

水防技術研修テキスト(講習会)

講習内容

- 第1章 はじめに
- 第2章 水防の知識
- 第3章 水防工法の作成手順
- 第4章 水防活動に関わる基本知識
- 第5章 平常時・出動前の準備
- 第6章 知っておくと役に立つ知識・情報



国土交通省 中部地方整備局

第1章 はじめに

1.はじめに

- 日本は、国土の70%程度が山地であり、急峻な地形が多い
→短時間で**急激に河川の水位が上昇**。
- 人口・資産の多くは下流域の平野部に集中。また、最近では、「集中豪雨」が増加
→**甚大な浸水被害**
- 治水事業のみで完全に被害を防ぐことは困難な状況
→治水事業と水防活動が両輪となって、**地域自ら水害防止に寄与**することが望まれる。

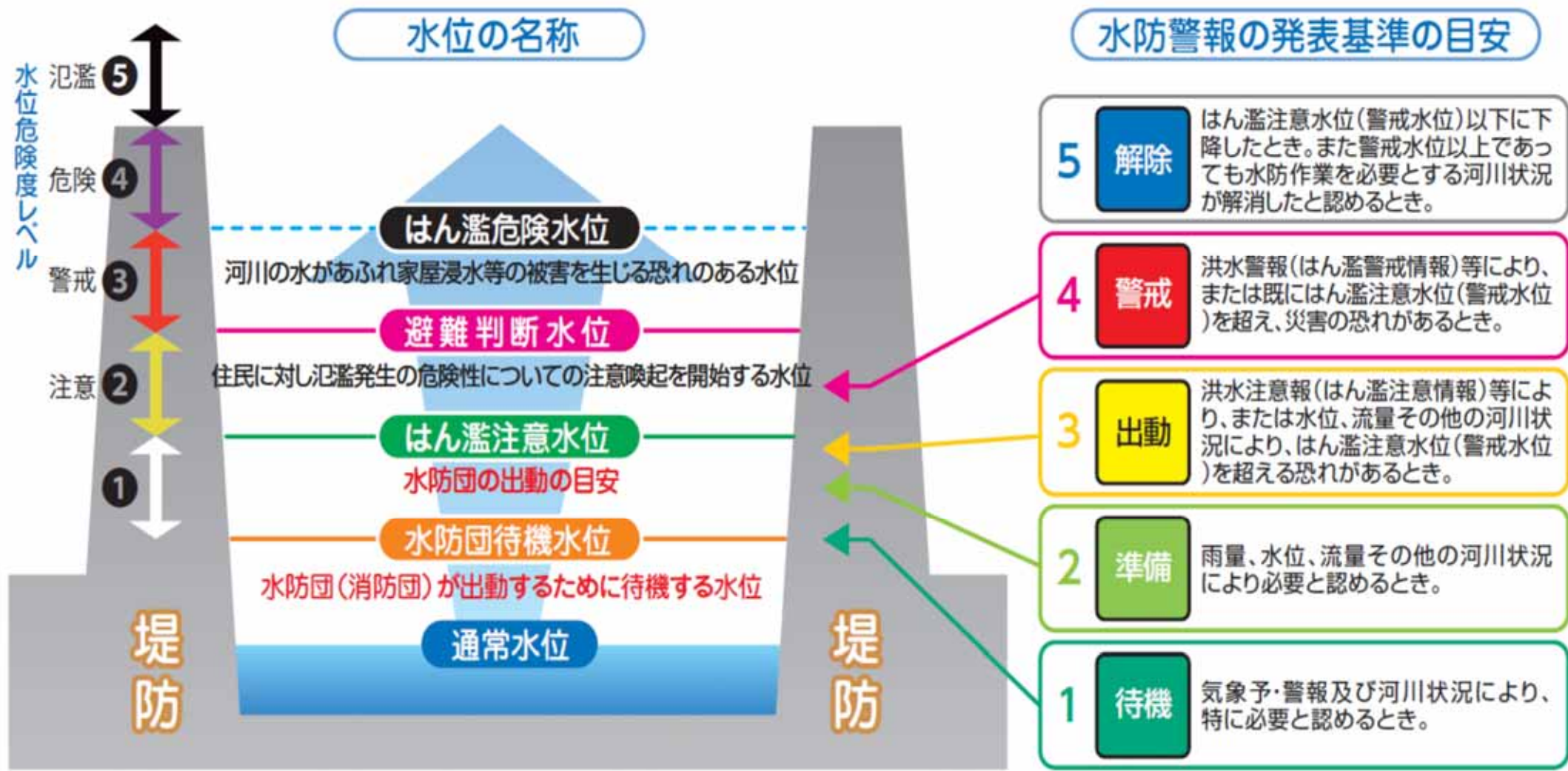
■水防団は、堤防を平素から見て回ったり、洪水、津波又は高潮のときの被害を最小限にいとめ、水害から生命と財産を守る役割を果たします。



第2章 水防の知識

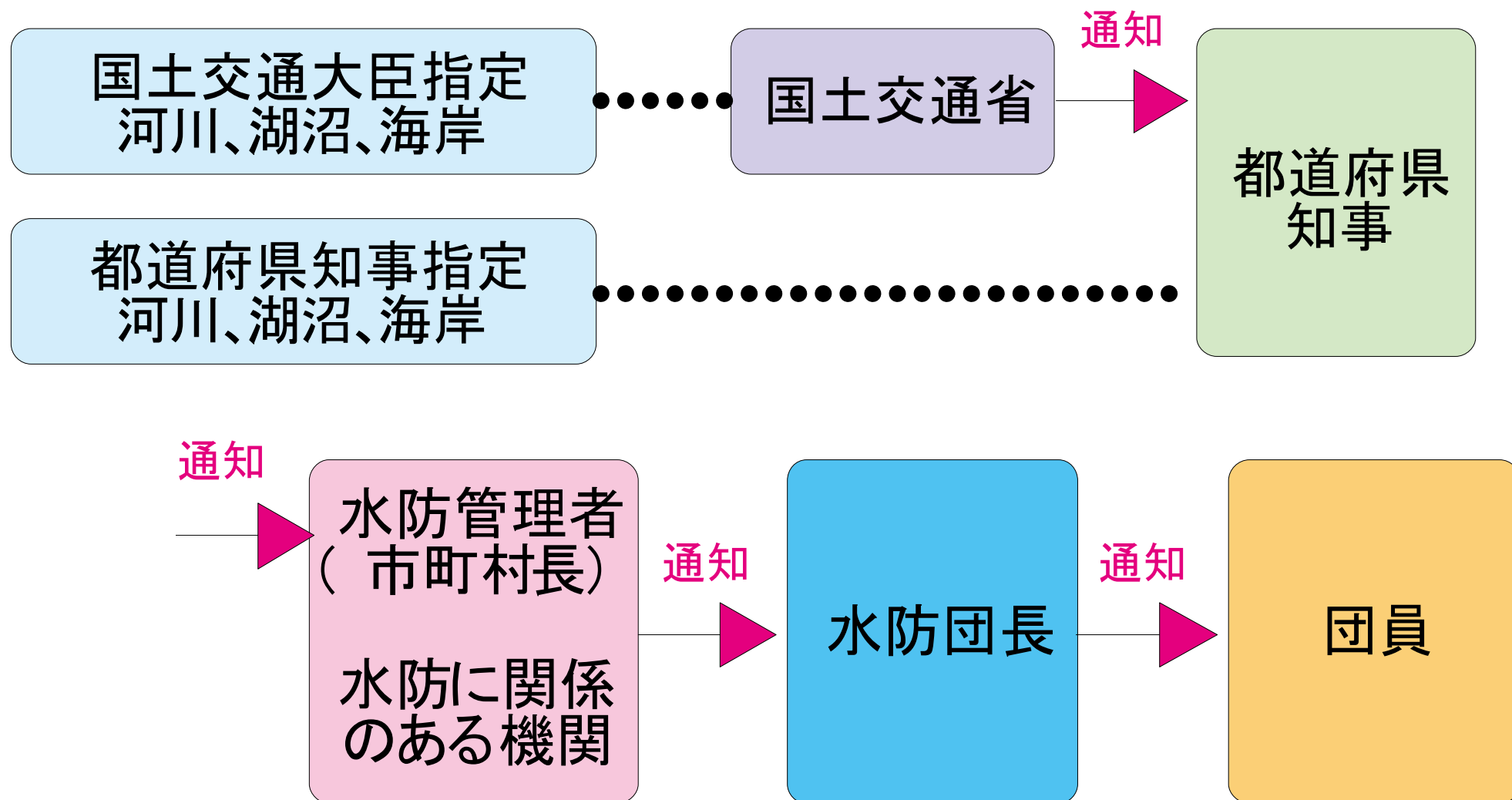
2.1 水位情報と水防警報

水防警報はその区間及びその区間を代表する水防警報基準点を定めて、水位等の状況に応じて発表されます。



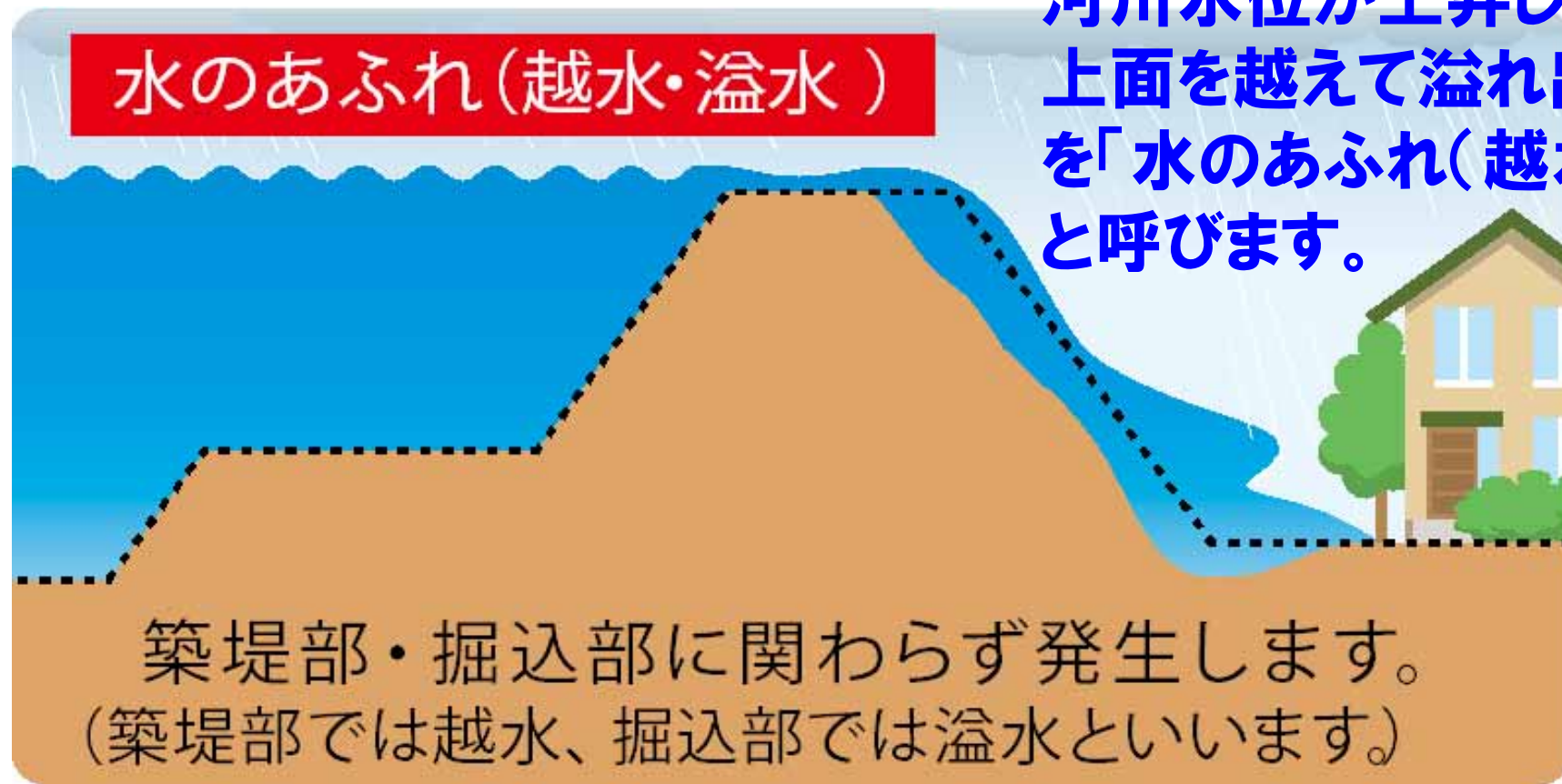
2.1 水位情報と水防警報

● 水防警報の連絡系統



2.2 被害の形態とその対策

■代表的な被害形態とそれらの対策について

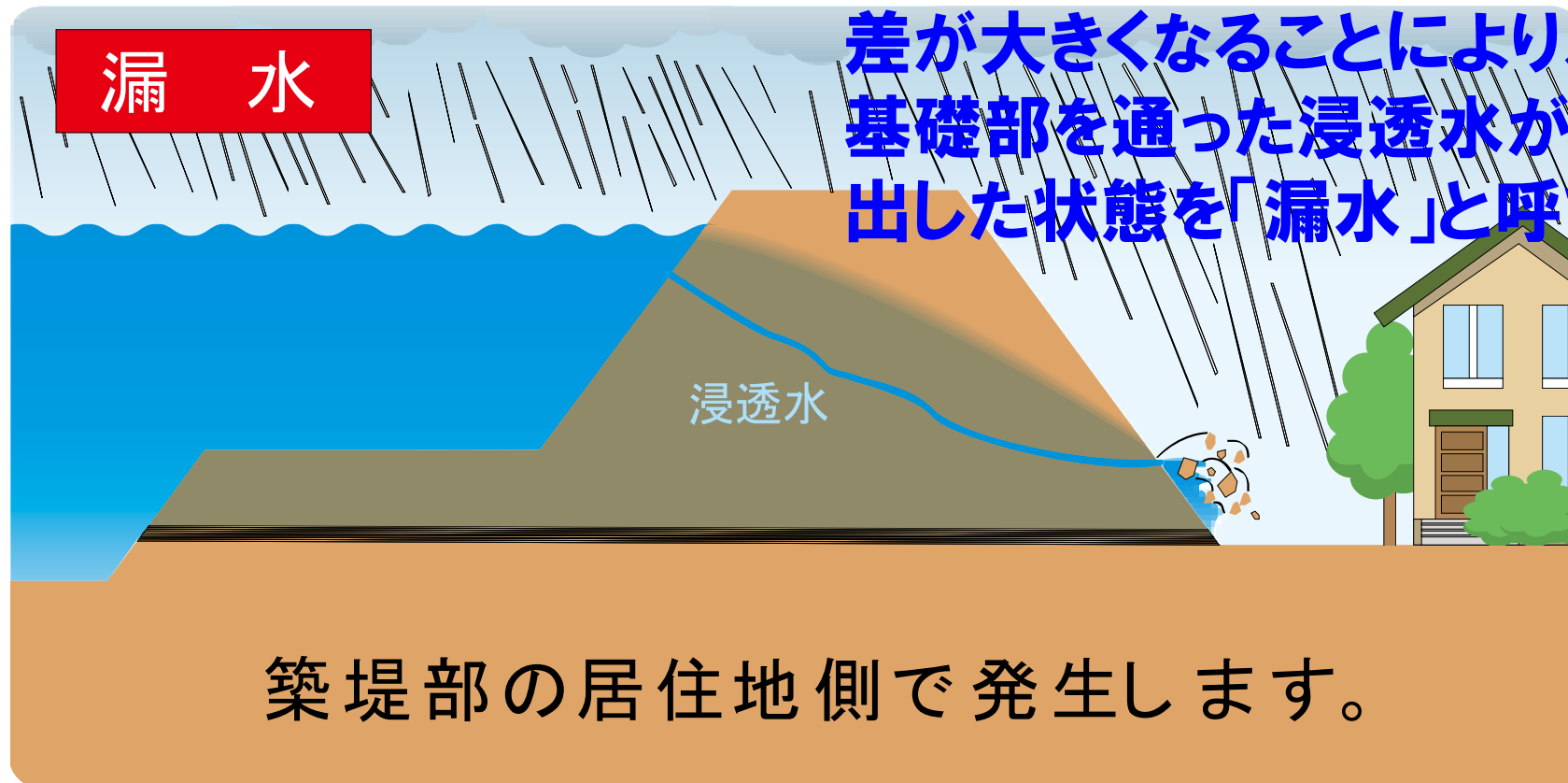


溢れ出した水が堤防上面や居住地側斜面を削り、決壊する恐れがあります。水が溢れないよう、止水する対策が必要です。

2.2 被害の形態とその対策

■代表的な被害形態とそれらの対策について

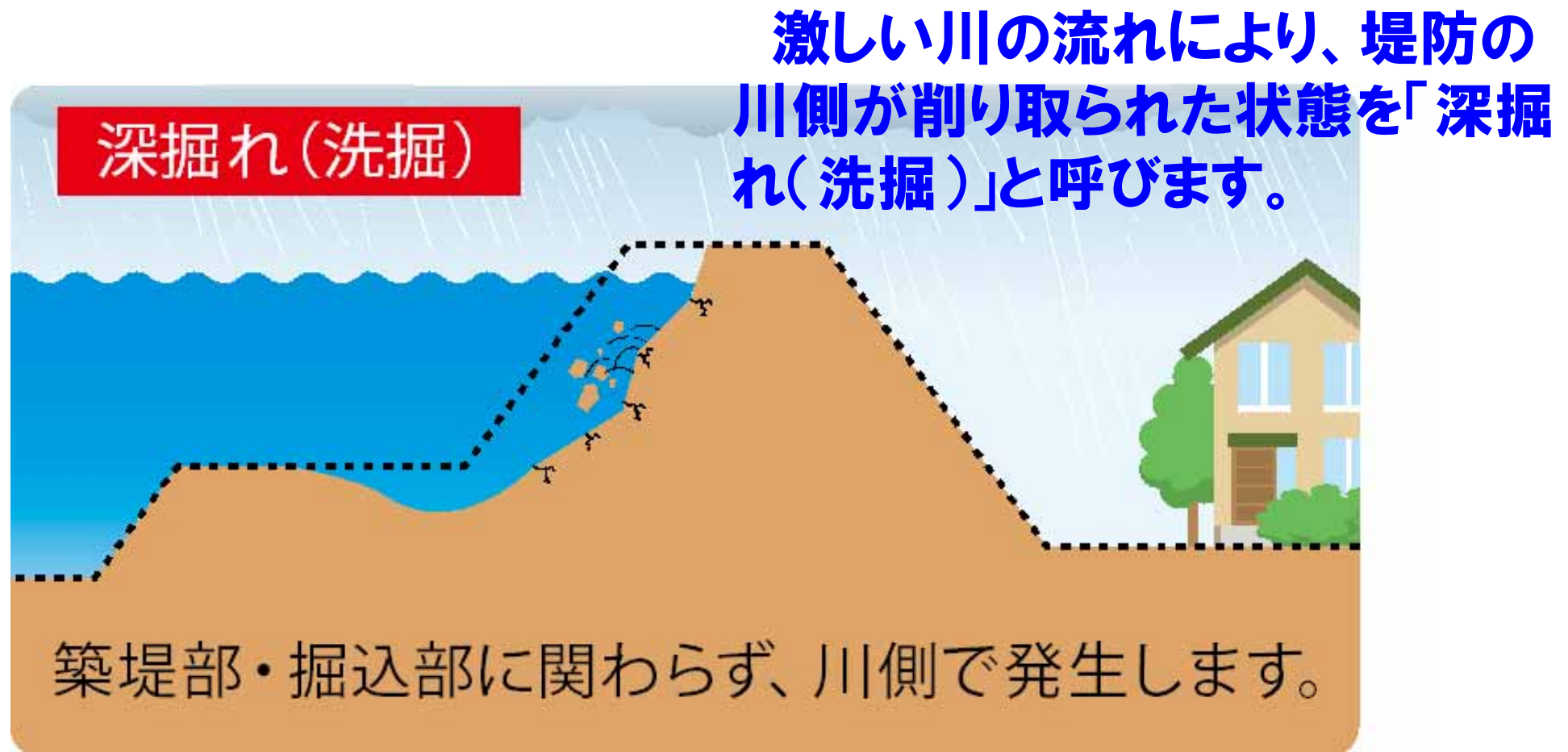
河川水位が上昇し居住地側との水位差が大きくなることにより、堤防又は基礎部を通った浸透水が地表に漏れ出した状態を「漏水」と呼びます。



漏水量の増加により堤防内の土砂が流出し、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。

2.2 被害の形態とその対策

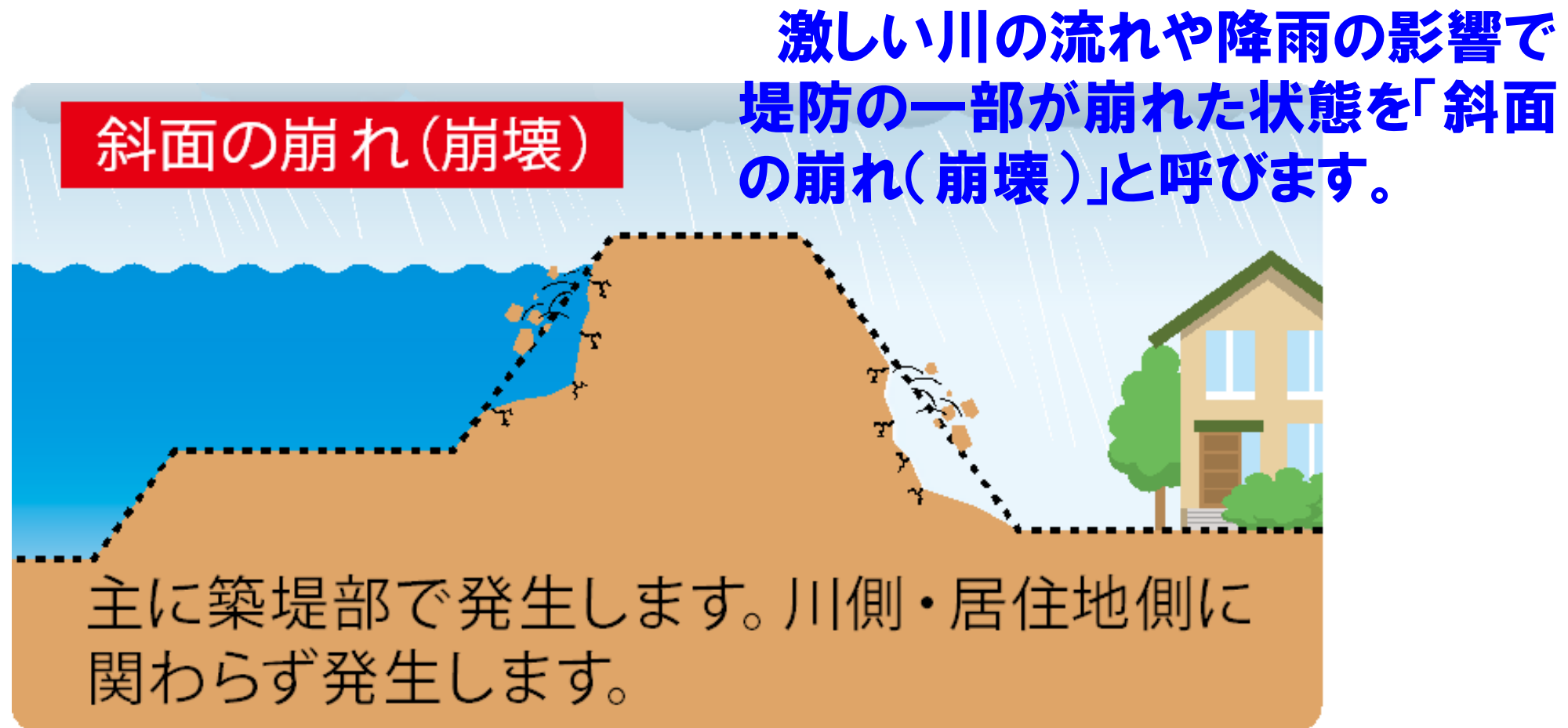
■代表的な被害形態とそれらの対策について



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。

2.2 被害の形態とその対策

■代表的な被害形態とそれらの対策について

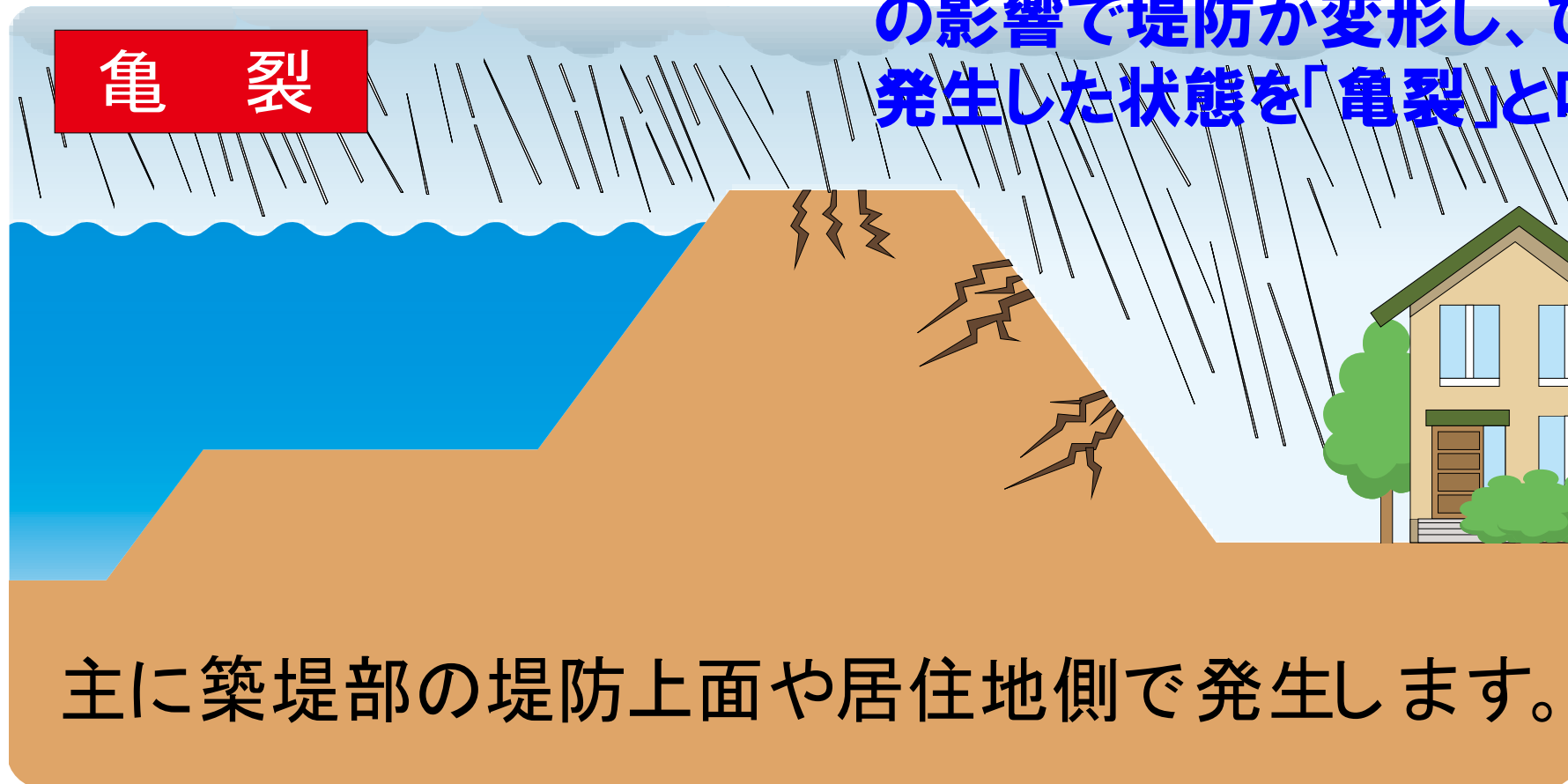


水位があまり高くない状態でも降雨等により斜面の崩れが起こる恐れがあります。居住地側の崩れでは失われた部分を直接充填する、川側では反対の居住地側を補充する対策が必要です。

2.2 被害の形態とその対策

■代表的な被害形態とそれらの対策について

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。



主に築堤部の堤防上面や居住地側で発生します。

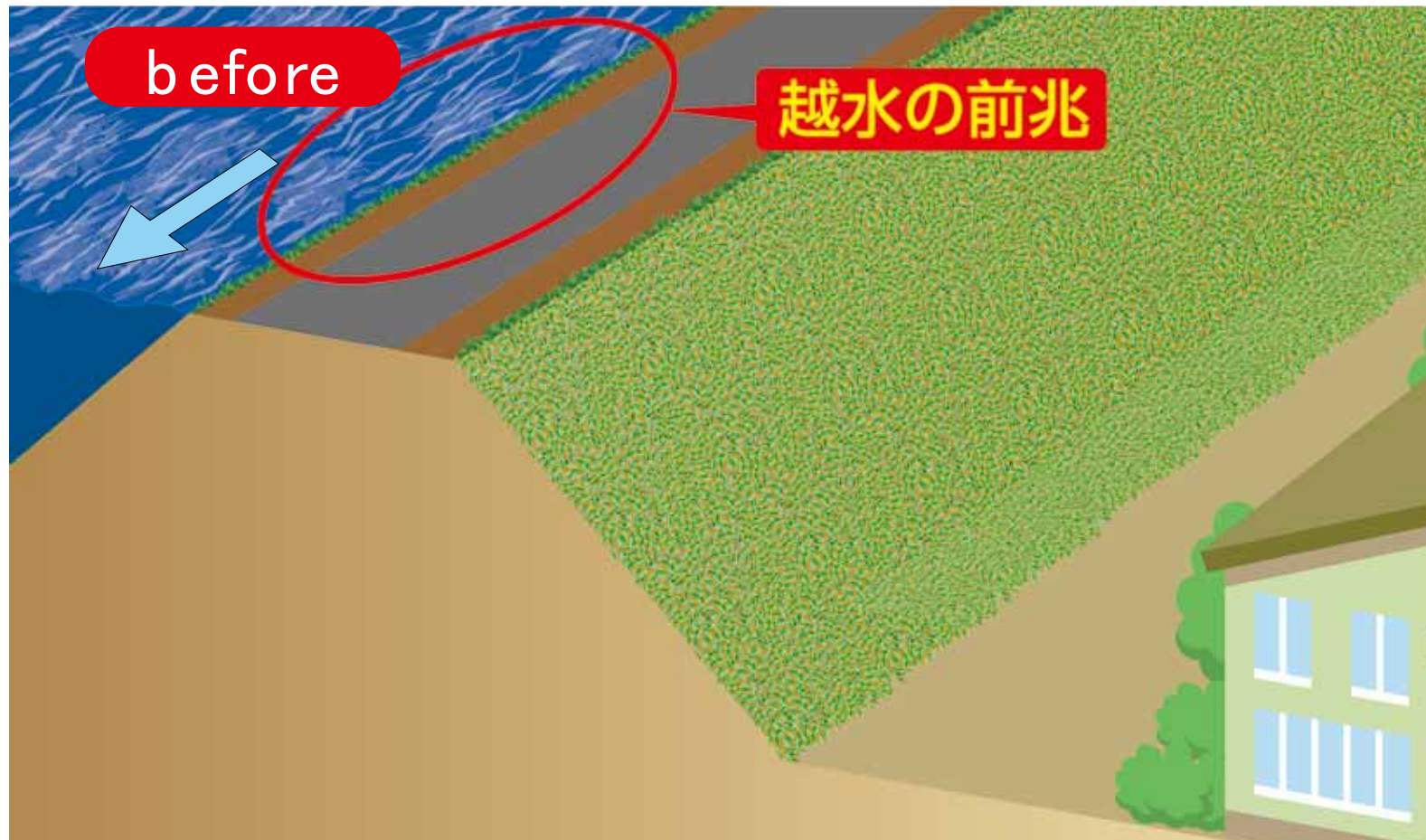
亀裂が進行し決壊する恐れがあります。亀裂が広がらないよう、被災箇所を縫い合わせる対策が必要です。

2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■水のあふれ(越水・溢水)対策工

このようなとき・・・河川水位が上昇し、水が堤防を越えそうだ。

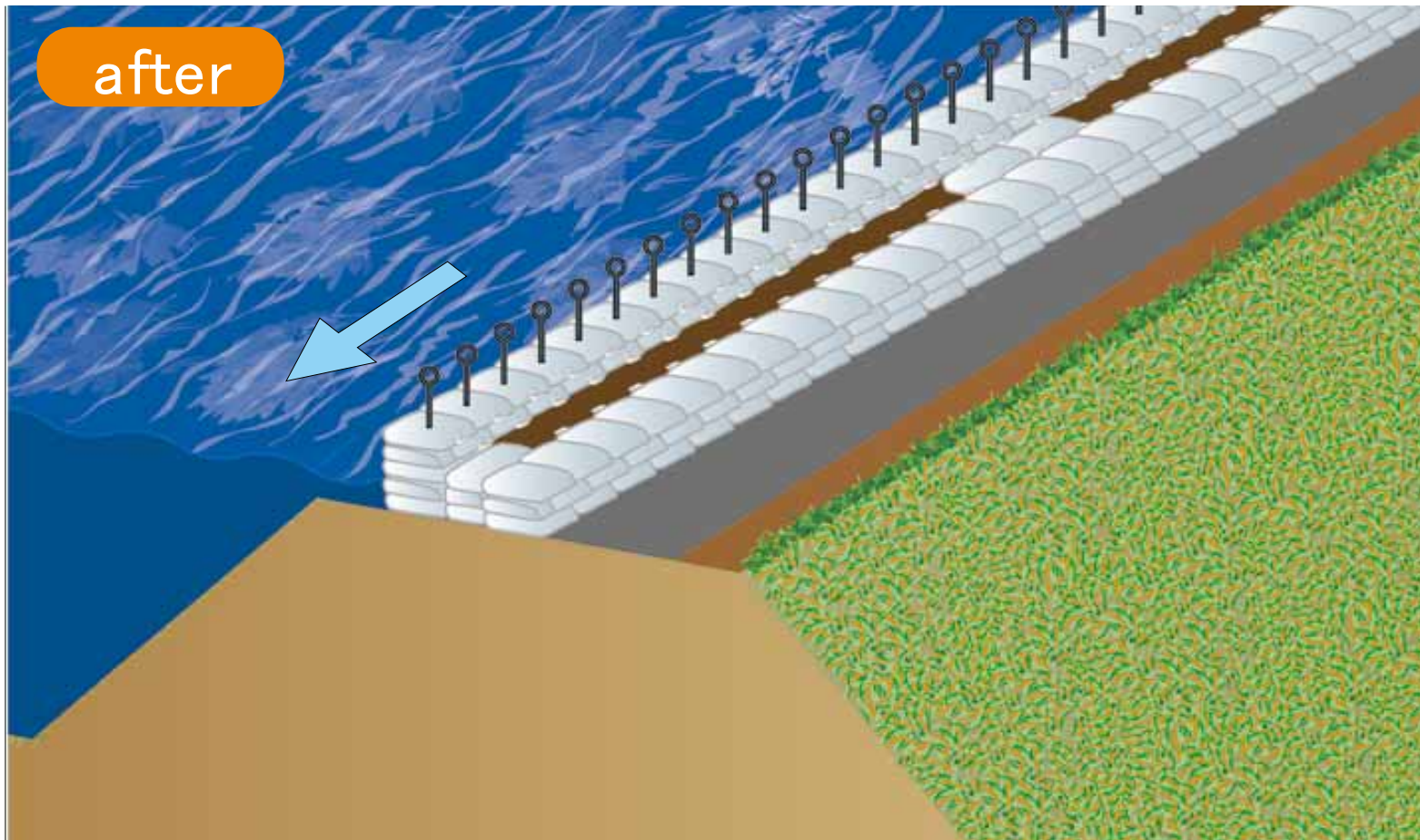


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■水のあふれ(越水・溢水)対策工:積み土のう工

このような効果が・・・ 堤防上面に土のうを積み、越水・溢水を防ぐ。



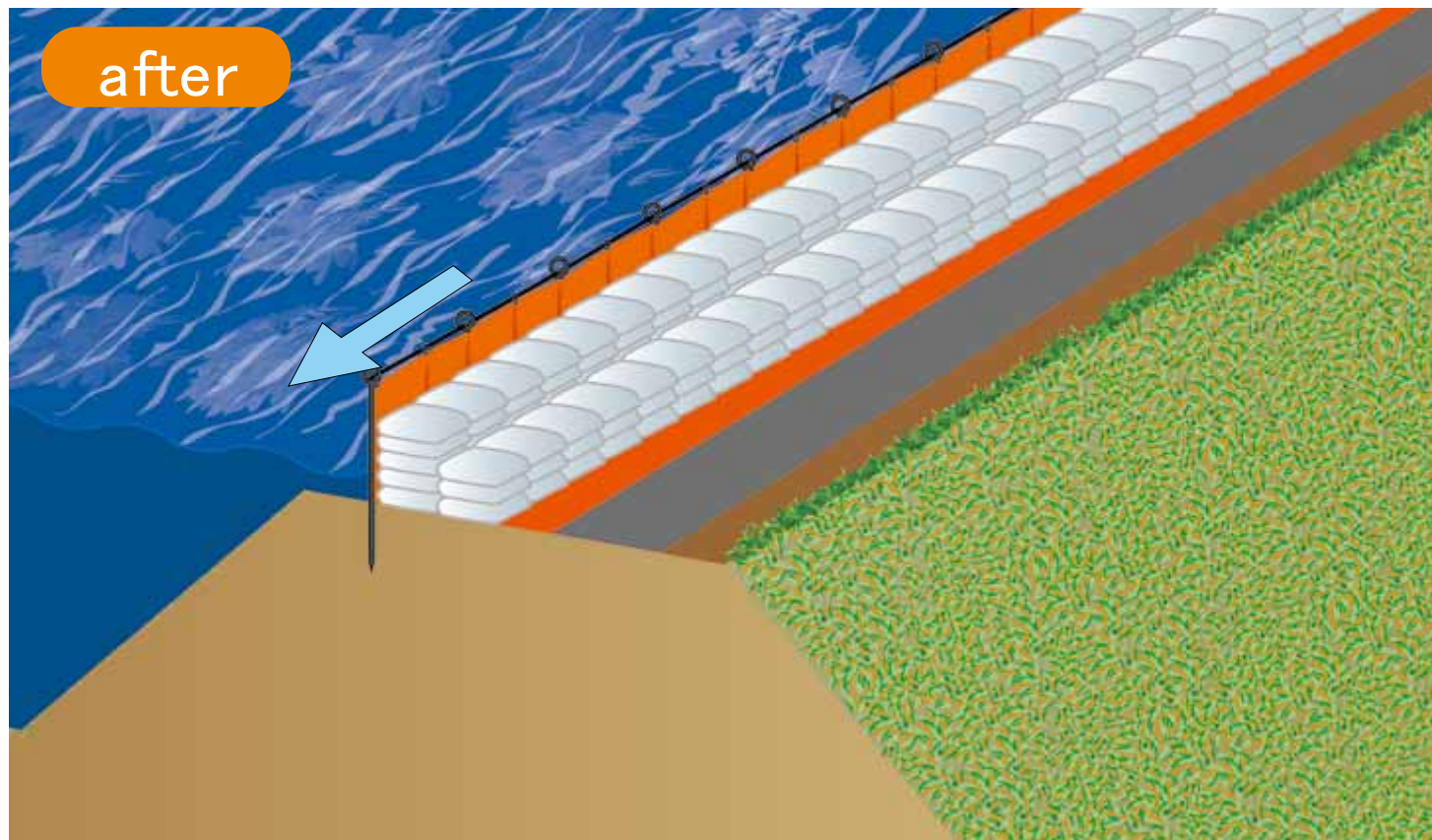
2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■水のあふれ(越水・溢水)対策工:改良積み土のう工

このような効果が・・・

- ・越水・溢水を防ぐ。
- ・ビニールシートを使用することにより、遮水性が向上する。



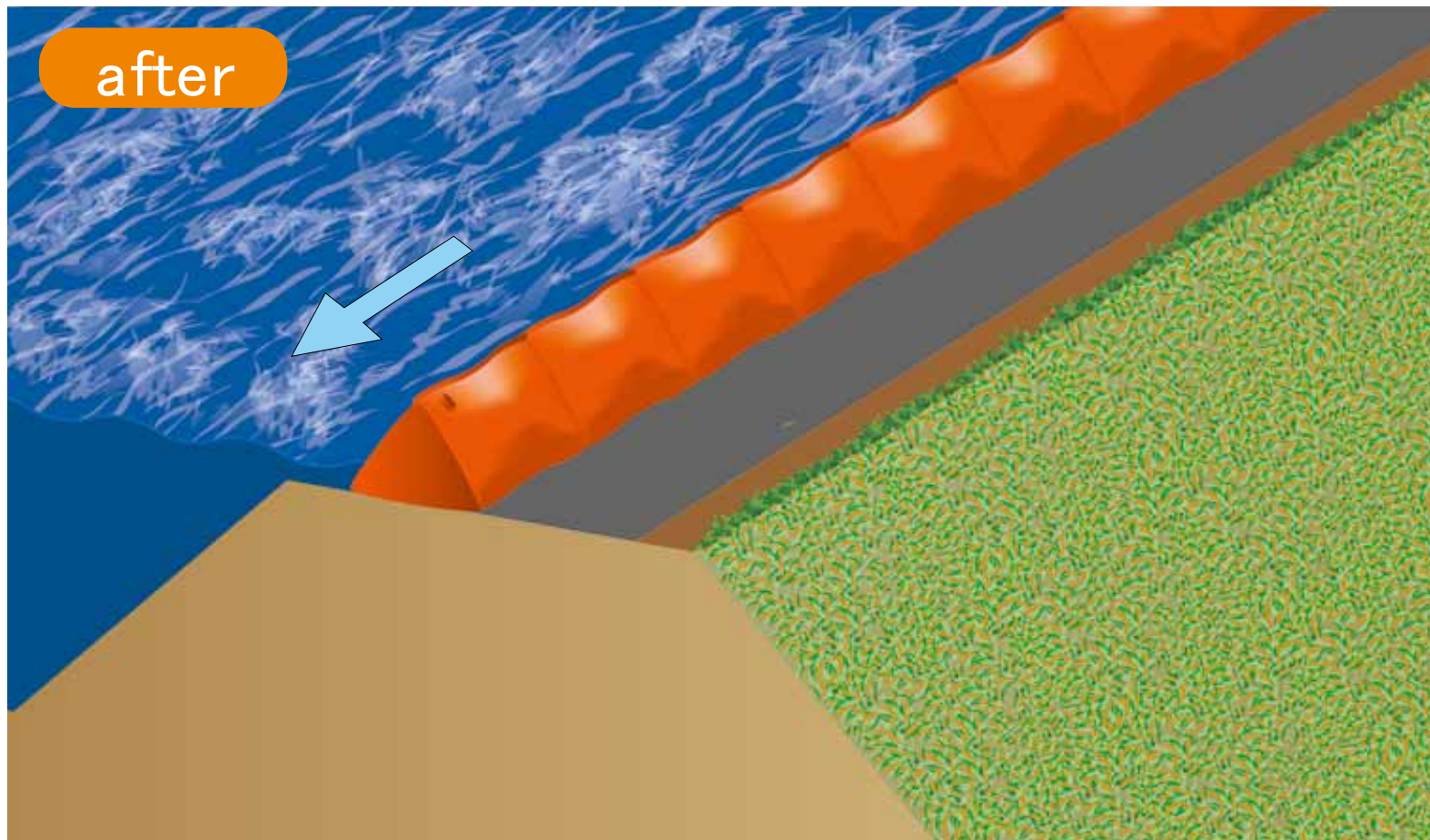
2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■水のあふれ(越水・溢水)対策工: **水マット工**

このような効果が・・・

- ・越水・溢水を防ぐ。
- ・組立手順が簡単で、迅速に設置可能である。



2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■漏水対策工

このようなとき・・・出水中、居住地側に漏水が噴き出している。

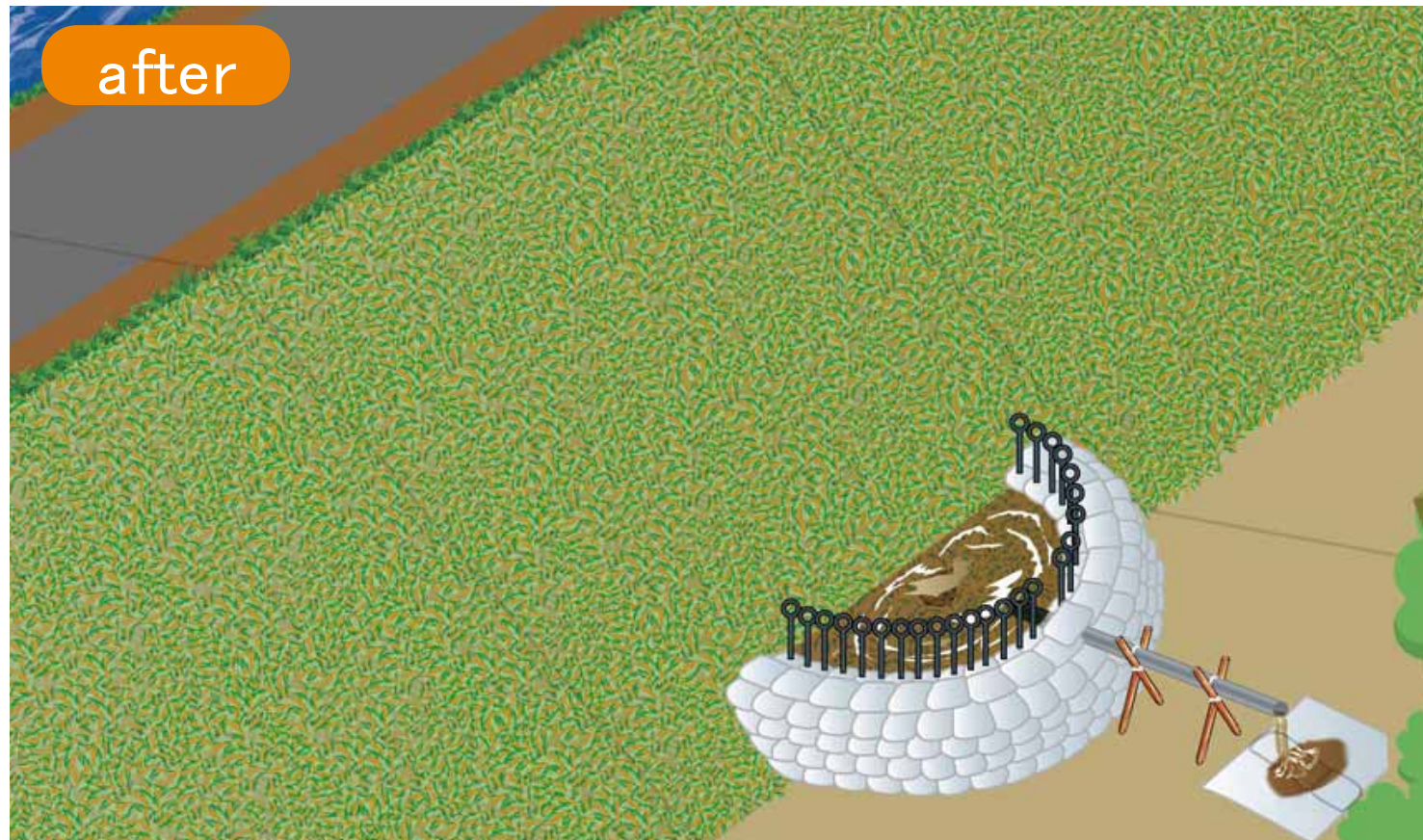


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■漏水対策工：月の輪工

このような効果が・・・ 土のうを積んで河川水位と漏水口との水位差を少なくし、水の圧力を弱め漏水口の拡大を防ぐとともに、堤体土砂の流出を抑える。



2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■漏水対策工

このようなとき・・・**出水中、居住地側の水平部に漏水が発生している。**

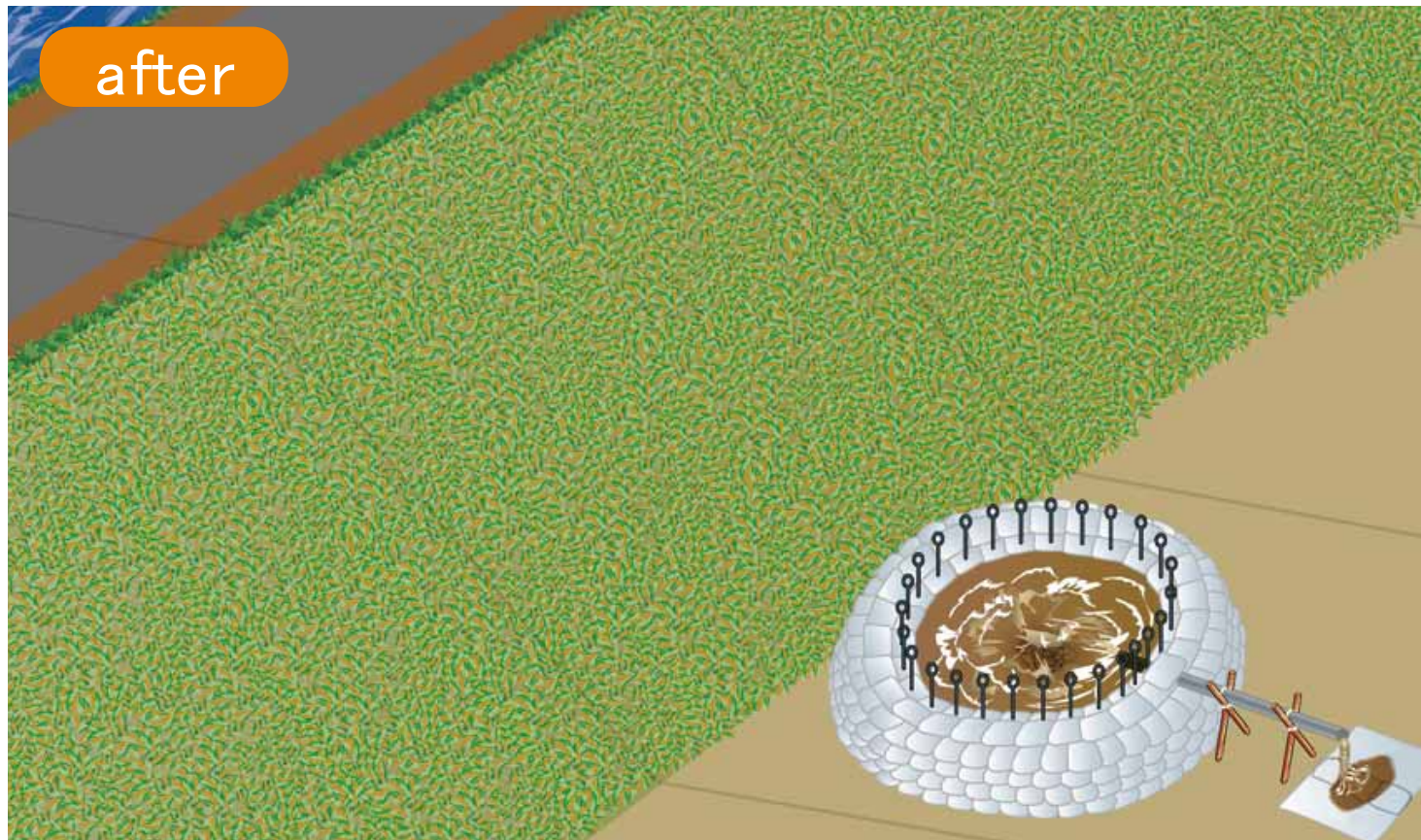


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■漏水対策工：釜段工

このような効果が・・・漏水の吹出口を中心に土のうを積み水を貯え、その水圧により水の噴出の拡大を防ぐとともに、堤体土砂の流出を抑える。

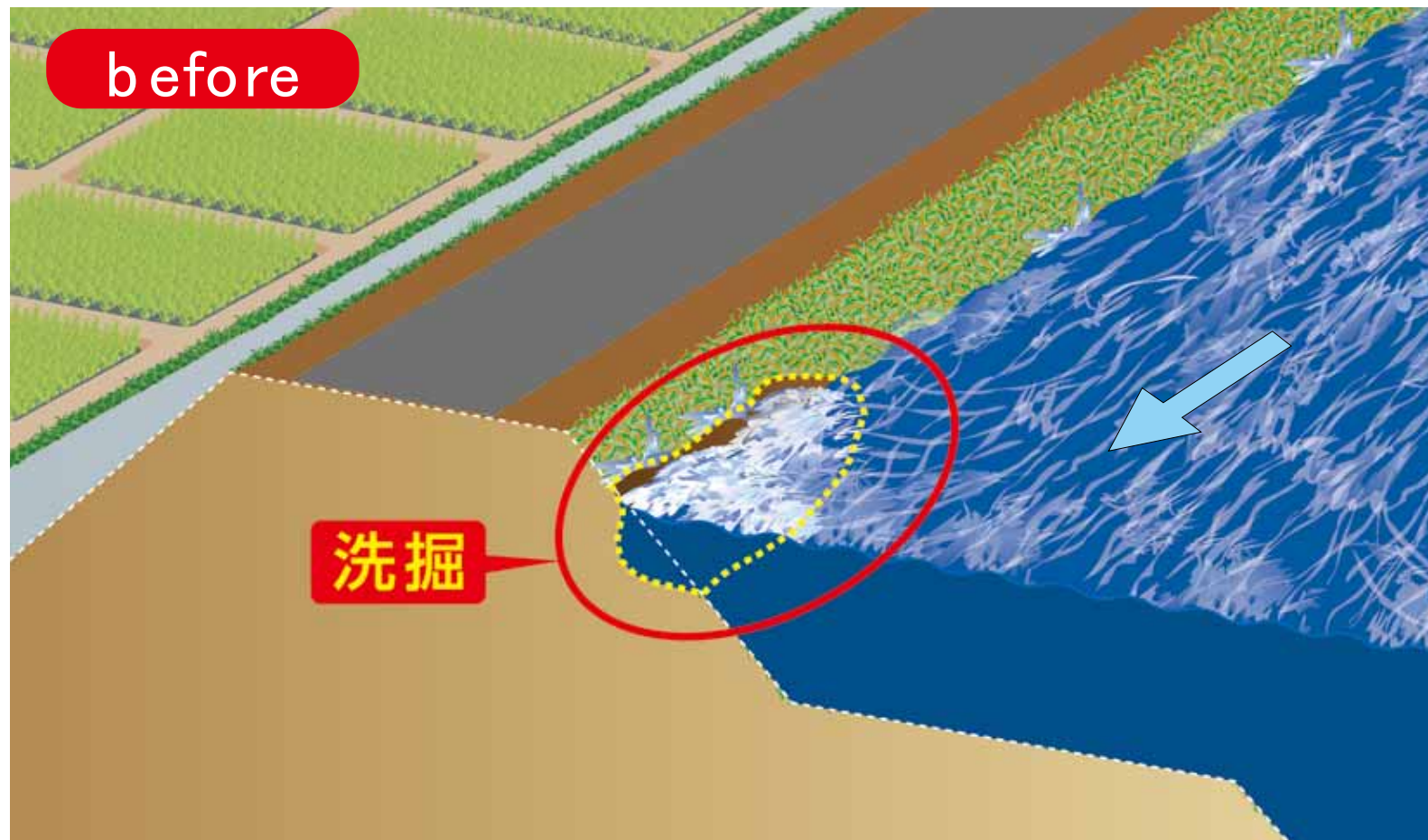


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■深掘れ(洗掘)対策工

このようなとき・・・堤防川側が崩れ始めた。

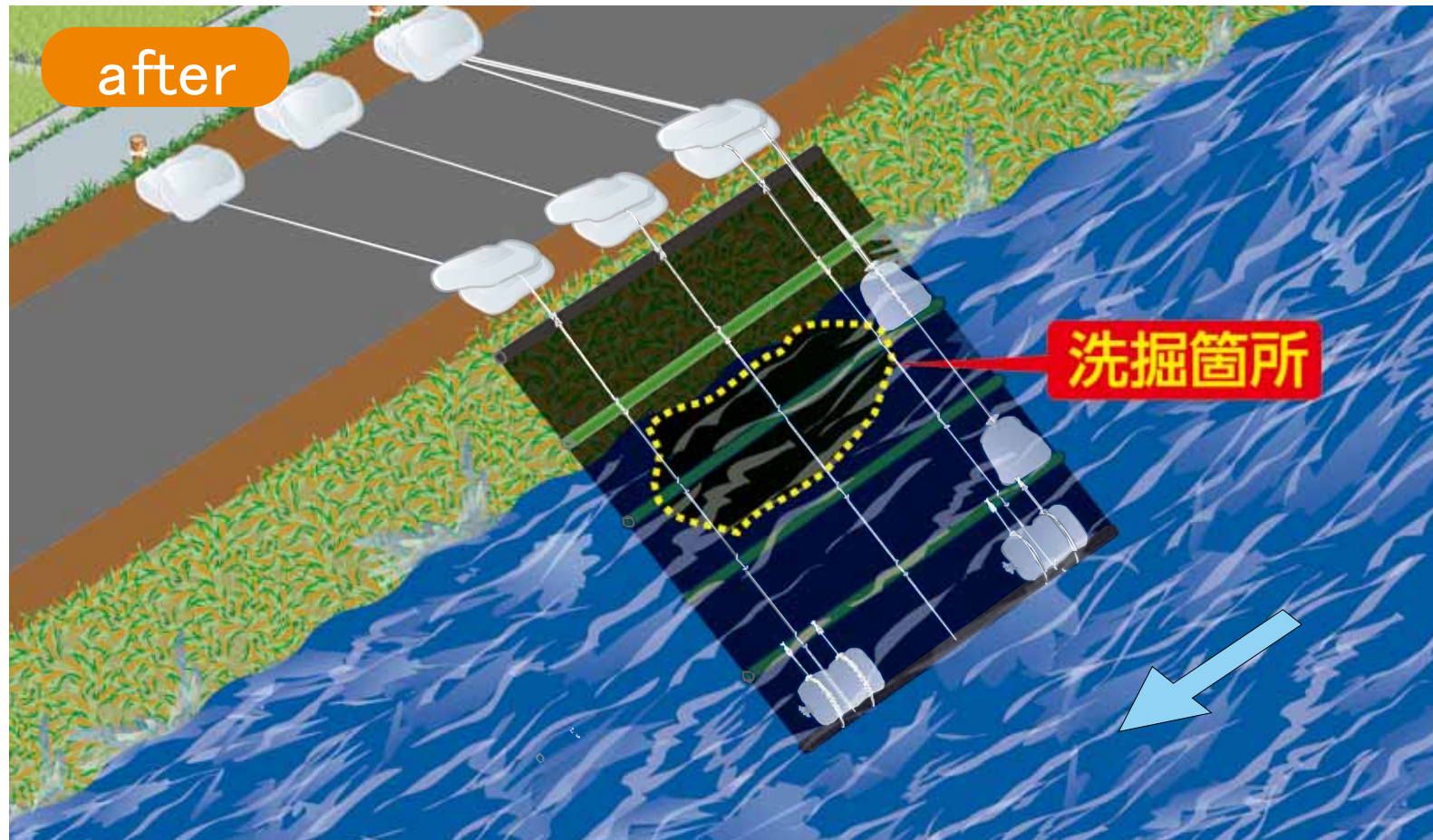


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■深掘れ(洗掘)対策工:シート張り工

このような効果が・・・ 堤防川側が崩れるのを防ぐ。

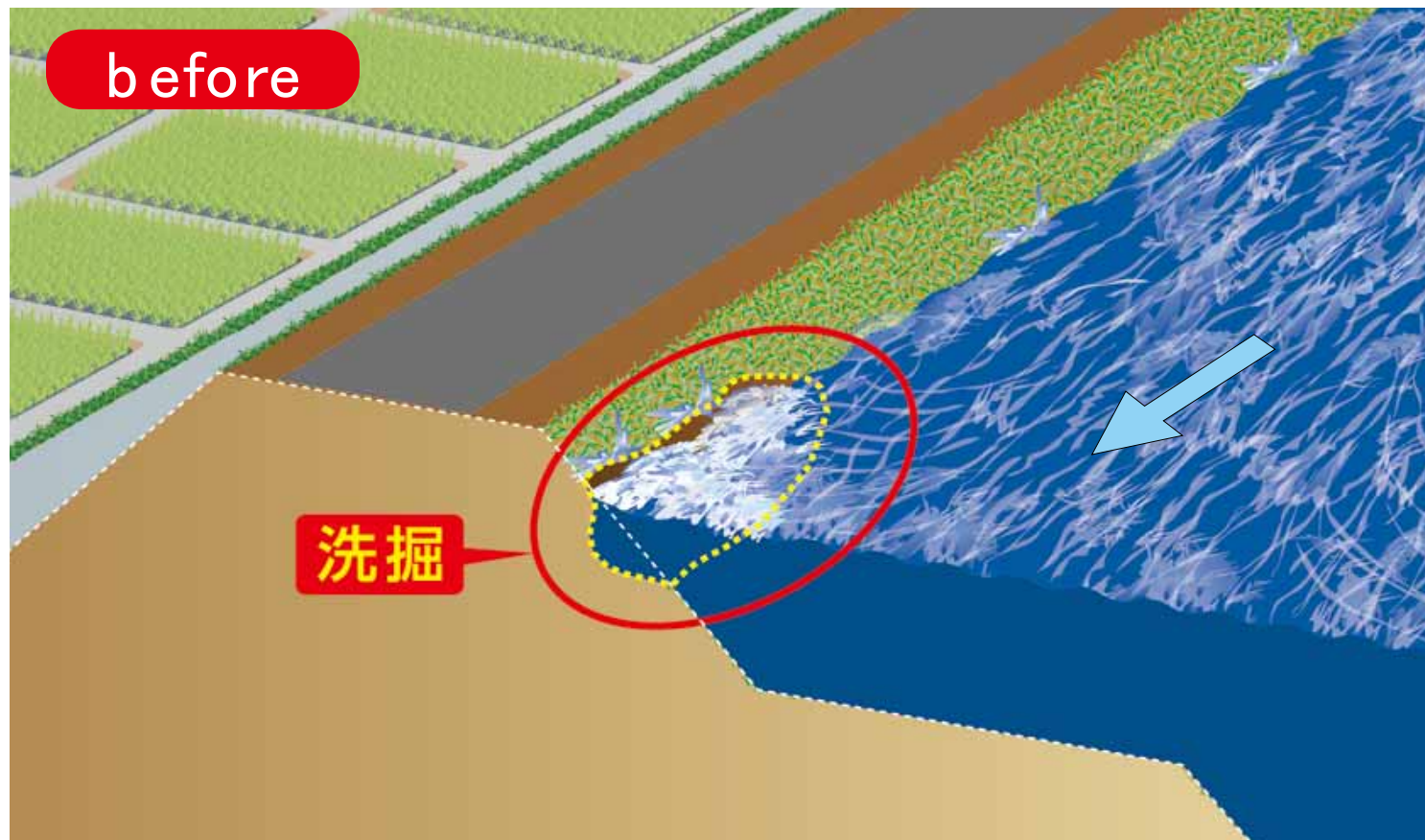


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■深掘れ(洗掘)対策工

- このようなとき……
- ・川の流れが速くなってきている。
 - ・川の流れが激しく堤防にぶつかり、洗掘は始めている。



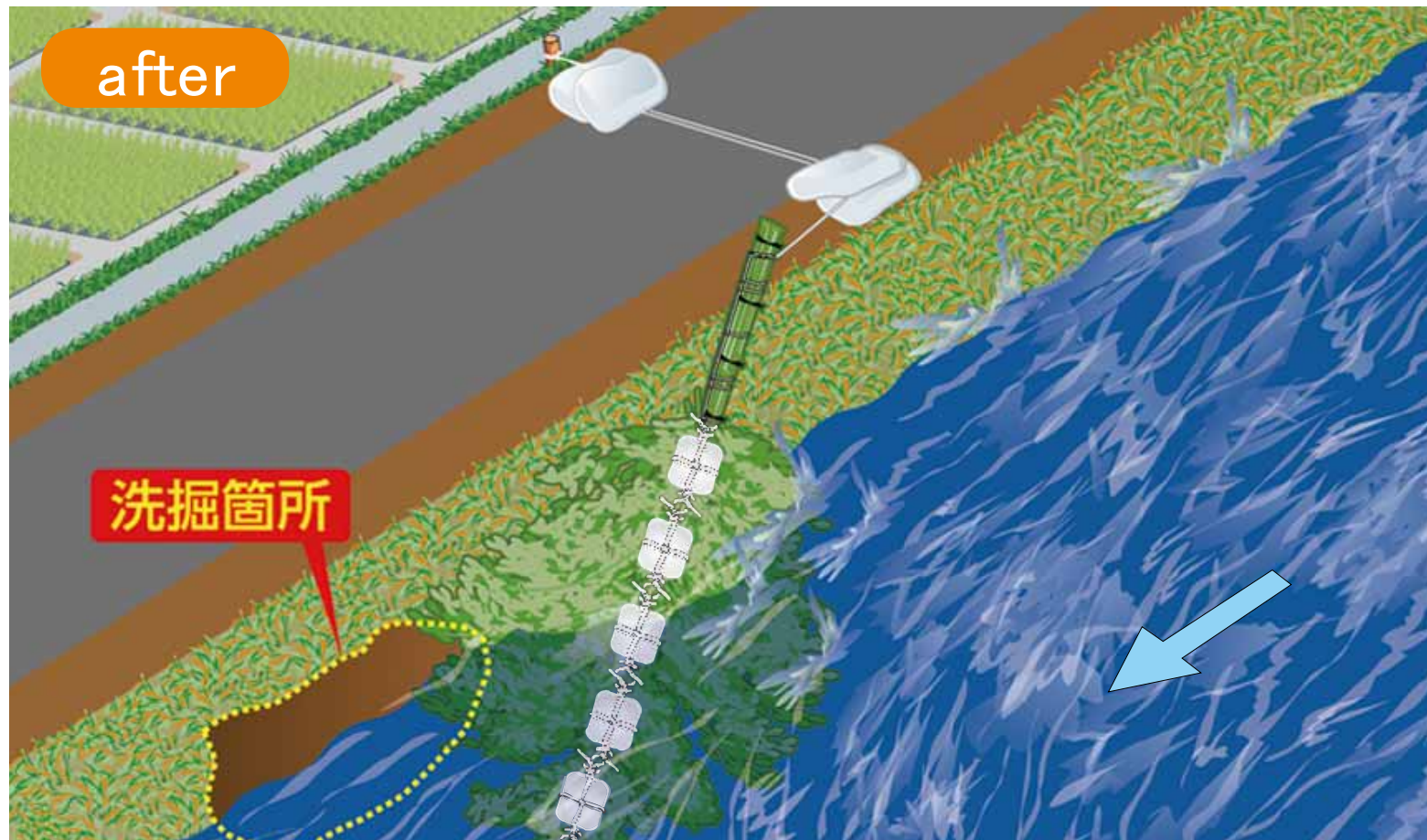
2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■深掘れ(洗掘)対策工:木流し工(竹流し工)

このような効果が・・・

- ・川の流れをゆるやかにする。
- ・堤防川側の斜面が崩れるのを防ぐ。

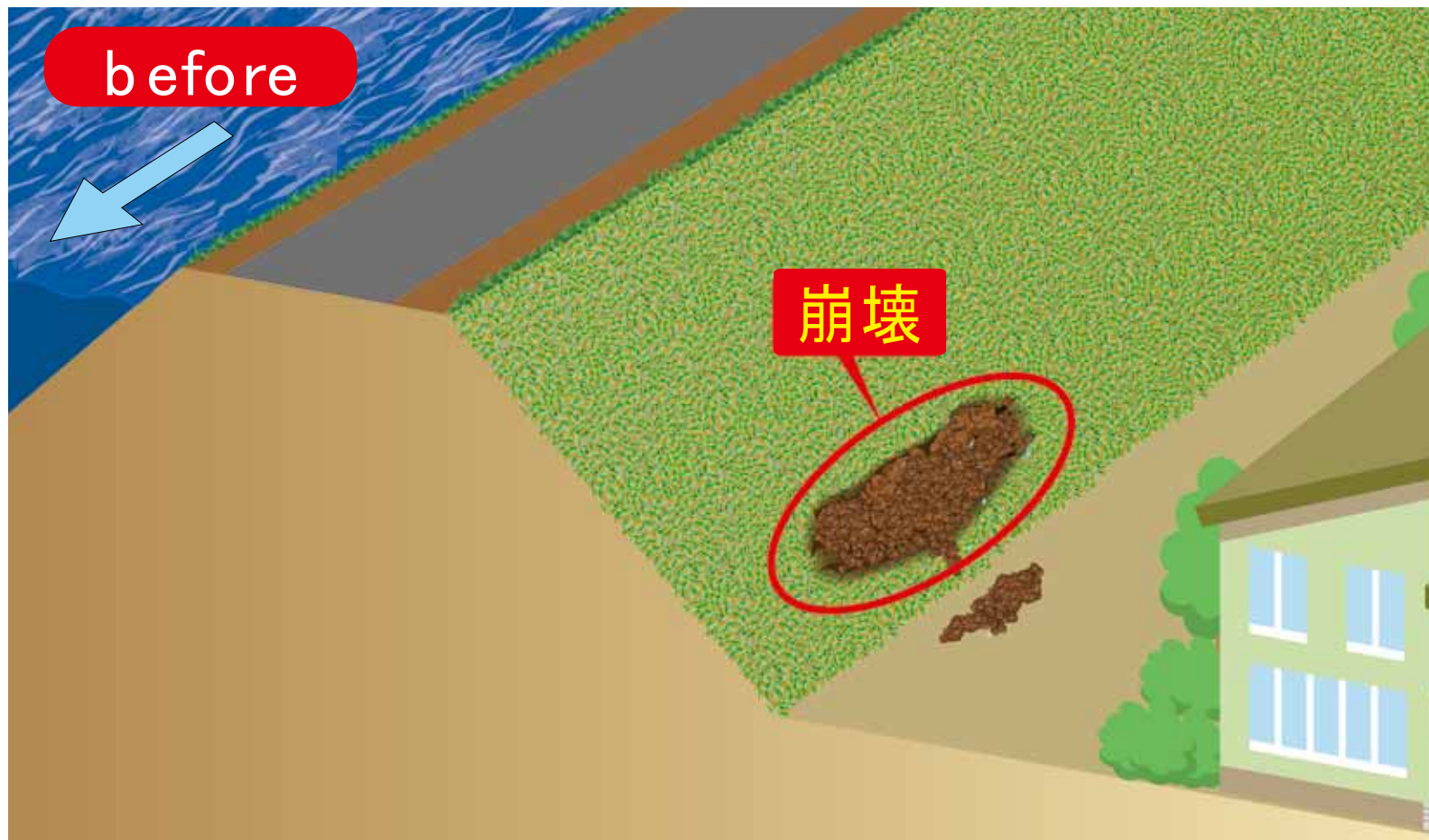


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■斜面の崩れ(崩壊)対策工:

- このようなとき……
- ・居住地側、堤防の斜面が崩れ始めた。
 - ・または、崩れそうになった。

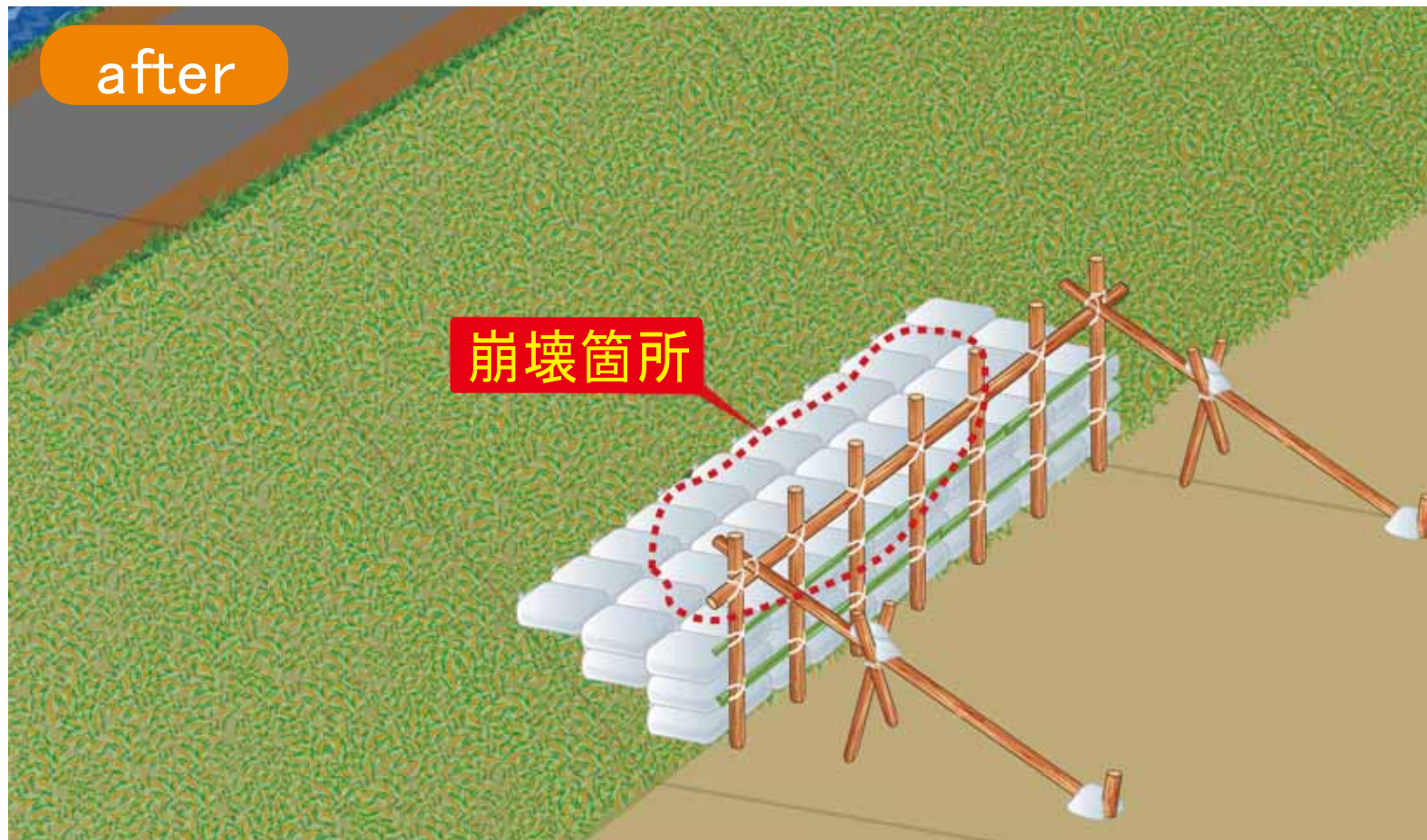


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■斜面の崩れ(崩壊)対策工:杭打ち積み土のう工

このような効果が・・・ 居住地側、堤防の斜面が崩れるのを防ぐ。



2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■亀裂対策工

このようなとき……川側の堤防のり面に亀裂や崩壊が発生した。

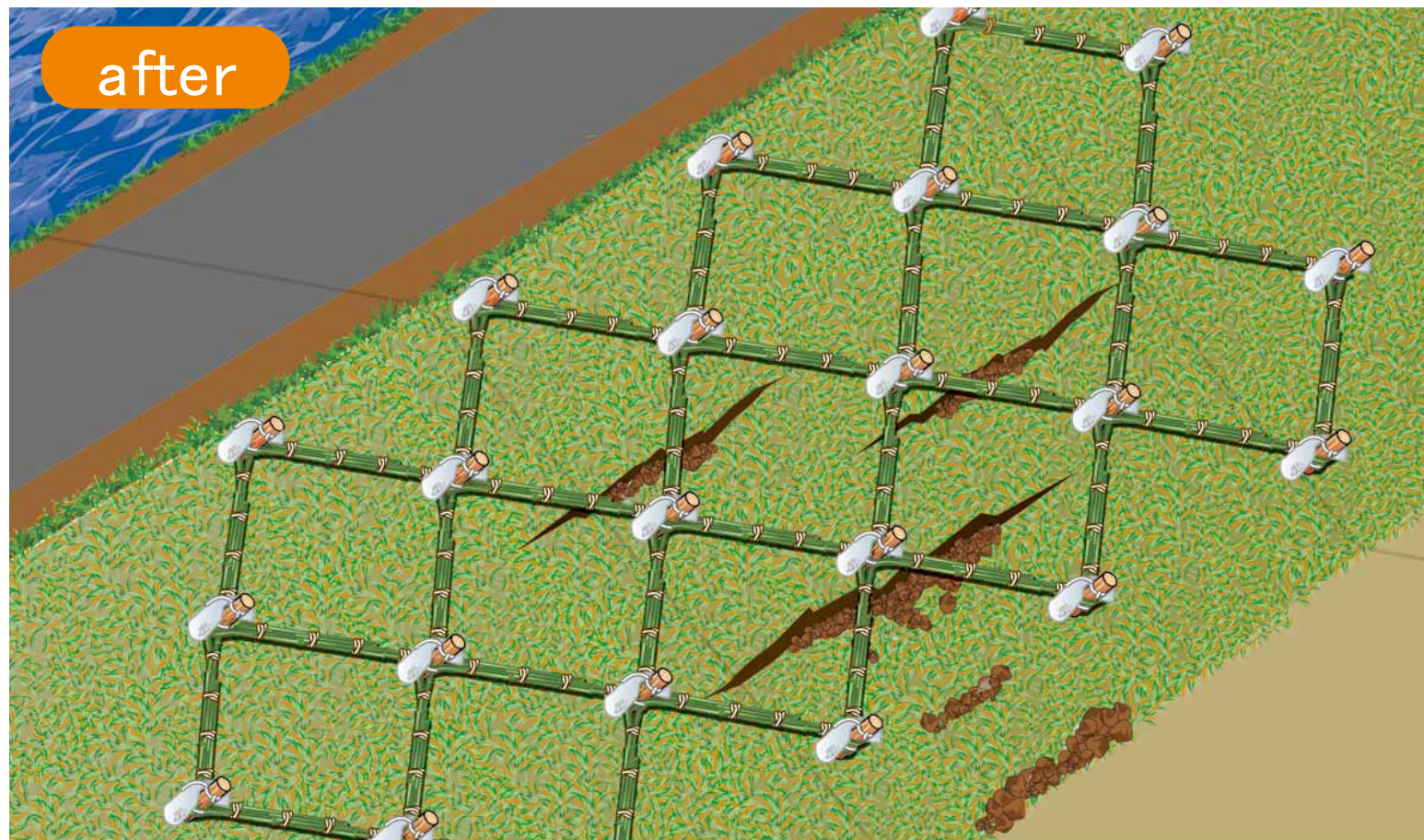


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■亀裂対策工：籠止め工

このような効果が・・・亀裂や崩壊箇所等に等間隔に打ち込んだ杭と杭を割竹でつなぎ、その力で亀裂の拡大を防ぐ。

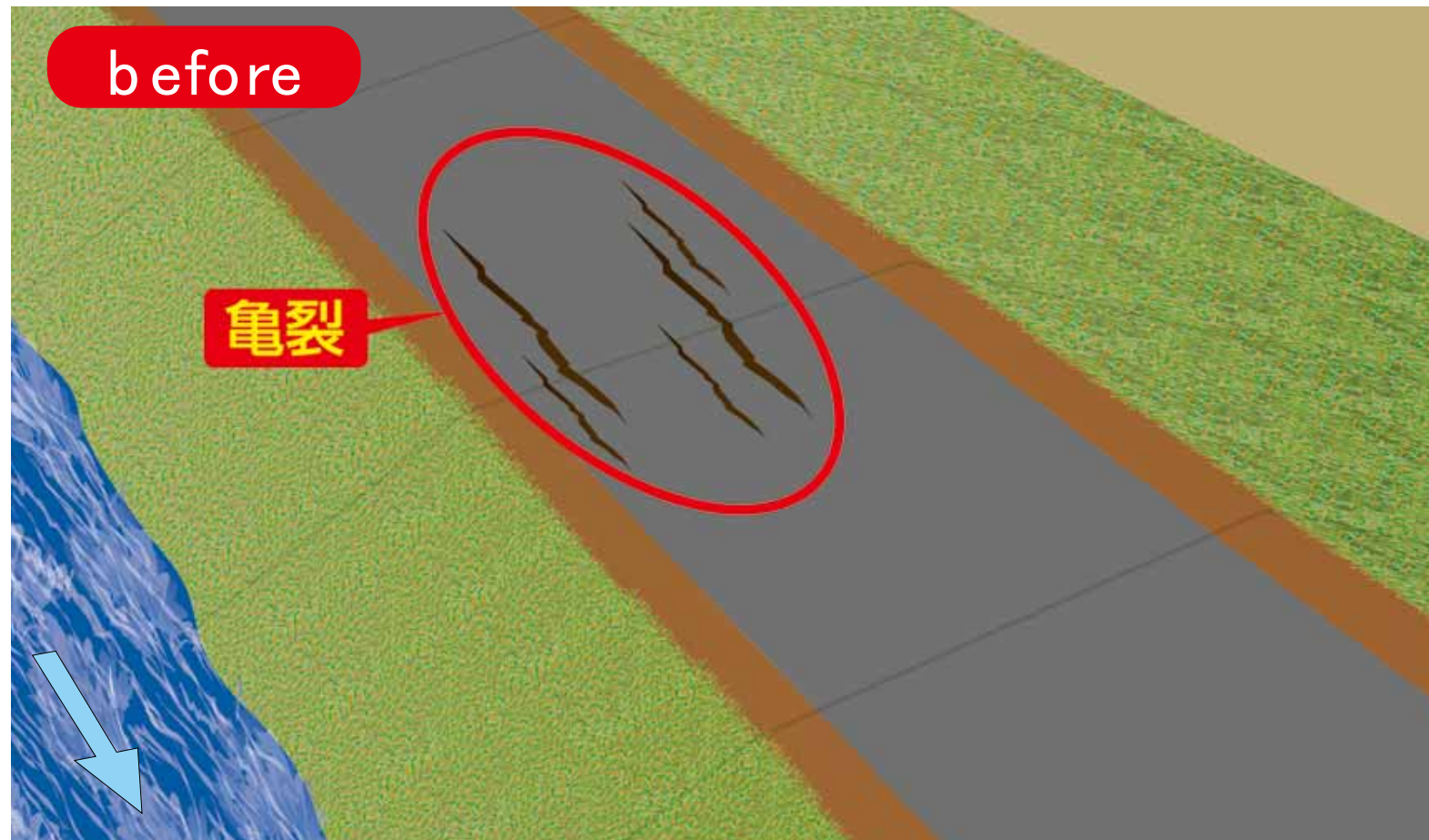


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■亀裂対策工

このようなとき……堤防上に亀裂が発生した場合。

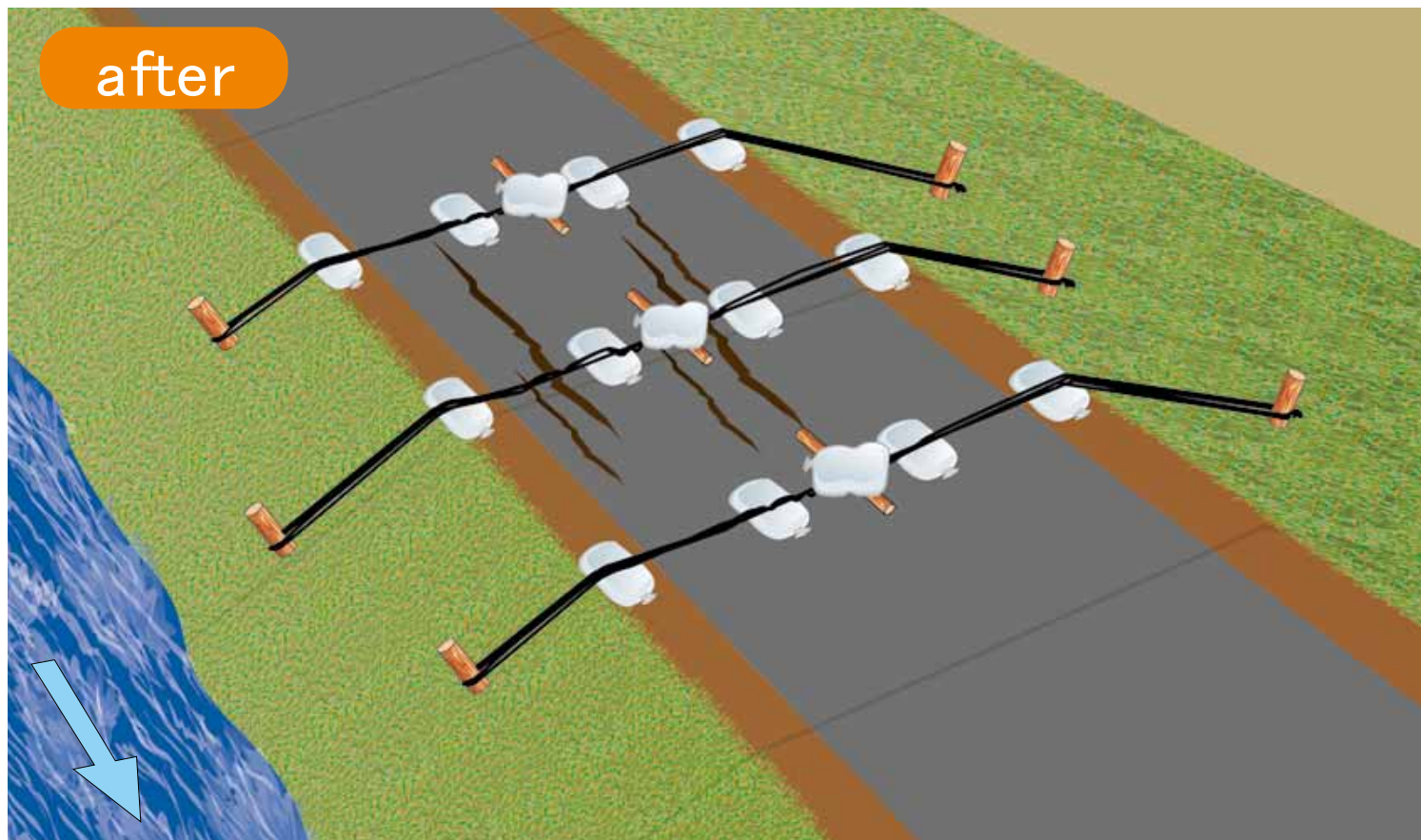


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■亀裂対策工：打ち継ぎ工

このような効果が・・・亀裂箇所等に等間隔に打ち込んだ杭と杭を鉄線でつなぎ、ねじり締め、その力で亀裂の拡大を防ぐ。



2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■亀裂対策工

このようなとき……堤防のり面に亀裂が発生した場合。

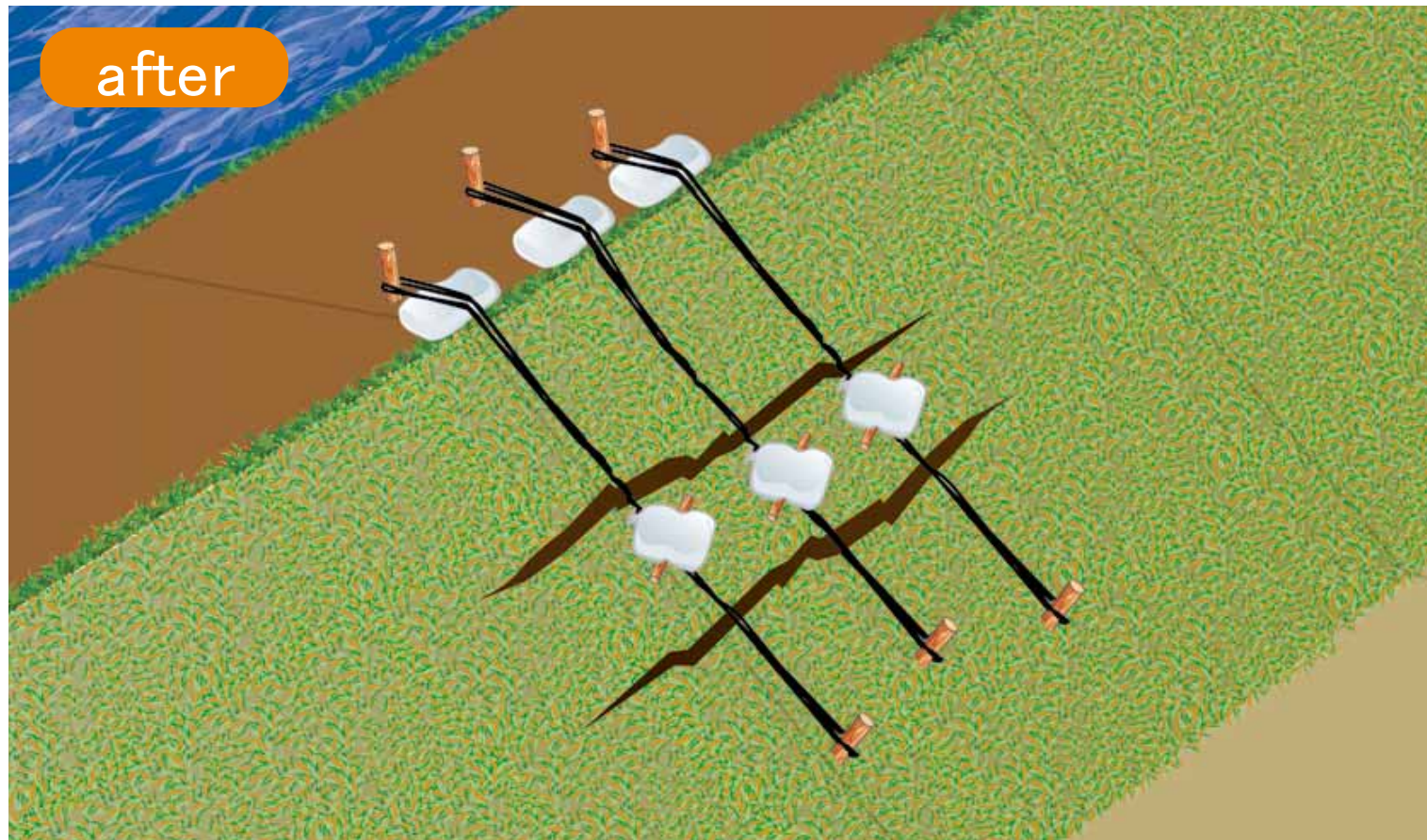


2.3 水防工法の原理

■代表的な水防工法の原理

■亀裂対策工：繋ぎ縫い工

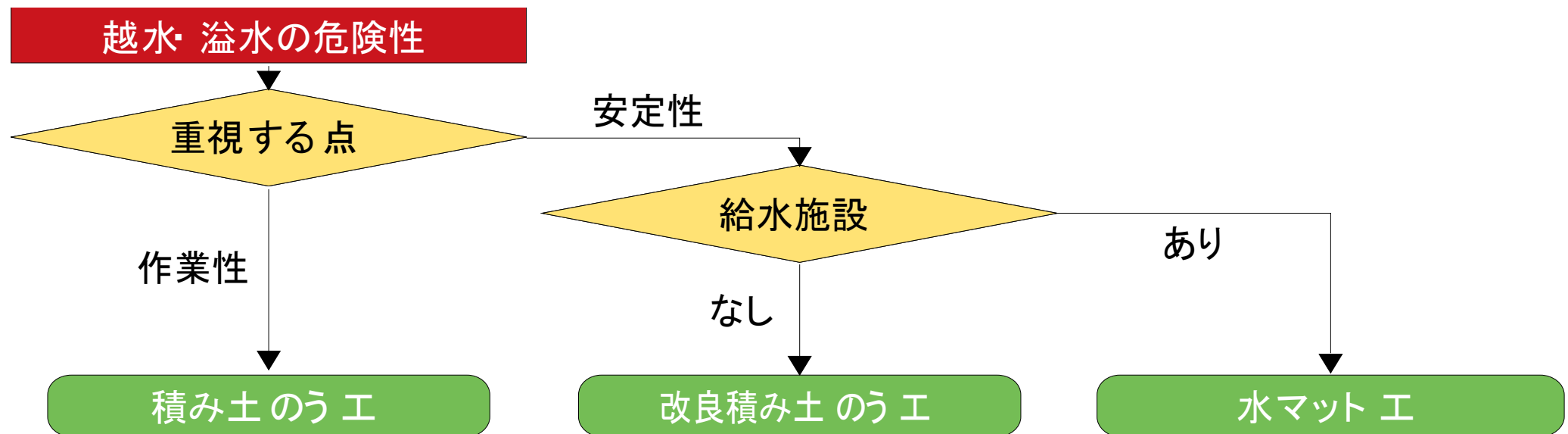
このような効果が・・・亀裂箇所等に等間隔に打ち込んだ杭と杭を鉄線でつなぎ、ねじり締め、その力で亀裂の拡大を防ぐ。



2.4 水防工法の選定

■水防工法の選定フロー

●水のあふれ(越水・溢水)対策工

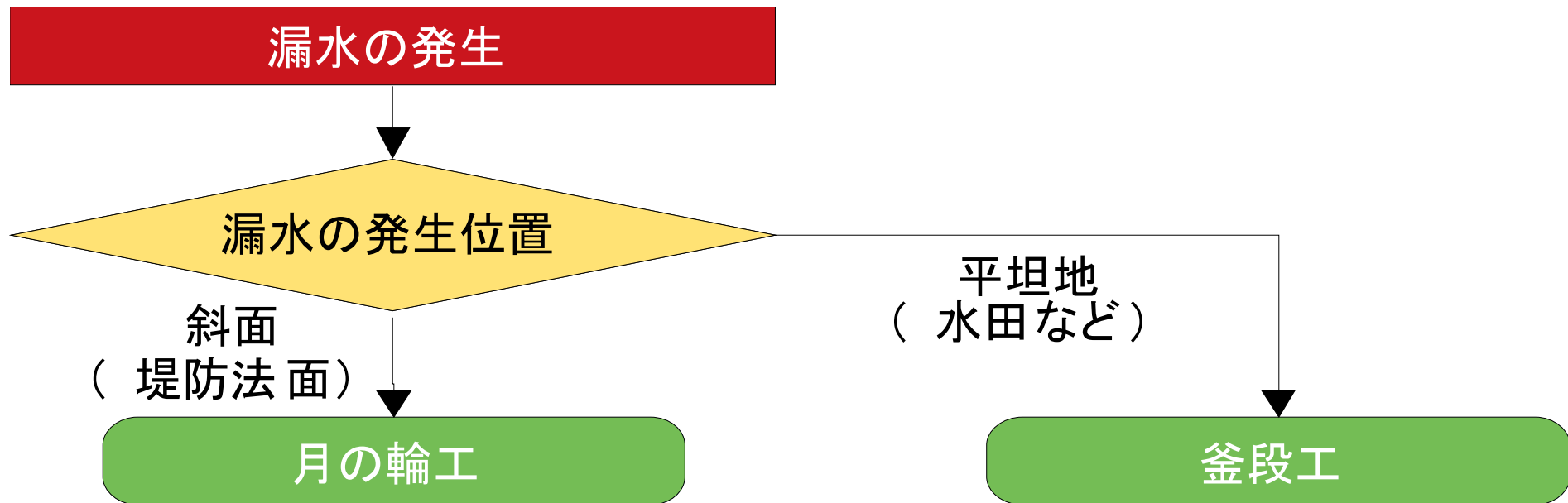


対策延長に対して人員が不足している場合など、作業性を重視する場合には積み土のう工が適しています。一方、対策の安定性を重視する場合には、「改良積み土のう工」や「水マット工」が適していますが、「水マット工」は給水施設の有無により使用が制約されます。

2.4 水防工法の選定

■水防工法の選定フロー

●漏水対策工

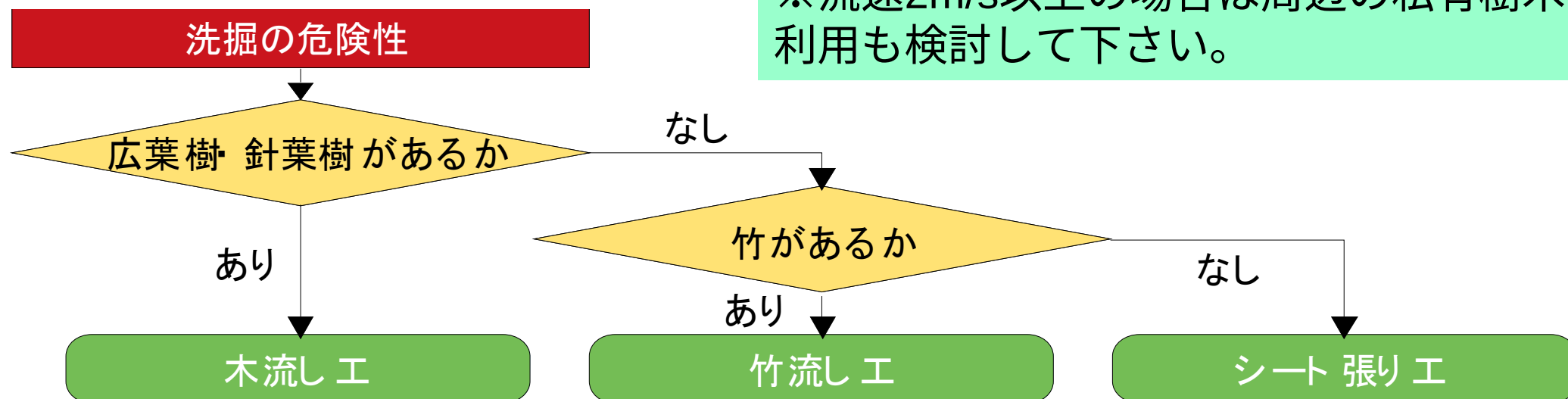


「月の輪工」、「釜段工」はともに漏水による土砂の流出を防ぐ工法ですが、その発生箇所により使い分けます。

2.4 水防工法の選定

■水防工法の選定フロー

●深掘れ(洗掘)対策工



「シート張り工」は、シートを備蓄しておくことで迅速に対策が可能ですが、流速が大きくなると、めくれ上がってしまいます。

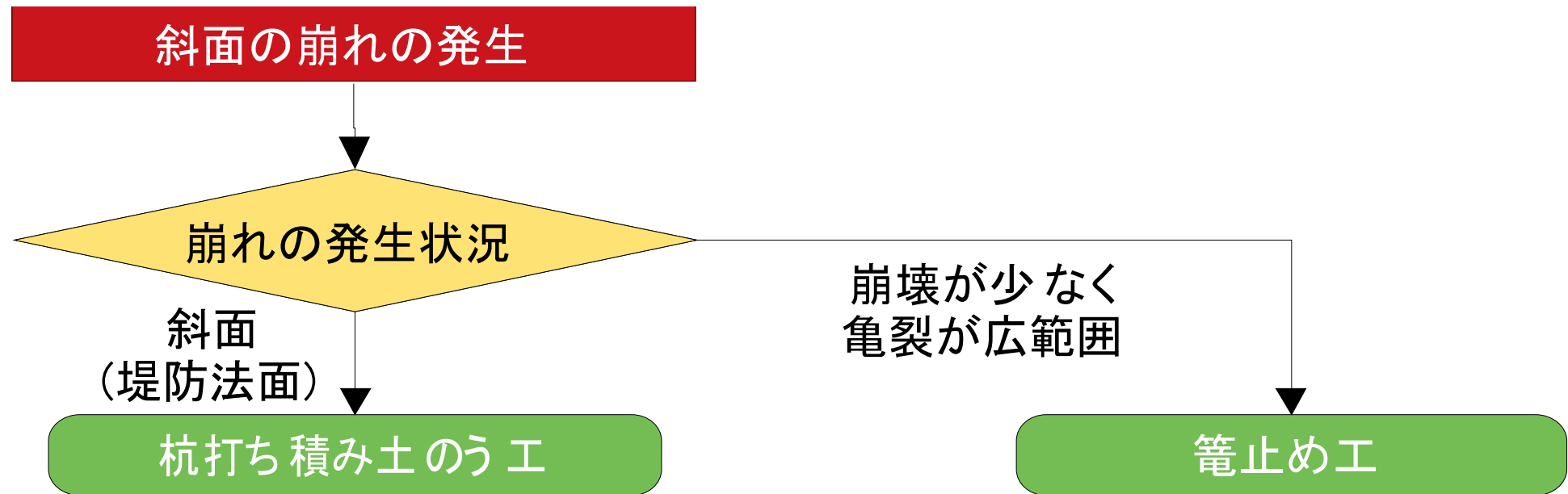
(およそ2m/s(ゆっくりとジョギングする速さ)が目安です。)

そのため、現場周辺の樹木や竹を使った「木流し工」、「竹流し工」を優先に考えます。

2.4 水防工法の選定

■水防工法の選定フロー

●斜面の崩れ(崩壊)対策工

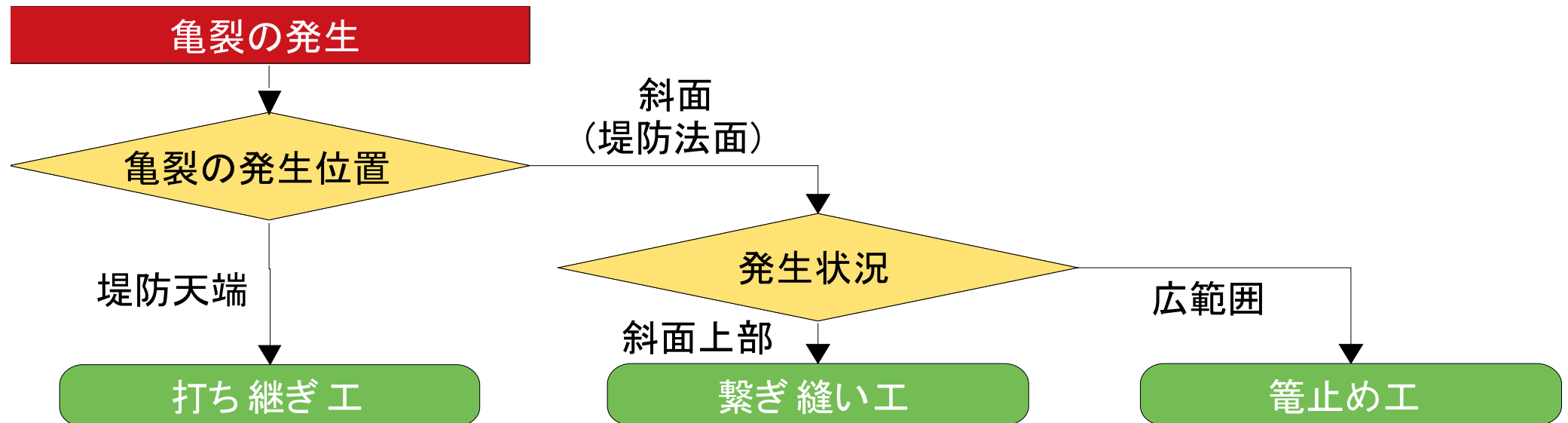


斜面の崩れに対しては「杭打ち積み土のう工」が適していますが、崩壊が小さく亀裂が広範囲の場合には、亀裂対策として考えられる、竈止め工も効果が期待できます。

2.4 水防工法の選定

■水防工法の選定フロー

●亀裂対策工

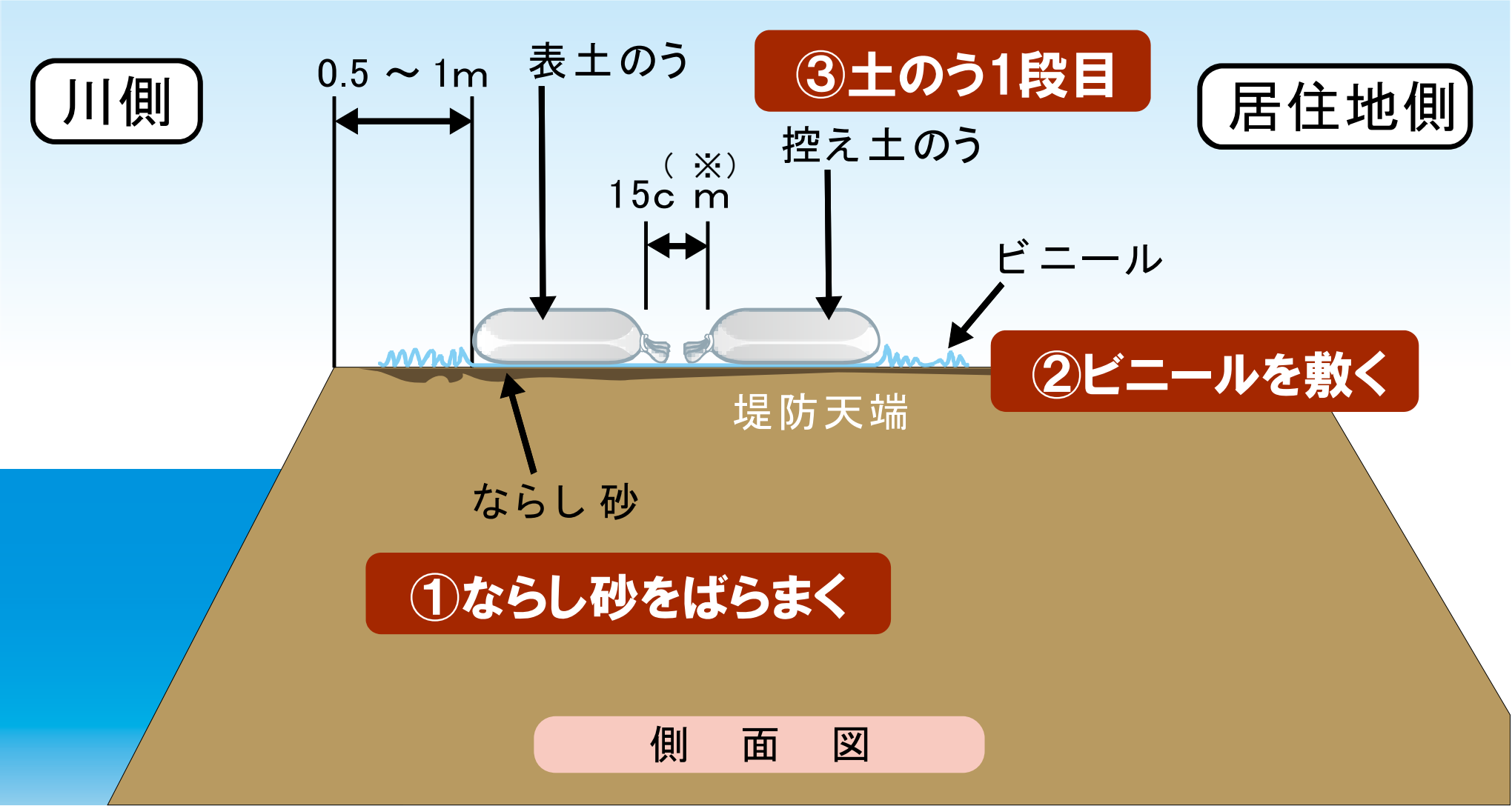


亀裂の発生箇所が堤防天端の場合は「打ち継ぎ工」が適しており、斜面の場合はその発生状況(上部のみ、或いは広範囲)に応じて、「繋ぎ縫い工」、「竈止め工」を使い分けます。

第3章 水防工法の作成手順

(注)水防工法の作成手順は、団体により様々
ですので、所属の団体でマニュアル等を整備
されている場合は、そちらに従って下さい。

3.1 積み土のう工



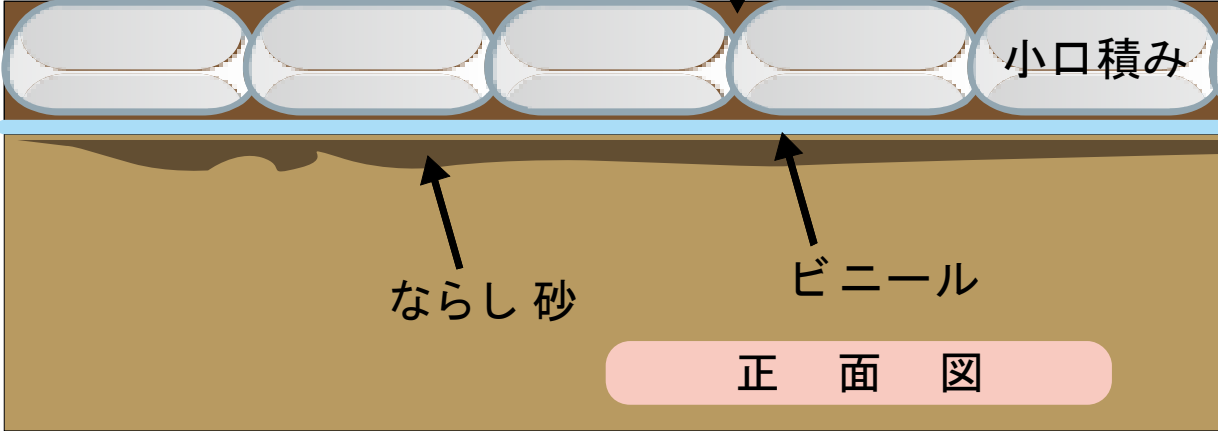
※間隔 15c mは標準値。越水・溢水の水力を考慮して広くすることもあります。

3.1 積み土のう工

上流側

下流側

継ぎ目には間詰め砂をいれて「たこづち」でよく固める。

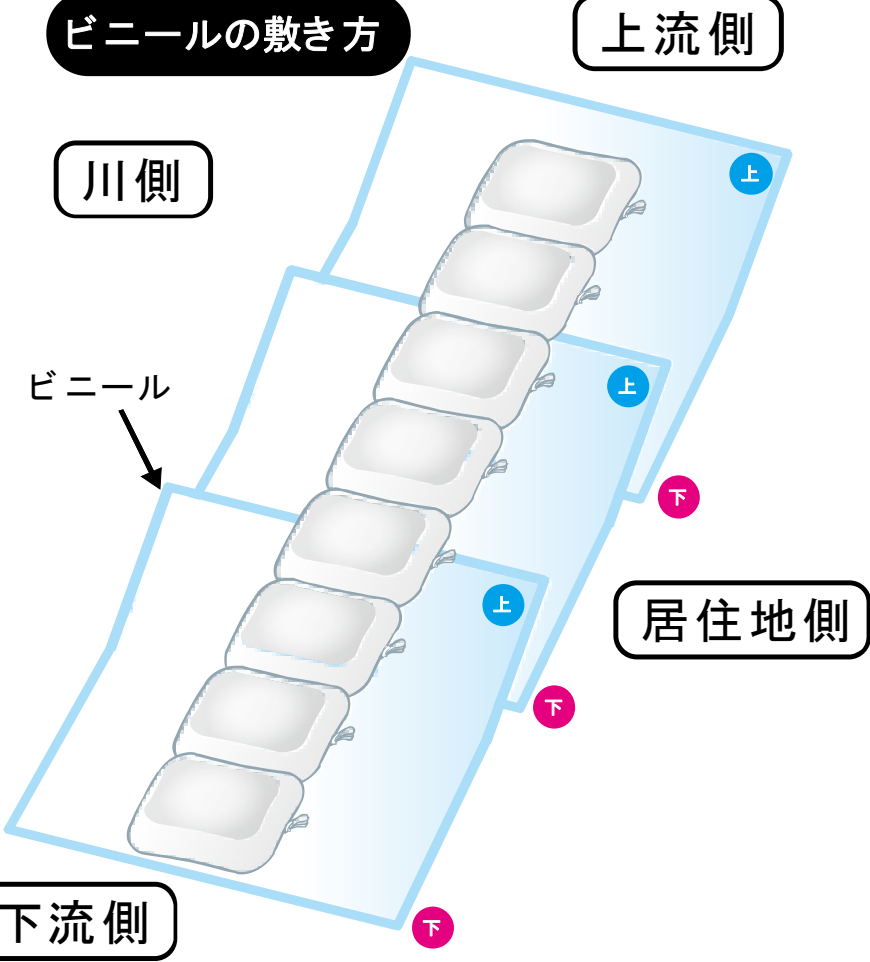


ビニールの敷き方

上流側

川側

ビニール

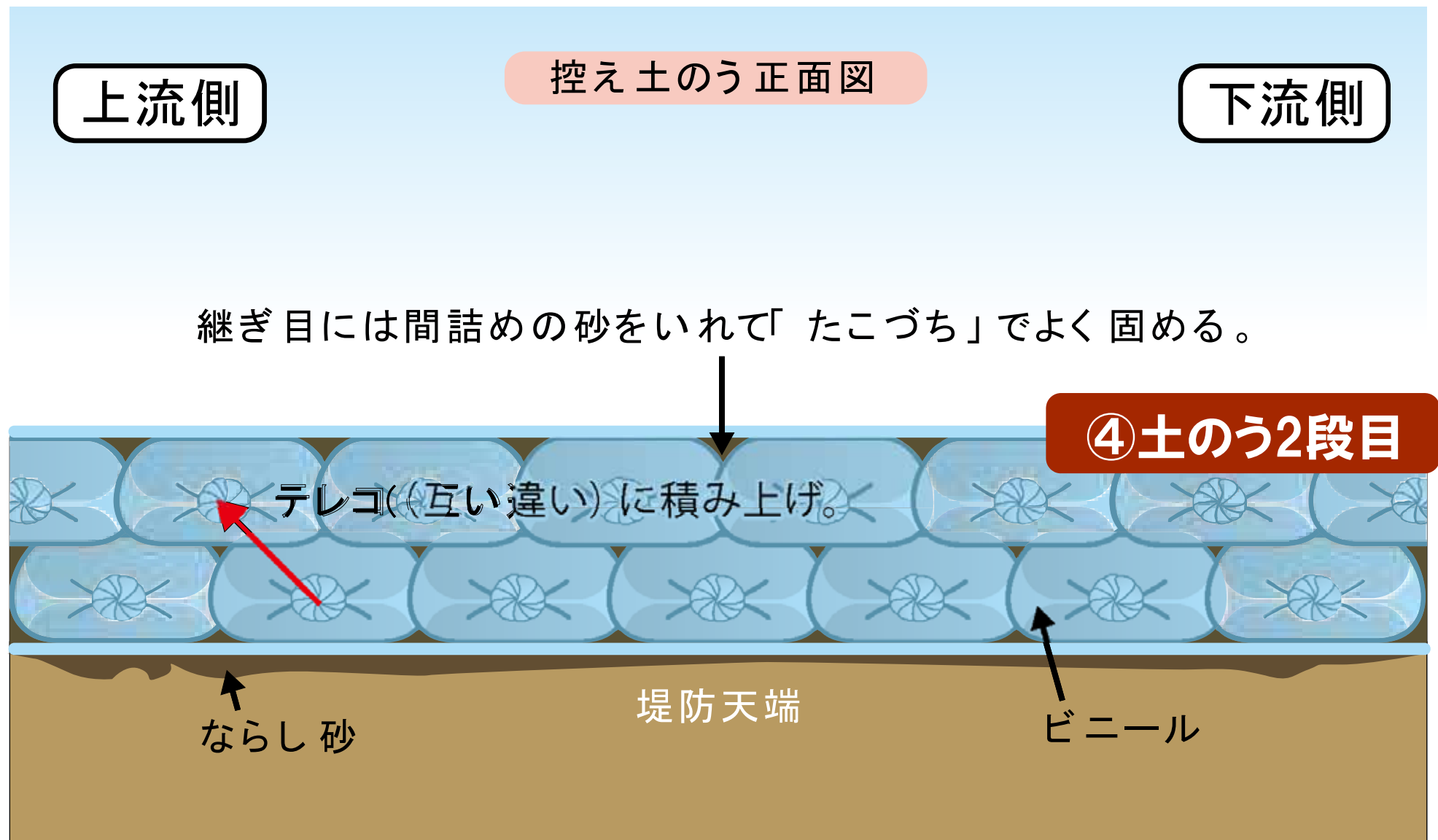


3.1 積み土のう工

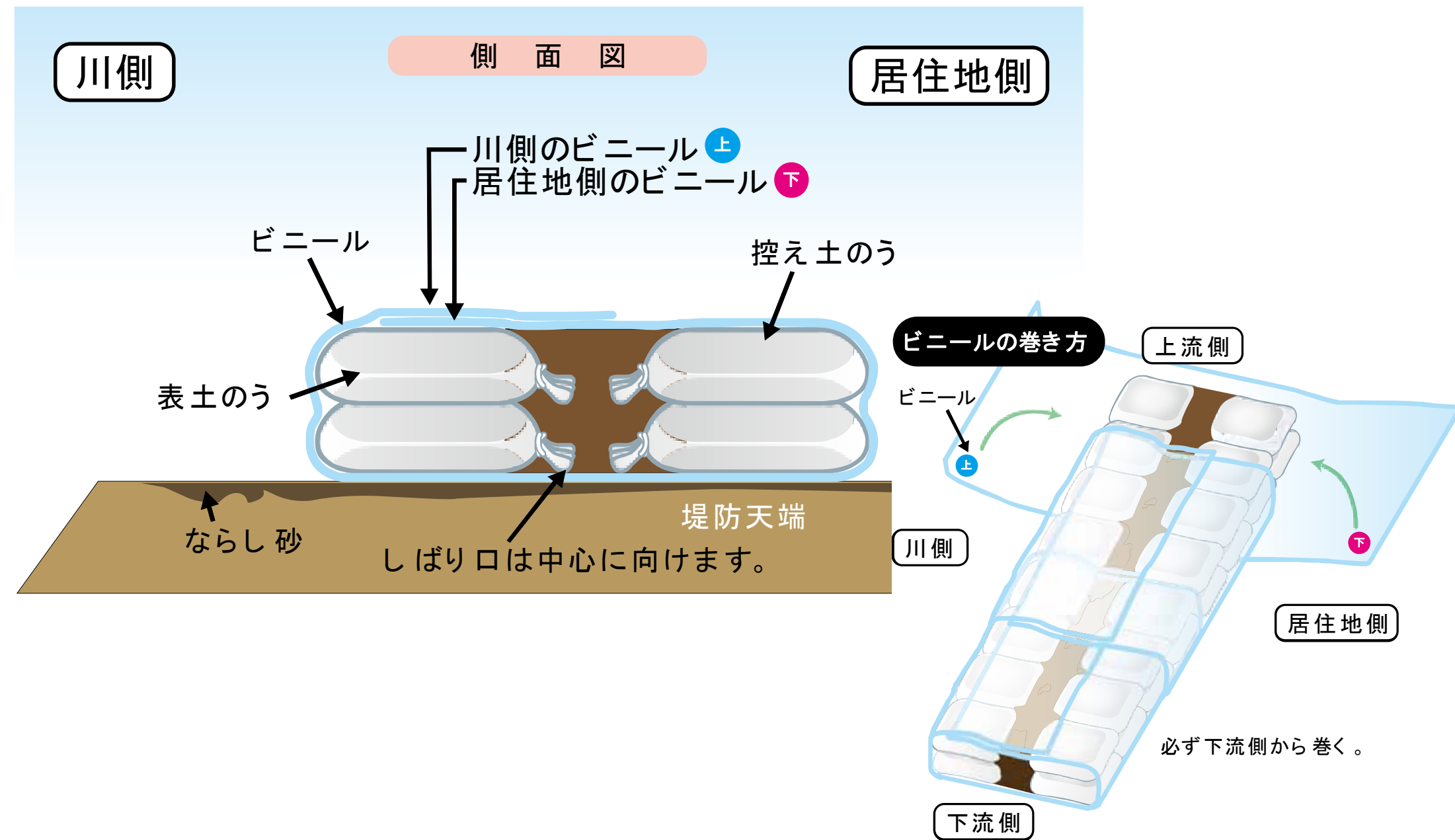


※間隔 15c mは標準値。越水・溢水の水力を考慮して広くすることもあります。

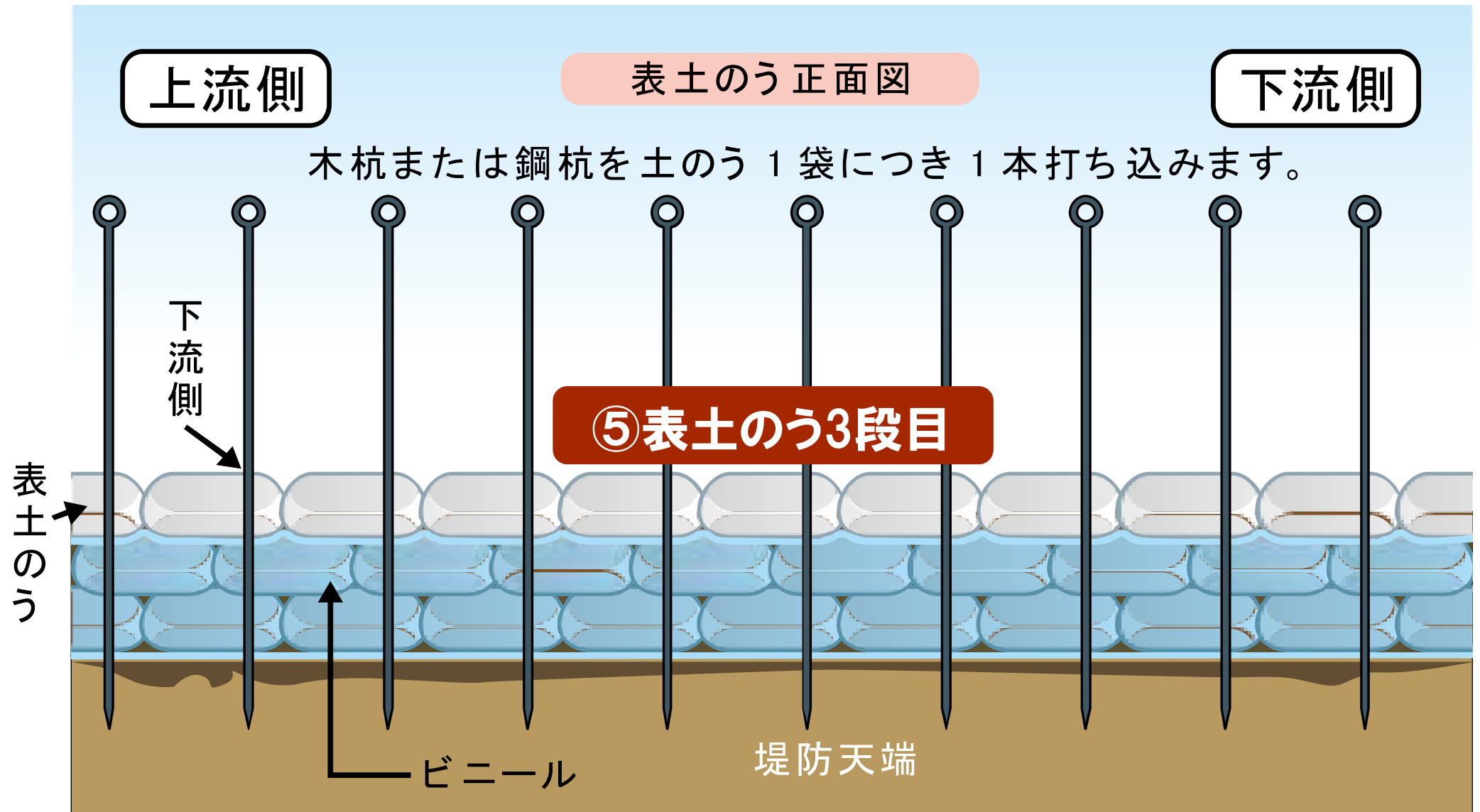
3.1 積み土のう工



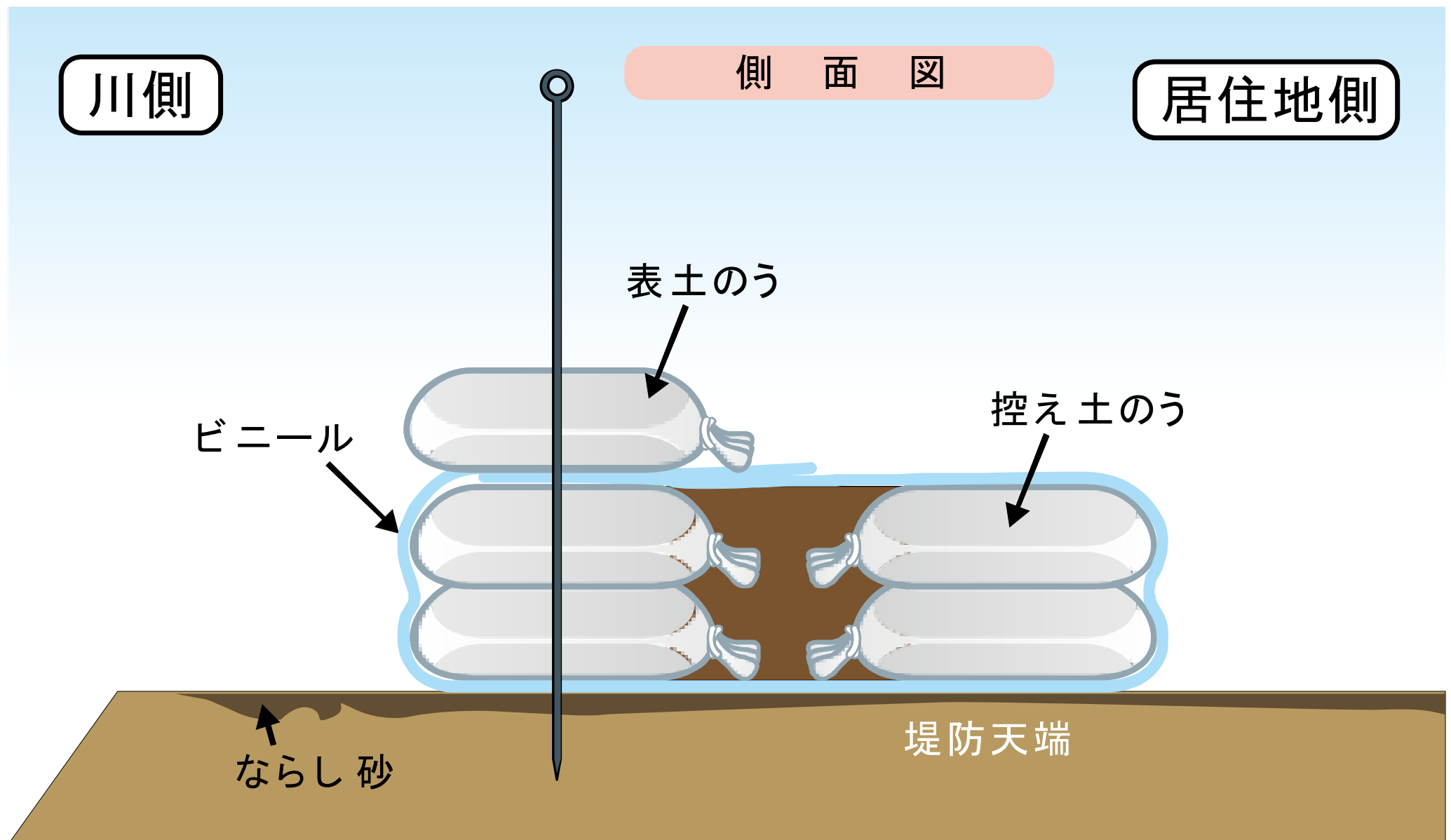
3.1 積み土のう工



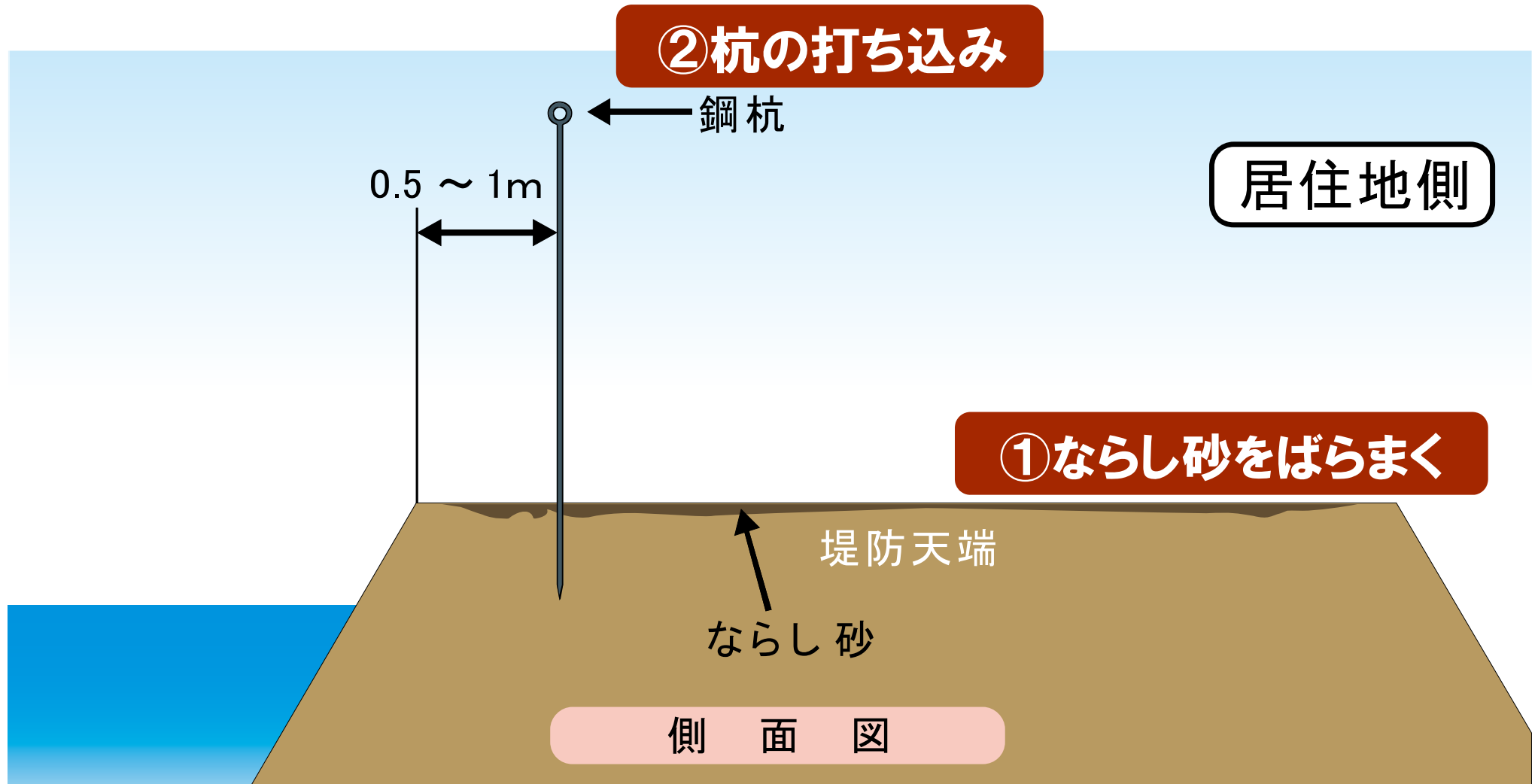
3.1 積み土のう工



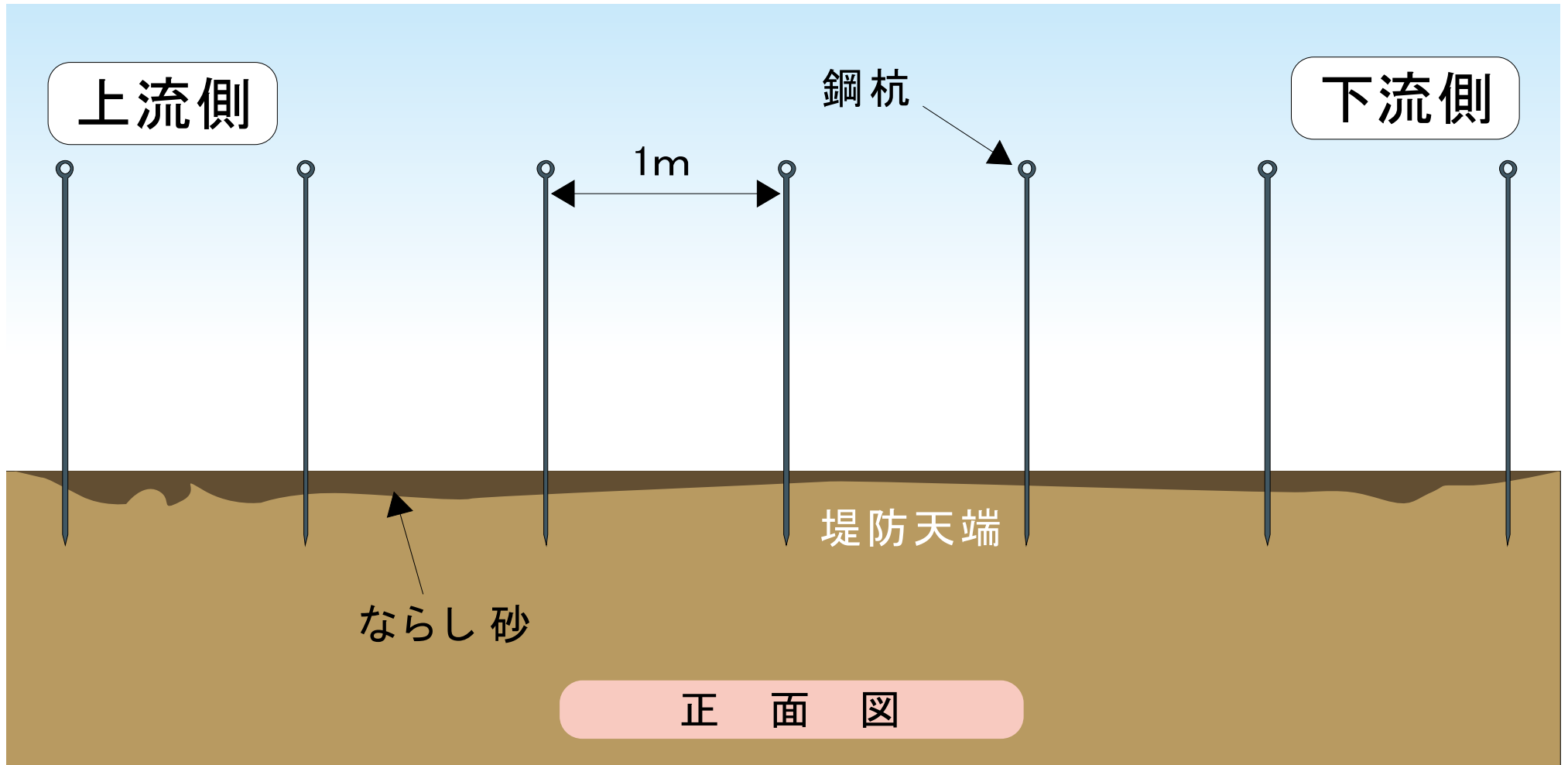
3.1 積み土のう工



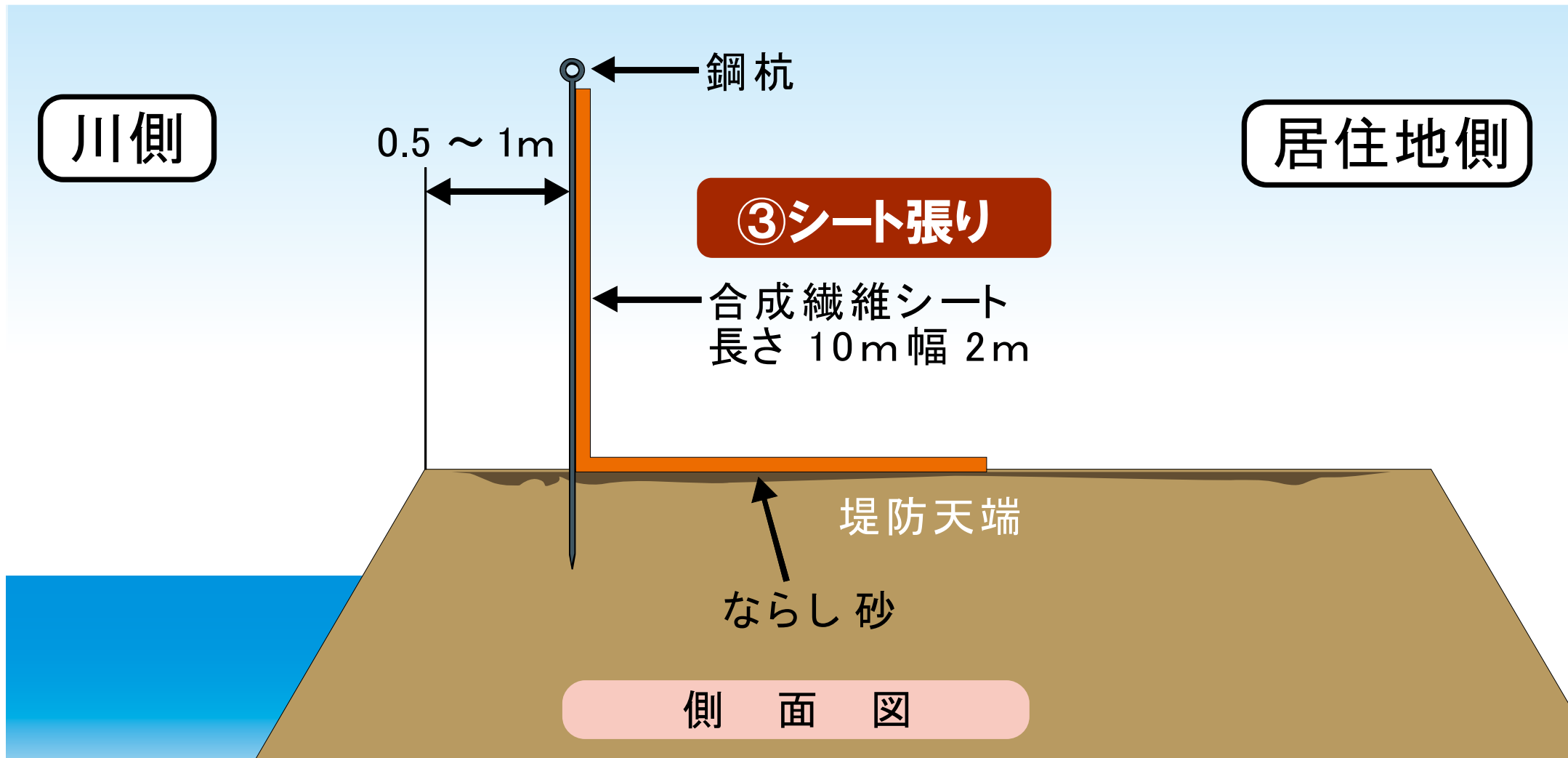
3.2 改良積み土のう工



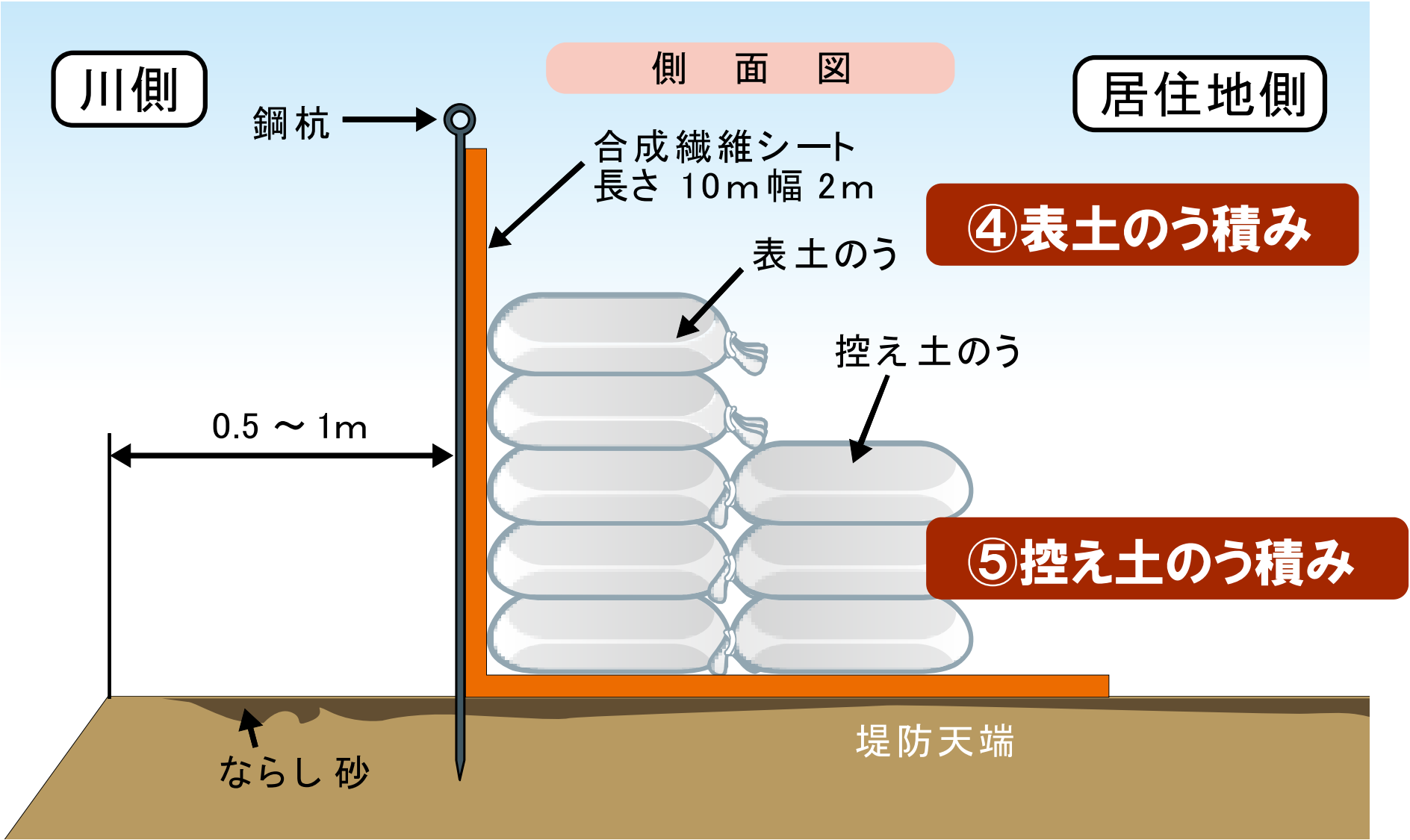
3.2 改良積み土のう工



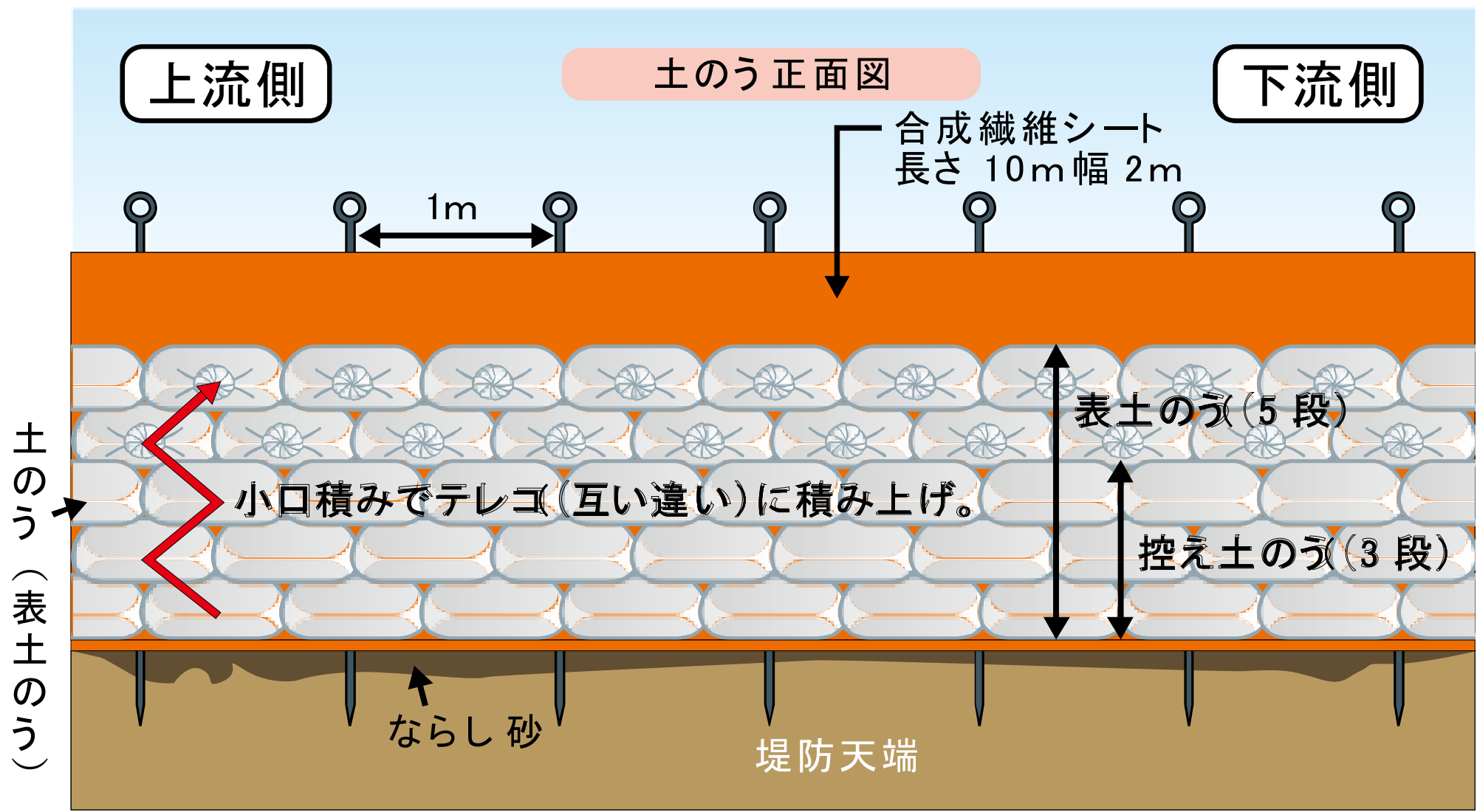
3.2 改良積み土のう工



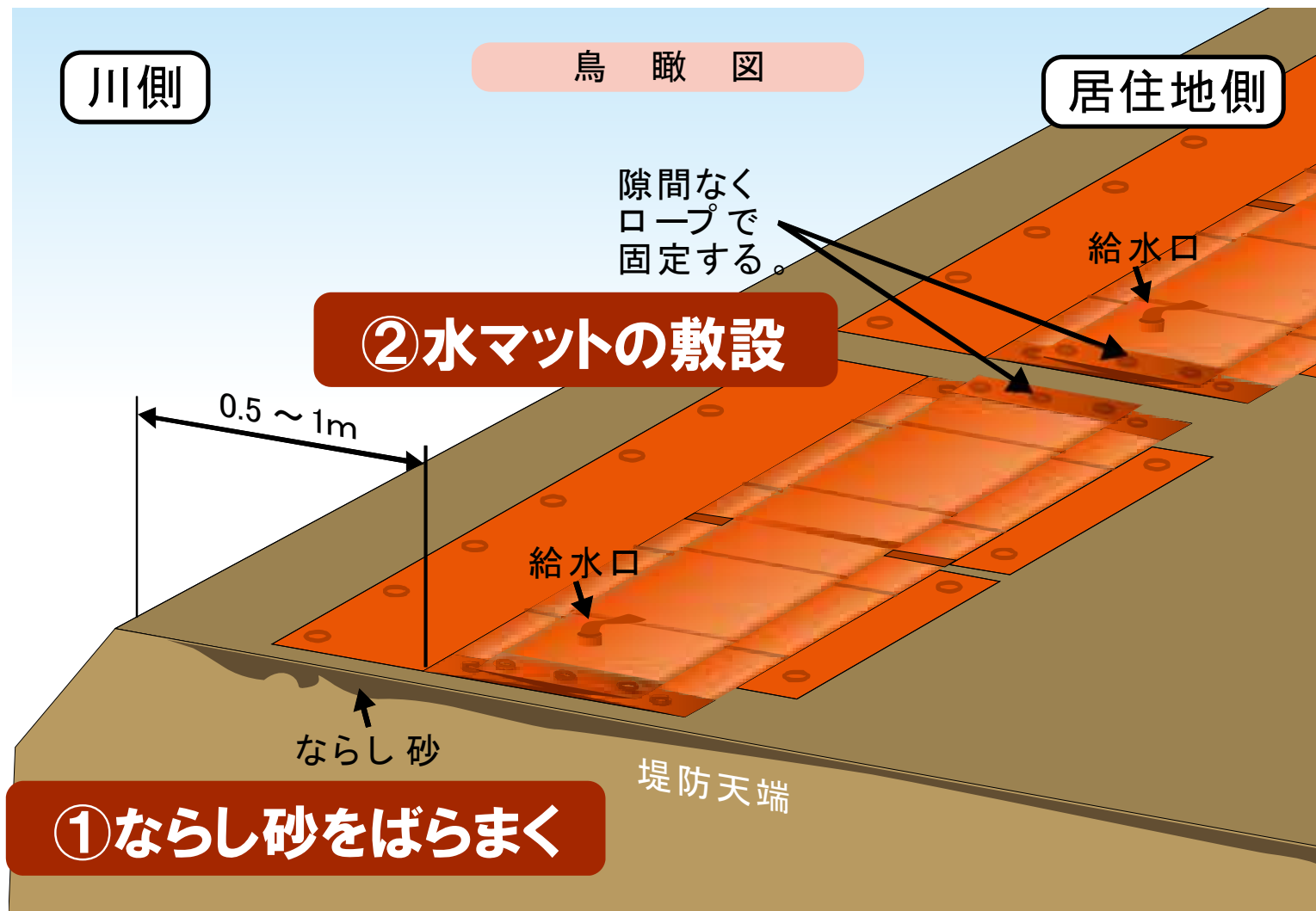
3.2 改良積み土のう工



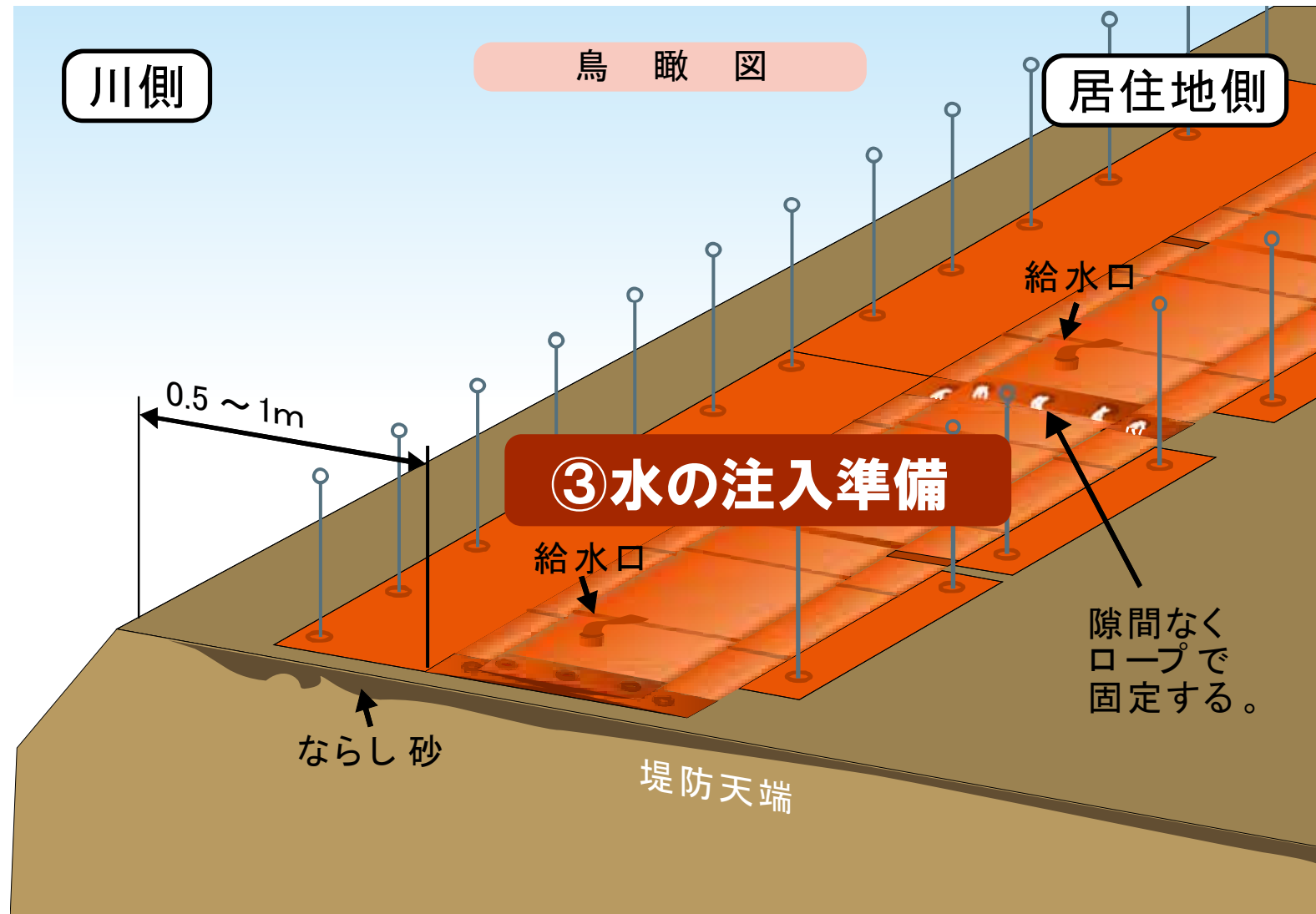
3.2 改良積み土のう工



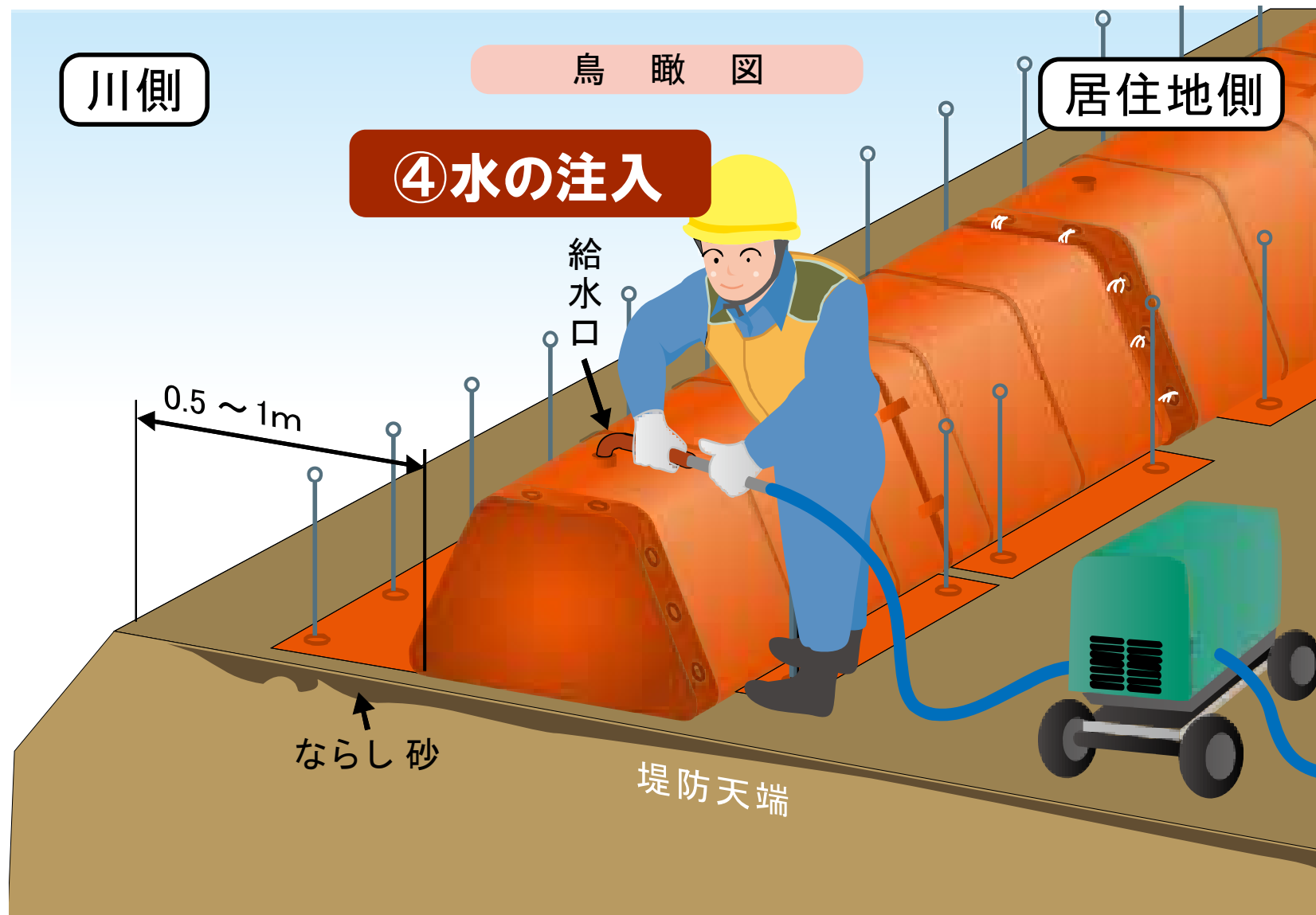
3.3 水マット工



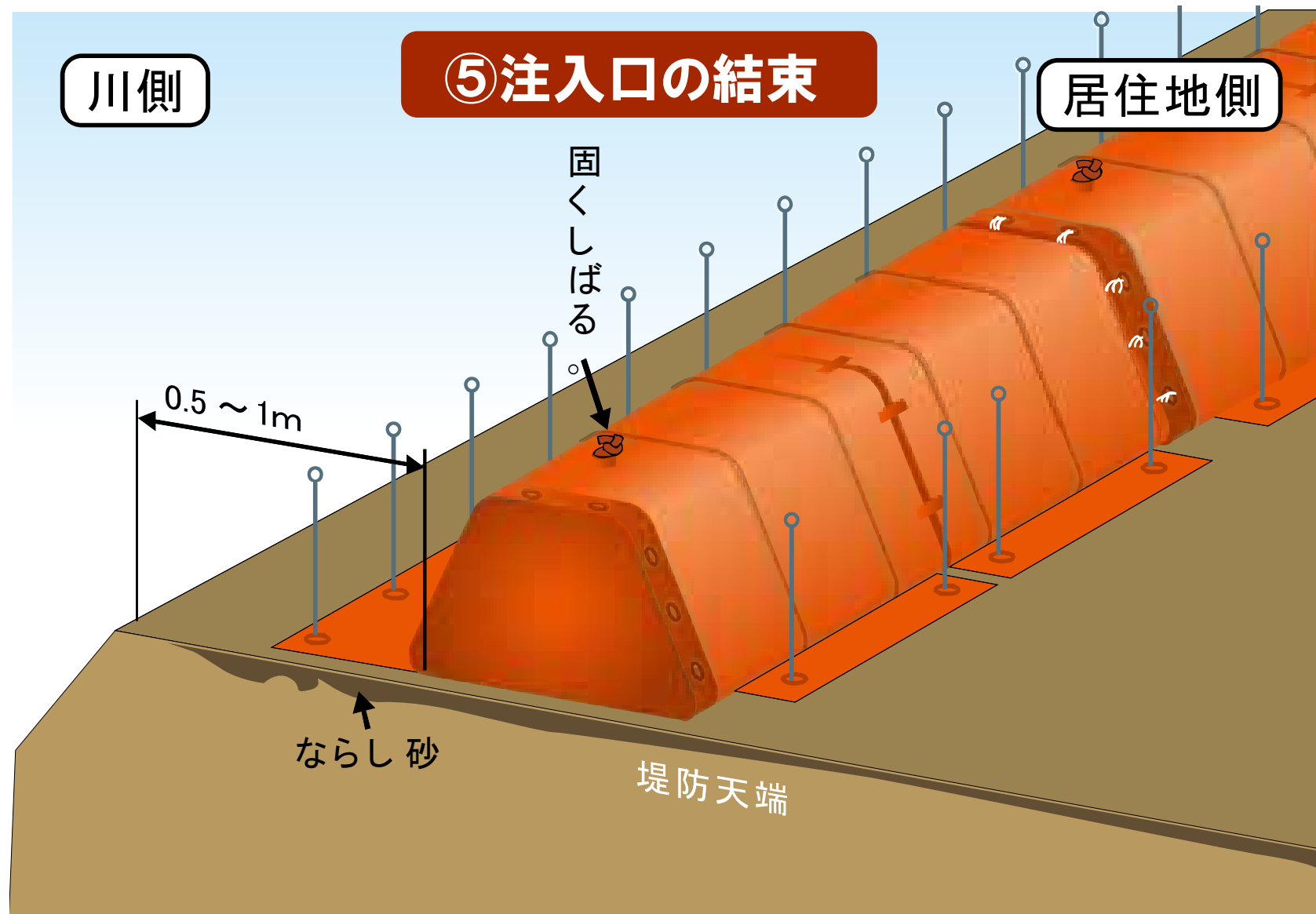
3.3 水マット工



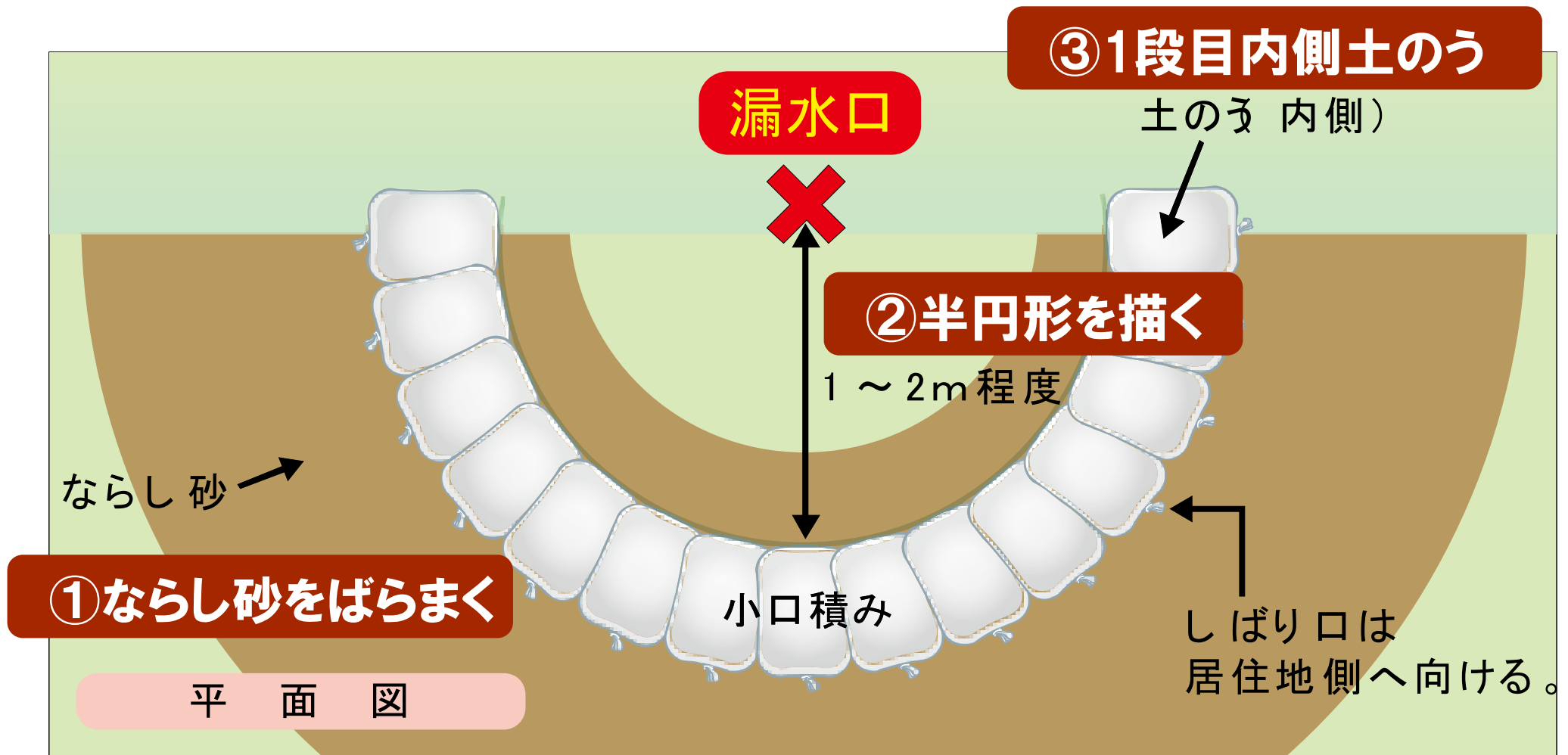
3.3 水マット工



3.3 水マット工



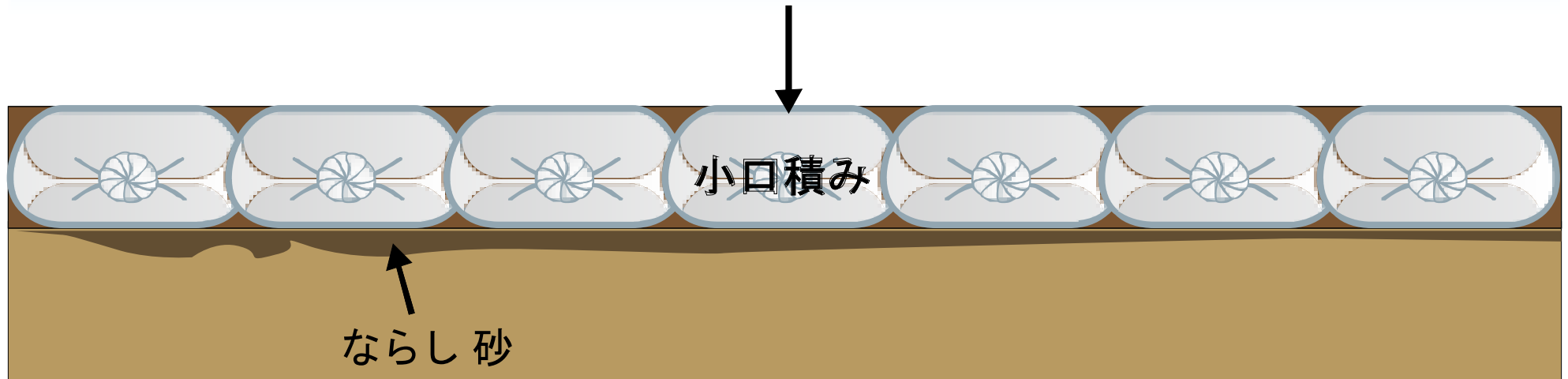
3.4 月の輪工



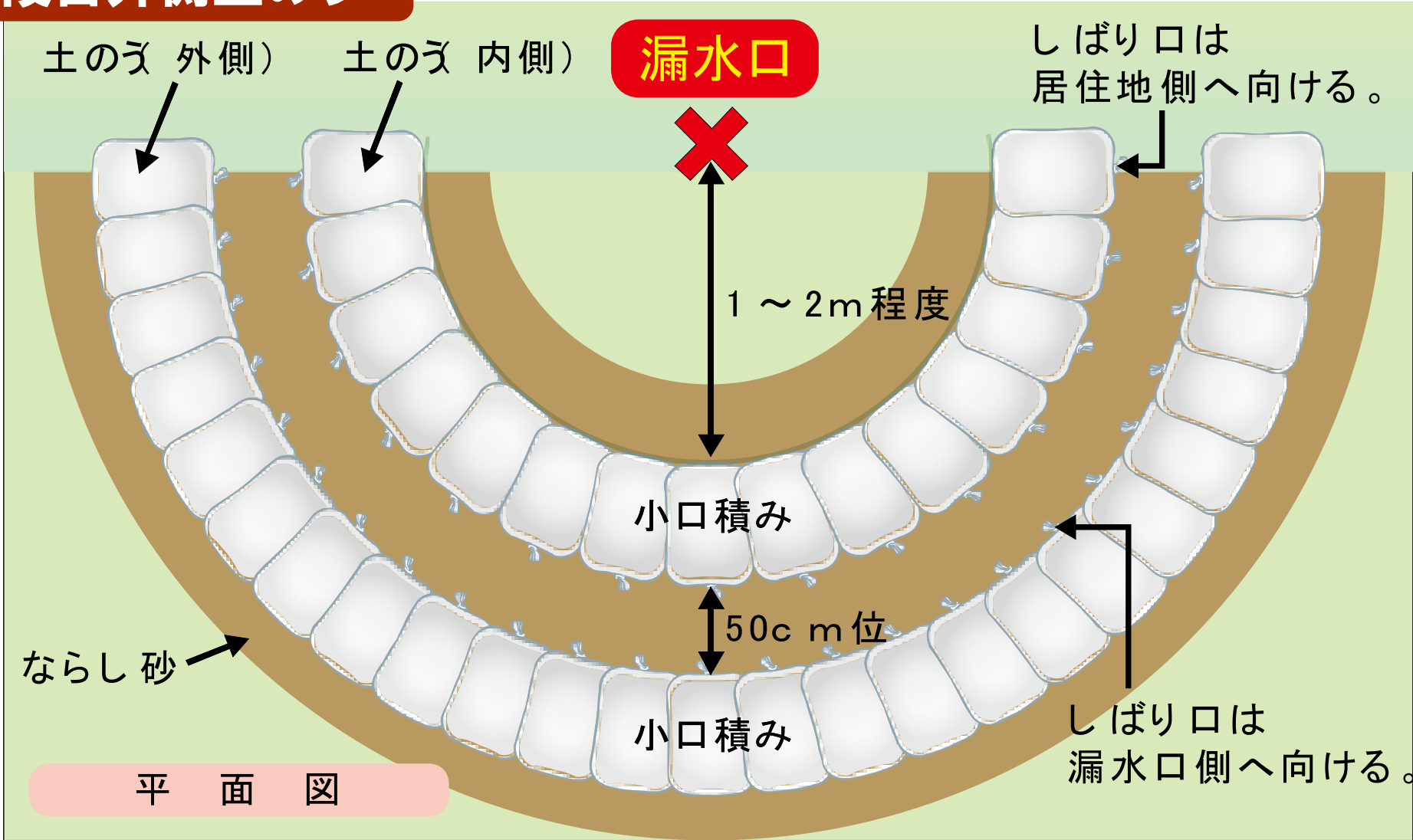
3.4 月の輪工

内側土のう正面図

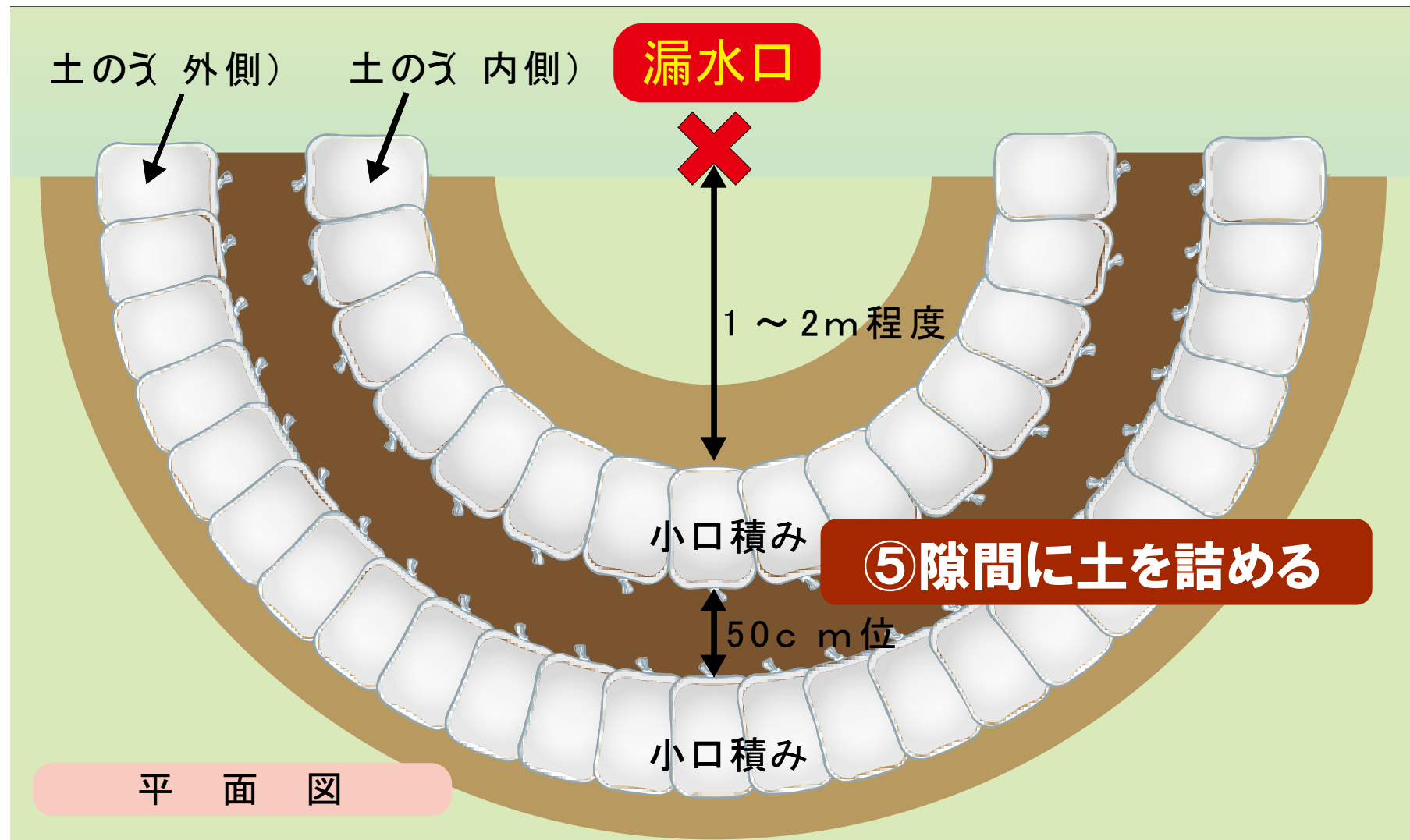
継ぎ目には間詰め砂をいれて「たこづち」でよく固める。



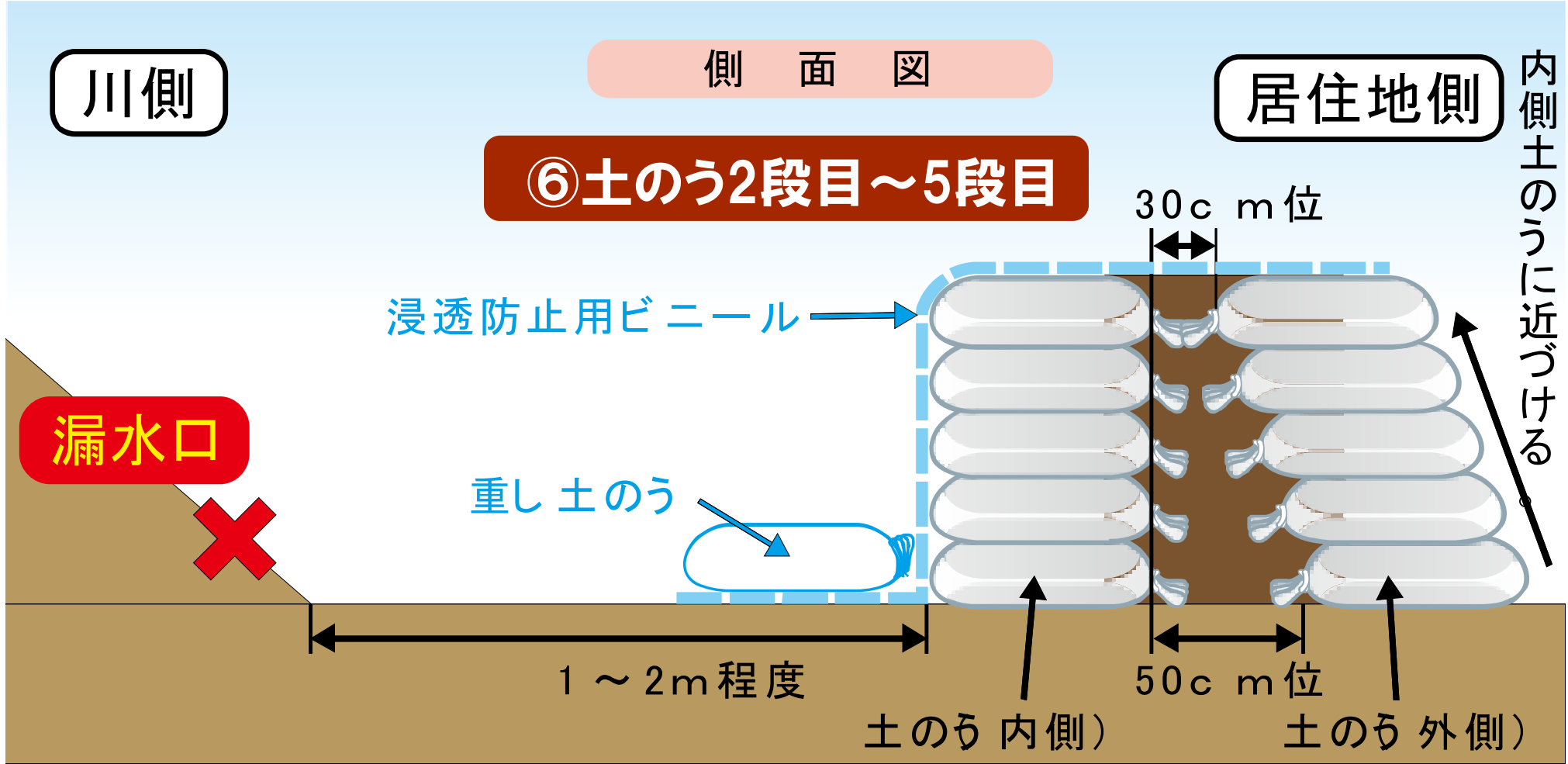
④ 1段目外側土のう



3.4 月の輪工

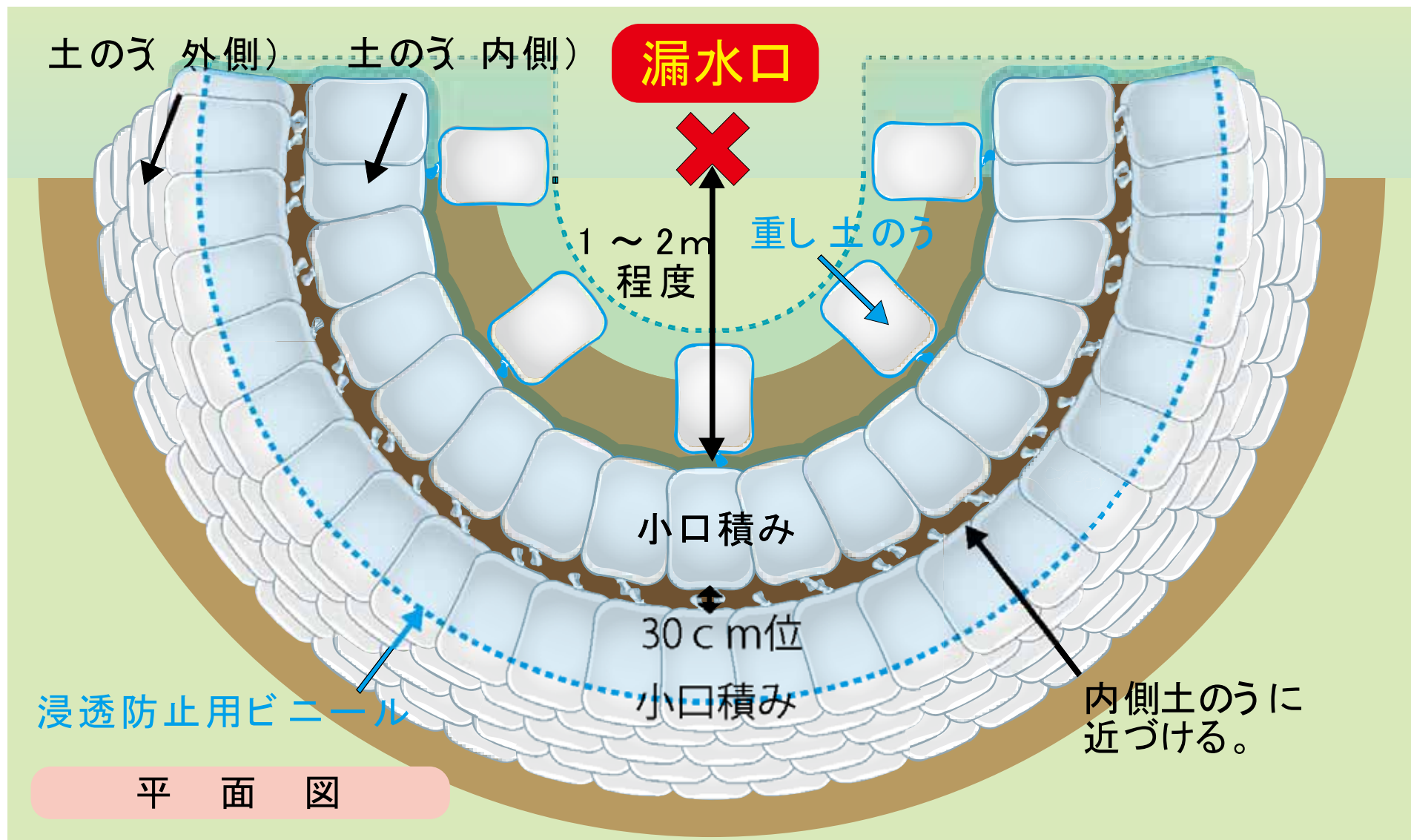


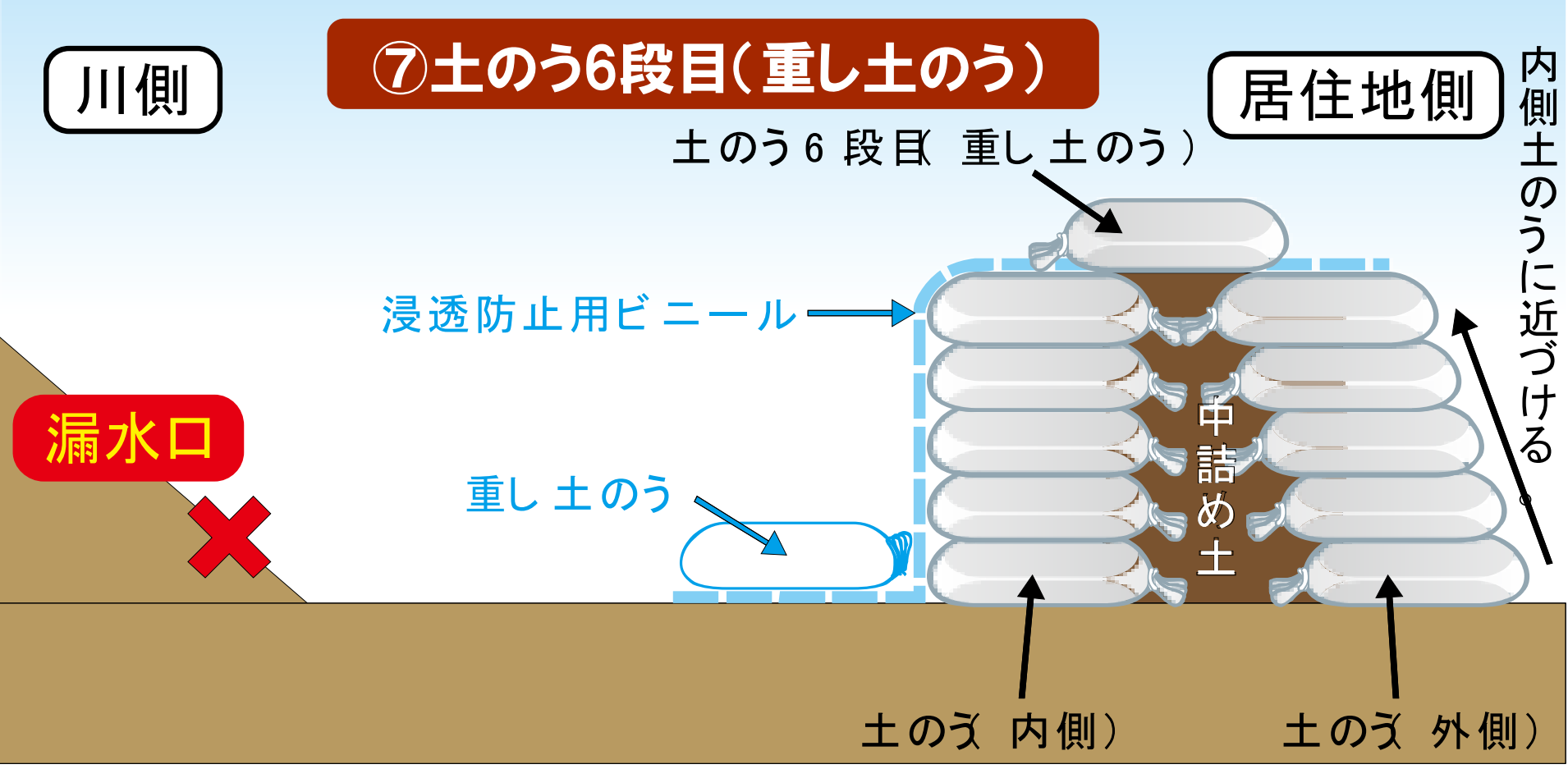
3.4 月の輪工



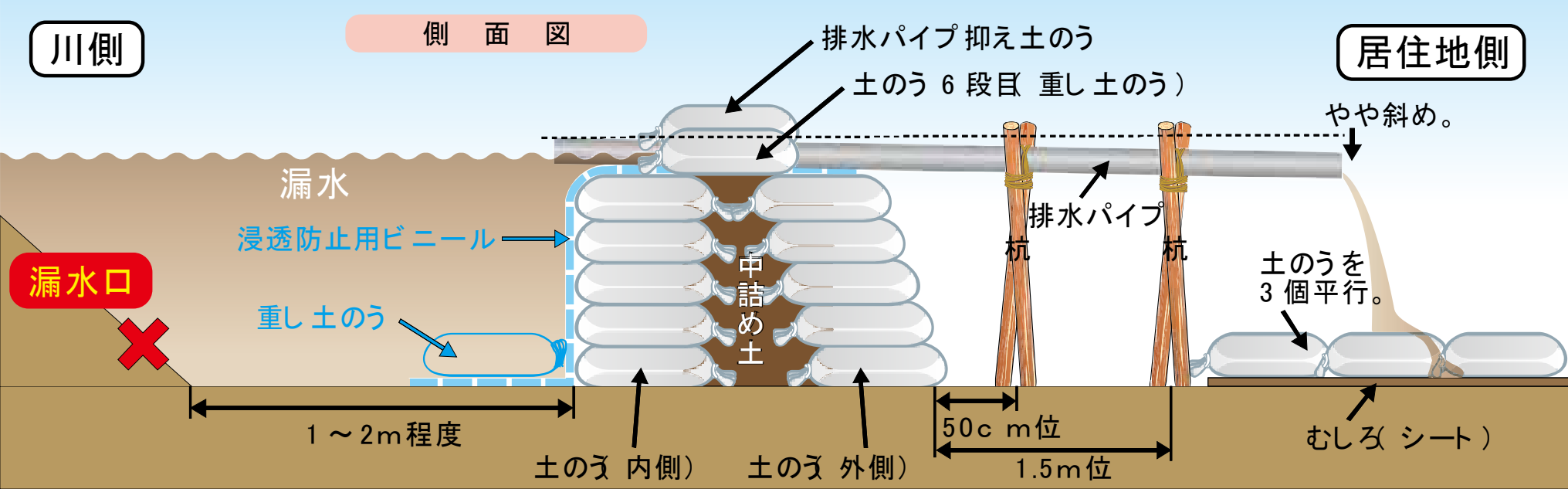
3.4 月の輪工

浸透防止用ビニールを敷く 場合

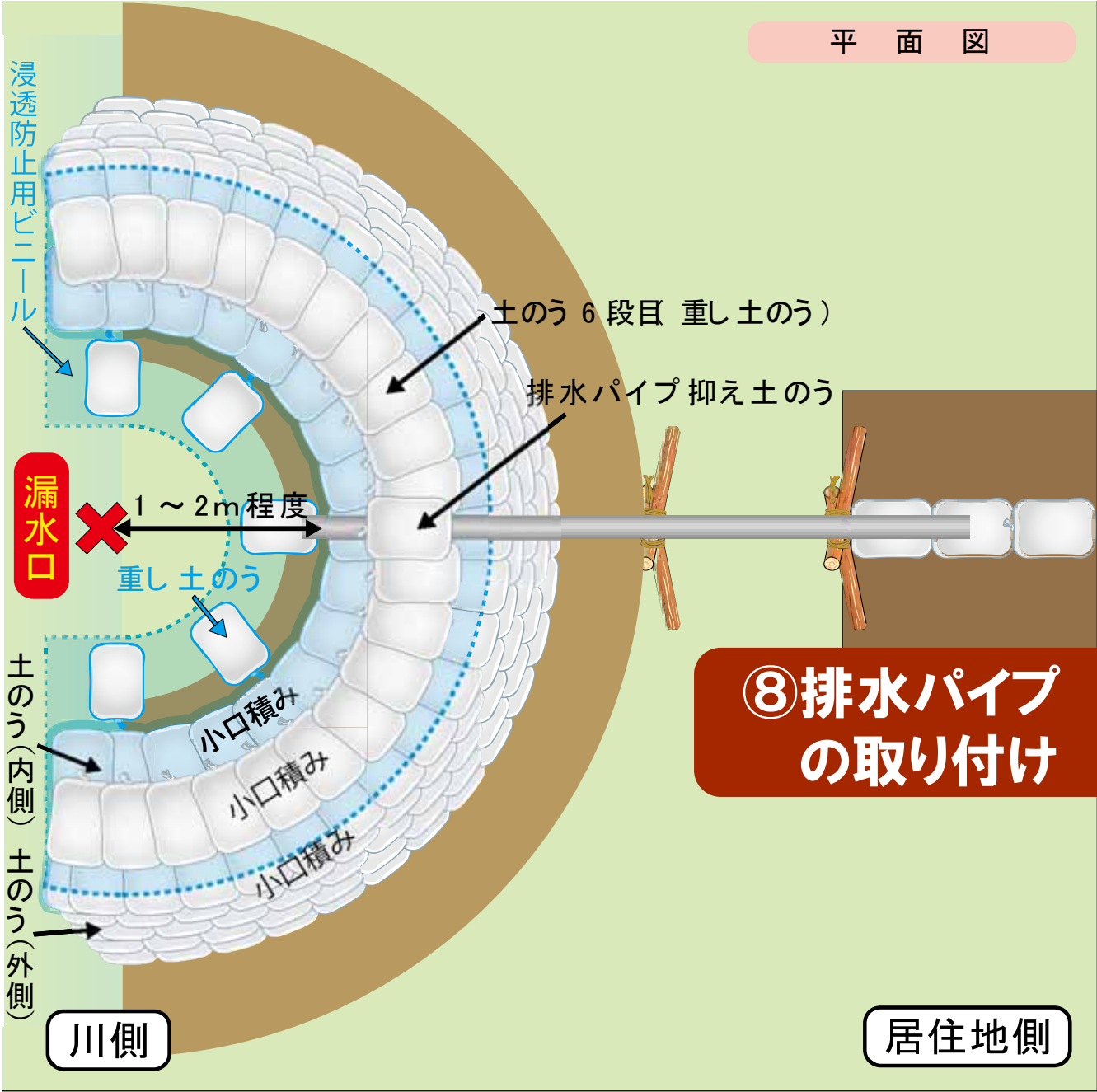




3.4 月の輪工

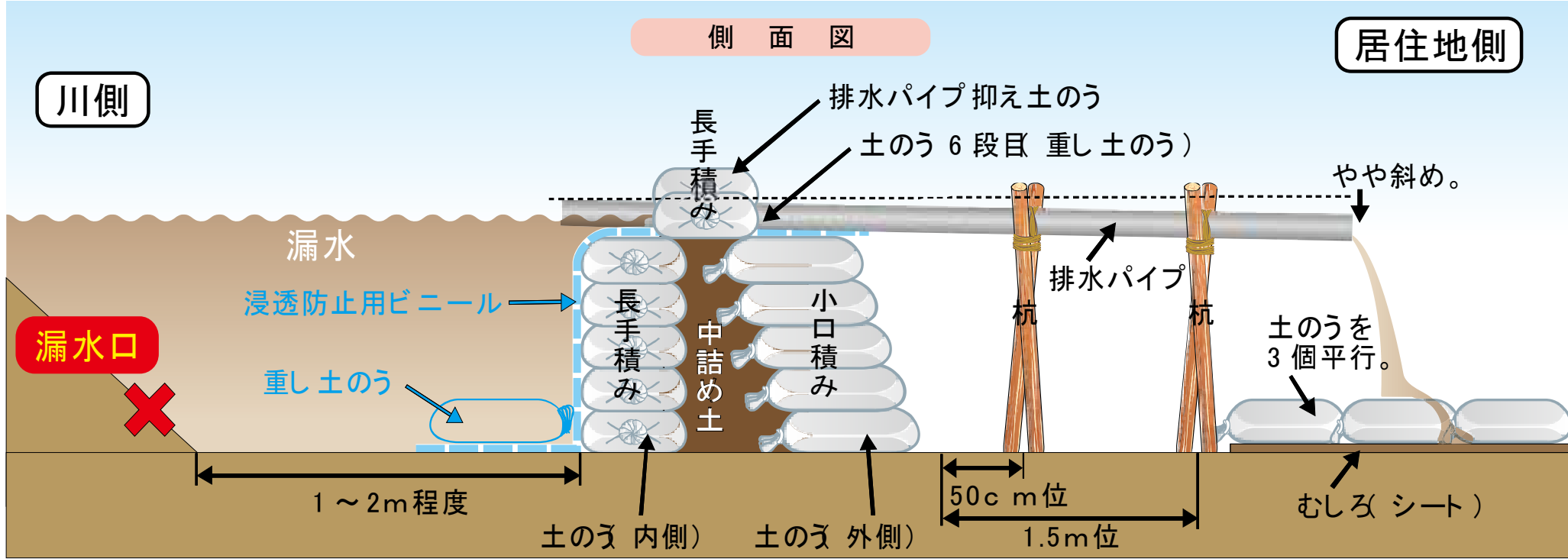


3.4 月の輪工

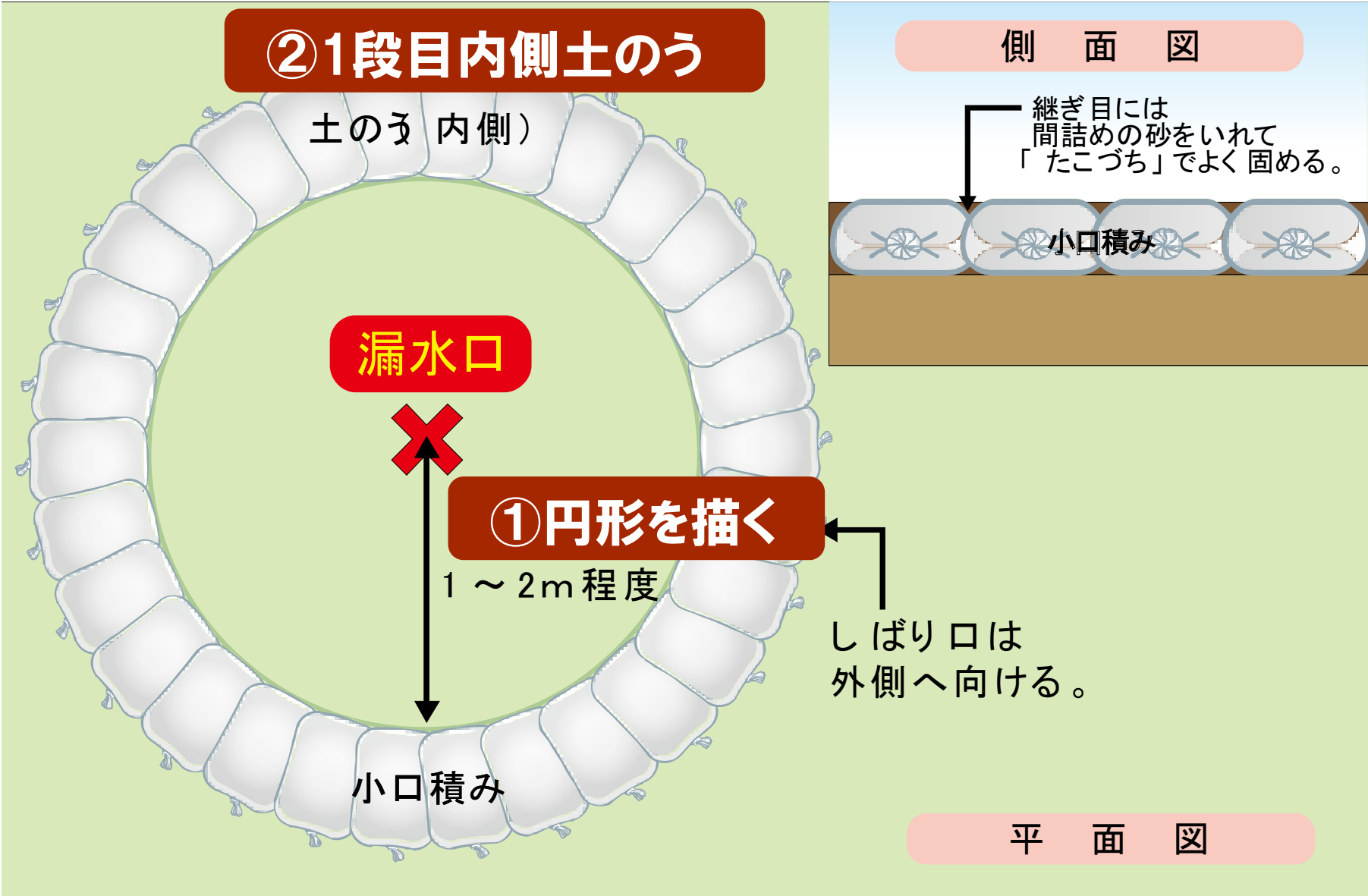


3.4 月の輪工

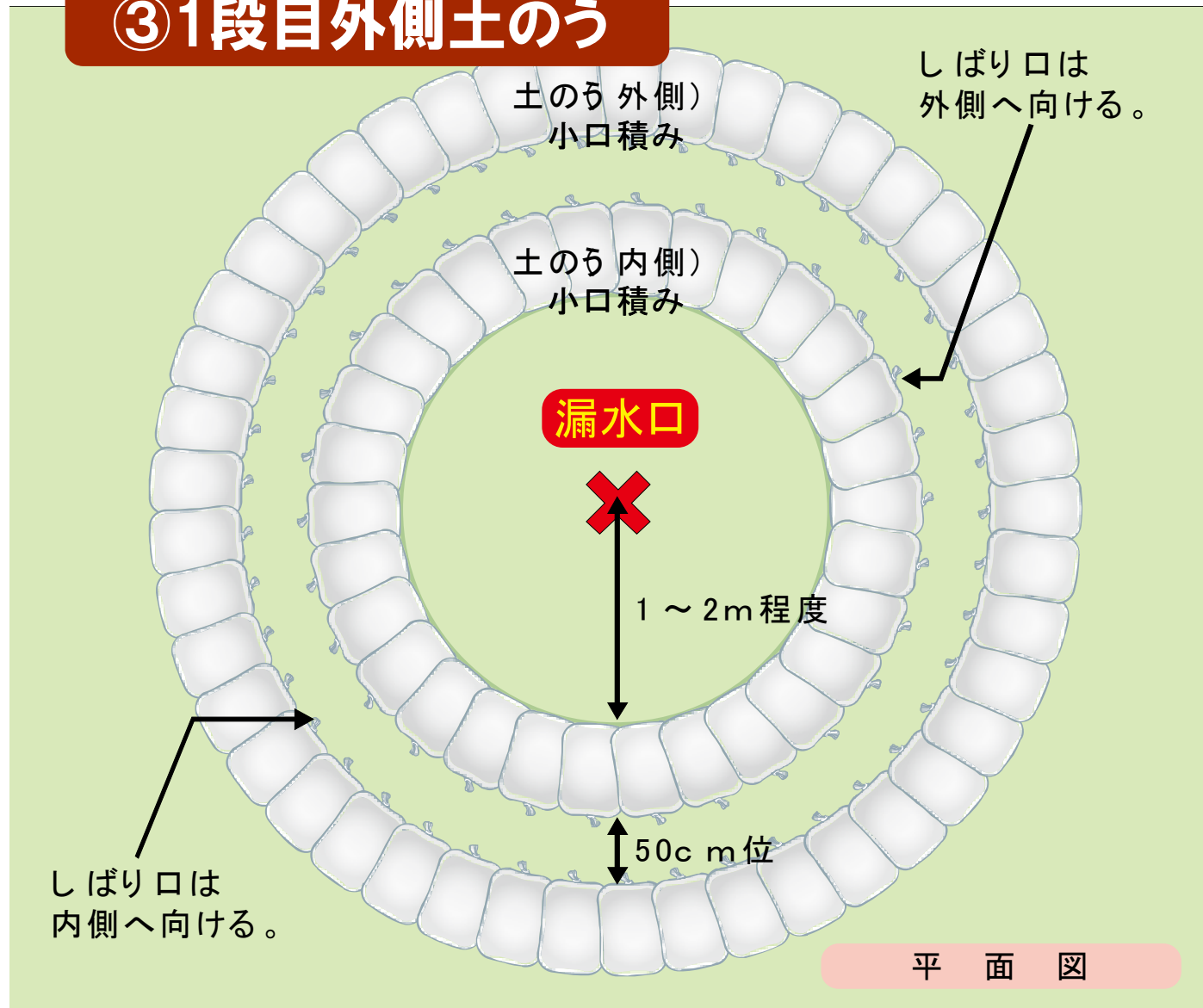
長手積みの場合



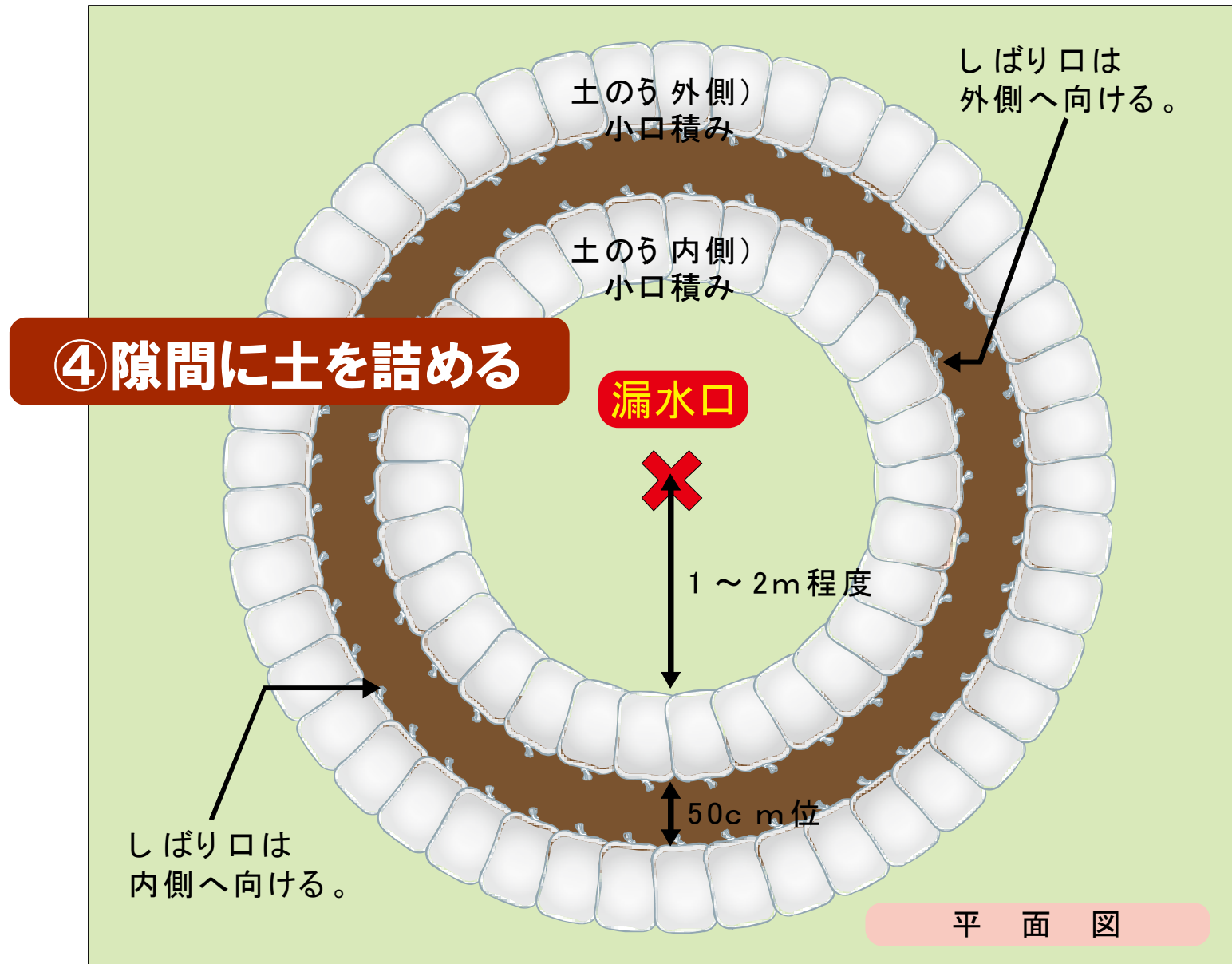
3.5 釜段工



③1段目外側土のう

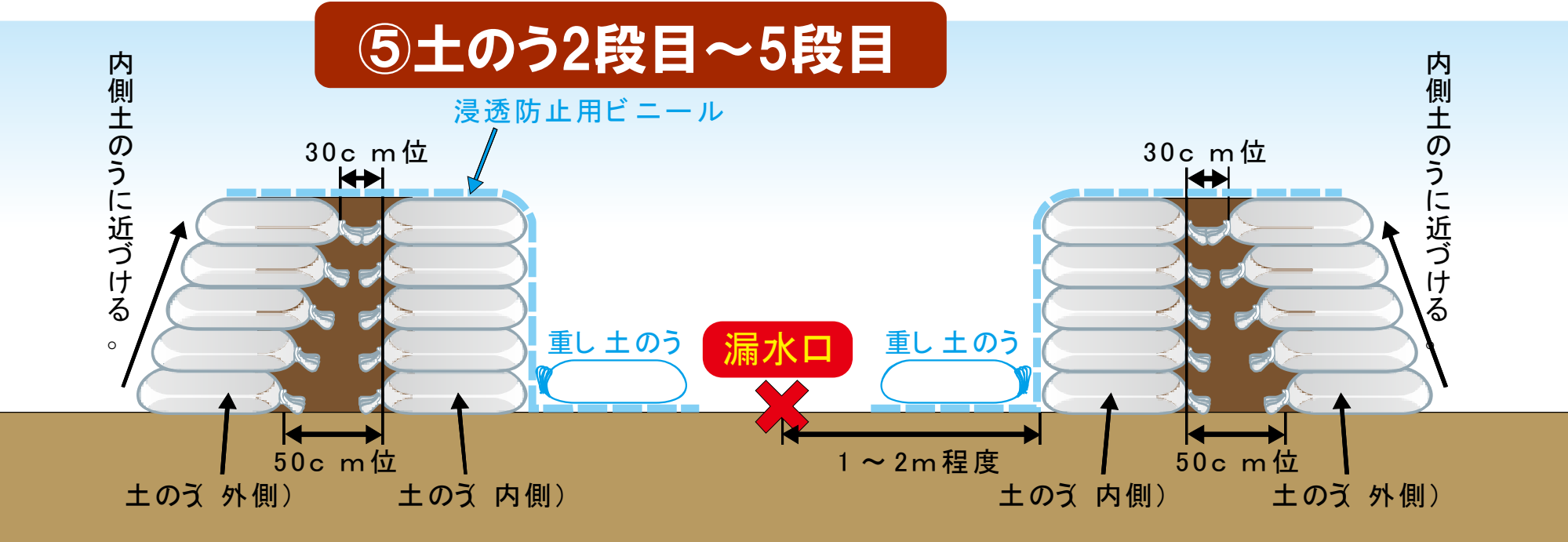


3.5 釜段工



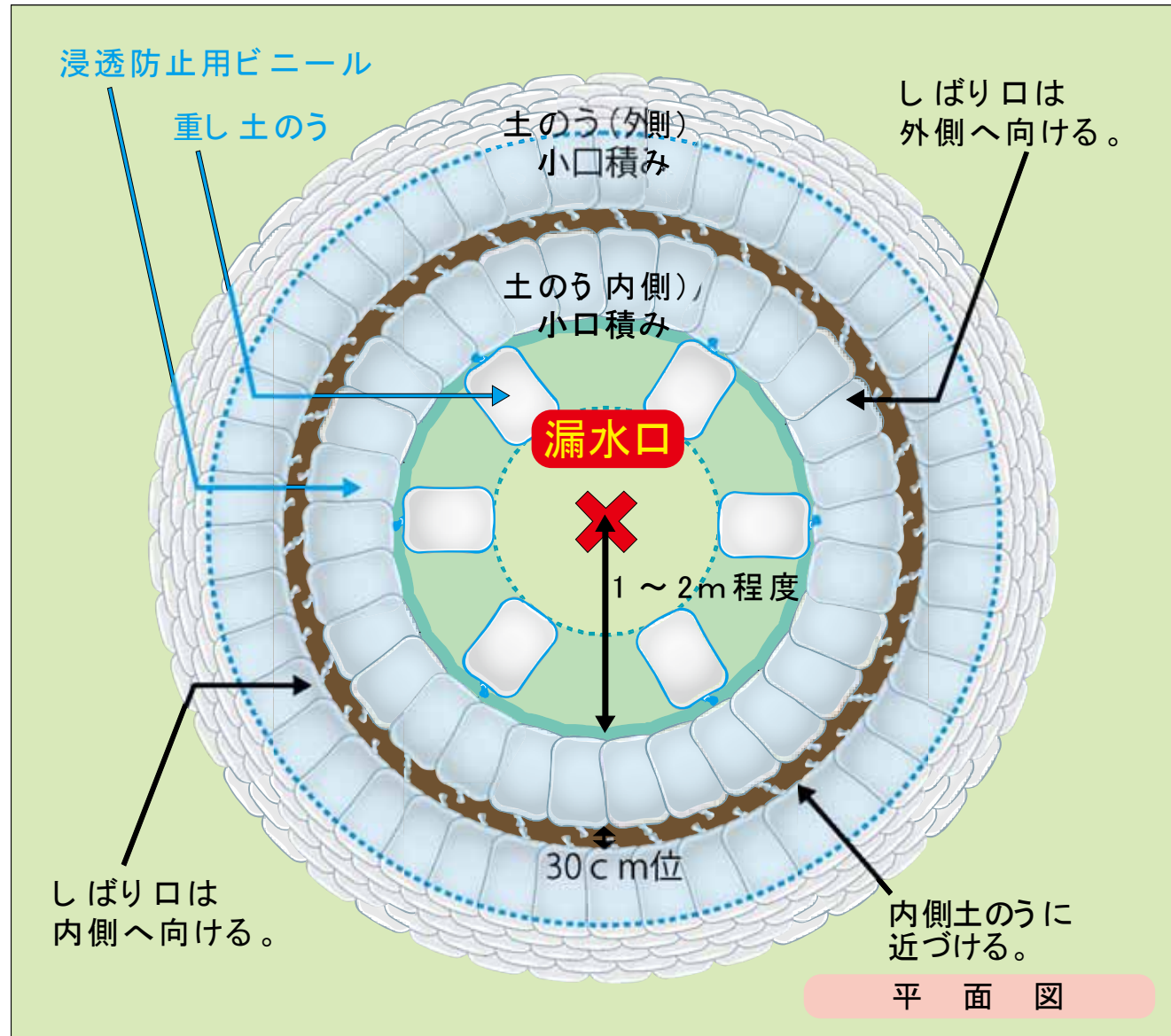
3.5 釜段工

⑤土のう2段目～5段目

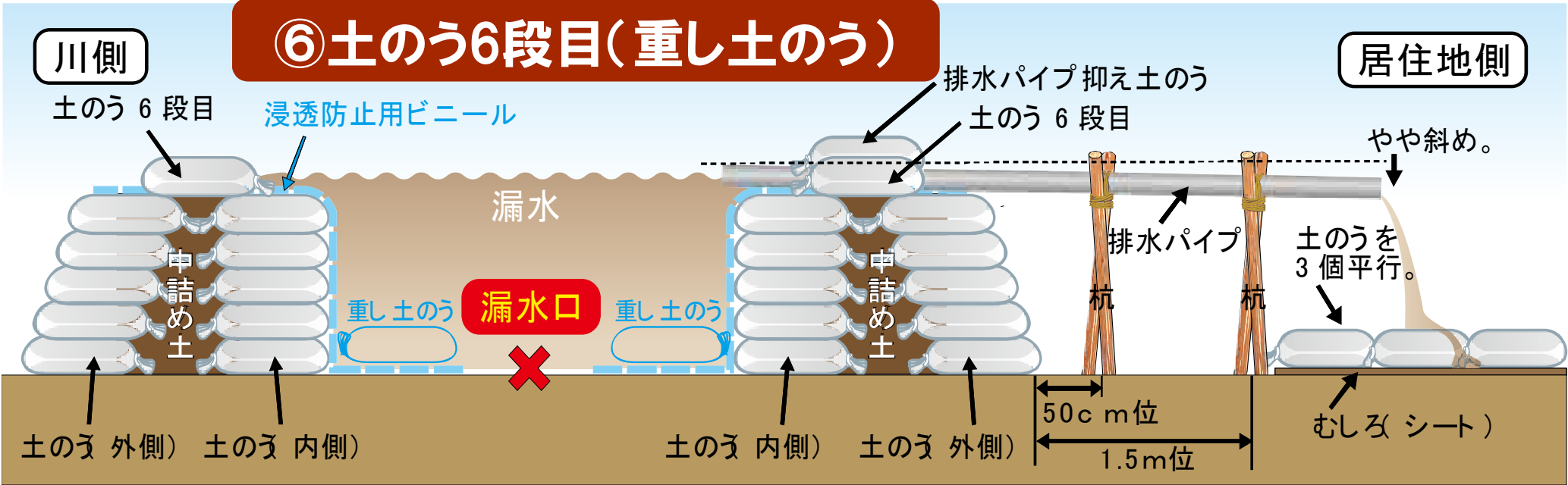


3.5 釜段工

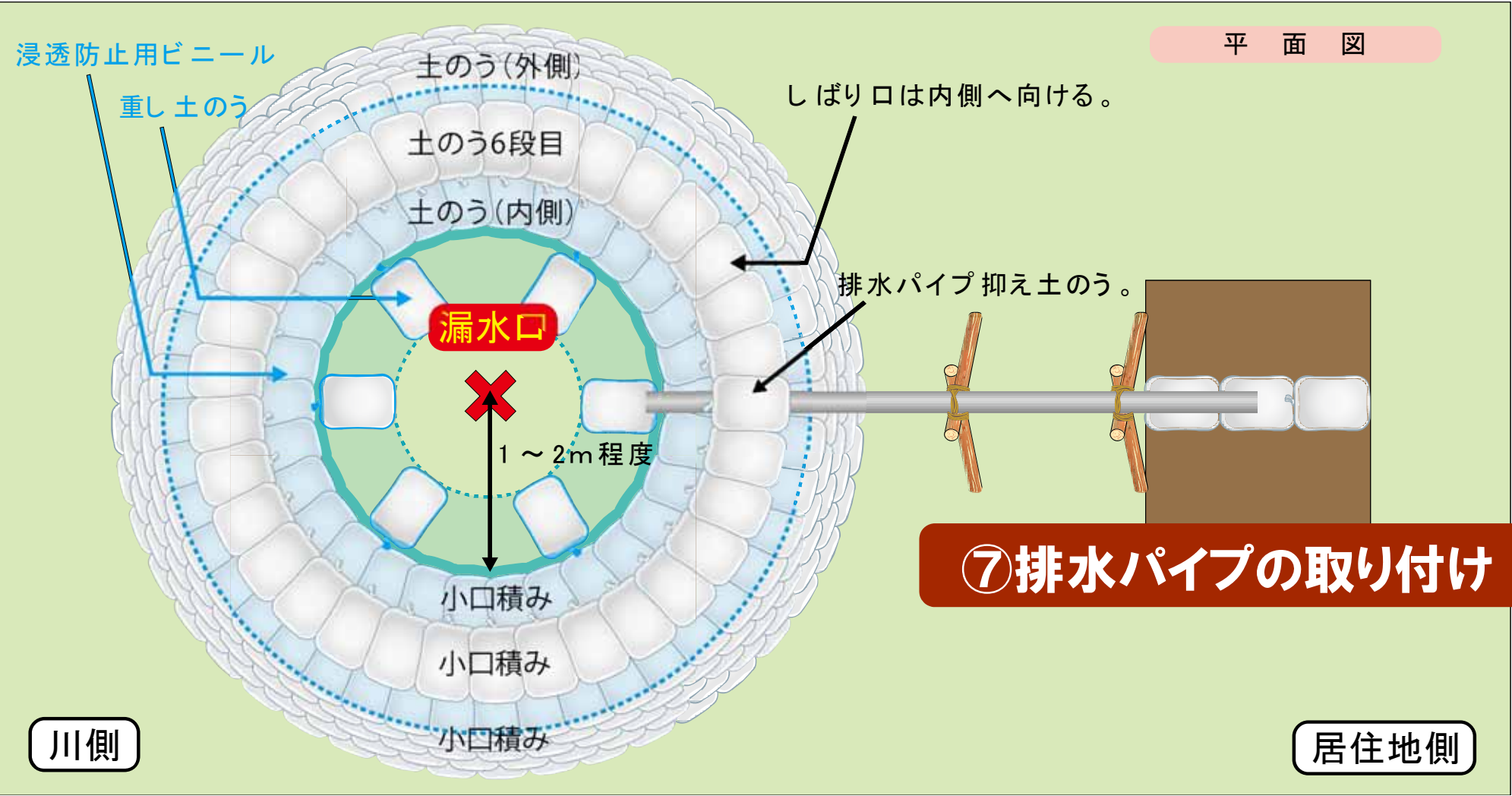
浸透防止用ビニールを敷く 場合



3.5 釜段工

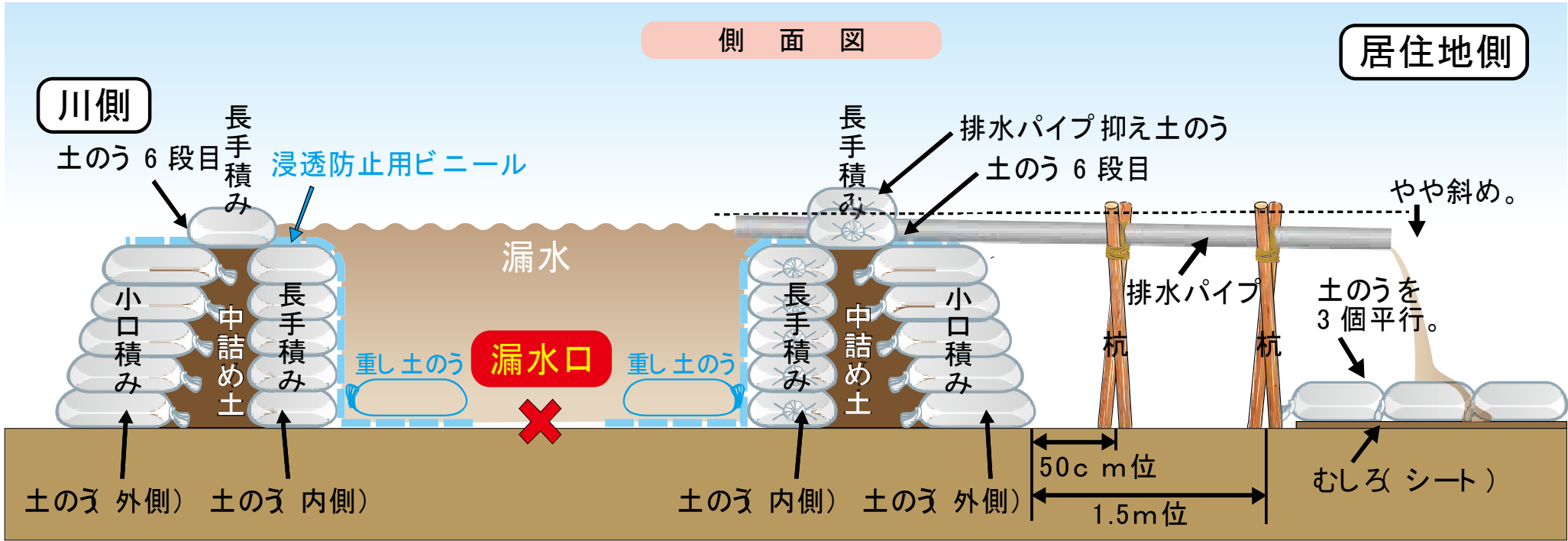


3.5 釜段工



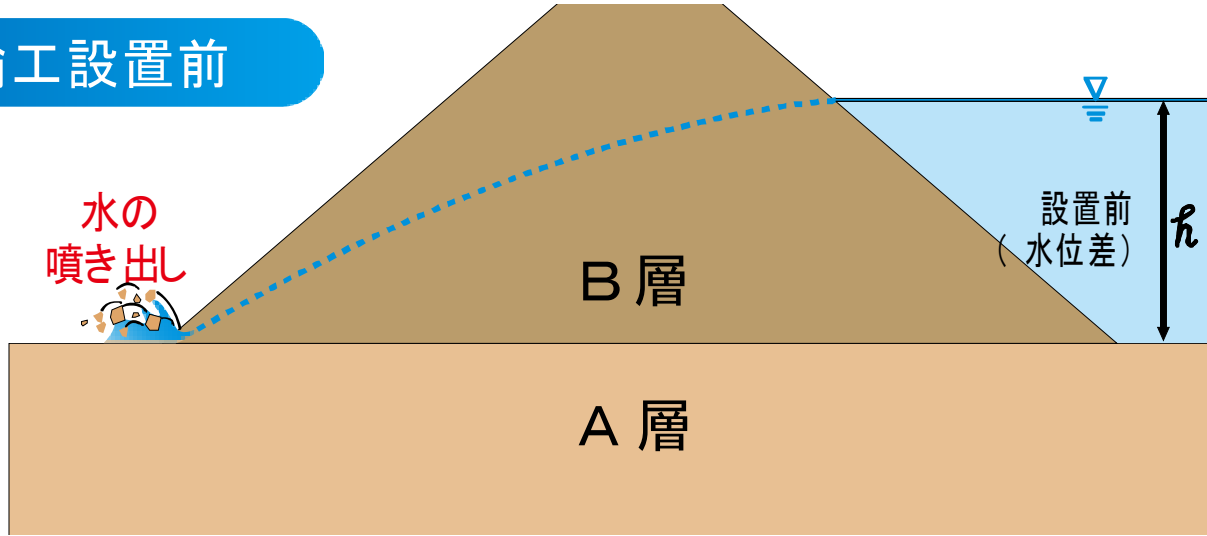
3.5 釜段工

長手積みの場合

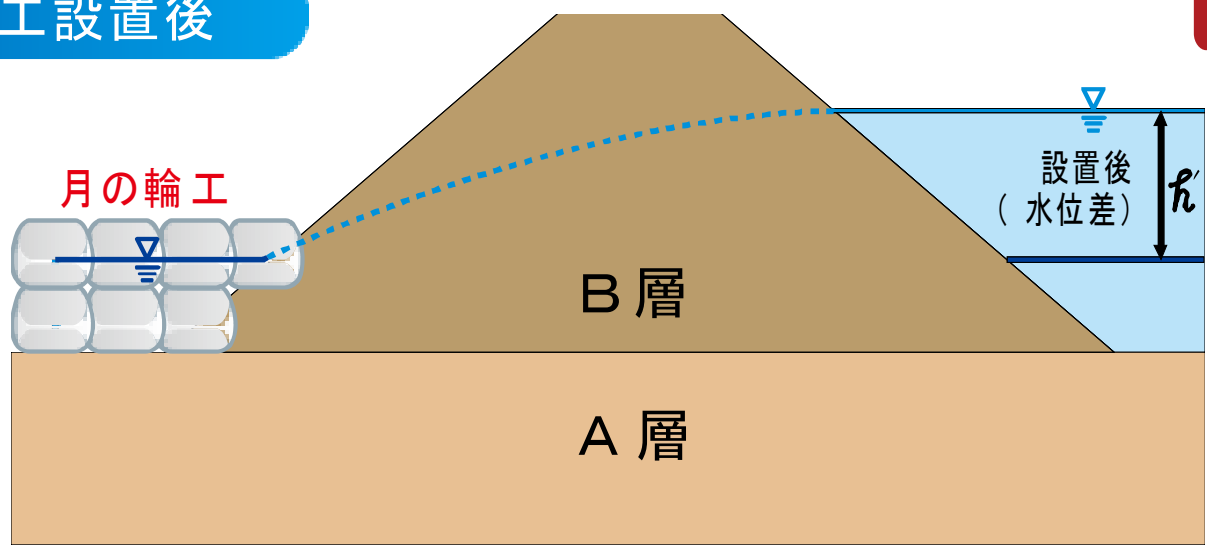


月の輪工法・釜段工法の効果

月の輪工設置前



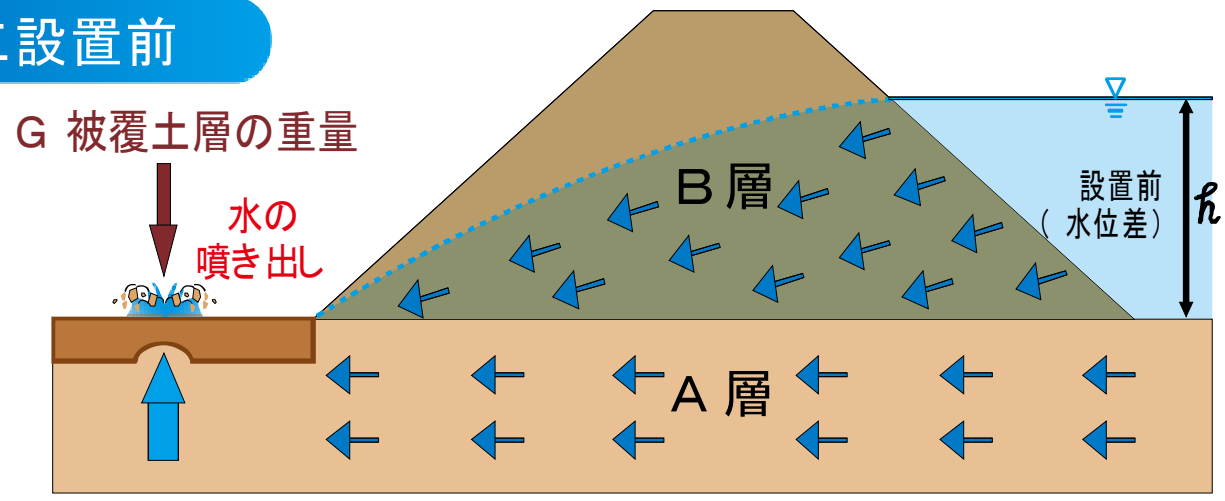
月の輪工設置後



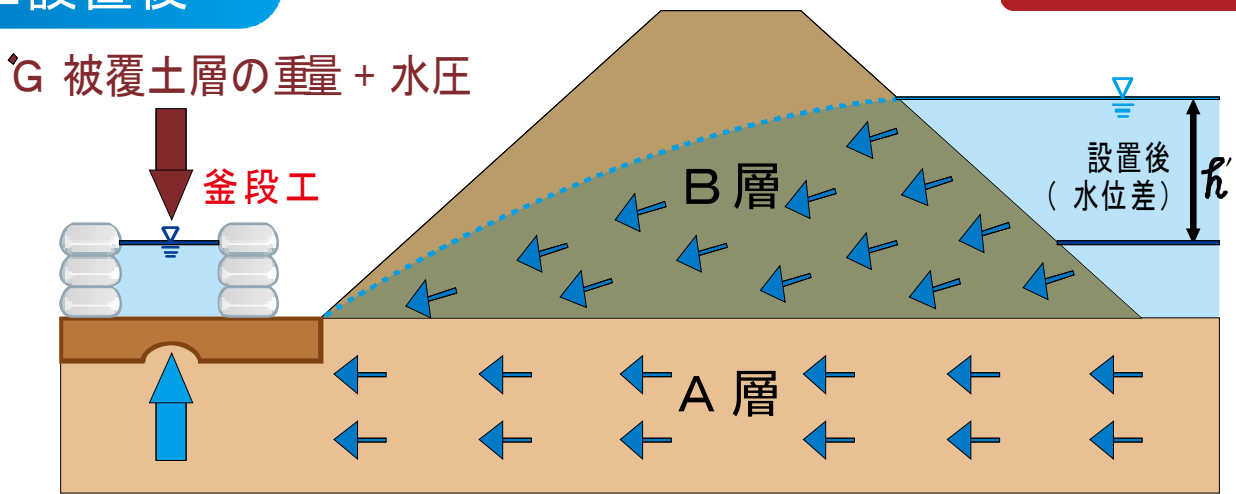
$h' < h$

■月の輪工法・釜段工法の効果

釜段工設置前

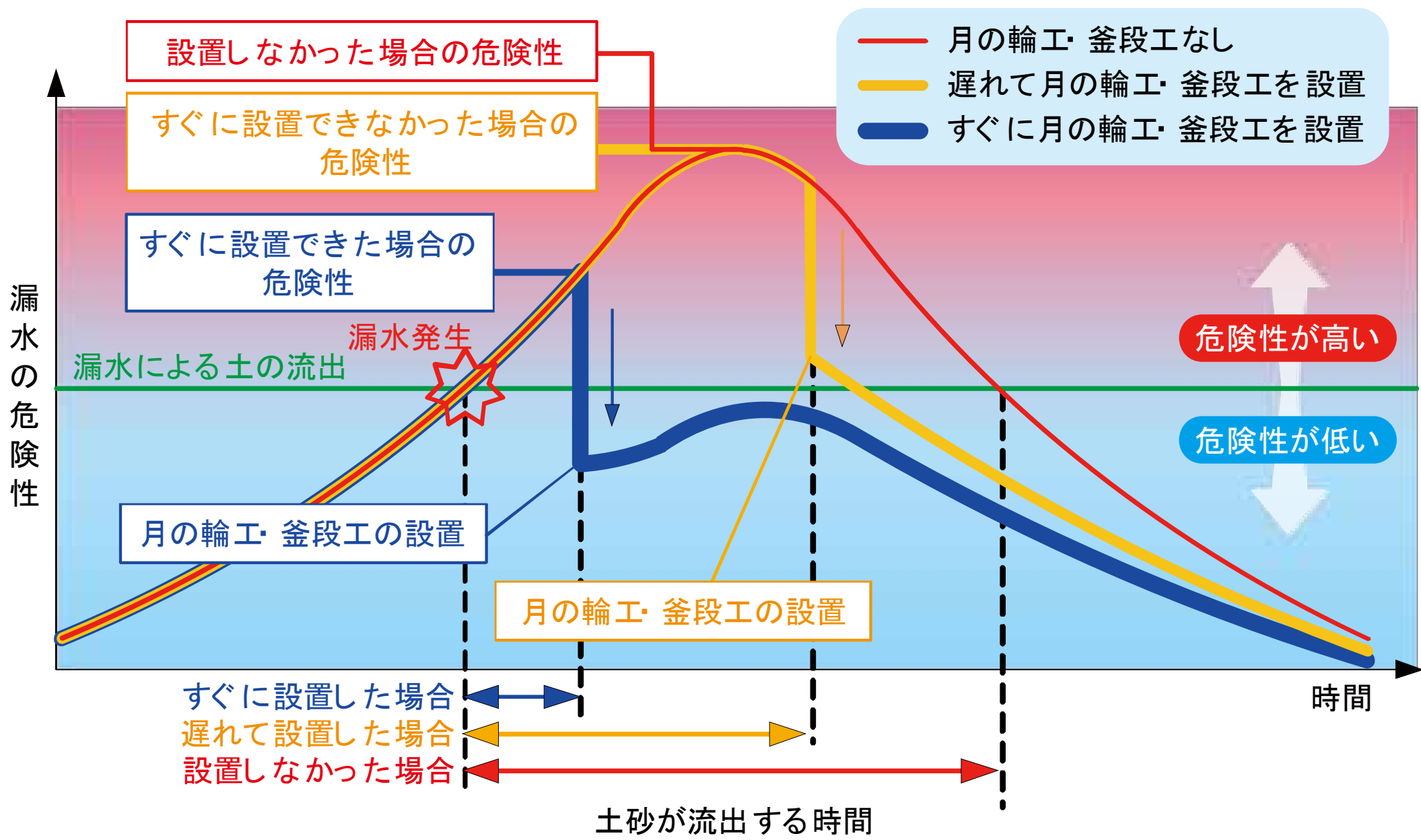


釜段工設置後



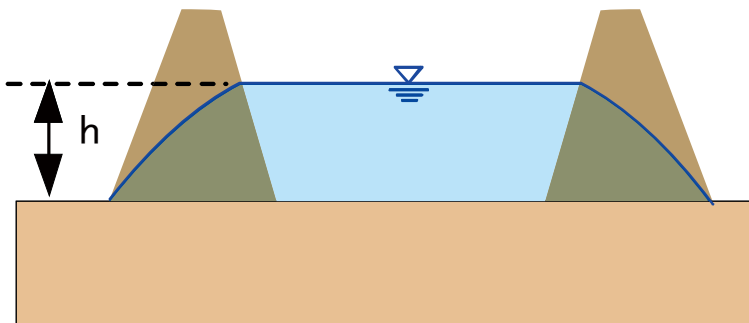
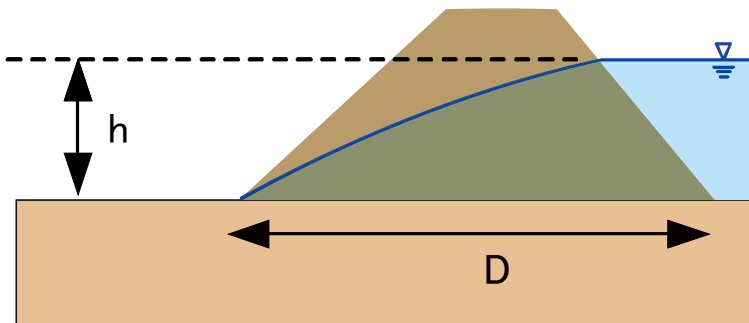
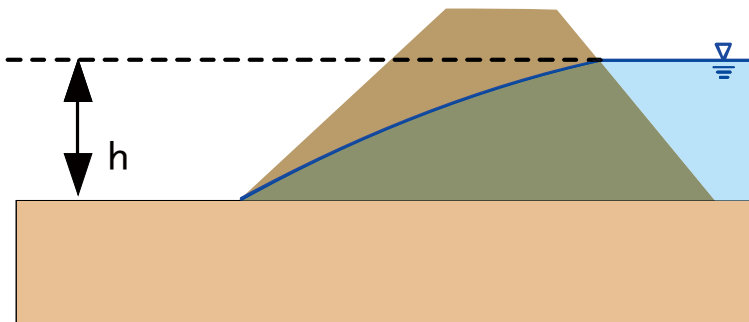
$$h' < h \quad G' > G$$

月の輪工法・釜段工法のタイミング

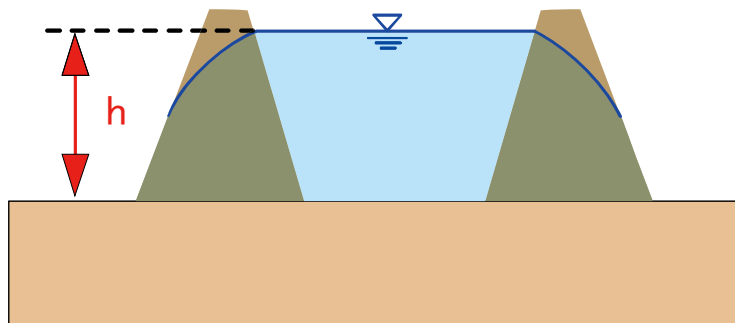
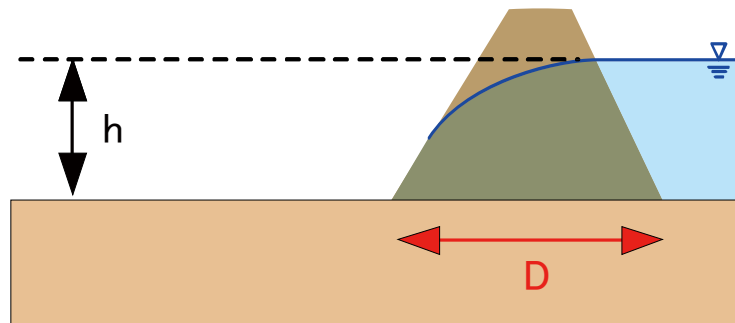
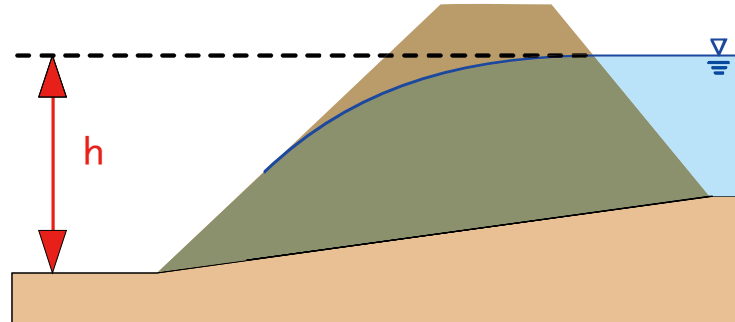


■漏水が発生しやすい場所

危険性が低い



危険性が高い



危険な
場所

居住地側の
地盤高が低い

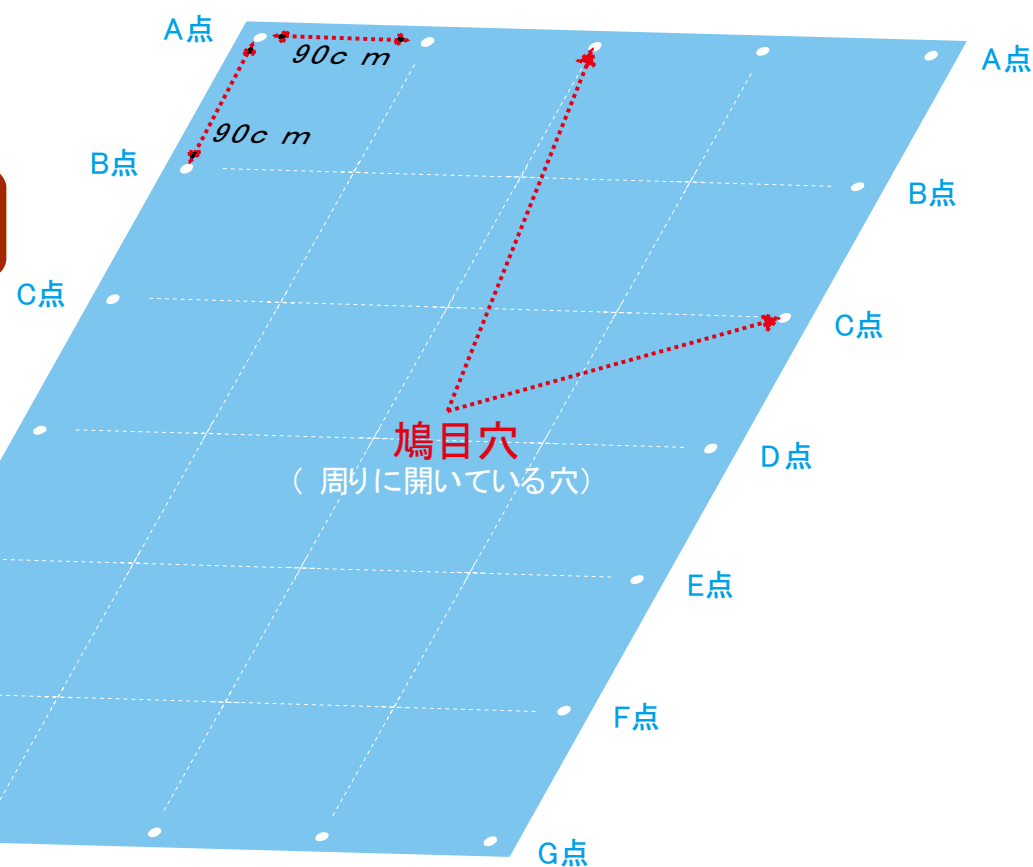
堤防敷幅が狭い

川幅が狭い
(水位が上昇しやすい)

3.6 シート張り工



①シートに穴を開ける



縄通し金具を
使用すると
容易に出来ます。

3c m程度下に
縄を通す

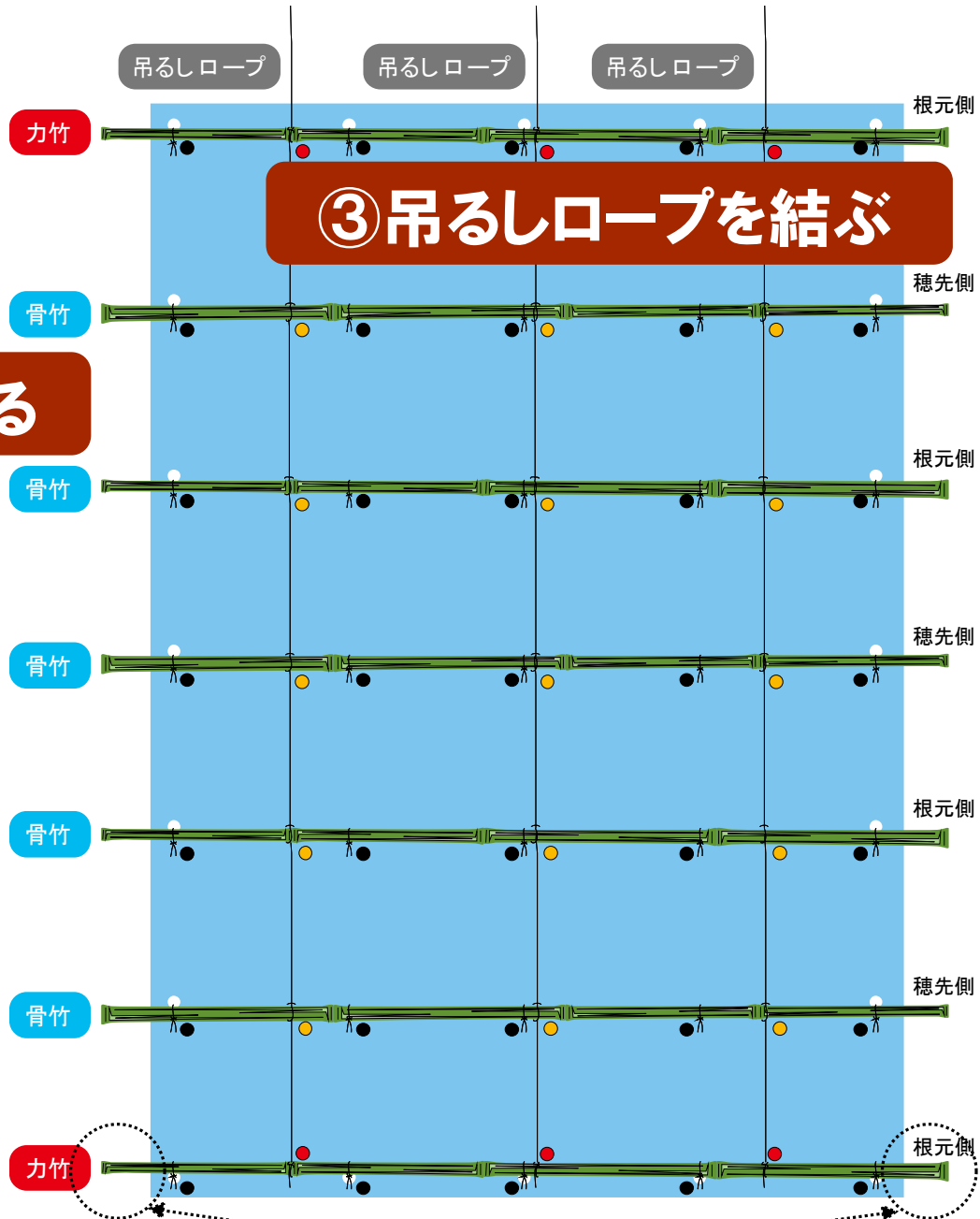
通した縄を軽く結んで
抜け落ちないように
しとおきましょう。

3.6 シート張り工

②力竹、骨竹を取り付ける

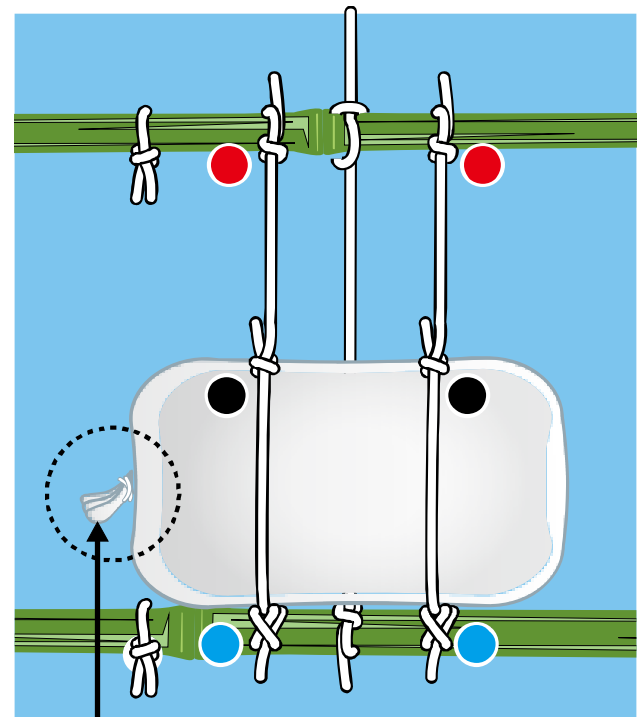
結び方凡例

- フナ結び
- イボ結び
- のの字結び
- もやい結び



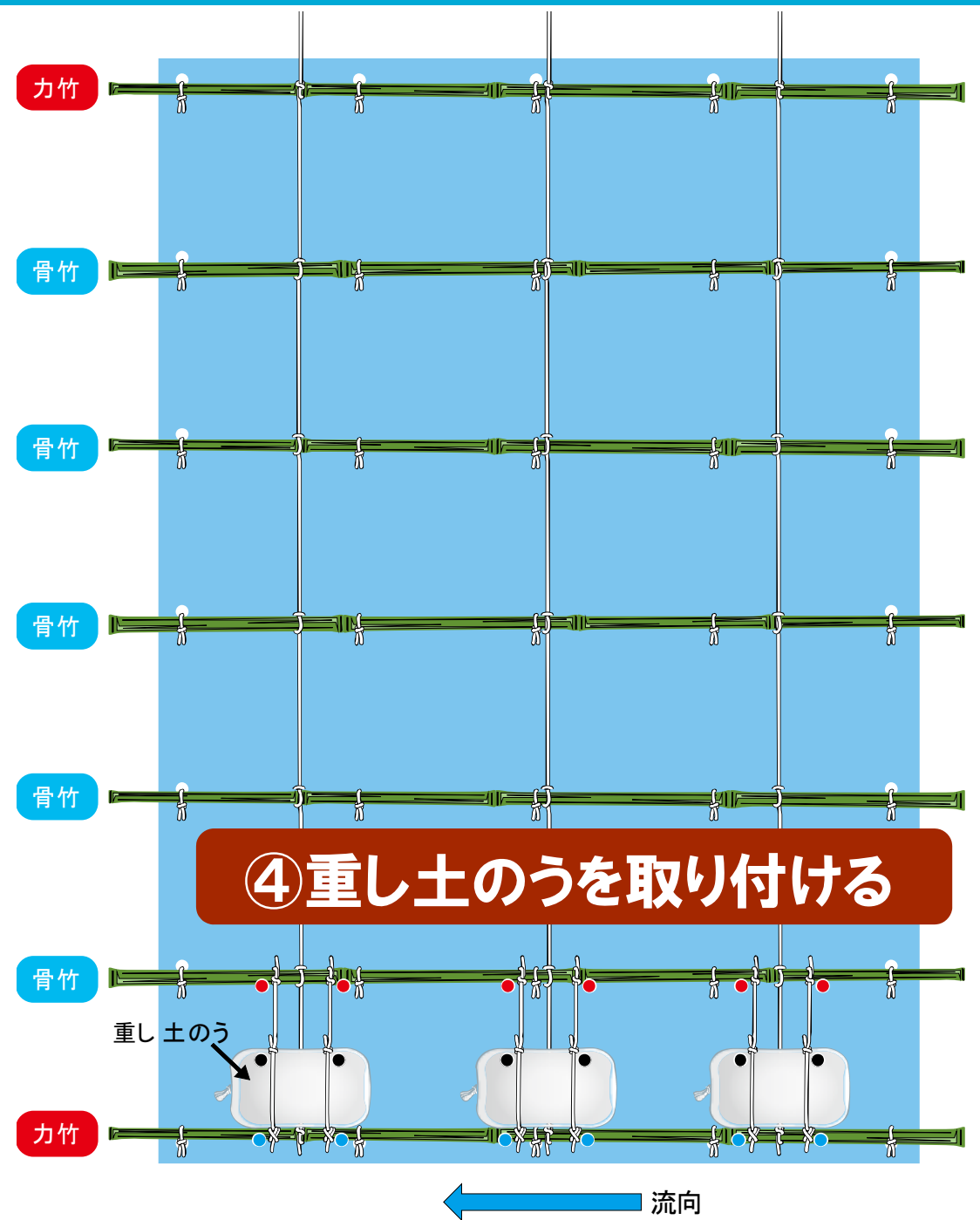
重し土のうを載せる。

3.6 シート張り工



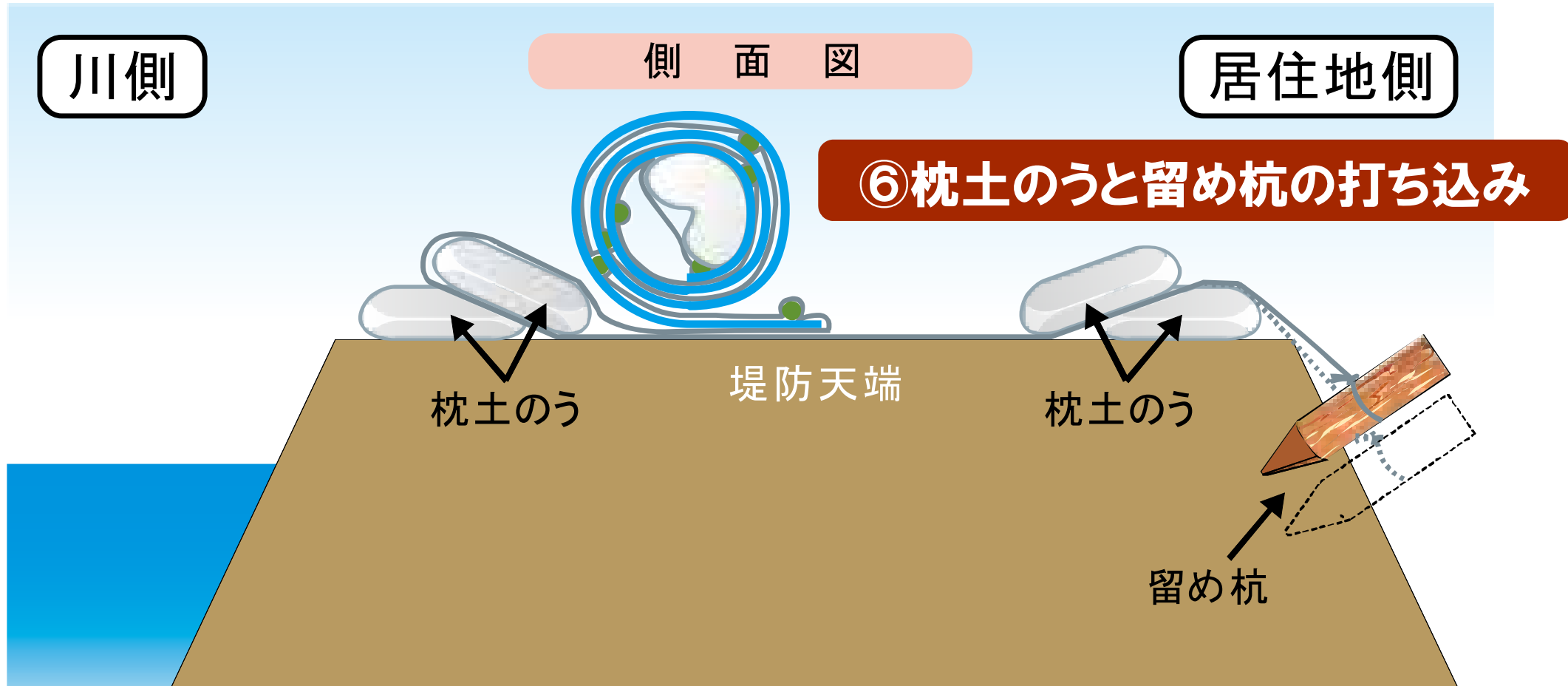
土のうの
しばり口は
下流に向ける。

- 結び方凡例
- フナ結び
 - イボ結び
 - カミククシ結び



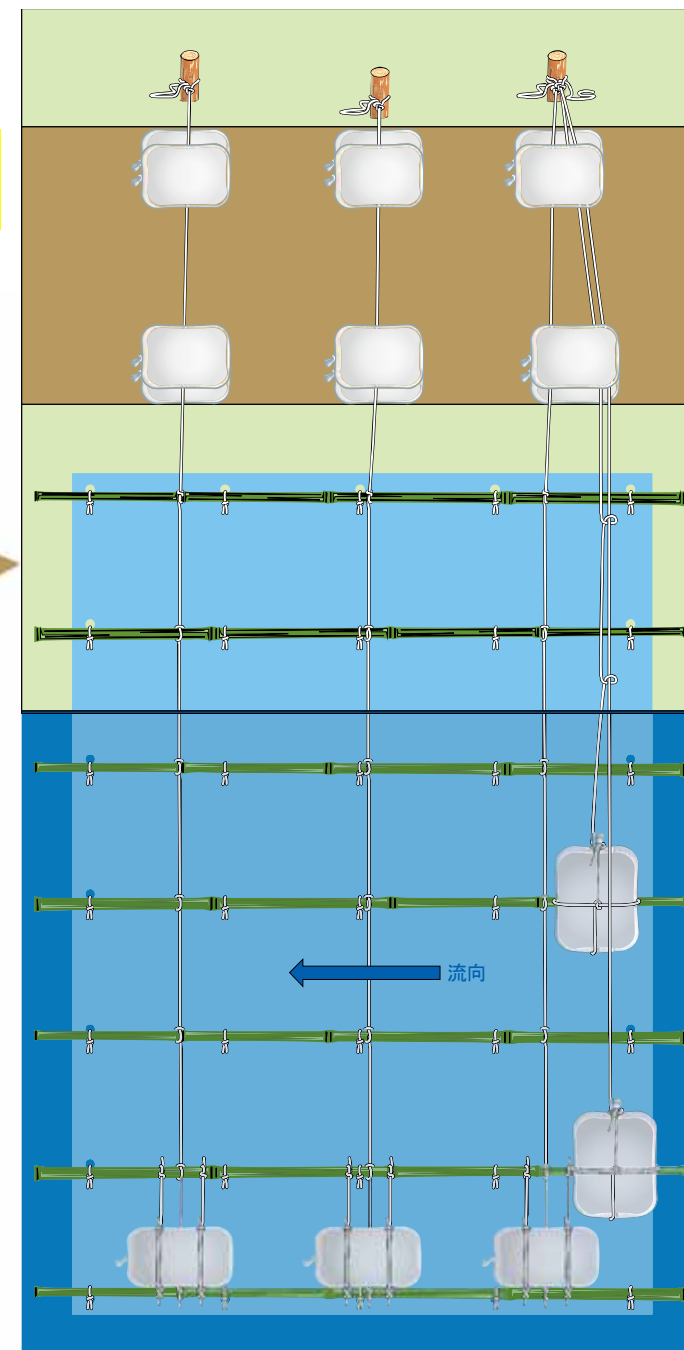
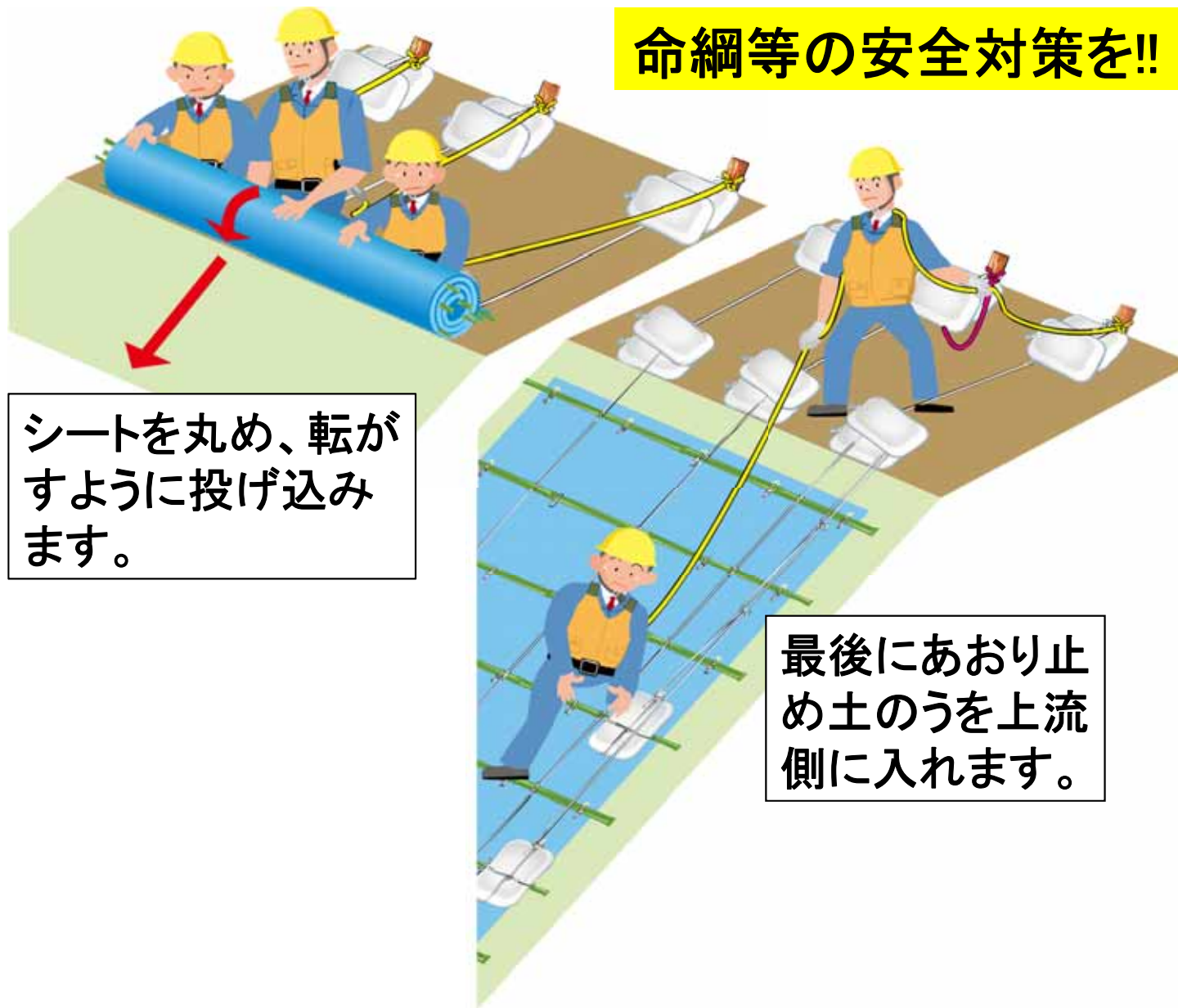
← 流向

3.6 シート張り工



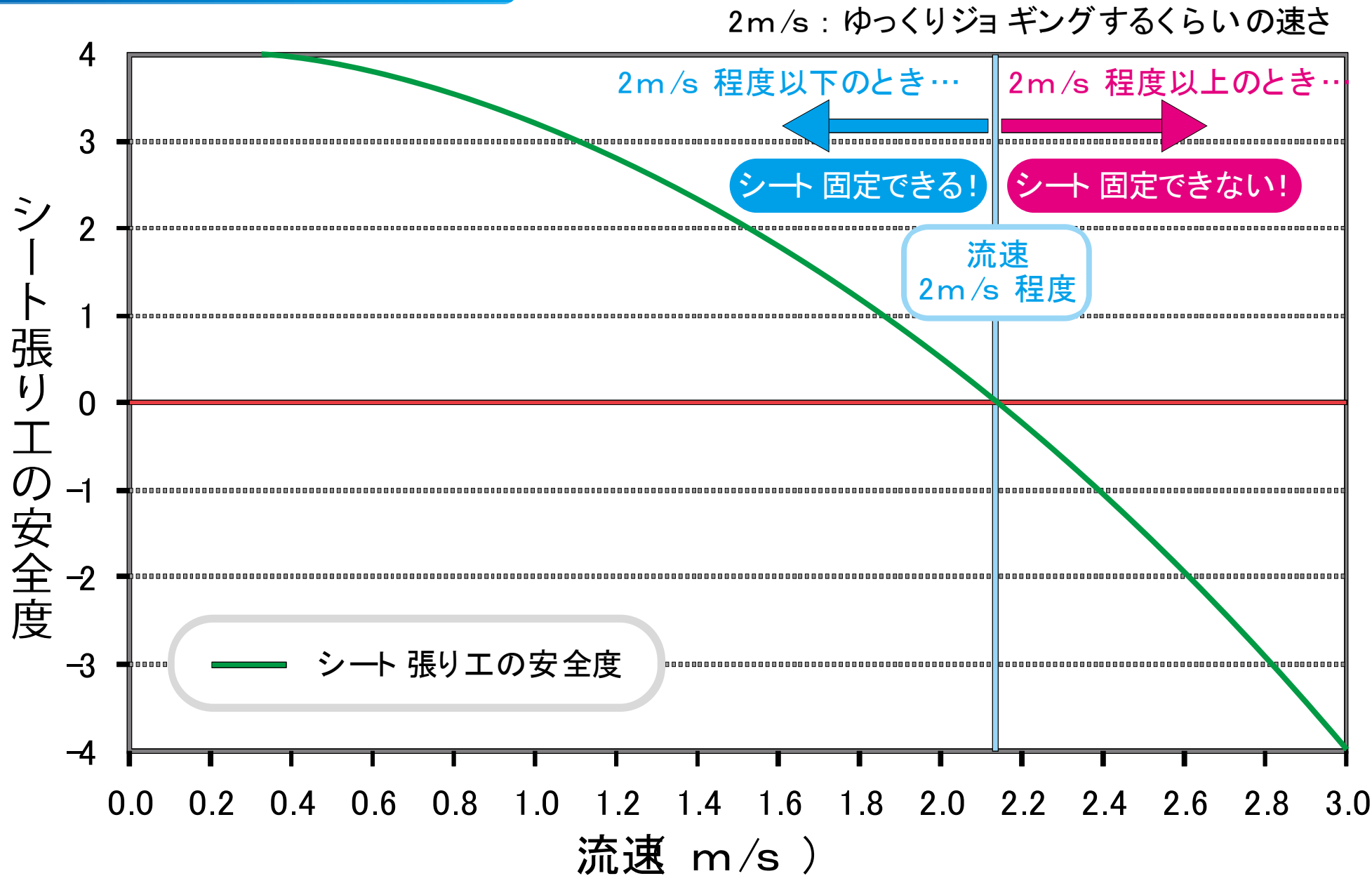
3.6 シート張り工

⑦シートの投げ入れ



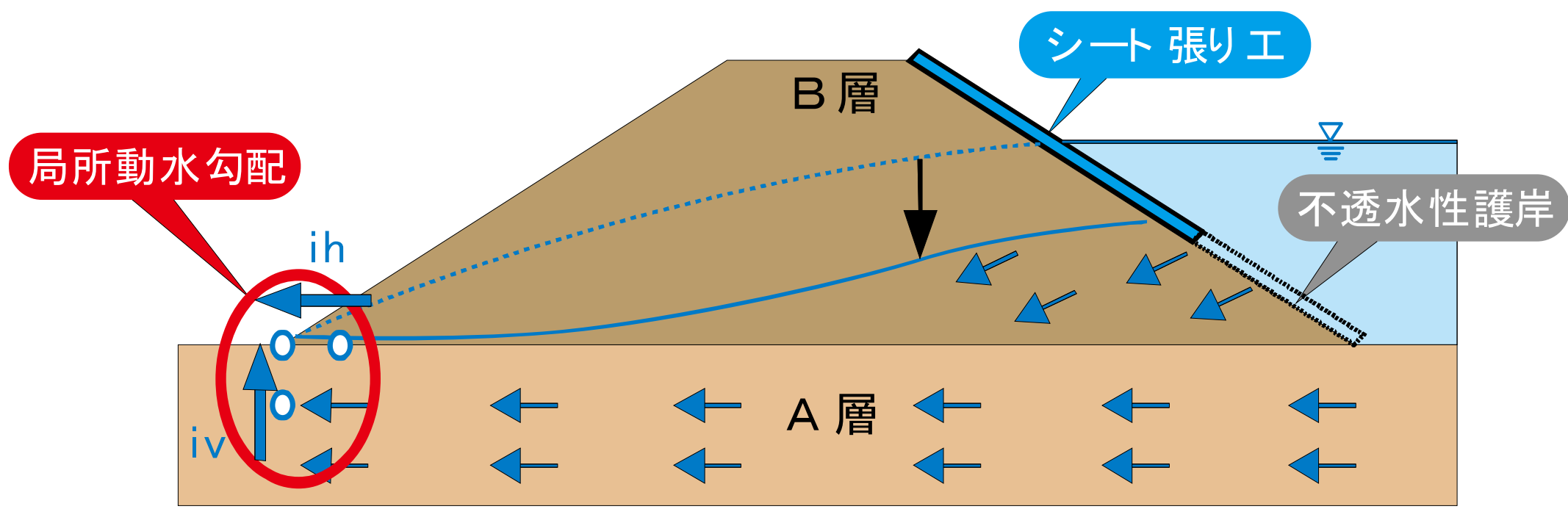
■シート張り工の効果

①洗掘対策の効果



■シート張り工の効果

②浸透 漏水) 対策の効果



3.7 竹流し工・木流し工

①資材の用意

②土のう作り及び十字掛け

木流し工 1 セット 1 本

竹流し工 1 セット 3 本

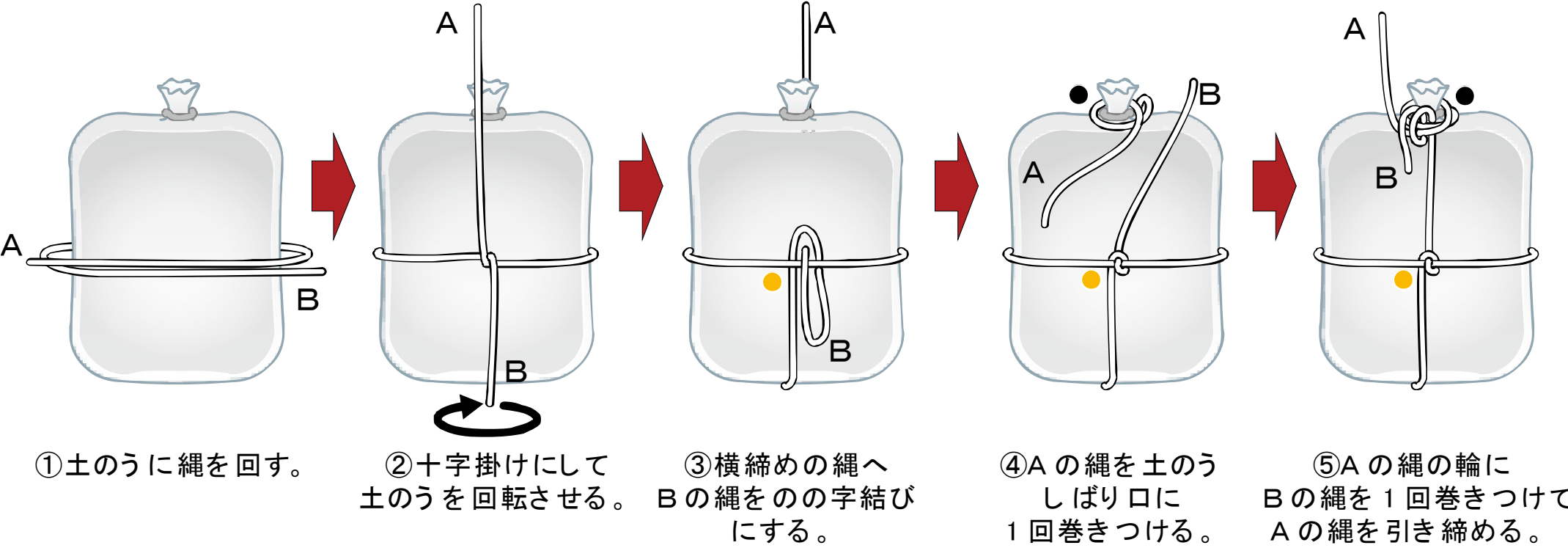
結び方凡例

●

のの字結び

●

イボ結び

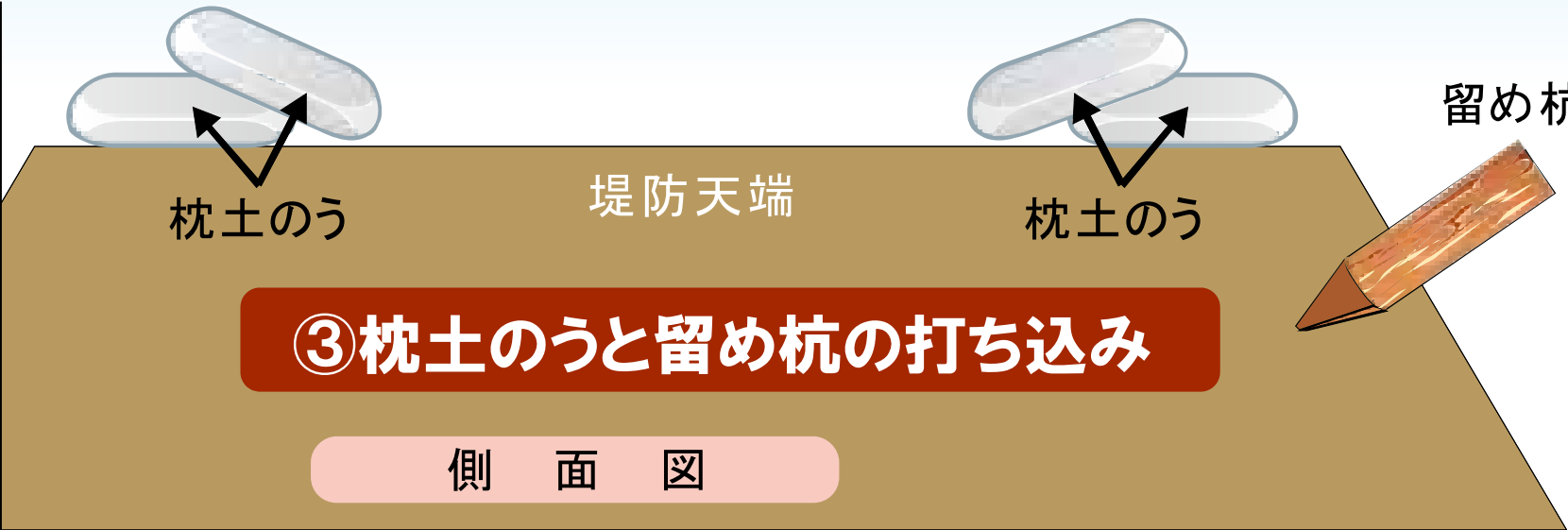
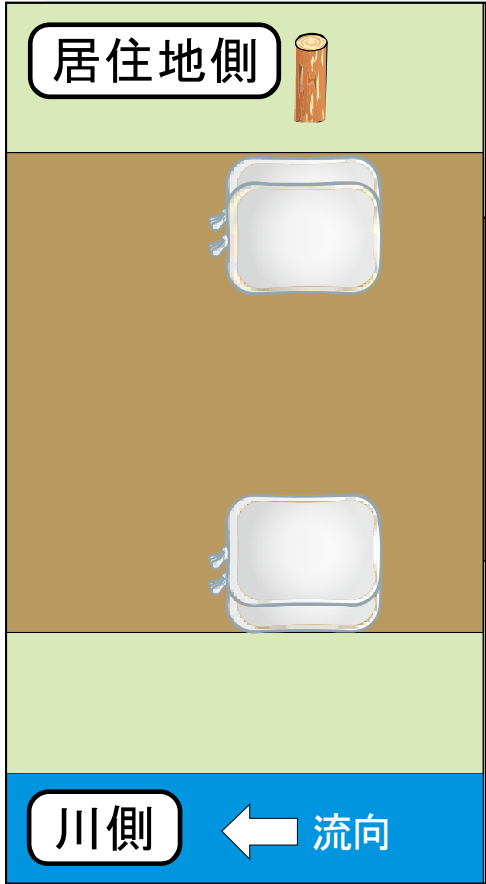


3.7 竹流し工・木流し工

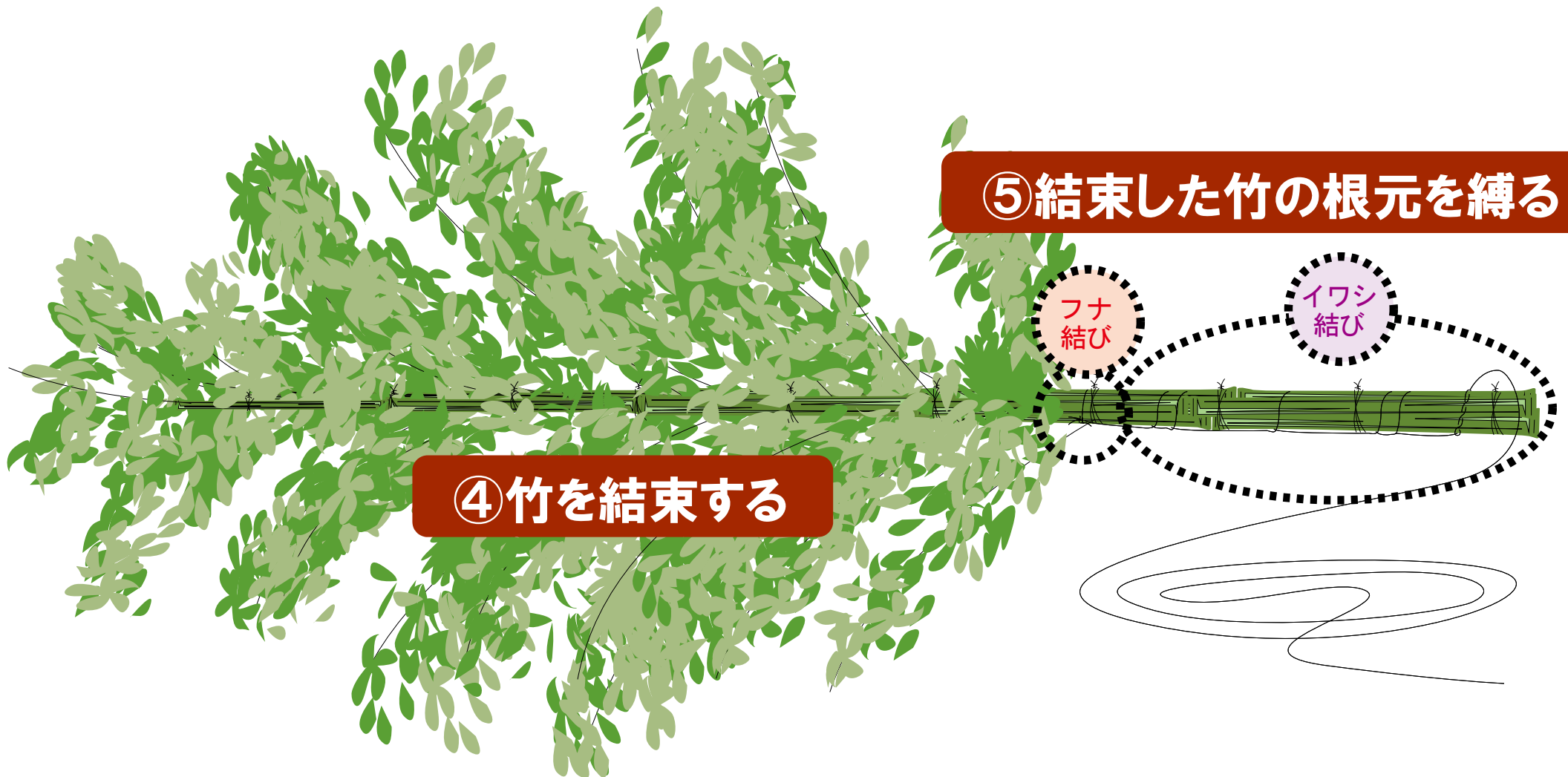
川側

※堤防に杭が打ち込めない場合は、近くの構造物に固定する方法があります。

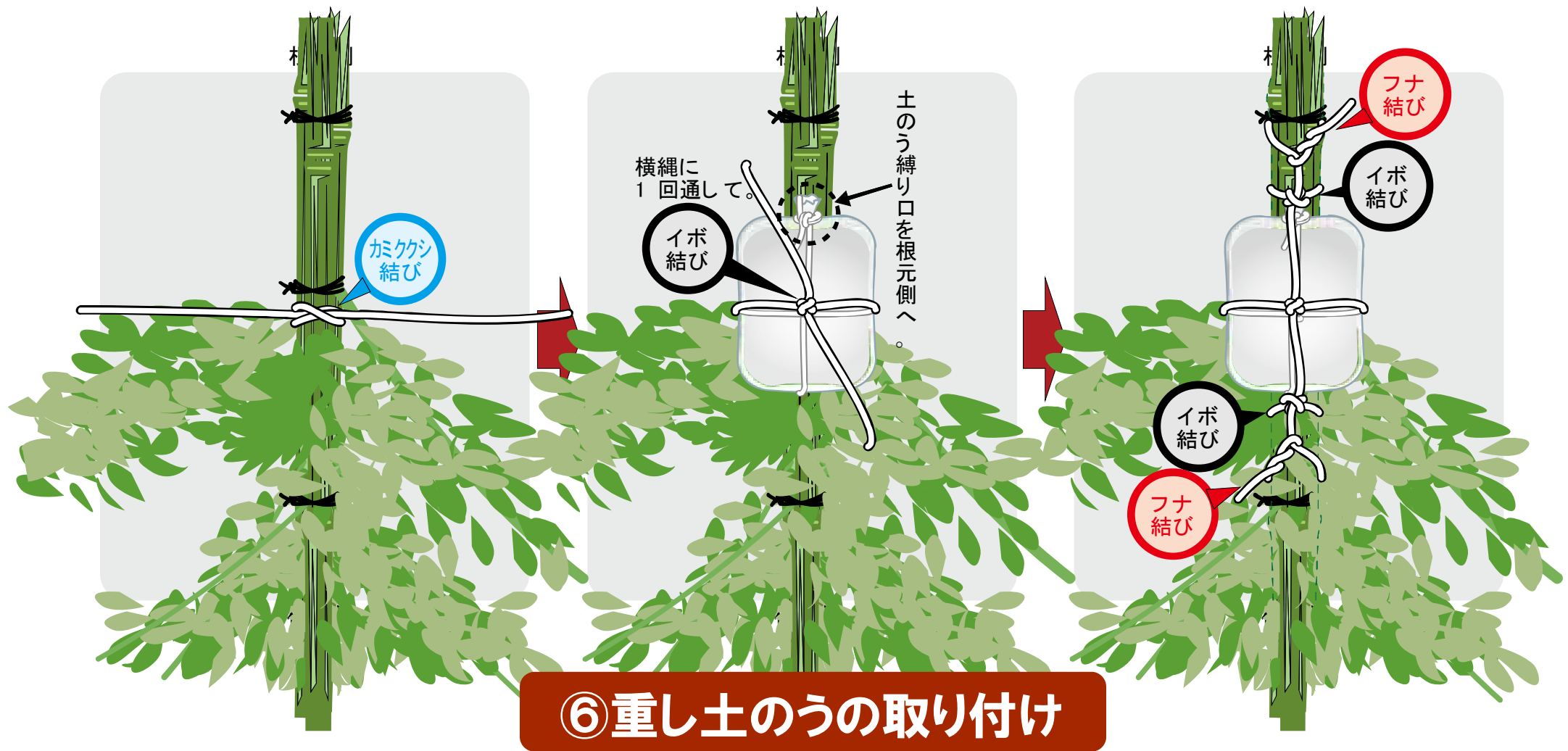
居住地側



3.7 竹流し工・木流し工

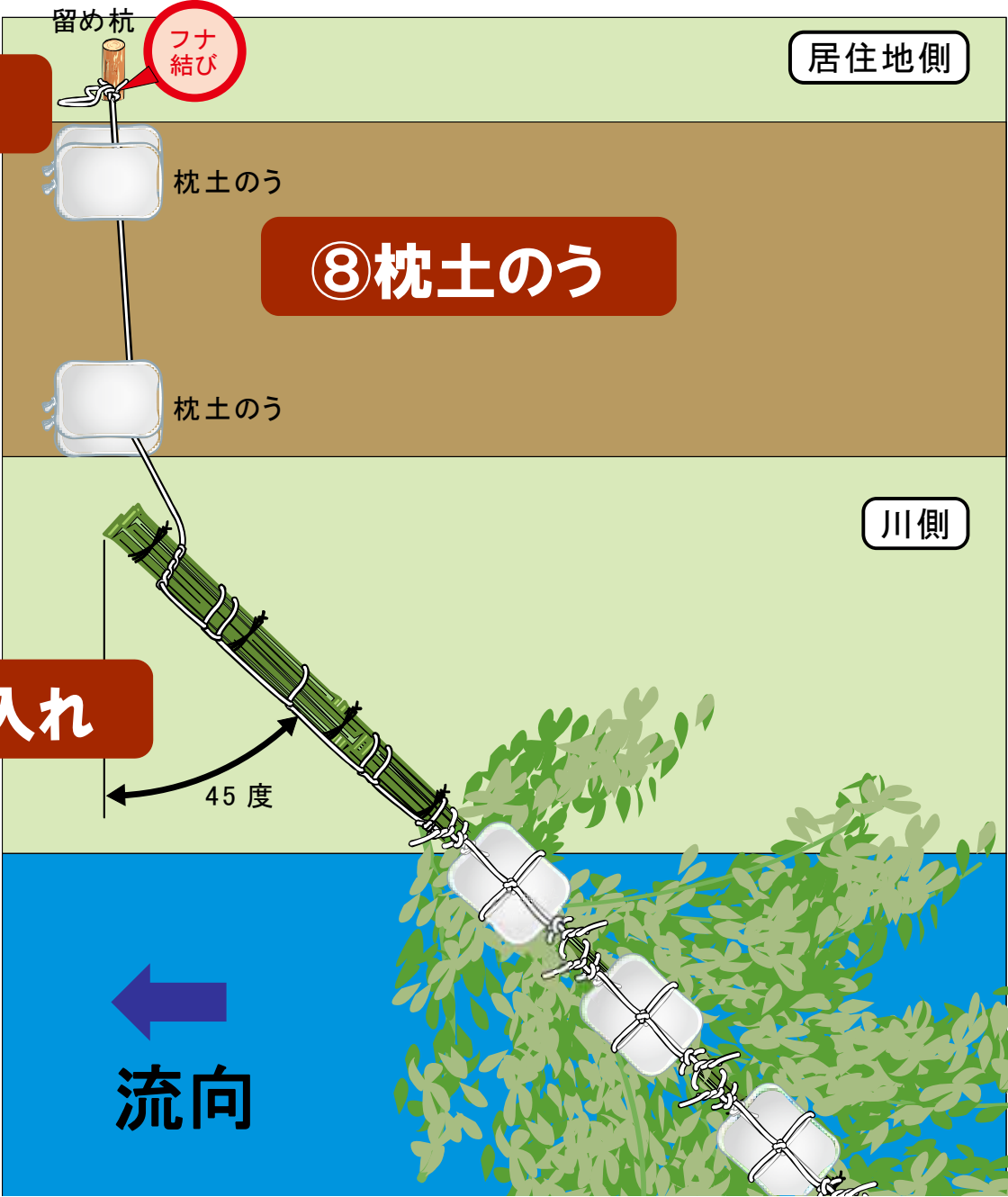


3.7 竹流し工・木流し工



3.7 竹流し工・木流し工

⑦留め杭との結束



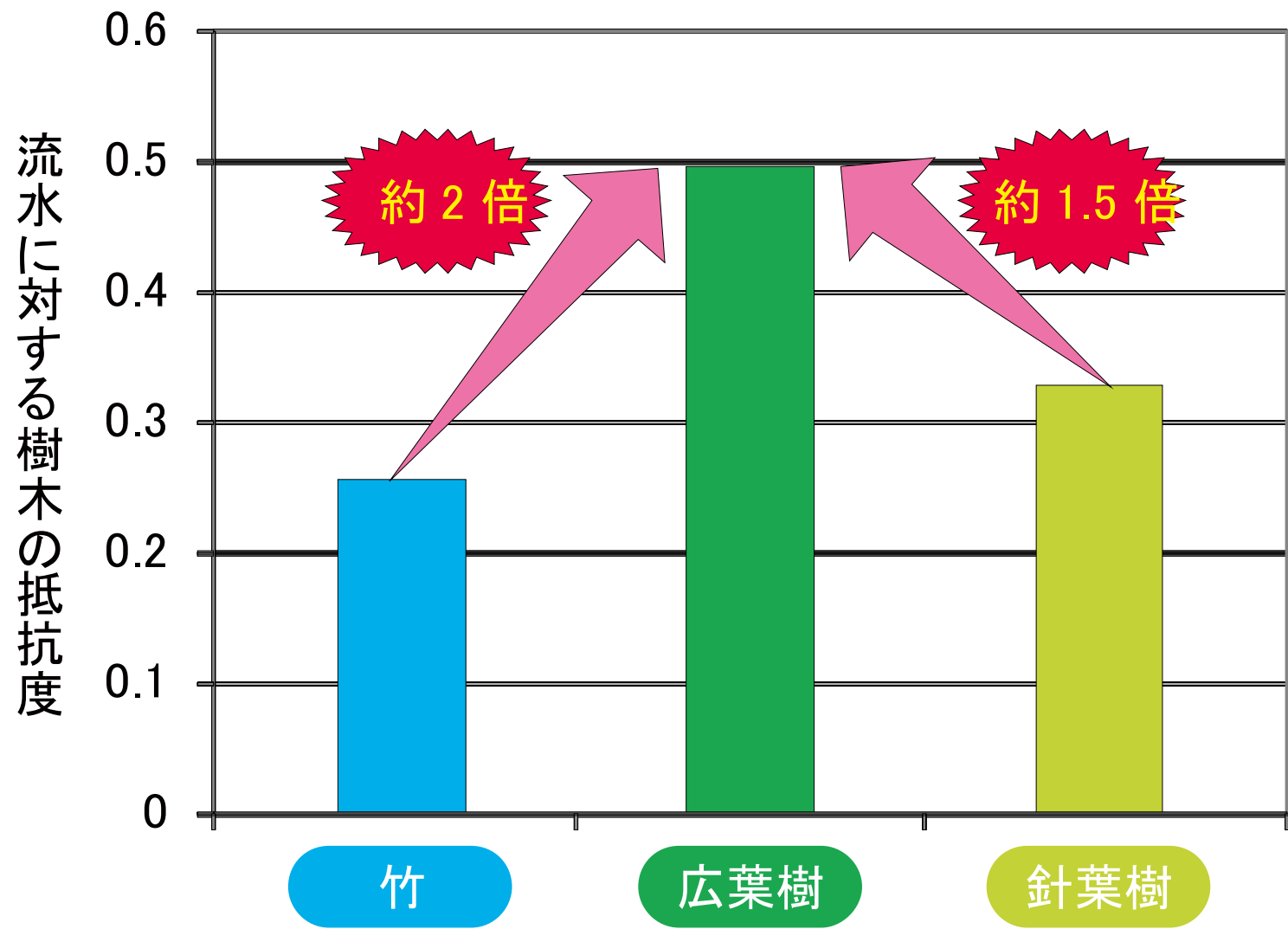
⑧枕土のう

⑨竹の投げ入れ



■竹流し工・木流し工の効果

①樹種による抵抗力の違い



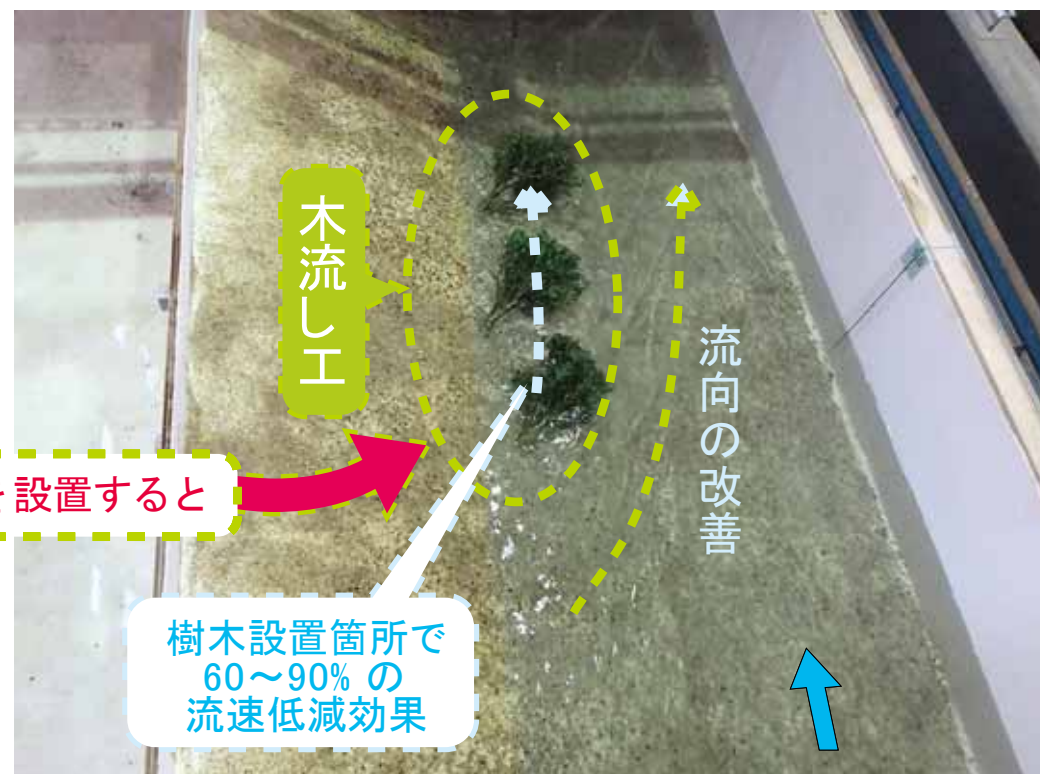
■竹流し工・木流し工の効果

②流速低減・流向改善効果

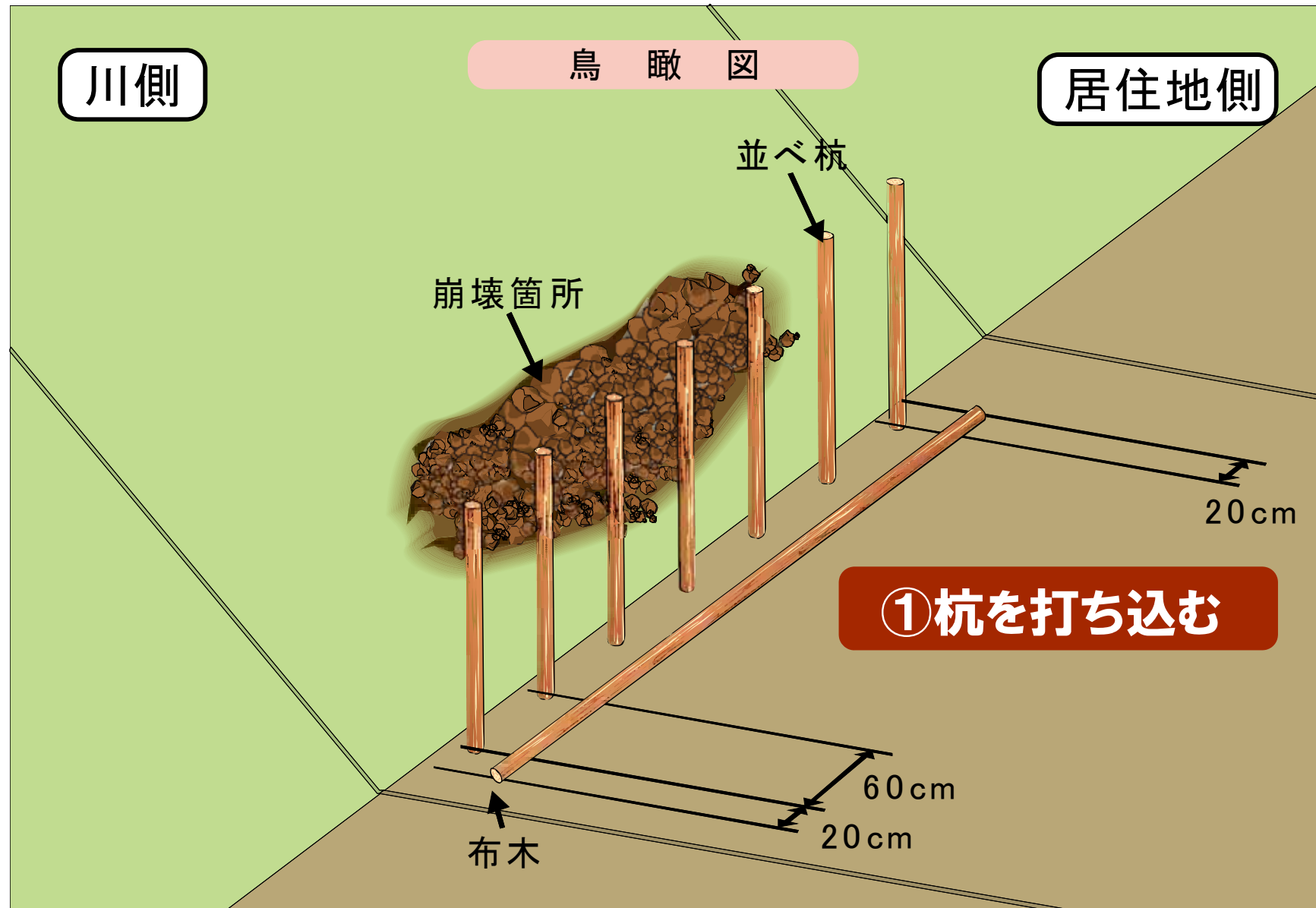
木流し工の設置前



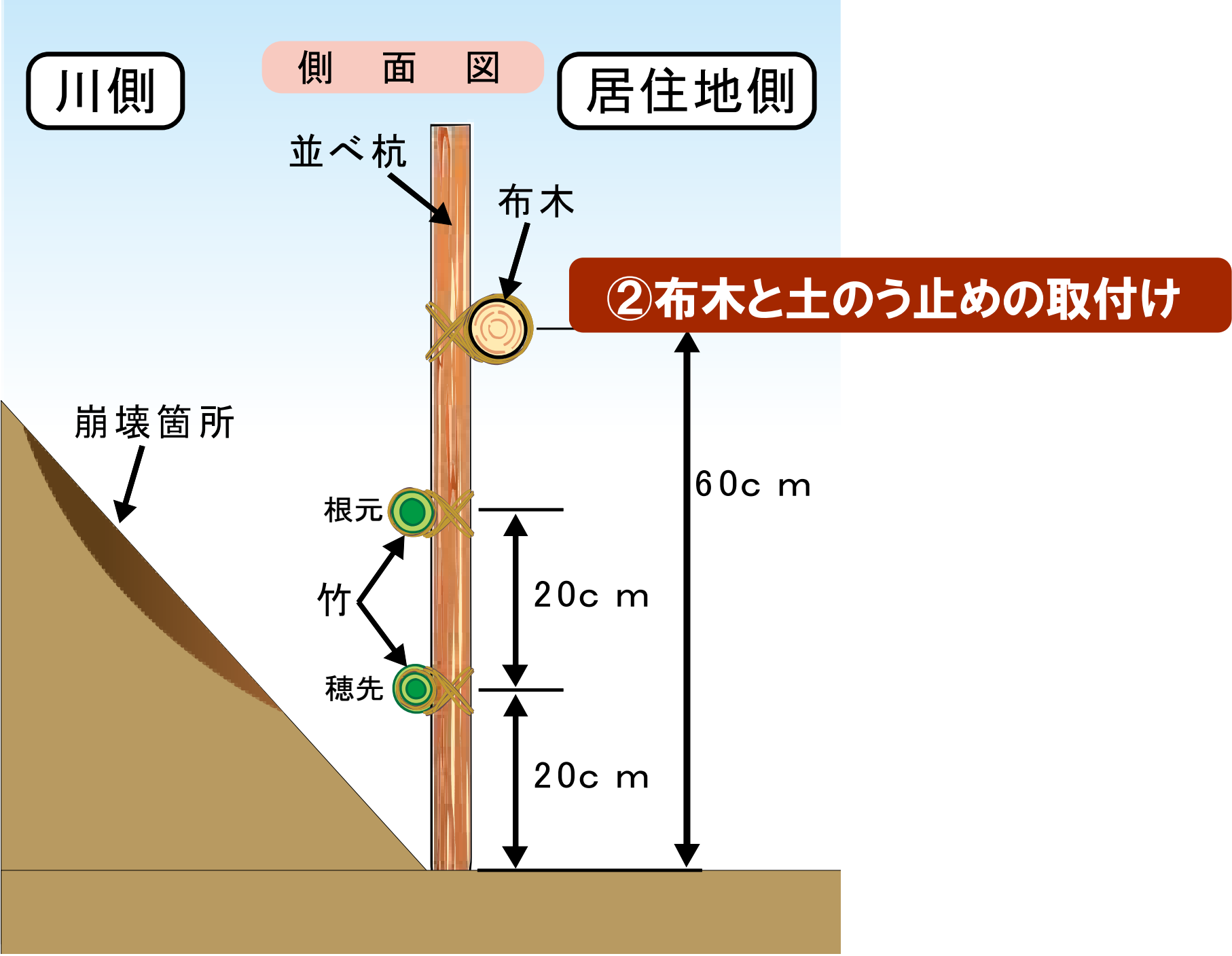
木流し工の設置後



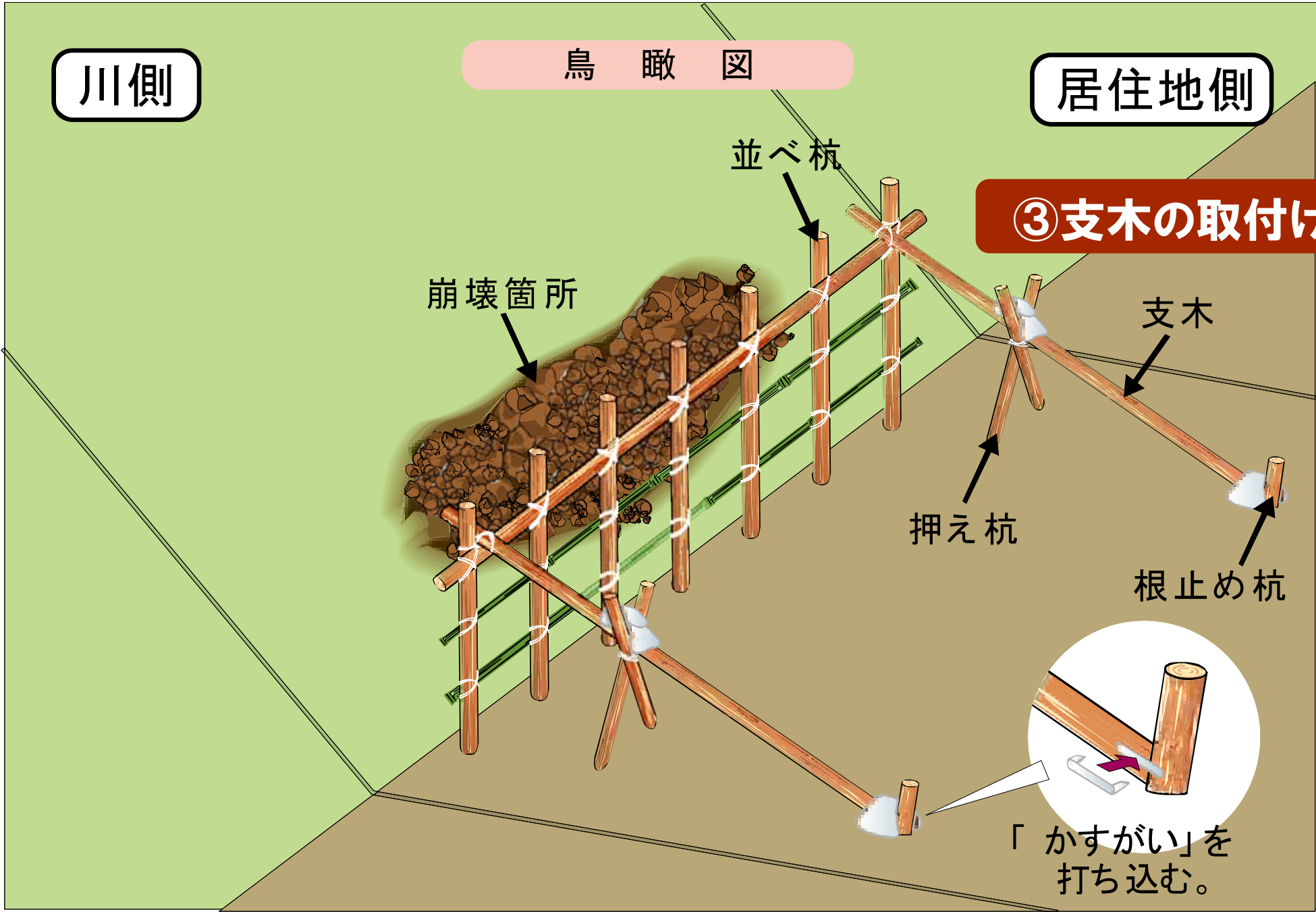
3.8 杭打ち積み土のう工



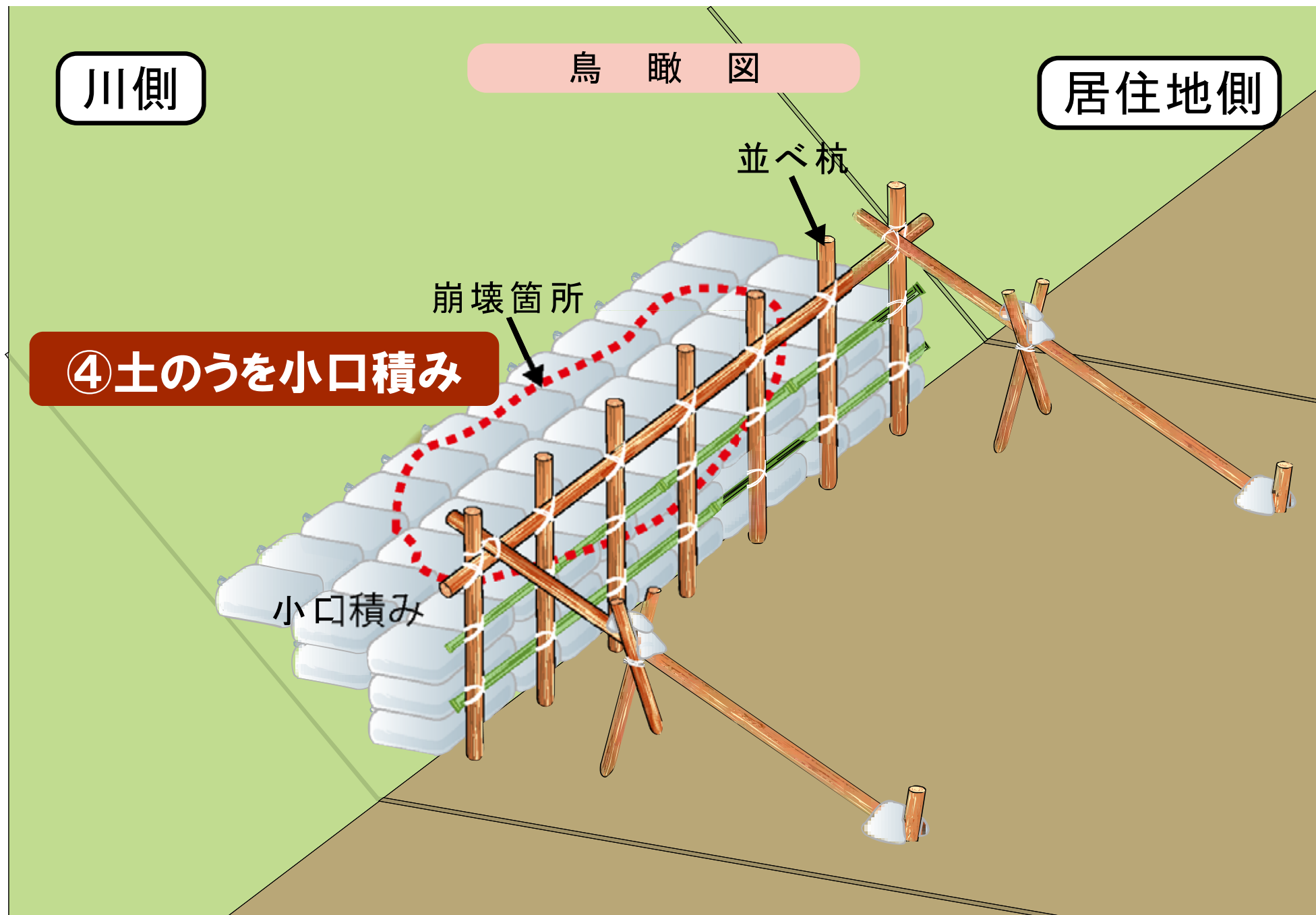
3.8 杭打ち積み土のう工



3.8 杭打ち積み土のう工



3.8 杭打ち積み土のう工



第4章 水防活動に関わる基礎知識

4.1.1 基本的なロープワーク

① のの字結び 【半結び】

下からロープを巻き元ロープをくぐらせる



両方のロープを左右に引く



のの字結び 完成



4.1.1 基本的なロープワーク

②

カミククシ結び

【巻き結び】

上からロープを巻く

①



交差するように巻き付ける

②



巻き付けたロープをくぐらせる

③



カミククシ結び 完成

④



4.1.1 基本的なロープワーク

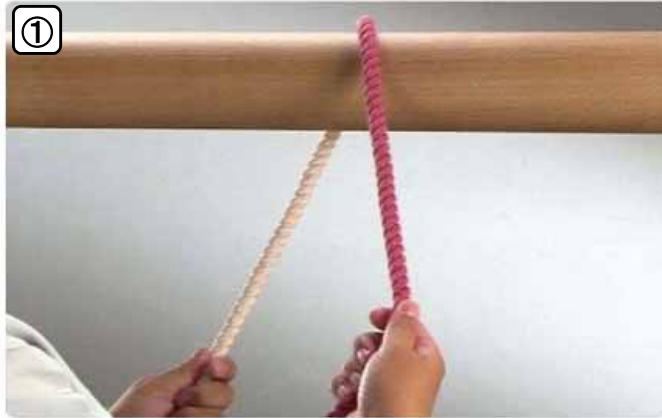
③

フナ結び

【より結び】

下からロープを巻く

①



下のロープに端ロープをくぐらせる

②



折り返して、上のロープに
外側から巻き付ける

③



フナ結び 完成

④



4.1.1 基本的なロープワーク

④

イワシ結び

【ひきづな結び】

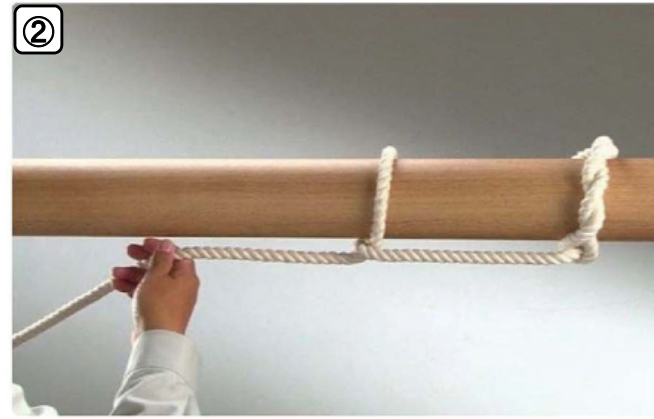
フナ結びを作る（1回多く巻く）

①



②

のの字結びを作る



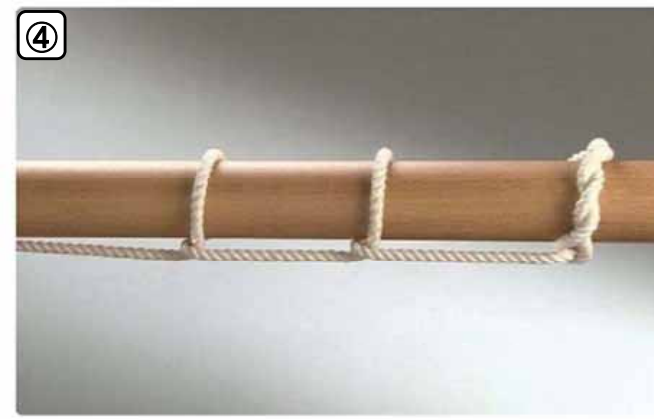
③

のの字結びをもう一度作る



④

イワシ結び 完成



4.1.1 基本的なロープワーク

5

イボ結び

【男結び、依結び】

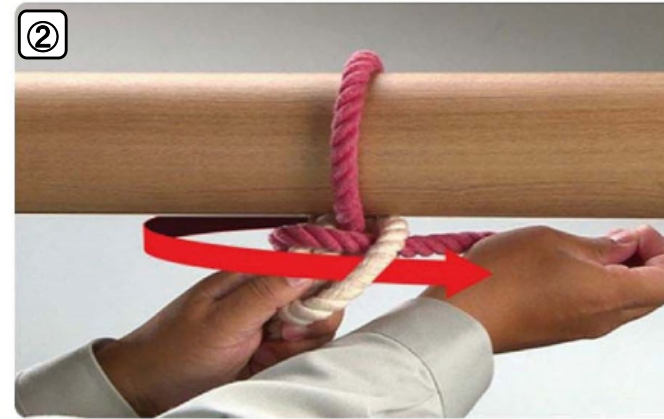
輪を作り、奥のロープをくぐらせる

①



ロープの端を輪の交差箇所に引っ張る

②



輪の交差箇所に巻き付ける

③



イボ結び 完成

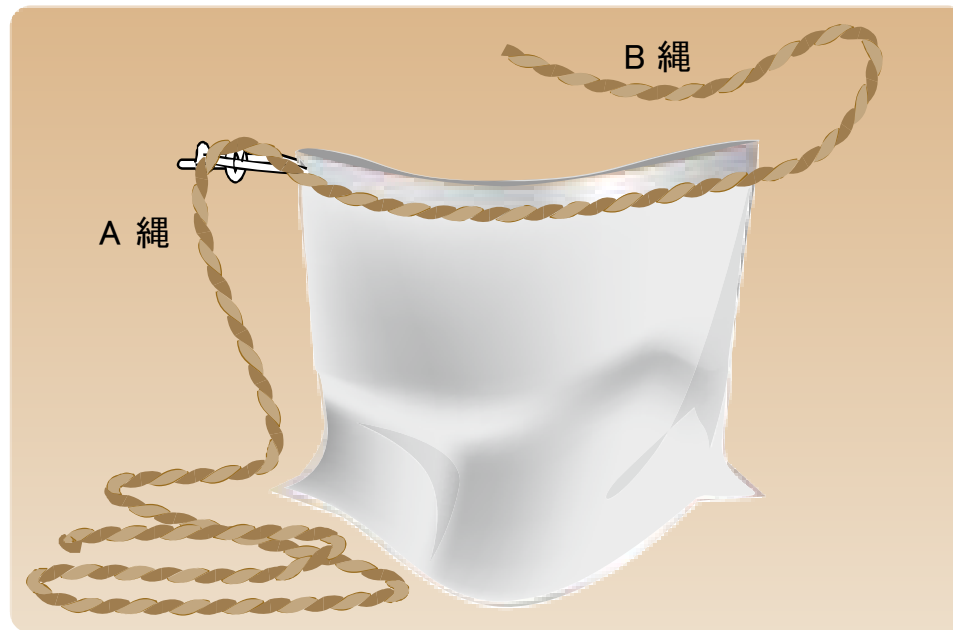
④



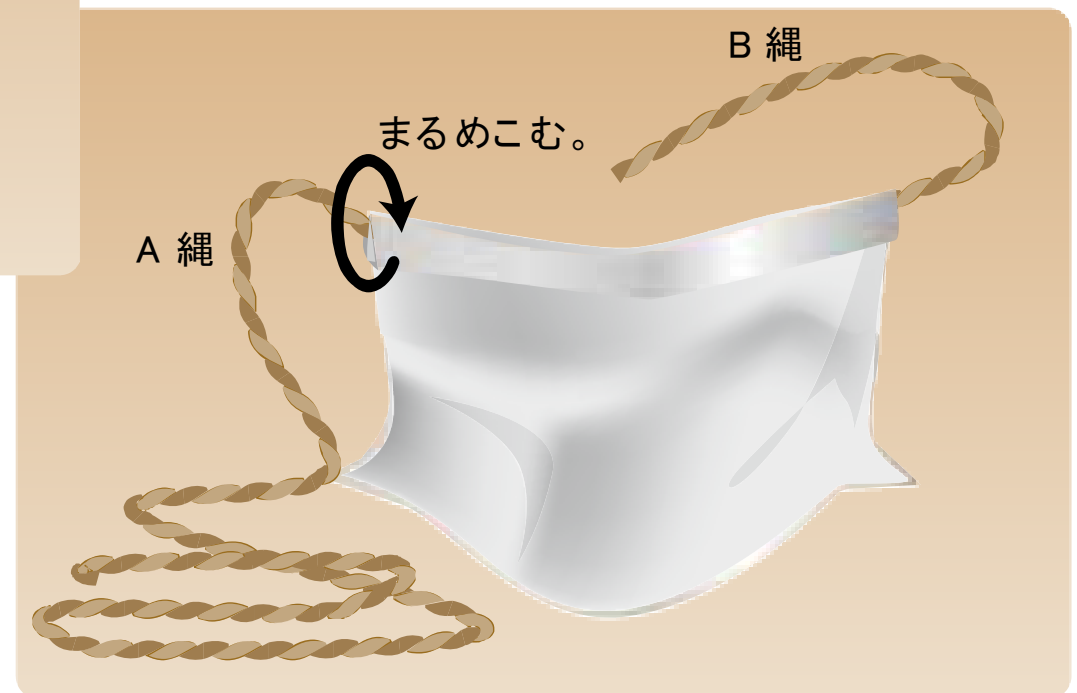
4.1.2 土のう拵え

■わら縄の丸め込み

①土のう袋中心から、縄（ロープ）1/3を左側に出す【B縄】、袋の縫い目を右にする。



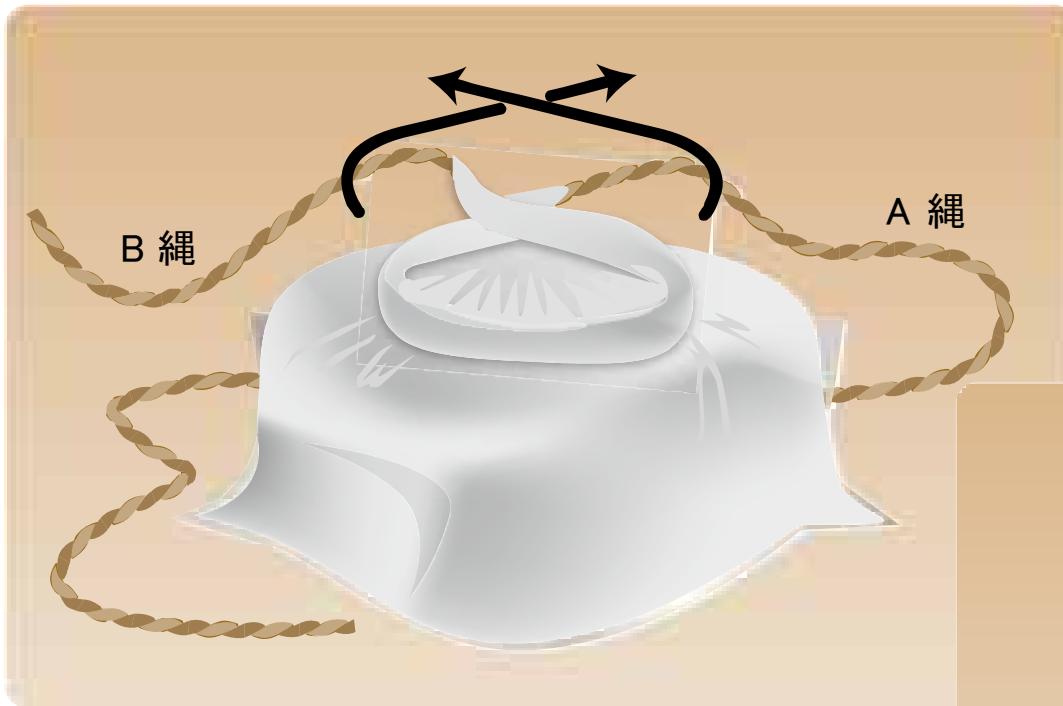
②袋の口に縄を添え、均等にまるめこむ。



4.1.2 土のう拵え

■わら縄の丸め込み

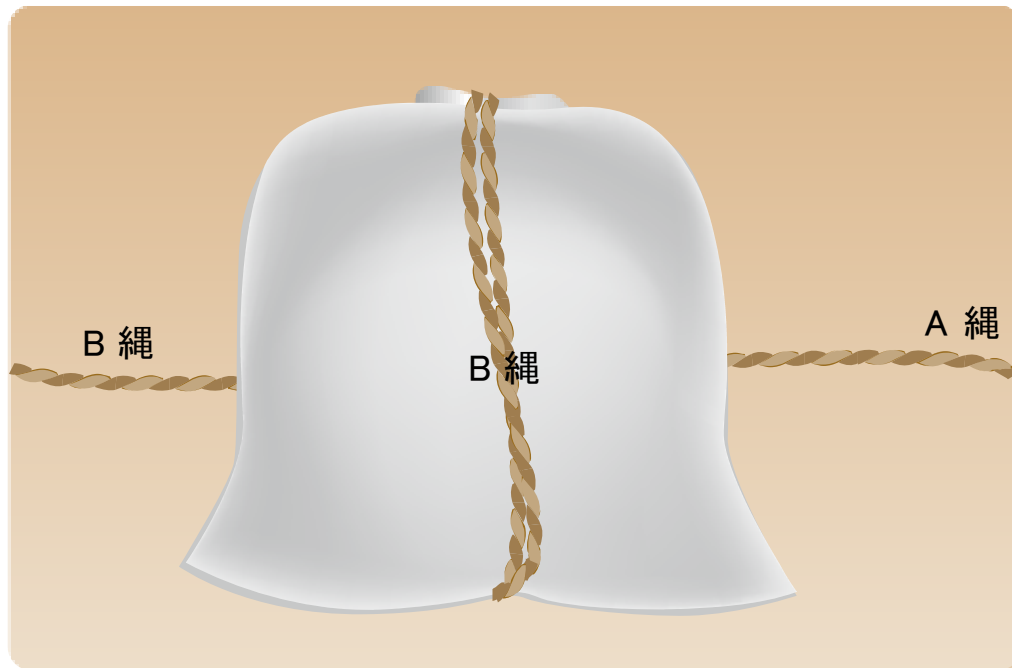
③ まるめこんだ両端を内側に交差し、A縄をUターンさせ
絞りあげる。



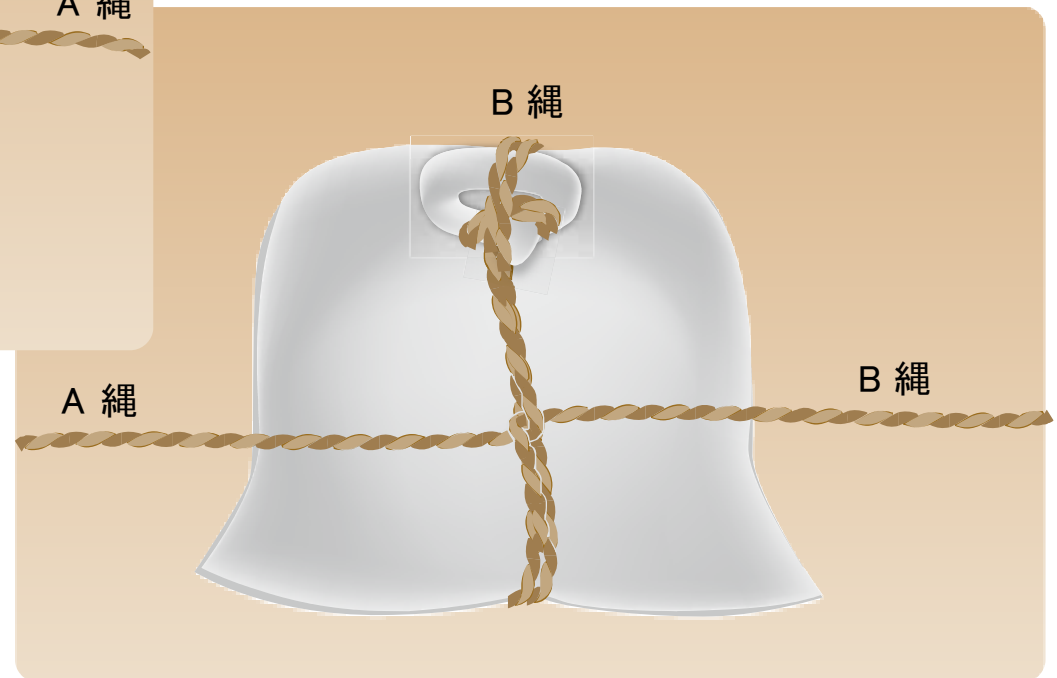
4.1.2 土のう拵え

■わら縄の丸め込み

④長手方向は2重、小口方向は1重に（土のう裏側は交差）する。



長手方向は 2 重

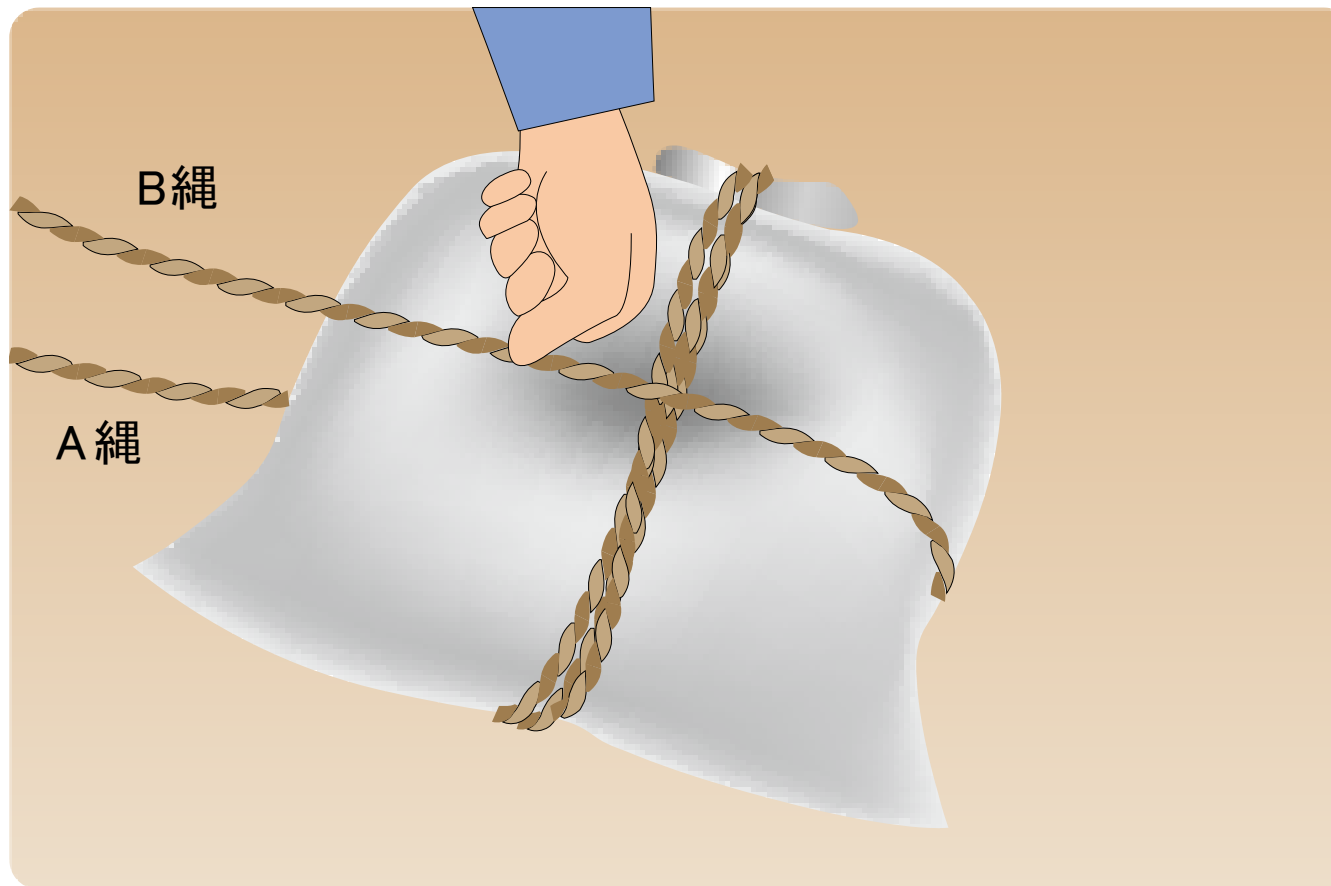


小口方向は 1 重

4.1.2 土のう拵え

■わら縄の丸め込み

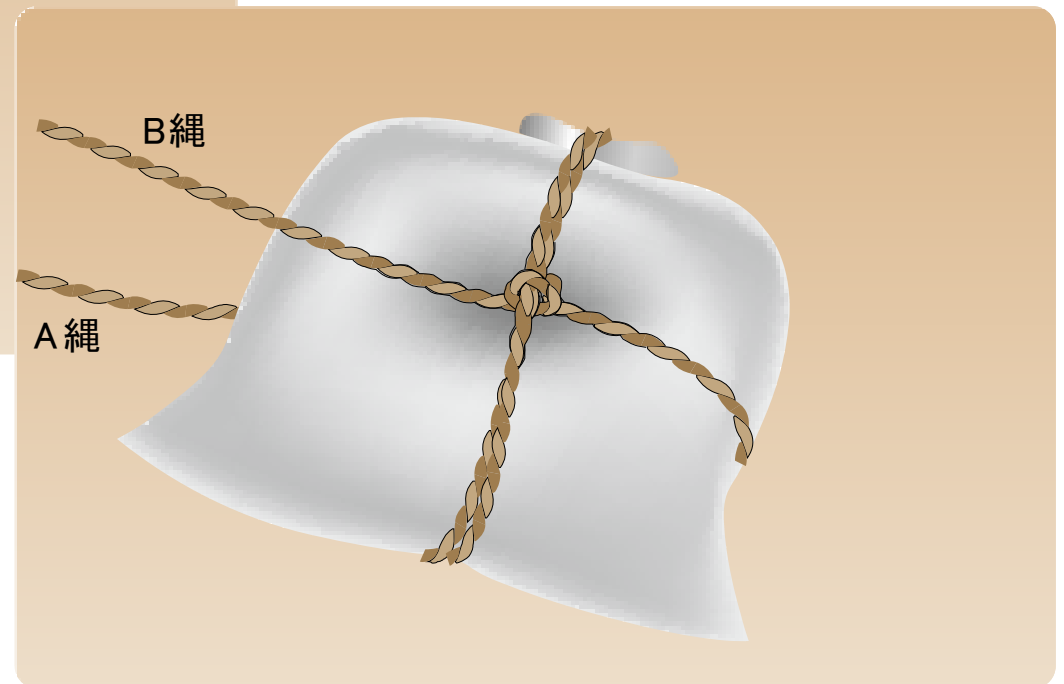
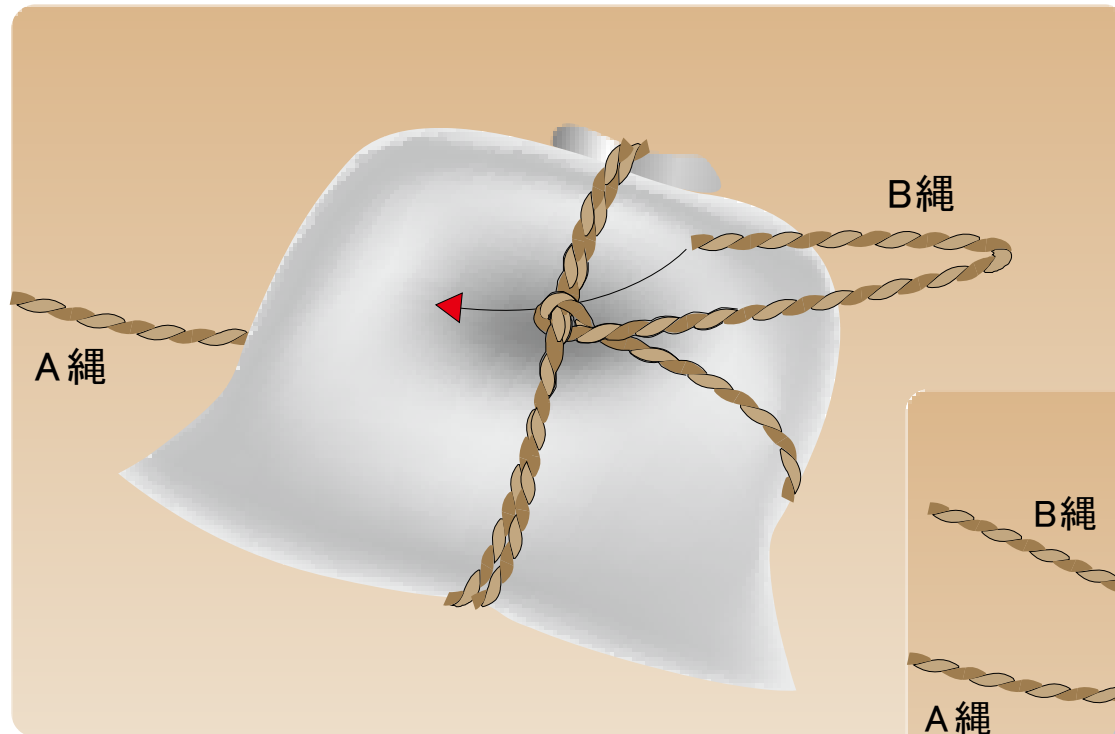
⑤手刀又は、ゲンコツで
中央の十文字の箇所（土のう表側）をへこめます。



4.1.2 土のう拵え

■わら縄の丸め込み

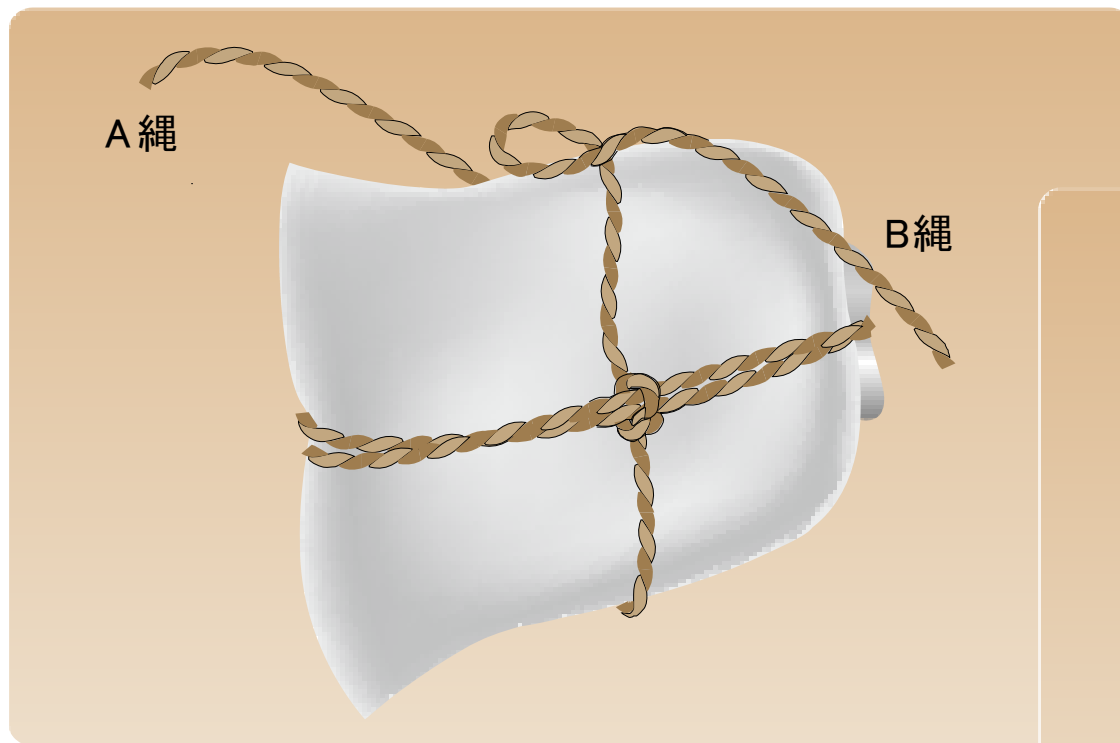
⑥のの字がけにする。（上から下、上から下にまわす）



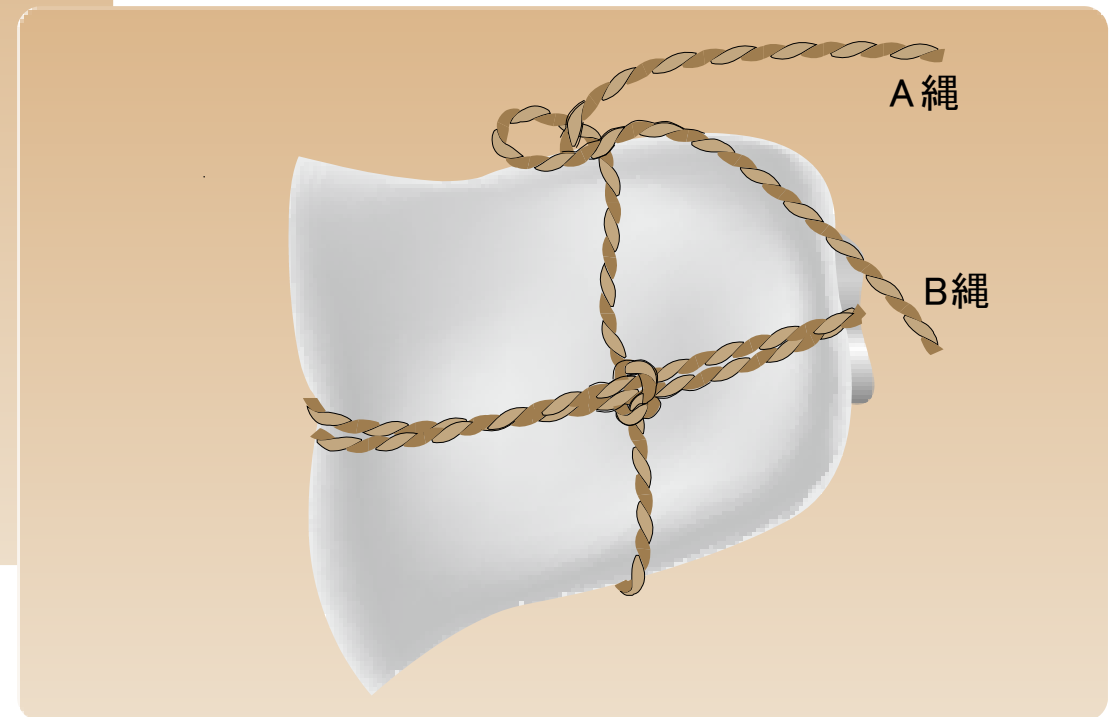
4.1.2 土のう拵え

■しおり結び

①土のうの縫い目の上に、しおり結びをする。



②B縄で輪を作り、A縄を輪にとおす。

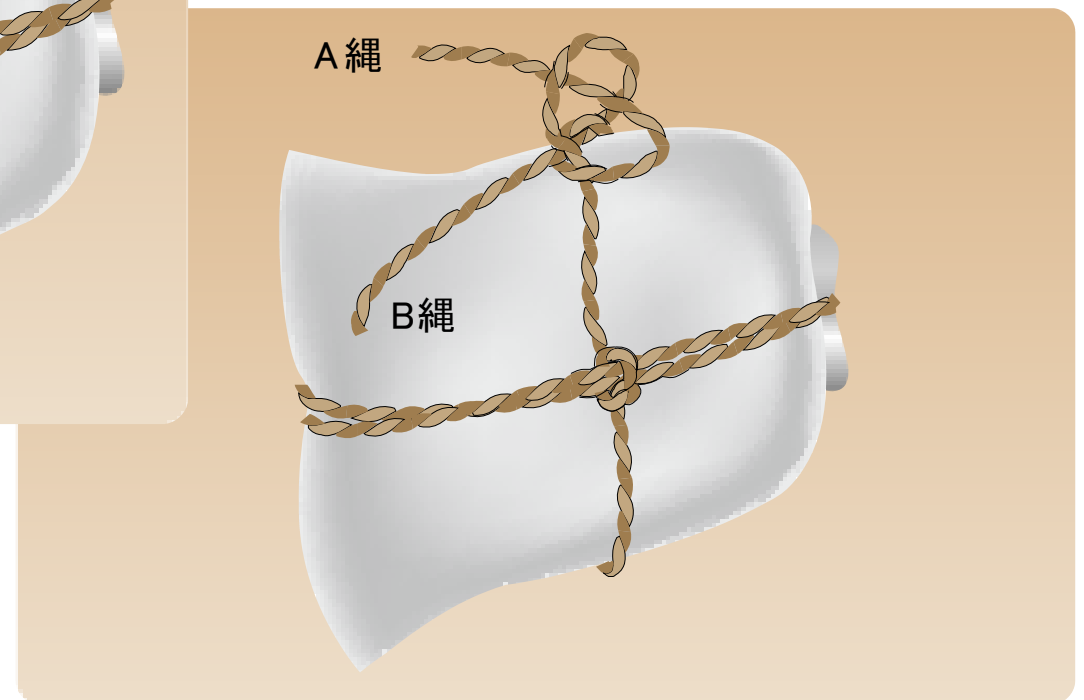
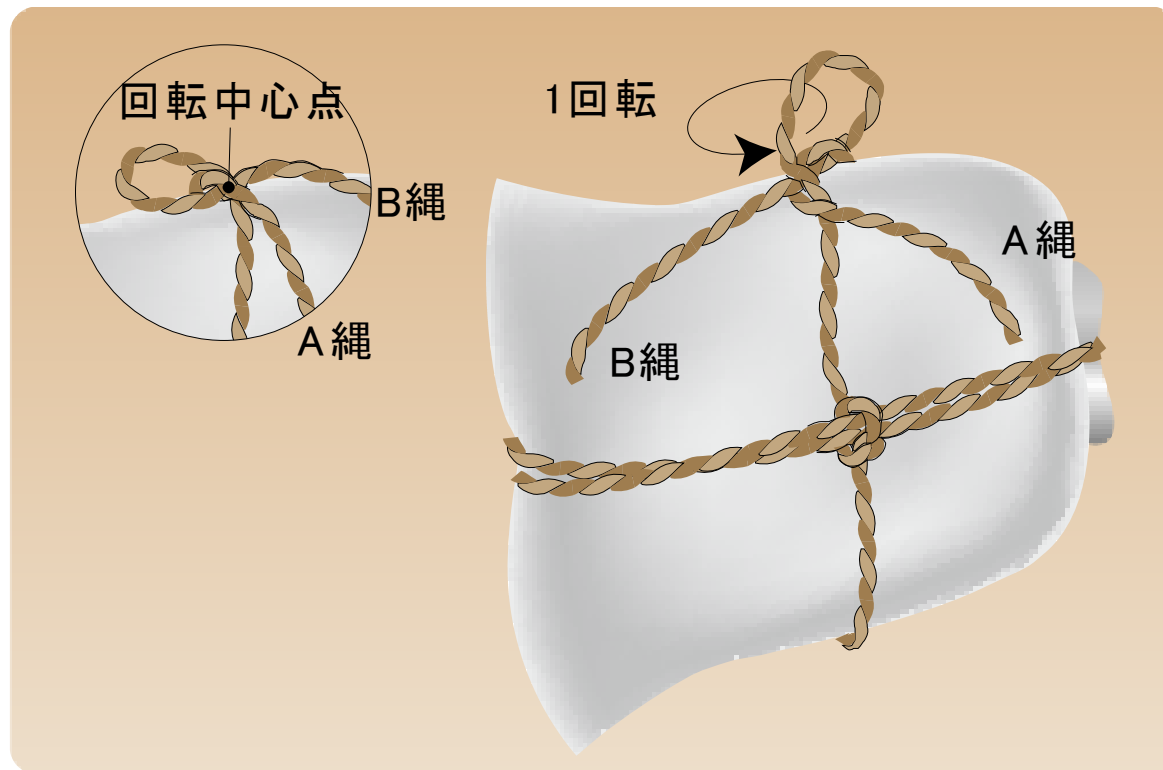


A縄を輪にとおす

4.1.2 土のう拵え

■しおり結び

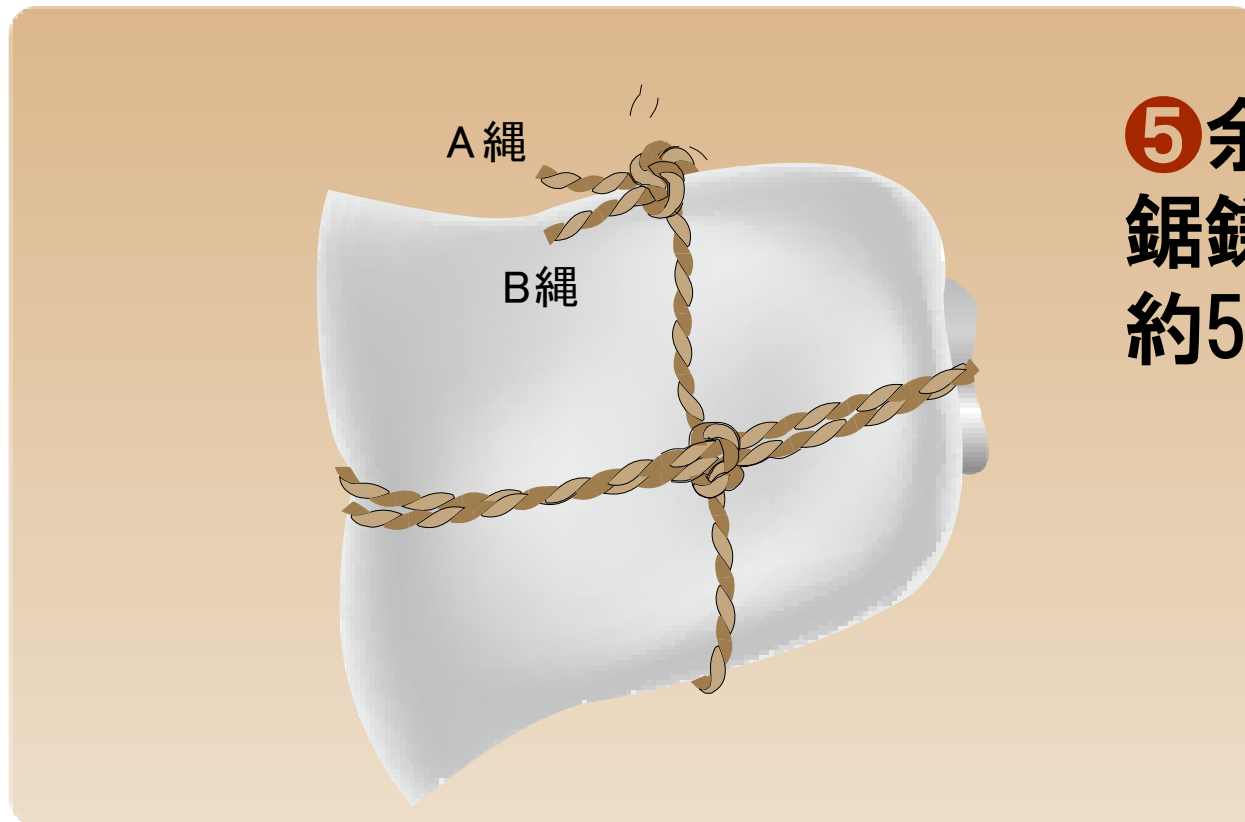
③ つづいて、A縄で輪とB縄の両方を左手親指の下から1回転し、再度輪に通す。



4.1.2 土のう拵え

■しおり結び

④このとき縄（ロープ）がゆるまないように、左手の親指と人差し指で、しっかりと固定し、ゆるめないようにB縄（輪）を引き締める。

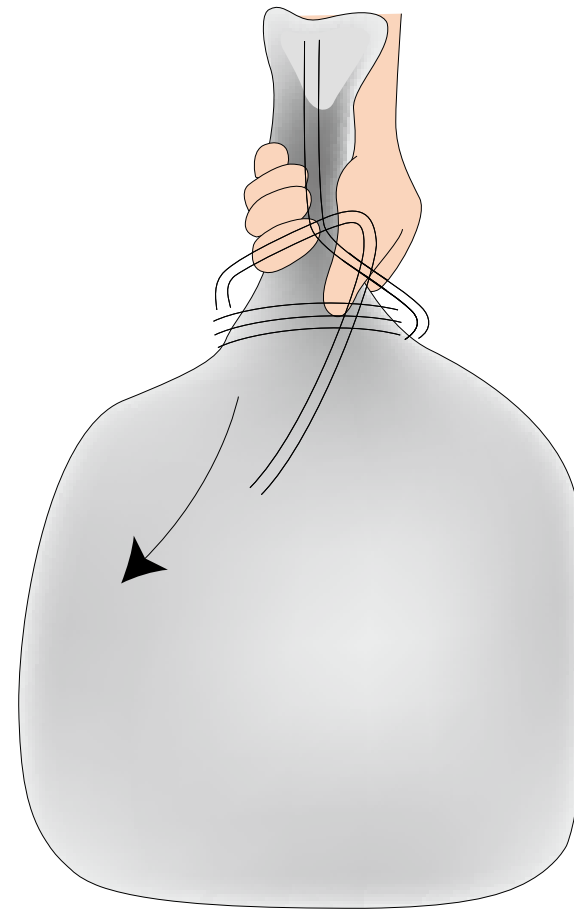


⑤余りの縄（ロープ）を鋸鎌で結び目から、約5 c m残し切り揃える。

4.1.2 土のう拵え

■口結び

※使用場所によっては、「口結び」だけでも良い

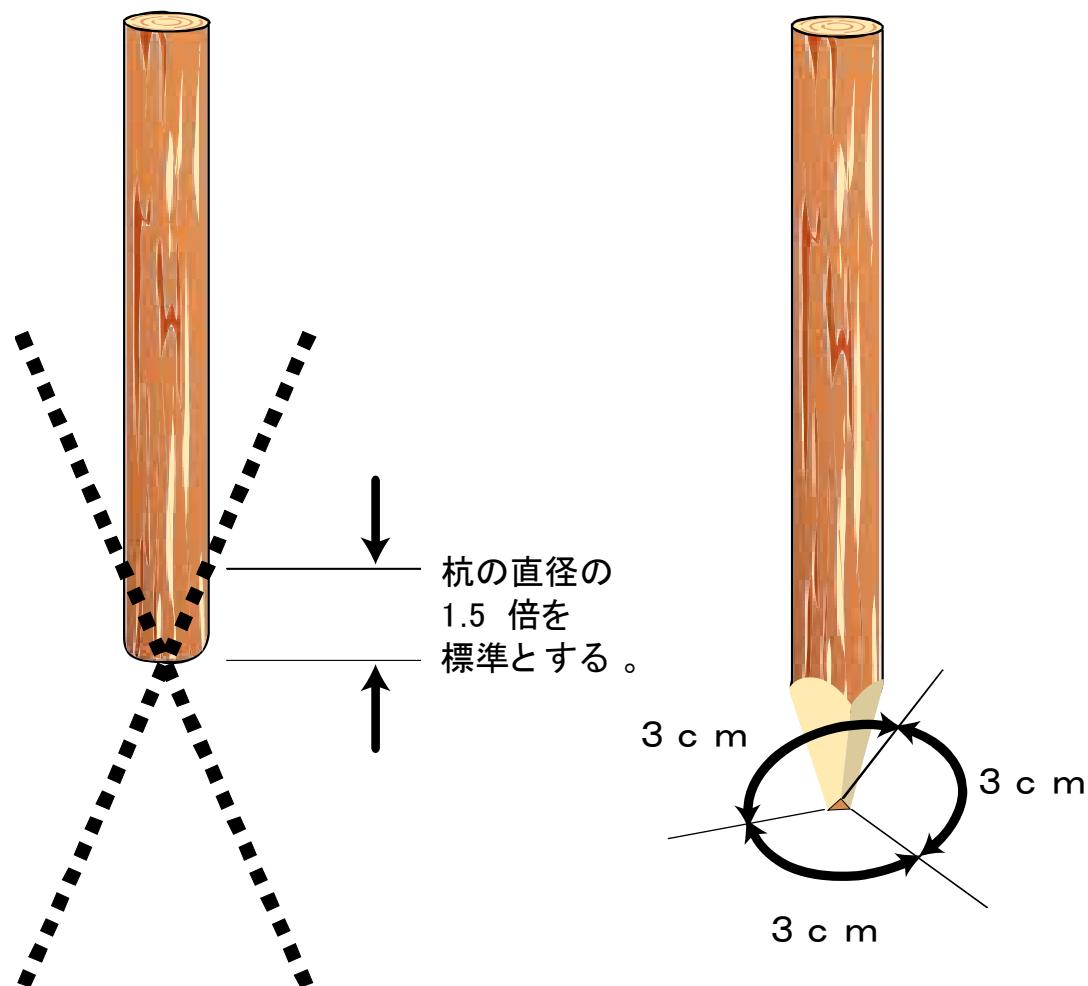


土のうの底部を
丸く仕上げる。

4.1.3 杭拵え

水防工法で使用する多量の杭を用意するため、丸太の先端を尖らせる作業

1人が適当な台木に丸太を立てて支え、丸太をまわしながら削りやすいようにする。もう1人がオノかナタで杭の直径の1.5倍くらいの箇所から3面を削る。

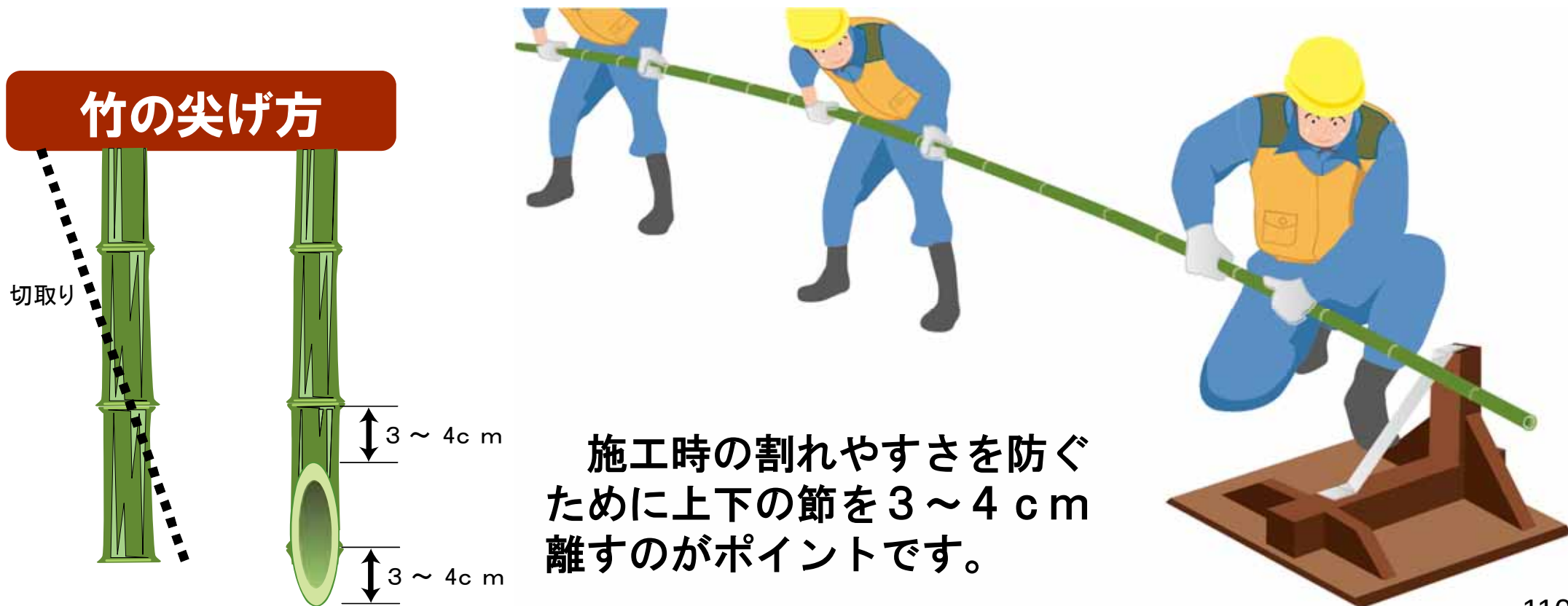


4.1.4 竹とぎ

五徳縫い工・折り返し工、などに使う青竹を尖らせる作業

台木およびカマの先端を杭で固定し、1人がカマに接して片膝の姿勢で座り、他の2人がかけ声を合わせて後ろから引きます。先端は割れを防ぐため節を残しておきます。

なお、専用の台座等が無い場合は、カマを2人で固定するため5人で作業をします。



水防活動時の注意事項

夜間の安全対策

- ◆夜間の活動時は、周辺の状況が把握しにくいので注意が必要です。
懐中電灯等が必要となります。
- ◆夜間に水防工法を実施する場合、投光機等により作業場を十分明るくすることが安全面から特に重要です。
- ◆夜間の水防活動を想定した訓練も有効です。



水防活動時の注意事項

水際部や氾濫域での安全対策

◆水防活動時に作業員が川などへ転落することはあってはならないことですが、万一転落した場合を想定しておくことも必要です。

◆巡視や水防作業時、避難誘導時など水際部や氾濫域での水防活動時にはライフジャケットを着用するとともに通信機器を携行するように心掛けて下さい。



4.2 自らの安全管理

水防活動時の注意事項

活動環境について

- ◆漏水等の対応をする際、漏水や降雨により堤防や堤防周辺がうみ(水を含みぬかるみ状態になること)足場が非常に悪くなっている場合があります。
- ◆河川の水位が高くなっている場合は、堤防が揺れることがあります。
- ◆漏水の噴出口を土のう等で塞ぐと、周辺の浸透しやすい箇所から漏水し漏水範囲が拡大することになるので注意が必要です。



第5章 平常時・出動前の準備

5.1 平常時の準備(材料の入手、備蓄量、場所)

(1) 木流し材 竹流し材)の入手について

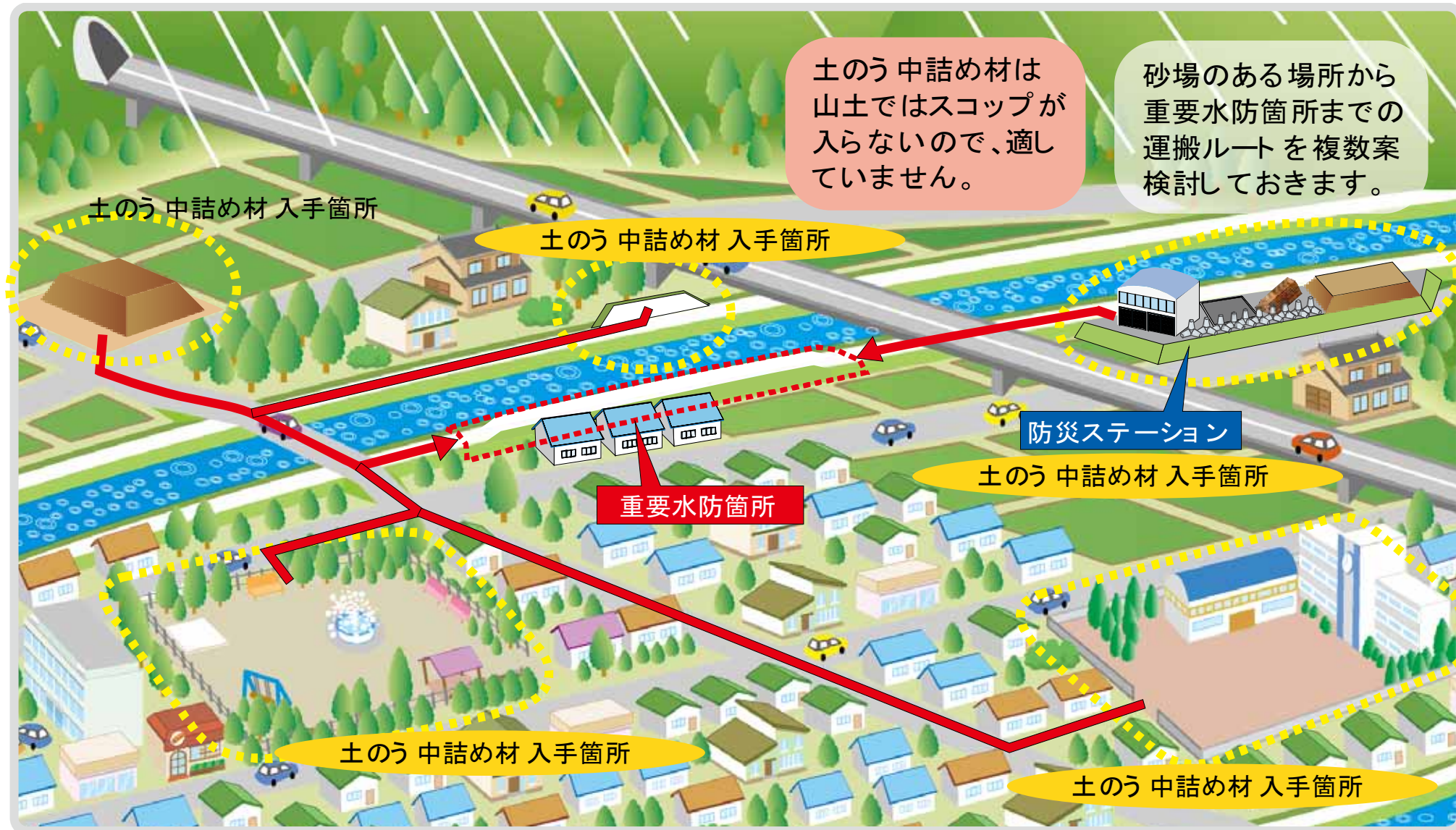
事前に川沿いの木材(竹材)入手箇所を調査し、関係者に周知しておきます。



5.1 平常時の準備(材料の入手、備蓄量、場所)

(2) 土のう 中詰め材の入手について

中詰め材を事前にストック又は調達先を調査し、関係者に周知しておきます。



5.2 平常時の点検・巡視

(1) 水防資材の常備品

常に水防資材の点検・補充等を行い、不足な資材については補充します。

また、水害時に備え、砂や重機の調達についても配慮する必要があります。



(2) 日ごろの巡視 情報共有

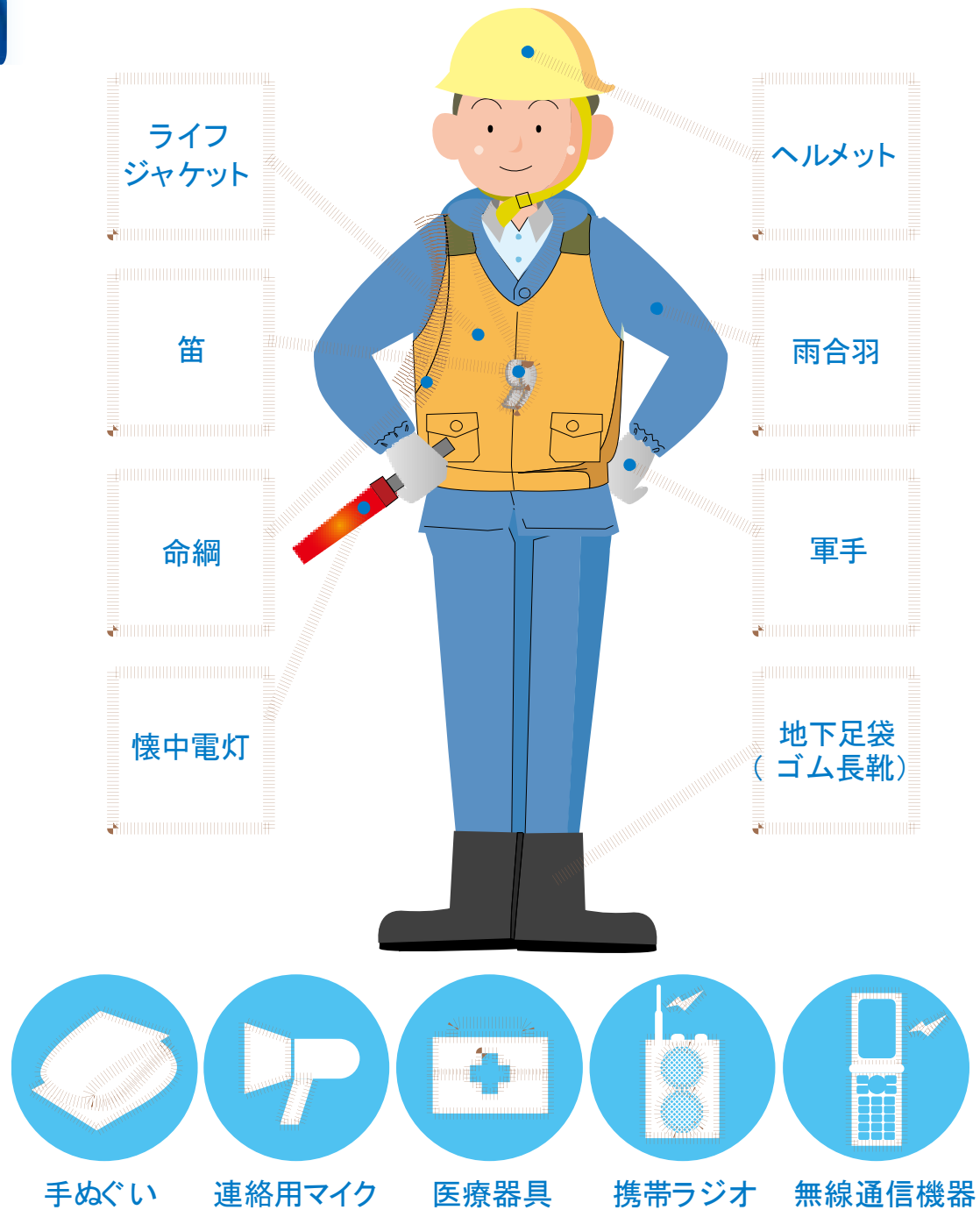
河川や海岸等を巡視し、水防活動上危険であると認められる箇所があるときは直ちに管理者に連絡して改善を求めます。

また、水防計画や重要水防箇所、浸水想定区域図・ハザードマップ等の情報を常に最新のものを把握しておき、河川管理者との情報共有が重要です。



5.3 出動前(安全対策・装備)

(1) 水防団員の常備品

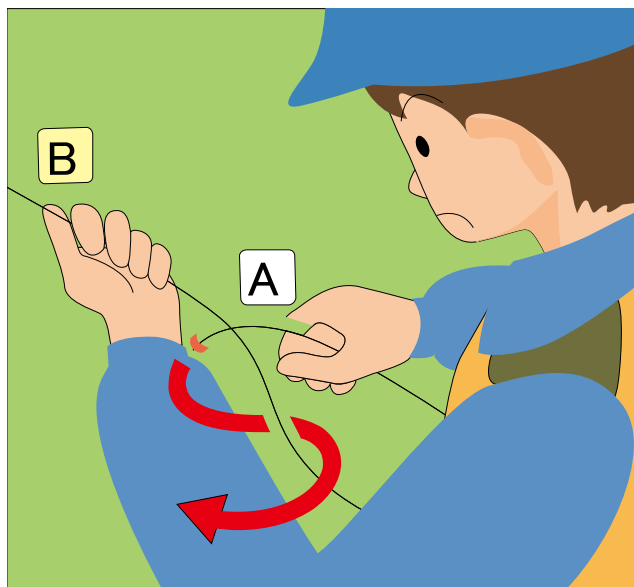


5.3 出動前(安全対策・装備)

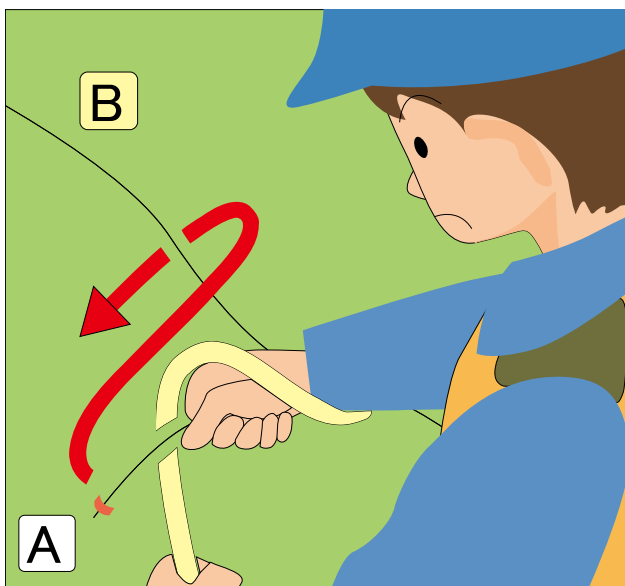
(1) 命綱の取付け方法

命綱は作業者だけでなく、サポートをする人も命綱の装着を！

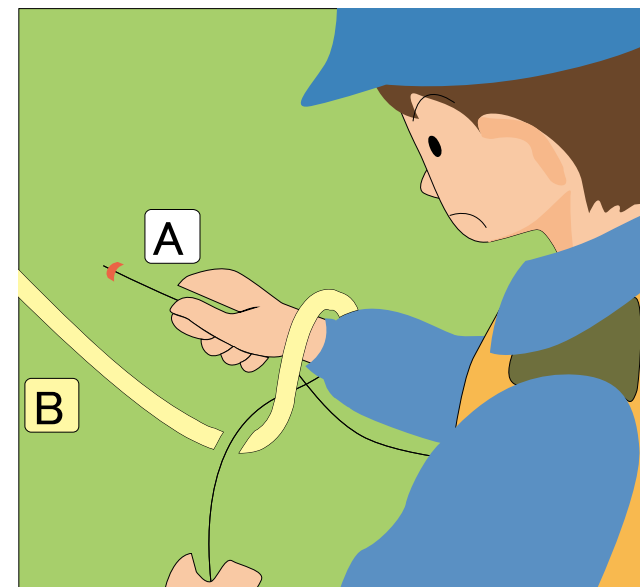
- 1 腰にロープを回しAロープの端を持ったままBロープの上から内側へ手首をひねります。



- 2 手首の内側をひねるイメージ。



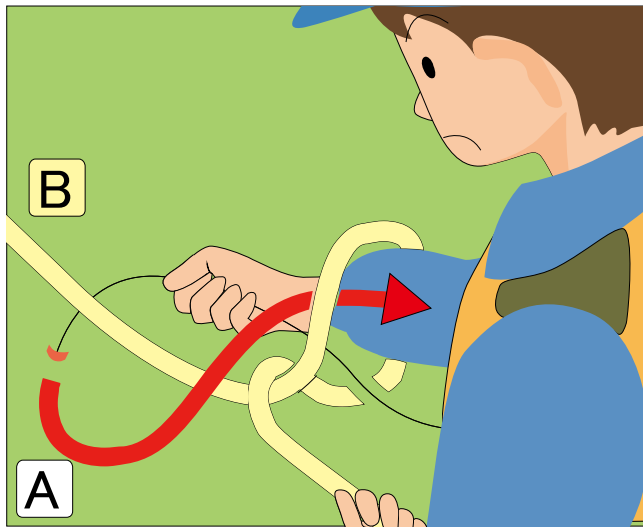
- 3 Aロープを持ったままBロープの輪の中にある状態になります。



5.3 出動前(安全対策・装備)

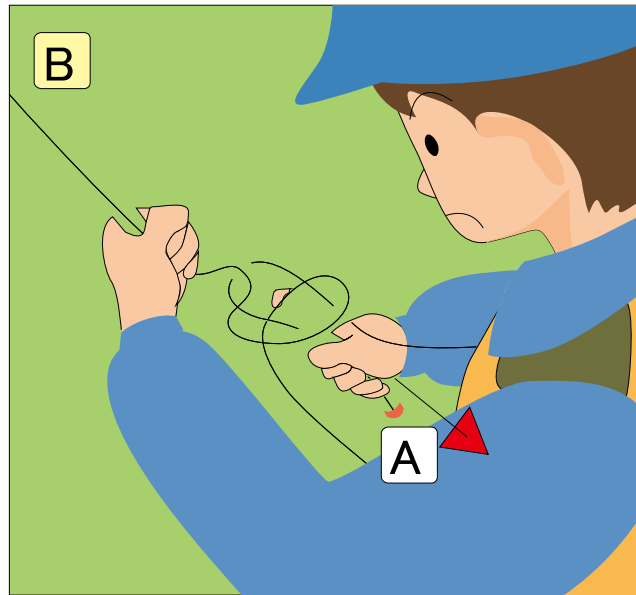
4

Aロープを持ったままBロープの下へ回し、Aロープの端を持ち輪の中から手を抜きます。



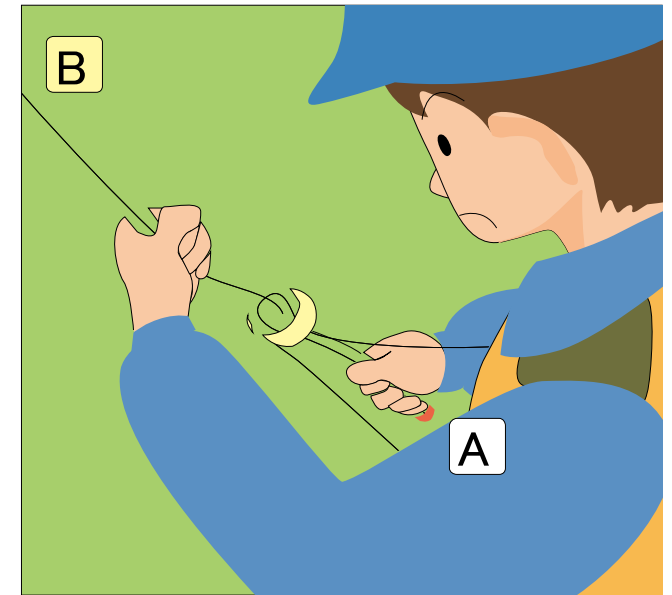
5

BロープとAロープを反対方向へ引き締めます。



6

身体へ命綱結びつけ完了。



第6章 知っておくと役に立つ知識・情報

6.2 近年開発されている水防工法・資機材

(1) 積み土の工・改良積み土の工に代わる工法

連続遮水壁



洪水防止止水板



6.2 近年開発されている水防工法・資機材

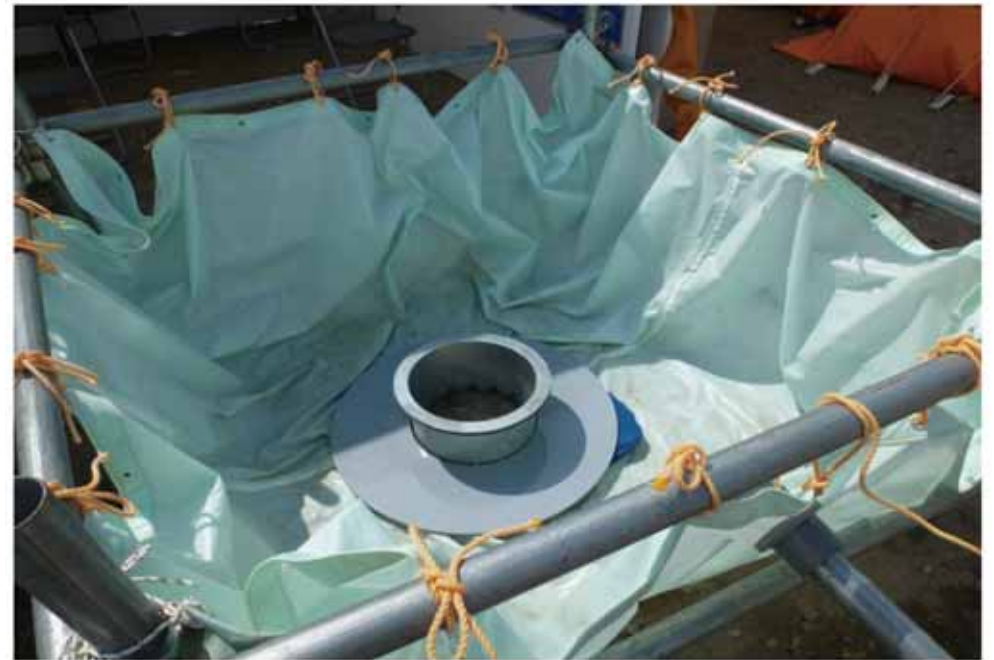
(2) シート張り工に代わる工法

水防マット



(3) 釜段工・月の輪工に代わる工法

土研式釜段



6.2 近年開発されている水防工法・資機材

(4) 従来の土のうを改良した製品

吸水性土のう



(5) 土のう 製作の労力を軽減する器材

土のう 製作補助器

