

第 5 章 河川土工の管理

第 5.1 節 概 説

工事管理の目的は、独断を排して組織の機能を十分に発揮し、安全かつ経済的に工事を施工し、計画された品質、工期などを円滑に確保することにある。

一般に土木工事は屋外作業が主体で、天候、土質、出水などによる不確定な条件に左右され、予知のむずかしい部分が多く、計画と実際とを完全に一致させることは容易ではない。特に土工においてはこの傾向が著しい。また、最近では建設事業規模が拡大し、機械化された結果、工事管理の近代化、合理化が不可欠の条件になってきており、より実地的な管理が要求されている。そして、こうした管理がともなわない限り、技術革新の効果も十分に発揮できないというのが実状である。このように土工の管理は極めて重要であるが、その主たる内容は表 5.1. 1 に示すとおりである。

表 5.1.1 工事の管理

施工管理	工程管理	計画と実施工程の対比検討
	品質管理	設計と施工品質の対比検討
	出来形管理	設計と実施形状寸法の対比検討
機械管理	稼働管理	機械の稼働率または作業能率の向上
	維持管理	機械の機能の維持確保
安全管理	現場内管理	直接現場に関する安全対策
	事故防止対策	作業員、第三者に関連する事故防止対策
	水防対策	水害に対する防災施策
環境保全対策	環境に対する諸般の影響の対策	

第 5.2 節 工程管理

5.2.1 必要性と準備

工程管理は施工計画にもとづいて作成された工程に沿って、工事が能率的、経済的、かつ工期内に完成するように、工事過程において実施される管理である。一般的に工程管理は土工と他の工程との関連を調整しながら進めていくことになるが、河川工事では土工の占める重みが極めて大きく、土工の進捗状況に支障があると工事全体に著しい影響を及ぼすことになる。特に河川工事では自然条件によって工程が左右され、降雨や河川水位の影響による変動が大きいことから、常に計画工程と実施状況を対比し、工程に遅延が生じた場合は速やかに対応策を講じて、工事を促進していく必要がある。なお、ここで注意すべきことは工期を尊重するあまり、品質その他の管理のウエートが落ちることのないようにすることである。

このように、工程管理とは当初設定された工程計画に沿って工事を円滑に進めることが第一であるが、何らかの理由で工程がずれた場合には以後の工程計画を修正し、再び新しい工程計画に沿って工事を進めることが実際の工事では大切である。したがって、工程管理と工程計画は密接な関係にあるということがいえ、その意味では、すでに示した施工計画の内容について十分理解しておくことが必要である。

工程管理の準備段階にあたっては、以下のような事項を把握し、確認しておく必要がある。

1) 現場条件

- ・ 現地の環境条件（地形、地質、気象・水象）
- ・ 労働力、資材、機械などの現場条件
- ・ 先行作業、後続作業との工程上、施工上の調整

2) 契約条件

- ・ 現地の形状の変更や工事数量の増減
- ・ 用地の確保状況、支障物の撤去の有無や地元関係者との協議調整など

3) 仮設備の計画

- ・ 必要な設備の容量と安全の確保
- ・ 現場状況の変化に対する対応など

5.2.2 管理の手法

1) 手法について

工程管理の手法としてはすでに示したように、横線式工程表（バーチャート、ガントチャート）、累積曲線式工程表（グラフ式工程表、出来高累計曲線、バナナ曲線）、ネットワーク工程表などがある。これらの方法は各々に特徴をもっており、現場状況および工種などでその適用性も異なる。要は、施工の条件に応じて速やかに、かつ容易に工程の遅延が把握でき、施工現場の状況変化に応じて工程が容易に組み換えられるような手法を選定する。

工程計画における1日当たり作業量は通常の状態における平均的な計画作業量となっているが、土工工事は天候そのほかの原因により作業が予定どおり進まなかったり、また長期間のうちには建設機械、労力などのわずかの異変により工程を大きく遅らせることがしばしばあることを予期して、平常時の実施作業量は計画作業量のある程度上回るように心掛けた方が安全である。なお、ここでの平均施工速度については現場での実績が整備されている場合には、その値を用いることが望ましく、常に工事日報などから実状を把握しておくことが大切である。

計画と実施工程との対比の頻度については一概には言えないが、原則的には毎日行うことが望ましい。ただし、実務的には5～10日程度

ごとでも問題はない。一工期全体を通じて、特に重要なチェックの時期としては、まず工事に着手した頃がひとつの目安で、当初考えた仮設備、建設機械関係が予定どおり準備を完了し本工事に着工できたか、現場条件に変わりはないかを把握し、このままの状態で作業を進めてよいかどうかについて最初の検討を行う。

次は本工事が軌道に乗った段階で、本工事の作業速度を中心として前記同様のチェックを行い、以後の工程についても練り直す必要があれば検討する。この時点での見直しを怠ったり、また思い切った工程計画の変更が必要であるにもかかわらず、小規模の修正のみで残工事の計画を推進することは、工期末の無理な工程を招くことになる。

いずれにしても管理の基本は、工事の特質をよくつかみ、その進捗を把握することで、工程に何等かの変化が発見されたときは、必要な時期を逃がさず直ちに対応するように心掛けなければならない。

工程表の作成様式には各種のものがあるが、一般には横線式工程表が多く用いられている。図 5.2.1 に土工を主体とした工事について横線式・グラフ式併用工程表の一例を示す。最近では建設工事の施工技術の進歩に伴う工種の多様化および工期の短縮化の傾向からネットワーク方式の活用も多くなってきている。

2) 1日当たりの作業量について

計画工程に計上している作業量は1日当たりの平均的な計画作業量である。河川土工は、天候などの要因により作業が予定どおり進まない場合も多く、工程が大きく遅れる場合がある。このような事態が発生することも考慮に入れて、平常時の実施作業量は、計画作業量をある程度上回るように心掛けた方が安全である。

なお、1日当たりの作業量について当該現場での実績が蓄積されている場合には、その実績を用いた工程管理が望ましい。このため、常に工事日報などを整理し、施工の状況を記録しておくことが大切である。

3) 工程管理の頻度について

計画工程と実施工程との対比の頻度については一概には言えないが、原則的には毎日行うことが望ましい。工期全体を通じて、特に重要なチェックの時期は以下のとおりである。

計画工程の検討時期	検討内容
工事着手時	当初計画した仮設備、建設機械関係が予定どおり準備され、本工事に着工できたか、現場条件に変わりはないかを把握し、このままの状態で作業を進めてよいかどうかについて最初の検討を行う。
工事施工中 (工事実績が把握された時期)	本工事の作業速度などを把握し、以後の工程について計画工程を再検討する。
工程に何等かの変化が発生した時期	工程に何等かの変化が発生したときは、直ちに、計画工程の見直しを行う。

5.2.3 工程遅延時の処置

実施工程に遅延が生じた場合、その原因を把握する。その後、原因に対応する処置を決定し、すみやかに実行することが大切である。

具体的な処置として以下の事項がある。

- ① 作業手順の見直し（作業効率の向上）
- ② 作業順序の組替え
- ③ 作業時間・班数の変更
- ④ 使用機種の変更
- ⑤ その他の検討

なお、工期遅延の大きな原因として工事の手戻りによることが意外と多い。手戻りは計画が疎漏である場合と工事の管理が不十分な場合に起こりやすいので注意が必要である。また、用地問題，災害，現地形状の変更などにもなる工事の遅延に対しては、速やかに関係者と協議し、必要な対策をとることが大切である。

第 5.3 節 品質および出来形管理

5.3.1 品質管理

1) 概 説

一般に建設工事では施工後の検査において不良箇所が発見された場合、簡単に手直しすることは困難なことが多く、また手直しができる場合でも大きな労力や時間を必要とし、経済的にも容易ではない。そこで施工途中における品質を合理的に管理し、工事対象物が間違いなく検査に合格するよう、施工を進めることが必要となる。そのため実際の品質管理においては、工事規模，構造物の重要度などのほかに、施工体制の現状，省力化の推進などを考慮して、合理的で簡明な方法を採用していくことが望ましい。

品質管理は設計書，仕様書に示された品質規格を十分に満足する工事対象物を経済的に造るためにとられる手段で、その目的とするところは工事の欠陥を未然に防止すること、品質のばらつきをできるだけ少なくすること、工事に対する信頼性を増すことなどである。

土工における品質管理は通常盛土の管理がほとんどであり、その内

容は盛土材料の管理と盛土の締固め度の管理である。

盛土は土を材料とするところから、本来的に均質性の確保の難しい工事対象物である。したがって、均質化を図るためには日常的な品質の確認が極めて重要である。盛土の締固め管理においては、一般的に砂置換法やR I計器による密度試験により締固めた土の密度や含水比等を点的に測定する品質管理方式が採用されているが、最近では事前の試験施工において規定の締固め度を達成するための施工方法を確定しておき、実施工ではその施工法に基づき締固め回数による管理を行う工法規定方式や情報化施工も行われており、工事規模や施工条件等に応じて適切な品質管理方法を選定することが重要である。

2) 品質管理の手順

品質管理は一般に次のような方針で実施するとよい。

(1) 品質特性の決定

管理しようとする品質特性としては、品質に影響を及ぼすと考えられるもののうちからできるだけ容易にかつ早期に信頼度の高い測定結果が得られるものを決めることが必要である。

請負工事では、管理すべき品質特性はあらかじめ仕様書などで示されるのが一般的で、その品質特性に対応する品質管理試験によって管理することになる。

なお、築堤材料としての適否は計画の段階で検討されなければならない事項であるが、施工中においても常に土質の変化に注意し、土質および施工法が適切であるかの確認を行うことが品質管理上重要である。

(2) 品質基準を確保するための標準作業の決定

標準作業の決定は、品質基準を確保するために施工するにはどのような方法および順序で工事を行う必要があるかを定めるものであるから、設計書・仕様書にしたがい、過去の経験あるいは施工能力などを考慮して十分に余裕をもったものとして定めることが必

要である。

盛土の場合には各土質と規格値に応じた施工方法、すなわち締固め機械の種類と重量，土の敷ならし厚さ，施工含水比，締固め回数を定めることである。また、標準作業にしたがって工事が施工できるように、現場の作業員のすべてに各自の作業内容を教育訓練することが大切である。

(3) 品質の確認

品質を表す特性値を測定し、それが十分ゆとりをもって品質規格を満足しているかどうかを工程能力図あるいはヒストグラムなどを用いて確かめたのち、作業が安定して行われているかどうか管理図を用いて調べる。

品質が規格値に合格していなかったり、日常的管理の結果、作業が安定して行われていない場合には、標準作業が守られているか、標準作業に誤りがないかなどを調べ、適切な修正処置をとるとともに、品質が規格値に対して大きく異なっている場合は、再度締固めを行うなどの現地的処置も必要である。特に天候に起因する原因の場合には、作業の休止条件について再検討を行うなどの処置が必要である。

3) 堤体材料の管理

堤体材料については、あらかじめ土の締固め試験を行い最大乾燥密度、最適含水比を把握し、品質管理基準値を定める。また、必要に応じて以下の試験を実施し、堤体材料としての適性を判断する。

- ・ 土の粒度試験
- ・ 土の含水量試験
- ・ 土の一軸圧縮試験
- ・ 土の圧密試験
- ・ 土の透水試験
- ・ 土粒子の密度試験
- ・ 土の液性限界・塑性限界試験
- ・ 土の三軸圧縮試験
- ・ 土のせん断試験

これらの試験の結果より、設計時に想定した堤体材料特性と異なる場合には一般に次のような対策がとられている。

- ① 性質の異なる土質の混合による粒度の調整
- ② 乾燥・湿潤に対する含水比の調整
- ③ 添加材による土質の安定処理

管理のための調査項目については表 5.3.1 の通りである。

表 5.3.1 品質管理試験および頻度（参考例）

種別	試験区分	試験項目	試験方法	試験基準	備考
材 料	必須	土の締固め試験	JIS A 1210	当初および土質の変化時	最大乾燥密度と最適含水比
	その他	土の粒度試験 土粒子の密度試験 土の含水比試験 土の液性限界試験 土の塑性限界試験	JIS A 1204 JIS A 1202 JIS A 1203 JIS A 1205 JIS A 1206	当初および土質の変化時	土の分類
		土の一軸圧縮試験 土の三軸圧縮試験 土の圧密試験 土のせん断試験 土の透水試験	JIS A 1216 地盤工学会基準 JIS A 1217 地盤工学会基準 JIS A 1218	必要に応じて	
施 工	必須	現場密度の測定または空気間隙率・飽和度の測定	JIS A 1214	築堤は1,000㎡に1回の割合、または堤体延長20mに3回の割合の内、測定頻度の高い方で実施する。	
			RI計器を用いた盛土の締固め管理要領(案)	築堤は、1日の1層あたりの施工面積を基準とする。管理単位の面積は1,500㎡を標準とし、1日の施工面積が2,000㎡以上の場合、その施工面積を2管理単位以上に分割する。1管理単位あたりの測定点数の目安は以下のとおりである。	
	その他	土の含水比試験 コーン指数の測定	JIS A 1203 舗装試験法便覧	含水比の変化が認められたとき。 トラフィカビリティが悪いとき。	

(1) 性質の異なる土質との混合による粒度の調整

この方法は粒度分布の悪い土に、その土の欠けている粒径を補うものである。詳細な調整方法は「7.1.2 普通地盤上の嵩上げ・拡幅の施工」において記述している。

(2) 乾燥・湿潤に対する含水比の調整

築堤工事において、定められた締固め度を満足するためには、堤体材料の品質管理では、含水比の管理が重要である。

施工現場における降雨、降雪は、堤体材料の含水比を上昇させ、良好な施工の障害となる。一般に河川堤防の工事は施工期間が限定されており、積雪、寒冷地における冬期間の工事においては、降り続く雪やみぞれによる含水比の上昇を防止するため写真 5.3.1 に示すようにストックヤードの築堤材料を防水シート等で覆い、養生しておくなどの配慮が必要である。



写真 5.3.1 積雪地における冬期の堤体材料養生状況

堤体材料の含水比の調整には、以下のような方法がある。

(a) 自然乾燥

自然乾燥し含水比の低下を図る。この方法は、締固めに先立っ

て堤体材料を敷均したり、放置したり、掻き起こしたりして自然乾燥する。

ストックヤードでは、堤体材料を円錐・三角錐・四角錐の形に盛り上げるなどして含水量の低減を早める工夫などを行うこともある。自然乾燥のためには広い作業ヤードが必要で、作業速度が低下するなど不利な条件が多いが、夏場には効果がある方法である。

なお、第 7.1 節には「現場発生土（河川掘削工事で発生した土砂）を利用する場合」について記述している。

(b) トレンチ掘削など

この方法は、土取場における堤体材料の採取に先がけて、採取基面より下にトレンチ（溝）を掘削し、地下水位を下げることでより堤体材料の含水比の低下を図るものである。比較的効果が認められており、一般的に用いられている。

なお、第 7.1 節に「高含水比の不良土を自然乾燥によって改良した事例」と題して記述している。

(c) 散 水

散水は、堤体材料の含水状態を最適含水比に近づけるために行うもので、敷均した後、締固めの前に散水を行う。散水量は、敷均す材料の自然含水比と締固める際に必要とする含水比の差によって求める。

(3) 添加材による土質の安定処理

添加材による土質の安定処理は、セメントや石灰を堤体材料に混合することにより土の性質を改良するものであり、事前に配合試験を行い、添加量を決定する。

添加材には石灰やセメントなどを用い、混合にはスタビライザ等の機械を使用する。

こうした土質安定処理工法を堤体土工全体に用いる場合にはそ

の効果、環境面への影響、および経済性を十分に検討する必要がある。

4) 締固め管理

仕様書などで、締固めの基準値および頻度が規定されていない場合には、以下の基準及び頻度で締固め管理を行うものとする。

(1) シルト・粘性土<25%の場合

① RI計器を用いて管理する場合

締固め度の規定値：1管理単位の現場乾燥密度の平均値が最大乾燥密度の90%以上

管理の頻度：築堤は、1日の1層あたりの施工面積を基準とする。管理単位の面積は1,500m²を標準とし、1日の施工面積が2,000m²以上の場合、その施工面積を2管理単位以上に分割する。1管理単位あたりの測定点数の目安は以下のとおりである。

面積 m ²	500未満	500以上 1,000未満	1,000以上 2,000未満
測定点数	5	10	15

② 砂置換法を用いて管理する場合

締固め度の規定値：表3.1.3による。

管理の頻度：築堤は、1,000m³に1回の割合、または堤体延長20mに3回の割合の内、頻度の高い方で実施する。

(2) シルト・粘性土 $\geq 25\%$ の場合

③ その他の管理方法

	砂質土 ($25\% \leq$ シルト・粘土分 < 50%)	粘性土
施工含水比 (w_n)	トラフィカビリティを確保し得る範囲	
空気間隙率 (V_a)	$V_a \leq 15\%$	$2\% \leq V_a \leq 10\%$
飽和度 (S_r)	—	$85\% \leq S_r \leq 95\%$

(a) RI 計器を用いて管理する方法(写真 5.3.2、写真 5.3.3)

RI 計器は、測定が簡便で結果がその場で判明するため、日常的管理に適している。この方法は最大粒径 100mm 未満の堤体材料について適用する。この方法は、締固めた堤体材料の乾燥密度を、RI 計器を用いて現場で測定し、(1)式により締固め度を求めるものである。最大乾燥密度は、あらかじめ室内土質試験において求めておく。

詳細な規定については「RI 計器を用いた盛土の締固め管理要領(案)」(平成 8 年 8 月)に記されている。



写真 5.3.2 現場密度試験実施状況 (RI 計器を用いた方法による)

四国地方整備局

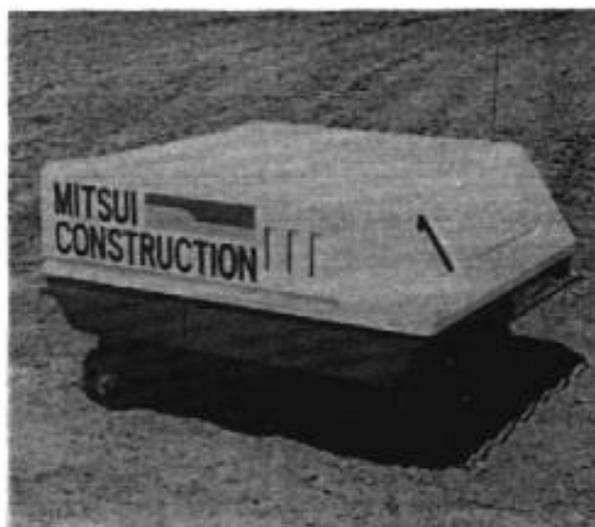


写真 5.3.3 現場密度試験実施状況（縮め固め計測ロボット）

(b) 砂置換法を用いて管理する場合(写真 5.3.4)

この方法は、「3) 堤体材料の管理」で記述した室内縮固め試験 (JIS A 1210) をあらかじめ行い最大乾燥密度を求める。また、現場において縮固めた堤体材料に対して砂置換法 (JIS A 1214) を行い、現場密度を求める。この両者の密度を以下の式により縮固め度を計算するものである。

$$\text{縮固め度} = \frac{\text{現場で縮固めた堤体材料の乾燥密度}}{\text{室内縮固め試験による最大乾燥密度}} \times 100\% \dots (1)$$



写真 5.3.4 現場密度試験実施状況（砂置換法による）

なお、砂置換法・RI 計器の何れの方法を適用した場合においても締固め度が管理基準値に達しない場合には、再転圧などを行う。

また、関東ロームなどの火山灰質粘性土を堤体材料に用いる場合には過転圧にならないように十分に注意する必要がある。過転圧を防止するためには締固め機械および方法を決定する試験盛土において締固め時の状況を詳細に観察しておくことが必要である。

(c) その他の管理方法

RI 計器による管理方法は上記のとおりであるが、この方法は主に粗粒土およびシルト・粘土分の含有量が 25% 以下の砂質土に適用される締固め度の基準である。

締固め度による規定方式は早くから使用されており、実績も多いが、自然含水比が高く施工含水比が締固め度の規定範囲を超えているような粘性土では適用し難い問題がある。そのため粘性土などにおいては空気間隙率、砂質土（シルト・粘土分が 25～50%）においては締固め度あるいは空気間隙率により管理する必要がある。空気間隙率により管理する場合の管理基準値は以下のとおりとする。

	砂質土 (25% ≤ シルト・粘土分 < 50%)	粘性土
施工含水比 (w_n)	トラフィカビリティを確保し得る範囲	
空気間隙率 (V_a)	$V_a \leq 15\%$	$2\% \leq V_a \leq 10\%$
飽和度 (S_r)	—	$85\% \leq S_r \leq 95\%$

最近では、情報化施工が発達し、締固め度の計測結果やロボットの現在位置をリアルタイムにホストコンピュータに通信すると共に、モニター表示できるシステムが開発されている。

国土交通省では、本技術を用いた「TS・GPS を用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」(平成 15 年 12 月)をとりまとめ、砂置換法、RI 計器を用いた方法とあわせて、第 3 の方法として位置付けている。

ローラの軌跡管理による面的な品質管理技術（締固め）例を表5.3.2に示す。

表 5.3.2 ローラの軌跡管理による面的な品質管理技術（例）

技術概要	GNSSやTSで建機の位置を取得し、平面上に設けたメッシュ毎に締め固め回数をカウントし、試験施工で確認した規定回数との差を、オペレータに提供する技術
導入効果	品質(回数)確認、品質確保
対象機種	ローラ
対象工種	土工(盛土工:締固め)、ダム堤体工(締固め工)
技術レベル	GNSS、自動追尾TSを用いた、重機への後付けが可能なシステムが実用化されている。レンタルでの調達も可能
要領・マニュアル	TS・GPSを用いた盛土の情報化施工締固め管理要領(案)
図・写真等	 <p>ローラの軌跡管理による面的な品質管理技術(例)</p>

5) データ整理

測定されたデータは毎日整理し、工程能力図などに図示するとともに、必要な時点でヒストグラムにして整理しておくといよい。

特に工程能力図は工事の進捗に伴う品質の変化を見ることができ、日常的な管理状況とあわせて異常値の事前予測や原因の検討を行う上で便利である。

品質管理の手法について参考として示す。

(1) 工程能力図とヒストグラム

工程能力図は、**図 5.3.1** に示すように、縦軸に品質特性値（締固め度など），横軸にサンプル番号をとって、時間的順序にしたがって測定値を記入し、これに上下限の規格値を示して、規格値に対するデータの変動状況を連続的につかまえようとするものである。したがって、工程能力図を見る場合は規格はずれの割合，点の並び方，ばらつきの大きさなどに注意して見る必要がある。

一方、ヒストグラムは横軸に品質特性値（締固め度など），縦軸に度数をとって、これに規格値を記入したもので、品質の様子をみる鏡のようなものであるから、グラフの多少の凹凸は問題にしないで全体の姿に着目し、規格値に対する余裕，分布の位置および幅，分布の山の形などに注意して見る事が大切である。ヒストグラムの一例を**図 5.3.2** に示す。

(2) データの利用と処置

盛土の品質管理の場合には、盛土材料の土質や施工含水比の変化、あるいは盛土の部位による締固め方法の違い、さらに品質管理試験の資料数の少ないことなどの理由によって、厳密な管理図の適用などは困難であるが、測定データをプロットして異常なばらつきなどが生じたときは、原因を調べて必要な処置をとることが大切である。特に、盛土材の変化，施工含水比の変化に対しては必要な処置を講じ、場合によっては施工法および施工機械の適正について検討を加える必要もある。



図 5.3.1 工程能力図の例

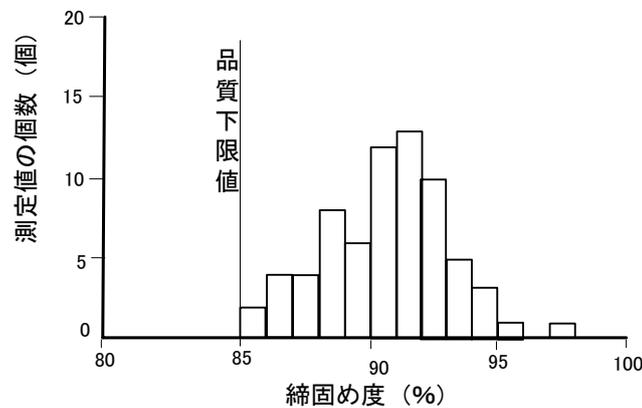


図 5.3.2 ヒストグラムの例

5.3.2 出来形管理

土木工事の対象物は規模の大きいものが多く、完成後に出来形の不備などが見つかったとしても、手直しを行うことは極めて困難である。このため、施工途中の段階から工事対象物が設計図書に示された規格・寸法を満足するよう、チェックを行っておくことが重要であり、このような管理を出来形管理という。

土工の出来形には、堤防中心線,天端などの幅員,のり長,勾配,基準高などがある。測定結果および測定状況をデータシートや写真などにより記録する。成果として、設計値と実測値を対比して記録した出来形表又は出来形図を作成し管理する。なお、堤防中心線のずれ,盛土の幅員不

足などは手直しが簡単に行えないため、施工時の測量や丁張りについて事前に十分な注意が必要である。構造物についても位置のずれや形状寸緯の違いなどを特に注意しなければならない。

また、基礎地盤が軟弱で沈下のある場合は、沈下によって盛土量が増加する場合や、基準高が不足する場合があることから、あらかじめ沈下板を設置し沈下量の経時測定をする必要がある。

なお浚渫工においては流水断面の確保といった観点から、一応計画高がその規格値と考えることができ、計画高以上の掘削がなされていることが必要といえる。しかし、浚渫箇所が洪水などにより堆砂することもあり、区域を適当な広さに区分し、必要に応じて出来形の確認を行っておくことが望ましい。

なお、規格値とは、設計値と出来形の差の限界値であり、測定値は全て規格値の範囲内になければならない。これに対して、管理基準値とは、「規格値」を確保するために、特に施工管理段階で定めた基準である。よって、施工管理は、管理基準値に基づき行うものとする。

規格値の例を、表 5.3.4 に出来形管理写真の一例を示す。

表 5.3.3 出来形管理規格値の一例

		測定項目	規格値	測定基準
河川 土工	掘削工	基準高▽	±50	施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1箇所、延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所につき2箇所。 基準高は掘削部の両端で測定。
		法長 L < 5m	-200	
		法長 L ≥ 5m	法長-4%	
	盛土工	基準高▽	-50	施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1箇所、延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所につき2箇所。 基準高は各法肩で測定。
		法長 L < 5m	-100	
		法長 L ≥ 5m	法長-2%	
	幅 w1, w2	-100		

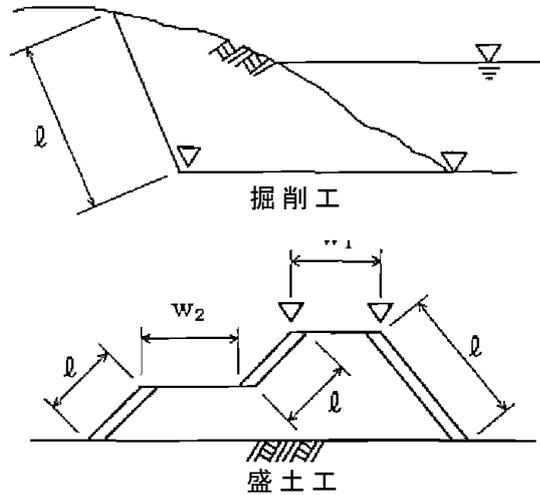


表 5.3.4 出来形管理写真の一例

工種	写真管理項目			
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度	
河川土工	掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所 各1枚
		法長	200m又は1施工箇所に1回 [掘削後]	
	盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し中]	代表箇所 各1枚
		締固め状況	転圧機械又は地質が変わる 毎に1回[締固め時]	
		法長 幅	200m又は1施工箇所に1回 [施工後]	
法面整形工(盛土部)	仕上げ状況 厚さ	120m又は1施工箇所に1回 [仕上げ時]	代表箇所 各1枚	
堤防天端工	厚さ 幅	200mに1回 [施工後]	代表箇所 各1枚	

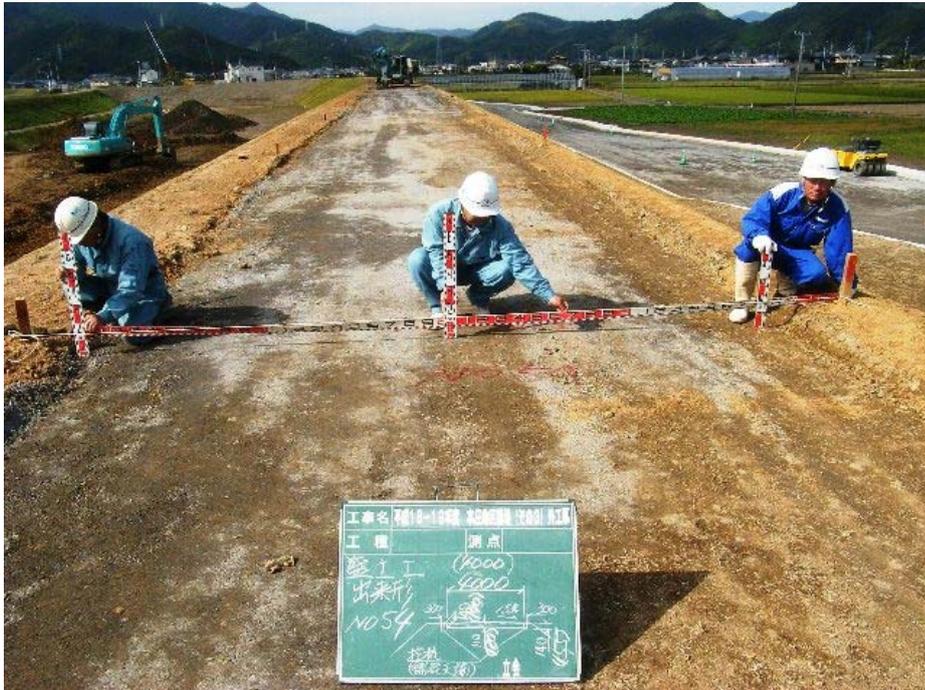


写真 5.3.6 築堤の出来形管理写真の一例（四国地方整備局）

また、最近では、TS（トータルステーション）やGNSS（汎地球測位航法衛星システム）を用いて施工対象物の出来形形状を3次元座標で計測し、出来形管理に用いる手法が導入されつつある。

国土交通省では、大規模工事はもとより、それ以外の工事においても普及促進を図るため、これらの3次元測量技術を用いた試行工事を通じて適用性の検証を行い、直轄工事の道路土工、河川土工等を対象とした「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領（案）」（平成20年3月）としてとりまとめている。

施工管理データを搭載したTSを用いた出来形管理技術例を表5.3.5に示す。

表 5.3.5 施工管理データを搭載した TS を用いた出来形管理技術 (例)

技術概要	TSやGNSSで取得された位置および位置群を、出来形値(基準高、長さ、幅)等に抽出・変換するとともに、設計データとの差分を算出・提供
導入効果	現場作業の効率化(目串レス、測量効率の向上)、人為的ミス防止(データ記録・保管による野帳記録不要、転記なし)、任意点管理の効率化(誘導)、技術者判断の早期化(その場で設計との差分提供)
対象機種	TS・GNSS
対象工種	土工、舗装工、ダム基礎工(掘削工)など
技術レベル	TS、GNSSともに既存技術であり、すでに普及段階にある。
要領・マニュアル	施工管理データを搭載したTSを用いた出来形管理要領(案)
図・写真等	<p>計測点(受光器)</p> <p>TS</p> <p>電子野帳</p> <p>基本設計データ (XML形式)</p> <p>出来形計測データ (XML形式)</p> <p>出来形帳票データ (XML形式)</p> <p>出来形帳票 (PDF形式)</p> <p>1 基本設計データ作成ソフトウェア(パソコン)</p> <p>2 出来形管理用トータルステーション</p> <p>3 出来形帳票作成ソフトウェア(パソコン)</p> <p>施工管理データを搭載したTSを用いた出来形管理技術(例)</p>

第 5.4 節 機械管理

近年の土工においては、そのほとんどが機械施工であり、工事を担当するものは建設機械に関する深い知識と経験なくして合理的な施工を行うことは不可能である。建設機械の管理の適否が施工の成果に及ぼす影響は極めて大きく、機械管理の巧拙はただちに工事費に影響する。したがって科学的根拠にもとづいた機械管理が要求される。機械管理の原則はおよそ次のとおりである。

- ① 全工事を通じ、必要機械の変動をなるべく小さくするように計画する。
- ② 保有機械は有効に稼働させ、古くなった機械の更新の時期を誤らないようにする。
- ③ 機械を良好な状態に整備しておく。
- ④ 機械管理の運用は、現場に適合した使用計画を立案し、実施に当っては運用を誤らない組織を編成する。
- ⑤ 健康で有資格の運転員を配置し、教育、訓練を補いながら工事を進める。
- ⑥ 作業記録を整備、活用して、施工技術の開発を心掛ける。

なお、最近の土工では土工専業や機械のリース業などの台頭により施工体制の変化が起こっているため、土工作業ならびに機械管理面での指揮命令系統を明らかにし、統制のできるものであることが必要である。

5.4.1 稼働管理

建設機械の稼働に最も関連するのは工事量であり、工事量の多少、工事量の期間的変動などを十分検討して工事の段取りと建設機械を定めなければならない。

稼働率が機械経費原価を下げる最も大きな要素であり、稼働率が向上するように建設機械の使用計画を立て、建設機械が遊休しないようにす

ること、整備・修理を計画的に行い、かつ建設機械の故障を未然に防止してむだな時間、費用を費やさないことが基本である。建設機械は現場にあっては、いつも稼働できる状態にしておくことが必要である。

作業能率の向上は時間当たりの作業量を増すことであり、それによって工事単価が低減し経済的な施工が図れる。しかし、作業能率を向上させようとするあまり安全性を無視して無理な仕事をさせたり、オペレータを長時間休息なしに働かせることは厳に慎まなければならない。

また、建設機械の稼働率あるいは作業能率を改善するには、経済性、信頼性、保全性を念頭においた機械管理を実施することが大切である。このためには建設機械に関する作業記録を正確にとる必要があり、これをよく検討の上、現場作業に反映することが大切である。

5.4.2 維持管理

機械施工を計画どおり行うためには、建設機械が常に良好な状態にななければならない。このため現場においてはそれぞれの建設機械の取扱説明書により示された点検、給油、保守を行うことが大切である。

建設機械は毎日、毎週、毎月など定期的に点検し、必要な手入れを施す必要があり、労働安全衛生規則においても、車両系建設機械そのほかの作業開始前点検、定期自主検査の実施ならびにこれらの記録が義務付けられている。一般に毎日の点検はオペレータが行い、毎週・毎月の点検は一定の運転時間が経過したとき、専門の技術者が行う。このような定期点検は計画的に実施し、建設機械の故障を未然に防止するために適切な処置を施さねばならない。

また、給油は重要な整備作業であって、多くの故障は給油を怠ったためや規格に適合しない油を使用するために起こっている。

第 5.5 節 安全管理

建設事業の現場は、単純画一的な作業環境の醸成が困難で時々刻々変化するケースが多い。したがって、管理体制も常に変化に対応できるものでなければならない。

安全対策の基本は「安全第一」であり、これに徹することがよいものを早く、安く作り上げることに通じる。従来計画、設計段階では出来上がったものの安全性に主眼点がおかれてきた。しかし、建設事業における作業員の不足と高齢化などから工期に無理が出がちであるという事情をふまえると、計画の段階から施工過程における安全性に注意が払われていなければならない。また、施工に当っては現場の施工体制と安全対策が遊離したものにならないように留意すべきである。

また、既設堤防は、その天端、小段などが兼用道路になっていたり、市街地に近接している場合があることから、既設堤防の強化対策工事や拡築工事は、新堤の築堤工事に比較して、第三者に関連する事故が起こりやすい条件下にあるので特に留意する必要がある。

5.5.1 安全管理に関する法規類

安全管理に関する法規の代表的なものとして、「労働安全衛生法」、「労働安全衛生法施行令」および労働安全衛生法の施行上の細則を規定している「労働安全衛生規則」をあげることができる。労働安全衛生規則では、

- ① 安全委員会、衛生委員会などの設置
- ② 届出を要する工事・設備・機械(10m 以上の地山掘削工、架設通路など)
- ③ 作業主任者、作業指揮者を選任すべき業務(2m 以上の地山掘削工、土留め支保工、建設機械の修理・アタッチメント脱着など)
- ④ 資格を必要とする者(発破技士、建設機械運転者など)
- ⑤ 監視人、誘導者の配置を必要とする業務(建設機械の転落・接触の

防止, 架空電線近接作業, 明り掘削など)

- ⑥ 立入禁止の措置(建設機械の作業半径内, 地山崩壊のおそれのある箇所, 危険物取扱い箇所など)
- ⑦ 周知義務(作業計画, 合図, 警報など)
- ⑧ 保護具の着用義務(保護帽, 安全帯, 着用状況の監視など)
- ⑨ その他の作業遂行上の順守義務, 禁止事項(掘削面の勾配, 土留め支保工の構造, 建設機械の制限速度, 感電防止など)

などの事項が規定されている。

さらに建設工事の安全施工について詳細に規定したものとして、「市街地土木工事公衆災害防止対策要綱」(国土交通省), 「土木工事安全施工技術指針」(国土交通省), 「建設機械施工安全技術指針」(国土交通省), 「建設工事公衆災害対策要綱(土木工事編)」(国土交通省) などがあり、これらの関連法規も十分に熟知しておく必要がある。

5.5.2 建設災害の防止対策

工事の大規模化と機械化が進むにともない、建設機械に関連した災害が増えている。主な災害は次に示すとおりである。

- ① 建設機械に起因するもの
- ② 掘削中の土砂の崩壊によるもの
- ③ 高所からの転落や落下物によるもの
- ④ 発破作業によるもの
- ⑤ 工事現場内での交通事故によるもの

また、これらの災害の中でも建設機械に起因するものが最も多く、その発生原因としては次の事項を挙げることができる。

- ① 現場技術者の建設機械に対する知識不足のため施工方法を誤り、狭い場所に大型建設機械を持込んだり、よく締っていないのり肩に大型建設機械を投入して転落事故を起こす。
- ② オペレータの不注意, 技能の未熟

③ 組合せ作業における連絡や合図の不徹底

④ 建設機械の整備不良や安全装置の不備

建設工事における事故は、すべて人間の知識と能力によって未然に防止できるものであり、そのほとんどが不注意によるものである。現場管理者は事故が人命に及ぶことを心して、適切な安全対策を確立して実行しなければならない。

1) 第三者に関連する事故の防止

- (1) 施工に際しては公衆災害防止を考慮した工法を選定する。
- (2) 施工に必要な作業場を明確に区分・明示して第三者が誤って立ち入らないように柵などを設置して境界を明確に示す。万一立ち入った際も穴に落ちたりしないよう配慮する。
- (3) 工事車両の通行に際しては、必要に応じて道路管理者、所轄警察署と協議し、運行ルート等を決める。道路使用を伴う場合は、その手続きを確実に行うと共に、予告看板等で周知を計る。通学路等は避けることが望ましいが、避けられない場合には、迂回路の設置や通学時間を避けて作業を行うなど、必要な措置を講じる。
- (4) 工事用車両の出入り口部では、一時停止を励行すると共に、必要に応じて、回転灯、カーブミラーの設置、誘導員の配置を行う。
- (5) 交通の危険、渋滞などの防止のため、運搬ルートを徹底させ、必要な標識類を設置し、交通誘導員を配置して安全に通行が行えるようにする。抜打ちで追跡調査を行うことも有効である。
- (6) ダンプトラックが公道を走行する場合、過積載の禁止（トラックスケールの設置、看視員の配置等）、粉塵対策（スパッツの設置、付着泥の撤去・洗浄、アオリの励行、シート養生等）、アイドリングストップ、路駐禁止等の関係法令の遵守を徹底する。
- (7) ガス、水道、電気、通信ケーブル等の埋設物に近接した工事は必ず試掘を行い埋設物の平面的位置・深度を確認して、管理者立会のもとに保安上必要な措置（防護、切り回し等）を講じる。

- (8) 建設機械の使用・移動にあたっては架空電線防護を行った上で監視員を配置し細心の注意を払って作業する。また軟弱地盤などでの建設機械の転倒防止に対して適切な措置(敷鉄板、地盤改良等)を講じる。
- (9) 万一、埋設物、架空電線などに対して接触、あるいは破損などの事故を起こした場合に対処するため、あらかじめ連絡先を明確にし、応急対応策等を検討しておく。
- (10) 作業場の内外は整理整頓し、塵埃などにより周辺に迷惑のかからないように施工現場の環境整備に注意する。また、シート等が風で飛ばされる恐れのある場合は緊結等の対策を講じる。
- (11) 施工現場、そのほか工事のために使用している場所の巡視を行い、事故発生を未然に防止する。
- (12) 施工体制台帳を整備し、施工体系図、主任技術者体系図を第三者が視認できる箇所に掲示する。

2) 労働災害の防止

- (1) 安全管理の計画・実施を行う安全管理組織(安全衛生委員会、安全衛生協議会等)を設け、体系的な安全管理に努める。
- (2) 常時 100 人以上の労働者を使用する場合は、総括安全衛生責任者、常時 50 人以上の労働者を使用する場合は、資格を有する者の中から安全管理者を専任する。又常時 50 人以上の労働者を使用する場合は、資格を有する者の中から衛生管理者を選任する。常時 10 人以上 50 人未満の労働者を使用する場合は、資格を有する者の中から安全衛生推進者を専任する。さらに、特定元方事業者は、統括安全衛生責任者を専任し、資格を有する者の中から専任した元方安全衛生責任者を指揮させる。
- (3) 統括安全衛生責任者が専任された事業所では、関係請負人は、安全衛生責任者を専任する。

- (4) 事業者は、労働者を使用する場合、新規入場者教育を実施する。
教育内容は、
- ① 工事の概要、管理体制、組織
 - ② 所内のルール、現場環境、施設
 - ③ 他職との共同作業
 - ④ 全体作業工程
 - ⑤ 安全施工サイクル
 - ⑥ 機械等、原材料等、場所等の危険性又は有害性及びこれらの取扱
等
 - ⑦ 安全装置、保護具等の性能及び取扱等
 - ⑧ 作業手順
 - ⑨ 作業開始時の点検
 - ⑩ 当該作業に関して発生の恐れのある疫病の原因及び予防
 - ⑪ 整理、整頓及び清潔の保持
 - ⑫ 事故、災害時等における応急措置及び待避
 - ⑬ その他当該業務に関する安全又は衛生のために必要な事項
- 教育に際して以下の確認を行う。
- ・ 資格、経歴
 - ・ 緊急時の連絡先、血液型、既往症
 - ・ 健康診断書
- ただし、これらのデータは個人情報保護法に抵触する内容となる
ので、その取扱には十分留意する
- (5) 緊急時組織表及び、緊急時連絡体制表を、作業従事者の見え易い
箇所に掲示し、掲示してあることを周知徹底する。
- (6) 安全朝礼，安全工程打合せ，作業開始前ミーティング（KYK ミー
ティング等），安全教育・訓練（月 1 回 4 時間等）、避難・消火
訓練（6 箇月に 1 回等）などを実施し、作業従事者の安全意識の
高揚に努める。
- (7) 作業箇所の地形，地質などを十分調査し、機械類の選定，作業方

法の決定など適切な安全管理計画を立てる。

- (8) 掘削面の高さが 2m 以上となる地山の掘削、土止め支保工の切りばり又は腹おこしの取付け又は取り外しの作業等が含まれる場合、資格を有する者の中から作業主任者を選任しその直接指示のもと作業を行う。
- (9) 作業責任者は、建設機械や作業の種類に応じて適任者を選定する。
- (10) 資格を必要とする作業には、資格を有する者の中から担当者を選任する。当該資格者証は常時携帯する。
- (11) 保護具は作業の種類に応じたものを着用し、建設機械は適切な装置等が装着され、適切に法定自主点検が行われ合格したものを使用する。
- (12) 保護具等、電気関係、電動工具等、建設機械等、車両等、地山、土止めその他必要と認められた項目に関して、始業前点検を行い記録を残す。別途月例点検も行う。
- (13) 感電を防止するため、分岐回路及び負荷設備接続部には、漏電遮断器（動作感応電流 30mA、動作時間 0.1sec 以下）を設置すると共に、接地する。接地抵抗を 3 箇月毎に測定し、100Ω 以下であることを確認する。
- (14) 交流アーク溶接機を使用する場合は、自動電撃防止装置の備わった物を使用し、始業前にその動作を確認する。
- (15) 酸素、アセチレン、油脂燃料は隔離保管する。一箇所に同時に保管できるのは、酸素 10 本以下、アセチレン 5 本以下、ガソリン 100 リットル未満、軽油 500 リットル未満である。なお必ず保管場所には、消火器を設置すると共に、油脂燃料は土壌汚染を防止するため、流出防止措置を施す。
- (16) 場内制限速度を定め明示、周知徹底する。
- (17) 建設機械の走行路の整備、適切な誘導者の配置を行い、転倒、衝突などの防止を図る。
- (18) 建設機械等から離席する場合は、バケット、排土板等を着床させ、

エンジンを切り、キーを抜き、扉に施錠し、逸走、取扱責任者以外の誤操作を防止する。

- (19) 移動式クレーンを使用する場合、アウトリガーを最大に張出し、その下を敷板、敷鉄板等で養生する。事前に吊り荷と、作業半径より適正な能力の機種を選定し使用する。フックの外れ止め、過巻き防止装置、リミッターの作動等を確認する。本体ワイヤー及び玉掛ワイヤー等のキンク、素線切れ等のないことを確認する。有資格者による操作、玉掛を行う。合図者を選任し、合図者は地切り時荷姿の確認を行う。吊荷の下に入らないように介錯ロープ等を適宜使用する。強風（10m/sec以上）時、雷接近時は作業を中止しブームを収納、伏状態で待機する。なお、本体は接地しておく。
- (20) 掘削中の土砂崩壊に対処するため安全な勾配で掘削すると共に、のり面から落下の恐れのある土石を取り除く。のり面が浸食崩壊しないようにのり肩に小堤を設けのり面の浸食を防止し、縦排水箇所はシート等で養生する。地山点検を行う。特に降雨後はクラック、はらみなどの変状点検を強化し、必要に応じて観測計器を設置する。
- (21) 危険箇所には柵などにより立入禁止措置を行い、安全看板等を設置して注意を喚起する。
- (22) 勾配が1:1.5より急で直高1.5mを超える切土、盛土部には、昇降設備を設ける。又そののり面で作業を行う場合は、親綱、ロリップを使用する。
- (23) 勾配が1:1.5より急で直高2.0mを超える切土、盛土ののり肩には、基本的に手摺を設置する。不可能な場合は十分な離隔をとった上で、のり肩表示を行う。
- (24) 直高で5.0mを超える切土、盛土部には、5.0m以内毎に小段を設ける。

5.5.3 水防対策

河川工事においては出水期における工事を行わないのが原則である。やむを得ず出水期に工事を実施する場合には、その方法、順序に注意し、洪水時に高水敷の洗掘崩落等をひきおこすことのないよう注意を要する。特に本堤付近の土工については万全の注意を払わなければならない。

1) 出水対策

緊急時の計画を立て、要員や資機材などの確保、役割分担および指揮系統を組織図にて明確にしておく。

2) 土工施工時の出水対策準備

出水が予想される場合には、状況によっては土のう等の水防資材を準備し、工事が原因となって河川工作物が危険に瀕することのないように必要な措置を講ずる。時間外においても作業員や建設機械の動員体制を整えておかなければならない。

第 5.6 節 環境保全対策

河川工事が直面する環境問題は、地域住民の生活環境や自然環境が大部分である。このため、施工時には地域住民の生活環境や自然環境に対する影響を最小限に抑えるよう配慮されなければならない。一定規模の事業計画に当たっては、あらゆる角度から環境問題をとらえて事業が環境に与える影響を評価し、関係住民をはじめ各方面の了解を得ようとする、環境アセスメントなどによる検討が実施されることもある。また、工事の実施にあたっては生活環境を守り、工事の円滑な執行を図るために、関連法規等に留意しつつ工法・建設機械の選定、作業方法など細心の注意を払う必要がある。

5.6.1 環境保全に関する法規類

公害に関する基本法として「公害対策基本法」があり、具体的・個別の規則は個々の公害現象ごとに別途規制する法律がある。建設工事に特に関連深いものとしては、騒音に対して「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・振動それぞれに規制に関する基準が定められている。

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則、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。

一般河川工事での水質汚濁は程度の問題はあっても通常避け得ないものである。河川工事は水質汚濁防止法または河川法等の関係法令によっても、直接的には規制対象となっていない。しかし、工事施工にともなう水質汚濁が、下流に対して見過ごしがたい影響を与えたり、相当の被害を生じさせるおそれのあるときは、関係法令の趣旨を遵守するために必要な措置をとることが望まれる。したがって、避け得ない泥水がある期間にわたり経常的に発生するときは、表 5.6.1 に示す目安、及び関係自治体が公共用水域の水質汚濁の防止のために条例で定めている工事排水についての規制等に従って対策を検討することが大切である。

表 5.6.1 水質汚濁防止に関する主な規制値(平成 20 年 1 月現在)

主な項目(抜粋)	単位	水質汚濁防止法		下水道法
		最大値	1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	—

5.6.2 騒音・振動への施工上の対策

騒音・振動の場合、影響の大きさはそのレベルの大きさ、発生時間の長さ、騒音・振動の周波数分布などに左右され、防止対策としては、騒音・振動の絶対値を下げることはもちろん、発生時間を短縮することも検討する必要がある。現在、ブルドーザ、バックホウ、トラクタショベル、空気圧縮機、発電機などについては低騒音型機種が開発され、国土交通省から低騒音型建設機械として指定を受けているものもあり、住居が集合している地域、病院または学校の周辺などでは緊急の場合を除いてこれらの機種を使用しなければならない。施工上の一般的な対策工法には次のようなものがある。

- ① 低騒音および低振動の機械または工法を採用する。家屋等が近接する場所での遮水矢板の施工に際して、油圧式杭圧入・引抜機を用いて近接家屋に対する騒音・振動の影響を低減させた事例もある。
- ② 現場内での機械および音源となる設備を受音部から遠ざけたり、他の設備の背後に置くなど配置を考慮する。
- ③ 作業時間帯および作業工程の調整により影響をなるべく小さくする。
- ④ 遮音施設を設置する（図 5.6.1、写真 5.6.1 参照）。遮音壁を設置する場合は、風荷重により倒れない構造にすると共に、風切り音による騒音、日照対策（透明な遮音壁を使用する）、電波障害等にも留意する必要がある。
- ⑤ 施工機械の運転時には無理に負荷をかけたり、空ぶかしなどを避ける。

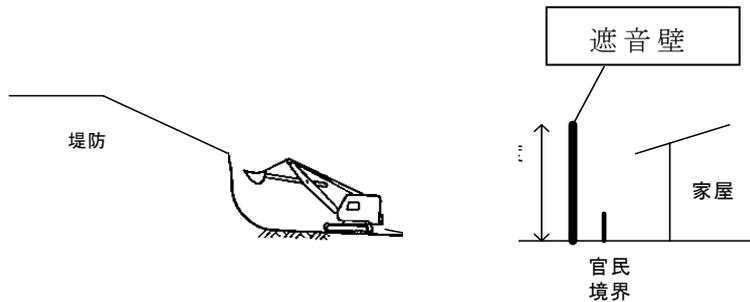


図 5.6.1 遮音壁設置例概念図



写真 5.6.1 防音壁の例（九州地方整備局）

なお、施工前、施工中には次のような調査を行うことが望ましい。

1) 振動による家屋等の変状

施工時の振動による家屋等の変状の有無を確定するためには、施工前に家屋調査を行い、建物の亀裂の状況を確認・記録しておくことが必要である。

家屋の全景 /内壁の亀裂/天井の亀裂/内壁と柱との隙間 /廻縁などの隙間 /タイル張り部分の亀裂及び目地の状態/柱、床、敷居、塀などの1m 当りの傾斜 /建具の建付け状況/外壁モルタル、タイルの亀裂及び隙間 /叩き、布基礎の亀裂/土間の亀裂及び隙間 /その他、現在の家屋の状態。写真 5.6.2 に家屋調査の状況を示す。

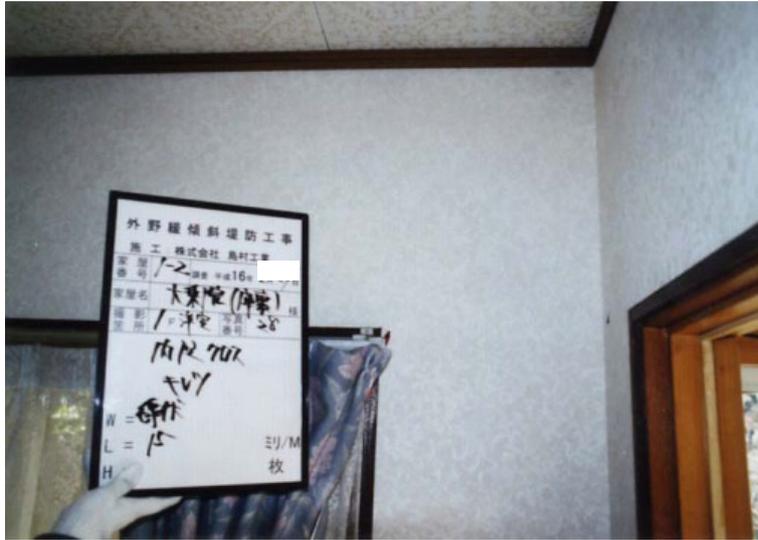


写真 5.6.2 施工前の家屋調査の状況

施工にあたっては、作業状況、箇所が変わる度に、用地境界部での振動測定を行い規定値内であることを確認する。さらに施工中の適切な時期に同一箇所での家屋調査を複数回行い、振動による影響の有無を判定するための資料とする。特に、軟弱地盤が広範囲に分布する地域では、想定範囲を超えた場所の家屋に影響が出る可能性があるので、測定範囲を広げたり、聞き込み範囲を広げたりする配慮が必要である。

2) 騒音の発生

騒音被害が懸念される場合は施工前に暗騒音の測定を行い、施工中の騒音レベル及び基準値と比較する。

5.6.3 事業による損失の評価

工事を行う場合には、「土木工事安全施工技術指針」などの定めに従って適切な事業損失防止対策を講じなければならない。具体的には、地元説明、ビラ、看板、戸別訪問、日常の挨拶等を通して近隣住民との良好な関係を築き調査に当たっても、十分な配慮が必要である。

また、特定建設工事を伴う場合は、当該作業7日前までに、市町村に

届け出た上で、近隣住民に周知し、理解と協力を求めておく必要がある。

前述した騒音、振動以外に事業損失の対象となる主な事象とその調査および対策方法には以下のようなものがある。

1) 矢板打設等による地下水障害

基盤漏水対策として地盤中への矢板打設等を実施する場合には、地下水流動を阻害することによる井戸枯れ等の地下水障害の発生に留意する必要がある。こうした影響が想定される現場においては、必要に応じて施工前に周辺地域の井戸調査（所有者、水位、深度、ストレーナ位置、使用目的など）を行うとともに、必要に応じて地下水解析による影響予測を行って対策に役立てる。

また、施工中は、適切な時期に同一箇所での井戸調査を行い、矢板打設等による影響の有無を判定するための資料とする

地下水流動確保対策として、堤防の所定の耐浸透機能が確保される範囲内において、矢板に穴を空けた（いわゆる“穴空き矢板”）事例もある。

2) 盛土等による引き込み沈下の発生

断面拡大工法において堤内側に盛土等を行う場合には、新たな載荷による民地側の引き込み沈下が発生し、家屋等の変状が発生する場合があるため、施工場所と家屋との間での地表面の沈下監視を行う必要がある。

また、盛土等による引き込み沈下が予測され、近接家屋に影響を与える場合は、施工場所と家屋との間に縁切り矢板等で対策工を行う必要がある。

第 5.7 節 沈下および安定管理

5.7.1 概 説

軟弱地盤で問題となる項目に、堤体盛土にともなう基礎地盤の沈下と安定がある。軟弱地盤、特に内陸部での沖積層は土質構成等が複雑なのが一般的であり、このため限られた個数での調査・試験から得られた土質定数がその地域の軟弱層の代表値とは必ずしも限らない。また、沈下・安定などに対する設計手法も種々の要因を簡略化した一種の便法ともいえ、必ずしも実際の姿を確認する方法ではない。

このため、調査・設計時に予測した現象が実際に生じているか、対策工法の効果が予定したとおりに発揮されているかどうかを照合し、予測し得なかった挙動が生じた場合には速やかに原因の追求とそれに応じた対策を施さなければならず、そのためには施工時に動態観測を行いながら工事を進める必要がある。

動態観測のために設置する主な計器には、一般には表 5.7.1 に示すようなものが用いられる。

沈下および安定管理のために設置された各種観測計器の測定頻度および測定期間は軟弱地盤の程度、工事の重要性、工程などによって異なるが、一般には施工期間中および盛土完了後でも盛土の安定性が危惧される期間(一般には盛土後約 1 ヶ月程度まで)では測定頻度を密にし、盛土が比較的安定している期間には測定頻度を粗にしてゆく。なお、基礎地盤に大きな変状が生じ始めた場合には、さらに測定頻度を密にするなど適宜実状に合わせて測定頻度を変更できるような管理体制を整えておくことが大切である。

表 5.7.1 各種動態観測用の計器

計器の名称	利用目的		備考
	沈下管理	安定管理	
地表面沈下計	◎	◎	◎利用頻度の高いもの
深層型沈下計	○	○	
地表面変位杭	—	◎	
地表面伸縮計 (自記式地すべり計)	—	◎	
地中変位計	—	○	
間隙水圧計	○	○	



写真 5.7.1 沈下板の設置状況 (東北地方整備局)



写真 5.7.2 変位杭の設置状況（中部地方整備局）

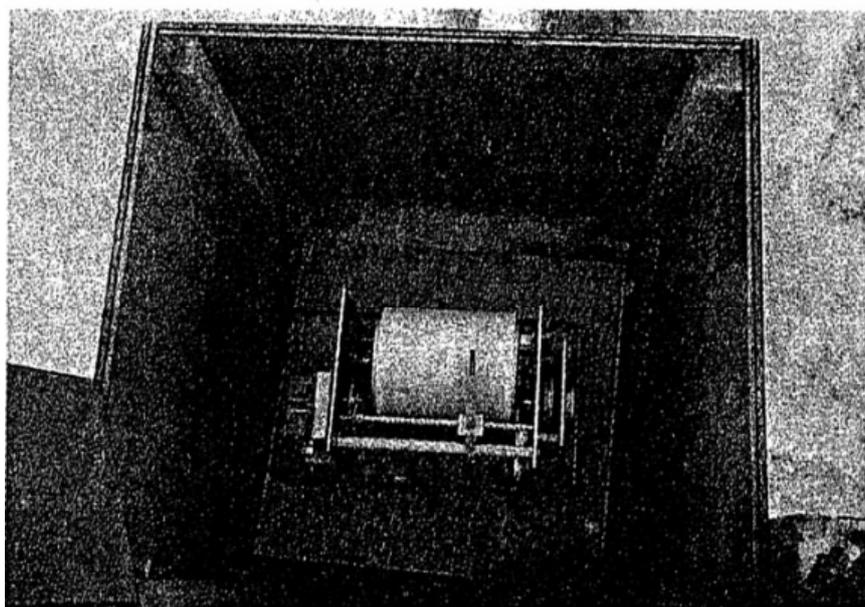


写真 5.7.3 伸縮計の設置状況（北海道開発局）

動態観測は工事を安定に進めることを目的として実施するものであるから、観測結果は直ちに整理し、盛土および地盤状況の変化する挙動をいつも把握しておかなければならない。図 5.7.1 に観測用計器の配置例を示しておく。

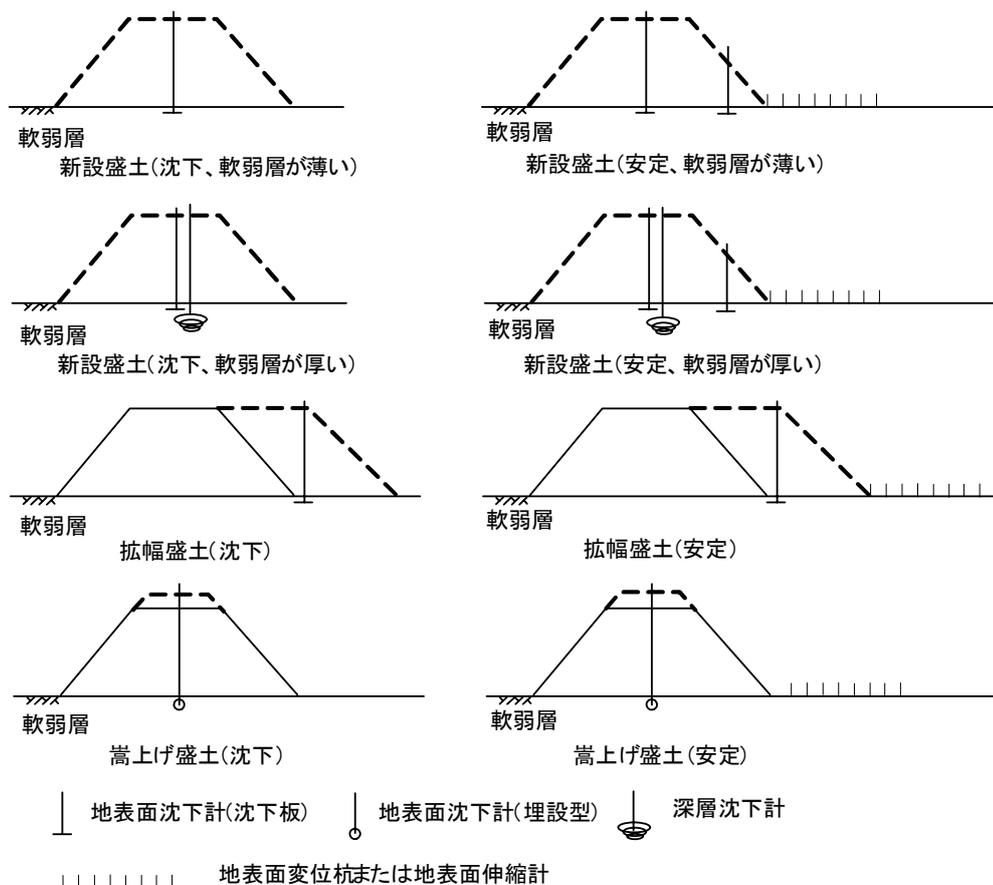


図 5.7.1 動態観測用計器の配置例

5.7.2 沈下管理

1) 計測結果の利用

軟弱地盤上に構築された構造物は、大きい沈下が長期間継続したり、予想以上に大きい不同沈下が生じ、ひいては構造物の安定性にまで被害を及ぼすことがある。このような被害を防止するために細心の注意を払って沈下管理を行い、次のような点を明らかにして堤防の受ける被害を最小限に食い止めるとともに、堤防が完成した時の堤高を十分に確保できるように余盛り量の適切な修正などを必要に応じて行えるようにすることが大切である。また、沈下管理は後述する安定管理と密接な関係があるので、沈下管理という字句にとらわれることなく、

安定管理も念頭において進めなければならない。

- ① 軟弱地盤の各層ごとの沈下量を求めて、沈下の進行状況を調査する。この場合、軟弱層ごとの過剰間隙水圧の経時変化の傾向から、時点ごとの圧密度を明らかにすれば、より正確な結果が得られる。
- ② 理論計算によって求めた沈下量の経時変化を沈下管理によって調整し、施工工程の修正を行う。
- ③ 載荷重工法を採用したときは、プレロードの量、放置期間および除去の時期などを沈下管理により判定する。また、除去後に施工する構造物の施工時期を決定したり、施工後に継続して生じる沈下量の推定を行い、余盛り量を決める。
- ④ くいなどで支持した構造物と直接軟弱地盤上に載荷した盛土の境界に生じる不同沈下量を求めて、施工完了後に生じる不同沈下量がその構造物自体およびその利用目的に支障を与えるかどうかを検討する。
- ⑤ 沈下量の測定結果に基づいて盛土量を修正するなどの検討を行う。

2) 沈下量の推定

沈下量の経時的な測定結果から、施工後に続く沈下量を推定する手法はいくつかある。

このうち、双曲線法は盛土の施工時などにおいて施工途中の短期間の推定に適用し、 $\log t$ 法は供用後の長期の沈下量を推定する場合に用いられている。これらの方法はこれまでの経験からある程度適合する手法と考えられている。

双曲線法では、時間一沈下曲線について、沈下の平均速度が双曲線に沿って減少していくことを仮定しており、この仮定から載荷後の任意の時点での沈下量を次式から推定する。

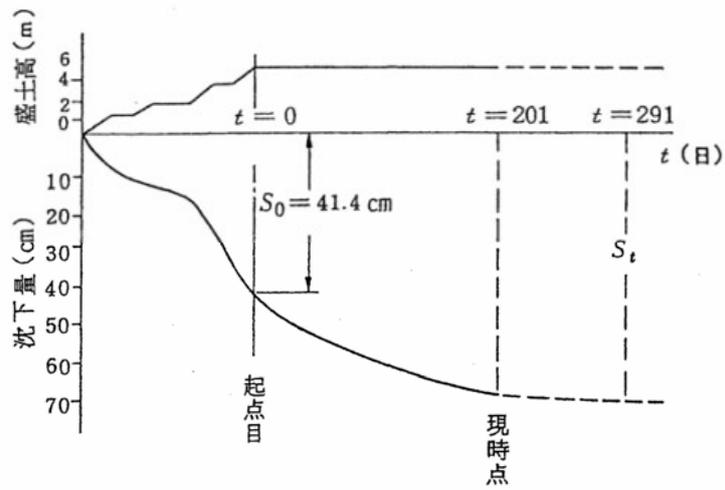
$$S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta \cdot t}$$

- ここに S_t : 時間 t 時の沈下量 (cm)
 S_0 : 初期沈下量 ($t=0$) (cm)
 t : 起点日よりの経過時間 (day)
 α, β : 実測値から得られる定数 (参図 5.2 参照)

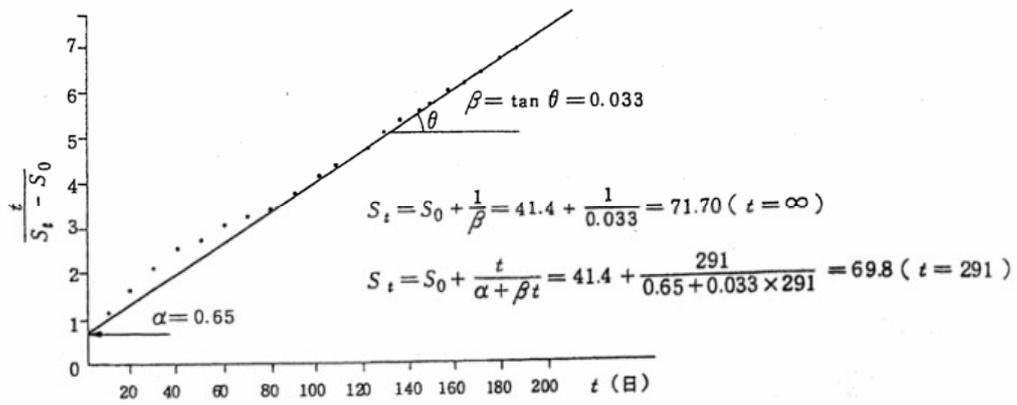
なお、軟弱地盤は単純な一層でなく、圧密速度の異なる数層の軟弱層から構成されていることが多い。このため、軟弱地盤の表面で測定した沈下量に対して双曲線法を適用しても、よい精度で将来の沈下量を推定できるとは限らない。したがって、深層型沈下計によりできるだけ圧密特性の異なる土層ごとに分けて沈下量を測定し、それぞれの時間一沈下量ごとに双曲線法を適用し、その結果を合成することが望ましい。

[参考] 双曲線法による沈下量の推定例

- ① 参図 5.1 に示した実測時間一沈下量曲線について起点日を決める (盛土終了日を $t=0$ とするのが普通である)。
- ② 各実測値を用い、経過時間 t とその間での沈下量 ($S_t - S_0$) から $t / (S_t - S_0)$ を計算する。
- ③ 参図 5.2 に示した t と $t / (S_t - S_0)$ の関係図をプロットする。
- ④ 参図 5.2 から係数 α 、 β を決定する。
- ⑤ 検討時点での現在荷重による沈下量を推定する。



参图 5.1 実測時間沈下量曲線



参图 5.2 双曲線法による沈下量の推定

5.7.3 安定管理

軟弱地盤上に堤防などを施工するときは、基礎地盤の支持力が不足して著しい変形や破壊を起こすおそれがあることを認識していなければならない。このような基礎地盤の著しい変形や破壊を未然に防止して、計画工程にしたがって常に基礎地盤を安定な状態に保持しながら盛土などの施工を行うためには、安定管理を行える十分な体制を確立しておく必要がある。

基礎地盤は変形が著しくなると同時に地盤の強さが低下するので、動態観測結果をすみやかに整理し、常に軟弱地盤の挙動を把握しながら工事を進めなければならない。

安定管理の主な項目は、次のとおりである。

- ① 計画どおりの速度で盛土が施工されているかどうかを管理する。
- ② 基礎地盤や盛土などの変形量やその経時変化を継続して測定し、その結果を解明する。
- ③ 必要に応じて軟弱地盤から乱さない試料を採取して土質試験を行うなどして軟弱地盤の強さの変化を調査する。

軟弱地盤の挙動が安定な状態のものであるか、不安定な状態のものであるかの判断はかなりの経験者でなければ難しいが、不安定状態の定性的な傾向としては次のような事項をあげることができる。

- ① 盛土の天端面やのり面にヘアクラックが発生する。
- ② 盛土中央部の沈下が急激に増加する。
- ③ 盛土のり尻付近の地盤の水平変位が盛土の外側方向へ急増する。
- ④ 盛土のり尻付近の地盤の鉛直変位が上方へ急増する。
- ⑤ 盛土作業を中止しても、上記③、④の傾向が継続し地盤内の間隙水圧も上昇し続ける。

以上の傾向が沈下や測定結果としてどのように現われるかについて次に示す。

1) 沈下計の測定結果

図 5.7.2(a)に示すように、盛土中央部付近の沈下量の経時変化は、軟弱地盤が安定している状態であれば、ある一定値に収れんする傾向を示す。基礎地盤が破壊に近づくと沈下量の経時変化は図 5.7.2(b)に示すように変化して沈下速度は急激に増加する。

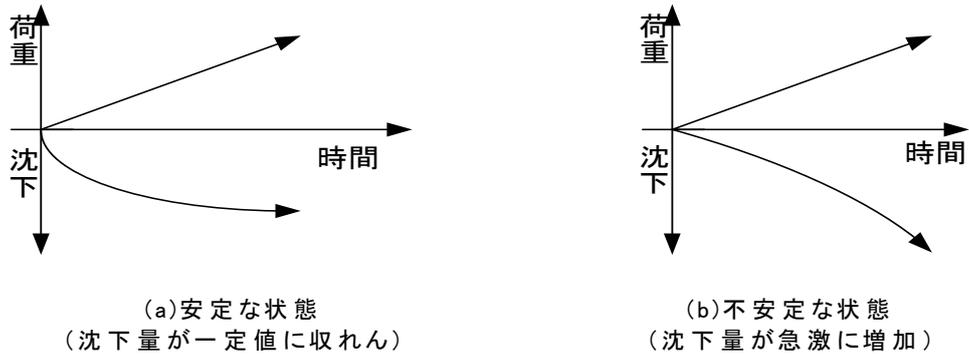


図 5.7.2 沈下量の経時変化と基礎地盤の安定（盛土中央付近）

2) 地表面変位ぐいなどの測定結果

水平変位量の経時変化は、基礎地盤が安定している状態の時は図 5.7.3(a)に示すように変化がほとんど認められないか、または多少盛土側に引き込まれる変位を示す。基礎地盤の変形が激しくなれば、水平変位は急激に増し、(b)に示す用に載荷外側に向かう。

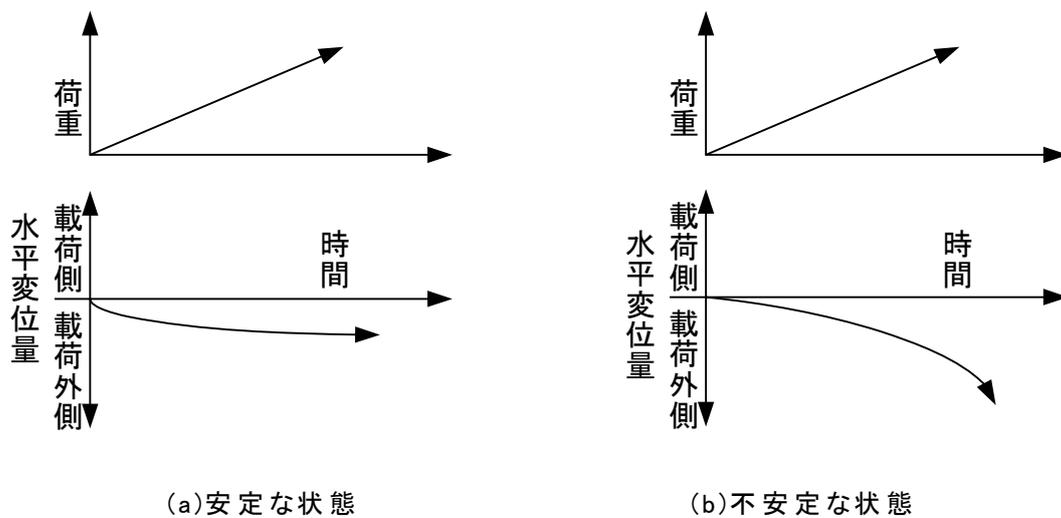


図 5.7.3 水平変位の経時変化

垂直変位量の経時変化は、基礎地盤が安定しているときには図5.7.4(a)に示すようにほとんど変位量は認められないか、沈下の傾向を示す。

しかし、基礎地盤が不安定な状態になり、変形が激しくなれば、(b)に示すように変位は隆起の傾向を示し、载荷を中止しても変位が継続する。

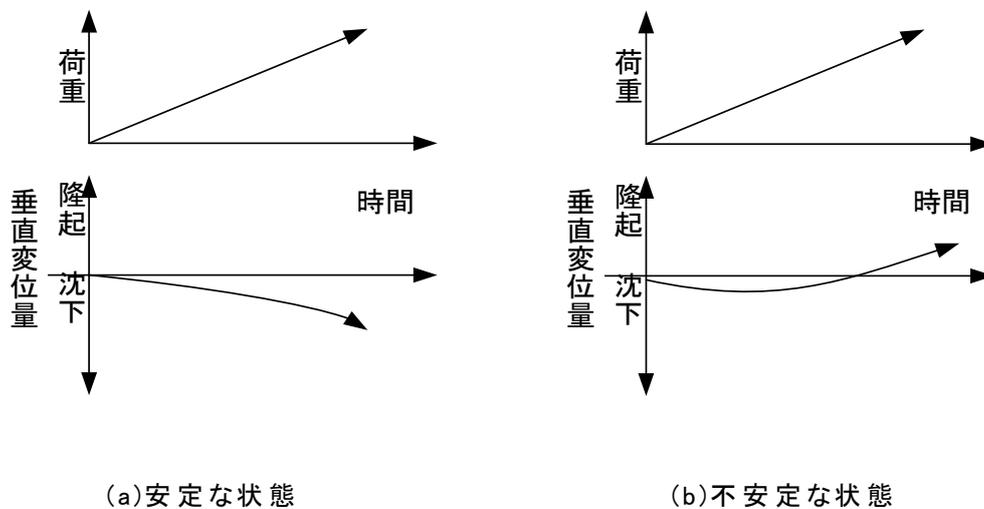


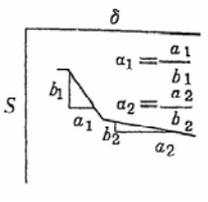
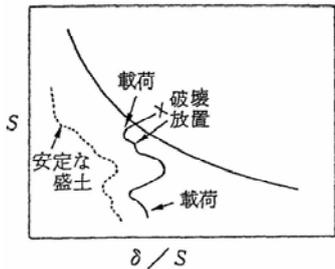
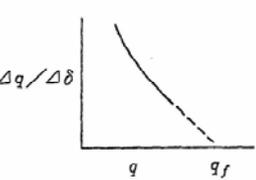
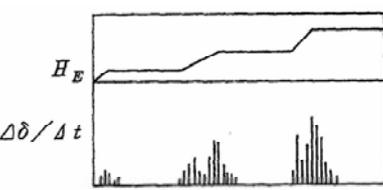
図 5.7.4 垂直変位の経時変化

[参考] 定量的な指標による安定管理方法

動態観測にもとづいて盛土の安定管理を定量的に行う方法が提案されている。その主なものは参表 5.1 に示すとおりである。

なお、同表に例示した管理基準値の目安は盛土条件や地盤条件によって変わるものであるから、既往の類似地盤での実績や試験施工、先行した盛土などの結果を参考にして決定することが望ましい。

参表 5.1 定量的な安定管理方法

管理方法	内 容	基準値の例
$S-\delta$ 法	 <p>S と δ をプロットし、$\alpha_2/\alpha_1 \sim \alpha_1$ がある大きさを超えることで破壊を予測。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・圧密変形とせん断変形のバランスが容易にみられ、破壊の兆候が早くつかめる ・管理基準値の目安 <p>: $\alpha_2 \geq 0.7$, $\alpha_2 \geq \alpha_1 + 0.5$</p>
$S-\delta/S$ 法	 <p>S と δ/S をプロットし、その軌道が破壊基準線に近づくかどうかで破壊を予測。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土施工の全期間にわたって地盤の挙動を把握するのに有効である ・管理基準値の目安 <p>$S > 5.93 \exp$</p> <p>$\{1.28(\delta/S)^2 - 3.41 \times (\delta/S)\}$</p>
$\Delta q/\Delta \delta - q$ 法	 <p>漸増载荷中の $\Delta q/\Delta \delta - q$ 関係(右下からの曲線)を外挿することで破壊荷重 q_f を予測。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ある程度の高さまで施工した時点でそれまでのデータを用いて限界盛土高を推定するのに有効である。 ・管理基準法の目安 <p>: $\Delta q/\Delta \delta \geq 15 \text{tf/m}^3$</p>
$\Delta \delta/\Delta t - t$ 法	 <p>δ の 1 日当りの変位量 $\Delta \delta/\Delta t$ がある大きさを超えることで破壊を予測。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・1日当りの変位量が簡便にチェックできる ・管理基準値の目安 <p>: $\Delta \delta/t \geq 1 \sim 2$ (cm/日)</p>

注)

S : 盛土中央部の沈下量 q_j : 任意の時点の盛土荷重 q : 盛土荷重
 δ : 盛土のり尻部の水平変位量 q_f : 破壊時の盛土荷重 H_E : 盛土高さ