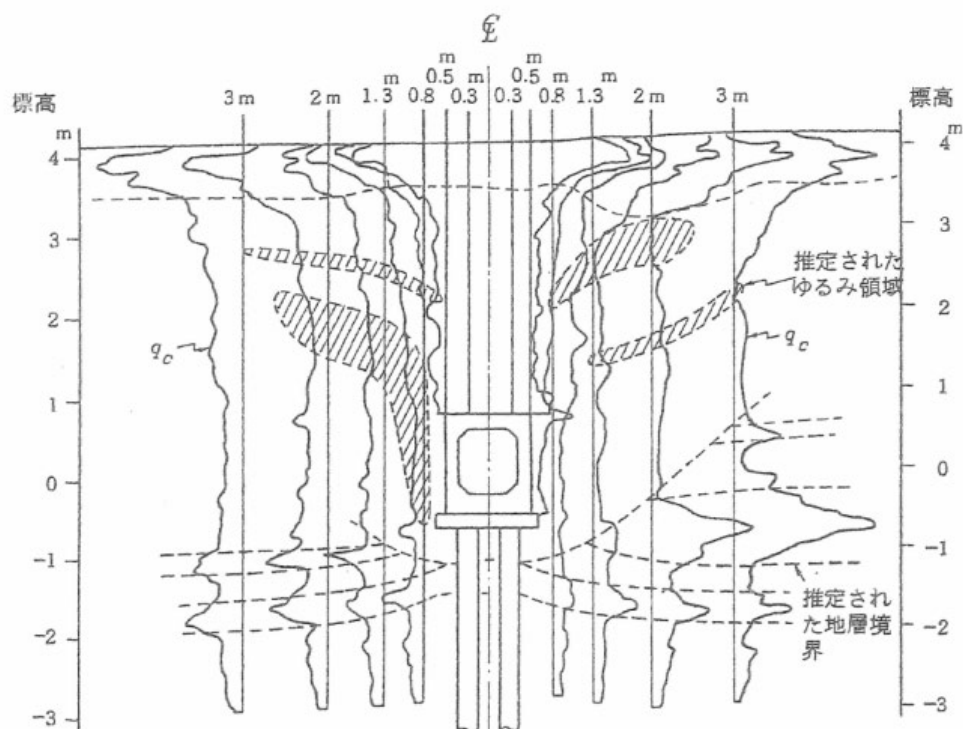


図 2.3.7 サウンディングによる調査結果の一例
(北海道開発局、1984)

第 2.4 節 周辺環境調査

2.4.1 概説

河川土工によって工事現場周辺の生活環境に影響を及ぼす主なものには、工事の実施に伴って生じる騒音・振動，土砂飛散，じんあい，周辺地盤の変状，水質汚濁，水の枯渇，交通障害などがある。これらの発生は場所的あるいは時間的に限定されはするものの、周辺住民にとっては深刻な問題となる場合も多い。したがって、工事の実施にあたっては公害関連の法規を遵守することはもちろんのこと、できる限り影響を軽減するよう対策を講じることが大切である。

公害防止および環境保全関連の法規は表 2.4.1 に示すようなものがあり、工事に際して予めこれらを熟知しておく必要がある。

なかでも水質の汚濁に関しては、公共水域に排出される排水の水質が水質汚濁防止法および地方自治体の条例によって規制されているので調べておく必要がある。

また、騒音・振動については工事区域が騒音規制法および振動規制法における指定地域であるかどうかを市町村の環境関係の窓口で調べておく必要がある。指定地域の場合には法律上の手続き（特定建設作業の届出）の義務がある。なお、一部の地方自治体では、国が定めた法令とは別に特定建設作業以外の掘削工事，締固め作業などにも規制値を定めているところがあり、事前の調査が必要である。

表-2.4.1(1) 環境保全に関わる主な法規

	法律・法令・省令・告示・通知名	制 定
土 壌 関 連	環境基本法	法律第91号 平成5年11月19日
	土壌汚染対策法	法律第53号 平成14年5月29日
	土壌汚染対策法施行令	政令第336号 平成14年11月13日
	土壌汚染対策施行規制	環境省令第29号 平成14年12月26日
	土壌汚染対策法の施行について	環水土第20号 平成15年2月4日
	指定区域から搬出する汚染土壌の取扱いについて	環水土第25号 平成15年2月14日
	指定区域以外の土地から搬出される汚染土壌の取扱い指針について	環水土第24号 平成15年2月14日
	土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針運用基準について	環水基第30号・ 環水土第12号 平成15年1月29日
	農用地の土壌の汚染防止等に関する法律	法律第139号 昭和45年12月25日
	農用地の土壌の汚染防止等に関する法律施行令	政令第204号 昭和46年6月24日
	鉱山保安法	法律第70号 昭和24年5月16日
	土壌汚染対策指針	東京都告示第150号 (東京都の場合) 平成15年2月14日
	土壌ガス調査に係る採取及び測定の方法を定める件	環境省告示第16号 平成15年3月6日
	土壌溶出量調査に係る測定方法を定める件	環境省告示第18号 平成15年3月6日
	土壌含有量調査に係る測定方法を定める件	環境省告示第19号 平成15年3月6日
	土壌の汚染に係る環境基準について	環境省告示第46号 平成3年8月23日
	微生物の用いた環境浄化の実施に伴う環境影響の防止のための指針について	環企技第82号 平成11年3月24日
	搬出する汚染土壌の処分方法を定める件	環境省告示第20号 平成15年3月6日
	搬出する汚染土壌の処分に係る確認方法を定める件	環境省告示第21号 平成15年3月6日
	ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法	法律第65号 平成13年6月22日
	ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法施行令	政令第215号 平成13年6月22日
	ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法施行規制	環境省令第23号 平成13年6月22日
ダ イ オ キ シ ン 類 関 連	ダイオキシン類対策特別措置法	法律第105号 平成11年7月16日
	ダイオキシン類対策特別措置法施行令	政令第433号 平成11年12月27日
	ダイオキシン類対策特別措置法右施行規制	総理府令第67号 平成11年12月27日
	ダイオキシン類対策特別措置法の施行について	環企第11号・環保安第6号・ 環大企第11号・環大第5号・ 環水管第14号・環水管第1号・ 環水規第5号・環水土第7号 平成12年1月15日
	ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁及び土壌の汚染に係る環境基準について	環境庁告示第68号 平成12年1月15日
	ダイオキシン類対策特別措置法に基づく廃棄物の最終処分場の維持管理の基準を定める省令	総理府・厚生省令第2号 平成12年1月14日
	ダイオキシン類対策特別措置法における土壌の常時監視に係る法定受託事務の処理基準について	環水土第137号 環境庁水質保全局長通知 平成12年6月16日
廃 棄 物 関 連	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	法律第137号 昭和49年12月25日
	廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令	政令第300号 昭和46年9月23日
	廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規制	厚生省令第35号 昭和46年9月23日
	一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令	総理府・厚生省令第1号 昭和52年3月14日

表-2.4.1(2) 環境保全に関わる主な法規

	法律・法令・省令・告示・通知名	制 定
地下水 関連	水質汚濁防止法	法律第138号
	水質汚濁防止法施行令	政令第188号
	水質汚濁防止法施工規制	総理府・通商産業省令第2号
	地下水の水質汚濁に係る環境基準について	法律第91号
	水道法	法律第177号
	特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質保全に関する特別措置法	法律第9号
	地下水に含まれる調査対象物資の量の測定方法を定める件	環境省告示第17号
	公共用水域における農薬の水質評価指針について	環水土第86号
	下水道法	法律第79号
大気 関連	大気汚染防止法	法律第97号
	大気汚染防止法施行令	政令第329号
	大気汚染防止法施行規制	厚生省・通商産業省令第1号
	ベンゼン等による大気汚染に係る環境基準について	環境省告示第4号
	悪臭防止法	法律第91号
	悪臭防止法施行規制	総理府令第39号
その他	騒音規制法	法律第98号
	振動規制法	法律第64号
	振動規制法施行規制	総理府令第58号

2.4.2 水質調査

水質汚濁に関しては「水質汚濁防止法」により建設工事に関連の深い施設として、バッチャープラント，砕石用水洗式破碎施設，水洗式分別施設などが特定施設に指定されて規制の対象となっているほか、条例などにより建設工事そのものを特定施設の類似施設とみなし、行政指導の形で規制を行っている地方公共団体も相当数あるため、十分な事前調査を行う必要がある。なお、上記法律および関連条例等では、作業の届出（原則として都道府県知事あて）、規制基準の遵守が義務付けられている。

1日当たり 50 m³以上の汚濁水を河川に放流する場合は「河川法」にもとづき河川管理者への届出義務がある。都市部などで下水道へ汚濁水を放流する場合は「下水道法」にもとづき排水基準の遵守義務が生ずる場

合があるので注意を要する。

表 2.4.2 水質汚濁防止法に関する主な規制値

主な項目 (抜粋)	単位	水質汚濁防止法		下水道法
		最大値	一日平均値	
SS	ppm	200	150	600
PH	—	5.8～8.6(海域は5.0～9.0)	—	5.0～9.0
BOD	ppm	160	120	600
COD	ppm	160	120	—

表 2.4.2 は水質汚濁防止法に関する主な規制値を示したもので、これらの水質項目の調査は工事前，工事中，工事後いずれの時期も必要であり、経時的変化のデータとして整理しておくことが施工管理上も周辺への環境対策にも重要である。

工事前の自然の状態であっても、雨や洪水によって水質は大きく変化するものであり、まして異なる工事が周辺でなされている場合は、水質汚濁が複合されて、工事中の調査のみでは、原因および対策を立てるのにも困難なことが多い。事前調査はいかにバックグラウンドの評価を与えるかに重要な意味をもつ。

水質調査は、現地でサンプリングした試料を室内で分析することが主であるが、調査にあたっては次のような点に留意する必要がある。

- ① 現場においては、採水，試料の前処理の他、原則として以下の項目を観測し記録するものとする。
 - ・ 天候・気温・水温・水の外観および臭い
 - ・ 透視度または透明度・全水深・採水水深・流量
 - ・ 採水日時
- ② 現場でも以下の項目について測定することが望ましい。
 - ・ PH・D0・導電率
- ③ 全公共用水域には環境基準値が定められており、必要に応じてこれらの項目を調査しておくことが望まれる。

2.4.3 騒音・振動調査

建設工事の騒音に対しては「騒音規制法」が、また振動に対しては「振動規制法」が制定されている。建設工事については、この中で特定建設作業の指定があり、これらを法指定地域内で実施する場合に対して騒音・振動それぞれ規制に関する基準が定められている。「騒音規制法」においては表 2.4.3 に、また、「振動規制法」においては表 2.4.4 に示すとおりの内容になっており、規制に関する基準には、作業時間帯、一日における作業時間の長さ、作業期間などが示されている。また、国が定めた法令とは別に、公害防止条例等により、指定地域以外の地域における特定建設作業への規制、あるいは特定建設作業以外の建設作業への規制、さらに厳しい規制値の設定などを実施している地方公共団体もあるため、工事箇所ごとに規制の内容をよく調べて十分な対策を講ずる必要がある。

振動・騒音調査における主なる留意点は次のとおりである。

- ① 工事周辺の家屋の分布状況や規模、密集度などを事前に調べておく。特に静穏を必要とする学校、保育所、病院、老人ホーム、図書館などについては、位置だけでなく規模や利用時間を調査しておくことが重要である。
- ② 振動の影響が予想される建物、精密機械、地下埋設物なども周辺地盤条件とともに調べておく必要がある。
- ③ バックグラウンドとしての暗騒音、暗振動を事前に測定しておく、その地域での時間帯による騒音・振動状況を把握しておくことが重要である。

表 2.4.3 騒音規制法における特定建設作業

特定建設作業の種類		種類に対応する規制に関する作業				
		騒音の 大きさ (dB)	夜間または深夜 作業の禁止	1日の作業 時間の制限	作業期間の制限	日曜日、その 他の休日の 作業禁止
1.くい打ち機、くい抜機またはくい打ち機を使用する作業	もんけん、圧入式くい打ち機またはくい抜機をアースオーガーと併用する作業を除く。	85	1号の区域: 午後7時から翌日の午前7時まで 2号の区域: 午後10時から翌日の午前6時まで	1号の区域: 1日につき10時間	同一場所において連続6日間	日曜日、その他の休日
2.びょう打機を使用する作業		80				
3.バックホウ、トラクターショベル、ブルドーザーを使用する作業	一定の限度を超える大きさの騒音が発生しないものとして環境大臣が指定するものを除き、原動力の定格出力がバックホウは80kW以上、トラクターショベルは70kW以上、ブルドーザーは40kW以上のものに限る。	80				
4.さく岩機を使用する作業	作業地点が連続的に移動する作業にあつては、1日における当該作業に係る2地点間の最大距離が50mを越えない作業に限る。	75	1号の区域: 午後9時から翌日の午前6時まで	2号の区域: 1日につき14時間		
5.空気圧縮機を使用する作業	電動機以外の原動機を用いるものであって、その定格出力が15kW以上に限る(さく岩機の動力として使用する作業を除く)。	75	2号の区域: 午後10時から翌日の午前6時まで	1号の区域: 同一場所において1ヵ月(これに連続して行われる1,2または3の作業も含む)。 2号の区域: 同一場所において2ヵ月(これに連続して行われる1,2または3の作業も含む)。		
6.コンクリートプラントまたはアスファルトプラントを設けて行う作業	混練機の混練容量がコンクリートプラントは0.45m ³ 以上、アスファルトプラントは200kg以上のものに限る(モンタル製造のためにコンクリートプラントを設けて行う作業を除く)。	75				

注 1) 1号区域、2号区域の区分は、騒音規制法に基づき都道府県知事が指定する指定地域をさらに2分して定めるものである。

注 2) 騒音の大きさは特定建設作業の敷地の境界線から30mの地点において測定する。

注 3) この規制に関する基準には適用除外が定められている。

注 4) デシベルとは計量法に定める騒音(音圧)の大きさの計量単位である。

注 5) 騒音の測定における聴感補正回路はA特性を用いる。

表 2.4.4 振動規制法における特定建設作業

特定建設作業の種類		種類に対応する規制に関する作業				
		振動の 大きさ (デシベル)	夜間または深夜 作業の禁止	1日の作業 時間の制限	作業期間の制限	日曜日、そ の他の休日 の作業禁止
1.くい打機、 くい抜機ま たはくい打 くい抜機を 使用する作 業	もんけんおよび圧入式 くい打機を除く。 油圧式くい抜機を除 く。 圧入式くい打くい抜機 を除く。	75	1号の区域： 午後7時から翌日 の午前7時まで	1号の区域： 1日につき10 時間		
2.鋼球を使用 して建築物 その他の工 作物を破壊 する作業						
3.舗装版破碎 機をしようす る作業	作業地点が連続的に移 動する作業にあって は、1日における当該 作業に係る2地点間の 最大距離が50mを超え ない作業に限る。		2号の区域： 午後10時から翌 日の午前6時まで	2号の区域： 1日につき14 時間	同一場所におい て連続6日間	日曜日、そ の他の休日
4.ブレーカー を使用する 作業	作業地点が連続的に移 動する作業にあって は、1日における当該 作業に係る2地点間の 最大距離が50mを超え ない作業に限る。(手 持式のものを除く)。					

注 1) 1号区域,2号区域の区分は、振動規制法に基づき都道府県知事が指定する指定地域をさらに2分して定めるものである。

注 2) 特定建設作業に伴って発生する振動が75デシベルを超える場合にあっては1日当たり4時間を限度として作業時間の変更をさせることができる。

注 3) 振動の大きさは特定建設作業の場所の敷地の境界線において測定する。

注 4) この規制に関する基準には適用除外が定められている。

注 5) デシベルとは計量単位規制に定める振動レベルの計量単位である。

第 2.5 節 試験施工

2.5.1 概説

新築堤防の土工事は拡築堤防のそれに比べて、比較的大規模なものとなるのが通常である。このため土工事の設計方針、施工方法などを検討するために、本工事に先立って現場で試験施工する事例も多くなりつつある。通常の土工事は各種の調査結果をもとにして設計・施工が行われるのが一般的であるが、工事の内容（大規模土工、盛土材料の特殊な場合等）によっては試験施工を行って、設計・施工の確実性を高める必要がある。

試験施工は、本工事に先がけて別途に行われる大規模な試験施工と、施工の着手前あるいは施工中随時行われる比較的小規模なものまで種々計画される。これらの試験施工の主旨としては、設計、施工の方針を決定するために行うものと、特殊工事等のように未経験的分野での施工で事前調査の成果だけからでは施工計画が立てられない場合に行うものがある。

ここでは堤防土工で一般的に行われている試験施工について記述するが、堤防土工の試験施工としては、一般的な締固め試験と、特殊なものとしてのり面の植生緑化試験、高含水比粘性土の掘削運搬工法の試験施工、土質改良安定工法による試験施工等がある。

2.5.2 品質の確保と試験施工

堤防盛土の品質で重要なことは、材料が均質に締固められていること、かつ洪水および降雨による浸透水に対して安定であることである。したがって、施工にあたっては所定の品質が確保できるよう十分な品質管理が必要となる。堤防盛土の品質は材料が選定されると締固め機械、一層の締固め厚、締固め回数および施工中の土の含水比の 4 要素によって決まる。施工前にこの 4 要素と締固め度の関係を試験施工で確かめ、それにもとづいて施工を行えば、容易に所定の品質を確保することができる。

試験施工に使用する土質は材料選定を行った土質とし、締固め含水比は自然含水比が望ましいが、調整が可能な限り最適含水比より高めの含水比を2～3種選ぶものとする。

まき出し厚さは使用機械および予想している施工能率を考慮して、2～3種類程度選定し、締固め回数は10回程度までに締固めが完了するようにするのが望ましい。なお、試験施工を行う場合の試験区間の大きさは、本施工と同様の施工ができる程度のものとする。

試験施工では材料試験と現場測定を実施する。

① 材料試験

材料の特性と締固め管理の基準値を知るために、土粒子の密度試験、含水量試験、礫のかさ比重および礫の吸水量試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験、締固め試験、コーン貫入試験などを行う。

② 現場測定

現場における測定項目とその測定頻度は表 2.5.1 に示す程度が普通である。

表 2.5.1 測定項目と測定時

測定項目	測定時
現場密度	まき出し後、転圧中に数回(たとえば締固め回数2、4、6、8、10回の時)、転圧終了後
含水比	まき出し後と転圧終了後(転圧中に測定する。)
表面沈下量	転圧終了後には、必ず、できれば現場密度と同頻度
原位置強度	現場密度と同頻度

なお、これらの測定点の配置については、試験区間内全体にわたって測定ができ、他の測定の障害にならないよう配慮して計画する必要がある。

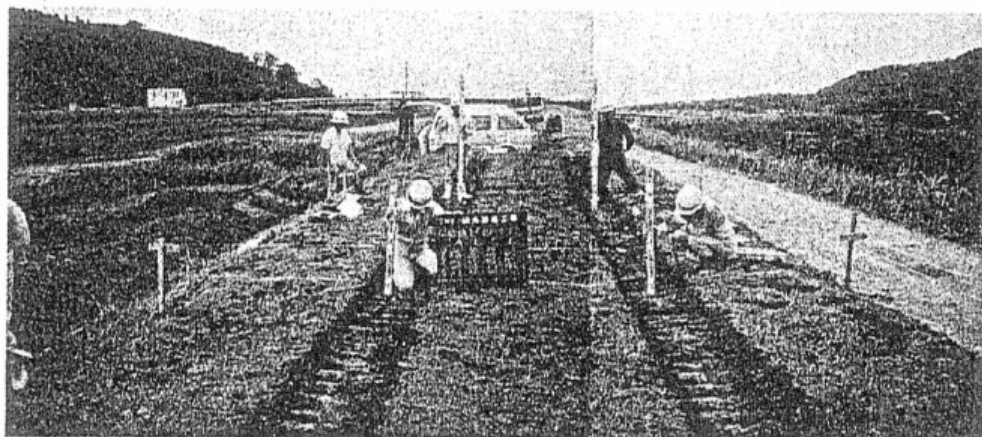


写真 2.5.1 試験施工の状況（九州地方整備局）

2.5.3 その他の試験施工

事前調査等で設計、施工の方針が決定できないものの中に土質安定処理工法、のり面の植生緑化工法、高含水比土の掘削運搬工法等が挙げられる。土質安定処理工法は、盛土材料として火山灰質粘土や粘土分の多い土を使用する場合、石灰やセメントの安定材を混合、攪拌して盛土に使用する工法であるが、この工法を使用する場合には、事前に室内試験を行い、安定材の材料、配合率と強度等の関係を参考にして、試験施工を実施するのが望ましい。また、法面の緑化や高含水比土の処理についても、事前に試験施工を行っておけば施工計画の立案が容易である。