



水防工法 ポケットブックⅡ



発刊にあたって

この「水防工法ポケットブックⅡ」は、松山河川国道事務所で毎年実施している重信川流域水防工法訓練等で水防工法を指導するための松山版教本（平成23年）であります。作成から約10年になりましたので四国地方防災エキスパートで再検討を行い、ここに改訂版としてとりまとめました。

本書を改訂するにあたり、松山地区の防災エキスパート及び関係機関の皆さまには多大なご指導、ご協力をいただきましたことに、心より感謝を申し上げます。

令和5年3月 四国地方防災エキスパート制度事務局

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	12
2	越水対策工	
	積み土のう工	23
	改良積み土のう工	27
	改良積み土のう工Ⅱ型	33
3	漏水対策工	
	釜段工	37
	月の輪工	43
4	漏水・洗掘対策工	
	シート張り工	50
	水防マット工	69
5	洗掘対策工	
	木流し工	75
	竹流し工	83
6	決壊対策工	
	築廻し工	99
7	亀裂対策工	
	繋ぎ縫い工	114

河川の構造と名称の説明

1 水防工法

2 越水対策工

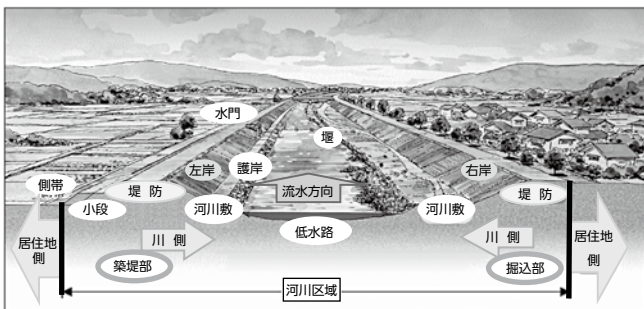
3 漏水対策工

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。

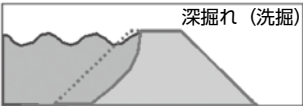
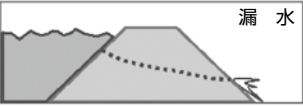
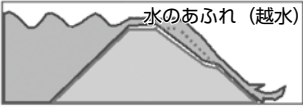
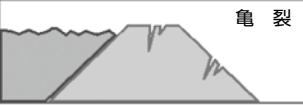
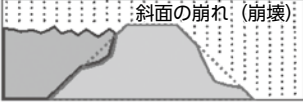
小段

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流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、越水防止対策が必要です。
 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、川側の崩れでは反対の居住地側を補強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

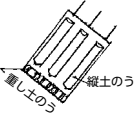
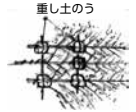
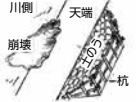
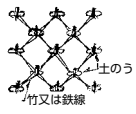
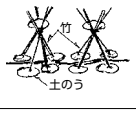
5 洗掘対策工

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	イメージ図
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、これにブルーシートを取り付け、土のうを数段積み上げる	河 川	土のう 鉄筋杭 ブルーシート PPロープ	
	改良積み土のう工Ⅱ	堤防天端にブルーシートを敷き、土のうを数段積み上げ、ブルーシートで包み込む	・河 川 ・地下への出入り口	土のう ブルーシート	
漏水	川裏対策（居住地側） 釜段工	居住地側小段、居住地側法尻平地に円形に積み土のうを行う	河 川	土のう 土砂 ブルーシート 排水パイプ 鉄筋杭 PPロープ	
	月の輪工	居住地側法面によりかき半円形に積み土のうを行う	河 川	土のう 土砂 ブルーシート 排水パイプ 鉄筋杭 PPロープ	
	川表対策（川側） シート張り工	川側の漏水吸い込み面にブルーシートを張る	河 川	竹 ブルーシート 土のう 杭 ロープ	
	水防マット工	川側の漏水吸い込み面に水防マットを張る（縦土のう袋付きで加工された物）	河 川	水防マット 竹 砂利または碎石 土のう	
	洗掘	シート張り工	河 川	竹 ブルーシート 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	イメージ図
洗掘	水防マット工	川側の法面の表土の流出、法崩れ箇所を覆う（縦土のう袋付きで加工された物）	河 川	水防マット 竹 砂利または碎石 土のう	
	木流し工	・樹木に重し土のうをつけて流し局部を被覆する ・護岸の洗掘を防ぐ	急 流 河川等	樹木 土のう ロープ 鉄線 杭	
	竹流し工	・竹を3～4本組み合わせて流し、流勢を弱める ・重し土のうをつけて流し、被災局部を被覆する	急 流 河川等	竹 土のう ロープ 鉄線 杭	
決壊	築廻し工	川側法面の崩壊等による堤防の決壊を防ぐため、居住地側法面を土のうと杭で補強する	河 川 土留め	杭 木材 土のう 鉄線（#10～8） ネットロンシート又は割り竹	
亀裂	裏法（居住地側） かご止め工	居住地側法面に菱形形状に杭を打ち、竹又は鉄線（#8～10）で縫う（滑動防止）	河 川	杭 竹 鉄線 土のう PPロープ	
	五徳縫い工	居住地側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	
	天端 折り返し工	亀裂が天端から居住地側法面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	亀裂が天端から居住地側法面にかけて生じるもので、杭を打ち竹（鉄筋）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（#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

1 水防工法

2 越水対策工

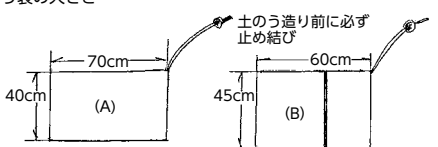
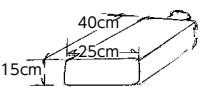
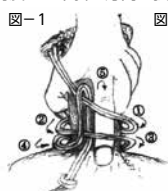
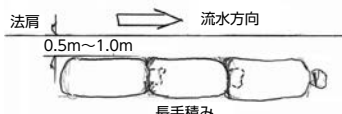
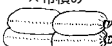
3 漏水対策工

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  土のう造り前に必ず止め結び ○重量は土のう袋の平面形 (A) の約 6 割で 30kg、約 6 割の所に黒線のある土のう袋 (B) もある。 ○基本重量は 30kg ○土のう寸法 図は基本形の土のう出来上がり寸法であり、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終えたら袋の紐を引締めます。図-1 のように土のう口を鷺づかみにして、紐を 2 回以上巻きつけ上から下へ紐を通し、図-2 の通り上の紐を掴み、通した下の紐を斜め下方向へ強く引締めます (再度上と下斜め方向へ強く引締める)。 図-1  図-2  止め結びの形 斜め下方向へ強く引締める 人差し指のうえへ巻きつけて、指にそって紐を通すと容易に出来る
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  法肩 流水方向 0.5m~1.0m 長手積み ○土のうは、千鳥に積む 土のうの効果をより高める為には、下の段に並べた袋のつなぎ目が上の段の袋の中央に来るように千鳥に積むことが大切です。 袋と袋のつなぎ目が上下で重なる「布積み」では、強度が弱まり、水の侵入経路になりやすくなってしまいます。 ○千鳥積み  ×布積み 

項 目	要件内容
土のう積み	○居住地側の土のう積みは小口積みとする。2段目を積み上げる時は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。この積み方を長手積みと言う。
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の縛り口は下流側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。 ○籠止め工、繋ぎ縫い工等の土のうは居住地側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

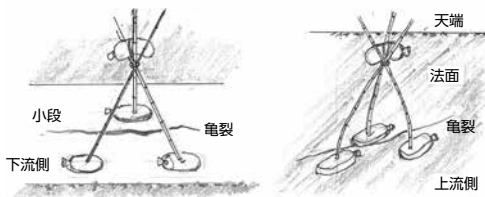
7 亀裂対策工

項 目

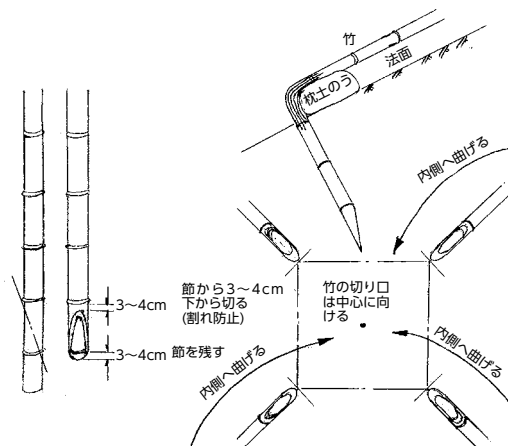
要件内容

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。
- 竹はマダ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)



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

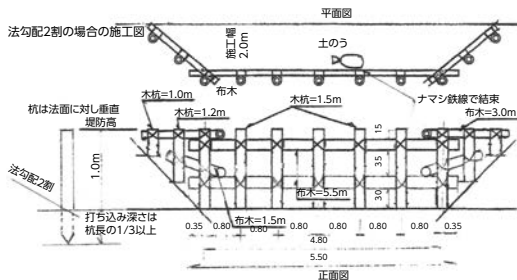
項 目	要件内容
杭打ち込み	○シート張り工及び水防マット工の吊るしロープの固定用杭$\phi 10\text{cm} \times 1.20\text{m}$
○繋ぎ縫い工	施工手順・川側・居住地側法面に杭を打ち込み、①②の土のうを置く・鉄線を川側の杭に巻きつけ・居住地側の杭にも巻きつけ・廻し棒で鉄線を回転し引締める・引締め後ひび割れの両サイドへ土のう③④を敷き込む（ひび割れの底から45度の線と堤天の交差点付近）。引張力が弱い場合には重し土のう⑤を置く。
○籠止め工（基本形）	●打ち込み位置決めは傷口をほぼ中央にして、例えば杭①・②・③・⑥・⑦・⑧を決めて、①・②・⑥・⑦の中央に④を打ち込む位置決めをして、順次正方形の中央に⑤を打ち込む位置決めをします。 ●杭は法面に直角に打ち込み、杭頭部は20~30cm残します。 ●杭の打ち込み長さは、ひび割れ深さの2倍程度打ち込みます。

項 目

要件内容

杭打ち込み

○築廻し工



使用杭の纏め

工種別	規格寸法	打ち込み深さ	備考
シート張り工	$\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m}$	50cm以上	法面に千鳥に配置 直角に打ち込む
水防マット工	$\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m}$	50cm以上	同上
木流し工 (命綱控え杭)	$\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m}$ $\phi 10\text{cm} \times 1.0\text{m}$	50cm以上 50cm程度	法面に直角に、木 流し用杭と命綱用 は別別に打ち込む
竹流し工 (命綱控え杭)	$\phi 10\text{cm} \times 1.0\text{m}$ $\phi 10\text{cm} \times 1.0\text{m}$	50cm以上 50cm程度	同上
築廻し工 法勾配 2 割の 場合	$\phi 10\text{cm} \times 1.5\text{m} \times 7\text{本}$ $\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m} \times 2\text{本}$ $\phi 10\text{cm} \times 1.0\text{m} \times 2\text{本}$	杭長さの 1/3以上	法面に垂直に打ち 込む
繋ぎ縫い工	$\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m}$	割れ目深さの 2 倍程度	法面に千鳥に配置 直角に打ち込む
籠止め工	$\phi 10\text{cm} \times (1.2\text{m} \sim 1.5\text{m})$	割れ目深さの 2 倍程度	法面に直角に打ち 込む

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

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、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と、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、箒、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いる。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、伐採年齢と伐採時期

伐採年齢は強度、収縮率、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後に続く成長、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

イボ結びはよく締まって結びやすくしっかりとした強度が出ることから「男結び」とも呼ばれる

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

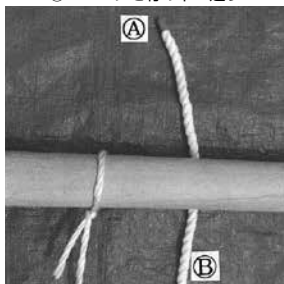
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

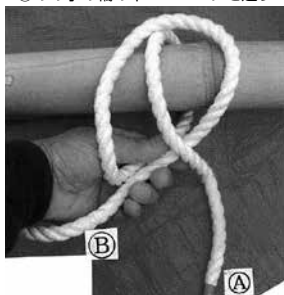
① Aロープを竹の下へ通す



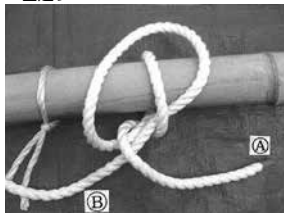
② Bロープでのの字の輪をつくる



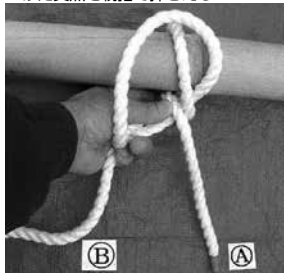
③ のの字の輪の中へAロープを通す



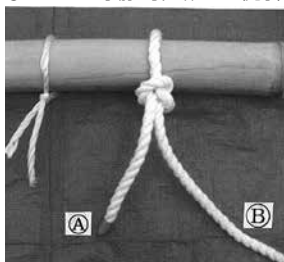
④ のの字の輪の中へAロープをもう一回通す



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



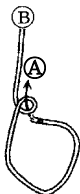
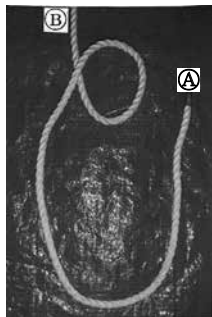
⑥ Bロープを手前へ引き締める (完了)



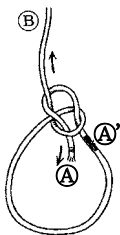
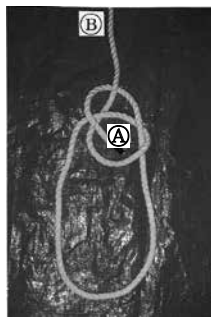
もやい結び (その1)

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 Aのロープで小さい輪を作る

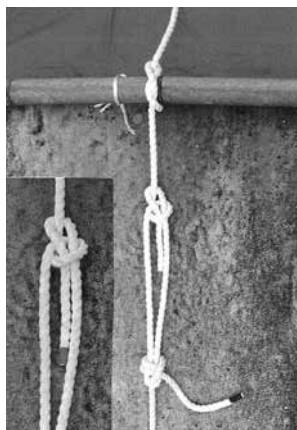
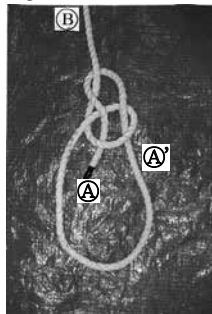


② 輪のロープの下からAの端を輪の中へ通し、Bロープの下をくぐらせ、輪の上から下へAの端を抜く



(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



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2)

(命 綱)

自分の身体に結ぶ方法

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

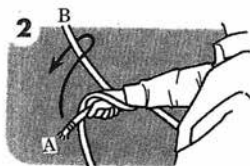
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

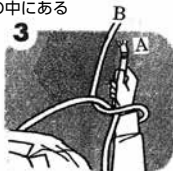
- ①腰にロープを回しAロープの端を持ったままBロープの上から内側へ手首をひねる。左手は完了するまでBロープから離さない



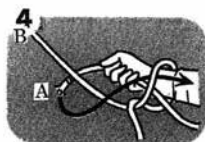
- ②手首を内側にひねるイメージ



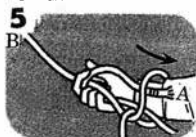
- ③Aロープを持ったままBロープの輪の中にある



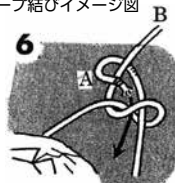
- ④Aロープを持ったままBロープの下へ回す



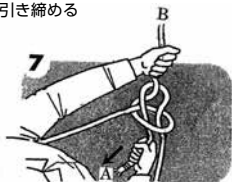
- ⑤Aロープの端を持ったまま輪の中から手を抜く



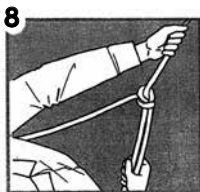
- ⑥ロープ結びイメージ図



- ⑦BロープとAロープを反対方向へ引き締める

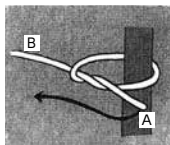


- ⑧身体へ命綱結びつけ完了

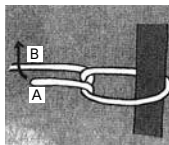


もやい結び (その3)

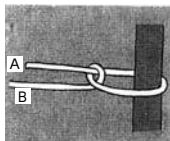
①ロープを杭等に巻きつけ「止め結び」を作る



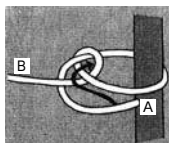
②Bをゆるめ、A側を矢印の方
向へ移動させながら強く引く



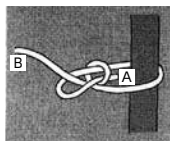
③②の作業によって、図のよう
に輪が入れかわる



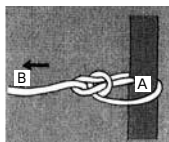
④輪の中へA側をくぐらせる



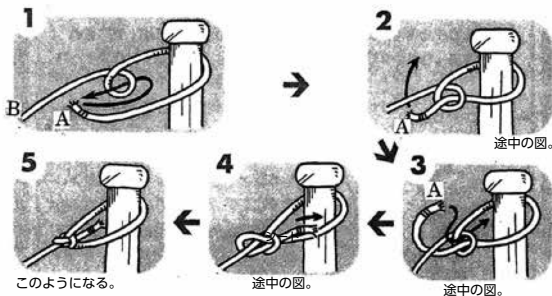
⑤輪からA側の端を引き出す



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
順に従い結びと簡単に出来る



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

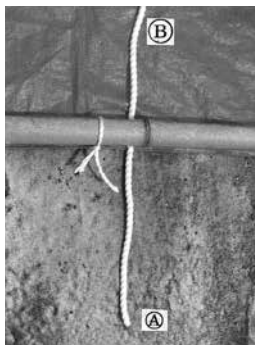
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

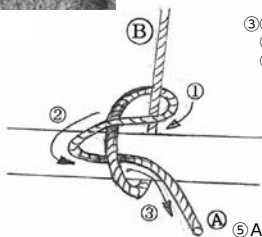
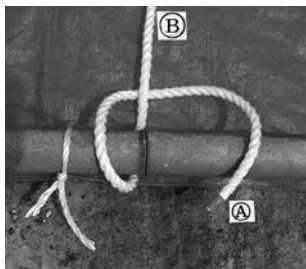
フナ結び

シート張りの力竹（上下）に結びます

① Aロープを竹の下に通す

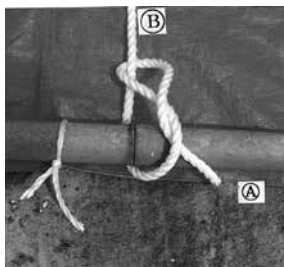


② Bロープの下から上へまわす



③ ① Bロープのしたから
② A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



⑤ Aロープを締め付ける（Aロープの端は20～30cmのこす）



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

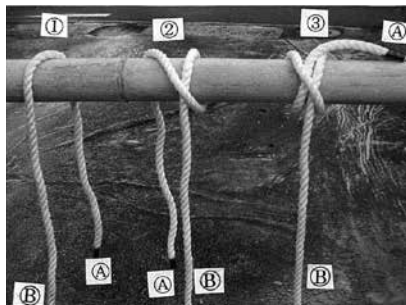
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

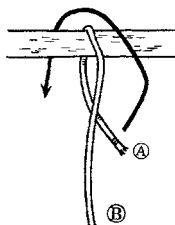
7 亀裂対策工

かみくくし結び (巻き結び)

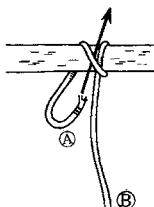


(写真説明)・・・方法その2

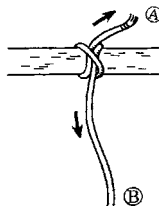
①Aロープを上から通す



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



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

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

1 水防工法

2 越水対策工

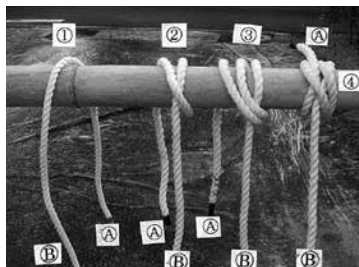
3 漏水対策工

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

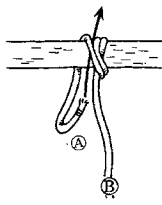
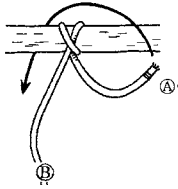
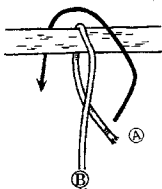


(写真説明)・・・方法その3

①Aロープを上から通す

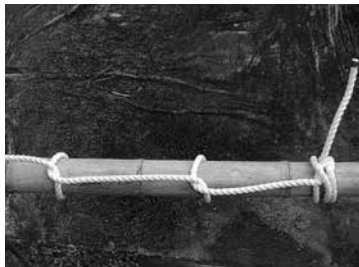
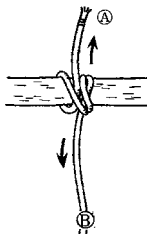
②Aロープを手前から1回巻きつける

③更にもう1回巻きつける



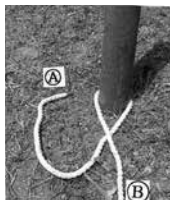
④巻きつけたAロープの下に通す。AとBを持って引き締める

●木流しに使用する縄結び

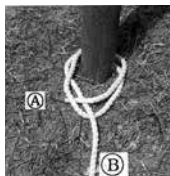


かみくくし結び・・・方法その3

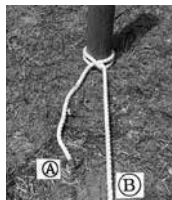
① 杭へA側ロープを1回転させB側ロープの下を通す



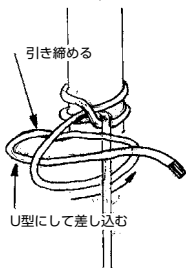
② A側ロープを杭へもう1回転させ、このロープの下から抜く



③ B側の力が杭へかかるようにA側を引き締める

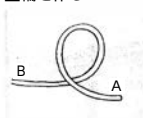


④ B側ロープへ強い力がかかる時、Aロープを「止め結び」にしておく安全

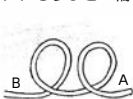


結び方方法その4

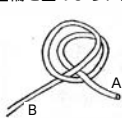
① 輪を作る



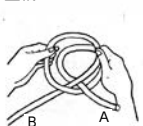
② さらに、もうひとつ輪を作る



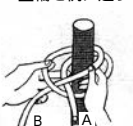
③ 輪を図のように重ねる



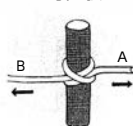
④ 輪がぐずれないように持つ



⑤ 輪を杭に通す



⑥ Aと、Bを引っ張って締める



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

のの字結び

の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の字結びで次から次へと連結していきます。

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

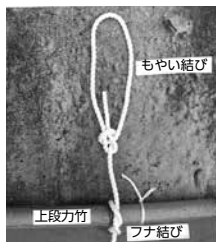
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

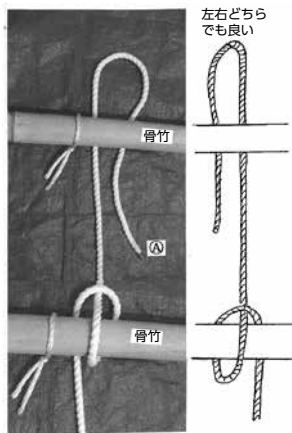
(完了)



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し込む。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行う



↑ のの字結びは下段から上段へ作業

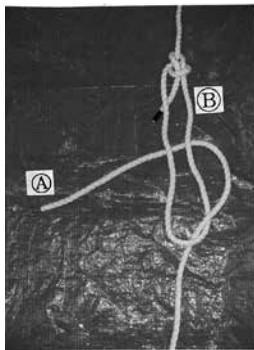
◎ポイント
竹を締め付ける



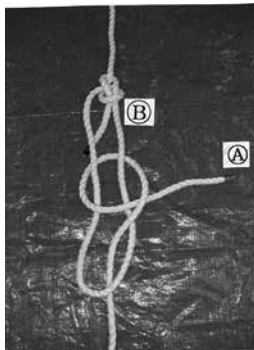
二重継ぎ結び

ロープとロープを繋ぐとき簡単に結ぶことが出来る

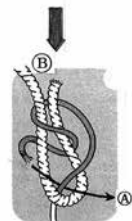
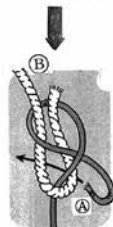
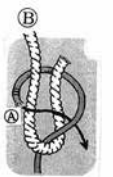
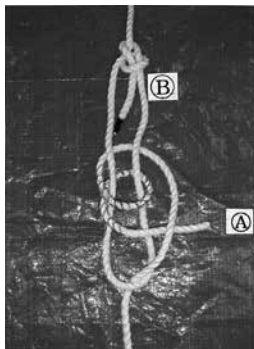
- ① Aロープの端をBロープの輪の中へ下から上へ通し、このロープをBロープの輪の下へ通す



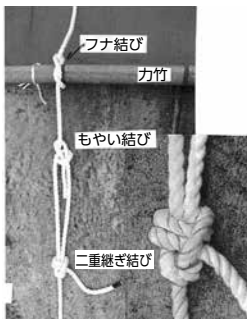
- ② AロープでBロープの輪に2回巻きつける



- 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)



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

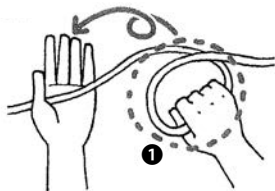
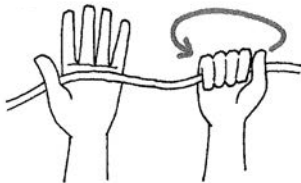
連続止め結び (避難ロープ)

同じ間隔の連続したコブがその場で早く作れる方法

1 水防工法

- ①左手でロープをはさみ持ち、下からつかんだ右手を180度ひねります。(手の甲を上向きにする)

- ②輪①を左手にかけます。

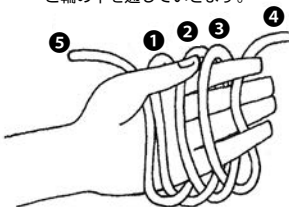
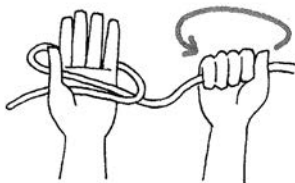


2 越水対策工

3 漏水対策工

- ③再び手順1から2をくり返し、必要な数だけ輪をかけていきます。

- ④④を左手の指ではさみ持ち、⑤のロープを最初にかけた輪①から順に②③と輪の中を通していきます。



4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

- ⑤「止め結び」が等間隔で連続した「連続止め結び」が完成。

等 間 隔



7 亀裂対策工

太いロープの場合は、手で処理できません。そんな時は、左脇の下にロープをはさみ、手の替わりに、左腕にロープを巻き付けると作りやすくなります。

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

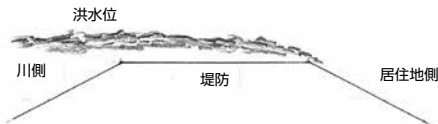
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

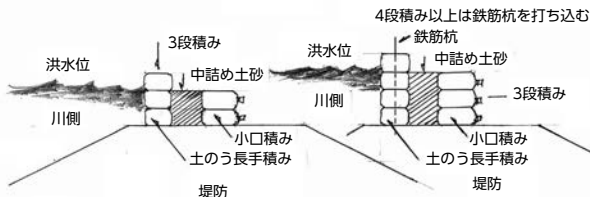
◎こんな時

- 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、居住地側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） $\div 1.1\text{m}^3$

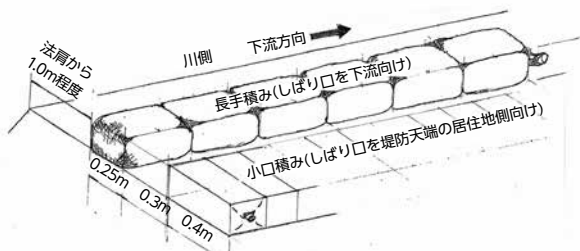
道具類

- ・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

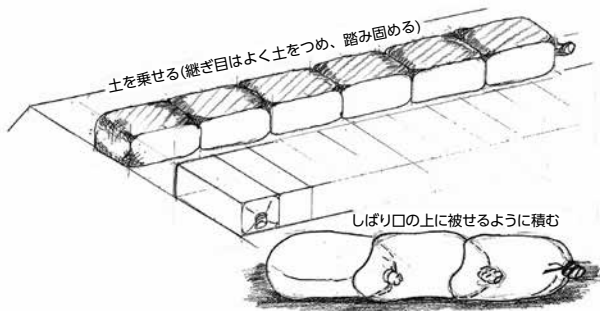
1. 積み土のうの位置を決める

※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. 川側土のうを積む・・・1段目

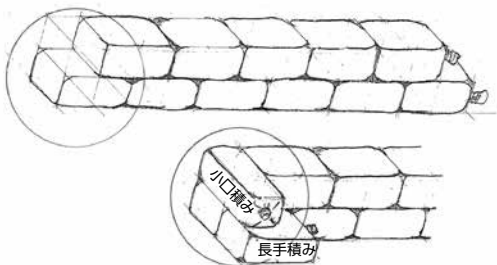
堤防天端の川側のりの肩から、1 m程度控えた地点から土のうを水の流れに平行に長手積みに並べます。土のうの縛り口は下流に向け、その上に隣の土のうと隙間が出来ないように重ねます。そして、継ぎ目には土をつめて(厚5 cm程度)踏み固めます。



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. 川側土のうを積む・・・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

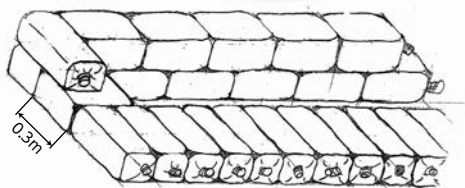
土のうを2段・3段と積み上げていくと、土のうの形が山形になってしまいます。上流側、下流側とも小口積みと長手積みを併用して積むと、垂直に積むことが出来ます。

※作業手順：川側土のう積み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（川側土のうと控え土のうの間）をいれます。川側土のう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。

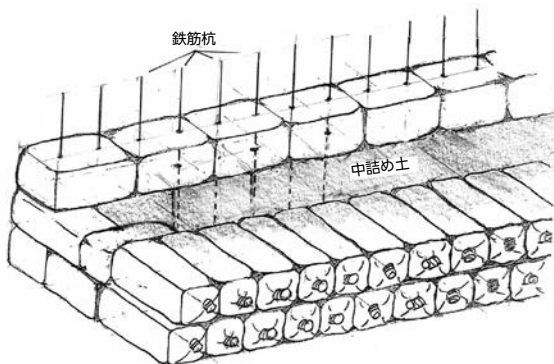
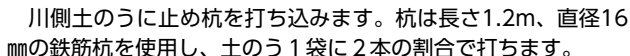
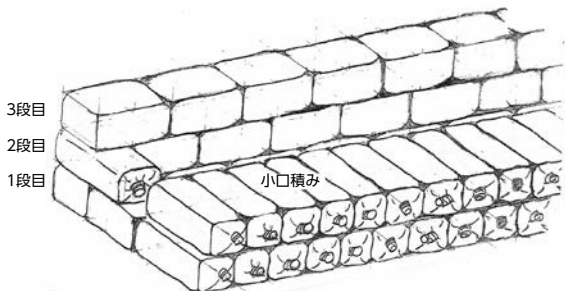
4. 控え土のうを積む・・・1段目

1段目の並べ方は、土のうの縛口（小口）を居住地側に向けて、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。



7 亀裂対策Ⅰ



改良積み土のう工

◎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

- 堤防天端にブルー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 … $(\phi 16\text{mm}, 1.2\text{m}$ 剣付)
 $(10\text{m}/0.9\text{m} + 1\text{本}) = 12\text{本}$
- ブルーシート … $(3.6\text{m} \times 5.4\text{m}) \cdot 2\text{枚}$
- 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）

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（越水防止対策工）

作業手順

1 水防工法

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

2 越水対策工

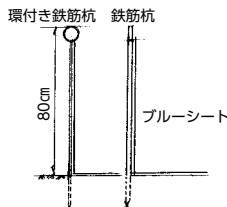
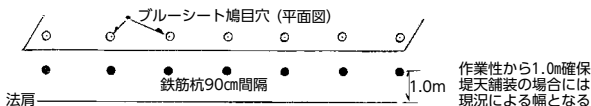
3 漏水対策工

4 漏水掘削対策工

5 洗掘対策工

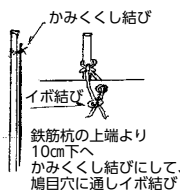
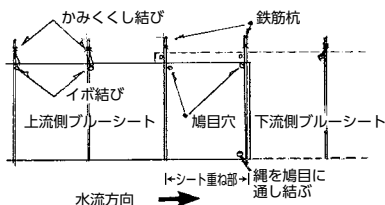
6 決壊対策工

7 亀裂対策工



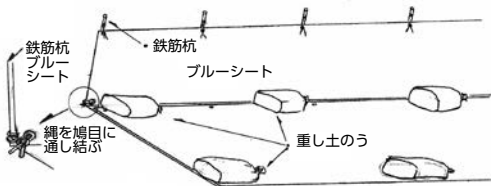
- ブルーシートの重ね合わせ方法

改良積み土のう工で延長が長い場合はブルーシートを重ね合わせます。その場合ブルーシートを上流から張り、その上到下流側ブルーシートを鳩目穴2個重ね合わせます。



(3) 土のう積み前準備

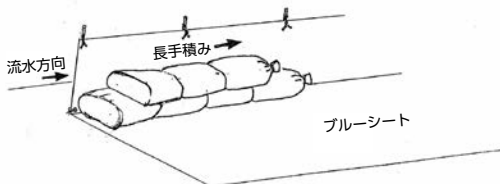
鉄筋杭打ち込みが完了しブルーシートを取り付ける時、風であおられないようにブルーシートの上に重し土のうを置き、縄結び、土のう積み作業をすると良い。



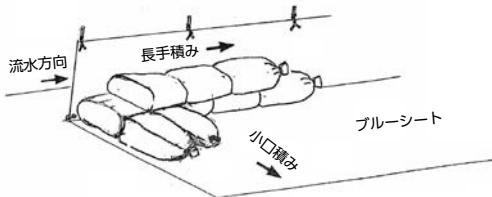
(4) 土のう積み

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が出来ないように積む。

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、居住地側へ小口積みで積んでいきます。土のうの縛り口は堤防居住地側方向へ向け、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。



改良積み土のう施工図

1 水防工法

2 越水対策工

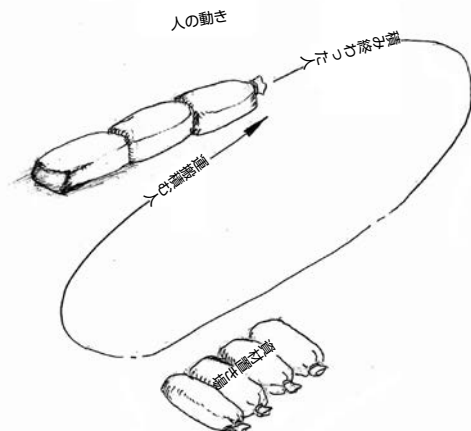
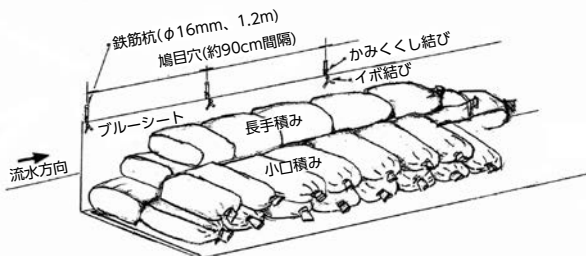
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

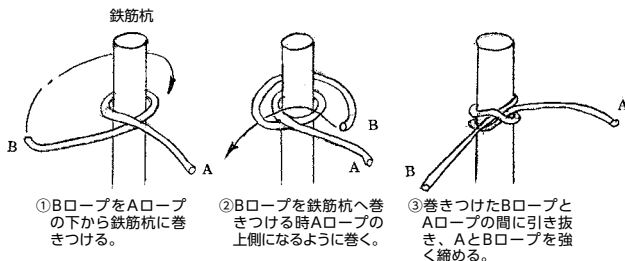
7 亀裂対策工



- ① 人災防止の為にローテーションを守る。
- ② 指導者のもと作業を行う。

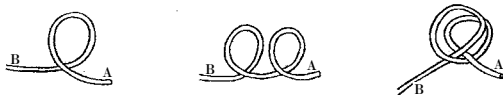
改良積み土のう工に使用する縄結び

●かみくし結び方その1

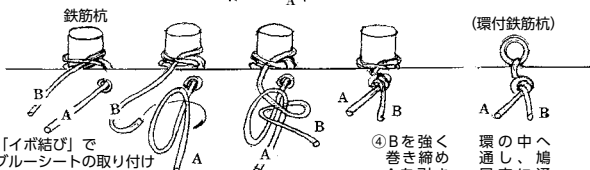
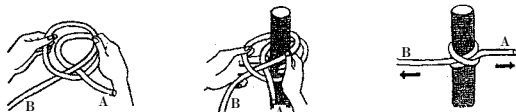


●かみくし結び方その2

- 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 輪を鉄筋杭に通す ⑥ Aと、Bを引っ張って締める



●「イボ結び」でブルーシートの取り付け

- 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

- ④ Bを強く巻き締めAを引き締める

環の中へ通し、鳩目穴に通す

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

鉄筋杭へブルーシートをリピートタイで取り付けする方法

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

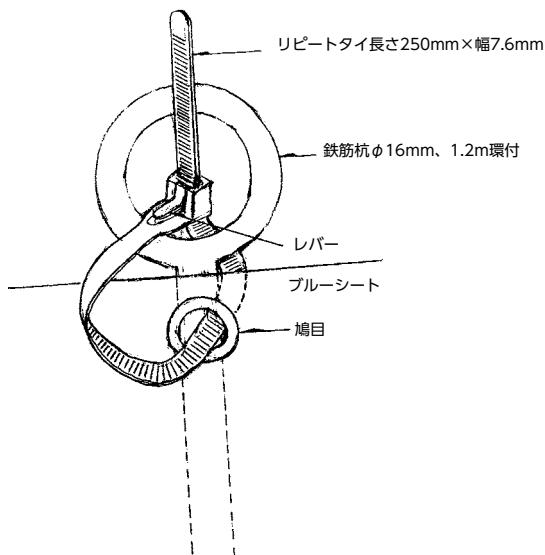
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- 鉄筋杭へブルーシートを取り付ける方法として、リピート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。
- 使用法はブルーシートの鳩目穴へリピートタイを通し、鉄筋杭の環へ端を潜らせてリピート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。
- ブルー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。
- 資材はブルー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、居住地側2段積み66袋、重し土のう10袋）
- ・ブルーシート（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

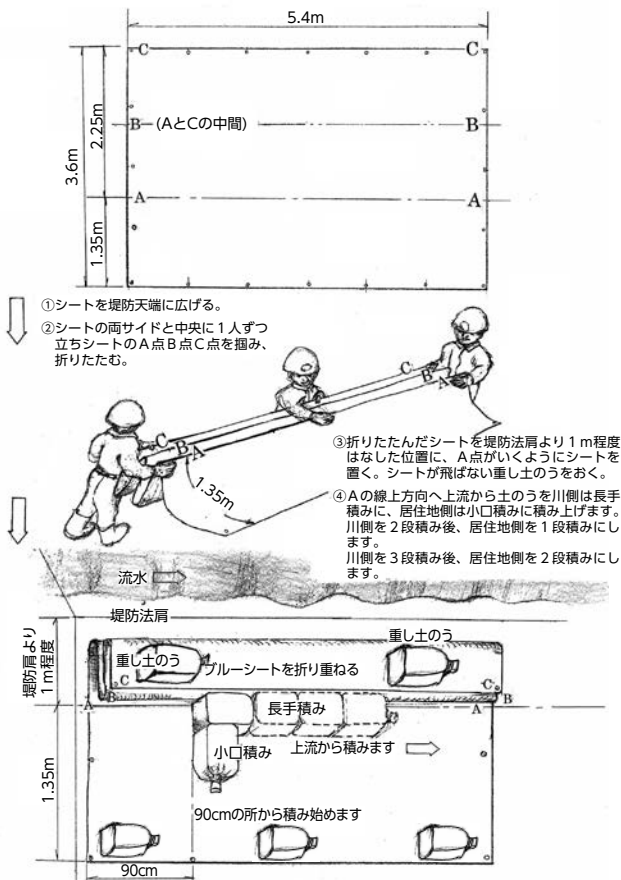
3 漏水対策工

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

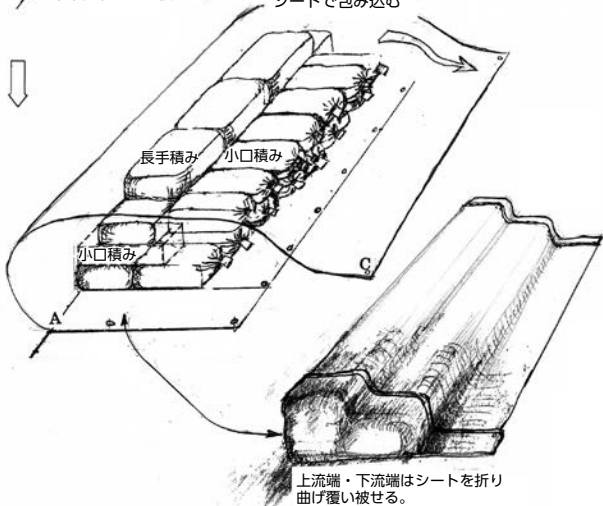
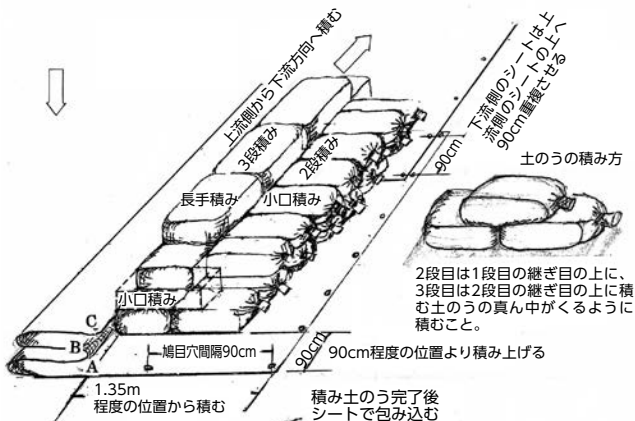
3 漏水対策工

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

1 水防工法

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1.5m程度の間隔に置きます。

2 越水対策工

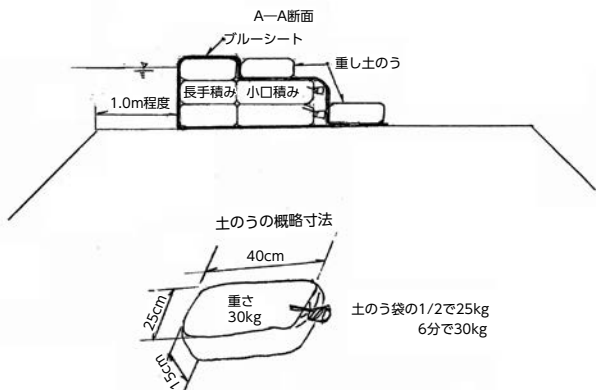
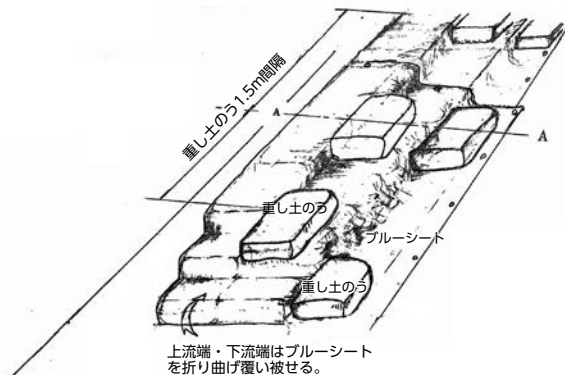
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

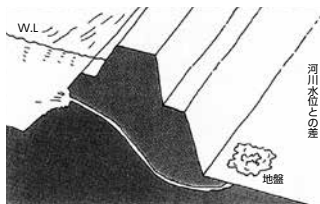
6 決壊対策工

7 亀裂対策工



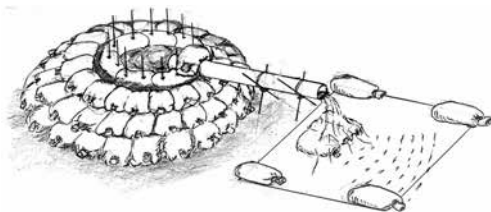
●このような時

- 出水中居住地側小段、堤防法尻付近の平地などに漏水が発生している。



●このような効果が

- 漏水の噴出口を中心に土のうを積んで水を溜め河川水位と漏水口の水位差を小さくすることで、水の噴出の勢いを抑え漏水口の拡大を防ぎ堤防の決壊を防止します。



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

釜段工の資材

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

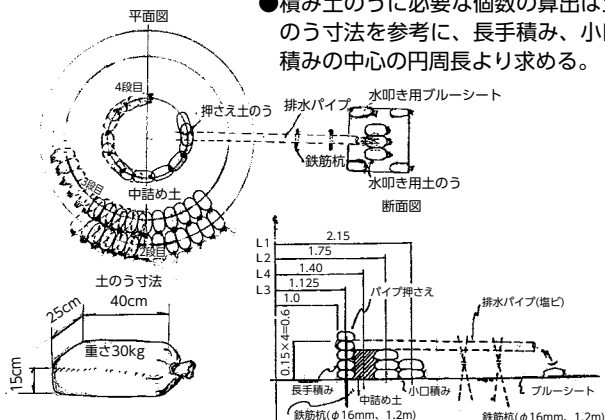
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

1 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) $L1=2\pi \times 2.150\text{m}=13.5\text{m}$ $n1=13.5\text{m}/0.25\text{m} \times 2\text{段}=108\text{袋}$
 外周 (中央 3 段) ... $L2=2\pi \times 1.750\text{m}=11.0\text{m}$ $n2=11.0\text{m}/0.25\text{m} \times 3\text{段}=132\text{袋}$
 内周 (4 段) $L3=2\pi \times 1.125\text{m}=7.1\text{m}$ $n3=7.1\text{m}/0.40\text{m} \times 4\text{段}=72\text{袋}$
 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 (φ 16mm、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 (φ 16mm、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) L4 $2\pi \times 1.4\text{m} \times 0.3\text{m (幅)} \times 0.45\text{m (高さ)} = 0.85\text{m}^3$
 締固土 1.2 割り増し ≒ 1.0 m^3
- ・塩ビパイプ (φ 15cm、L=4m) 1 本
- ・縄 (PPロープ 8mm) 2.0m/本 × 2 箇所 = 2 本 (パイプ固定用)
- ・ブルーシート (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
- ・ジョレン 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。

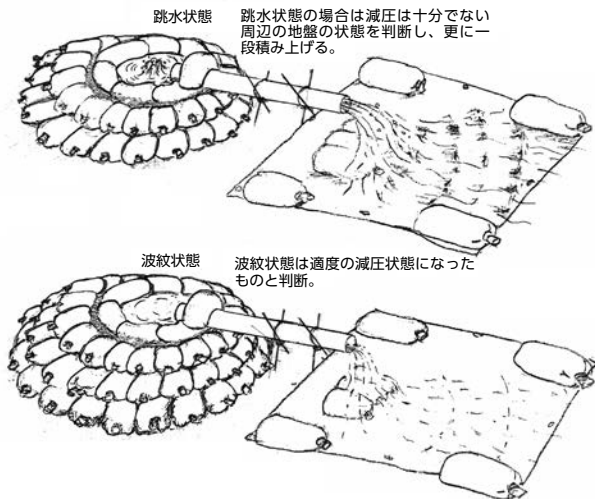
- 注意事項

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、居住地側法面が崩壊し、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。

- 施工判断

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。



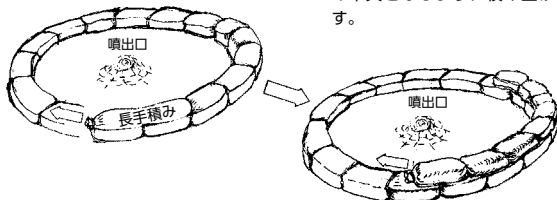
施工手順

1 水防工法

釜段工の土のうの積み方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。

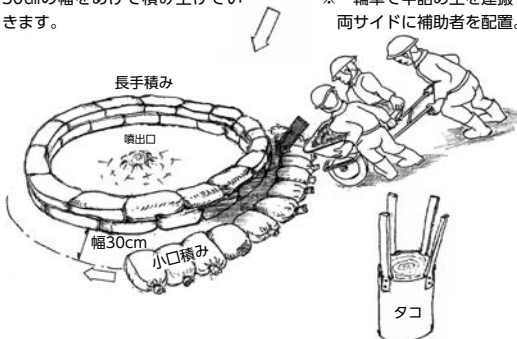
2 越水対策工

- 1 噴出口を中心に内周の1段目を長手積み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 漏水対策工

- 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。
※一輪車で中詰め土を運搬する場合両サイドに補助者を配置。



5 洗掘対策工

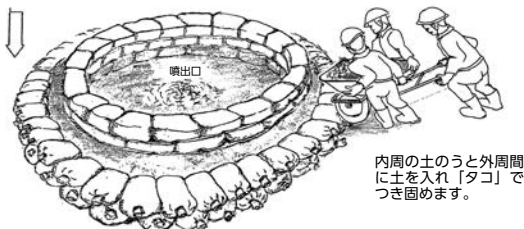
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

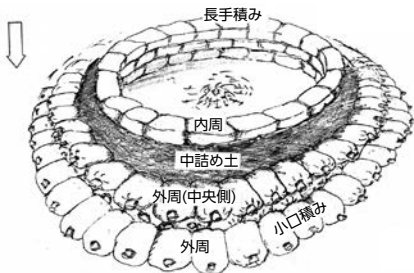
（タコは2ツ手と4ツ手がある）

- 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。



- 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。



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

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

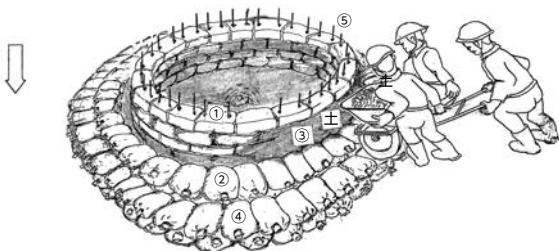
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

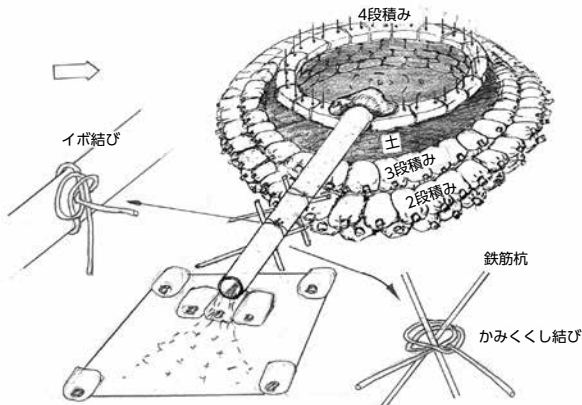
7 亀裂対策工

- 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。



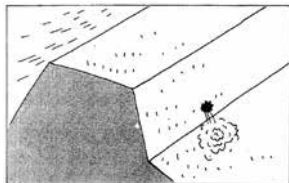
- 9 排水パイプを内周3段目の上に取り付けます。排水パイプの飲み口は積み上げた土のうの端より20cm程度長くする。この排水パイプを支える鉄筋杭をX状態に打ち込みます。X交差部を「かみくし」結びにします。縄の両端をパイプに巻きつけ、上部で「イボ」結びで固定します。・・・（排水パイプ飲み口押さえ土のうを置く事）

排水処理として、ブルー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。



●このような時

出水中居住地側堤防小段や法尻付近に漏水した水が噴出している。



●このような効果が

漏水の噴出口に土のうを積んで水を溜め、河川水位と漏水口の水位差を小さくする事で、水の噴出の勢いを抑え、堤体土砂の流出、法崩れ等を防ぎ堤防決壊を防ぎます。



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

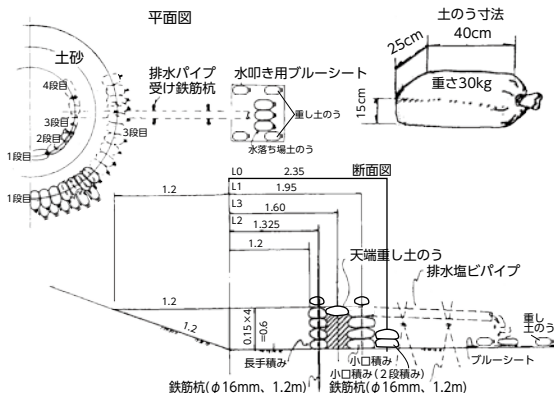
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

月の輪工の資材

●準備資材の数量 (半径1.2m、高さ4段積み)

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 (2段) $L0 = 2\pi \times 2.35\text{m} \times 1/2 = 7.4\text{m}$
 $n0 = 7.4\text{m} / 0.25\text{m} \times 2\text{段} = 59\text{袋}$
 - ・外周 (3段) $L1 = 2\pi \times 1.95\text{m} \times 1/2 + 1.2\text{m} \times 1/2 \times 2 = 7.3\text{m}$
 $n1 = 7.3\text{m} / 0.25\text{m} \times 3\text{段} = 88\text{袋}$
 - ・内周 (4段) $L2 = 2\pi \times 1.325\text{m} \times 1/2 + 1.2\text{m} \times 1/2 \times 2 = 5.4\text{m}$
 $n2 = 5.4\text{m} / 0.4\text{m} \times 4\text{段} = 54\text{袋}$
 - ・天端重し用 $L3 = 2\pi \times 1.60\text{m} \times 1/2 + 1.2\text{m} \times 1/2 \times 2 = 6.2\text{m}$
 $n3 = 6.2\text{m} / 0.4\text{m} = 16\text{袋}$
 - ・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 226袋
- ・鉄筋杭 (φ16mm、1.2m刻付) $5.4\text{m} / 0.4\text{m} \times 2\text{本} = 28\text{本}$
- ・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 $(2\pi \times 1.6\text{m} \times 1/2 + 1.2\text{m} \times 1/2 \times 2) \times 0.3\text{m} \times 0.6\text{m} = 1.1\text{m}^3$
 締固土1.2割り増し=1.3m³
- ・排水パイプ (φ15cm、4.0m) 1本
- ・縄 (PPロープ8mm) $2.0\text{m} / \text{本} \times 2\text{箇所} = 2\text{本 (パイプ固定用)}$
- ・ブルーシート (2.7m×3.6m) 1枚
- ・道具類 一輪車4台、スコップ4丁、ジョレン2丁、タコ2丁、鉄ハンマー (大) 4丁
 かま1丁、テミ4丁

月の輪工

洪水時に居住地側堤防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。

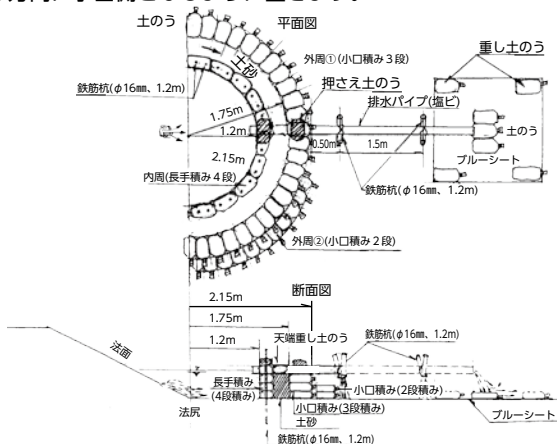
現場の漏水状態によるが一般的に半径1.2m～2.0mである。この手順書は1.2mを基本形とする。

●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（土のうの口は外方向）に4段積み上げます。外周①は1.75mの線に沿って土のうを小口積み（土のうの口は外方向）に3段積み上げます。さらにこの土のうの外側へ外周②は2.15mの線に沿って2段積み上げます。

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

内周と外周①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。このパイプの排水出口はやや下向きに設置する。排水処理としてブルー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。



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

施工手順

1 水防工法

月の輪工は漏水口を中心に半円形に内周長手積み（４段）、外周①小口積み（３段）、外周②小口積み（２段）として以下施工手順を示す。

2 越水対策工

- 1 漏水口を中心に内周の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。

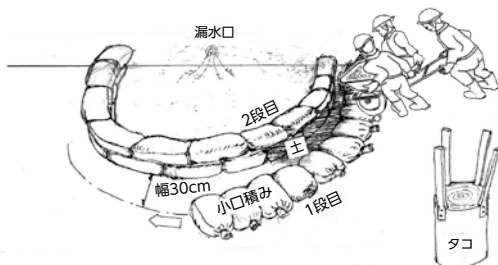


3 漏水対策工

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

- 4 外周①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。

※一輪車で中詰め土を運搬する場合 両サイドに補助者を配置。



（タコは２ツ手と４ツ手がある）

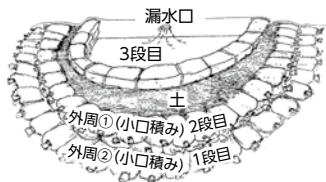
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

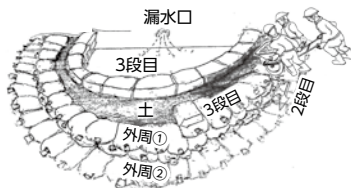
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

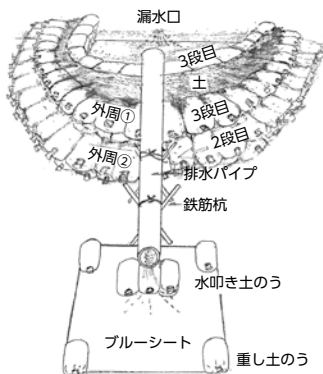
- 5 内周の3段目が積み終われば、外周①の（小口積み）2段目を積み上げていく。その後ろから中詰め土を入れ「タコ」で突き固め、外周②の（小口積み）一段目を積みます。



- 6 外周①の（小口積み）3段目を積み上げていく。その後ろから中詰め土を入れ「タコ」で突き固め、外周②の（小口積み）2段目を積みます。

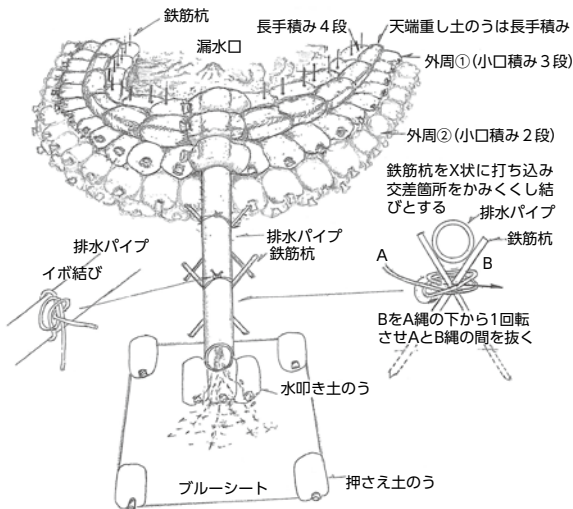


- 7 内周・外周①の3段積み、中詰め土入れが完了し、外周②の2段積みが終わった段階で、排水パイプを設置します。排水パイプは鉄筋杭をX状に打ち込み交差箇所を「かみくし」結びにして、その縄でパイプに巻きつけ、パイプの上部で「イボ」結びにする。排水パイプ設置後、ブルーシートを敷き四隅に重し土のうを置き、排水口の下に土のうを流れの方向に小口側にして3袋置きます。



- 8 内周4段を長手積みにし、土のう1袋に鉄筋杭2本を地盤へ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。

月の輪工は堤防法面に接し施工される事から、豪雨時、法面から雨水が中詰め土の間へ流れ込み、土が流され積み土のうが不安定となる恐れがある時は、天端重し土のうを置く場合がある。



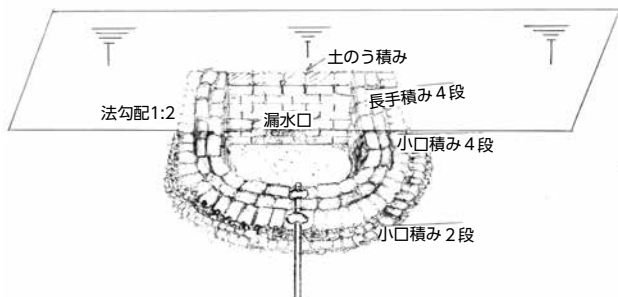
月の輪工施工に伴う法面補強対策工について

(漏水貯留により、堤防の弱体化が更に進行した場合)

月の輪工は居住地側堤防小段や堤脚（法尻）付近に漏水が発生した場合施工される。

漏水が発生した地層の場所に人工的に漏水を貯留する事は堤防の弱体化を更に進行させる。これに伴い法崩れ等が発生し堤防に重大な影響の恐れがある場合には、月の輪背面に法崩れ防止対策工として土のう等で法面を抑える必要がある。…（この場合月の輪施工と同時に施工）

月の輪工
堤防法尻補強対策工



月の輪工の土のう数量

半径×高さ	段数	土のう数量
1.2m×0.6m	4段	255袋（月の輪工）＋18袋（法面対策用）＝273袋

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

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

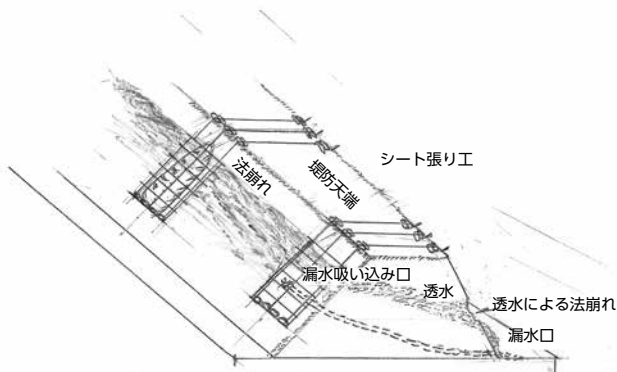
●このような時

- 川表が崩れはじめた
- 堤防が透水しはじめた

●このような効果が

- 川側が崩れるのを防ぐ
- 吸い込み口を塞ぎ透水を防ぐ

シート張り工は堤防の川側法面の崩壊や漏水吸い込み口を塞ぎ堤防決壊防止に有効な工法です。



シート張り工

現地に用意する資材 1 枚当たり

(演習対応、作業時間12分、配置人員・班長 1 人、作業員10人)

- ・木杭 (末口φ10cm、1.2m剣付) 3本
- ・ブルーシート (3.6m×5.4m) 1枚
- ・竹 (力竹・目通りφ6cm×4m) 2本
- ・竹 (骨竹・目通りφ4～5cm×4m) 5本
- ※単管を使用する場合 (φ48.6mm×4.0m) 7本
- ・土のう 4袋 (シート張り重し用) ・ ・ (砂利を使用する)
- ・土のう 2袋 (あおり止め用) ・ ・ ・ (砂利を使用する)
- ・土のう 12袋 (枕用6袋、ロープ押え用6袋)
- ・ (PPロープ 8mm) ・ 0.60m/箇所×横方向5箇所×縦方向7箇所=35本 (力竹骨竹取り付け用)
- ※リピータイを使用する場合 ・ (リピータイ幅7.6mm×長さ300mmのレバー付き) 横方向5箇所×縦方向7箇所=35本
- ・ (PPロープ10mm) 4.0m×2本/袋×4箇所=8本 (ブルーシートへ重し土のう取り付け用)
- ・ (PPロープ10mm) 16.0m×2本 (あおり止め土のう用)
- ・ ロープ (クレモナSロープφ10mm) 10.0m×6本 (シート張り吊るし用3本) ・ ・ 水に沈む (堤防天端用3本) ・ ・ 水に沈む
- ・ ロープ (クレモナSロープφ10mm) 16.0m×2本 (シート張りおろし用) ・ ・ 水に沈む
- ※急流河川で、ブルーシートが着水と同時に下流へ引き流される恐れがある時使用、又ブルーシートが転げ落ちない時にも使用
- ・ ロープ (KPロープφ10mm) 10.0m×2本 (命綱、堤防上で支える人用) ・ ・ 水に浮く
- ※シート張り用吊るしロープと堤防天端用ロープに二分したのは、シート加工の作業効率を図るため。このロープの結束はもやい結びと二重継ぎ結びとする

道具類

- ・ 掛け矢・1丁、鎌・3丁、ノコ (竹きり用) ・ 1丁、PPロープ取り付け金具・3丁、又はシノ・3丁、又は・リピータイ用ードライバー・3丁

●ブルーシートへ縄通し金具類

ブルーシートへ力竹、骨竹を取り付ける
PPロープの取り付け金具



ードライバーの先端をヤスリ・グラインダー
等で鋭利にしてリピータイを通す穴あけ用



力竹・骨竹取り付け用PPロープ通し穴あけ
にシノを使用



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

シート張り工施工図

1 水防工法

2 越水対策工

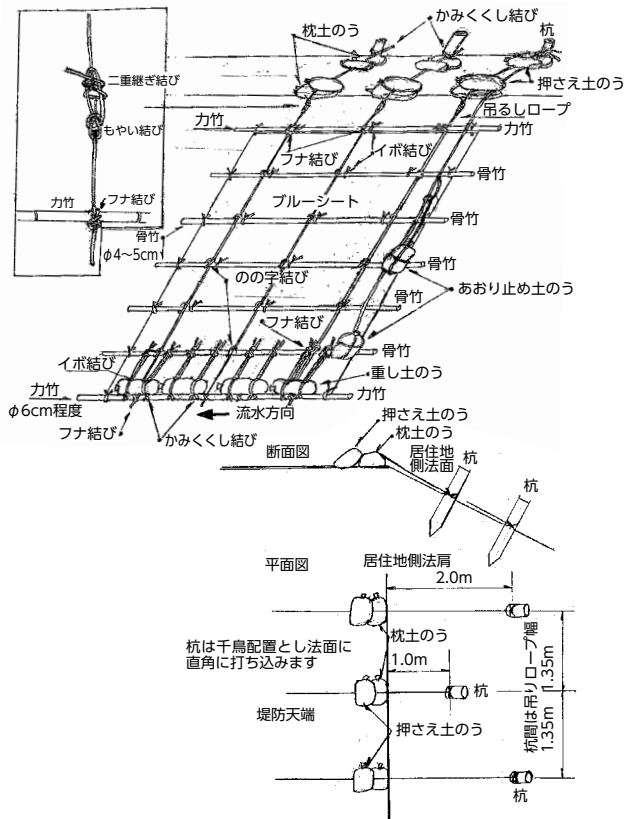
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

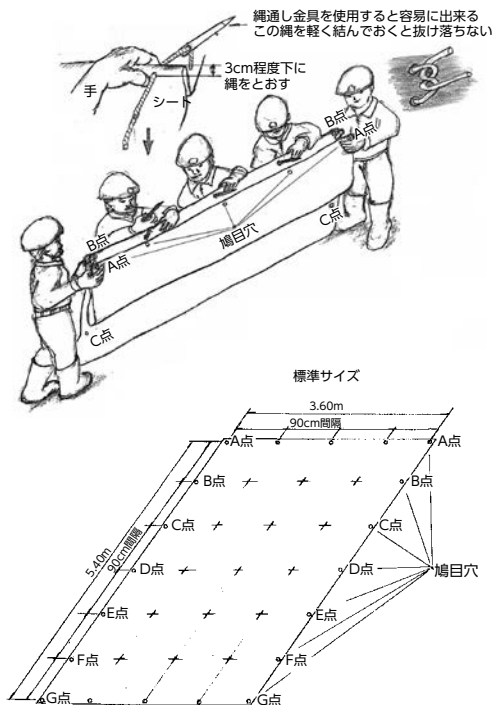
6 決壊対策工

7 亀裂対策工



シート張りつくり手順

- ①ブルーシートに骨竹・力竹を取り付ける手順として、ブルー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力竹・骨竹を取り付ける。準備作業として下図ブルーシートの十字位置に縄通し金具等で穴を開け竹結び用の縄を通します。その方法は先ずブルーシートの両端A点とB点を持ち、B点線上にA点側のブルーシートを合わせ、B点線上ブルー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

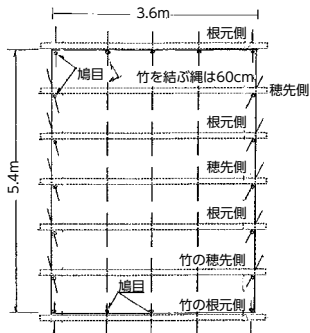
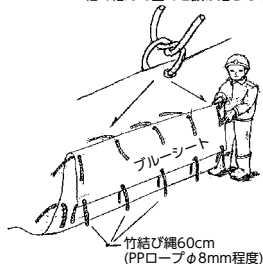
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

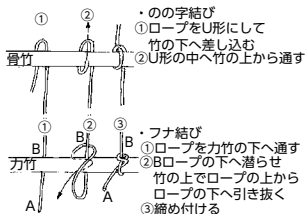
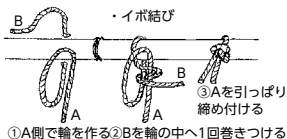
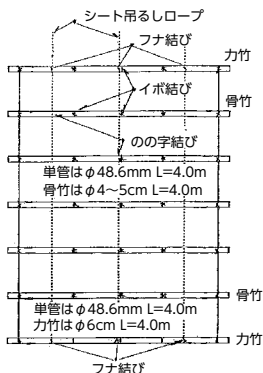
7 亀裂対策工

- ② 縄通しが終わればブルー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。

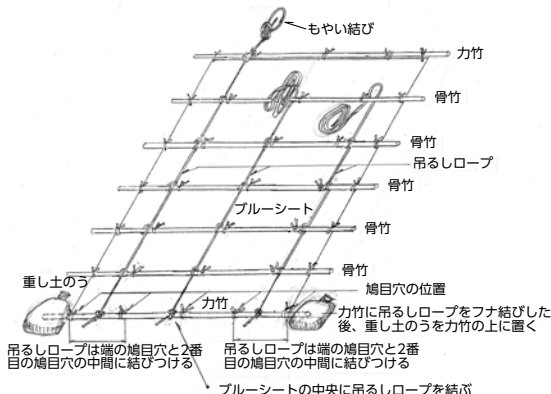
○竹結び縄はシートへ通し
軽く結んで置くと抜け落ちない



- ③ ブルーシートへ力竹、骨竹を取り付ける。竹は根元側と穂先側とを交互にし、ブルーシートへ「イボ」結びで取り付ける。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φ10mm、ブルーシートの加工長さの1.8倍の長さが必要。

※堤防天端幅と堤防居住地側の止め杭までの長さにブルーシートの吊るしロープへの繋ぎ長さ、杭に縛り付ける長さを現地状況を考慮し準備すること。(現地に用意する資材として10.0mを表示しております)

- 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の重し土のう。

- 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程度の束に巻いておくと作業性が良い。

- ⑤上段の力竹へフナ結びにして、吊るしロープの端を「もやい」結びにして、堤防上のロープへ二重継ぎ結びで連結させる。



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

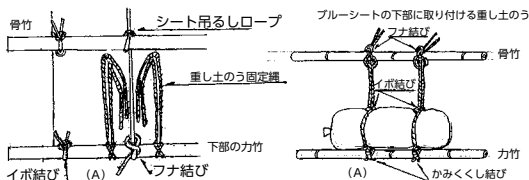
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

重し土のう取り付け

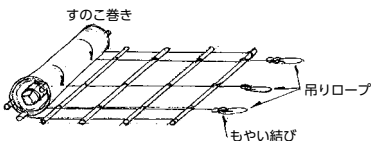
シート吊るしロープ結びが終われば、重し土のう (A) を下段の力竹に固定する縄をかみくし結びにして、土のうを乗せ図のように土のうの上側でイボ結びで締め付け、この縄を上の方竹にフナ結びで取り付けます。重し土のうはブルーシートの両サイドと中央の2箇所に取付ける。

※土のうの重さ40kg /個程度とし、法面を転げ落ちる時ブルーシートのおねじれを防ぐため、土のう4個同じ大きさの物がよい。



シート張り落とし込み作業

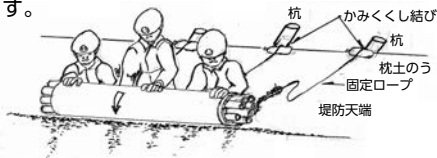
- (1) シート張り作り終了後堤防天端において、重し土のうを巻き込むようにブルーシートを「すのこ」巻きにする。



シート吊るしロープを固定する杭3本を居住地側法面に打ち込む。(P52を参照)

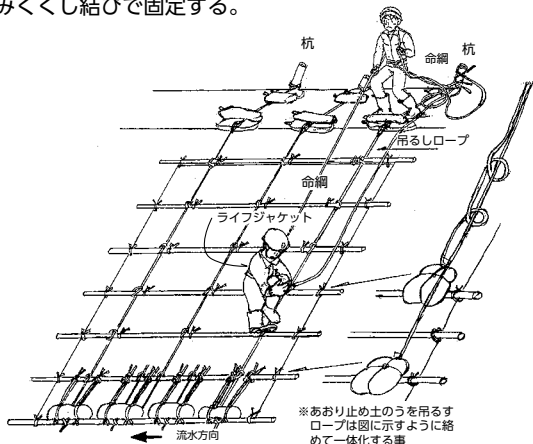
- (2) 堤防の傷口を覆い被せる位置の法肩へ運び、吊るしロープを堤防上の固定ロープで二重継ぎ結びで連結して、シート張りの落とし込み高さを決め、固定ロープを居住地側法面の杭へかみくし結びで固定します。

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。

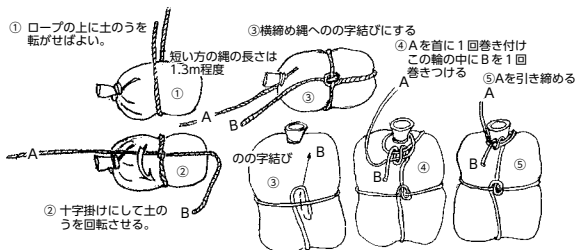


あおり止め土のう取り付け

- (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水中作業となるので、ライフジャケットを着用し、命綱をつけ、居住地側法面の杭へかみくし結びで固定する。これを支える人も命綱をつけ杭へかみくし結びで固定する。



- (3) あおり止め土のうは下図のように作成し、流失しないようにロープを結びつけ、このロープは居住地側法面の杭にかみくし結びで固定する。



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

おろしロープの使用（急流の場合）

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

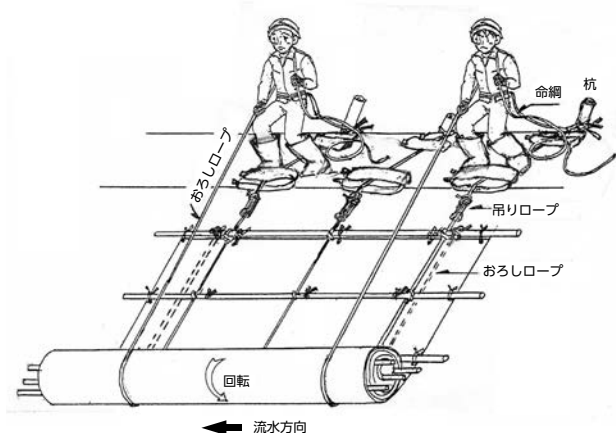
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

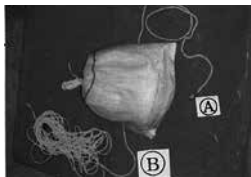
- 急流河川において、シート張りが着水と同時に押し流される恐れがある時に使用する。巻いたブルーシートが押し流されないように、おろしロープで支えながら徐々に沈めていく。
- 居住地側法面の漏水傷口が広く、この防止対策として川側法面にシート張りを連続施工する。この場合シート張りを重ね合わせ、または接近施工するためには、おろしロープを使用する。
- おろしロープの扱いは、水流に平行に立ち、上流側の肩にロープを掛けしっかり握る。ロープは肩から背中を斜めに、下流側の脇の下でロープを握り締めてゆっくりロープを送り出す。
- おろしロープを扱う作業員は命綱を腰にもやい結びして、ロープの端は杭にかみくし結びにします。



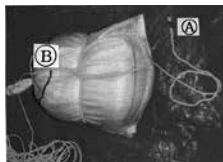
- ※おろしロープは上部の力竹にフナ結びにして、すのこ巻きにしたシート張りの下から上へ取り出す。
おろしロープはシート張り施工後引き抜きます。

あおり止め土のう

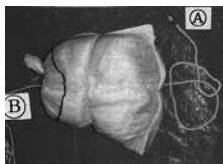
①土のうのほぼ中心にロープを敷く



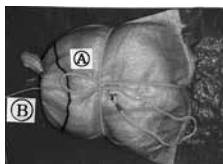
②ロープAとBを土のうの上で十字になるように交差させる



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



⑤のの字結びで締め付ける



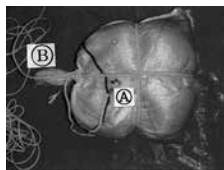
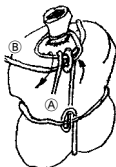
⑥土のうを立てて、縛り首へBロープを一回巻きつける (イボ結びにする)



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



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

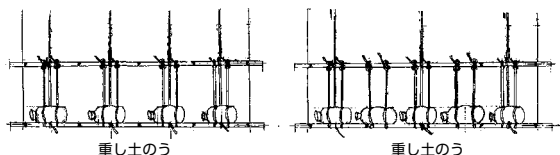
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

シート張り工（応用編）

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4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、安全な対策工として有効でなければならない。



- (2) 現場では図一1～図一3のような事態がある。図一4はその応用的な対策方法である。

図一1
法面の凹凸にシート張りが密着しない時

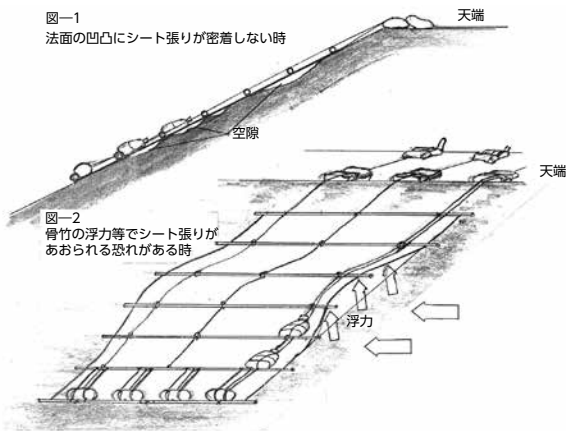


図-3
水位が高くあおり止め土のうの
設置が出来ない状況にある時

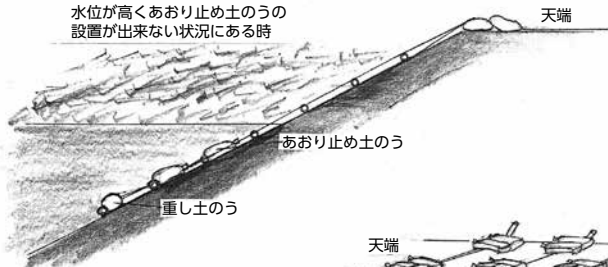
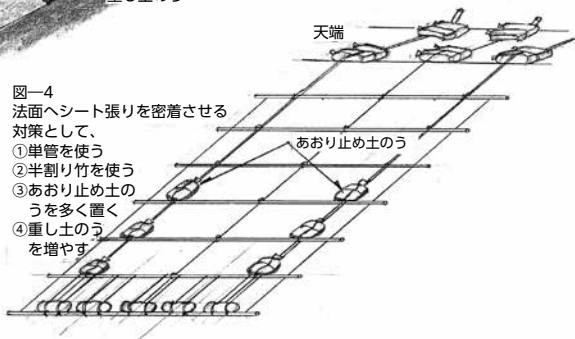


図-4
法面へシート張りを密着させる
対策として、

- ① 単管を使う
- ② 半割り竹を使う
- ③ あおり止め土の
うを多く置く
- ④ 重し土のう
を増やす



※参考

フシ
生竹は浮きますが、節ぬきをした生竹は沈みます。

シート張り工（応用編）

ブルーシートに力竹、骨竹の取り付け手順として、ブルー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ブルーシートの十字位置にドライバーを加工した金具で穴を開け、リピータイを通します。まずブルーシートの両端A点とB点を持ち、B点線上にA点側のブルーシートを合わせ、B点線上ブルー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 水防工法

2 越水対策工

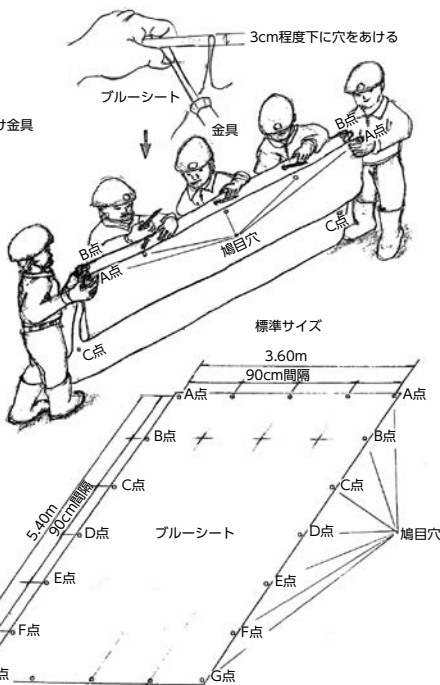
3 漏水対策工

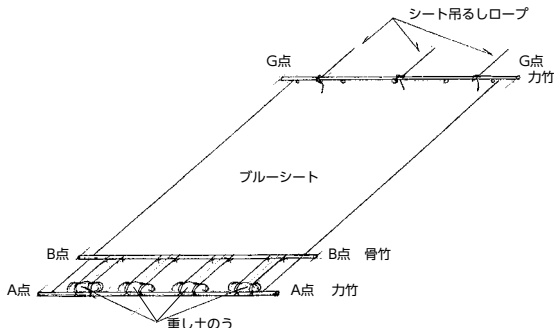
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

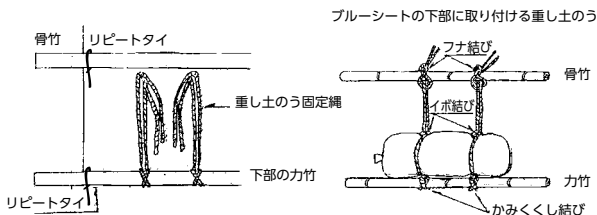




(1) 重し土のう取り付け

A 点に力竹 (又は単管)、B 点に骨竹 (又は単管) の取り付けが終われば力竹に、重し土のう取り付け用縄をかみくし結びに 8 箇所 (2 箇所 / 1 個あたり)、土のうを載せて土のうの上側でイボ結びにして、上の骨竹へフナ結びで固定します。

※土のうの重さ 40kg / 個程度とし、法面を転げ落ちる時ブルーシートのねじれを防ぐため、4 個とも同じ大きさの物がよい。

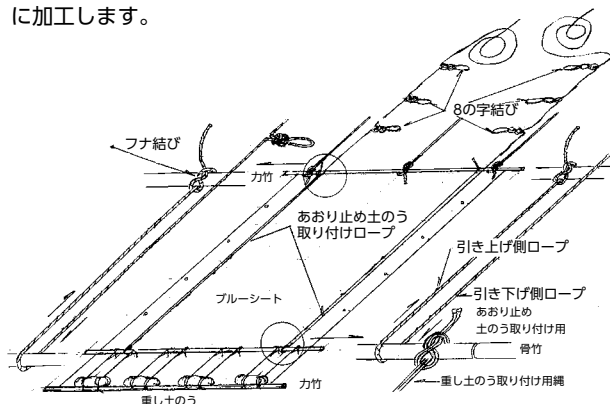


(2) シート吊るしロープの取り付け

吊るしロープは G 点の力竹へフナ結びに、ブルーシートの両端の鳩目穴から 45cm の地点とブルーシートの中央に結び付けます。

(3) あおり止め土のう取り付け用ロープ

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）に加工します。

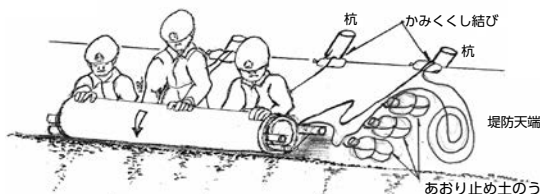


(4) シートの製作が終了段階ですこの巻きにして、法面の傷口の上部の法肩へ移動させます。

(5) シート吊るしロープを落とし込む高さを決めて、居住地側法面へ打ち込んだ杭へロープをかみくくし結びにして固定します。枕土のうを敷く。

(6) あおり止め土のう取付用ロープを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継ぎ結びにして取り付けます。
(次ページ図)

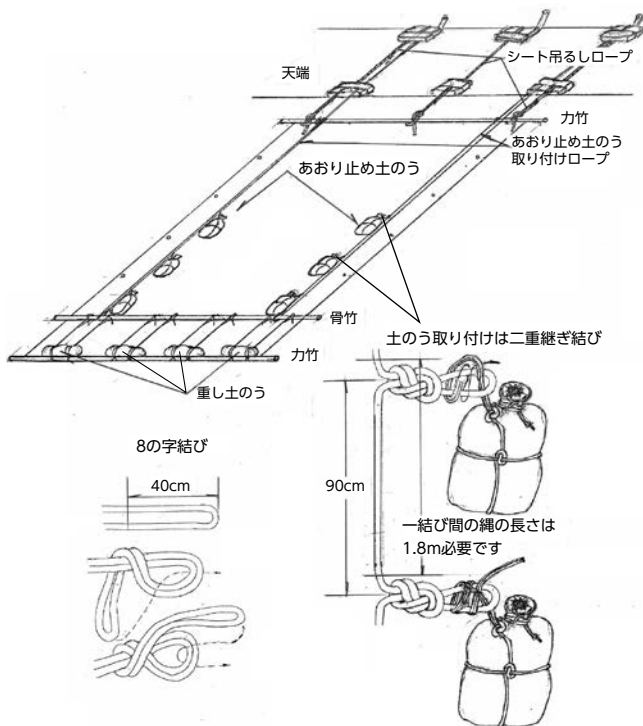
(7) シート張りを勢いをつけて落とし込みます。



- (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いい。落とし込み土のう位置に収まればロープを杭へかみくし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）

1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水掘削対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- ・ 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） ... 3本
- ・ 土のう 12袋（枕用6袋、押さえ用6袋）
- ・ 土のう 4袋（ブルーシート重し用）
- ・ 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×4箇所（ブルー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字結び）
- ・ ロープ（クレモナSロープφ10mm）
..... 10.0m×5本（シート張り吊るし用2本、堤防天端用3本）
- ・ 縄（PPロープ10mm）
..... 30.0m×2本（あおり止め土のう吊るし用土のう）
- ・ ロープ（KPロープφ10mm）
..... 15.0m×2本（命網、シート張りが落ちない場合）
- ・ ロープ（KPロープφ10mm） 10.0m×2本（命網、堤防上で支える人用）

道具類

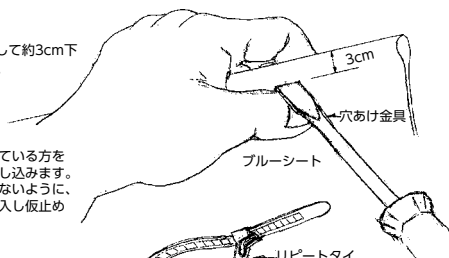
- ・ 掛け矢 ... 3丁
- ・ シノ 3丁

※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

力竹・骨竹取り付け用リピートタイの作業手順

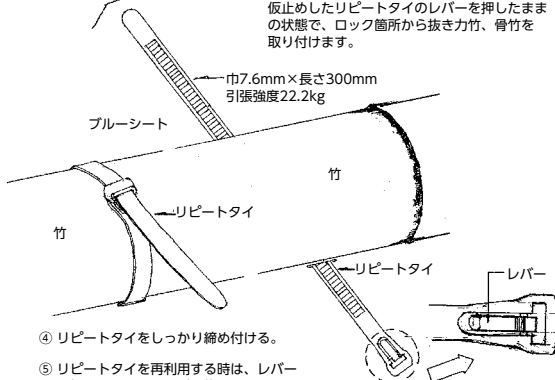
- ① 穴を開ける位置きめをして約3cm下へ金具で穴をあけます。



- ② 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 ブルーシートへリピートタイの挿入取り付けが終われば、堤防天端へブルーシートを広げて、仮止め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、骨竹を取り付けます。



- ④ リピートタイをしっかり締め付ける。
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。

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

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



上記写真は骨竹を取り付けた状態

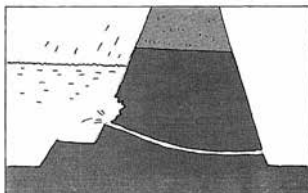
下記写真は骨竹を取り除き浮力を軽減させ
シートを法面へ密着させた状態



水防マット工

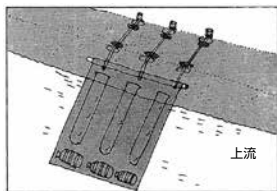
●このような時

- 川側が崩れだした時
- 堤防が透水しはじめた



●このような効果が

- 川側が崩れるのを防ぐ
- 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（クレモナSロープφ10mm）	10.0m×3本（シート吊るし用）
・ロープ（クレモナSロープφ10mm）	16.0m×2本（シートおろし用）
・ロープ（KPロープ10mm）	15.0m×2本（命綱、シートが落ちない場合）
・ロープ（KPロープ10mm）	10.0m×2本（命綱、堤防上で支える人用）
・砂利	1.0㎡（縦重し充填用3袋分・・ロス分含む）
・塩ビパイプ（φ20cm、5.0m）又は樋	1本

道具類

- ・掛け矢3丁、スコップ2丁、テミ4丁、ジョレン4丁、かま1丁、金槌2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

水防マット作業手順

1 水防工法

2 越水対策工

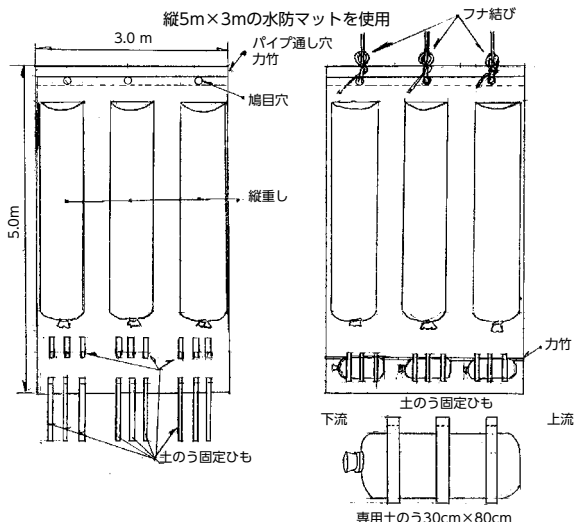
3 漏水対策工

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、マッ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。

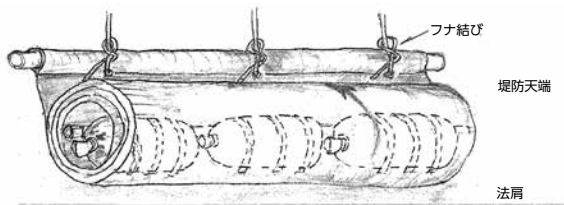
②力竹と吊り縄の取り付け

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

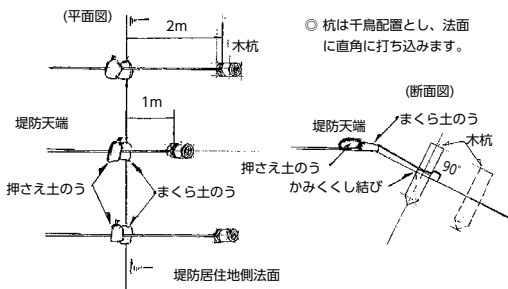
次に鳩目穴3箇所にφ10mmのロープを通し、力竹にフナ結びにします。

③ マットの巻き方

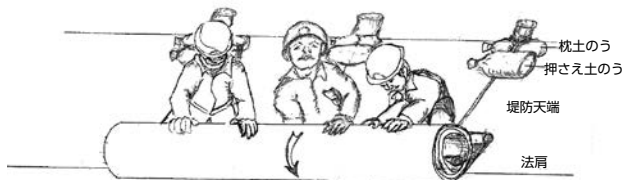
重し土のうを芯にして、マットをすのこ巻きにします。



- ④ 巻き終わった水防マットを法肩まで運搬し、居住地側法面に打ち込んだ3本の木杭へ吊るしロープをかみくし結びで仮止め、マット降ろしが完了した時点でしっかりと結びつける。



法肩から落とし込む・・・掛け声1・2・3で押し出す



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

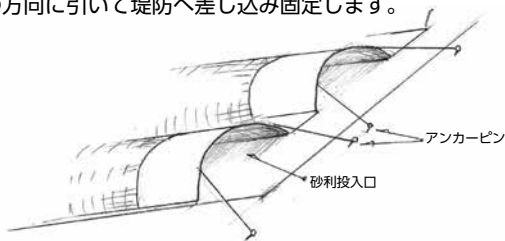
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

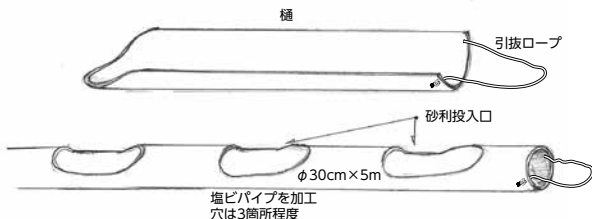
7 亀裂対策工

⑤縦重し土のう袋へ砂利の充填

先ず上流側の縦重し土のう袋から充填します。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が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30cm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縦重し土のう袋の投入口へ差込、樋を上下左右にゆすりながら砂利を充填します。



※水防マットの縦重し土のう袋内へ陸上で訓練において、塩ビパイプ等を加工したシュートで砂利、碎石等を投入して来たが、十分な充填は出来なかった。堤防の勾配と資材の「あんそく角」が近似している関係か、流れが非常に悪い。改善策として縦重し土のう袋への投入資材は自力で転が落ちる丸みのある砂利、又は10cm前後の玉石を選択する事で流れの改善が期待出来る。縦重し土のう袋への投入量は川側法面の傷口の状態、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。

丸みのある砂利



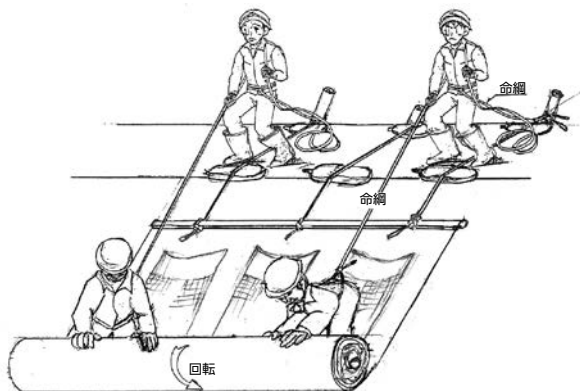
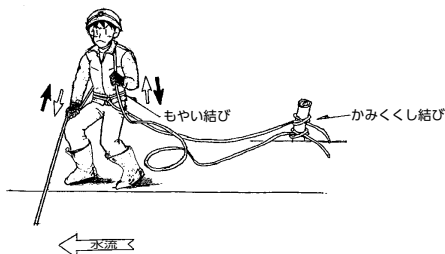
玉石



水防マットがねじれる等して落ちない場合

命綱の取扱

- ①水防マットを取り扱う人、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水防マットを扱う人の命綱を堤防の上で支える人は、足元をしっかり固め、水の流れに平行に立ち、上流側の肩に命綱を掛けしっかり握る。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

フナ結び

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。

●フナ結び

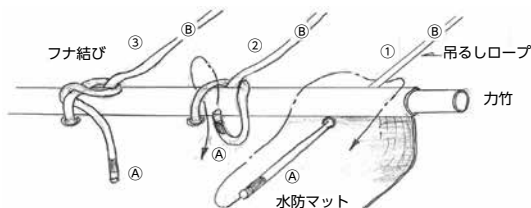
水防マットを吊るすロープはフナ結びにする。その手順は下図の通り。

①水防マットの上部端を持ち上げ、吊るしロープを水防マッ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。

※水防マッ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。

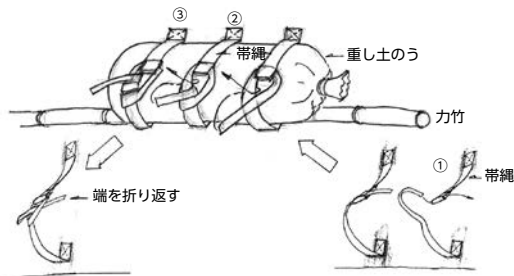


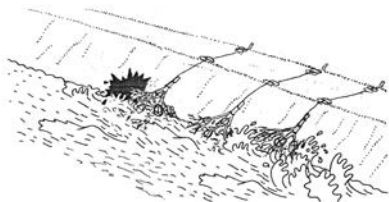
重し土のう取り付け

●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。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。





◎このような時

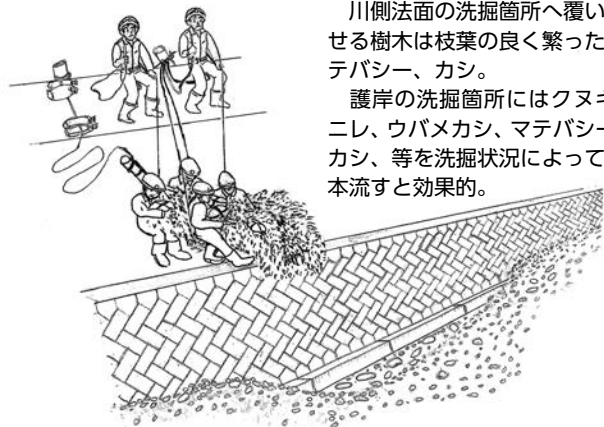
- 水の流れが急流となっている。
- 流水が激しく堤防をたたき洗掘しはじめている。

◎このような効果が

- 流水をゆるやかにする。
- 川側法面が崩れるのを防ぐ。
- 緩流部において波による洗掘を防ぐ。

◎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。

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、堤防居住地側法面の杭に巻きつけ固定し流し込みます。



川側法面の洗掘箇所へ覆い被せる樹木は枝葉の良く繁ったマテバシー、カシ。

護岸の洗掘箇所にはクヌギ、ニレ、ウバメカシ、マテバシー、カシ、等を洗掘状況によって数本流すと効果的。

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

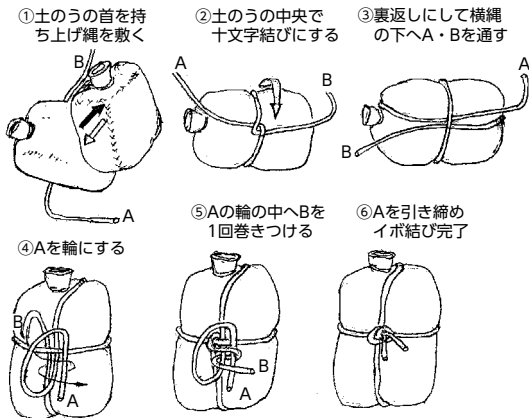
7 亀裂対策工

準備する資材等

●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）

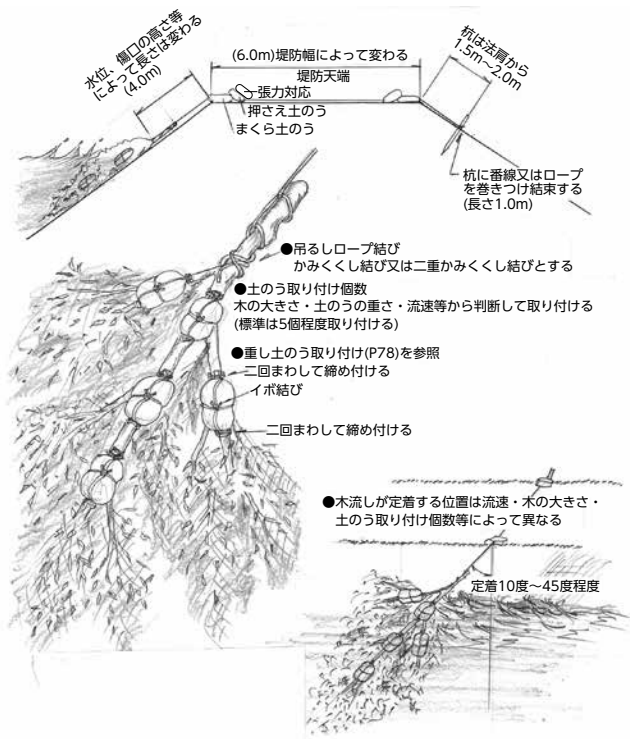
- ・雑木（長さ5m程度）・・・・・・・・・・1本
 - ・木杭（φ10cm、1.2m剣付）（木流し用、命綱用）・2本
 - ・土のう・・・・・・・・5袋/本（重し用）・・・・・・・・
 - 2袋/本（まくら用）・・・・・・・・・・
 - 2袋/本（鉄線又はロープ押さえ用）・・・合計12袋
 - 3袋/本（水平張力対応）・・・・・・・・
 - ・鉄線（#8 吊り用）・・・4m（雑木結束+法長）+6m（天端幅）+2m（居住地側法面）+1m（杭結束）=13m・ロープの場合（クレモナSロープφ10mm）・・・13m
 - ・縄・・・・・・・・4m（土のうを木に結束用）×5袋=5本
 - （PPロープ10mm）2m（土のう十文字縛り用）×5袋=5本
 - ・ロープ（KPロープφ10mm）15m×6本（命綱、木流しおろす人用4本、支える人用2本）
- 道具類
- ・掛け矢・・・・・・・・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。



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

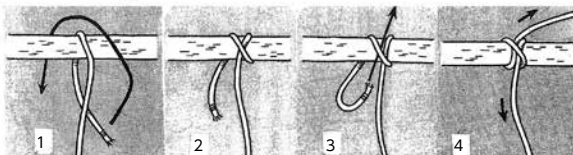
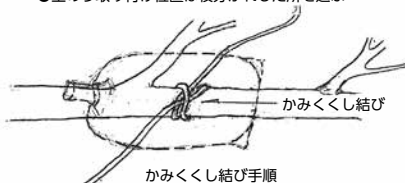
6 決壊対策工

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

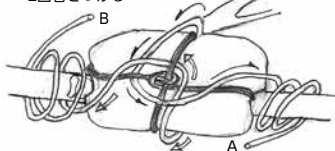
●土のう口側を堤防先端側へ向ける



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

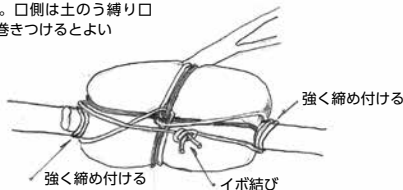


Aを土のう縦縄の下を通し
2回巻きつける

④土のうを固定する

●土のう口側と底部側は縄を木に2回巻きつける。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 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

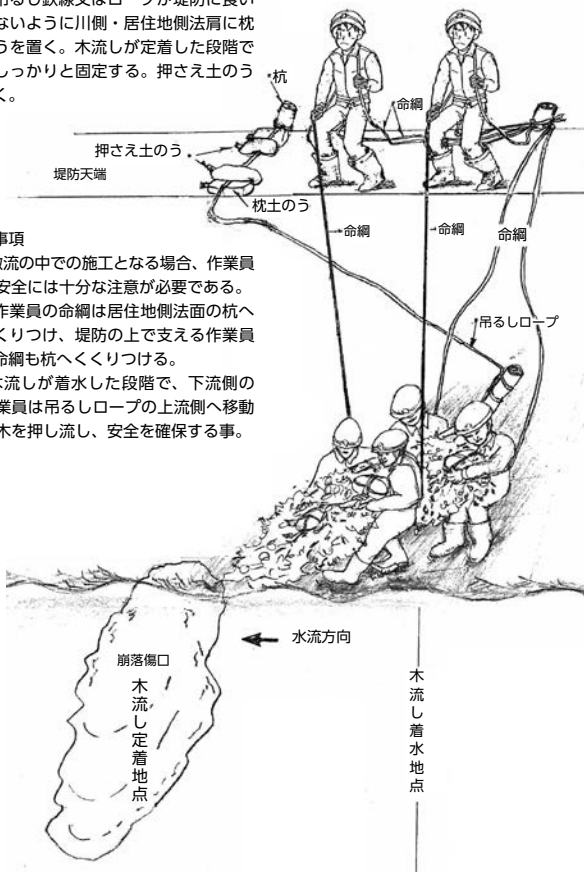
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

木流し工（命綱）

- 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、居住地側法面の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川側・居住地側法肩に枕土のうを置く。木流しが定着した段階で杭にしっかりと固定する。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。
作業員の命綱は居住地側法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。

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

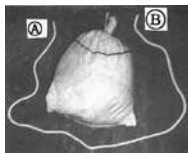
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

木流し用土のう結び・・・方法その1

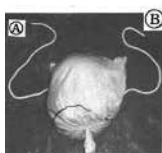
1 水防工法

- ① A側20cm長くして土のうを中央に置く

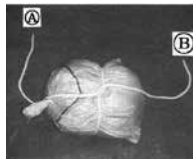


2 越水対策工

- ② 土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す

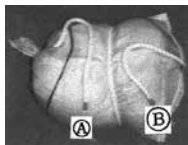


- ③ 土のうの中央で十字結びにする

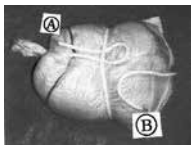


3 漏水対策工

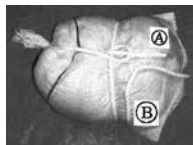
- ④ 土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



- ⑤ A側をU型にして横締めロープの下を通す

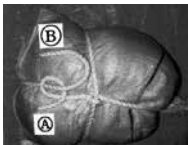


- ⑥ の字締めにする

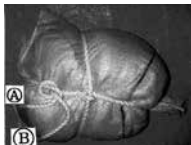


4 漏水洗掘対策工

- 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(イボ結び)



- ⑧ B側ロープをA側ロープの輪へ一回巻きつける



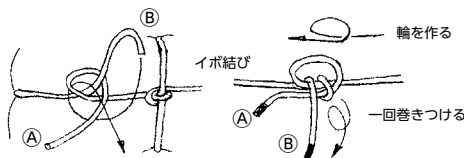
- ⑨ A側ロープを締めつけて完了



5 洗掘対策工

6 決壊対策工

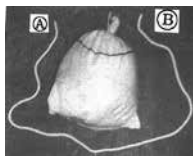
7 亀裂対策工



イボ結びは輪を作りこの輪の中から一回巻きつける。簡単

木流し用土のう結び・・・方法その2

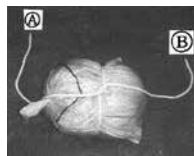
①土のうの中央へロープの1/2がくる様に置く



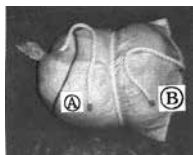
②土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す



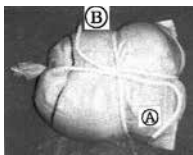
③土のうの中央で十字結びにする



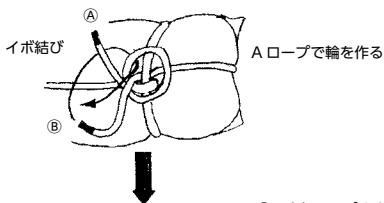
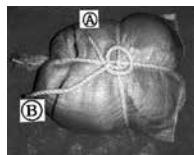
④土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



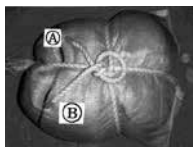
⑤横締めロープの下へA側、B側ロープを通す



⑥B側ロープを中心にA側ロープで輪を作る（イボ結び）



⑦B側ロープをA側ロープの輪へ回巻きつける



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

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

木流し用縄結び

1 水防工法

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A・Bとも下図の順序で結ぶ

A点箇所はA側のロープの端を使って結び、B点はB側のロープで結ぶ

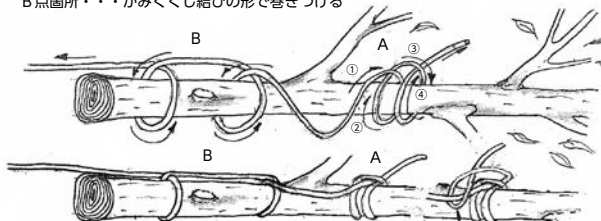
A点箇所・・・矢印①を木に1回転させる

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

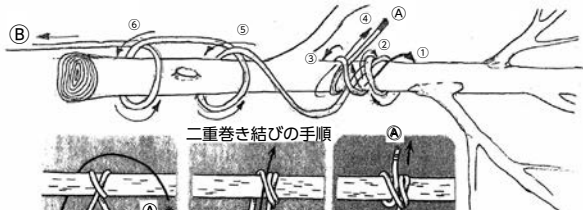


幹とロープの結び方・・・その2

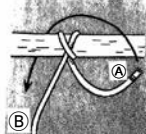
止め結びにする

流れが強い箇所には二重巻き結び（かみくし結び）が良い

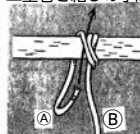
二重巻き結びをA側ロープで①～④まで行う。⑤～⑥以降はB側ロープで結ぶ



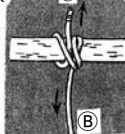
二重巻き結びの手順



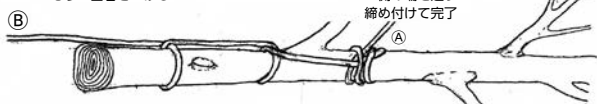
ロープを木の手前から回しかけ、さらにもう一回巻きつける



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



2 越水対策工

3 漏水対策工

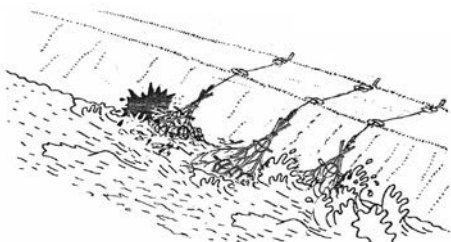
4 漏水洗掘対策工

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）



◎このような時

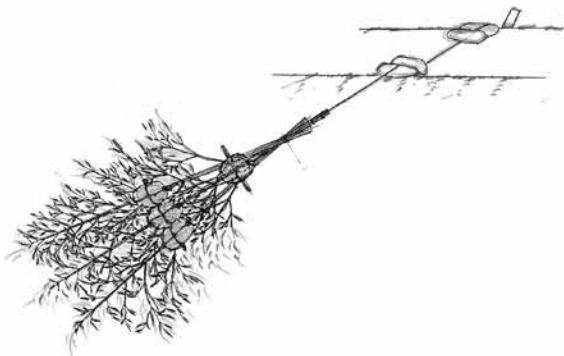
- 水の流れが急流となっている。
- 流水が激しく堤防をたたき、洗掘しはじめている。

◎このような効果が

- 流水をゆるやかにする。
- 川側法面が崩れるのを防ぐ。
- 緩流部において波による洗掘を防ぐ。

◎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居住地側法面の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

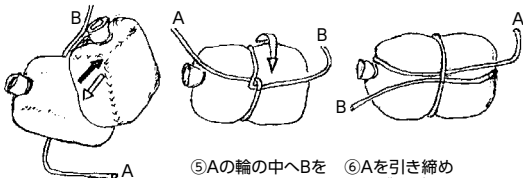
準備する資材等

●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刺付）・ 2本（竹流し用、命綱用）
 - ・鉄線（#8吊り用）…4m（竹結束+法長）+6m（天端幅）+2m（居住地側法面）+1m（杭結束）=13m、（ロープの場合はクレモナSロープφ10mm、長さ13m）
 - 鉄線またはロープの長さは、川側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
1.5m（横棧固定用）×6本
 - ・命綱（KPロープ）……φ10mm、15m=6本（竹流しおろす人用4本、支える人用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。

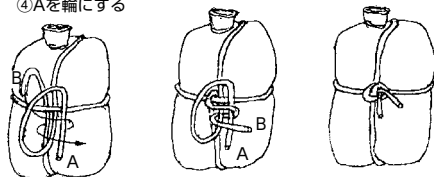
- ①土のうの首を持ち ②土のうの中央で ③裏返しにして横縄の
上げ縄を敷く 十文字結びにする 下へA・Bを通す



- ④Aを輪にする

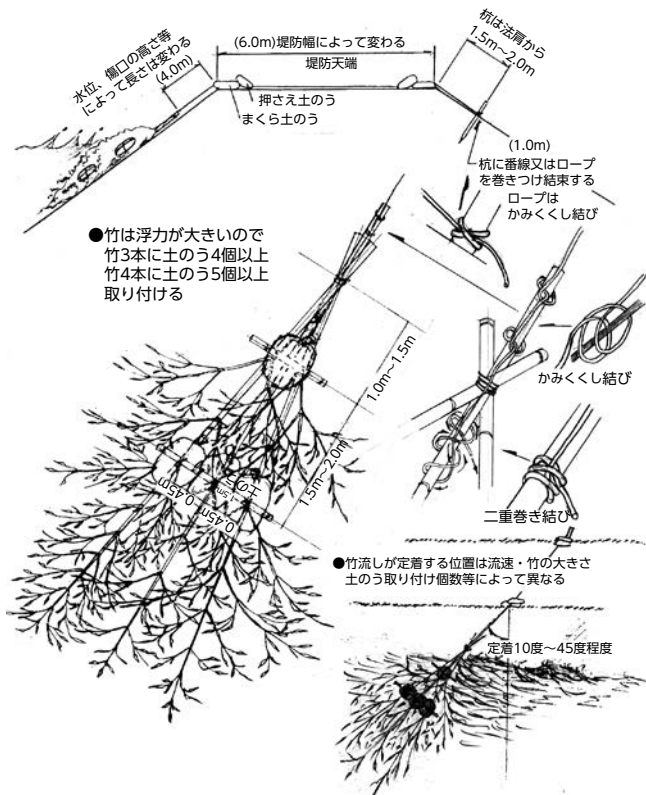
- ⑤Aの輪の中へBを1回巻きつける

- ⑥Aを引き締めイボ結び完了



竹流し施工図（その1）

- 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)



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

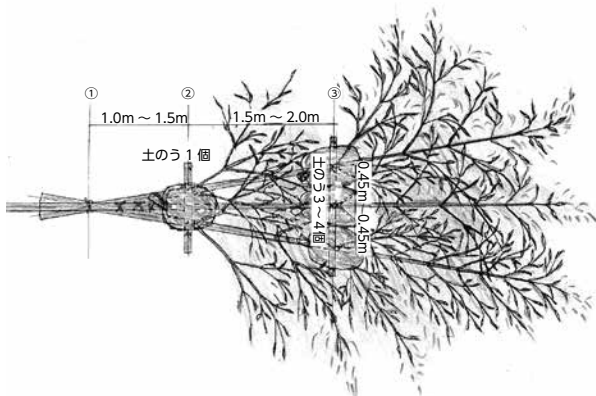
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹流し工（竹結びその1）

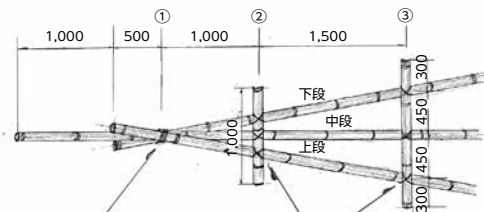
下図の工法は堤防法面の傷口を覆う目的として、竹3本を横棧で固定します。竹は浮力が大きいので土のうを4～5個取り付ける



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 (P87)

横棧竹結び手順参照 (P98)

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

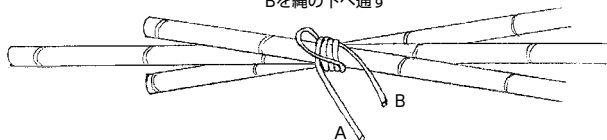
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

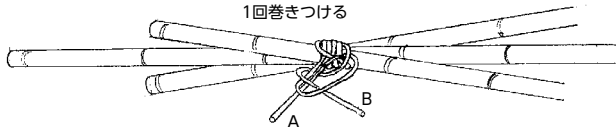
7 亀裂対策工

縄を4回巻きつけ
Bを縄の下へ通す

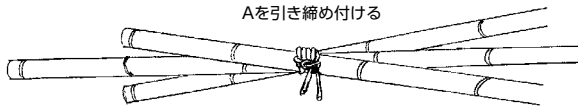


イボ結び

Aを輪にしBを輪の中へ
1回巻きつける



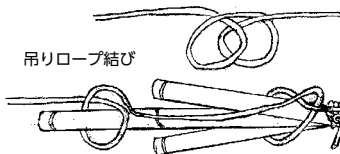
Aを引き締め付ける



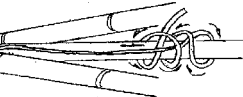
イボ結び

かみくし結びにして挿入する

吊りロープ結び



二重巻き結び
(かみくし結び)



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

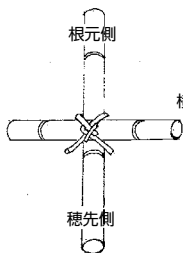
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

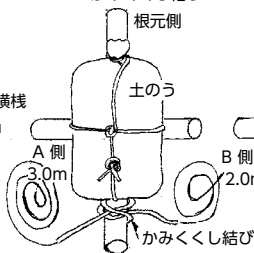
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

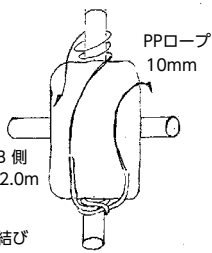
① 横桟を取り付ける



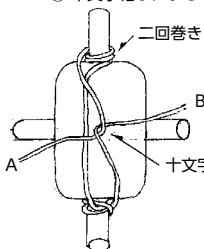
② 土のうを乗せる
かみくし結び



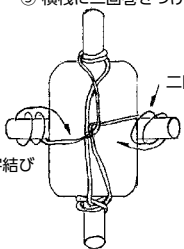
③ 二回巻きつける



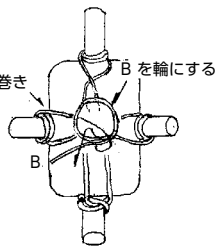
④ 十字結びにする



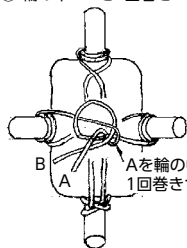
⑤ 横桟に二回巻きつける



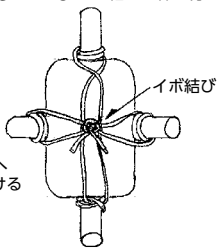
⑥ B側を輪にする



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

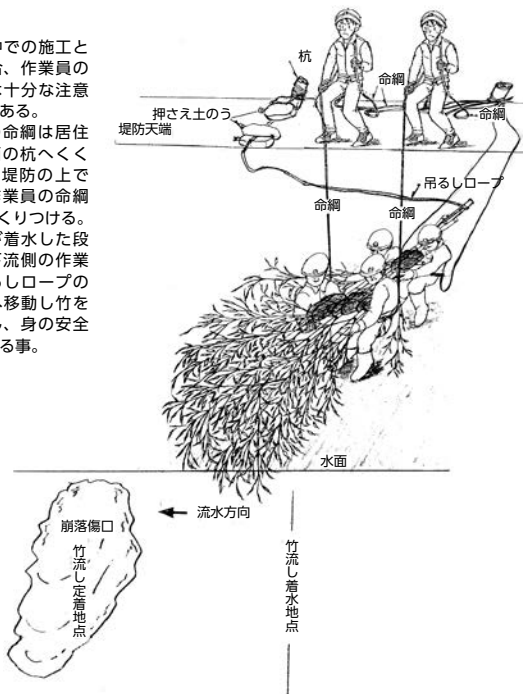
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- 重し土のうを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、居住地側法面の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川側、居住地側法面の法肩に枕土のうを置く。竹流しが定着した段階で居住地側法面の杭にしっかりと固定する。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。
作業員の命綱は居住地側法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

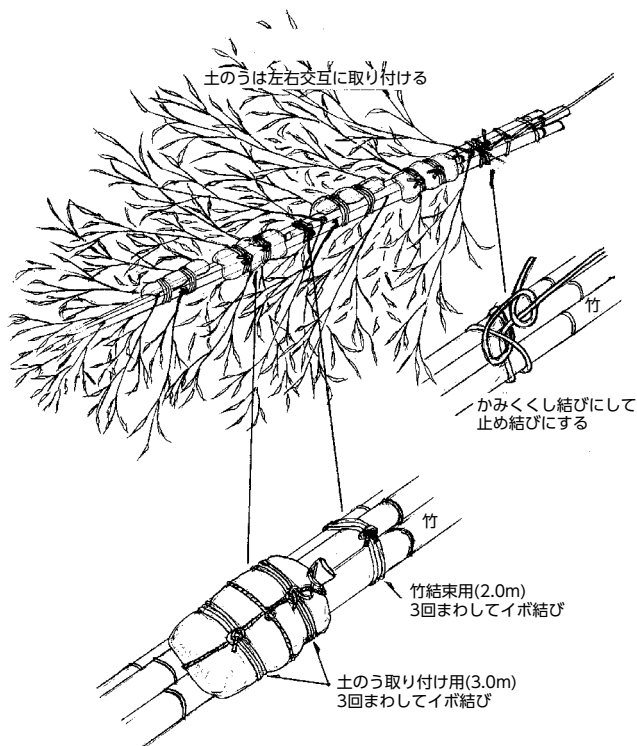
3 漏水対策工

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剣付）……2本（竹流し用、命綱用）
- ・鉄線（#8吊り用）… 4m（竹結束+法長）+6m（天端幅）+2m（居住地側法面）+1m（杭結束）=13m、（ロープの場合はクレモナSロープφ10mm、長さ13m）

鉄線又はロープの長さは、川側法長さ及び堤防天端幅の違いにより増減する

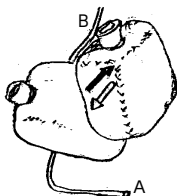
- ・縄（PPロープ10mm）…… 3m（土のうを竹に結束用）×2箇所/袋×4袋=8本
2m（竹結束用）×3箇所=3本
2.0m（土のう十文字縛り用）×4袋=4本
- ・命綱（KPロープ）……φ10mm、15m=6本（竹おろす人用4本、支える人用2本）

道具類

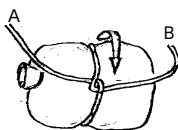
- ・掛け矢1丁・クリッパー 1丁・ペンチ1丁・かま（縄きり用1丁、枝うち用1丁）
- ・のこ1丁・シノ1丁

●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。

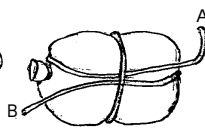
①土のうの首を持ち上げ縄を敷く



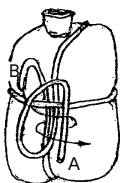
②土のうの中央で十文字結びにする



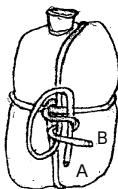
③裏返しにして横縄の下へA・Bを通す



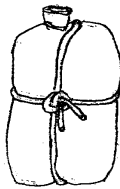
④Aを輪にする



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 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

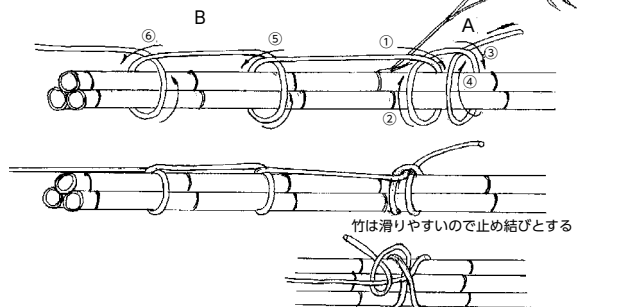
A点箇所・・・矢印①を竹に1回転させる

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

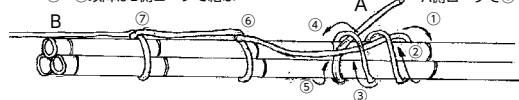


竹は滑りやすいので止め結びとする

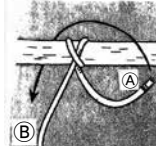
流れが強い箇所には二重巻き結び（かみくくし結び）が良い

⑥～⑦以降はB側ロープで結ぶ

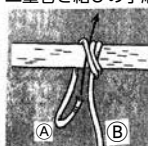
A側ロープで①～⑤まで行う



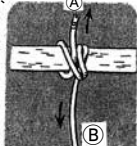
二重巻き結びの手順



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



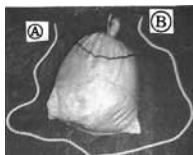
図のようにさらにもう一回巻きつける



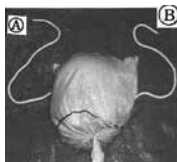
巻きつけたロープの下に図のようにA側の端を通す締め付けて完了

竹流し用土のう縄結び・方法その1

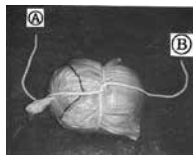
① A側20cm長くして土のうを中央に置く



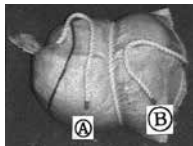
② 土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す



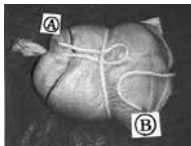
③ 土のうの中央で十字結びにする



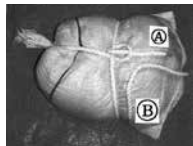
④ 土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



⑤ A側をU型にして横締めロープの下を通す



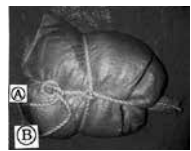
⑥ のの字締めにする



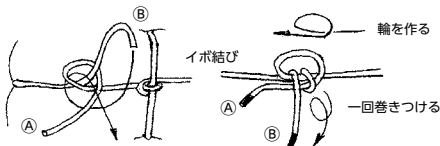
⑦ A側ロープで輪をつくり、この輪の中へB側ロープを通す(イボ結び)



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



イボ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

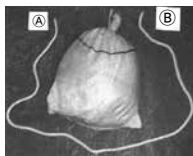
6 決壊対策工

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

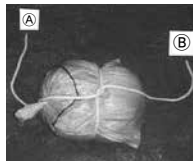


2 越水対策工

- ②土のうの縛り口を持ち手前へ引き倒す

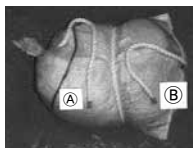


- ③土のうの中央で十字結びにする

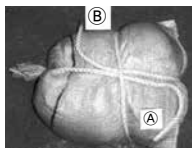


3 漏水対策工

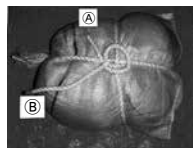
- ④土のうを手前に引き倒し、裏返しにする



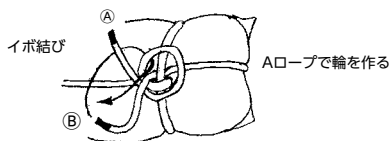
- ⑤横締めロープの下へA側、B側ロープを通す



- ⑥B側ロープを中心にA側ロープで輪を作る（イボ結び）

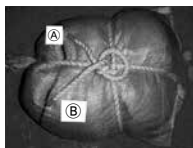


4 漏水洗掘対策工

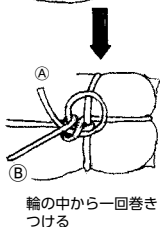


5 洗掘対策工

- ⑦B側ロープをA側ロープの輪へ回巻きつける



- ⑧A側ロープを締め付けて完了



6 決壊対策工

7 亀裂対策工

竹流し工 (その3)

◎竹の特性

竹は節と節の空間に空気があることから生竹は浮きます。

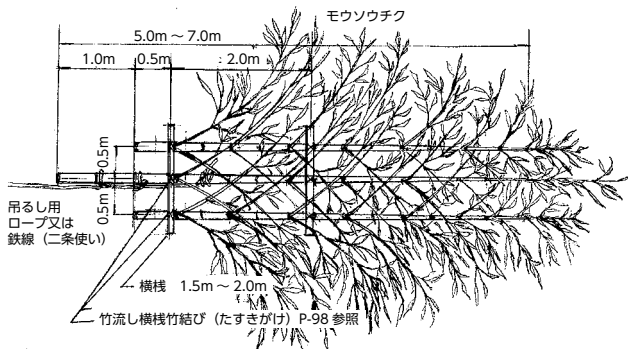
この特性を生かし流勢を緩和させる効果に竹流しとして使用します。また竹の柔軟性を生かし、土のうを取り付け沈め法面等の傷口を防ぐ工法に使用します。

竹流し工・流勢を緩和させる工法

●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 モウソウチクを想定（ ϕ 8 cm程度）
長さ 5 m ~ 7 m ... 3 本
1.5 m ~ 2.0 m ... 2 本（横棧用）
 - ・木杭 ϕ 10 cm $\times$ 1.2 m 剣付き（竹流し用 1 本、命綱用 1 本）・ 2 本
 - ・土のう 3 袋（水平張力対応）
2 袋（まくら用）
2 袋（鉄線又はロープ押さえ用）
 - ・鉄線（#8 吊り用） ... （竹結束 2 m + 法長 13 m + 天端幅 6 m + 居住地側法長 2 m + 杭結束 1 m）= 24 m
24 m $\times$ 2（2 条より線）= 48 m
ロープの場合は ϕ 10 mm $\times$ 24 m ...（KP 水に浮く）
 - ・縄（PP ロープ）・ 4.0 m（竹横棧取り付け用） $\times$ 6 本
 - ・命綱（KP ロープ ϕ 10 mm） 15 m $\times$ 6 本（竹流しをおろす人用 4 本、支える人用 2 本）
- 道具類
- ・掛け矢 1 丁 ・クリッパー 1 丁 ・ペンチ 1 丁 ・のこ（竹切り用） 1 丁
 - ・シノ 1 丁 ・かま（縄切り用） 1 丁 ・かま（竹切り用） 1 丁

流勢を緩和させる工法



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・傷口を覆い被せる工法

●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）

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

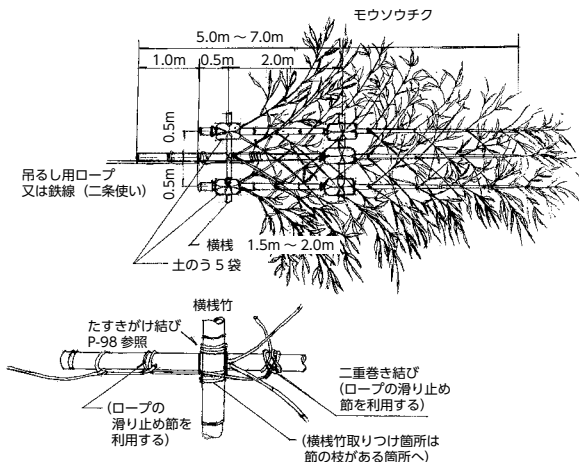
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

- ・竹 …………… モウソウチクを想定（ $\phi 8\text{cm}$ 程度）
長さ5m～7m…3本
1.5m～2.0m…2本（横棧用）
 - ・木杭 …………… $\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m}$ 剣付き（竹流し用1本、命綱用1本）・2本
 - ・土のう …………… 5袋（竹に取り付け用）
3袋（水平張力対応）
2袋（まくら用）
2袋（鉄線又はロープ押さえ用）
 - ・鉄線（#8吊り用）…（竹結束2m+法長13m+天端幅6m+居住地側法長2m+杭結束1m）=24m
24m $\times$ 2（2条より線）=48m
ロープの場合は $\phi 10\text{mm} \times 24\text{m}$ …（クレモナS水に沈む）
 - ・縄（PPロープ）・4.0m（竹横棧取り付け用） $\times$ 6本
・2.0m（土のう十文字縛り用） $\times$ 5本
・5.0m（土のうを竹に取り付け用） $\times$ 5本
 - ・命綱（KPロープ $\phi 10\text{mm}$ ）……15m $\times$ 6本（竹流しをおろす人用4本、支える人用2本）
- 道具類
- ・掛け矢1丁 ・クリッパー1丁 ・ペンチ1丁 ・のこ（竹切り用）1丁
 - ・シノ1丁 ・かま（縄切り用）1丁 ・かま（竹切り用）1丁

傷口を覆い被せる工法



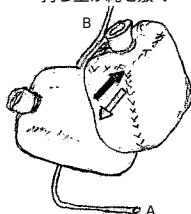
重し用土のうづくり

- 木流し・竹流しは急流河川に置いて、激流等により河川堤防の法面は芝等が剥ぎ取られ、法面崩壊の要因となります。また護岸の法尻は洗掘され崩壊等が発生する。

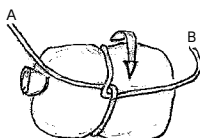
これらの被災防止対策として木流し工・竹流し工が施工される。木流し、竹流しには沈める為に重し用として土のうを4～5袋取り付け傷口に直接沈め、また流勢を緩和させ被害拡大防止に施工される。

樹木・竹に重し用として土のうを取り付けるが、土のうの脱落や土のうの中の土や砂等の洗い出し防止のため、土のうを固く縄で締め付けておく必要がある。その手順を示す。

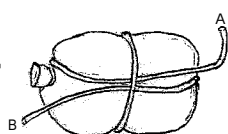
①土のうの首を持ち上げ縄を敷く



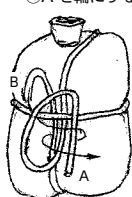
②土のうの中央で十字結びにする



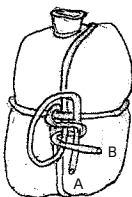
③裏返しにして横縄の下へA・Bを通す



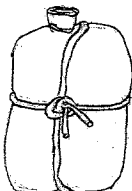
④Aを輪にする



⑤Aを輪の中へ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

竹流し横棧竹結び(たすきがけ結び)PPロープ(7~10mm)×4.0m

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

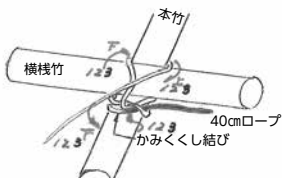


5 洗掘対策工

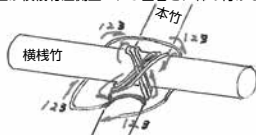
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

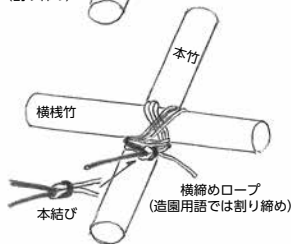
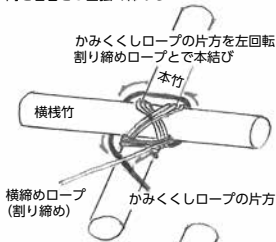
8の字を書くようにロープを回転



本竹へかみくし結びにしたロープを横棧竹の左上より本竹の下を右に抜き横棧竹上に持ち上げたロープは、手前本竹の左下から右側へ持ち上げ横棧竹左上へ、3回巻きに締め付ける



8の字結びの3回巻き目のロープを本竹に1回巻きつけ、横締めロープとして本竹と横棧竹の間を右巻き3回強く締める



◎このような時

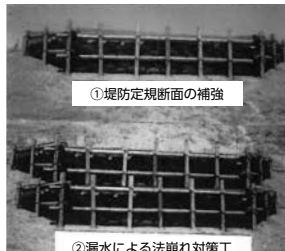
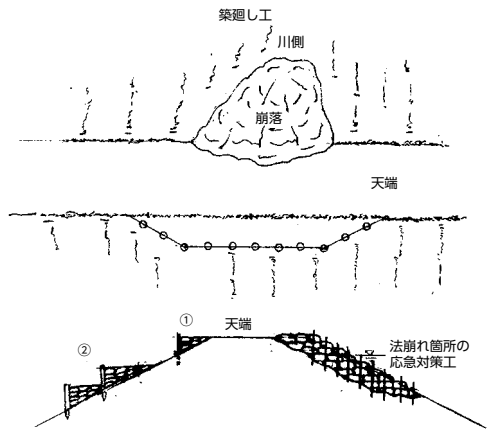
- 堤坊の川側法面の洗掘、または崩壊で堤防断面不足となった時。
- 堤防天端まで崩壊し幅が狭くなり車両の通行が困難になった時。
- 堤防の居住地側法面の漏水による法崩れが発生した時。

◎このような効果が

- 堤防の居住地側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。
- 堤防の居住地側法面の漏水による法崩れを防ぐ。

◎応急的対策工

- 川側法面の崩壊箇所等には被災拡大防止工として、木流し工・竹流し工・土のう積み工・シート張り工・水防マット工・竹網流し工等を行う。



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（ネトロンシート施工）

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

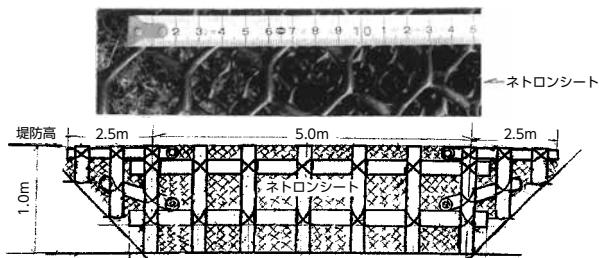
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

◎竹の調達が容易な箇所においては、竹を半分に割り、割った竹を「竹がしら編み」で編みつける工法が一般的であった。

使用材料の進化により、科学製品（ネトロンシート）、金網等が使用されるようになった。

特にネトロンシートは被災現場での切断加工取り付け等迅速に行え、作業性に優れている。網目は小さいことから碎石砂利等直接投入可能である。備蓄材として長期保存に優れている。

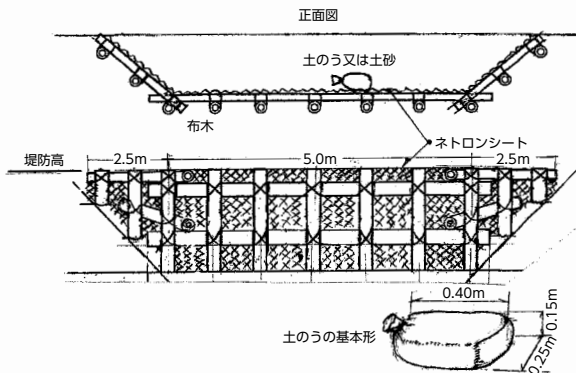
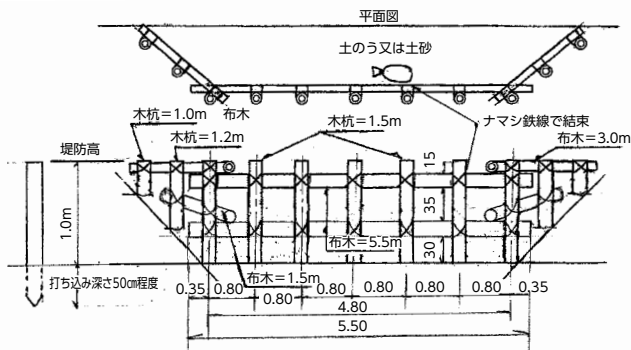
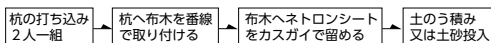


◎現地に用意する資材（演習対応、作業時間19分、作業人員30名）

- ・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（現場で加工）
 - ・土のう・・・・（15袋×12列+15袋×3列/2×2）=225袋（経験的数量）
 - ※土砂を利用する場合・・7.30m³
 - ・鉄線（#8～10）・・・・・・1.5m×24本（杭へ布木を取り付け用）
 - ・止め金具（カスガイφ5mm長さ85mm）×22本（布木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（ネトロンシート施工）

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

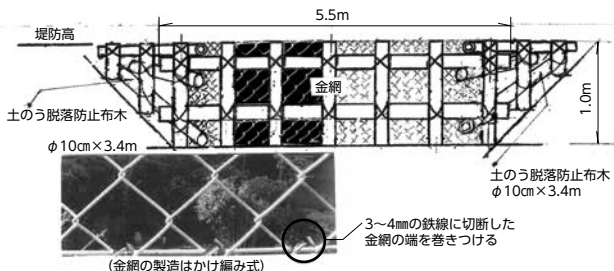
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

築廻し工（金網施工）

◎金網を使用する場合

金網は法勾配に沿った現場での切断加工は難しく、予め加工し備蓄する等して置かなければならない事から、金網使用は築廻し工の全面に張る事とし、上下流部の法面箇所は布木により土のう脱落防止を行う事とする。

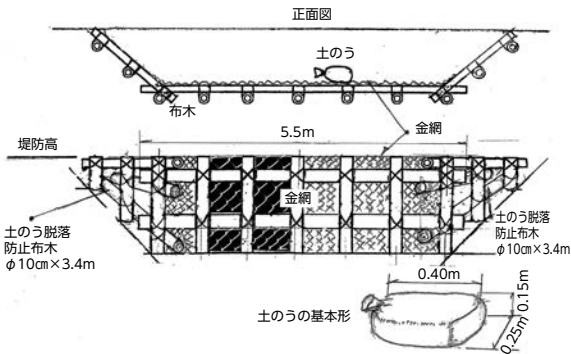
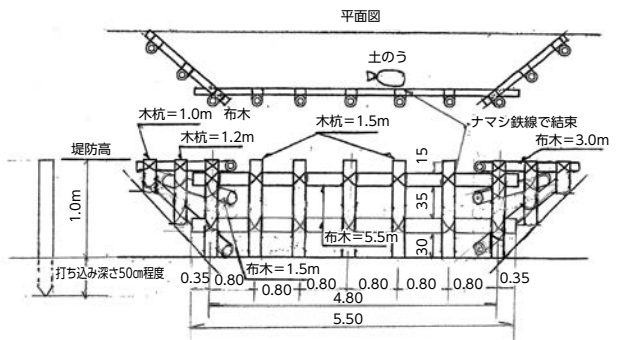
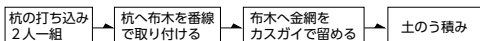


◎現地に用意する資材（演習対応、作業時間19分、作業人員30名）

- ・木杭（ $\phi 10\text{cm} \times 1.0\text{m}$ 剣付）・・・2本
 - ・木杭（ $\phi 10\text{cm} \times 1.2\text{m}$ 剣付）・・・2本
 - ・木杭（ $\phi 10\text{cm} \times 1.5\text{m}$ 剣付）・・・7本
 - ・丸太（布木 $\phi 10\text{cm} \times 1.5\text{m}$ ）・・・2本
 - ・丸太（布木 $\phi 10\text{cm} \times 3.0\text{m}$ ）・・・2本
 - ・丸太（布木 $\phi 10\text{cm} \times 3.4\text{m}$ ）・・・2本（土のう脱落防止用）
 - ・丸太（布木 $\phi 10\text{cm} \times 5.5\text{m}$ ）・・・2本
 - ・金網（高さ1.0m×幅5.5m・1枚（編み目4.0cm程度）
 - ・土のう・・・（15袋×12列+15袋×3列/2×2）=225袋（経験的数値）
 - ・鉄線（#8～10）・1.5m×30本（杭へ布木を取り付ける鉄線）・加工された物
 - ・止め金具（カスガイ $\phi 5\text{mm} \times 85\text{mm}$ ）28本（布木へ金網を取り付け用）
- 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（金網施工）

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

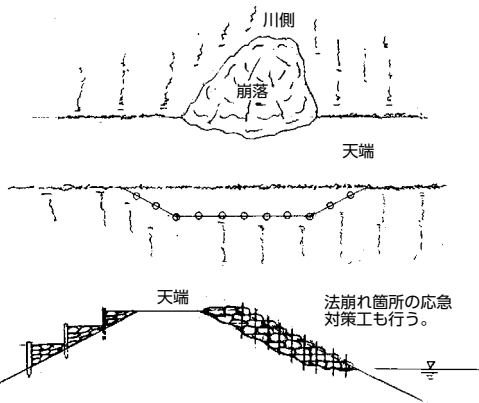
築廻し工施工手順（その1）

1 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。

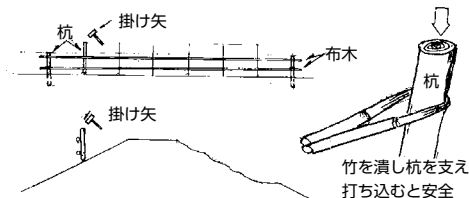
2 施工高さは一般的に人力で杭打ちを行う場合、杭の長さは1.5m～2.0m程度になる。

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、掛け矢打ち込み時の危険防止となる。



1 水防工法

2 越水対策工

3 漏水対策工

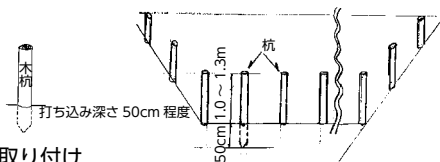
4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

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



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

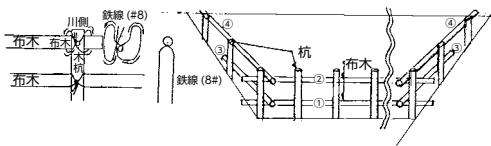
⑤ 洗掘対策工

⑥ 決壊対策工

⑦ 亀裂対策工

4 布木（横木）取り付け

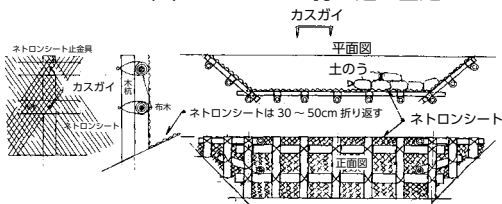
布木の両端を二人で支え、杭へ押し付け、別の作業員が番線で杭と布木を結束します。作業手順は図の①から順次結束します。



5 ネットロンシート等の取り付け

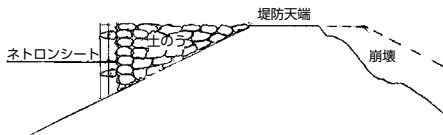
ネットロンシートは土のうが杭間から抜け落ちない役割として使用するものです。ネットロンシートの裾は必ず図のように30～50cm折り返すこと。

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。



築廻し工の杭と布木の取り付け手順（方法1） （タスキ掛け型）

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

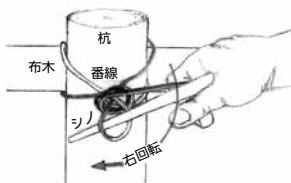
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



（背面）番線は杭へタスキ掛け



締め付け手順

- ① 番線の輪の根元（首）へ手で1回転巻き付ける
- ② 輪の中へシノを差込む
- ③ 巻きつけた番線とシノを握り、右回転しながら絞まり度合いを確認（締め付け過ぎると切れるので注意）

築廻し工の杭と布木の取り付け手順（方法2） （肩掛け型）

1 水防工法

2 越水対策工

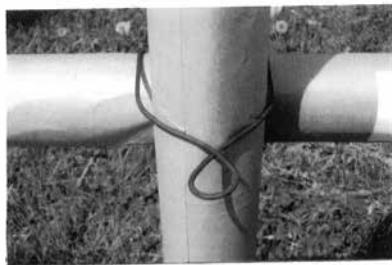
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

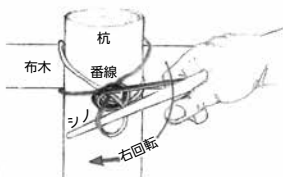
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工



（背面）番線は布木の上から下側へ回す



締め付け手順

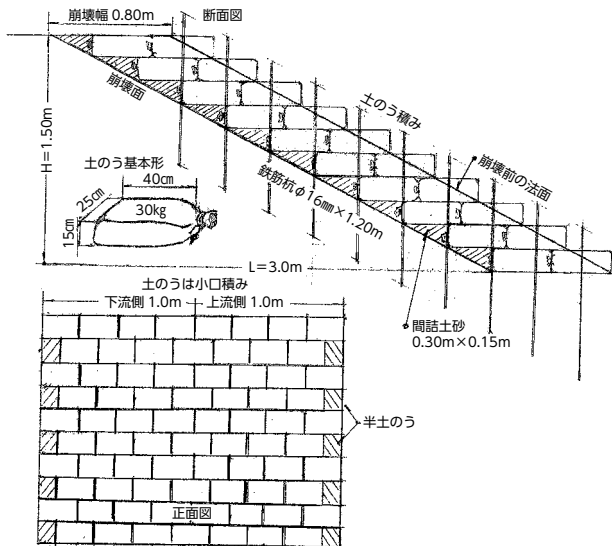
- ① 番線の輪の根元（首）へ手で1回転巻き付ける
- ② 輪の中へシノを差込む
- ③ 巻きつけた番線とシノを握り、右回転しながら絞まり度合いを確認（締め付け過ぎると切れるので注意）

応急対策工（土のう積み工）

堤防は土堤が原則である事から、一般的には、越水に対して極めて弱い構造と言える。また長時間洪水では、法面が洗掘され、法面崩壊から堤防の決壊につながる危険性が高く、更に堤体への浸透水による漏水は居住地側法面の崩壊等を引き起こす。

このような状態の対策工では、先ず川側法面崩壊の応急対策工として、木流し工・土のう積み工・竹網流し工・水防マット工・シート張り工等現場の被災状況にあった工法の選択、居住地側堤防には定規断面不足となった補強及び天端幅確保に築廻し工を施工する。また漏水等による法崩れ対策工として最も有効な築廻し工を、数段施工する事もある。・・以下詳細に記述する

応急対策工（土のう使用）・・その1



◎現地に用意する資材（幅1.0m×高さ1.5m）当たりを参考に必要数量を算出

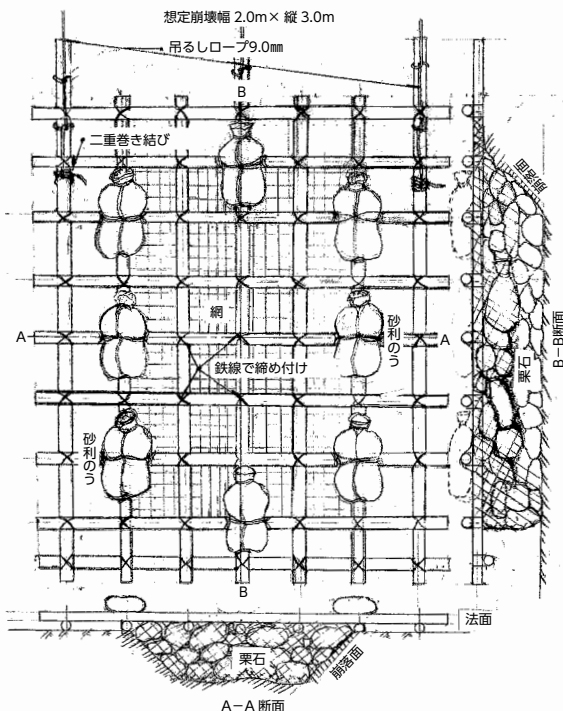
- ・土のう寸法・幅25cm、長さ40cm、厚さ15cm、重量30kg
- ・幅1.0m×法長（被災高さ）1.5mに使用する土のう数量は
幅1.0m当たり・・ $1.0\text{m} \div 0.25\text{m}$ （土のう幅）＝4袋
高さ1.5m $\div$ 0.15m（土のう厚さ）＝10袋×奥行き2袋＝20袋
1m当たり必要土のう数量は20袋×4袋（幅）＝80袋
- ・鉄筋杭 ϕ 16mm $\times$ 1.2m・・土のう10段 $\times$ 1本 $\times$ 4列＝40本
- ※土砂・図の示す三角形の間詰 $0.30\text{m} \times 0.15\text{m} \times 1/2 \times 1.0\text{m} \times 1.2 \times 10\text{段} \div 0.3\text{m}$
又は土のう長手積み $1.0\text{m} \div 0.40\text{m} = 2.5\text{袋}$ ・・高さ10段25袋

応急対策工（竹網流し工）・・・（水中施工）

- 川側法面の決壊防止を目的として太めの竹を格子状に結び、その竹格子の内側に鉄線や縄で格子を作り、大きい網状にし決壊した法面に押し当てて、網の上に土のうや栗石、砂利のうを投入し法面の洗掘を防止する工法である。
※（鉄線や縄を魚網に置き換える。例えばのり養殖網で代替可能）

施工手法・先ず目通りφ5cm～6cmの竹を50cmくらいの格子状に鉄線で結束し（下図参照）、これに重し砂利のうを8個～10個取り付け、さらに竹格子の中を鉄線や縄で格子（網状）を作り、これを決壊法面に沈め、固定させ、居住地側法肩に打ち込んだ杭に鉄線または縄を結び固定し、栗石または砂利のうを格子内に投入する。

施工図（水防技術ハンドブックから引用・作図）



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

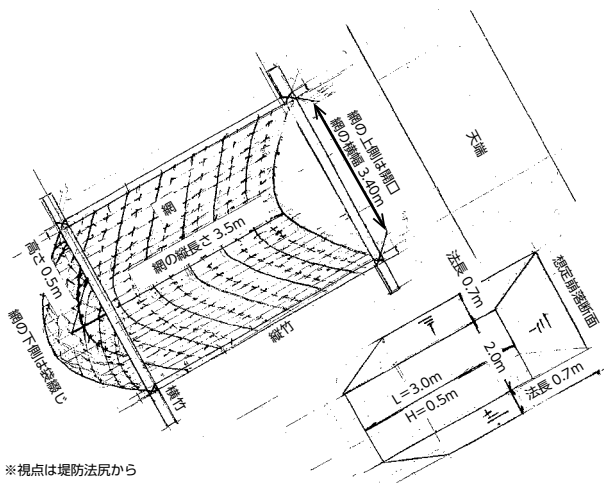
6 決壊対策工

7 亀裂対策工

応急対策工（竹網流し工）・・・（水中施工）

●現地に用意する資材

- ・竹φ5cm～6cm
縦竹4.50m×3本、縦竹4.0m×4本、横竹3.50m×9本
- ・土のう=12袋（竹枠吊り下げ用ロープに使用）
枕土のう・・・6袋、押さえ土のう6袋
- ・砂利のう=32袋
竹枠重し用8袋、竹枠の中へ投入用24袋
- ・栗石竹枠の中へ投入用4.5m
（上幅2.0m+下幅1.0m）×1/2×3.0m（縦の長さ）=4.5m
- ・竹枠吊り下げ用ロープ
φ9mm×13m×3本（ポリエステルロープ・水に沈む）
- ・命綱
φ10mm×15m×4本（kPロープ・水に浮く）竹網枠下ろし用
φ10mm×10m×2本（kPロープ・水に浮く）堤防上で支える人用
- ・ppロープ10mm×2m×8本（砂利のう十文字縛り用）
- ・ppロープ10mm×4m×8本（砂利のうを竹枠に取り付け用）
- ・ppロープ10mm×0.5m×18本（網目用ロープを竹に取り付け用）
- ・#10鉄線1.0m×63本
- ・道具類 掛け矢2丁、クリッパー2丁、ペンチ2丁、シノ6丁、鎌2丁
- ・網
編目目10cm程度、網幅3.4m×縦長さ3.5mを1枚・・・下図を参考



※視点は堤防法尻から

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

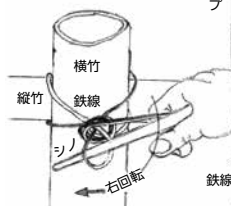
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

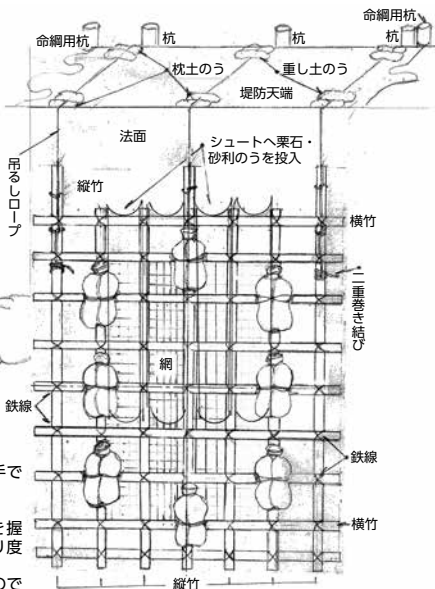
竹網流し工施工手順

- ①縦竹は図に示す7本を約0.50m間隔に並べる。
- ②横竹は縦竹の上に8本を約0.50m間隔に並べる。
一番下の横竹は降ろす時縦竹が法面へ立ち込み防止するために縦竹の下に取り付ける。
- ③縦竹に横竹を#10鉄線で格子状に0.50m間隔に結びつける。
- ④竹枠を施工法肩付近へ移動させる前に、網の取り付け及び砂利のうを取り付ける作業のために、竹枠の下へ土のうを上流側へ3袋、下流側へ3袋、中央の下段に1袋、上段に1袋置く。
- ⑤吊るしロープを上下流の縦竹と中央の縦竹に結び、居住地側の法肩から2.0m下がりに竹枠の上下流へ杭をそれぞれ1本打ち込む。中央は法肩から1.5m下がりに1本打ち込む。それぞれの杭へロープを仮止める。
- ⑥命綱用杭は吊るし用ロープの上下流杭とは別に打ち込むこと。
- ⑦竹枠の縦竹の端から2番目（左右共同じ）に網を取り付け後、重し用砂利のうを8個取り付け、竹枠を法面へ降ろす人を上下流それぞれ4人配置し、崩壊法面を覆い被せるように滑らし、それぞれの杭にロープを固定する。
- ⑧塩ビ製品のシュート等を使用し竹枠の中へ栗石・砂利のうを投入する。



締め付け手順

- ①鉄線の輪の根元（首）へ手で1回転巻き付ける
- ②輪の中へシノを差込む
- ③巻きつけた鉄線とシノを握り、右回転しながら絞まり度合いを確認
(締め付け過ぎると切れるので注意)



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

竹網流し工の網の加工について

竹枠へ網を取り付ける必要性は、川側法面の決壊防止を目的として、竹格子の内側に6mm～4mm程度のロープで網状に編み上げ、取り付け、この網の中へ栗石や砂利のうを投入し傷口を覆い被せ堤防決壊を防止する。

●網は下記の要領で製作

網に使用するロープは水に沈むポリエステルロープを使用することを推奨する。9mmは縁ロープ用、6～4mmは網用ロープに使用する。網目の大きさは10cm程度とする。この網目を10cmに編み上げるには幅10cmの板を使用すると一定の網目に仕上がります。

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

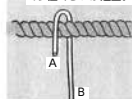
5 洗掘対策工

6 決壊対策工

7 亀裂対策工

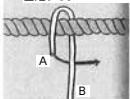
網を編む 巻き結び・本結び

1 縁網に、網目用のロープを巻く。網目用は4ミリ径ぐらいが適当。

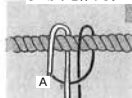


網目の編み方 その①

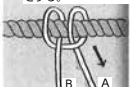
2 網目用ロープの端を「巻き結び」で縁網に固定する。



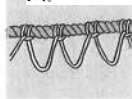
3 A側を強く引いて、しっかりと締める。



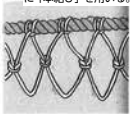
4 次に、網目の間隔をあけて、「巻き結び」をする。



5 同じように、等間隔で「巻き結び」をしていく。



6 次に、網目を作るために「本結び」を用いる。



編むロープを交差させると
網目は変形しない



網目の編み方 その②

7 「本結び」は、「巻き結び」で作った輪に、網目用のロープを通す。

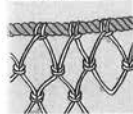


8 A側を強く引いて締める。

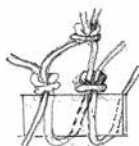
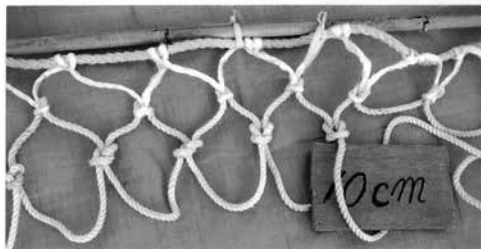


網目の編み方 その①

9 同じように、つぎつぎと「本結び」をしていく。



10 さらに、「本結び」で作られた輪に「本結び」で網目を作る。



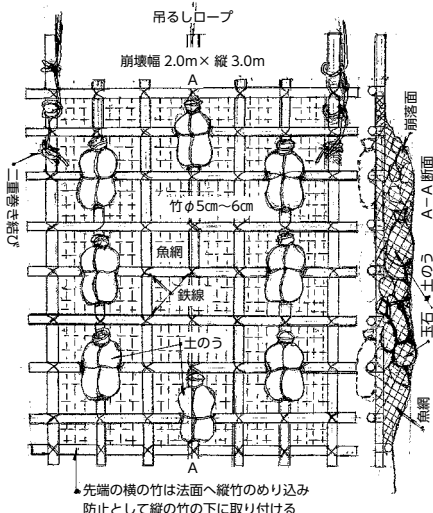
網を編む網目の物差し

応急対策工（竹網流し工）

- 川側法面の決壊防止を目的として太めの竹を格子状に結びその格子を骨に竹格子の中を鉄線や縄で格子を作り、大きい網状にし決壊した法面に押し当てて、網の上に土のうや石のうを投入し法面の洗掘を防止する工法である。（鉄線や縄を魚網に置き換える、例えばのり網で代替十分）

手法・目通りφ5cm～6cmの竹を50cmくらいの格子状に鉄線で結束し、これに重し土のうを8個～10個しぼり、さらに竹格子の中を鉄線や縄で格子を作り、これを法面に沈め、決壊面に固定させ、居住地側法肩に打ち込んだ杭に鉄線または縄を結び土のうまたは石のうを格子内に投入する。

施工図（水防技術ハンドブックから引用・作図した）



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

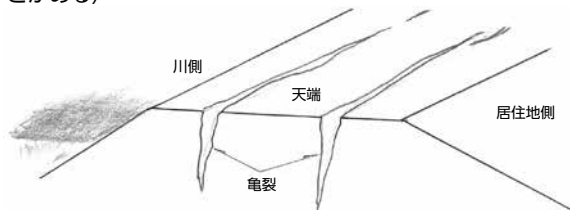
竹格子の浮力計算（マタケφ6cm）
 1.0m当たり
 $6.85\text{kg} / 4.0\text{m} = 1.7125\text{kg} / \text{m}$
 横竹 $3.5\text{m} / \text{本} \times 9\text{本} \times 1.7 = 53.6\text{kg}$
 縦竹 $4.5\text{m} / \text{本} \times 3\text{本} \times 1.7 = 23.0\text{kg}$
 縦竹 $4.0\text{m} / \text{本} \times 4\text{本} \times 1.7 = 27.2\text{kg}$
 浮力合計 103.8kg
 沈めに必要な土のう
 $103.8 \times \text{安全率} 1.5\text{倍} = 156\text{kg}$
 $20.7\text{kg} / \text{袋（水中砂利土のう重量）}$
 $156\text{kg} \div 20.7\text{kg} \div 8\text{袋}$

モウソウチク（φ8cm）
 1.0m当たり
 $2.04\text{kg} / \text{m}$
 横竹 $3.5\text{m} / \text{本} \times 9\text{本} \times 2.04\text{kg} = 64.3\text{kg}$
 縦竹 $4.5\text{m} / \text{本} \times 3\text{本} \times 2.04\text{kg} = 27.5\text{kg}$
 縦竹 $4.0\text{m} / \text{本} \times 4\text{本} \times 2.04\text{kg} = 32.6\text{kg}$
 浮力合計 124.4kg
 沈めに必要な土のう
 $124.4 \times \text{安全率} 1.5\text{倍} = 186.6\text{kg}$
 $20.7\text{kg} / \text{袋（水中砂利土のう重量）}$
 $186.6\text{kg} \div 20.7\text{kg} = 9\text{袋}$

1 水防工法

●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)



2 越水対策工

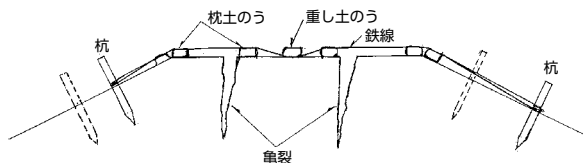
3 漏水対策工

4 漏水洗掘対策工

5 洗掘対策工

●このような効果が

亀裂の拡大を防ぐ



6 決壊対策工

7 亀裂対策工

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)

3筋当たり

- ・土のう・・・・・・・・・・・・・・7袋／1筋あたり×3筋=21袋
- ・木杭 (φ10cm、1.2m剣付)・・・・・・2本／1筋×3筋= 6本
- ・鉄線 (#8番)・・・・・・2m (法長) + 1m (法長) + 6m (堤防幅) + 2m (杭巻きつけ、結束用) =11m/筋×6筋=66m

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×3筋= 6本
- ・シノ (鉄線締め付け用)・・・・・・6丁

繋ぎ縫い工施工手順

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、居住地側は1.0mに打ち込みます。次の杭は川側を1.0m、居住地側は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。)

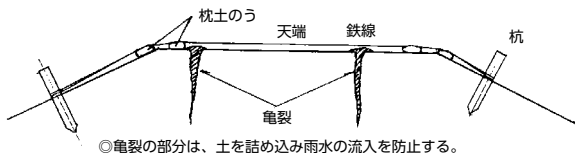
③枕土のうを置く

鉄線を張る前に川側、居住地側法面の法肩へ枕土のうを置きます。

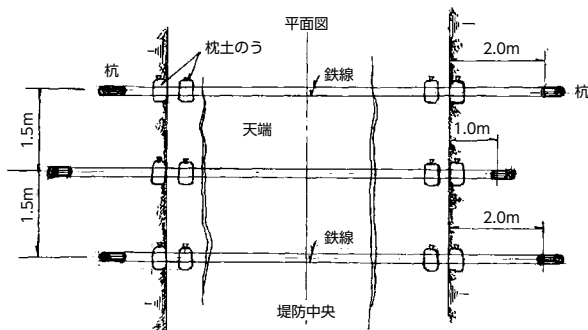
④鉄線を張る

鉄線を杭の根元付近へ2回巻きつけて、一方の杭まで鉄線2条を引っ張り、それぞれの鉄線を杭へ1回巻きつけ、鉄線を3回程度縄をなうようにより合わせる。これをシノで締め上げて固定します。

断面図



下図のように上下流方向は1.5m間隔で、千鳥に打ち込みます。



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

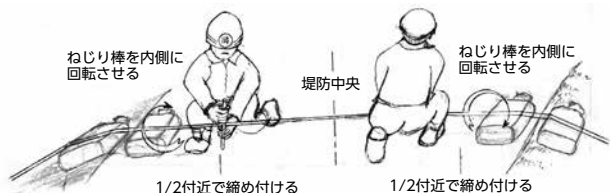
7 亀裂対策工

⑤ 枕土のうを置く

鉄線の緊張を確認した後、川側及び居住地側の堤防天端肩と中央2箇所へ枕土のうを押し込みます。

⑥ 鉄線の緊張作業

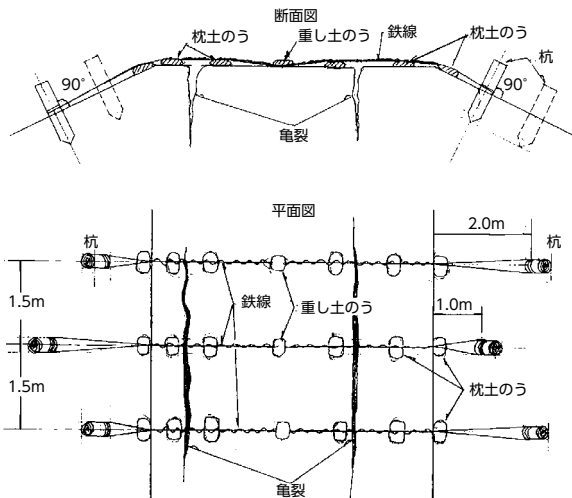
鉄線の緊張作業は堤防天端の中央を境に、左右ほぼ中間に対面姿勢で、ねじり棒をお互いに内側へ回転させて緊張していく。



⑦ 重し土のうを置く

図のように重し土のうを置き、締め付け効果をはかります。

⑧ 工法実施後、亀裂箇所に雨水の侵入を防ぐ為、ブルーシートで養生することが望ましい。



四国地方防災エキスパート