

水 防 工 法



令和 6年 6月 9日(日)

国土交通省 北陸地方整備局 河川部
北陸建設振興会議 水防技術委員会

令和4年度 荒川水防訓練

(R4.6.22:村上市)



R4:開会式



R4:縄結び



R4:積土のう工

荒川水防訓練は、「総合訓練」と「基礎訓練」を年ごとに交互に行なっています。

令和4年6月22日(日)には、水防工法の基礎的な「縄結び」や「土のう作り・積み土のう工」等を習得し、水防作業能力の向上を図る目的で行われました。

令和5年5月28日(日)には、沿川の多くの消防団が集まり「総合訓練」として各種工法等が行われました。

参加団体は、村上市消防団、関川村消防団、胎内市消防団、国土交通省羽越河川国道事務所、新潟県村上地域振興局地域整備部、村上市、関川村、胎内市、等です。令和6年は、「基礎訓練」が行われます。

令和5年度 荒川水防訓練

(R5. 5. 28:関川村)



R5:シート張り工



R5:木流し工



R5:積み土のう工



R5:月の輪工

令和5年度 加治川水防工法演習

(R5.6.6)

開会 : 新発田地域振興局 地域整備部長



水防工法説明



縄結び



昭和41年7. 17、昭和42年8. 28の2年連続の加治川水害以降、新潟県新発田地域振興局・新潟県建設業協会新発田支部等では毎年水防工法演習をしています。

水防工法等の説明の後、土のう作り、縄結び、積み土のう工、改良シート張工、月の輪工を実施しました。

積み土のう工



改良シート張工



月の輪工【水を入れる】



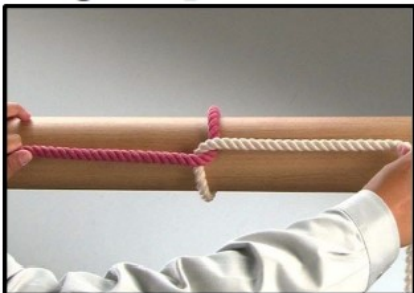
北陸地方整備局 荒川総合水防演習 【前回：平成29年度】



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)

木流し工(土のう)、シート張り工(シート釣りロープと単管結合)

③ フナ結び



別名「ひと結び」ともいう。元なわに力がかかると固く結ばれ、力がかから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。

木流し工(土のう取付)、シート張り工(吊りロープ先端の重し土のうと単管結合、おろしロープ下部の単管結合、止杭固定)

⑤ イボ結び



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。

木流し工(土のう)、シート張り工(シートと単管結合)、月の輪工(排水パイプと杭の固定)、改良積み土のう工(鉄杭とシート固定)

※⑦「本結び」も使用

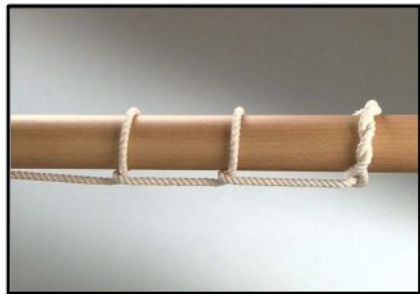
② かみくし



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

木流し工(重し土のう取付)、シート張り工(重し土のう固定、あおり止め重し土のう)

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。

木流し工(吊りロープ))

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

木流し工・シート張り工(命綱))

① 「の」の字結び ・ ③ 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。



② かみくくし

「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。

④ 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。

⑤ 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の片方を切断するとロープに無駄がない結び方になる。

⑥ 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



⑦ 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。



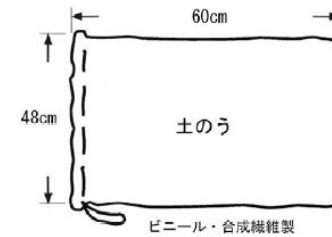
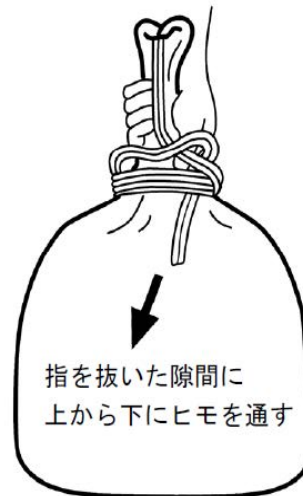
③ さらに両端を互いに巻き、両手で左右に強く引っ張る。
この場合それぞれのロープの端は元のロープの方向に来る形となる。



※手順を誤ると「縦結び」になる。

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袋のはしに出ているヒモを引いて、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。



※ ひもを下に引きながら締め、最後は土のうの重さを利用して、上に引き上げる。



水防活動

- **水防活動**とは、水災を警戒し、防御し、及びこれによる被害を軽減する活動をいい、**巡視活動**、**水防工法**のほか、**避難誘導・救助活動**、**排水作業等**も含まれます。

➤ **巡視活動**

堤防等を巡視し、堤防の亀裂等の異常を発見したときは、水防本部及び河川管理者等に報告するとともに水防工法等を実施します。

➤ **水防工法**

堤防の決壊を未然に防いだり、水害を最小限に食い止めるための活動であり、状況に応じて最適な水防工法を実施します。

■ **積み土のう工**

堤防の上に土のうを積み上げて、水が堤防を越えるのを防ぐ工法で、水防工法の基本ともいえる工法



■ **シート張り工法**

水の流れて堤防が削り取られたり、水が漏れたりしないように、防水シートを張って堤防を守る工法



■ **木流し工法**

水の流れが急なとき、枝葉のよく繁った木を川に流し、水の勢いを緩やかにして堤防が削られるのを防ぐ工法



■ **月の輪工法**

堤防の裏側に水が漏れだしたとき、半円形に土のうを積んで、川の水位と漏れた場所との水位の差を縮めて圧力を弱め、水漏れが広がるのを防ぐ工法



➤ **避難誘導・救助活動**

人的被害の軽減を図るために行う避難誘導や救助活動も水防活動に含まれます。

➤ **排水作業**

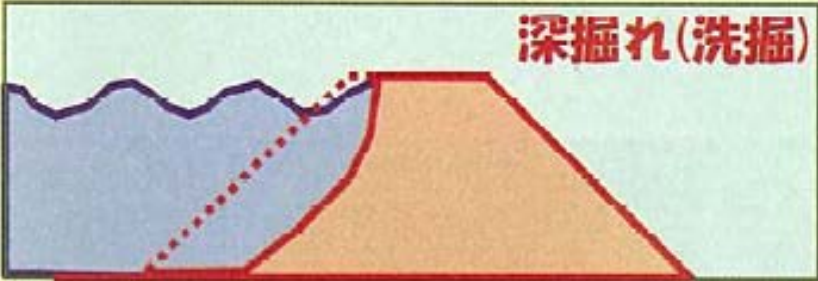
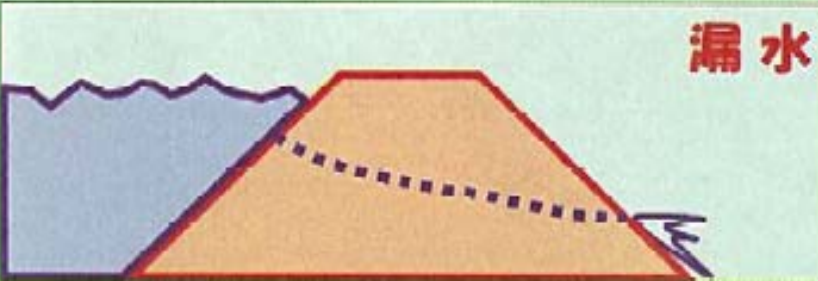
氾濫による被害の軽減を図るために行う排水作業等も水防活動に含まれます。

水防工法の選定(1)

「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

水防活動では、速やかに現地状況に適合した工法を選定し、迅速に対応することが重要です。

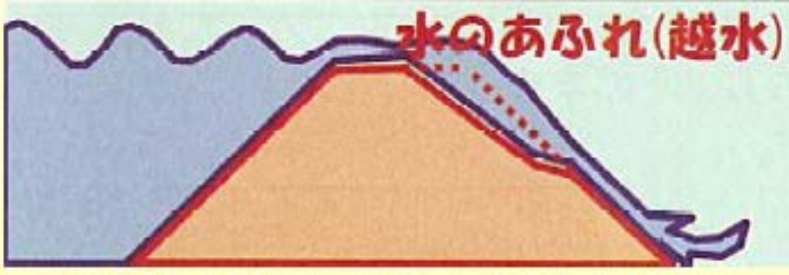
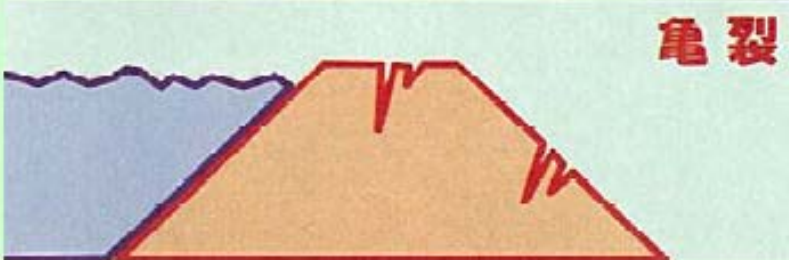
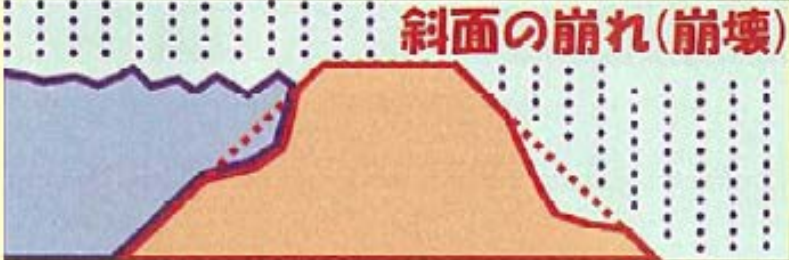
被災要因および対策の基本方針〔1〕

被災要因	対策の基本方針
 深掘れ(洗掘) 築堤部・掘込部に関わらず、川側で発生します。	激しい川の流れや波浪等により、堤防の川側が削り取られた状態を「深掘れ(洗掘)」と呼びます。 〔対策〕特に築堤部で深掘れが進むと、堤防が決壊し、甚大な被害が発生する恐れがあります。深掘れが進行しないよう、堤防斜面を保護する対策が必要です。
 漏水 築堤部の居住地側で発生します。	河川水位が上昇し居住地側との水位差が大きくなることにより、堤防又は基礎部を通った浸透水が地表に漏れ出した状態を「漏水」と呼びます。 〔対策〕漏水量の増加により堤防内の土砂が排出され決壊する恐れがあります。漏水量を増加させないよう、川側・居住地側の水位差を小さくする対策が必要です。

水防工法の選定(2)

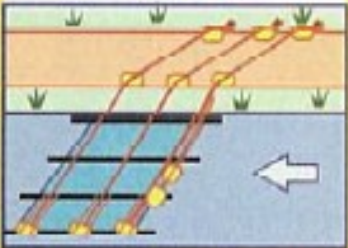
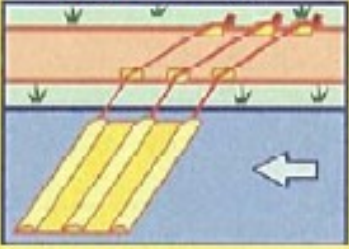
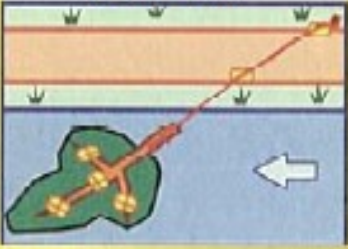
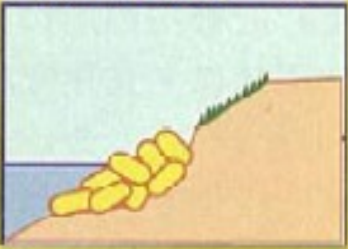
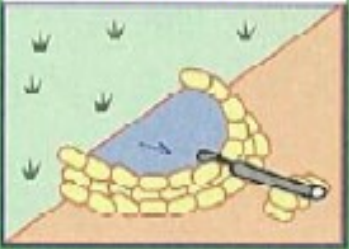
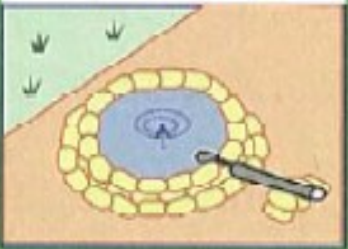
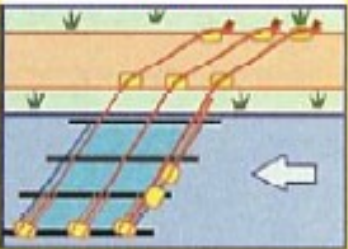
「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

被災要因および対策の基本方針〔2〕

被災要因	対策の基本方針
 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「水のあふれ（越水）」と呼びます。 〔対策〕 溢れ出した水が堤防上面や居住地斜面を削り、決壊する恐れがあります。水が溢れないよう、堤防を嵩上げる対策が必要です。
 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。
 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こる恐れがあります。居住地側の崩れでは失われた部分を直接充填する、川側では反対の居住地側を補充する対策が必要です。

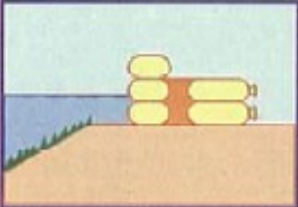
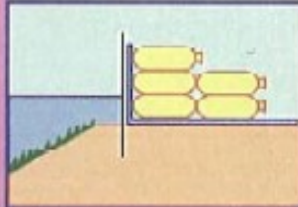
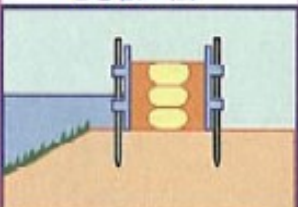
水防工法の種類(1)

「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

分類 ①	水防工法の種類 ■ : 川側での対応 ■ : 居住地側での対応 ■ : 堤防上面での対応
深掘れ(洗掘)対策	大型土のう・大型ブロック工法  捨石(バックホウ)工法  ④ シート張り工法  ⑤ 水防マット工法  ⑥ 木流し工法  捨土のう(人力)工法  T型マット工 ⑤ 水防マットを使用して堤防斜面を覆い堤防の崩れや河川の水のしみ込みを防ぐ工法 ⑦ 立てかご工 
漏水対策	⑧ 月の輪工法  ⑨ 釜段※工法  ④ シート張り工法  ※: かまだん

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

分類 ②	水防工法の種類 ■ : 川側での対応 ■ : 居住地側での対応 ■ : 堤防上面での対応		
水のあふれ(越水)対策	① 積土のう工法 	② 改良積土のう工法 	改良積土のう工法(2) 
	せき板工法 	③ 水のう工法(水マット工) 	
亀裂対策	打ち継ぎ(鉄線)工法 	籠止め※(鉄線)工法 	繋ぎ縫い(鉄線)工法 
	大型土のう工法 	杭打ち積土のう工法 	築廻し※工法 

※:かごどめ

※:つきまわし

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

水のあふれ(越水)対策

① 積土のう工(10m)



② 改良積土のう工(10m)



令和6年度 信濃川下流総合水防演習(R6. 5. 26)より



③ 水マット工



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

深掘れ(洗掘)対策

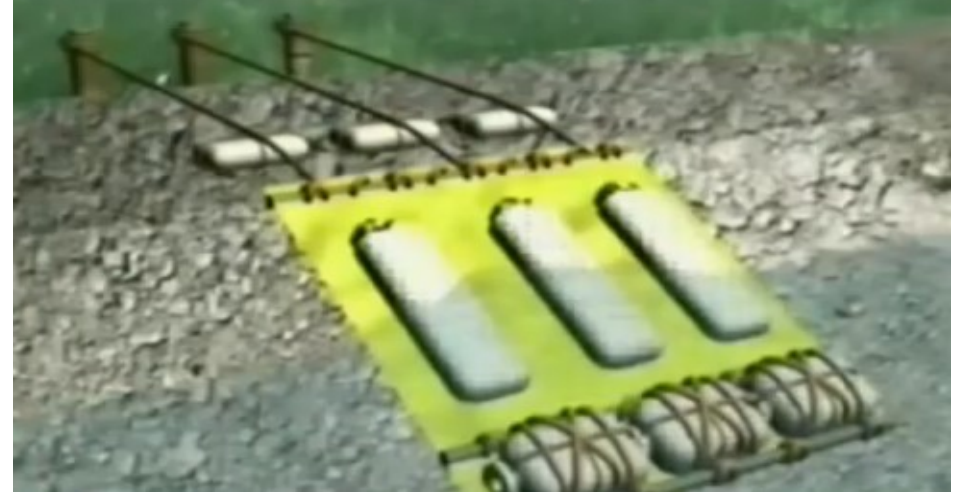
④ シート張り工



令和3年度 阿賀野川・早出川総合水防演習(R3. 5. 30)より



⑤ 水防マット(T型マット)工法



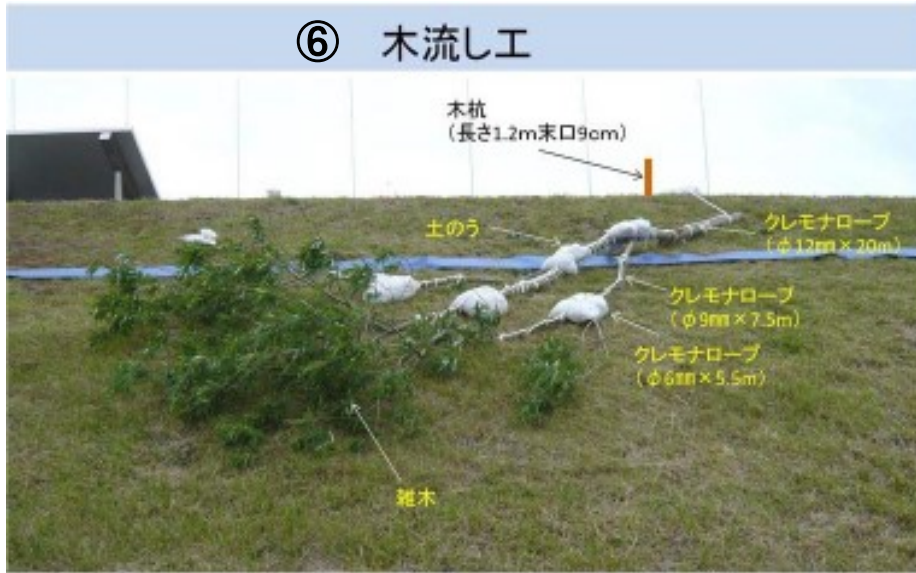
平成29年度 荒川総合水防演習(H29. 5. 27)より



水防工法の種類(3)

深掘れ(洗掘)対策

⑥ 木流し工



⑦ 立てかご工



令和4年度 信濃川・魚野川総合水防演習(R4. 6. 6)より



平成30年度 手取川・梯川総合水防演習(H30. 5. 26)より



「水防工法テキスト」(一財)北海道河川財団より

⑧ 月の輪工



積土のう工

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

※ 越水を防止することが目的であり、川表1段目の土のう積み方を優先し、延長を稼ぐことが重要。
※ 土のうに入れる土砂の量がバラバラだと積み土のうの高さが揃わないので注意。

必要な使用資材・工具、人数 1段10m当たり	
● 土のう→250袋 (30×40、厚7cm)	● 鋼杭→66本 (φ16mm、長さ1.2m)
● 土割→2m	
工具	
● スコップ→4丁	● 一輪車→2台
● ハンマー (湯矢) →2丁	● たこづち→2丁
● 必要人数→20人	



①土のう積み段数

- 土のう積み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に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。



【完成状態】

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の間の及び合わせ目には土を詰め、よく締め固める。

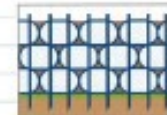


⑥控え土のうの段数

- 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多くなると、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。

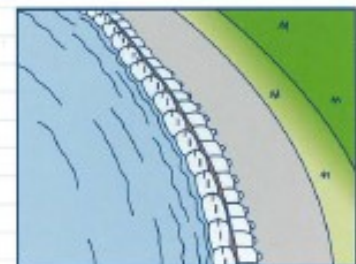
⑦杭の打ち込み方

- 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。



必要な使用資材・工具、人数 1組10m当たり	
●土のう→110袋 (30L・300)	●鉄杭→11本 (φ16mm、長さ1.2m)
●ブルーシート→2枚 (5.4×2.7m)	●ひも (ウレタン製) →11本 (φ2mm、長さ1m)
工具	
●ハンマー (掘矢) →2丁	
必要人数 20人	



①杭の打ち込み

- 長さ約1.2m、直径約16mmの鉄筋杭を、川側堤防斜面上端より0.5～1.0mのところに約1m間隔 (シートの既製穴と同じ) に川の流れて平行して上流より打ち込む。
- 杭は、木杭・竹杭でもよい。



②シートの固定

- 長さ10m、幅約2m (広いものは2m程度に折り重ねる) のブルーシートをL形状に鉄筋杭に固定する。
- 固定はシートの既製穴 (ハトメ) を利用して約1mの高さに「いば結び」で結束する。



③シートの重ね合わせ

- 施工延長が長い場合、シートの重ね合わせをする。
- その場合、下流側シートを内側 (堤防居住地側) に1m程度に重ねる。



④シート張り

- 杭に沿ってシートがし型状になるよう張る。
- 杭に沿うところで調整する。



⑤土のう積み

- 土のうをシート上に上流側より順次長手積みで並べる。
- この場合、土のうのしぼり口を下流に向け積み。2段目、3段目の積み方は、積み終った土のうの継ぎ目に次の土のうの中央がくるよう積む。
- 次に控え土のうを表土のうの後方堤防の居住側に小口積みで並べる。
- この場合、土のうのしぼり口を堤防の居住側斜面に向け、2段目は1段目土のうの合わせ目の上にくるよう積み上げる。



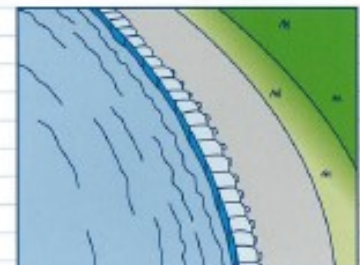
居住側から見た完成状態



川側から見た完成状態

注意事項

- ★最近堤防上面をアスファルト舗装等しているため、杭打ちが困難なため細い鉄筋杭を使うことが多い。杭が打てない場合はシートをそのまましぼり口状にして鉄筋杭で止める方法もある。
- ★シートの天端が一樣となるよう施工する。



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本あたり

〈資材〉 プルシート→1枚 (4.5×2.7m) 杭→3本 (φ20mm、長さ1.2m) ひも (500g/50m)→2本 (φ6mm、長さ15m) ひも (300g/50m)→6本 (φ4mm、長さ15m) トラロープ (10×10mm)→3本 (長さ10m)	竹→7本 (長さ2.0m、直径φ40~100mm) 土のう→17袋 (容量100L、長さ1.0m、幅100mm) ひも (200g/50m)→35本 (φ2mm、長さ15m) (番線で結束の場合、付箋紙)→15本 (長さ15m) トラロープ (10×10mm)→1本 (長さ20m、幅20mm)
〈工具〉 のこぎり (1本)→1丁 ののこ→3丁 カッター (カマ)→2丁 掛矢→1丁	オノ→1丁 クリッパー (ペンチ)→1丁 糸鋸→3本 (長さ10m、幅10mm)

〈必要人数〉10人

①プルシートの用意

- ・ 縦5.4m×横3.6m (又は4.5m×2.7m) のプルシートを使う。
- ・ 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骨竹とシートの縫い合わせ

- ・ 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。



Point
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。

・結束バンドの場合

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



シート張り工(2)

「水防工法の基礎知識」(社)全国防災協会より

⑥ 吊りロープを直す

- 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、吊りロープを巻き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。



⑦ 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。



⑧ シートを「すのこ巻き」

- おろし土のうと下部力竹が芯になるようシートを「すのこ巻き」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

④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(シートの縦の長さの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に位置する堤防上面の堤防斜面上端に置く。



⑤留め杭打ちと重し土のう

- 堤防居住地側斜面に留め杭を打つ。その場合、杭は堤防斜面上端から50cm以上離し、**直角で堤防斜面に直角に打つ。(※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。
- シートのあおり止めのため、**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)**



⑥命綱

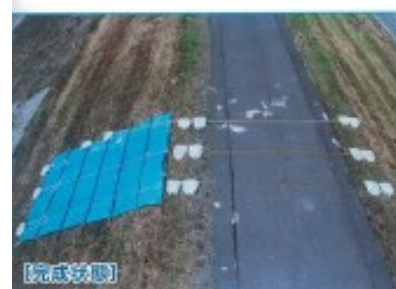
- シートを下ろすと、あおり止め重し土のうを投下する人は「もやい結び」により命綱を身につける。

⑦シートおろし

- “すのこ巻き”にしたシート中央部付近の前面に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。



⑧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、下ろす人で加勢する。

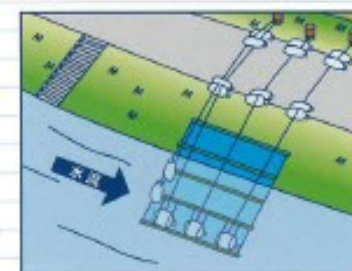
⑨あおり止め重し土のうを投下

- 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。
- ★ 堤防等保護のため、各斜面先端に枕土のうを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直角に打つ。



必要な使用資材・工具・人数 1組1枚当たり	
● マット→1枚 (5×3m)	● 枕土のう→12袋
● 重し土のう (丸形) →3袋 (30×30cm)	● 杭→3本 (径20mm、長さ1.2m)
● トラロープ (50mm) →3本 (10m、長さ3m)	● トラロープ (25mm) →1本 (10m、長さ3m)
● 土を重し充填砂利→0.7m ³ (20mm)	
(工具)	
● 出矢 (ハンマー) →1丁	● オノ→1丁
● 小型ハンマー→2丁	● 巻網 (20mm径) →2本 (径16mm、長さ10m)
● 鋤 (とく) →1本 (長さ2m、幅20cm)	● 定規パイプまたは竹→2本 (長さ2m、径20mm)

※ 図は砂利を充填する場合



①水防マット

- 縦5m×横3mの既製水防マットを使用する。



②重し土のうの取り付け

- マット下端に重し土のうと一緒に「力竹」を添え、結束する。
- 重し土のうは専用の土のう袋と、シートに取り付けられている固定ひもにより結束する。



③上部力竹と吊りロープの取り付け

- マット上端のパイプ通しに力竹を通す。
- 吊りロープはハトメ穴にロープを通し、力竹と一緒に「ふな結び」で結束する。

④マットの巻きとおろしロープの取り付け

- 重し土のうと添え力竹を芯に、すのこ状に巻く。
- おろしロープは、マット中央のハトメ穴を利用し、「ふな結び」で結束し、巻いたマットの下をはわせて上方に持ついく。



⑤吊りロープの固定と枕土のうの設置

- 居住地側堤防斜面に留杭3本を千鳥に打ち込む。
- 上端力竹に取りつけた吊りロープ3本を留杭に「ふな結び」で結束する。(「かみくし」でもよい)
- 堤防保護のため斜面上端に枕土のうを置く。土のうのしはり口は下流に向ける。

⑥マットおろし

- マットをおろす人は「もやい結び」により命綱を取り付ける。「すのこ巻き」にしたマットを、片足で強く蹴りマットを落とす。
- おろしロープはおろす人の体に向かって下流側の肩にかけ、反対側の脇腹を通して、ロープを左右の手で持ち、調整しながら少しずつゆるめ落とす。

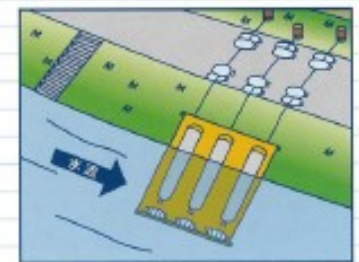


⑦縦重し袋への土砂充填

- 土砂投入口のアンカーピンを左右斜方向の堤防上端に固定する。
- 縦重し袋への充填は上流側より順次行う。
- 砂利等の投入を補うため、長さ5m、幅16cmぐらいの一部半円形になった塩ビ製の桶を投入口からさし込み桶を上下にゆすりながら砂利を投入し、充填する。

注意事項

- ★ マットをおろす人は安全対策として「もやい結び」による命綱を必ず身につける。
- ★ 縦重し袋への土砂充填は上流側から先に作業する。



木流し工(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本当たり
〈資材〉		
● 樹木→1本 [長さ5～6m、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 (重り土のう) →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。



※ 先端の「いぼ結び」を「土のうの口」と一緒に結束すると、よりしっかりする。

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」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。

※ いろいろな縄の結び方があるが、縄がほどけなければよい。

- 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。

※ 木への取付は数名で行う。

※ 土のうの作り方をしっかり覚える。



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

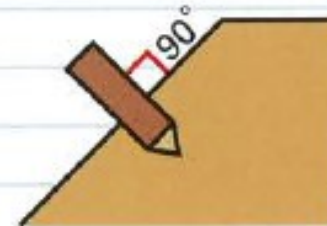
- 根元の木に沿うよう「いわし結び」により結束する。
- 急流河川ではロープの代わりに鉄線またはワイヤーを使う。

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。

※ 投入者は、上流45度に投入し、「水ゼッケン」を付けた人が下流45度に移動する。⇒止め杭に仮止めし、下流45度で本締めする。



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。

※ 「水ゼッケン」を付けた人以外は水位の下部に入らない。

⑧留め杭への固定

※ 止め杭の代わりに「立木」を利用する場合もある。

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

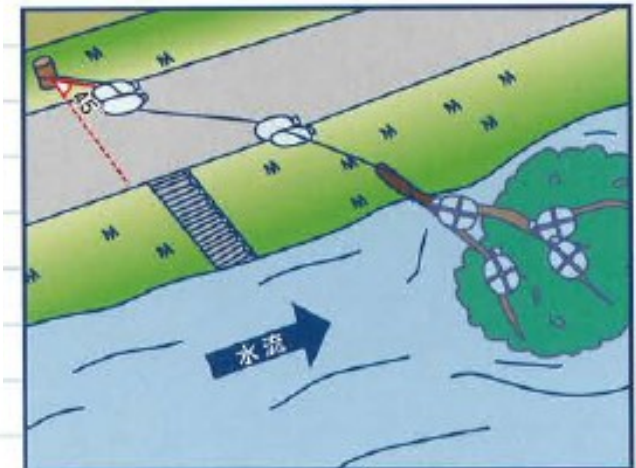
- 位置が定まったところで正式に固定するためロープを「ふな結び」(「かみくくし」でもよい)で結束する。(※3)



※3

注意事項

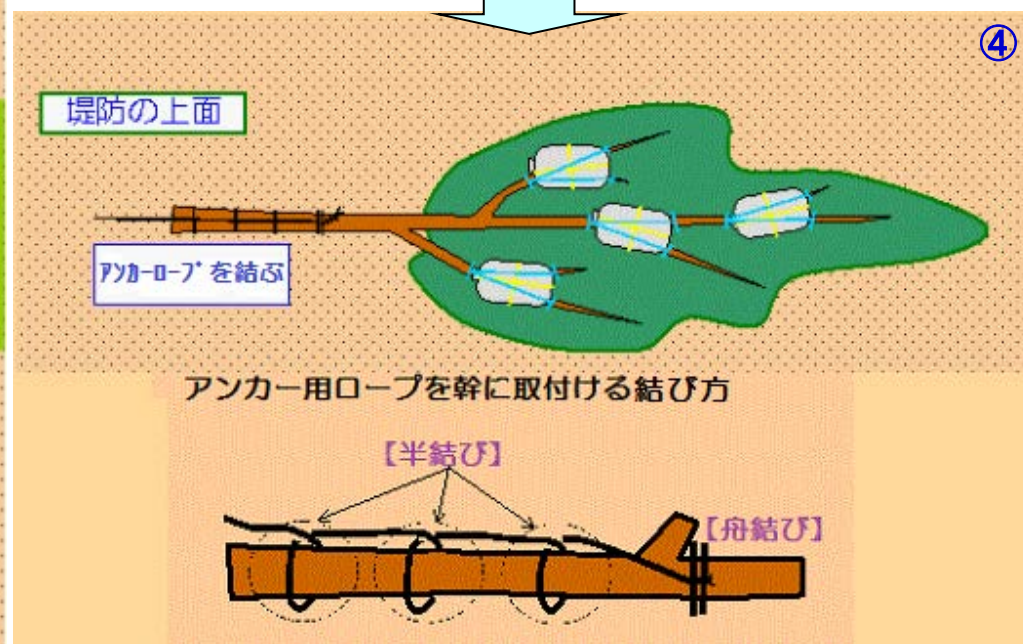
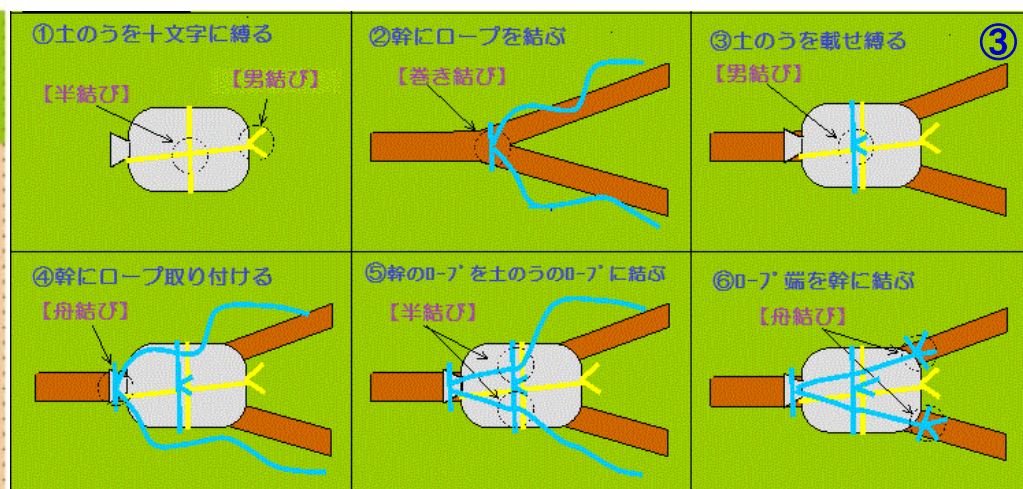
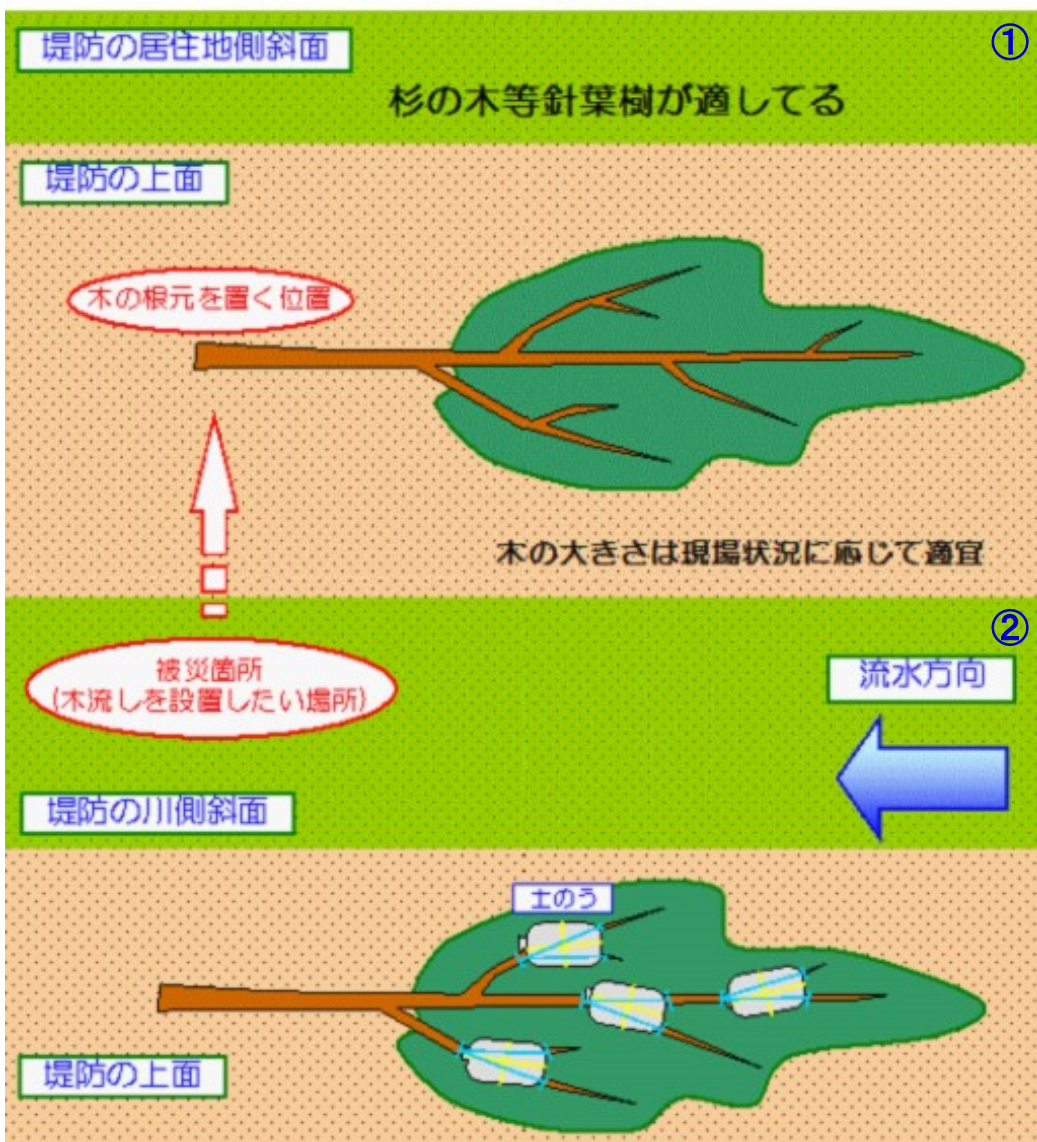
- ★この工法は流れが伴う水中に投下するため、安全対策として「もやい結び」による命綱を必ず身につける。
- ★重し土のうは激流に耐えるよう固く結束する。また、土のうの土が流れ出ないように、口は上向きにする。
- ★堤防等保護のため、各法肩に枕土のうを口を下流に向け置く。



木流し工手順図(1)

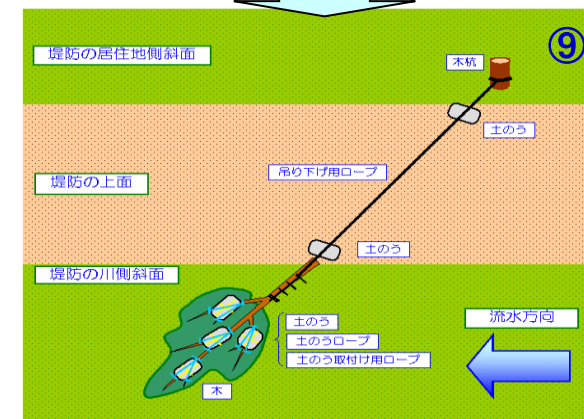
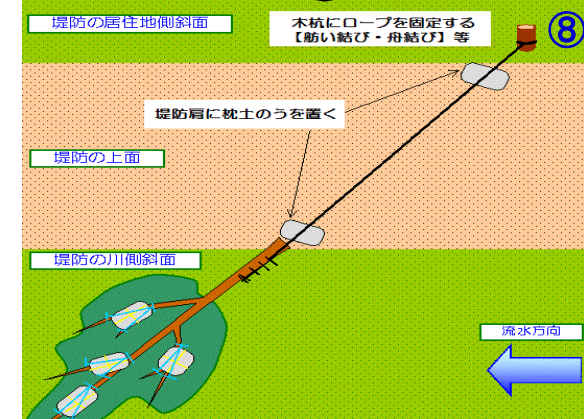
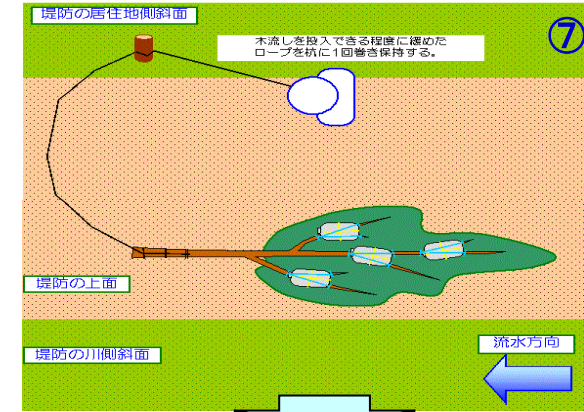
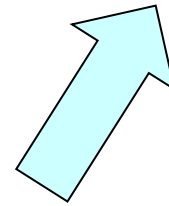
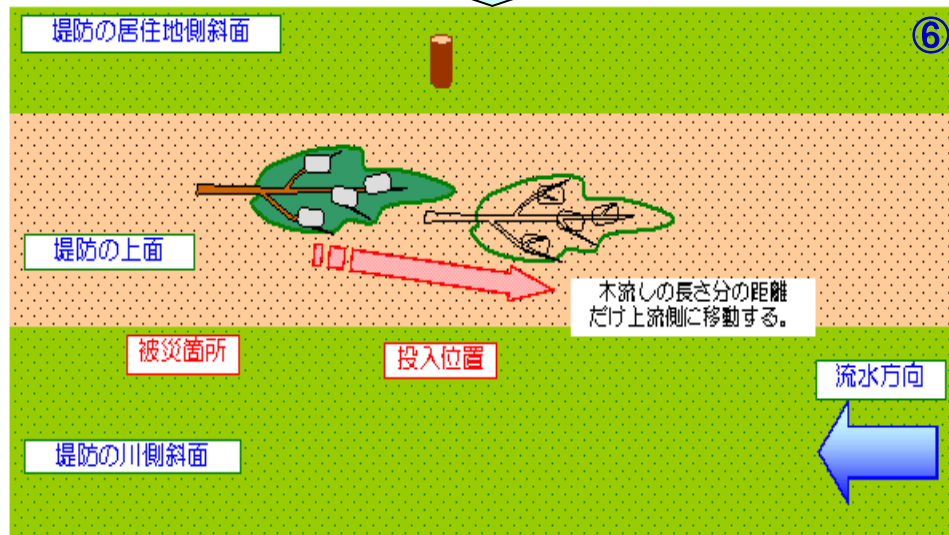
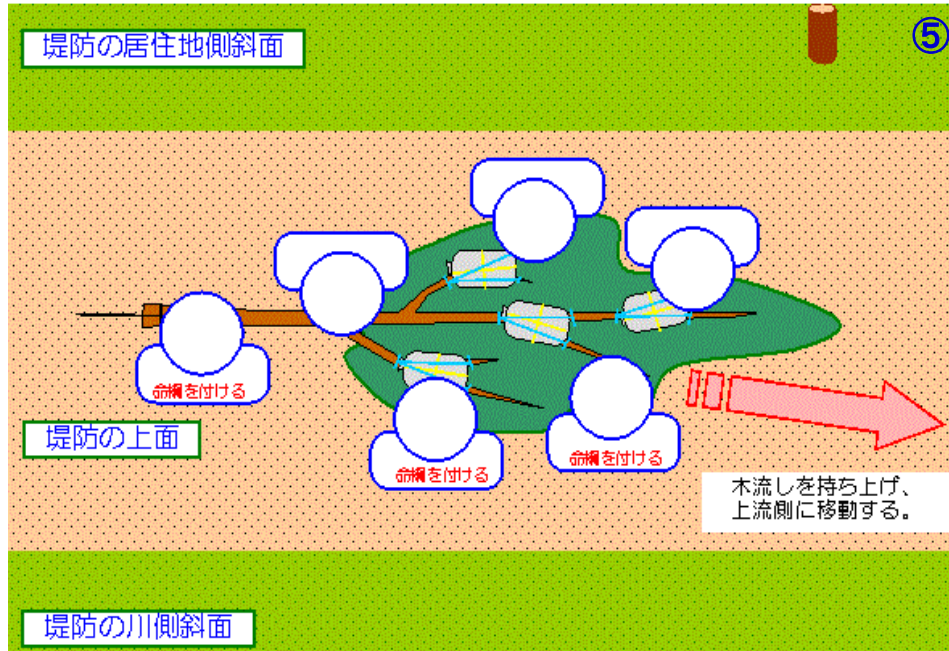
北陸建設振興会 水防委員会 河村氏提供

【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



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	(φ30mm、長さ1.2m)
●ビニールシート→1枚 (1.2×0.5m)	●支え鋼杭または木杭→4本	(φ100mm、長さ1.2m)
●ひも (結束用)→2本 (φ3mm、長さ2m)	●杭→1本 (φ30mm、長さ1.2m)	(φ30mm、長さ1.2m)
●ひも (結束用)→2本 (φ3mm、長さ2m)	●土砂→1.5m ³	
【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

- 土のうの内側は長手積み、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よう積み上げる。



③土のう積み上げの完了等

- 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

- 漏水等あふれ出る水を輪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程度のものを積み上げた土のう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角にも土のうを置く。

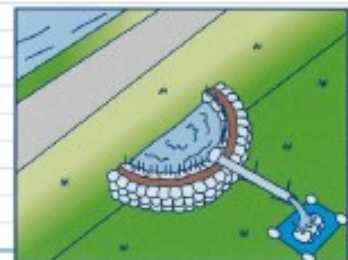
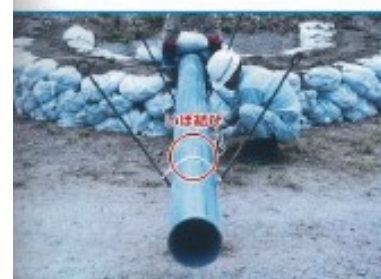


⑥支え杭の打ち込み

- 土のう積みが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つ。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

- ★堤防側面と土のう積みが一體となるよう施工するとともに、接点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(流束)は堤防に影響しないところまで導く。



必要な使用資材・工具、人数		1箇所当たり (直径2m)
●土のう→240袋	●鋼杭→30本 (φ15mm、長さ1.2m)	
●ビニールシート→1枚 (1.5×0.5m)	●支え鋼杭または木杭→4本 (φ100mm、長さ1.2m)	
●ひも (3000mm) →2本 (φ5mm、長さ2m)	●鉄→1本 (φ10mm、長さ1.2m)	
●ひも (1000mm) →2本 (φ5mm、長さ2m)	●土砂→2m ³	
(工具)		
●スコップ→4丁	●一輪車→2台	
●ハンマー (鉄矢) →1丁	●カマ (カッター) →1丁	
●たこづち→2丁		
(必要人数) 25人		



①釜の大きさ

- 釜の大きさは、漏水口の大きさ、噴出量にもよるが、通常噴出口を中心に直径2～4m程度とする。

②土のうの並べ方・積み方

- 釜の型となる土のうの積み方は、噴出口を中心に内側より、4段、3段、2段、1段と段々になるよう積み上げる。径が小さい場合は、3段、2段、1段でもよい。



- 土のうの並べ方は噴出口を中心に、内側は長手方向に並べ、外側は小口方向に並べる。

- 次に外側2列目及び3列目は土のうのしぼり口を外に向け小口方向に並べる。並べ方は、平面的に前列の土のうの合わせ目に次の土のうの中心がくるように並べる。この時、1列目長手積み土のうと2列目小口積み土のうの間を約30cmあけ、土を詰め十分に締め固める。
また、土のうの継ぎ目(長手積み)及び合わせ目(小口積み)にも十分土を詰める。



③各段の施工

- 同じ手順で各段毎に施工する。



④土のうの完了等

- 同じ方法・手順で内側長手積み土のうが2段、3段(4段)と所定の高さとなるよう積み上げ、外側小口積みは、内側長手積みより外に向かって1段ずつ少なく(低く)なるように積む。この場合、積み上げる土のうの重ね合わせは、内側長手積み、及び外側小口積みともにレンガ積み(下段土のうの継ぎ目合わせ目のところに上段土のうの中心がくる重ね方)とする。

⑤支え杭の打ち込み

- 内側長手積み土のうが3段以上となる場合は、釜を安定させるため直径約15mmの鉄筋杭等(木杭・竹杭)を打ち込む。
- レンガ積みとなっている土のう1個に2本の割合で打ち込む。この場合、側面から見て各土のうそれぞれ2ヶ所杭が貫通するように打ち込む。



⑥排水パイプ(樋)の取り付け

- 次にあふれ出る水を流す(処理する)ため強化ビニールパイプ等により、長さ4m程度の樋を取り付ける。
- この場合、排水がスムーズになるよう内側長手積み土のうを1段低くし、その位置にパイプを置く。さらにパイプの上におさえ土のうを乗せる。
- 樋の支えとして先端方向に2ヶ所程度板により支える。杭打ちは杭がX状になるように打ち、交差点を結束し、その上に樋を置く。樋を固定させるため×状支え杭にひもで8の字型にわたし最後に「いぼ結び」で結束をする。



⑦排水落下付近の施工

- 落下水による飛散・浸透を防ぐため、水が落ちる場所にビニール等シートを地面に敷く。シートのあおり防止のため4角に土のうを置き、又、落下地点にも2～3個ほど土のうを置く。(しぼり口は流れに下流向き)

注意事項

- ★ 内側長手積み土のうはより安定が必要なので、重ねがうまくいくように積む。
- ★ 釜段内に貯えられた水が保たれるよう、間に詰めた土は十分締め固める。なお不十分な場合は釜段の内側全面にビニールシート等を張ることもある。



水 防 法 と 消 防 法

水防とは(水防法より)

目 的

洪水又は高潮に際し、水災を警戒し、防御し、及びこれによる被害を軽減し、もって公共の安全を保持する。

内 容

水害を防御、水害による被害を最小限にとどめるために、国、都道府県、市町村の役割を定め、水防組織や水防活動等について規定。

役 割

国（都道府県）： 都道府県、市町村等に水防に関する予報・警報等を行う。

都 道 府 県： 水防管理団体（市町村等）が行う水防が十分に行われるように確保する。第二次的水防責任を有する。

市 町 村： 水防管理団体として水防を十分に果たす責任があり、第一次的水防責任を有する。

住 民： 水防に従事する義務を有する。

水防法の沿革

水防法の制定について

消防組織法(S22年)、消防法(S23年)の制定により、水防も消防の任務として規定

- ・消防法等によらない水防組織等の存在（伝統的な自治組織により運営）
- ・消防法が火災に関することを重点としている
- ・カスリーン台風(S22)などの大型台風が襲来し、大水害をもたらした



水防の重要性、水防に関する基本法が必要と認識され、水防法が制定された(S24年)

水防法(S24年) 第一章 総則

(目的)

第一条 この法律は、洪水又は高潮に際し、水災を警戒し、防ぎよし、及びこれに因る被害を軽減し、もつて公共の安全を保持することを目的とする。

消防組織法(S22年) 第一章 総則(昭和22年)

(消防の任務)

第一条 消防は、その施設及び人員を活用して、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、水火災又は地震等の災害を防除し、及びこれらの災害による被害を軽減するほか、災害等による傷病者の搬送を適切に行うことを任務とする。

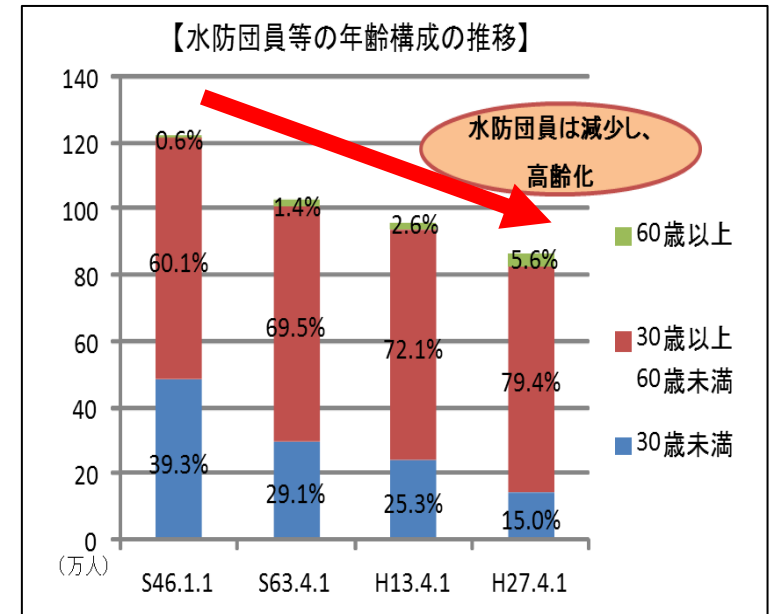
消防法(S23年) 第一章 総則

第1条 この法律は、火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減するほか、災害等による傷病者の搬送を適切に行い、もつて安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資することを目的とする。

民間を活用した水防活動の円滑化（平成29年度改正）

- 水防管理者等に水防活動のために認められている権限の一部を、**水防管理者から水防活動の委任を受けた民間事業者**が行使できることとし、**民間事業者による水防活動を円滑化**。

<民間活力を活用した水防活動（イメージ）>



【民間事業者は、水防管理者から委託を受けた水防活動の範囲内に限り以下の権限を行使可能】

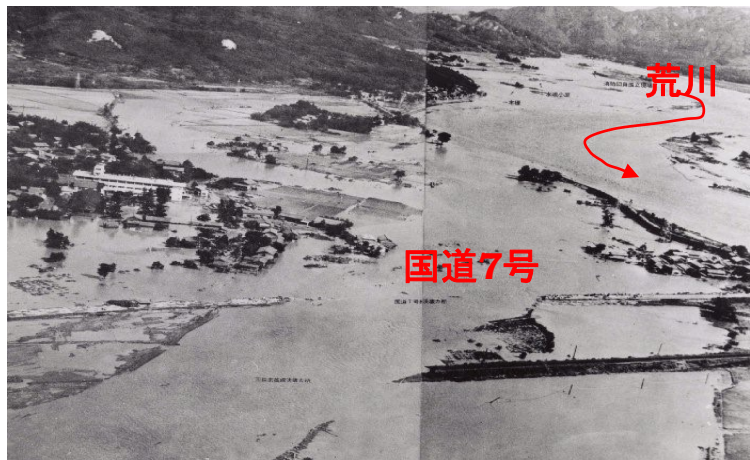
緊急通行(法19条)

- 水防上緊急の必要がある場所に赴くときの私有地等の通行。

公用負担(法28条)

- 水防のため緊急の必要があるときの他人の土地等の使用。

荒川 S42. 8. 28羽越水害 R4. 8. 4大雨による水災害



堤防決壊による浸水状況(旧神林村平林地区)

昭和42年8月28日
羽越水害



浸水状況(坂町駅前)



堤防決壊による浸水状況(関川村雲母地区)



浸水状況(村上市坂町地区)

令和4年8月4日
大雨による水災害



浸水状況(村上市小岩内地区)

羽越河川国道事務所

災害は忘れたところにやってくる
土屋元北陸地方整備局長