

水防工法資料

令和5年5月作成

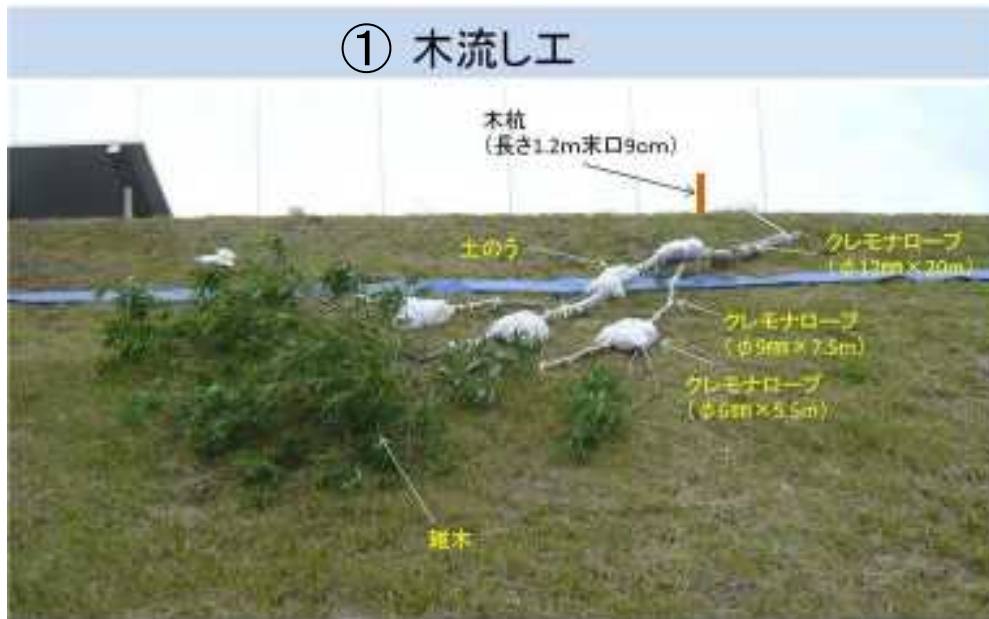
荒川水防連絡会

水防工法の種類(1)

「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

深掘れ(洗掘)対策

① 木流し工



② シート張り工



水防工法の種類(2)

「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

漏水対策



水防工法の種類(3)

「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

水のあふれ(越水)対策

⑤ 積土のう工(10m)



⑥ 改良積土のう工(10m)



⑦ 水マット工



水防工法に使用する主な縄結び

「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

① 「の」の字結び



別名「の」の字掛け「交差結び」ともいう。
※「半結び」: 結ぶ＝固定が伴わないことから「結び」といわず「縄を殺す(動かなくする)」と言っていた。(※印注釈: 河村氏)

③ フナ結び



別名「ひと結び」ともいう。元なわに力がかけると固く結ばれ、力がかけなくなると簡単にほどける。※舟を係留する時の結び。「8の字結び」という地域もある。

⑤ イボ結び ※「本結び」も使用



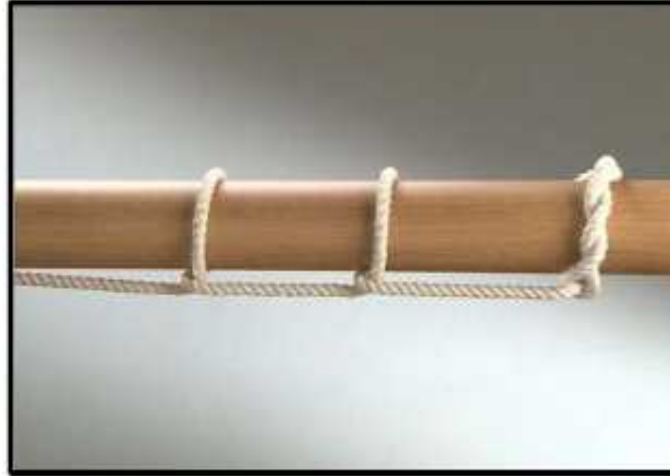
別名「男結び」「俵結び」「垣根結び」ともいう。雪つり、荷物の梱包などにも使う。
※「男結び」は男の角帯の結び方からついた呼び方。

② かみくし



別名「巻き結び」ともいう。
両端に力がかけるところに使う。
※徳利等を吊り下げる時は「徳利結び」

④ イワシ結び



別名「引き綱結び」ともいう。※尺物のつり上げ、引っ張る時のブレ止めを行う時に取り付ける縄。という意味で「介錯縄」と言っていた。

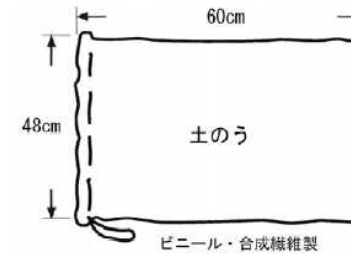
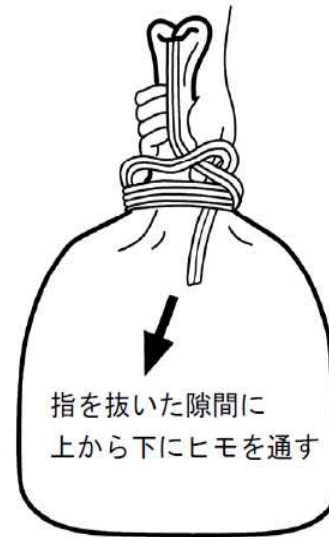
⑥ もやい結び



命綱等に使う。※舟が舟を曳航する時の結び。その様子を蓮根が繋がった状態に見えることから、「連舫」ともいう

水防工法に使用する土のう作り

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より
「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より



■用途

水防工法の基本ともなる土のう(ビニール・合成繊維等)を作る作業です。土のうは48cm×60cmのものを使用します。

■手順

①スコップで4～5杯の土を入れると袋の約7～8割になります。その重さは、およそ25～30kgです。

②袋のはしに出ていたヒモを引いて、袋の口をしぼります。

しぼりおえたら親指を添え、その指の上をヒモを2回まわします。指を抜き、ヒモを上から下へ通し、引いて締めます。



水防工法に使用する杭拵え

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より



丸太 直径9~10cm、長さ1.2m程度

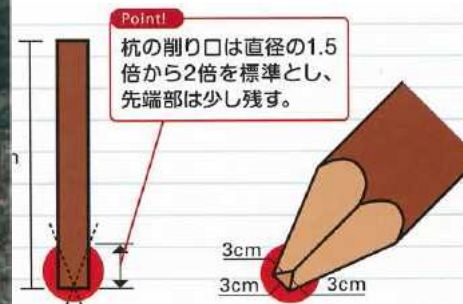
工具 斧または鉋等、台木



- ・杭の直径の1.5倍くらいの箇所から3面を削る。
- ・3面を削ると、杭を打つときまっすぐに入りやすい。



杭長さ1m20cm程度



直径9~10cm程度

- ・斧や鉋などを使う危険な作業のため2人の姿勢が大切。
- ・杭を持つ人は、杭を少し斜めにかまえ肩に添え、両手がかかえ杭先が動かないようがっちり支える。
- ・丸太を回しながら、3面を削りやすいようにする。
- ・鉋を持つ人は片ひざをつき、体を安定させる。



- ・杭の先端は3cm程度残す。

木流し工(1)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

〈資材〉	必要な使用資材・工具、人数	1組1本当たり
● 樹木→1本 (長さ5～9m、末口9cm)	● 杭→1本 (長さ1.2m、末口9cm)	
(竹の場合→2～3本 (長さ5～6m、目盛り10cm))	● トラロープ (吊り縄) →1本 (φ16mm、長さ20m)	
	(鉄線の場合→2重 (なまし鋼線φ8、長さ20m×2))	
● 土のう→9袋 (枕土のう4袋含む)		
● ひも (運び土のう) →15本 (φ9mm、長さ4m)		
〈工具〉		
● のこぎり (樹木・竹用) →1丁	● カッター (カマ) →2丁	
● オノ (マサカリ、チョーナ) →1丁	● 掛矢 (ハンマー) →1丁	
● 命綱→4本 (φ16mm、長さ10m)		
〈必要人数〉 10人		



① 流し木の選択 (竹流し工として竹を使用する場合もある)

- 流し木の抵抗により流れをやわらげ、深掘れを防止するため、枝葉のよく繁った樹木を選ぶ。

② 流し木の準備作業

- 堤防上面で流れに逆らわないよう、あらかじめ流し木は穂先を下流に向け、根元を上流向きに置き作業にとりかかる。



木流し工(2)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

③重り土のうづくり

- 流し木の浮力を押さえるため、1本の木に数個の土のうを用意する。まず、土石・砂利等をつめた土のうをロープで十字になるようしぼり交差部を「の」字結びで通し、先端は「いぼ結び」で結束する。

④重り土のうの取り付け

- 重り土のうを安定させるため、幹より枝分かれした“又状”のところに取り付ける。“又状”になった幹の方に「かみくくし」でロープを結束し、(※1) その上に土のうを置き、先程のロープで巻き付け土のう中央付近で「いぼ結び」により結束する。

- 次に縦方向の結束は、上部の幹部分に2本のひもを同時に「ふな結び」で結束し、(※2) それぞれのひもを横方向のひもに「のの字結び」で通し、“又状”になったそれぞれの枝に、幹と同じように「ふな結び」で結束する。

- 数個の重り土のうを同じように枝状部分にくくりつける。



※1



※2



木流し工(3)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

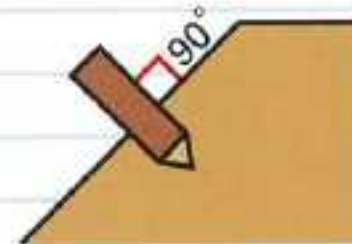


⑤ 幹にロープを結束

- 根元の木に沿うよう「いわし結び」により結束する。
- 急流河川ではロープの代わりに鉄線またはワイヤーを使う。

⑥ 留め杭の設置

- 留め杭の位置・方向は流し木が洗堀（決壊）箇所に丁度あたるよう流れ方向を見極め、（堤防横断方向に対し約45°
※完成イラスト参照）、堤防背面に打つ。
杭は法肩より1m以上離し、法面に直角に打つ。



⑦ 流し木の投入

- 「もやい結び」による命綱をつけた数人が、流し木が所定の位置（洗堀）に当るよう上流部から投入する。

木流し工(4)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

⑧留め杭への固定

- 位置が定まったところで正式に固定するためロープを「ふな結び」(「かみくくし」でもよい)で結束する。(※3)



※3



竹流し工の例



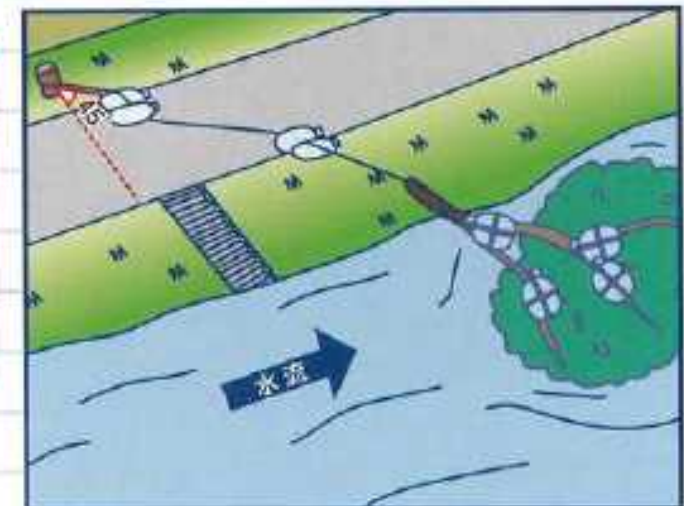
注意事項

- ★この工法は流れが伴う水中に投下するため、安全対策として「もやい結び」による命綱を必ず身につける。
- ★重し土のうは激流に耐えるよう固く結束する。また、土のうの土が流れ出ないように、口は上向きにする。
- ★堤防等保護のため、各法肩に枕土のうを口を下流に向け置く。

Point!

★竹流し工

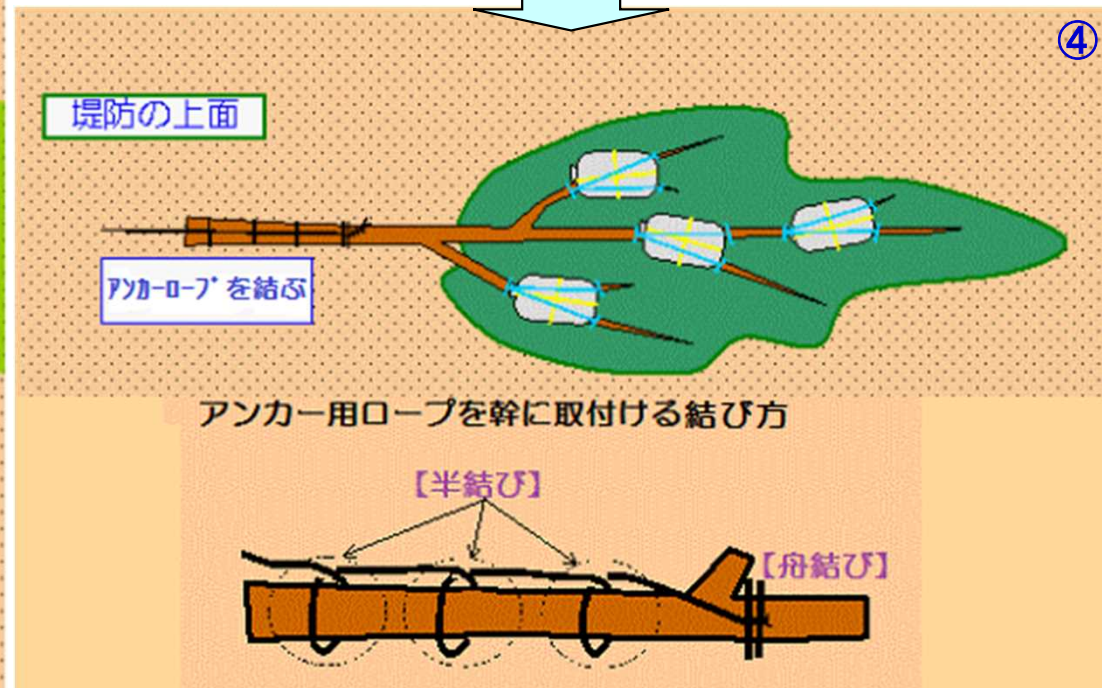
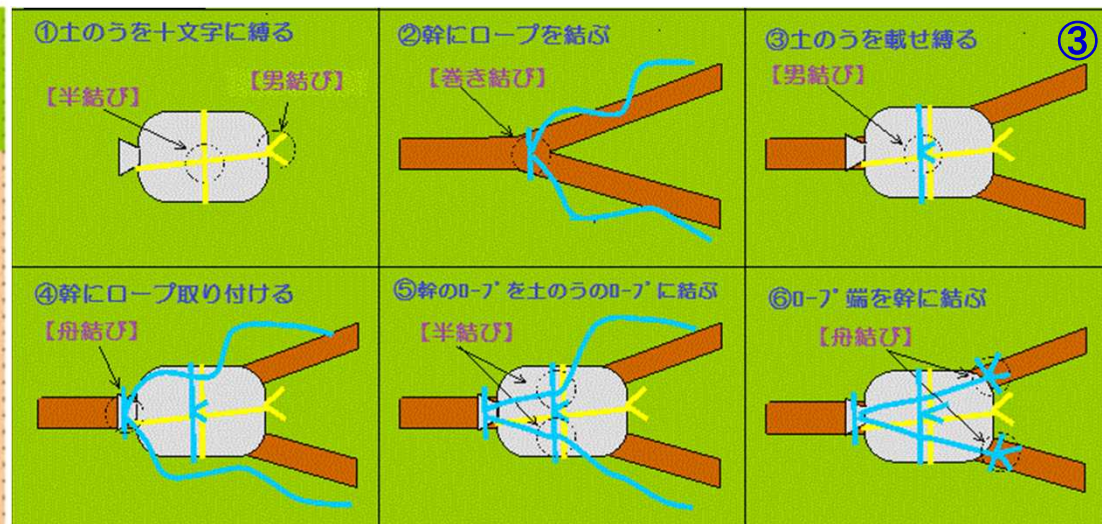
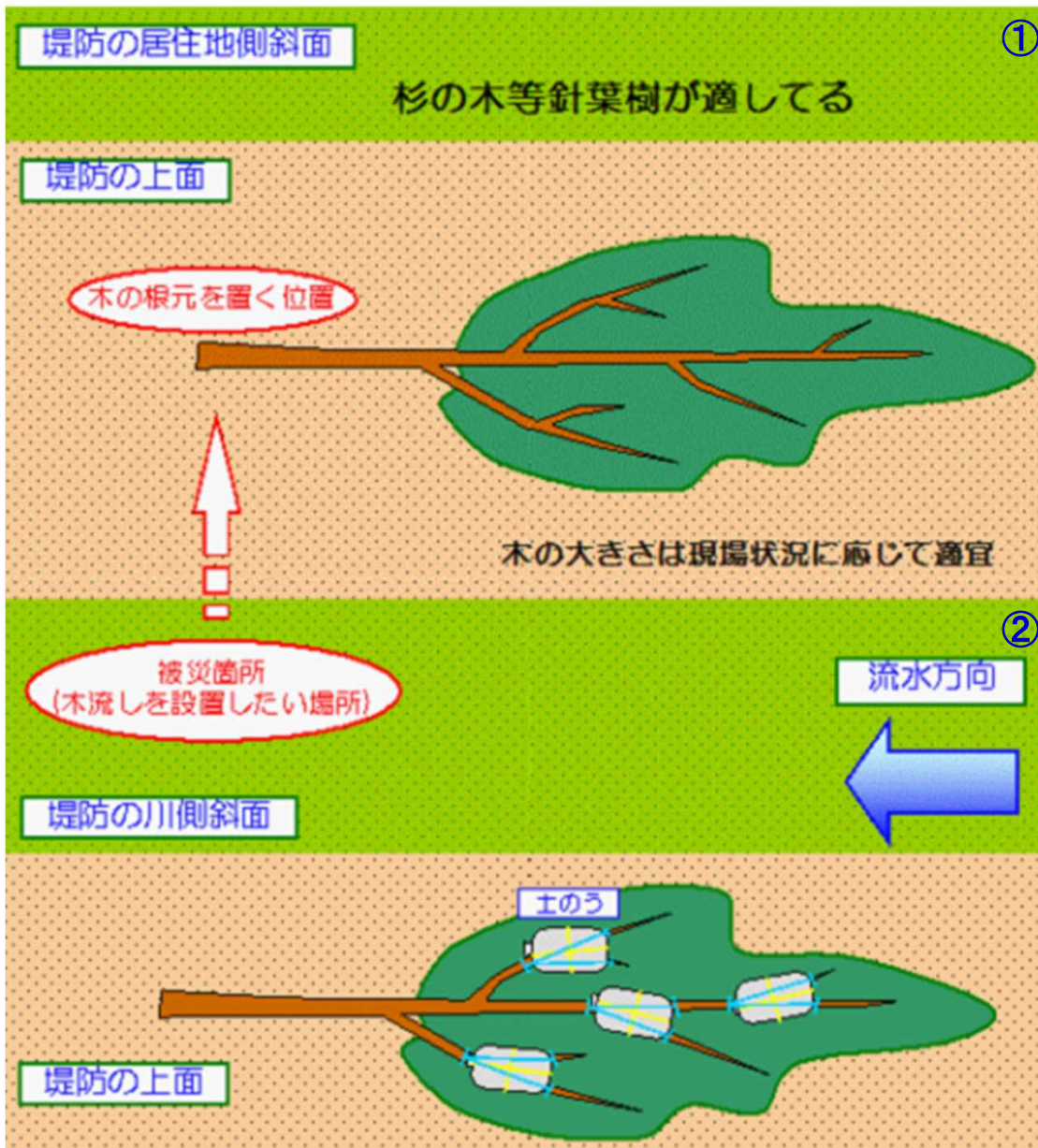
竹が容易に入手できる場合は竹流し工を施工する。手順はほとんど同じである。



木流し工手順図(1)

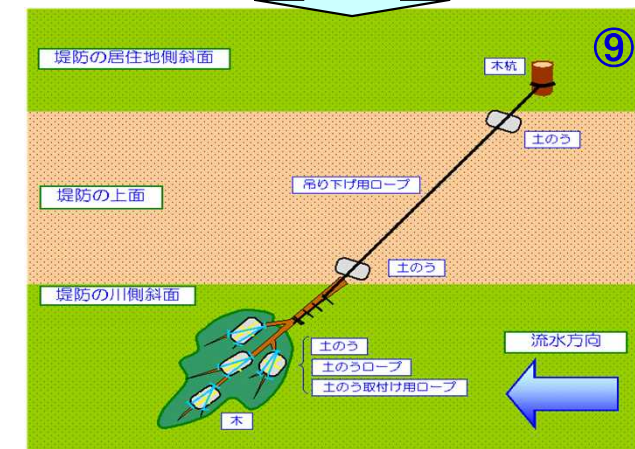
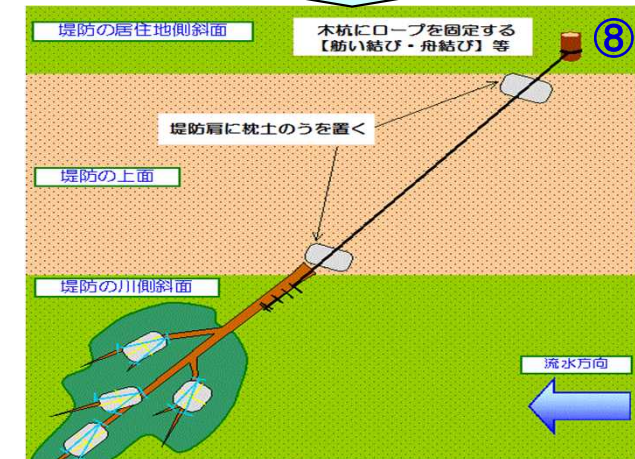
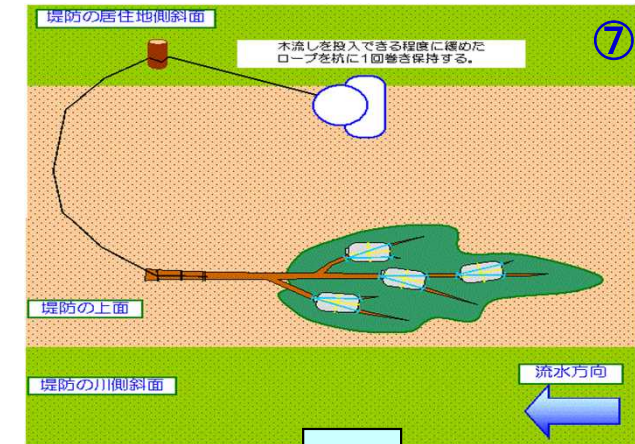
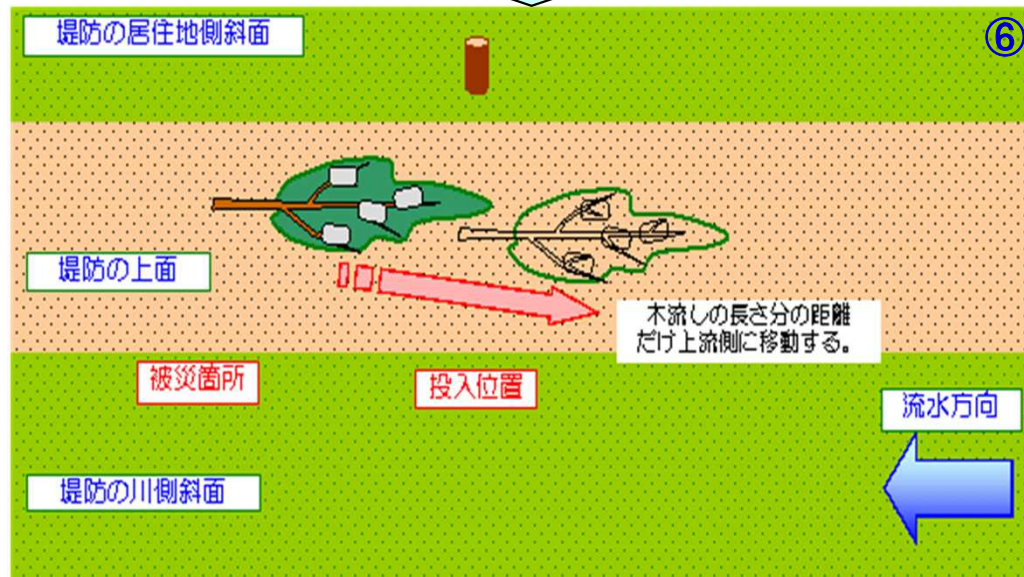
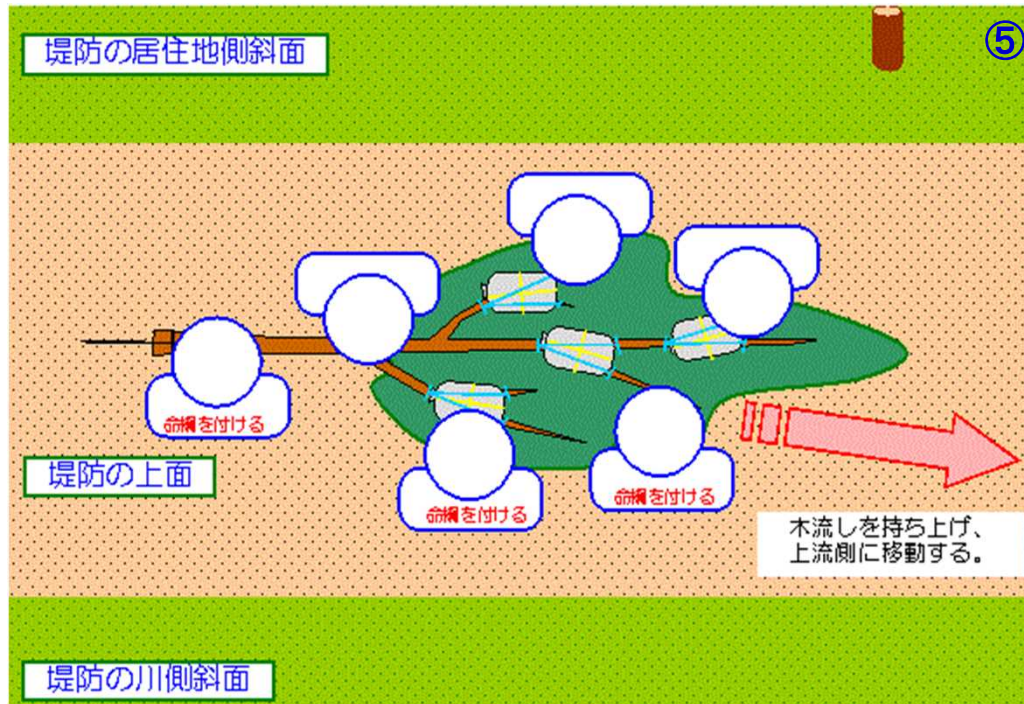
北陸建設振興会 水防委員会 河村氏提供

【木流し工】手順図



木流し工手順図(2)

北陸建設振興会 水防委員会 河村氏提供



シート張り工(1)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

必要な使用資材・工具・人数 1組1本営たり		
●ブルーシート→1枚(4.5m×2.7m)	●骨→7本(長さ約10m、直径約10cm)	
●杭→3本(長さ約10m、直径約10cm)	●土ゆわ→17袋(長さ約10m、直径約10cm)	
●ひも(長さ約10m)→2本(長さ約10m、直径約10cm)	●ひも→35本(長さ約10m、直径約10cm)	
●ひも(長さ約10m)→6本(長さ約10m、直径約10cm)	●トラロープ(長さ約10m)→1本(長さ約10m、直径約10cm)	
●トラロープ→3本(長さ約10m、直径約10cm)		
工具		
●のこぎり(長尺)→1丁	●オノ→1丁	
●しの→3丁	●クワ(ペンチ)→1丁	
●カッター(カマ)→2丁	●巻尺→3本(長さ約10m、直径約10cm)	
●掛矢→1丁		
●必要人数→10人		

①ブルーシートの用意

- 縦5.4m×横3.6m(又は4.5m×2.7m)のブルーシートを使う。
- シートは最初裏面に広げ、最後の出来上がり時には表面が上になる手順とする。

②力竹の結束(上端と下端)

- シート両端に力竹をあてがい、既設のハトメ穴を利用し、約1m間隔に「いば結び」で結束する。



③骨竹の結束(中間部)

- シートを広げたままの状態にして、シート下面に骨竹(ここでは5本)を横からさし込み(※1)両端を既設ハトメ穴を利用し、約1m間隔に「いば結び」で結束する。(※2)



④骨竹とシートの強い合わせ

- 縫う方法はひもまたは番線を使う。
- 骨竹を片側方向にたぐり寄せ、シート中央部分を約1m間隔に縫う。
- ひもで縫う場合(※2)
「し」で穴をあけ、ひもを通し、「いば結び」で結束する。
- 番線の場合(※3)
シートに直接番線を突き刺し、そのまま番線をよじり結束する。



ここでの結びはシートのはく離防止が目的なので、結びにゆとりがあってもよい。

⑤シートの裏返し

- シート全体を裏返す。
- 上部の力竹を2人がそれぞれ端を持ち、また下部の力竹の両端を2人でそれぞれ持ち上げ、シートを反転しながら片方にずらす。
- 上部になる力竹を2人で両端を持ち上げ、堤内側にずらしながら、下部になる力竹の上をまたぐ。
- 次に下部になる力竹を2人で両端を持ち上げ、そのまま川側にずらす。
- シート全体が表面になりかつ、骨竹も表側になる。

ワンポイントレッスン

シートを裏返しにするにもよい方法

骨竹とシート中央部の強い合わせでかつ、いば結びとして次のような方法もある。



シート張り工(2)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

⑩吊りロープを通す

- 下部の力竹にロープ先端部を「ふな結び」で結束する。



- 各骨竹へは「の」字結びで結束する。
- 「の」字結びの手順は、ロープを骨竹の上で全部たぐり寄せ、骨竹のところでこぶしぐらいの大きさの半円弧状を作り、それを骨竹の下に通し、たぐり寄せたロープを半円弧状の中に入れ引く。



- 各骨竹に同じ作業で結束する。
- 上部力竹への結束は、
 - 吊りロープが長い場合、そのまま「の」字結びで結束し、堤防横断方向の長さを確保する。
 - 吊りロープが短い場合、吊りロープを縮ぎ足すので再度上部力竹に「ふな結び」で結束し、堤防横断方向の長さを確保しておく。



- 吊りロープの本数はシートの横方向の大きさと判断するが、2-3本ぐらいでよい。



⑪おろし(下)土のうの取り付け

- おろし土のうは下部力竹に取り付ける。位置は吊りロープの上にくるように置く。
- 次に所用の長さ(最初の骨竹に届く長さ)のロープ(ひも)を「かみくし」により力竹に結束する。
- その上に土のうを置き、「本結び」で固定する。



- 2本のロープ(ひも)を束ね、上方骨竹に「ふな結び」で結束する。この場合、結びしろを20cm以上残す。



- 同じようにおろし土のうを3ヶ所取り付け。



⑫シートを「すのこ置き」

- おろし土のうと下部力竹が芯になるようシートを「すのこ置き」にする。

シート張り工(3)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

①シートの移動とおろし(下し) ロープの取り付け

- 「すのこ巻き」のシートを持ち上げ、川側堤防斜面上端に移動する。
- この時に素早くおろしロープも取り付けものとし、所用の長さ(シートの幅の長さの2倍と背後の杭までの距離)のロープを「すのこ巻き」の中央部で上から下にくぐらせ、(※5)上部力竹に「ふな結び」で結束する。(※6)
- シートを川側の異常箇所位置する堤防上面の堤防斜面上端に置く。



②留め杭打ちと重し土のう

- 堤防居住地側斜面上に留め杭を打つ。その場合、杭は堤防斜面上端から50cm以上離し、千鳥で堤防斜面上に直角に打つ。(※7)
- 上部力竹からの吊りロープを留め杭に「ふな結び」または「かみくし」で結束する。



- 堤防斜面上端部保護のため枕土のうを置く。
- シートのおろし止めのため、重し土のうを作る。土のうは2個以上用意し、ロープは「かみくし」で結束する。(※8)

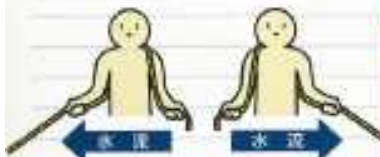


③命綱

- シートをおろす人と、おろし止め重し土のうを投下する人は「もやい結び」により命綱を身につける。

④シートおろし

- 「すのこ巻き」にしたシート中央部付近の範囲に1人が立ち、おろしロープを肩にかけ(背中斜めに)、片足をすのこ巻きシートの上に置き、反動をつけ、シートを強く蹴りおろす。



Point!
ロープが体に絡まないように、流れの上流側で腰から肩にかけ、背中斜めに通して持つ。



⑤おろしロープの調節

- 肩にかけたおろしロープで落下速度を調節する。

Point!

広いシートを施工する場合は、おろしロープは2人で行う。
また、堤防等の勾配が緩くシートが下りない場合は、下ろす人で前転する。

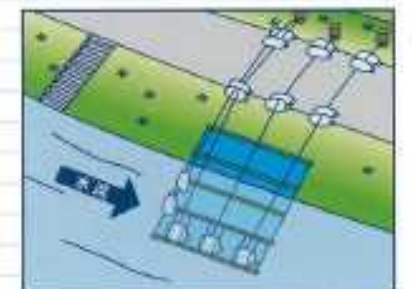
⑥おろし止め重し土のうを投下

- 骨竹の上をめがけて(より効果的な位置)重し土のうを素早く投げ込む。(※9)
- おろしロープ及び重し土のう用ロープはそれぞれ留め杭に「ふな結び」または「かみくし」で結束する。(※10)



注意事項

- ★この工法は流れに伴う水中に投下するため、安全対策として「もやい結び」による命綱を必ず身につける。
- ★堤防等保護のため、各斜面先端に枕土のうの口を下流に向け置く、また、杭の打ち込み位置も一直線にしないで千鳥に打つ。



月の輪工

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

必要な使用資材・工具・人数		1箇所当たり (半径1.2m)
●土のう・160袋	●鋼杭・40本 (φ16mm 長さ2.0m)	
●ビニールシート・1枚 (1.5m×3.0m)	●支え杭または木杭・4本 (φ100mm 長さ2.0m)	
●ひも (結束用)・2本 (φ10mm 長さ2.0m)	●鍬・1本 (鍬のサイズ、タイプは任意)	
●ひも (結束用)・2本 (φ10mm 長さ2.0m)	●土のう・1.5m	
(工具)		
●スコップ・3丁	●一輪車・1～2台	
●ハンマー (振込)・1丁	●カマ (カッター)・1丁	
●たこづち・1丁		
(必要人数) 15人		



①堤防居住地側の漏水箇所地面に半円形の輪を描く

- 堤防居住地側の漏水口を中心に、内側は半径1.2～2.0m位の半円形の輪を描く。

- 一方外側は内側半円形より更に50cm位離し、半円形を描く。



②土のうの並べ方、積み方

- 土のうを内側は長手積み、外側は小口積みで並べ積み上げる。
- 水漏れ防止のため、1段毎に土のうの継ぎ目、及び合わせ目並びに内側土のうと外側土のうの間に良質の土を詰め締め固める。



- 2段目以降の積み方は、1段目の土のうの継ぎ目の上に、2段目の土のうがまん中にくるように積む、いわゆるレンガ状となるように積む。1段目と同じく水漏れを防止するため、継ぎ目合わせ目及び土のうの内側と外側の間に良質の土を詰め締め固める。3段目以降も同じ手順で積み上げる。外側の小口積みも1段目の土のうと土のうの合わせ目の上に2段目の土のうがまん中にくるよう積み上げる。



③土のうの積み完了等

- 所定の高さに積み上げた内側と外側の土のうの間 (詰め土の上) に長手積みでおさえ土のうを並べる方法もある。
- 4段以上積んだ場合は、水圧に強くする方法として、外側小口積み土のうの後方に、さらに控え土のうを積み上げ安定させる方法もある。



④排水パイプ (樋) の取り付け

- 雨水等あふれ出る水を樋内から流すため樋をつける。ここでは塩化ビニール製のパイプを使用する。長さは約4m程度のを積み目の土のう1個ぐらい低くしたところにパイプ (樋) を置き、パイプの上におさえ土のうを置く。同時にパイプを支えるため、木杭又は鋼杭を又状に2ヶ所打ち、エックス (X) 状の交差箇所を十字に結び最後に「いぼ結び」で結束し、その上にパイプを乗せる。

- パイプはさらに支え杭と一体となるよう、ひもでパイプの上を8の字型に渡し最後に「いぼ結び」で結束する。



⑤排水落下付近の施工

- パイプから落ちる水で侵食 (深掘れ) されないよう、ビニールシートを地面に敷く。
- 落下部分に2～3袋土のうを置くとともに、あおり止めとしてシート4角に土のうを置く。

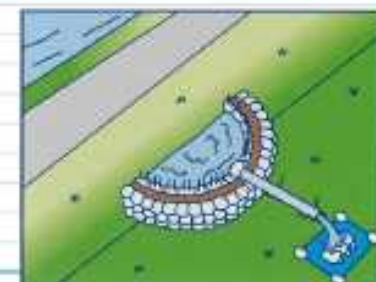


⑥支え杭の打ち込み

- 土のう積みが高さ3段以上になった場合は安定させるため内側土のうに杭を打ち、杭は長さ約1.2m、直径16mm位の鉄筋杭を使用し、横から見て土のう1袋に2本の割合で貫通するよう打ち込む。

注意事項

- ★堤防鋼管と土のうの積みが一體となるよう施工するとともに、接合部から水が漏れないようさらに、土のう1個ぐらい高く施工する。
- ★内側土のうの積みは支え杭を打つことを前提に、レンガ状にかみ合わせよく積む。
- ★内側の長手積み土のうをより安定させるため小口積みにする場合もある。
- ★排水された水の処理 (流末) は堤防に影響しないところまで導く。



積土のうエ

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

〈資材〉 必要な使用資材・工具、人数 1組10m当たり

- 土のう→250袋 (30cm×40cm)
- 土のう→2m²
- スコップ→4丁
- ハンマー (80kg) →2丁
- 鉄杭→66本 (φ16mm、長さ1.2m)
- 鉄線→2巻
- たこづち→2丁

〈必要人数〉 20人



①土のう積み上げの注意

- 土のう積み上げの高さは水位の上昇の程度に応じて積む。
- ここでは4段積みとする。

②表土のうの並べ方

- 1段目の並べる位置は、堤防等上面川側斜面上端から、0.5～1.0m程度控えたとこへ、水の流れに平行に長手積みしに並べる。
- 土のうのしぼり口は下流に向けて並べ、次の土のうは、前の土のうのしぼり口の上に少し重なるように並べる。継ぎ目には水密性を保つため土を詰めて締め固める。



③控え土のうの並べ方

- 水の力で、長手積み土のうが崩れる恐れがあるので、この前列長手積み土のうの後に約30cm程度あけ、控え土のうを小口積みしに積む。しぼり口は堤防の居住地側方向に向け並べる。
- 水密性を保つことから、長手積み土のうと小口積み控え土のうの間に土を詰めて締め固める。



④表土のう2段目、3段目の積み方

- 1段目の継ぎ目の上に、2段目土のうの中央が重なるよう互い違いに積み上げる。継ぎ目には1段目と同様に土を詰めてよく締め固める。
- 3段目も同様に互い違いに積み上げ、正面から見た場合、1段目と3段目の土のうが同じ位置になるようレンガ状に積む。



⑤控え土のう2段目の積み方

- 2段目控え土のうは、1段目の控え土のうと同じくしぼり口を堤防の居住地側方向に向け並べ、1段目の土のうの合わせ目の上にくるよう互い違いに並べる。
- 1段目と同じく長手積み土のうとの間及び合わせ目には土を詰め、よく締め固める。



⑥控え土のうの段数

- 控え土のうの段数は長手積みの段数より1段低く積むのが一般的である。表長手積み土のうの段数が増えると、控え土のうを外側にもう1列並べる方法もある。その場合の並べ方は1列目と同じである。

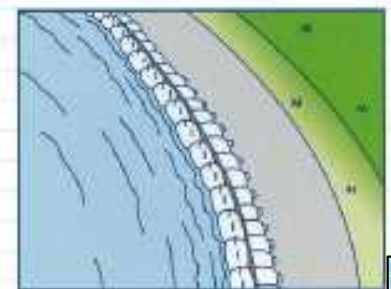
⑦杭の打ち込み方

- 表長手積み土のうが3段以上の場合、安定させるため長手積み土のうに支え杭を打つ。
- 杭は、長さ約1.2m、直径16mm程度の鉄筋杭等を使用し、正面から見た場合、土のう1袋につき2本の割合で打ち込み、蛇腹縫いになるようにする。



注意事項

- ★土のうと土のうとの継ぎ目や間から水が漏れないよう、良質の土を詰め締め固める。
- ★堤防上面は、最近兼用道路等に使用し舗装していることが多いので杭が打てない場合がある。その時は控え土のうを並列に増やし安定させる方法がある。
- ★洪水や波浪により、間詰土が洗い流される場合があるので、そのような場合、シートで、積み土のう全体をすし巻き状にする方法もある。



かみくし

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

- ① 上からロープを1回巻き付け、端ロープをX状に交差させる。



- ② 端ロープをもう1回巻き付ける。



- ③ 端ロープを交差した斜めロープの下をくぐらせ元ロープに平行になるように通す。



- ④ 両ロープを同時に引いて絞める。



- ① 端ロープが下側になるように1つ目の輪を作り、左手に持つ。



- ② 続けて同じように2つ目の輪を作り、右手に持つ。



- ③ 左手の輪(1つ目)が上に、右手の輪(2つ目)が下になるように重ね、二重になったロープを杭の上から通す。



- ④ 両ロープを同時に引いて絞める。
※ 安全のため20cm以上残す。

「の」の字結び ・ フナ結び

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

- ① 半円弧状にしたロープを下から渡す。



- ② 片方の端ロープを手繰り寄せ、半円弧状の元ロープの方に持ってくる。



- ③ 半円弧状の元ロープの中に手繰り寄せた端ロープを入れる。



- ④ 端ロープと元ロープを同時に引っ張る。



- ① ロープ端を下から渡す。



- ② 端ロープを元ロープに下から引っ掛ける。



- ③ 丸太に巻かれているロープに上から1回巻き付ける。



- ④ 巻き付けた端ロープを左手で引きながら右手のロープを強く引く。



イワシ結び

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

① ロープを下から渡す。



② 端ロープを元ロープに下から引っ掛ける。



③ さらに端ロープを巻かれている元ロープに上から1回巻き付ける。
※ここまではフナ結びと同じ結び方



④ 結びを確実にするため、もう1回端ロープを元ロープに巻き付ける。



⑤ 次に元ロープを「かみくし」の手順で1輪つつ作り丸太に通す。



⑥ 間隔を取ったところで元ロープを引っ張り絞める。



⑦ 同じように「かみくし」の手順で2つ目の輪を作り、丸太に通す。



⑧ 2つ目の輪が等間隔になるところでロープを引っ張り絞める。

イボ結び

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

- ① 端ロープを下から渡し20cm以上残す位で止める。



- ② 右手で元ロープを持って、端ロープの下から1回巻き込む。



- ③ 元ロープを端ロープに巻き込みながら輪にし、二重になったところを左手親指と人差し指でつまむ。



- ④ 本ロープの重なったところを左手に持ちながら、輪の中に通してあった端ロープを右手持ちかえる。



- ⑤ 端ロープを円弧状にした元ロープ(二重になった部分)に2回巻き付ける。



- ⑥ 巻き付けた端ロープを緩まないように右手で強く引っ張っておく。



- ⑦ 右手で端ロープを引っ張っている間に左手親指で円弧状元ロープを素早く押さえ込む。



- ⑧ 仕上げの折に元ロープを引く時、結び目が緩みやすいので輪になったロープを左手親指で上から押さえながら、元ロープを素早く右手で引くのがコツである。

※この結び方は最後にロープを切断するとロープに無駄がない結びになります

本結び

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

① 丸太の下をくぐらせる。



② 丸太をくぐらせたロープの端を、左手の長いロープに上から巻き付け、下に引く。



③ 右手のロープの端を、左手のロープの上から巻き付ける。



④ 両方のロープを引っ張る。



① 2本のロープの端を交差させる。



② 交差させたロープを互いに巻き付ける。



③ さらに両端を互いに巻き、両手で左右に強く引っ張る。
この場合それぞれのロープの端は元のロープの方向に来る形となる。



※手順を誤ると「縦結び」になる。

もやい結び

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より



命綱

