

ドレーン工設計マニュアル

平成25年6月

国土交通省
水管理・国土保全局治水課

目次

1. ドレーン工の基本	1
1.1 基本方針	1
1.2 構造の基本	2
1.2.1 ドレーン工の構造	2
1.2.2 排水計画	2
2. ドレーン工の設計	4
2.1 設計の基本方針	4
2.2 設計の手順	4
2.3 設計の方法	5
2.4 ドレーン工を構成する部材等の設計上の留意事項	8
2.4.1 断面形状	8
2.4.2 ドレーン材料	11
2.4.3 フィルター材料	12
2.4.4 堤脚水路	13
3. 施工上の留意点	14
4. モニタリング	16
4.1 効果確認のための計測機器によるモニタリング	16
4.2 巡視及び点検	16

参考文献・・・(略)

資料

1. 実物大堤防実験によるドレーン工の効果の検証事例・・・(略)
2. ドレーン工の施工事例・・・(略)
3. 欧米諸国におけるドレーン工の事例・・・(略)

1. ドレーン工の基本

1.1 基本方針

ドレーン工は、平時や洪水時に堤防に浸透した降雨ならびに河川水を裏のり尻のドレーン部に集水し、堤防外に速やかに自然排水する機能を長期にわたって有する対策工であり、主として堤体の浸潤面の低下を目的とするものである。

解 説

ドレーン工は、平時や洪水時に堤防に浸透した降雨ならびに河川水を裏のり尻のドレーン部に集水し、堤防外に速やかに自然排水する機能を長期にわたって有する対策工で、主として堤体の浸潤面の低下を目的とするものである。その効果は図 1.1 に示すとおりで、降雨あるいは河川水の浸透によって形成される堤体内湿潤面が裏のり面に浸出することを抑制し、堤体内浸潤面を低下させるとともに堤体の一部をドレーン材料に置き換えることによるせん断強度の向上とも相まって、堤防の安全性を確保しようとするものである。

基礎地盤が軟弱粘性土の場合、築堤荷重による圧密沈下により堤体が基礎地盤にめり込むように沈下し、堤体内に浸透した雨水等が堤体下部に滞留し、常時飽和状態となることがあるが、堤体下部材料が砂質土の場合には、地震動を受けると堤体下部の飽和砂質土に液状化が発生、堤体沈下等の変形を生じる場合がある。このような堤防土質構造の場合には、のり尻付近にドレーン工を設置することで、地震前における堤体内水位を低下させ、液状化が生じる領域を小さくすることができ、被害を軽減することが期待できる。

また、堤体に液状化が生じるような条件では、のり尻付近の飽和度が高く、拘束圧が低いいため、のり尻付近の堤体の液状化に伴う強度低下をきっかけとして堤防が変状しやすい環境となる。このため、のり尻付近の安定化を図ることで、堤体の液状化による被害を軽減することができ、対策工の例としては、のり尻にドレーン工を設置する方法や押え盛土を設置する方法が考えられるが、対策原理が浸透対策としてのドレーン工と大きく異なることから、本マニュアルでは堤体の液状化対策として堤体のり尻部を安定化させるためのドレーン工は扱わない。

なお、基礎地盤の液状化対策として、やむを得ず固結工法及び鋼材を用いた工法を裏のり尻に適用する場合、裏のり尻部の浸潤面が上昇し浸透に対する安全性が低下することから、ドレーン工を併用する場合が多い。このようなドレーン工には、本マニュアルを適用することができる。

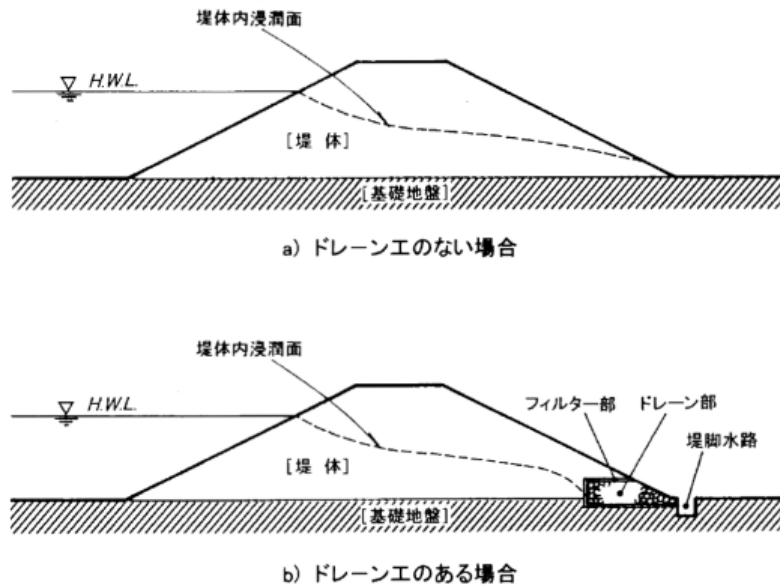


図 1.1 ドレーンの構造とその効果

1.2 構造の基本

1.2.1 ドレーン工の構造

ドレーン工は、原則としてドレーン部、フィルター部および堤脚水路で構成するものとし、その機能が長期的に確保され、かつ堤防の安定性を阻害することのない構造として計画するものとする。

解説

ドレーン工は、平時や洪水時に堤体に浸透した降雨ならびに河川水を集排水するためのドレーン部、排水を受けこれを所定の流末に導くための堤脚水路、ならびに堤体の土粒子の流出を防止するとともにドレーン部の目詰まりを防止するためのフィルター部により構成される。

ドレーン部の構成材料には、その目的から透水性の大きい材料を使用することになるが、堤体とドレーン部の間には適切なフィルター部を必ず設け、堤体を構成する土粒子が移動して堤体にゆるみ等が生じないように、また移動した土粒子がドレーン部に侵入して目詰りを生じないようにし、ドレーン工の機能の長期的な確保を保証しなければならない。

1.2.2 排水計画

ドレーン工の排水を受ける堤脚水路は、適当な排水路に接続する必要がある。

解説

ドレーン工の計画にあたっては、ドレーン部からの排水を速やかに処理するための堤脚水路を裏のり尻付近に計画する必要があるが、堤脚水路は堤内地の適当な排水路に接続する必要がある。適当な排水路とは、原則的には洪水中においても十分な排水機能を有している河川または水路である。

なお、ドレーン部から堤脚水路への接続が確実でない場合や浸透水を1箇所集中し

て排水する構造とした場合、豪雨等によりドレーン工からの排水不良が生じ、堤体のり尻が泥濘化、のり崩れ等を生じる場合があるので、ドレーン部からの排水は堤脚水路に確実に接続するとともに、1箇所に集中させないように注意する必要がある。

2. ドレーン工の設計

2.1 設計の基本方針

ドレーン工は、長期間にわたりその機能を発揮し、浸透や地震に対する堤防の安全性が確保できるよう設計するものとし、浸透に対しては当該河川の堤防に求められている所要の安全水準以上、地震に対しては所要の堤体内水位以下となるように設計する。

解 説

ドレーン工は浸透水を余裕をもって排水できる構造、すなわち断面形状と材料を設計する必要がある。浸透に対しては、堤体の裏のりすべり破壊に対する安全率が、当該河川の堤防に求められている所要の安全率以上となるように設計する。

また、地震に対しては、飽和層厚の最も厚いところが 1m 未満、または堤防高さの 0.2 倍未満となるように、堤体内水位を低下させるように設計する。

ドレーン工の設計にあたって特に注意すべき点は、当初の機能を長期間維持することである。ドレーン工の内部では、降雨や出水により浸透水が通過することから、堤体を構成する土粒子も移動しやすい条件にある。仮に土粒子の移動が長期間にわたり繰り返されれば、ドレーン部に目詰りが発生して機能が低下する可能性も否定できない。このようなことを考えると、ドレーン工の設計にあたっては長期の安定性を確保することに十分に留意することが必要である。

2.2 設計の手順

ドレーン工の設計の手順は、浸透に対しては①土質調査、②浸透流解析、及び円弧すべり計算、③安全性の確認の順で、地震に対しては、①土質調査、②浸透流解析、③所要の堤体内水位の確認の順で設計を行う。

解 説

設計の手順は図 2.1 に示す。浸透に対しては、①十分な土質調査を実施した上で適切な外力条件（高水の波形や降雨量）を設定、②非定常浸透流計算の実施、③裏のりの円弧すべりに対する安定計算の順で行うものとし、裏のりすべり破壊に対する安全率が当該河川の堤防に求められている所要の安全率以上であるか否かで判断する。ここで安全性が確保されていないことが確認された場合には、断面形状を再設定した上で改めて安全性の確認を行う必要がある。

地震に対しては、①十分な土質調査を実施した上で適切な外力条件（水位波形や降雨量）を設定、②非定常浸透流計算の実施、③飽和層厚の最も厚いところが 1m 未満、または堤防高さの 0.2 倍未満となる堤体内水位か否かで判断する（東北地方太平洋沖地震による被災事例及びその近傍の無被災事例の分析から得られたもので、2.3.設計の方法に後述。）。ここで所要の堤体内水位までの低下が確認されない場合には、断面形状を再設定した上で改めて浸透流解析を行う必要がある。

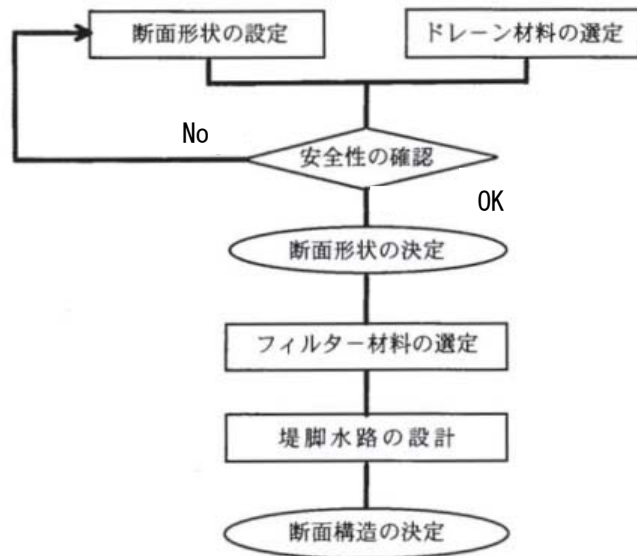


図 2.1 ドレーン工の設計手順

2.3 設計の方法

ドレーン工の設計の方法は、浸透に対しては非定常浸透流解析と円弧すべり法に基づく安定計算により行うものとし、地震に対しては定常浸透流解析により行うものとする。

解 説

(1) 浸透に対するドレーンの設計方法

ドレーンの設計の方法は、①堤体内浸潤面の設定、および②裏のりの円弧すべりに対する安定計算によるものとする。①の堤体内浸潤面については、十分な土質調査を実施し、築堤履歴を考慮した適切な堤防土質構成並びにドレーン工の形状及び材料をモデル化し、適切な外力条件（照査に用いる水位波形や降雨量等）を設定し、非定常浸透流計算を行って最も高い堤体内浸潤面を設定する。

②のすべり破壊に対する安定計算は、原則として次式の円弧すべり法によるものとする。

$$F_s = \frac{\sum \{c l + (W - ub) \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum \{W \cdot \sin \alpha\}}$$

ここに、 F_s : 安全率

u : すべり面の間隙水圧 (kPa)

W : 分割片の重量 (kN/m)

c : すべり面に沿う土の粘着力 (kPa)

l : 円弧の長さ (m)

ϕ : すべり面に沿う土の内部摩擦角 (°)

b : 分割片の幅 (m)

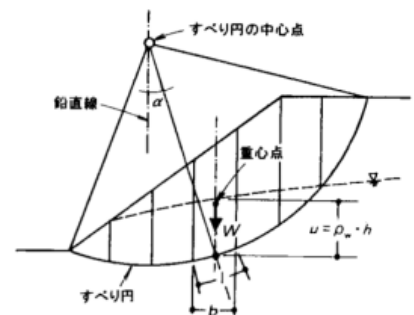


図 2.2 すべり破壊に対する安定計算

安全性の確認は、堤体の裏のりすべり破壊に対する安全率が当該河川の堤防に求められている所要の安全率以上であるか否かによって判断する。

なお、浸透流計算におけるドレーン工の透水係数については、フィルター部を含むドレーン工全体として 1×10^{-2} (cm/sec)、安定計算におけるドレーン部の強度については、材料試験による他、密度(ρ)については $\rho = 2.0 \text{ t/m}^3$ 、強度定数については、粘着力 $c = 1 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi = 40^\circ$ を標準として設定しても良い。

ここで、フィルター材の透水係数の経年変化について、現地事例を基に整理した結果を図 2.3 に示す。設置から 10 年から 30 年以上経過したフィルター材でも、規格値である 1×10^{-2} (cm/sec) が確保されていることが確認できている。また、室内実験より、フィルター材と直近の土粒子部分を含めたドレーン工全体の透水係数についても、長期的な機能保持が確認できている。

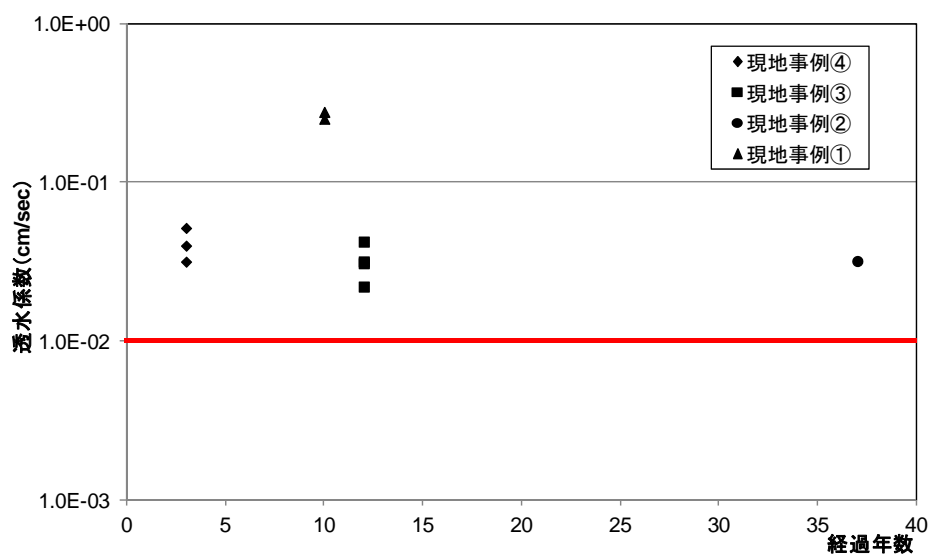


図 2.3 現地事例におけるフィルター材の透水係数の経年変化

しかし、現地の堤体内水位モニタリング等に基づくドレーンの長期的な機能確保については、今なお確認中であることから、ドレーン工の目詰まり等によって、排水機能が損なわれた場合を想定して、図 2.4 に示すように定常浸潤面を設定した断面における堤防の裏のりすべり破壊に対する安定計算を行い、裏のり安全率が 1.2 以下とならないかチェックを行う。

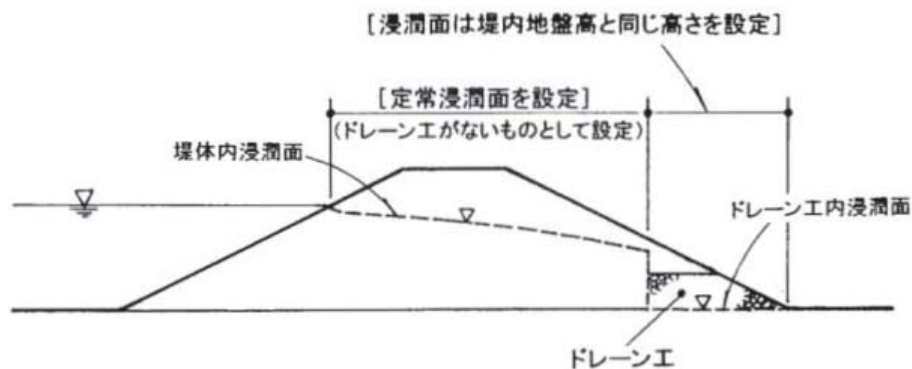


図 2.4 安全性確認時の堤体内浸潤面の設定

(2) 地震に対するドレーンの設計方法

地震に対する安全性が確保されるように、堤体内水位を低下させることとし、そのために必要な形状のドレーン工を設ける。飽和層厚の最も厚いところが 1m 未満、または堤防高さの 0.2 倍未満となるように、堤体内水位を低下させることを目標とし、浸透流解析を用いて、ドレーン工の形状を設定する。

なお、飽和層厚の目標は、東北地方太平洋沖地震による被災事例及びその近傍の無被災事例の分析から得られたもので、たとえ堤体が基礎地盤にめり込んでいたとしても、飽和層厚が 1m 未満あるいは飽和層厚比 (= 飽和層厚 / 堤防高さ) が 0.2 未満では有意な天端の沈下が見られなかったためである。

また、ドレーン部の強度、透水係数については、(1) 浸透に対するドレーン工の設計方法における設定値に準拠するものとする。

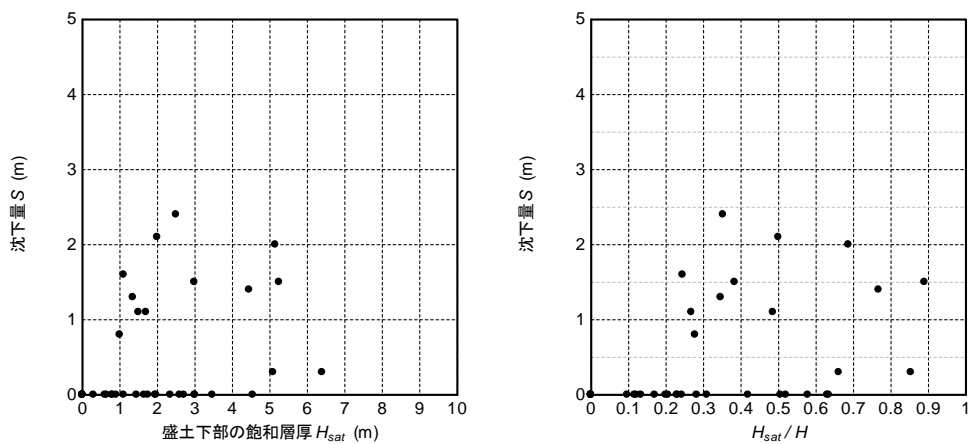


図 2.5 東北地方太平洋沖地震における堤体の液状化による沈下量と飽和層厚の関係

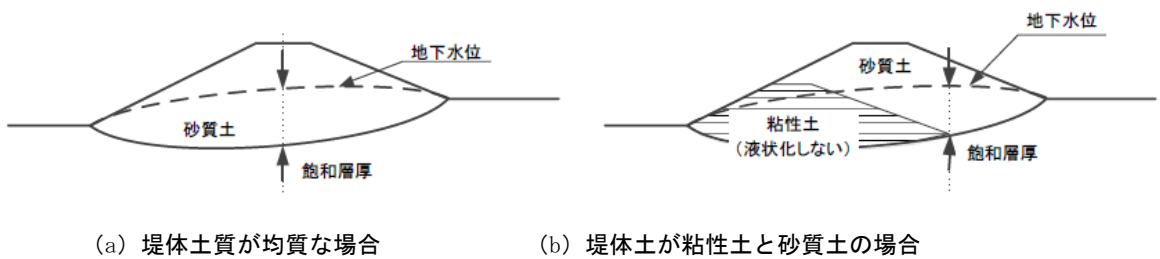


図2.6 飽和層厚 (Hsat) の考え方

また、堤体下端が周辺の排水路敷高よりも明らかに低く排水勾配を確保することが困難な場合や、浸透流解析の結果、十分な排水が期待出来ない場合などについては、のり尻安定化工法の検討を別途行う。

2.4 ドレーン工を構成する部材等の設計上の留意事項

2.4.1 断面形状

ドレーン工の幅(奥行)は、追いつみすぎによるパイピングの発生や、小さすぎによる排水機能の不足を生じさせないように、適切に設定する。

また、ドレーン工の高さ(厚み)は、沈下や変形等による機能の低下を考慮して最低限の厚みを確保する。

解説

(1) ドレーン工の幅(奥行)の設定

ドレーン工の幅(奥行)は堤体内の浸潤面を低下させるという意味では広いほど、すなわち堤防の表側に追いつむほど効果があるが、極端に追いつむとドレーン工と接する堤体に大きな浸透圧が作用してフィルター部に過大な負担をかけることになり、フィルター部の材料や構造によっては出水のたびに堤体を構成する土粒子が流失し、パイピングを誘発する恐れがある。

また、土粒子のドレーン部への侵入は目詰りの原因となり、ドレーン工の排水能力を低下させることになる。したがって、フィルター部の破損、目詰まりによって排水能力が低下した場合でも最低限堤防の安全性が確保できるよう留意する必要がある。

一方、ドレーン工の幅(奥行)が小さ過ぎると堤体内の浸潤面を低下させることが困難になる。このようなことから、ここではドレーン工の幅(奥行)の設定の目安を以下のように考えることにする。

1) 幅(奥行)の上限

ドレーン工の幅(奥行)は、図 2.7 のようにドレーン工の幅を考慮した平均動水勾配 (H/D) が 0.3 以上とならないよう設定することにする。ここで平均動水勾配の最大値を 0.3 としたのは図 2.8 に示すように、平均動水勾配が概ね 0.3 以下であればパイピングを生ずる可能性がほとんどないことが土木研究所における模型実験で確認されているためである。

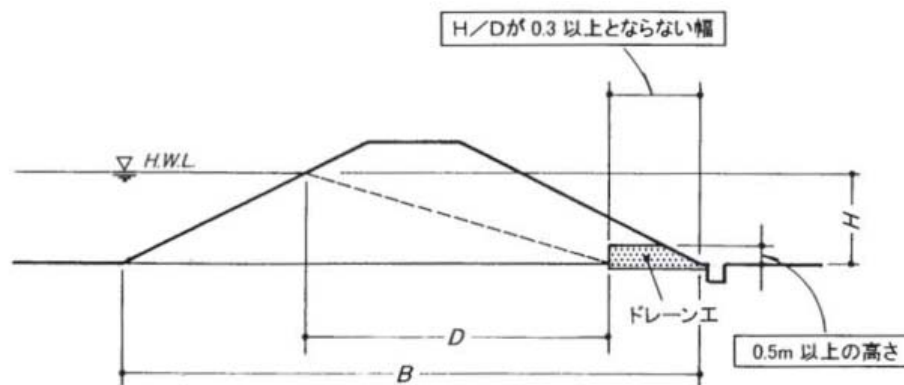


図 2.7 ドレーン工の断面と平均動水勾配

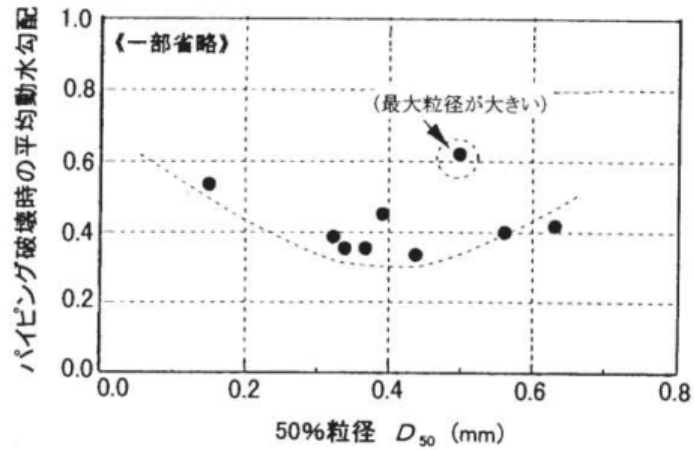


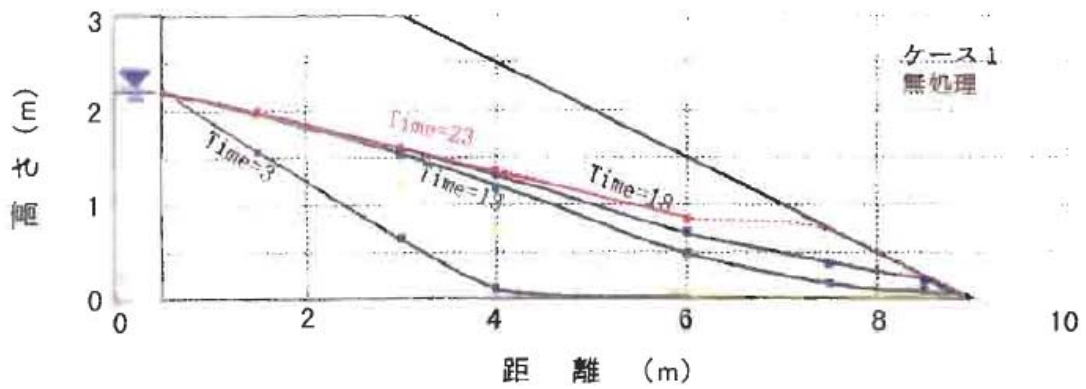
図 2.8 50%粒径と平均動水勾配の関係

(三木・山田他：土木技術資料第 37 巻第 12 号, 1996)

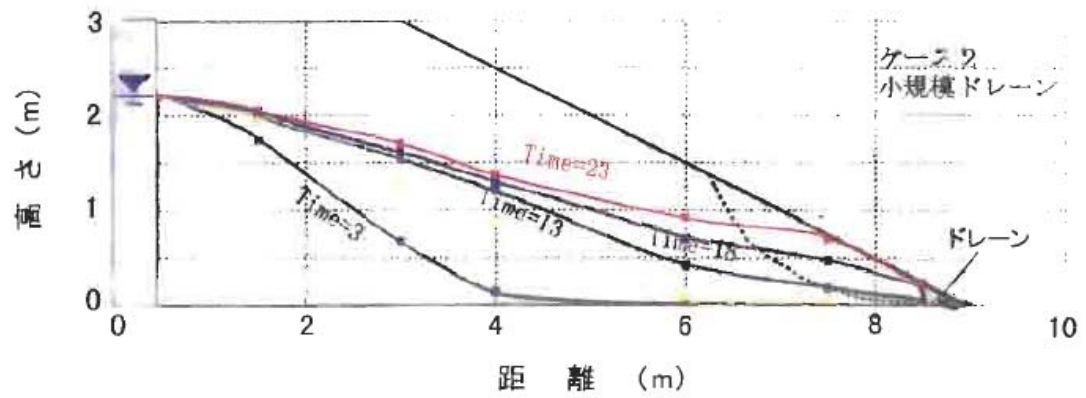
2) 幅(奥行)の下限

ドレーン工の幅(奥行)は、十分な土質調査を実施した上で適切な外力条件を設定し、非定常浸透流計算をおこなって算出された浸潤面を設定した断面において堤防の裏のりすべり破壊に対する安定計算を行い、当該河川の堤防に求められている所要の安全率以下とならないように設定する。

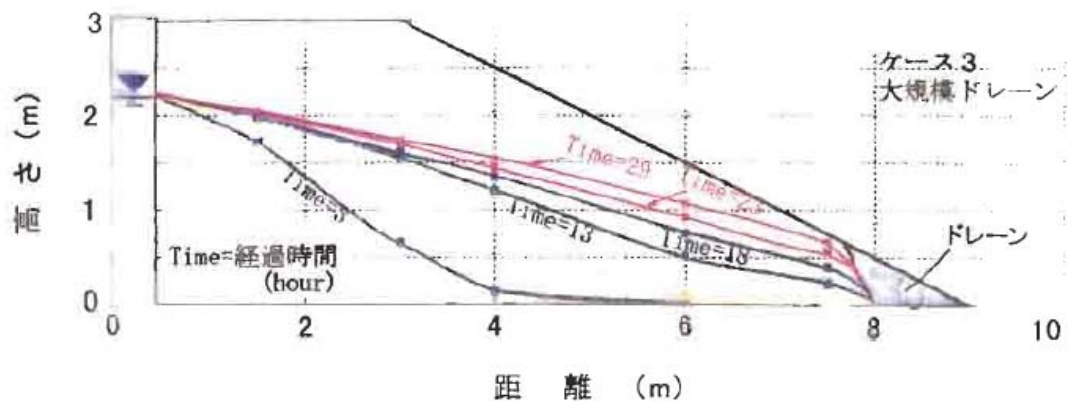
なお、図 2.9 は土木研究所における模型実験の結果で、極端に小規模なドレーン工では排水が追い付かないことを示している。



a) ケース1 ; 無処理



b) ケース2 ; 小規模ドレーン



c) ケース3 ; 大規模ドレーン

図 2.9 ドレーン工の効果についての模型実験の結果

(三木・山田他：土木学会第 51 回年次学術講演会, 1996)

(2) ドレーン工の高さ（厚み）の設定

ドレーン工の高さ(厚み)については、理論的には排水量とドレーン部の透水性によって決まり、一般には相当薄くても良ことになるが、余裕のある通水断面とする必要があること、および施工の確実性や設置後の沈下や変形による機能の低下を考慮し、図 2.7 に併示したように、堤体内で 0.5m 以上を確保するものとする。

なお、現地の事例では、ドレーン工の高さ（厚さ）は、現場の状況に応じて図 2.10 に示すように 0.35m～2.0m となっており、0.5m の事例が多い。

ドレーン工の敷高については、堤体内の浸透水の確実な排除のために地盤面より若干低くすることが望ましいが、堤脚水路の敷高より深くしないようにする必要がある。

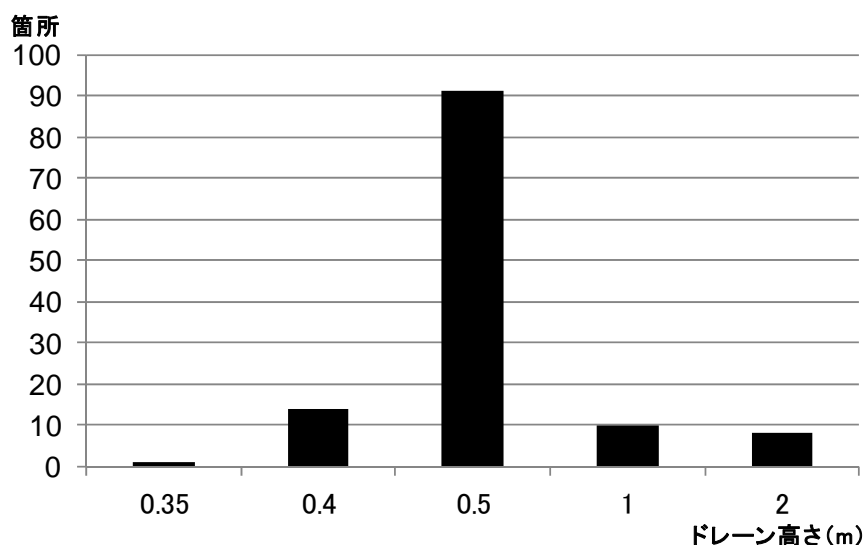


図 2.10 ドレーン工の高さ（厚み）の現地事例

2.4.2 ドレーン材料

ドレーン材料は、透水性が大きく、かつせん断強さの大きい材料とすることを原則とするものとする。

解 説

ドレーン材料は、堤体から、あるいは基礎地盤を通じての浸透水を少ない損失水頭で排水しうるものでなければならない。したがって、透水性の大きい材料とする必要があるが、その目安を透水係数でいえば、フィルター部を含むドレーン工全体としては堤体のそれより 2 オーダー程度大きめ(100 倍程度)、ドレーン部単独ではそれ以上の透水係数を有する土質材料ということになる。一方、堤防の安定性に関わるせん断強さについては、内部摩擦角(せん断抵抗角)が概ね 40° 以上の材料とする必要があり、また施工時や施工後に劣化、すなわち細粒化を生ずるような材料は避けなければならない。

以上のようなことを考えると、ドレーン材料としては「細粒分含有量の少ない単粒度砕石や礫とすることが望ましいといえる。なお、かご等をドレーン部に用いる場合、かごに面する材料については、その編み目を通過しないような粒径の材料を選定することに留意する。

2.4.3 フィルター材料

フィルター材料は、品質の長期的安定性、入手の難易、経済性、施工性等を十分に検討し、ドレーン工の当初の機能を長期間にわたり維持できるものを選定するものとする。

解説

フィルター部は、透水性すなわち粒度組成が大きく異なる堤体とドレーン部の間に設置するもので、堤体の土粒子のドレーン部への移動流失を遮断してパイピングの発生を防止するという極めて重要な機能を有しておりドレーン工の成否を左右するものといつてよい。

また、仮に土粒子の移動が長期間にわたり繰り返されたとしても、フィルター部の目詰りの発生によるドレーン工の透水機能の低下を防止する必要がある。

フィルター材料は土質材料と人工材料に大別できるが、材料の入手の容易さ、品質の安定性、および施工性を考慮すると、吸出し防止材あるいは目詰り防止材と称される人工材料(いわゆるジオテキスタイル)を使用することが多い。なお、人工のフィルター材料には、河川護岸用吸い出し防止シートの開発や河川堤防のドレーン工への適用という点を考慮し、次のような条件を満たしているものが望ましい。

なお、ジオテキスタイル開孔径については、ジオテキスタイルを通過したガラスビーズの粒径加積曲線の95%粒径を見かけの開孔径としているが、ジオテキスタイルを通過した粒状材料の90%粒径を開孔径(JGS0911-2009(2008改正))と読みかえることができるものとする。

また、フィルター材料の厚さは透水係数との兼ね合いで決まるものであるが、施工中の損傷等を防ぐため、10mm以上のものが望ましい。

- ① フィルター材の開孔径は、以下の範囲内であること

$$0.1\text{mm} \leq O_{95} \leq D_{85}$$

ここに、 O_{95} ; ジオテキスタイル95%開孔径(AOS)

D_{85} ; 粒径加積曲線の通過重量85%相当粒径

- ② 長期的に目詰りを生じないこと
- ③ 透水係数は $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 以上が望ましいが、最低でも $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 以上は確保すること
- ④ 材質の強度が高いこと
 $T_p \geq 2.0 \text{kN/m}$ (T_p ; 引張強度)
- ⑤ 化学的変質に対して安定であること
- ⑥ 親水処理が施されていること

2.4.4 堤脚水路

堤脚水路は、ドレーン部からの排水ならびに雨水等を流下しうるよう設計するものとする。

解 説

ドレーン工に附帯する堤脚水路は、ドレーン部からの排水を速やかに流末に導水することを目的として設置するもので、堤内地盤高やドレーン工の敷高に留意して適切な設置高とする必要がある。

堤脚水路の断面は、当該河川の計画降雨量（総降雨量）を与えた場合の堤防のり面の表面流出量によってほぼ決まるが、厳密にはこれにドレーン部からの排水量を加えたものとなる。

ドレーン部からの排水量については、ドレーン工の規模を設定する際に行った、飽和一不飽和浸透流解析等の結果を用いると良い。なお、排水先の水路や河川までの距離や勾配を踏まえ、余裕のある大きさとすることが望ましい。

3. 施工上の留意点

ドレーン工の施工は浸透対策としてのドレーン工の成否を左右するものである。したがって、その目的および機能を十分に理解した上で、適切かつ入念な施工が必要である。

解 説

施工にあたり特に留意すべき事項は次のとおりである。

(1) きめ細かな施工計画の立案

ドレーン工の施工では、既設堤防の掘削、ドレーン材料やフィルター材料の敷設および埋戻し等を比較的狭い空間で丁寧に実施する必要がある。したがって、完成後のドレーン工の機能を損なうことなく、施工を効率的かつ安全に行うためには、重機や人員の配置、材料や掘削土の搬出入、施工の方法や手順、施工管理等について綿密な施工計画を立てる必要がある。

(2) 既設堤体の掘削にあたっての留意点

- ・ ドレーン工の敷設に先立つ堤体の掘削では、既設の堤体を乱さないよう留置する必要がある。また、敷設地盤面の攪乱はドレーン工の沈下の原因となるので注意を要する。掘削面は必ずしも平滑に仕上げる必要はないが、フィルター材料の敷設精度を高める程度の不陸の整正が必要である。
- ・ ドレーン工施工による堤防部分開削時の切土勾配については、既往基準等により適切に設定するものとし、これによりがたい場合は別途考慮するものとする¹⁾。

1) 堤防切土施工・管理の留意点について(通知) 国土交通省治水課企画専門官事務連絡 H22.6.30

(3) ドレーンの敷高設定にあたっての留意点

- ・ 基礎地盤の構造によっては、ドレーン工の設置高さを極端に低くすると被覆土層を損傷し、その下の透水層の細粒分が吸い出されることによってパイピングを助長することが懸念されるので、ドレーン工の設置高さの設定にあたっては基礎地盤の被覆土層を保持するよう十分に留意する必要がある。

(4) フィルター材料の敷設

- ・ フィルター材料としてのジオテキスタイルは、既設の堤体および地盤との間に空隙が生じないように、敷設面に密着して敷設する必要がある。密着を容易にするためには厚さ 30～50mm の砂質土(堤体材料よりは透水性の大きいもの)を敷設面に敷均すとよい。特に、敷設面が傾斜している部分では空隙ができやすく、このような場合にはジオテキスタイルと敷設面の間を砂質土で充填することが望ましい。ただし、充填にあたっては、締め固め時にドレーン工と堤体との間に不透水層を作らないように十分に注意する必要がある。
- ・ ジオテキスタイルとジオテキスタイルの間は 20cm 程度重ね合わせ、隙間が生じないようにする。ドレーン材料の敷設にともなって隙間が生じたような場合には、隙間を同種のジオテキスタイルで補間することを怠ってはならない。
- ・ ジオテキスタイルの敷設にあたっては、経年的な品質劣化(強度、透水係数等)

につながらないように、できるかぎり丁寧に扱うことが大切であり、重機等でジオテキスタイルを損傷しないよう注意し、仮に損傷したような場合には、その部分にジオテキスタイル重ねる等の処置が必要である。また、ドレーン工の完成後にジオテキスタイルが地表に露出していると、日照等による化学的な劣化の原因となるので、この点にも留意しなければならない。仮置き時や敷設時のジオテキスタイルへの泥水等の侵入も、品質の劣化、目詰りの原因につながるので注意が必要である。

(5) ドレーン材料の敷設

- ・ ドレーン材料は、材料の品質を損なわないよう、またフィルター材料を損傷しないよう敷設する必要がある。ドレーン材料はフィルター材料の敷設後、あるいはフィルター材料の敷設と並行して敷設される。材料の撒出し、敷均し、締固めについては通常の盛土工に準ずればよいが、過度な締固めは細粒分を生じさせたり、フィルター材料を損傷するので注意が必要である。
- ・ ドレーン材料として粒径の大きなものを使用する場合には、フィルター材料の損傷を防止するため、周囲には粒径の相対的に小さい材料を配置するよう配慮する必要がある。
- ・ かご工を用いてドレーン部を整形する場合には、かご工の材料（鉄筋等）がフィルター材料を損傷しないよう敷設する必要がある。

(6) ドレーン工の上方の盛土

既設堤防にドレーン工を施工する場合、ドレーン工周辺の盛土材料については、不透水層とならないように盛土材を吟味すること。ドレーン工の上方を盛土し、締固める場合には、ドレーン工に沈下や変形等の損傷を与えないよう十分に留意する必要がある。また、ドレーン工の上方の緑化を図る必要がある場合には、土羽土の厚さは50cm以上とし、タンパー等によって締固める。

(7) ドレーン工の沈下

堤防の拡幅・嵩上げと併せてドレーン工を施工する場合、基礎地盤が軟弱な箇所では、築堤（ドレーン工含む）荷重により、堤防の沈下が生じ、ドレーン工が逆勾配または排水路以深になることでドレーンの排水不良が生じることがあるので注意が必要である。このような場合には、沈下を見込んで堤防横断方向に勾配を設ける等の対応をしておくことが望ましい。

4. モニタリング

4.1 効果確認のための計測機器によるモニタリング

ドレーン工の効果確認を行う場合のモニタリングの方法としては、多量の降雨時や出水時にドレーン内あるいは堤体内の水位を観測する方法が確実である。観測施設(水位観測孔)については施工時に設置するのが容易で経済的である。特に、ドレーン工内部の水位を観測する施設については、施工後の設置は極めて困難なので、施工時に設置する必要がある。

4.2 巡視及び点検

出水時や多量の降雨時には、ドレーン工の施工区間において①ドレーン工からの排水の状況(排水位置、排水量や排水の濁り)、②のり面を流下する表流水のドレーン工周辺での状況(集中傾向や吸い込み)、および③ドレーン工の上方ののり面からの浸出水の有無等を観察し、ドレーン工の効果や機能が確保されているかを確認する必要がある。また、出水後には、堤体を起源とする土砂が堤脚水路等に堆積していないか、あるいは変状が発生していないか等を点検し、ドレーン工に機能の低下等が生じているかを確認するとともに、平常時にも重点的に巡視を行い、機能の低下の徴候を速やかに把握することが重要である。