

赤土等流出防止対策ハンドブック

平成21年3月

- お問い合わせ -

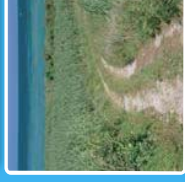
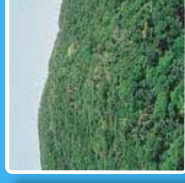
沖縄県文化環境部 環境保全課

098-866-2236

〒900-8570 沖縄県那覇市泉崎1-2-2

 本冊紙の95%以上再生紙を使用しています

赤土等流出防止対策ハンドブック



ハンドブックの利用方法について

赤土等流出防止対策の工法を広く県民に紹介するため、赤土等流出防止対策ハンドブックを作成しました。

赤土等流出防止対策の工法は現場で実績を重ねていき、創意工夫がなされ対策技術は日々革新されています。

本ハンドブックは概ね現時点で用いられている赤土等流出防止対策の工法を紹介したものです。

開発工事や農地で実施されている赤土等流出防止対策工法の種類や機能が知りたい場合に活用できます。また、実施されている赤土流出防止対策工法の機能を確認するための資料として活用できるものと考えています。

現地で利用しやすいようハンディタイプで作成しました。この赤土等流出防止対策ハンドブックを通して、赤土等流出防止対策を、多くの方々に理解して頂けるよう期待しております。

－目 次－

1. 赤土等流出機構	1
1－1. 赤土等流出のしくみ	1
1－2. 赤土等流出による影響	6
2. 沖縄県赤土等流出防止条例	7
2－1. 沖縄県赤土等流出防止条例の概要	7
2－2. 届出・通知の手続きの流れ	8
3. 赤土等流出防止の基本	9
3－1. 赤土等流出防止対策の基本的な考え方	9
3－2. 赤土等流出防止対策工法の分類	10
3－3. 赤土等流出防止対策工法の配置のイメージ	12
3－4. 赤土等流出防止施設基準及び管理基準	13
4. 赤土等流出防止対策の対策計画及び維持管理	15
4－1. 対策計画	15
4－2. 施工計画・維持管理	16
5. 赤土等流出防止の工法概要	17
5－1. 開発工事等における赤土等流出防止概要	17
5－2. 農地における赤土等流出防止概要	71
6. 問い合わせ先	87
資料編 1. 濁水の測定（透視度計の利用方法）	88
資料編 2. 赤土等堆積状況の測定方法	89
参考文献	99

○開発工事に伴う赤土等流出防止対策工法記載ページ一覧表（１）

No.	赤土等流出防止 条例に基づく区分		対策内容 区分	工 法	記載頁	
	区分	細区分				
1-1-1	発生源対策装置	表土保全装置	表土保全工	恒久対策工	植生工	21
1-1-2					砂利敷設	23
1-1-3					モルタル吹付	25
1-2-1		仮表土保全装置		暫定対策工	マルチング	27
1-2-2					シート被覆	29
1-2-3					砂利敷設	31
1-2-4					団粒化剤散布	33
1-2-5					乳剤散布	35
1-2-6					モルタル吹付	37
1-2-7					転圧締固	39
2-1-1	流出濁水対策装置	流出抑制装置	流出抑制工	表面流出抑制工	柵工	41
2-1-2					じゃかご、ふとんかご	43
2-1-3					小堤工	45
2-1-4					ハーロー	47
2-2-1		水路装置		水路抑制工	場内仮設水路	49
2-2-2					土砂溜桝	51
2-2-3					浸透桝	53
2-2-4					一時沈砂池	55
2-2-5					逆押盛土	57
2-3-1		区域外水等混入防止装置			切回水路	59

○開発工事に伴う赤土等流出防止対策工法記載ページ一覧表（２）

No.	赤土等流出防止 条例に基づく区分		対策内容区分	工 法	記載頁	
	区分	細区分				
3-1-1	濁水最終 処理対策 装置	最終沈殿及 び放流装置	濁水 処理 工	濁水貯留 処理施設	自然沈澱池	61
3-1-2					ろ過・沈澱池	63
3-1-3					凝集沈澱池	65
3-2-1	濁水拡散防 止装置	拡散防止工	汚濁防止膜	汚濁防止膜	67	
3-2-2				矢板	69	

○農地における赤土等流出防止対策工法記載ページ一覧表

No.	対策内容区分		工法	記載頁
	区分	細区分		
4-1-1	営農 対策	発生源対策	マルチング	73
4-1-2		畑面下流端抑止対策	グリーンベルト	75
4-1-3			緑肥	77
4-1-4			畦畔	79
4-2-1	土木 対策	発生源対策	畑の勾配緩和	81
4-2-2		下流対策	沈砂池、土砂溜桝	83
4-2-3			排水路	85

1. 赤土等流出機構

1-1. 赤土等流出のしくみ

赤土等の流出は、雨が降り、土壌が浸食されることによって始まります。浸食された赤土等は、雨水とともに河川に流れ込み、さらに、河川を流下して海に流入し拡散します。海を濁らせた赤土等は、時間がたつと海底に沈み、堆積しますが、潮の干満や波浪によって巻き上げられ、ふたたび海を濁らせてしまいます。



赤土等流出の要因はいくつかありますが、沖縄の気候や地形、土壌の性質などがあげられます。これらの要因に農業や民間・公共の開発事業による土地改変など、人の行為による要因が加わることによって赤土等が流出します。



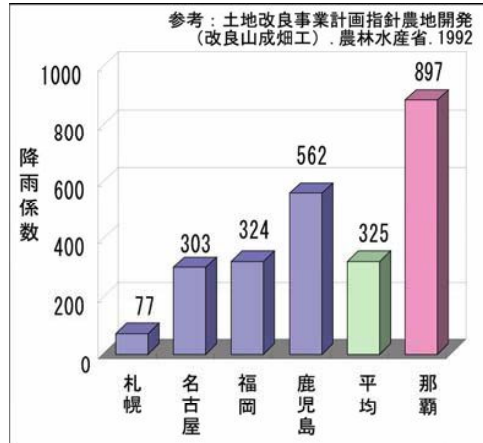
(1) 浸食について

浸食による赤土等の流出は主に①降雨、②地形、③土壌、④改変行為の4つの要因によって起こります。

1) 降雨

沖縄県は、他県に比べ激しい雨の降り方をするため、雨による浸食の力も強くなります。

降雨エネルギーの強さを表す指標を「降雨係数」といい、沖縄の降雨係数は全国平均の約3倍です。つまり雨だけでみても全国平均の約3倍も土壌が流出しやすいということになります。



沖縄県の降雨の強さ・全国比較

降雨係数は、地域ごとの雨の降り方(雨量や雨滴の大きさ、雨の降っている時間の長さなど)を指標化したものです。土壌の流出量を求める計算式に使われている係数でもあります。一連降雨の降雨エネルギーの累計(E)と最大60分間降雨強度(I60)の積の1/100として定義されており、次のような式で求められます。

$$R(\text{降雨係数}) = (E \times I60) / 100 \quad E = (210 + 89 \log I) \times r$$

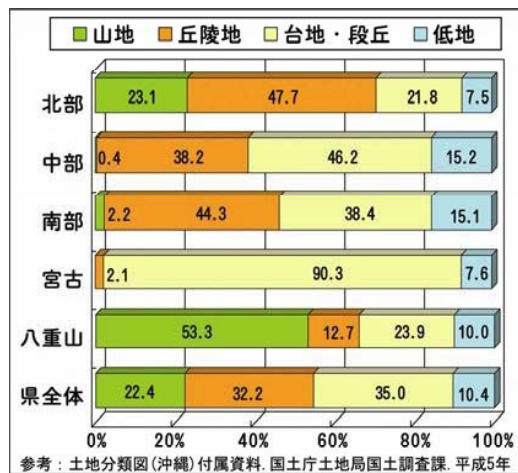
I : 区間雨量(毎正時の降雨量)の降雨強度(cm/時間)

r : 区間雨量 (cm)

一連降雨：降雨開始後、無降雨の状態が6時間以上続くまでの降雨

2) 地形

急峻な地形は降った雨が流れやすく、土壌が浸食されやすい要因となります。沖縄本島中南部は丘陵地や台地・段丘が多く、なだらかな地形ですが、沖縄本島北部や八重山は山地・丘陵地で急傾斜の地形が多いため、赤土等が流れやすい地形になっています。県全体では山地・丘陵地などの浸食されやすい地形が50%以上を占めています。



沖縄県の地形分類別面積比率

3) 土壌

① 沖縄県に分布する主な土壌

沖縄県の分布面積の約 55% を占める国頭マーヅは粒子が細かく、粘着力が弱くて崩れやすいため、浸食されやすい土壌です。

また、島尻マーヅやジャーガルなどの土壌や、脆く崩れやすい岩石のクチャ（泥岩）なども、赤土等の発生源となります。

国頭マーヅ 島尻マーヅ ジャーガル クチャ（泥岩）



※水に入れると細かな土壌粒子が水に溶け、上の写真のように水を濁らせます。

② 土壌の分布

浸食されやすい土壌である国頭マーヅ(下図の赤色部分)は、沖縄本島の中部から北部、また、石垣、西表の広い範囲に分布しています。国頭マーヅの厚さは 20~30m にも達するところがあります。これは、気温が高く雨が多くのことにより、地表下の深いところまで風化作用が及んでいるためです。沖縄本島北部は急傾斜な地形だけでなく、土壌の点でも赤土等が流れやすい環境にあるといえます。

③ 未発達な団粒構造

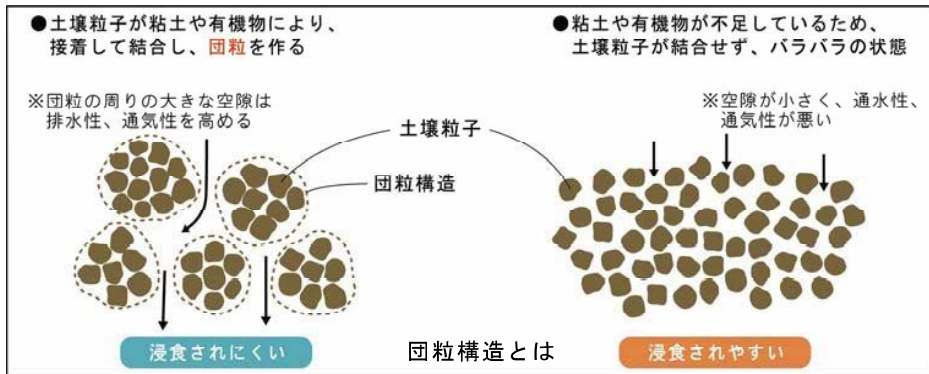
森林の地表面では、表層に落葉や動物の遺骸などの有機物が集積します。土壌中での有機物の分解過程では、微生物による分解を受けにくい土壌特有の腐植物質が形成されます。この腐植物質や微生物や根から分泌される物質が接着剤となり、土壌粒子同士を結合させ、団粒構造が形成されます。

本土のような温帯地域では、有機物や腐植物質を豊富に含んだ黒い土

が地表に厚くできます。しかし、亜熱帯の沖縄では年中気温が高いため、土壌動物や微生物などの活動が活発で、有機物の分解速度は温帯地域よりもかなり速いと言われています。このため、腐植物質の量が少なく、団粒構造が発達していません。団粒構造が発達していないと、開発工事などで表土がはぎ取られたとき、土壌は雨でたやすくバラバラになって流出するのです。

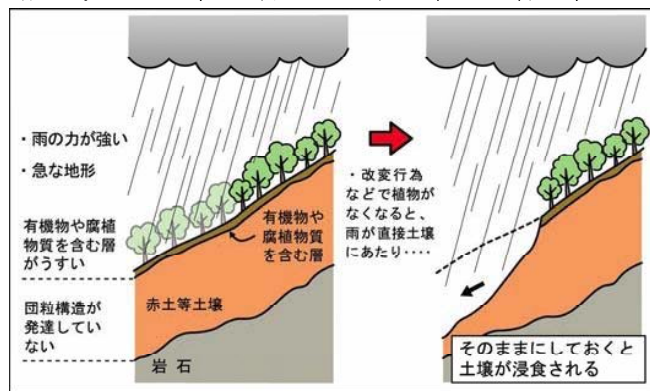


沖縄県の国頭マージ地域地層断面



④ 改変行為

人の影響が少ない自然の状態では、土壌の上に木や草が生育し、それが赤土等の流出を食い止めていました。植物の枝や葉には雨滴が直接地面に当たるのを防ぎ、土壌の浸食をやわらげる働きがあります。また、根には雨水の流れをせき止め、土壌



裸地化による浸食のしくみ

等の流出を防止する効果があります。

そのため、森林の伐採などによる裸地化（植物の消失）をそのままにしておくと、植物がもつ土壌流出防止の効果がなくなり、赤土等の流出の原因となります。裸地化が起こる要因のほとんどは、開発工事の改変行為や農地耕作などによるものです。

（２）河川を通して流下する

沖縄本島北部・久米島・八重山などは、険しい地形が多いため、海までの距離が短く急な傾斜の河川が多くみられます。そのため、流出した赤土等のほとんどが海まで一気に流れていきやすくなっています。



河川へ流出する赤土等

（３）海へ流入し拡散・堆積する

河口から海域へ流入した赤土等は、海水表面を滑るように広がって海を濁らせます。引き潮の時には、リーフの切れ間（クチ）から少しずつ外洋に出ますが、赤土等の多くはリーフ内に堆積します。



海へ流入し拡散して堆積する赤土等
(一部リーフの切れ間(クチ)から流出している)

（４）再び巻き上げられ海が濁る

堆積した赤土等は、潮の満ち引きや荒天時の波の力によって海底から舞い上がり、再びリーフ内を濁らせます。そのため、陸から次々に赤土等が流入してくると、リーフ内にはいつまでも赤土等による濁りが残ってしまいます。

1-2. 赤土等流出による影響

(1) 自然豊かなサンゴ礁

沖縄県は多くの島々からなり、その周囲を取りまく浅い海には、美しいサンゴ礁が発達しています。サンゴの枝と枝の間にエビやカニなどの小動物が隠れ棲み、これを狙って魚が集まるという豊かなサンゴ礁生態系が成り立っています。また、サンゴ礁は自然



ミドリイシ類の繁茂する海域

の防波堤として島を守るだけでなく、漁業の場や観光の資源として県民の生活に大きな恵みをもたらします。

(2) サンゴ礁などへの影響

島の周辺には、サンゴ礁だけでなく干潟や藻場が広がり、海岸には砂浜やマングローブがみられるなど、豊かな自然環境を有しています。また、これらの環境は優れた景勝地やレクリエーション地にもなっています。



赤土等で汚れた海草

サンゴ礁に赤土等が堆積すると、

生きているサンゴが減少し、小動物が隠れ棲む枝状のミドリイシ類などの代表的なサンゴがなくなり、魚たちも姿を消してしまいます。

また、海域への赤土等の流入によって美しい海や砂浜などが赤く染まり景観が悪化して、ダイビングなどマリンスポーツを含めた観光レクリエーションへの影響が見られます。

漁業・水産業では、濁りによる養殖もずくの収穫減少や定置網への赤土等の付着などの被害がみられ、水道水源池では、濁りによる水質の悪化が懸念されます。

2. 沖縄県赤土等流出防止条例

2-1. 沖縄県赤土等流出防止条例の概要

平成7年10月に施行した「沖縄県赤土等流出防止条例」は、開発事業に伴って発生する赤土等の流出を規制するとともに、赤土等の流出による海や河川等の水域の水質汚濁の防止を図ることを目的としています。

(1) 主な条例の内容

1) 赤土等の流出防止義務(第3条)

事業行為をする者は、当該事業現場からの赤土等の流出を防止するため、必要な措置を講じるように努めなければならない。

2) 事業行為の届出、通知(第6条及び第9条)

1,000m²以上の事業行為者(特定事業行為者、国及び地方公共団体等)は事前に事業行為内容や赤土等流出防止対策の内容等を知事に届出・通知し、審査を受ける。

3) 協議及び計画変更命令(第9条第3項及び第10条)

知事は、届出・通知の内容について、沖縄県赤土等流出防止施設基準等に基づいて審査を行い、必要な場合には協議や計画変更命令ができる。

4) 赤土等流出防止対策責任者等の選任等(第12条)

特定事業行為者は、赤土等流出防止対策責任者を選任する。

5) 改善命令等(第14条)

知事は、特定事業行為者が、届出事項や計画変更命令に違反して事業行為を行っている場合は、必要な改善又は工事の一時停止の命令ができる。

6) 事業行為の廃止時の届出、措置命令(第15条)

事業行為の廃止・中止時には、届出を行わなければならない。知事はその際、赤土等流出防止対策が十分でないとする場合は必要な措置の命令ができる。

7) 無届出の事業行為への中止命令等(第16条)

知事は、無届出の事業行為は、中止命令と赤土等流出防止対策措置命令ができる。

8) 耕作の目的に供される土地及びその他の管理等(第17条～第19条)

農地・遊休化した空き地等の管理者は、赤土等流出防止対策に努めなければならない。知事は、赤土等の流出が生じた場合は赤土等の流出防止をするよう指導ができる。

9) 立入調査 (第20条)

知事は、職員に事業現場に立入り調査をさせることができる。

10) 罰則及び両罰規定 (第25条、第26条)

行政命令等の違反行為した者に対し罰金を処すほか、違反行為をした施行業者のみならず、その事業者に対しても罰金刑を科す。

2-2. 届出・通知の手続きの流れ

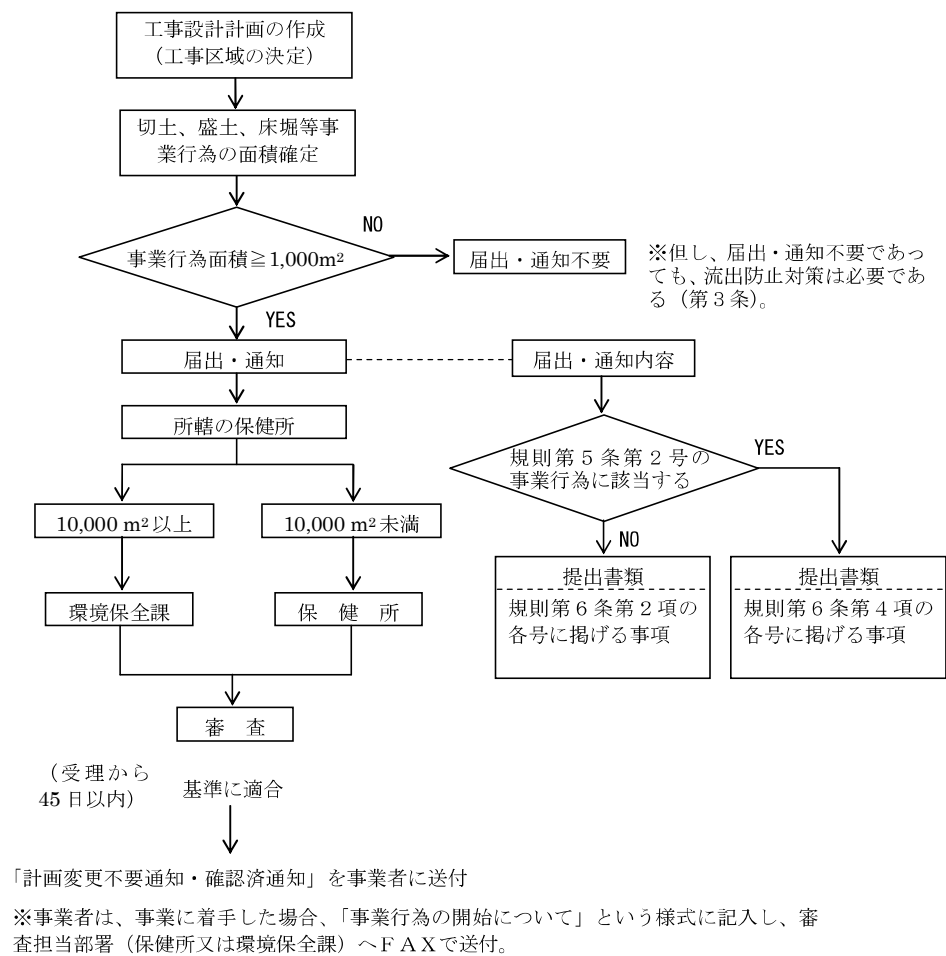


図 2-2-1 沖縄県赤土等流出防止条例の届出・通知の手続きの流れ

3. 赤土等流出防止の基本

3-1. 赤土等流出防止対策の基本的な考え方

濁水は、雨水等による水の土壌への浸入、雨滴による土壌構造の破壊に始まり、水中への土粒子の分散及び地表水による浸食運搬等の一連の過程を経て発生します。

赤土等の流出防止は、図 3-1-1 に示すように濁水の発生から工事区域外への流出に至る一連の各流出過程に応じた対策が必要で、対策の基本的な考え方としては、以下に示す4つの事項が重要と考えています。

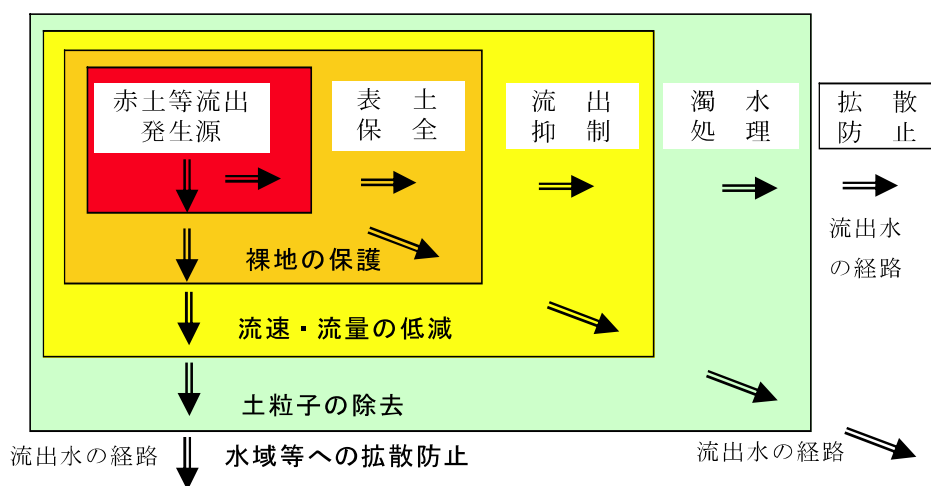


図 3-1-1 赤土等流出防止対策の概念図

(1) 表土保全：濁水の発生の抑制

濁水発生源となる裸地面積の低減や、出現期間の短縮及び裸地面の早期保全を行うとともに降雨期の施工の回避に努めます。

(2) 流出抑制：表流水のコントロール

表流水の流速の低減や浸透の促進等による表流水のエネルギーの低減を図るとともに工事区域内外の表流水を分離し濁水量の低減に努めます。

(3) 濁水処理：濁水の処理

濁水は一時貯留し、濁水中の土粒子を沈澱、ろ過等により除去した後、定められた排水基準以下で放流します。

(4) 拡散防止：赤土等の海洋等への拡散

河川や海岸、港湾等の水際で工事を行う場合、工事区域より濁水が拡散するのを防止します。

以上のことから、赤土等の流出防止対策の体系と範囲を示すと図3-1-2にまとめられます。

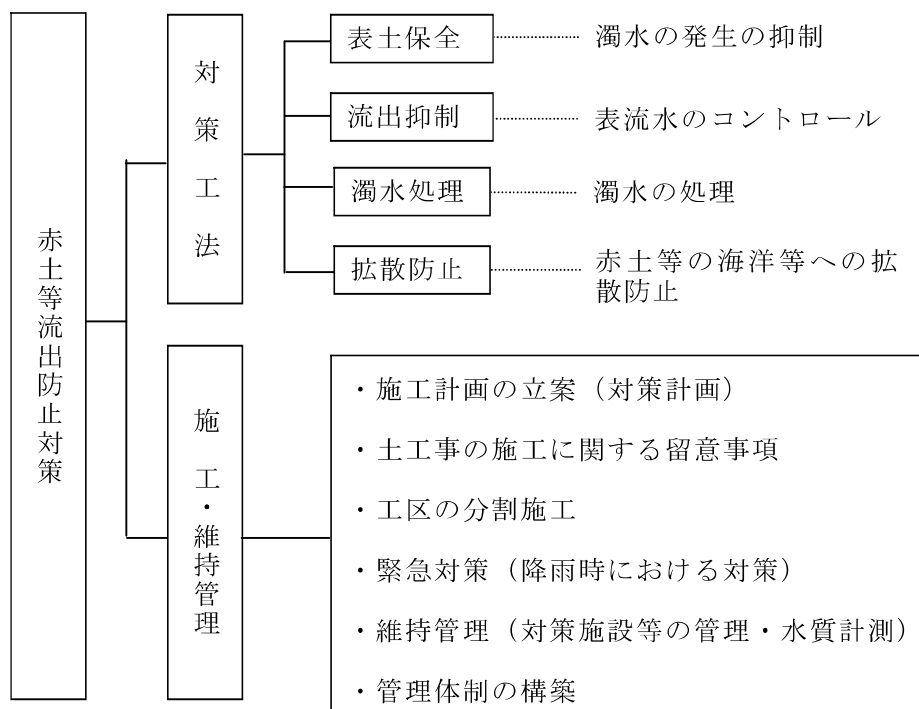
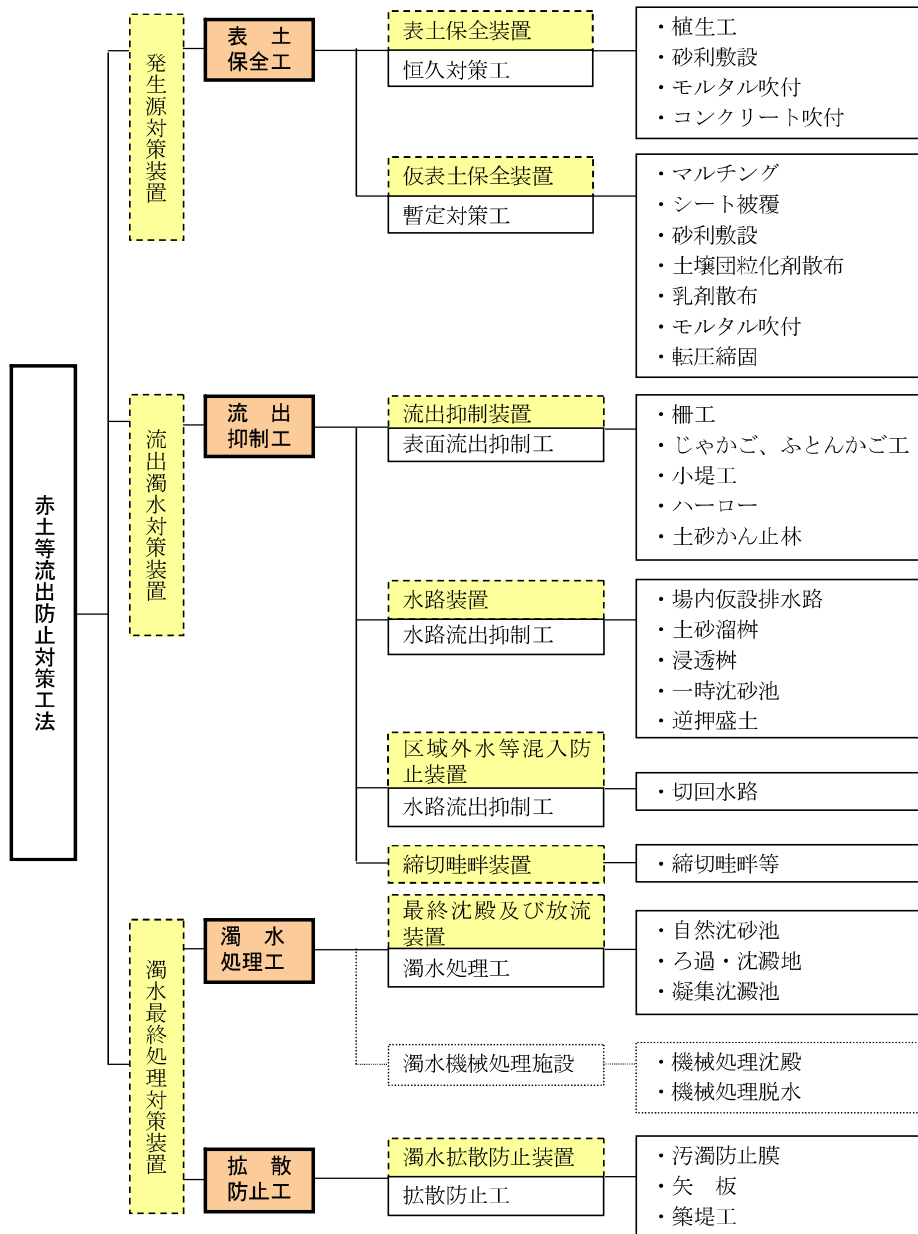


図 3-1-2 赤土等流出防止対策の分類

3-2. 赤土等流出防止対策工法の分類

赤土等流出防止対策工法の分類は図3-2-1に示すとおりです。

赤土等流出防止対策の基本的な考え方に対応して表土保全工、流出抑制工、濁水処理工及び拡散防止工の4つの対策工が考えられます。この4つの対策工法を工区ごとに一体的に行うことを原則とします。



注 1. は沖縄県赤土等流出防止条例で用いられている用語

注 2. は赤土等流出防止対策の基本的な考え方に基づく 4つの事項

図 3-2-1 赤土等流出防止対策工法の分類

3-3. 赤土等流出防止対策工法の配置のイメージ

赤土等流出防止対策工法の配置のイメージを図 3-3-1 に示す。

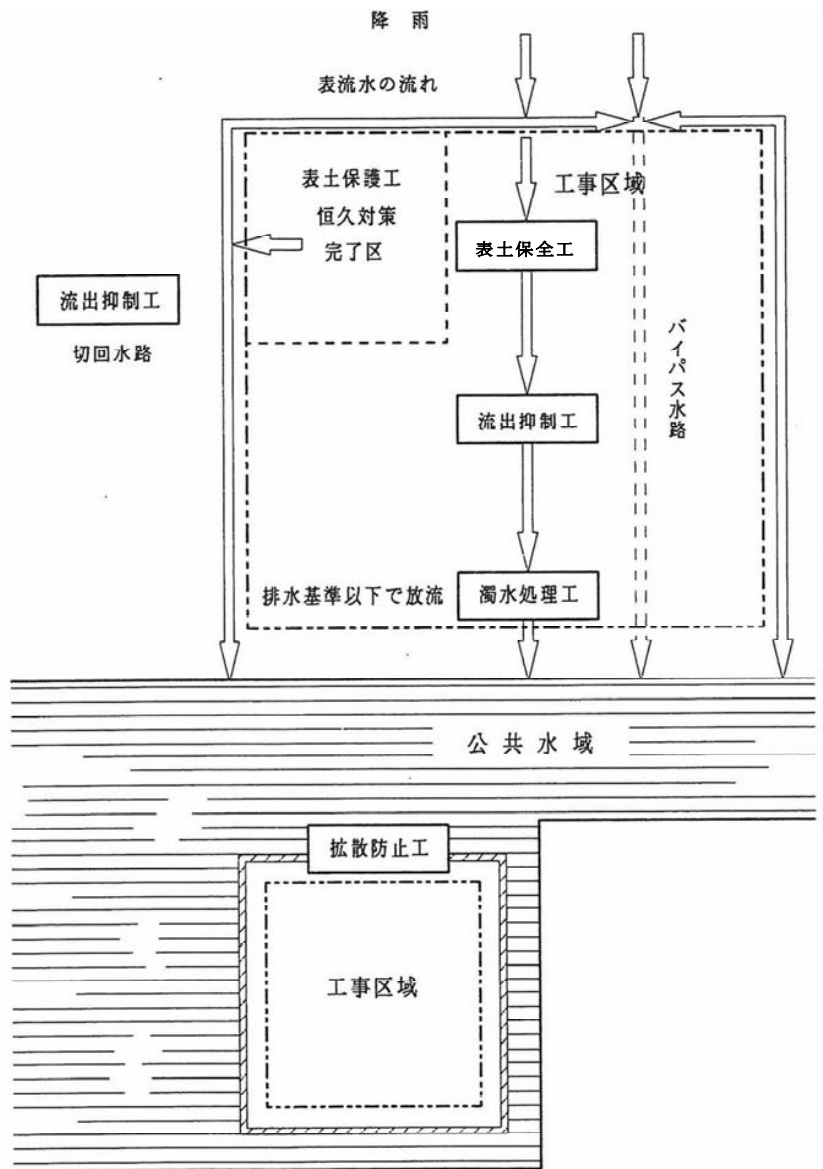


図 3-3-1 赤土等流出防止対策配置計画概念図

3-4. 赤土等流出防止施設基準及び管理基準

赤土等流出防止条例では施設基準及び管理基準が定められています。施設基準を表 3-4-1～表 3-4-2、管理基準を表 3-4-3 に示しました。

表 3-4-1 赤土等流出防止条例に係る施設基準一覧(1)

区 分		施 設 基 準	
発生源対策装置	表土保全装置	植生、播種、土壌団粒化剤、種子吹付け、モルタル、コンクリート等	<ul style="list-style-type: none"> ・表土保全装置は、工事によって生じた裸地面を速やかに施す。 ・完成造成面でないときは、法面にあっては仮表土保全装置を速やかに施し、その他の平坦地にあってはその日のうちに転圧を施すことで足りるものとする。 ・農地であって締切畦畔等で締切った場合、マルチングを施すことで足りるものとする。 ・赤土等を仮置きする場合には、仮表土保全装置を施す。
	仮表土保全装置	シート被覆、マルチング、アスファルト乳剤、土壌団粒化剤、種子吹付け等	
流出濁水対策装置	流出抑制及び水路装置	小堤装置、水路装置、柵及び籠装置、逆押盛土装置等	<ul style="list-style-type: none"> ・流出抑制及び水路装置は、各装置を適宜組み合わせて土木工事の進捗に合わせて設置する。 ・小堤装置は、傾斜が2度以下の場合40mにつき1箇所、傾斜が2～3度の場合30mにつき1箇所、3度以上の場合増設する。 ・法面には法肩又は法尻に小堤装置を設置する。 ・道路の裸地面は、水路側へ勾配をつける。山腹に接しているときは、山側へ水路装置と勾配をつける。 ・谷部で盛土工を行う場合は逆押し盛土工法で行う。
	区域外水等混入防止装置	切り回し水路装置等	<ul style="list-style-type: none"> ・切回し水路は土工事に先行して設置する。

注 1. 赤土等流出防止条例施行規則(沖縄県規則第 64 号)別表のまとめ

注 2. は赤土等流出防止対策の基本的な考え方に基づく4つの事項

表 3-4-2 赤土等流出防止条例に係る施設基準一覧(1)

区 分			施 設 基 準	
流出濁水対策装置	流出抑制工	締切畦畔装置	締切畦畔等	<ul style="list-style-type: none"> ・締切畦畔等は、貯留及び地下浸透が比較的容易な農耕地、小規模造成仮設地、石灰岩地域等で用いる。
		濁水最終処理対策装置	濁水処理工	
	濁水拡散工	濁水拡散防止装置	矢板締切、汚濁防止膜等	<ul style="list-style-type: none"> ・水中又は水際での土工事を行うときに設置する。

注 1. 赤土等流出防止条例施行規則(沖縄県規則第 64 号)別表のまとめ

注 2. は赤土等流出防止対策の基本的な考え方に基づく4つの事項

表 3-4-3 赤土等流出防止条例に係る管理基準一覧

区分	管理基準
濁水の排出基準	<ul style="list-style-type: none"> ・濁水は、浮遊物質量 200mg/L 以下で排出できる状態に達したとき、速やかに排出し、その浮遊物質量を測定し記録しておく。
施設の維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の見回り点検を行い、その記録をするとともに、施設に異常が発見されたときは直ちに改善する。
堆積赤土等の除去処分	<ul style="list-style-type: none"> ・施設に堆積した赤土等は、これを除去し適正に処理する。

注) 赤土等流出防止条例施行規則(沖縄県規則第 64 号)別表のまとめ

4. 赤土等流出防止対策の対策計画及び維持管理

4-1. 対策計画

赤土等の対策計画を盛り込んだ施工計画の作成にあたっては、資料の収集や現地調査により、立地条件、周辺の環境条件などの事項を把握し、現場条件に対応した対策が行えるように検討することが重要です。よって、立地条件、周辺の環境条件などを表 4-1-1 に示す調査項目のチェックシートを利用して把握することが必要です。

(1) 立地条件

地形（流水経路及び流末）、排水経路、湧水、土壌、降雨情報の入手等
下流の赤土等監視ポイントの状況

(2) 周辺の環境条件

水域利用（取水場・漁場・リゾート等）、周辺土地利用、貴重動植物等

(3) その他

流域連絡会議などの活動、周辺で採用されている対策施設の情報等

表 4-1-1 調査事項チェック項目

区 分	細 分
工事名称	
位 置	
土壌及び地質	
工事区域内の河川等(ハイパス水路等の必要がある場合)	上流の流域面積
	洪水流量(確率年)
下流の状況	水遊び等の利用(キャンプ地等)
	用水取水(種類・管理)
	既存の赤土等施設
	近隣の赤土等監視ポイント
赤土等流出の状況	上流での主な土地利用状況
	放流河川等の状況(写真(全景、近景))
	赤土等堆積状況(写真、河川水質(SS)等)
下流海域の状況	流出経路及び海域
	漁業権及び管轄漁港
	養殖の状況
	海域での釣り・遊泳利用
	リゾート施設等
備 考	工事区域内及び周辺部の貴重動植物分布状況

4-2. 施工計画・維持管理

施工計画の作成にあたっては、工事の工程とその進捗状況に伴って必要となる対策の要所を具体的に把握し、きめ細かい配慮を盛り込むようにします。以下に施工計画作成の要点を示します。

(1) 工区の分割施工

工区は、現場で出現する裸地の最小化を図る目的から、施工計画で定めた範囲に分割して施工するものとし、1つの分割区域の表土保全工を完成させた後、他の区域の施工に着手することを原則とします。

(2) 四半期ごとの赤土対策平面図の作成

四半期ごとの工事状況平面図を基に、各工事段階に濁水の発生・流下経路を予測し、これに対応する対策施設の配置計画や排水系統図及び対策時期を盛り込んだ工程表を作成します。

以下に、維持管理についての要点を示します。

(3) 役割の明確化と責任者の配置

図4-2-1に示すように、赤土等流出防止管理者（現場代理人）を選任するとともに、それぞれの項目についての担当者を定めます。

(4) 浮遊物質量測定記録表等の整備

赤土等流出防止条例施行規則が規定する、浮遊物質量測定記録表（同条例施行規則別表1）、降雨時などの見回り点検表（同条例施行規則別表2）、非常時の措置報告について（同条例施行規則別表3）を整備して現場を管理し、規定に従って提出します。

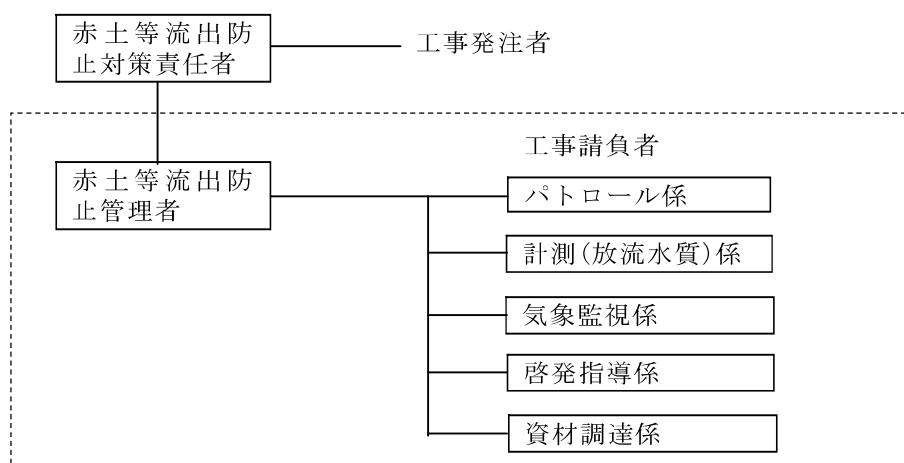


図 4-2-1 赤土等流出防止管理体制