



水防工法 Pocket Book



発刊にあたって

この「水防工法ポケットブック」は、松山河川国道事務所で毎年実施している重信川流域合同水防工法訓練等で指導している水防工法を松山版教本としてとりまとめたものです。

本書を編集するにあたり、四国防災エキスパート及び関係者の皆様には多大なご協力、ご指導を頂きました。心より感謝申し上げます。

平成23年10月 四国地方整備局 松山河川国道事務所

目 次

1	水防工法	
	水防工法一覧・水防工法の基本事項	4
	ロープワーク	11
2	越水対策工	
	積み土のう工	21
	改良積み土のう工	26
	改良積み土のう工Ⅱ型	32
3	漏水対策工	
	釜段工	36
	月の輪工	42
4	漏水・洗掘対策工	
	シート張り工	48
	水防マット工	68
5	洗掘対策工	
	木流し工	74
	竹流し工	82
6	決壊対策工	
	築廻し工	95
7	亀裂対策工	
	繋ぎ縫い工	102

河川の構造と名称の説明

1 水防工法

2 越水対策工

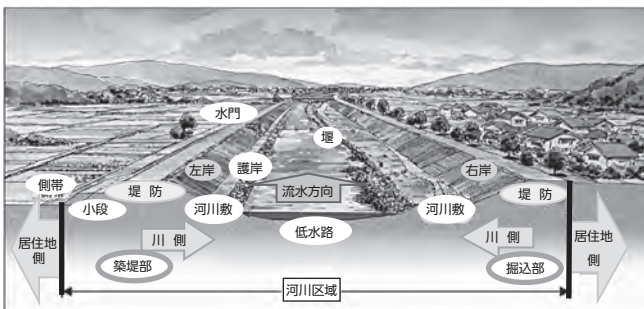
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



河川区域

河川および両岸の堤防までの範囲を「河川区域」と呼びます。河川区域は、洪水など災害の発生を防止するために必要な区域であり、河川法が適用される区域です。

右岸・左岸

河川を下流に向かって眺めたとき、右側を「右岸」、左側を「左岸」と呼んでいましたが、今後は、〇〇市側など、わかり易い表現とします。

川側・居住地側

堤防を境にして、水が流れている方を「川側」、反対の家屋や農地などがある方を「居住地側」と呼びます。

堤防

「堤防」は、計画河川流量を安全に流下させることを目的として、両岸に築造されます。ほとんどの場合、盛土によりますが、特別な事情がある場合、コンクリートや鋼矢板などで築造されることもあります。

築堤部・掘込部

居住地側の地盤高に比べて、堤防の上面が高い河道を「築堤部」、同一または低い河道を「掘込部」と呼びます。

護岸

河川を流れる水の力から川岸や堤防を守るために川側に設けられる施設を「護岸」と呼びます。護岸は、コンクリートなどで斜面を覆うような構造となっています。

河川敷・低水路

常に水が流れる部分を「低水路」、低水路より一段高い部分の敷地を「河川敷」と呼びます。平常時はグラウンドや公園など様々な形で利用されている高水敷も、大きな洪水の時には水に浸かってしまいます。

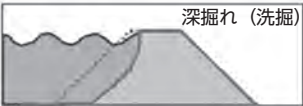
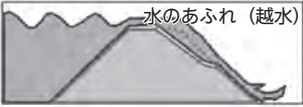
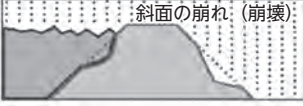
小段

堤防が高くなると安定性を保つために、「小段」と呼ばれる水平な部分を設けることがあります。小段は、維持補修や水防活動といった作業を容易にする役割も持っています。

側帯

水防活動に利用する非常用土砂の備蓄や堤防の安定、環境保全などの目的で堤防の居住地側に土砂を積み上げた部分のことを「側帯」と呼びます。側帯が設置されている場所は、水防計画書などに示されています。

被災要因と対策の基本方針

被災要因	対策の基本方針
 深掘れ（洗掘） 築堤部・掘込部に関わらず、川側で発生します。	激しい川の流れや波浪等により、堤防の川側が削り取られた状態を「深掘れ（洗掘）」と呼びます。 【対策】 特に築堤部で深掘れが進むと、堤防が決壊し、甚大な被害が発生する恐れがあります。深掘れが進行しないよう、堤防斜面を保護する対策が必要です。
 漏水 築堤部の居住地側で発生します。	河川水位が上昇し居住地側との水位差が大きくなることにより、堤防又は基礎部を通った浸透水が地表に漏れ出した状態を「漏水」と呼びます。 【対策】 漏水量の増加により堤防内の土砂が排出され決壊する恐れがあります。漏水量を増加させないよう、川側・居住地側の水位差を小さくする対策が必要です。
 水のおふれ（越水） 築堤部・掘込部に関わらず発生します。	河川水位が上昇し、堤防の上面を越えて溢れ出した状態を「水のおふれ（越水）」と呼びます。 【対策】 溢れ出した水が堤防上面や居住地側斜面を削り、決壊する恐れがあります。水が溢れないよう、堤防を高上げる対策が必要です。
 亀裂 主に築堤部の堤防上面や居住地側で発生します。	河川の水圧や堤防内の浸透水等の影響で堤防が変形しひび割れが発生した状態を「亀裂」と呼びます。 【対策】 亀裂が進行し決壊する恐れがあります。亀裂が広がらないよう、被災箇所を縫い合わせる対策が必要です。
 斜面の崩れ（崩壊） 主に築堤部で発生します。川側・居住地側に関わらず発生します。	激しい川の流れや降雨の影響で堤防の一部が崩れた状態を「斜面の崩れ（崩壊）」と呼びます。 【対策】 水位があまり高くない状態でも降雨等により斜面の崩れが起る恐れがあります。居住地側の崩れでは失われた部分を直接充填する、川側では反対の居住地側を補充する対策が必要です。

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

水防工法一覧表（その1）

1 水防工法

2 越水対策工

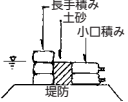
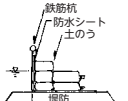
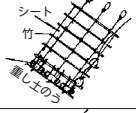
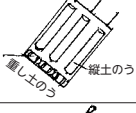
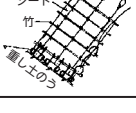
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

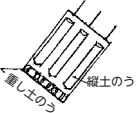
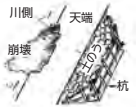
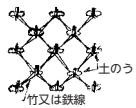
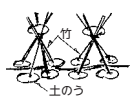
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

原因	工 法	工法の概要	利用箇所	主に使用する資材	備 考
越水	積み土のう工	堤防天端に土のうを数段積み、川側と控え土のう間へ中詰め土砂を入れる	河 川	土のう、土砂	
	改良積み土のう工	堤防天端に鉄筋杭を打ち込み、これに防水シートを取り付け、土のうを数段積み上げる	河 川	土のう、鉄筋杭、防水シート、PPロープ	
	改良積み土のう工Ⅱ	堤防天端に防水シートを敷き、土のうを数段積み上げ、シートで包み込む	・河 川 ・地 下 出入口	土のう、防水シート	
漏水	川裏対策	釜段工	河 川	土のう、土砂、シート、排水パイプ、鉄筋杭、PPロープ	
		月の輪工	河 川	土のう、土砂、シート、排水パイプ、鉄筋杭、PPロープ	
	川表対策	シート張り工	河 川	竹、シート、土のう、杭、ロープ	
		水防マット工	河 川	水防マット、竹、砂利または碎石、土のう	
	洗掘	シート張り工	河 川	竹、シート、土のう、杭、ロープ	

水防工法一覧表（その2）

原因	工 法	工法の概要	利用箇所	主に使用する資材	備 考
洗 掘	水防マット工	川表の法面の表土の流出、乗り崩れ箇所を覆う（縦土のう袋付で加工された物）	河 川	水 防 マ ッ ト、竹、砂利または碎石、土のう	
	木流し工	樹木に重り土のうをつけて流し局部を被覆する	急 流 川	樹木、土のう、ロープ、鉄線 杭	
	竹流し工	竹3～5本束ねて重り土のうをつけて流し局部を被覆する	急 流 川	竹、土のう、ロープ、鉄線 杭	
決 壊	築廻し工	表のりの崩壊等による堤防の決壊を防ぐため、裏のり面を土のうと杭で補強する。	河 川 土留め	杭、木材、土のう、#8線ネットロンシート又は割り竹	
亀 裂	裏 かご止め工	裏法面に菱形状に杭を打ち、竹又は鉄線（#8）で縫う（滑動防止）	河 川	杭、竹、鉄線、土のう、PPロープ	
	法 五徳縫い工	裏法面の亀裂を竹で縫い崩落を防ぐ	河 川	竹、土のう、PPロープ	
	天 折り返し工	亀裂が天端から裏法にかけて生じるもので、竹で亀裂を防ぐ	河 川	竹、土のう、PPロープ	
	天 端 裏法 繋ぎ縫い工	亀裂が天端から裏法に掛けて生じるもので、杭を打ち竹を取り付け亀裂を防ぐ	河 川	杭、竹又は鉄線、土のう、PPロープ、鉄線は#8	

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

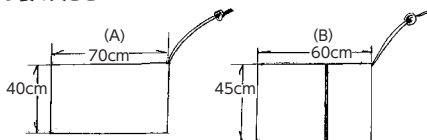
7 亀裂対策工

項 目

要件内容

土のう

○土のう袋の大きさ



○重量は土のう袋の平面形の約6割で30kg、約6割の所に黒線のある土のう袋もある。(上図のBタイプ)

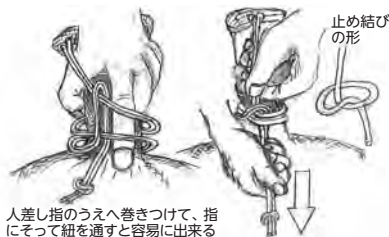
○基本重量は30kg

○土のう寸法（この基本形で施工に必要な数量を算出する）



土のう口の縛り方

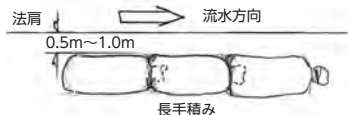
○土のう袋へ土を詰めおえたら袋の端に出ている紐を引いて袋の口を絞ります。紐を2～3回まわして上から下へ通し、引き締める。引き締めるコツは図の通り上の紐を持ち通した紐の先を強く引き締めます。

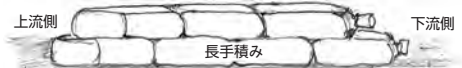
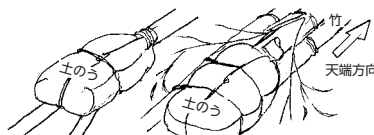
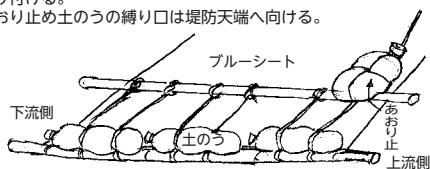
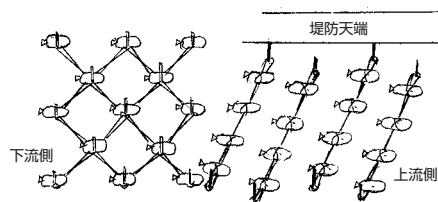


土のう積み

土のう積みの基本

○土のうの底部を上流にして流水に平行（長手積み）に積み上げる



項 目	要件内容
土のう積み	○断面として2段目は1段目の土のうの重ね合わせの上に2段目の土のうの中央付近となるように積み上げる。(漏水防止と安定性)  ○裏側の土のう積みは小口積みとする。2段目を積み上げるときは1段目の土のうの重ね合わせの上に2段目の土のうの中央付近となるように積み上げる。 
土のう取り付け	○木流し、竹流しに取り付ける土のうは、土のうの縛り口を堤防天端へ向ける。  ○シート張り、水防マットの重し土のうは、縛り口を下流方向へ向けて取り付ける。 あおり止め土のうの縛り口は堤防天端へ向ける。  ○かごとめ工、繋ぎ縫い工等の土のうは川裏であっても縛り口は下流方向へ向けて取り付ける。 

1 水防工法

2 越水対策工

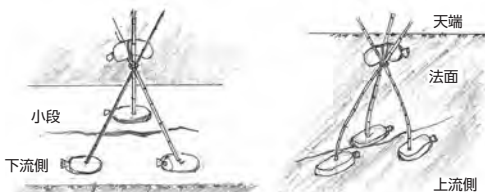
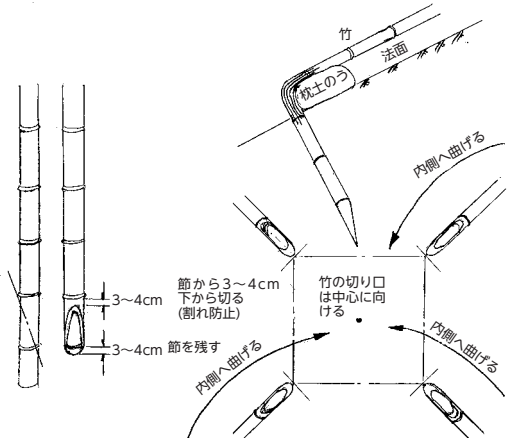
3 漏水対策工

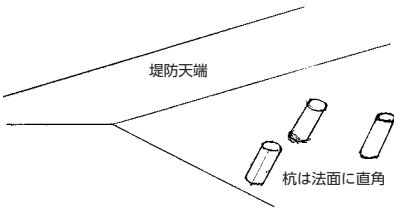
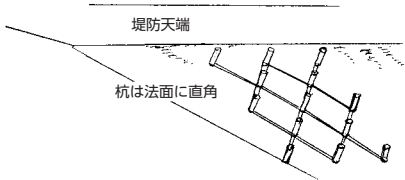
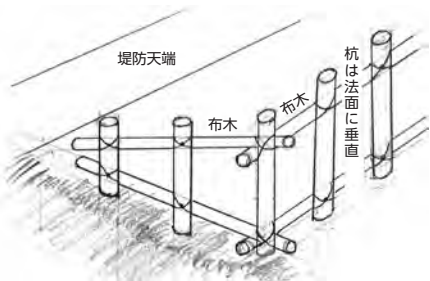
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

項 目	要件内容
土のう取り付け	○五徳縫いを施工する場合、小段等の平場においては土のうの縛り口は下流方向へ向ける。 法面に置く場合には堤防天端へ縛り口を向ける。 五徳縫いの竹の交点へ載せる土のうは、下流又は堤防天端へ縛り口を向ける。 
竹の加工等について	○竹を堤防へ差し込む場合の切り口は、図のように加工する。また折り曲げる側が切り口側となるように差し込むこと。 ○竹を折り曲げる時表皮が外側となるように折り曲げること。反対に折り曲げると竹は折れて切れる。 ○竹はマタケを使用すると強靱で加工しやすい。 (竹についての雑学を参照) 

項 目	要件内容
杭	木杭 ・ シート張り工、水防マット工用とめ杭はφ10cm、1.2mを標準とします。法面に直角に干鳥に打ち込みます。  堤防天端 杭は法面に直角 ・ かご止め工、緊ぎ縫い工用杭はφ10cm、1.5mを標準とします。法面に直角に打ち込みます。  堤防天端 杭は法面に直角 ・ 築まわし工の杭はφ10cm、1.8mを標準とします。法面に垂直に打ち込みます。布木はφ12cm程度とします。  堤防天端 杭は法面に垂直 布木

竹についての雑学

竹は非常に多く日常生活において使用されてきた。しかし現在に至ってはその竹の良さが失われつつある。建築・土木・日常の生活、そして水防工法において竹の材質を利用したものが未だに引き継がれている。知って得をする竹の雑学。

1 水防工法

1、竹の種類別と性質について

①真竹（マダケ）

○生息環境、マダケは砂礫質の適潤地が最適で、河川敷にマダケの優良林分が多いのは砂地である。多雨の際に冠水して肥沃化すること、しかも透水性が良いため、余剰の水は流亡するからである。

※川岸近くにマダケ等が繁殖しているのは植物にとって生息地に富んでいるため自然発生したもの、人間の知恵による植竹林がある。川沿いの無堤地区、堤外民地の耕作地は竹林が大きな役割をしている。高水の時耕作地は冠水しますが、竹林は流木、ゴミ類、荒い砂利等を遮断する。つまり土類のみを耕作地へ沈澱物として落とし、土壌は肥沃化し竹林は櫛の役割となっている。過去大洲平野も冠水し被害もうけるが恩恵も受けている。良質のサトイモの産地として有名である。

○特性マダケの形態は竹の根元から先端部にかけての細り率が低く、強靱で負担力大、肉厚はうすく細工しやすいばかりでなく、節は低く節間は長く美しい。また真直ぐ成長する。このような特性から竹細工として多く利用されている。籠類、梯子、弓、物干し竿、箬、竹炭、物指し（長さを測るもの）、物指しはどの家庭にもあった。土木でも竹尺として利用されていた。竹は伸縮が小さく、温度や湿度の変化に対して狂いが殆どおこらないことで利用度は高い。マダケは川筋に多く水防工法の資材として多く利用されている。マダケの成長高さは20m、径は18cm位になる。

②ハチク

○生息環境、マダケとほぼ同域にすみ分けしている。

○特性、ハチクの強靱さはマダケにやや劣る。また負担力に劣るが割り竹に適してる。高さは10m位に成長する。マダケに比べて節間長が短いだけでなく節が高い。ハチクは彫刻するに最も適している。また、茶筌として利用する時は直径3cm内外の竹を80から120等分に割って使用される。これはハチクの特権である。

③モウソウチク

○生息環境、モウソウチクは湿潤でかつ粘土質のところで良質のタケノコが収穫される。一般にモウソウ竹林は山地に多くマダケ、ハチクの生息地とは区分けが出来る。

○特性、モウソウチクは完密度や材質のもろさ以外に表面が緻密でないため、細割に不適、竹材としての使用度は低い。モウソウチクの成長高は28m位になる。

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

2、伐採年齢と伐採時期

伐採年齢は強度、収穫率、比重などから4年以上の竹が良いといわれている。

竹は春から初夏にかけての新竹発生期と其れに続く成長、また夏から初秋にかけての地下茎の成長期に貯蔵栄養分が糖として利用される。この時期（2月～8月）をねらって害虫が竹を食う被害を与え、長期保存が出来ないので伐採しないほうが良い。

生活の知恵として昔から竹を切ってはならない時期として二八（にっ、ぱち）と言う言葉がある。

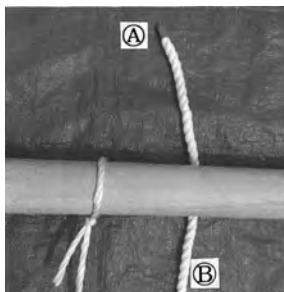
伐採の最良の期間は9月から1月間に伐採するのが良い。

3、加工、竹を割るのは穂先から根元側に向かって割るとほぼ均等に割れる。木は逆に根元側から割るとうまく割れる。

昔からの生活の知恵として、木、竹類を割るには木元（きもと）、竹うら（穂先のこと）と言う言葉がある。

イボ結び

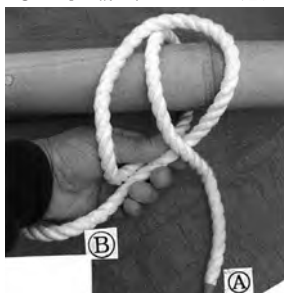
① Aロープを竹の下へ通す



② Bロープでのの字の輪をつくる



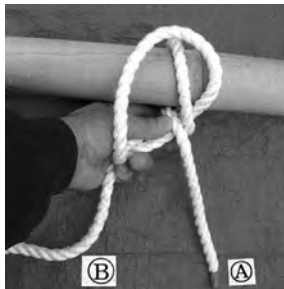
③ のの字の輪の中へAロープを通す



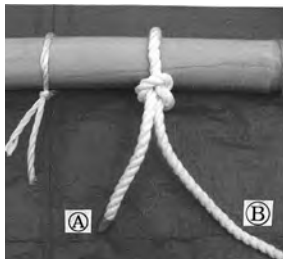
④ のの字の輪の中へAロープをもう一回通す



⑤ Aロープで竹を締め付ける。巻きつけた交点を親指で押さえる



⑥ Bロープを手前へ引き締める (完了)



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

もやい結び (その1)

もやい結びの用途は広い。シート張りではシート吊りロープや命綱として使用する

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

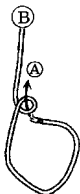
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

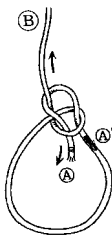
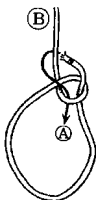
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

① Aのロープで小さい輪を作る



② 輪のロープの下からAの端を輪の中へ通し、Bロープの下をくぐらせ、輪の上から下へAの端を抜く



(完了)

③ Bロープを握り締め、AとA' 付近を握って引き締める



もやい結び (その2)

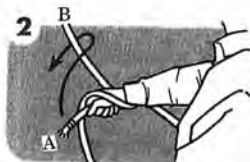
(命綱)

自分の身体に結ぶ方法

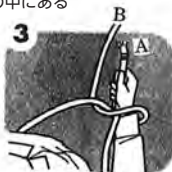
- ①腰にロープを回しAロープの端を持ったままBロープの上から内側へ手首をひねる



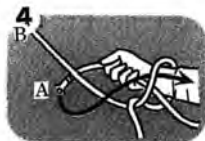
- ②手首を内側にひねるイメージ



- ③Aロープを持ったままBロープの輪の中にある



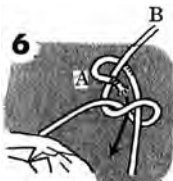
- ④Aロープを持ったままBロープの下へ回す



- ⑤Aロープの端を持ったまま輪の中から手を抜く



- ⑥ロープ結びイメージ図



- ⑦BロープとAロープを反対方向へ引き締める



- ⑧身体へ命綱結びつけ完了



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

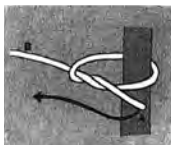
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

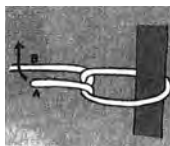
7 亀裂対策工

もやい結び (その3)

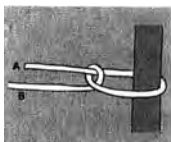
①ロープを杭等に巻きつけ「止め結び」を作る



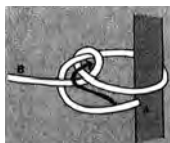
②Bをゆるめ、A側を矢印の方向へ移動させながら強く引く



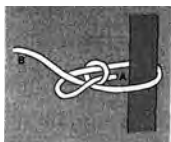
③②の作業によって、図のように輪が入れかわる



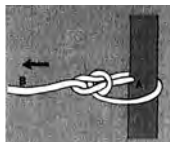
④輪の中へA側をくぐらせる



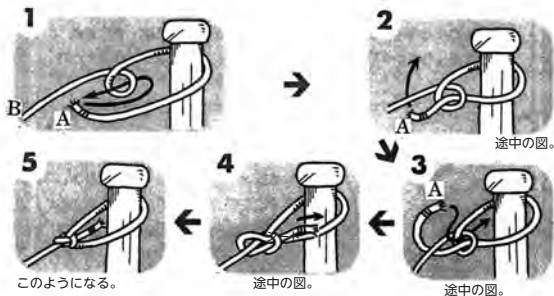
⑤輪からA側の端を引き出す



⑥B側のロープを引っ張って、結び目を締める



下図のように最初に輪をつくり、A側のロープを杭に回し図の手順に従い結ぶと簡単に出来る



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

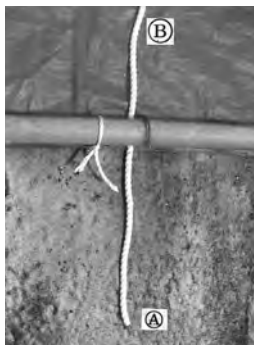
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

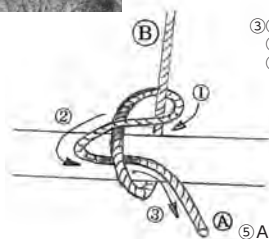
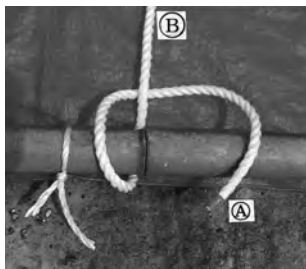
フナ結び

シート張りの力竹（上下）に結びます

①Aロープを竹の下に通す

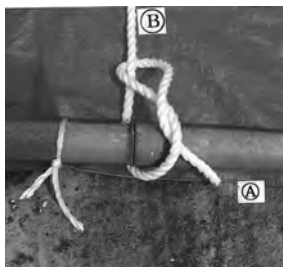


②Bロープの下から上へまわす



③①Bロープのしたから
②Aロープは上から下へ
③ロープの下から引き抜く

④上からまわして下へ抜く



⑤Aロープを締め付ける（Aロープの端は20～30cmのこす）



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

かみくくし結び（巻き結び）

1 水防工法

2 越水対策工

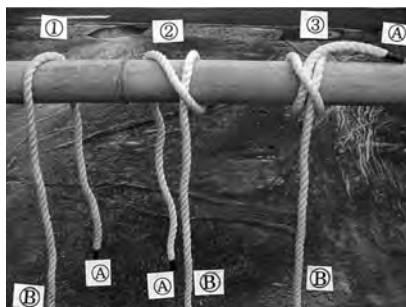
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

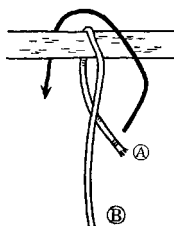
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

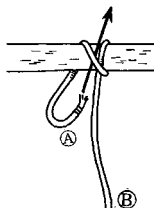


(写真説明)・・・方法その2

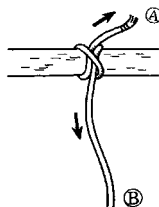
①㊤ロープを上から通す



②㊤ロープを手前から1回巻きつける

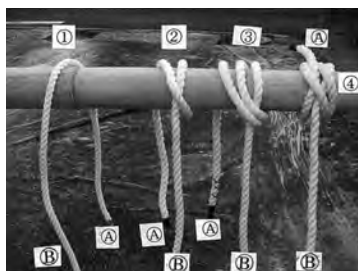


③巻きつけた㊤ロープの下に通す。㊤と㊦を持って引き締める



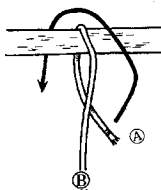
かみくくし結び (二重巻き結び)

重い力が掛かる時二重巻き結びとして使用する

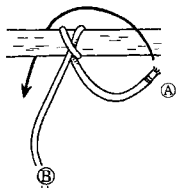


(写真説明)・・・方法その3

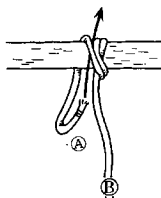
①Aロープを上から通す



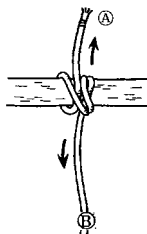
②Aロープを手前から1回巻きつける



③更にもう1回巻きつける



④巻きつけたAロープの下に通す。AとBを持って引き締める



●木流しに使用する縄結び



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

かみくくし結び・・・方法その3

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

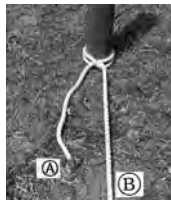
① 杭へA側ロープを1回転させB側ロープの下を通す



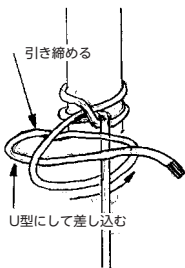
② A側ロープを杭へもう一回転させ、このロープの下から抜く



③ B側の力が杭へかかるようにA側を引き締める



④ B側ロープへ強い力がかかる時、Aロープを「はな結び」にしておくと安全

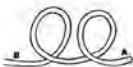


結び方方法その4

① 輪を作る



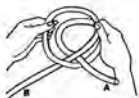
② さらに、もうひとつ輪を作る



③ 輪を図のように重ねる



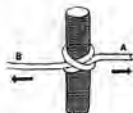
④ 輪がぐずれないように持つ



⑤ 輪を杭に通す



⑥ Aと、Bを引っ張って締める



の字結び

の字結びはシート張りを吊るす役割があります。一番下の力竹をフナ結びとして上段の骨竹への字結びで次から次へと連結していきます。

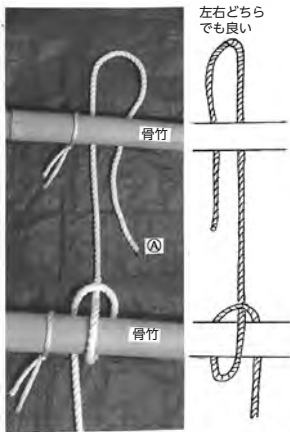
(完了)



- ① AロープをU型にして竹の下へ差し込む。U型へロープを潜らせて骨竹を締め付ける



- ② AロープをU型にして竹のしたへ差込む。U型へロープを潜らせて骨竹を締め付け、上の骨竹へ同じ事を繰り返す



◎ポイント
竹を締め付ける



↑ の字結びは下段から上段へ作業

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

二重結び

ロープとロープを繋ぐとき簡単に結ぶことが出来る

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

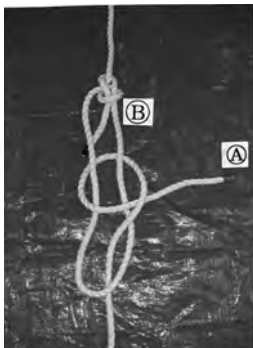
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

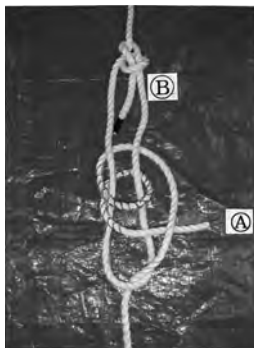
- ① Aロープの端をBロープの輪の中へ下から上へ通し、このロープをBロープの輪の下へ通す



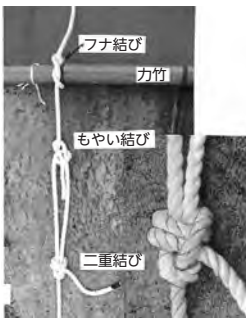
- ② AロープでBロープの輪に2回巻きつける



- ③ 二回まわした後Bロープの輪の端へAロープを引き寄せて締め付ける



- ④ (完了)



積み土のう工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

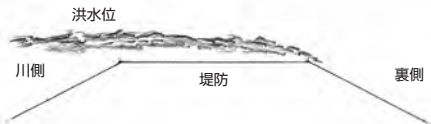
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

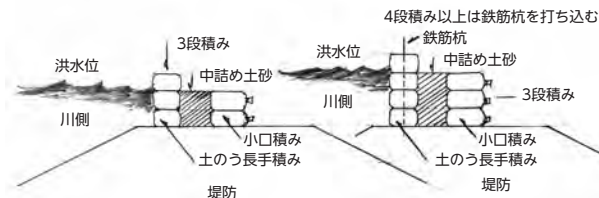
◎こんな時

- 洪水により堤防が沈下した。
- 増水によって堤防を越える恐れがあるとき。



◎こんな効果が

- 堤防天端に土のうを積むことにより越水を防ぐ。



現地に用意する資材（演習対応、作業時間14分、作業人員20名）

（積み土のう工10.0m当たり）

- ・土のう …………… 155袋（川側3段積み75袋、裏側2段積み80袋）
- ・中詰め土砂 …… $0.3\text{m} \times 0.3\text{m} \times 10.0\text{m} \times 1.2$ （ロス減量分） $\div 1.1\text{m}^3$

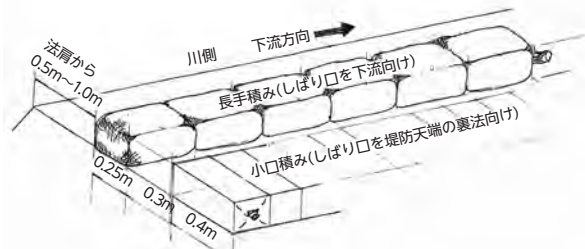
道具類

- ・スコップ …………… 4丁
- ・一輪車 …………… 2台
- ・タコ …………… 2丁

※鉄筋杭（ $\phi 16\text{mm}$ 、1.2m剣付）、鉄ハンマーは川側4段積み以上の場合に使用する

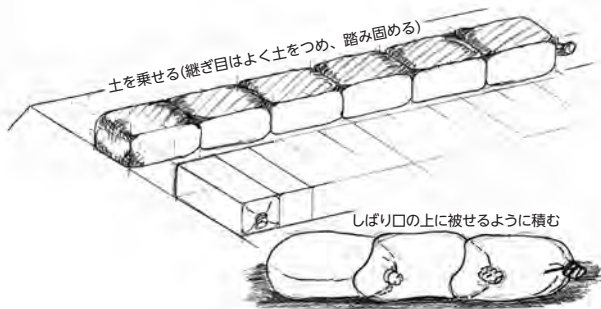
1. 積み土のうの位置を決める

※中詰め土砂は降雨時水を含み施工困難になる事がある。このよ
うな時には改良積み土のう工(Ⅱ)を選択する。



2. 表土のうを積む・・・1 段目

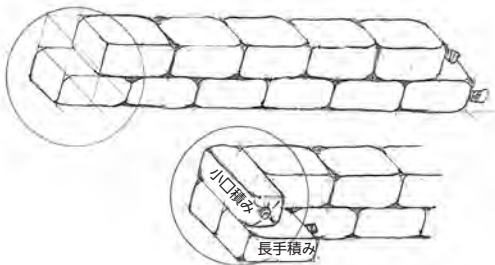
堤防天端の表のりの肩から、0.5～1.0m程度控えた地点から土のうを水の流れに平行に長手積みと並べます。土のうの縛り口は下流に向け、その上に隣の土のうと隙間が出来ないように重ねます。そして、継ぎ目には土をつめて(厚5cm程度)踏み固めます。



注意事項：土のうと土のうとの継ぎ目から水が漏れないように、隙間に土を詰めふみかためる必要がある。

3. 表土のうを積む・・・2段目・3段目

2段目・3段目の土のうを積み上げます。2段目は1段目の継ぎ目の上に、3段目は2段目の継ぎ目の上に長手積みに積み上げます。1段目と同様に、土のうの継ぎ目には土を詰めて、よく踏み固めます。



注意事項：垂直に積み上げるコツ

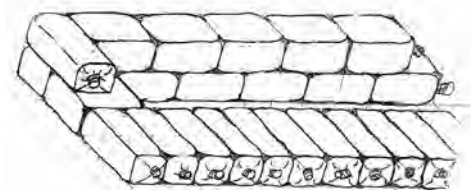
土のうを2段・3段と積み上げていくと、土のうの形が山形になってしまいます。上流側、下流側とも小口積みと長手積みを併用して積むと、垂直に積むことが出来ます。

※作業手順：表土のう積み2段目が終了した段階で、4. 控え土のう積み1段積みを開始する。1段積みが終わると中詰め土（表土のうと控え土のう間）をいれます。表土のう3段目を積みます。終了後、控え土のう2段目を積みます。中詰め土を入れ良く締め固めます。

4. 控え土のうを積む・・・1段目

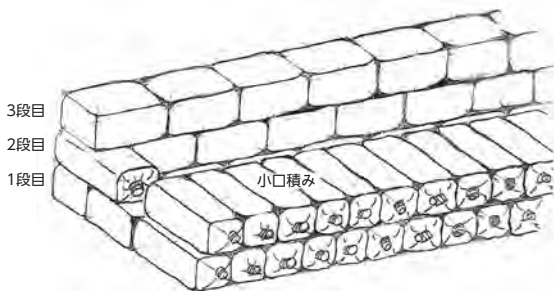
1段目の並べ方は、土のうの縛口（小口）を堤防天端の裏のりに向けて、前列土のうから30cmあけて並べます。

中詰め土と、継ぎ目には、土をつめてよく踏み固めます。



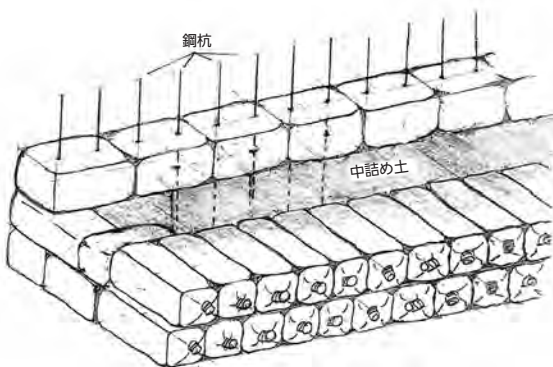
5. 控え土のうを積む・・・2段目

表土のう3段目終了後、控え土のう2段目積みを行う。2段目は1段目の継ぎ目の上に積み上げ、継ぎ目には土をつめてよく踏み固めます。表土のうと控え土のうの間に土を入れて、よく踏み固めます。



6. 杭を打ち込む（積み土のう3段までは鉄筋の打ち込みはしなくて良い）

表土のうに止め杭を打ち込みます。杭は長さ1.2m、直径16mmの鋼杭を使用し、土のう1袋に2本の割合で打ちます。

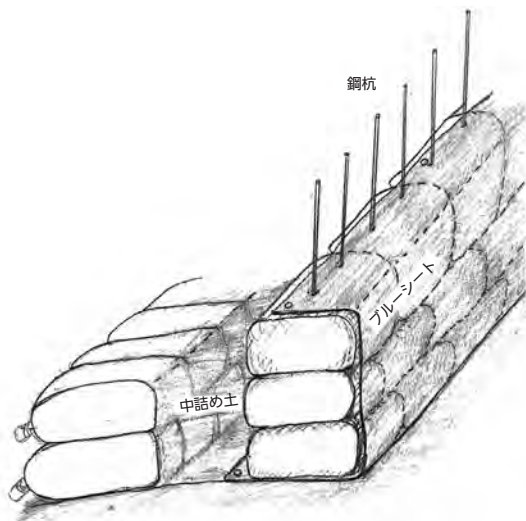


積み土のうと防水シートの組み合わせ工法

積み土のう工は土のうと土のうとのつなぎ目から水が漏れないように、隙間に粘土又は粘質土を詰め踏み固める必要がある。

実態は流水や波浪によって詰めた土が洗い流され、止水効果がだんだんと失われるようである。

最近の実施例から、流水や波浪によりてん充土が洗い流されないように防水シート（ブルーシート）を土のうの下に敷き、積み土のうをすし巻きにし、鋼杭を打ち込み止める方法がある。



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

改良積み土のう工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

◎このような時

- 洪水により堤防が沈下した。
- 増水によって堤防を越える恐れがあるとき。



◎こんな効果が

- 堤防天端に防水シートを張り土のうを積むことにより越水を防ぐ。



現地に用意する資材（演習対応、作業時間14分、作業人員20名）

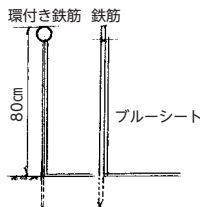
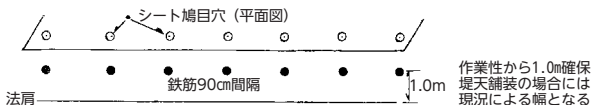
（改良積み土のう工10.0m当たり）

- 土のう … $(10\text{m}/0.4\text{m} \times 3\text{段} - 3\text{袋}) + (10\text{m}/0.25\text{m} \times 2\text{段} - 1\text{袋}) = 151\text{袋}$
- 鉄筋杭 … $(\phi 16\text{mm}、1.2\text{m}\text{剣付})$
 $(10\text{m}/0.9\text{m} + 1\text{本}) = 12\text{本}$
- シート … $(3.6\text{m} \times 5.4\text{m}) \cdot 2\text{枚}$ （防水シート、一般的にブルーシートを使用する）
- 縄（PPロープ8mm） $\cdot 0.5\text{m}/1\text{ヶ所} \times 12\text{箇所} = 12\text{本}$
※鉄筋杭が環付の場合にはリピータイを使用しても良い
- 鉄ハンマー4丁
- かま…2丁（縄切り用）

改良積み土のう工（越水防止対策工）

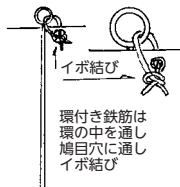
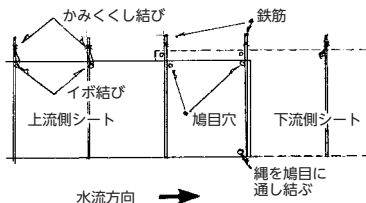
作業手順

- (1) 堤防川側法肩から約1m控えた地点に、鉄筋（ $\phi 16\text{mm}$ 、長さ1.2m）をシートの鳩目穴（約90cm間隔）に合わせて打ち込みます。鉄筋の打ち込み高さは80cm程度。



- (2) シートの重ね合わせ方法

改良積み土のう工で延長が長い場合はシートを重ね合わせします。その場合シートを上流から張り、その上に下流側シートを鳩目穴2個重ね合わせます。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

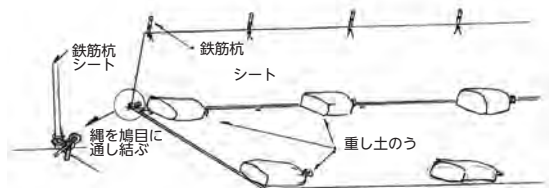
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

(3) 土のう積み前準備

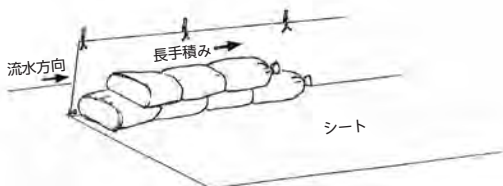
鉄筋打ち込みが完了しシートを取り付ける時、風であおられないようにシートの上に重し土のうを置き、縄結び、土のう積み作業をすると良い。



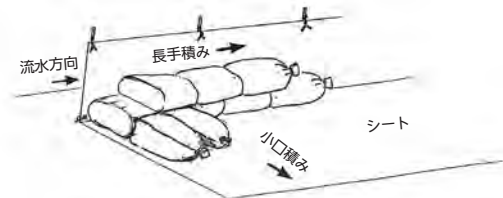
(4) 土のう積み

①川側の土のうは長手積みとします。土のうの縛り口は下流に向け、土のうと土のうに隙間の出来ないように積む事。

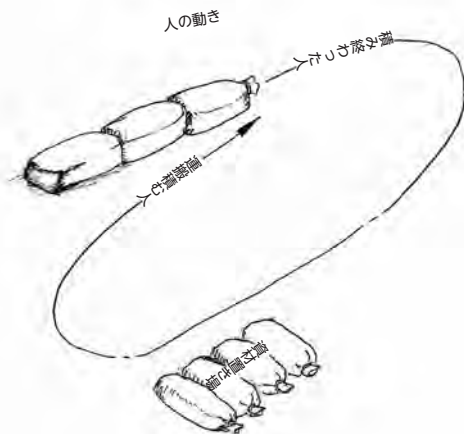
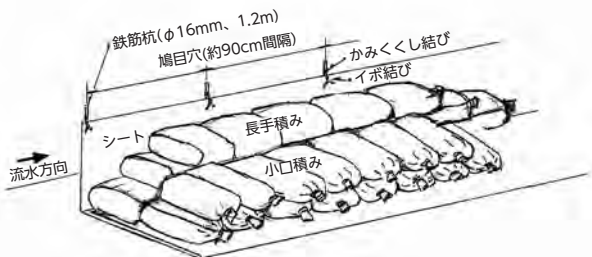
2段目、3段目の土のうを積み上げていく場合、下段の土のうの継ぎ目の上に長手積みの中央付近となるように積む。



②川側の土のうを2段積み後、裏側へ小口積みに積んでいきます。土のうの縛り口は堤防裏法方向へ向け、土のう間に隙間が出来ないように積み上げ、川側の土のう3段目が積み終われば、2段目を積み上げていきます。この場合1段目の継ぎ目の上に2段目の土のうの中央付近となるように積む事。



改良積み土のう施工図



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

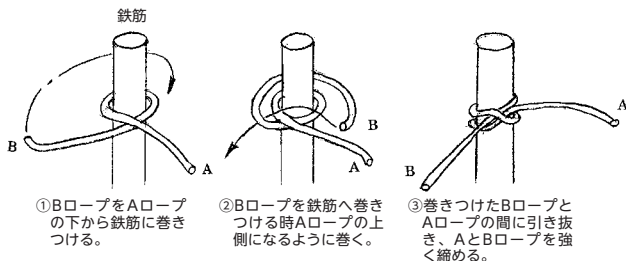
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

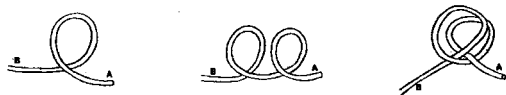
改良積み土のう工に使用する縄結び

●かみくし結び方その1

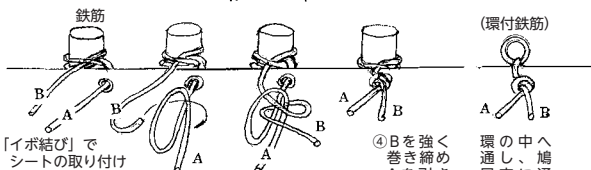
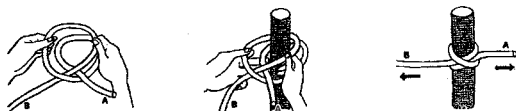


●かみくし結び方その2

- ①輪を作る ②さらに、もうひとつ輪を作る ③輪を図のように重ねる



- ④輪がくずれないように持つ ⑤輪を杭に通す ⑥Aと、Bを引っ張って締める



●「イボ結び」でシートの取り付け

- ① Aを鳩目穴へ通す ② Aロープを輪にするこの輪の中へBを左から通す ③ Bを輪に1回巻きつける

環の中へ通し、鳩目穴に通す

鉄筋杭ヘシートをリピータイで取り付けの方法

1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

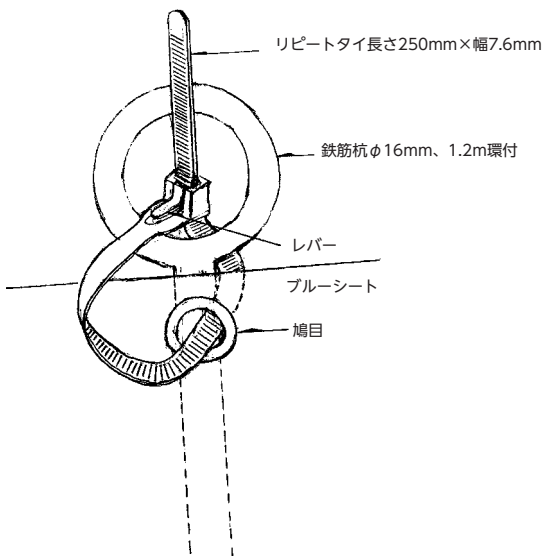
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- 鉄筋杭ヘシートを取り付ける方法として、リピータイを使用することによって、縄縛りより迅速に取り付けが出来る。この製品は一般的に電線ケーブルを結束するために開発されたものです。利点として繰り返し使用できます。単価として約11円/本程度です。(ホームセンター)
- 使用法はシートの鳩目穴ヘリピータイを通し、鉄筋杭の環へ端を潜らせてリピータイの溝のある方を内側となるように、留め部分へ差し込み引き締める。
- 取外しする場合には、レバーを押せばロックが解除されて引き抜きが出来ます。・・・繰り返し使えます。



改良積み土のうⅡ型

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

◎このような時

- 増水する速さが著しく、越水するおそれがあるとき。
- 集中豪雨による内水浸水で地下街が水没の恐れがあるとき。
- 堤防天端が舗装されており杭の打ち込みが出来ないとき。
- 積み土のう間詰め土砂が豪雨等で使用困難となったとき。

◎このような効果が

- 堤防天端に土のうを積み越水を防ぐ。
- シートで積み土のうを包み込む事により止水効果が高い。
- 資材はシートと土のうのみで作業は迅速にできる。

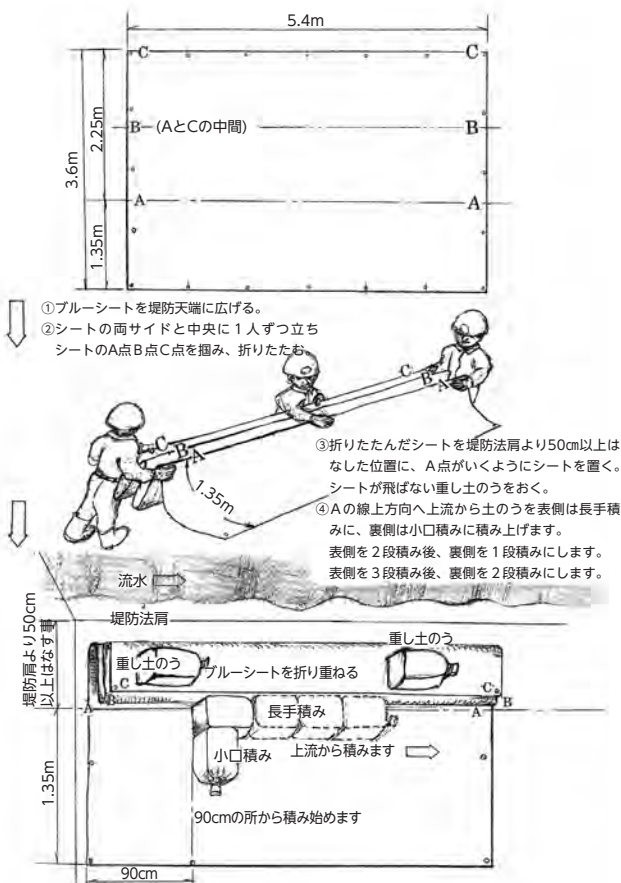


現地に用意する資材（演習対応、作業時間14分、作業人員20名）

- （改良積み土のうⅡ 10.0m当たり）
- ・土のう・・・139袋（川側3段積み63袋、裏側2段積み66袋、重し土のう10袋）
 - ・シート（3.6×5.4m）・・・・・・2枚

(手順書)

改良積み土のう工(Ⅱ)に使用するブルーシートの標準サイズ



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

1 水防工法

2 越水対策工

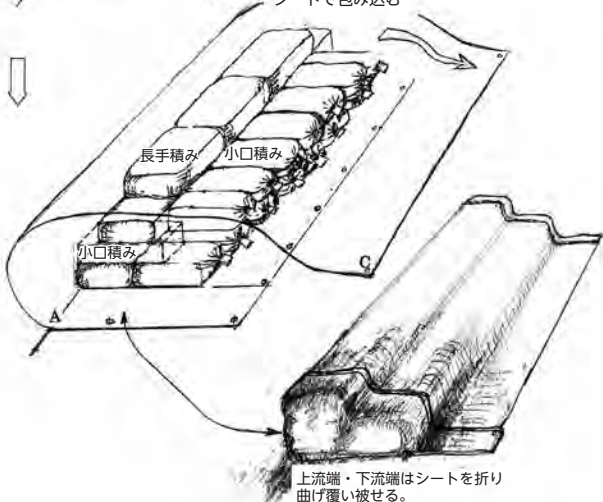
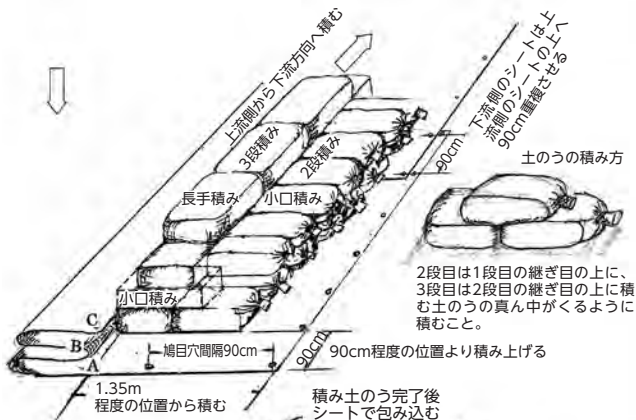
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

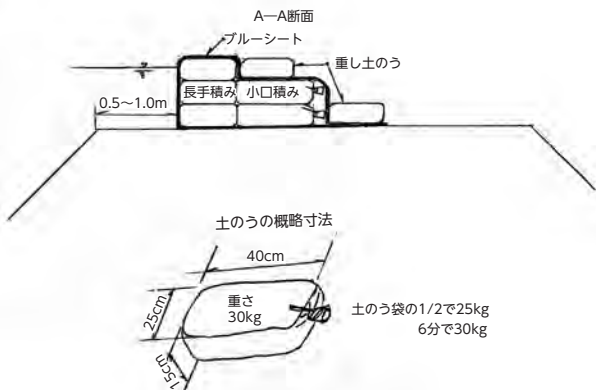
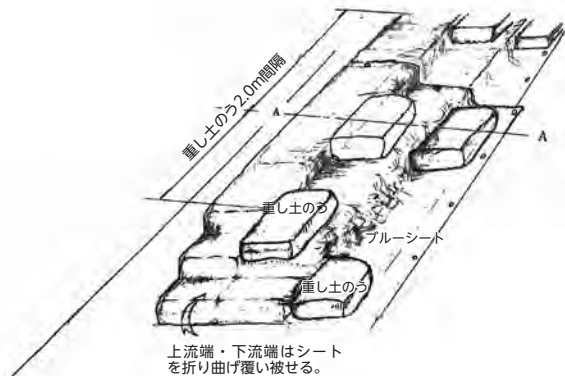
6 決壊対策工

7 亀裂対策工



改良積み土のう工（Ⅱ）完了

土のう積み上げ終了後、ブルーシートで積み上げた土のうを覆い被せます。ブルーシートが風・流水で飛ばされないように重し土のうを2.0m程度の間隔に置きます。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

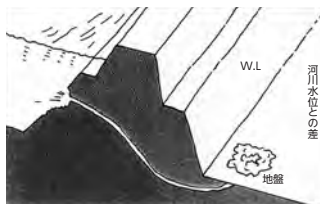
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

1 水防工法

●このような時

- 出水中裏小段、堤防法尻付近の平場などに漏水が発生している。

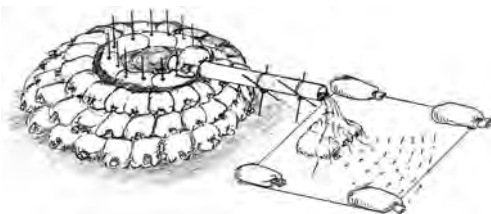


2 越水対策工

3 漏水対策工

●このような効果が

- 漏水の噴出口を中心に土のうを積み水を貯え、川とその水圧との均衡を保つことにより水の噴出を防ぎ、陥没、崩壊を防ぎます。



4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

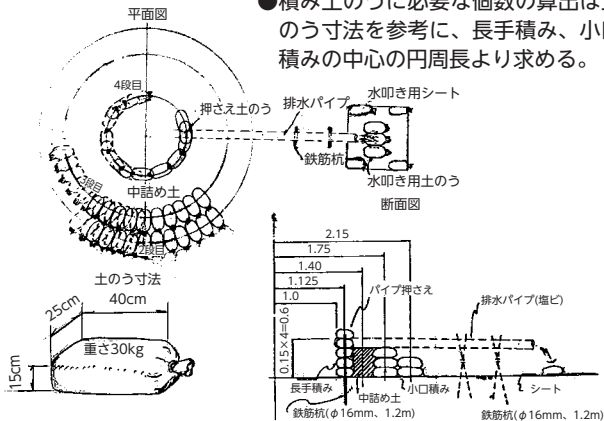


釜段工の資材

1 準備資材の数量 (直径 2 m)

①土のうの必要数は下図を参考に算出する

●積み土のうに必要な個数の算出は土のう寸法を参考に、長手積み、小口積みの中心の円周長より求める。



現地に用意する資材 (演習対応、作業時間18分、作業人員20名)

土のう・外周 (2段) $L1=2\pi \times 2.150m=13.5m$ $n1=13.5m/0.25m \times 2段=108袋$
 外周 (中央 3段) ... $L2=2\pi \times 1.750m=11.0m$ $n2=11.0m/0.25m \times 3段=132袋$
 内周 (4段) $L3=2\pi \times 1.125m=7.1m$ $n3=7.1m/0.40m \times 4段=72袋$
 その他..... 1袋 (排水パイプ押さえ) + 7袋 (水叩き用) = 8袋
 合計 (1釜段当たり) =320袋

鉄筋杭 (φ16mm、L=1.2m刺付) 72袋/4段×2本=36本 (内周土のう打ち込み)

鉄筋杭 (φ16mm、L=1.2m刺付) 2本×2箇所=4本 (排水パイプ受け用)

土砂 (中詰め用) $2\pi \times 1.4m \times 0.3m$ (幅) $\times 0.45m$ (高さ) =0.85㎡
 締固土1.2割り増し≒1.0㎡

塩ビパイプ (φ15cm、L=4m) 1本

縄 (PPロープ 8mm) 2.0m/本×2箇所= 2本 (パイプ固定用)

シート (水叩き用2.7m×3.6m) 1枚

道具類・一輪車..... 4台

タコ..... 2丁

スコップ..... 4丁

かま..... 1丁

刃口..... 2丁

ハンマー (大) 4丁

デミ..... 4丁

釜段工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- 築く釜の大きさは、漏水口の大きさにもよりますが、通常直径は2m程度です。

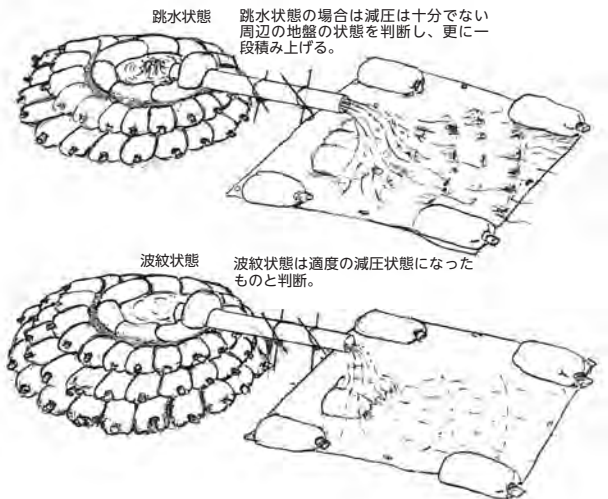
- 注意事項

漏水の箇所をあわてて土や土のう袋をつめたり、あるいは土のうを漏水の水位（外水位）より高く積み上げたりすれば、浸透水が堤体に充満し、堤防が「うみ」、堤体をゆるませ、裏のりを崩壊し、ついには破堤にいたらせることもあるので十分注意しなければならない。

- 施行判断

噴水口が1ヶ所の場合は直径1mぐらいで十分です。なるべく直径を小さくして高く土のうを積み河川水位との差を少なくします。

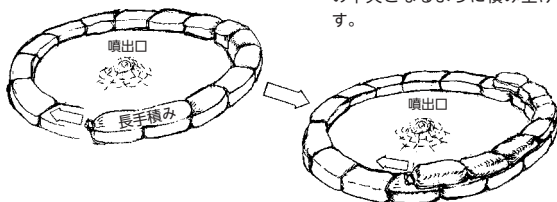
積み上げ高さは下図の状態を目安（案）とします。
波紋状態・・・漏水口から噴き上げる状態が水面で僅かに波紋が見られる程度まで積み上げる。



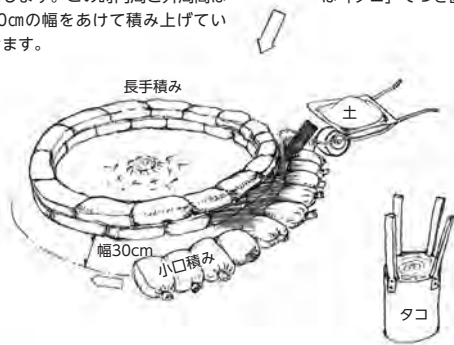
施工手順

釜の積みかたは噴出口を中心に内周（４段）、外周（中央３段）、外周（２段）積み为标准として以下施工手順を示す。

- 1 噴水口を中心に内周の１段目を長手積みに積み上げていきます。
- 2 内周の２段目は１段目の土のうの突合せ部の上に、２段目の土のうの中央となるように積み上げます。



- 3 内周の２段目が積み終われば、外周（中央側）の１段目を小口積みとします。この時内周と外周間は30cmの幅をあけて積み上げていきます。
- 4 外周（中央側）の１段目を積んでいく後から中詰め土を入れる。土は「タコ」でつき固めます。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

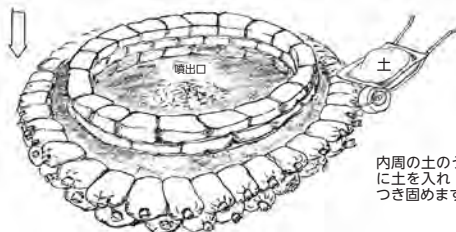
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

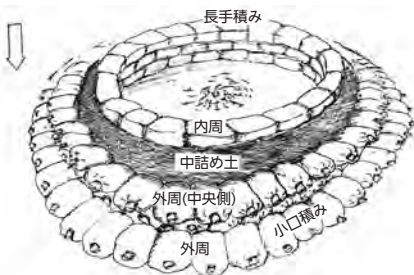
- 5 内周3段目を積んでいきます。2段目の土のう突合せ部の上に3段目の土のうの中央となるように積み上げます。

- 6 内周3段目が積み終われば、外周（中央側）の2段目を積む。1段目の土のう突合せ部の上に2段目の中央となるように積み上げます。



内周の土のうと外周間に土を入れ「タコ」でつき固めます。

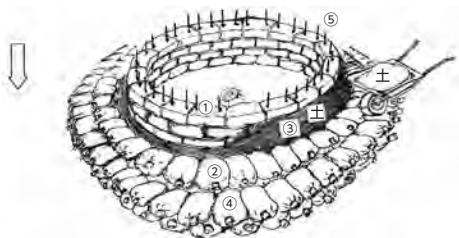
- 7 内周3段、外周（中央側）2段積み、中詰め土入れが終われば、外周の1段目を小口積みになります。



断面図

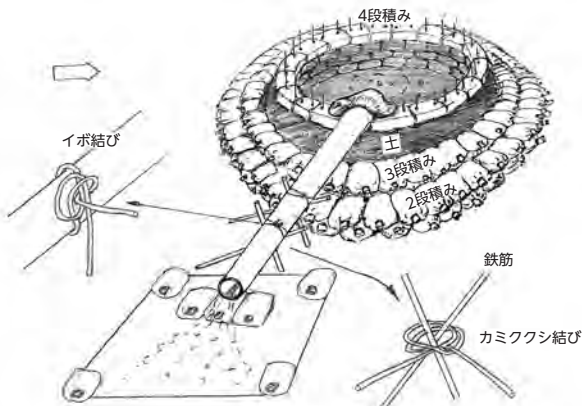


- 8 ①内周の4段目を積みます。②続いて外周（中央側）の3段目を積み、③土を入れ突き固めます。④外周は2段目を積み上げます。⑤鉄筋杭を1袋に2本、地盤内（30cm程度）まで打ち込みます。



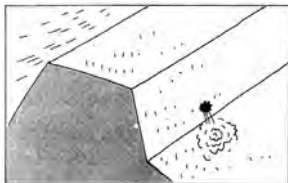
- 9 排水パイプを取り付けます。排水パイプの飲み口は積み上げた土のうの端より20cm程度長くする。この排水パイプを支える鉄筋をX状態に打ち込みます。X交差部を「カミククシ」結びにします。縄の両端をパイプに巻きつけ、上部で「イボ」結びで固定します。・・・（排水パイプ飲み口押さえ土のうを置く事）

排水処理として、シートを排水口を中心に敷き、四隅に土のうを置き、排水口の下へ土のう3袋、流れの方向に小口側となるように置きます。・・・完了



1 水防工法

- このような時
出水中堤防法尻付近に漏水した水が噴出している。



2 越水対策工

3 漏水対策工

- このような効果が
土のうを積んで河川水位と漏水口との水位差を縮めて水の圧力を弱め、堤体土砂の流出を防止し堤防の決壊を防ぎます。

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

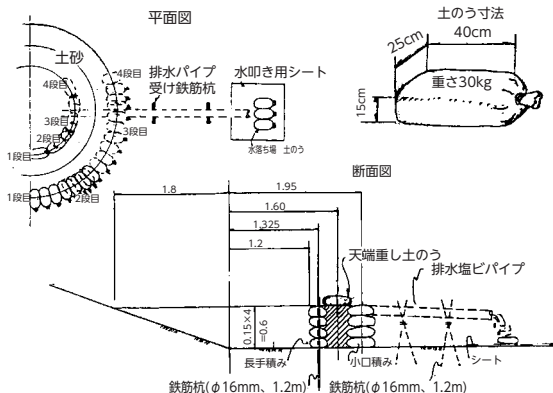
7 亀裂対策工



月の輪工の資材

●準備資材の数量（半径1.2m）

土のうの必要個数は下図を参考に、長手積み、小口積みの中心長さより算出する。



現地に用意する資材（演習対応、作業時間18分、作業人員20名）

- ・土のう
 - ・外周（4段）・ $L1 = 2\pi \times 1.950\text{m} \times 1/2 + 1.8\text{m} \times 1/2 \times 2 = 7.9\text{m}$
 $n1 = 7.9\text{m} / 0.25 \times 4\text{段} = 128\text{袋}$
 - ・内周（4段）・ $L2 = 2\pi \times 1.325\text{m} \times 1/2 + 1.8\text{m} \times 1/2 \times 2 = 6.0\text{m}$
 $n2 = 6.0\text{m} / 0.4\text{m} \times 4\text{段} = 60\text{袋}$
 - ・天端重し用・ $L3 = 2\pi \times 1.6 \times 1/2 + 1.8\text{m} \times 1/2 \times 2 = 6.8\text{m}$
 $n3 = 6.8\text{m} / 0.4\text{m} = 17\text{袋}$
 - ・その他・ $n4 = 7\text{袋}$ （水叩き用）
 $n5 = 2\text{袋}$ （排水パイプ押さえ用）
- 合計 214袋
- ・鉄筋杭（φ16mm、1.2m刻付）..... $6.0\text{m} / 0.4\text{m} \times 2\text{本} = 30\text{本}$ （内周土のう打ち込み）
- ・鉄筋杭（φ16mm、1.2m刻付）..... $2\text{本} \times 2\text{箇所} = 4\text{本}$ （排水パイプ受け用）
- ・土砂 $(2\pi \times 1.6\text{m} \times 1/2 + 1.8\text{m} \times 1/2 \times 2) \times 0.3\text{m} \times 0.6\text{m} = 0.9\text{m}^3$ （中詰め用）
 締固土1.2割り増し=1.1m³
- ・排水パイプ（φ15cm、4.0m）..... 1本
- ・縄（PPロープ8mm）..... $2.0\text{m} / \text{本} \times 2\text{箇所} = 2\text{本}$ （パイプ固定用）
- ・シート（2.7m×3.6m）..... 1枚
- 道具類・一輪車4台、スコップ4丁、刃口2丁、タコ2丁、鉄ハンマー（大）4丁
 かま1丁、テミ4丁

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

月の輪工

1 水防工法

洪水時に堤防裏小段や法尻付近に漏水が見られるとき、土のうを積み水を貯え、川とその水位との均衡を保つことにより、水の噴出を防ぎ堤防の法崩れ等を防ぐ目的に施工する。

現場の漏水状態によるが一般的に半径1.2m～2.0mである。この手順書は1.2mを基本形とする。

2 越水対策工

●基本形

堤防の法尻から内周1.2m地点に半円を描き、この線に沿って土のうを長手積みに4段積み上げます。外周は1.75mの線に沿って土のうを小口積み（土のう縛り口は外方向）に4段積みに積みあげます。

内周4段積みが終わった段階で、土のう1袋に2本の鉄筋を地中まで打ち込んで土のうを安定させる。

内周と外周間に幅30cmを設け土砂を入れタコで突き固める。排水は塩ビパイプを使用し内周3段、外周3段土のう積みが終わった段階で排水パイプを設置する。水落ち下にブルーシートを敷き四隅に土のうを置き風にあおられないようにして、水落ち箇所土のうを3袋置きます。

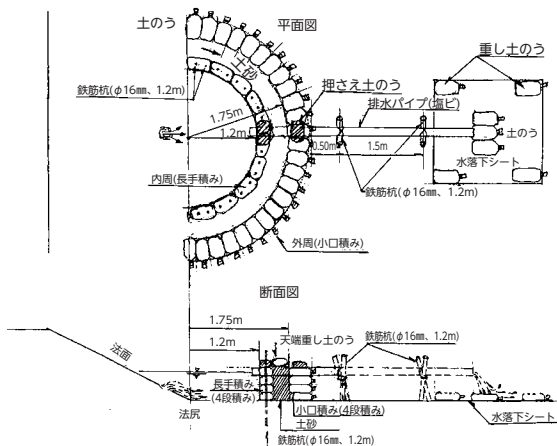
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

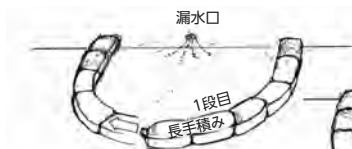
7 亀裂対策工



施工手順

月の輪工は噴出口を中心に半円形に内周（４段）、外周（４段）積み为标准として以下施工手順を示す。

- 1 噴出口を中心に内周の１段目を長手積みします。

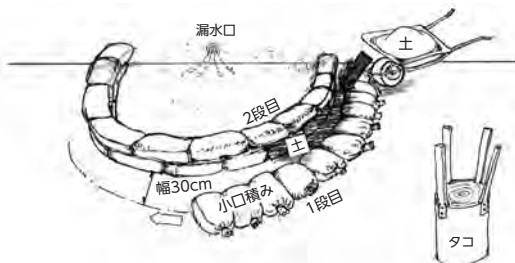


- 2 内周の２段目は１段目の土のうの突合せ部の上に、２段目の土のうの中央付近となるように積み上げます。



- 3 内周の２段目が積み終われば、外周の１段目を小口積みとします。この時内周と外周間は30cmの幅をあけて積み上げていきます。

- 4 外周の一段目を積んでいく後から中詰め土を入れる。土は「タコ」でつき固めます。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

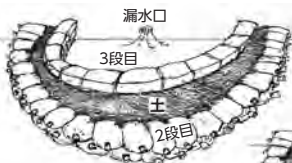
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

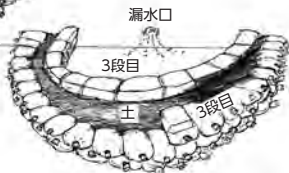
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

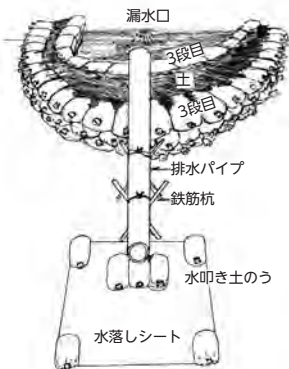
- 5 内周の3段目が積み終われば、外周の2段目を積み上げていく後から中詰め土を入れ「タコ」でつき固めます。



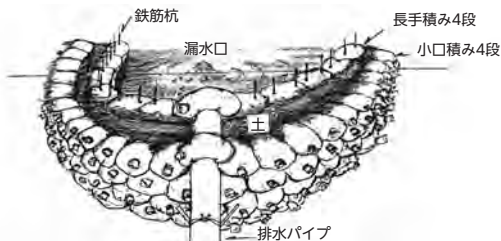
- 6 外周3段目を積み上げていく後から中詰め土をいれ「タコ」でつき固めます。



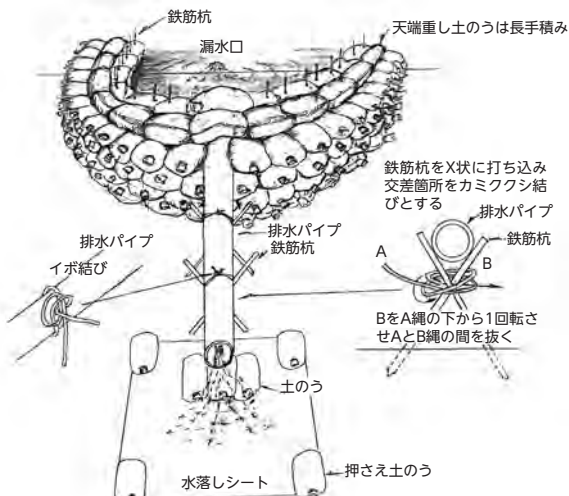
- 7 内周・外周3段積み、中詰め土入れが完了した段階で、排水パイプを設置します。パイプは鉄筋杭をX状に打ち込み交差箇所を「カミククシ」結びにして、その縄でパイプに巻きつけ、パイプの上部で「イボ」結びにする。排水パイプ設置後、水落しシートを敷き四隅に土のうを置き、水落ち箇所には土のう3袋置きます。



- 8 内周・外周4段積みにして、中詰め土を入れ「タコ」で良く締め固めます。内周の長手積み土のう1袋に鉄筋杭2本、地盤へ30cm程度打ち込みます。排水パイプ押さえ土のうを乗せます。



- 9 月の輪工は釜段工と異なり土のうを2列積みとしますので、豪雨等で中詰め土が流れ積み土のうが不安定となる恐れがある時、天端重し土のうを置く場合がある。



排水処理として、シートを排水口を中心に敷き、四隅に土のうを置き、排水口の下へ土のう3袋、流水の方向に小口側となるように置きます。

シート張り工

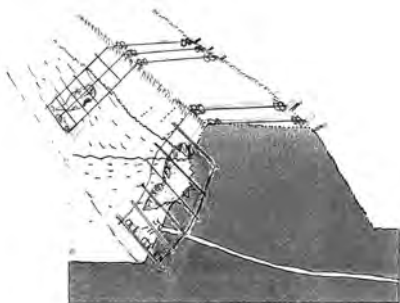
1 水防工法

●このような時

- 川表が崩れはじめた
- 堤防が透水しはじめた

●このような効果が

- 川表の崩れるのを防ぐ
- 吸い込み口を塞ぎ透水を防ぐ



2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



シート張り工

現地に用意する資材（シート張り1枚当たり）

- ・木杭（φ10cm、1.2m剣付）・・・・・・・・・・3本
- ・シート（3.6m×5.4m）・・・・・・・・・・1枚（ブルーシート）
- ・竹（力竹・目通り6cm）・・・・・・・・・・2本
- ・竹（骨竹・目通り4～5cm）・・・・・・・・・・5本
- ※単管パイプを使用する場合（φ48.6mm、4.0m）・・・・7本
- 竹と単管の組み合わせで使用する場合は力竹として単管2本、骨竹は竹を5本
- ・土のう・・・・・・・・・・3袋（シート重し用）
- ・土のう・・・・・・・・・・2袋（あおり止め用）
- ・土のう・・・・・・・・・・12袋（枕用6袋、押さえ用6袋）
- ・縄（PPロープ8mm）・・・・0.6m/箇所×5箇所×7箇所=35本（力竹・骨竹取付け用）
- ・縄（PPロープ10mm）・・・・4.0m×2本/袋×3箇所（シートへ重し土のう取付け用）
- ・縄（PPロープ10mm）・・・・16.0m×2本（あおり止め土のう用）
- ・ロープ（綿φ12mm）・・・・10.0m×6本（シート吊るし用3本、堤防天端用3本）
- ・ロープ（綿φ12mm）・・・・16.0m×2本（シート張りおろし用）
- ・ロープ（綿φ10mm）・・・・15.0m×2本（命綱、シート張りが落ちない場合）
- ・ロープ（綿φ10mm）・・・・10.0m×2本（命綱、堤防上で支える人用）

道具類

- ・掛け矢・・・1丁
- ・かま・・・3丁
- ・シノ・・・3丁

※縄通し金具を使用する場合にはシノは必要ない

- ・縄通し金具・・・3丁

参考資料

現地に用意する資材（演習対応、作業時間12分、作業人員11名）

人員配置

- ・班長・・・・・・・・1名
- ・作業人数・・・・10名

道具類

- ・掛け矢・・・・3丁
- ・シノ・・・・6丁

※縄通し金具を使用する場合にはシノは必要ない

- ・縄通し金具・・・・6丁
- ・かま・・・・3丁

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

シート張り工施工図

1 水防工法

2 越水対策工

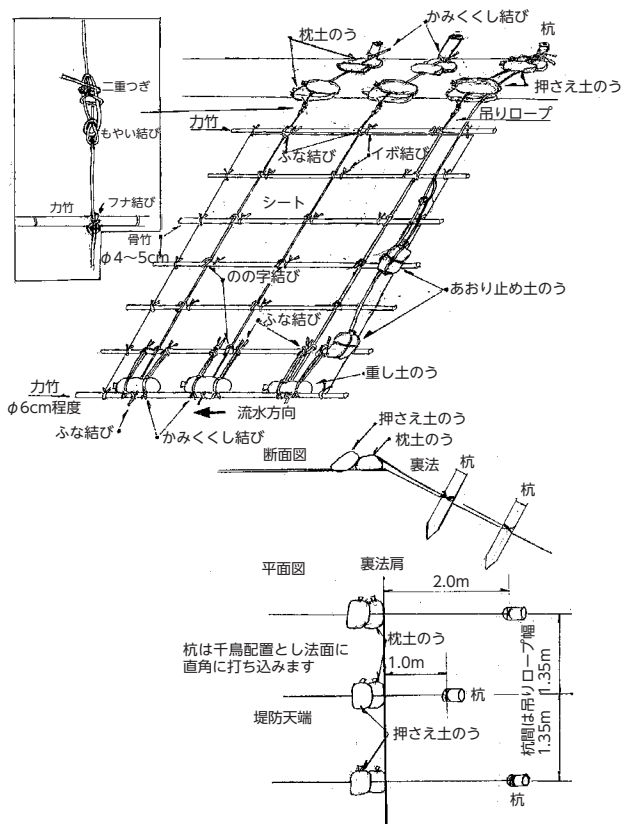
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

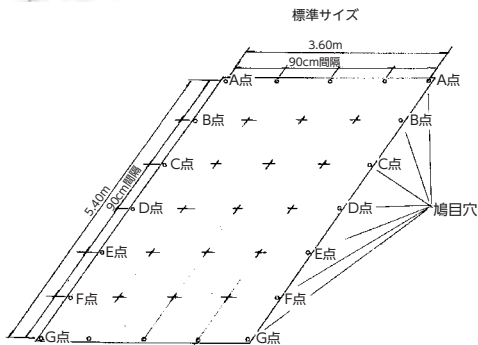
6 決壊対策工

7 亀裂対策工



シート張りつくり手順

- ①シートに骨竹を取り付ける手順として、シートの周囲には鳩目穴が90cm間隔にあります。この穴を基準にして骨竹を取り付ける。準備作業として下図シートの十字位置に穴を開け竹結び用の縄を通します。その方法は先ずシートの両端A点とB点を持ち、B点線上にA点側のシートを合わせ、B点線上シートに鳩目位置に沿って穴を開け縄を通します。次はC点とA点を合わせ穴を開け縄を通す。この作業を順次行います。縄は軽く結んでおくと抜け落ちない。



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

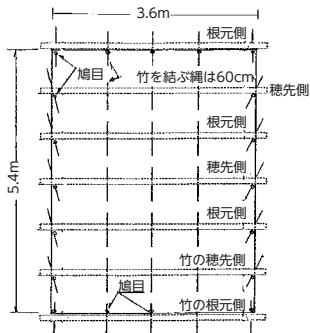
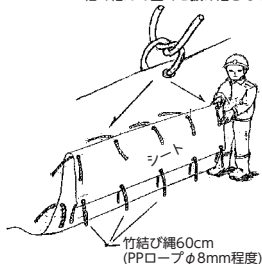
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

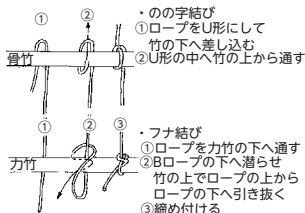
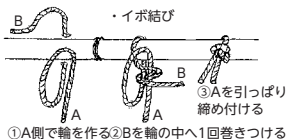
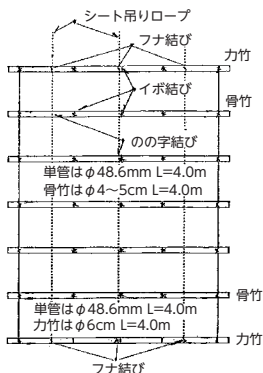
7 亀裂対策工

- ② 縄通しが終わればシートを堤防天端に広げて、力竹2本、骨竹5本を取り付ける。

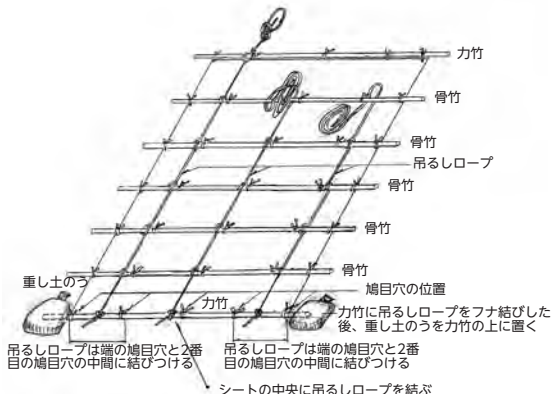
○竹結び縄はシートへ通し
軽く結んで置くと抜け落ちない



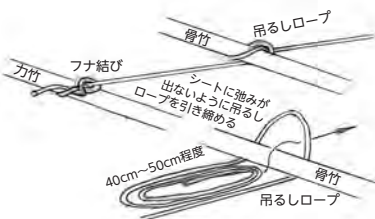
- ③ シートへ力竹、骨竹を取り付ける。竹は根元側と穂先側とを交互にし、シートへ「イボ」結びで取り付け、吊るしロープを下段の力竹に「フナ」結びにして、上段の骨竹には「のの字」結び、上へ上へと結び上段の力竹に「フナ」結びにします。



吊るしロープ結び要領



- ①吊るしロープはφ12mm、シートの長さの1.8倍の長さが必要。
※堤防天端幅と堤防裏面の止め杭までの長さに縛り付ける長さは別途ロープの長さを準備すること。
- ②吊るしロープを下段の力竹にフナ結びにする。
- ③下段の力竹の両端へ重し土のうを載せる。
吊るしロープを骨竹へ「のの字」結びにしていく時、ロープに弛みが出ないように、引き締めを加えるため重し土のうが必要である。
- ④骨竹へ「のの字」結びしていく時、竹の下でU形の輪の中へロープを通すので、輪は大きく、通すロープは40cm～50cm程度に巻いておくと作業性が良い。
- ⑤上段の力竹へフナ結びして、吊るしロープの端を「もやい」結びにして、堤防上のロープへ連結させる。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

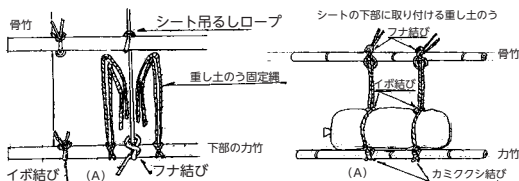
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

重し土のう取り付け

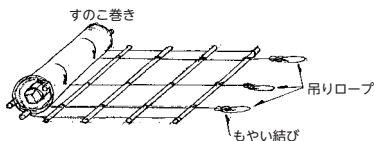
シート吊るしロープ結びが終われば、重し土のう (A) を下段の力竹に固定する縄をカミククシ結びにして、土のうを乗せ図のように土のうの上側でイボ結びで締め付け、この縄を上骨竹にフナ結びで取り付けます。重し土のうはシートの両サイドと中央の3箇所に取り付ける。

※土のうの重さ40kg /個程度とし、法面を転げ落ちる時シートのねじれを防ぐため、3個とも同じ大きさの物がよい。



シート張り落とし込み作業

- (1) シート張り作り終了後堤防天端において、重し土のうを巻き込むようにシートを「スノコ」巻きにする。

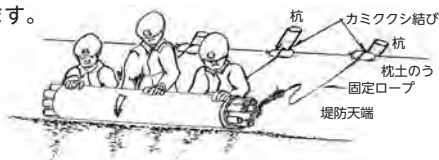


シート吊るしロープ

を固定する杭3本を裏法面に打ち込む。(P 50を参照)

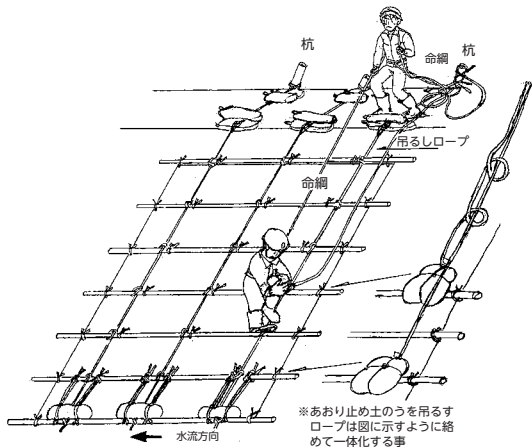
- (2) 堤防の傷口を覆い被せる位置の法肩へ運び、吊るしロープを堤防上の固定ロープで二重結びで連結して、シート張りの落とし込み高さを決め、固定ロープを裏法面の杭へカミククシ結びで固定します。

落とし込み作業は3人～4人が均等に力を加え、法面へ転がりおとします。

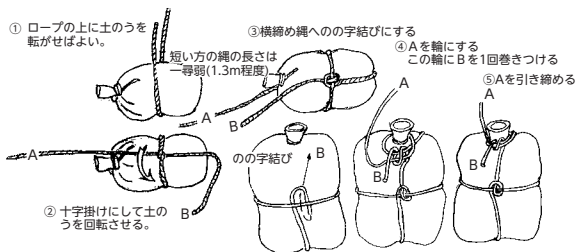


あおり止め土のう取り付け

- (1) シート張り上流側にあおり止め用土のう2個を置きます。この土のうは予め前準備として作成しておきます。
- (2) あおり止め土のうを据え付ける作業員は命綱をつけ、これを支える人も命綱をつけ堤防裏面の杭にカミククシ結びにする。



- (3) あおり止め土のうは下図のように作成し、流出しないようにロープを結びつけ、このロープは堤防裏面の杭にカミククシ結びで固定します。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

命 綱

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

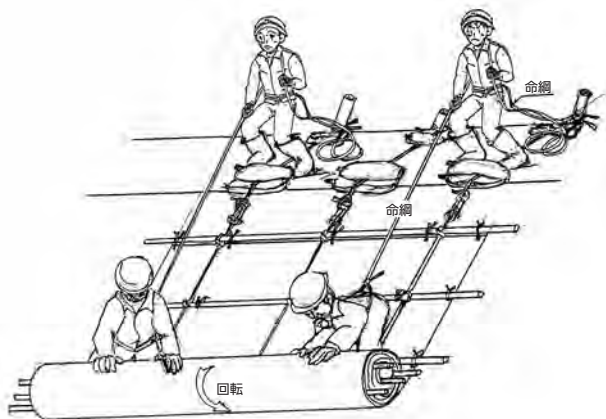
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- シート張りを降ろす時、法面に止まったり、ねじれて落ちない場合、作業員により目的位置へ落とし込む作業が発生する。又、作業員はあおり止土のうの設置作業がある。

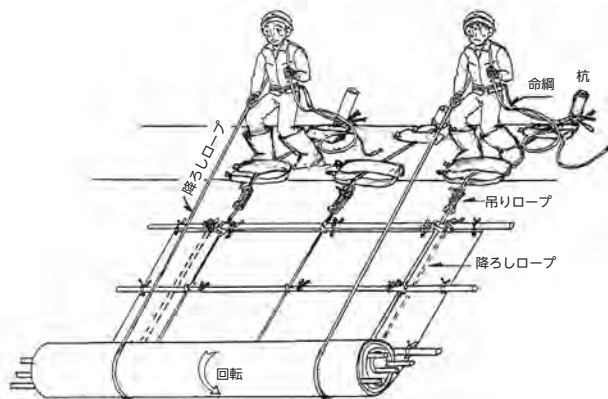
これらの作業を行う者は命綱をつける事。命綱は腰にもやい結びにして堤防裏法面の杭へカミクシ結びにして、身の安全を確保する事。この作業員の命綱を堤防の上で支える者も命綱をつけて、杭へカミクシ結びにする事。

命綱を支える者は水流に平行に立ち、上流側の肩にロープを掛け確り握る。ロープは肩から背中を斜めに、下流側の脇の下でロープを握りしめてゆっくりロープを送り出す。



おろしロープの使用

- 急流河川において、シート張りが着水と同時に押し流される恐れがある時に使用する。巻いたシートが押し流されないように、おろしロープで支えながら徐々に沈めていく。
- 傷口が広くシート張りを連続施工する場合、重ね合わせが必要となります。下流側のシート張りの上へ重ねあわせるためにはおろしロープを使用する。
- おろしロープの扱いは、水流に平行に立ち、上流側の肩にロープを掛け確り握る。ロープは肩から背中を斜めに、下流側の脇の下でロープを握り締めてゆっくりロープを送り出す。
- おろしロープを扱う作業員は命綱を腰にもやい結びして、ロープの端は杭にカミクシ結びにします。



※おろしロープは上部の力竹にフナ結びにして、すのこ巻きにしたシート張りの下から上へ取り出す。
おろしロープはシート張り施工後引き抜きます。

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

あおり止め土のう

1 水防工法

①土のうのほぼ中心にロープを敷く

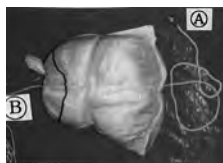


②ロープAとBを土のうの上で十字となるように交差させる



2 越水対策工

③土のうを手前に引くように裏返しにします



④土のうの中央でAロープをU型にして横ロープの下へ通す



3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

⑤の字結びで締め付ける



⑥土のうを立てて、縛り首へBロープを一回巻きつける(イボ結びにする)



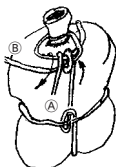
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

⑦巻きつけたBロープの輪の中へ下からAロープで一回巻きつける



⑧Bロープを土のうの縛り首へ硬く締め付け結び付ける



7 亀裂対策工

シート張り工（応用編）

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

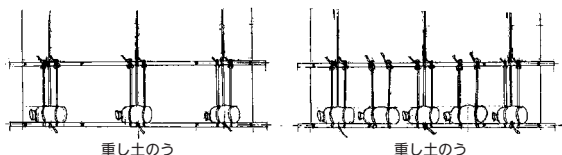
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

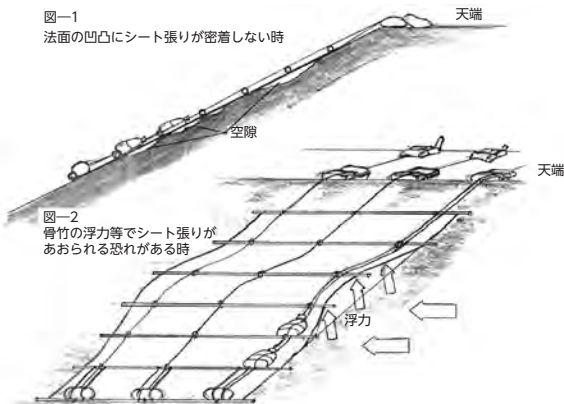
1. 状況判断

- (1) シート張りは緩流河川や湖沼の法面对策工・漏水防止として適している。しかし洪水等において流速や風浪で法面の浸食・崩壊がみられシート張りを施工する必要がある時、着水と同時にシート張りが押し流される恐れがあり、防止対策の一つとして重し土のうの個数を増やす必要がある。標準のシート張りの重し土のうは3個としておりますが、5個程度として力竹に代わる単管を使用し、重し効果と浮力の低減を図り、安全で対策工として有効でなければならない。

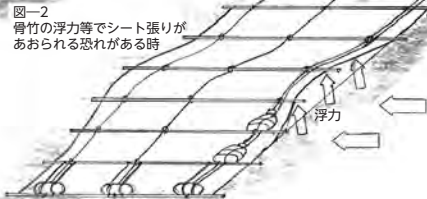


- (2) 現場では図—1～図—3のような事態がある。図—4は一般的な対策方法である。

図—1
法面の凹凸にシート張りが密着しない時

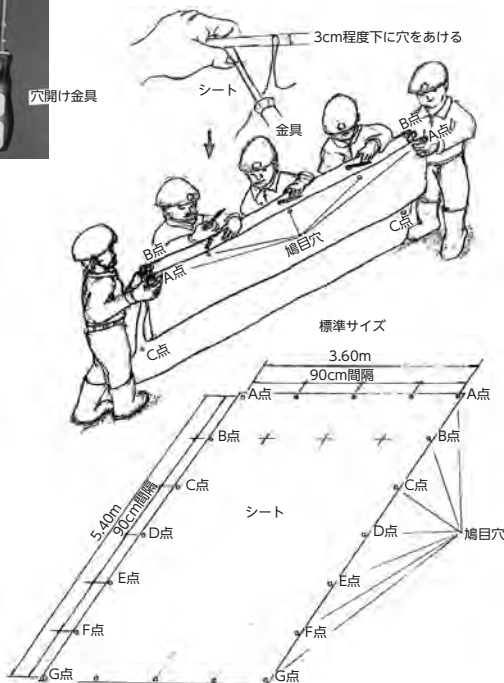


図—2
骨竹の浮力等でシート張りがあおられる恐れがある時



シート張り工（応用編）

シートに力竹、骨竹を取り付け手順として、シートの周囲に鳩目穴が90cm間隔にあります。この穴を基準にして骨竹を取り付ける。作業手順として下図シートの十字位置にドライバーを加工した金具で穴をあけ、リピータイを通します。まずシートの両端A点とB点を持ち、B点線上にA点側のシートを合わせ、B点線上シートに鳩目位置に沿って穴を開けリピータイを通します。次にA点側に力竹、B点に骨竹を取り付けます。



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

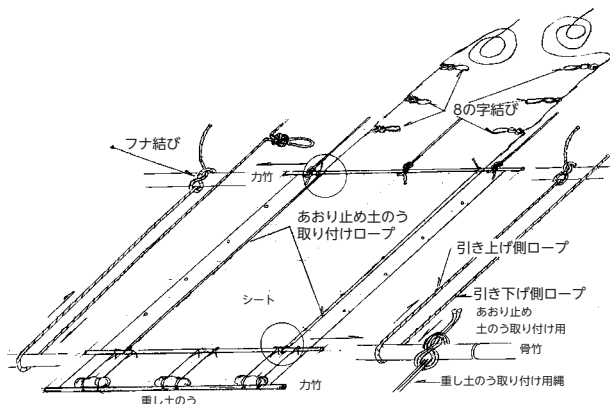
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

(3) あおり止め土のうの取り付け用ロープ

あおり止め土のうを取り付けて落とし込むロープの端を、骨竹の下から通し上部の力竹に片方をフナ結びにして仮止めします。一方のロープはあおり止め土のうを取り付け用の輪さ（8の字）を加工します。



(4) シートの製作が終了段階でスノコ巻きにして、法面の傷口の上部の法肩へ移動させます。

(5) シート吊るしロープを落とし込み高さを決めて、裏法面へ打ち込んだ杭へロープをカミククシ結びにして固定します。枕土のうを敷く。

(6) あおり止め土のうをロープへ8の字結びにした輪の中へ、土のうを結んだ縄の端を二重結びにして取り付けます。

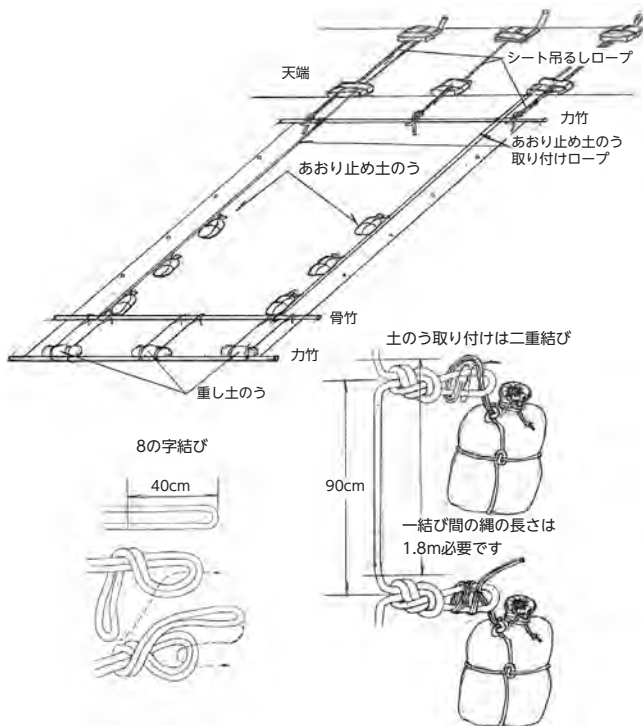
(7) シート張りを勢いをつけて落とし込みます。



- (8) あおり止め土のうを落とし込む作業として、上部の力竹にフナ結びにした縄を解き、堤防の上でロープを引きあげながら、あおり止め土のうを一個ずつ落とし込みます。この時土のうが一度に引き落とされないように、ロープを杭へ巻きつけ徐々に落とし込む事。

あおり止め土のうを止める高さは予めロープへ目印を付けておくと良い。落とし込み土のう位置に収まればロープを杭へカミクシ結びにして固定する。

- (9) ロープ押さえ土のうを置いて完了。



シート張り工（応用編）

現地に用意する資材（シート張り1枚当たり）

演習対応、作業時間12分、作業人員11名

- ・木材（φ10cm、1.2m剣付）…………… 3本
- ・シート（3.6m×5.4m）…………… 1枚（ブルーシート）
- ・竹（骨竹・目通り4～5cm）…………… 1本
- ・竹（力竹・目通り6cm）…………… 2本

※単管パイプを使用する場合（φ48.6mm、4.0m）

- ・土のう…………… 12袋（枕用6袋、押さえ用6袋）
- ・土のう…………… 3袋（シート重し用）
- ・土のう…………… 6袋（あおり止め用）
- ・縄（PPロープ8mm）… 0.6m/1箇所×5箇所×3箇所=15本（力・骨竹取り付け用）
- ※リピータイ（7mm×30cm）……5本/ 1箇所×3箇所=15本（力・骨竹取り付け用）
- ・縄（PPロープ10mm）… 4.0m×2本/袋×3箇所（シートへ重し土のう取り付け用）
- ・縄（PPロープ10mm）… 2.5m×6袋（あおり止め用土のう十文字結び）
- ・ロープ（綿φ12mm）… 10.0m（堤防天端幅5.0mを想定）・（シート張り吊るし用）
- ・ロープ（綿φ10mm）… 30.0m×2本（あおり止め土のう吊るし用土のう）
- ・ロープ（綿φ10mm）… 15.0m×2本（命網、シート張りが落ちない場合）
- ・ロープ（綿φ10mm）… 10.0m×2本（命網、堤防上で支える人用）

道具類

- ・掛け矢 … 3丁
- ・シノ …… 3丁

※縄通し金具を使用する場合にはシノは必要ない

- ・縄通し金具3丁又はリピータイ用金具はドライバーを加工した物を使用する
- ・かま …… 1丁

1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

5 洗掘対策工

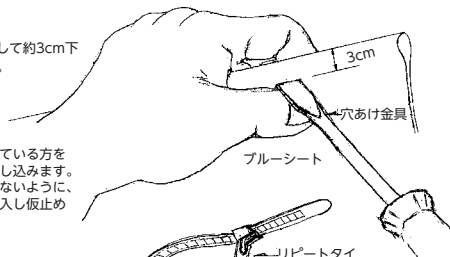
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

力竹・骨竹取り付け用リピートタイの作業手順

1 水防工法

- ① 穴を開ける位置きめをして約3cm下へ金具で穴をあけます。



2 越水対策工

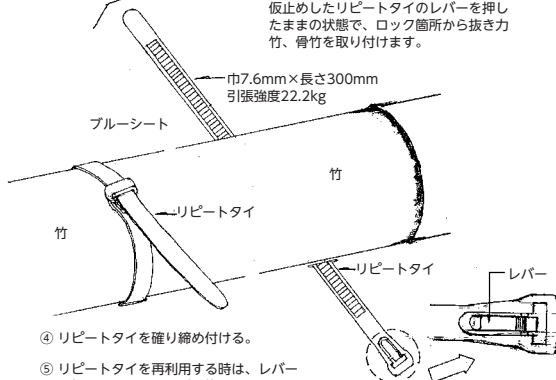
- ② リピートタイの溝が付いている方を上に向けて、穴の中へ差し込みます。リピートタイが抜け落ちないように、図に示すロック箇所へ挿入し仮止めをします。



3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

- ③ シートへリピートタイの挿入取り付けが終われば、堤防天端へシートを広げて、仮止めしたリピートタイのレバーを押したままの状態、で、ロック箇所から抜き力竹、骨竹を取付けます。



5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- ④ リピートタイを確り締め付ける。
⑤ リピートタイを再利用する時は、レバーを押したままにして引き抜きます。

シート張り工



上記写真は骨竹を取り付けた状態

下記写真は骨竹を取り除き浮力を軽減させ
シートを法面へ密着させた状態



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

水防マット工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

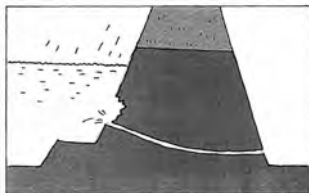
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

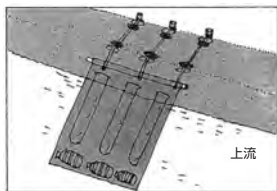
●このような時

- 川表が崩れだした時
- 堤防が透水しはじめた



●このような効果が

- 川表が崩れるのを防ぐ
- 吸い込み口を塞ぎ透水を防ぐ



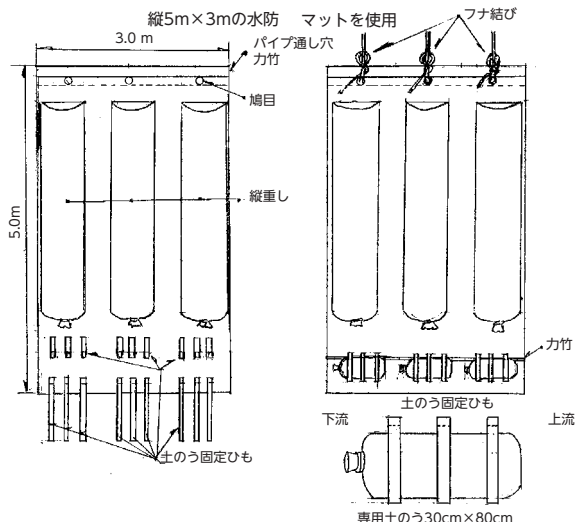
現地に用意する資材（演習対応、作業時間11分、作業人員15名）

・水防マット（3m×5m）	1枚
・竹（力竹目通り6cm、3m）	2本
・木杭（φ10cm、1.2m剣付）	3本
・土のう（専用土のう30cm×80cm）	3袋（シート重し用）
・土のう	3袋（枕用）
・土のう	3袋（ロープ押さえ用）
・ロープ（綿φ12mm）	10.0m×3本（シート吊るし用）
・ロープ（綿φ12mm）	16.0m×2本（シートおろし用）
・ロープ（綿φ10mm）	15.0m×2本（命綱、シートが落ちない場合）
・ロープ（綿φ10mm）	10.0m×2本（命綱、堤防上で支える人用）
・砂利	1.0m ³ （縦重し充填用3袋分・・ロス分含む）
・塩ビパイプ（φ20cm、5.0m）	1本

道具類

・掛け矢3丁、スコップ2丁、テミ4丁、刃口4丁、かま1丁、金槌2丁

水防マット作業手順



①重し土のうの取り付け

マットを広げ、マット下段に重し土のう取り付けひもがあります。このひもで、しっかりと結び取り付けます。その場合重し土のうの結び口は、下流側に向けます。

※マットを堤防肩から落とし込むとき、3個の土のうが個々に回転する事で、シートのねじれ等が発生し、うまく落下しないことがある。3個の土のうと一緒に力竹を結び付けると良い。

②力竹と吊り縄の取り付け

マット端のパイプ通しに径40mm～50mm程度、長さ3.0mの青竹か、単管パイプを通します。

次にハトメ穴3箇所にφ12mmの綿ロープを通し、力竹にフナ結びにします。

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

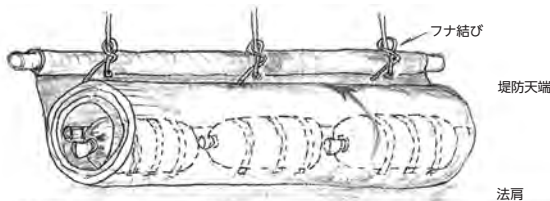
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

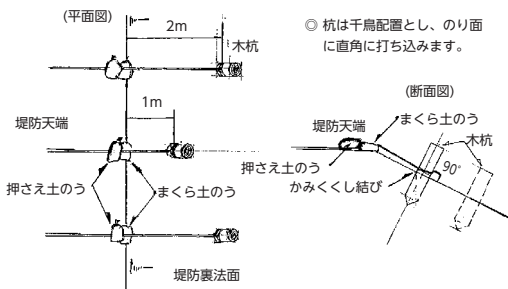
7 亀裂対策工

③ マットの巻き方

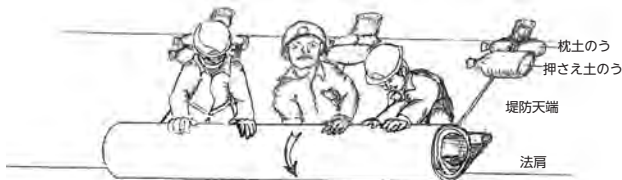
重し土のうを芯にして、マットをすのこ巻きにします。



- ④ 巻き終わった防水マットを法肩まで運搬し、堤防裏法面に留杭3本打ち込んだ杭へ吊るしロープをかみくくし結びで仮止め、マット降ろしが完了した時点で確りと結びつける。

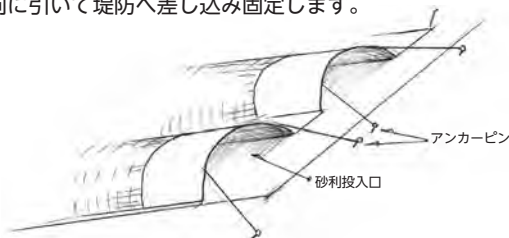


法肩から落とし込む・・・掛け声1・2・3で押し出す



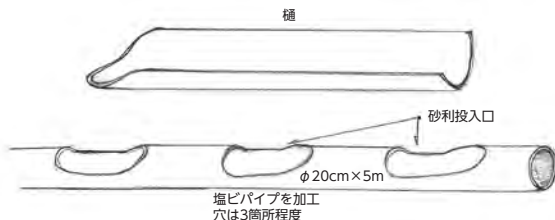
⑤縦重し土のうへ砂利等の充填

先ず上流縦重し土のうから充填しますが、砂利投入口には幅50cm半円形で番線が通してあり、その番線の左右の先端にアンカーピンのついた細いひもがついています。このひもを左右斜めの方向に引いて堤防へ差し込み固定します。



⑥長さ5m、幅16cm程度の半円形の塩ビ製の樋、又は一部半円形に加工した塩ビ製パイプを投入口から差込、樋を上下にゆすりながら砂利または碎石を充填します。

堤防法勾配が緩いと充填困難となります。砂利の投入量と樋の上下にゆするタイミング、樋を引き抜く長さ等は充填時に習得する。



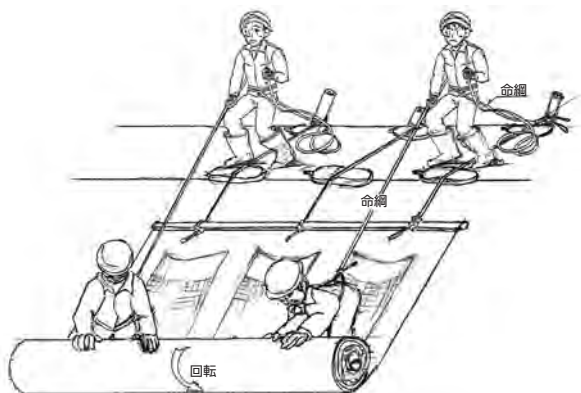
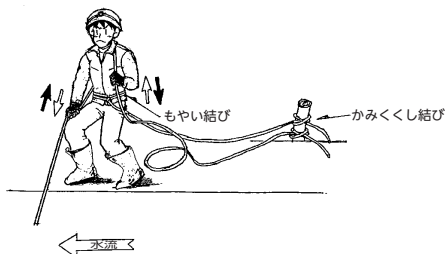
※水防マットの縦重し土のう袋内へ土、砂、砂利等を投入しますが、満足な充填は出来ない。堤防の勾配より投入資材の「あんそく角」が大きいために流れない。メーカーの資料によれば、縦重し土のう袋へ資材の投入は水ジェットで流し込む。そのために袋はメッシュ（網目）になっていて、水はこの網目から抜ける仕組みとなっている。

また縦重し土のう袋への投入量は法面の傷口の状態、拡大の恐れ等を勘案して中詰め量を決めれば良い。一般的に6割程度が目安になる。

防水シートがねじれる等して落ちない場合

命綱の取扱

- ①防水シートを取り扱う人、この人を支える人は「もやい結び」により命綱を身に付け、命綱の端は杭に「かみくくし結び」とします。
- ②防水シートを扱う人の命綱を堤防の上で支える人は、足元を確り固め、水の流れに平行に立ち、上流側の肩に命綱を掛け確り握る。命綱は肩から背中を斜めに下流の脇の下で命綱を握り、おろし、たぐりの動作をします。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

ふな結び

水防マットは加工されており、縦重し土のう袋が3本、下段に重し土のうを3箇所取り付け。此れを吊るすためのロープは3箇所となっている。標準的な寸法は幅3.0m長さ5.0mである。

●ふな結び

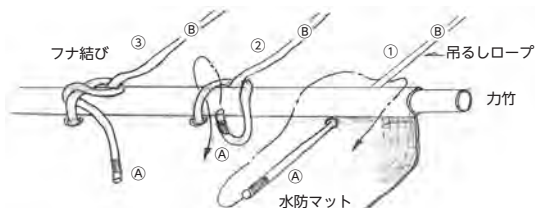
水防マットを吊るすロープはふな結びにする。その手順は下図の通り。

①シートの上部端を持ち上げ、吊るしロープをシートの裏側から穴へ通す。

②ロープの端Aを元側Bロープの下へ通す。

③通したロープを力竹の上のロープの上から下へ引き抜き締め付ける。

※シートの上部端には力竹又は単管を差し込むように袋となっており、忘れない事。

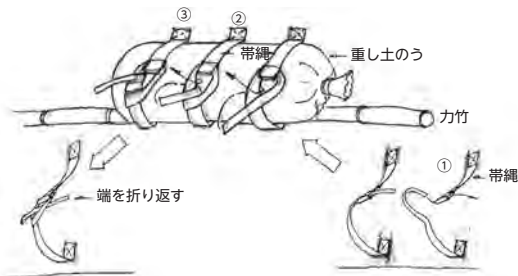


重し土のう取り付け

●重し土のう袋は専用として、長さ80cmの物がある。これを取り付け用帯縄が各3本取り付けられている。片方の帯縄の先に通し用の輪が加工されている。この中へ帯縄を通し重し土のうを締め付ける。手順は下図による。

①帯縄の輪の中へ通す。②一回巻きつける。③更にもう一回巻きつけて端を折り返して締め付ける。(重し土のう取外し時に縄取外しが容易に出来る)

※重し土のうを取り付ける時、土のうへ力竹を添えて締め付けること。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水・洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

木流し工

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



◎このような時

- 水の流れが急流となっている。
- 流水が激しく堤防をたたき洗掘し始めている。

◎このような効果が

- 流水をゆるやかにする。
- 川表が崩れるのを防ぐ。
- 緩流部において波欠けを防ぐ。

◎主として急流河川において、堤脚や護岸のり面が激流により洗掘された場合に有効な工法である。

樹木は枝葉がよく繁ったものに、土のうや石袋を取り付けて、鉄線やロープで縛り、堤防の裏面の止め杭に巻きつけ固定し流し込みます。

木流しに使用する樹木は入手容易で、枝葉がよく繁った松、檜、杉、椎の木、樫の木等が使用される。(状況によって複数本流しこむとより効果的)



準備する資材等

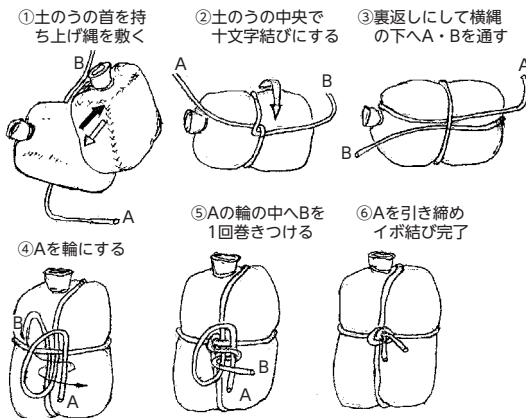
●現地に用意する資材（演習対応、作業時間12分、作業人員13名）

- ・雑木（長さ5m程度）・・・・・・・・・・1本
- ・木杭（φ10cm、1.2m剣付）（木流し用、命綱用）・2本
- ・土のう・・・・・・・・5袋/本（重し用）・・・・・・・・
- 2袋/本（まくら用）・・・・・・・・・・合計9袋
- 2袋/本（鉄線又はロープ押さえ用）・・・
- ・鉄線（#8 吊り用）・・・4m（雑木結束＋法長）＋5m（天端幅）＋2m（裏法）
- ＋1m（杭結束）＝12m（ロープの場合はφ12mm、長さ12m）
- ・縄・・・・・・・・4m（土のうを木に結束用）×5袋＝5本
- （PPロープ10mm）2m（土のう十文字縛り用）×5袋＝5本
- ・ロープ（綿φ10mm）15m×6本（命綱、木流しおろす人4本、支える人2本）

道具類

- ・掛矢・・・・・・・・1丁
- ・クリッパー・・1丁
- ・ペンチ・・・・・・・・1丁
- ・鎌（縄きり用1丁・枝うち用1丁）
- ・のこ・・・・・・・・1丁
- ・シノ・・・・・・・・1丁

●木流しは急流な箇所の施工となる事から、土のうの脱落、土の洗い出し防止のため土のうを固く締め付けておく必要がある。その手順を示す。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

木流し工施工図

- 木流しの高さの位置決めは洪水位、堤防の傷口等を判断して定着させる。(長さは参考値)

1 水防工法

2 越水対策工

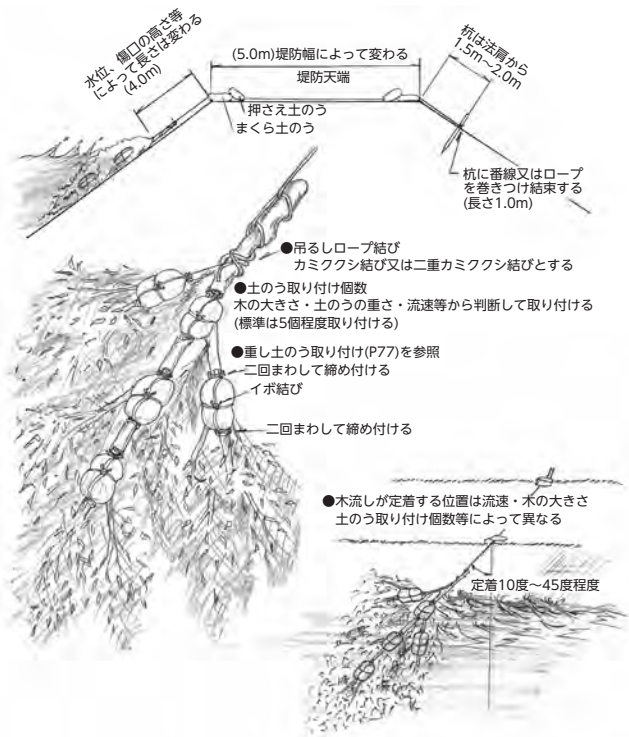
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

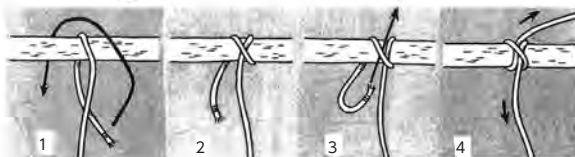
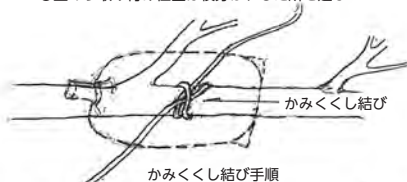
7 亀裂対策工



重し土のう取り付け

①土のう取り付け位置へ縄を「かみくくし」結びにする

●土のう取り付け位置は枝分かれした所を選ぶ



②土のうを乗せて縄を上へ回す

●小枝に縄を1回巻きつける

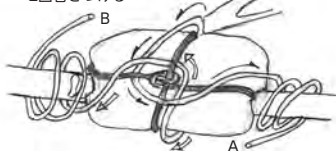
●土のう小口を堤防天端側へ向ける



③土のう中央で十文字かけにする

●土のうへ縄かけした縄に十文字に縄をかけて、土のう脱落防止とする

Bを土のう横縄のしたを通し
2回巻きつける

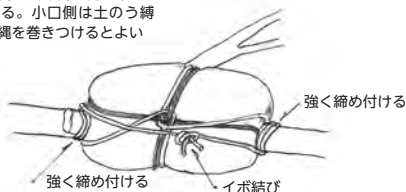


Aを土のう縦縄の下を通し
2回巻きつける

④土のうを固定する

●土のう小口側と底部側は縄を木に2回巻きつける。小口側は土のう縛り口の上に縄を巻きつけるとよい

●土のう中央付近で「イボ」結びとする



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

木流し工（命綱）

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- 樹木の枝、幹に重り土のうを5個（標準）くくりつける。木の根元に鉄線又はロープを結びつけ、止め杭に仮結びにして上流から決壊箇所等に当たるように流し込み、吊るし鉄線又はロープが堤防に食い込まないように表、裏法肩に枕土のうを置く。木流しが定着した段階で止め杭に確りと固定する。押さえ土のうを置く。



- 注意事項
 - (1) 激流の中での施工となる場合、作業員の安全には十分な注意が必要である。
作業員の命綱は裏面の杭へくくりつけ、堤防の上で支える作業員の命綱も杭へくくりつける。
 - (2) 木流しが着水した段階で、下流側の作業員は吊るしロープの上流側へ移動し木を押し流し、安全を確保する事。

木流し用土のう縄結び・・・方法その1

① A側20cm長くして土のうを中央に置く



② 土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す



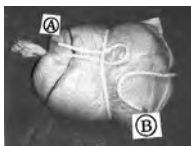
③ 土のうの中央で十字結びにする



④ 土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



⑤ A側をU型にして横締めロープの下を通す



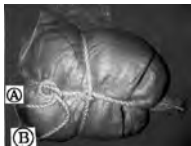
⑥ の字締めにする



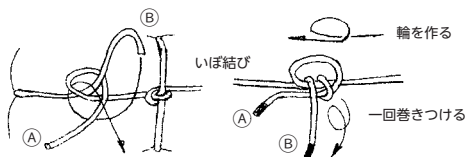
⑦ A側ロープで輪をつくり、この輪の中へB側ロープを通す(いぼ結び)



⑧ B側ロープをA側ロープの輪へ一回巻きつける



⑨ A側ロープを締めつけて完了



いぼ結びは輪を作りこの輪の中から一回巻きつける。簡単

1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

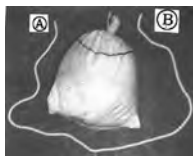
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

木流し用土のう縄結び・・・方法その2

1 水防工法

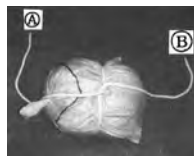
①土のうの中央へロープの1/2がくる様に置く



②土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す



③土のうの中央で十字結びにする



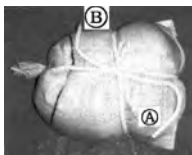
2 越水対策工

3 漏水対策工

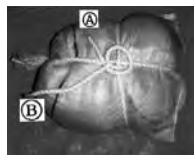
④土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



⑤横締めロープの下へA側、B側ロープを通す



⑥B側ロープを中心にA側ロープで輪を作る（いぼ結び）



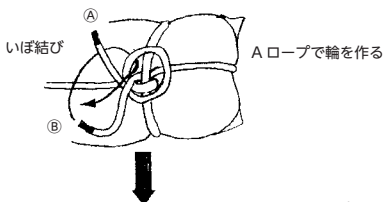
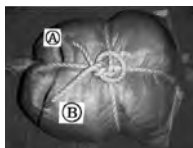
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

⑦B側ロープをA側ロープの輪へ一回巻きつける



⑧A側ロープを締めつけて完了



輪の中から一回巻きつける

木流し用縄結び

幹とロープの結び方・・・その1

水防用語ではかみくし結び（巻き結び）により下図の順序で結ぶ

A点箇所はA側のロープの端を使って結ぶ、B点はB側のロープで結ぶ

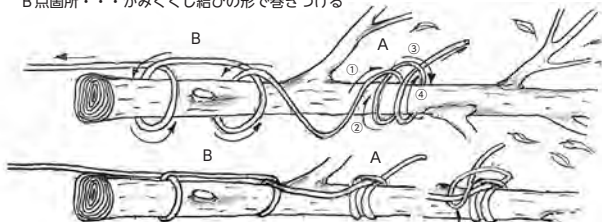
A点箇所・・・矢印①を木に1回転させる

矢印②はロープの下を通す

矢印③は木を1回転させる

矢印④はロープの下を通し引き締める、端は30cm以上残す

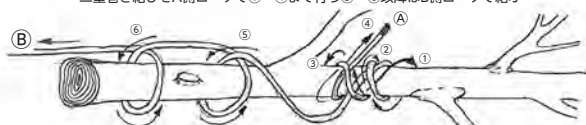
B点箇所・・・かみくし結びの形で巻きつける



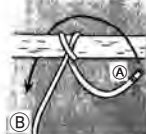
幹とロープの結び方・・・その2

流れが強い箇所には二重巻き結び（かみくし結び）が良い

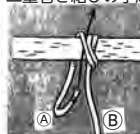
二重巻き結びをA側ロープで①～④まで行う⑤～⑥以降はB側ロープで結ぶ



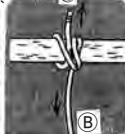
二重巻き結びの手順



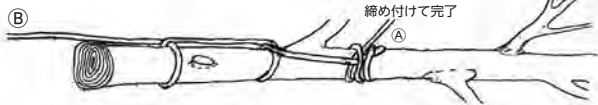
ロープを木の手前から回しかけ、さらにもう一回巻きつける



図のようにさらにもう一回巻きつける



巻きつけたロープの下に図のようにA側の端を通す締め付けて完了



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹流し工（その1）

1 水防工法

2 越水対策工

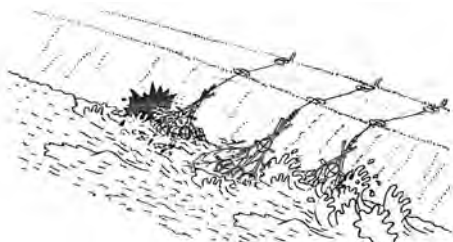
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



◎このような時

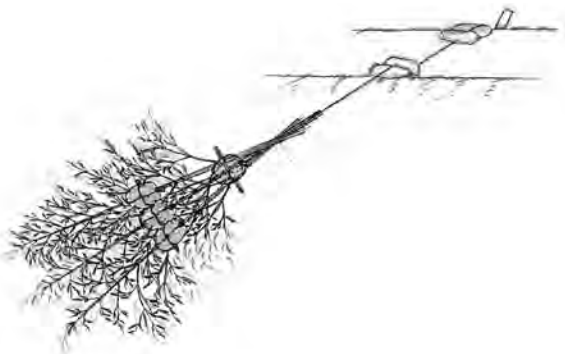
- 水の流れが急流となっている。
- 流水が激しく堤防をたたき、洗掘は始めている。

◎このような効果が

- 流水をゆるやかにする。
- 川表が崩れるのを防ぐ。
- 緩流部において波欠けを防ぐ。

◎主として急流河川において、堤脚部や護岸法面が激流により洗掘された場合に有効な工法である。

竹は良く枝葉の繁茂したものを選び、数本組み合わせ加工したもの、また数本束ねたものに土のうや石袋を取り付けて、鉄線やロープで堤防の裏法の止め杭に結びつけ流し込みます。状況によって複数組流し込むとより効果的である。

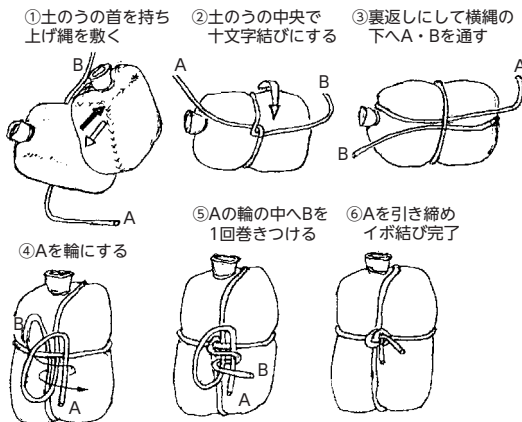


準備する資材等

●現地に用意する資材（演習対応、作業時間12分、作業人員13名）

- ・竹（φ7cm～10cm、5.0m～7.0m） 3本
 - ・竹（φ7cm～10cm、1.0m） 1本
 - ・竹（φ7cm～10cm、1.5m） 1本
 - ・土のう 4袋/組（竹に取り付け重し用）
4袋（枕用2袋、ロープ押さえ用2袋）
 - ・木杭（φ10cm、1.2m剣付） ・ ・ ・ 2本（竹流し用、命綱用）
 - ・鉄線（#8吊り用） … 4m（竹結束+法長） + 5m（天端幅） + 2m（裏法） +
1m（杭結束） = 12m、（ロープの場合はφ12mm、長さ12m）
鉄線またはロープの長さは、表法長さ及び堤防天端幅の違いにより増減する
 - ・縄（PPロープ10mm） ・ 5.0m（土のうを竹に結束用） × 4本
2.0m（土のう十文字縛り用） × 4本
2.0m（竹束ね用） × 1本
 - ・命綱（綿ロープ） …… φ10mm、15m = 6本（竹流しおろす人4本、支える人2本）
- 道具類
- ・掛け矢1丁・クリッパー1丁・ペンチ1丁・かま（縄きり用1丁、枝うち用1丁）
 - ・のこ1丁・シノ1丁

●竹流しは急流な個所の施工となる事から、土のうの脱落、土の洗い出し防止のため土のうを固く締め付けておく必要がある。その手順を示す。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹流し施工図（その1）

1 水防工法

- 竹流しの高さの位置決めは洪水位、堤防の傷口等を判断して定着させる(長さは参考値)

2 越水対策工

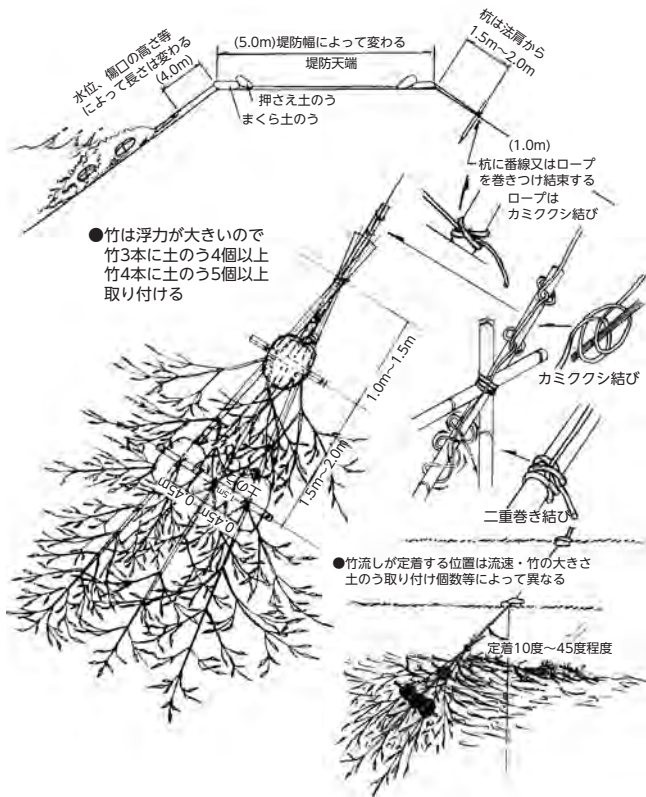
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

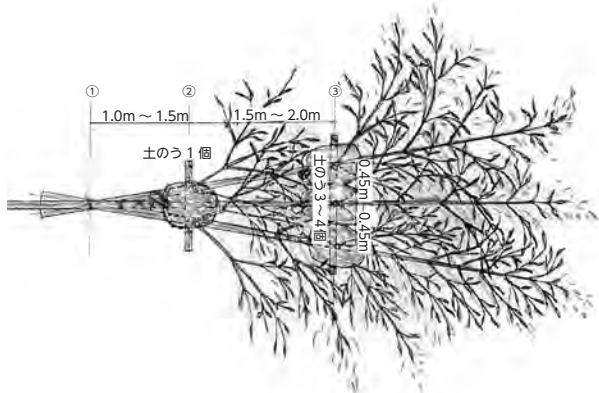
6 決壊対策工

7 亀裂対策工



竹流し工（竹結びその1）

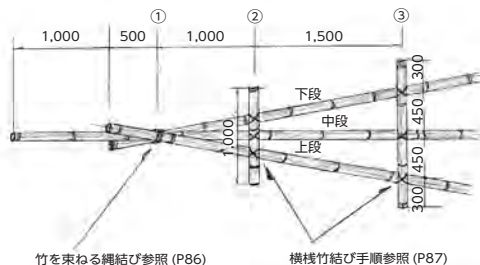
下図の工法は堤防法面の傷口を覆う目的として、竹3本を横棧で固定します。竹は浮力が大きいので4～5個取り付ける



本竹と横棧を取り付ける骨組み図

製作手順

- ①の箇所を縄で4回程度巻きつけ仮止めにする
- ③の箇所へ横棧を別紙竹流し横棧竹結び手順書により行う
- ①の箇所の縄結びを本締めにする
- ②の箇所へ横棧を結びつけた後、吊りロープを二重巻き結びにして、完了後土のう取り付けを別紙手順書により行う。



竹を束ねる縄結び参照 (P86)

横棧竹結び手順参照 (P87)

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹を束ねる縄結び

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

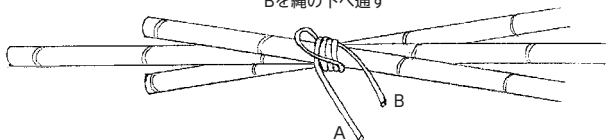
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

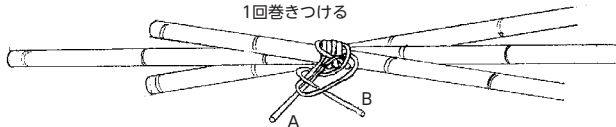
7 亀裂対策工

縄を4回巻きつけ
Bを縄の下へ通す

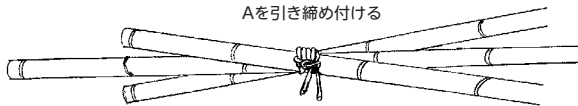


イボ結び

Aを輪にしBを輪の中へ
1回巻きつける



Aを引き締め付ける

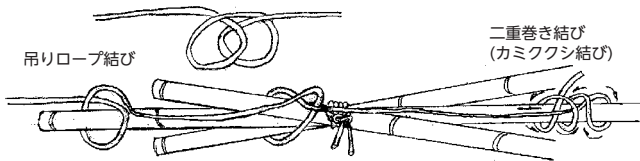


イボ結び

カミククシ結びにして挿入する

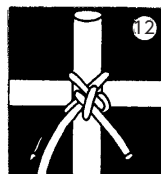
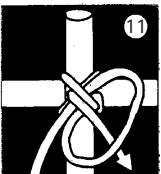
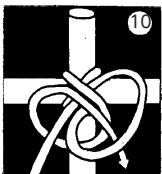
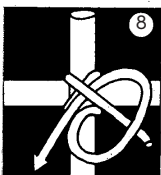
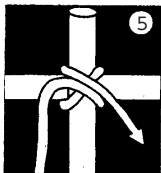
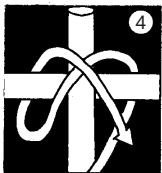
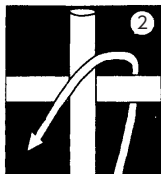
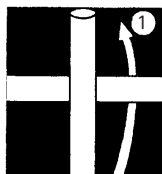
吊りロープ結び

二重巻き結び
(カミククシ結び)



竹流し横棧竹結び手順

下図は一重結びの手順、二重結びにすれば硬く締め付けが出来る



1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹に土のうを取り付ける手順

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

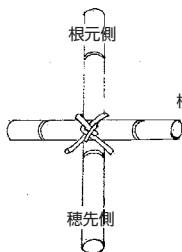
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

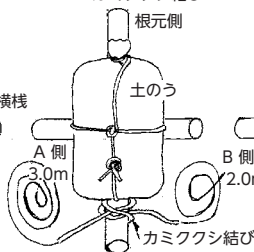
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

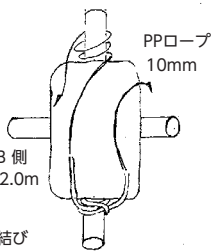
① 横桟を取り付ける



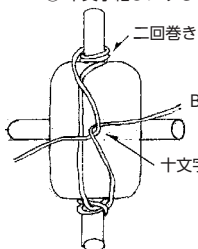
② 土のうを乗せる
カミククシ結び



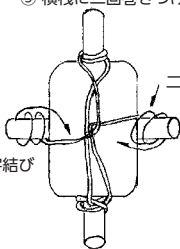
③ 二回巻きつける



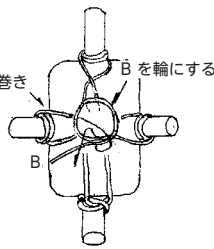
④ 十字結びにする



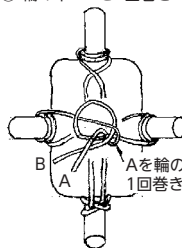
⑤ 横桟に二回巻きつける



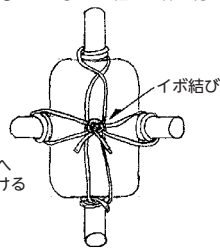
⑥ B側を輪にする



⑦ 輪の中へAを1回巻きつける



⑧ イボ結びで締め付ける



竹流し工（命綱）

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- 重り土のうを4～5個（標準）くくりつける。竹の根元側に鉄線又はロープを結びつけ、止め杭に仮結びにして上流から決壊箇所等に当たるように流し込み、吊るし鉄線又はロープが堤防に食い込まないように表、裏法肩に枕土のうを置く。竹流しが定着した段階で止め杭に確りと固定する。押さえ土のうを置く。

●注意事項

- (1) 激流の中での施工となる場合、作業員の安全には十分な注意が必要である。
作業員の命綱は裏面の杭へくくりつけ、堤防の上で支える作業員の命綱も杭へくくりつける。
- (2) 竹流しが着水した段階で、下流側の作業員は吊るしロープの上流側へ移動し竹を押し流し、身の安全を確保する事。



竹流し工 (その2)

1 水防工法

2 越水対策工

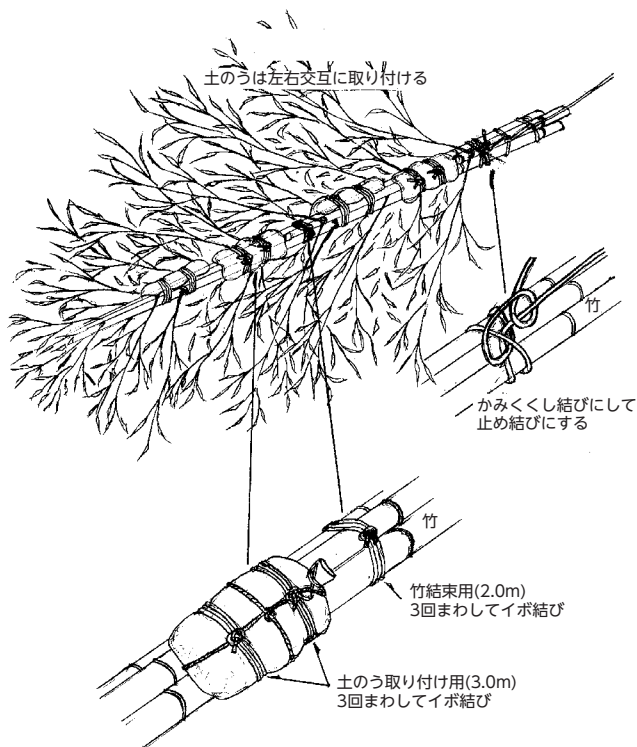
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



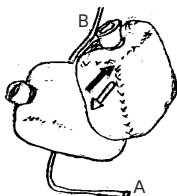
準備する資材等（竹流し工その2）

●現地に用意する資材（演習対応、作業時間12分、作業人員13名）

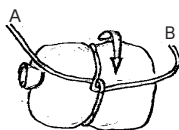
- ・竹（φ7cm～10cm、5.0m～7.0m）…3本
 - ・土のう …………… 4袋（竹に取り付け重し用）
4袋（枕用2袋、ロープ押さえ用2袋）
 - ・木杭（φ10cm、1.2m釦付）……2本（竹流し用、命綱用）
 - ・鉄線（#8吊り用）… 4m（竹結束+法長）+5m（天端幅）+2m（裏法）+
1m（杭結束）=12m、（ロープの場合はφ12mm、長さ12m）
- 鉄線又はロープの長さは、表法長さ及び堤防天端幅の違いにより増減する
- ・縄（PPロープ10mm）…… 3m（土のうを竹に結束用）×2箇所/袋×4袋=8本
2m（竹結束用）×3箇所=3本
2.0m（土のう十文字縛り用）×4袋=4本
 - ・命綱（綿ロープ）……φ10mm、15m=6本（竹おろす人4本、支える人2本）
- 道具類
- ・掛け矢1丁・クリッパー 1丁・ペンチ1丁・かま（縄きり用1丁、枝うち用1丁）
 - ・のこ1丁・シノ1丁

●竹流しは急流な箇所の施工となる事から、土のうの脱落、土の洗い出し防止のため土のうを固く締め付けておく必要がある。その手順を示す。

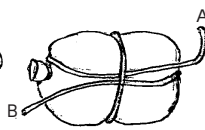
①土のうの首を持ち
上げ縄を敷く



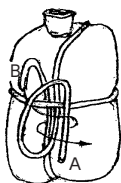
②土のうの中央で
十文字結びにする



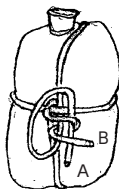
③裏返しにして横縄の
下へA・Bを通す



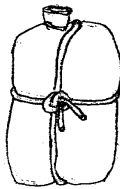
④Aを輪にする



⑤Aの輪の中へBを
1回巻きつける



⑥Aを引き締め
イボ結び完了



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹流し用縄結び

竹とロープの結び方

水防用語ではかみくくし結び（巻き結び）により下図の順序で結ぶ

A点箇所はA側のロープの端をつかって結び、B点はB側のロープで結ぶ

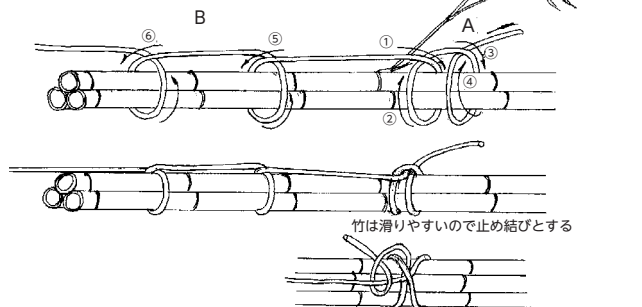
A点箇所・・・矢印①を竹に1回転させる

矢印②はロープの下を通す

矢印③を竹に1回転させる

矢印④はロープの下を通し引き締める。端は30cm以上残す

B点箇所・・・かみくくし結びの形で巻きつける

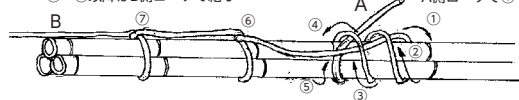


竹は滑りやすいので止め結びとする

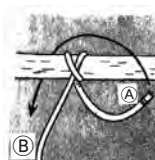
流れが強い箇所には二重巻き結び（かみくくし結び）が良い

⑥～⑦以降はB側ロープで結ぶ

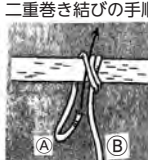
A側ロープで①～⑤まで行う



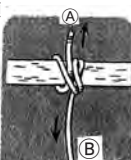
二重巻き結びの手順



ロープを木の手前から回しかけ、さらにもう一回巻きつける



図のようにさらにもう一回巻きつける



巻きつけたロープの下に図のようにA側の端を通す締め付けて完了

竹流し用土のう縄結び・方法その1

① A側20cm長くして土のうを中央に置く



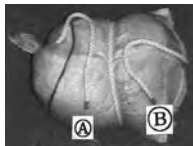
② 土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す



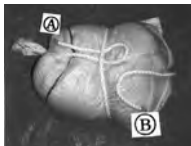
③ 土のうの中央で十字結びにする



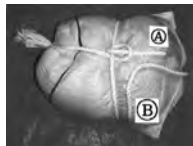
④ 土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



⑤ A側をU型にして横締めロープの下を通す



⑥ のの字締めにする



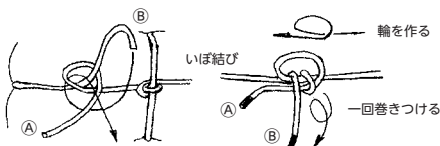
⑦ A側ロープで輪をつくり、この輪の中へB側ロープを通す(いぼ結び)



⑧ B側ロープをA側ロープの輪へ一回巻きつける



⑨ A側ロープを締め付けて完了



いぼ結びは輪を作りこの輪の中から一回巻きつける。簡単

1 防水工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

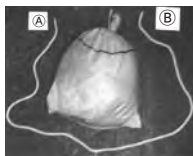
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹流し用土のう結び・・・方法その2

1 水防工法

- ①土のうの中央へロープの1/2がくる様に置く



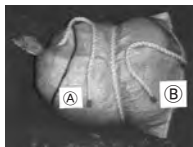
2 越水対策工

- ②土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す



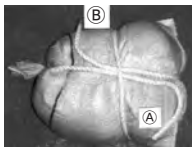
3 漏水対策工

- ④土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



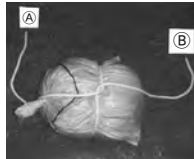
4 漏水洗掘対策工

- ⑤横締めロープの下へA側、B側ロープを通す

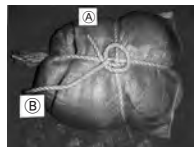


5 洗掘対策工

- ③土のうの中央で十字結びにする

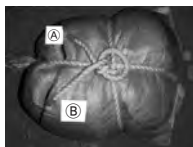


- ⑥B側ロープを中心にA側ロープで輪を作る (いぼ結び)



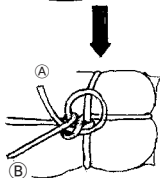
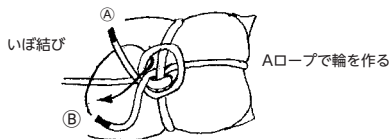
6 決壊対策工

- ⑦B側ロープをA側ロープの輪へ回巻きつける



7 亀裂対策工

- ⑧A側ロープを締め付けて完了



輪の中から一回巻きつける

◎このような時

- 堤防の川表側の洗掘、または崩壊で堤防断面不足となった時。
- 堤防天端まで崩壊し幅が狭くなり車両の通行が困難となった時。

◎このような効果が

- 堤防の裏法面に堤防断面の厚みをつけ、破堤するのを防ぐ。
- 天端幅を確保し車両の通行を容易にする。

◎応急的対策工

- 川表側の崩壊箇所等には被災拡大防止工として、土のう積み、シート張り工等を行う。



◎古来から竹柵（又は粗朶）を編みつけ、内部へ土のう、土砂をつめる工法が一般的であったが、使用材料の進化によって、化学製品（ネトロンシート）、金網等が使用されている。これらは長期保存、持ち運びも容易で施工も迅速に出来る利点がある。

◎現地に用意する資材（演習対応、作業時間19分、作業人員30名）

- ・木杭（φ10cm、1.0m剣付）・・・・・・2本
 - ・木杭（φ10cm、1.2m剣付）・・・・・・2本
 - ・木杭（φ10cm、1.5m剣付）・・・・・・7本
 - ・丸太（布木φ10cm、1.5m）・・・・・・2本
 - ・丸太（布木φ10cm、3.0m）・・・・・・2本
 - ・丸太（布木φ10cm、5.5m）・・・・・・2本
 - ・ネトロンシート（幅1.5m×長さ10.0m）・・1枚
 - ・土のう・・・（15袋×12列+15袋×3列/2×2）=225袋（経験的数量）
 - ・鉄線（8#）・・・・・・1.0m/本×24本（杭へ布木を取り付ける鉄線）
 - ・止め金具（カスガイφ5mm、85mm）・22本（杭へネトロンシート取り付け用）
- 道具類
- ・掛け矢11丁、クリッパー 2丁、金槌11丁、シノ11丁

築廻し工施工図

作業施工手順

1 水防工法

2 越水対策工

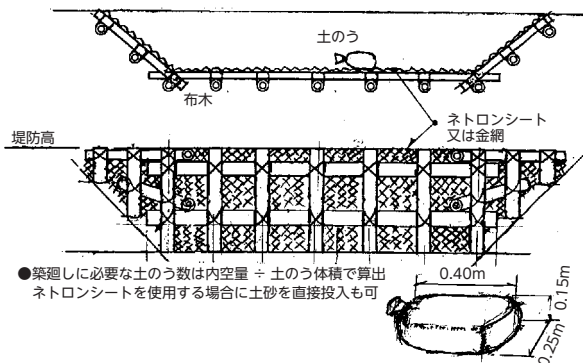
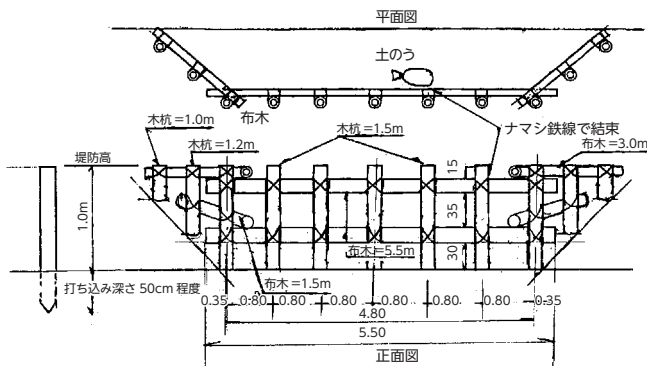
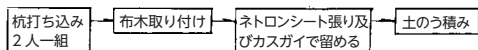
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



築廻し工施工手順（その1）

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

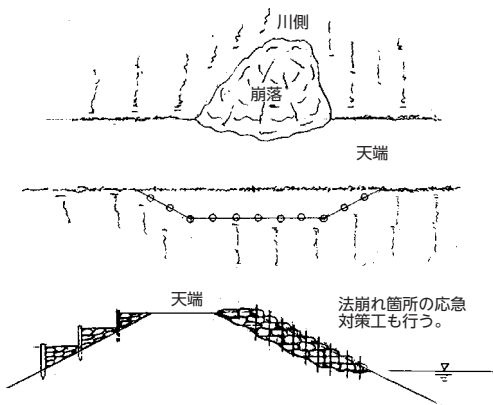
7 亀裂対策工

1 施工位置決め

法崩れ箇所等における堤防断面不足を補強する目的で、施工長さ、高さを決める。施工長さは傷口より大きくする事。

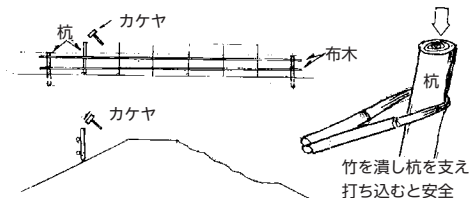
2 施工高さは一般的に人力で杭打ちを行う場合、杭の長さは1.5m～2.0m程度になる。

法崩れ長さが大きい場合には複数段施工する場合がある。

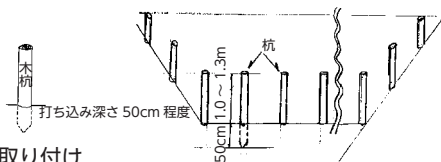


3 杭打ち込み

杭打ち線上の上下流端の杭を打ち込み、此れに布木を仮止めして布木に沿わせて杭を打ち込む。打ち込み杭のずれ、カケヤ打ち込み時の危険防止となる。

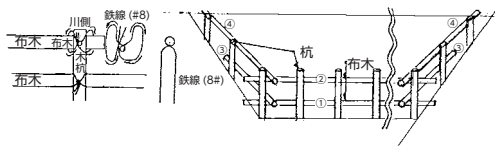


杭打ち込みは2人／組で、一人は杭を支え掛矢で打ち込みます。
打ち込み深さは50cm程度とします。



4 布木（横木）取り付け

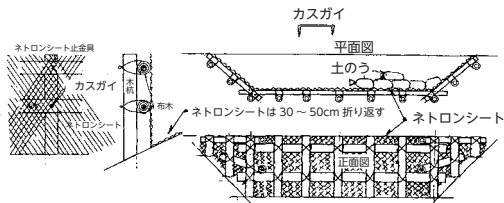
布木の両端を二人で支え、杭へ押し付け、別の作業員が番線で杭と布木を結束します。作業手順は図の①から順次結束します。



5 ネットロンシート等の取り付け

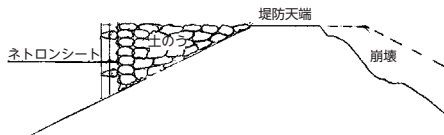
ネットロンシートは土のうが杭間から抜け落ちない役割として使用するものです。ネットロンシートの裾は必ず図のように30～50cm折り返すこと。

ネットロンシートは布木ヘカスガイを打ち込み固定する。



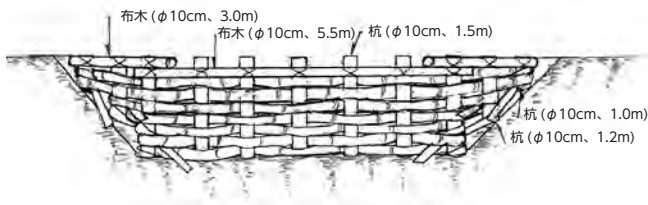
6 土のうを積む

土のうは、堤防に平行に「長手積み」で重ねます。2段目、3段目の積み方は、土のうの継ぎ目の上に重ねます。



築廻し工（竹柵工）

竹は川岸近くにマタケ、ハチク等良質の竹が繁殖している。竹は加工性に富んでいる事から水防工法に多く使用されている。特にマタケは根元から先端部にかけての細り率が低く、強靱で負担力大で肉厚はうすく細工しやすいばかりでなく、節は低く節間は長い。また真直ぐ成長し高さは20.0m、径は17cm位になる。



◎現地に用意する資材（演習対応、作業時間19分、作業人員30名）

- ・木杭（φ10cm、1.0m剣付）・・・・・・・・・・2本
 - ・木杭（φ10cm、1.2m剣付）・・・・・・・・・・2本
 - ・木杭（φ10cm、1.5m剣付）・・・・・・・・・・7本
 - ・布木（φ10cm、3.0m）・・・・・・・・・・2本
 - ・布木（φ10cm、5.5m）・・・・・・・・・・1本
 - ・竹（φ7.0cm以上、10.0m）・・・・・・・・・・7本
 - ・竹（φ7.0cm以上、8.0m）・・・・・・・・・・14本
 - ・鉄線（8#）・・・・・・・・・・1.0m/本×13本（杭へ布木を取り付ける鉄線）
 - ・土のう・・（15袋×12列+15袋×3列/2×2）＝225袋（経験的な数量）
- 道具類
- ・掛け矢11丁、クリッパー 2丁、ナタ7丁、ノコ3丁（竹きり用）、シノ6丁

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

築廻し工（竹柵工）施工手順（その2）

竹柵の前準備

竹は真直ぐなマタケを選ぶ

1 水防工法

2 越水対策工

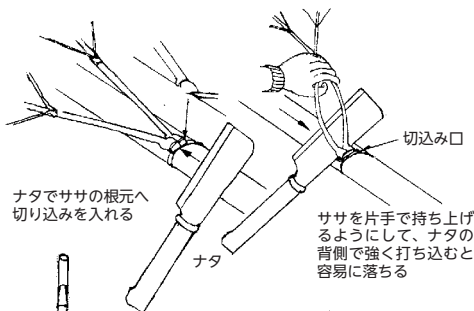
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

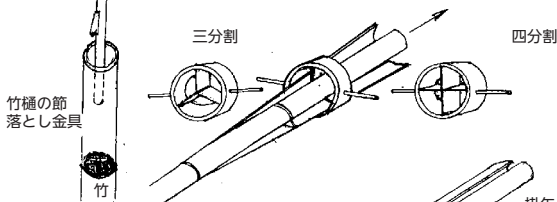
7 亀裂対策工



ナタでササの根元へ切り込みを入れる

ササを片手で持ち上げるようにして、ナタの背側で強く打ち込むと容易に落ちる

竹細工が盛んであった年代に使用されていた竹割り金具



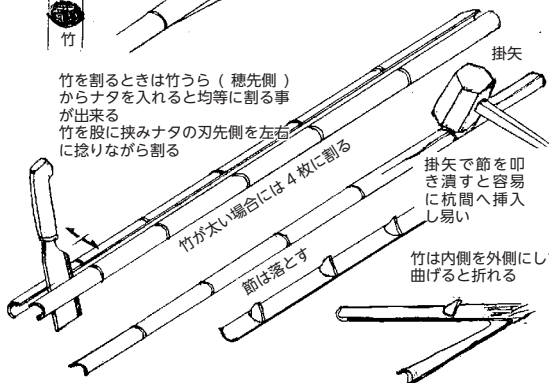
竹樋の節落とし金具

竹を割るときは竹うら（穂先側）からナタを入れると均等に割る事が出来る
竹を股に挟みナタの刃先側を左右に捻りながら割る

竹が太い場合には4枚に割る
節は落とす

掛矢で節を叩き潰すと容易に杭間へ挿入し易い

竹は内側を外側にして曲げると折れる

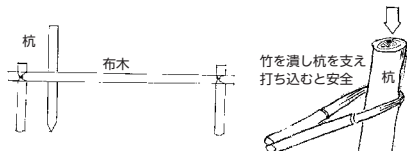


1 施工位置決め

施工長さ高さを決めて、杭打ち箇所にしるしを付ける。

2 杭打ち込み

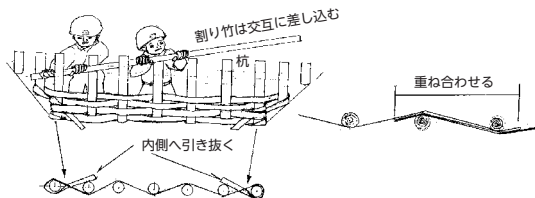
杭打ち線上の上下流端の杭を打ち込み、此れに布木を仮止めて、布木に沿わせて杭を打ち込む。打ち込み杭のずれ、カケや打ち込み時の危険防止となる。



3 竹柵組み込み

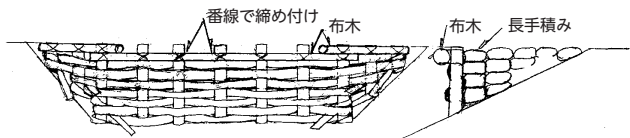
杭打ち込み終了後布木を取り外し、杭間へ杭の頭部から割り竹を斜めに、杭の外側内側へと交互に差し込んで行く。

杭へ差し込んだ割り竹の両端部は、杭へ廻し内側、外側へ引き抜くと堅固に仕上がる。また割り竹を途中で継ぎ足す場合には、杭の内側で左右の竹を重ね合わせる事。



4 布木取り付け

杭へ均等に圧力が掛かるように布木を取り付けて土のうを投入する。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

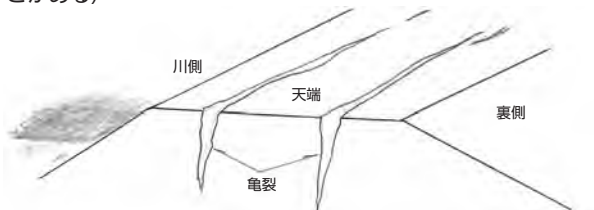
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

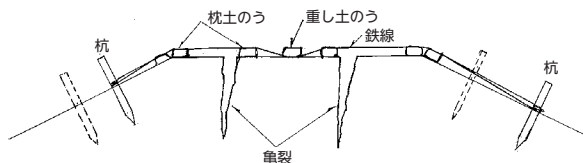
7 亀裂対策工

●このような時

堤防が飽和状態になる前に堤防の天端に亀裂が生じた。(堤防天端の亀裂は雨水が流入すると、亀裂が拡がり堤防が決壊することがある)



●このような効果が 亀裂の拡大を防ぐ



現地に用意する資材 (演習対応、作業時間19分、作業人員20名)

6筋当たり

- ・土のう・・・・・・・・・・・・・・7袋／1筋あたり×6筋=42袋
- ・木杭 (φ10cm、1.2m剣付)・・・・・・2本／1筋×6筋=12本
- ・鉄線 (#8番)・・・・・・2m (法長) + 1m (法長) + 5m (堤防幅) + 2m (杭巻きつけ、結束用) =10m/筋×6筋=60m

道具類

- ・掛け矢・・・・・・・・・・・・・・12丁
- ・クリッパー (鉄線切り用)・・・・・・2丁
- ・鉄筋緊張用まわし棒 (φ16mm、30cm)・・・・・・2本／1筋×6筋=12本
- ・シノ (鉄線締め付け用)・・・・・・6丁

繁ぎ縫い工施工手順

- ①鉄線を張る前に亀裂へ土を詰め込み雨水の流入を防止する。

②杭の打ち込み

杭は上流側から1.5m間隔に打ち込みます。法面方向は川側を2.0m、裏側は1.0mに打ち込みます。次の杭は川側を1.0m、裏側は2.0mとなるように、千鳥に打ち込みます。(一定の高さに打ち込むとひび割れの恐れがあります。)

③枕土のうを置く

鉄線を張る前に川側、裏側法面の法肩へ枕土のうを置きます。

④鉄線を張る

⑤ 枕土のうを置く

鉄線張り後鉄線の下へ枕土のうを押し込みます。

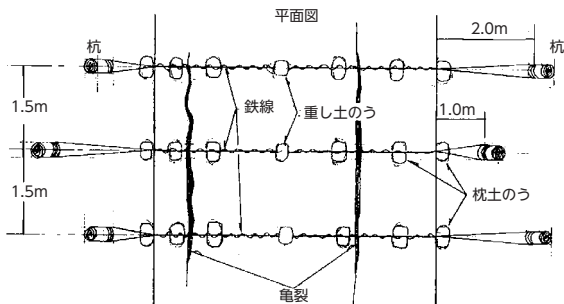
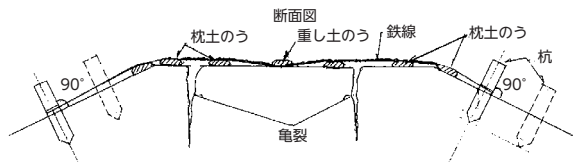
⑥ 鉄線の緊張作業

鉄線の緊張作業は堤防天端の中央を境に、左右ほぼ中間に対面姿勢で、ねじり棒をお互いに内側へ回転させて緊張していく。



⑦ 重し土のうを置く

鉄線の緊張状態をみて重し土のうを置き、締め付け効果をはかります。



**四国地方整備局
松山河川国道事務所**