

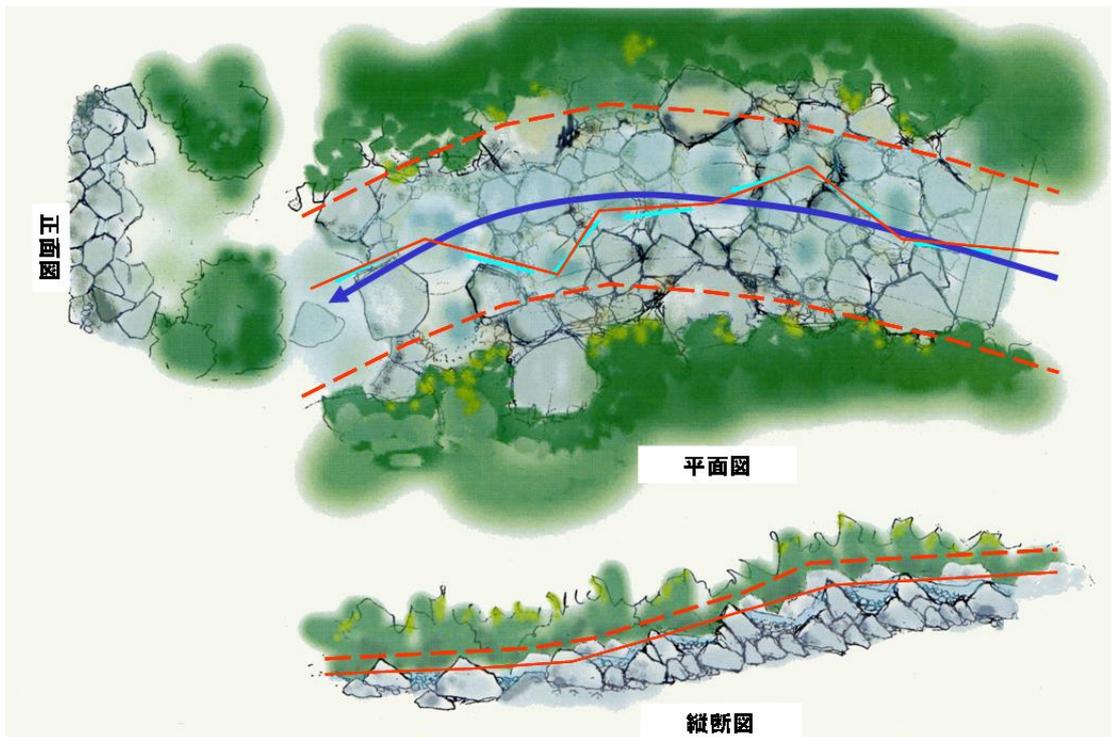
6) 対策工種詳細

登山道の整備にあたり、各種対策工を適用する際は、人のみちを確保するのに留まらず、箇所別の荒廃メカニズムを踏まえ、水みち等を考慮した詳細な技術的検討を行う必要がある。

その際、通常の土留め工や階段工と異なり、ステップ・プールや滝壺のある段落ちの石組み構造は、流向を側方に寄せないよう制御し、流水の落下を大小のプールで受けて減勢して、なおかつ土砂を堆積させる。高低差は十cm内外から1m以上の落差まで組み合わせが可能である。

<検査時のポイント>

- ・ プールの予測洗掘深に対して、石組みの根入れ深さを安全にとっておくこと。
- ・ 下部と上部の石組みの安定性を確認し(野石谷積みが基本である)、横断方向の安定性は両端の力石と中間の環石のかみあわせを確認する。



高知県程野谷川災害復旧工事において、現地発生材による分散型落差工で河道改修を行った例

図-16 分散型落差工のイメージ

箇所別の荒廃状況に応じた個別の対応は、次頁以降に図示した。

また、図中に掲載されている石組みに関する主な用語については、表-7 に示す通り、定義及び役割について整理した。

表-7 石組みに関する用語説明

| 名 称 | 定 義 | 役 割 |
|-----------------|--|--|
| 踏石 | 歩道や通路上に一定の間隔で置いた石。 | 歩行者が歩く。 |
| 飼石（尻飼石・胴飼石・飼い盤） | 石を安定的に固定させるため、胴の脇や（控えの）下部にかみこませるように添える石。 | 積み石の配置を調整・固定する。 |
| 詰石 | 積み上げた石の前からその隙間を詰めるようにかみこませる小振りな石。 | 積み石安定のための補助 |
| 力石 | 構造の支点や石垣の隅の根石など、構造的に重要な場所に設置する大石。 | 構造に対し最も大きい力がかかる場所等を支える。 |
| 根石 | ブロック積み、石積みの最下段の部材。 | 上部の構造を地盤で支える。上部の過重を地盤に伝え、自在な形をした上部の石材を支えて下部の地盤に応力を伝える。 |
| 裏込石 | 石積みの背面に入れる砂利や割栗石。 | 石積みや岸壁、擁壁の安定を高める。 |

(1) 飛び石ステップエ

ぬかるみ箇所や緩傾斜区間等でステップの確保により踏圧の拡大や複線化を避けるために設置する。

＜検査時のポイント＞

- ・ 所定の形状寸法、総重量の確認を行う。
- ・ 特に水みちとの区分、水処理を含めてチェックする。
- ・ 飛び石は浮石でないこと、土のつき固めが十分に行われていることを確認する。

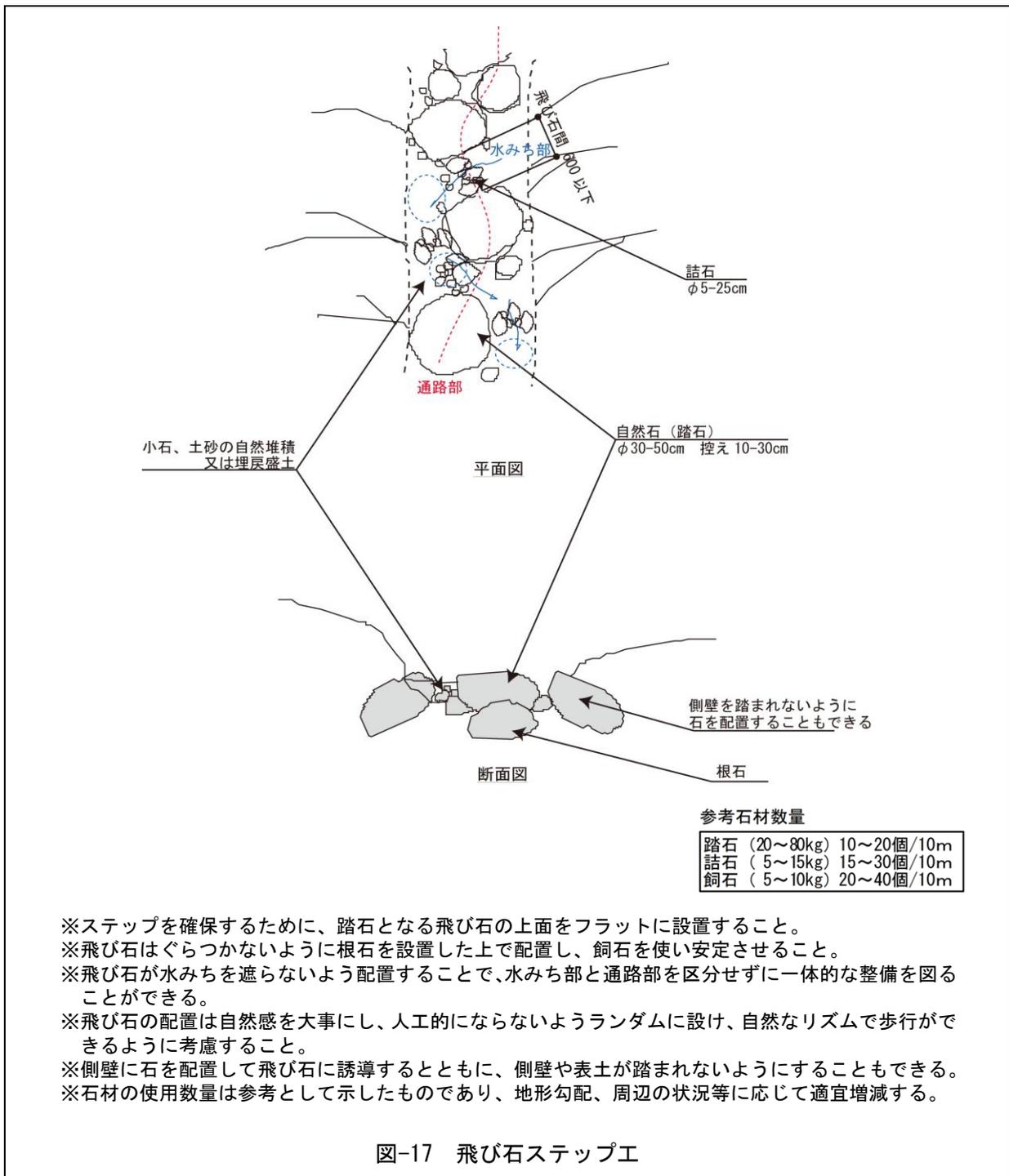


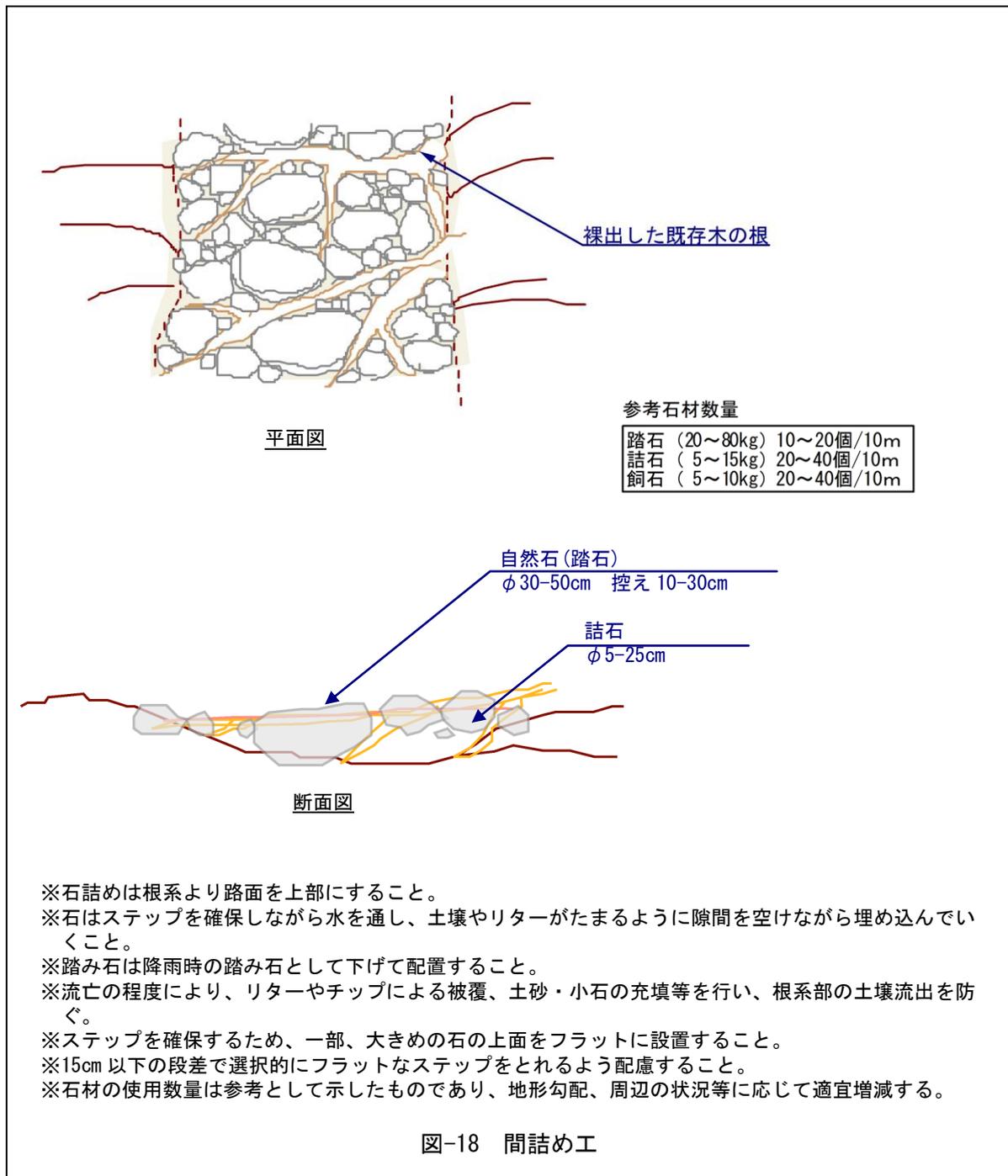
図-17 飛び石ステップエ

(2) 間詰め工

樹木の根系が裸出し浸食が進行する箇所では施工する。間詰めには用いる石はステップになる石と明確に分けて踏圧をコントロールする。詰石の粒径は地形の勾配に応じて、きつくなるにつれて大きくし、隙間に土粒子やリターが溜まるようにする。

< 検査時のポイント >

- ・ 所定の形状寸法、総重量の確認を行う。
- ・ 特に踏石と詰石の区分を明確にし、水処理を含めてチェックする。
- ・ 踏み石は浮石でないこと、土のつき固めが十分に行われていることを確認する。

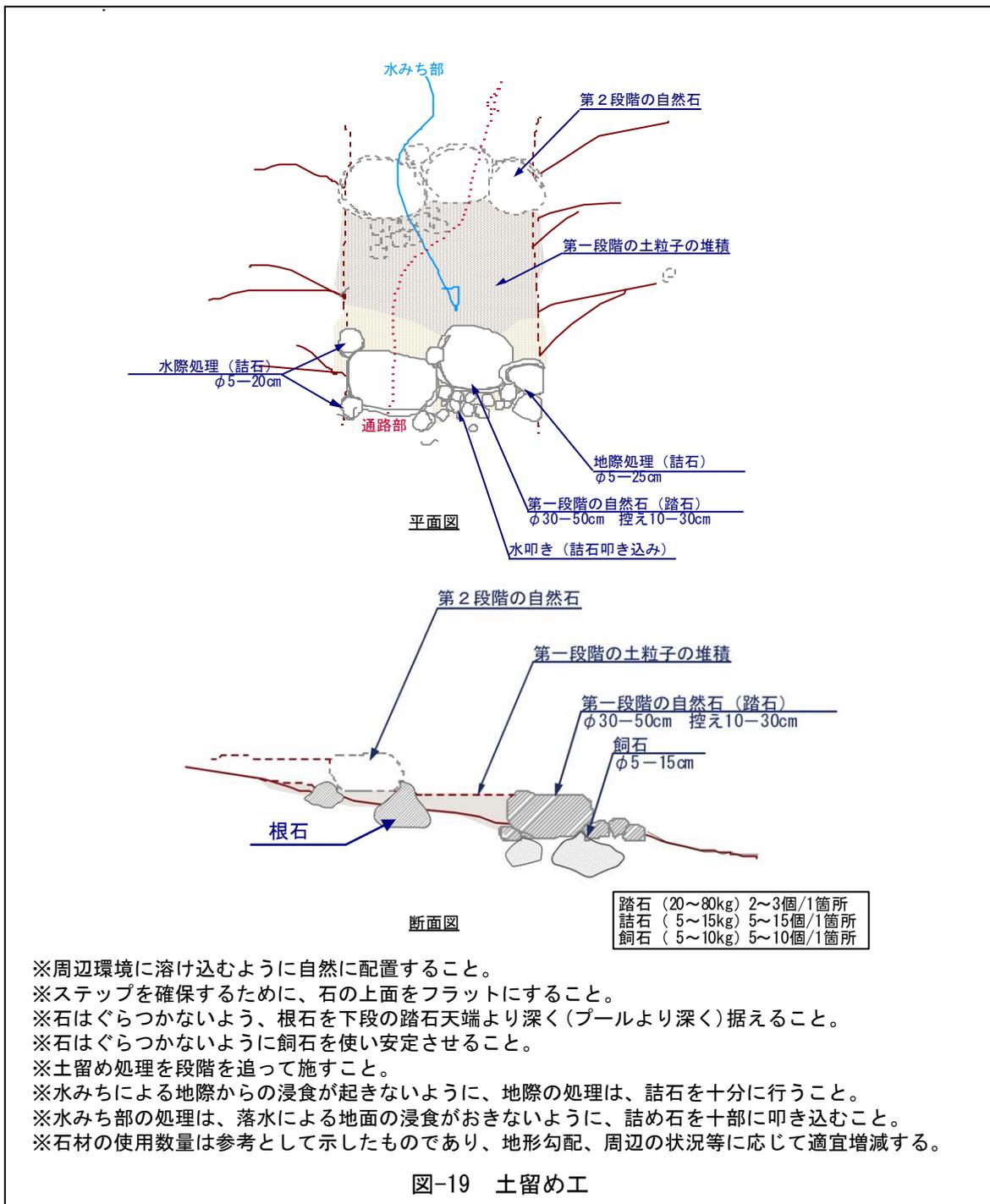


(3) 土留め工

ガリー化が進み、土壌の流出が激しい箇所では土砂をためて浸食をとめ、地形の回復を図る箇所に設置する。水みちと通路の確保を図りながら整備する。また水が溜まらずに土粒子が溜まるよう配慮する。(管理時に水抜きを行うことも考慮する)

＜検査時のポイント＞

- ・特に地際部の処理を入念に行い側面部の埋め込み、基岩および石どうしの合端がしっかりかみ合っているかをチェックする。
- ・通路と、流路のコントロール、水処理が適切かを確認する。

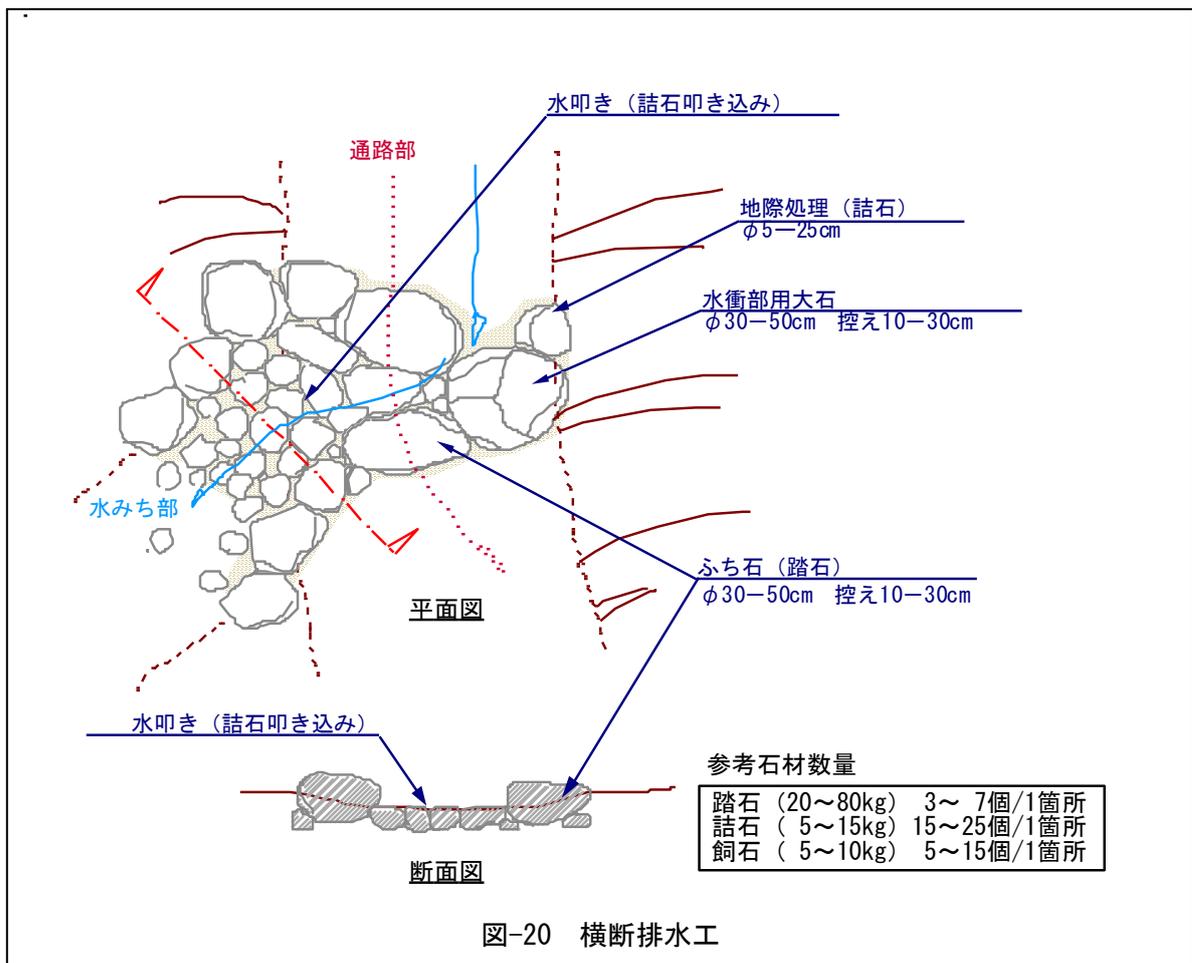


(4) 横断排水工

傾斜区間の上部、下部、中間部に水の分散を図るために設置する。溝型と、誘導型が想定される。排水による影響が無い箇所で設置する。

<検査時のポイント>

- ・ 水の処理と、通路の処理が明確にされているかチェックする。(排水の方向と直角に堰が設けられているか、地際部に水が回らないか)
- ・ 土砂の流出が無いよう土砂溜りにも留意する。

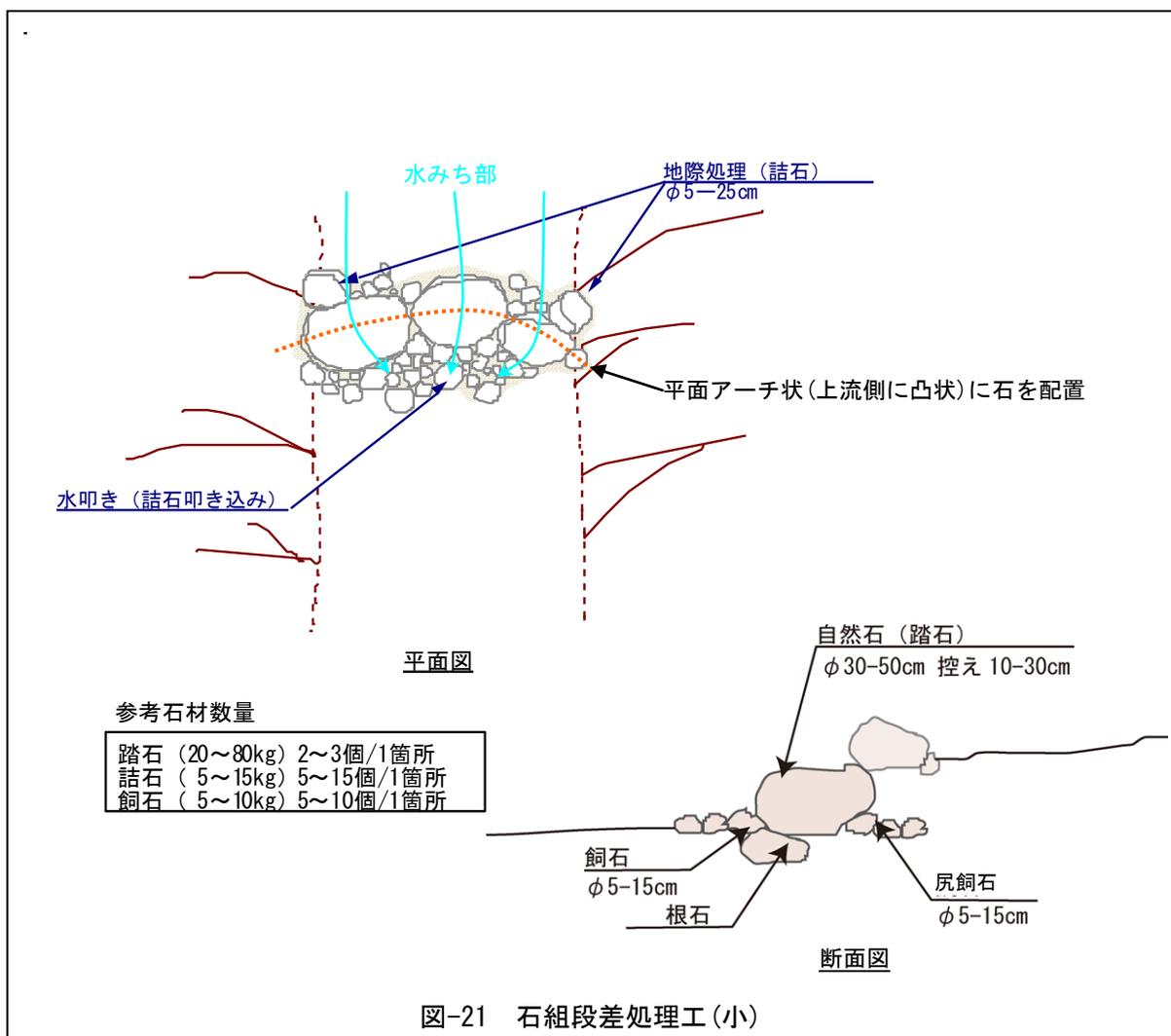


(5) 石組段差処理工(小)

緩傾斜区間で段差が生じ、浸食が進行している箇所に設置する。基岩のある場所では、基岩とかみ合わせる。連続する箇所では、全体の水流のコントロールを図る。

＜検査時のポイント＞

- ・水の処理と、通路の処理が明確にされているかチェックする。(地際部に水が回らないか、山手側が凸のアーチ状になっており、中央の水叩きに集水されているか)
- ・石どうし、基岩とのかみあわせがしっかり出来ているか、地際部のつき固めが十分か、浮石でないか確認する。階段となる石の上には石を重ねる場合には、面(段鼻)の方を三石の谷型で受けて固定し、尻を尻飼石により支持すると良く安定する。

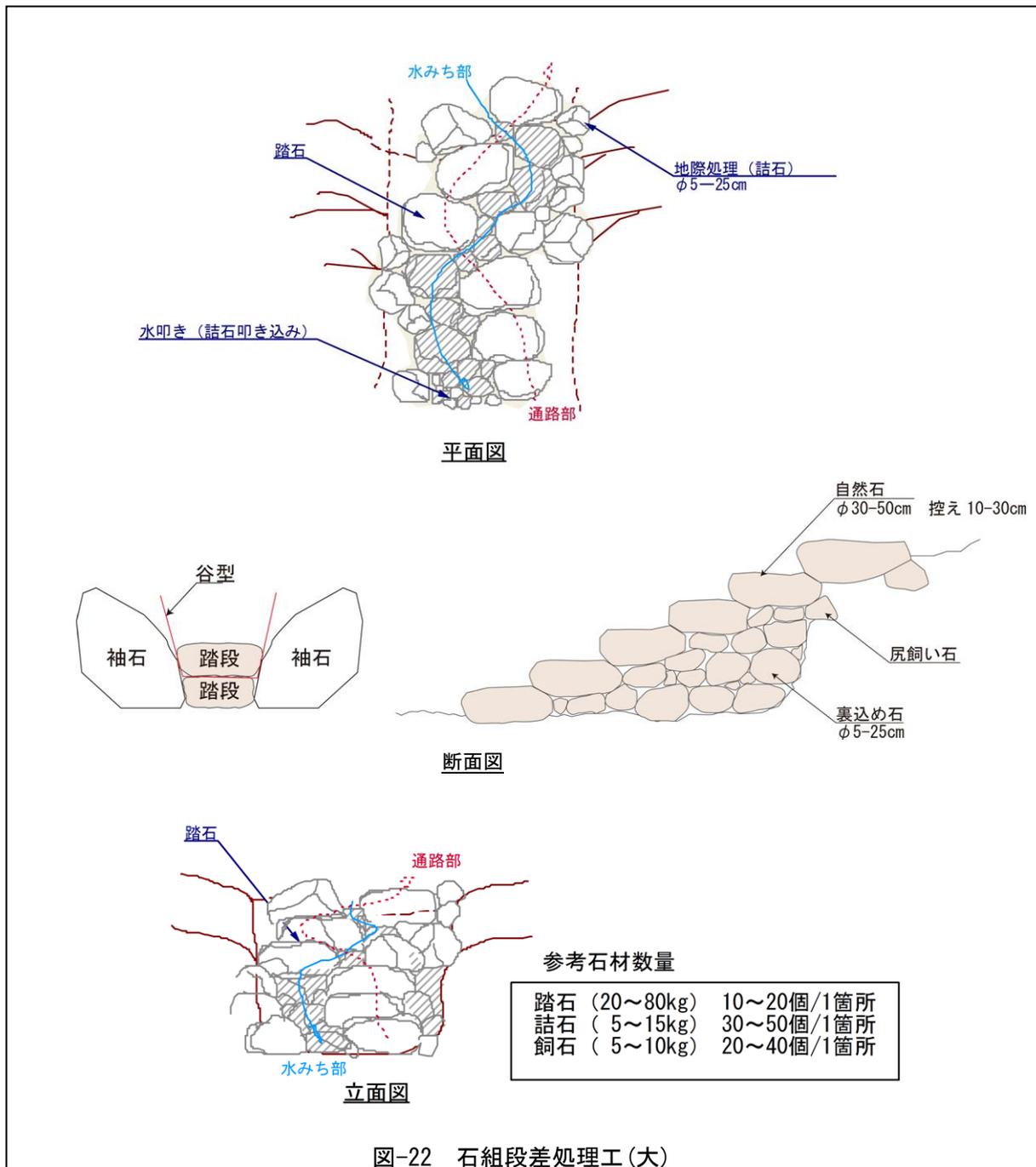


(6) 石組段差処理工(大)

急傾斜区間で、高低差が1m程度の段差が生じ、浸食が進行している箇所に設置する。基岩とのかみ合わせと共に、連続する箇所では、排水等水流のコントロールを図る。

<検査時のポイント>

- ・水の処理と、通路の処理が明確にされているかチェックする。
- ・石どうし、基岩とのかみあわせがしっかり出来ているか浮石でないか確認する。階段となる石の上に石を重ねる場合には、面(段鼻)の方を三石の谷型で受けて固定し、尻を尻飼い石により支持すると良く安定する。



(7) 石組み階段工

急傾斜区間で、高低差が 1m 以上の落差が生じ、浸食が進行している箇所に設置する。基岩のある場所では、基岩とかみ合わせる。排水等水流のコントロールを図る。

＜検査時のポイント＞

- ・水の処理と、通路の処理が明確にされているかチェックする。
- ・石どうし、基岩とのかみあわせがしっかり出来ているか浮石でないか確認する。階段となる石の上に石を重ねる場合には、面(段鼻)の方を三石の谷型で受けて固定し、尻を尻飼い石により支持すると良く安定する。

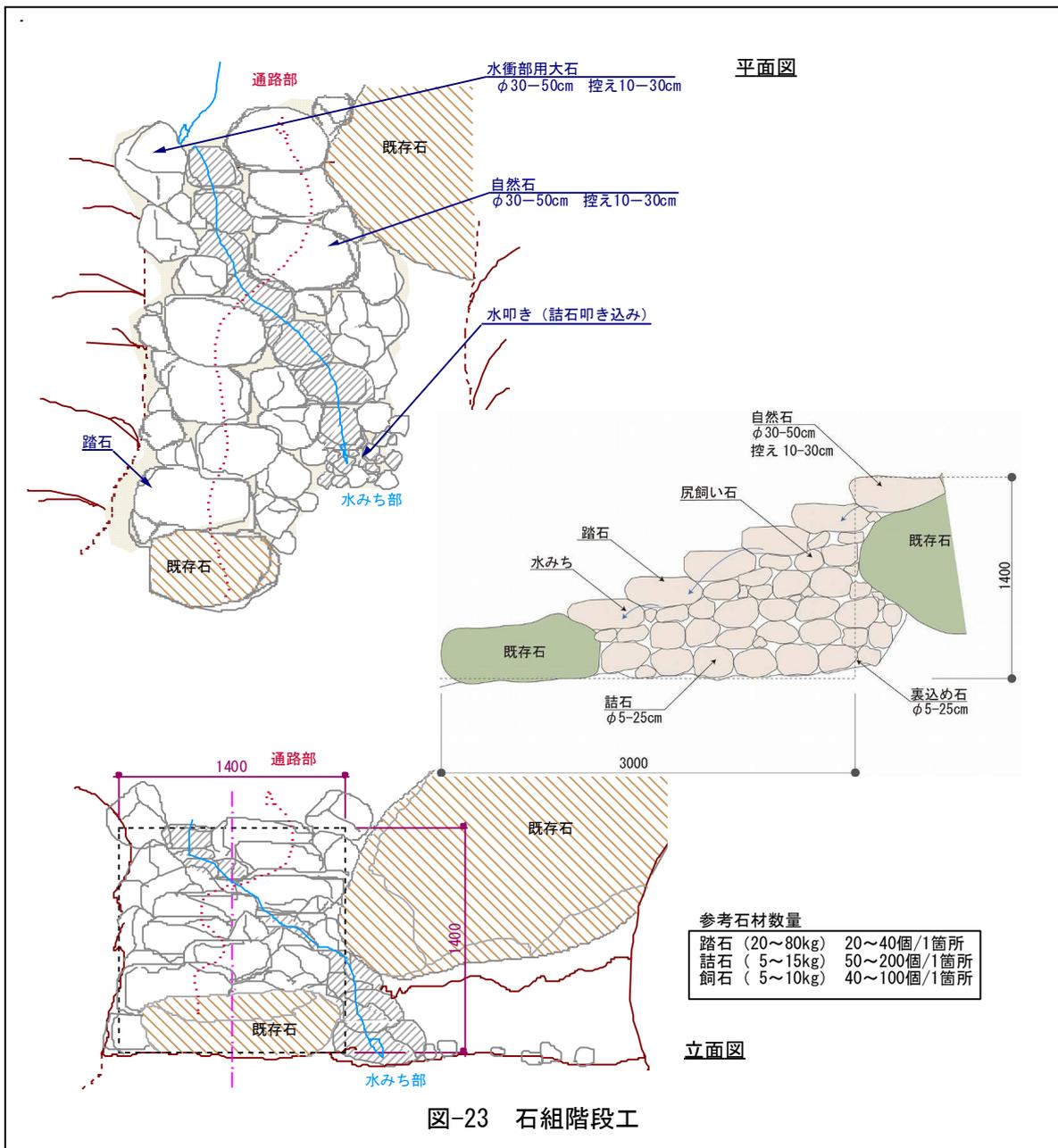


図-23 石組階段工

(8) 木製階段工・木道工・棧橋工・土留工

急傾斜区間で石のない箇所、緩傾斜区間で石が無かったり登山道内の木の根を保護する実用があったりする箇所では、勾配に応じて木製階段工・木道工を設置する。また、石のない区間の横断斜面で新たな開削を避けるには、棧橋の設置が考えられる。

ただし、流水の方向や波長等、箇所別の荒廃のメカニズムを踏まえた上でこれらの工作物の接地面や下部の処理を行わなければ、荒廃を助長するおそれがある。従って、工作物の接地面や下部には、石組みと同様「流量の分散」、「流速の低下」を適切に講じる必要がある。

<検査時のポイント>

- ・ 通路の処理のみならず、水の処理が明確にされているかチェックする。(横断排水や土留めの設置にあたっては、石組みの横断排水溝と同様、排水の方向と直角に堰を設ける。また、地際部に水が回らないようにする。)
- ・ 水を処理した上で工作物の接地面や下部を安定させる措置がなされているか確認する。(工作物基礎部の水衝部に石をかませる、工作物下部に石等を敷き込む、石等がない場合は土嚢やふとんかご等を地域指定状況や行為内容に応じた検討・手続の上で配置する。)

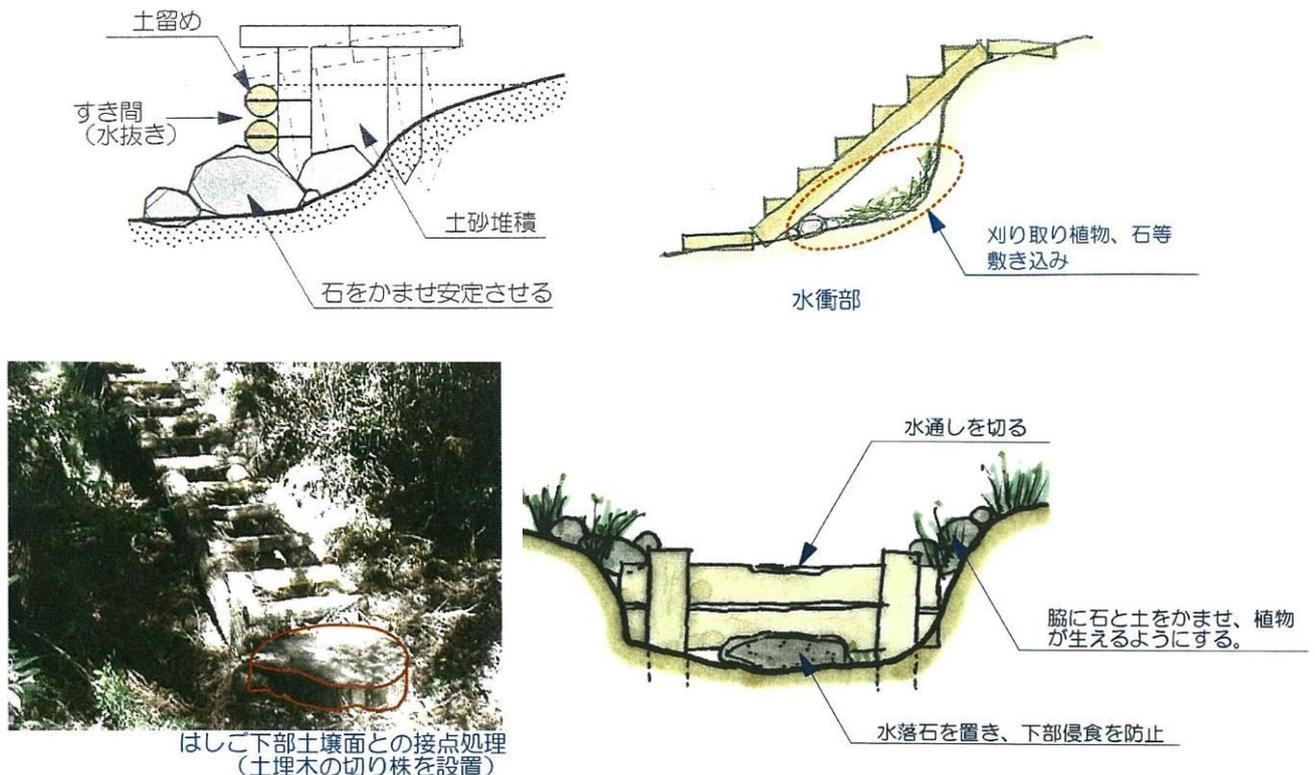


図-24 木製階段工・木道工・棧橋工・土留工

図出典：「屋久島登山道管理の技術指針(改訂版)」(平成15年3月 環境省自然環境局九州地区自然保護事務所)

【解説】対策工種の荒廃状況別の適用イメージ

(1) 平坦部でぬかるみが生じ、拡幅が進む状況(ぬかるみ箇所)

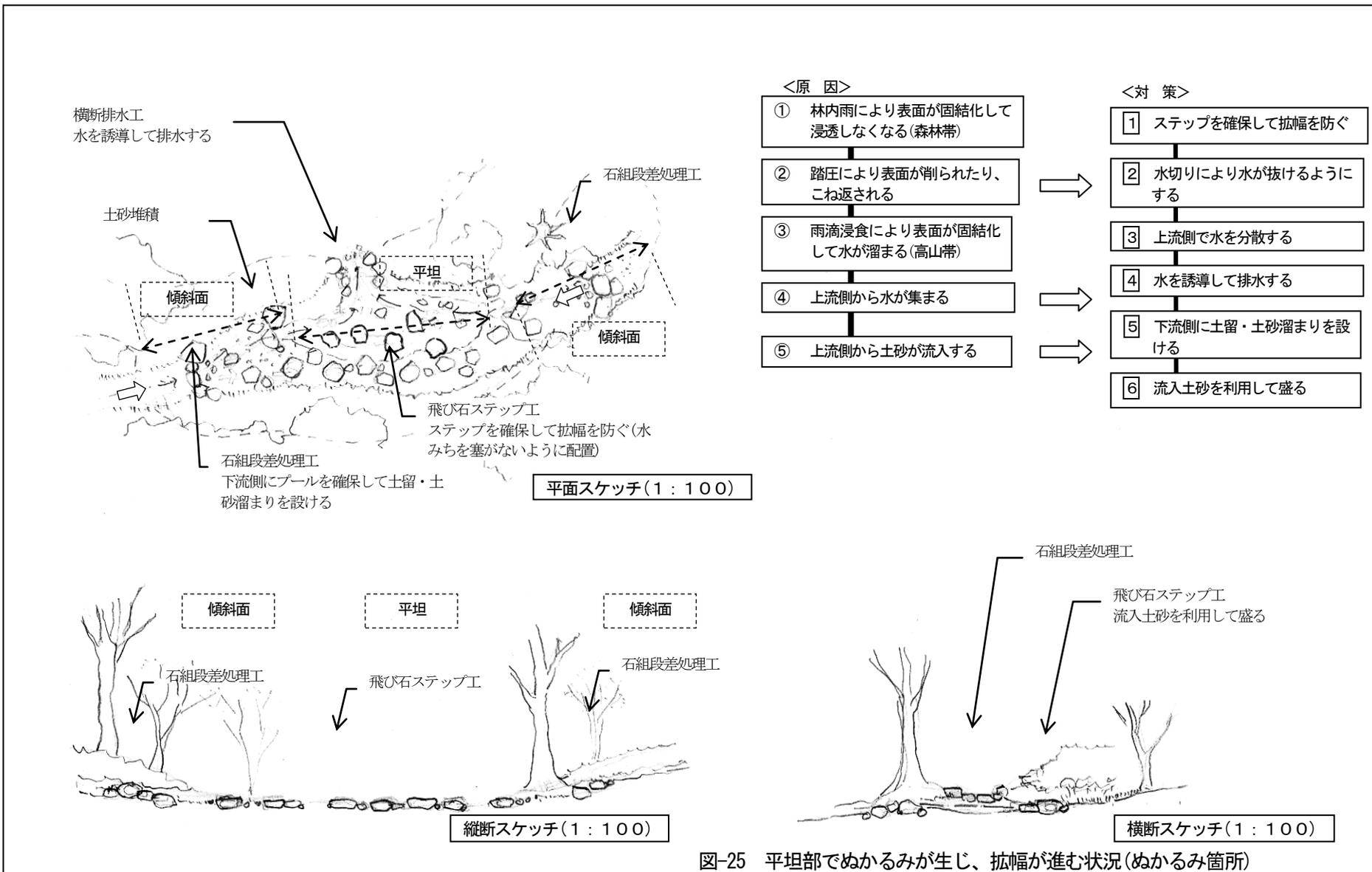


図-25 平坦部でぬかるみが生じ、拡幅が進む状況(ぬかるみ箇所)

(2) 樹木の根系や石が裸出し、段差が生じている状況(段差箇所)

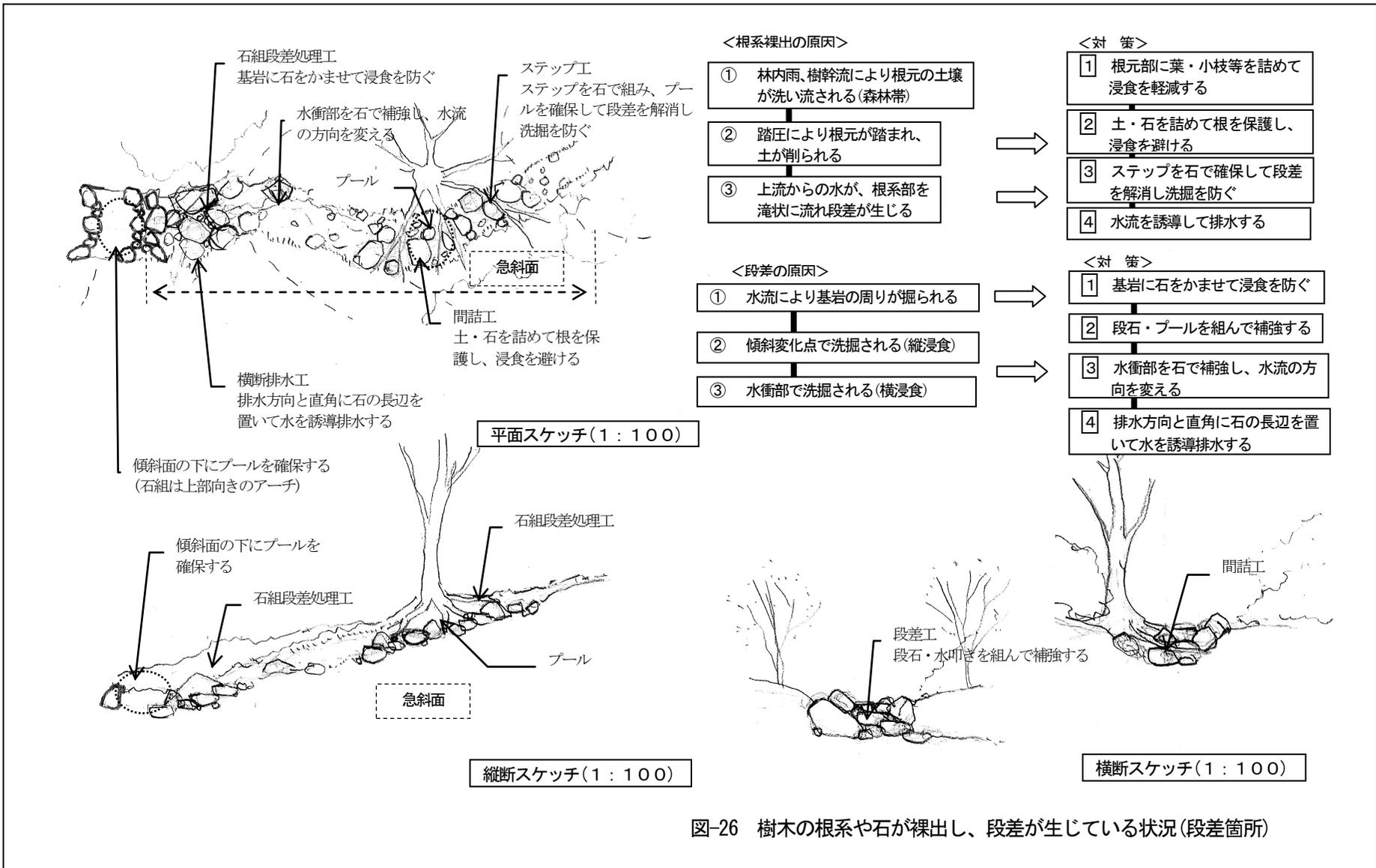
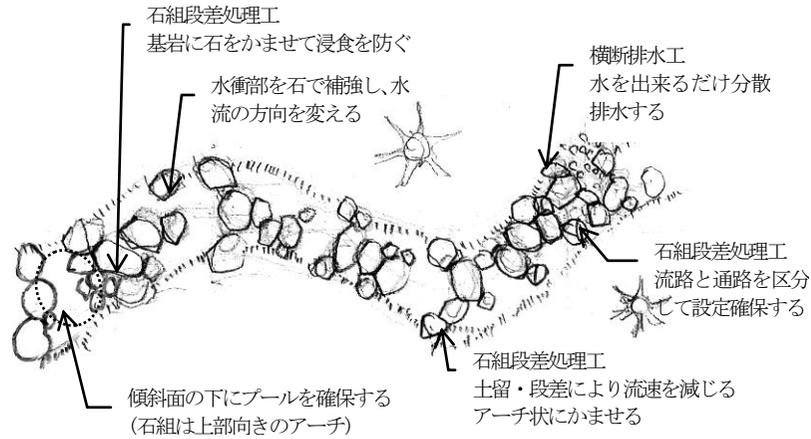
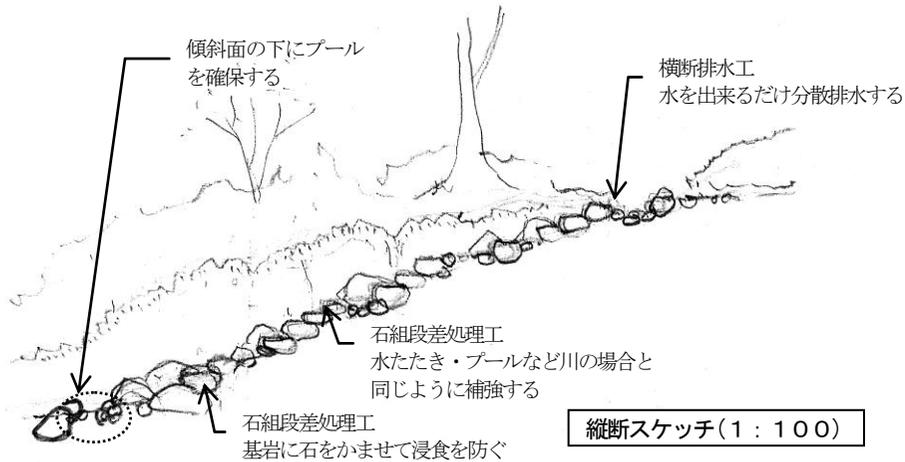


図-26 樹木の根系や石が裸出し、段差が生じている状況(段差箇所)

(3) 急勾配で段差が連続して生じ、浸食が進行する状況



平面スケッチ(1:100)



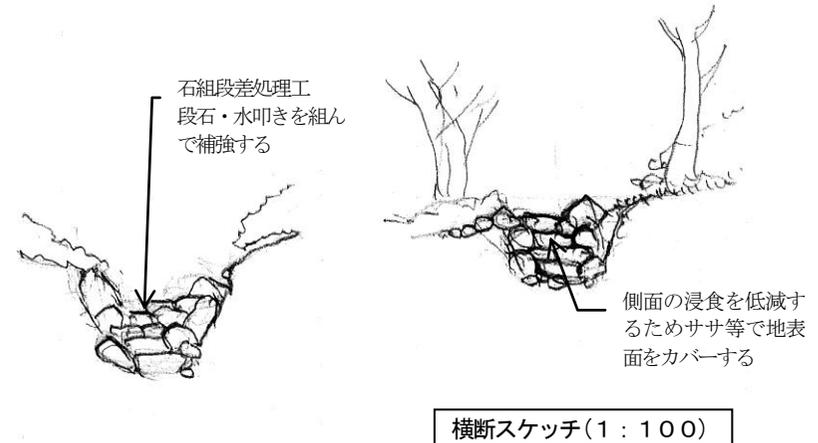
縦断スケッチ(1:100)

<原因>

- ① 水量の増加につれて川のようになり浸食が激しくなる
- ② 勾配が急になると流速を増し、さらに浸食が増大する
- ③ 踏圧によって土粒子が削り取られる度合いが大きくなる
- ④ 凍結融解・風食によって側面の浸食も進行する

<対策>

- 1 水を出来るだけ分散排水する
- 2 水たたき・プールなど川の場合と同じように補強する
- 3 土留・段差により流速を減じる
- 4 流路と通路を区分して設定確保する
- 5 側面の浸食を低減するためササ等で地表面をカバーする



横断スケッチ(1:100)

図-27 急勾配で段差が連続して生じ、浸食が進行する状況

(4) 傾斜の変換点で、落差を生じている状況 (落差浸食箇所)

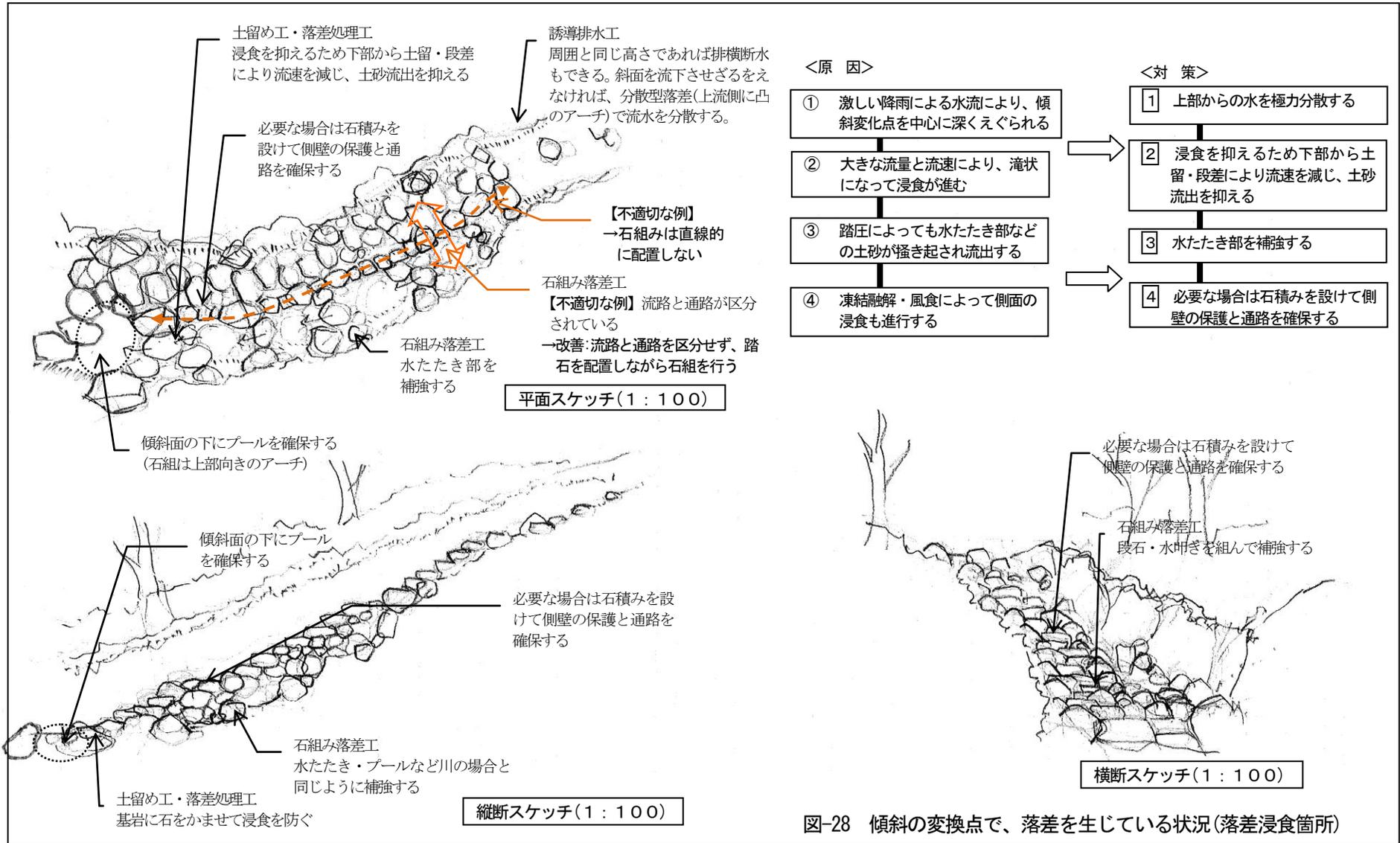


図-28 傾斜の変換点で、落差を生じている状況(落差浸食箇所)

5. 登山道整備実施時の進め方と体制

1) 登山道整備の手順

屋久島にふさわしい登山道の整備を図るためには、必要以上の手を入れないことを基本とし、計画・設計・施工の各段階で十分な調査と検証を行いつつ、周辺環境条件に即した適切な対策を施すものとする。

登山道の整備は、維持管理等では対応できない場合や損傷した場合に必要となる。

計画段階では荒廃状況を確認調査し、整備の必要性の評価と整備計画の設定を行う。

設計時点では詳細な調査を行って環境条件と浸食要因を把握し、必要な整備対策内容等設計方針を設定した上で詳細な設計を行う。工事に際しては整備方針の十分な理解ときめ細かな現地施工を行い、監理に際しても、保全を重視した適切な指導を行う。

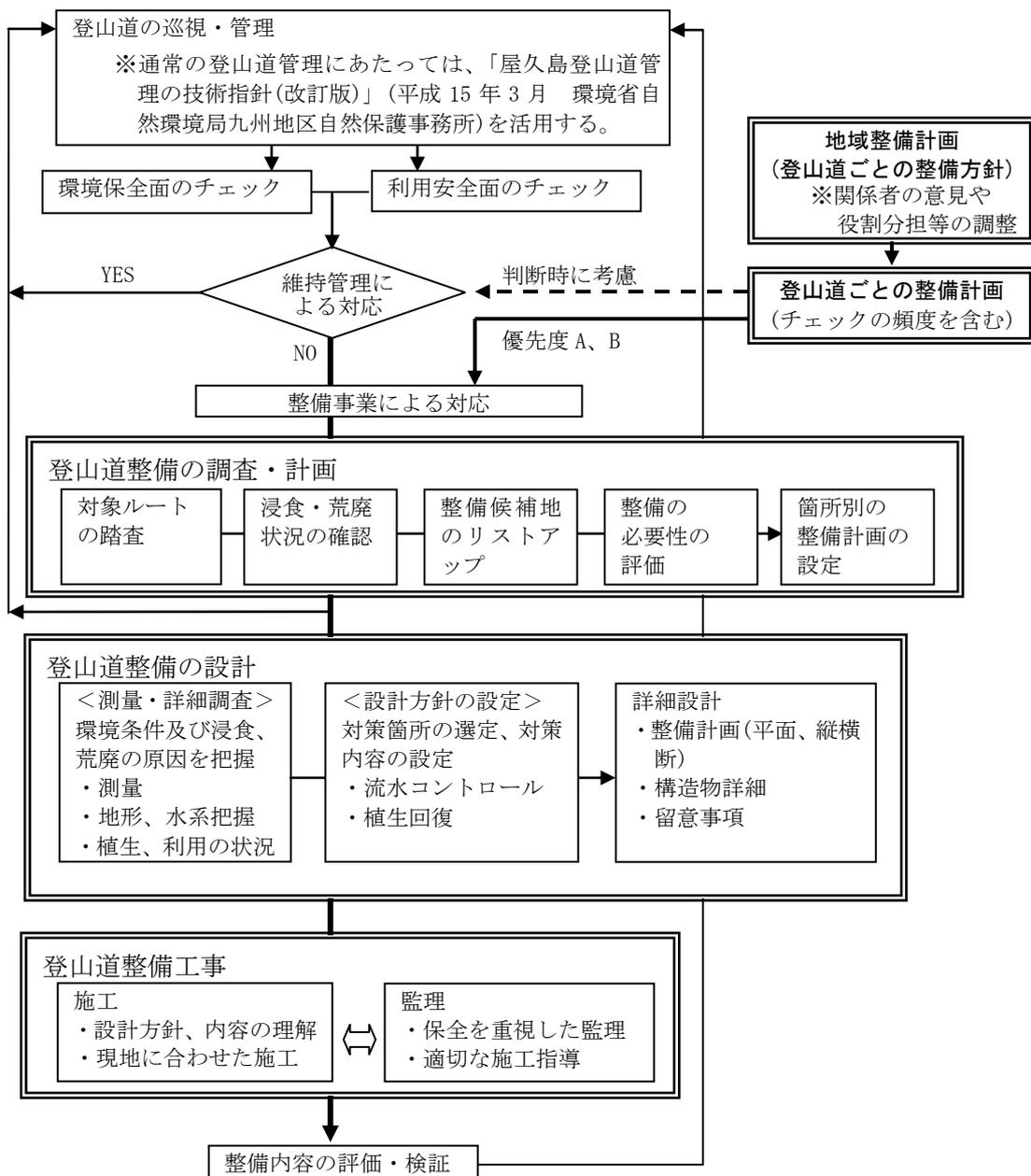


図-29 登山道整備の手順

2) 登山道整備の設計・監理

石組みを軸とした登山道の整備においては、現地の微地形や浸食の状況などに合わせた現地での処理がきわめて重要であり、設計内容の設定については、基本的な対策・整備イメージなどを示すことが主眼となる。

設計に際しては、整備対策箇所の設定、整備対策計画、整備工種の設定を行い、設計図面・説明書等設計図書に明示する。

また、施工監理に際しても、自然石等を用いた登山道整備の特質を考慮し、設計図どおりの構造物の施工監理ではなく、現地の状況に合わせて、浸食の低減・防止の効果、植生等の回復及び踏圧の防止効果等が適切に確保されているかを基本として、機能性、安全性、景観性に十分配慮した監理を行うものとする。

<登山道の設計・監理>

①整備必要箇所の設定

- ・ 設計時点での整備必要箇所の設定については、明確な基準がないため事業者、調査者、設計者の判断によるところが大きい。そのため、選定の根拠と理由を明確にし、立会確認を基本に共通した考え方で設定を行う。

② 整備計画

- ・ 整備内容の設定については、整備箇所における浸食の状況及びその原因を把握し、浸食の進行防止、地形・植生の回復をめざす。
- ・ そのための第1の対策は降雨等の流出など水のコントロールであり、整備計画でも、排水可能箇所での導流・分散排水、段差処理による流速の低減・流出土壌の堆積等、水衝部での浸食防止などの対策を設定する。
- ・ ろくに急傾斜で落差の大きい箇所については、現場の状況を十分精査し、必要な裏込め石を施すこととする。

③ 整備工種

- ・ 石組段差処理、土留め、表面処理、流水処理、横断排水、ステップ設置など標準的な工種を設定すると共に、現地状況に即して設定する。
- ・ 整備工種名については共通化し、設計の意図を適確に表現する名称を用いる。

<施工監理>

石組みを主体とした登山道の整備は、現地の微地形や浸食の状況に対して適用性が高く、従来の丸太土留めなど規格品を現地にあわせて設置する整備に比べて柔軟な対応が可能となる。一方、明確な基準を示しにくいいため施工監理に際しては、浸食防止等環境保全、安全確保、景観保全の観点から十分な配慮を行う必要がある。

また石組みについての基本的な技術については施工者の経験・能力による差が大きい状況が見られるため、熟練した技能の確保と研修、施工実績の積み重ねを重視して監理を行うことが求められる。

3) 歩掛の設定

石組みを主とした登山道整備に当たって施工歩掛についての検証が必要となる。関連する歩掛としては野面石積み・石張り、巨石積み(河川)、捨石(海岸)、景石(造園)等がある中で、登山道整備では現地の浸食状況、微地形等に合わせた整備が必要であり、加えて植生回復への配慮など複合的な対応が必要なため、これらを総合的かつ合理的に考慮した歩掛の設定が必要となる。

基本的な課題としては以下の点が挙げられる。

① 面積または延長による歩掛設定あるいは重量に対応した歩掛設定

- ・ 運搬工では重量に基づく設定が基本であり、石組みを主とした登山道整備においても施工時間等は重量が基本要因となる。

② 基本工種の設定と工種に対応した歩掛

- ・ 石組みによる段差処理、導水処理、ステップ確保など基本的な工種の設定とこれらに対応した歩掛の設定が必要となる。

③ 施工数量による精算、施工日数による精算

- ・ 数量精算では施工時間の短縮、効率化が求められるため、施工品質の面で低下の影響が想定される。一方、施工日数による精算では、施工者の能力により所要日数がかかるなど完成度の面でばらつきが想定される。
- ・ そのため、求める施工品質基準を明確にし、必要とする施工能力及び適正な施工日数の設定が求められる。

④ 単純化した歩掛の設定

試験施工結果を元に、A地点とB地点で施工条件が異なるが単純な平均を取るとトン当たり3.4時間の歩掛であり一日作業時間を6時間(前後1時間は移動等に要する時間とする)として、(「造園修景積算マニュアル」財団法人建設物価調査会発行を参考)

$3.4/6=0.57$ 人となり、

トン当たり：世話役 0.57 人、石工 0.57 人、手元(普通作業員)1.14 人となる。

$23100 \times 0.57 + 27500 \times 0.57 + 15500 \times 1.14 = 46512$ 円/トン

参考に造園工事における石組み、景石(人力)においては

石組み：世話役 0.14 人、造園工 1.30 人、手元(普通作業員)1.10 人

$23100 \times 0.14 + 18700 \times 1.30 + 15500 \times 1.10 = 44594$ 円/トン

景石：世話役 0.07 人、造園工 1.00 人、手元(普通作業員)0.90 人

$23100 \times 0.07 + 18700 \times 1.00 + 15500 \times 0.90 = 34267$ 円/トン

となり、トン当たりの施工費用を見ると妥当な範囲であることが想定される。

ただし厳密には、石組み以外の種々の作業を含めた包括的な値を用いており、今後の具体的な施工での調査を実施し標準的な歩掛の設定を行う必要がある。

4) 設計図・特記仕様(石組みを主体とした登山道整備の設計図面)

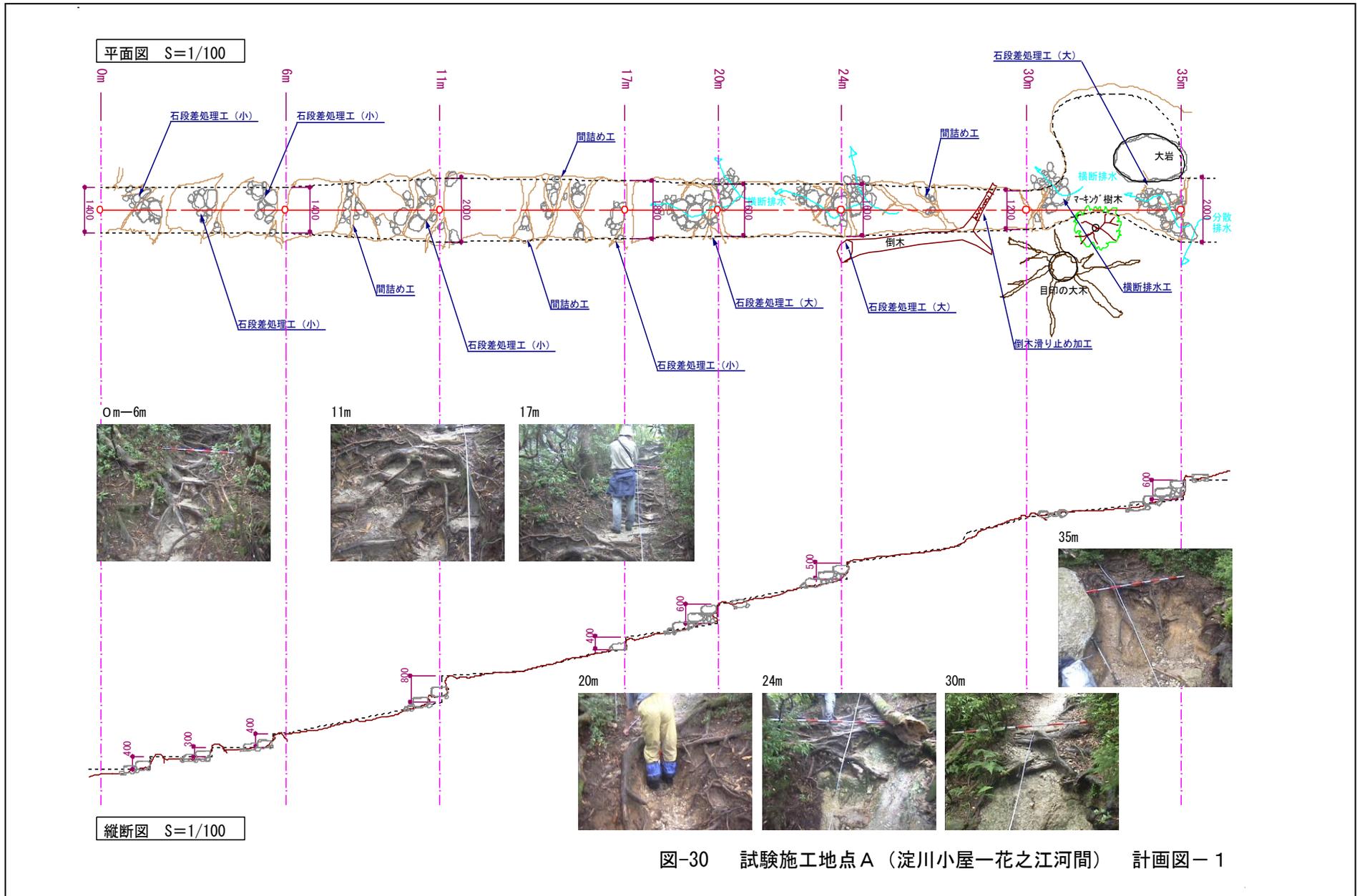


図-30 試験施工地点 A (淀川小屋一花之江河間) 計画図-1

横断面・断面図 S=1/50

0m—6m

17m

24m

35m

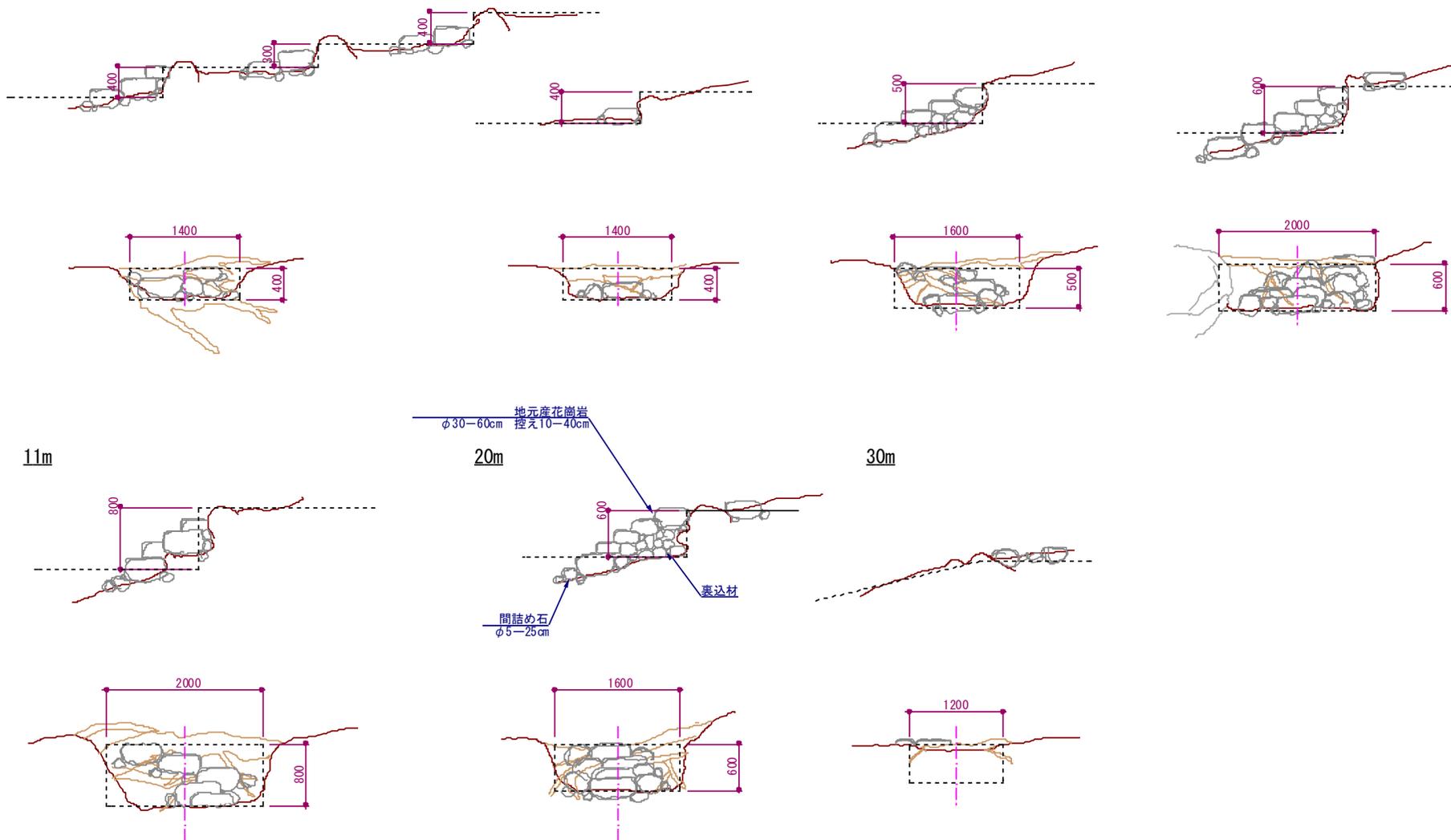
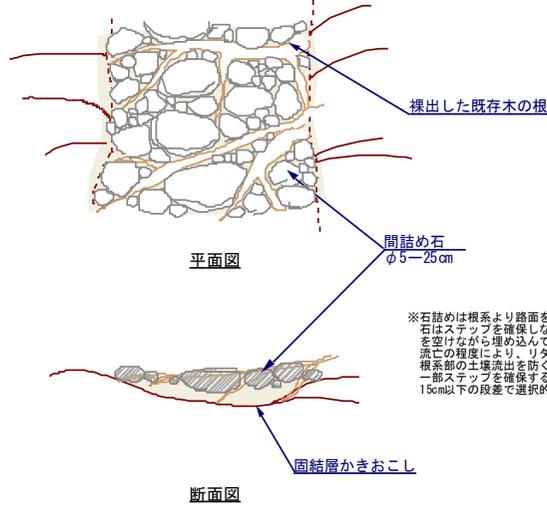


図-31 試験施工地点A（淀川小屋一花之江河間） 計画図-2

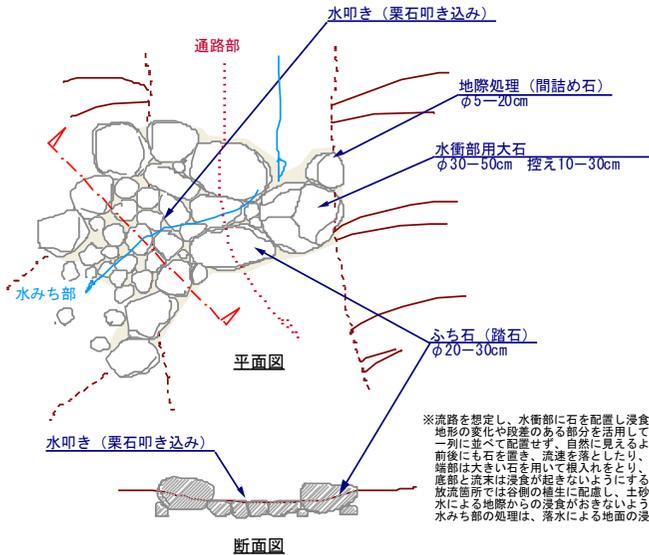
詳細図

間詰め工 S=1/20



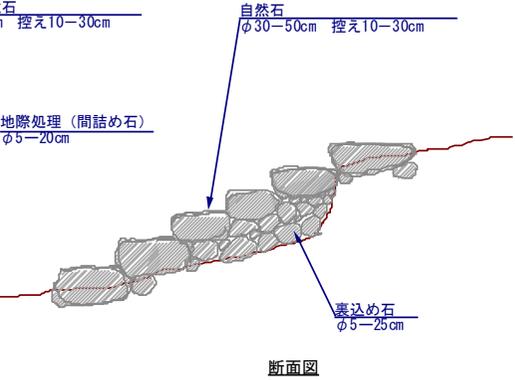
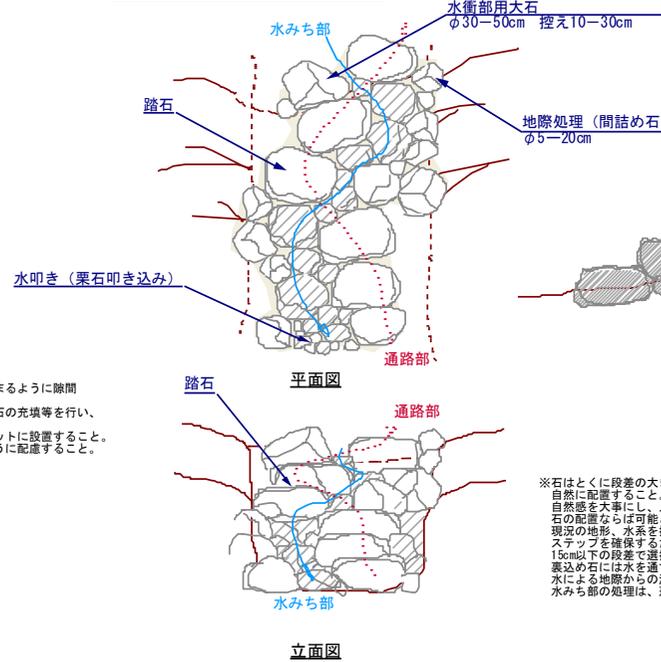
※石詰めは根系より踏面を上部にすること。
石はステップを確保しながら水を通し、土壌やリターがたまるように隙間を空けながら埋め込んでいくこと。
流出の程度により、リターやチップによる被覆、土砂・小石の充填等を行い、根系部の土壌流出を防ぐ。
一部ステップを確保するために、大きめの石の上面をフラットに設置すること。
15cm以下の段差で選択的にフラットなステップをとれるように配慮すること。

横断排水工 S=1/20



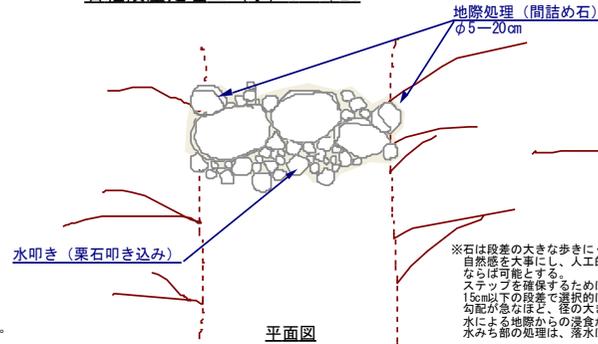
※流路を想定し、水衝部に石を配置し浸食が拡大しないようにする。
地形の変化や段差のある部分を活用して設置する。
一列に並べて配置せず、自然に見えようランダムに配置すること。
前後にも石を置き、流速を落としたり、土砂だめになるようにする。
端部は大きい石を用いて風入れをとり、石は銅石、間詰め石などを用いて安定させる。
底部と流束は浸食が起きないようにする。
放流箇所では谷側の植生に配慮し、土砂が流出しないよう留意する。
水による地際からの浸食がおきないように、地際の処理は、踏石を十分に行うこと。
水みち部の処理は、落水による地面の浸食がおきないように、栗石を十分に叩き込むこと。

石組段差処理工 (大) S=1/30



※石はとくに段差の大きな歩きにくい部分に設置する事とし、周辺環境に溶け込むように自然に配置すること。
自然感を大事にし、人工的にならないように留意することとし、多少の歩きにくさも自然な石の配置ならば可能とする。
起伏の地形、水糸を複雑した上で水の分散、導流を図るものとする。
ステップを確保するために、石の上面をフラットに設置すること。
15cm以下の段差で選択的にフラットなステップをとれるように配慮すること。
裏込め石には水を通す栗石を用いることとし、地際の処理は、踏石を十分に行うこと。
水みち部の処理は、落水による地面の浸食がおきないように、栗石を十分に叩き込むこと。

石組段差処理工 (小) S=1/20



※石は段差の大きな歩きにくい部分に設置する事とし、周辺環境に溶け込むように自然に配置すること。
自然感を大事にし、人工的にならないように留意することとし、多少の歩きにくさも自然な石の配置ならば可能とする。
ステップを確保するために、石の上面をフラットに設置すること。
15cm以下の段差で選択的にフラットなステップをとれるように配慮すること。
勾配が急なほど、径の大きな石を使い、掃流力などによる移動をなくすようにすること。
水による地際からの浸食がおきないように、地際の処理は、踏石を十分に行うこと。
水みち部の処理は、落水による地面の浸食がおきないように、栗石を十分に叩き込むこと。

図-32 試験施工地点 A (淀川小屋一花之江河間) 詳細図

5) 整備体制(役割分担と技術者の育成)

登山道の整備に際しては、環境省をはじめとする事業者(行政機関等)・整備担当者(施工会社等)・管理担当者(観光協会等)のそれぞれが登山道に対する理解を深めるとともに、地域の人々の協力を得たうえで、屋久島にふさわしい登山道の整備を目指して取り組む。

屋久島にふさわしい登山道として、伝統的な石工技術や林業技術を用いた整備を行うためには、その技術の屋久島での定着、育成、研鑽が必要である。これまでの実績を最大限に生かして登山道についての専門技術者としての行政スタッフ、施工管理者、職人、作業員が必要であり、その確保・育成を図る。

登山道の整備は、各担当者および地域の人々はそれぞれの役割を分担して果たすことが必要であり、登山道の現況に対する共通の理解の下で、整備の必要性や、整備の内容について評価検証を行いながらコンセンサスを得て整備の推進を図るものとする。

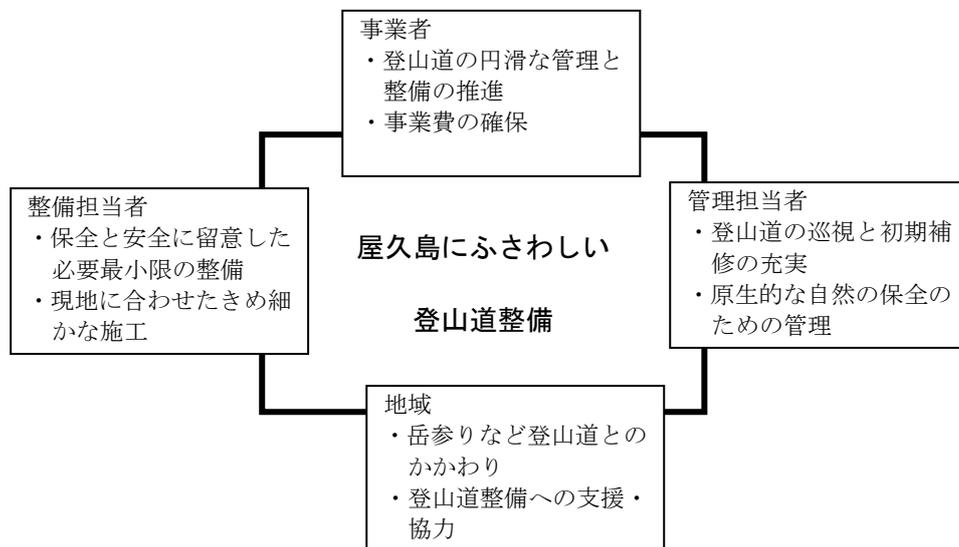


図-33 整備体制

登山道整備にかかる技術者育成に当たってはOJT(実際の仕事でのトレーニング)だけでなく、技術者育成講習会など積極的な取り組みが求められ、屋久島の伝統的な歩道の事例等を基礎として適切な指導者の下で研鑽を積む方を展開する必要がある。

そのため、これまでの実績や、専門性を考慮しつつ行政、設計、施工、管理等一体的なプログラムを作成して育成に取り組む必要がある。そうした体制の整備については、本指針策定の領域に収まらないが、今後の課題として挙げられる(例えば、屋久島では、龍神杉線のグリーンワーカー事業による整備実績がある)。

また、通常の登山道管理にあたっては、「屋久島登山道管理の技術指針(改訂版)」(平成15年3月 環境省自然環境局九州地区自然保護事務所)を活用することとし、適切に整備の成果についてモニタリングを行うとともに、登山道の維持、OJTの推進を図ることとする。

謝 辞

この「【改訂】屋久島にふさわしい登山道整備の技術指針」の作成に際しては、以下の委員で構成される「屋久島地域整備計画検討会」において検討いただき、貴重なご意見、ご指導を賜りました。

また、同検討会における検討の内、本指針の改定に際して、福留委員には石組による登山道整備について現地講習会で講演いただいた他、個別にご指導いただく等、技術面から貴重なアドバイスを頂きました。改めて感謝いたします。

検討委員各位におかれても現地踏査にご同行頂いた結果や最新の知見に基づくご指摘の他、登山道の整備、管理に関わる中での現実の問題、課題に根ざしたご指摘をいただきました。ここにあらためて御礼申し上げます。

平成 22 年度 屋久島地域整備計画検討会検討委員

| 所 属 | 職 名 | 氏 名 | 備考 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----|
| | 樹木医 | 荒 田 洋 一 | |
| | 登山家 | 太 田 五 雄 | |
| 鹿児島大学大学院理工学研究科 | 教授 | 北 村 良 介 | |
| 国立民俗博物館研究部民俗研究系 | 准教授 | 柴 崎 茂 光 | |
| 鹿児島大学農学部 | 教授 | 下 川 悦 郎 | 委員長 |
| 鹿児島大学大学院理工学研究科 | 教授 | 鈴 木 英 治 | |
| 株式会社西日本科学技術研究所 | 代表取締役 | 福 留 脩 文 | |
| 林野庁 九州森林管理局 計画部 | 自然遺産保全調整官 | 濱 田 秀 一 郎 | |
| 〃 〃 | 自然遺産保全調整官 | 藤 原 昭 博 | |
| 〃 屋久島森林管理署 | 署長 | 木 暮 甲 吉 | |
| 林野庁 〃 屋久島森林環境保全センター | 所長 | 塚 本 徹 | |
| 鹿児島県 環境林務部 自然保護課 | 課長 | 曾 宮 和 夫 | |
| 屋久島町 環境政策課 | 課長 | 塚 田 英 和 | |
| 環境省 九州地方環境事務所 国立公園・保全整備課 | 課長 | 岡 野 隆 宏 | |
| | | 中 島 慶 次 | |

敬称略

【改訂】屋久島にふさわしい登山道整備の技術指針

平成23 年2 月

環境省 九州地方環境事務所 国立公園・保全整備課