

公益社団法人国土緑化推進機構
「緑と水の森林ファンド」事業助成

森林保全・管理技術の現状と今後のあり方

付：治山技術基準の手引き

平成24年1月

森林保全・管理技術研究会

目 次

はじめに	1
第1章 森林保全・管理技術の定義と特質	3
1 森林保全・管理技術の定義	
2 森林保全・管理技術の特質	
(1) 森林施業を基本に土木工学技術を展開	
(2) 立地条件により多様な技術を駆使	
(3) 国土空間の中で面的管理する技術	
(4) 長い時間軸の中で検証していく技術	
3 森林保全・管理技術の対象とする事業	
(1) 森林保全・管理事業の内容	
(2) 治山事業	
1) 治山事業の内容	
2) 治山事業の役割	
(3) 森林整備事業	
1) 森林整備事業の内容	
2) 森林整備事業の役割	
第2章 森林保全・管理技術をめぐる動向と課題	11
第1 山地災害の防止及び生活環境の保全等	11
1 山地災害の現状と課題	
(1) 集中豪雨等による山地災害	
(2) 大規模地震、火山等による災害	
1) 大規模地震	
2) 津波による海岸林の被災	
3) 火山災害	
(3) 森林整備の遅れと山地災害	
1) 間伐の手遅れ等による林地崩壊	
2) 間伐手遅れ及びシカ害による土砂流出	
3) 人工林風倒木及び流木灾害	
(4) 山地災害対応体制の課題	
(5) 山地災害に関する調査研究の課題	
2 森と人との共生（生物多様性の保全及び生活環境保全）	
(1) 生物多様性の保全	
1) 生物多様性の維持保全の必要性	

2) 生物多様性維持保全のための森林保全・管理上の課題	
(2) 生活環境及び自然環境の保全	
1) 防風林等を活用した生活環境の保全	
2) 自然環境教育に適した森林空間整備	
(3) 環境に配慮した森林保全・管理技術	
第2 森林整備の現状と課題	15
1 森林・林業再生プランと国土保全	
(1) 森林・林業再生プランの概要	
(2) 森林・林業再生プランにみる国土保全対策	
(3) 路網整備と国土保全	
2 森林施業と国土保全	
(1) 適正な森林施業	
1) 機能区分と森林施業	
2) 施業放棄地問題	
3) 列状間伐と林地荒廃	
4) 獣害による森林造成及び国土保全上の問題	
(2) その他森林整備における課題	
1) 地方自治体の独自課税による森林整備	
2) 原発事故による森林内の放射能汚染問題	
3) 低コストで公益的機能を損なわない路網・作業システムの検討	
第3 林野公共事業及び森林保全・管理技術者問題等	20
1 林野公共事業	
(1) 林野公共事業予算の縮減	
(2) 公共事業のコスト低減と課題	
1) 効率性の向上	
2) 資源・環境対策の推進	
3) 計画・設計の見直し	
4) 調達の最適化	
5) 地域特性の重視	
6) 透明性の向上	
(3) 施設維持管理	
2 森林保全・管理技術者問題	
(1) 行政改革による技術者の削減等	
(2) 施工業者及びコンサルタント技術力問題(CPDの現状)	
(3) 森林保全・管理技術データベース構築	

第3章 森林保全・管理技術今後のあり方	24
第1 山地災害の防止	24
1 災害形態に対応した適切な山地災害対策	
(1) 集中豪雨等による山地災害対策	
1) 深層崩壊	
2) 土石流災害	
3) 天然ダム	
4) 流木災害	
(2) 地震及び火山災害対策	
1) 大規模地震等	
2) 火山災害	
(3) 間伐手遅れによる林地荒廃等の防止	
1) 林木根系による崩壊防止	
2) 保安林機能の強化	
3) 獣害対策	
2 治山技術の開発、向上等	
(1) 治山技術の開発	
1) 工事・工法の開発	
2) 施工技術の改善	
(2) 環境対応技術の構築	
1) 森林生態系保全	
2) 森林景観保全	
(3) 調査・測定技術の高度化・活用	
1) G I Sの活用	
2) 遠隔探査技術の開発	
3) 自動観測装置の開発	
4) 災害危険度判定技術の高度化	
(4) 性能設計の推進	
1) 性能設計概念の導入	
2) 構造物設計への適用	
(5) 治山事業のコスト縮減の推進	
1) 事業の効率化	
2) 施工効果判定	
(6) 防災協働社会の構築	
1) 避難・警戒対策	
2) 地域社会との連携	

第2 森林整備のあり方 ······	34
1 森林・林業再生プランと国土保全	
(1) 森林・林業再生プランの実行と国土保全の推進	
(2) 路網整備にあたっての国土保全への配慮	
2 適正な森林施業の推進	
(1) 適正な森林施業による森林整備の推進	
1) 森林所有者支援による森林整備	
2) 市町村森林整備計画の策定	
3) 災害に強い間伐の実施	
4) シカによる獣害対策	
(2) 地方自治体の独自課税による森林整備等	
1) 地方自治体の独自課税による森林整備	
2) 森林内の放射能除染対策	
第3 森林保全・管理事業における環境保全対策 ······	37
1 環境の現状把握	
(1) 自然環境調査	
(2) 自然景観調査	
(3) 社会特性調査	
2 林道事業における環境保全対策	
(1) 水土保全機能発揮への配慮	
(2) 生態系（動物・植物）保全への配慮	
(3) 景観保全への配慮	
3 治山事業実施における環境保全対策	
(1) 治山事業の目的と環境保全	
(2) 治山事業実施にあたっての自然環境保全への配慮	
第4 林道及び治山施設の維持管理 ······	46
1 施設維持管理の必要性	
2 林道施設の維持管理	
(1) 林道施設の現状	
(2) 林道施設の工種・種別ごとの点検項目	
(3) 林道施設の維持管理方法	
3 治山施設	
(1) 治山施設管理の現状	
(2) 治山事業の工種・種別及び点検項目	
(3) 治山施設維持管理方法	

4 施設維持・管理の今後のあり方	
(1) 林道構造物の劣化への対応	
(2) 制度と予算措置（林道及び治山施設共通）のあり方	
(3) 補修・修繕時期のあり方（共通）	
(4) 点検要領作成の必要性と点検要領（案）	
1) 林道事業、治山事業及び地すべり事業の点検要領（案）	
2) 点検結果の判定	
3) 台帳適正管理の必要性	
4) GISを使用した管理の必要性	
おわりにかえで　　まとめ及び提言	60
参考：　森林保全・管理事業及び技術の歴史	62
第1 治山	62
第2 森林整備	66
第3 森林環境	75

はじめに

地球温暖化が一因とみられる局地的集中豪雨による山地災害多発化傾向の中で、東日本大震災は、我が国が地震をはじめ多くの自然災害を受けやすい国土環境の中にあることを改めて認識させた。

一方、戦後植林による人工林が成熟期を迎えており、木材価格の低迷、労働力不足等により、間伐手遅れ林分の増加、皆伐跡地の放置に加え、シカ害による林地の裸地化等も顕在化し、木材生産の増大による森林・林業の発展が期待されているにもかかわらず、国内林業の停滞が続き、加えて水源かん養、国土保全上の面からも不健全な森林資源内容となっている。このため、人材の育成確保を行う中で、路網基盤の整備による集約的な森林施業、計画的な森林施業の推進による森林資源の整備を通じた森林の多面的機能の高度発揮が喫緊の課題となっている。

本報告書は、我が国の置かれている国土環境、森林・林業の実態を踏まえ、安全・安心の確保という見地に立って森林保全・管理技術上の課題を全般的に取り上げ、これからの森林保全・管理技術のあり方について、下記に示す調査体制のもとに取りまとめたものである。

内容的には、第1章において森林保全・管理技術の定義と特質を述べ、第2章で森林保全・管理技術をめぐる最近の情勢を踏まえ、適正な森林保全・管理を行うにあたっての技術課題を網羅的に示した。第3章においては、森林保全・管理事業を推進するにあたっての主要な技術課題について、今後のるべき方向を示しながらそれらについてさらに今後検討すべき課題を示すことにした。

最後に、終わりにかえてとして、特に本稿で主張したい点について「まとめ及び提言」を示したところであり、今後これらの提言が日の目を見、実現されることを期待するものである。なお、巻末に治山及び整備事業等の歴史、変遷を参考として示したので活用願えれば幸いである。

本報告は森林保全・管理技術研究会の中に森林保全・管理技術部会を設置し、この部会メンバーでとりまとめたものであるが、本部会では森林保全・管理技術全体を網羅し、広く課題を取り上げ今後のあり方を示すことを主眼としているため、この中の重要な課題である、①路網整備と森林施業技術体系、②災害対応技術のあり方、③森林整備に関わる環境調査については他部会で掘り下げて調査研究を行っているという前提でとりまとめたものであることを付記する。

また、公共事業予算削減のなか、効率的・効果的な事業推進していくうえで、森林土木技術者の育成を通じた成果品の品質の確保が急務となっている中で、森林土木技術者が設計を行うために欠かせない「治山・林道技術基準の詳説」の策定が喫緊の課題となっていることから、森林保全・管理技術部会では、この課題に2年間をかけて取り組み、このたび「治山技術基準の詳説」の策定を行ったところである。今回、本報告に併せて「治山技術

「基準の詳説」を印刷製本することにしたので併記する次第である。

○調査体制

本部会では以下の学識経験者及び専門技術者による委員会方式で調査研究を行った。

委員長	北原 曜	信州大学農学部教授 森林科学科山地環境保全学講座
委員	落合 博貴	独立行政法人 森林総合研究所水土保全領域長
委員	靄林 光久	技術士
委員	根橋達三	森林・自然環境技術者教育会 事務局長
委員	竹内 美次	(株)森林土木施設研究所
委員	桐部 和義	(株)森林土木施設研究所
委員	品川 正義	(株)森林テクニクス
委員	渡邊 悅夫	(株)森林テクニクス
委員	佐保 昇児	(株)森林テクニクス

第1章 森林保全・管理技術の定義と特質

1 森林保全・管理技術の定義

森林保全・管理技術とは一般に若干なじみのない用語であるが、「森林保全・管理技術」研究会の目的が、「森林保全・管理に関わる研究開発、調査研究、技術の集積・分析を行いその成果を広く普及啓発を行う」としていることからしても「森林保全・管理技術」の定義については、やや掘り下げてその定義を述べる。

森林は我が国土の3分の2を占め、その広がりからしても、また、国土の背骨を形成しているという地理的条件からしても国土の保全・管理上重要な役割を果たしており、それと同時に森林の多面的機能を通じて国民生活に種々の便益を与えていている。

森林のもたらす便益とは言うまでもなく、森林の有する多面的な機能、すなわち木材生産等の経済的機能、水資源涵養、国土保全、保健休養、生活環境保全等の公益的機能を指しているが、この中でも森林の公益的機能の範囲は広く、最近では地球温暖化防止機能、生物多様性の保全といった地球環境の維持といった環境的な面も重要になってきている。このため、森林を適切に保全・管理し、森林の有する多面的機能を發揮することは、森林地帯はもちろんのこと国土全体に森林便益を波及させることになり、国土保全、国民生活の維持向上等を果たす上で極めて重要となっているところである。

森林保全・管理技術とはこれら便益を發揮させるために重要な行為である「森林を適切に保全・管理し、森林の有する多面的機能を発揮する技術行為」を指すものであり、その目的とする森林造成に向けてコントロールする技術が森林保全・管理技術であると定義づけられる。

もっと具体的に言うと、森林の有する多面的機能を発揮する森林を維持造成するために長期的な視点に立ってあるべき森林の姿である目標林型を想定しそれに向かって適切な森林施業を実施していくことを基本とし、当該地域で森林の期待されている立地条件を勘案し、適切な伐採・更新・保育方法の選択し、路網整備等を通じながら計画的に森林整備を図り、また、当該地域が国土保全上重要な森林にある場合には必要な保全対策一治山事業等を適切に実施していく技術、すなわち、森林施業、森林整備、水土保全等をトータルにわたって発揮していく技術、それが森林保全・管理技術なのである。

したがって、森林保全・管理技術は単に個々の治山事業や林道事業を実施するための技術ではなく、あるべき森林の姿に向かって長期的視点に立って森林整備、復旧をしていくための総合的な技術と捉えることが必要である。最近における局所的集中豪雨による山地災害の増加、一方においては成熟化しつつある森林資源前提とした森林・林業再生が求められる中にあってこのような森林の有する多面的機能の高度発揮と言う視点に立ってのトータルとして総合的かつベストミックス的に技術を駆使していく、森林保全・管理技術の重要性は益々増していくものと考える。

2 森林保全・管理技術の特質

以上のように森林保全・管理技術を定義づけした場合、その技術的特質はどのようなも

のあるのかについて以下、述べてみたい。

(1) 森林施業を基本に土木工学技術を展開

森林保全・管理技術はあるべき森林の状態を想定し効果的・効率的な森林施業、森林整備、国土保全対策等を講じる技術であり、そこには必要に応じ土木工学的技術が用いられることになる。具体的には、治山事業における森林復元のための渓間工や山腹工、森林整備のための林道、作業道の作設等にあたって土木工学的技術が用いられることになるが、その場合においても、基本は森林造成であり、そのことによる森林の有する機能の高度発揮であるという森林保全・管理技術に立脚した土木工学的技術の採用が求められる。加えて、必要以上の自然の改変は避けるべきであり自然環境の維持・保全に配慮した適切な技術の選択が求められるのは言うまでもない。治山事業、林道事業が単に公共事業の範疇に入るからといって構造物の作設による土木工学的な技術優先の考え方は払拭されるべきであり、あくまで森林生態系の維持を図りつつ目的に応じた森林の維持造成を計画的に推進するという森林施業を基本に土木工学技術を展開していく、これが森林保全・管理技術であり、またその真髄といえる。

(2) 立地条件により多様な技術を駆使

わが国の山地は地形が急峻・脆弱かつ複雑で入り組んでおり、また、対象とする森林ごとに発揮すべき機能もそれぞれ異なっているため目的に沿った必要な構造物等を設計、施工管理するためには現地の状況に対応した適切かつ多様な技術を駆使する必要がある。

たとえば、治山や林道事業をみてみると、①傾斜地での事業であり、労働密度が高く、3次元的な思考が必要なこと、②現場ごとに地形・地質等の条件異なること、とりわけ林道のように工事期間中に次々に条件が変化していく事業があること、③設計、施工の技術基準はあるもののその適用についての理解が容易ではないこと、④常に現場が当初設計したとおりにならない場合が多く、現場監督者が設計変更等を一人で判断をしなければならないこと等、が言われる。いうなれば、現場により条件が違い過ぎ技術者個人がどれだけ技術力の知識、経験の蓄積を持てるか、また、その問題解決力が問われるわけである。

このことからして、森林保全・管理技術は、現場経験はもとより新たな技術を吸収しつつ多様な技術を習得し、立地条件により多様な技術を駆使する技術であるといえる。

(3) 国土空間の中で面的管理する技術

森林保全・管理技術は究極的には山造り、森林造成を目的として行われる技術であることから点ではなく面、すなわち、国土空間という広いスケールの中で管理していく技術である。では、どのぐらいの広がりをもった面を単位としているかというと、かなり流域全体としての広い範囲の場合もあるし、整備対象によっては数百ヘクタールという程度の場合もあるが、いずれにしても面的に整備管理していく事業である。

全国森林計画では158流域を森林管理の単位として区分しているが、治山事業や目標とする森林整備水準がこの森林管理と連動して事業実行していることからすれば森林保全・管理事業としてはこれが一番広い概念といえよう。これら流域の中でも水源かん養保安林については、治山事業で水源かん養保安林の機能回復、機能の維持向上のために森林復旧・造成や山腹工事などを実施している。また、荒廃の著しい流域においては集中的に保安施設事業による森林整備をはじめ各種治山施設を設置し総合的に流域全体の復旧を図る総合治山事業が実施されることがあるが、これなども対象森林を面として捉え、面的に整備管理していくことが必要であるから実施するのである。

一方、路網整備を含む森林整備事業は本来が面的整備を行う事業であり、特に集約的な施業を行う必要のある地域は林道、作業道による路網の整備と間伐等の森林整備が一体的に行われる、すなわち面的整備が集中的一体的に行われる。

したがって、このような森林保全・管理事業の事業特性が、それを用いる森林保全・管理技術が単に個々の構造物を造成するという点の技術ではなく、当初から整備すべき流域全体を見通したうえで森林造成、路網の整備、治山施設の配備等により流域全体で水源かん養機能をはじめ森林のもつ多面的機能を発揮させ、またその整備水準を向上させていくということ、すなわち、国土空間という広いスケールの中で管理していく技術であることとも特質のひとつといえる。

(4) 長い時間軸の中で検証していく技術

森林保全・管理技術は森林造成という長年月を費やす事業に関わる技術であり、それが成果として現れるためには長スパンの時間軸が必要であるのは論を待たない。良く引き合いに出される例として、「戦前ははげ山が多かった。このために植林し、堰堤を設置し、土砂の流出止め、このことにより都市部における洪水は大幅に減少した。しかしながら上流からの土砂流出が押さえられ河床低下や海岸浸食が進行した。」、また、「拡大造林でスギ・ヒノキの単純林が全国的に造成された。このことによる生物多様性が損なわれた。」「治山事業の綠化樹種として外来種のニセアカシアを植栽し山腹の安定を図られた。しかし繁茂し過ぎ自然生態系の維持保全の観点からの対策が必要になってきている。」等々である。このような例は当時としてはあまり予見されなかつたことであるが、森林保全・管理技術者としては常に長い時間軸の中では起こりうる問題として考えておくべき問題である。

個々の事業においても長年月を要することが多い。一例をあげると、昭和49年起きた静岡県由比地区の豪雨による大規模災害に対応した東京営林局による直轄地すべり防止工事は36年間を要し、平成12年度に完了した。その後事業成果の評価が第三者委員会により行われ、保全対象である東海道線や国道1号線等への災害が防止され、近年地すべり発生は見られず事業効果があったとしている。このように大規模災害には復旧にあたって極めて長い期間にわたる事業の継続が必要とされ、事業成果が検証されることになる。また、これ

ら事業に対応して技術も評価・検証されることになり、森林保全・管理技術は長い時間軸の中で検証していく技術であることが理解されよう。特に現在、森林・林業再生プランに基づく路網の整備が推進されつつあるが、これら路網の整備による水土保全への影響についても長い時間軸のなかでその事業及び技術評価、検証をしていくことが必要であり、そうしたことによって技術が体系化されていくものと考える。

3 森林保全・管理技術の対象とする事業

(1) 森林保全・管理事業の内容

森林保全・管理技術についての定義及び特質を見てきたが、次に森林保全・管理技術の対象とする事業、すなわち森林保全・管理事業を述べる。

森林保全・管理技術が森林施業、森林整備、水土保全等トータルにわたって技術を発揮していくこと、それが森林保全・管理技術であるという定義からすれば自ずとその対象となる事業としては、林野庁所管の森林整備事業、治山事業が挙げられよう。（なお、森林内の事業行為を行うという点で環境省の公園管理、国土交通省の砂防事業も考えられるが、これらは事業目的が森林保全・管理技術の理念とは異なるので本稿では森林保全・管理技術の対象とはしないことにする。）

また、森林施業については、一面、事業的な要素もあるが、それを具現化していくのが、治山事業であり、森林整備事業であるので、本稿では、森林保全・管理技術の対象とする森林保全・管理事業としては治山事業及び森林整備事業とし、その範疇の中で森林施業をとりあげることとする。

治山事業及び森林整備事業を林野庁の事業区分でまず、見てみると、

治山事業は

①水資源の涵養、国土の保全等の機能の維持向上を図るための水源林の造成、山崩れの防止・復旧、地すべり防止などの事業

②公益的機能の中でも身近な生活環境維持や森林レクリエーション機能等の維持向上を図るための森林環境の整備、景観の保全などの事業

森林整備事業は、

森林の造成、間伐の推進、路網の整備等の事業を森林整備事業と総称し、その事業内容に基づき、

①健全な森林を育成するための森林の造成、間伐等の保育、作業路の設置等の「造林・間伐事業」

②林業の生産性向上・山村振興のために欠くことのできない林道開設や基幹作業業道整備のための「林道事業」

に区分している。

このように、森林保全・管理事業は区分すれば、治山事業および森林整備事業に、さらに森林整備事業を細分すれば造林・間伐事業及び林道事業に分けることができるが、これ

らは単に行政の事業執行上あるいは予算上の区分に過ぎない。

すなわち、治山事業においても水源林造成を通じての森林造成、保安林整備のための間伐、保安林管理道の作設による路網整備が図られ、森林整備事業における造林・間伐事業は国土保全・水資源かん養に資するための基本的な事業であり、林道事業による路網の整備も保安林の適正管理に資することになる。このことから、森林保全・管理事業は区分された事業の集合ではなく、治山事業、造林・間伐事業、林道事業の一体的な事業であり、各事業が有機的に連関した総合的な事業であるという認識が必要である。しかしながら、森林保全・管理事業の内容を明らかにするために、本稿では一応、林野庁の事業区分にしたがって以下、その事業内容、役割を述べる。

(2) 治山事業

1) 治山事業の内容

治山事業とは、

- ・森林法第41条に規定する保安林^(注)の指定目的を達成するために行う保安施設事業
 - ・地すべり防止法に規定する保安林等の地域で行う地すべり防止工事等事業
- の両事業をあわせたものをいう。

(注) 森林法第41条で「第25条第1項第1号から第7号までに掲げる目的を達成するために行う森林の造成若しくは維持に必要な事業を保安施設事業」としている。第25条第1項第1号から第7号までに掲げる目的とは、①水源のかん養、②土砂の流出の防止、③土砂の崩壊の防備、④飛砂の防備⑤風害・水害・潮害・干害・雪害・霧害の防備、⑥なだれ・落石の防止、⑦火災の防備、等をいう。」

治山事業の具体的な内容については、毎年策定されている林野庁の「治山事業の概要」によると、

「治山事業は、森林の維持造成を通じて山地に起因する災害から国民の生命・財産を保全し、また、水源のかん養、生活環境の保全・形成等を図る極めて重要な国土保全政策の一つであり、安全で安心できる豊かなくらしの実現を図るうえで必要不可欠の事業である。」

となっており、要は、森林の維持造成をもつてして国土の保全を図る事業であることが読み取れる。

22年度の林業白書ではやや具体的である。

「林野庁では、森林の保全・山地災害防止機能を発揮させ地域の安全・安心を確保する治山事業を行っている。具体的には、森林の保全を図る治山施設の整備や森林の造成等を行うとともに、自然災害等により機能が低下した水源地域の保安林について、複層林への誘導・造成等の整備を実施し、機能の回復を図っている。」

いずれにしても、治山事業は森林の維持造成を図り、荒廃した森林の復元を行うといった行為を通じて森林の国土保全機能を発揮させ、それをもって国民の生命・財産を守るという性格を表現していることには変わりはない。

この点、治山事業と類似した事業といわれる砂防事業と比較してみると、治山事業の性

格が一層明らかになる。

国土交通省の砂防事業概要によると、「砂防事業（通常砂防事業）は、砂防法を根拠として土石流の捕捉と土砂の移動防止を目的に荒廃した渓流、扇状地等で行う防災事業であり、渓流や河川に砂防ダムなどの構造物を設置、その下流で行う流路工事及び遊砂地の設置を行う。」とあるように、構造物の設置自体が砂防事業であることが読みとれ、国民生活の安全確保の観点から保全・保安施設等の構造物待ちうけで設置するという思想が読み取れる。

一方、治山事業は荒廃森林の復旧を図り森林維持造成を図るという発生源対策を講じること、また、これら森林の維持造成を通じ国土保全、水源のかん養、森林環境の保全等の多くの公益的機能を發揮することを目的としていることから両者の違いが明らかであり、治山事業の性格が一層浮き彫りされることになると考えられる。

2) 治山事業の役割

現在の社会的な要請という点を踏まえれば、治山事業の役割は大きくは次の2点である。

①安全・安心して暮らせる社会（水土保全、山崩れの復旧・防止、地すべり防止等）

日本列島は、急峻な地形、脆弱な地質条件にある中で、集中豪雨を受けやすく、かつ火山や地震等の自然災害の発生が多いため、山地災害発生件数は、22年度林業白書によると直近5年間で約1万件にも及んでいる。また、地球温暖化による雨量強度、頻度が強くかつ大きくなる傾向にあり、山地災害のリスクが高まっている。このため、保安林整備、山崩れ箇所の復旧・復興等治山事業を実施しているところであり、森林の保水・山地災害防止機能を發揮させ、地域の安全・安心を確保するための治山事業の役割は重要である。

②森林と人との共生（生物多様性の保全、身近な生活環境の保全）

治山事業は国土の保全、山地災害の防止のみならず、森林法第25条第1項第10号又は第11号に掲げる目的を達成するための保安林すなわち公衆の保健、名所又は旧跡の風致の保存の目的を達成するための森林改良・整備事業を行っている。

具体的には、生活環境保全林整備事業、環境防災林整備事業により

- ・森林の多様性の維持増進
- ・身近な生活環境の保全
- ・多様な利用者が森林と触れ合える場の提供

等 いわゆる「森林と人との共生」に関わる事業を行っている。

また、自然公園を中心とする自然景観を有する森林地域等において景観や森林とのふれあいを重視した森林整備や施設整備を実施する自然とのふれあい空間総合整備事業や、野生生物の生息・生育環境の保全に資するための野生生物との共生対策事業を治山事業、自然公園事業、森林整備事業の連携事業として行っている。

昨今の生物多様性の保全、自然環境の保全、自然とのふれあいを求める意識の高まりが高まる中で、これからも国民の新しいニーズに応じた目標水準を設定し、その整備を進めしていくことが求められている。

(3) 森林整備事業

1) 森林整備事業の内容

森林の有する木材生産、水源涵養等の多面的機能を発揮するための重要な事業である森林整備事業は森林の更新、森林造成、間伐、主伐、また、それらの作業を行うにあたっての林道等の路網整備等を行い、森林の取り扱いのサイクルを通じて循環型社会の構築、山村地域の活性化に寄与する事業である。

我が国の森林は、資源が量的に充実し、森林整備上重要な時期にあるものの、林業の採算性の悪化等により、間伐等実施されない人工林や、伐採後の植栽等が行われない状況もみられ、間伐等の森林施業を適切に実施し、健全な森林の整備・保全を図ることが重要になっている。

とくに、間伐については、地球温暖化防止のためのCO₂吸收源対策としてもその推進が期待され、平成19（2007）年度から平成24（2012）年度までの6年間については、「京都議定書目標達成計画」の森林吸收量1,300万炭素トンを確保するため、計330万haの間伐を実施することを目標としている。

2) 森林整備事業の役割

① 循環社会の構築

日本の森林は国土の3分の2を占め、自然生態系の中では圧倒的な存在感を持つ。これは先進国の中でも際立った特徴であり、中山間地域では森林の恵みを直接的に受け、また利用しながら暮らしを続けてきたところであり、都市においても森林のもつ水源かん養、保健休養機能等の公益的機能を享受しており、また、地球温暖化の原因とされるCO₂吸収機能は国民全般に恩恵をもたらしている。資源小国である我が国においてはバイオマス資源でもある。このような再生可能な資源である森林資源を多く有することは日本の循環型社会を構築するに当たって大きな利点である。

しかしながら、戦後から造成した人工林が成熟期を迎える中にあって、林業不振により間伐等適正な森林施業が行われない放置された森林が多く、木材生産機能だけではなく公益的機能の発揮の面からみてもその機能を果たしていない森林が多く、日本の循環型社会の構築における利点を生かしきれていないのが現状である。したがって、森林の多面的機能を発揮させ、我が国循環社会の構築を図っていくためには、適正な森林施業を通じて路網の整備、間伐の推進等の森林整備を促進することが重要となっている。

② 山村地域振興ための基盤整備

山村の基幹産業である林業等の振興に不可欠な林道開設や作業道等路網の整備を推進することの重要性は言うまでもない。しかしながら、その路網整備率は欧米諸国に比較して低水準にあり、必然的に搬出コストが高く、成熟化しつつ森林資源を有しながらも外国木材との競争に勝てず、林業不振のもっとも大きな原因となっている。このため、集約的な森林施業が可能となるように高性能機械の導入を前提とした林道及び作業道による路網整

備を一体的に整備することが必要とされている。

一方、山村の過疎化、老齢化は目を覆うばかりであり、限界集落の増加等により国土の守り手である山村の崩壊が目前に迫っている。林道は公道を補う道路インフラとしての役割を果たしてきたが、最近における林道事業の縮小は過疎化しつつある山村をより居住困難化させている。このため、今後とも、山村居住地周辺の森林整備を林道整備と並行して推進し山村地域振興のための基盤整備を図ることが重要となっている。

第2章 森林保全・管理技術をめぐる動向と課題

国土の保全、森林・林業の振興を果たすための森林保全・管理技術の重要性を述べてきたところであるが、本章では、地球温暖化に起因していると考えられる山地災害の増加や間伐の遅れによる不健全な森林の増加等、大きく変化してきている森林保全・管理技術をめぐる動向と課題についてポイントを絞って述べる。

第1 山地災害の防止及び生活環境の保全等

1 山地災害の現状と課題

(1) 集中豪雨等による山地災害

平成23年、日本列島は台風12号、15号の襲来を受けた。台風12号では、西日本から北日本にかけての広い地域に山沿いで記録的な豪雨となり、奈良県北山では統計開始以来の国内の観測記録1,652mmを大幅に上回る総降水量1809mmと短期間に1年分に相当する雨量であった。このことにより20道県で山地崩壊、河川閉塞が生じる等100名近くの死者行方不明者が出ていた。続いて台風15号でも東海、関東、東北地方にかけての豪雨により山地災害による甚大な被害が発生した。

平成21年度森林・林業白書によると、1時間降水量50mm以上の年間発生件数は最近5年間で239件、6~10年前は177件、11~15年前は160件と短時間強雨の発生回数が増加している。平成23年の台風12号に見られるような短期間にかつて見られないような豪雨や短時間雨量の発生件数の増大は地球温暖化等の気候変動に起因すると考えられる。現に、IPCC報告書（第4次報告書）でも地球温暖化により極端な大雨の頻度が増加するとしており、今後山地災害の発生リスクが高まることが懸念される。

このように地球温暖化等気候変動に起因すると考えられる最近における台風の強大化や局地的な集中豪雨は、土石流災害や流木災害を引き起こし、また、河川閉塞による天然ダムを生じせしめる。加えて、これらの豪雨は森林の根系の土壤緊縛力を超えて作用し、基岩面から上層森林土壤をまとめて山腹崩壊を生じせしめる大規模な山地崩壊すなわち深層崩壊を起こすことが従前に比べ多くなり、これら山地災害対策が課題となっている。

(2) 大規模地震、火山等による災害

1) 大規模地震

平成23年3月11日の東日本を襲った大地震、津波、原発事故は類例のない大災害となった。改めて、我が日本列島周辺には、4つのプレート、陸域の北米プレート、ユーラシアプレートに海域の太平洋プレート、フィリッピンプレートがひしめき合い、海域プレートが陸域プレートに沈み込みぶつかりせめぎ合う世界的に見ても類例のない応力場の中で、いつ大地震が発生してもおかしくはないというきわめて不安定な状態の上に国土が形成されていることを認識させられた。加えて、東日本大震災のように海溝型の地震だけではなく、平成16年の中越地震、平成19年の宮城・岩手内陸地震等活断層型地震も頻繁に発生し、大規模な山腹崩壊による山地災害が起きており、我が国が地震の活動期に入ったといわれる中で大規模地震の対応は以前に増して重要である。

今後予想される地震としては、

- ・ 東海地震、東南海・南海地震、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震
- ・ 首都圏直下型地震
- ・ フォッサマグマや構造線の山系、活断層沿い地域

があり、今回の東日本大震災を教訓に山地災害対策を含めあらゆるサイドからの地震対策を講じる必要がある。

2) 津波による海岸林の被災

今回の東日本大震災による林野関係の災害の中で、津波による海岸林の被害についても被害の程度、津波に対する減災効果等について解明することも課題である。林野庁は「津波と海岸林に関する委員会」を立ち上げ、被害状況、これから海岸林のありかたを検討することになったが、森林保全・管理技術研究会でも「津波と海岸林に関する調査研究委員会」を立ち上げ、海岸林の効果、海岸林の配置のあり方等について「提言」を行うことしているところである。これらの調査研究を通じて海岸林の復旧及びこれからの大規模地震に備えての海岸林のあり方を広く検討することが必要である。

3) 火山災害

日本は地震大国であるとともに火山国でもあり、100 以上の活火山が日本列島に集中している。火山による大規模噴火災害は、降灰、火碎流、泥流に加え、土石流となって火山周辺地域に広範な被害をもたらす。国土における社会资本整備が進む中での森林保全・管理上の火山災害対策として危機管理体制の構築、復旧のための迅速な復旧対策等が課題となっている。

(3) 森林整備の遅れと山地災害

1) 間伐の手遅れ等による林地崩壊

戦前は、里山林の薪炭・落ち葉採取によるはげ山林、荒廃地が拡大し土砂流出災害が多発したが、戦後の拡大造林により全国的に人工林化が飛躍的に進み山地の緑化が促進され併せて治山事業の推進により荒廃地は大幅に減少してきた。

しかしながら、近年では、人工林成熟化に向けて森林整備上重要な時期にあるにも関わらず林業不振により間伐手遅れによる過密になった人工林内の林地崩壊等による山地災害の発生が問題になっており、また、主伐後再び植栽が行われない放置森林の増加等森林整備が十分に行われないことによる林地崩壊等も問題になっており、その対策が急務となっている。

2) 間伐手遅れ及びシカ害による土砂流出

ヒノキ人工林については林内が暗くなり下層植生消滅による土壤の流失、表面浸食は古くから尾鷲の有名林業地等で見られたが、最近ではヒノキ人工林に限らず林業不振による間伐手遅れにより林内がうっ閉じ下層植生が消滅し、雨滴による表面浸食が顕著に見られ、これに起因する土砂流失災害の発生が懸念されこの対策が急務となっている。

一方で、シカの食害も大きな問題になっており、単に自然環境への影響だけではなく広

範囲な下層植生の消滅による表面浸食が顕著に見られる地域も増大しており、土砂流出防止の観点からも課題になっている。

3)人工林風倒木及び流木災害

近年台風の巨大化による風倒木被害が増大しており、特に一斉人工林はその形状からして被害が受けやすくなっている。これらの風倒木による森林の大規模な裸地化による土砂の流出に加え、風倒木跡地では、根系の腐朽とともに崩壊多発することが知られており、これらの復旧対策が課題となっている。

また、山地崩壊による大量の流木災害が発生し、橋、ダム等に流木が停滞し2次災害発生の懸念と対策の必要性が増している。特に、人工林の面積拡大と成熟化につれて、かなり大径の人工林からの大量の流木が河川に流出されるということから河畔における間伐の推進等森林整備のあり方が課題となっている。

(4) 山地災害対応体制の課題

我が国の人団動態を見ると、首都圏への一極集中、地方にあっても県庁所在地等地方中核都市への集中化は止まず、一方で中山間地の人口減少、老齢化が一段と進展している。都市への集中化は、台風の巨大化による山地災害を起因とした洪水等甚大な規模の災害が懸念されるところである。一方、中山間地における人口減少による過疎化の進展は、①限界集落の崩壊等により森林を管理の担い手の喪失、②超高齢化による山地災害に対する緊急的な避難ができなくなる等の問題が生じている。

都市部及び中山間地域におけるこのような違いを踏まえて、防災対策の推進に当たっては、想定される災害の形態、地域住民の警戒避難体制の整備等地域の実態にあわせた総合的かつ効果的な山地災害対策を講じることが課題となっている。特に中山間地の限界地域では超高齢化が進展しており、自力で避難することが困難ないわゆる災害弱者に対する防災対策が課題となっている。

(5) 山地災害に関する調査研究の課題

以上述べたように、①地球温暖化によるものと考えられる短時間強雨の発生回数の増加等山地災害の発生リスクが一層高まること、特に森林もろとも流出する深層崩壊と考えられる大規模災害の発生の増加、②人工林の間伐手遅れによる林地崩壊及びシカ害等による土砂流出、③風倒木及び流木被害等に見られるように山地災害の形態は種々である。このため、これらの災害の発生事例の調査データの蓄積・分析し、発生のメカニズムを解明することは重要であり、また、予防及び復旧対策に資するために危険度の数値化等調査研究が必要とされている。

2 森と人との共生（生物多様性の保全及び生活環境保全）

(1) 生物多様性の保全

1) 生物多様性の維持保全の必要性

生物多様性とは、やや分かりづらい概念であるが、森林、農地、湿地、河川、海といった自然環境は「生態系」といわれる「系」をなし、それぞれの生態系は、植物、動物、微生物、土壤、水等の構成要素が様々な繋がりを形成することによって成り立っており、人間の営みが持続可能な形で行われる限りにおいてこれら生態系は全体として安定した地域固有の自然環境を形成する。すなわち、人類の生存に不可欠な酸素、水、食料、住宅資材等の根拠は、いずれも様々な生物の繋がりの中から生み出されたものであり、このようなつながりが「生物多様性」である、といわれる。

(「森林における生物多様性の保全及び持続可能な利用推進方策」(平成21年7月林野庁 同検討会)から抜粋)

この生物多様性の保全については、愛知県で開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)において、気候変動と生物多様性に関するCOP10の取り組みとしては、生物多様性の保全と気候変動の問題は優先事項として取り組むべきであること、熱帯林等の生態系の損失を止めることは温室効果ガスの蓄積を防ぐための重要なステップであることなどで合意され、世界レベルにおいても森林の生態系保全に果たす役割についての認識が高まったところである。

2) 生物多様性維持保全のための森林保全・管理上の課題

森林における生物多様性維持保全については、立地条件、森林生態系の生産力や復元力に応じた適切な森林施業、林業活動が持続的に行われることにより、全体として森林生態系の種、遺伝子の保存庫として機能が発揮されるという原則に立ち、これに基づき、より適切な森林保全・管理事業を推進する必要がある。このような中、現在における生物多様性維持保全のために特に必要とされる森林保全・管理上の課題としては、

- ①多様性のある森林配置
- ②野生動物の適正管理
- ③希少な動植物の生息環境の保全
- ④外来種に対する対策

等があげられ、これらに対する具体的な取り組みが求められている。

(2) 生活環境及び自然環境の保全

1) 防風林等を活用した生活環境の保全

海岸林等防潮・防風林機能を有する森林あるいは防火林等の防災林は複合的な目的のために造成維持されるものが多く、都市にあっては憩いの場の提供等生活環境の維持向上に役立っており、森林の有する防災機能と生活環境の保全といった多面的機能の総合発揮といった観点からの森林保全・管理のあり方が課題となっている

2) 自然環境教育に適した森林空間整備

近年、高尾山や白神山地等、手近な自然あるいは秘境といわれる奥地の森林にも登山

あるいはエコツアーや森林浴など足を伸ばし、自然に親しみ森林浴や自然観察を楽しむ人が増大してきている。このため、行政サイドでは、自然休養林や県民の森あるいは生活環境整備林の整備を進め、必要な施設整備を行い森林空間整備に努めているところであり、基本的な施設整備等は全国的に一巡したといってよいであろう。しかしながら、近年、入林者の求めるものが単なる観光から直接に自然に触れまた自然を知りたい、観察したいというというように、自然環境意識のニーズが多様化しており、それを踏まえての地域の特性を生かした登山道の整備や山岳施設の充実整備、維持管理が今後の課題となっている。また、森林環境教育や健康づくりの場として、高齢者、車いす利用者への配慮、森林セラピーによる健康療法にも配慮した森林空間整備が求められている。

このような中、受益者負担やボランティアによる森林整備等をも生かした事業の展開も重要な課題となっている。

(3) 環境に配慮した森林保全・管理技術

治山事業や林道事業等で計画施工するにあたっては、自然環境に配慮した土木施工を行う必要があり、このため、以下のような点についての取り組みが課題となっているがこれらの対策については後段で詳しく述べる。

・治山事業

- ①切り取り法面の土地の植生の消滅や裸地化の出現等の土地形質の変更による影響
- ②構造物設置の結果土砂堆積による植生の消滅、護岸工等の構造物による渓岸の遊水場所の減少
- ③緑化工における移入、外来草、木本の繁茂

・林道事業

- ①建設に当たっての切り取り崩壊、路体崩壊、残土処理等が下流に与える影響
- ②林道自体の敷設、林道利用・管理が生態系に及ぼす影響
- ③林道の路線形、構造物等が景観に及ぼす影響

第2 森林整備の現状と課題

1 森林・林業再生プランと国土保全

我が国の森林資源は戦後造林した人工林が成熟化しつつあり、人工林を中心とした成長量は約8,000万m³となった。一方、近年の国内木材伐採量が2,500万m³であることからして資源量の数値的にはもっと多くの国内木材生産量を期待できる。しかしながら、林道、作業道等の林内路網の未整備、林業機械化の遅れ、担い手不足により林業生産性が低く、輸入木材に押され国内林業が停滞しているのが現状である。加えて、追い打ちをかけるように、シカ等による獣害被害は造林木の生育を困難にするとともに獣害による林地の表面浸食、山腹崩壊についても看過できない問題となっている。

このような森林・林業の停滞を打破するために、政府は低コストで公益的機能を損なわ

ない路網作業システムの確立を柱とした森林・林業再生プランを平成22年11月に策定し、23年度からそれに基づき必要な法改正を行い、森林・林業再生プランの沿った事業の実施に取り組んでいるところである。

このように森林整備事業（林道事業、間伐、森林造成）は、森林・林業の活性化を図るとともに、水源のかん養、山地災害の防止の観点からも、また、CO₂吸収源対策としても重要かつ緊急的に取り組むべき課題となっている。

ここでは、森林・林業再生プランの概要を紹介し、その推進にあたっての水源のかん養、国土保全上の課題を述べる。

(1) 森林・林業再生プランの概要

政府は、森林・林業再生プランを平成22年11月に策定した。

その概要は次のとおりである。

1 基本認識

我が国においては、戦後植林した人工林資源が利用可能な段階に入りつつある。しかししながら、国内の林業は路網整備や施業の集約化の遅れなどから生産性が低く、材価も低迷する中、森林所有者の林業への関心は低下している。

一方、世界的な木材需要の増加、資源ナショナリズムの高まり等外材輸入の先行きは不透明さを増している。このような状況を踏まえ、今後10年間を目途に、路網の整備、森林施業の集約化及び必要な人材育成を軸として、効率的かつ安定的な林業経営の基盤づくりを進めるとともに、木材の安定供給と利用に必要な体制を構築し、我が国の森林・林業を早急に再生していくための指針となる「森林・林業再生プラン」を作成する。

2 基本理念

理念1：森林の有する多面的機能の持続的発揮

森林・林業に関わる人材育成を強化し、森林の適切な整備・保全を通じて、国土の保全、水源のかん養、地球温暖化防止、生物多様性保全、木材生産など森林の有する多面的機能の持続的発揮を確保する。

理念2：林業・木材産業の地域資源創造型産業への再生

林業・木材産業を環境をベースとした我が国の成長戦略の中に位置づけ、木材の安定供給体制を確立するとともに、川下での加工・流通体制を整備し、山村地域における雇用への貢献を図る。

理念3：木材利用・エネルギー利用拡大による森林・林業の低炭素社会への貢献

木材をマテリアルからエネルギーまで多段階に利用することにより、化石資源の使用削減に貢献し、低炭素社会の実現に貢献する。また、木材利用の拡大が、林業・山村の活性化、森林の適切な整備・保全の推進につながっていくことの国民理解の醸成

に取り組む。

3 目指すべき姿

10年後の木材自給率50%以上

(検討事項)

(1) 林業経営・技術の高度化のために、

①森林の整備や木材生産の効率化に必要な、路網と林業機械を組み合わせた作業システムの導入。

・低コストで崩れにくい作業道などを主体とした路網整備の加速化に向けて必要な、地域の条件に応じた路網作設技術の確立

・先進的な林業機械の導入・改良や効率的な作業システムの構築・普及・定着

②森林の有する多面的機能の持続的発揮や効率的な林業経営の推進に必要な技術及び知識を持った人材の育成（日本型フォレスター制度の創設）

・戦略的・体系的に人材を育成するための「人材育成マスタープラン」の作成

・日本型フォレスター、森林施業プランナー、路網設計者など森林・林業に係る現場技術者の育成及び活用

・路網作設オペレーターなど現場技能者の育成及び活用

③木材の安定供給を通じた森林・林業の再生に向け不可欠な、担い手の育成や森林施業の集約化などの基盤整備（森林組合改革・民間事業体サポート）。

・地域の森林管理の主体としての森林組合の役割の明確化、員外利用の厳格化と経営内容の透明性の確保、民間事業体の育成

・「森林施業プランナー」による提案型集約化施業の推進

(2) 森林資源の活用のために

①森林から産出される木材を最大限に活用するための、国内の加工・流通構造の改革。

②地球温暖化防止への貢献やコンクリート社会から木の社会への転換を実現するための木材利用の拡大。

(2) 森林・林業再生プランにみる国土保全対策

以上が概要であり、目指すべき姿として、木材自給率50%以上を達成し、林業経営基盤づくりを進めるとしており、森林・林業再生プランを実施に移すことにより森林整備の推進が期待されるところである。

そういった中で、森林・林業再生プランにおける国土保全に関する言及としては、

「森林・林業に関わる人材育成を強化し、森林の適切な整備・保全を通じて、国土の保全、水源のかん養、地球温暖化防止、生物多様性保全、木材生産など森林の有する多面的機能の持続的発揮を確保する。」

と、基本理念で述べてはいるところであるが、やや予定調和的な感がある。森林・林業再生プランの実施を通じて国土の保全、水源のかん養の機能を具体的にどのように発揮していくかについては必ずしも明らかにされているとはいえない。

これは、森林・林業再生プランを策定するにあたって、路網作設システム、森林組合改革・林業事業体育成、人材育成、国産材加工流通・利用に関しては有識者による検討会を設置し、制度面、実践面等について具体的な対策について検討を行い、これらが森林・林業再生プランに反映されたのに反し、国土保全に関することについては特段の検討委員会を設置して検討しなかったことも一因と考えられよう。

いずれにしても、今後、森林・林業再生プランを実施していく過程において、森林保全・管理事業の柱である治山事業や山地災害対策の位置づけを明らかにし、国土保全対策を推進することが課題であるといえる。

(3) 路網整備と国土保全

森林・林業再生プランの重要なカギは路網と林業機械を組み合わせた低コスト作業システムを確立し、林業の生産性の向上を図ることにある。そのため、丈夫で簡易な構造の林業専用道を含むトラック等の走行する林道や林業用機械が走行する森林作業道が適切に組み合わされた路網の整備を行う。その際、傾斜区分別の作業システムに応じた目指すべき路網整備の水準を国・都道府県・市町村の各段階において明らかにするとともに、林業専用道作設指針及び森林作業道作設指針の活用等により、丈夫で簡易な路網の整備に必要な技術の普及・定着を図る、としており、実施にあたっては地域段階で定める林業専用道作設指針、森林作業道作設指針にゆだねている。

このため、今後の実行過程において、国土保全を前提とした、地域の実態に合った林業専用道作設指針、森林作業道作設指針が策定されることが課題である。

2 森林施業と国土保全

(1) 適正な森林施業

1) 機能区分と森林施業

資源基本計画、全国森林計画の変更が行われ、水源涵養機能、山地災害防止機能/土壌保全機能、快適環境形成機能、保健・レクリエーション機能、文化機能、生物多様性保全機能、地球環境保全機能からなる公益的機能及び木材等生産機能に区分し、地域において発揮を期待する機能ごとの区域を明らかにすることにした。

機能区分による発揮すべき森林の機能がかなり明示されるようになったので、今後はこれに基づく市町村森林整備計画策定、森林経営計画の的確な実施が求められる。特に市町村整備計画においては、フォレスターによる作成支援を通じ地域の実態に応じ、森林所有者に対する責務の明確化、施業規制の強化（皆伐規制）や施業集約化体制の構築等実行可能な計画策定が課題となっている。

2) 施業放棄地問題

大皆伐に伐採した跡地の更新を行わない、間伐を実施しない等林業の低迷からいわゆる施業放棄地が増大しており、国土保全上ゆるがせにできない問題となっている。このため、これら森林所有者に対する指導、規制、助成措置等が課題となっている。

3) 列状間伐と林地荒廃

列状間伐の利点は、定性間伐に比べ、①間伐調査が容易、②伐採作業能率の向上、③懸り木になることが少なく作業危険度が減少等の効果があり、特にスwingヤーダー等の高性能機械が導入されている現状においてはかなり一般的な間伐方法となっている。

しかしながら、列状間伐には

①列状間伐で伐採列数が多いと伐採後根系腐朽により林地崩壊の危険性が高まる可能性もあること

②地形・地質を考慮しない列状間伐が行われることによる土壤の流出や風倒被害の発生等の問題が生じる恐れがあり、林地の条件を考慮した列状間伐の採用及びこれらの基準づくりの検討が必要となっている。

4) 獣害による森林造成及び国土保全上の問題

森林・林業白書によると、「シカの食害によって、高さ約2m以下の枝葉や下層植生がほとんど消失し、また、踏み付けによる土壤流出等が著しい。シカ被害は、全国約1万4千か所の森林資源モニタリング調査結果でみると、シカの生息が確認されたプロット数、被害が確認されたプロット数が800点から1300点（5年間比較）と大きく増加している。」としており、森林造成、土壤流出等による国土保全等の森林の有する多面的機能に影響を与えており、シカを中心とした獣害対策が重要になってきている。

(2) その他森林整備における課題

1) 地方自治体の独自課税による森林整備

地方自治体では、森林整備を主な目的として、県民税を上乗せする等により独自の課税制度を導入する取り組みが増加し、すでに森林環境税、水源税等の名目で平成22年度までに30県が導入し、他の自治体でも導入を予定、検討している。また、独自課税の使途は、全県が森林整備事業を実施しており、また、普及啓発事業（26県）、森林環境教育（22県）となっている。（数値は22年度森林・林業白書による）。このような取り組みが広がることにより森林整備が進み、また森林整備、森林環境に対する意識の醸成につながることが期待される。

しかしながら、これら森林整備が、山地災害の防止という点からみてどのような機能を果たしたのか等、十分に検証されているとはいひ難く、今後の課題である。

2) 原発事故による森林内の放射能汚染問題

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により、発電所周辺の大半を占める森林地域に大量の放射性物質が降下し、広範囲にわたり汚染された。このため、森林内の放射線量の把握や森林内からの流出水の水質汚染問題さらには除染対策等が新たな課題として大きく浮上してきている。

3) 低コストで公益的機能を損なわない路網・作業システムの検討

低コストで公益的機能を損なわない路網・作業システムについては、森林保全・管理技術研究会の「路網整備検討部会」で行うことになっているので、特に検討すべき課題項目を挙げるにとどめる。

- ①簡易で耐久力のある路網作設
- ②林道、作業道の組み合わせのベストミックス
- ③路網と林業機械の組み合わせ
- ④路網計画及び作設実行後における土砂流出等検証システム
- ⑤ 路網作設技術者の養成

第3 林野公共事業及び森林保全・管理技術者問題等

1 林野公共事業

(1) 林野公共事業予算の縮減

林野公共事業は年々減少し、直近を見ても、平成23年度1,890億円、5年前の平成19年度2,823億円に比べ33%の減少である。

公共事業については、戦後復旧に続く高度経済成長時代にインフラ整備として急速に増大をしてきたが、社会資本整備が一定レベルに達するとともに少子・高齢化による年金・医療費の増大、国の公債費の増加は公共事業費に回らず、公共事業費はピーク時の5割となり、林野公共事業においてもほぼ同様な減少となっている。また、公共事業については新たな事業を興すよりも今まで整備した道路・鉄道等公共的施設の維持・補修という維持管理の問題が問われる時代となっており、林野公共事業においても維持管理の問題は重要な課題となっている。

森林保全・管理事業は、基本的には林野公共事業に依っており、その減少はそのまま森林保全・管理事業の減少に繋がり林野公共事業の帰趨は森林保全・管理事業に大きな影響を与える。そのため、今後、公共事業の増大が見込めない中にあって森林保全・管理事業はコストの縮減等の創意工夫によりその整備水準向上および施設維持管理のあり方が問われている。

(2) 公共事業のコスト低減と課題

林野公共事業のコスト達成するための取り組みとしては、林野公共事業のコスト構造改革プログラム（平成20年12月）において①効率性の向上、②資源・環境対策の推進、③計画・設計・施工管理の最適化、④調達の最適化、⑤地域特性の重視、⑥透明性の向上が必

要であるとしているので、この項目に基づき、以下、それぞれの課題を述べる。

1)効率性の向上

効率性の向上のためには、①構想段階からの住民の意見反映、協議手続きの迅速化等、②地区採択時の評価の厳格化、工期の短縮、工事箇所の集中化、事業評価の厳格実施等に効率性を向上等が求められている。

2)資源・環境対策の推進

①現場発生材や国産材利用の推進を図ることが必要である。特に、公共建築物等における木材利用促進に関する法律が平成22年に公布、施工され、これに基づき全国的に公共建築物の木造化が推進することが必要である。

②生物多様性の保全にあたっては、関係者、地域の意見を聞き、資源の有効利用、自然環境の保全等の環境対策として積極的に取り組むことが課題である。

3)計画・設計の見直し

設計基準額の性能規程、新技術の動向による標準的な設計手法の見直し、既存施設の耐久性向上が必要である。

性能設計については要求された性能さえ満足していれば、構造、材料、工法等は自由であるとしているが、森林保全・管理事業に対して現実の適用については今後検討すべき課題の多い。

技術基準の見直し、基準の解説、さらに基準についても現場技術が理解でき、その適用できる「基準の解説の詳説」の作成が必要であり、その普及が課題である。

4)調達の最適化

業務の入札に当たって契約にプロポーザル方式の検討、工事の入札は原則として総合評価落札方式により実施が課題である。

単純な一般競争入札は得てして低価格競争による品質の低下の問題を惹起しがちであり、今後においては技術点評価を加味した総合評価落札方式の比率を高め、この方式が一般的になることが今後の課題である。

5)地域特性の重視

関係機関との政策連携を行うとともに、地域住民やボランティアの参加による森林整備の促進が課題となっている。

コストを下げるという点からのボランティアの活用という発想ではなく、地域住民やボランティアの参加により森林保全・管理事業の重要性についての理解が増すこと、地域住民の治山施設等の目視・点検による情報を得ることにより自然災害の防止に役立てることができ、このようなボランティア活動等との連携についてもシステム的に行われるような体制づくりも検討課題となっている。

6)透明性の向上

公共事業の実施状況について事業評価における第三者委員会への資料提出、インターネット等で公表等の取り組みの推進が課題である。

(3) 施設維持管理

公共事業による施設整備が進む中にあって、施設の維持管理することの重要性が高まっているところである。しかしながら、たとえば、全国の治山ダム、山腹工事箇所がどのくらいあるかについてのデータベース化がされていない等、森林保全・管理技術上、これらの全国的な統計がないのが不自然であり、大問題であるといえる。

確かに、治山、林道施設の維持管理は基本的には地方自治体に任されており、このため、それぞれの地方自治体では施設箇所、維持管理の実態については把握されていると考えられるが、これを全国的に統一して、同一レベルでの補修・修繕時期等の履歴等施設の状態が把握されていないのが現状であり、全国的な統一した様式でのデータベース化がされることが課題である。また、森林土木施設を長寿化させるためには施設の点検整備が欠かせないがその点検がシステム化に行われているとは言い難い。

このように、治山施設、林道施設についての、施設の位置、作設年度等のデータベースの構築、点検要領の作成による修繕履歴、修繕箇所をG I Sシステムで把握できる台帳整備等を行うことが課題となっている。

2 森林保全・管理技術者問題

(1) 行政改革による技術者の削減等

最近における行政改革の進展により国及び地方公共団体では全体要員の縮減に加え、公共事業部門からニーズの増大している福祉部門等への要員シフトのために森林保全・管理技術者が年々縮小の一途をたどっているのが現状である。加えて、地方公共団体では一般土木事業や農業土木事業と森林保全・管理事業が同じ部門に統合されることになる事例もみられるようになり、専門的な森林保全・管理技術者の育成やその継続・伝承に支障をきたす懸念が生じている。

国有林においてもほぼ同様であり、新規採用者の減少により森林土木業務を中心とした業務経験を積んだ技術者は極めて少なくなってきた。森林保全・管理技術は現場で様々な経験を積みながら技術を習得していくものであり、長い経験が必要とされるのでその育成に当たっては長期スパンに基づいた人事管理が必要であり、また、課題である。

(2) 施工業者及びコンサルタント技術力問題（CPDの現状）

森林保全・管理事業は長い経験と森林施業に対する知識が必要であり、森林に対する無理解な取扱い、労働災害の発生等の問題を惹起している。他業界からの参入も森林・林業の活性化のためには必要であるが、安易な施工・工事が行われないようにするための発注者における受注者の実績、技術力の確認、適切な指導が行われることが望まれている。

コンサルタント業界における課題として技術の継承・技術開発の問題がある。近年、官庁等の発注者側が要員の減少等をカバーするため技術力の外部依存化の傾向が強くなっ

おり、このため、年々、技術力がコンサルタント側に蓄積され、技術開発力も増してきている。従って、コンサルタント業界の健全な発展が森林保全・管理技術の開発・維持向上のためには不可欠であるが、一方において、コンサルタント業界は年々の受注額の減少、一般競争入札の拡大等で低価格入札が恒常化しており、コンサルタント業界における技術者の低賃金化、長時間業務等の労働条件の悪化が技術者の定着を妨げている。このため、コンサルタント業界の健全な発展を促し、企業内技術者を確保するために企業内の努力のみならず発注者側においてもどのようにしてコンサルタント業界を育成し、またその技術力を向上させるかについての対策を講じていくことが求められている。

また、最近においてはCPD（技術者の継続教育）が総合評価落札方式の中で加点されることなどからその普及が図られてきているが、日進月歩の技術が進歩する中には、技術者が技術力の向上のために今後とも技術研鑽を積むことが必要であることは論を待たず、今後ともCPDを推進するための環境づくりの整備を促進することが望まれている。

(3) 森林保全・管理技術データベース構築

森林保全・管理技術に関し学会に発表された学術論文等はすでにデータベース化されてから久しいが、国、県、大学、研究機関、企業等で森林保全・管理技術の過去の調査報告書、論文等の成果については未だデータベース化がなされていない。

このため、これら関係機関の協力により得られた報告書、論文等を、分野別、条件別、所属別、新技術別、工法別、年代別、流域別等の複数の切り口から分類整理し、技術者、研究者、行政担当者が活用しやすいWebデータベース化が必要であり、この早急な取り組みが望まれている。

第3章 森林保全・管理技術のあり方

本章では、前章の森林保全・管理技術をめぐる動向と課題に対する①山地災害対策、②森林整備対策をとりあげ、次にこれらを実行するに当たって重要な講すべき対策として③森林環境保全対策を述べ、最後に社会資本整備が進む中にあって重要となっている④施設維持対策を述べ、これからの森林保全・管理技術のあり方を提示したい。

第1 山地災害の防止

1 災害形態に対応した適切な山地災害対策

(1) 集中豪雨等による山地災害対策

1) 深層崩壊

近年、森林整備や治山事業の進捗により、全国的に荒廃林地やげ山はほとんどみられなくなった。それによって大規模な洪水や河川への土砂流出が減少し、樹木根系の効果が期待できる表層崩壊も減少する傾向にある。しかし、樹木根系の効果が及ばない深層崩壊や地すべりは、その発生確率にはあまり変化はないと考えられてはいるが、表層崩壊が減少した分目立つようになってきた。しかも深層崩壊は、いったん発生すれば災害規模も大きくなり、大規模な土石流にも発展するおそれがある。そのうえ、深層崩壊は発生の予知が困難で、流出土砂の規模や到達範囲も予測し難いため、土砂災害危険地区の設定や避難警戒対策もたてにくく。

そこで、深層崩壊による土砂災害を軽減するためには、まず、地形・地質、断層、隆起量等から発生危険地の抽出と発生危険度の予測法を明らかにする必要がある。さらに、大規模土砂災害の警戒・避難体制の構築や被害軽減のための効果的な対策工の開発・配置計画等を推進する必要がある。深層崩壊はいったん発生すれば被害が大きく、天然ダム等の二次災害の原因となることも多いため、今後の研究発展と対策が急がれる

2) 土石流災害

土石流の発生形態（原因）には、渓床上に堆積している土砂礫が豪雨などの異常な洪水流により急激に移動して流動化する場合、崩壊土砂や地すべり土塊が渓流をせき止めて形成された天然ダムが越流・決壊して流動化する場合、地すべり土塊が流動化する場合、火山活動に伴う場合のほか、最近では崩壊土砂が崩壊に伴う地中水や表流水と一体となって流下する形態が目立ってきている。一般に崩壊土砂の到達距離は崩壊土砂量に比例することから、深層崩壊によって発生した大量の土砂が流動化し、はるか下流にまで到達し、甚大な被害を引き起こすことが多くみられる。近年は、地球温暖化等による豪雨により深層崩壊が発生し、その崩壊土砂の流動化や天然ダムの決壊に起因するによる土石流災害が懸念されている。

そのため、今後の気候変動に対応した土石流危険渓流の判定法や治山施設の配置法、効果的な森林整備計画等のハード対策を推進するとともに、土砂災害警戒情報やハザードマップ等の防災情報に基づく警戒避難態勢等のソフト対策の構築を進める必要がある。

3) 天然ダム

天然ダムは、大規模な地すべりや崩壊によって崩落した土砂が溪流や河川を閉塞して発生するもので、天然ダムに湛水した水が溢水や決壊・流出して下流に洪水被害や土石流災害を及ぼすおそれがあり、緊急な対策が必要になる。また、崩落土砂や流水によって道路が決壊・埋没し、天然ダムの排水路作設のために必要な重機や排水機材の搬入が困難になることがある。

そのため、地形・地盤調査などを行い、天然ダムの形成のおそれのある地すべりや崩壊の危険度を判定するとともに、天然ダム形成による浸水域や越流崩壊による流量予測及び被害範囲を推定するためのシミュレーションモデルなどの高度化が必要である。また、天然ダム発生危険地においては、排水機材の充実や関連道路の被災防止や迂回路の作設等の対策を検討する必要がある。

4) 流木災害

流木災害は、大河川においては以前から発生していたが、近年、温暖化等によって降雨量が増大する傾向が認められ、それによる大規模崩壊により大量の立木や林地残材が崩壊土砂に伴って流動化しやすくなっている。また、山地溪流の出口付近が住宅化し、流木の直撃を受けやすくなっていること、山地溪流の橋やボックスカルバートが流木により閉塞しやすくなっていること等が要因と考えられている。

そこで、林地においては、間伐など適切な森林整備の推進による崩壊防止機能の向上を図ることや流木発生源となる切り捨て間伐の抑制など、溪流においてはスリットダム等の透過型治山施設の効果的な配置による流木の捕捉及び滞留木の撤去、広葉樹を中心とした溪畔林の造成・管理による流木の移動を阻止すること、下流域においては河川構造物の改良や安全な土地利用を推進すること、などの対策を推進する必要がある。さらにこれらの事業を効率的に推進するためには、他省庁との連携を図り流域を単位とした総合的な対策が必要である。

(2) 地震及び火山災害対策

1) 大規模地震等

① 大規模地震

最近、活発化が懸念されている地震を、内陸直下型地震と海溝型大規模地震に分類すると、内陸直下型地震では、新潟県中越地震や岩手・宮城内陸地震のように再活動型地すべりや大規模崩壊による土砂災害や土石流災害等のほか、二次災害として天然ダムなどが発生する恐れが高い。一方、海溝型大規模地震では、東日本大震災のように、山地災害のほかさらに大津波による海岸施設や海岸林及び内陸部の住宅、インフラなどにも甚大な被害が及ぶ恐れがある。

一般に地震の予知・予測は困難なことが多く、事前に効果的な警戒避難対策や災害防止対策はとりにくいのが現状である。しかし、内陸直下型地震においては地形・地質等の判

読による潜在地すべり危険地の抽出や崩壊危険地及び天然ダム発生危険地等の判定が必要である。

②海岸林の造成等

海溝型大規模地震においては、前述の土砂災害への対応のほか、大津波にも耐える堅牢性と必要高を確保した防潮・護岸構造物及び十分な林帯巾や強度を有する海岸保安林の造成・管理が急がれる。

とくに、海岸林については、今般の東日本大震災による津波災害で被災したことを受け、防潮機能の再評価を行い、最適林帯巾の検討や防潮堤など海岸構造物との連携及び都市インフラ等との調和を図るなど、潮害防備保安林としての機能評価及び構造、維持管理法等の検討が急がれる。なお、森林保全・管理技術研究会でも、このような視点で、海岸林の効果、海岸林の配置のあり方等について別途提言を行っているところである。

③大地震による大規模地すべり

近年、大地震によって大規模な地すべりが発生し、直接的な土砂災害のみならず、流下土砂による天然ダムの発生も見られる。また、温暖化等による気候・気象変動によって積雪・融雪現象が変化し、多雪地帯における地すべりの発生時期や移動形態の変化が懸念されている。

そこで、とくに大地震によって発生が懸念されている再活動型地すべりの分布と発生危険度調査及び温暖化等による積雪・融雪環境の変化等を明らかにし、大規模地すべり災害の防止・軽減に特組む必要がある。

2) 火山災害

全国に多数の活火山が分布しているが、周期的に活動する火山においては噴火に伴う火砕流や火山ガスの噴出、火山泥流や土石流等により人的被害や家屋の被災のほか森林や農地等にも大きな被害をもたらしている。近年は、火山の活動期に入ったといわれ、有珠山、浅間山、桜島、霧島新燃岳等で火山活動が活発化し、様々な火山災害を引き起こしている。とくに噴火によって堆積した噴出物は透水性が不良なため、わずかな降雨によっても火山泥流や土石流を発生させることがある。

そこで、今後火山活動の活発化が予測される火山においては、火砕流や土石流等の火山災害に対応したハザードマップ（火山防災マップ）の作成が不可欠である。また、土石流危険渓流においては流路工や治山ダム工などの渓流工や発生源となる火山帶斜面に山腹基礎工、山腹緑化工などの治山事業を実施し、被害の軽減に努める必要がある。

(3) 間伐手遅れによる林地荒廃等の防止

1) 林木根系による崩壊防止

森林の崩壊防止機能は林木根系による土壤の補強機能によって発揮されるが、山腹斜面を2次元としてみると、樹木の鉛直根が岩盤に侵入し、それが引き抜き抵抗力となって、土質力学的な粘着力増強分として作用することがこれまでの研究で明らかとなっている。

一方、山腹斜面を3次元としてみると、予想される崩壊地の周縁部に存在する水平根も鉛直根と同様な崩壊防止機能を有していると推定され、その機能は鉛直根にも劣らないといわれている。

しかし、表層崩壊に効果が期待される林木根系の評価は、これまで単木における補強効果について研究されてきたが、これまで評価対象となっていた鉛直根に加え、水平根も考慮した崩壊防止機能を力学的に評価して斜面安定機能を定量化するとともに、それらの成果を林分にまで拡張し、間伐方法などの森林施業にまで適用することが望まれている。近年、定性間伐のほか列状間伐などの定量間伐が行われており、根系の斜面補強効果の観点からの評価が期待されている。

2) 保安林機能の強化

近年、わが国の森林面積の約4割を人工林が占め、そのうちスギ林が43%と最も多く、次いでヒノキ林が25%を占めている。齢級構成は、9齢級以下のものが6割以上を占め、保育、間伐等の手入れが必要な状況にある。しかし、材価の低迷や林業従事者の減少等により間伐が手遅れとなり、特に過密なヒノキ林では下層植生が衰退し、表面侵食が顕著になっている箇所もみられ、早急な対応を必要としている。

なかでも保安林は、水源かん養機能や土砂災害防止機能をはじめ様々な機能を期待されて指定面積を拡大しているが、これまで期待された機能が薄れたりした反面、新たな機能が要望されるなどもあり、期待されている森林の機能に基づき保安林配備について弾力的に見直すことが必要である。

3) 獣害対策

近年、シカ、イノシシ、サルなどの大型野生動物は増加の傾向にあり、農林業に与える影響が懸念されている。特にシカの食害により林床植生が衰退し、浸透能の低下による土壤侵食や表層崩壊が発生しており、さらに被害は拡大する恐れがある。また、伐採跡地においては苗木の食害により、再造林が阻害されているところもある。山腹施工地においては導入草本の食害により侵食防止効果の減少が見られる。さらに高山地帯にも侵入し、希少な高山植物の食害も見られるようになってきた。しかし、山村人口の減少により、野生動物の生息圏が拡大するとともに、狩猟人口の減少等により、野生動物の生息数の管理が困難な状況にある。

このため、造林地や高山地帯においてはシカの侵入防止柵や防止ネット、防止チューブ等の防護資材の導入、化学的な防除として忌避剤の撒布や塗布、治山施工地においては食害防止金網の敷設、緑化植物として不嗜好植物の導入等が考えられ施工もされている。しかし、いずれも対症療法に過ぎないため、根本的な方策として生息密度の調整を実施するため、適正管理頭数の把握と駆除方法等の検討が最重要課題である。

2 治山技術の開発、向上等

山地災害の防止のためには治山技術の開発、向上が不可欠である。治山工事、工法のこ

れからのあり方、また、事業実行するにあたっての環境保全対策、さらには治山技術開発向上に不可欠の調査・測定技術のあり方等について述べることとする。

(1) 治山技術の開発

1) 工事・工法の開発

近年、山腹工においては、公共事業費の削減や環境保全への配慮を反映したコスト縮減や自然環境に配慮した工事・工法が望まれている。とくに、緑化工における外来緑化植物の問題は生物多様性の観点から重要な課題と考えられている。

そこで、従来の緑化工において、広く用いられている外来種にかわり、緑化工施工地あるいは周辺の表土を採取し、緑化資材と配合して撒布することにより、在来植生の早期再現が期待できる。また、環境への配慮や間伐材の利用拡大等を考慮した枠工や柵工などの木製山腹構造物や緑化資材として木材チップを混入した吹付工等が望まれている。そのほか、山腹斜面における法切工が必要な法枠工等にかわり、自然斜面において樹木を残存させたまま施工できるノンフレーム工法等の地山補強土工法が期待されている。

渓間工においても環境問題や工費削減に対応して、従来のコンクリートを主体とした材料・工法から鋼材、木材、土砂礫などの材料が多く用いられるようになってきた。それにともない、渓間構造物の多様化が進んできており、災害のタイプや保全対象に適合した渓間構造物の配置が望まれる。

土石流や流木等の発生が懸念されている渓流においては、地球温暖化による降雨量の増大に伴い、災害発生危険度も増大していることから、コンクリートスリットダムや鋼管枠ダムなどの透過型治山施設の設置が有効とされている。しかし、いったん堆砂すると土石や流木の抑止効果は減退するので、土石や流木の効率的排除を前提とした構造や設置位置を検討する必要がある。また、円形セルダムや鋼矢板ダムなど、あらかじめ工場で部材を加工しておいて、現地では組み立てるだけの作業で済む工法も工期の短縮のためには有効である。軟弱地盤においては、鋼製自在枠ダムのように、地盤の変形や不同沈下にも対応可能な型式の構造物が望ましい。環境への配慮と間伐材の利用促進を図るために、木製治山ダムの施工が進められているが、従来の格子枠型のほかオールウッドタイプや鋼材や石材を活用したハイブリッド型など様々なタイプが考案されている。現場発生材の活用により環境保全に寄与する工法としては、ソイルセメント工法（INSEM工法）や、中詰材に現地発生土砂礫を用いた枠構造物やセル構造の治山ダム等の施工が期待される。

2) 施工技術の改善

作業の安全は、治山事業において最も優先すべきことであることから、森林土木事業施工地における土砂災害等の被災を防止するため、保安設備等の設置や安全教育等の労働安全対策の徹底がますます求められる。近年は、治山現場が奥地山岳地帯の災害危険流域にまで広がってきており、安全対策は重要な課題となっている。

たとえば、火山活動がまだ継続している地帯や土石流危険地帯においては、作業の安全を図るために、無線操縦による重機や運搬車両による無人化施工が行われ、今後もますます

期待されている。また、急傾斜地での山腹工事にはRCM（ロッククライミングマシーン）を用いることにより、従来の人力施工では危険度の高い場所での工事が可能になる。このように、労働安全面からの不安がある工事現場では極力、機械化・自動化に努め、合わせて安全教育・訓練の徹底が望まれる。

また、工事の効率化もまた重要な課題であるが、防災機能の高度発揮やコスト縮減等をはかるため、部材のユニット化等の施設・構造の改良及び高所法面掘削工法、ケーブルクレーンの新たな工法等を採用するなど、治山施設の構造や施工法を改善することによって、従来の施工困難地や工事費のかさむ奥地山岳地帯において施工を簡便・容易にする施工技術の改良が期待されている。

(2) 環境対応技術の構築

治山工事を実施するにあたっては周辺環境の保全・維持を図ることは重要である。この点については次の「第3 森林保全管理事業における環境保全対策」で詳しく述べることとするが、ここではこれら環境保全にあたっての基本的な考え方を述べる。

1) 森林生態系保全

渓流においては、治山ダム等の横断工が渓流に生息する動物の移動や繁殖の阻害要因になっているとして以前から指摘され、魚道等の配備が進められてきた。近年では、さらに世界遺産指定との関連や生物多様性の観点などからなお一層の配慮が求められている。

そこで、渓流動物の遡上に配慮した従来型魚道の改良のほか、新たな構造物としてダム体の一部撤去や切欠き等の改造や新たなスリットダム等の透過型治山ダムの設置など、生態系に配慮した渓流構造物としての改良が求められている。一方、構造材料の面からは、コンクリートに替わり石材や木材など、より生物の生息に適した材料の使用が求められている。また、渓岸域の人為的攪乱を抑制するため、枠ダムやセルダム等の現地発生材の活用を図る環境保全型治山構造物の配置が望まれる。

また、緑化工においては、治山事業に用いられる外来緑化植物は、環境への適合性が高く、しかも安価に大量に供給できるため、これまで広く治山緑化工に使用されてきた。しかし、治山事業に使用されている一部の外来緑化植物が緑化施工地から逸出し、在来植物と競合したり駆逐するなど環境攪乱を引き起こし、地域固有種の生態系への影響が懸念されている。特に外来牧草は、河川に流出して繁茂し、河川敷の在来植物を被圧して衰退させているケースも多く見られる。こうした中、いわゆる「外来生物法」が制定され、政府や自治体が行う緑化等の対策においては、外来生物の使用を避けるよう努め、地域個体群の遺伝的かく乱にも十分配慮することが明記されている。

そこで、特に地域の生態系へ強く影響を与える特定外来植物等をとりあげ、それらの使用を控えるとともに、それらの替わりとなる在来緑化植物の活用やゾーニングなど新たな緑化技術の確立が急務となっている。

近年、西日本を中心として竹林の手入れ不足や放置などにより、竹林が急速に拡大し、

在来の樹木が被圧され水土保全機能への影響が懸念されている。竹林の拡大を防止するためには、物理的方法による根系の拡大防止を図ったり、竹材の有効活用や竹林の施業など、適正な管理・利用のもとで拡大を抑制する方法などを検討する必要がある。

2) 森林景観保全

近年、生物多様性への配慮のほか、景観に対しても配慮が求められるようになってきた。とくに、コンクリートや鋼材がむき出しになることは、景観保全上以前から指摘されてきたところである。

そのため、生物多様性との関連もあり、従来から使用してきた石材や木材をさらに利活用することにより、自然環境に違和感を来さない治山構造物の設置が期待される。

里山林は、近世まで燃料や肥・飼料の採取の場として過剰なまでに利用され、維持されてきたが、近年、産業構造や社会生活の変化及び高齢化に伴う山村の人口減少等によって、里山林が利用されなくなり、そこに根付いていた文化や景観等の荒廃が進行しつつある。また、適切な間伐等の手入れがなされることにより水土保全機能も発揮されていたが、間伐等が滞ることにより林内照度が低下し、地表植生が衰退する恐れがある。そのため浸透能が低下し、侵食防止機能や水源かん養機能に支障をきたすおそれがある。里山林を維持していくためには、適切な手入れと森林生産物の利活用を徹底しなければならない。

(3) 調査・測定技術の高度化・活用

1) G I Sの活用

治山G I Sと森林G I Sの連携により、山地災害危険箇所における防災情報やその他既存データの有効活用が可能になることから、治山事業や災害復旧事業を実施するにあたり、G I Sを活用することにより当該地の地形・地質、所有関係、既設の治山施設等の情報を正確で迅速かつ的確に把握できるようになりつつある。

そこで、今後さらに治山事業の効率化が推進するためには、G I Sの基本となるデータの多面的な整備、ソフト・ハードの向上等の推進に加えて住民への情報公開も図る必要がある。

2) 遠隔探査技術の開発

土砂災害危険地区や土砂災害跡地についての地形的情報を広範囲にわたり迅速・的確に把握するため、航空機によるレーザープロファイラー等の画像データの活用は効果的であり、今後更なる改良とともに活用範囲の拡大が求められる。そのほか、人工衛星や航空機に搭載した合成開口レーダーや電磁波、放射能探査機器等を用いた物理探査により、地形・地質の探査、地すべり地や崩壊地の分布調査、土砂災害危険地区の抽出等、広範囲にわたる調査・解析が可能になることから、それらの先進的な探査技術の利活用が望まれる。また、レーザープロファイラーや人工衛星によって得られるデータは膨大なものになることから、それをリアルタイムで処理するためには、大容量で、高速処理の可能なデータ処理装置や処理ソフトの導入が望まれる。

3) 自動観測装置の開発

崩壊跡地や地すべり施工跡地においては、土砂の再移動を早期に発見し、二次災害の防止や警戒避難体制の確立を図るための動態観測を行う必要がある。また、対策工事概成後施工効果を判定し、対策工事の施工効果や妥当性を検証する必要がある。

そのため、降雨量、地下水位、地盤変動量等を観測するための各種センサーヤ得られたデータを送信・保存・処理するためのデータロガーなどの自動観測装置及びそれらのデータをリアルタイムで処理して安定解析を実行するソフトの開発が不可欠である。

4) 災害危険度判定技術の高度化

① 降雨・崩壊予測モデル

土砂災害を防止・軽減するためには、山地災害危険地区等に対する治山施設の配置や森林整備が不可欠である。しかし、最近の財政事情ではそれらのハード対策としての災害防止事業が進捗しているとは言い難い状況にある。

そのため、山地災害を未然に防止するため、土砂災害警戒情報等に基づく災害危険度の評価・活用や山地災害危険地区の判定技術、崩壊危険度予測技術等の開発・改良が求められている。また、洪水・土砂移動現象に対して、防災対策に必要な情報は正確性かつ迅速性が求められることから、リアルタイムハザードマップ等の作成が必要である。

② 避難・警戒体制

降雨・崩壊予測モデル等の研究成果に基づき、災害発生監視装置の配置や警戒避難基準が設定され、地方自治体においては災害情報伝達システムが構築されつつある。

今後、これらの危機管理システムが十分に活用され、土砂災害防止のためのソフト対策としてより的確な活用が期待されている。しかしながら、それらのシステムの円滑な運用を図るためにには、住民に対して日常からの情報伝達訓練、防災対応訓練等を実施し、情報発信側の意思を迅速かつ的確に伝える必要がある。さらに、近年、少子高齢化に伴い災害時要援護者（災害弱者）への支援対策がますます重要となっている。

（4）性能設計の推進

1) 性能設計概念の導入

性能設計とは、説明性の向上、国際化、コスト縮減等の観点に基づき、設計された構造物が要求された性能さえ満足していれば、構造形式、材料、設計手法、工法等は原則的に自由とする考え方である。なお、設計にあたっては、構造物に必要とされている性能を規定し、その性能を設計された構造物が満足していることを照査する必要がある。

従来の技術基準やマニュアル等は、標準化された仕様（形状、寸法、仕様材料等）、計算方法が明示され（仕様規定）、性能が仕様の陰に隠れて明確化されていないために仕様に基づいて設計が行われてきた。それが新しい技術や合理的な設計の導入への障害となっていたことから、性能設計の概念を導入し、構造物に要求される性能とレベルを表示する性能規定とすることが求められている。

2) 構造物設計への適用

性能設計を治山事業に導入するためには、道路・鉄道、土木・建築等の他分野の進捗状況等を参考にして、限界状態設計法等実証事業などによる治山施設性能設計や特殊な工法・製品に対する技術的審査のガイドラインを作成し、治山技術基準改訂に向けて検討する必要がある。

(5) 治山事業のコスト縮減の推進

1) 事業の効率化

厳しい国家財政のもと、治山事業を含む公共事業はますます削減の方向にあり、土砂災害危険地域の増大に対応した国民生活の安心・安全を確保するための新たな対応が求められている。そのような財政状況において、治山事業を効率的に推進するためには、工事コストの低減や工事の時間的コストの低減、さらにはライフサイクルコストの低減など、総合的なコスト縮減対策の推進が求められている。また、近年の国家財政の緊迫化の中で、公共事業の効率化や透明性の向上を図るうえで事業評価制度は欠かせないものである。事業評価制度は事前評価、期中の評価、事後評価からなっている。

そこで、それらの結果に基づき、対象事業等についての必要な措置の実施、事業のあり方の検討、事業評価制度の改善等を行うとともに、あわせて調査・測量・設計等の仕様・歩掛の適正化を図り、事業の透明性の確保を図るとともに、治山技術基準の適正化を図る必要がある。今後の新たなコスト縮減の評価方法として、VE（バリュー・エンジニアリング）が実施されるようになって来ていることから、ライフサイクルコストを強く意識した手法の導入が望まれる。

2) 施工効果判定

公共事業の効率性や透明性を図るとともに、工事コストの縮減を図るために治山工事の施工効果判定を行う必要がある。

評価の一例として、まず、総事業費と総便益から費用対効果（B/C）を求める。また、治山事業の効果を客観的に評価するため、事業実施前後の目的とする事業項目について評価する。そのほか、事業を実施することによって生じる社会経済情勢の変化や地域住民に及ぼす事業効果を算定することなどが行われている。

しかし、治山事業は、多面的効果を有する森林を対象に実施するため、その効果を客観的、定量的に評価することは困難な場合が多いことから、より適切な手法の導入が望まれる。

(6) 防災協働社会の構築

1) 避難・警戒対策

山地災害を防止し、安心・安全な生活環境を形成していくためには地域住民の協力は極めて重要である。そのため、行政と住民が一体となった山地防災対策の組織として、山地

防災に関する一定の専門的知識を有する市町村職員、治山技術者OB、関係事業体職員等を主体とするボランティアによる山地防災ヘルパー制度が設置され、山地災害に関する情報収集活動等を行っている。一方、国有林においても、地域の森林土木技術者等からなる国有林防災ボランティア制度を創設している。

これらの構成員は、地域の状況を熟知していることから、山地災害危険地の把握、崩壊箇所の予測、災害情報の伝達等に優れた能力を有しており、さらなる活動が期待される。これらの取り組みにより、自助、共助が連携し、社会全体で防災に取り組む機運が形成されることになり、今後このような取り組みが行われるよう行政面においても支援を行い、一層の活動の助長を行う必要がある。

2) 地域社会との連携

魚つき保安林は、海岸付近に存在する森林による陰影効果、養分の供給、水質汚濁防止等の作用によって魚類の棲息と繁殖に資する効果を有しているが、さらに上流域の森林においても同様な効果が期待でき、その影響は下流の海域まで及ぶと考えられている。このような沿岸漁業に及ぼす上流域の森林で漁民や地域住民の手による、いわゆる漁民の森として整備する動きが活発化しており、国有林や公有林とも緊密に提携することにより、さらに成果が期待できると考えられる。

一方、高齢化や都市への人口流出により、山村人口が減少し、生活様式の変化も加わって里山林の荒廃が懸念されている。そのため、NPOや地域住民が連携して林木の伐採や下刈りを実行するとともに、生活環境保全林や治山親水公園、森林セラピーなどの事業と合わせて、里山林の整備を推進する必要がある。

第2 森林整備のあり方

1 森林・林業再生プランと国土保全

(1) 森林・林業再生プランの実行と国土保全の推進

森林・林業再生プランは、今後10年間を目途に、路網の整備、森林施業の集約化及び必要な人材育成を軸として、効率的かつ安定的な林業経営の基盤づくりを進めるとともに、木材の安定供給と利用に必要な体制を構築するものである。この森林・林業再生プランに基づく間伐等の推進により我が国における森林資源内容が質的に向上し、水源のかん養や山地災害等に強い国土作りに寄与することが期待されるところであり、今後の森林整備を行いうに当たって最も重要な指針となる計画である。

このように、森林・林業再生プランはまさにこれから森林・林業のあり方について抜本的に見直す野心的なプランであり、森林整備の実行プランでもある。しかしながら、この森林・林業再生プランにおいては国土保全に関する言及は少なく、どのように国土保全、山地災害防止を図っていくかについての具体的に示されていないところである。その意味で、森林の果たすべき国土保全機能のあり方や役割、また、森林計画制度と関連する保安林制度、治山事業のありかたについて本格的な検討がなされたなされることが望ましかつたといえる。今後、台風等災害要因の巨大化等を踏まえて、保安林制度をはじめこれからの国土保全のあり方について政府レベルで外部有識者を交え、検討されることが望まれるところである。

また、伐採、搬出、利用、造林、間伐等再生プランを施策として実現する過程で、国土保全等公益的機能の発揮を常に視野に置いた森林・林業再生プランであることが必要であり、森林保全・管理技術者が知見に基づき、積極的に基準づくり等に参加するとともに、必要な指導、提言することが望まれる。

(2) 路網整備にあたっての国土保全への配慮

森林・林業再生プランに基づく路網開設に当たって、国土保全、山地災害の防止を図るためにには、我が国の地形は急峻・複雑、地質構造も複雑であり、集中豪雨や台風等気象条件の厳しいことを認識し、地域における自然的条件や技術的蓄積を踏まえて、国土保全に十分に配慮した林業専用道作設指針、森林作業道作設指針を策定することが必要である。

このような基本的な考え方に基づき、路網作設にあたっての特に配慮すべき事項を示す。

①林業専用道はあくまで林道であるので、「林道規定」や「林道技術基準」等の基準により、適切な規格・構造がなされることが望まれるところであり、今後の実行を踏まえた規格・構造の必要な見直しが検討される必要がある。特に、林業専用道は、極力構造物を少なくし低コストで作設することを求めているが、構造物を少なくすることによる路体崩壊等林地保全に十分配慮した路網の作設が必要。

②「林業専用道は、不特定多数の者が利用する公共施設として維持管理する。なお、林業者が専用的・優先的に利用する場合は利用の実態に応じ通行を制限可能」としているが、これらの運用に当たっては地域住民の意向を踏まえて適切な対応が必要。

③森林作業道については繰り返しの使用に耐える丈夫で簡易なものであることが基本としており、次の森林施業を念頭に置いた排水処理、切土、盛土等適切に計画施工が必要。

④森林作業道が繰り返し使われ半ば恒久的な施設となった場合でも、国庫の施設災害の対象にならないことについての問題、また、当該箇所が保安林であった場合の問題、災害が起きた場合の管理者責任について今後検討が必要。

2 適正な森林施業の推進

(1) 適正な森林施業による森林整備の推進

1) 森林所有者支援による森林整備

森林施業放棄地問題や間伐を実施しない問題に対処するためには、①伐採後に適切な更新が行われない森林に対して、植栽命令が発せられる仕組み等の導入、②森林所有者が森林経営計画に基づく適切な伐採・更新を行う場合に助成措置のかさ上げ等の制度的措置が必要である。

また、森林・林業再生プランに基づく森林整備を推進するためには、森林所有者が策定する森林経営計画や、計画に基づき集約的な施業をするための支援は重要である。森林組合等による実行可能な森林施業を提案し、森林施業プランナーの能力の向上を図りながら実践的な指導することや、加えて、国土保全に配慮した路網の作設、間伐を行うにあたっては森林作業道作設オペレーターの養成し、これら間伐や路網整備を行える現場技術者を体系的に育成すること等が必要である。

2) 市町村森林整備計画の策定

新たな森林計画制度では、市町村森林整備計画を森林整備のマスタープランに位置づけ、市町村が森林の機能区分、森林施業、路網計画を定めることにしている。また、森林所有者の策定する経営計画は市町村が認定業務を行う等市町村の役割がより重要になる。このため、市町村森林整備計画策定のための支援体制の強化及びそのための人材育成が必要であり、森林整備に関する専門的知識・技術を有するフォレスターを計画的に育成することも必要である。

3) 災害に強い間伐の実施

列状間伐が一般化している実態を踏まえ、林地崩壊や土壤流出を起こさない林地の条件を考慮した列状間伐の推進及びその基準づくりの検討が必要である。

特に、伐り捨て間伐から路網整備と一体となった搬出間伐が推進されている中にあって、林地崩壊を起こさない災害に強い路網整備と列状間伐の指針作りが急がれる。

4) シカによる獣害対策

シカによる獣害のために森林造成が林業的に採算にのらず、また、土壤流出等治山上も問題になっている実態を踏まえ、

①森林資源モニタリング調査の継続的実施し、環境省等との連携の下に頭数調整を実施すること

②シカ等による獣害のため再造林に多大な費用を要する実態を踏まえ、被害軽減の技術開発、造林助成策
③シカ密度が高く、土壌流出が著しい箇所については頭数調整を含め治山事業による国土保全対策
などの対策が必要である。

(2) 地方自治体の独自課税による森林整備等

1) 地方自治体の独自課税による森林整備

地方自治体の独自課税による森林整備が30県で推進され、森林整備についての重要性及び水源かん養等公益的機能についても広く国民に認識が高まっているところである。このため、これらによる森林整備を一層推進するという観点から、独自課税導入後のこれら森林整備による公益的機能発揮や山地災害の防止において果たす役割を検証し、適正な森林施業を推進していくことが望まれる。

2) 森林内の放射能除染対策

東京電力第1原子力発電所周辺地域は大半が森林であり、森林整備を進めるにあたって大きな支障をきたしている。現在、森林総合研究所を中心に放射能汚染の森林内の放射線量についての調査が行われているところであるが、放射性物質による影響は、長期間にわたることから森林内の放射能汚染は深刻な問題である。

このため、主間伐や枝打ち等の森林施業を試験的に実施し、施業前後の放射性物質の拡散防止効果を検証することが必要であり、また、森林から流れる表面水の放射性物質のモニタリング調査を行い、土壌流出を防止するための土留工、渓流からの濁水防止工の設置等を通じて森林土木技術の開発等が必要である。

また、森林内の除染について国や地方自治体、研究機関と連携し、森林保全・管理技術者も入れた学識経験者なる検討委員会を設置することが必要であり、手段、期間、コスト等を総合勘案しどのような除染対策が適切であるか等について調査研究を行い、対処方針を策定する必要がある。

第3 森林保全・管理事業における環境保全対策

1 環境の現状把握

これからの中道・作業道等の基盤整備は簡易で耐久力のある路網作設を通じて、低コストで公益的機能を損なわない路網・作業システムを構築することであるが、それを推進するにあたっては、森林環境の保全が考慮されなければならない。

このことは治山事業を実施するにあたっても同様であり、構造物設置、植生工等の実施にあたって森林生態系の保全等の配慮が必要である。

路網整備や治山工事等の森林保全・管理事業を実施するにあたっての自然環境保全対策は、着手にあたっての事前調査、工事にあたっての環境への配慮等を行う必要があり、当該地区の現状の自然環境、自然景観を調査し、開発後の環境の変化を最小限にする必要がある。そのための環境の現状把握としては次の調査を行う必要がある。

(1) 自然環境調査

1) 土質・地質・水文・気象・荒廃地等調査

森林土木の環境については、その構造物等に関して事業の目的、内容に対し構造物が十分に機能を発揮できる自然環境条件でなければならない。

即ち、土質・地質については、崩壊、荒廃、路体破壊、維持管理上十分にその使命を果たすべき状態であるかどうか、また、その自然条件に合致し安全でかつ最も経済的になる設計をする場合の必須調査である。これらの調査を基にして、位置、構造物の規模及び形状を決定できるものである。

2) 植物調査

自然環境内の植物調査であり、森林土木事業実施上、土地の形質の変更、工事に伴う自然環境の変化による植物に被害を与えるおそれのある植物について、事前にその生育状況の把握を行い、特に希少種植物の枯死、退化及び異常な現象を来さないよう、具体的な方策を検討するために調査を行う。

3) 動物調査

自然環境内の動物調査であり、森林土木事業における構造物が設置されることにより、従来成育していた動物の行動の制限、騒音・震動等の恐怖による繁殖の放棄、棲息地の移動等、動物に対してあらゆる面で、被害を与えるおそれがある。そのため、着手前に調査を行い、それらを防止し、又は軽減する処置を講ずるための調査が必要である。

4) 水質調査

森林土木事業は土地の形質を変更する切り取り、盛土を行うことが多く、その残土が、小溪流に落下、流下して、濁水の基となる。最も多いのは、濁度が高くなるおそれであり、水質の悪化から棲息動物の生活範囲の減少をもたらすので、これらに対応した水質調査を行う必要がある。

(2) 自然景観調査

現状の景観が将来森林土木事業によってどのように景観が変化するかの未着手時の景観を把握して、事業実施後どのように変化したか、景観が破壊した場合には、どのような対策があるかを事前に把握しておき、設計段階でその対策を講じて置く必要がある。

(3) 社会特性調査

事業の計画・実施にあたり、効率的な事業を実施していくために、林道を利用する範囲、法的規制、国道、都道府県道、市町村道等他省庁の事業の実態、また治山事業における受益範囲、程度等社会的な特徴を把握し、効率的な事業を実施するための調査である。

2 林道事業における環境保全対策

林道を計画、設計・施工するにあたり、水土保全、自然環境等への配慮は重要であり、これらを踏まえ、的確な実施を行うことが重要である。

(1) 水土保全機能発揮への配慮

歴史的に見ても、林道の環境への配慮で最も重要なことは、日本の山地は一般的には急峻でかつ地質も脆弱なものが多いので、切り取りの土量を最小限にする路線の選定、幅員及び切取高を現地に合いかつ将来にわたっても崩壊のないような構造となるようにまた、自動車や林業のための重機が走行しても差し支えない路盤支持力を持った幅員の確保をする必要がある。それらに対して次のことに基本的なこととして実施する必要がある。

1) 工事箇所の自然的条件調査の実施

森林施業を行う地域全体の自然条件、特に地形・地質条件を十分に把握して、開設時及びその後の崩壊発生の有無を判断し、地表水、地下水の動向を予測してこれらに対する措置を十分にとれる箇所に計画し、林道等の崩壊が発生しないように必要な対策を行わなければならない。また、斜面崩壊、路体崩壊を発生させないように、地すべり箇所等を回避、必要な路体保護の施設を設ける。

この場合、特に次の点を考慮する必要がある。

①切取斜面の崩壊が下流に与える影響

林道は、地形が急峻な箇所を通過することが多く、距離が長く、その間が地形、地質、植生等自然環境が種々変化する。従って、その間に降雨、地すべり等によって崩壊が発生するリスクが大きい。一旦崩壊をすると崩壊土砂は溪流・河川に流入し下流まで到達し、ここに田畠や家屋等があれば、災害が発生する恐れがあるので十分な検討が必要である。

②路体崩壊が下流に与える影響

林道の延長が長く、路体は、切り取り箇所ばかりでなく盛土部分も相当な部分存在するもので、特に盛土部分は水が浸透しやすく、水による崩壊や地すべり、地震等によっても崩壊する。土砂の流出形態は上記と同様である。これを踏まえ、対策を検討することが必要である。

2) 施工にあたっての適正な計画

林道開設に当たっては、切盛土量を極力0に近づけることとし、残土が出現した場合には、開設コストの縮減及び産業廃棄物処理対象等を考慮し、極力路線内で適切な場所を選定して、路体と一体的な待避所や林業用作業施設を作設して処理していく。それでもなお残土があれば、なるべく工事現場の近隣で沢や溪流にかかる適切な残土処理場を選定して処理する。残土処分場には二次流出を防止するために土留工及び排水施設を十分に計画する。残土は、原則として路線区域外の安全な箇所に、流出防止対策を行い処理する。

沢を埋めて車回し、待避所及び残土処理場にする場合は、沢地形が地形地質上最も弱点であることを意識の上、旧渓床に最も水が集中するので暗きよ排水などを設けて浸透水による崩壊を防止するとともに表面水を排除するための水路工を設けて地中への浸透を防止する対策を立てる必要がある。

3) 施工にあたっての基本的な配慮事項

林道及び路網の開設に当たっては、山腹斜面を掘削、築堤した、一定幅を持った線形の構造物であり、水は斜面を流下し、路体を渡ったり、路体を流下し低い箇所から流出するので、これら水処理対策を十分に行う必要がある。

また、流水の路体に与える影響を緩和するために、路面については、必要な箇所に横断工を入れて路面を水が走らないようにし、また、暗きよの閉塞については、入り口に柵などを設けて暗きよが閉塞しないようとする。

これらの処理を行う場合、特に次の点を考慮する必要がある。

①残土処理が下流に与える影響

基本的には切盛りの均衡を図り、できる限り残土を出さないように計画するものであるが、やむを得ず出た場合、原則的には、安全な箇所まで、搬出するが、工事途中に飛散するものがあったり、捨て土箇所から2次的に流出するものもあり、これらが下流に害を与えるのでこれらのが生じないよう十分に考慮する必要がある。

②流水が路体に与える影響

林道は、斜面や溪流を横切ることが多く、林道から上流部の降雨など流水は沢に入るものと直接道路敷に入るものがある。これらを放置しておくと路面の侵食をはじめ、盛土内に浸透し、盛土を破壊するなどの被害を与える。また、溪流を横切る場合は、橋梁や暗きよ等を設けるが、暗きよが閉塞したりし、路体が破壊することがある。また、施工中には、溪流などから濁水が発生することには十分注意が必要である。

(2) 生態系(動・植物)保全への配慮

林道利用・管理が生態系に及ぼす影響として、林道を車両や人間が利用する上で生じる影響で、走行中の車両と動物の衝突、排気ガスによる影響、利用者によるごみの投棄や植物採取などがある。林道では車の速度が遅いことや利用度が少ないとから、野生動物との

衝突は高速道路等に比べて少なく、排気ガスによる影響も山間地域では問題となる例は少ないが高山地帯等特殊な地域ではこれが問題となることがあるので注意が必要である。

加えて、建設途中での影響として、工事に伴う発破や仮置した土砂の流出等がある。発破の影響としては、飛散・逸散した岩石が作業地周辺の植生を物理的に傷めることがある。火薬の装填量や被覆材の使用等によって、極力飛散しないような配慮する必要がある。また、土砂が流出する事態の発生は従来と比較して運搬捨土が適切に行われ、これらに配慮した施工が必要である。

これらを踏まえた上で、次の点に考慮をして必要な対策をとる必要がある。

1) 自然環境調査

事業対象地及びその周辺の自然環境を把握するために、植物調査及び動物調査等の自然環境調査を行う。

2) 植物調査

裸地部分は本来自然の植生が生育していたものを排除して裸地化したものでその自然に復旧するための対策が必要である。

車両の通る部分については、復旧は困難であるため、これを除いた切土、盛土斜面の緑化及び森林化ということになる。斜面の緑化には生態系を破壊しない方法を用いて行う必要がある。即ち、森林の生態系に配慮している箇所については、植物の導入種についても現地の植生を用いることが必要である。自然公園の区域を通過しなければならない場所は、現地産の植物を用いることが必要である。積極的な方法としては、斜面侵食に対処するため、緑化が必要であるが、その方法として、現地産の草本や木本の種を採種して植生工に使用するとか、周辺の植生の自然進入を促す等の措置を講じる必要がある。

3) 動物調査

動物に対しては、行動の制限が問題であるので、制限を受けないような、例えば道路横断を容易にする施設を設ける。線形構造物であり、森林地帯の上下を分断することとなる。一般道と異なり通行量は少ないものの動物たちには相当負担となる。横断しやすいように獸道には、あまり高低差のある構造物などを設けないようにしたり、小動物は、側溝などに落ちてはい上がれない場合もあるので、はい上がりの可能な施設の構造とするなどに留意する。

4) 鳥類繁殖等への影響調査

また、工事を行うのに重機械が入ることになり、騒音、振動又は、作業員の立ち入りなど営巣の鳥類には悪影響を及ぼす。鳥類の種類による性質を十分把握して、路線の変更、営巣中の作業を中止するなど時期の変更、低騒音、低震動機械等を導入し、極力刺激を与えないような配慮が必要である。

(3) 景観保全への配慮

1) 路線形が広範囲な景観に及ぼす影響

林道から離れた地点から遠望した場合に見られる問題で施工中あるいは施工後の景観は、

特に岩石地の切土のり面と周辺森林との明度差が際立つために違和感を呈す。

このため、設計の段階において、切盛箇所を少なくしたり、切土高を極力低くするよう努めるとともに切土のり面には緑化工(岩盤緑化、厚層器材吹付、特殊モルタル吹付等)を施工し路線形を目立たなくするような配慮が必要である。

最近では、道路を開設する場合には、事前にコンピューターグラフィクスによる景観を作成して眺望地点から林道がどの様に視認されるかを検討し、計画・設計に反映させる方式が取り入れられている場合もある。これらについては景観の保持が必要な地域には積極的採用を検討する必要がある。

2) 構造物が部分的な景観に及ぼす影響

林道敷設に伴う土木構造物(擁壁、橋梁・のり面保護工)が周辺景観に及ぼす影響であり、主としてコンクリートや鉄に代表される建設材料の持つ無機質な冷たさが周辺森林と調和しないなどの場合である。

このため、擁壁類は、その構造や材料を替えてぬくもりのある木材を用いた丸太積やより自然観のある転石積等の工法の取り入れ、あるいは補強度工法を用いて土留を行ない併せて植生土のうによる緑化工を実施することを必要な箇所については検討する必要がある。

切土、盛土や残土処理場等ののり面は、外部景観と内部景観との両方が問題となることがある。これに対しては、周辺植生との調和を図ることを目的にした厚層基材吹付工や特殊モルタル吹付工を積極的に取り入れ、場合によっては、吹付基材に花の種子混入やのり面ステップに花木植栽することも検討する必要がある。

3) 付帯施設が部分的に景観に及ぼす影響

防護柵、道路標識等ごく部分的に限定された地点に設置する付帯施設に関するものであり、ガードレールや標示板、標識板等が自然の色彩に対して違和感を生ずる場合がある。

このため、現場の実態に応じ、ガードレールの内側と外側に異なる着色を施したり、鋼製のガードレールに替えて間伐材等による視線誘導柵を用いるなどの方策を講じる必要があるとともに、この他、標示・標識板等は設置位置や素材等に配慮することが必要である。

3 治山事業実施における環境保全対策

(1) 治山事業の目的と環境保全

治山事業の目的については前述したように、国土の保全、山地災害の防止のみならず、保安林を多目的かつ高度に発揮させるための森林改良・整備事業を行っている。具体的には、山地災害防止のために復旧治山事業、地すべり防止事業等、また、「森林と人との共生」に関わる事業として、生活環境保全林整備事業、環境防災林整備事業等を推進し、森林の多様性の維持増進や身近な生活環境の保全林造成を行っており、治山事業は基本的には国土を復旧し、自然環境の形成に寄与する性格のものである。

したがって、治山事業の本来的性格として環境保全・維持増進を内包しており相対立する性格ものではないことは言うまでもないことであるが、治山事業を通じてその目的を達

成する中にあって自然環境に対する影響について考慮すべき点について以下述べたい。

(2) 治山事業実施にあたっての自然環境保全への配慮

治山事業の施工対象は、林道と異なって、比較的小面積のものが多いが、崩壊量が大きい個所や治山堰堤は切り取土量が多いものもあり、事業を行うにあたっては環境への影響については十分検討する必要がある。従って事業を行うに当たって、土地の形質の変更、構造物の設置、斜面の緑化に関する植物の移入外来草・木本の繁茂、現行森林の林種の変更及び施工のための運搬路等により、現行の環境に負荷をもたらすものを必要最小限にすることが必要である。

具体的には、主に次の事項が課題であり、現地の実態に応じた適切な対策を講じる必要がある。

1) 土地の形質の変更

治山構造物を設ける場合、床掘、のり切り等の土地の形質の変更が出てくる。それに伴い発生するものは、次のものがある。

① 下流への土砂流出の問題

治山事業の土地の形質の変更は、範囲が比較的小さく、少量ではあるが下流への土砂の移動がある。一般的には構造物でそれらの土砂を安定させるが、土砂量が多い場合には、洪水の時には、下流まで流下することがあり、また、濁水が流下することがある。

このため、土砂の流出を防止するため、仮設工事で流下しないような対策を立てる。また、濁水は、下流に養殖池や飲料水の取り入れ口がある場合等は沈砂池等を設けて可能な限り清水にして放流する対策をとる等の措置が必要である。

② 切取のり面の土地の植生の消滅

工作物を設置する場合、安定を図るために必要な地盤強度になるまで、床掘又は切り取りを行う。その場合に、その位置に存在する植物は、切り取られることとなり、生物貴重種等で保全が必要な場合にはその対策を立てる必要がある。

対策としては、工作物の位置を移動し、その植物の成育箇所を保存する方法を検討し、移動できない場合には、当該植物の移植を検討する。しかしながら、貴重種などの植物は一般に移植が困難な場合が多いので、移植にあたっては慎重を期すとともに移植方法について有識者の意見を聞く、必要な調査を行う等の対策を講じる必要がある。

③ 切取のり面の裸地(色彩の変化)の出現

切取のり面は地表面とは異なり、腐植層のない色を呈しており、周囲の色と異なり馴染みにくいものである。従って早期に綠化工等を実施し、裸地の状態を早急に解消することが必要である。

2) 構造物の設置

① 構造物の設置の結果、上流側の土砂堆積による埋没、流路の変更による侵食によって植生の流亡、消滅が生じる。構造物の位置のみでなく、治山ダムの目的は堆砂を目的

としているので、当然上流に堆砂することになり、堆砂面の植生が消滅することとなる。対策は、上記と同様で、位置の移動の検討及び移植の検討となる。

② 構造物による自然傾斜の変更、せき止めによる魚類等の動物の移動の障害

治山ダムを例に挙げると、治山ダムを設置することによって自然の流路に段差が生ずる。従来自然勾配では遡上していた魚類及び両生類が段差のために遡上できなくなることが発生する。

現在は、一部に魚道が設けられているが魚道が所期の目的を達成しているものは極めて少ないので現状である。

その理由は、

- ・ 治山事業を実施する箇所が比較的上流部で渓床勾配が急であることから渓流を横断する治山ダムは、治山ダムの目的からある程度高いもの(有効高5m以上)が必要となる。
- ・ 治山ダムは目的から堆砂をして初めて効果を発揮するために上流側は設置後短時間に堆砂するので、魚道を設けてもそれに流水が乗らないことが多いこと。
- ・ 渓流の上流部に設けるため、渓床勾配が急で、治山ダムは狭い間隔で数段も設けることから、魚道も急勾配ならざるを得ないこと。従って魚種によっては遡上が不可能な場合が多いこと
- ・ 源流部に近い渓流では常時水は流れず、降雨のある場合のみ流水となるので、現在でも水たまりに棲息している魚類が多いこと。

等がある。

このため、魚類等の移動を考慮した治山ダムの設置、最も効果的な魚道の設置・管理の研究・開発を行う必要がある。

③ 護岸工等の構造物による渓岸の遊水場所の減少

護岸工、流路工及び治山ダムの新設構造物による自然渓床や渓岸の自然状態の石の組み合わせ、流倒木により遊水場所を消滅させ、このことにより、そこに棲息していた魚類、両生類、昆虫類の居住地が失われ、他所に移動せざるを得なくなる。このため渓岸の遊水場所の確保が必要な箇所は構造物の設置にあたってこれらに配慮した措置を講じる必要がある、

④ 構造物が、コンクリートや鋼材の場合、周辺森林との色彩の相違による違和感を生ずる。

対策としては、自然石による自然景観の保持又は疑似自然石型枠、コンクリートに色彩を混入、自然色塗料の塗布等を実施しているが、自然石によるものは、単価が高く、その他のものは、自然になじまないものが多い。今後これらの要望について解決する技術が必要である。

⑤ 構造物の形が自然となじまない

構造物が一番経済的な方法は、直線又は円形で、機械的な造形にならざるを得ないため、自然でできた造形と異なり、違和感を生ずることがある。自然曲線を入れた事例もあるが、施工が極めて困難で施工費が高価になる。

周囲の景観に合わせた疑似型枠を用い、形と色彩を周囲の岩石などに合わせた疑似型枠方式があるが、高価で特別に必要な箇所に限定する必要がある。

今後の問題として、工種適用箇所のゾーニングが必要である。

⑥ 構造物からの滲出物の流下

コンクリートのアルカリ性が強いため、設置直後はアルカリが溶出する。

⑦ 施工中の問題

工事施工中は、大型機械、発破等を用いることが多く、騒音、排ガス、濁水及び飛来物等の問題がある。

対策としては

- ・ 猛禽類等貴重な鳥類については、工事期間を抱卵期以外にする等の措置をとる。
- ・ 騒音及び排ガス対策については、低騒音型及び排ガス対策型の機械を用いる。
- ・ 濁水については、沈砂地等濁水防止対策をとる。

3) 緑化工における移入、外来草・木本の繁茂

昭和10年頃から緑化工に雑草の種子の実播が行われてきたが、昭和25年頃からアメリカなどで土壤侵食の効果がある30余種の草本について導入が示され、それ以降は在来種とともに外来草本が播種されてきた。外来草本は、成長が速く土壤侵食防止に効果が高く現在では大部分の緑化工に外来種の草本が用いられている。

① 導入草・木本の繁茂による在来種の被圧・消滅

近年、外来種草本が成育の遅い在来草本を被圧し成育を阻害するおそれがあるとの理由で、外来種の見直しが始まっている。

一方、国立公園特別地域等で特に必要な箇所については、その周辺以外の箇所からの植生の移入も禁止するような場合もあり、従来の緑化工の見直しが必要である。

② 在来種の自然進入の阻止

外来種の成育が旺盛の箇所では、周辺からのカヤ、イタドリ等の在来種の自然進入が妨げられ、植生遷移が遅れる場合がある。

現在では、外来種の種子の量を少なくする等により、在来草本の自然進入を進めている。

③ ネズミ、シカ等異常発生

外来種は主として牧草であり、植生の小さい頃はネズミが発生し、大きくなるとシカ等のえさ場になり、異常繁殖の問題が発生している。

④ 対策

上記の対策としては、在来種について以下のような問題点をあることを考慮し適切な対策を講じる必要がある。

- ・ 在来種の草本は、発芽率が低く、成長が遅いので、崩壊地の表土の移動が大きい箇所では、成育が困難である。
- ・ 在来種の種子の確保が困難なため、大量に採取できる採種園の設置の検討が必要である。
- ・ 表土の移動防止対策、例えば、展着材の改良、表土の移動防止のための吹き付け工

の改良が必要である。

- ・ 現在「在来種」と称しているヨモギ等はほとんどが中国などの人件費の安い箇所から採種輸入されている。本来の「在来種」として認定する場合は、遺伝子レベルで選択する必要がある。今後使用する場合、認定したものを培養する必要がある。

4) 現行森林の林相の変化

山腹工は、崩壊地の復旧がほとんどであるため、本来であれば、周辺の樹種をもって復旧すれば問題は発生しない。

しかしながら、崩壊地などは、裸地で、表土の移動が激しく成長の遅い樹種では成育が困難である。従って、まず、草本で表面侵食、土砂の移動を止めて、成長の早い樹種を導入するのが原則である。また、崩壊地等は、養分が流亡しているため、肥料木を混植する方法をとっている。

このように山腹施工地では、周辺の森林とは異なった林相を呈している。

① 樹種の変更

山腹工に用いる樹種は一般に成長が早いものが多いので、風害、病虫害に弱い面がある。

また、周辺の林相に合致させるとすると、ある程度崩壊地が治まった段階で樹種更改する必要がある。

② 肥料木の衰退

肥料木は、根粒菌をもって窒素を固定し、肥料とするなどの目的で、植栽している。一般に、中・低木が多い。成長は早いが、病虫害に弱い面があることを考慮する必要がある。

③ 最終林型の変化

山腹工を実施した林相を周辺の林相まで持つて行くには、相当の時間が必要である。その間は、周辺林相と異なったものになっており、やむを得えない面もあるが、周辺林相と調和するまでの期間についてどのような推移をたどるかについて十分説明出来るような技術な知見、データを蓄積しておく必要がある。

④ 外来種の異常繁茂

従来からよく治山の植栽に用いられていたニセアカシアについては、異常繁殖を起こすことから、現在は使用を制限している。今後も治山事業として外来種を使用する場合には環境への影響を十分考慮し、極力避けることが望ましく、慎重な選択が必要である。

⑤ 施工のための運搬路

林道と同様な環境の負荷が発生することを十分考慮する必要がある。

第4 林道及び治山施設の維持管理

1 施設維持管理の必要性

施設の維持管理は我が国のインフラ整備が進むにつれ、その重要度が増してきている。特に公共事業費削減の中にあって、相対的に施設の維持管理費用が増大してきており、歐米のように社会資本整備の達成率が高くなれば、施設の維持管理費用が新設費用を上回ると見込まれている。林道及び治山施設についても同様の傾向にあり、林道延長が伸び、治山施設が増加するにつれ施設管理の重要度が増してきており、その適正管理のあり方が問われている。

施設は、年の経過とともに構造物の持っている性質によって異なるが、一般的には劣化していく。劣化の原因には、温度の変化による膨張伸縮、空中の塩分、水に含まれる酸などの化学物質、大気中に含まれる硫化水素等の化学物質、物理的な外力による破壊・変形等によって劣化して行き、最終的には破壊するものである。構造物を常に良好な状態で維持するには、定期的な点検整備及び修理が必要になる。

森林土木事業で設ける施設は公の营造物に該当するため、施設の維持・管理に瑕疵がある場合、国家賠償法に基づき賠償の責を負うものである。

国家賠償法第2条

「道路、河川、その他の公の营造物の設置又は管理に瑕疵があったために他人に損害を生じたときは、国又は地方公共団体は、これを賠償する責を有する。」

となっており、常に施設の善良な管理を行い、瑕疵がないようにする必要がある。

森林土木施設としては、林道及び治山施設があり、その維持管理は、それぞれ異なる。以下、林道及び治山施設に分けてそれぞれの施設維持管理のあり方を述べる。

2 林道施設の維持管理

(1) 林道施設の現状

森林施業を行うための林産物の運搬、造林に関わる苗木運搬、作業員の移動等運搬手段の変遷を見ると、木材が重量物のため、木材を利用するが始まって以来、河川水を利用した管流し、牛馬を中心とした運搬がされ、牛馬道が設けられるようになった。また、人間が操作する木馬道が用いられるようになった。蒸気機関が発達するにつれ、牛馬道とともに森林鉄道が敷かれ、搬出の形態が多様化してきた。

昭和30年頃から自動車運搬が始まるようになると、従来の管流し、牛馬、木馬及び森林鉄道も次第に自動車道に変わってきた。現在は、自動車が基本的な搬出方法であり、林道は自動車道が主流である。

林道の日本の林道の延長は、昭和30年の3万6千kmから平成19年には約13万6千km（国有林、4万4千km、民有林、9万2千km）と延長を伸ばし、林道整備率は50%としている（平成20年策定、全国森林計画）。

林道の延長の推移は、昭和40年代は約3千kmから最近では約500kmと林道延長の伸びが大幅に落ち林道の新設が少なくなってきており、代わりに維持管理の重要性が相対的に増してきている。

自動車道は、延長が長く、日本においては、地形が急峻、豪雨等による、林道のり面の崩壊、侵食、路体の決壊、のり面や路体に生える草・木本の繁茂等自動車を正常に走行させるには必ず維持管理が必要である。

(2) 林道施設の工種・種別ごとの点検項目

林道の維持管理にあたっては、林道施設の工種・種別ごとに異なり、適切な工種・種別を選択する必要がある。末尾に林道、主な工種・種別ごとの点検項目(案)を示すこととするが林道施設の工種・種別の概要を示すと以下のとおりである。

1) 一般のり面

- ① 切土：のり面及び路面の安定を図るために斜面を切り取る。
- ② 盛土：計画高に達しない時や切り取り幅幅員が計画幅員にたしない時に盛土をして幅員を確保するものである。
- ③ 残土処理：切取り等で発生し、盛土、埋戻し等施工してもなお余る土石を残土とし、可能な限り路線内で処理するが、残土が出た場合には、崩壊流出等が起こらないように残土処分場に運搬して、安定化を図る。

2) のり面保護工

- ① 植生工：種子吹き付け工、伏せ工、植生マット、張芝工、植生マット工 厚層吹付工
- ② 構造物による保護：柵工、のり枠工、ブロック積

3) 路盤工

直接支持路床に大粒径の石材を敷き、交通荷重を車道幅員全体の路床に広く分布させ、安定した路面を形成せるものであり、下層路盤と上層路盤に分かれる。

- ・ 下層路盤 粒径の少し大きめのものを用いる。
- ・ 上層路盤 走行性をよくするために8cm以下の砂利を用いる。

4) 防護柵

防護柵は、走行車両の路面外への逸脱を防止する目的のものである。

- ① たわみ性防護柵 鋼材、木材を用いたビーム型防護柵、ケーブル型防護柵
- ② 剛性防護柵 コンクリート、鉄筋コンクリート又は鋼材等を主原料とした駒止構造で、2次製品又は現場製品

5) 視線誘導装置

走行車両の運転者の支線を誘導することにより車両の路面外への逸脱を予防するものである。

6) 排水施設

- ① 側溝：コンクリートのL型側溝、U型側溝、傾斜付側溝
- ② 横断工：全横断型とし、コンクリート、鋼製、木製の横断工
- ③ 溝渠
- ④ 暗きよ
 - ・剛性ボックスカルバート、剛性パイプカルバートは材料としてコンクリートが用いられる。
 - ・たわみ性パイプカルバート、材料としてコルゲートパイプや合成樹脂管が用いられる。
- ⑤ 洗越工 コンクリート舗装、上下流の擁壁
- ⑥ 集水工・流末処理工 のり面排水施設 水路 コンクリート、フリューム等
- 7) 拠壁
 - ① コンクリートブロック擁壁、石積擁壁
 - ② 重力式コンクリート擁壁
 - ③ 片持梁コンクリート擁壁
 - ④ 控え壁式鉄筋コンクリート擁壁
 - ⑤ 木製擁壁 木材、丸太材
 - ⑥ 混合擁壁
 - ⑦ 補強土擁壁
 - ・壁面工にコンクリートパネル、補強材に帯状鋼材を主材料とする帯鋼補強度工法
 - ・壁面工にコンクリートパネル、補強材にアンカープレート付鉄筋を主材料とするアンカー補強土壁
 - ・壁面工にコンクリートパネル、コンクリートブロック、現場打ちコンクリート鋼製枠及び間伐材等を用いて、補強材にジオテキスタイルを主材料としたジオテキスタイル補強土壁
 - ⑧ 特殊擁壁
 - ・かご擁壁 鉄線布団かごを主材料とするもの
 - ・枠組擁壁 鋼材、鉄筋コンクリート又は木材等を主材料とする外枠に土石等を中詰めにしたもの
 - ・井桁擁壁 鉄筋コンクリート又は木材等をそれぞれ主材料とする桁材を組み合わせたもの
 - ・土擁壁 土のう又は切芝等土砂を主体とするもの
- 8) 落石防護工
 - ① 落石防護工 コンクリート、鋼製、
 - ② 落石防護フェンス
 - ③ 落石防護網
- 9) 橋梁
 - ① 上部構造 PC橋、RC橋、鋼橋(上路橋)、鋼橋(下路橋及び鋼床版橋)、木橋

- ② 下部構造
 - ・ 橋台 重力式橋台、逆T式橋台、T型橋台、控え壁式橋台、ラーメン橋脚
 - ・ 橋脚 コンクリート構造、鉄筋コンクリート構造
- 10) トンネル
- 11) 舗装工
 - ① 簡易舗装
 - ② アスファルト舗装
 - ③ コンクリート舗装

(3) 林道施設の維持管理方法

林道の維持管理には、災害復旧制度の災害復旧を活用するものと通常的に普段の維持管理を行って林道の機能を確保する方法がある。

1) 林道の災害復旧制度

「農林水産省施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律(昭和25年法律第169号)」によって、林道のある一定以上の施設が、暴風、洪水、高潮、地震その他異常な天然現象によって生じた災害について、災害復旧事業費の一部を国が補助する制度である。

2) 通常の維持管理

林道の維持管理は、構造物の劣化、流水によるのり面侵食、路面洗掘、崩落土砂の除去、視距確保のための除草、標識等の維持など通常自動車が安全に運行可能なように常に維持管理が必要である。

3 治山施設

(1) 治山施設管理の現状

治山事業は、森林法41条による保安施設事業と地すべり等防止法51条による地すべり防止工事等の事業をいう。

治山施設は、森林法41条により、森林法25条第1項第1号から第7号までに掲げる目的を達成するため、森林の造成事業又は森林の造成若しくは維持に必要な事業として位置づけられ、森林の造成若しくは維持を通じて山地に起因する災害から国民の生命・財産を保全し、水源のかん養、生活環境の保全・形成等を図る極めて国土保全政策の一つである。

また、地すべり防止施設は、地すべり等防止法による地すべり防止工事であり、地すべりを防止して国土保全を図るものである。

治山事業の施設は、森林法の趣旨から森林造成又は維持に必要な事業及び地すべり防止工事としてされている。

一般に治山事業は、急傾斜地に施設を設けることが多く、一度設置されると、コンクリート構造物等は、周囲の色ともなじみまた、森林に覆われたりして施設の現況が把握出来ない場合が多く、つい見過ごされることが多く、災害が発生して初めて施設の維持管理の

不備が発見される例が多い。

しかしながら、治山事業は災害を未然に防止する事業でもあるため常に点検・整備をして、災害時に有効に働くようにしておかなければならない。

現在、治山施設の数は把握できないが、工種・種別も数が多く、箇所数は年間5,000箇所～10,000箇所になり、膨大な数の施設が入っていることとなっている。

管理としては、一応治山台帳に載せて管理しているか、工種・種別ごとに維持管理の方法も異なる。

(2) 治山事業の工種・種別及び点検項目

治山施設の維持管理にあたっては、施設の工種ごとに異なり、適切な工種を選択する必要がある。末尾に主な工種・種別ごとの点検項目(案)を示すこととするが、治山施設の工種・種別の概要を示すと以下のとおりである。

1) 治山施設の主な工種は、次のものである。

- ①渓間工(治山ダム、護岸工、流路工、水制工)
- ② 山腹基礎工(土留工、水路工、暗きょ工、のり枠工、アンカー工、補強土工、張工、吹付工)
- ③山腹緑化工(柵工、筋工、伏せ工、軽量のり枠工、植生工、植栽工)
- ④ 落石防止工(被覆工、固定工、根固工、落石防護工)
- ⑤ 地すべり防止施設(集水井工、ボーリング暗きょ工、くい打工、アンカー工、トンネル暗きょ工、地表水路工)
- ⑥海岸防潮堤(防潮堤、防潮護岸、消波工、消波堤、)
- ⑦ 海岸林造成(人工砂丘、防風工、静砂工、植栽工、排水工、植栽工)
- ⑧ なだれ防止林造成(雪び予防工、予防杭、吊り柵、誘導工、減勢工、防護工、グライド防止工、植栽工)

2) 治山施設の種別

工種・工法が雑多であり、種別は、使用する材料で分ける。

- ①コンクリート
- ②鋼材
- ③木材
- ④土、石
- ⑤草本、木本
- ⑥二次製品

(3) 治山施設維持管理方法

治山施設維持管理の方法として異常な天然現象による施設の破壊についての災害復旧

による方法と通常の維持管理の方法がある。

1) 治山の災害復旧制度

治山の災害復旧制度は、「公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法」があり、災害の復旧はこの法律で行われている。この主な内容は、

法2条1項に「災害」とは、暴風、こう水、高潮、地震その他の異常な天然現象に因り生ずる災害をいう。

2項に「災害復旧事業」とは、災害に因って必要性を生じた事業で災害にかかった施設を原形に復旧することを目的とするものをいう。

治山関係の施設は、法3条1項の4 林地荒廃防止施設、5 地すべり防止施設が該当し、森林法による保安施設事業による施設は、林地荒廃防止施設、地すべり等防止法による施設は、地すべり防止施設として、両者ともある一定金額以上の災害が発生した場合に適用される。

国庫負担額は、地方公共団体の当年内に発生した災害額が標準税収入額によって異なるが、1／2の額に相当するまでは3分の2となっている。

なお、降雨災害は過去24時間降雨量が80mm、風による災害の場合は、最大風速が15m未満の場合は適用されない。

2) 国庫補助の通常の維持管理

平成16年度治山施設修繕事業の修了し、現在は国庫補助がない。（昭和55年から災害以外の施設の破損などの異常があるものについて国庫補助率1／3の治山施設修繕事業があり、一定規模以上の施設の維持管理が国庫補助でできたものが、平成16年度末で終了となった。）

3) 現行でのその他の維持管理

現在では、上記1)の災害条件に当てはまらない施設の破損等の管理は原則的に施設の管理者(都道府県)が通常の維持管理として行なっている。

4) 治山台帳による管理

現在は、治山台帳により施設の位置を確認し、現地調査により点検要領に基づいて調査を行い、補修の緊急性(直ちに実施、様子を見る、補修の必要なし等の区分)、補修方法、補修金額等を調査する点検要領表を作成し管理する。

治山台帳の維持管理のための点検要領は、治山台帳の補助表に「治山施設点検整備表」があるが、2の(1)の治山施設の工種ごとに点検要領を作成し、個別表を作成して、「治山施設点検整備表」に添付する。

表－1 現行の治山台帳

様式10-1

				索引番号						
				施設名						
治山台帳箇所別表										
施行年度		事業名		工種 (施設名)						
施 行 地 の 概 要 等	小地域(支波) 及び地区名				位置	県 市 町 村 字 番				
	実行面積等	浜岡安定面積 山腹工事面積 保安林管理道幅 m, 延長 m	ha ha m	保安林及び 編入年月日	年 月 日	森林所有者				
	施工効果面積		ha	竣工額		保全対象の 概要	人家(戸), 公共施設(除, 道路)(戸, m, m ²), 鉄道 (km), 国・県・市町村道・ 林道(km), その他()			
	工事期間			登載月日						
備考		〔調査担当者〕 〔検査員〕 〔請負者〕 〔その他参考事項〕								
事業の内容(種類・構造・施工額等)						施設の経過(点検整備状況)				
工種	構造	数量	単位	単価	金額	備考	年月日	点検整備の状況等	点検者	備考

表-2 現行の治山台帳の治山施設点検整備表

様式10 補助表

治山施設点検整備表

事業名	索引番号		
施設地	施行年度		
点検整備状況			
点検年月日	点検者	点検状況	整備状況

記載注意

- 1 本表は、治山台帳の補助表として作成する。
- 2 事業名、索引番号、施設地、施行年度は、治山台帳と一致させる。
- 3 点検年月日は、施設の点検整備を行った年月日を記入する。
- 4 点検者は、官職氏名を記入し、これに捺印する。
- 5 点検状況は、施設の破損状況、崩壊の拡大の有無、植栽木の枯損状況、機能発揮の状況等について簡明に記入する。
- 6 整備状況は、施設の補修状況、保育状況等について簡明に記入する。

この点検整備表の詳細な点検結果を点検要領で調査する。

4 施設維持・管理の今後のあり方

林道及び治山施設の維持・管理は上述したように違いがあるが、共通する部分もある。以下、これらの維持管理のあり方について述べる。

(1) 林道構造物の劣化への対応

林道の構造物は、林道の快適な走行だけではなく林道利用の安全上を図る上で重要な施設の場合が多い。土留工、溝渠工、橋梁、トンネル等を構成するコンクリートや鋼材は、長い年月が経つと、劣化、錆、不同沈下、変形を起こすものであり、災害要件を備えなくとも復旧、取り替え、補修等が必要になってくる。

林道の歴史もすでに半世紀を超えた物もあり、構造物について、これらの劣化について点検し正常な機能を發揮しているかどうかを常に把握する必要がある。

構造物の劣化、その他維持管理は、日常点検要領を作成して、常に正常な状態かどうかを把握して、補修をするべきかを把握する必要がある。しかしながら、林道に関する点検要領は、都道府県で作成しているところもあるが林野庁としては、作成していない。このため、林道についても林野庁で点検要領を作成して常に安全な林道に保つ必要がある。点検要領の内容としては、工種ごとの点検項目、点検頻度、補修の必要性(緊急度を含む)、工法、概略補修経費、林道の維持・管理の履歴等を記載する内容とすることが必要である。

(2) 制度と予算措置（林道及び治山施設共通）のあり方

維持・管理に必要な修繕は、現在地方公共団体に任されており、財政難から完全な修繕が行き届かないものが多い。

特に、林道作設におけるのり面に土留工等に木材を用いた木製構造物については、のり面が安定する間という条件付きであっても、まだ安定になっていない木製構造物が腐朽しているものも数多く見受けられる。木製構造物を使用する場合は、維持修繕を一般の構造物以上に十分な対策を行なわなければならない。この場合、現在は、修繕は林道管理者が行うこととなっているが、使用期間が長く、構造物が劣化しており、大々的に修繕が必要な路線では、新たに新設をするよりは、既設林道の大規模修繕として、国庫補助の対象とすることが考えられ、今後検討する必要がある。治山事業についても制度上同様の問題点があり、改善が望まれる。

(3) 補修・修繕の時期のあり方（共通）

点検の結果、補修又は修繕の必要性が明らかになった場合、災害による場合を除いて可能な限り速やかに実施することが必要であるが、実行予算との関係もあり、直ちに一斉に実施

することが困難である。したがって、点検時に優先順位と修理する期限を明記することが必要であるが、判断が困難な場合がある。

このような場合の考え方として、林道事業については、点検に於いて設計時の許容荷重を下廻る場合は、早期に補修・修繕を行わなければならない。また、治山事業においては、人命財産を保全する事業であり、豪雨、地震等の天然現象に左右されるものであるので、点検の結果に於いて設計上の必要な強度を下廻っている場合については、優先度を高くする必要がある。

いずれにしても、これら補修・修繕の時期は重要であり、これをどのように決定するかは技術的なデータを基礎にして優先順位を決めて計画的補修・修繕を行うシステムを構築する必要がある。

(4) 点検要領の作成の必要性と点検要領（案）

現在森林土木事業の維持管理を行うための「施設点検要領」が必要である。現在治山事業には、治山台帳に簡単な要領があるが十分な維持管理を行うには、点検の経過と、現状、要補修の状況、補修に必要な工事の概略等、きめ細かい点検要領を作成する必要がある。

1) 林道事業、治山事業及び地すべり事業の点検要領（案）

例として、望ましい点検要領（案）を示す。

表-3 林道、治山事業の主な工種・種別ごとの点検項目(案)

チェックリスト別点検項目案

林道事業

工種	種別	細別	本体の破損	付属物の破損	ゆるみ・はみ出し	漏水湧水あり	空洞	腐食	基礎部の損傷	構造物背面の堆積土
切り土			○		○ ○ ○				○	
盛土			○		○ ○ ○				○	
残土処理場			○		○ ○ ○				○	
のり面保護工			○		○ ○ ○				○	
植生工	吹き付け工		○		○ ○ ○					
	伏せ工		○		○ ○ ○					
	植生マット		○		○ ○ ○					
	張り芝工		○		○ ○ ○					
	原層吹き付け工		○		○ ○ ○				○	
柵工	木柵		○		○ ○ ○				○	
	鋼柵		○		○ ○ ○				○	
	鋼ネット柵		○		○			○ ○ ○		
のり枠工	木製		○		○ ○ ○		○ ○ ○		○ ○ ○	
	軽量のり枠		○		○ ○ ○		○ ○ ○		○ ○ ○	
	吹き付けのり枠		○		○ ○ ○		○ ○ ○		○ ○ ○	
積石工	石積		○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○				○ ○	
	コンクリート		○	○ ○ ○	○ ○ ○				○ ○ ○	
	ブロック		○	○ ○ ○	○ ○ ○				○ ○ ○	
下層路盤			○							
上層路盤			○	○						
防護柵	たわみ性防護柵	鋼製	○					○ ○ ○		
		木製ビーム柵	○					○ ○ ○		
		ケーブル式防護柵	○					○ ○ ○		
	剛性防護柵	コンクリート	○ ○ ○			○		○ ○ ○		
		鉄筋コンクリート	○ ○ ○ ○			○		○ ○ ○		
視線誘導装置	鋼材		○			○ ○ ○		○ ○ ○		
		その他2次製品	○					○ ○ ○		
排水施設	側溝	コンクリートU型	○ ○ ○ ○			○		○ ○ ○		
		U型	○ ○ ○ ○			○		○ ○ ○		
		傾斜付き側溝	○ ○ ○			○		○ ○ ○		
横断工		コンクリート	○ ○			○		○ ○ ○		
		鋼製	○	○		○		○ ○ ○		
		木製	○	○		○		○ ○ ○		
溝渠			○ ○ ○ ○			○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○		
暗きよ			○ ○ ○ ○			○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○		
橋梁	工種、項目が複雑なため個別対応とする。									
トンネル	工種、項目が複雑なため個別対応とする。									

治山事業その1

工種	種別	細別	発芽生育状態							抜け又はその兆候	
			積蓋物の亜裂・不規則沈下等異様	洗掘	ひび割れ	漏水	異常湧水	コンクリートの劣化	錆び	風化・腐朽	
治山ダム	コンクリート	本体	○	○	○	○	○	○			
		袖	○		○			○			
		間詰	○		○			○			
		水叩き工	○		○			○			
		副ダム	○	○	○	○		○			
	鋼製えん堤	基礎部	○	○	○		○				
		スリット部					○				
		袖部	○		○		○				
	鋼製枠工	本体	○	○							
		鋼枠	○				○				
		詰め石	○								
	コンクリートブロック	本体	○	○	○		○				
		袖	○	○	○		○				
		水叩き工	○	○		○		○		○	
	鉄線かご	本体	○	○							
		鉄線枠					○				
		詰め石	○								
	木製		○	○			○	○			
護岸工	コンクリート	本体	○	○	○	○	○				
	練石積(コンクリートブロックを含む)	本体	○	○	○	○				○	
流路工	コンクリート	落差工	○	○	○	○		○			
		護岸工	○	○	○		○	○			
		帶工	○	○	○	○		○			
		底張	○	○		○		○			
	練石積、コンクリートブロック	本体	○	○	○		○				
水綱工	コンクリート、練り石積、木製	本体	○	○							
	木製	本体	○	○					○		
土留工	コンクリート、練石積、コンクリートブロック	本体	○			○		○			
	鋼製	本体	○					○			
	中詰石材							○	○		
	木製	本体	○					○	○		
	中詰石材							○	○		
水路工	コンクリート、コンクリートU字	本体	○		○	○	○			○	
	落差工	○	○	○	○		○			○	
	木製	本体	○		○	○	○	○	○	○	
暗きよ工	二次製品	本体	○		○			○			

治山事業の 2

工種	種別	細別	蓄造物の必要・不向き下等損傷	洗掘	ひび割れ	漏水	異常湧水	鋼び	風化・腐朽	はらみ出し材料抜け	浮き上がり	抜け又はその兆候	発芽生育状態
のり枠工	コンクリート吹き付け、現地打ち	本体	○	○			○	○					
		ロックボルト、アンカー、	○	○			○				○○		
アンカーエ	コンクリート	受圧版	○	○			○				○		
	織維板	受圧版	○					○		○	○		
補強土工		てんどん					○				○		
		固定工	○					○	○	○	○		
張工	練張工	本体	○	○			○○	○○					
	空張工	本体					○		○○○				
吹き付け工	モルタル等吹き付け	吹き付け材			○	○			○				
		発芽										○	
	種子吹き付け(土層吹き付け)	吹き付け材					○		○				
落石防止工	被覆工	発芽											
		金網バリ	○					○	○	○	○		
		コンクリート吹き付け	○	○			○		○	○	○		
固定工		ワイヤー						○○○○○○○○					
		根固工					○		○○○○				
落石防護工 鋼材		薬剤	○					○	○○○○				
		コンクリート基礎	○	○			○						
		錆壁	○					○					
		支柱、支え部	○					○					
海岸防風林	コンクリート	基礎	○	○			○						
		本体	○	○			○						
なたれ防止林	防潮堤・防潮護岸	矢板基礎	○			○	○○						
		本体	○○○○○	○		○	○○			○			
		被覆工	○	○				○					
		排水工	○	○				○					
		付属施設	○	○				○○○○					
消波工													
		コンクリートブロック	○○					○					
舌庇予防工・予防柵・予防杭													
		鋼製	○						○				
吊り柵・吊り枠		木製	○						○				
		鋼製	○						○				
階段工		木製	○						○				
防護擁壁工		コンクリート	○	○			○						
		基礎	○	○				○					
防護橋工		鋼材	○						○				

地すべり防止事業

工種	種別	細別	構造物の破壊	不固沈下	屈曲・変形	漏水	コンクリートの劣化	錆び	風化・腐朽	はらみ出し	浮き上がり	抜け又はその兆候
排水ボーリング	硬質塩ビ管	本体	○	○	○	○	○			○	○	
	口元管鋼製		○		○		○					
集水井	ライナーブレーキ	本体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		補強リング	○		○							
		タラップ	○		○		○	○				
		蓋	○				○	○				
		集水孔	○		○	○					○	
		硬質塩ビ管	○		○							
	コンクリート	排水孔	○		○	○	○				○	
		硬質塩ビ管口	○		○	○	○				○	
		元管鋼製	○		○	○	○				○	
		本体	○	○	○	○	○			○	○	
杭打工	コンクリート杭	タラップ	○		○		○	○				
	コンクリート杭	蓋	○				○	○				
	アンカーワーク	集水孔	○		○	○					○	
	コンクリート	硬質塩ビ管	○		○							
	繊維板	排水孔	○		○	○	○				○	
		硬質塩ビ管口	○		○	○	○				○	
		元管鋼製	○		○	○	○				○	
		本体	○		○						○	○
		コンクリート杭	○		○						○	○
		コンクリート	受圧版	○	○	○	○				○	
		繊維板	受圧版	○	○	○		○	○	○	○	
			てんどん					○			○	

2) 点検結果の判定

点検結果は、点検結果判定表に基づき優先順位を付けて修繕・補修する。

点検結果、修繕・補修の記録を台帳の付属資料として添付管理する。

表-4 点検結果判定表(案)

点検結果判定表

年 月 日 点検者氏名

判定区分	記 事
AA	損傷・変状が著しく、機能面からみて緊急補修が必要であるもの。
A	損傷・変状があり、機能低下が見られ補修が必要であるが、緊急補修を要しない場合。または、調査が必要なもの。
B	損傷・変状はあるが機能低下が見られず、損傷の進行状態を継続的に観察する必要があるもの。

C	損傷・変状がないか、もしくは軽微なもの。
D	損傷・変状が見られないもの

第3者に被害の与えるおそれの有無

判定区分	記 事
E	安全な交通または第三者に対し支障となる恐れがあり、緊急的な対応が必要なもの。
F	差し迫っては位階が経過観察するもの
G	被害を与えるおそれがないもの

総合判断

判定結果	判定区分
交通止め又は立ち入り禁止をして直ちに補修するもの	AA、E
早急に補修するもの	A
調査観察し、危険となった時点で補修するもの	B、C、F
当面補修する必要のないもの	C、G

3) 台帳適正管理 の必要性

現在、林道事業、治山事業とも台帳がある。

施工年、施工位置図、規格構造、補修位置、程度点検結果等を記すことになっている。

したがってこれらの現行台帳に点検結果を記述することにより、現在の施設の状況が判断できると思われる。

特に治山事業においては、治山ダムのように基数で管理できるものは、治山台帳を個別に作成して、基数ごとに正確に分かるように管理する必要がある。

点検結果については、林道事業にはないので、林道台帳に点検結果を記載する方式を取り、治山台帳には、点検要領はあるが、内容を充実して行く必要がある。

4) GISを使用した管理の必要性

治山事業においては、年間数多くの治山ダムが実施されているが、治山台帳が図面に表わしてあるのみで、全体の自然条件や社会条件等がある中での位置関係がはっきりしない。災害等ある場合には、一目で位置関係や施設の数等がわかる必要がある。現在各地で行われている森林GISに治山台帳を組み込み、それを用いた管理手法をすることによっていち早く既設構造物の位置等が判明してより効果的な治山対策を講ずる必要がある。

一方林道についても同様に森林GISを利用した管理を実施することにより効率的な管理のみならず適正な森林施業の推進に資することになる。

おわりにかえて　まとめ及び提言

以下、おわりにかえて、本稿の特に主張したい点をまとめ、それに基づく提言を提起したい。

まとめ

第1章では、森林保全・管理技術とは、「森林施業、森林整備、水土保全等をトータルにわたって発揮していく技術」と定義し、また、その特質について「森林施業を基本に土木工学技術を展開」する技術である等と強調した。

「森林技術」が、えてして、森林の育成や森林施業に関わる技術と、治山・林道作設に関わる森林土木技術とに分かれ、技術者もそれぞれに分かれて業務に携わっていることが多い。しかしながら、森林資源が成熟化してきている中にあっては、森林施業、林道作設を含む森林整備事業、治山事業が連携して「山造り」を行い、国土基盤を形成することが必要になってきている今、総合的な技術としての森林保全・管理技術という概念を導入したところである。

第2章では森林保全・管理技術をめぐる動向と課題として、山地災害の防止等、森林整備、森林保全・管理技術者問題等を取り上げた。

中でも、「森林整備の現状と課題」で取り上げたように「森林・林業再生プラン」の実行にあたって、災害に強い森林造りは重要な課題となってくることから、今後これらを担保する、保安林制度、治山事業のあり方等について本格的な検討が必要とされると考える。

第3章では、森林保全・管理技術今後のあり方として、山地災害の防止、森林整備のあり方、森林環境保全対策、林道及び治山施設の維持管理の4課題を取り上げ、それぞれについてのあり方を提示したところである。

中でも、①災害に強い森林造成のための森林保全・管理事業あり方及び調査研究の必要性、②森林・林業再生プラン推進のための人材育成、③林道及び治山施設の維持管理の必要性を強調したところである。

提言

1 森林保全・管理技術の重要性、技術者の育成・活用の視点から

提言1 森林保全・管理技術の重要性と技術者の育成・活用

○森林の有する多面的機能を発揮し、中でも災害に強い森林の造成・維持のためには、森林施業、森林整備、治山等の技術を一体的に発揮させる「森林保全・管理技術」は重要であり、また、そのための森林保全・管理技術者を育成していくことが必要。

○森林・林業再生プランでは、市町村の森林整備計画の支援のため、また路網整備等の専門的技術者として「日本型フォレスター」を育成することしているが、これら専門的技術者として民間を含めた「森林保全・管理技術者」を活用することが必要。

2 森林保全・管理事業のこれからの方針として、

提言2 治山事業、森林整備事業の連携による災害に強い森林造成等

○集中豪雨、大規模地震による大規模な山地災害への対応、間伐の後れ等森林資源内容の脆弱性からして、「森林・林業再生プラン」の着実な実施とともに、治山事業、森林整備事業連携による災害に強い森林造成や山地災害防止のために総合的対策を講じることが必要。

3 制度検討及び調査・研究の必要性の観点から、

提言3 國土保全に関する検討及び調査・検討が必要

○森林・林業再生プランが実行に移される中にあって、災害に強い森林の維持・造成を図るために、今後、国において保安林制度、治山事業のあり方等國土保全に関し本格的な検討が外部有識者を交えて行われることが必要。

○地球温暖化が起因すると考えられる集中豪雨等により深層崩壊や大規模地すべり等の発生頻度が高まっている中、災害発生事例の調査データの蓄積・分析をはじめ、高解像度衛星画像やG I Sを活用する等観測強化によるデータの蓄積を図り、災害発生メカニズムの解明を進める等、予防保全対策のための調査研究が必要。

4 森林保全・管理事業の基礎データとして整備すべきこととして

提言4 治山施設及び林道施設のデータベース化の推進

○治山及び林道の整備水準が徐々に高まってきている中にあって、全国の治山ダム、山腹工、林道維持修繕等治山施設、林道施設についてデータベース化がされていないのは問題であり、これら施設及び維持修繕についての早急なデータベース化が必要。

参考 森林保全・管理事業及び技術の歴史

以下、治山事業、森林整備事業及び森林環境についての事業及び技術の歴史を記述する。なお、それぞれの事業に視点をあてて記述しているので若干の重複があることは許容願いたい。

第1 治山事業

1 治山事業の歴史的背景

- (1) 国土利用の歴史的変遷
- 1) 森林の変遷と山地災害

日本における森林の変遷を歴史的にたどれば、有史以来様々な形で森林が利用され、また変化してきた。農耕社会においては、人口の増加につれて食料生産のための農地が開発され、森林においても農地への転換に加えて燃料、肥料、牛馬の飼料等に樹木のみならず落葉落枝や下層植生等も収奪され、森林面積の減少や森林の質的低下をもたらした。

さらに、近世以降は神社仏閣、大名の居城の建築、都市における度重なる大火災の復興資材の調達等のため、各地で樹木が伐採され、はげ山の拡大、洪水の頻発、河川への土砂の流出・堆積等が加速してきた。

明治以降は、人口増加と共に都市が発達し、近代産業の勃興や富国強兵策等によって森林の伐採がさらに進行し、豪雨災害が頻発するようになってきた。その後、森林の荒廃は第二次世界大戦前後の乱伐により再び深刻化し、水害や土砂災害の多発を招いた。その後、戦後の森林事業の推進により荒廃した森林は以前にも増して復旧していったが、最近では国産材の価格低迷や林業労働者の高齢化などにより、再造林が滞ったり、幼齢人工林における間伐等の保育作業が不十分となり、土壤侵食や水源かん養機能などの水土保全機能の低下が懸念されている。

2) 治山行政の変遷

近世における経済発展や人口の増大等により森林への依存がますます高まり、せき悪林地やはげ山が広がった。さらに荒廃地からの流出土砂により河川における舟運に支障を来すようになってきた。そのため、「山川捷」の公布、森林の保護・管理等、治山治水の気運が高まり河川改修や山腹工の施工など治山・治水対策が行われるようになってきた。

明治初期は江戸時代の国土保全政策を継承したが、その後ヨーロッパの近代的治山治水技術を習得するため、多数の外国人技術者を招いた。しかし、この時代森林への規制がゆるんだため、再び乱伐が進み、土砂災害が多発した。そのため、農商務省に山林局をおくとともに、森林法を制定し、近代的な国土保全対策がとられるようになった。明治後期には森林治水事業による、公有林野の造林と荒廃地復旧が開始された。

第二次世界大戦前・後は、戦争遂行や戦後復興のための木材供給によって荒廃した森林

を復旧するため、森林法の改正や保安林制度の強化が講じられたが、大型台風による大災害等を契機に治山治水緊急措置法や地すべり等防止法が制定され、以前にも増して治山事業が推進された。その後、治山治水緊急措置法は廃止され、森林法に基づく森林整備保全事業計画により、森林整備事業及び治山事業が推進されている。

(2) 治山技術の発展

1) 山腹工

近世になると、農地の拡大や経済の発展にともない、森林の伐採や林内有機物の採取により森林が荒廃し、はげ山からの流出土砂により農地や溜池が埋没したため、西日本を中心としてはげ山に山腹筋工や苗木の植栽が行われるようになった。また、近畿地方を中心に河川への土砂の堆積により舟運が阻害されたため、水源地域の伐採を禁ずるとともに、疎林地や裸地に筋芝工、ワラ伏工、空積工、植栽工などが施工された。日本海側の砂丘地帯では、防風及び飛砂防止のため、単なる苗木植栽から除砂工や堆砂工を施工して植栽する技術に発展していった。

明治時代に入ると森林はさらに乱伐され、山地の荒廃はさらに進んだ結果、農地や河川への土砂の堆積や海岸地帯の飛砂害が拡大した。そのため、在来の治山技術に加え、外国人技術者を招聘し、ヨーロッパの治山治水技術を導入して治山工種の改良が進められた。また、既存森林の保護を主体とした保安林事業と荒廃林地の復旧や防災林の造成事業がさらに拡大した。

第二次世界大戦後には、戦中・戦後の治山・砂防事業等の停滞による影響で、相次いで襲來した台風、梅雨前線による大規模な水害や土砂災害が発生した。そのため、全国的な荒廃地調査が実施され、これによって、治山事業の対象地や施工計画、事業規模等が明確になった。山腹工においては、従来の法切、積苗、木本の植栽を中心とした伝統的な工法に加えて、外来の牧草を中心とした実播工や現地土壤を成形した植生盤、ムシロ張工などの様々な工法が開発された。それらがさらに改良され、緑化種子や肥料の機械吹付工や航空実播工、緑化資材を混入した植生袋工や張工などに発展していった。また、山腹基礎工や水路工には、コンクリートブロックやコンクリート板、U字溝、コルゲート管、ネット類など工場生産のコンクリート、鉄鋼、石油製品等が多用されるようになってきた。近年、人家に近接した急斜地等ではコンクリート法枠工、コンクリート吹付工、鉄筋挿入補強土工法、繊維補強土工法などが施工されるようになってきた。

2) 溪間工

明治以前では、荒廃した水源地域からの土砂の流出を防止するため、山腹工に加え、簡易な土堰堤や蛇籠堰堤等が施工されることもあった。明治に入り、オランダ式工法として石堰堤、石工床固、土堰堤、石工護岸などが施工された。大正から昭和にかけてはセメントが用いられるようになり、空積堰堤からコンクリート堰堤、練積石堰堤が施工されるようになつた。

第二次世界大戦後は練積堰堤に替わり玉石コンクリートダムになり、設計法からみると、

重力ダムのほか三次元ダムやアーチダムも登場してきた。その後、玉石コンクリートダムからコンクリートダムに移行し、場所によっては、モルタル注入ダム、コンクリートブロックダムなども施工された。昭和40年代になると、透過型ダムとして鋼材を用いた鋼製ダムや鋼製自在枠ダム、土石流や流木阻止を考慮したスリットダムや現地発生材を活用した鋼矢板ダムや円形セルダムなどが開発された。最近では、渓流生態系に配慮して、魚道付きダムや低ダム、切り欠けダム等も設置されるようになった。また、温暖化防止や間伐木の用途拡大及び河川環境への負荷の低減等の側面から木製構造物が各地で使用されるようになり、特に木製ダムは様々なタイプが試行されている。

3) 地すべり防止工

昭和初期には、それまではげ山復旧と同様な技術で対応してきた地すべり防止法は、暗渠による排水工事を主体として一般の荒廃地復旧法から分離されるようになった。しかし、地すべり現象は複雑なため、地下探査のボーリング調査が実施されるようになり、地すべりのメカニズムの解明に着手した。

第二次世界大戦後は、暗渠排水工に替わり横穴ボーリング工やトンネル排水工など効率の良い排水工事が施工されるようになってきた。さらに昭和33年に制定された「地すべり等防止法」を契機として地すべり発生要因の解明、調査方法の高度化、防止工法の開発及び地すべり予測技術法等が進展した。近年は、地震や融雪によって大規模な地すべりが多発することから、排土工、立体排水工、シャフト工、アンカー工なども施工されている。しかし、地すべり防止工事の概成後も再活動のおそれがあるところでは、間隙水圧計、移動量計、地盤歪計などの観測機器を配置して施工効果判定のための動態観測を継続する必要がある。

4) 山地災害危険地区の予測

効果的に治山事業を実施するためには、荒廃危険地を精度良く予測し、その成果に基づいて事業を実施することが必要である。このため、まず「山地荒廃地基礎調査」を全国的に実施し、その後得られた知見を加味して「荒廃危険地対策調査」、「土砂崩壊危険地帯整備調査」を実施し、さらに数量化理論を用いた「山地災害実態調査」を全国13地域で実施した。この成果をもとに、これまでの調査結果や経験的な判断を加味して現在実施しているような「山地災害危険地区調査」などが策定された。

一方山地災害危険度の予測手法としては、従来の統計的手法に加えて、土壤条件や土壤深、降雨条件等の物理則を組み込んだモデルも検討されている。

5) 治山技術基準の制定

治山調査法や治山工法等の進展に伴い、長年の課題となっていた治山技術の整理と体系化を目的とした「治山技術基準」が昭和46年に制定された。その後、治山技術の発展、山地災害の多発、水需要の増大等に対応してたびたび改訂された。最新版である〔総則・山地治山編〕は、近年の災害事例に対応した防災対策の充実、自然環境や生物多様性保全への配慮、公共投資の重点化や効率化によりコスト縮減へ取り組む等に着目して改訂されて

いる。

なお、治山技術基準解説には〔総則・山地治山編〕のほか、〔地すべり防止編〕、〔防災林造成編〕及び〔保安林整備編〕が発行されている。

第2 森林整備

1 森林整備の歴史

(1) 近世に至るまで

1) 大化の改新まで

大化の改新(～644)までは、林業史上全く史実を欠いており、大化の改新より鎌倉幕府(645～1189)までは、山野は原則的には公私共利の利用関係にあり、仏教の伝来とともに寺院の建築が行われ、その木材の調達源として諸寺に山野を施入・寄進が広く行われた(山作所(さんさくしょ))。しかしながら律令制度の崩壊とともに山作所は農地に開発され、用材生産の機能を失った。

2) 大化の改新～鎌倉幕府(645～1189)

律令制度の開始・成熟・崩壊を経て荘園の成立・発展に至る過程を含む。

律令制度は耕地に関しては班田収授の法が行なわれ、山野は原則的には公私共利の利用関係であった。一方、仏教興隆に伴い、その造営用材の調達源として諸寺に山野を施入・寄進することが広く行なわれた。しかし律令制度も奈良前期を頂点としてしだいにくずれ、山作所も次第に農地に開発され、やがては用材生産の機能を失ってきた。

3) 鎌倉幕府～江戸幕府

鎌倉幕府より江戸開府まで(1190～1595)は、荘園制が成熟・変質し封建制への移行を示した時期であり、荘園内の山野は領主と領民の共同利用で、前期と根本的には変わっていない。一方前期より次第に発達してきた林産物商業は、著しく進展を見せて、京都・鎌倉などで規模の大きな消費市場が形成された。この記の末には、荘園内の武士の勢力が伸長して、武家領主専用の一般人禁伐林が成立していた。後の江戸時代各藩の藩主直轄林の前身をなすものである。

4) 江戸開府～明治維新まで

江戸開府～明治維新まで(1596～1868)は、中央集権的封建制が展開・成熟した時期で、諸大名は、その領地に領主権行使した。当時は、米が藩・幕府の主要財源であったが、山林の豊富な藩では、山林の収入により補わんとするものであって山林制度はようやく整ってきた。

領主支配林は、主として藩用材の調達に当てられ、領主の直営伐採、労働請負、あるいは運上を徴して伐採に当たらせた。民間の利用も下草採取、村公共用財、百姓家作用材など小規模には行われたが通例は用木の利用は禁止、制限された。この時代は、林産物の需要が著しく増大した。

5) 明治維新～第2次世界大戦まで(造林事業を中心に)

明治以降の林業の歴史は、日本資本主義の展開過程の中に位置づけられる。封建から近代への転換、その後の日本資本主義の形成・発展の過程の中において、林野土地所有・林業生産・林産物の需要・その他経済・社会・思想など各種の面においてどのような影響を

受け、あるいは自ら適応していったかなどの追跡がここでは重要な課題となる。

この時代の造林についてみると、わが国の造林は明治4年（1872）の廃藩から明治30年（1897）森林法制定をみるまでの25年間は山林行政の不安定と造林技術の低位性とによってほとんど成果のみるべきものがない。

明治32年（1899）国有林野特別経営事業の開始によって初めて国有林を対象とした造林事業が振興するに至った。

国有林野特別経営事業は不要存置国有林野の処分による収入を資金として、国有林境界査定測量・施業案編成・造林および森林買上げを実施したもので、造林事業としては未立木地植栽9万ha、天然生育5万ha、砂防植栽5000haと共に伴う苗畑550haが計上された。

植栽樹種はヒノキ・ヒバ・スギ・マツ・カラマツ・クリ・ケヤキ・クヌギ・ホオノキなどが指定されたが、大正10年（1921）この事業が完了したときの人工造林の実績は30万haを越え、予定の3.3倍に達した。また江戸時代から各藩に行なわれ国有林に継承された在来部分林は個人設定の零細なもののが多かったが、明治32年（1899）国有林部分林規則の制定（→部分林）によって造林者を市町村に限定し特定地域に集中整理する方針をとって管理経営上の障害を除き、民間労力の活用による造林推進方策が確立した。

国有林野特別経営事業の完了に続いて大正9年（1920）公有林野官行造林法（→公有林野官行造林）が公布されたが、この法律公布の根源となったのは明治40年（1907）から数回にわたって発生した全国的大水害であって、臨時治水調査会によって総合治水計画が立てられ国有林野に対しては大正5年（1916）から10ヵ年継続の砂防設備事業が計画されたが、物価の急騰によって予期の進行をみるに至らなかった。

公有林野官行造林事業はこの総合治水計画（→治水政策）が果たしえなかつた森林治水効果の完全を期するため公有林野に対する造林を促進することを主眼とし、合わせて木材需給に備えるとともに公共団体の基本財産造成をも目標とした。

この事業は大正10年（1921）に着手し、公有未立木地のうち33万haを対象とした収益分取契約による国営造林であって、実施の全期間は100年で第1期15ヵ年で植栽事業を、2期87ヵ年で保育と伐採を完了する計画であった。

実施機関として30ヵ所の公有林野官行造林署をもうけ、当時の大林区署の管轄下においていた。造林樹種はスギ・ヒノキ・アカマツ・カラマツ・クフギなどで、1ヵ年2万4000haを標準として植栽し、投資利回り6%弱と計算され分取歩合は国50%市町村50%と定められた。

実行期間中しばしば物価騰貴や戦争など国家財政の非常事態にあって、財政圧縮に伴う既定計画のくり延べが行なわれたにもかかわらず昭和30年（1955）度未現在で29万haの植栽を終わり、第二次世界大戦後の木材価額の奔騰によっては伐期収入の激増をきたし、市町村の財政基盤は予期以上に強化される見込みであった。第二次世界大戦中は軍需材の

増伐事業が強行され、国有林といわず民有林といわず造林事業はまひ状態に陥ったが、終戦後国情の安定するにつれ造林は次第に促進強化の気運に向かい、昭和32年（1957）画期的な拡大造林計画が推進されるに至った。

(6) 第2次世界大戦以降

1) 荒廃した森林の復旧

戦中、終戦直後の我が国の森林は、戦争中の軍事用材と戦災復興資材の供給のため、大量の伐採が行われたが、その跡地への造林は容易に進まず、伐採したまま放置された森林が、昭和23年には、150万haに達した。森林の荒廃は当時相次いで我が国を襲った台風等により、激甚な水害をもたらし、治山治水対策が急務となり、荒廃した森林の復旧を図ることが、緊急の課題となった。このため、水源林造成事業や森林計画制度など政策的措置がとられ、国民の緑化意識の向上も有り、造林は、昭和20年代後半から急速に進み、昭和31年度までには、造林未済地への造林は一応完了した。

2) 森林生産力増強と拡大造林

木材の需要は、昭和25年の朝鮮動乱を契機に経済が立ち直るとともに増大の方向に転じてきた。昭和30年にはいると燃料に用いられていた薪炭材は、石油、ガスに次第に代わり、その需要は減少したが、建築用材、紙、パルプ用原材料等の需要が急速に拡大した。

このような需要に対して、供給は、当時は、輸入が自由化しておらず、港湾の施設も未整備であったことなどから国内の森林資源に頼らざるを得ない状態であった。

これに対して国内の森林は、木材の生産力が小さく、国産材だけでは需給のバランスをとることが困難となり、将来の木材需要を満たすため、昭和32年以降森林整備の重点はかって薪炭材の供給源であった里山広葉樹林をはじめとする天然林を生産性の高い針葉樹の人工林に転換する拡大造林に置かれることとなった。

昭和32年に生産力増強計画が立てられ、その内容は、前年設立された森林開発公団とともに次のものであった

- ① 人工林を積極的に拡大し、特に低位過熟な天然林ができる限り成長力の旺盛な人工林に転換し、生産力の増強を図る
- ② 林道網を拡張し、未利用林の開発を促進する。
- ③ 林木の品種改良を行い、技術的に成長を促進し、かつ、生産期間を合理的に短縮する。
- ④ 木材の合理的利用を促進し適正な木材需給対策を講ずる。

表-1 平成32年から55年までの造林面積の実績

項目	合計(ha)	拡大造林(ha)	再造林(ha)	
民有林	5,829,780	4,539,130	1,290,650	
民有林計画数值	4,200,000			
国有林	1,741,853	1,184,618	335,186	
国有林計画数值	2,100,000			
合計	7,571,633	4,357,591	1,625,836	
合計計画数值	6,300,000			

このように総体として630万haの計画で実行は757万haの造林を行い、計画以上の造林が進行した。

3) 木材生産と森林の公益的機能の調和

昭和40年後半に入ると経済の高度成長による工業の発展、国土開発の進展、人口の都市への集中などから、水需要の急増、都市を中心とする生活環境の急速な悪化や公害問題が発生し、人間生活と自然の調和を図る動きが高まってきた。今まで、経済の拡大期には見失われていた国土保全、水源かん養、自然環境の保全・形成等、森林の持つ公益的な機能に対する関心が急速に高まってきた。森林整備もこれに対応して経済機能との均衡を図りつつ森林の公益的機能の発揮する方向に転換して行った。

昭和48年改訂された森林計画は、森林の有する多面的機能に対する社会要請に対応して森林資源がその機能を総合的かつ高度に発揮させることを指向する大綱に掲げ、国有林においても昭和48年に「国有林における新たな森林施業について」が定められた。

4) 心の豊かさを目指した森林の整備方針

昭和61年に林政審議会は「林政の基本方針について—森林の危機の克服に向けて—」の報告を行い、物の豊かさを求める時代の拡大造林を基調とした森林の整備方針の転換を図ることを提言し、新たな森林の整備方針としては、

- ① 複層林の造成、天然林施業の展開及び広葉樹林の造成
- ② 自然保護をより重視した森林施業の推進
- ③ 自然とのふれあいの場、青少年年の教育の場としての利用など森林の総合的な利用に対応した森林の整備等を提言した。

これをふまえて昭和62年多様な森林整備に対する国民の要請をふまえ森林資源基本計画を策定し、伐採林齢の多様化・長期化、育成天然林の造成を重点項目とした。

- ・単層林整備(人工造林、保育、作業路)
- ・複層林整備(受光伐、樹下植栽、保育、作業路)
- ・育成天然林施業(改良、保育、作業路)
- ・森林造成林道整備事業の実施

を補助の対象とした。

5) 地球温暖化対策

平成16年に京都議定書が発効し、平成17年に目標達成計画として、地球温暖化10カ年対策を作成し、間伐の積極的な実施をするために間伐等推進3カ年対策の創設、従来の団地間伐(特定間伐)の手法について一部見直しを行い、より効率的で効果的な団地間伐を行い、間伐遅れの解消と長伐期化等への誘導の推進を図る。

6) 里山エリヤの再生

平成18年、森林・林業基本法の変更及び全国森林計画を変更して、多様で健全な森林整備・保全と国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生を図るための施策を総合的に展開するとともに、里山エリヤ再生交付金の創設により、事業実施主体が、地域住

民等の意向を踏まえ、目標・指標を策定し、国がこれを総合的に評価して採択するものである。

花粉発生源対策、竹進入対策、耕作放棄地や野生鳥獣害への対策等里山エリアの抱える課題に対応しつつ山村と都市の共生対流を図り、快適な居住環境を図る。

昭和6年からの造林面積の推移を見ると時代の背景とともに造林面積が変化していることが判る。

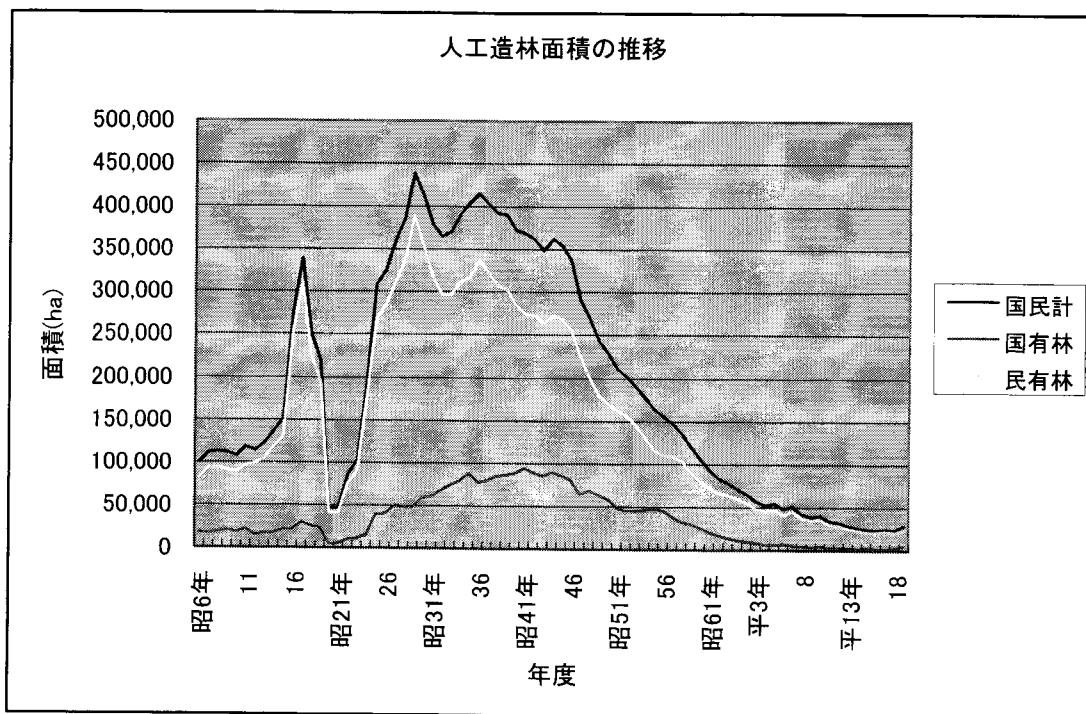


図-1 昭和6年度以降の造林面積の推移

2 林道の変遷

森林整備は、伐採搬出、未立木地の植栽、下刈り、除伐、つる切り等の保育、間伐、複層林造成等一連の森林施業をいい、現在は、伐採搬出のための林道を用いて森林整備を実施してきているが、戦後の拡大造林実施の林分が、多量の間伐期を迎えて効率的に森林整備を行うには、間伐を目的とした林道網の整備が重要である。

林道は、林産物の搬出のために発展してきたもので、自動車運搬が一般的な手段となるまでには、扱う木材が重量物であり、それを搬出するには、運搬手段として、水流、牛馬、木馬、架線、森林鉄道等を使用しなければならなかつた。

現在は伐採搬出の内、集材にはほとんどが架線や大型林業機械を用いるが、運搬は全て自動車である。しかしながら、自動車運搬の発達する前は各種の運搬手段が用いられており、昭和30年代頃森林鉄道が少なくなった後は本格的に自動車となったものである。

(1) 運搬方法の移り変わり

- 1) 自動車運搬が主流になるまで

① 水運

木材を伐採現地から使用地に運搬する手段として、自動車等の運搬手段がない時代によく使用された運搬方法である。我が国は降水量が多く、河川には、通常流水がある。水が常時多い河川では、伐採したのち修羅等で河川まで落とし、そこで筏を組んで流下させて運搬する「筏流し」がある。

また、流水の少ない場合は、上流に堰を設けて水を一時滞留させ、筏を組んだ後、堰を開いて一挙に水を流し、筏を流下させるもので、この堰を「てっぽう堰」という。

② 修羅運材

土修羅、木修羅、水修羅等樋型の滑路を設けて原木の自重を利用して滑走搬出する方法である。土修羅は山腹を傷つけたり、木修羅は滑路の築設に時間と費用がかかり、この方法は原木の損傷も多く現在はほとんど使用されていない。

③ そり運材

最も原始的な方法の丸太をそのまま人、牛、馬に引かせる土引き運材、そりを用いて牛、馬に引かせるもの、雪国で雪そりを用いるものなどで、現在でも地方によっては、わずかであるが用いられている。

また、直径5cm、長さ1~1.5m程度の小丸太あるいは割り木を盤木（ばんぎ）として約60cm間隔に梯子状に敷き並べ、一定の緩い下り勾配になるように設定し、これを木馬道とし、木馬（そり状のもの）に木材を積載して人力で引っ張り滑走させ、あるいは滑走を制動しつつ運材する。木馬道は幅員1.2~1.8メートル程度で、路面や桟道の敷設が容易なため、日本では2キロメートルくらいまでの短・中距離運材に広く用いられた。

危険が伴うため、現在はほとんど用いられていない。

④ 森林鉄道

森林鉄道は、伐木したものを種々の方法により、山元土場に集材したものを長距離運搬をする手段として、森林鉄道があった。継続的に出材の可能な流域に軌道を敷設して、台車に丸太を積載しそれをいくつか連結したものを蒸気機関車やガソリン機関車により牽引して運搬したものである。

自動車の性能が未だ低い時代又は、林道の延長が低かった時代に発達したもので、林道の延長が伸びるとともに昭和30年後半には機動性のよい自動車運搬に代った。

2) 現在でも行われている集運材

① 架空線運材

長距離運搬用の索道は、トラック運搬に代わられたが、伐採木を集積する場合に、地形が急峻などの理由で、大型機械が入らない場合に、架空線を用いて伐採した材を集材する場合に用いられる。架空線運材には集材機によるものと索道によるものがある。

② 高性能林業機械

伐木、集材及び短距離の運材に対して各種の機能を備えた高性能機械が、開発されている。しかしながら車両系の大型機械が大多数であり、伐採現場までの到達方法に困難性を

伴う。

路網整備が必須事項となる。今後の課題となる。

③ ヘリコプター

近年ヘリコプター等の航空機が発達し、数も多くなり、山地の道路がない場所の物資の移動に多く用いられている。

性能もよくなり、木材等重量物の運搬が可能な機種も種々開発されている。

しかしながら、一回の運搬重量は限られているほか運搬単価が未だ極めて高く、高価な材以外は未だ採用されない限定的な運搬手段といえる。

3) 自動車運搬

現在、集積土場、山元土場から市場や消費地までの運搬は、自動車運搬がほとんどである。

自動車運搬を行うには、集積地までの自動車が通れる道路が必要であり、今まで「林道」

として設置されてきている。

(2) 林道及び森林鉄道の延長の推移

林道の延長の推移は次のとおりである。

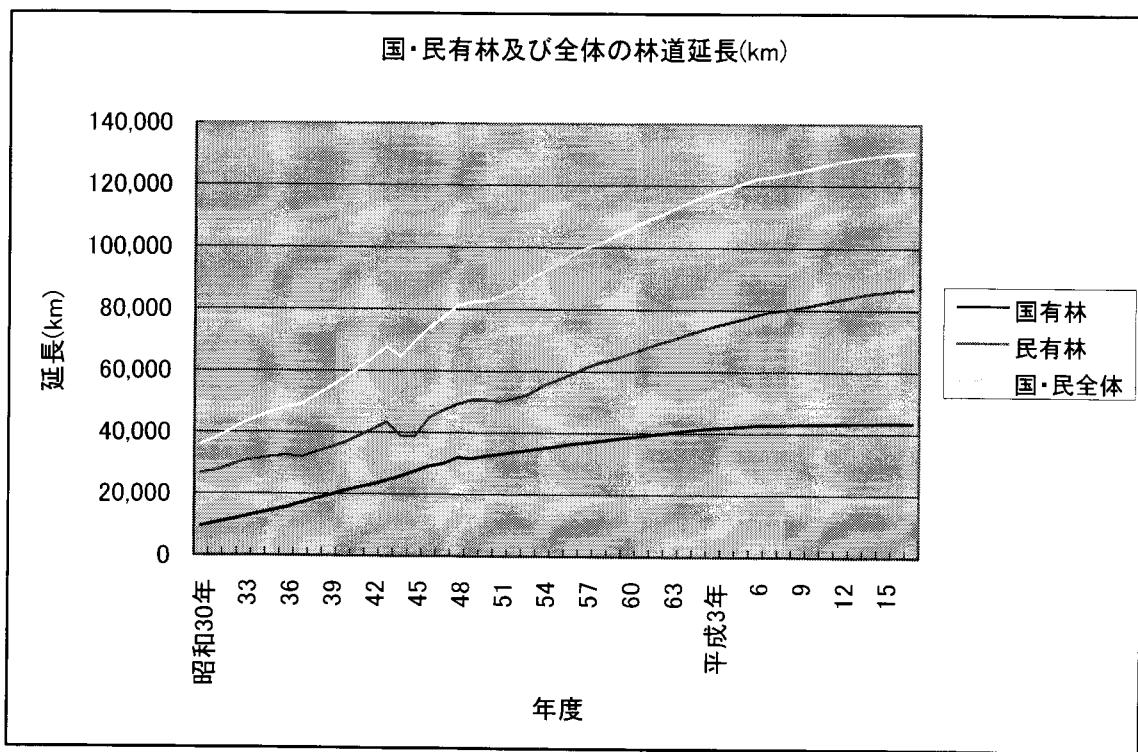


図-2 林道の延長

現在は、平成19年度末で国有林、4万4千km、民有林、9万2千km、全体で 13万6千km

である。

3 治山事業における森林整備の変遷

治山事業は、「森林法」は、その第41条で、「同法第25条第1項第1号から第7号まで即ち、水源かん養土砂流出の防備、土砂崩壊の防備などの目的を達成するために行う森林の造成事業又は森林の造成若しくは維持に必要な事業」と定義されており、全ての事業は森林整備に関わる事業であるが、構造物の設置が比較的少なく森林整備を主体とした事業には次のものがあり、その時代を反映して創設、廃止及び名称の変更を行っている。

主なものは、次のとおりである。

表-3 主に森林整備を行う事業の推移

番号	事業名	開始年度	終了年度	変更名称
①	海岸砂地造林	昭和7年	昭和51年	海岸防災林⑭へ
②	遊水林造成・修繕	昭和11年	昭和22年	終了
③	水害防備林	昭和11年	昭和39年	終了
④	防潮林	昭和12年	昭和51年	海岸防災林⑭へ
⑤	防風林	昭和12年		継続
⑥	なだれ防止林	昭和12年		継続
⑦	水源林造成	昭和24年	昭和36年	森林開発公団へ
⑧	防霧林	昭和26年	昭和40年	防風林⑤へ
⑨	防火林	昭和27年	昭和30年	終了
⑩	保安林改良	昭和35年		継続
⑪	保育	昭和38年		継続
⑫	生活環境保全林整備	昭和46年		継続
⑬	防火林	昭和47年	昭和57年	復活後終了
⑭	海岸防災林	昭和51年		継続
⑮	重要水源山地	昭和54年		水源山地整備～名称変更 継続

⑯	重要流域保安林総合整備	昭和59年	平成2年	終了
⑰	奥地保安林保全緊急対策	平成17年		継続

継続している事業についてその内容の概説をする。

⑭ 海岸防災林

この事業は昭和7年海岸砂地造林から始まった事業であり、海岸の砂地が海から来る強風によって、潮風が吹き、砂の移動が激しく砂丘を生成したり、後背地の農作物に大きな被害を与えるために海岸砂地に植林をして風害、潮害防ぐためのものであり、裸地で強風の中での厳しい自然条件での植栽であり、経済林にはならないもので治山事業で実施している。この中には、海岸砂地造林、防潮林造成、海岸防風林などが入る。

⑮ 防風林

防風林には、海岸防風林と内陸防風林があるが、海岸防風林は、海岸防災林に含まれて、ここでは内陸防風林についてのべる。

北海道等の内陸部に於いて季節風など強風を防ぐための事業で、耕地や人家に強風、寒風の被害を与える地域に於いて、森林帯を造成して、風を防ぐものである。

⑯ なだれ防止林

積雪地帯で発生するなだれの被害を防止するため、柵工等を設けて初期の雪の移動を防止して植栽木の成育を助けて森林帯を造成して成林の後は、林帶でなだれを防止するものである。

⑰ 保安林改良

森林所有者の責に帰しえない原因で保安林が破壊され、あるいは林況が著しく悪化し、保安林の指定目的が果たし得ない箇所に柵工等の簡易施設を組み合わせて植栽を行い、林況を復旧するものである。この中には、「複層林型保安林整備推進」があり、過密化等により、水土保全機能が低下した保安林に於いて本数調整伐等の実施により、複層林へ誘導・造成するものもある。

⑱ 保育

治山事業施行地の森林、水源地域の機能が低位な保安林等を対象とし、その健全な成長を促進させるため、Ⅷ齢級以下の林分に於いて下刈、追肥、雪起し、除伐、本数調整伐、受光伐、つる切り、枝落し、部分補植等を行うものである。

⑲ 生活環境保全林

市街地等の周辺にある保安林で森林の持つ国土保全機能、自然環境保全等の高度発揮を図るため、地域の景観・生態系等に配慮した工法や森林整備を行う事業である。

現在は、共生保安林整備総合補助という体系になっており、生活環境保全林、自然環境保全治山、環境防災林整備があり、事業内容が若干異なっている。

⑯ 重要水源山地(水源山地整備)

ダム上流等や集落の生活用水等の確保など重要な水源地帯に於いて森林の有する水源かん養機能を高度に発揮させ、水資源の確保と国土の保全等に資するため、荒廃地の復旧等の復旧整備と荒廃森林の整備を面的、総合的に実施するものである。

この中に、水源地域広域保全、水源地域保全及び奥地保安林保全緊急対策の事業があり、内容や採択基準がそれぞれ若干異なる。

第3 森林環境

1 森林環境の歴史

現在の森林環境の歴史は、大正8年の「史蹟名勝天然記念物保存法」や昭和6年の「国立公園法」等一部のものを除き、昭和34年に制定された自然公園法など一連の環境行政が始まるまでは森林保全管理の歴史である。従って森林保全管理の歴史について最初に述べる。

(1) 近世に至るまで

1) 平安まで

縄文期の人々は、森林から得られる鳥獸、木の実等を採取することによって生活していたものと考えられている。

その後、弥生期になり、農耕技術が発達するに伴い、森林を焼き払い、耕地、特に水田を開墾し定着した農耕生活が始まった。これに伴い、平地の森林は次第に減少し、耕地に変わつていった。しかし、この減少も大規模なものではなく、3～4世紀頃までは、まだ森林が豊富にあった。

4世紀以降、人口の増加に伴い、開墾が増大し、また、文化の発展によって各種の木材の消費が増大し、政治や文化の発達した地域では、次第に森林が減少してきた。

これに伴って、森林の保護の必要性が認識されて、7世紀頃から、すでに森林保全のためのいろいろな禁制が記録されている。

例えば、農地保全を目的としたものとしては677年及び793年の畿内山野伐採禁止が、用材の保存を目的としたものとしては710年の畿内山野伐採禁止、818年の近近国比良山の禁伐が、土砂の流出防止及び水源かん養を目的としたものとしては806年の山城国大井山の禁伐が記録されている。また、風致の保存を目的としたものとしては798年の平安京周辺の山野守護、841年の大和国春日山の禁伐、863年の大和国般若寺境内林の禁伐などが記録されている。

一方、大和時代には「鳥取部」、「鳥飼都」、「鷹甘都」が設けられ、また、奈良時代には鷹・鶲の飼養などが禁止された。平安時代、大原に「禁野（シメノ）」を設けて一般の獵を禁止し、天皇専用の鷹狩場を作ったことは、結果としてその地域での野生鳥獸を保

護することとなったため鳥獣保護制度の始まりと評価されている。また、これらの時代には、仏教思想の影響の下に、度々殺生禁断の令が出されている。

2) 中世(鎌倉～安土桃山)

その後も、増加する人口の圧力、文化の進展、あるいは荘園制、封建制といった社会経済体制の変化、さらには南北朝・室町・戦国時代に及ぶ長い戦乱は、森林の伐採を促進し、このため当時の文化の中心であった近畿、東海、山陽地方の山地の荒廃が進んでいった。その結果、近郊からの用材調達が困難となり、伊勢神宮の式年遷宮用材、京都方広寺大仏殿造営用材等が、木曽谷、屋久島等遠隔地から調達されるようになった。

しかしこの時代においても、社寺境内林の保護については、上代における禁伐の制度が持続された。しかし、これ以外にはみるべき森林保全の措置はほとんどなく、山地の荒廃に伴って増大した洪水に対しても、戦国時代河川の下流部に対する治水工事は行なわれたが、上流地帯の森林の保護にはあまり意が注がれなかつたようである。

3) 近世(江戸)

長い戦乱による荒廃のあとを受けて、江戸時代になると、その復興や産業の発展など木材需要が増大したこと、封建制度の財政基盤である農業の進展を図ることなどにより、森林の開墾や伐採が進められた。

一方、農業生産を発展させるためには、肥料用の草、家畜の飼料などの供給源として森林を保護しておく必要があった。また、災害防除などのためにも水源かん養林、砂防林、防風林などの保安林的な森林を必要とした。

また、商品貨幣経済の発展に伴い、各藩においても産業経営により財政の基盤を確保しようとして多くの藩が財政源として木材を取上げ、その供給源としての森林を重視するようになってきた。

このようなことを背景に、木材供給源の確保と農業生産の保護とを主たる目的に、森林の保護を図ろうとする諸法度の制度実施の動きが徳川幕府や藩において現れた。

幕府は、用材の確保のみならず、戦国時代から続いた山林の荒廃に対処するため、1645年幕府が諸国の濫伐を禁止したこと、1666年山川淀を定め、水源地の根株の掘り取り禁止、砂防植栽の奨励等の施策を講じたことなど、水源地帯の山地の伐採禁止を定めている。また、1680年代天和年間、水源地帯の治山対策として、水源地帯の山地についての公有林、私有林のいかんを問わず、必要に応じて伐木を禁止した。

いくつかの藩においても、法度を制定し、森林の伐採を禁止した。例えば、1665年に尾張藩が木曽山を留山とし、1690年には高知藩がスギ、ヒノキ等を留木としたが、そのほかにも各藩において御留山、御停止山、水国山などの名を付し、禁伐林を定めている。

さらに、江戸時代の中期ころから、人工造林を行って森林を造成し、林木の利用を行うという保続的作業形態の積極的林業経営が各地で見られるようになった。さらに、保安林的意義を有する森林についても、藩によっては従来の森林の保存にとどまらず、積極的に造成し保持するようになった。

しかし、江戸時代は一般の施政と同様、林政区域も領主ごとに異なり、林政機関や林政内容を別にしていた関係もあって、森林保全の施策も全国的にわたって統一的には行われず、その統一的な政策は明治時代にはいってからであった。

(2) 明治から第2次世界大戦まで

明治維新を境として、わが国ははじめて政治の中央集権制度が成立し、近代統一国家の形を整えることとなった。これにより、各施政分野の規定は体系的に統一された。

江戸時代にはほぼ一定であった人口（約2,600万人前後）は明治時代以降急激に増大した。このような人口増大の圧力や文明開化による生活水準の向上、あるいは科学技術の進歩による各種産業の著しい発展などが、近代日本の森林保護、自然保護施策を促進させた。

まず、明治30年に森林法が制定されたが、第2章「営林ノ監督」において、公有林及び社寺有休が経済の保続を損じ、または荒廃のおそれあるとき、及び私有林が荒廃のおそれあるときは主務大臣が営林の方法を指定することができること等が規定された。また、森林開墾は政府知事の許可を必要とし、国土保全上危害を認めるときは主務大臣はあらかじめ箇所を指定してこれを禁ずることができることとされた。また、第3章「保安林」により、①土砂崩壊流出の防備、②飛砂の防備、③水害風害潮害の防備、④墜石の危険防止、⑤水源涵養の必要など直接人畜の危険防止に関するもののほか、⑥魚附、⑦航行目標、⑧公衆衛生、⑨社寺名所または旧跡の風致に関するなど間接的効用をねらった箇所の保安林編入を規定し、保安林制度が生まれた。この法律は昭和26年に旧法の廢止、新法の制定という形で全面改正され、今日に至っている。

また、国有林の経営の方針については、明治24年の「施業案編成心得」により保続を原則とする旨が示され、明治32年には「国有休経営及び整理の方針」により「永遠保続の利用を目的」とすることが明確化され、伐採・造林等の森林全般の取扱いについての計画である施業を通じてその目的を達成することとされた。その後、大正3年の「国有林施業案規定」により、目的に「国土の保安その他公益を保持する」ことが加えられた。

大正4年、国有林は、獨白に山林局長通牒により、保護林制度を定めた。保護林制度は、次に該当する国有林について「特別ノ保護ヲ加フル」ものであり、国有林のみに適用される制度であるが、大正8年の「史蹟名勝天然記念物保存法」や昭和6年の「国立公園法」に先駆けた制度である。

- ① 原生林又ハ之ニ準スヘキ林相ヲ有スル森林若ハ其ノ他ノ箇所ニシテ学術又ハ森林施業上ノ考証トシテ必要ナルモノ
- ② 汽車汽船其ノ他主要ナル道路又ハ地点ヨリ望見シ得ル林分ニシテ著名ナル勝景地ノ風致ヲ保持助長スルカ為必要ナルモノ
- ③ 名所旧蹟ノ風致ヲ保持助長スルカ為必要ナルモノ
- ④ 公衆ノ享楽地又ハ将来公衆ノ享楽地トナルヘキ見込充分ナル箇所ノ風致ヲ保持助長スルカ為必要ナルモノ
- ⑤ 旧記伝説ニ依ル名木及未タ人口ニ膾炙セサルモ其形態、大サ、樹齢又ハ樹種等二於テ

名木ニ準スヘキモノニシテ風致又ハ学術ノ考証上必要ナルモノ

- ⑥ 高山植物ノ生育セル区域ニシテ学術ノ研究上必要ナルモノ
- ⑦ 学術研究又ハ其ノ他ノ目的ニ依リ保護ヲ要スル鳥獸ノ蓄殖上必要ナルモノ
- ⑧ 医薬又ハ工業用ノ特種ノ植物及学術又ハ經濟上最必要ナル土石ノ保存若ハ淡水生動物
養殖上必要ナルモノ

天然記念物については、明治44年に天然記念物保存の建議が帝国議会を通過したが、制度として史蹟名称天然記念物保存法が制定されたのは大正8年であった。

一方、明治50年記念大博覧会に向けて国立公園の制度化が検討され、大正11年に内務省は全国16箇所の国立公園候補地を選定したが、関東大震災等の影響で具体化は進まなかった。その後、国際観光による外貨の獲得や、地方の観光開発の気運が大きくなり、昭和6年に至って国立公園が法制化された。

(3) 戦後の動き

戦前に制定された森林法、史蹟名勝天然記念物保存法、国立公園法、狩猟法は、戦後それぞれ、改正森林法（昭和26年）、文化財保護法（昭和32年）、自然公園法（昭和32年）、鳥獸保護及狩猟ニ関スル法律（昭和38年）として衣替えし、以降今日に至るまで各々の目的に従って森林さらには自然環境の保全形成に機能している。

一方、民間において自然保護の動きが戦後になると色々と現れる。まず、尾瀬が原の電力開発問題を契機として昭和24年に尾瀬保存期成同盟ができ、これが発展して日本自然保護協会が昭和26年に発足した。昭和40年代前半からの水俣病、四日市の大気汚染などの公害問題の激発にみられるように、これまでの景勝他の景観の保護や、自然保護思想の普及を主要な対象としたものに加え、具体的な自然破壊を防止するための行動として全国的規模で広がり、一般市民への積極的な署名活動、機関誌（紙）の発行、関係行政機関への働きかけ等を行った。

昭和36年に日本学術会議に自然保護研究連絡委員会ができた。そして、日本学術会議は、昭和40年に「自然保護について」の勧告を内閣総理大臣に提出し、10箇所の自然林保護地域案が資料として付された。さらに6年後には「自然保護法の制定について」という同様の勧告が提出された。昭和40年代後半に入ると、公害現象の深刻化等を契機に、人間生活に対する積極的な侵害としての公害問題以外にも、生活環境を含むすぐれた自然、景観や文化的遺産が観光開発、産業開発の進行の中で減少していることが大きな問題となるに至った。このような中で、日本学術会議の勧告や、他方公共団体による自然保護条令の制定がみられたことなどもあり、昭和47年に自然環境保全法が制定された。

(4) 道路開設の見直し

昭和47年度の自然環境保全に関して講じた施策には、個別な事案として、道路建設について次のような施策がされている。

「自然公園内における道路新設による自然状態の改変は、道路の新設工事に伴う直接的な地形、植生にとどまらず、自動車利用の増大等により2次的な自然景観の破壊をもたらす。

これらの原因としては、自然の改変の復元可能性についての事前調査あるいは、解析を行なわないまま、路線を選定し、あるいは工法、アフターケア、修景、造園工事等に対して、配慮を欠いたことなどが考えられる。したがって道路の新設の取扱いについては、事前調査を十分に行ない、路線および工法の決定等にあたっては、自然破壊をもたらさないよう充分起業者を指導のうえ、新設の諾否を決定することが要請されている。」

また、自然公園内の車道の再検討をすることとした。

国立公園および国定公園内の各地において車道の建設によりすぐれた自然が破壊されていることが問題となったことにかんがみ、環境庁としては、全国的に自然公園内の車道の実情を調査し、今後とるべき措置等について再検討を実施した。

道路問題の発端となったものは、日光国立公園尾瀬地区(群馬県)で建設が進められていた車道であるが、尾瀬は学術上も貴重な地域であることから、この道路計画の再検討を行なった。

ついで、八ヶ岳中信越高原国定公園のヴィーナスラインが問題となった。この道路は、すでに約50kmが開通しているが、路線を変更するよう長野県に対して指導を行なった。

さらに、46年度に全国各地で新設を予定されていた車道についても再検討を実施し、自然保護上、あるいはレクリエーション環境の保持上支障が認められたものについては承認しないこととし、自然保護上重要な地域を迂回させる等、路線の部分変更をさせ、あるいは工法の再検討を指示したうえ、承認した。

一方、すでに工事を完了している車道のうちにも、石鎚スカイライン(愛媛県)、富士スバルライン(山梨県)等、沿線の立木は枯死し、あるいは崩落した土石が渓谷や周辺の森林に流出し、沿線の自然が著しく破壊されてしまったものが認められたので、これらについては、関係県に対して緑化復元等の対策を講じるよう強く指導した。」といい、自動車道の開通には自然保護の観点から見直しをした。(環境白書)

(5) 林道開設にかかる残土処理と伐採規制運動

同じくこの頃より林道の開設についても同じような問題が各地で取り上げられ、特にスーパー林道の問題が取り上げられた。

(6) 自然保護団体の活動活発化

昭和40年後半に入ると経済の高成長による工業の発展、国土開発の進展、人口の都市への集中などから、水需要の急増、都市を中心とする生活環境の急速な悪化や公害問題が発生し、人間生活と自然の調和を図る動きが高まってきた。今まで、経済の拡大期には見失われていた国土保全、水源かん養、自然環境の保全・形成等、森林の持つ公益的な機能に対する関心が急速に高まってきた。森林整備もこれに対応して経済機能との均衡を図りつつ森林の公益的機能の発揮する方向に転換して行った。

昭和48年改訂された森林計画は、森林の有する多面的機能に対する社会要請に対応して森林資源がその機能を総合的かつ高度に発揮させることを指向することを大綱に掲げ、国有林においても昭和48年に「国有林における新たな森林施業について」が定められた。

(7) 生物多様性理論の活発化

近年、生物多様性の問題が環境問題の中で発生してきた。

「生物多様性」とは、自然生態系を構成する動物、植物、微生物など地球上の豊かな生物種の多様性とその遺伝子の多様性、そして地域ごとの様々な生態系の多様性をも意味する包括的な概念である。そして、地球の生態系の中では生物が刻一刻と生まれ、死に、エネルギーが流れ、水や物質が循環しているが、こうした自然界の動きも視野に入れた考え方である。生物多様性は遺伝子、種、生態系の3つのレベルでとらえられることが多い。

(平成8年環境白書)

森林においても昭和55年をピークにした木材価格が急落し、森林の伐採も急速に減少して、戦後植栽した拡大造林が針葉樹が大部分で単一な森林であるため、そこに棲息、成育する動植物の多様性の問題が言われるようになった。

(8) 生態系保全思想の浸透

土地の形質の変更や工作物の設置にともなって森林地帯に棲息、成育する動植物の生活環境を変化させることが多く、そこに棲息、成育している動植物の生態系を出来るだけ変化させない生態系保全の思想が浸透してきた。道路、その他開発行為をする場合においてもその思想を取り入れた手法をとる必要がある。近年は、これらの保全を図る対策が義務づけられることが多い。

参考文献

- 1) 森林・林業白書
- 2) 環境白書
- 3) 民有林森林整備施策のあらまし
- 4) 民有林林道のあらまし
- 5) 民有林治山事業のあらまし
- 6) 森林・林業と自然保護－新しい森林保護管理のあり方－ 日本林業調査会
- 7) 技術基準(山地治山編、保安林整備編)
- 8) 森林・林業(林業)統計要覧
- 9) 国有林野事業統計
- 10) 砂防事業概要 (国土交通省)

治山技術基準の手引き

(山地治山編)

平成 24 年 1 月
森林保全・管理技術委員会

はじめに

1 手引きの目的

治山事業については、平成 21 年 6 月に技術基準の改訂が行われ、平成 21 年 10 月に社団法人日本治山治水協会から「平成 21 年版 治山技術基準解説 総則・山地治山編」が出版された。

これにより、治山技術基準について一応の解説・参考が記述されているが、実際に調査・測量・設計を行うには、具体的な基準の基礎に流れているもの、基準になつたいきさつ、一般的な数値の取り方及び具体的な設計や安定計算等を実際の事例を示して、治山の調査・設計・測量の技術基準に沿った最小限度の技術的な判断が可能となるようになることが必要であり、このため、このたび「治山技術基準の手引」を策定したところである。

この手引きは、森林保全・管理技術研究会における「森林保全・管理技術部会」委員会（委員長 北原 曜）が治山技術者の参考となるよう取りまとめたもので、治山技術基準に関する公式見解を示すものではないことをお断りしておく。

2 対象者等

2-1 対象者

- ① 森林土木の調査・設計・測量を行うコンサルタント等の初級職員
- ② 森林管理局署、都道府県職員、市町村職員で、森林土木の事業に携わる初級職員
- ③ その他治山技術基準に基づいて森林土木に関する調査・設計・測量を行う者

2-2 内容

この手引きの内容水準としては、技術者が初めて治山の調査設計等を行う場合にあってもこの手引きを活用することにより最小限度の知識の習得が可能となり、このことにより成果品の品質を保つことができ、一方、発注機関側としては、成果品の受け取りの場合に基準に沿ってチェックが可能となる程度の内容としたところである。

具体的には、最も一般的な係数等の数値を入れた事例や図面を示して、それぞれに「説明」を加え設計等にあたっての参考になるようにしたところである。

3 手引きの使い方

この手引きは、平成 21 年 10 月の（社）日本治山治水協会「平成 21 年版 治山技術基準解説 総則・山地治山編」を基にし、同協会の了解を得て、同編のページを示し説明を加えており、同編を参照することによってより知識が習得しやすくなるように配慮したところである。同編の申込先は、次のとおりです。

（社）日本治山治水協会 東京都千代田区永田町 2-4-3

TEL 03-3581-2288 FAX 03-3581-1410

目 次

第2編 山地治山事業

第1章 (p11) 事業の定義及び目的.....	1
第2章 (p13) 調査.....	2
第1節 (p13) 総説.....	2
1－1 (p13) 調査項目等	2
1－2 (p14) 調査の手順	2
第2節 (p15) 地形調査.....	4
2－1 (p15) 総説	4
2－2 (p15) 予備調査	4
2－3 (p18) 地形計測	4
2－3－1 (p18) 総説	4
2－3－2 (p20) 高度の計測	4
2－3－3 (p21) 起伏量の計測	5
2－3－4 (p22) 谷密度の計測	5
2－3－5 (p24) 傾斜の計測.....	5
2－3－6 (p24) 断面形の計測	6
2－3－7 (p26) 方位の計測	6
2－4 (p26) 空中写真判読.....	6
2－5 (p27) 現地踏査.....	6
2－6 (p28) 取りまとめ.....	6
第3節(p28) 土質、地質調査	7
3－1 (p28) 総説	7
3－2 (p30) 予備調査	8
3－3 (p31) 現地踏査	8
3－4 (p31) 物理探査	8
3－5 (p32) ボーリング調査	9
3－6 (p33) サウンディング調査	9
3－7 (p34) 地下水調査	9
3－8 (p34) 土質試験	9
3－9 (p35) 取りまとめ	10
第4節(p36) 土壌調査	10
4－1 (p36) 総説	10
4－2 (p39) 予備調査	11
4－3 (p44) 現地調査	11

4－4 (p46) 土壌断面調査	11
4－5 (p48) 取りまとめ	11
第5節(p48) 林況、植生調査	11
5－1 (p48) 総説	12
5－2 (p49) 予備調査	12
5－3 (p50) 林相調査	12
5－4 (p51) 森林調査	12
5－5 (p52) 植物社会学的な植生調査	13
5－6 (p53) 成長量調査	13
第6節(p54) 気象調査	13
6－1 (p54) 総説	13
6－2 (p55) 降水量の調査	13
6－3 (p55) 気温の調査	14
6－4 (p58) 風の調査	14
6－5 (p58) 気象調査資料の補正	14
6－6 (p61) 現地における気象調査	15
6－7 (p61) 取りまとめ	15
第7節(p62) 水文調査	15
7－1 (p62) 総説	15
7－2 (p62) 水文資料の選定及び収集整理	15
7－3 (p63) 水文量の生起確率の解析	15
7－3－1 (p64) 再現期間及び確率水文量	16
7－3－2 (p65) 確率水文量計算	16
7－4 (p69) 流出解析	16
7－4－1 (p69) 資料調査	16
7－4－2 (p70) 洪水流出解析	16
7－4－3 (p70) 長期流出解析	16
7－5 (p70) 洪水流出量の計算	16
7－6 (p79) 流量調査	18
7－7 (p84) 取りまとめ	18
第8節(p85) 荒廃現況調査	18
8－1 (p85) 総説	18
8－2 (p85) 予備調査	20
8－3 (p86) 侵食量調査	20
8－4 (p87) 崩壊地調査	20
8－4－1 (p88) 崩壊地分布調査	21

8－4－2 (p90) 要因調査	21
8－4－3 (p91) 動態調査	21
8－4－4 (p91) 形態調査	21
8－4－5 (p93) 植生調査	22
8－4－6 (p94) 土砂量調査	22
8－5 (p94) 荒廃渓流調査	23
8－5－1 (p95) 荒廃渓流の分布・規模調査	23
8－5－2 (p95) 要因調査	23
8－5－3 (p96) 動態調査	23
8－5－4 (p96) 土砂量調査	23
8－6 (p97) 落石荒廃地調査	24
8－6－1 (p97) 落石荒廃地の分布・範囲調査	24
8－6－2 (p98) 要因調査	24
8－6－3 (p101) 形態調査	24
8－6－4 (p102) 動態調査	24
8－6－5 (p106) 植生調査	24
8－7 (p106) 取りまとめ	24
第9節(p107) 荒廃危険地調査	24
9－1 (p107) 総説	24
9－2 (p108) 崩壊発生の推定	25
9－2－1 (p108) 崩壊発生要因の調査	25
9－2－2 (p109) 山腹荒廃危険地の推定	25
9－2－3 (p110) 崩壊面積及び崩壊土砂量の推定	25
9－2－4 (p111) 崩落等の影響範囲の推定	25
9－3 (p111) 土石流発生の推定	25
9－3－1 (p111) 土石流発生要因の調査	25
9－3－2 (p113) 土石流の危険性の推定	25
9－3－3 (p114) 流出土砂量等の推定	26
9－3－4 (p115) 土石流の影響範囲の推定	26
9－4 (p115) 流木発生の推定	26
9－5 (p116) 取りまとめ	26
第10節(p116) 環境調査	26
10－1 (p116) 総説	26
10－2 (p117) 調査の種類	26
10－3 (p117) 自然環境調査	27
10－3－1 (p117) 植物調査	27

1 0 – 3 – 2 (p118) 動物調査	27
1 0 – 3 – 3 (p120) 水質環境調査	27
1 0 – 4 (p120) 自然景観調査	27
1 0 – 5 (p121) 取りまとめ	27
1 0 – 6 (p121) 総合解析	27
第11節(p122) 社会的特性調査	27
1 1 – 1(p122) 社会環境調査	27
1 1 – 2(p122) 法令・規制等調査	28
1 1 – 3(p124) 防災施設等調査	28
第3章(p125) 山地治山計画の基本方針	29
第1節(p125) 計画の基本理念	29
第2節(p125) 計画規模	29
第3節(p126) 山地治山計画の策定	29
3 – 1 (p126) 基本的考え方	29
3 – 2 (p128) 山地治山計画の具体的方針	36
3 – 2 – 1 (p128) 山地治山計画において計画すべき内容	37
3 – 2 – 2 (p129) 荒廃地の復旧等の計画	39
3 – 2 – 3 (p135) 土石流等対策	39
3 – 2 – 4 (p136) 山腹荒廃危険地対策	40
3 – 2 – 5 (p136) ソフト対策との連携	40
3 – 2 – 6 (p137) 環境の保全・形成への寄与	40
第4章(p139) 溪間工の設計	43
第1節(p139) 測量	47
1 – 1 (p139) 測量の範囲	47
1 – 2 (p139) 測量の種類	47
1 – 2 – 1 (p140) 平面測量	47
1 – 2 – 2 (p141) 縦断測量	48
1 – 2 – 3 (p142) 横断測量	49
第2節(p143) 設計	49
2 – 1 (p143) 溪間工設計の基本的考え方	49
2 – 2 (p144) 溪間工の工種	50
第3節(p145) 治山ダム工	50
3 – 1 (p145) 治山ダムの目的	50
3 – 2 (p145) 治山ダムの型式及び種別の選定	51
3 – 3 (p149) 治山ダムの位置	52
3 – 3 – 1 (p149) 治山ダムの位置の条件	53

3－3－2 (p150) 合流点付近の治山ダムの位置	53
3－3－3 (p150) 階段状治山ダムの位置	53
3－4 (p151) 治山ダムの方向	54
3－5 (p153) 治山ダムの計画勾配	54
3－6 (p155) 治山ダムの高さ	54
3－7 (p158) 治山ダムの放水路	56
3－7－1(p158) 治山ダムの放水路の位置	56
3－7－2(p160) 治山ダムの放水路の形状	56
3－7－3(p160) 治山ダムの放水路断面	57
3－7－4(p161) 治山ダム設置位置の計画高水流量	57
3－7－5 (p162) 治山ダムの放水路の下長	57
3－7－6 (p163) 治山ダムの放水路の高さ	58
3－7－7 (p167) 治山ダムの放水路の保護	59
3－8 (p167) 治山ダムの袖	59
3－8－1 (p167) 治山ダムの袖	59
3－8－2 (p168) 治山ダムの袖天端	59
3－8－3 (p169) 屈曲部の治山ダムの袖高	60
3－9 (p170) 治山ダムの断面	60
3－9－1 (p170) 重力式治山ダムの断面決定	60
3－9－1－1 (p170) 重力式治山ダムの下流のり	60
3－9－1－2 (p171) 重力式治山ダムの天端厚	61
3－9－1－3 (p172) 重力式治山ダムの安定計算に用いる荷重	61
3－9－1－4 (p179) 重力式治山ダムの安定条件	66
3－9－2 (p184) アーチ式治山ダムの断面決定	66
3－9－3 (p185) 枠式治山ダムの断面決定	66
3－9－4 (p187) バットレス式治山ダムの断面決定	66
3－9－5 (p188) スリット式治山ダムの断面決定	67
3－9－6 (p189) その他の型式の治山ダムの断面決定	68
3－10 (p189) 治山ダムの基礎	68
3－10－1 (p189) 治山ダムの基礎地盤	68
3－10－2 (p189) 治山ダム基礎の根入れ	69
3－10－3 (p190) 治山ダムの間詰等	69
3－10－4 (p192) 治山ダムの基礎の処理	69
3－10－4－1 (p192) 治山ダムの杭基礎	70
3－10－4－2 (p193) 治山ダム基礎のパイピング等の防止	70
3－11 (p197) 治山ダムの水抜き	70

3－1 2 (p198) 治山ダムの洗掘防止	71
3－1 2－1 (p199) 副ダムによる洗掘防止	71
3－1 2－1－1 (p199) 副ダムの構造	71
3－1 2－1－2 (p199) 本ダムと副ダムの重複高	71
3－1 2－1－3 (p200) 本ダムと副ダムの間隔	71
3－1 2－2 (p202) 水叩きによる洗掘防止	72
3－1 2－2－1 (p202) 水叩きの長さ	72
3－1 2－2－2 (p203) 水叩きの厚さ	72
3－1 2－2－3 (p205) 水叩きの勾配	72
3－1 2－2－4 (p205) 水叩きの垂直壁	72
3－1 2－3 (p206) 治山ダムの側壁	72
3－1 2－3－1 (p207) 側壁の高さ	73
3－1 2－3－2 (p207) 側壁の基礎と天端	73
3－1 3 (p208) 治山ダムの伸縮継目	73
3－1 4 (p209) 水平打継目	74
第4節(p210) 護岸工	74
4－1 (p210) 護岸工の目的	75
4－2 (p211) 護岸工の種別	75
4－3 (p212) 護岸工の位置等	75
4－4 (p213) 護岸工の天端高	76
4－5 (p214) 護岸工の構造	76
4－6 (p216) 護岸工の取り付け	76
4－7 (p216) 護岸工の基礎	77
4－7－1 (p216) 護岸工の基礎の根入れ深	77
4－7－2 (p217) 護岸工の基礎の洗掘防止	77
4－7－3 (p218) 護岸工の基礎の処理	77
第5節(p218) 水制工	77
5－1 (p218) 水制工の目的	77
5－2 (p218) 水制工の種別	77
5－3 (p219) 水制工の位置	78
5－4 (p220) 水制工の方向	78
5－5 (p221) 水制工の形状	78
5－6 (p222) 水制工の長さ及び間隔	78
5－7 (p222) 水制工の高さ	78
第6節(p224) 流路工	78
6－1 (p224) 流路工の目的	78

6－2 (p224) 流路工の法線	79
6－3 (p225) 流路工の縦断形	79
6－4 (p226) 流路工の渓床	79
6－5 (p228) 流路工における計画勾配の変化点及び落差	79
6－6 (p229) 流路工の横断形	80
6－6－1 (p230) 流路工の計画断面	80
6－6－2 (p230) 流路工の計画高水流量	80
6－6－3 (p230) 流路工における護岸工の天端高	80
6－6－4 (p232) 流波路工の曲流部の構造	80
6－7 (p234) 流路工における構造物相互の関連等	80
6－7－1 (p234) 流路工の護岸工と治山ダムの取り付け	80
6－7－2 (p235) 流路工における床固工及び帶工の構造等の選定	80
6－7－3 (p237) 流路工における護岸工の構造等の選定	81
6－7－4 (p237) 流路工における護岸工と床固工、帶工との取り付け	81
6－7－5 (p240) 流路工における底張り等の厚さ	81
第5章(p241) 山腹工の設計	82
第1節(p241) 測量	83
1－1 (p241) 測量の範囲	83
1－2 (p241) 測量の種類	83
1－2－1 (p241) 平面測量	83
1－2－2 (p242) 縦断測量	86
1－2－3 (p243) 横断測量	86
第2節(p244) 設計	86
2－1 (p244) 山腹工設計の基本的考え方	86
2－2 (p246) 山腹工の工種	87
第3節(p249) 山腹基礎工	88
3－1 (p249) 山腹基礎工の目的	88
3－2 (p249) のり切工	88
3－2－1 (p249) のり切工の目的	88
3－2－2 (p250) のり切の勾配	88
3－2－3 (p250) のり切土砂の安定	89
3－3 (p251) 土留工	89
3－3－1 (p251) 土留工の目的	89
3－3－2 (p252) 土留工の種別	89
3－3－3 (p252) 土留工の位置及び高さ	90
3－3－4 (p253) 土留工の方向	91

3－3－5 (p254) 土留工の断面	91
3－3－5－1 (p254) 土留工の安定計算に用いる荷重	91
3－3－5－2 (p259) 土留工の安定性の検討	92
3－3－6 (p264) 土留工の水抜き	92
3－3－7 (p265) 土留工の裏込め	93
3－3－8 (p266) 土留工の伸縮継目	93
3－3－9 (p266) コンクリート土留工	93
3－3－10 (p267) 鉄筋コンクリート土留工	94
3－3－11 (p269) 練積土留工及び空積土留工	94
3－3－12 (p270) 枠土留工	95
3－3－13 (p271) 鉄線かご土留工	95
3－3－14 (p272) 丸太積土留工	96
3－4 (p273) 埋設工	96
3－4－1 (p273) 埋設工の目的	96
3－4－2 (p274) 埋設工の種別及び構造	96
3－5 (p275) 水路工	96
3－5－1 (p275) 水路工の目的	96
3－5－2 (p276) 水路工の種別	97
3－5－3 (p277) 水路工の配置	97
3－5－4 (p278) 水路工の平面線形	97
3－5－5 (p278) 水路工の縦断線形	97
3－5－6 (p279) 水路工の通水断面	98
3－5－7 (p279) 水路工の1スパンの長さ	98
3－5－8 (p280) 水路工の水路受け	98
3－6 (p281) 暗きよ工	98
3－6－1 (p281) 暗きよ工の目的	98
3－6－2 (p282) 暗きよ工の配置	99
3－6－3 (p282) 暗きよ工の勾配	99
3－6－4 (p283) 暗きよ工の構造等	99
3－6－5 (p284) 暗きよ工の目詰まり防止	99
3－6－6 (p285) 暗きよ工の1スパンの長さ	99
3－6－7 (p285) 集水後の処理	99
3－7 (p286) のり枠工	99
3－7－1 (p286) のり枠工の目的	99
3－7－2 (p287) のり枠工の種別	101
3－7－3 (p288) のり枠工の構造	101

3－7－3－1 (p288) のり枠工の構造の決定	102
3－7－3－2 (p288) のり枠工の安定性の検討	102
3－7－4 (p291) プレキヤストのり枠工	102
3－7－5 (p292) 現場打ちコンクリートのり枠工	102
3－7－6 (p292) 吹付コンクリート（モルタル）のり枠工	102
3－8 (p293) グランドアンカー工	102
3－8－1 (p293) グランドアンカー工の目的	103
3－8－2 (p293) グランドアンカー工の構造	103
3－8－3 (p295) グランドアンカー工の配置、打設角度	103
3－8－4 (p297) グランドアンカー工の安定性の検討	103
3－9 (p297) 補強土工	103
3－10 (p299) 張工	103
3－10－1 (p299) 張工の目的	103
3－10－2 (p300) 張工の種別	104
3－11 (p301) モルタル（コンクリート）吹付工	104
3－11－1 (p301) モルタル（コンクリート）吹付工の目的	104
3－11－2 (p302) モルタル（コンクリート）吹付工の構造	104
第4節(p304) 山腹緑化工	104
4－1 (p304) 山腹緑化工の目的	104
4－2 (p305) 緑化基礎工	105
4－2－1 (p305) 緑化基礎工の目的	105
4－2－2 (p306) 柵工	105
4－2－2－1 (p306) 柵工の目的	105
4－2－2－2 (p307) 柵工の細別	105
4－2－3 (p309) 筋工	105
4－2－3－1 (p309) 筋工の目的	105
4－2－3－2 (p309) 筋工の細別	106
4－2－4 (p311) 伏工	106
4－2－4－1 (p311) 伏工の目的	106
4－2－4－2 (p311) 伏工の細別	106
4－2－5 (p312) 軽量のり枠工	106
4－2－5－1 (p312) 軽量のり枠工の目的	106
4－2－5－2 (p313) 軽量のり枠工の細別	106
4－3 (p314) 植生工	106
4－3－1 (p314) 植生工の目的	107
4－3－2 (p314) 実播工	107

4－3－2－1 (p314) 実播工の目的	107
4－3－2－2 (p315) 実播工の細別	107
4－3－2－3 (p316) 斜面実播工	107
4－3－2－4 (p317) 航空実播工	107
4－3－2－5 (p317) 機械吹付工	108
4－3－2－6 (p320) 種子の種類及び組み合わせ	108
4－3－2－7 (p323) 播種量	109
4－3－2－8 (p328) 播種の時期	109
4－3－3 (p329) 植栽工	109
4－3－3－1 (p329) 植栽工の目的	109
4－3－3－2 (p330) 植栽計画	109
4－3－3－3 (p331) 植栽時期及び方法	109
4－3－3－4 (p332) 植栽樹種	110
4－3－3－5 (p333) 植栽本数	110
4－3－3－6 (p333) 施肥	110
4－3－4 (p334) 保育・管理	110
第5節(p335) 落石防止工	110
5－1 (p335) 落石予防工	110
5－1－1 (p335) 落石予防工の目的	110
5－1－2 (p336) 斜面切取工	110
5－1－3 (p336) 転石整理工	110
5－1－4 (p337) 被覆工	111
5－1－5 (p338) 固定工	111
5－1－6 (p339) 根固工	111
5－2 (p339) 落石防護工	111
5－2－1 (p339) 落石防護工の目的	111
5－2－2 (p340) 落石防護工の種別	112
5－2－3 (p341) 落石防護工の位置	112
5－2－4 (p341) 落石防護工の高さ	112
5－2－5 (p343) 落石防護工の断面	112
5－2－5－1 (p343) 落石防護工の安定計算に用いる荷重	112
5－2－5－2 (p346) 落石防護工の安定性の検討	112
5－3 (p351) 森林造成	112
5－3－1 (p351) 森林造成の目的	112
5－3－2 (p351) 植栽工	113
5－3－3 (p352) 保育・管理	113

巻末参考資料

1 溝間工の設計図面例	114
2 コンクリート治山ダムの安定計算例	118
(1) コンクリート治山ダムの安定計算例	118
(2) 地震を考慮した治山ダムの安定計算例	120
(3) 土石流流体力を考慮した治山ダムの安定計算例	123

注：(p11)等は平成21年度版「治山技術基準解説 総則・山地治山編」(社)日本治山治水協会発行のページである。

第2編 山地治山事業

第1章(p11) 事業の定義及び目的

山地治山事業は、荒廃山地を復旧、整備する復旧治山、山地の荒廃を未然に防止するための予防治山等の総称である。

山地治山事業は、治山施設の適切な配置と森林の整備により、災害の防止と軽減を図るとともに水源のかん養に資することを目的とする。

p11の[解説]の説明

山地治山事業は、森林法第41条に規定する「保安施設事業」であり、「第25条第1項第1号から7号までに掲げる目的を達成するために行う森林の造成事業又は森林の造成若しくは維持に必要な事業」と規定している。

第25条第1項の第1号から7号までに掲げる目的とは次のとおりである。

- 一 水源のかん養
- 二 土砂の流出の防備
- 三 土砂の崩壊の防備
- 四 飛砂の防備
- 五 風害、水害、潮害、干害、雪害又は霧害の防備
- 六 なだれ又は落石の危険の防止
- 七 火災の防備

山地治山事業は、このうち1号から3号、5号のうち水害、6号のうち落石について行う事業である。

これらの保安林の目的を達成するための治山施設を適切に配置し、森林基盤を整備して森林造成等を通じて災害の防止と軽減を図るとともに水源のかん養等に資することを目的とするものである。

第2章(p13) 調査

第1節(p13) 総説

山地治山事業の計画、設計に当たっては、事業の目的、内容等に適応した調査を計画的に実施しなければならない。

p13の[解説]の説明

- (1) 治山事業においては、森林法第4条5項による「森林整備保全事業計画」に基づいた計画的に推進することとしているほか、国有林では全流域に対して「流域別調査」を実施しており、また、国有林及び民有林においては、「全体計画」を立てて実施している。解説の「計画全体が整合性をもつもの」とは、これらの計画と単年度実施するものの整合性を取る必要があるということである。
- (2) 概況調査として、予備調査、現地調査、自然的条件調査（地形・地質・土壌等調査、気象調査、林況・植生調査、水文調査）、火山特性調査、環境調査、社会的特性調査、防災施設等の調査があるが、調査の方法、内容及び結果は次の点に留意して報告する必要がある。
 - ① 調査目的を踏まえた調査とする。
 - ② 現地調査を十分に行い、現地の実態を十分に把握し、現地の特性を表した調査とする。
 - ③ 文献・資料調査で終始しない。
 - ④ 一般論ないし広域的な説明としない。
 - ⑤ 計画の根拠を示す調査とする。
- (3) 良い成果を作成するために、現地調査で現地を十分に掌握する。すなわち、当該地域の地勢・地質・その他自然条件、社会的条件を知った上で調査結果を報告する。過去の知識、他所での経験等から「当該地域がどういう位置付けであるか」ということを判断した上で、諸計画の樹立に役立たせる。

1-1(p13) 調査項目等

山地治山事業の計画、設計に必要な調査項目及び調査方法は、事業の目的に応じて選択するものとする。

1-2(p14) 調査の手順

調査は、原則として、予備調査により概略的な把握を行い、必要に応じて、詳細な現地調査を行うものとする。

また、調査結果を総合的に検討して、計画及び設計に必要な基礎資料を取りまとめる。

p14の[解説]の説明

現地調査は、基準で「必要に応じて」となっているが、調査の大部分が計画の立案、施

設等の計画設計であるので、原則として現地調査を行うものとする。

現地調査は、治山事業を実施する上で極めて重要なものであり、予備調査等の間接的な調査では把握できない微小な諸条件がある。具体的な設計を行う場合、この諸条件の把握の良否によって、調査の精度、計画の良否、将来にわたっての施設の安全性及び維持管理の必要性等を左右するものである。

このため、現地調査者は経験の豊かな技術者が行わなければならない。

p15 の〔参考〕(資料の活用)の説明

- (1) 現地調査に先立ち、表 1 に示す調査項目に関連する資料を収集する。収集する際には、あらかじめチェックリストを作成し、収集資料に漏れがないように努める。
- (2) 発注機関から収集する資料は、契約後速やかに担当監督職員に連絡し、資料の準備を依頼しておき、第 1 回打合せ協議時までに入手する。
- (3) 近年、インターネットで公開されている情報が多いので、関連する WEB サイトを活用して資料を効率的に収集する。
- (4) 収集した資料は、収集後速やかに整理し、現地調査時に必要となる情報は森林基本図等に移写するなどして集約しておく。
- (5) 調査地内でも流域によって自然条件が異なる場合があるため、あらかじめ森林基本図上で集水区域を考慮して流域を区分する。区分した流域には時計回りに流域番号を付ける。

表一説一 主な収集資料の例

調査項目	収集資料
地形調査	地形図、数値地図、解説（土地分類図等）、空中写真、森林基本図
地質調査	地質図、解説（土地分類図等）
土壤調査	土壤図、解説（土地分類図等）
林況・植生調査	森林調査簿、林小班図、現況植生図、潜在植生図、解説
気象調査	気象データ、既往の災害記録、解説
水文調査	気象データ、流量
荒廃現況調査	過去の調査結果
荒廃危険地調査	過去の調査結果、山地災害危険地区調査要領、山地災害危険地区調査表・位置図
環境調査	植物の貴重種・貴重群落、動物の生息状況・分布状況・貴重種等に係る解説（レッドデータブック等）
社会的特性調査（社会環境調査）	既往の災害記録、市町村要覧、市町村統計書、住宅地図
社会的特性調査（法令・規制等調査）	森林調査簿、保安林台帳
社会的特性調査（防災施設等調査）	治山台帳、砂防・河川施設等の台帳
調査結果の整理・分析	当該地の過去の調査結果
総合検討	当該地の過去の調査結果
基本方針の策定	当該地の過去の調査結果
基本事項の策定	当該地の過去の調査結果
施設等整備計画	当該地の過去の調査結果、5カ年計画、近年の測量成果
森林整備計画	当該地の過去の調査結果、5カ年計画、近年の測量成果
管理道等整備計画	当該地の過去の調査結果、5カ年計画、近年の測量成果

事業量の算定	当該地の過去の調査結果
全体計画図の作成	当該地の過去の調査結果

第2節(p15) 地形調査

2-1 (p15) 総説

地形調査は、事業対象地の地形特性を把握して、計画及び設計に当たっての基礎資料を得ることを目的とする。

p15の【解説】の説明

地形調査は、地質調査とともに崩壊が発生しやすい箇所を判断するのに用いるものである。一般に地形が急峻なほど崩壊及び侵食が発生しやすい。地形は地質条件によることが多く、地質とともに考えなければならない。

2-2 (p15) 予備調査

予備調査は、既存資料等により地形特性を概括的に把握するために行うものとする。

p16の【参考】(地形区分)の説明

- (1) 地形分類図、起伏量・谷密度図、傾斜区分図等については国土交通省国土調査課の土地分類基本調査等の結果を活用とすると有効である。なお、これらの資料は国土調査課のホームページにおいても公開されている。
(<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/inspect.html>)
- (2) 調査地における荒廃等の素因として、地形条件が想定される場合は、その条件が表現されやすい地形因子に着目して調査項目を選択する必要がある。
- (3) 山地治山に係る全体計画調査の場合、対象面積が数百haから千ha程度の場合が多いため、小地形区分ないし中地形区分に該当し、調査項目としては、谷密度、傾斜、方位等を選択することが一般的である。

2-3 (p18) 地形計測

2-3-1 (p18) 総説

地形計測は、地形図等から地形に関する情報を抽出・解析し、その成果を治山計画等の基礎資料とするものとする。

p18~p20の【解説】【参考】の説明

- (1) 地形計測には、国土地理院発行のCD-ROM版数値地図を活用すると効率的である。
- (2) 当該地域において、航空レーザー計測が実施されている場合には、その成果を活用すると、微地形が把握でき、現地調査においても踏査ルートの選定に有効である。

2-3-2 (p20) 高度の計測

高度の計測は、切峰面図等を作成して斜面形態をより明確に表現し、現地形の侵食過程、構造線の判定、崩壊や侵食の予測等のために行うものとする。

p20～p21 の[解説][参考]の説明

ここでいう高度の計測は、Davis, W.M. 1899 の侵食の輪廻の基づく侵食の発展段階を表すために計測することが多い。

即ち、侵食は原地形、幼年期地形、壯年期地形、老年期地形、準平原の過程を繰り返すことを想定したもので、壯年期にある地形は最も崩壊が発生しやすいという仮定に立ったものである。

高度の計測によってどこが侵食していったか(切峰面図)、将来どのような地形になるか(切谷面図)を判断して今後の侵食の位置を想定するものである。

大きな地形を見るときには有効であるが、現実にはあまり利用されない。

2－3－3(p21) 起伏量の計測

起伏量の計測は、原則として単位面積内の最高点と最低点との高度差を計測し、調査対象区域の山地の開析の程度を推定するために行うものとする。

2－3－4(p22) 谷密度の計測

谷密度の計測は、単位面積における谷の数を計測し、調査地域における地質、地形の特性を調査するものとする。

p22～p23 の[解説][参考]の説明

- (1) 全体計画調査の場合、その対象面積を考慮すると、メッシュの大きさは 100m四方 (1ha) が適当である。
- (2) 上記のメッシュ内に谷の数を記入した谷密度図を作成する。縮尺は 1/5,000 ないし 1/10,000 が適当である。
- (3) 谷密度は、大きいほど侵食が進んでいることを示しており、崩壊の発生及び土砂流出が多い傾向にある。
- (4) 新規に崩壊が発生する谷の次数は 0 次谷から発生することが多いといわれている。

2－3－5(p24) 傾斜の計測

傾斜の計測は、地形図を小区画に区分して傾斜を測定し、傾斜と地形的特性や荒廃特性との関係を検討するために行うものとする。

p24 の[解説]の説明

- (1) 一般的に傾斜が急なほど侵食が活発となり、崩壊も発生しやすいが、傾斜が緩くても地すべり性の荒廃特性を示す場合もあるため、注意が必要である。また、火山性の特殊土（ローム等）が厚く堆積する尾根部等では傾斜が緩くても崩壊が発生しやすい。

- (2) メッシュに区分して測定する方法が一般的で、その場合、メッシュの大きさは谷密度の計測と同様に 100m四方 (1ha) が適当である。
- (3) 測定した傾斜は、階級区分を行った上で、傾斜区分図を作成する。その縮尺は 1/5,000 ないし 1/10,000 が適当である。
- (4) 林野における傾斜の階級区分は、次表のものを用いるのが一般的である。

表－説－2 傾斜の階級区分

階級区分	傾斜
1	18° 未満
2	18° ~30°
3	30° ~40°
4	40° ~45°
5	45° 以上

2－3－6 (p24) 断面形の計測

断面形の計測は、小区画における断面形を測定し、断面形と地形特性や荒廃特性との関連を検討するために行うものとする。

p24 の [解説] の説明

- (1) 水平方向の断面形（横断面形）は、山地災害危険地区（山腹崩壊危険地区）を判定する場合に必要となる因子であるため、傾斜とともに計測しておくと便利である。
- (2) メッシュの大きさは谷密度等の計測と同様に 100m四方 (1ha) が適当である。

2－3－7 (p26) 方位の計測

方位の計測は、原則として 8 方位に区分して傾斜の主方向を把握し、斜面の環境条件を推定するために行うものとする。

2－4 (p26) 空中写真判読

空中写真判読は、空中写真により地形等を判読して、計画、設計の基礎資料とする。

2－5 (p27) 現地踏査

現地踏査は、現地を踏査して予備調査で得た資料等を確認するとともに、必要に応じて測量等を行い、計画、設計の基礎資料とするため、行うものとする。

2－6 (p28) 取りまとめ

地形調査の成果は、調査目的に応じて、事業対象地の地形が把握できるように取りまとめるものとする。

p26 の [解説] の説明

流域別調査、全体計画調査及び実施計画調査によってその使用目的が異なることから2-2 予備調査の「参考」の大地形、中地形、小地形、微地形区分及び2-5 現地調査の「参考」の広域的調査、局所的調査を参考にして調査対象地域の調査目的にあったように取りまとめる。

第3節(p28) 土質・地質調査

3-1 (p28) 総説

土質、地質調査は、事業対象地内の土質、地質の特性を把握して、計画、設計の基礎資料を得ることを目的とする。

p28 の [解説] の説明

1 解説の2の適用種類について

表-説-3 調査の適用区分

	一般調査	大面積荒廃地	地すべり性崩壊	重要な構造物	のり枠工
予備調査	○	○	○	○	○
現地踏査	○	○	○	○	○
物理探査		△(*)	○		
ボーリング調査		△(*)	○	○	△(**)
サウンディング		△(*)	○		△(*)
湧水調査	○	○	○		
地下水調査		△(*)	○		△
土質試験		△(*)	○		△

注 ○は必ず行うもの、△は条件によっては行うもの

(*)大面積荒廃地は地すべり性崩壊を含む場合は○となる。

(**)のり枠工は基盤の深さによってボーリング調査又はサウンディング(簡易貫入試験等)どちらかを行う。

一般的な全体計画調査では予備調査と現地踏査を行うことが多く、物理探査等は調査地が地すべり性の荒廃特性を示すなど特殊な条件下にあり、発注仕様に示されている場合に実施する場合が多い。

2 特殊な地質の崩壊形態

「参考」は一例である。結局は、地質年代、岩質、変成度合等から判断することになる。

「参考」のほかに次のものがある。

(1) シラス等の火山堆積物の崩壊侵食

火山堆積物については、スコリヤ等が堆積しており、凝集力が少なく流水に極めて弱く、ガリー侵食などを起こしやすい。典型的なものは、シラスである。シラスは垂直に近い崖があり、雨水の流下によって溶けるように侵食されるので注意を要する。

(2) 花崗岩の崩壊侵食

花崗岩は、生成した時代によって風化の仕方が異なるので、全国一律に行かない。調査地周辺の風化の仕方を見て、どのような風化をして、どのような崩壊の形を呈するかを地質年代とともに十分検討する必要がある。

(3) 火山地帯の地質

火山地帯では、火山岩が噴気や酸性水などにより風化して温泉余土(粘土)化し、深さも深いものが多く温泉地すべりや崩壊を起こしやすい。

(4) 変成された地質

粘板岩、千枚岩、片岩等は剥離しやすく剥離面による崩壊が多く発生する。

3－2 (p30) 予備調査

予備調査は、既存資料の調査等により、土質、地質の概況を把握するものとする。

p30 の[解説]の説明

地質図は一般に縮尺 50,000 分の 1 以上の最新のものを用いる。地質図に示されているは地質の成り立ち、年代、性質等の侵食、崩壊等に関わりのあるものを必ず報告書に記載する。また、最新の調査結果に基づき、断層や地層の走向傾斜が示されている地質図を用いることが望ましい。

3－3 (p31) 現地踏査

現地踏査は、予備調査で整理した資料を基に踏査を行い、地質、土質等を詳細に調査するものとする。

p31 の[解説]の説明

- (1) 地質構造のうち走向傾斜はクリノメーターで簡単に測定できるため、露頭で確認しておくと調査対象地域の地質構造(地層の傾きの方向、流れ盤、受け盤)が把握しやすい。
- (2) 一般的に受け盤の斜面は傾斜が急でも崩壊が発生しにくいが、流れ盤の斜面は傾斜が緩くても崩壊が発生しやすいため、山地保全上注意が必要である。
- (3) 現地踏査の際は、予備調査で把握した当該地域の地質と崩壊等との関連(基準 3－1 の解説、[参考]及び[説明])を念頭に置いた上で現地を観察すると、荒廃等の現象が理解しやすい。

3－4 (p31) 物理探査

物理探査は、地質構造、地下水の状況等を調査するために行うものとする。

P31 の[解説]の説明

物理探査は広範囲の地質構造を調査する場合や、地すべり性の崩壊等ですべり面等を推定する場合に用いるもので、一般的治山事業に用いる場合は希である。

3-5 (p32) ポーリング調査

ポーリング調査は、土質、岩質、地質構造等を直接把握するとともに、必要に応じて、ポーリング孔を利用した各種調査や試料採取のために行うものとする。

P32 の[解説]の説明

ポーリング調査は、地すべり性の崩壊、広範囲の地質調査が必要で、弾性波探査を行う場合の地層の確認、重要な構造物(例えば10m以上の治山ダム)の基礎地盤の状態を調査する場合及びのり枠工の表土層の厚さや地盤の硬さ等を確認する場合などに用い、一般的の山腹崩壊地等の調査では、予備調査、現地踏査で地質構造を把握するので、ポーリングまではしないのが一般的である。

3-6 (p33) サウンディング調査

サウンディング調査は、土層の貫入、回転、引き抜き等の抵抗を基に、土の強度、密度等を把握するために行うものとする。

P33 の[解説]の説明

のり枠工や小崩壊の浅層のすべり面の確認等に簡易貫入試験や標準貫入試験が用いられている。

3-7 (p34) 地下水調査

地下水調査は、山地における地下水の供給経路、分布、性質、流動傾向、圧力関係等を把握するために行うものとする。

P34 の[解説]の説明

山腹崩壊の多くが地下水に起因することから、地下水の挙動の把握は重要である。特に崩壊発生直後の湧水状況の把握は、復旧対策を計画する場合には重要である。

一般的には、湧水の場所、湧水の状態、湧水量等の把握は目視で行うことが多い。

3-8 (p34) 土質試験

土質試験は、調査区域内の土の物理的特性、力学的性質を把握するために行うものとする。

P34 の[解説]の説明

治山事業に用いる土質試験としては、主として土の粘着力(c)、内部摩擦力(ϕ)及び土の単位体積重量(W)を決定するための三軸圧縮試験等が行われるが、現実的には山腹崩壊地

等比較的規模が小さいものが多いため、試験までせずに過去における周辺の土質データ又は文献等から数値を採用する場合が多い。

表一説-4 一般に用いられている c, ϕ の値
テルツアギー氏による ϕ と c の平均値

土質	内部摩擦角 ϕ (度)	摩擦係数 $\mu = \tan \phi$	粘着力 c (kN/m^2)
ほとんど液体状の粘土	0	0	5
非常に軟らかい粘土	2	0.035	10
軟らかい粘土	4	0.070	20
普通の粘土	6	0.105	50
硬い粘土	8	0.141	15
非常に硬い粘土	12	0.213	100
泥土質の砂	30	0.577	2
良質の砂混じり土	34	0.675	5

一般の土については、 $\phi=30$ 度、 $c=2kN/m^2$ する場合が多い。

3-9 (p35) 取りまとめ

土質、地質調査の成果は、調査目的に応じて、事業対象地域の土質、地質が把握できるように取りまとめるものとする。

P35 の[参考]の説明

一般的には、表層地質図は作成するが、地質断面図は特別な場合以外は作成せずに省略する。

取りまとめは、崩壊等の荒廃に対してどのような位置付けがされるかを中心に取りまとめる。

第4節 (p36) 土壤調査

4-1 (p36) 総説

土壤調査は、土壤の成因、形態及び物理的、化学的性質を調査し、治山植生の導入方法等を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

P36～p39 の[解説][参考]の説明

- (1) 施設整備を主体とする全体計画調査では、土壤図を活用した予備調査だけを実施する場合が多い。一方、森林整備を主体とする場合は、現地調査及び土壤断面調査も行うのが通例である。
- (2) 土壤調査を実施する際の参考図書として、森林土壤研究会編の「森林土壤の調べ方とその性質（改訂版）」があり、森林土壤について体系的に説明されているため、必要に

応じて活用することが望ましい。

4-2 (p39) 予備調査

予備調査は、既存資料の調査等により、土壤の分布、土壤型等を調査するものとするものとする。

4-3 (p44) 現地調査

現地調査は、予備調査で整理した資料を基に調査を行い、土壤型、分布等を確認するとともに、必要に応じて詳細な資料を作成するものとする。

4-4 (p46) 土壌断面調査

土壌断面調査は、詳細な資料を必要とする場合に、土壤断面、土壤の物理的、化学的特性を調査するものとする。

P46～p48 の[解説][参考]の説明

- (1) 土壌断面調査は、原則として仕様書に明記された場合に行うが、一般的な土壤調査には適用しない。しかしながら、土壤断面調査を行わなくても植生の生育に必要な硬度、酸度等の調査は行う必要がある。
- (2) 硬度、酸度の生育限界

① 硬度について

解説1にあるように「山中式土壤硬度計はバネの反発力を利用したもので、27mm以上の堅い地盤には根系の侵入が妨げられる。」ので、これ以上の硬度の場合は植物の生育が困難である。

② 酸度について

pH4 以下の場合は、植物が生理的な障害を受けるので、そのままでは生育が不良となる。pH4 程度又はそれ以下の場合は、消石灰、炭酸カルシウム等のアルカリ性資材を投入し、生育基盤の改善を図る必要がある。pH3 以下の場合は、アルカリ性資材の投入のほか客土とそれに伴う施設を設け、生育基盤の改善しなければならない。

4-5 (p48) 取りまとめ

土壤調査の成果は、調査目的に応じて、治山対象地の土壤が把握できるように取りまとめるものとする。

P48 の[解説]の説明

植生の導入について特に留意する事項を重点に整理する。

第5節 (p48) 林況、植生調査

5－1 (p48) 総説

林況、植生調査は、事業対象地及びその周辺の林況、植生等の状況について把握し、計画、設計の基礎資料を得ることを目的とする。

p49 の[解説]の説明

- (1) 施設整備を主体とする全体計画調査では、森林簿等の既存資料を活用した予備調査と林相図を作成するための林相調査を実施する場合が多い。一方、森林整備を主体とする場合は、森林調査も行うのが通例で、植生調査や成長量調査は特殊な調査の場合に実施する。
- (2) 上記の解説 4 の(1)～(5)のほか、現況に応じて森林被害調査及び森林荒廃調査を行う必要がある。これらの調査を実施するに当たっては、「治山技術基準解説 保安林整備編」第2章第6節（森林被害調査）及び第7節（森林荒廃調査）によるものとする。

5－2 (p49) 予備調査

予備調査は、資料調査等により、森林等の概況を調査するとともに、必要な調査を計画するものとする。

p49 の[解説]の説明

- (1) 森林簿には林種、樹種、齢級等の項目とその内容が示されている。対象地の森林の特性を把握するためには、それぞれの項目の内容を図表等で示すと理解しやすい。例えば、スギは何齢級が多いかなどを調べるために、樹種別齢級のヒストグラムを作成するなどの工夫が必要である。
- (2) 森林簿の作成年と調査年が異なる場合は、作成年から調査年までの経過年数を考慮して林齢、齢級等を整理する必要がある。

5－3 (p50) 林相調査

林相調査は、空中写真判読、現地踏査により、林相図を作成するために行うものとする。

p50 の[解説]の説明

- (1) 広範囲な調査地に対して現地踏査で林相を確認するのは困難であるため、空中写真判読が主体となるが、空中写真の撮影年が古い場合には、撮影後に伐採されるなど撮影時と現況が異なる場合があるので注意しなければならない。
- (2) 既存資料として森林簿を活用する場合、森林簿のデータ（樹種等）が現況と合わない場合があるため、注意が必要である。

5－4 (p51) 森林調査

森林調査は、森林整備等のために、立木の大きさ、成立本数等を定量的な尺度で調査するものとする。

P51～p52 の[解説]、[参考]の説明

- (1) 樹高の測定用具としては、直接測定法では測桿が、間接測定法では測高器が用いられる。測高器としては、従来はワイゼ、クリステン、クリノメータ、ブルーメライス等が用いられていたが、最近はレーザー式の測高器が利用されている例が多い。
- (2) 胸高直径を測定する地表面からの位置は、立木の根張りの影響がなく最も楽な体位で測定可能な位置で、日本では北海道 1.3m、北海道以外で 1.2m としている。
- (3) 胸高直径の測定用具は主に輪尺を用いる。輪尺を使用するときは山側から 1 方向、あるいは横からの測定を加えた 2 方向を測る。
- (4) 相対照度は、過密林の密度管理において伐採本数を決定する際の根拠となりうるため、測定しておくと便利である。
- (5) 相対照度は、照度計で林内と林外の照度を同時に測定し、林外照度に対する林内照度の割合を表したものである。原則として正午に測定することが望ましい。

5－5 (p52) 植物社会学的な植生調査

植生調査は、植生の分類等のために、植物社会学的な観点から階層構造、植物種を定性的な尺度で記録するものとする。

5－6 (p53) 成長量調査

成長量調査は、樹木の成長量を、年輪の測定等により調査するものとする。

p54 第 5 節 林況、植生調査の取りまとめの説明

林況、植生調査の取りまとめ

林況、植生調査は、計画設計に必要な林況・植生が把握できるように取りまとめるものとする。

第 6 節 (p54) 気象調査

6－1 (p54) 総説

気象調査は、事業対象地及びその周辺における気象について把握し、計画、設計の基礎資料を得ることを目的とする。

p54 の[解説]の説明

気象調査は、調査対象地が、気象的にどのような特徴のある地域かを把握するために行うものである。調査結果から、多雨又は少雨地帯、積雪地帯、凍結地帯、強風地帯等に区分して、適用可能な工種・工法、構造、植生等の概略の選択が可能であるため、重要な調査である。

6－2 (p55) 降水量調査

降水量は、事業対象地内又は最寄り気象観測所に設けられた観測施設の記録により調査を行うものとする。

p55 の[解説]の説明

(1) 降水量と降雨量

降水量は、一定時間の間に雨量計に入った雨及び雪、あられ、ひょうなどが水となつたものの合計をいう。降雨量とは雨量だけをいい、山腹崩壊には降雨量が影響する場合が多い。

(2) 降水量の調査は渇水対策の必要性等を検討するのに多く用いられ、降雨量は洪水、崩壊の発生に関係が深く、崩壊の発生予測などにも用いられる。また、降雨量によって流量の予測を行い、安全な構造物の大きさ、規格を決定する。

(3) 災害時の降雨量については、地下に浸透している水も重要であるため、過去一定期間(2週間程度)の時間雨量を調査して災害分析を行うことが必要である。

6-3 (p55) 気温調査

気温は、事業対象地内又は最寄り気象観測所に設けられた観測施設の記録によって調査を行うものとする。

p56 の[解説]の説明

気温調査は、調査対象地の植物が生育していくまでの障害の有無、凍上、土壤の凍結融解の可能性等を把握するために行うものである。

6-4 (p58) 風の調査

風向・風速は、事業対象地内又は最寄り気象観測所に設けられた観測施設等の記録により、調査を行うものとする。

p58 の[解説]の説明

植物の生育に障害がある強風、寒風害等の発生の有無、災害時の強風の程度等を把握するために行う。

6-5 (p58) 気象調査資料の補正

気象調査資料を補完、修正する必要がある場合には、統計的処理が可能な範囲において最も適切な方法により補正するものとする。

p58 の[基準]の説明

極小面積の地域に集中豪雨があつて災害が発生した場合に、近くに観測所がない時に気象調査試料の補完、修正を以下の解説、参考に基づいて行う。

p58～p61 の[解説]、[参考]の説明

(1) 観測値の補正是、対象地域周辺に観測所が少ない場合、微小地域において観測値の精度を高める必要がある場合などに行うが、近年アメダス等観測所等が増加したため、最

も近い観測所の値が対象地域の値と大きく異なることが無くなり、補正する必要性が無くなった。したがって、補正する必要が生じた場合にのみ適用する。

- (2) 標高による雨量の補正については、いくつかの山岳について観測値から推定されているが、統一したものはない。
- (3) 積雪は地域差が大きく、他の観測値からの補正が困難で、現地で観測する必要な場合も多い。

6－6 (p61) 現地における気象調査

既往の観測資料が得られない場合、既存資料では現地への適合性が著しく低い場合又は特定の気象要素を把握する必要がある場合等には、必要に応じて新たに現地で気象調査を実施するものとする。

p61 の[解説]の説明

観測方法は、気象庁の規定によるものとする。

6－7 (p61) 取りまとめ

気象調査の成果は、調査目的に応じて、事業対象地の気象が把握できるように取りまとめるものとする。

p61 の[解説]の説明

降雨については、災害の原因となることから災害の発生メカニズムを推定することができるよう取りまとめる。

また、植生の生育に必要な降水の分布、時期等を把握できるように取りまとめる。

気温、凍結、風、積雪については、主として植生生育の時期、植栽時期、植栽方法に関するので、植栽の計画設計の資料に使用できるように取りまとめる。

第7節 (p62) 水文調査

7－1 (p62) 総説

水文調査は、事業対象流域の水文量を把握し、事業の計画、設計に必要な基礎資料を得ることとする。

7－2 (p62) 水文資料の選定及び収集整理

- 1 水文量解析の基になる水文資料は、その目的、方法等を考慮して選定するものとする。
- 2 収集した水文資料については、観測及び記録上の誤りの存否を調査し、欠測値の補充等、必要に応じて資料の補正を行うものとする。

7－3 (p63) 水文量の生起確率の解析

水文量の生起確率に関する解析は、適切な方法で検討を行うものとする。

7-3-1 (p64) 再現期間及び確率水文量

事業計画の規模を決定するために必要とする水文量の特定値に対応する再現期間は、その水文量の生起度数を基にして決定するものとする。

7-3-2 (p65) 確率水文量計算

水文量の生起確率に関する推定は、適切な分布関数式を用いて行うものとする。

p65～p68 の[解説]、[参考]の説明

- (1) 1時間雨量の計算は、「7-3-2 確率水文量計算」によるが、治山ダムの設計に当たっては原則として超過確率 $1\% = 100$ 年確率雨量を使用する（第 4 章 3-7-4 「治山ダムの設置位置の計画高水流量[解説]4）こととされている。
- (2) 100 年確率 1 時間雨量の計算は、気象観測所の気象データから毎年の年最大 1 時間雨量を収集して、第 2 章 7-3-2 確率水文量計算の参考に示されている、直接解法又は近似解法で計算する。

7-4 (p69) 流出解析

流出解析は、調査目的に見合った適切な方法で実施するものとする。

7-4-1 (p69) 資料調査

資料調査は、事業対象流域内の観測所の雨量、水位、流量等の記録及び流域特性を調査するものとする。

7-4-2 (p70) 洪水流出解析

洪水流出解析は、資料を調査対象洪水ごとに整理して解析するものとする。

7-4-3 (p70) 長期流出解析

長期流出解析は、資料を一定期間ごとに整理して、解析するものとする。

7-5 (p70) 洪水流出量の計算

洪水時の流出量は、適切な計算モデルによって推定するものとする。

p71～p72 の[解説]の説明

合理式でいう集水区域(A)

- ① 治山ダム計画位置より上流の水系図を作成して集水区域を判読する。集水区域の外

枠を結んで集水区域図を作成して集水区域内の面積（集水面積、通常はha単位）を測定する。

- ② 集水区域は、平地に近い山稜部や下流の水田地帯では水系図による範囲の判定が困難なことから、現地調査等により微地形及び水路等の流れを考慮して決定しなければならない。

P72の【参考】(流出係数)の説明

- (1) 「表-17」の見方は、まず地質により浸透能についての3区分の中から適合する区分を選択し、次に地形図より地形を判読して地形の3区分を選択する。最後に流域の地被状況についての4区分の中から適合する区分を選択して、各項目の縦と横が交わる値が流出係数になる。
- (2) 「表-18」は、流域内に開発地域が大きな面積を占めている場合に選択するが、「表-17」下の〔注〕にあるように、それぞれの区分（「表-17と18」を併せた）の占有面積率に各流出係数を乗じて集計することで流域の流出係数とする。
- (3) 地質の区分はおおむね次のとおりとする。
- ① 浸透能不良母材とは、流域の全体的に基岩が現れているものや、粘性土で浸透能不良と思われるもの
 - ② 浸透能良好母材とは砂質土、火山堆積物で粗しきょうなものなど空隙の多い土壤などで、浸透能が良好と思われるもの
 - ③ 浸透能普通母材とは、上記両者以外のもの

P72～p73の【参考】(洪水到達時間)の説明

- (1) [解説] 4の(1)と(2)の記述より、降雨継続時間は洪水到達時間と同じと考え、洪水到達時間は以下により算出する。
- ① [参考] 洪水到達時間(t)の「流域の出口」又は「下流端」は、具体的には流量を算出する必要のある位置（流量算出地点）ということになる。
 - ② t_1 の流入時間は、2-3-4谷密度の計測において谷の幅が谷のわん入の長さよりも大となる地点までを谷と定義しているので、谷に入らないまでの山腹斜面を流下する時間をいう。
 - ③ L_1 の距離は水平距離とする。
- (2) t_2 （流下時間）の算出でマニング式を用いる場合、式中のR（径深）は、 $R = A/S$ で算出され、Aは流積：水の流れの断面積、Sは潤辺：流路の水の流れに接する部分の全辺長である。
- (3) マニング式中の粗度係数nは、表-21の数値から計画箇所付近の流路の状況を把握して採用するが、治山ダムの計画に当たっては、一般的には「自然流路-山岳地渓流-径0.3m～0.5mの石礫が点在」の「n=0.07」が採用されることが多い。
- (4) t_2 の算出にはマニング式を用いる方がよいが、径深の算出が困難なことからルチハ式又はクラーヘン式が多く使用されている。

ルチハ式はクラーヘン式より大きな数値を取るため、クラーヘン式が使われている例が多い。実際には両式を比較する必要がある。

p74 の[参考](雨量強度)及び p75～p79(特性係数法による雨量強度の算出)の説明

- (1) 治山事業では雨量強度の算出は特性係数法によることが一般的である。
- (2) 特性係数法は、降雨継続時間に応じた降雨強度を特性係数と 1 時間雨量から求めるもので、特性係数の算出にあたっては雨の降り方による地域特性に応じた降雨強度式が式 7-5-9～式 7-5-12 に示されている。
- (3) 降雨強度式は、タルボット型、シャーマン型、久野・石黒型、君島型の 4 種に整理されているが、君島型式の、 $n=1$ としたものがタルボット型、 $b=0$ としたものがシャーマン型、 $n=1/2$ 及び $b=\pm b$ としたものが久野・石黒型になる。
- (4) 君島式は、一般式ということができ、君島式の n 、 a 、 b を過去の降雨の統計資料から 10 分間雨量から 120 分雨量を用いて当該箇所に最も適したものを見つけることができる。
- (5) 現実には、各都道府県で、地方ごとに n 、 a 、 b に決定している場合が多い。ただし、現在用いている式は古い時代のものが多いため、地方気象台やアメダスの 10 分間雨量のデータが入手できる場合は、新データを用いて修正も可能である。
- (6) 技術基準では、特性係数は生起確率と降雨継続時間に応じた特性係数値の分布図（本邦確率 1 時間雨量と 10 分間特性係数値の分布図、応用水文統計学：森北出版）が作成されており、図-12 に 100 年確率 10 分間特性係数の分布図が掲載されている。

7-6 (p79) 流量調査

流量調査は、現地で流量を計測する必要がある場合に行うものとする。

p82～p83 の[参考](平均流速公式)及び p83～p84(土石流の粗度係数)の説明

マンニングの粗度係数

- ① 治山関係では、自然流路の山岳地渓流の $n=0.07$ を中心に用いることが多い。
- ② 土石流の粗度係数は安全側に立って、 $n=0.10$ として計算する。

p84 の[参考](土石流の流量)の説明

土石流の流量及び流速の計算例は巻末参考資料として掲載してある。

7-7 (p84) 取りまとめ

水文調査の成果は、調査目的に応じて、事業対象流域の水文量が把握できるように取りまとめるものとする。

第 8 節 (p85) 荒廃現況調査

8-1 (p85) 総説

荒廃現況調査は、調査対象地域内の荒廃状況及び荒廃特性を把握して、治山計画・設計の基礎資料を得ることを目的とする。

p85 の[解説]の説明

(1) 地形については、斜面の安定度に大きな影響を与える次の因子について十分把握する必要がある。

① 位置

地形図に崩壊地の位置を図示して整理する。

② 規模

崩壊地の水平投影面積（平均水平長×平均幅）を概測する。崩壊の拡大が予想される部分とか、のり切を予定する部分は、崩壊面積に加算する。一般的に面積 0.01ha 以上のものを崩壊地として取り扱う。

③ 斜面上の位置

崩壊地の斜面上の位置は崩壊成因との関連が深い。特に、傾斜変換点に位置する場合は崩壊との関連が大きい。このため、斜面上の位置を上・中・下、これらにまたがるもの及び傾斜変換点を含むものに区分して分類する。

④ 傾斜

崩壊の発生は傾斜と密接な関連を有している。山腹斜面における崩壊地の傾斜を次の 3 階級に区分して整理する。

ア 急：35° 以上、イ 中：25° 以上 35° 未満、ウ 緩：25° 未満

⑤ 方位

方位は、傾斜とともに崩壊地表面の侵食、植物の自然侵入及び治山計画、設計等に関連を有するので、崩壊斜面の総合的方位を計測する。

⑥ 型式、形状等

崩壊地は、地形的、土質・地質的、成因的因子により崩壊の型式及び形状が異なる。崩壊地の型式を表面侵食型・地下水型・破碎帶型等に分類し、その平面形状を板状・貝殻状・樹枝状・線状等に区分して整理する。この型式及び形状は、崩壊面積、深さ、土量、拡大見込等を推定するとともに山腹工の計画、設計等に大きな関連を有する。

⑦ 断面形

崩壊地の縦断面形を、凹型・直線型・凸型及び複合型に分類して整理する。

(2) 特定の降雨により崩壊地が発生したことが明らかな場合、崩壊発生前後の時間降水量に係るデータを収集すると、崩壊発生がどのような形態の降水により発生したかが判明し、発生原因に基づく計画策定が可能となる。

(3) 降雨又は融雪に起因して崩壊地内の湧水やその痕跡が確認される場合がある。その際は湧水点の位置及び湧水量、または痕跡の位置及び規模を把握しておくことが、復旧計

画を策定する上で重要である。

(4) 荒廃地等の現況を把握する際に、次の視点を踏まえた調査が必要である。

- ① 発注時の調査レベルに沿った調査とする。
- ② 荒廃の原因及び特性を十分に検討・把握する。
- ③ 荒廃面積・不安定土砂量等の算出手法、精度を検討する。
- ④ 発生土砂量は、現地の状況を踏まえた土砂量とする。
- ⑤ 土石流対策・流木対策・落石防止対策等の必要性を検討する。

(5) 山腹荒廃地の場合の調査レベルは、荒廃地の大きさ及び精度によって調査手法を選択する。その例を示すと次のとおりである。

レベル	調査手法	調査対象地の特徴
I	整備対象とする荒廃地を保全対象との関係等からあらかじめ特定の上、現地で調査（目視、簡易な実測）	荒廃地が小規模、単発的な場合
II	空中写真等により作成する地図情報等から読み取る方法	荒廃地が比較的広域に分布する場合
III	空中写真等による荒廃地の時系列分析と、地形・地質・斜面方位等との相関関係の分析により、事業期間内に自然復旧、あるいは拡大が見込まれる荒廃地を推定	荒廃地が広域に分布し、かつ、事業期間が比較的長期にわたる場合
IV	レーザー測量等により、荒廃地の形状等をミクロに把握するとともに、その時系列変化を把握	火山活動に起因する荒廃地など、変動を詳細に把握する必要がある場合 荒廃地が著しく大規模、かつ形状が複雑で、詳細な地形情報が必要な場合

8-2 (p85) 予備調査

予備調査は、空中写真等により、荒廃特性を概括的に把握するために行うものとする。

8-3 (p86) 侵食量調査

侵食量調査は、表面侵食による侵食量を把握するために行うものとする。

P87 の【参考】(USLE 法)の説明

USLE は、ton で算出するので、体積に換算するには次のようにする。

$$V = \frac{A}{s} = \frac{A}{1.8}$$

V : 侵食土砂の体積(m³)

s : 侵食土砂の単位体積重量(ton)

8-4 (p87) 崩壊地調査

崩壊地調査は、崩壊地等の分布、特性等を把握するために行うものとし、必要な調査項

目について実施するものとする。

8-4-1 (p88) 崩壊地分布調査

崩壊地分布調査は、事業対象地における崩壊地の分布状況、崩壊の規模を把握するために行うものとする。

8-4-2 (p90) 要因調査

要因調査は、崩壊地発生の素因、誘因を把握するために行うものとする。

8-4-3 (p91) 動態調査

動態調査は、崩壊地の時系列的な変動と崩壊土砂の移動を把握するために行うものとする。

8-4-4 (p91) 形態調査

形態調査は、崩壊地の形態等を把握するために行うものとする。

p92 の [解説] の説明

(1) 崩壊形態は地質と大きな関連がある。特に成因に重点を置いた場合、地質は次のように分類でき、それぞれ様々な荒廃形態を示す。

- ① 新第三紀層、第四紀層
- ② 破碎作用を受けた古第三紀層、中・古生層
- ③ 破碎作用を受けない中・古生層
- ④ 噴出岩類
- ⑤ 火山堆積物
- ⑥ 風化を受けた深成岩類
- ⑦ 風化を受けない深成岩類

(2) 崩壊地の流送部については、上記の解説のように、①土砂が下方に移動した痕跡を示す場合と②斜面・谷底部を侵食する場合に大別されているが、両者が複合的に発生する場合もある。その場合、流送した痕跡は崩壊部の直下に発生し、侵食は流送土砂が集中したさらに下部に発生することが多い。したがって、②を侵食部として細別する場合もある。

(3) 等価摩擦係数については、山地災害危険地区要領（平成18年7月 林野庁）にも応用されている。要領の別記1の「1 調査対象地区の選定」において、山腹崩壊危険地区の選定要件の一つとして、「山腹崩壊土砂が公共施設等に影響を及ぼすおそれがある集水区域内の最高点から高さの5倍に相当する距離の範囲内又は公共施設等から見通し角が11度以上ある山稜が存在する区域の範囲内に、公共施設等の保全対象が存在す

る地区」と解説されている。全国における崩壊地調査の結果、崩壊土砂の流動範囲が崩壊地頭部の見通し角が 11 度以上の箇所までであることを示している。また、その際の等価摩擦係数 0.2 の逆数が 5 であり、高さの 5 倍に相当する距離の範囲内の根拠となっている。

8-4-5 (p93) 植生調査

植生調査は、崩壊地及び崩壊地周辺部の林相、植生の状況を把握するために行うものとする。

p93 の[解説]の説明

自然復旧の良好な場合は、自然に任せ緑化をしなくても良い場合があり、その判断をする必要がある。

8-4-6 (p94) 土砂量調査

土砂量調査は、崩壊土砂量及び不安定土砂量を把握するために行うものとする。

P94 の[解説]の説明

(1) 土砂量の調査

① 崩壊土砂量

$$\begin{aligned} \text{崩壊土砂量} (\text{m}^3) &= \text{平均崩壊長} (\text{m}) \times \text{同平均幅} (\text{m}) \times \text{同平均深} (\text{m}) \\ &= \text{崩壊面積} (\text{ha}) \times \text{同平均深さ} (\text{m}) \times 10,000 \end{aligned}$$

② 残留土砂量

$$\text{残留土砂量} (\text{m}^3) = \text{平均残留土砂延長} (\text{m}) \times \text{同平均幅} (\text{m}) \times \text{同平均深} (\text{m})$$

③ 拡大見込み土砂量

- ・周辺カブリの量は、崩壊斜面と同じ勾配に延長した場合の、のり切時に発生すると推定される土砂量

- ・亀裂が発生している範囲で、今後滑落が想定される土砂量

④ 侵食土砂量

崩壊面の状況から推定した侵食量、あるいは USLE 等によって測定した土砂量

(2) 荒廃渓流の土砂量調査の際には、土砂量と併せて渓岸の洗掘状況、流路の変化状況、石礫の構成状況、洪水流・土石流の痕跡等についても調査する。

(3) 石礫構成は、渓床の表面に堆積している主たる石礫の径、下限径、上限径及びその範囲等を調査する。

(4) 堆積土砂については、洪水流に伴うものかあるいは土石流に伴うものか判断しなければならない。一般的に、洪水流は粒径の揃った土砂が面的かつ層状に堆積するが、土石流は大径石がフロントを形成して不規則な堆積構造を呈すほか、横断面は渓流中央部が盛り上がっている場合が多い。ただし、土石流の後続流として土石流堆積物の上に掃流

により運搬されてきたものが堆積する場合があるため、洪水流の堆積物と判断しないよう注意が必要である。

8-5(p94) 荒廃渓流調査

荒廃渓流調査は、荒廃渓流の分布、特性等を把握するために行うものとし、必要な調査項目を実施するものとする。

8-5-1(p95) 荒廃現況の分布・規模調査

荒廃渓流分布調査は、事業対象地域における荒廃渓流の分布状況・規模を把握するために行うものとする。

p95の[解説]の説明

渓床勾配が20度以上であっても、流水が多く、渓流の状態を呈しているものについては、渓流として取り扱って調査を行う。

8-5-2(p95) 要因調査

要因調査は、荒廃渓流の要因を把握するために行うものとする。

8-5-3(p95) 動態調査

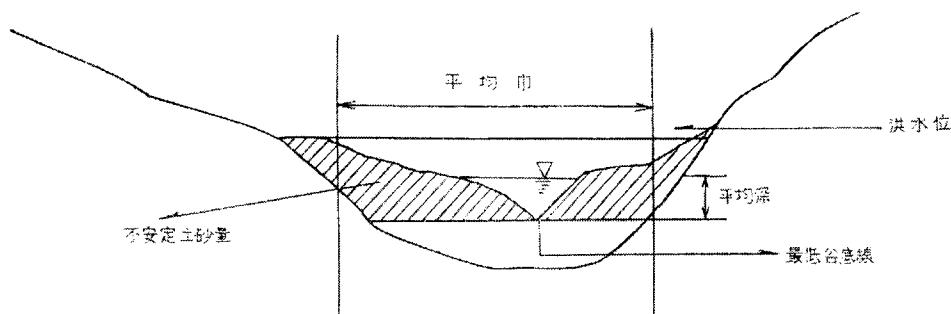
動態調査は、渓流の時系列的な変動を把握するとともに、不安定土砂の移動を把握するために行うものとする。

8-5-4(p96) 土砂量調査

土砂量調査は、渓流から流出するおそれのある不安定土砂量を把握するために行うものとする。

p96 [解説]の説明

不安定土砂の定義



図一説-1 不安定土砂の定義、深さ、幅の取り方

不安定土砂量の算定

$$\text{不安定土砂量}(\text{m}^3) = \text{荒廃渓流延長}(\text{m}) \times \text{平均幅}(\text{m}) \times \text{平均深}(\text{m})$$

8-6(p97) 落石荒廃地調査

落石荒廃地調査は、落石が発生し、又は発生するおそれのある箇所の分布、特性等を把握するために行うものとし、必要な調査項目を実施するものとする。

8-6-1(p97) 落石荒廃地の分布・範囲調査

落石荒廃地分布調査は、事業対象地における落石荒廃地の分布状況等を把握するために行うものとする。

8-6-2(p98) 要因調査

要因調査は、落石発生の素因、誘因を把握するために行うものとする。

8-6-3(p101) 形態調査

形態調査は、落石の発生形態を把握するために行うものとする。

8-6-4(p102) 動態調査

動態調査は、落石の運動形態、特性等を把握するために行うものとする。

P102 [参考](落石の跳躍量)の説明

斜面に突起やジャンプ台の地形があり、高さが 40m を超えるような場合は、斜面に直角方向の高さが 2.0m を超える恐れもあるので、シミュレーションをして高さを決定することが望ましい。

8-6-5(p106) 植生調査

植生調査は、調査区域及びその周辺の林況、植生の特性を把握するために行うものとする。

8-7(p106) 取りまとめ

荒廃現況調査の成果は、荒廃状況が把握できるように取りまとめるものとする。

p106 [解説]の説明

荒廃防止対策を樹立するために役立つように取りまとめるものとする。

第9節(p107) 荒廃危険地調査

9-1(p107) 総説

荒廃危険地調査は、山地災害の予防を行うための基礎資料を得ることを目的として、崩壊等発生の危険性及び発生時の状況を推定するために行うものとする。

9-2(p108) 崩壊発生の推定

9-2-1(p108) 崩壊発生要因の調査

崩壊に対する荒廃危険地調査においては、調査地の特性から、崩壊発生と密接なかかわりを持つ地質、地況、林況等の因子を選択して行うものとする。

9-2-2(p109) 山腹荒廃危険地の推定

山腹荒廃危険地は、山腹斜面、溪岸等について、崩壊発生要因等を総合的に検討して推定するものとする。

9-2-3(p110) 崩壊面積及び崩壊土砂量の推定

計画・設計のために、山腹崩壊危険地における崩壊面積、崩壊土砂量等を把握するものとする。

p110の[参考](崩壊面積及び崩壊土砂量の推定)の説明

このほかに山地災害危険地区調査による危険地区的1メッシュの平均崩壊面積、平均崩壊深を用いれば推定できる。

9-2-4(p111) 崩壊等の影響範囲の推定

山腹荒廃危険地における崩壊土砂の到達距離及び広がりを推定するものとする。

p111の[参考](崩壊土砂の到達距離)の説明

崩壊土砂の到達範囲は、一般的に高さの5倍までの範囲である。

9-3(p111) 土石流発生の推定

9-3-1(p111) 土石流発生要因の調査

土石流発生要因の調査は、崩壊等の発生形態、流下の形態と密接なかかわりをもつ因子を選択して調査を行うものとする。

p112の[解説]の説明

発生形態としては、山腹崩壊がきっかけになり、溪床に堆積していた土砂を巻き込んで流動化させたものが流下する形態が多い。

p106の[参考](土石流の分類)の説明

治山事業の土石流対応をするものは、フロントを持った土石流(泥流を含む)である。

9-3-2(p113) 土石流の危険性の推定

土石流の危険性は、土石流となり得る崩壊発生又は渓流土砂移動と土石流の流下にかかる渓流等の要因を総合的に検討のうえ推定するものとする。

9－3－3 (p114) 流出土砂量等の推定

計画・設計のために、土石流発生の危険性が高い渓流における流出土砂量等を把握するものとする。

9－3－4 (p115) 土石流の影響範囲の推定

土石流発生の危険性の高い渓流における土石流の停止位置と広がりを推定するものとする。

9－4 (p115) 流木発生の推定

流木は、崩壊、土石流等に伴って流下する可能性のある立木等を対象に、流水量等を把握するものとする。

p115 の[解説]の説明

[解説] 1について

異常な洪水流によって渓岸の立木が洗掘され、倒伏して流木となるものもある。したがって最大洪水流量の範囲は流木の発生源となる可能性がある。

9－5 (p116) 取りまとめ

荒廃危険地調査の成果は、崩壊等の発生が把握できるように取りまとめるものとする。

第10節 (p116) 環境調査

10－1 (p116) 総説

環境調査は、事業対象地及びその周辺の環境を把握して、事業の計画、設計及び効果の検証に必要な基礎資料を得ることを目的とする。

10－2 (p117) 調査の種類

調査の種類は、必要に応じて適切なものを選択するものとする。

p117 の[解説]の説明

治山事業はほとんどが点的な事業であるので、事業実施上影響が予想される範囲において調査するものとする。しかしながら、治山事業を行うに当たっては、仮設道路及び仮設工作物等を治山施設以外の箇所に設けることがあるので、その周辺まで調査することが必要である。

10-3 (p117) 自然環境調査

10-3-1 (p117) 植物調査

植物調査は、文献調査及び聞き取り調査により行い、必要に応じて現地調査を行うものとする。

10-3-2 (p118) 動物調査

動物調査は、文献調査及び聞き取り調査により行い、必要に応じて現地調査を行うものとする。

10-3-3 (p120) 水質環境調査

水質環境調査は、溪流等の水質が治山工事の施工によって変化する可能性のある場合に実施する。

P120 の [参考](調査項目)の説明

特に飲料水などに使用している場合には、渇水期の流量についても調査しなければならない。

10-4 (p120) 自然景観調査

自然景観調査は、施設等の設置予定箇所周辺の主要景観地の分布状況、主要眺望点からの眺望の状況及び自然環境保全上特に留意するものを調査するものとする。

10-5 (p121) 取りまとめ

調査の結果は、調査目的に応じて整理し、事業の計画、設計及び効果の検証に資するよう取りまとめを行うものとする。

10-6 (p121) 総合解析

調査の結果に基づいて、環境への影響について予測を行うとともに必要な保全対策を検討する。また、必要に応じて、効果の検証を行うものとする。

第11節 (p122) 社会的特性調査

第11-1 (p122) 社会環境調査

社会環境調査は、既往災害、保全対象等について、調査するものとする。

p122 の [解説]の説明

- (1) 現地調査及び空中写真・住宅地図の活用等により保全対象の量及び質が的確に把握する。
- (2) 必要に応じて、溪床勾配による土石流の到達範囲及び土石流氾濫シミュレーション等

の手法により流出土砂等の影響を受ける保全対象を推定する。

- (3) 保全対象から判断した整備計画の必要性、整備後の保全対象への影響等、整備する治山施設との関連について示す。

1 1 - 2 (p122) 法令・規制等調査

法令・規制等調査は、各種の法令等の指定状況等について把握するものとする。

1 1 - 3 (p124) 防災施設等調査

防災施設の調査は、既存の防災施設等の整備状況及び今後の計画について調査するものとする。

p124 の【解説】の説明

- (1) 既存の治山施設については、位置・規模のほか機能の発揮状況、被災状況等についても調査し、機能強化、補修等の計画の必要性を判断する資料とする。
- (2) 機能の発揮状況については、例えば治山ダムの場合、上流側の堆砂が過剰で、天端まで土砂が堆積しているかどうかという視点で現地を調査する。被災状況については下流側前庭部の洗掘状況、袖の突っ込み状況、放水路天端の摩耗状況、堤体の亀裂の有無等について調査する。
- (3) 調査流域の下流に多目的ダム等があり、保全対象の範囲内である場合には、堆砂量及び浚渫量を経年的に調査すると、調査流域からの流出土砂量が推定でき、整備計画量を決定する際の根拠ないし参考となりうる。

第3章(p125) 山地治山計画の基本方針

第1節(p125) 計画の基本理念

山地治山計画は、山地治山事業の目的を達成するため、環境の保全・創出を考慮しつつ、治山施設の適正な配置と森林の復旧・整備により、安全水準の向上、確保ができるよう策定しなければならない。

第2節(p125) 計画規模

山地治山計画における計画規模は、対象とする流域の重要度、保全対象との関連、荒廃地や荒廃危険地の規模及びその特性等を考慮して決定するものとする。

P125 の[解説]の説明

計画規模は、流域の重要度に応じた適切な全体投資規模として考える場合と、あらかじめ設定された枠の中での最大限可能な投資規模としてとらえる場合とがあり、前者は全体計画的なもの、後者は期間計画的なものということができる。計画策定に当たっては、両者のどちらに該当するかあらかじめ決定しておくことが必要である。

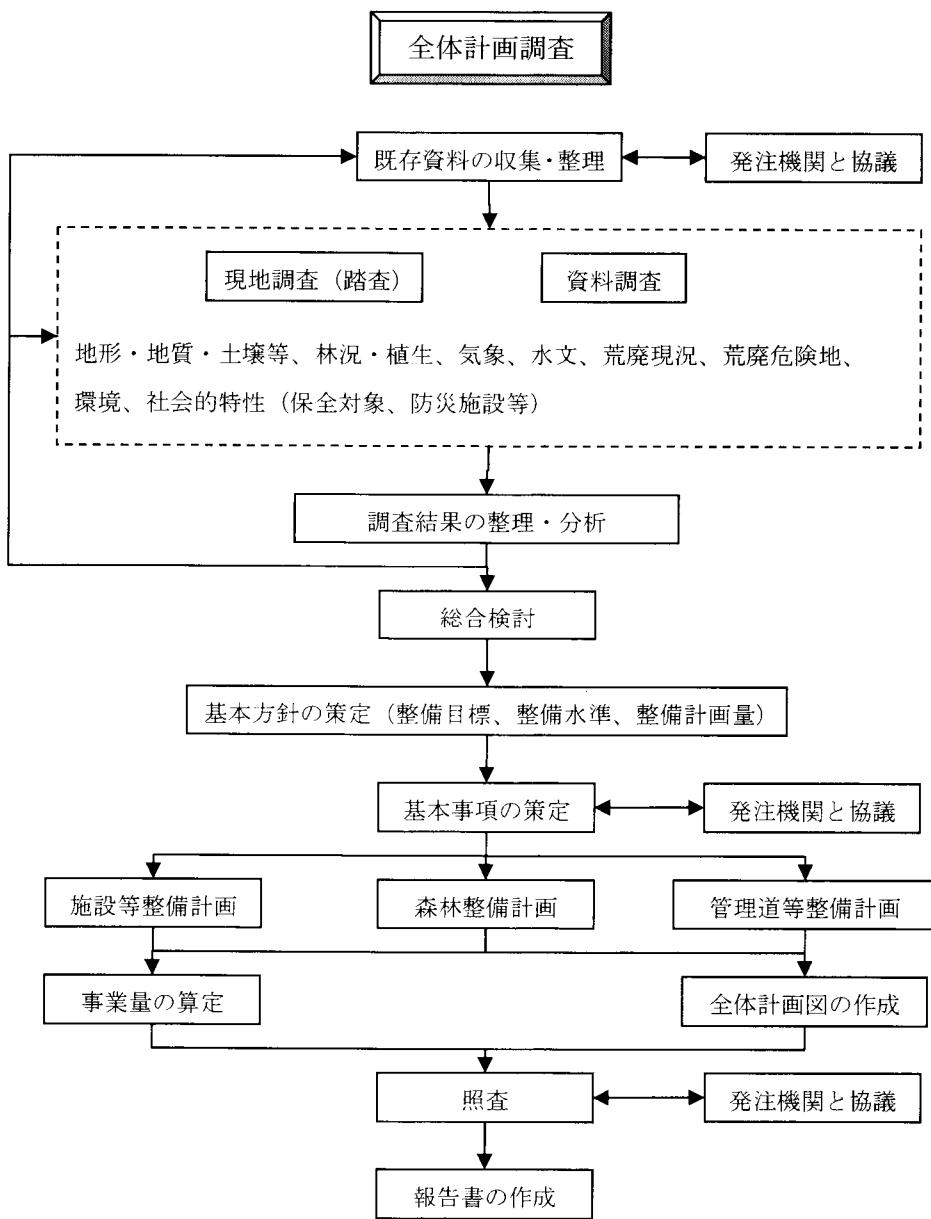
第3節(p126) 山地治山計画の策定

3-1(p126) 基本的考え方

山地治山計画は、それぞれの流域における調査の結果に基づいて、自然的、社会的な特性に立脚した最も経済的かつ効率的な計画でなければならない。

p126～p128 の[解説]、[参考](治山事業全体計画の作成)及び[参考](整備対象とする現象)の説明

全体計画調査の例を示す。



図一説－2 全体計画調査の流れ

- (1) 平成 14 年 6 月、治山事業実施要領の一部が改正されるとともに、治山事業全体計画作成等要領が制定された。これを受け平成 15 年度から治山事業（国有林・民有林直轄・民有林補助）を新規に着手する箇所については、事業ごとに治山全体計画を作成しなければならないこととなっている。（「民有林補助治山事業全体計画作成等要領等の制定について」平成 14 年 6 月 12 日 14 林野整治第 409 号（林野庁長官通達）、「民有林補助治山事業全体計画作成等要領の運用について」平成 14 年 6 月 12 日 14 林野整治第 410 号（治山課長通達）及び「国有林治山事業全体計画作成等要領」の制定について 平成 14

年7月1日 14林国業第58号(林野庁長官通達)、「国有林治山事業全体計画作成等要領の運用について」平成14年9月3日 14林国業第130号(業務課長通達))

平成15年度、新たに治山事業全体計画書の様式が示されたので、それによって調査を実施することとなる。様式は全国一律のものとなっているが、記載内容はそれぞれその地域特性に合致したものでなければならない。

(2) 全体計画の対象とする区域は発注機関から示される場合が多いが、事業区分ごとに次の範囲とする。

① 荒廃山地、荒廃危険山地を復旧・整備する事業（山地治山、水土保全治山、治山等激甚災害対策特別緊急事業）

復旧・整備による効果の発現が一体のものとして捉えることができる、天然地形界により区分される土地の範囲とする。

ア 流域保全型（流域）

事業効果が主に水系を介した形で發揮される流域の土地の範囲

イ 局所保全型（山腹斜面）

事業効果が主に水系を介さない形で發揮される山腹斜面等の土地の範囲

② 地すべり等防止法に定める地すべり防止工事を実施する事業（地すべり防止事業）

地すべり防止区域の土地の範囲、ないし一又は複数の地すべりブロックの土地の範囲とする。

③ 主に保安林を整備する事業（保安林整備、水源地域整備、防災林造成、共生保安林整備事業）

保安林機能の一体的な發揮が期待できる森林の範囲とする。

④ 保安林管理道を整備する事業（保安林管理道整備事業）

保安林管理道に係る管理対象森林の範囲とする。

(3) 全体計画の対象面積は、5年間又は10年間（5年間で見直す）で可能な事業量が算出できる範囲とする。区域及び面積の取り方は、発注機関側が主体となって決定される場合が多いが、受注者と協議して決定する場合もある。局所保全型か、流域保全型かによって異なるが、いずれにしてもこの区域（対象面積）が全体計画の整備水準・整備方針・事業量等を決定する最も重要なものであるため、考え方を明確にしておかなければならない。

(4) 流域特性の把握が不十分であると、どの流域にも適用可能な画一的な計画となるため、注意しなければならない。その際、当該流域を整備する目的を十分に理解し、保全対象と荒廃状況等との関連から判断される問題点、対象区域内の森林において、その発揮が期待される森林の公益的機能等についても明らかにしておく必要がある。一般的に森林の公益的機能は、主として次に示すものにより期待されている内容が把握できる。

① 森林計画（全国森林計画、地域森林計画、市町村森林整備計画、森林施業計画）

② 森林の機能（水源涵養機能、山地災害防止機能/土壤保全機能、快適環境形成機能、

保健・レクリエーション機能、文化機能、生物多様性保全機能、地球環境保全、木材等生産機能)

③ 法的規制（保安林、鳥獣保護区、自然公園等）

④ 地域関係者の意向（都道府県、市町村、地元住民）

(5) 当該治山計画が、流域保全型か局所保全型かあらかじめ踏まえておく必要がある。流域保全型は、1級河川とか2級河川の上流水源地域の水源かん養保安林等の整備を中心に、その森林が水源かん養機能を高度に発揮できるよう整備するための治山事業である。また、局所保全型は、道路等の公共施設又は集落等、特定された地域を主な対象とし、民生安定上放置しがたい荒廃地等に対する治山事業である。

(6) 全体計画の内容はそれぞれの事業の目的に合致し、採択基準を満足していなければならない。なお、本編は山地治山事業に係るものであるが、他の主な事業の内容と併せて示すと次のとおりである。

① 山地治山事業

荒廃山地の復旧整備又は荒廃危険山地の崩壊等の予防等により、山崩れ、土石流等の山地災害や洪水を防止、軽減し、これらの災害から人家、道路・学校等の公共施設、農地等を保護する。

② 保安林整備事業

被災保安林、劣悪保安林の復旧整備、機能低位な保安林の保育等により、水源かん養機能、土砂流出・崩壊防備機能等の保安林機能の回復、高度発揮を行う。

③ 保安林管理道整備事業

山腹崩壊地の復旧整備や保安林の整備などの治山事業を行う荒廃地等が集中している箇所において、効率的に建設機械や資材を運搬し、また、保安林の適正な管理を行うための道を整備する。

④ 水土保全治山事業

総合的な山地災害危険地対策を緊急に実施することにより、山崩れ、土石流、泥流等の山地災害を未然に防止し、これらの災害から人家、公共施設等を保護する。

⑤ 水源地域整備事業

良質な水資源の安定的な供給と国土の保全に資するため、重要な水源地域や奥地の森林について、水源かん養機能の高度発揮と土砂流出防止機能の向上や良好な森林水環境の形成を図るための多様な森林整備を面的・総合的に推進する。

⑥ 防災林造成事業

積雪地帯や災害跡地等において防災林を造成することにより、なだれや土砂の流出を防止、軽減し、これらの災害から人家、道路・学校等の公共施設、農地等を保護する。

⑦ 治山等激甚災害対策特別緊急事業

著しく激甚な災害が発生した地域において荒廃山地、地すべり地を早期に復旧する

ことにより、再度災害を防止し、人家、公共施設、農地等を保護する。

⑧ 共生保安林整備事業

市街地周辺、自然環境が優れた地域において、森林の造成改良整備、荒廃山地の復旧整備等を行うことにより、森林による緑豊かな生活環境・自然環境の保全・創出を図る。

⑨ 地すべり防止事業

地すべりによる被害を防止・軽減し、人家、道路・学校等の公共施設、農地等を保護する。

(7) 整備目標については、事業における整備に係る現象を明確にし、その現象ごとに、これを抑止、抑制、又は改善しようとする内容を明確にする。この場合、特に次の事項に留意する。

① 治山施設の適正な配置及び森林の復旧・整備により、広く流域全体の災害の防止・軽減、水源のかん養、その他の森林の公益的機能の維持増進が一体的かつ総合的に図られること。

② 森林がそれぞれの地域の自然環境の構成要素として機能していることを踏まえ、周辺の環境に与える負荷の低減を図るとともに、地域の自然環境の保全・形成に寄与すること。

具体的な例としては、次のような現象に着目して設定する。

① 整備対象とする現象

ア 土砂の流出

- 1) 山腹崩壊地の拡大、侵食による土砂の生産・流出
- 2) 山腹荒廃危険地の崩壊等による土砂の生産・流出
- 3) 溪岸侵食等による土砂の生産・流出

イ 水源かん養機能の低下

- 1) 山腹崩壊地の土壤流亡による水貯留機能の喪失
- 2) 山腹荒廃危険地の崩壊等に伴う土壤流亡による水貯留機能の喪失
- 3) 森林の劣悪化による水源かん養機能の低下

② 抑止、抑制、又は改善しようとする内容

ア 流出土砂量の削減

荒廃地、特に山腹崩壊地の復旧整備により流域土砂生産の削減を図り、流下堆積不安定土砂の減少による流域保全と下流の多目的ダムの保全に資する。

- 1) 山腹崩壊地の復旧整備（渓間工の山脚固定効果等による拡大の抑制を含む）によって山腹崩壊地の拡大・侵食による土砂の生産・流出を防止する。
- 2) 荒廃森林の整備、渓間工の山脚固定効果等による崩壊発生の抑制によって山腹荒廃危険地の崩壊等による土砂の生産・流出を防止する。
- 3) 渓間工の山脚固定効果等によって溪岸侵食等による土砂の生産・流出を防止す

る。

イ 水源かん養機能の維持・向上

山腹荒廃地の復旧整備及び機能の低下した森林等の整備改良を図り、流域の貯水容量の向上による水源かん養機能の維持・向上に資する。

- 1) 山腹崩壊地の復旧整備により土壌回復を図り、水貯留機能の回復・向上に資する。
 - 2) 荒廃森林の整備、渓間工の山脚固定効果等による崩壊発生の抑制によって土壤流亡による水貯留機能の喪失の抑止を図り、水貯留機能の維持・向上に資する。
 - 3) 森林の整備により、土砂崩壊の防止、水源かん養等森林の公益的機能の低下を防止する。
- (8) 整備水準については、対象区域又は近傍の降雨、降雪、風、波浪、地震等の天然現象の規模又は頻度を踏まえた抑止又は抑制の水準、地すべり防止対策における目標安全率、森林整備において目標とする林型、その他の抑止、抑制する水準(整備水準)を定める。その際、保全対象、区域及び面積と整合性が取るほか、年間平均投資額と整備水準が矛盾しないように留意する。

具体的な例としては、調査結果を踏まえ、整備水準を以下のように定める。

① 荒廃地の生産土砂量

下流に位置する多目的ダムの計画堆砂土砂量を上回る分を抑止できる水準とする。

事業対象地からの年間流出土砂量 (A) $m^3/\text{年}$ (過去の平均的な降雨実績を前提として、USLEにより算定)

多目的ダム計画堆砂土砂量 (B) m^3

整備すべき土砂量 (C) = (A) - (B) $m^3/\text{年}$

② 荒廃地の復旧・拡大防止及び森林の整備

将来形成が期待できる、あるいは維持・保全が期待できる森林土壤による有効貯留量の維持・増大によって流域の水源かん養機能の向上を確保できる水準とする。

100年確率降雨量に対応する土壤の保水容量 (D) mm

損失率 (E)

樹冠遮断量 (F) mm

流域の有効貯留量 (G) = (F) + (E) × (D) mm

整備水準=流域有効貯留量の増加→荒廃地の拡大防止、復旧縮小、森林機能の低下防止、維持向上

整備水準は、山腹荒廃地、山腹荒廃危険地、荒廃渓流等における整備により、上記の整備水準を満たすものとする。

③ 目標林型の設定

土砂生産が少なく、水源かん養機能の高い森林とする。そのためには、浸透能、保水容量の高まるような森林施業とする。

気象条件を考慮して、標高により次のように区分する。

1,200m以上=針広混交

1,200m以下=スギ→できるだけ針広混交に誘導、ヒノキ→十分な密度調整と針広混交への誘導

ア 森林の整備

高標高部（2,000m以上）については原則として林内植栽等は行わない。下層木の導入が必要な場合は本数調整伐等による密度管理により、周辺植生の自然侵入促進を図り、上記目標林型を目指す。

低標高部についてもできるだけ本数調整伐等により周辺植生の自然侵入促進を図るが、周辺が人工林で自然侵入による下層木導入が難しい等、必要な場合は積極的な下層植栽を行い、上記目標林型を目指す。

イ 崩壊緑化箇所の保育

崩壊裸地は急速に表面侵食が進むので、当初復旧整備ではできる限り早期に繁茂して表面被覆を行うに適した草本を主体とする。

しかし、草本（特に外来種）は数年で後退するため、5年程度経過したら木本の侵入状況を見て、自然侵入による林地化か、植栽工の導入による林地化かを決定する。周辺が天然林の場合は比較的木本の自然侵入が期待できるが、周辺が人工林の場合は木本の侵入があまり期待できないため植栽工を計画する。導入樹種は周辺林相と同じか、異なる場合でも将来的に生態系同一の森林として、周辺の森林環境を阻害しないよう留意する。

定期的な保育整備により、上記目標林型を目指す。

(9) 整備水準の設定後、整備計画量を定める。整備計画量としては、全体計画において整備対象地の復旧・整備を計画する量を定め、その量の設定の考え方を明らかにする。その際、山地災害、水害、渇水、濁水等の災害や森林の機能の低下がもたらす影響の規模、範囲、特性を設定するとともに事業の実施によってもたらされる公益的機能発揮の投資効果便益を総合的に勘案する。

- ① 山腹荒廃地整備面積 ha 整備率%
- ② 山腹荒廃危険地整備面積 ha 整備率%
- ③ 荒廃渓流整備面積 ha 整備率%
- ④ 森林整備面積 ha 整備率%

(10) 整備方針については、整備目標を達成するために必要な治山施設及び森林の整備の主な種類、施工方法、配置及び施工の優先順位とその考え方、その他復旧・整備にあたっての具体的な方針について定める。この場合、治山事業（地すべり防止事業を除く）の目的が森林の維持造成を通じた森林の公益的な機能の安定的な維持・向上にあることを踏まえ、可能な限り、治山施設及び森林の整備を一体的かつ総合的に実施できるよう留意する。具体的には次に示すような事項についても検討する。

- ① 山腹工による崩壊地の復旧、谷止工による山脚固定等、発生源対策

- ② 崩壊地のタイプ（拡大の見込みのある崩壊地、現状で推移すると思われる崩壊地、縮小し自然復旧する見込みのある崩壊地）
 - ③ コスト縮減対策（工事コストの低減、時間的コストの低減、社会的コストの低減、木材利用）
 - ④ 山腹工施工箇所において導入した植生の保育管理の考え方
 - (5) 自然環境、地域住民の生活環境への影響の調査・対策
- (11) 施工の優先順位は、次の因子を評価して決定する。
- ① 現象の規模
 - 崩壊地：傾斜、形状、面積、侵食状況、土砂量等
 - 荒廃渓流：渓床勾配、面積、土砂量等
 - ② 事業の効果
 - 直接保全対象：現象地からの距離・勾配、重要度
 - 間接保全対象：渴水、濁水、河床上昇等の問題
 - ③ 工事の施工性
 - 現象地までのアクセスの有無、アクセス整備の現実性、工事施工の現実性等
- (12) 実施計画（期間計画的）は、全体的な治山計画（全体計画的）の中から緊急性の高い地域を選択し、選択した地域における工種、工法の配置及びその実施の時期等の年次的な割り振りを定めたものである。したがって、計画地域全体の中における各流域の荒廃状況と、保全対象の重要性等を客観的に判断し、その緊要度に応じて決定しなければならない。
- (13) 事業の効果の評価については、林野公共事業の事業評価実施要領（平成 12 年 3 月 13 日付け 12 林野計第 73 号林野庁長官通知）に基づき実施された当該事業の事前評価の概要についてまとめる。また林野公共事業の事業評価実施要領及び「森林整備事業等の再評価の実施について」（平成 10 年 3 月 27 日付け平成 10 年林野計第 105 号林野庁長官通達）に基づく再評価を実施した場合には、その概要についてまとめる。評価の際には、次の点に留意する。
- ① 計画額に対して十分な効果がある計画とする。
 - ② 選択した便益は正しく、単価は適正とする。
 - ③ 被害区域の算定及び効果の範囲の推定は適正に行う。
- (14) 全体計画の策定にあたっては、事業計画の構想作り等への住民参加の促進を含め、市町村、地域住民、その他地域の関係者の意向を反映させ、地域の活力と個性を活かした事業の展開が図れるよう努める。地域の関係者の意向を反映した場合、その手法及び反映された具体的な内容についてとりまとめる。

3－2(p128) 山地治山計画の具体的方針

山地治山計画は、治山施設の適切な配置及び森林の復旧・整備により、広く流域全体の災害の防止、水源のかん養、その他の森林の公益的機能の維持増進が一体的かつ総合的に図られるよう策定するものとする。

3－2－1 (p128) 山地治山計画において計画すべき内容

山地治山計画は、渓間工、山腹工、森林整備等を適切に組み合わせて、荒廃地の復旧及び荒廃の未然防止を行うよう策定するものとする。

p128～p129 の [解説] の説明

- (1) 山地治山計画は、施設計画と森林整備計画に大別される。施設計画では、荒廃地の復旧整備、荒廃危険地対策のための施設（山腹工・渓間工等）の全体計画及び優先順位等について計画する。また、森林整備計画では、整備する森林の種類・位置・面積・整備方法を明らかにし、その全体計画を作成する。
- (2) 計画した事業内容の数量・概算工事費等を試算し、全体計画表及び全体計画図を作成する。全体計画図には、全体計画の対象区域、荒廃地等の現況、整備計画量、治山施設及び整備箇所の配置、施工の優先順位等について一体的に明示する。
- (3) 工種・工法及び種別を選定する際、次の点に留意して比較検討を行う。
 - ① 工種等の特徴（規模・強度等）、現地の状況を踏まえた施設の効果、コスト、周辺環境への影響、施工性、及び工期等を比較する。
 - ② 現地発生材（土砂・転石・木材等）の利用を検討する。
 - ③ 木材・石材等の多様な材料（種別）を使用する施設にあたっては、強度・耐久性・維持管理にも考慮した計画とする。
 - ④ 工種等の選定理由は明確にする。
- (4) 現地の諸条件に合致した実行可能な計画を策定する。
 - ① 小区域においては、現地の写真・空中写真・地形図等、自然的特性・荒廃現況・社会的特性等の調査結果に基づいて計画する。
 - ② 構造物の工種・工法・種別・位置・高さ・延長・数量計算等は現地と合致させる。
 - ③ 調査結果に基づく計画であっても、実行可能な計画でなければならない。
- (5) 構造物の位置・規模は、施工を考慮して決定する。
 - ① 落石・崩壊・地すべり・土石流等の発生のおそれが多く、工事の安全上、作業が困難な位置には計画しない。
 - ② 床掘・掘削等に伴い、崩壊・地すべり等を誘発する危険性のある位置には計画しない。
 - ③ 構造物等の規模は、年間の可能工事日数から判断して適切なものとする。
 - ④ 大規模な構造物の場合、分離分割発注すると工事の完成は可能か、または数ヵ年の継続施行は可能かについても検討した上で計画する。

- ⑤ 構造物等は、資機材の運搬が可能な位置に計画する。
- (6) 実行可能な運搬方法、及び地域の特殊性を考慮した運搬方法を検討する。
- ① 仮設方法（指定仮設又は任意仮設）を決定する。
 - ② 工事の規模に見合った運搬方法を決定する。
 - ③ 仮設道を開設する場合、崩壊を誘発させない線形等を決定する。
 - ④ 索道・モノレールを適用する場合、運搬量について検討する。
 - ⑤ 運搬単価は適正なものとする。
- (7) 調査の要求度にもよるが、実施計画に近い場合は、必要に応じて工事中の安全対策についても計画する。
- ① 崩壊・土石流・落石のおそれがある場合の安全対策
 - ア 災害防止のための仮設工事を計画する。
 - イ 雨量計、伸縮計、土石流センサー、テレビモニター及び監視員等の災害感知システムを提案する。
 - ウ 溪流工事では避難場所、避難路等を計画する。
 - ② 道路等の安全通行確保
 - ア 道路上部の工事（山腹工等）では、道路をのり切土砂の落下等から保全する仮設工事を計画する。
 - ③ 工事箇所直下の民家等に対する安全措置
 - ア 民家背後の山腹工事の場合、のり切土砂の落下、構造物（コンクリート土留工等）施工中の危険に対する安全措置を計画する。
 - イ 現場が狭小の場合、土留工を設置する際の安全措置には特に留意する必要がある。
- (8) 工事中及び工事後の対応として次の事項についても検討し、必要に応じて計画する。
- ① 生活用水等の代替施設
 - 治山ダム工・山腹の水抜き工・地すべりの集排水工等で、水みちを変更するおそれがある場合の代替施設の必要性を検討する。
 - ② 回排水及び濁水防止
 - 回排水・沈砂池・濁水防止施設の必要性を検討する。
 - ③ 工事跡地の緑化等
 - 工事跡地の裸地に対する緑化等の環境保全施設の必要性を検討する。
- (9) 保安林機能を補完する治山事業は環境保全事業と言えるが、特に景観及び生態系に対しては次のような配慮が必要である。
- ① 眺望の予測と対策
 - 治山ダム等の位置・高さ等を決定するにあたり、眺望を予測し、必要に応じて、植栽工等の景観対策が計画する。
 - ② 治山施設の修景
 - 治山施設表面の修景を図る場合に、眺望点からの距離を考慮したテクスチャ（き

め)が検討する。また、色彩・材料等の面で長期間にわたって周囲との違和感が生じないように配慮する。

③ 生態系への配慮

生態系への配慮の観点から、魚道・小動物の通路の設置等を行う場合、生息状況を考慮した計画内容とする。生態系を配慮して木材・石材等多様な材料を使用する場合には、強度・耐久性・維持管理にも考慮した計画とする。

④ 緑化に用いる草木種

生態系に配慮する必要がある地域においては、郷土種による緑化を前提として検討する。

3-2-2 (p129) 荒廃地の復旧等の計画

荒廃地の復旧等に当たっては、荒廃地等の地質、荒廃成因等によって類型化し復旧工法等を検討の上、計画するものとする。

p129～p130の【解説】の説明

[解説]の追加

この他に森林限界以上の荒廃地がある。これを特殊荒廃地と定義する。

10 特殊荒廃地

森林限界以上の荒廃地

p130～p134の【参考】の説明

[参考]の追加

6 特殊荒廃地

高山地帯で森林限界以上であって、植生が生育しない箇所からの流出土砂が、森林地帯の渓流を通過する場合に、渓流に不安定土砂を堆積させ又は流下途中の渓岸を侵食し、上部の山腹崩壊を発生させるものがある。この場合、発生源の特殊荒廃地における土砂の移動を防止するため、土留工、柵工等を計画し、下流の森林地帯の渓流には、治山ダム等渓間工を設けて下流への土砂移動を防止する対策が必要である。火山性荒廃地の一部には、これに近似するものがある。

3-2-3 (p135) 土石流等対策

土石流等の発生のおそれのある渓流においては、土石流、泥流及びこれに伴い生じる流木に起因する山地災害を防止・軽減するため、流域の特性に応じて、荒廃地等の復旧・整備を含めた発生源対策や、渓床の縦横侵食の防止対策等を総合的に計画するものとする。

P135の【解説】の説明

土石流の対策を行う必要のある「土石流等の発生のおそれのある渓流」とは、

- ① 近年土石流が発生し、甚大な災害を発生させた流域で、山腹崩壊、地すべり又は渓

流に不安定土砂が堆積しやすく再び土石流が発生するおそれがある箇所

- ② 山地災害危険地区で、流出土砂危険地区に指定されている渓流
- ③ 砂防事業で「土石流危険渓流」に指定している渓流

上記の渓流に治山ダム等を設ける場合に土石流の流体力、衝撃力及び流木対策の必要性を検討する。

3－2－4 (p136) 山腹荒廃危険地対策

山腹荒廃危険地においては、対象とする山腹斜面の自然的条件及び社会的条件を踏まえ、発生源対策、落石及び崩壊土砂の流出防止対策並びに森林の土砂崩壊及び流出防止機能を高めるための森林整備を適切に組み合わせて計画するものとする。

3－2－5 (p136) ソフト対策との連携

山地治山計画は、山地災害による被害の軽減を図るため、必要に応じて、地域住民への山地災害危険地区等の情報提供によるソフト対策を含めた総合的かつ効果的な防災対策となるよう計画するものとする。

3－2－6 (p137) 環境の保全・形成への寄与

山地治山計画の策定に当たっては、周辺の環境に与える影響の低減を図るとともに地域の自然環境等の保全・形成に寄与するよう努めるものとする。

参考文献

森林土木技術に関係・関連し、参考となる指針、示方書、便覧、その他を以下に示す。

1) 基準

- 河川砂防技術基準（案）：（社）日本河川協会編
- グラウンドアンカー設計・施工基準：（社）地盤工学会編集
- 木構造計算規準：（社）日本建築学会編集
- 道路緑化技術基準：（社）日本道路協会編集
- 道路標識設置基準：（社）日本道路協会編集
- 防護柵の設置基準：（社）日本道路協会編集
- 海岸保全施設の技術上の基準：海岸保全施設技術研究会編

2) 指針

- 木質構造限界状態設計指針（案）：（社）日本建築学会編集
- 建築基礎構造設計指針：（社）日本建築学会編集
- のり枠工の設計・施工指針：（社）全国特定法面保護協会編集

- 道路土工指針（各種）：（社）日本道路協会編集
- 道路反射鏡設置指針：（社）日本道路協会編集
- 舗装設計施工指針：（社）日本道路協会編集

3) 示方書

- コンクリート標準示方書（各種）：土木学会コンクリート委員会編集
- 道路橋示方書（各種）：（社）日本道路協会編集

4) 便覧

- 落石対策便覧：（社）日本道路協会編集
- 鋼製砂防構造物設計便覧：鋼製砂防構造物委員会編集

5) その他

- 道路土工要綱：（社）日本道路協会編集
- 新編防雪工学ハンドブック：（社）日本建設機械化協会編集

6) 他のマニュアル等の例

① 森林土木

- 森林土木木製構造物施工マニュアル：林野庁監修
- 森林土木工事における施工工夫事例集：（社）全国森林土木建設業協会
- 治山・林道事業における木材利用事例集：岩手県林業水産部森林保全課編集

② 治山

- 治山事業の木材・木製品使用事例集：治山研究会編
- 治山施設災害復旧事業事例集：（社）日本治山治水協会編集
- 治山施設災害復旧事例集：北海道治山協会発行

③ その他

a マニュアル

- 自然環境アセスメント技術マニュアル：自然環境アセスメント研究会編著
- 建設発生土利用技術マニュアル：建設発生土利用技術マニュアル検討委員会編集
- 軽量鋼矢板設計施工マニュアル：（社）鋼材俱楽部
- 道路環境整備マニュアル（社）日本道路協会編集
- コルゲートメタルカルバート・マニュアル：（社）地盤工学会編集

b 事例集、事例、実例等

- 鋼製砂防構造物設置事例集：鋼製砂防構造物委員会編集
- 砂防・地すべり設計実例：砂防・地すべり対策工事設計実例編集委員会編
- グラウンドアンカー設計・施工例：(社) 地盤工学会編集

c ガイドブック等

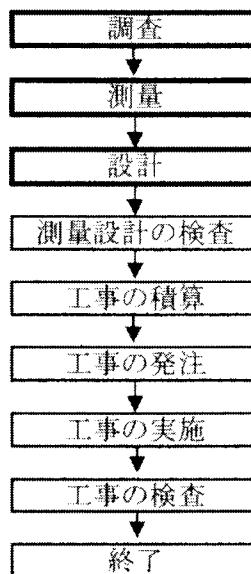
- 河川・砂防工事における木材活用工法ガイドブック(案)：(財)河川環境管理財団編著
- 「鋼製砂防構造物」ガイドブック：砂防鋼構造物研究会編集

第4章(p143) 溪間工の設計

P143 の溪間工の設計に当たっての説明

溪間工の設計に当たっては、調査を行い、それに基づいて測量、設計を行うものである。

溪間工工事のフローを示すと図一説－3のとおりである。



図一説－3 溪間工の工事のフロー

調査には、予備調査、現地調査があり、設置箇所の状況を十分に把握して、保全対象、設置目的の確定、およその位置、工種、種別等を概定して設計に入る。

このためには、当該箇所の流域別調査、全体計画等の調査報告等を十分に理解して、着手する必要がある。

調査は第2章「調査」に従って行うものとするが、調査の全項目の詳細な調査は必要なく、具体的には、次のように行い、結果を設計説明書に記載する項目程度の調査を行う。

1 予備調査

現地に入る前に流域別調査、全体計画調査手等の既存の資料、文献空中写真等によって概況を調査する。方法は第2章2-1調査の手順以下設計説明書の記載に必要なものを調査し、設計の基礎資料とする。

2 現地調査

- (1) 現地調査は、溪間工を設けることの可能な十分余裕を持った範囲とする。
- (2) 現地調査は、基準で「必要に応じて」となっているが、調査の大部分が計画の立案、施設等の計画設計であるので、原則として現地調査を行うものとする。
- (3) 現地調査は、治山事業を実施する上で極めて重要なものであり、予備調査等の間接

的な調査では把握できない、微少な諸条件がある。具体的な設計を行う場合、この諸条件の把握の良否によって、調査の精度、計画の良否、将来にわたっての施設の安全性及び維持管理の必要性等を左右するものである。

このため、現地調査者は経験の豊かな技術者が行わなければならない。

- (4) 現地踏査により、溪流や森林の荒廃状況、地形・地質条件、保全対象との関連等を把握して治山ダムの目的、計画位置、型式及び種別、方向等を検討するための資料を収集する。
- (5) 溪床堆積の石礫の状況、溪床堆積地形、植生の定着状況等に留意して、踏査選点を行う。
- (6) 現地踏査に当たっては、自然環境の保全に配慮する視点も必要である。

3 調査に関する設計説明書に記載する主な事項

- (1) 設置目的
- (2) 技術基準の「調査」の事項、即ち、地形、地質、気象、水文、植生、荒廃状況、社会環境等についてを簡潔にまとめて記述する。記載事項はおおむね次のとおりである。
 - ① 地形 流域面積、付近の山腹を含めた傾斜、溪岸の傾斜、溪床勾配、瀑布の有無、谷の次数、後退性の崩壊の有無、段丘、崖錐等顕著な地形的特徴等
 - ② 地質 付近の地質岩石の種類、崩壊など難易、風化の度合い、構造物周辺の基礎岩盤状況、堆砂深又は土層深等
 - ③ 気象 降水量、積雪時期と積雪深、気温、凍結の有無等
 - ④ 水文 最大日雨量、最大時間雨量、超過確率雨量、最大洪水流量、洪水痕跡等
 - ⑤ 荒廃状況 荒廃の原因、付近の崩壊地の状況、不安定土砂の位置、面積、深さ、量及び流出の可能性、堆積砂礫の最大径及び平均径等
 - ⑥ 植生 周囲の植生の種類、工事にかかる支障木、貴重植物の種類と工作物に掛かる範囲等
 - ⑦ 動物 施設を設置すると影響のあると思われる水生動物及び陸生動物、猛禽類等貴重な鳥類等
 - ⑧ 社会環境等 保全対象、当該地に掛かる法的規制、既設構造物(治山施設及び他省庁の既設施設)等
- (3) 運搬手段、現地搬入ルート、仮設道の必要性の有無、コンクリート等の資材調達等
- (4) 安全施設等
- (5) 代替施設の必要性の有無等

4 具体的な調査

(1) 計画高水流量

溪間工の設計に必要な、治山ダム設置位置の計画高水流量計算のために、最寄りの

気象観測所の気象データ(雨量関係)を収集して、100年確率1時間降雨量を計算する。

ただし、気象観測所の選定については、山間地と平野部では雨の降り方が異なることが考えられるので、対象地と同様な地形条件を有する気象観測所を検討する必要がある。

また、収集するデータ数は15年分程度以上(できれば30年分以上)あることが望ましいが、なるべく多くのデータを収集できる観測所を選定するよう心がける。

なお、100年確率1時間降雨量の計算については、「第2章調査 7-5洪水流出量の計算」を参照のこと。

(2) 発注機関によっては治山ダムの設計に使う降雨強度(表)が定められている場合があるので、降雨強度の設定について発注機関に確認する必要がある。

(3) 荒廃状況の把握

渓床周辺の崩壊地の分布、規模、形状と、渓流荒廃地の分布、規模、要因について調査し、土砂の堆積状況や渓床に侵入している木本類の生育状況から土砂移動の動態特性を推定する。

(4) 石礫

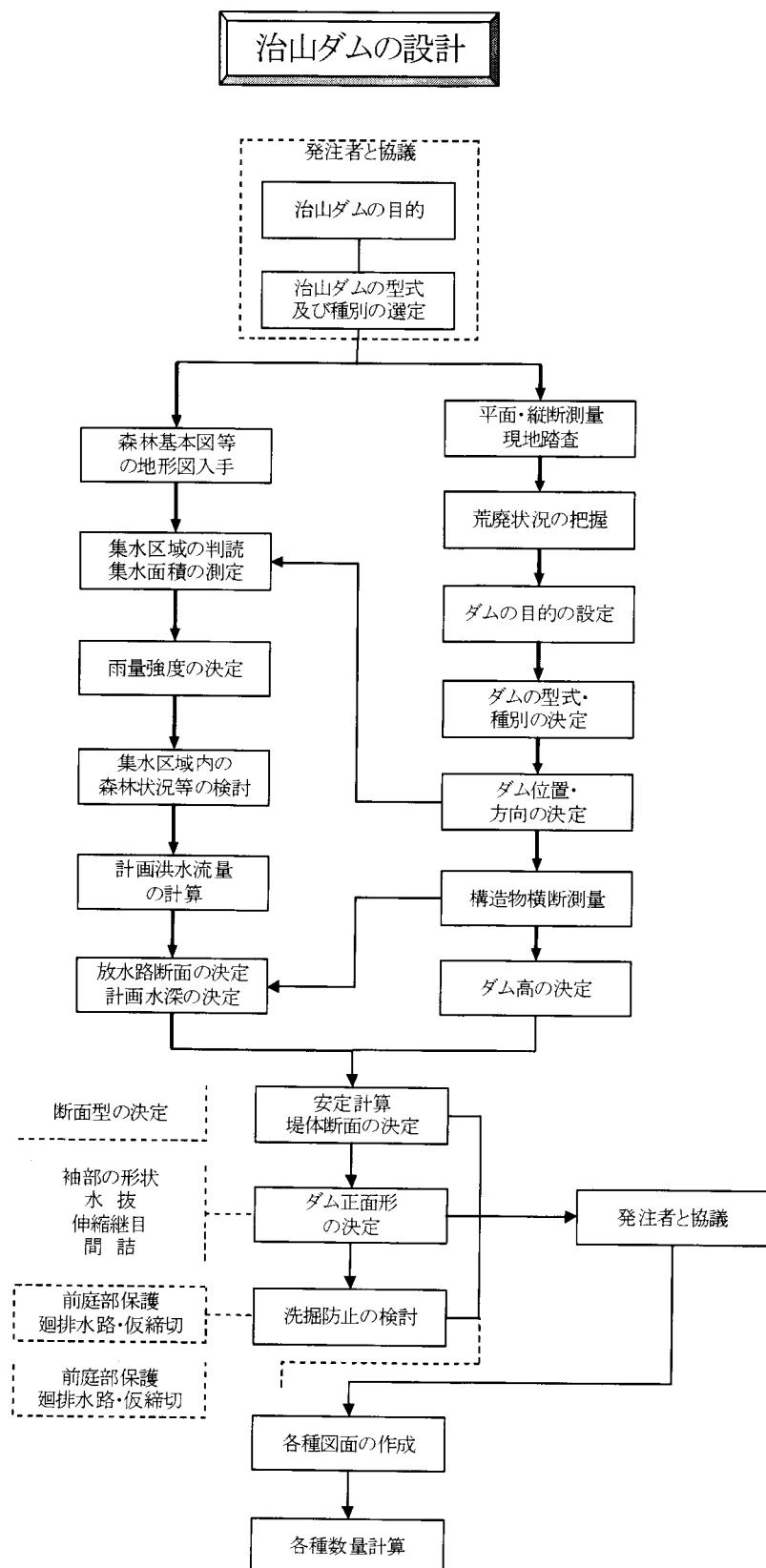
渓床周辺に堆積している石礫の礫径分布の状況(最小、最大、平均)も把握する。

(5) 周辺の山腹の調査

渓流への土砂供給源や土石流の発生原因となるおそれがあることから、渓床周辺の山腹斜面についても荒廃現況や荒廃危険地の分布を把握する。

5 溪間工の内、治山ダムのフロー

治山ダムの設計のフローは図一説-4 のとおりである。



図一説－4 治山ダム設計のフロー

第1節(p139) 測量

1-1(p139) 測量の範囲

渓間工に関する測量の範囲は、上下流及び両岸について、渓間工の配置、規模及び数量等の総合的判断が可能な範囲までとする。

P139 の[解説]の説明

- (1) 予備調査及び現地調査により渓間工の配置、規模及び数量等の総合的な判断を行ない、測量を行う。
- (2) 発注された仕様書等に示された区間が最低限の踏査・測量範囲となるが、計画位置や荒廃状況等を踏まえて、必要に応じて踏査・測量範囲を拡大する必要がある。
- (3) 溪流沿いに幅 100m以上の範囲（平面図の作成範囲）について、現地踏査や概略の測量を行って、治山ダム設計のための資料を得ることとする。
- (4) 溪床上の砂礫の堆積範囲、渓床・渓岸の侵食範囲、渓床周辺の大転石位置、渓床周辺の山腹崩壊箇所、渓床周辺に存在する荒廃森林の位置、渓床周辺の林相の変化箇所等について把握する。
- (5) 渓床周辺の構造物及び道路の位置、各種測量杭や標示板等があれば、これらの位置も把握する必要がある。

1-2(p139) 測量の種類

測量は、平面測量、縦断測量及び横断測量とする。

1-2-1(p140) 平面測量

平面測量は、渓間工に係る渓流荒廃地、山腹崩壊地等の形状、面積、地況及び周辺の地形条件等を把握し、渓間工の配置、規模及び数量等を決定するために行うものとし、測量の結果に基づいて平面図を作成するものとする。

p106 の[解説]の説明

解説 5について

- (1) 平面測量の測点は、治山ダム設置位置等、構造物の中心点には必ず測点を設置しなければならない。また、渓流の中心点の測点についても縦断測量を行うためにも設置する必要があるが、特に設置位置中心点は工事が行われるまで残されるよう、できる限り強固に設置しなければならない。なお、渓床の変動が著しい場合は、両岸に引照点を設置しなければならない。
- (2) 中心線測量の測点は渓床中央部に設置し、流路が蛇行している場合や中央部と流水部の比高が大きい場合には、それぞれに測点を設置して地形の把握に努める。
- (3) 測量に使用する機器は、発注された設計図書の仕様書による。仕様書にない場合は、治山事業調査等標準仕様書に準じたものによる。(以下仕様書等という。)
- (4) 平面測量では、渓床周辺に何らかの測量点が設置されている場合はできる限り測量す

ることとし、地形や渓床状況変化点には測点を設置することとし、山脚線や荒廃箇所の把握は必須である。

- (5) 基準点を設けるための位置が明確な地点とは、公共測量の測量点、林道等道路の橋梁、河川・渓流の合流点等の他に、既往治山施設、林道等の路側構造物、その他の既設構造物などが考えられる。
- (6) 平面図には発注機関ごとに決まった様式の図面タイトル枠が指定されているので、これを満たすように作成する。この他に方位を示し、等高線は通常は10m間隔毎に細線で、50m毎に太線(主曲線)で示し、それぞれに標高を表示する。
- (7) 構造物(既設、計画)の位置の表示は治山ダムの記号又は平面投影図とし、諸元には施工年度、延長、高さ、体積、重量(鋼材)等を表示する。
- (8) 平面図の縮尺は通常は1/1,000が用いられているが、所定の用紙に収まらない場合には1/2,000を用いることが多い。また、用紙に収まらない場合に図面を分割して作成することも行われている。

1-2-2(p141) 縦断測量

縦断測量は、渓流の縦断面の地形を測定し、縦断方向における渓間工の配置、規模及び数量等を決定するために行うものとし、測量の結果に基づいて縦断面図を作成するものとする。

p141～p142の[解説]の説明

- (1) 測量に使用する機器は仕様書等による。
- (2) BMは治山ダム計画箇所等構造物の付近に必ず設置しなければならない。また、測量の基点付近の、標高が分かり易い位置にも設置して縦断測量の基準点とすることが望ましい。
- (3) 縦断測量は最も大切なため、基準点を決定してそれを起点とする。規準点は既設構造物等工作物付近の不動点に設け、平面図に正確に図示するものとする。
- (4) 縦断面図に示す測線は、渓床中央部の地形を表示することを基本とし、流水の蛇行部が縦断延長とならないよう留意する。
- (5) 縦断の目的は、現渓床勾配の把握と、治山ダムの高さを決定する場合の不安定土砂の高さを決定する場合に必要なため、縦断の中心線の中で、堆砂の高さ及び最低点として渓流の底部を必ず測定するものとする。
- (6) 中心線以外に堆砂部の高点があった場合は縦断面にその高さ、平面図にその位置を図示し、治山ダムの高さの決定に用いるものとする。
- (7) 縦断面図には平面測量で測定した渓流の延長方向の測点すべてを記載する。
- (8) 縦断面図には発注機関ごとに決まった様式の記載項目が指定されているので、これを満たすように作成する。また、平面図と同様に構造物の位置には構造物の断面形と諸元を表示する。

- (9) 溪床勾配の表示は、縦断面図上において同じような勾配区間ごとに区分し、各区間ごとの平均勾配を表示する。
- (10) 縦断面図の縮尺は溪流の縦断面形を把握し易いように表示することを念頭に置くことが重要である。

1－2－3 (p142) 横断測量

横断測量は、溪流の横断面の地形を測定し、横断方向における渓間工の規模等を決定するために行うものとし、測量の結果に基づいて横断面図を作成するものとする。

p142 の[解説]の説明

- (1) 治山ダムの横断測量は、放水路天端の縦断測量の中心線を中心にして、放水路天端厚の中心を治山ダムの方向に沿って両側に測量し、堤体が大きい場合や地形が複雑の場合、上流側及び下流側の堤底の先端となる予定箇所の横断地形を測量するものとする。
- (2) 横断測量は、構造物の形及び床掘の数量に直接影響するものであるので、地形の変化点及び岩質の変化箇所が正確に図示できるように測点を決定して、測量しなければならない。
- (3) 測量に使用する機器は仕様書等による。
- (4) 横断測量の基点は平面測量で設置した治山ダム設置位置等構造物の中心点とするが、この測点は渓床上に設置されるので流亡するおそれが高いため、測点を復活するための補助測点（引照点）を設けなければならない。
- (5) 横断測量では横断方向の地形を把握するが、岩盤の露出区間、侵食・堆積地形を把握しなければならない。さらに、治山ダム等構造物の基礎となる岩盤の位置を推定する必要があるが、このためには周辺の露岩状況からの判断や、鉄筋を打ち込んで直接確認する方法が行われている。
- (6) 設計する治山ダムの堤底幅が広くなることが想定される場合には、横断測量線に直角方向の詳細な地形を測量する。

第2節 (p143) 設計

2－1 (p143) 渓間工設計の基本的な考え方

- 1 渓間工は、荒廃渓流の復旧、荒廃のおそれのある渓流等の災害予防を目的とする。
- 2 渓間工の設計に当たっては、渓流及び森林の荒廃状況、地形・地質条件等を踏まえて、保全対象との関連を十分検討し、現地に最も適した工種、工法を選定しなければならない。
- 3 渓間工の設計に当たっては、自然環境の保全に配慮しなければならない。

P143 の[解説]の説明

- (1) 平成21年版の治山技術基準から性能設計の考え方方が導入されている。
- (2) 要求性能とは、治山事業の持つ目的があり、構造物の設置目的を満たし、将来にわたつ

て維持管理が容易にできるような性能を持つものでなければならない。

- (3) 性能設計は、設置目的や新たに設置する構造物に要求される性能を設定し、設定した項目に対しては定量的に照査することを求めている。
- (4) しかしながら、治山施設の設計に当たっては、作用する外力（土圧、水圧、土石流流体力、石礫流下に伴う衝撃力等）については、荷重条件、荷重状態が不明な部分があり、要求性能に明示出来ないことから従来の実績から、要求される性能を満たすと見なすことができる仕様等を用いることができる（適合見なし規定）。」という一項が加えられている。
- (5) この規定も考慮して、上記の【解説】2に示している「施設の設置目的」については、現地調査及び設計の基本事項決定に当たり十分配慮する必要がある。

2－2(p144) 溪間工の工種

溪間工は、流域や渓流の状態、特性等に応じて、適切な工種を選択し、その機能を効果的に発揮するような規模・配置としなければならない。

第3節(p145) 治山ダム工

3－1(p145) 治山ダムの目的

治山ダムは、渓流の縦侵食及び横侵食の防止により渓床の安定、山脚の固定及び土砂の流出の抑止・調節を図ることを目的とする。

p145 の【解説】の説明

- (1) 治山ダムを設置する目的を検討するためには、渓床や渓岸山脚の安定化を図り、上流から流下してくる土砂の抑止や、渓床内に堆積している不安定土砂の流下防止（固定）を図る必要があるか否か等を判断する。
- (2) 急勾配の渓流では降雨や融雪等に伴う増水により、土砂や石礫の移動流下と堆積を繰り返す現象が生じる。
- (3) このような渓床堆積地では、流水部両岸には砂礫堆積地が形成され、堆積地内に流水侵食により蛇行した流路が形成されている場合が多く、上流からの土砂流出が継続的に発生する場合には流下土砂等の堆積と堆積後の二次侵食を繰り返すことになる。
- (4) 土砂流出の発生状況、渓床内の流下土砂や石礫の堆積状況、堆積地形の状況等を詳細に観察してからから治山ダム工設置の目的を判断することになる。
- (5) さらには、渓床地形をほとんど変えずに渓床内に堆積している土砂の流出防止を図ることが可能か、あるいは、堆積土砂の移動流下防止を図るとともに上流からの流下土砂抑止も図る必要があるかも判断することになる。
- (6) 治山ダムの最も効果的なものは、荒廃の発生源で縦横侵食を防止して荒廃の発生を予防するものであり、発生源に近い箇所に設置することが最も効果的であるが、保全対象や施工性の問題及び渓流を治めるための基礎が必要なことから、下流部から始めること

が多い。

- (7) しかしながら、最終目的が、流域全体を基礎から積み上げて渓流を固定して、山腹の崩壊を予防して森林を造成して、流域の流出土砂を少なくすることによって下流に土砂の流出を防止するために治山ダムを設けるものである。
- (8) 解説1の(4)及び(5)は上記(7)の途中経過として、土砂流、土石流及び流木が出てくるので、保全対象を守る等のための手段ということになる。
- (9) 上流が治まらなければ、下流でいくら施設を整備しても荒廃が止まらないことに留意すること。
- (10) 従って、解説2の(2) 治山ダムの貯砂機能は、堆砂して山脚の固定、縦横侵食の防止効果を発揮できるまでの間であることに留意すること。

3-2 (p145) 治山ダムの型式及び種別の選定

治山ダムの型式及び種別は、設置の目的、現地の状況等に応じて、適切なものを選定しなければならない。

p145～p148 の[解説]の説明

- (1) 治山事業は施工箇所が3-1「治山ダムの目的」の[説明]に記述したように、最終目的が、渓流の固定であり、比較的奥地で、自然条件等が厳しくかつ狭小な箇所が多いことから一度施設を設けると維持管理に多大の労力を必要とするので、奥地に設ける場合は、できる限り維持管理をしなくてもよいものを選択することが重要である。
- (2) そのため、腐朽、錆るもの及び変形するものは、仮設物としては問題がないが、本施設としては、適用を十分に考慮する必要がある。

p145～p148 の[解説]の説明の2

- (1) 治山ダムの型式・種別は、渓流の荒廃状況、治山ダムの目的、様々な施工条件と経済性等を十分に検討して決定されるものであり、3-2「治山ダムの型式及び種別の選定」の基準、解説及び参考」の記述や次項に記載した各型式・種別の治山ダムの特徴を踏まえて選定する。
- (2) 近年では渓流に依存する周辺生態系への配慮を検討条件としなければならない場合もあり、このような場合には、水流の連続性の確保、動物の移動経路の確保、生息環境の確保等の観点から型式・種別を検討するが、低ダムを連続的に配置することで治山ダムの目的の達成と生態系への配慮を両立させるという考え方もある。
- (3) 治山ダムの型式は、機能的な区分として遮水型、透水型、透過型に大別される。
 - ① 遮水型治山ダム：流下する流水や土砂を壁面で遮断する構造で、流下土砂や堆積土砂等の移動抑止、縦横侵食防止、山脚固定等の機能を有する一般的な型式である。
 - ② 透水型治山ダム：堤体に石礫、鋼材、鉄線枠、大型コンクリートブロック等を使用し、これらの資材により形成される空隙部を流水が流下する特徴

を有している。機能的には遮水型と同様であるが、空隙があることから枝条等の浮遊流下物を捕捉したり、礫間通過による濁水の浄化機能も期待できる。さらに、枠構造や大型ブロックの場合には基礎地盤の不同沈下にも対応できる機能を有しているため、粗鬆な堆積土地帯への適用を考える場合には有利な構造である。

③ 透過型治山ダム：通常流下する流水はもとより、小径の石礫は流下させ、洪水時に流下する大径石礫や流木を捕捉する機能を有している。

スリット部が流木や大転石で閉塞してしまうと遮水型と同様になってしまふため、閉塞した場合には石礫や流木等を除去する必要が生じることも念頭に置く必要がある。

(4) 堤体構造の安定性を検討する方式からは、重力式、アーチ式、バットレス式等に分類される。

① 重 力 式：背面に堆積する水や土砂等による水圧や土圧、土石流流体力等の外力に対して堤体の質量で対抗する構造で、一般的に適用される。

② ア 一 チ 式：堤体をアーチ状にして、堤体に作用する外力荷重を堤体底面及び側面の堅固な岩盤で受け止める構造である。

③ バットレス式：H形鋼やその他の形鋼でフレームと壁面を構成し、作用する外力荷重を鋼材の強度で受け止める構造である。

(5) 堤体を無筋コンクリートで構築する重力式治山ダムが最も一般的であり、耐久性、施工性、経済性の点で優れている。

(6) コンクリートは運搬時間に制限があるため、遠隔地にあっては 90 分以内に打設が出来るか否かについて検討する必要がある。

(7) 災害後等の緊急時には、短期間で完成出来ることを考慮して鋼製枠式治山ダムが採用されることが多い。

(8) 基礎地盤が悪い場合には、地盤変形に追随できる自在性を持つ鋼製枠治山ダムが採用されることがある。

(9) 生態系への配慮が必要な場合に、現地で採取した巨石を積み上げるタイプのブロック式治山ダムが採用されることもある。

(10) 近年では間伐材等の積極的な利用や環境負荷が小さいことを考慮して、木製治山ダムが採用される事例が見られる。枠式治山ダムとして設計されることが多いが、重力式治山ダムとして設計されるものもある。

(11) スリット式治山ダムは、土石流対策や流木対策として設計されるが、その機能を持続させるために背面に堆積した土石・流木を排除する必要があるため、計画する場合には設置位置で土石・流木等の堆積物を排除することが可能であるか確認する必要がある。

3 – 3 (p149) 治山ダムの位置

治山ダムの位置は、その目的に応じて、適切な箇所を選定しなければならない。

p149 の[解説]の説明

- (1) 治山ダムの位置は、縦・横断地形、渓床・渓岸の荒廃状況、両岸山腹斜面の状況等を調査・検討して判断するが、この他に資・機材の運搬・搬入方法についても検討して選定しなければならない。
- (2) 地盤支持力の小さな砂礫層は火山周辺の火山噴出物堆積地帯等で見られることが多いため、火山周辺山地で治山ダムを計画する場合には基礎地盤の処理や下流のり先の洗掘防止等の措置を講じる必要が生じる場合があることを念頭に置いて調査を行う必要がある。

3-3-1 (p149) 治山ダムの位置の条件

治山ダムの位置は、治山ダムの安定性が保たれるよう適切な箇所を選定しなければならない。

3-3-2 (p150) 合流点付近の治山ダムの位置

主、支渓の合流点付近に計画する治山ダムの位置は、原則として合流点の下流部に設けるものとする。

3-3-3 (p150) 階段状治山ダムの位置

治山ダムを階段状に計画する場合、最下流の治山ダムの位置は、原則として堅固な基礎地盤に設けるものとする。

また、これより上流の治山ダムの位置は、下流の治山ダムの計画勾配等を考慮して決定するものとする。

p151 の[解説]の説明

- (1) 連続的に設ける最下流部の治山ダムは、当該不安定土砂を安定させるための基礎となる重要な工作物であるので、流域の最下流のダムと同様に堅固な地盤に設けることが望ましい。基礎地盤が見込めない場合は副ダム等を設けるなど下流のり先の保護を十分図る必要がある。
- (2) 渓床から両岸にかけて岩盤が露出しているような箇所は、経済的な堤体のダムを設計できる可能性が高いことから、ダム位置として好ましい。ただし、狭隘な箇所では洪水流量との兼ね合いから、必要な放水路断面が確保できない場合もあるので、集水面積と横断地形に注意を払う必要がある。
- (3) 崩壊地、渓岸侵食区間、不安定土砂の堆積区間がある場合には、これらの箇所の直下流でなるべく地盤の良好な箇所が治山ダムの位置として望ましい。
- (4) 土石流等の発生区間では山脚固定、縦・横侵食の防止を図り、堆積区間では下流への

流出防止を図ることから、治山ダムの位置は上記の【解説】2を参照する。流送区間では土石流等の流速を低下させる必要があることから、比較的低いダムを数基、複数で渓床勾配の緩和を図るように治山ダムを配置する。

- (5) 既設治山ダムの嵩上げを検討する場合には、越流水の落下高さが増大するため、下流のり先の洗掘防止対策を含めて検討する必要がある。

3-4 (p151) 治山ダムの方向

治山ダムの方向は、上下流の渓岸、治山ダム自体の安定に影響を及ぼさないように決定するものとする。

p151～p153 の【解説】の説明

- (1) 解説1について、砂防ダムと異なって、上流部に滞水又は勾配の緩い遊砂地があるのは極めて少ないため、上流部の堆砂は勾配を持つ。この場合上流部で流速が弱まらないため、流水は直進し、上流側の袖部を直撃することが多く、袖の取付部が破壊されることが多い。この場合、直接袖部に当たらないようにする護岸工等が必要である。
- (2) 曲流部に設置する治山ダムの方向の考え方は、解説の図-3及び図-4を参考とする。

3-5 (p153) 治山ダムの計画勾配

治山ダムの計画勾配は、渓床を構成する砂礫の状況、流量等を考慮し、現渓床で安定とみられる区間の勾配を参考にして決定するものとする。

p154 の【解説】の説明

- (1) 安定と見られる堆砂勾配は、既設の渓床横断工作物、大転石、露岩地帯等の背後の堆砂敷に形成される場合が多いため、基本的には既設堆砂勾配を参考にして計画勾配を決定する。
- (2) 洪水時の勾配と平常時の勾配の違いを土砂の堆積状況及び砂礫の形状・粒径等から見極める必要がある。
- (3) 計画地点周辺に参考とする既往施設がない場合には、比較的渓床変動の小さい区間の現渓床勾配の1/2程度を計画勾配とすることができる。

3-6 (p155) 治山ダムの高さ

治山ダムの高さは、治山ダム設置の目的、計画勾配、施工箇所の状況等に応じて決定するものとする。

p155～p158 の【解説】及び【参考】の説明

治山ダムの高さの決定

(1) 解説1について

治山ダムの高さは、放水路天端高を治山ダムの目的から決定して、現渓床面から放水路天端までを有効高とし、床掘深を加算してダム高とするものである。

従って、治山ダムの高さの決定とは、放水路天端の高さを決定することであり、この高さは、施工目的に応じて測量を行い決定するものである。

設計変更で、床掘が深くなつても、放水路天端高は変わらないので、ダムの高さは当該計画より高くなるものであり、変更高に合わせた構造（天端厚及びのり勾配）に変更する必要がある。

(2) 治山ダムの目的、地形、基礎地盤等の状況及び計画勾配を検討するために、現地踏査及び測量が重要である。

① 不安定土砂の直接的移動防止を目的とする場合

縦断的には不安定土砂の堆積表面が計画勾配線付近に位置するように高さを調整する。横断的には放水路天端の高さが不安定土砂の堆積表面と同じ程度の高さとなるように調整する。

② 縦横浸食の防止を目的とする場合

縦横浸食により両岸の山腹斜面が不安定化するおそれがあるので、この部分の安定が確保できるように高さを調整する。

③ 山腹工事の基礎とする場合

山腹工の基礎とする場合は、計画勾配線が山腹工施工範囲の上流端付近まで達するように高さを調整する。

④ 災害直後等で堆砂を目的とした治山ダムの高さ

流出土砂量を計算し、その中で必要な抑止量を洪水勾配で堆砂した場合に抑止する量が確保できる高さとする。

この場合、上流からの流出土砂量を予測し、上流の数箇所の横断面を測量、抑止可能な堆砂量を算出し、それに見合う高さを決定する。この場合、設置する治山ダムは、数基設けることもあり、それぞれの高さと抑止可能量を算出する。

流出土砂量は上流の渓床堆積物の実測、山腹からの流出土砂の予測、荒廃地、裸地、農耕地、草地・林地の面積に 1ha 当たりの 10 年間で流出量を算出する（第 2 章表－22 の現地によって異なるが不明の場合中間の数値を使用）。USLE でもよいが、流域単位で行う必要があるのでこの方法での把握で十分である。

⑤ 林道や地形上の制約がある場合

林道がある場合、付け替えを行う場合は経常の方法ができるが、それができない場合は、袖に支障がない程度の盛土を行い袖の高さによって決定する。

また、地形によって十分な高さがとれない場合は直線であれば、袖の高さが地山を越えない高さ、上流に屈曲できる場合は、片方又は両方を上流に屈曲させ必要な高さを決定する。

(3) 土石流等抑止が主目的となる場合は、「基準」 3－7－6 の【説明】の最後に示されている「土石流の水深 h 」程度の貯砂部の高さが必要になる。

(4) 流出土砂の調節を目的とする場合は、ダム計画地周囲に土石を拡散堆積させられるよ

うな地形が存在することが必要であり、このような堆積地形と渓床との位置関係から治山ダムの高さを検討する。

- (5) 透過型ダムは、土石流を対象とする場合は上記(3)と同じ考え方であるが、流木は洪水の水面付近を流下するので、流木の抑止を目的とする場合にはスリット部の高さは、「3-7-6 治山ダムの放水路の高さ」により計算した計画水深以上の高さとする。
- (6) 治山ダムの高さの決定に当たっては、「3-10 治山ダムの基礎」の解説も参照する必要がある。
- (7) 近年は「渓流生態系への配慮」として、魚類の生息環境にも配慮を求められる場合が多くなっている。このような場合には、有効落差がなるべく小さくなるよう（たとえば1.0m以下）にすることも対応策として考えられる。

3-7(p158) 治山ダムの放水路

p158 治山ダムの放水路を決定する前の説明

治山ダム正面形の決定

- (1) 治山ダムの正面形は、放水路断面形、放水路の位置（横断方向、天端高さ）、袖の高さ（インクライン含む）を決めて、袖の突込みの深さ及び基礎部の根入れ深さを検討する。
- (2) 放水路の位置は、3-7-1 「治山ダムの放水路の位置」を参照して決定する。
- (3) 堤底部は水平とし、堤底部の両端は越流水による両岸の浸食防止を考慮するため、「3-12-3-2 側壁の基礎と天端」〔解説〕1の考え方「放水路肩の直下より1.0m程度以上外側に設けることを標準とする。」に従って、計画する。

3-7-1(p158) 治山ダムの放水路の位置

治山ダムの放水路の位置は、治山ダム設置箇所の上下流の渓流の状態、流水の方向等を考慮して決定するものとする。

3-7-2(p160) 治山ダムの放水路の形状

治山ダムの放水路の形状は、渓流の状況を考慮して決定するものとする。

p160の〔解説〕の説明

解説4の複断面の大きさは、

小断面は、中洪水(10年確率洪水量、50年確率洪水量又は80年確率洪水量)が流下するときに下流を侵食させない程度で現地に適合する大きさとして、大断面は、100年確率及び土石流の流量が安全に流下する大きさとする。

p160の〔参考〕(放水路の側のり勾配)の説明

- (1) 治山ダムの放水路の形状は、一般的には底部が水平な逆台形が採用されている。この他には長方形が採用されることもある。
- (2) 放水路の側のりは、渓床幅、両岸の地形、流量等を考慮して検討するが、一般に落下

水を集中させないため、1割勾配を用いることが多い。周辺に既設治山ダムがある場合には、これを参考として検討する。

- (3) ただし、既設治山ダムが古い場合には古い技術基準で設計されているので、現基準での計算と整合しない場合もある。このような場合には、あくまでも現基準での設計を優先し、たとえ下流側ダムの放水路断面より上流側ダムの放水路断面が大きくなつたとしても、下流側ダム放水路断面に合わせるようなことがあってはならない。

この場合、将来補修として基準に合致するように放水路を拡大することを検討する。

- (4) この他に複断面放水路を採用する例として、生態系に配慮する必要が生じた場合がある。一例として、既設低ダムの放水路を切り欠いて複断面化することで渓流生態系、特に魚類の上下流方向の移動への配慮を行つた事例が見られる。

3-7-3 (p161) 治山ダムの放水路断面

治山ダムの放水路断面は、洪水時に流水とともに流下する砂礫、流水、土石流等を考慮して、余裕を見込んで決定しなければならない。

3-7-4 (p161) 治山ダム設置位置の計画高水流量

治山ダム設置位置の計画高水流量は、放水路断面を求めるために用いるものとし、原則として洪水痕跡等から推測される流量等を考慮して算定する。

p161～p162 の[解説]の説明

- (1) 最大洪水流量(Q)の算出

第2編第2章「調査」7-5「洪水流出量の計算」の基準。解説、参考及び[説明]を参照

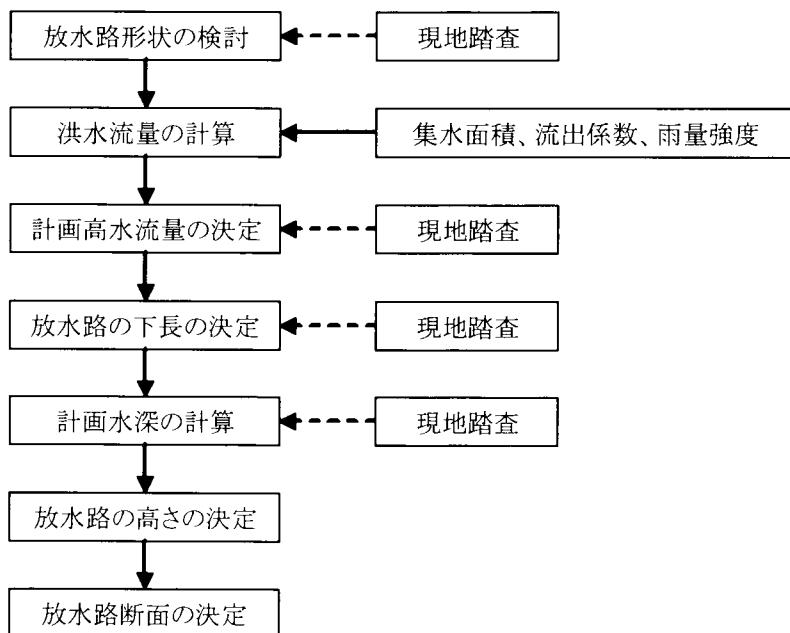
- (2) 洪水痕跡による渓流の断面積は第2章7-6流量調査の解説3の(3)「洪水痕跡法」にあるが、治山ダム設計時に、過去の最大洪水流量の洪水痕跡を求めるることは極めて困難である。災害直後であれば、確認されるかも知れないが、実際は日本においては、直ちに、草本・木本が侵入して洪水流の跡は見られないことが多い。従つて、既設の治山ダム等で明らかにオーバーフローの証拠がない限り困難である。既設ダムに転石や流木がのっている場合は当該治山ダムを越流したものとして流積を判断するが、無い場合は、当該施設の断面でオーバーフローをしていないものとして判断する。

- (3) 補正係数 $f_q < 1.0$ の場合は、 $f_q = 1.0$ とする。

p162 治山ダムの放水路断面決定の手順の説明

1 治山ダムの放水路断面決定の手順

- (1) 放水路断面の決定は以下の手順で行う



図－説－5 放水路断面の決定手順

3-7-5(p162) 治山ダムの放水路の下長

治山ダムの放水路の下長は、溪流の状況等を考慮して決定するものとする。

p162 の【解説】の説明

下長が長いほど越流水深が小さくなり、堤体断面が小さくてすむこともあるが、流速が弱まって上流に堆砂して放水路を狭めることもあるので、上下流の既設ダムの下長、堆砂状況及び越流水が下流の溪岸に及ぼす影響を考慮してできる限り大きくする。

3-7-6(p163) 治山ダムの放水路の高さ

治山ダムの放水路の高さは、原則として計画高水流量を基準として決定するものとする。

p163 の【解説】の説明

- (1) 計画水深は以下により計算し、余裕高は p166 の表-2 を参照する。
- (2) 計算手順は、
 - 1) 放水路下長 B_1 と h_c を各式に代入して Q_s を計算する。なお、 h_c は初期値として適当な値（m単位、小数点以下2桁）を代入する。
 - 2) 「計画洪水流量の計算」で算出した Q と Q_s を比較する。
 - 3) $Q_s \geq Q$ （ただし、 $Q_s > Q$ の場合は $Q_s > Q$ の最小値）なら、この時の h_c を計画水深とし、 $Q \neq Q_s$ なら、 h_c を変えて Q_s を計算し直し、 $Q_s \geq Q$ となるまで計算を繰り返す。
- (3) 上記【解説】4の(2)開水路による方法の計算は、p166 の表-1 の各計算式により計算する。

計算手順は、

- 1) 放水路下長 B_1 と hc を F の計算式に代入して F を計算する。なお、 hc は初期値として適当な値（m単位、小数点以下2桁）を代入する。
 - 2) 放水路下長 B_1 、 hc と側のり m を P の計算式に代入して P を計算する。
 - 3) 計算した F と P より R を計算する。
 - 4) (3. 7. 7) 式により Q_k を計算する。
 - 5) 「計画洪水流量の計算」で算出した Q と Q_k を比較する。
 - 6) $Q_k \geq Q$ (ただし、 $Q_k > Q$ の場合は $Q_k > Q$ の最小値) なら、この時の hc を計画水深とし、 $Q \neq Q_k$ なら、 hc を変えて Q_k を計算し直し、 $Q_k \geq Q$ となるまで計算を繰り返す。
- (4) 土石流の水深 h は以下により計算するが、土石流のピーク流量 Q_{sp} の計算は、第2章 7-6 流量調査 [参考] 土石流流量（ピーク流量）」を参照すること。

$$h = \frac{Q_{sp}}{B \cdot U} = \left\{ \frac{n \cdot Q_{sp}}{B (\sin \theta)^{1/2}} \right\}^{3/5} \quad U = \frac{1}{n} R^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}$$

Q_{sp} : 土石流ピーク流量 (m^3/s) R : 土石流の径深
 B : 流れの幅 (m) θ : 溪床勾配 (度)
 U : 土石流の流速 (m/s)

3-7-7 (p167) 治山ダムの放水路の保護

治山ダムの放水路は、土石等の流出によって著しく摩耗するため、必要に応じて保護工を計画するものとする。

3-8 (p167) 治山ダムの袖

3-8-1 (p167) 治山ダムの袖

治山ダムの袖は、洪水時における越流を考慮して、十分強固にしなければならない。

p1167~p168 の[解説]の説明

- (1) 袖端部と、堤底部を除いた堤体基礎部（袖端部～堤底部間）の正面形は、土質ごとに決められている掘削勾配より急な勾配とならないように注意する。
- (2) 以下の項目については発注機関ごとにその考え方等が決められている場合があるので、その場合は仕様書等による。
 - ① 袖端部の掘削勾配の考え方（土質ごと、2m以上の水平部からの掘削高さごとの掘削勾配の考え方の基準）
 - ② 本体部の土質ごとの掘削勾配の考え方

3-8-2 (p168) 治山ダムの袖天端

治山ダムの袖天端は、容易に越流を起こさないようにしなければならない。

3-8-3 (p169) 屈曲部の治山ダムの袖高

渓流の屈曲部及びその直下流に設ける治山ダムの袖高は、両岸の水位差を考慮して決定するものとする。

3-9 (p170) 治山ダムの断面

3-9-1 (p170) 重力式治山ダムの断面決定

重力式治山ダムの断面は、原則として、下流のり及び天端厚を決定し、次いで安定条件を満たす断面となるように上流のりを決定するものとする。

p170 の[解説]の説明

- (1) 設置目的に応じて、想定される荷重に対して安定を確保できる断面としなければならない。
- (2) アーチ式、枠式、バットレス式、ブロック式、スリット式等、他の型式の治山ダムの断面決定に当たっても重力式治山ダムの断面決定の考え方と同様である。
- (3) 他の型式の治山ダムの断面決定に当たっては、それぞれの型式に応じた安定計算及び安定条件について検討する。
 - ① アーチ式治山ダム：アーチダムの応力計算は一般的には荷重分割法が使われ、a. アーチセンターを結ぶ片持ばりの頂と、アーチのたわみ条件、b. 荷重分割点における片持ばりとアーチのたわみ条件、c. ダム下底における片持ばりとアーチのたわみ条件、について検討する。
 - ② 枠式治山ダム：a. 中詰のせん断変形に対する抵抗モーメントの検討、b. 塑性化時代のせん断変形に対する抵抗モーメント式による検討、c. 重力構造としての検討を行う。
 - ③ バットレス式治山ダム：a. 重力構造としての検討、b. 部材応力の検討を行う。
 - ④ その他の型式の治山ダム：各型式ごとに定められた安定条件が設定されているので、それぞれの計算事例等を参考にしてそれぞれの安定条件について検討する。

3-9-1-1 (p170) 重力式治山ダムの下流のり

重力式治山ダムの下流のりは、放水路を越流して落下する石礫等により、損傷を受けないようにしなければならない。

p170～p171 の[解説]の説明

- (1) 堤高 6m未満の重力式治山ダムの設計に当たっては、まず下流のりを 3 分として上流のりを計算し、上流のりが直となった場合には下流のりを 2 分 5 厘、2 分と、より急なのり勾配で再計算して安定性を検討する。
- (2) 流出土砂の粒径が小さく、その量が少ない場合で下流のりを緩くする場合は、まず標準の下流のりで上流のりを計算し、次に上流のりを直として下流のりをより緩やかなのり

り勾配で再計算して断面を比較する。

- (3) 袖部断面の上流のりは通常は直としている。また、下流のりに勾配をつける場合があるが、この場合には、通常は堤体の下流のりと同じ勾配としている。なお、袖部の下流のりについては、発注機関ごとに基準が決められている場合があるので、その場合は仕様書等による。

3-9-1-2 (p171) 重力式治山ダムの天端厚

重力式治山ダムの天端厚は、流送砂礫の大きさ、越放水深、上流側の勾配等を考慮して決定しなければならない。

p171 の[解説]の説明

- (1) 溪流の状況や周辺山腹の状況により天端厚が大きく異なることから、現地踏査による溪流及び周辺の状況の把握が重要になる。
- ・大径石礫が流下する溪流は厚く、
 - ・小径砂礫のみの場合は薄く、
 - ・流下石礫、溪床堆積の状況から判断する。
- (2) 「[解説] 1(3)」の場合は両岸の状況も踏まえ、次項で述べる安定計算を行って決定する。

3-9-1-3 (p172) 重力式治山ダムの安定計算に用いる荷重

1 重力式治山ダムの安定計算に用いる荷重は、原則として、自重、静水圧及び堆砂圧とする。

ただし、必要な場合には、安定計算に用いる荷重として、揚圧力、地震時慣性力、地震時動水圧等を加えるものとする。

2 土石流を考慮する必要がある場合は、土石流の流体力を考慮するものとする。

p172~p173 の[解説]の説明

(1) 解説 6 の数値について

1) コンクリートの重量について

3-9-1-3 の解説 6 で $23\text{kN}/m^3$ になっているが、近年骨材の重量が軽くなっている傾向から、地域によってはこの数値を下回り、安定計算上上流のりが 5 厘程度大きくなるものがあるので、高いダムに使用する場合は、コンクリートの重量をチェックする必要がある。

(2) 重力式治山ダムの安定計算

- 1) 重力式コンクリートダムは、完成後の背面状況により、下記の 5 つの型に区分される。
- ① 1 型：水圧 $(h+h')$ + 水中土圧 (h) ; 砂礫などがルーズな状態で短期に堆積すると予想される場合
 - ② 2 型：水圧 $(h+h')$; ダムの完成までにほとんど堆砂しないと予

想される場合

- ③ 3型：水圧 $(2/3h + h')$ + 土圧 $(1/3h)$; ダムの完成までに堤高の $1/3$ 程度まで水締めされた状態で堆砂すると予想される場合
- ④ 4型：水圧 $(1/2h + h')$ + 土圧 $(1/2h)$; ダムの完成までに堤高の $1/2$ 程度まで水締めされた状態で堆砂すると予想される場合
- ⑤ 5型：土圧 + 水圧 (h') ; ダムの完成までに天端まで水締めされた状態で堆砂すると予想される場合

注) h : 堤高、 h' : 越流水深

- 2) その他の型式断面の治山ダムは、各型式ごとに基礎部、フレーム等で形成される堆砂部等に区分して、それぞれ安定計算を行う。
- 3) 重力式治山ダム設置後に貯水することが見込まれる場合には静水圧を考慮しなければならない。
- 4) 卷末に重力式コンクリートダムの安定計算例を添付する。

p173 の[参考] (コンクリート製の堤体の単位体積重量)の説明

重力式治山ダムの安定計算に用いる単位体積重量及び荷重の説明は、3-9-1-3重力式治山ダムの安定計算に用いる荷重「[解説] 6」及び各「[参考]」を参照のこと。

p173 の[参考] (玉石等を中詰した枠製の堤体の単位体積重量)の説明

この場合の土質試験は、単位堆積重量、内部摩擦角及びスレーキングの難易等の試験を行う。

p173 の[参考] (堆砂圧)の説明

- (1) ランキン式は、(3.9.1) 式であり、水中土圧を計算する場合(「1 ルーズな堆砂の場合」)は、堆砂の単位体積重量 γ を「 $\gamma - \rho$ 」として計算する。ただし、 ρ : 水の単位体積重量 ($= 9.8 \sim 11.8 \text{ kN/m}^3$)。
- (2) (3.9.2) 式中の ϕ については、「治山ダム・土留工断面表」や「森林土木ハンドブック」に記載されており、その他にも土質工学関連の文献にも掲載されている。
- (3) (3.9.2) 式の記号の説明で、 h は土圧を計算する上では使用しないが、安定条件を検討する際に使われる。
- (4) 鋼製枠ダムのクーロン土圧式の使用

一部の鋼製枠ダムでは土圧を計算する場合にクーロン式を採用しているものがある。ランキン式はクーロン式の地表面傾斜角と壁面摩擦角の両者を 0° とした場合に等しく、地表面傾斜角と壁面摩擦角を考慮する場合には安定計算上不利となる。しかし、コンクリートダムの場合には水圧が作用する可能性を考慮して、安全側に考えてランキン式により土圧を計算しているものと考えられる。鋼製枠ダムの場合は、中詰に石礫を使用すること、透水性があることから、壁面摩擦角を見込んでいために土圧の作用方向が水

平方向より下方向になることとして、クーロン式により土圧の計算を行っている。

なお、クーロン式では地表面傾斜角と壁面摩擦角を考慮する場合には、土圧の作用方向は水平方向とはならず、鉛直方向にも作用するため、土圧は作用方向が水平の場合より転倒に対して有利になる。

p174～p175 の[参考](地震荷重)の説明

- (1) P_A は P_X に訂正
- (2) 揚圧力は、地震荷重の中で説明されているが、ダムが設置されている地盤にしみ込んだ水により、ダム堤体を浮き上がらせようとする力のことであり、常水があれば、地震時だけではなく常時作用する。
- (3) しかしながら、治山ダムは貯水を主な目的とするものではなく、堤高が低く堤底幅も小さいこと、上流側が堆砂することで浸透水の経路が長くなってダム底面に作用する揚圧力が小さくなることから、通常は揚圧力を考慮しない。しかし、貯水を目的とする場合、堤高が高い場合や保全対象との関係を考慮しなければならない場合等には、必要に応じて、揚圧力を考慮した安定計算により安定性を確認する。地震を考慮する場合は、一般に堤高が 15m 以上であるので、揚圧力を検討する。
- (4) 地震時の安定計算例

地震時動水圧の係数については、図-16 の図を読み取ってもよいが、近似値として次の式が使用される。

① η (eta)の値

$$\eta = 1.45206483 - \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) + \frac{1}{3} \times \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right)^3 - \frac{1}{2} \left[\left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) \times \left\{ \left(\frac{h_x}{h_0}\right) \times \left(2 - \frac{h_x}{h_0}\right) \right\}^{\frac{1}{2}} + \sin^{-1} \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) \right]$$

② λ (ramuda)の値

$$\lambda = [0.25 - 1.45206483 \times \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) + \frac{1}{2} \times \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right)^2 - \frac{1}{12} \times \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right)^4$$

$$- \frac{1}{6} \times \left[\left\{ \left(\frac{h_x}{h_0}\right) \times \left(2 - \frac{h_x}{h_0}\right) \right\}^3 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$+ \frac{1}{2} \times \left[\left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) \times \sin^{-1} \left(1 - \frac{h_x}{h_0}\right) + \left\{ \frac{h_x}{h_0} \times \left(2 - \frac{h_x}{h_0}\right) \right\}^{\frac{1}{2}} \right]] \div \eta \div \frac{h_x}{h_0}$$

③ C_m の値

$$C_m = 0.773 - 0.005752 \times \theta - 0.000026 \times \theta^2$$

計算例が巻末参考資料 2(2)として添付してある。

p174 の[参考](土石流の流体力)の説明

流体力のを考慮した安定計算例

① 土石流濃度(C_d)

C_d : 土石流濃度

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

ρ : 水の密度(1.2ton/m³)

θ : 渓床勾配(度)

σ : 碳の密度 (2.6ton/m³)

ϕ : 渓床堆積土砂の内部摩擦角(度)

なお、 C_d が $0.9 C_*$ よりも大きい場合は、 $C_d=0.9 C_*$ とし、計算値 C_d が 0.3 よりも小さくなる場合は、 $C_d=0.30$ とする。

計算例

② 土石流の総流量(ΣQ)

$$\Sigma Q = \frac{V_{dqp} \cdot C_*}{C_d}$$

V_{dqp} : 1波の土石流による流出すると想定される土砂量 (m³)

C_* : 渓床堆積土砂の容積濃度(0.6)

③ 土石流の平均流速(U)

a 土石流のピーク流量から算出(U_1)

$$U_1 = \frac{Q_{sp}}{A_d}$$

Q_{sp} : 土石流のピーク流量 (m³/s)

$$Q_{sp1} = 0.01 \times \Sigma Q$$

A_d : 土石流のピーク流量の断面積

$$A_d = \frac{B_d + B_{da}}{2} \times h_d$$

$$B_{da} = B_d + h_d \times (\cos \delta_1 + \cos \delta_2)$$

h_d : 土石流の水深(平常時の渓床と土石流の上幅の標高差)

b マニング式から算出(U_2)

$$U_2 = \frac{1}{ns} \times R^{2/3} \times \sin \theta^{1/2}$$

ns : 土石流時のマニシングの粗度係数(一般に 0.10 を用いる)

R : 土石流の径深(m) ≒ 土石流の水深

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \frac{Af}{Ff} \\ Af : \text{土石流の断面} = A_d \\ Ff : \text{土石流の潤辺} \end{array} \right\}$$

$$Af = A_d$$

$$Ff = B_d + h \times (\sin \delta 1 + \sin \delta 2)$$

B_d : 現渓床の下長 (m)

B_{da} : 土石流の痕跡(又は予想される)の上 (m)

痕跡について渓床幅と両岸の立ち上がりを単純化して計算する
すると

$\delta 1$: 左岸の立ち上がり勾配(度)

$\delta 2$: 右岸の立ち上がり勾配(度)

θ : 現渓床勾配(度)

④ 土石流のピーク流量(Q_{sp})

a 土石流の総流量から算出(Q_{sp1})

$$Q_{sp1} = 0.01 \times \Sigma Q$$

Q_{sp1} : 土石流のピーク流量 (m^3 / s)

ΣQ : 土石流の総流量 (m^3)

b 土石流の平均流速から算出(Q_{sp2})

$$Q_{sp2} = U \times Ad$$

⑤ 土石流の単位堆積重量(ρd)

$$\rho d = \{\rho \times C_d + \rho \times (1 - C_d)\} \times g$$

⑥ 流体力(F)

a 土石流の流体力(流速をピーク流量から算出したもの)(F_1)

$$F_1 = \alpha \times \rho d \times h_d \times U_1^2$$

b 土石流の流体力(流速をマニシング式から算出したもの)(F_{21})

$$F_2 = \alpha \times \rho d \times h_d \times U_2^2$$

なお、計算例は巻末参考資料2(3)に掲載してある。

3-9-1-4 (p179) 重力式治山ダムの安定条件

重力式治山ダムの断面は、次の条件のすべてを満たすものでなければならない。

- 1 転倒に対する安定
堤体が転倒を引き起こさないこと。
- 2 滑動に対する安定
堤体が滑動を引き起こさないこと。
- 3 堤体の破壊に対する安定
堤体の最大応力に対して破壊を引き起こさないこと。
- 4 基礎地盤に対する安定
堤体の最大応力に対して基礎地盤の地耐力が十分であること。

p179 の[解説]の説明

コンクリート治山ダムの標準的な安定計算が巻末に資料として添付してある。

本体についても衝撃力を検討するが、治山ダムの落石の衝撃力は、落石の衝撃荷重と似ている場合が多く、落石の項を参考に検討するものとする。

3-9-2 (p184) アーチ式治山ダムの断面決定

アーチ式治山ダムの断面は、ダムの中心角、アーチ半径及び厚さを適切に選定し、安定を検討して決定するものとする。

p184 の[解説]の説明

アーチ式及び三次元治山ダムは、高いダムでなければあまりメリットがないこと、三方良質の岩盤が無いことなどで、最近ではほとんど採用されていない。

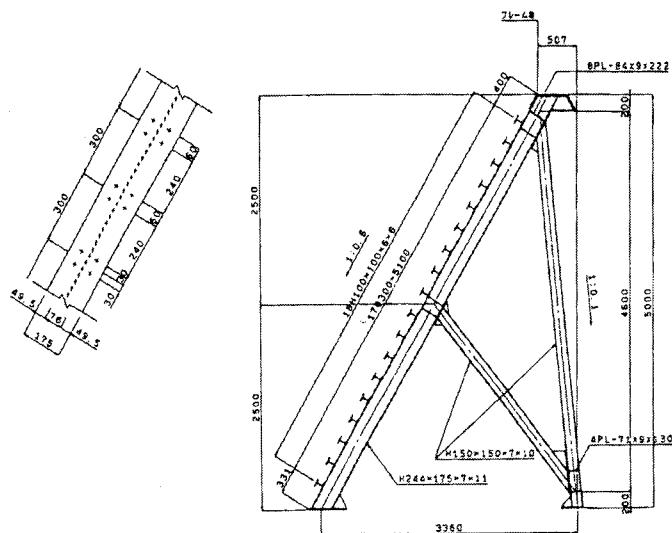
3-9-3 (p185) 枠式治山ダムの断面決定

枠式治山ダムの断面は、構造特性を考慮して安定する断面を決定するものとする。

3-9-4 (p187) バットレス式治山ダムの断面決定

バットレス式治山ダムは、主壁、扶壁、基礎版から構成される構造物全体を一体化した構造として安定するように断面を決定するものとする。

p187 の[解説]の説明

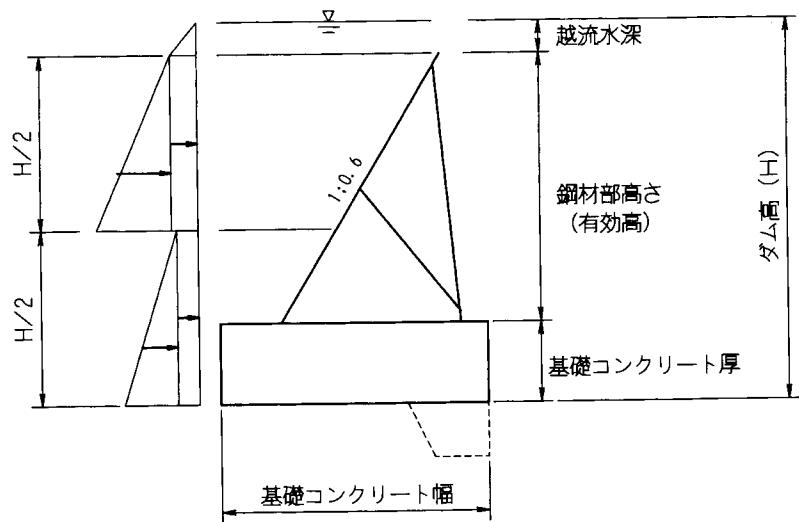


図一説-6 バットレス式治山ダムの断面例

バットレスダムの構造を決定する場合には、以下の点に留意する。

- ・一般的には鋼材部をダム工の有効高とし、コンクリート基礎部を根入れ部とする。
 - ・基礎コンクリートの規模は越流水深や基礎地盤の状況を考慮して、幅及び厚さを決定する。
 - ・砂礫堆積地で洗掘の恐れがある場合にはカットオフの設置を考慮する。

106N型の場合の基礎コンクリート形状（例）



図一説-7 106N型の基礎コンクリート形状

3-9-5(p188) スリット式治山ダムの断面決定

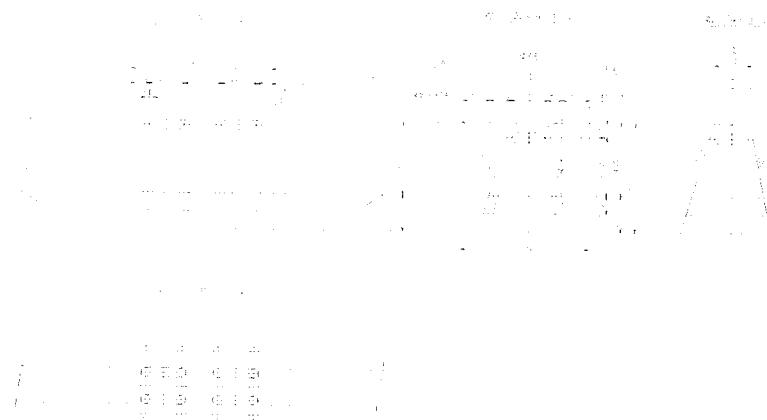
スリット式治山ダムは、堤体に透過部を含めた一体構造として安定する断面を決定するものとする。

p188 の[解説]の説明

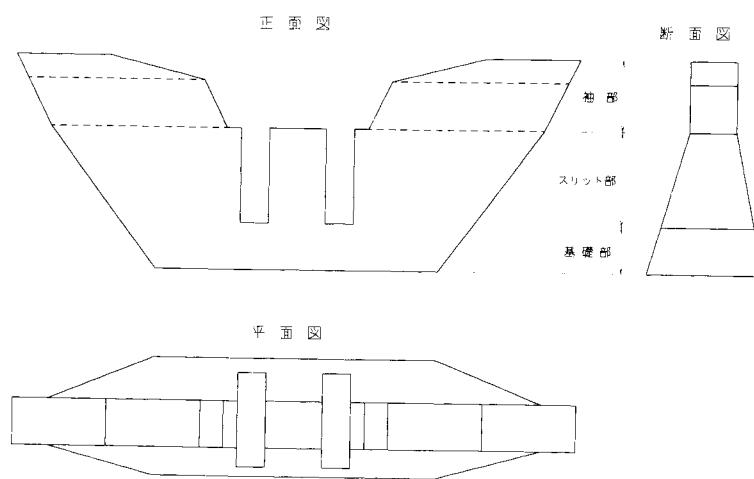
スリットダムの構造、間隔、高さ等

スリットダムの構造例

スリットダムとして適用されるコンクリート櫛形ダムと鋼材による格子型の透過部を持つダムの構造例を示すと図一説-7及び図一説-8のとおりである。



図一説-8 鋼製スリットの例



図一説-9 コンクリート櫛形ダムの構造例

3-9-6(p189) その他の型式の治山ダムの断面決定

他の型式の治山ダムの断面は、堤体に作用する外力に対して安定を保つものでなければならない。

3-10(p189) 治山ダムの基礎

3-10-1(p189) 治山ダムの基礎地盤

治山ダムの基礎地盤は、十分な支持力、摩擦抵抗力を有するとともに、治山ダム下流の

り先の洗掘、パイピング等による破壊に対しても安全でなければならない。

3-10-2(p189) 治山ダム基礎の根入れ

治山ダムの基礎の根入れの深さは、地盤の不均質性や風化の速度等を考慮して、安全な深さとなるように決定しなければならない。

p189 の[解説]、[参考](治山ダムの根入れの深さ)の説明

根入れの設計変更に対する措置

基準3-6 「治山ダムの高さ」の[説明]にも述べたように、床掘の実行結果で設計変更が生ずる場合は、安定計算上上下流のりが変化することとなるので、根入れ深さの決定は、慎重に行わなければならない。特に予想に反して軟弱な地盤が出た場合、深くしなければならず、堤底幅が大きくなり、床掘の手戻りが発生するので、注意を要する。

3-10-3(p190) 治山ダムの間詰等

治山ダムの間詰等は、堤体の地山への取付のため掘削し、堤体取付部とならなかつた残余の地山掘削面の風化等を防止するように設置しなければならない。

p190 の[解説]の説明

(1) 間詰めの構造

- ① 土留工については、山腹土留工に準じた構造とする。なお、そのほか柵工、張工等を用いる場合も山腹工の柵工、張り工に準ずるものとする。なお、発注機関にその考え方や詳細基準等が決められているものは仕様書等による。
- ② 土砂のみで埋め戻す場合又は擁壁型間詰及び木製構造物等の背面を土砂で埋め戻す場合の埋戻し勾配（1割2分よりも緩勾配とすることが多い）
- ③ 土砂で埋め戻した部分の緑化工の工種の考え方（原則は緑化するものとするが、勾配や気象条件等を勘案して決定する場合もある。）
- ④ 間詰の地山へのすりつけを十分に行う。これをしないと間詰の端から崩壊が発生して破壊する例が多い。

(2) 天端間詰はコンクリート間詰又は擁壁型間詰で行うが、掘削面に土層が認められる場合には、擁壁型間詰を採用する。

(3) 土砂のみで埋め戻す場合又は擁壁型間詰及び木製構造物等を設置する場合、溪床部分からの立ち上がり位置は、「3-12-3-2 側壁の基礎と天端」を参照する。

(4) 土砂を使って埋め戻す場合には、元の地山線と埋戻し線との位置関係にも注意が必要である。

3-10-4(p192) 治山ダムの基礎の処理

治山ダムの基礎地盤が十分な強度を得られない場合は、その状況に応じて基礎処理をし

なければならない。

3-10-4-1(p192) 治山ダムの杭基礎

治山ダムの基礎地盤が軟弱で、杭により基礎処理をする場合は、基礎地盤の土質及び深さに応じて、適切な杭を決定するものとする。

p192の[解説]の説明

解説2の杭の選定は、治山事業で行う基礎は構造物が比較的小さく、渓床に設けることから一般に杭の長さが短いので、原則として支持杭とする。

3-10-4-2(p193) 治山ダム基礎のパイピング等の防止

治山ダムの基礎地盤が、クイックサンド又はパイピングを生じさせるおそれのある場合には、適切な処置を講ずるものとする。

3-11(p197) 治山ダムの水抜き

治山ダムの水抜きは、施工中の排水及び堆砂後の浸透水圧の軽減が可能となるように設置する。また、堤体の弱点とならないようにその位置、大きさに配慮しなければならない。

p197～p198の[解説]の説明

- (1) 水抜きは、遮水型治山ダムに設置する。
- (2) 水抜きの設置箇所は、放水路幅の中に設けることが一般的である。
- (3) 規模の小さい治山ダムにおいては、渓岸の状況、流量等を考慮して、水抜きの位置、数と大きさを検討する。一般に中洪水程度の出水に対処できるように大きさや本数を決定する。
- (4) 以下の項目については発注機関ごとに詳細基準が決められている場合もあるので、その場合は仕様書等による。
 - ① 水抜きに通水させる流量についての基準、
 - ② 水抜きの形（一般的には丸形又は角形が採用されている）、角形は四隅にクラックを生じやすいので施工に留意する必要がある。
 - ③ 水抜きの左右の間隔（水抜きと水抜き、あるいは、水抜きと伸縮継目の最小間隔：2m程度以上とすることが多い）、
- (5) 開閉装置を付加する治山ダムは、貯水することになるので、浸透流による岩盤強風化部の破壊防止、揚圧力による堤体不安定化の防止を目的とした地盤改良を行う場合がある。堤高の高い場合はルジオンテスト等をして漏水に対処する。
- (6) 堆砂部への浸透水を利用して、水抜きに取水パイプを取り付けて、水資源として利用する事例もある。
- (7) 上下の水抜きの間隔は2m程度以上とすることが望ましい。

- (8) 治山ダムの目的や計画箇所の地形・土質条件等から 3m以下の治山ダムとした場合は、水抜きを設けていないことが多い。

3-12(p198) 治山ダムの洗掘防止

治山ダムの基礎地盤が洗掘されるおそれがある場合は、洗掘防止を図るものとする。

p198の[解説]の説明

- (1) 治山ダムの破壊のおおきな原因であるので、洗掘防止対策は十分に考慮する必要がある。特に高い治山ダム(8m程度以上)については、副ダムや水叩きの必要性を必ず検討する必要がある。
- (2) 洗掘されるおそれがある場合とは、治山ダムの高さ、洪水流量、渓床構成材料のそれぞれの要素の組合せから判断するが、現地踏査において滝や露岩、転石の下流側等の洗掘状況を確認しておくことが判断材料となる。
- (3) 一般的に治山ダムの設置箇所で洗掘防止措置が必要な箇所は、両岸が侵食を受けるおそれが高い場合が多いことから、側壁を設けていることが多い。

3-12-1(p199) 副ダムによる洗掘防止

3-12-1-1(p199) 副ダムの構造

副ダムの構造は、本ダムの構造を参考に決定する。

3-12-1-2(p199) 本ダムと副ダムの重複高

本ダムと副ダムとの重複高は、本ダムの基礎地盤の洗掘防止を図ることのできる高さとする。

p199の[解説]の説明

解説の記述をまとめると、重複高は以下のような3区分になる。

$$\begin{aligned} (H+hc) < 6\text{m} \text{の場合} \quad t &\doteq 1/3(H+hc) \\ 6\text{m} \leq H+hc \leq 8\text{m} \text{の場合} \quad t &= 2\text{m} \\ (H+hc) > 8\text{m} \text{の場合} \quad t &\doteq 1/4(H+hc) \end{aligned}$$

3-12-1-3(p200) 本ダムと副ダムの間隔

本ダムと副ダムの間隔は、治山ダムの基礎地盤の洗掘、下流側の渓床低下の防止、落水等の衝突に配慮して、必要な距離を確保するものとする。

p189~p202の[解説]、[参考](本ダムと副ダムのかんかくを求める半理論式)及び[参考](越流水が落下するまでの距離)の説明

計算手順は以下のようになる。

- 1) 本ダムの堤高と越流水深より、 V_1 を求める。

- 2) 計画高水流量／水脈落下地点の渓床幅（又は側壁間隔）より、 q_1 を求める。
- 3) V_1 、 q_1 より、 h_1 を求める。
- 4) V_1 、 h_1 、 g より、 F を求める。
- 5) h_1 、 F より、 h_j を求める。
- 6) h_j に β を乗じて X を求める。
- 7) 計画高水流量／本ダムの放水路幅より、 q を求める。
- 8) q と本ダムの越流水深より、 V を求める。
- 9) V 、 H' 、 hc 、 g より、 Iw を求める。
- 10) X 、 Iw 、副ダム天端幅より、本ダムと副ダムの間隔 L を計算する。

3-12-2(p202) 水叩きによる洗掘防止

3-12-2-1(p202) 水叩きの長さ

水叩きの長さは、流水の水理条件、パイピングに対する安全性を考慮して決定するものとする。

3-12-2-2(p203) 水叩きの厚さ

水叩きの厚さは、安定性等を考慮して決定するものとする。

3-12-2-3 水叩きの勾配

水叩きの勾配は、現地の状況を考慮して決定するものとする。

3-12-2-4(p205) 水叩きの垂直壁

水叩きの垂直壁は、現地の状況を考慮して、適切な構造を決定するものとする。

p205の[解説]の説明

水叩きを設置するような場所は、洗掘や侵食発生のおそれが大きいので、副ダムを設けない箇所に水叩きを設置する場合には、通常は垂直壁を設置する。

3-12-3(p206) 治山ダムの側壁

治山ダムの側壁は、必要に応じて、両岸の侵食防止又は流路の規制を目的として設置するものとする。

p205の[解説]の説明

- (1) 垂直壁の堤体断面は矩形断面とすることが多い。
- (2) 垂直壁の天端は、下流側で洗掘が発生しないように、現渓床線付近に配置することが望ましいが、やむを得ず現渓床線より高く配置する場合には、洗掘防止措置を行う必要がある。

(3) 垂直壁袖部の両岸への突っ込みは、水叩きに側壁を設けた（三面張り）場合、侵食のおそれは少ないので、1.0m程度とすることが多い。側壁を設けない場合は、3-8-1「治山ダムの袖」及び3-7「治山ダムの放水路」の[説明]を参照する。

注) 二面張り：「6-4 流路工の渓床」によれば「底を張らない構造（二面張り流路工）」となっている。従って、水叩きの垂直壁の根入れを検討する場合には、「二面張りの場合は～」を適用することではなく、水叩きを設置せずに側壁と垂直壁を設置する場合に適用する。ただし、この場合には、「水叩き敷より」を「側壁の基礎底面より」と読み替える。

3-1 2-3-1 (p207) 側壁の高さ

側壁の高さは、最大高水流量が安全に流下する断面が得られるように決定しなければならない。

p205 の[解説]の説明

副ダム等の放水路は本ダムの放水路と同じ断面にするので、側壁の方向を副ダム等の放水路に合わせてしほったとしても、側壁の高さを放水路の高さ以上とすれば問題はない。

3-1 2-3-2 側壁の基礎と天端

側壁の基礎は、治山ダムの放水路から落下する越流水に対して安全であることを考慮して決定するものとする。

p207 の[解説]の説明

(1) 治山ダム放水路を越流して落下する水流が、側壁背面の埋戻し土砂を侵食するがないように、放水路の天端と側壁の治山ダムへの取付部の天端との位置関係も考慮して、側壁の治山ダムへの取付部基礎の平面位置を決定しなければならない。

3-13(p208) 治山ダムの伸縮継目

伸縮継目は、コンクリートのひび割れ軽減を目的として設けるものとする。

p208 の[解説]、[参考](打ち継ぎ目の間隔)、[参考](継ぎ手の仕様)及び[参考](止水板の位置)の説明

- (1) 一般的に、堤長が25m未満のコンクリート治山ダムには伸縮継目を配置しないが、両岸が堅固な岩盤となっている場合にはその限りではない。
- (2) 伸縮継目を配置する場合は、水抜きの位置、基礎地盤の土質変化点等に注意し、各ブロックの延長が同じような規模になるように留意して配置する。
- (3) 継手の形式は、発注機関ごとに規格が定められている場合があるので、その場合は仕様書等による。
- (4) 継手の形は、三角形の他にクランク形、台形などが使われている。
- (5) 治山ダムにおいては、目地材を設けることが一般的である。

3-14(p209) 水平打継目

重力式コンクリート治山ダムの水平打継目は、異常な荷重等に対して弱点とならないよう補強を行うことを標準とする。

p209 の[解説]の説明

水平打継ぎ目は、最も弱点となるので、流下する大転石等の衝撃によって、打継面から破壊されることがあるため、補強するものである。

p209 の[参考](挿筋の仕様)の説明

挿筋の場合、大きな衝撃がかかると引き抜けることがあるので、引き抜け対策を取る必要がある。

第4節 護岸工

調査・測量・設計に関する説明 (護岸工・流路工共通)

1 調査 第4章 「渓間工の設計」により行う。

2 平面測量

- (1) 概ね治山ダムと同様に行うが、流路工における平面測量では、測点が流路工の中心線となることが多いことから、スムーズな流水に資するための線形に努めた選点を行う必要がある。
- (2) 護岸工の場合は、流心に沿って測点を設け、横断測量と合わせて護岸工の位置を決定する方法と、護岸工計画箇所に直接測点を設ける場合がある。前者は比較的渓床幅が短い箇所、後者は渓床が広い箇所で行われる事例が多い。
- (3) 流路工の規模や種別によっては、屈曲箇所で曲線設定を行うことがある。これについては、林道基準の実測量（中心線測量）を参照のこと。

3 縦断測量

渓間工の縦断測量による。

4 横断測量

- (1) 概ね治山ダムと同様に行うが、護岸工においては、護岸工を計画する箇所から対岸までを対象として測量する必要がある。これは、流量計算で流路形状の把握が必要であるため、出来るだけ詳細な地形把握（流水箇所の地形形状も含む）が望ましい。
- (2) 護岸工及び流路工の計画では、地形条件によっては大きな切土等が発生することもあることから、必要に応じて渓岸の状況に加え山腹斜面に至る地形を把握する。

5 設計図

- (1) 概ね治山ダムと同様（平面図、縦断面図等）に行うが、護岸工及び流路工では、構造物の詳細な構造を示した図面を作成する。この図面の縮尺は、構造物の規模や延長に応じて決定するもので、一般的には1/100～1/500程度の縮尺で示される場合が多い。記述内容は、各ポイント（変化点や構造物設置箇所等）における計画高や区間距離等

を平面、断面図上に示すとともに、断面の形状を示した標準図等である。

- (2) 護岸工及び流路工の種別（鋼製枠や鉄線かご等の枠構造物）によっては各部材の配置を示した割付図、他の工種との連結を図る場合には、取付図等を作成する場合もある。
- (3) 通常、各測点における横断測量を基に横断図を作成する。この図面は、各断面における護岸工及び流路工の計画位置や高さを示し、計画の妥当性（根入れ・切盛土量等）の確認や土量算出の根拠となる。
- (4) 各種図面は発注機関ごとに決められた様式となっていることが多いことから、初回打合せ時に把握しておくことが必要である。

4-1 (p210) 護岸工の目的

護岸工は、流水による溪岸の横侵食の防止及び山腹崩壊の防止又は山腹工の基礎とすることを目的とする。

p210 の[解説]の説明

- (1) 護岸工の種別の選定にあたっては、目的、現地の状況、各種別の特性等を十分考慮することが重要である。現地の状況判断の主なものとして、流量、土砂の移動量、溪流の石礫径、溪床勾配、溪岸崩壊の有無とその規模等がある。
- (2) コンクリート製のものは、強度が高く現地の地形に応じた形状の適応性が高い。しかし、剛性が高いことから不同沈下や不均一な土圧などに弱い特性がある。
- (3) 鋼製枠は、ある程度の地形の変化及び不等沈下等に適応出来る構造である。
- (4) 鉄線かごや木製は、流量及び石礫の移動量の少ない箇所に設置され、比較的小規模の構造物として計画することが多い。また、使用資材が石材や木材であることから、周辺環境（生態系）との協調性が高い特性がある。

4-2 (p211) 護岸工の種別

護岸工の種別は、現地の状況に応じて適切なものを選定するものとする。

4-3 (p212) 護岸工の位置等

護岸工の位置及び法線は、その目的及び現地の状況に応じて、最も効果的となるよう決定するものとする。

p212 の[解説]の説明

- (1) 護岸工の計画位置は、現地踏査により大まかな計画位置を決定し、測量及び設計時に詳細なものを決定する。
- (2) 護岸工の位置決定では、溪岸崩壊箇所や今後侵食（溪岸崩壊が発生）が進行することが想定される箇所の状況（規模やその影響）について把握し、それを効率的かつ効果的に防止できうる箇所を選定する。

- (3) 基本的に上流から連続的にスムーズに流下するように選定し、大きく流心が乱れないような位置及び規模とする。屈曲する場合には、出来るだけ曲線に近くなる（急な曲がりをしない）ような線形とする必要がある。

4-4 (p213) 護岸工の天端高

護岸工の天端の高さは、洪水時に流水とともに流下する砂礫、流木等を考慮して、十分に余裕を見込んだ高さとしなければならない。

p213 の[解説]の説明

- (1) 護岸工の高さの検討は、第4章6-6-3「流路工における護岸工天端の高さ」に準じて決定するもので、流量計算、余裕高等を考慮して決定する。
- (2) 護岸工は侵食を受けやすい曲線部外側に計画することが多い。こういった場合には、第4章6-6-4「流路工の曲流部の構造」を参考にして、高さを検討することも必要である。

4-5 (p214) 護岸工の構造

護岸工の構造は、背後の地形・地質等を考慮して適切なものを選定するものとする。

p214 の[解説]の説明

- (1) 護岸工の構造については、一般的に土留工の構造と同様で、[参考]に示されている仕様に準じて設計することが多い。
- (2) 構造決定には、護岸工の天端高及び根入れ深から求められる。この高さに応じた断面を安定計算により算出し、護岸工の断面とする。なお、安定計算を行わない小規模の木製構造物や鉄線かご等については、[参考]「鉄線かご護岸工の仕様」等や類似現場での実績から経験的に決定することが多い。

4-6 (p216) 護岸工の取り付け

護岸工の上下流部は、流水により洗掘、破壊されないように渓岸に取り付けるものとする。

p216 の[解説]の説明

- (1) 枠構造物や鉄線かご等を用いた場合、多の構造物との取付け箇所や屈曲箇所に隙間が生じる場合がある。このような場合には練石積や間詰コンクリートなどを用いて、取付け箇所等の補強を図る場合がある。
- (2) 取付けが地山に接する場合には、測量及び設計段階で、侵食を受けないような対策工を検討する必要がある。屈曲部の水衝部は原則として避けることとするが、やむを得ない場合には、基岩に取り付けるもしくは、水衝部からある程度の距離をとった計画とする必要がある。

4-7(p216) 護岸工の基礎

4-7-1(p216) 護岸工の基礎の根入れ深

護岸工の基礎の根入れ深は、計画渓床勾配、渓床の状況等を考慮して、洗掘されることのない安全な深さとしなければならない。

p217の[解説]の説明

洗掘による基礎地盤の流出は、構造物の安定上深刻な問題となることから、十分な根入れを行うことと合わせ、必要に応じ洗掘防止対策を講じる必要がある。

4-7-2(p217) 護岸工の基礎の洗掘防止

護岸工の基礎が流水によって洗掘されるおそれがある場合は、必要に応じて、洗掘防止の措置を講ずるものとする。

4-7-3(p218) 護岸工の基礎の処理

護岸工の基礎地盤が軟弱な場合は、その状況に応じて適切な基礎の処理を行わなければならぬ。

第5節(p218) 水 制 工

5-1(p218) 水制工の目的

水制工は、流心を渓岸から遠ざけ、流路を規制し、渓岸の侵食防止又は護岸の洗掘防止を図ることを目的とする。

p218の[解説]の説明

- (1) 近年、生態系保全上重要な箇所などでは、水生生物等の生息場所の造成を水制工の目的に追加している現場も見られる。このような場合、鉄線かごや木枠等の天然資材が用いられることが多い。
- (2) 比較的渓床勾配が緩い箇所や仮設的な目的で実行する場合には、樹木の根株などを活用している事例もある。現地で根株の発生が多量にある場合には、資材の有効活用の観点からも行われることもある。ただし、これら根株等が洪水時等に流木とならないよう留意する必要がある。

5-2(p218) 水制工の種別

水制工の種別は、その目的及び現地の状況に応じて最も適切なものを選定するものとする。

5－3(p219) 水制工の位置

水制工の位置は、その目的及び現地の状況に応じて、最も効果的となるように決定するものとする。

p219の[解説]の説明

- (1) 水制工の位置及び方向は、洗掘及び堆積の位置関係及びその強度等を勘案し、現地に応じた位置及び方向で計画する。
- (2) 現地調査時に渓流の状況を判断し、水制工の種別等について検討する必要があり、この種別の特性によっても、効果的な位置や方向が異なる。

5－4(p220) 水制工の方向

水制工の方向は、その目的及び現地の状況に応じて、最も効果的となるように決定するものとする。

5－5(p221) 水制工の形状

水制工の形状は、現地の状況等から決定するものとする。

5－6(p222) 水制工の長さ及び間隔

水制工の長さ及び間隔は、現地の状況等から決定するものとする。

5－7(p222) 水制工の高さ

水制工の高さは、その目的及び現地の状況に応じて決定するものとする。

第6節(p224) 流路工

6－1(p224) 流路工の目的

流路工は、流路を固定して乱流を防止するとともに縦断勾配を規制して、縦横侵食の防止を図ることを目的とする。

p224の[解説]の説明

- (1) 解説3にあるように原則として上流部の治山ダム、山腹工からの土砂がある程度おさまった段階で整備することが望ましいが、災害直後の場合等では、仮流路等を設け、整備できた時点で本格的な流路工を設ける場合がある。
- (2) 流路工の設置を判断する場合には、地質及び土質（侵食を受けやすいものであるか）、渓床勾配、流量、渓床及び渓岸の保全の必要性（保全対象との位置関係や山腹斜面の状況等）があるか等を考慮する。
- (3) 流路工は、粘性土、砂質土、火山降灰地、シラス等の侵食を受け易い箇所で、乱流が激しい箇所や急激な縦横侵食が見られる箇所等で施工されることが多い。

6－2(p224) 流路工の法線

流路工の法線は、洪水流を安全に流下させることができるように、配慮しなければならない。

p224の[解説]の説明

- (1) 安全で被災を受けにくい流路工の計画にあたっては、解説のように可能な限り平面縦断の変化が少なく、スムーズな流水に努めたものとすることが望ましい。
- (2) 流路工の計画にあたっては、測量段階で法線に沿った測量を行うことが望ましい。やむを得ず、渓流の流心箇所に測点を設け図上で流路の法線を設計する場合には、測点間距離や地盤高等を計画法線に修正した縦断面図を新たに作成し、計画勾配の検討等を行う必要がある。特に乱流が激しく、現状の流心と法線を直線にした場合に大きな差異が見られる場合には、計画勾配や施設の配置等に影響がでることから、注意する必要がある。

6－3(p225) 流路工の縦断形

流路工の縦断形は、その目的及び現地の状況を考慮して、決定しなければならない。

p225の[解説]の説明

- (1) 縦断勾配は、縦断面図より判定して決定する。一般的に治山ダムの計画勾配と同様の検討を行い、安全な勾配を決定する。

6－4(p226) 流路工の渓床

流路工は、渓床の安定を保つように構造を決定しなければならない。

p226の[参考](摩擦速度・限界摩擦速度)の説明

三面張り流路工を行う場合には、その必要性を示す客観的根拠として〔参考〕「摩擦速度・限界摩擦速度」に示されている式により、渓床構成石礫が流送されることを確認することが必要である。

6－5(p228) 流路工における計画勾配の変化点及び落差

流路工の計画渓床勾配の変化点及び落差は、流路工の設置目的、現地の状況及び床固工等の効果的な配置を総合的に検討して決定するものとする。

p228の[解説]の説明

- (1) 床固工及び帶工を計画する場合には、選点する時に両岸の状況や平面縦断形状等を判断し、帶工の間隔より長くならないよう决定する。
- (2) 合流点での床固工及び帶工の方向については、流量や方向等を考慮して、乱流及び跳水等が発生しないよう努める。

6－6 (p229) 流路工の横断形

流路工の横断形は、その目的及び現地の状況を考慮して、決定しなければならない。

p229 の[解説]の説明

- (1) 二面張り流路工の断面決定については、解説の幅や高さの決定に従うと共に、護岸工と同様の根入れ（1.0m程度）を確保したものとする。
- (2) 三面張り流路工で、底張りをコンクリート等の侵食されない部材を用いる場合には、根入れを見ないことがある。

6－6－1 (p230) 流路工の計画断面

流路工の計画断面は、計画洪水流量を安全に流下できる断面としなければならない。

6－6－2 (p230) 流路工の計画高水流量

流路工の計画高水流量は、流路工の計画断面を求めるために用いるものとし、原則として洪水痕跡等から推測される流量等を考慮して設定する。

6－6－3 (p230) 流路工における護岸工の天端高

流路工における護岸工の天端の高さは、計画高水流量を基準として決定する。

6－6－4 (p232) 流路工の曲流部の構造

流路工の曲流部においては、必要に応じて、洪水時の水位上昇等に対応した構造とする。

6－7 (p234) 流路工における構造物相互の関連等

6－7－1 (p234) 流路工の護岸工と治山ダムの取り付け

流路工の護岸工を治山ダムに取り付ける場合は、洪水流を安全に流下させることができるように、なじみよく取り付けるものとする。

6－7－2 (p235) 流路工における床固工及び帶工の構造等の選定

流路工における床固工及び帶工は、渓床の縦侵食を防止できるように構造等を選定するものとする。

p235 の[解説]の説明

- (1) 流路工の種別の選定では、床固工及び帶工等と接続が良いものを検討する。
- (2) 床固工及び帶工がコンクリートで、流路工が鉄線かご等の場合、接続箇所に隙間が生じる場合がある。こういった場合、練石積や間詰コンクリート等により、流路工の連続性の維持を検討する必要がある。

6－7－3 (p237) 流路工における護岸工の構造等の選定

流路工における護岸工は、溪岸の侵食を防止するとともに、床固工及び帶工の袖部の保護を図ることができるように、構造等を選定するものとする。

6－7－4 (p237) 流路工における護岸工と床固工、帶工との取り付け

流路工における護岸工と床固工等との取り付けに当たっては、安全に流水を流下させるとともに、護岸工及び床固工、帶工が破壊しないように、留意しなければならない。

p237 の【解説】の説明

流路工の流末処理は、流路工からの流水による下流の斜面や流入する渓流の侵食が発生しないように安全な施設を設けるか、安全に流下できる箇所まで流路工を延長必要がある。延長する区間が保安林でない場合は、保安施設地区に指定することも検討する必要がある。

6－7－5 (p240) 流路工における底張り等の厚さ

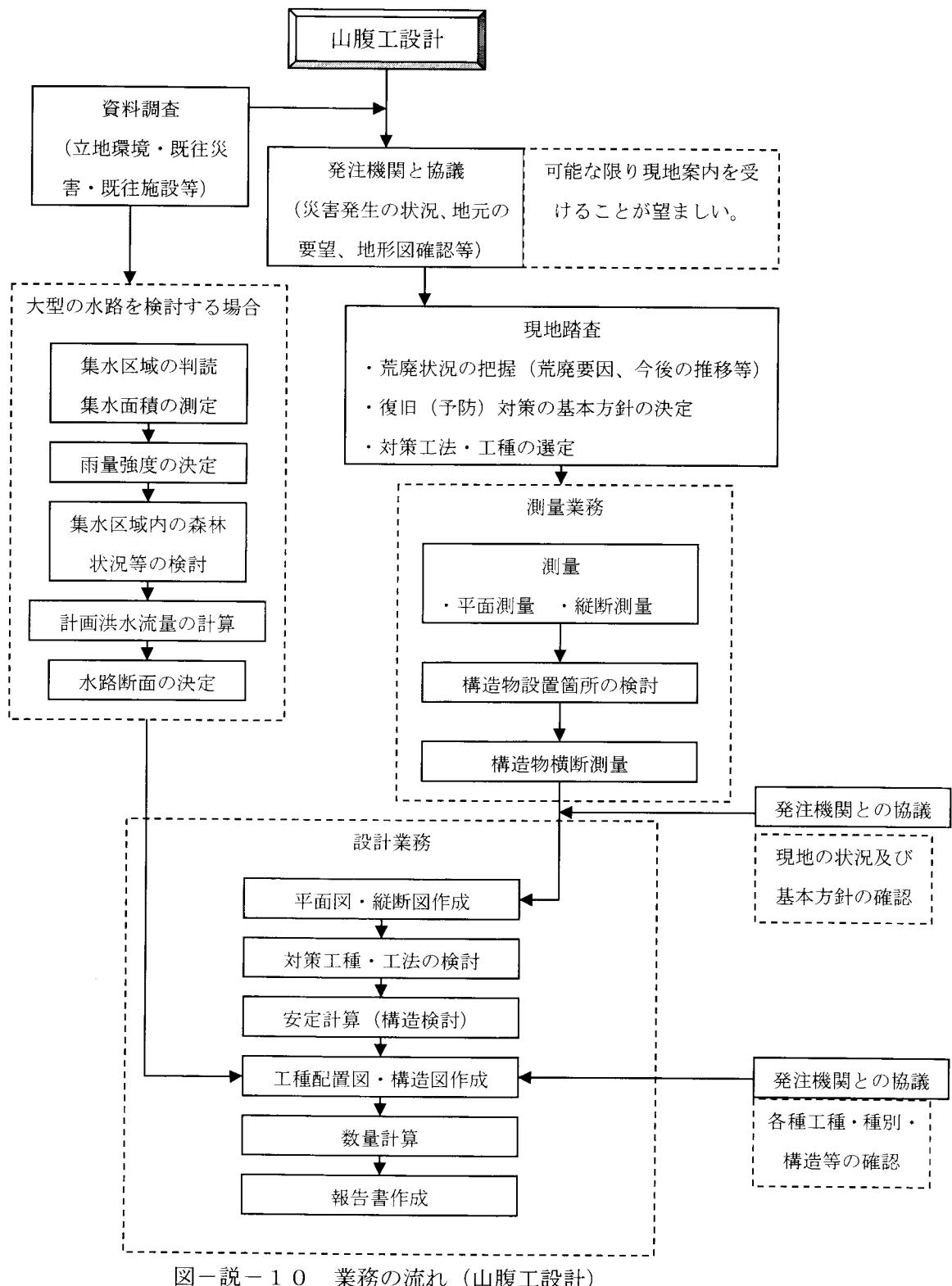
流路工における底張り及び水叩きの厚さは、流水による侵食と摩耗に耐えられるよう基礎地盤の状態、流下する砂礫の状況等を考慮して決定するものとする。

p240 の【解説】の説明

底張りの厚さの検討では、一般的な渓流では解説の標準値である 0.3m を用いる場合が多いが、両岸の山腹斜面からの落石や土砂の流出が多い場合には、より厚い構造とする場合もある。

第5章(p241) 山腹工の設計

p241 の山腹工の設計に当たっての説明



調査

山腹工の設計に当たっては、調査を行うが、調査は、渓間工の調査に準ずる。

現地踏査

- (1) 図1業務の流れ（山腹工設計）に示したように、現地踏査は山腹工の基本的方針の決定を行う重要な工程である。よって、山腹工の基本方針を検定するにためには、対象山腹斜面の現況の把握と今後の推移予測が必要となる。
- (2) 今後の推移予測において、災害（斜面崩壊等）が発生することが危惧される場合にはその要因及び規模等を予測し、それを防止する対策（基本方針の決定）を検討する必要がある。
- (3) 検討に当たっては、対策工の工種・工法の特性、効果等を十分把握するとともに、現地の状況に応じた適切な工種・工法の選定が必要となる。この危険性の把握と適正な工種配置をもって、効果的及び効率的な山腹設計が可能となる。よって、現地踏査では、対象区域内は勿論のこと、それ以外の外縁部及び尾根までの連続斜面等について詳細に踏査を行い、現状の把握と今後の推移予測を行う必要がある。

第1節(p241) 測量

1-1(p241) 測量の範囲

測量の範囲は、設計の対象となる崩壊地等及びその周辺を含め、施工の範囲、地形の状況等が把握できる範囲について行うものとする。

1-2(p241) 測量の種類

測量は、平面測量、縦断測量及び横断測量とする。

1-2-1(p241) 平面測量

平面測量は、崩壊地等の形状、面積、地況及び周辺の地形条件等を把握し、工種の配置及び各工種の数量等を決定するために行うものとし、測量の結果に基づいて平面図、工種配置図を作成するものとする。

p241の[解説]の説明

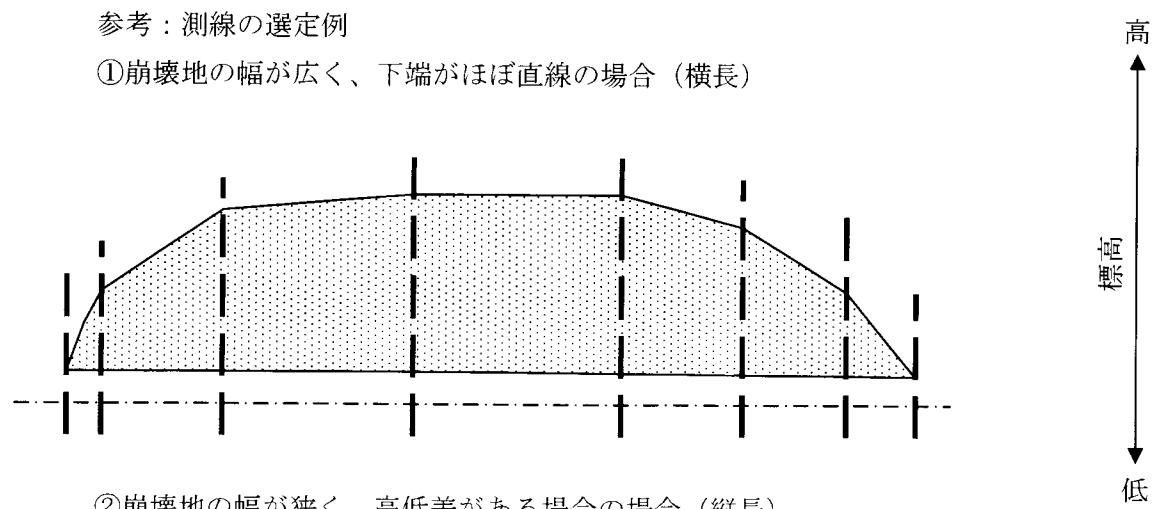
- (1) 平面測量に使用する機器は、発注された設計図書の仕様書による。仕様書がない場合は、治山事業調査等標準仕様書に準じたものによる。（以下仕様書等という。）
- (2) 平面測量では、一般的に調査地の区域把握を目的とした周囲測量（周測）、調査地内の状況把握を目的とした基線測量及び横断測量、構造物の計画を目的とした測量等を行う。また、これら以外に調査地内の微地形及び地質や土質の違い等を把握するため、オフセットや放射法により単点を設け、より詳細な現況把握に努める。
- (3) 崩壊地源頭部等では、急崖を呈し不安定な状態で土砂が残存している場合が多々見られ

る。このような場合、現地踏査により把握した今後の推移予測及び基本方針により行う対策工（のり切工）の影響範囲を現地で想定し、その範囲以上に測点を設ける必要がある。

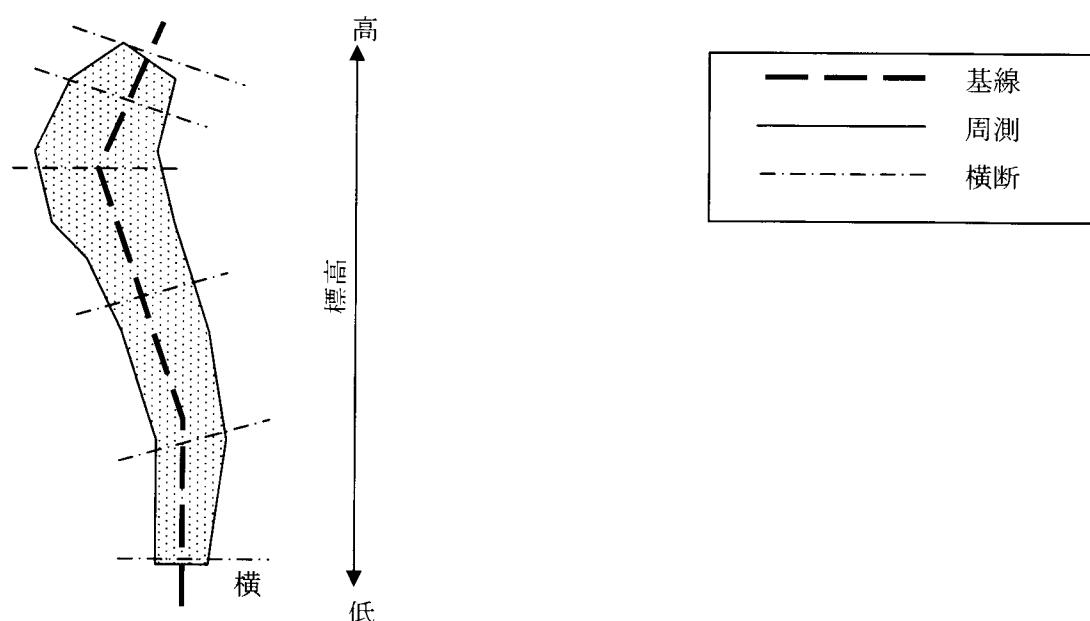
- (4) 基線測量では、基本的に地形に合わせて行うこととするが、その測線がそのまま構造物（土留工・水路工等）の計画位置となることもあることから、その選点に当たってはそれらも考慮し、施工後の地形を想定した（現状の地形形状にとらわれない）選点を行うことも必要である。
- (5) 崩壊地内の状況を把握する単点では、土質の違い（露岩地や崩土等）、流水跡（ガリ一侵食等）、微地形（局的に低くなっている箇所は必須）、その他事項（湧水箇所、既設構造物、工事実行上留意する点等）を把握する。
- (6) 基線の選点については、対象となる山腹斜面の形状によりその選点方法が異なり、現地にあった測量方法を選択する必要がある。この測量方法により、土量や斜面積等の設計時に必要となる数量算出方法が異なる。この方法が不適である場合には、設計数量と実行量に大きな差異が発生する可能性がある。このことから、現地の地形条件に適した選点方法を行うことが求められる。次に山腹斜面の形状と測量方法の一例を示した。

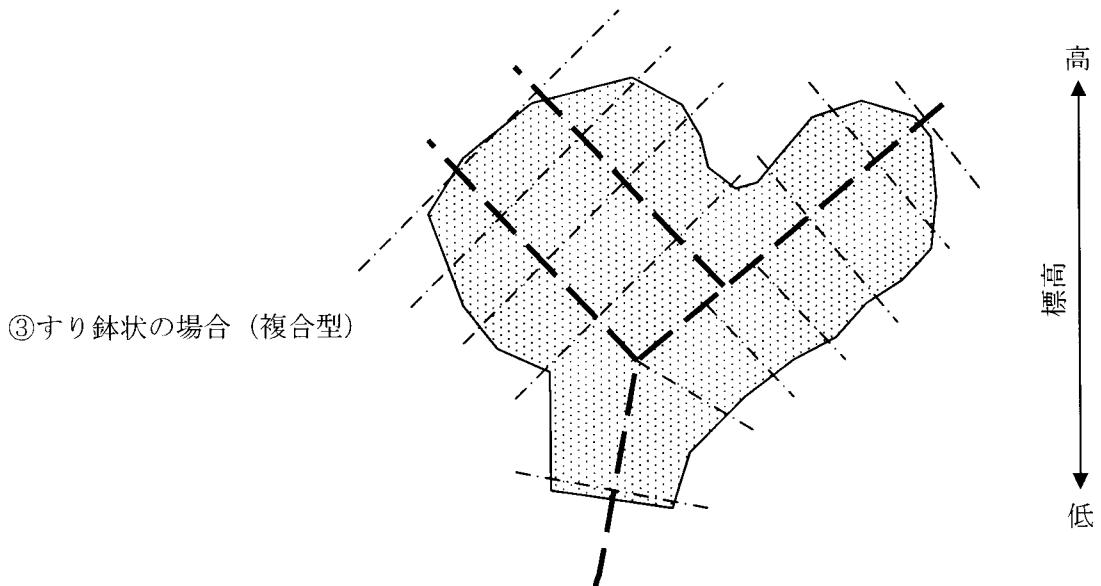
参考：測線の選定例

①崩壊地の幅が広く、下端がほぼ直線の場合（横長）



②崩壊地の幅が狭く、高低差がある場合の場合（縦長）





図一説-11 測線の選定例

参考：切取土量の算出方法例

以下に、一般的に行われている切取土量の算出方法の一例を示す。これらの算出方法を念頭に置き、現場の地形状況から、最も適した算出方法を検討する。これにより、効率的な選点を行い、現状にあった土量算出に資することが求められる。

① 各基線が平行の場合（参考：測線の選定例の①の様な場合）

- ・平均断面法：それぞれの基線での切取面積（縦断面図で検討）を隣り合う基線で平均し、その基線間距離を乗じる方法。

② 各基線が平行でない場合

- ・重心距離法：それぞれの基線での切取面積（縦断面図で検討）を隣り合う基線で平均する（A）。さらにそれぞれの断面積の重心位置を求め、その重心位置から対する基線までの距離の平均値を求める（L）。この平均面積と平均距離を乗じる（ $A \times L$ ）方法。
- ・平均厚法：それぞれの基線での切取面積（縦断面図で検討）を水平距離で除し、各基線での平均の切取厚さを求める（t）。それぞれの基線に挟まれた区域の平面積を求め（A）、隣り合う基線の切取厚を平均したものを探じる（ $t \times A$ ）方法。

平面図

- (1) 平面図及び工種配置図では、急崖箇所、露岩箇所、崩積土、不安定土砂等をそれと分かる記号で示し、よりわかりやすい図面の作成に努めることが望ましい。
- (2) 平面図及び工種配置図内に示す凡例の記載及び着色する場合には、「森林整備保全事業設計積算要領の制定について」（治山林道必携 設計積算）に示されている様式に則って作図することが望ましい。なお、発注機関から指示がある場合はこの限りでは

ない。

1－2－2(p242) 縦断測量

縦断測量は、崩壊地等の主要な縦断面の地形を測定し、縦断方向における工種配置、規模等を決定するために行うものとし、測量の結果に基づいて縦断面図を作成するものとする。

p242～p243の[解説]の説明

- (1) 縦断測量に使用する機器は「仕様書等」による。
- (2) 治山事業における縦断測量ではcm単位で測量を行う場合が多い。なお、TP（機械移動点）についてはmm単位で測定する場合もある。
- (3) 縦断測量で必要となる高さの基準点BM（ベンチマーク benchmark）の設置について
は以下の点に留意して行う必要がある。
 - ① 工事実行箇所の近傍にあり、かつ工事実行時の土地改変区域外であること。
 - ② 不動点であること。
 - ③ 施工区域が広く全体が見通せない場合や高低差が顕著な場合には、複数のBMを設
けることが望ましい。
- (4) 縦断面図は、のり切勾配の決定、土留工等の構造物の規模決定上重要な図面であり、
安定計算等の算出根拠となるものである。

1－2－3(p243) 横断測量

横断測量は、崩壊地等の横断方向の地形を測定し、工作物の形状、規模等を決定するた
めに行うものとし、測量の結果に基づいて横断面図を作成するものとする。

p243の[解説]の説明

- (1) 横断測量は、単点として平面縦断測量を行う方法と、ポール横断による方法等が行わ
れている。これらの手法選択は、求められる精度と作業効率により決定する。
- (2) ポール横断による測量では、その測量方向が重要となる。現場では測量者の他にその
方向を指示する補助者を付けることにより測量精度を向上させることが出来る。
- (3) 横断面図は、のり切土量の算出や構造物の高さ（根入れ）の決定や延長等の決定に
必要な図面となる。

第2節(p244) 設 計

2－1(p244) 山腹工設計の基本的考え方

- 1 山腹工は、崩壊地等の復旧及び崩壊等の予防を目的とする。
- 2 山腹工の設計は、原則として、全体計画等に基づいて、実施しなければならない。
- 3 山腹工の設計に当たっては、崩壊地等の地形、地質、土壤、気象、植生等の調査結果
を参考とし、かつ、渓間工や保全対象等との関連について検討し、現地に最も適した工

種・工法を選定しなければならない。

p244 の[解説]の説明

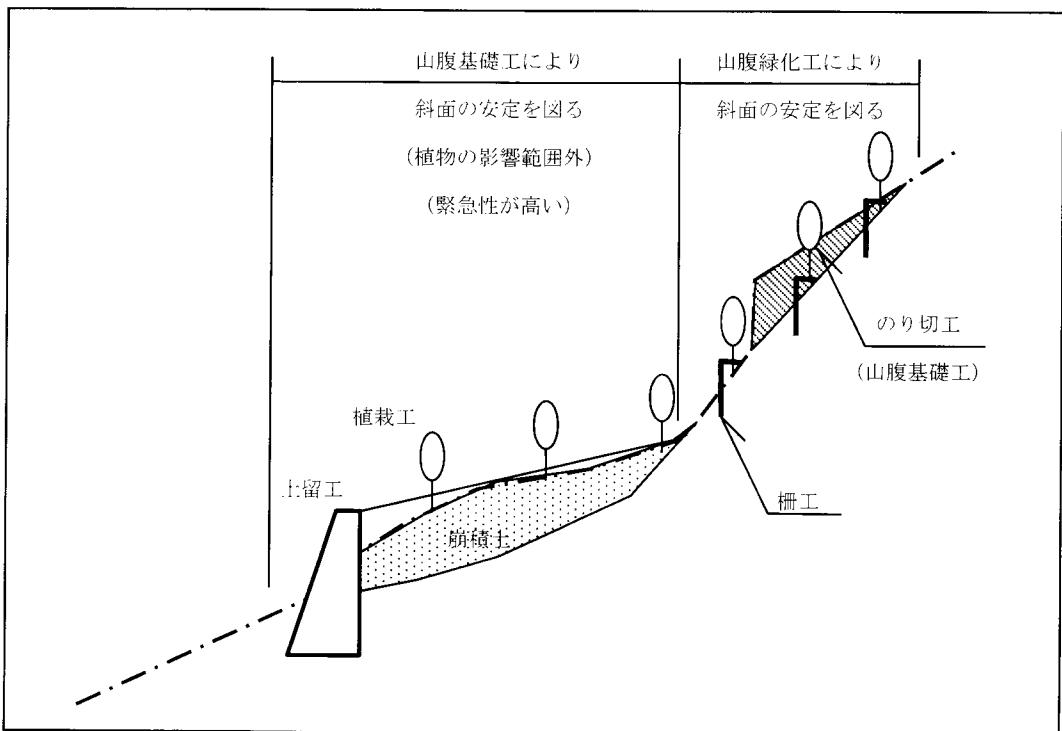
- (1) 復旧のための山腹工では、現在不安定な土砂の安定化と裸地の早急な緑化及び早期森林化を行うものである。
- ① 不安定な土砂の安定化
山腹基礎工（のり切工、土留工、のり枠工）により山腹斜面の安定化を図る。
 - ② 裸地の早急な緑化
裸地は降雨等により表面侵食が発生しやすいことから、早急に植被（草本・木本問わず）することで、これを防止する。
 - ③ 早期林地化
森林の公益的機能の中の土砂侵食防止機能や土砂崩壊防止機能等を發揮させること、災害の再発を防止する。
- (2) 予防のための山腹工では、今後不安定になることが想定される箇所に対し、復旧のための山腹工と同様の対策を行い、山腹崩壊を未然に防ぐものである。

2－2(p246) 山腹工の工種

山腹工は、崩壊地等の状態や特性等に応じて、山腹基礎工、山腹緑化工及び落石防止工の各工種が、それぞれの機能を効果的に發揮し、かつ、相互に有機的・補完的に機能するような規模・配置としなければならない。

p246～p248 の[解説]、[参考](山腹工の工種配置)等の説明

- (1) 山腹工の工種は、構造物や土工等により物理的に崩壊を防止する山腹基礎工と、植物の機能（樹木根茎の緊縛力による崩壊防止機能や植被による侵食防止機能等）を期待して山地の安定化を図る山腹緑化工、落石を防ぐことを目的とした落石防止工に大分されている。
- (2) 以上の工種を複合的に配置することで、山腹斜面の復旧及び予防を図ることが、山腹工設計の基本となる。よって、各分類及び工種の目的、機能、効果等を十分把握することにより、効果的かつ効率的な設計を行うことが可能となる。
- (3) 山腹緑化工で期待する植物（森林）のもつ防災機能は、災害を完全に防ぐものではなく、減災効果があるといえるもので、その機能を定量的に図ることは難い。また、防災施設（構造物）とは異なり、その機能（効果）の出現にはある程度の時間が必要である。よって、山腹緑化工の検討では、植物の効果の及ぶ範囲、その機能出現までの時間を許容できるかなどについて検討する必要がある。一方、山腹基礎工や落石防止工等の構造物及び土工工事は、その効果は施工後すぐ現れるもので、その効果も定量的に把握することが可能である。これら事項（山腹工工種の特性等）を十分に踏まえ、現地の状況に応じた、効果的な工種配置を図る必要がある。



図一説-12 山腹工の工種配置の例

- ① 崩壊地下部に堆積している崩積土は、今後の降雨等による侵食や間隙水圧が上昇した場合再崩壊することが危惧されることから、強固な土留工により安定化を図る。また、上部急崖地は斜面を切り取るのり切工により不安定土砂を取り除き、安定化を図る。
- ② 裸地となった斜面では、植栽工により早期林地化を図る。また、のり切工を行った箇所は、栄養分が乏しく堅固な地山が露出していることから、植生基盤として柵工を行う。

第3節 (p249) 山腹基礎工

3-1 (p249) 山腹基礎工の目的

山腹基礎工は、山腹斜面の安定を図ることを目的とする。

3-2 (P249) のり切工

3-2-1 (P249) のり切工の目的

のり切工は、崩壊地の外縁及び内部、深層崩壊により生じる滑落崖等の不安定な部分を整形し、崩壊及び崩壊の拡大を防止することを目的とする。

3-2-2 (p250) のり切の勾配

のり切の勾配は、対象地の傾斜、土質、周辺の地形及び工種の組み合わせ等を考慮して決定するものとする。

3-2-3(p250) のり切土砂の安定

のり切りによって生ずる土砂は、土留工等によってその安定を図るものとする。

p250 の[解説]の説明

(1) のり切工が大規模になる場合には、多量ののり切土砂が発生することとなり、施工地内で処理することが困難となることがある。このような場合これら残土を搬出することとなり多額の費用がかかると同時に残土処理の用地の問題が発生する。よってこのような事態が想定される場合には、早い段階で発注機関と協議を行い、その対策について検討を行う必要がある。

(2) 長大なのり切を行う場合には、ある間隔（直高 5.0m～10.0m程度）でステップ（0.5m～1.0m程度）を設けることが望ましい。これは、連続した一定の斜面では、地表流が発生した場合に、斜面侵食が顕著になることを防ぐためである。また、施工上の安全面で、作業環境として危険になることを防ぐ効果もある。

（参考）

のり切土量を減少する方法として、のり切勾配を急峻にすることがあげられる。このような対策には、斜面の安定を図るためにのり枠工やアンカー工等の工種との組み合わせが必要となる場合がある。

3-3(p251) 土留工

3-3-1(p251) 土留工の目的

土留工は、不安定な土砂の移動の防止、山腹斜面勾配の修正、表面水の分散を図るほか、水路工、暗きよ工等の基礎とすることを目的とする。

p251 の[解説]の説明

(1) 土留工は上記の目的を達成するために、単体または複数の土留工により山腹斜面の安定を図るものである。

(2) 土留工の天端は原則的に等高線に沿って水平とすること。特に遮水型土留め工の場合、傾斜が付くと土留工に沿って地表水が流下し、侵食が発生し、斜面の崩壊につながる。

3-3-2 土留工の種別

土留工は、設置の目的のほか、施工地の自然的・社会的条件を考慮し、安全性、耐久性、施工性、周囲の環境との調和等を検討して、最も適切な種別を選定するものとする。

p252 の[解説]の説明

土留工の種別選定に当たって検討する事項の例を以下に示す。実際の選定に当たっては以下の事項を複合的に勘案して種別選定を行う必要がある。

(1) 遮水型、透水型の選択について

山腹斜面全体が水の浸透能が高く、雨水等を分散させ浸透させることにより地表流を

防止することが安全であると判断される場合や地すべり性の崩壊で背面土の間隙水圧の上昇を防ぐ場合などでは透水型を用いる。

その逆の場合は遮水型を選択し、必要に応じて水路工などを併設し、地表水の早期は逸出に努める。

(2) 求められる応力に関する検討

背面土の状況及び保全対象との関係等から堅固構造物が求められる場合には、コンクリート土留工、高さを必要とする場合は鉄筋コンクリート土留工を選択する場合がある。ただし、この場合、堅固な（不等沈下の危険性が低い）基礎地盤が確保できるか、背面土の土圧に対して安定した構造であることなどが条件となる。

一方、保全対象から遠い場合で、土留工にかかる応力が小さい場合や、高い支持力が得られない箇所（崩積土の上等）に計画する場合には、枠構造やかご構造等の軽量でフレキシブルな種別を選択する場合がある。

(3) 遮水型土留工における自立型及びもたれ型

盛土の基礎や重要な保全対象に近接し大きな土圧がかかると想定される場合には自立式を用いる。一方、比較的勾配の急な山腹斜面の土留工では、床掘が比較的少なくすることができるもたれ式を用いる場合がある。

(4) 木製の土留工を計画する場合の留意事項

木質は経年変化と共に腐朽するものである。このことから、木製の土留工を計画する場合には、木質が腐朽し土留工の機能を喪失する前に、樹木等によりその機能の代替が行われることが求められる。よって、これら木製土留工を計画する場合には、植栽工を併用するなどの配慮が必要となる。

(5) 資材搬入に関する留意事項

施工地の立地環境等の制約（資材搬入が限られ、多量のコンクリートを搬入することが困難な場合等）から、種別を決定する場合もある。資材搬入の点では、分解して搬入することが可能で現地発生材を活用することが可能である枠やかご構造が適している。

3－3－3 (p252) 土留工の位置及び高さ

土留工の位置及び高さは、その目的及び現地の条件等を検討して決定するものとする。

p252～p253 の【解説】、【参考】(土留工の高さ)の説明

- (1) 土留工の配置及び高さの決定については、前述（3－3－1 土留工の目的）に応じて決定する。一般的に最下段の土留工には、山腹全体の基礎となることから、強固な種別でかつ比較的大きな規格で実施されることが多い。一方、山腹斜面内部に計画する土留工では、不安定な基礎地盤上に施工される場合が多いことや、急峻な山腹斜面に施工されることが多いことから、枠やかご構造の種別で実施されることが多い。
- (2) 土留工の配置では、施設の機能が効果的に發揮される配置を目指す。例えば崩土やのり切土砂の移動防止であれば、土砂の移動が想定される最下部（末端部）に配置すること

とが効果的である。また、山腹斜面を緩勾配とするためには、1基の大型の土留工で行うより、比較的小型の土留工を複数配置することで安全性が高くなる場合もあることから、現地の状況を勘案し効果的な配置と構造規格を検討する必要がある。

- (3) 木製の土留工を計画する場合には、木質の腐朽を考慮（3-3-2 土留工の種別の説明]④参照）して配置及び構造規格を決定する必要がある。

3-3-4 (p253) 土留工の方向

土留工の方向は、原則として、完成後の山腹斜面に対して直角となるように計画するものとする。

p253 の[解説]の説明

土留工の方向の決定に当たっては、完成後の山腹斜面の想定が重要である。現場において、土留工の配置及び高さ、斜面整形後の山腹斜面の状況や他の工作物（水路工や暗きよ工等）との関係等を考慮して、土留工の方向を決定する必要がある。

3-3-5 (p254) 土留工の断面

3-3-5-1 (p254) 土留工の安定計算に用いる荷重

土留工の安定計算に用いる荷重は、原則として、自重及び土圧とする。

ただし、必要がある場合には、安定計算に用いる荷重として、揚圧力、地震時慣性力、地震時動水圧等を加えるものとする。

p254 の[基準]の説明

地震時の荷重を考える場合は、土留工が、一般に上流側に滞水させないことから、自重、地震時慣性力及び地震時土圧を考えることで十分である。

p254～p255 の[解説]の説明

- (1) 地震を加味した安定計算では、地震対策強化地域等では他の事業とともに地震荷重を見込こがあり、その場合等に使用する。

- (2) コンクリートの躯体の単位体積重量については、渓間工3-9-1-3 解説6の[説明]を参考とする。

p255～p259 の[参考](土圧)、その他[参考]の説明

- (1) 一般的に、土留工の断面を決める方法として、安定計算が用いられている。これにより、現場に適した効率的な断面を算出する。

- (2) 土留工の安定計算は上記の治山技術基準〔解説〕に示されている内容で行う。ここでは、土圧の算出方法に2つのタイプ（盛土タイプ・地山タイプ）が示されているが、この土圧この考え方の一例を示すと以下のようになる。

- ① 土留工の背面土の状態は土留工の延長が長くなると、すべての断面で同じ状態でない現場もある。土留工延長の半分程度が地山タイプである場合でも、安全側にたち、背面が崩土等である盛土タイプ（クーロン式）として土圧を算出することがある。

- ② 土留工の安定計算の参考図書として「治山ダム・土留工断面表」(社団法人治山治水協会発行)があり、この中に安定計算の考え方、標準断面表、計算ソフト等がある。
- (3) 土留工の安定計算は通常上記の因子を用いて行っている。これらの因子は現行の治山技術基準(平成21年発行)に改訂された時に変更になったものがある。このことから、既存の設計図書や「治山ダム・土留工断面表」などを参考にする場合は、これら因子の取り扱いに注意する必要がある。

3-3-5-2 (p259) 土留工の安定性の検討

山腹工の骨格となる重要な土留工については、次のすべての条件について安定性を検討しなければならない。

- 1 転倒に対する安定
躯体が転倒を引き起こさないこと。
- 2 滑動に対する安定
躯体が滑動を引き起こさないこと。
- 3 躯体の破壊に対する安定
躯体の最大応力に対して破壊を引き起こさないこと。
- 4 基礎地盤に対する安定性
躯体の最大応力に対して基礎地盤の地耐力が十分であること。

p259～p264の[解説]、[参考](基礎地盤の土質定数)の説明

- (1) 土留工については基準に示されている4つの条件について安定性の検討を行う。
- (2) 解説の1にある前者の種別としては、コンクリート、コンクリートブロック、鋼製枠、木製等がある。この中で木製構造物について、「森林土木木製構造物設計等指針」(森林土木木製構造物施工マニュアル)では、大きく「小型木製構造物」と「大型木製構造物」に分けており、後者に関しては安定計算及び部材応力計算等を必要とすることとなっている。この区分けに関してはその解説に高さ1.5m以上のものを「大型木製構造物」としている。なお、大型木製構造物の安定計算の方法も同指針の中に示されている。

3-3-6 (p264) 土留工の水抜き

遮水型土留工は、原則として、背面の浸透水等を排除するために、水抜きを設けるものとする。

p264の[解説]の説明

- (1) 土留工の水抜きは土留工の高さに応じて複数段もうける場合がある。また、一般的に埋戻し線から30cm程度上部に最下段を設ける。
- (2) 湧水箇所の近傍等で間隙水圧の上昇が危惧される箇所に土留工を設ける場合には、水抜きを基準(1個/3m²)よりも多く配置し、水圧上昇防止を図る。

3-3-7 (265) 土留工の裏込め

遮水型土留工の裏込めは、土圧の均等化を図るとともに、背面の浸透水等を排水するために設けるものとする。

p225 の[解説]の説明

土留工は比較的堤体が薄いので、背面に不均衡な土圧に生じると破壊をおこし易い。従って背面土圧の均衡を保つため骨材に使用する礫を用いた裏込を設けることが望ましい。

p266 の[参考]の説明

以下に裏込め礫の標準的な施工例を示す。

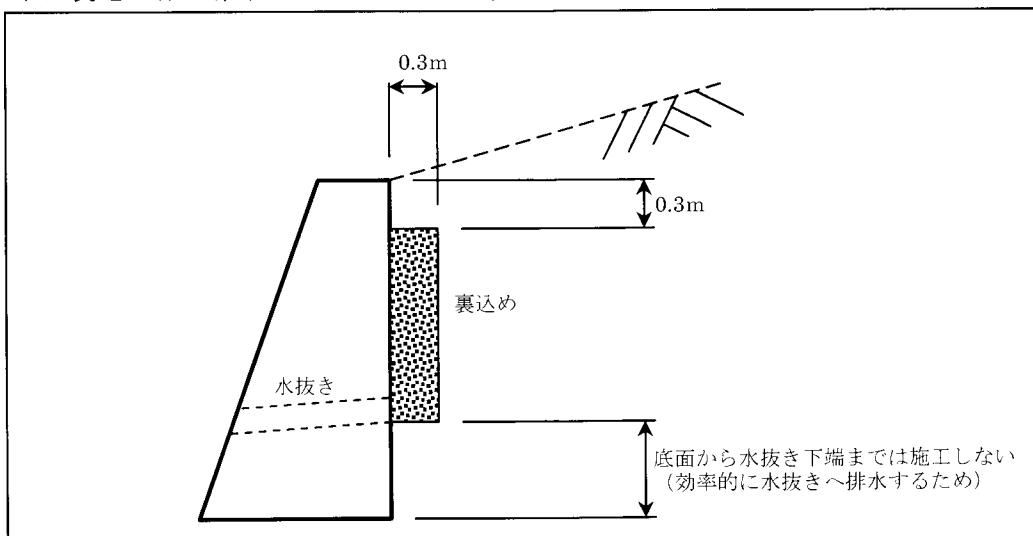


図-説-13 裏込め礫の標準的な施工例

3-3-8 (p266) 土留工の伸縮継目

土留工の伸縮継目は、コンクリート等のひび割れの軽減及び縁切りを目的として設けるものとする。

p266 の[解説]の説明

伸縮継目の配置を検討する場合には、水抜きとの位置関係を考慮する必要がある。水抜きと伸縮継目との間隔が狭い場合には、十分なコンクリートの強度が得られないことが懸念されることから、可能な限り距離をとる方が望ましい。

3-3-9 (p266) コンクリート土留工

コンクリート土留工は、背面土圧が大きい場合、保全対象に近接している場合等に用いるものとする。

p266 の[基準]の説明

保全対象に近接している場合や長大斜面等土留工が長期にわたって必要な場合など重要な場所に用いる。

p267 の[解説]の説明

- (1) コンクリートはその強固さ、自在な形状、施工性等が特徴であり、土留工として一般的な種別の一つである。
- (2) コンクリート土留工の形状（断面）決定には安定計算によって決定する。
- (3) コンクリートはその強固さから、柔軟性に乏しく不均一な応力等により不同沈下等により破壊されやすい。このことから、基礎地盤や背面土の状態を十分把握して計画する必要がある。

3-3-10(p267) 鉄筋コンクリート土留工

鉄筋コンクリート土留工は、土留工の高さが高くなる場合等に、経済性を考慮して用いるものとする。

p267 の[基準]の説明

治山事業の土留め工は、原則的には高さ 4.0m 以下であり、鉄筋コンクリート土留工はあまり用いないが、人家等重要な保全対象が迫っており、高い土留工が必要な場合には用いることとしている。

p267～p268 の[解説]及び[参考](鉄筋コンクリート土留工(逆T式構造)の安定計算)の説明

- (1) 鉄筋コンクリートは無筋のコンクリートと比較し強度が高く、断面が小さくなる。また、一般的な逆T式構造の場合、縦壁が直に近い構造であるため、施工区域を小さくすることが可能である。
- (2) 一般的な逆T式構造の安定計算については、躯体としての安定計算のみ（配筋計算を除く）であれば「森林土木構造物標準設計」（社団法人日本治山治水協会発行）に計算手法、標準断面表、計算ソフトが示されている。

3-3-11(p269) 練積土留工及び空積土留工

練積土留工は、地山に近接し、土留工背面に溜める土砂量が少ない場合や地山に近接していないが重力式又は逆T式の土留工に比較して土留工背面に溜める土砂量が少ない場合等に用いるものとする。

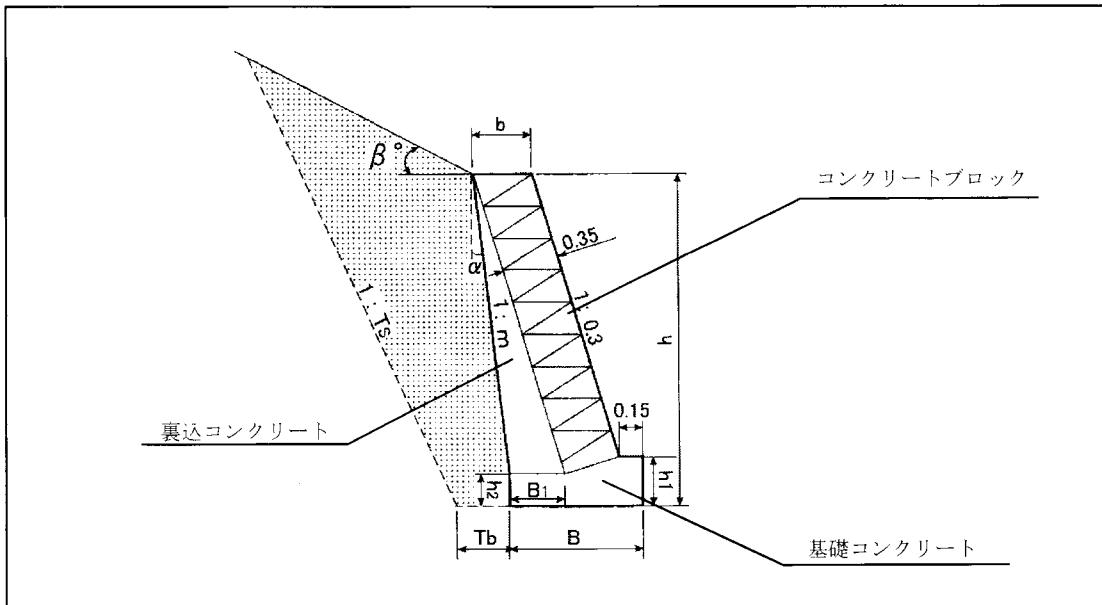
空積土留工は、土留工の背面土圧が著しく小さい場合に用いるものとする。

p269 の[解説]の説明

近年では、国立公園内など環境に配慮しなければならない場合、自然石の雑割石、疑似石、自然石を用いたものが多く用いられ、練積土留工として使用される場合が多い。

p269 の[参考]の説明

コンクリートブロックを用いた土留工の安定計算の参考図書として「治山ダム・土留工断面表」（社団法人治山治水協会発行）があり、この中に安定計算の考え方、標準断面表、計算ソフト等がある。これについても「土留工の断面」の項で述べたように、安定計算の因子等について新しい基準に合わせる必要がある。



図一説-14 コンクリートブロック土留工の標準的な断面図

3-3-12(p270) 枠土留工

枠土留工は、地盤の支持力が小さい箇所、土留工背面に湧水等が多い箇所等に用いるものとする。

p270 の[解説]の説明

- (1) 背面土が細かい粒子のシルトや粘性土である場合には、降雨等により背面の土が枠内（その後枠外へ）へ流出し、背面土が抜ける場合がある。このようなことが危惧される場合には、それらに対する防止策（吸出防止材の敷設等）が必要である。
- (2) 現地発生材を用いる際に、良質な石礫（枠より大きい均一な資材）が採取できない場合には中詰材の流出が危惧される。この様な場合には、枠内に吸出防止材を敷設する等の対策をとり、中詰材が流出しないように努める必要がある。

3-3-13(p271) 鉄線かご土留工

鉄線かご土留工は、土留工背面の土圧が小さい箇所、基礎地盤の支持力が小さい箇所等に用いるものとする。

p271 の[解説]及び[参考](鉄線かご土留工の詳細構造)の説明

- (1) 鉄線かごは、ある形状の個体（かご）の集合体であることから、それぞれの個体を連結する等の処置を行い、構造体全体の強度を確保することが望ましい。一般的には、木杭を打ち込む方法や、それぞれの個体を鉄線により連結する方法などが用いられている。
- (2) 背面土及び中詰材の流出防止等については、「3-3-12 枠土留工」と同様である。

3-3-14(p272) 丸太積土留工

丸太積土留工は、背面土圧が小さい箇所で、高度な耐久性を要求しない場合等に用いるものとする。

p272 の[解説]の説明

- (1) 丸太土留工については、「森林土木木製構造物設計等指針」(森林土木木製構造物施工マニュアル)の内容についても検討することが望ましい。
- (2) 骨格木材が腐朽するまでにある程度植物の根系によって、構造体を保全するために植生を生育させる。一般的に、構造物の上下や埋戻し土などに、かや株の株分け、分けつ、ヤナギの挿し木等によって導入することが多い。

3-4(p273) 埋設工

3-4-1(p273) 埋設工の目的

埋設工は、土中に設ける構造物により、不安定土砂の安定化を目的とする。

p273 の[解説]の説明

埋設工の計画にあたっては、現地の地表面が滑り面となりやすい状況であるかどうか、盛土材(のり切により発生する土砂等)、盛土量及び盛土勾配等を勘案し判断する必要がある。

3-4-2(p274) 埋設工の種別及び構造

埋設工は、堆積土砂の深さと基礎地盤の状況を考慮して種別を選定するとともに、適切な配置、高さを決定するものとする。

p274～p275 の[解説]の説明

盛土や崩土は地山と比較し、水が浸透し間隙水圧が上昇しやすい。間隙水圧の上昇は、斜面崩壊の要因となりやすいことから、地形整形前の基盤面の最深部に近い場所や凹地形等の集水しやすい箇所では、暗きよ工を併設することが望ましい。

3-5(p275) 水路工

3-5-1(p275) 水路工の目的

水路工は、雨水、湧水等を集水・排水して、山腹斜面の表面侵食の防止及び浸透による土の粘着力の低下、間隙水圧の増大防止を目的とする。

p275～p276 の[解説]の説明

- (1) 解説2の(2)の場合は崩壊斜面に雨水が流入しないように周辺に水路を設ける場合もある。
- (2) 崩壊地はくぼんだ形を形成しやすく集水地形となりやすい、よって雨水等が集中する凹部には水路工を設ける必要がある。
- (3) 水対策は、山腹工等の防災施設計画ではもっとも重要な対策の一つである。水路工は

その対策の主たるもので、速やかかつ安全に山腹工施工地から排水するために計画する。

- (4) 水路工は水を集める施設であることから、計画する水路工に確実に水が流下するための対策を講じる必要がある。

3-5-2 (p276) 水路工の種別

水路工の種別は、地形、土質条件、配置位置、集水量、使用材料の耐久性、施工性及び周囲の環境との調和等を考慮して、最も適切なものを選定するものとする。

p276～p277 の[解説]の説明

治山基準に示されている各種別の特性を把握して、現場に適した種別選定を行うことは当然のこと、他工種の種別との整合性、資材搬入の制限又は現地発生材の活用の可能性等についても検討することが求められる場合がある。

3-5-3 (p277) 水路工の配置

水路工は、崩壊地内及びその周辺から崩壊地内に流入する地表流、湧水等を速やかに排水できるように配置しなければならない。

p277 の[解説]の説明

水路工の配置には、地形形状（施工後）が大きな検討事項となる。現状（施工前）における流水跡が、必ずしも水路工計画位置として適しているとは限らない（流水跡は重力の影響だけでなく、侵食に弱い土質箇所や岩石の有無等についても影響を受ける傾向がある等）ことから、施工後の地形状況を十分考慮して水路工の配置を検討する必要がある。

3-5-4 (p278) 水路工の平面線形

水路工の平面線形は、原則として凹部を結ぶ線形とし、上部から下部に向けて無理のない法線を設定するものとする。

3-5-5 (p278) 水路工の縦断線形

水路工の縦断線形は、極端な屈曲を避け、全体として無理のない線形を設定しなければならない。

p278～p279 の[解説]の説明

- (1) 平面及び縦断線形は、可能な限りスムーズな線形とするとともに、平面線形及び勾配変化点での処理について十分留意する必要がある。
- (2) 水路の法線選点及び設計時には、可能な限り地山から浮いた水路とならないようするすることが望ましい。

3－5－6 (p279) 水路工の通水断面

水路工の通水断面は、集水される最大流量を十分な余裕をもって、安全に排水できる断面としなければならない。

p279 の[解説]の説明

一般的に山腹工で講じられる水路工は小面積で急勾配であるため合理式による算出が不適である。このため、周辺の状況（現状でのガリーの状況や湧水の有無等）から判断し、落葉、枝条、流入土砂等が流下可能な断面を判断する。

3－5－7 (p279) 水路工の1スパンの長さ

水路工の1スパンの長さは、地形条件等を考慮して決定するものとする。

また、水路工の延長を長くする必要がある場合は、帶工等を設けて、水路の滑動、沈下等を防止するものとする。

p279～p280 の[解説]の説明

不同沈下や侵食を受けやすい箇所や急傾斜地では、1スパンの長さを標準的な延長（20m）より短くする等の検討が必要となる。

3－5－8 (p280) 水路工の水路受け

水路工の水路受けは、土留工等により落差が生じる場合において、いっ水、跳水等による水路の破壊を防止するために設けるものとする。

p280～p281 の[解説]の説明

- (1) 洪水時などに急激な流量の増加が見込まれる箇所や急傾斜地では、落差のある帶工や土留工の水路箇所に覆い（半管状の製品等）を設ける等の跳水防止に努める。
- (2) 集水枠には、現地の状況に応じて砂溜まりを設ける場合がある。
- (3) 水路工の最終流末は、流末の放置による山腹斜面の崩壊や渓岸の損傷を防止するため集水枠等を設けて、安全な排水に努める必要がある。

3－6 (p281) 暗きよ工

3－6－1 暗きよ工の目的

暗きよ工は、地下水や浸透水を速やかに排除して、斜面の安定を図ることを目的とする。

p282 の[解説]の説明

- (1) 暗きよ工の適正な配置は、盛土及び崩土の安定にとって重要なものである。このことから、構造物の掘削に伴う埋戻し箇所や、かつての流水や湧水箇所、水路工との併設等様々な状況に応じて配置するものである。
- (2) 暗きよは、崩壊の原因である、浸透水、中間流、地下水を地中深くに浸透させないよう早急に集排水して、斜面に堆積している土砂の崩壊、流動化を防ぐ重要な施設で

ある。樹枝状、貝殻状崩壊等比較的深い崩壊や厚い堆積土がある場合には暗きよ工を設ける方向で検討する必要がある。

3-6-2 (p282) 暗きよ工の配置

暗きよ工は、地下水や浸透水を速やかに集水し、水路工に導くように配置しなければならない。

p272 の[解説]の説明

- (1) 暗きよ工は、基本的に地山の地盤の最も低い箇所を選定する。

3-6-3 (p282) 暗きよ工の勾配

暗きよ工の勾配は、原則として地山の縦断勾配に合致させるものとする。

3-6-4 (p283) 暗きよ工の構造等

3-6-4 暗きよ工の構造等

暗きよ工の構造等は、十分な集水・排水能力、耐久性、施工性を有し、土圧等に対して安定を保つものとする。

p283～p284 の[解説]及び[参考] (ボーリング暗きよ工)の説明

中間流や地下水の流出が主たる要因である崩壊地では、その後の降雨により再び流水が発生することが多く、この水を採水するためにボーリング暗きよ工を設ける場合がある。ボーリング暗きよ工については、「地すべり防止編」第4章「地すべり防止工事計画の策定」3-5 「ボーリング暗きよ工」による。

3-6-5 (p284) 暗きよ工の目詰まりの防止

暗きよ工が目詰まりするおそれのある場合は、原則として目詰まり防止対策を行うものとする。

3-6-6 (p285) 暗きよ工の1スパンの長さ

暗きよ工の1スパンの長さは、地形条件等を考慮して決定するものとする。

3-6-7 (p285) 集水後の処理

暗きよ工で集水した水は、速やかに地表面へ導くものとする。

3-7 (p286) のり枠工

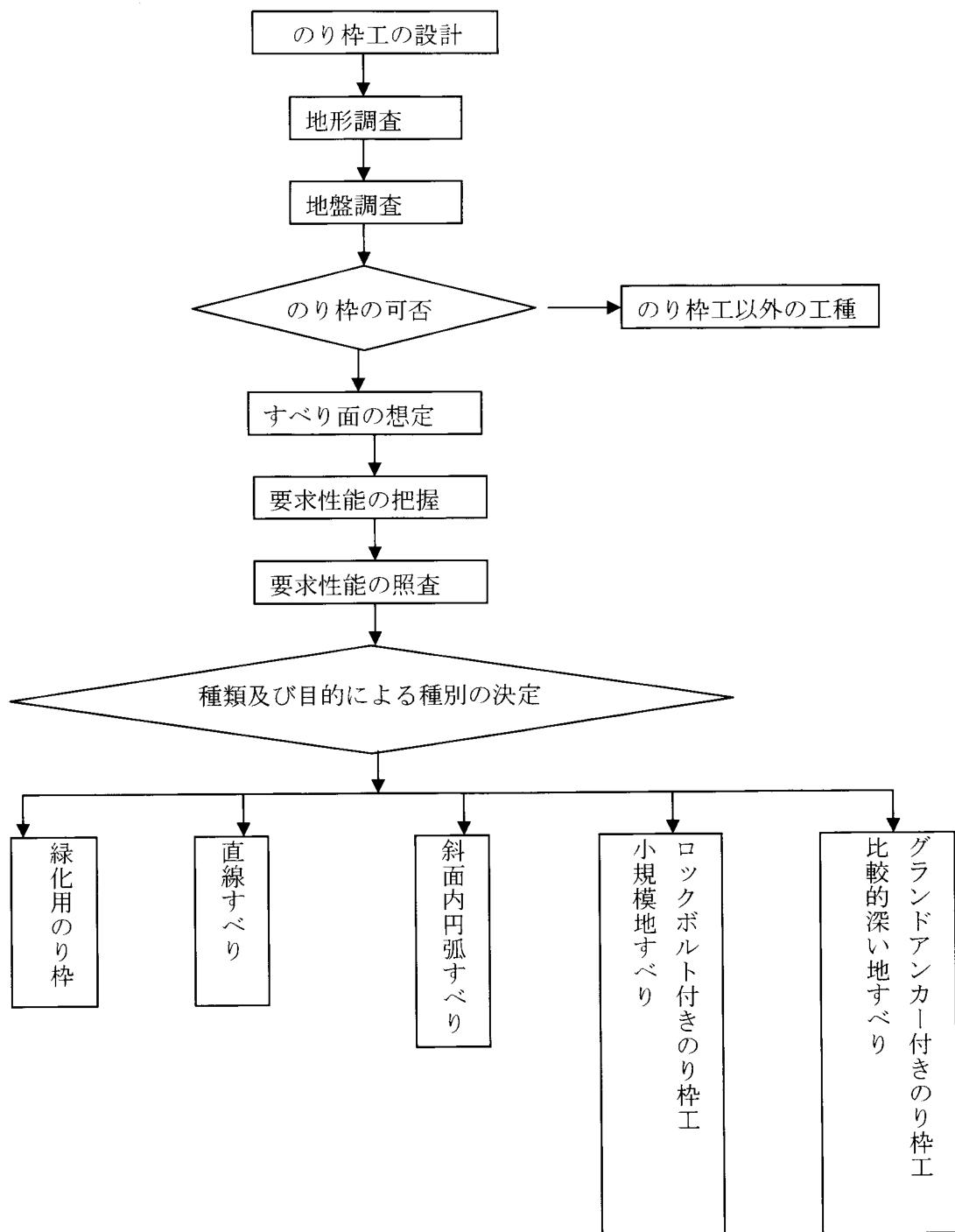
3-7-1 (p286) のり枠工の目的

のり枠工は、斜面に枠状の構造物を設置することにより、斜面の風化、侵食及び崩壊の

防止を図ることを目的とする。

p286～p287の[解説]の説明

- (1) のり枠の計画にあたっては、以下に示したのり枠工の特徴等を把握し、現場の状況と照らし合わせ決定する必要がある。
 - ① 斜面をある程度の急勾配で安定させることができることから、のり切土量及び施工面積を小さくすることが可能である
 - ② 植生工が求められる箇所で、植生基盤材の保持が困難な斜面に対しても、十分植生基盤材を保持することが出来る。
 - ③ 地山に合わせた柔軟な施工が可能である。
 - ④ 地表面は堅固な状態であることが望ましい。侵食を受けやすく柔らかい土層の場合、基礎地盤の流出により枠の浮きだしの発生が危惧される。
- (2) 設計にあたっては次のフローを参考にして進める。



図一説-15 のり枠工の種類

3-7-2 (p287) のり枠工の種別

のり枠工の種別は、その使用条件と目的によって適切なものを選定するものとする。

3-7-3 (p288) のり枠工の構造

3-7-3-1 (p288) のり枠工の構造の決定

のり枠工の構造は、目的、現地の条件から、安定性、施工性等を考慮して決定するものとする。

p288 [参考] (のり枠工の構造)の説明

表-3において、「斜面の保護」を目的として行う場合は、通常安定計算を行わない。これは、斜面の安定は「のり切工」等で十分図れることができが前提であり、のり枠工の目的は植生を導入するための緑化基盤保持であるためである。

しかし、近年設計根拠として、枠の断面及び枠の間隔を適正に選定した資料として、安定計算を行う場合が多くなっている。そういう場合には設計説明書での記述には十分留意し、求められる性能及び計画理由等について、本来の目的を念頭に置いた内容とする必要がある。

3-7-3-2 (p288) のり枠工の安定性の検討

のり枠工は、原則として、想定される荷重に対して安定性を検討しなければならない。

3-7-4 (p291) プレキャストのり枠工

プレキャストのり枠工は、斜面が平滑で比較的緩傾斜であり、斜面の侵食防止、風化防止又は緑化の基礎とする場合に設けるものとする。

3-7-5 (p292) 現場打ちコンクリートのり枠工

現場打ちコンクリートのり枠工は、斜面の崩壊を防止する場合に設けるものとする。

p292 の[解説]の説明

大きな荷重がかかり、他ののり枠では安定を保てない場合に用いる。

3-7-6 (p292) 吹付コンクリート（モルタル）のり枠工

吹付コンクリートのり枠工は、斜面の崩壊防止、風化防止、侵食防止又は、緑化の基礎とする場合に設けるものとする。

p292～p293 の[解説]の説明

(1) 近年、吹付コンクリートのり枠が多く用いられている。

(2) 参考資料として次のものがある。

- ① のり枠工設計・施工指針(改訂版) 社団法人全国特定法面保護協会発行
- ② 新版フリーフレーム工法 一性能照査型による限界状態設計法 フリーフレーム協会発行 理工出版

3-8 (p293) グランドアンカー工

3-8-1 (p293) グランドアンカー工の目的

グランドアンカー工は、アンカーにより、地すべり性崩壊、斜面の崩壊防止及び構造物の安定の確保を目的とする。

p293 の [基準] の説明

グラウンドアンカー工は、他の工種と組み合わせて用いられ、吹付のり枠やプレキャストのり枠を受圧版として用いる場合や、コンクリートや合成樹脂による専用の受圧版を設けて施工される場合がある。

また、近年ではノンフレーム工法として、グランドアンカーと三角形状（0.5m程度）の支圧板からなる構造体を2.0m間隔で三角形に配置し、それらをワイヤで連結した工法も行われている。

3-8-2 (p293) グランドアンカー工の構造

グランドアンカー工は、地盤に引張力を伝達させるアンカーと構造物によって構成される。

p293～p295 の [解説] 及び [参考] (グランドアンカーの基準) の説明

グランドアンカー工の安定計算では、地盤調査が重要になってくる。その構造上、基岩に確実に定着する必要があり、基岩までの深さにより抑える土塊の量を決定するためである。

3-8-3 (p295) グランドアンカー工の配置、打設角度

グランドアンカー工は、目的に応じて、最も効果的な配置、打設角度を選定するものとする。

3-8-4 (p297) グランドアンカー工の安定性の検討

グランドアンカー工の計画に当たっては、想定される荷重に対する各部材、構造物の安定性を検討しなければならない。

3-9 (p297) 補強土工

補強土工は、土中に補強材を挿入して、地山斜面の安定性を向上させることを目的とする。

3-10 (p299) 張工

3-10-1 (p299) 張工の目的

張工は、コンクリート等により斜面を被覆し、斜面の風化及び侵食、小規模な崩壊等を防止することを目的する。

3 - 10 - 2(p300) 張工の種別

張工の種別は、目的、現地の状況等を考慮して、最も適切な種別を選定するものとする。

3 - 11(p301) モルタル（コンクリート）吹付工

3 - 11 - 1(p301) モルタル（コンクリート）吹付工の目的

モルタル（コンクリート）吹付工は、吹付モルタル又は吹付コンクリートで斜面を被覆して、斜面の風化及び侵食の防止を図ることを目的とする。

p301～p302 の[解説]及び[参考] (特殊配合モルタル吹付工)の説明

- (1) モルタル吹付工では、施工前に基岩の処理を十分行うことが求められる。風化した状態の基岩に吹付を行った場合、吹き付けたモルタルごと落下することもある。
- (2) 施工地上部の処理についても留意する必要がある。施工地上部の処理が不適切である場合には、そこから雨水等が流入し、モルタルと基岩の間を侵食することが危惧される。
- (3) 特殊配合モルタル吹付工は緑化を期待するものであるが、現地の状況によっては、凍上融解や風化作用により、早期に機能喪失する場合があるので、その計画にあたっては現地での検討を行う必要がある。

3 - 11 - 2 モルタル（コンクリート）(p302) 吹付工の構造

- 1 モルタル（コンクリート）吹付工は、金網等を伏せて吹付モルタル又は吹付コンクリートの固定を図るものとする。
- 2 モルタル（コンクリート）吹付工の吹付厚は、岩質や転石層等の状態及び気候条件を考慮して決定するものとする。
- 3 モルタル（コンクリート）吹付工は、背面の滯水等により崩落しないように適切な処理を行う。

第4節 (p304) 山腹緑化工

4 - 1 (p304) 山腹緑化工の目的

山腹緑化工は、斜面の植生を回復させ、植生による被覆効果及び根系の緊縛効果により斜面の安定を図ることを目的とする。

p304～p305 の[解説]の説明

- (1) 山腹緑化工は、植物（森林）の持つ公益的な機能である防災機能に期待するもので、直接物理的に山腹斜面の安定化させる山腹基礎工とはその性質（効果の範囲および効果出現までの時間等）が異なる。
- (2) 緑化基礎工は植生工の基礎として行うもので、これのみによって斜面を安定させることは難しい。

4-2(p305) 緑化基礎工

4-2-1(p305) 緑化基礎工の目的

緑化基礎工は、植生の生育環境を整えることを目的とする。

p305の[解説]の説明

3の(2) 筋工には種類が色々あり、客土を行うものと筋状に貼り付けるものもある。詳細は4-2-3「筋工」による。

4-2-2(p306) 柵工

4-2-1(p305) 柵工の目的

柵工は、斜面表土の流亡等を防止するとともに、植栽木に良好な生育条件を造成することを目的とする。

p305～p306の[解説]の説明

- (1) 緑化基礎工の主な目的は、植生の生存基盤の造成又は改善である。しかし、緑化基礎工としての工種にはその他にも雨水の分散、表面侵食の防止等の効果も期待される。これら機能と荒廃状況を鑑み、柵工、筋工、伏工等の工種選定、それぞれの工種の種別選定を行う必要がある。
- (2) 筋工や柵工の植生基盤としての効果や雨水分散や表面侵食防止効果は、階段状にする背面に保持可能な土壤分の量とステップ幅等に起因する。
- (3) 柵工の間隔は、山腹斜面傾斜、筋工の種類と間隔、柵工の目的によって異なるが、直高2mから5m程度の間隔で筋工、伏工の等緑化工の基礎とする他ステップを兼ねるものもある。

4-2-2-2(p307) 柵工の細別

柵工の細別は、現地の条件、期待する機能等を考慮して、最も適切な細別を選定するものとする。

p307～p309の[解説]及び[参考]の説明

- (1) 柵工の設計では、柵工背面土砂の中抜けに留意する必要がある。この中抜けは、土質及び勾配に影響を受け、急傾斜でもろい（移動しやすい）土壤で発生しやすい。中抜け対策の例として、柵工設置当たり、十分ステップ（幅0.5m程度）を整形すること、最下段及び下2段を地中に埋める等の対策をとる場合がある。
- (2) 降雪地域では、融雪時に地表を移動する雪塊により柵工が破壊される危険性がある。よって、このような地域では低い柵工を密に配置することが望ましい。

4-2-3(p309) 筋工

4-2-3-1(p309) 筋工の目的

筋工は、斜面の雨水の分散を図り、地表侵食を防止するとともに、植生の早期導入のため生育環境の改善を図ることを目的とする。

4-2-3-2 (p309) 筋工の細別

筋工の細別は、現地の条件、期待する機能等を考慮して、最も適切な細別を選定するものとする。

4-2-4 (p311) 伏工

4-2-4-1 (p311) 伏工の目的

伏工は、降雨、凍上等による表土の侵食を防止し、植生の早期導入のため種子の発芽・生育環境の改善を図ることを目的とする。

4-2-4-2 (p311) 伏工の細別

伏工は、現地の条件、期待する機能等を考慮して、最も適切な細別を選定するものとする。

p311～p312 の[解説]及び[参考] の説明

- (1) 伏工の種別は、盛土箇所には植生シート、切土箇所には植生マットを計画することが多い。
- (2) 近年、生態系保全の観点から、施工地近傍に自生している植物の種を捕捉する伏工などもある。環境に配慮する必要がある箇所などでは効果的であるが、植生の成立に長期間を要する等の短所もあり、その使用には現地の状況（崩壊規模や緊急性等）を考慮する必要がある。

4-2-5 (p312) 軽量のり枠工

4-2-5-1 (p312) 軽量のり枠工の目的

軽量のり枠工は、雨水の分散を図り、表土の侵食を防止し、植生の早期導入のため生育環境の改善を図ることを目的とする。

p312 の[解説]の説明

近年における「張芝等」は、その施工性や資材の調達等から吹付け実播工が用いられる場合が多い。

4-2-5-2 (p313) 軽量のり枠工の細別

軽量のり枠工は、現地の条件、期待する機能等を考慮して、最も適切な細別を選定するものとする。

4-3 (p314) 植生工

4-3-1 (p314) 植生工の目的

植生工は、山腹基礎工及び緑化基礎工によって安定した斜面に植生を導入することを目的とする。

4-3-2 (p314) 実播工

4-3-2-1 (p314) 実播工の目的

実播工は、播種によって早期に緑化を図ることを目的とする。

p314 の[解説]の説明

- (1) 実播工により植生導入を図る場合、一般的には草本類を主体とした早期被覆を目的として行われる場合が多い。
- (2) 当初から木本類の成立を期待する場合、生育の早い草本類が木本類を被圧しないよう、草本類は匍匐性（バミューダグラス等）の種類を主体として導入する等の検討が必要である。

4-3-2-2 (p315) 実播工の細別

実播工は、地形、土質条件、施工規模、施工条件及び緑化基礎工との関係などを考慮して、最も適切な細別を選定するものとする。

p315 の[解説]の説明

- (1) 斜面実播工は比較的小規模な面積で行われることが多い。
- (2) 航空実播工は大面積の荒廃地に対して行われることが多い。
- (3) 機械吹付工は造成斜面（林道のり面や山腹切土斜面等）で行われることが多い。

4-3-2-3 (p316) 斜面実播工

斜面実播工は、原則として傾斜が緩やかで、湿潤な土砂の堆積地等土壤条件が良好な箇所に計画するものとする。

p316 の[解説]の説明

治山ダムの残土処理等に用いられる。

4-3-2-4 (p317) 航空実播工

航空実播工は、大面積又は散在的に発生した崩壊地を応急又は緊急に緑化する必要がある場合、資材運搬手段が困難な場合等に航空機を使用することが最も合理的な場合に計画するものとする。

p317 の[解説]の説明

- (1) 一般的には、種子、肥料、有機堆肥、保護材、土壤改良剤および水を攪拌機で泥状（スラリー状）に混合したものを散布するスラリー工法が行われている。

- (2) 一部試験的に種子や生育基盤材等を固形状にしたペレット工法や種子、肥料、土壌分等を袋に詰めたバック工法等も行われている。
- (3) 航空実播工では、地表面の整備を行わないで実行される場合が多いことから、植物にとって劣悪な環境となっている現場が多く見られる。このことから、このような環境に耐性がある植物種を選定して導入する必要がある。一般的には、イネ科の外来草本類が用いられるケースが多い。ただし、これらの導入にあたっては、環境に与える影響に配慮する必要がある。特に航空実播工は、大面積に対して行うもので、その管理が難しい工法であることを留意する必要がある。

(4) 航空実播工における追肥、追播の必要性

航空実播工は、広大な荒廃地に行うことが多く、肥料分が少ないため、散布した肥料による肥効は早期に失われてしまうため、追肥が必要となる。一方追播は、散布むら、発芽むら及び施工後の侵食等の影響を捕捉するために行われる。この追肥及び追播の検討が不十分である場合には、植生の成立が少ない箇所等で侵食が進み、最終的には斜面全体の崩壊を引き起こす場合もある。

4－3－2－5 (p317) 機械吹付工

機械吹付工は、土壌条件の悪い急傾斜地の場合、大面積に早期全面緑化を図る必要がある場合等に計画するものとする。

p318～p319 の[解説]及び[参考] (養生材)の説明

機械吹付工を計画する場合は、作業ヤードの確保が重要になってくることから、現地ではその確認が重要である。本工法施工には、各種材料を混合するミキサー、水槽、資材を圧送するためのコンプレサー、発電機の設置場所、各種材料置き場等が必要となる。また、資材を圧送することから、この作業ヤードは施工地よりも低い箇所にある必要がある。

4－3－2－6 種子の種類及び組み合わせ

実播工に使用する種子の選択及び組み合わせに当たっては、それぞれの植物の特徴を十分把握し、周辺環境を考慮の上、最も適切な組み合わせとなるように決定するものとする。

p320～p322 の[解説]の説明

在来草本として位置付けている種類（ヨモギやハギ類等）の中には外国産などが含まれている場合がある。

p322 の[参考] (地域個別の植生を重視した緑化工法)の説明

- (1) 造成後の斜面が侵食を受け易く、植被による侵食防止効果を早期に発揮したい場合は、外来草本類の発芽率の高さや短期間で発芽する特性等を鑑み、これを導入する。ただし、周辺の植生状況（生態系保全）への影響を把握して実行することが望ましい。
- (2) 国立公園の特別保護地区等で外来種、移入種の導入が不可能な場合は、やむを得ずその地域の種子を採種し使用するが、発芽率、生長が遅い場合が多いので、その間に侵

食が発生しないように基盤整備を十分に行い、種子を導入する。

参考：一般的にイネ科の外来草本類は、陽性種が多く耐陰性が低いものが多い。日本の気候風土において土砂の移動や侵食が抑えられた山腹斜面では、外来草本類が長期にわたって優占することは困難である。これは、ススキ等の在来草本や木本類（外来草本よりも丈が高い植物）が侵入・成立した場合には、陽性種である外来草本類の生育が困難となるためである。このことから、良好な森林に囲まれた施工地などでは、外来草本類の発芽率の高さや生育の早さなどを活用した緑化も効果的といえる。

4-3-2-7 (p323) 播種量

実播工の播種量は、発生期待本数によって決定するものとする。

発生期待本数は、施工条件及び立地条件に応じたものでなければならない。

4-3-2-8 (p328) 播種の時期

1 実播工は、植生の生育が確保されるように、適切な時期に実施するものとする。

4-3-3 (p329) 植栽工

4-3-3-1 (p329) 植栽工の目的

植栽工は、樹木を植栽して、森林を造成することを目的とするものとする。

p329 の【解説】の説明

(1) 植栽計画策定にあたっては、短期的な目標と、長期的な目標を念頭に置いて行うべきである。

参考：短期的な目標の一例として、土壤分が乏しく乾燥しやすい裸地斜面においても生育可能な樹種により早期に裸地を被覆することを目指す。長期的な目標の一例として、将来主林木となり得る樹種が優占する林分形成と、極相林に向けた多様な植物の侵入・成立を目指す計画等がある。

4-3-3-2 (p330) 植栽計画

植栽計画は、気象条件、土質・土壤条件等の立地条件に応じて、最も適したものとなるよう作成するものとする。この場合、植栽工の施工によって将来的に造成しようとする森林の姿をあらかじめ目標林型として設定し、当該林型に到達するために必要な樹種、植栽密度、植栽方法等を計画するものとする。

4-3-3-3 (p331) 植栽時期及び方法

植栽時期は、適期を選択するものとする。

植栽方法は、植栽木が効果的に生育できるように決定するものとする。

4－3－3－4 (p332) 植栽樹種

植栽樹種は、環境条件に適合し、かつ、防災機能の高い種類を選定するものとする。また、原則として複数の樹種を植栽するものとする。

4－3－3－5 (p333) 植栽本数

植栽本数は、原則として、土壤条件の良好な箇所では少なく、土壤条件の悪い箇所では多くするものとする。

4－3－3－6 (p333) 施肥

施肥は、立地条件、植栽樹種等に応じて、肥料の種類及び量を決定するものとする。

4－3－4 (p333) 保育・管理

植生工の施工後は、適切な保育・管理を行うものとする。

第5節 (p335) 落石防止工

5－1 (p335) 落石予防工

5－1－1 (p335) 落石予防工の目的

落石予防工は、落下のおそれのある浮石・転石又は亀裂の多い露岩を除去又は固定して、落石の発生を防止することを目的とする。

5－1－2 (p336) 斜面切取工

斜面切取工は、落石が発生するおそれのある斜面を浮石・転石を含めて切り取り、斜面を安定化させることによって、落石の発生を予防する場合に計画するものとする。

p336 の【解説】の説明

- (1) 斜面切取工及び落石整理工は、被害を与える石等が明確になっている場合に行うもので、危険なものを取り除くことから、施工後安全性は高い。しかし、切取範囲設定や整理対象物が不明確な場合には、落石防護工等の施設と併せて計画することが必要である。
- (2) 落石防止工の計画には、保全対象とその位置関係が重要となる。また、民有林地内で行う場合、斜面切取工の実施にあたっては、土地問題も発生することがあることから、発注機関や地権者等と十分協議を行うことが望ましい。

5－1－3 (p336) 転石整理工

転石整理工は、斜面にある不安定な浮石・転石を除去又は整理して安定化させることによって、落石の発生を予防する場合に計画するものとする。

5－1－4 (p337) 被覆工

被覆工は、落石が発生するおそれのある斜面をのり枠工、モルタル、吹付工等により被覆し、斜面の表面侵食、風化及び崩落を防止することによって、落石の発生を予防する場合に計画するものとする。

p337 の[解説]の説明

ロープネットの腐食等を防止するため、ロープネット等により落石を防止した後にコンクリートや樹脂等を吹付ける方法がある。

5－1－5 (p338) 固定工

固定工は、落下するおそれのある岩石をワイヤー等を用いて固定することによって、落石の発生を予防する場合に計画するものとする。

p338 の[解説]の説明

鋼製のネットやロープは長年の間に、錆びや腐食により当初の強度を発揮しない場合があり、常に点検が必要である。このことから、点検が困難な場合は鋼製材料を用いることに注意を要する。

5－1－6 (p339) 根固工

根固工は、落下するおそれのある岩石の基部をコンクリート等で固定することによって、岩石の移動を予防するもので、岩石の基部に構造物を設けることができる場合に計画するものとする。

5－2 (p339) 落石防護工

5－2－1 (p339) 落石防護工の目的

落石防護工は、落石の発生源から保全対象に至る山腹斜面において落石を抑止又は減殺することを目的とする。

p339 の[解説]の説明

- (1) 落石防護柵工：最も一般的な落石防護柵工の種別の一である。柵部分で落石を補足するもので、地形条件や耐衝撃力に応じて、 λ 型、I型、逆Y型等がある。H鋼や鋼管等の規格や配置密度を調節することで幅の広い衝撃力や高さに応じることができる。
- (2) 落石防護擁壁工：主としてコンクリート構造物が一般的で、背面（落石衝突面）に緩衝材を設けている。剛性が最も高いが、規格が大きくなる場合にはコストがかかる。
- (3) 落石緩衝柵工：ワイヤーロープや柔構造の鋼材等の組み合わせで、衝撃力を吸収する

ものである。剛性の構造物と異なり、少ない材料で大きな衝撃力にも耐えることが出来る。しかし、一度落石を補足してしまうと、部材の交換等の管理が必要となるものもある。

5－2－2(p340) 落石防護工の種別

落石防護工は、落石の形態、地形、保全対象との関連、施工性等を十分考慮して、計画箇所の設置条件、使用条件に応じた適切な種別を選定するものとする。

5－2－3(p341) 落石防護工の位置

落石防護工は、落石の形態、地形、保全対象の位置等を検討して、最も有効な位置に決定するものとする。

5－2－4(p341) 落石防護工の高さ

落石防護工は、予想される落石の跳躍高を想定して、対象とする落石が捕捉可能な高さに決定するものとする。

p341の[解説]の説明

落石防護工の高さで2.0mを超える場合は、第2章「調査」8－6－4「動態調査」の「[説明]」による。

5－2－5(p343) 落石防護工の断面

5－2－5－1(p343) 落石防護工の安定計算に用いる荷重

落石防護工の安定計算に用いる荷重は、原則として自重、土圧及び落石荷重とする。

5－2－5－2(p346) 落石防護工の安定性の検討

落石防護工は、想定される荷重に対する各部材、基礎工の安定性を検討しなければならない。

5－3(p351) 森林造成

5－3－1(p351) 森林造成の目的

森林造成は、落石のおそれのある山腹斜面に森林を造成し、樹木の根系による緊縛効果、樹幹・土壌による落石エネルギー減勢効果により、落石発生の防止又は軽減を図ることを目的とする。

p351の[解説]の説明

森林による落石の予防又は抑止効果は、完全に落石を防ぐものではない。どのように森林造成を行っても、落石が立木間を通過する確率を0%にすることはできない。このことから、

落石防止施設の補助的なものとしてとらえ、施設の機能増強及び機能維持期間を延ばすことを目指して森林造成を行うことが望ましい。

5-3-2 (p351) 植栽工

植栽工は、根系の発達が良好で、樹幹が強く現地に適した樹種を植栽し、森林を造成することを目的とする。

5-3-3 (p351) 保育・管理

落石防止のために森林造成を行った箇所は、適切な保育・管理を行うものとする。

卷末参考資料

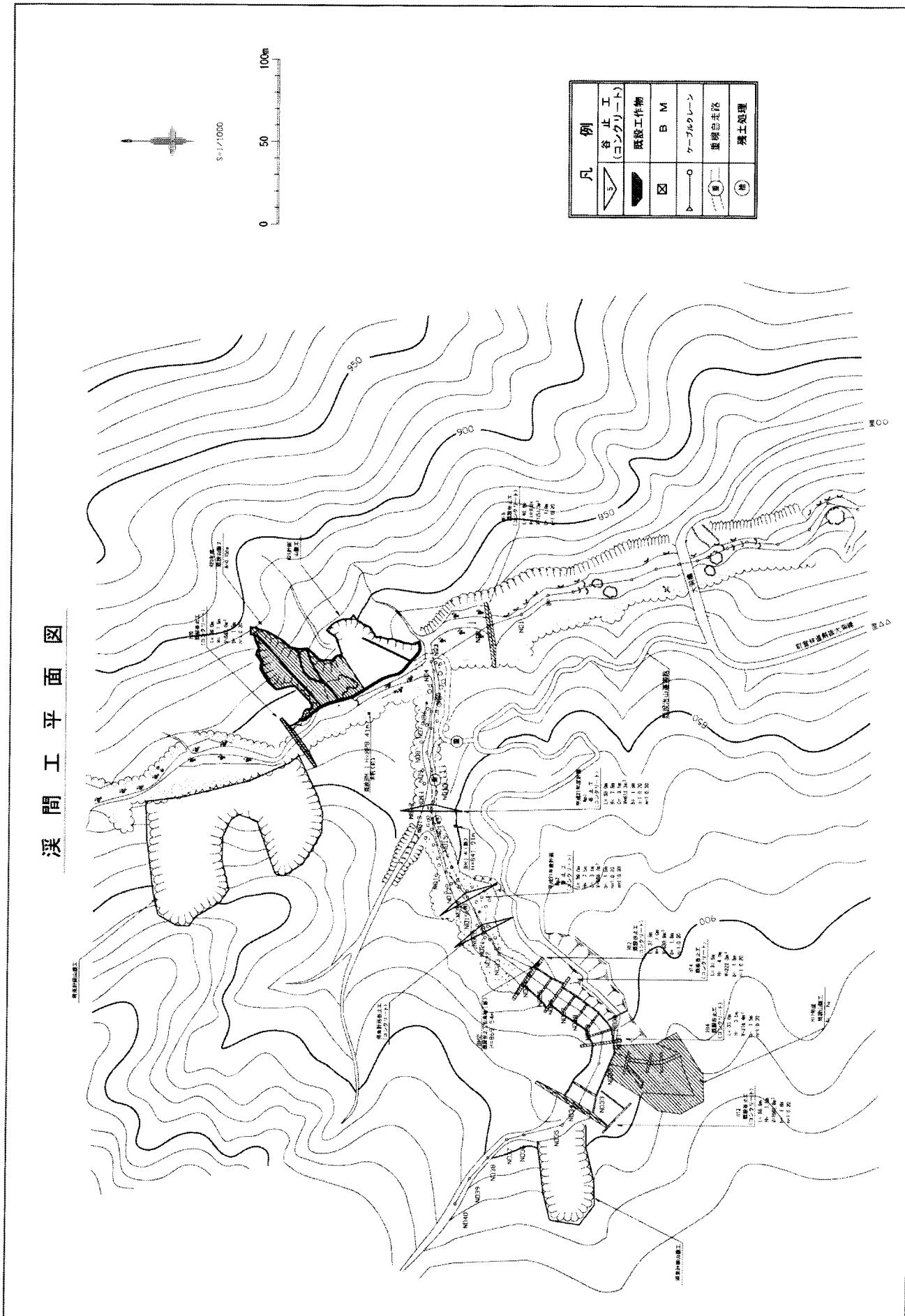
1 溝間工の設計図面例

(発注機関によりその表示や計算方法が異なる。)

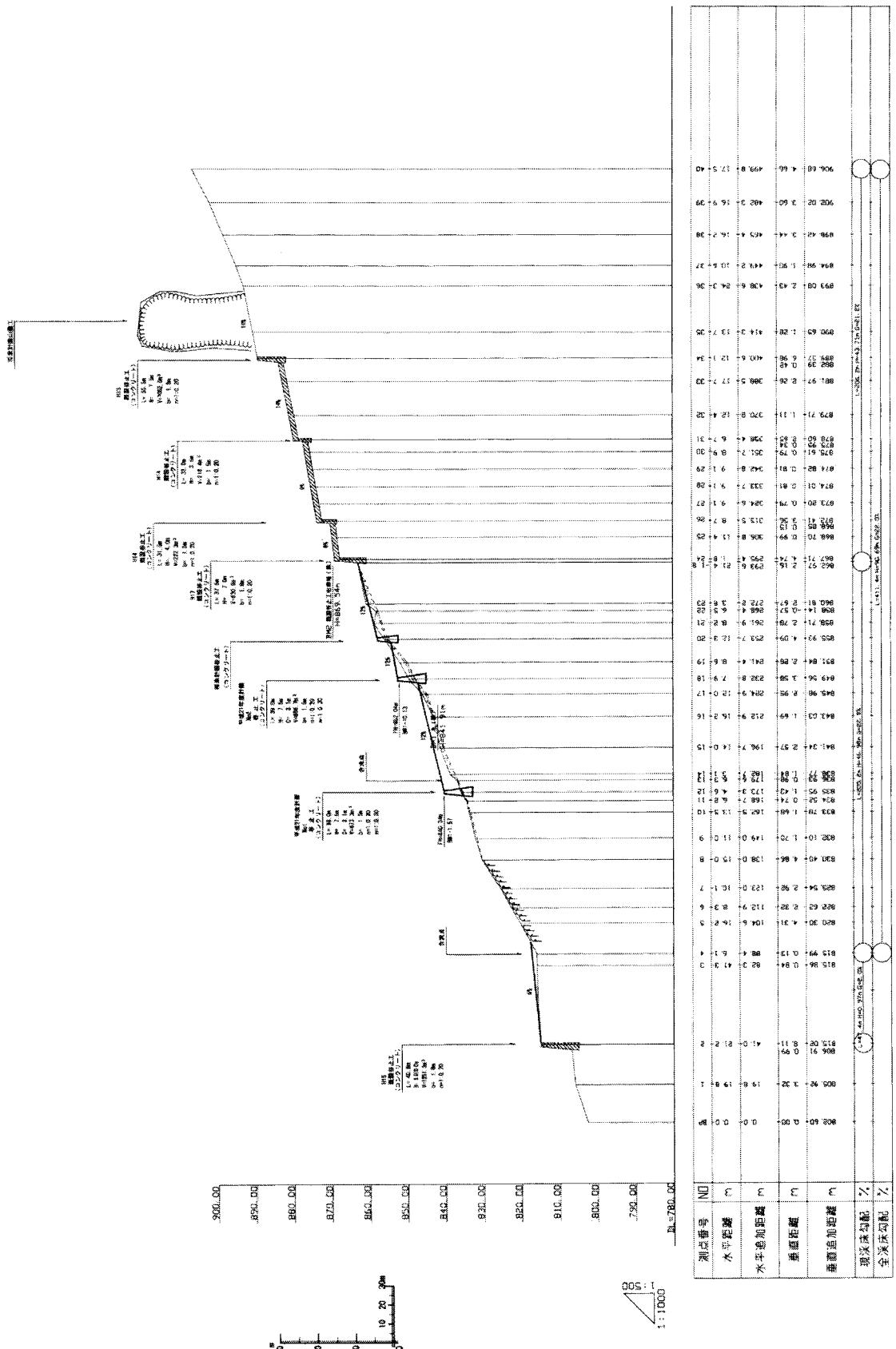
2 コンクリート治山ダムの安定計算例

- (1) コンクリート治山ダムの安定計算例
- (2) 地震を考慮した治山ダムの安定計算例
- (3) 土石流流体力を考慮した治山ダムの安定計算例

1 溪間工の設計図面例

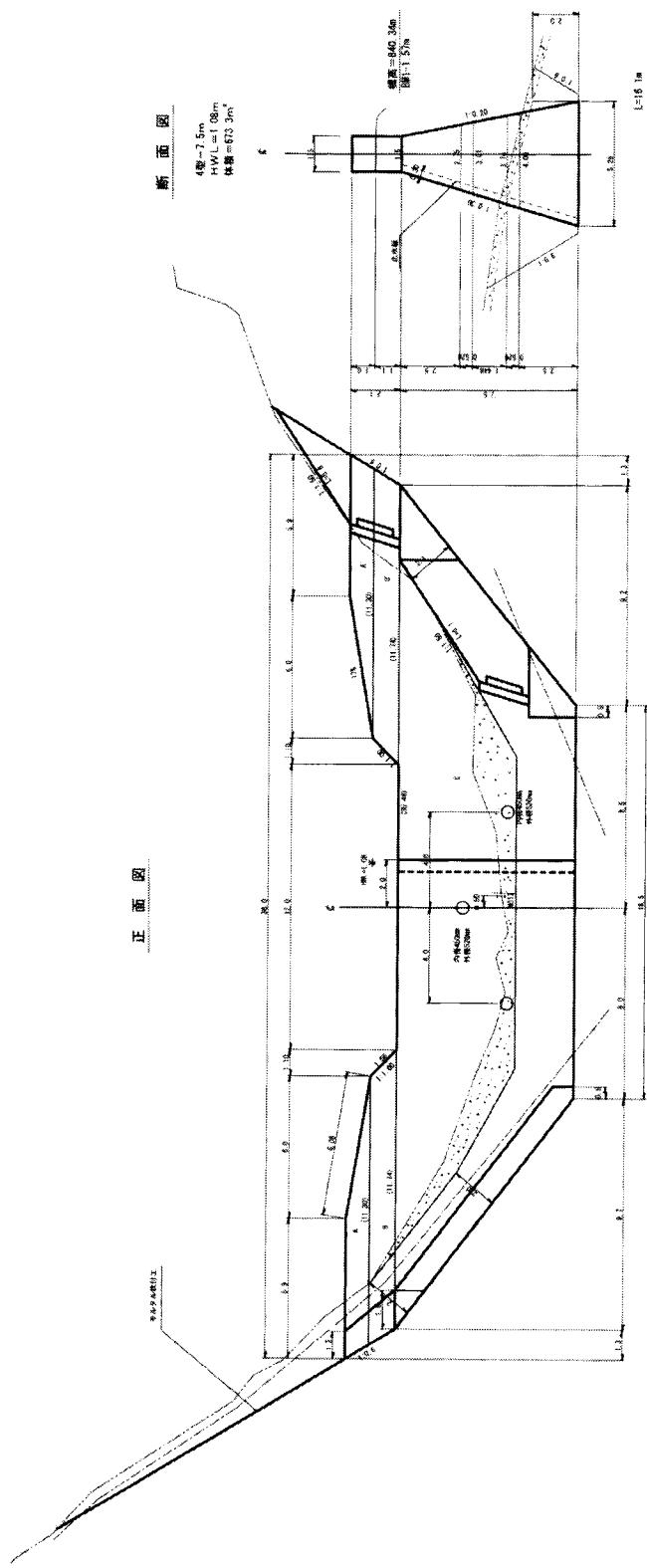


溪間工縦断面図

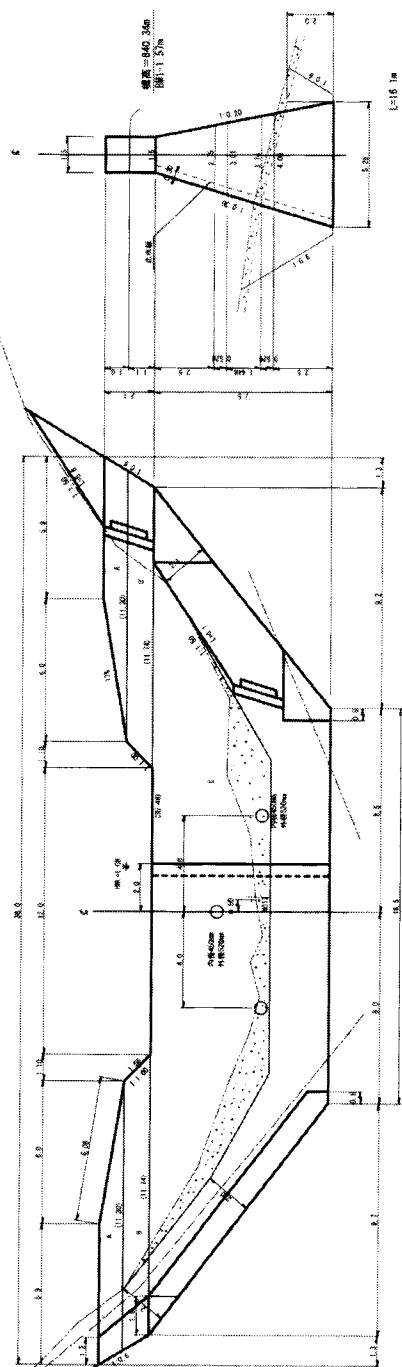


No 1 谷止工構造図

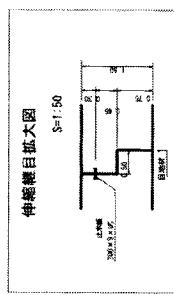
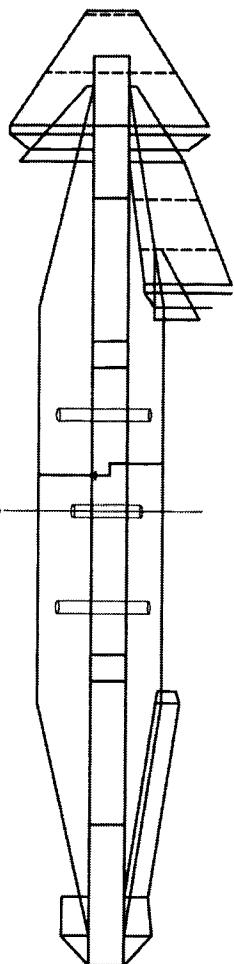
正面図



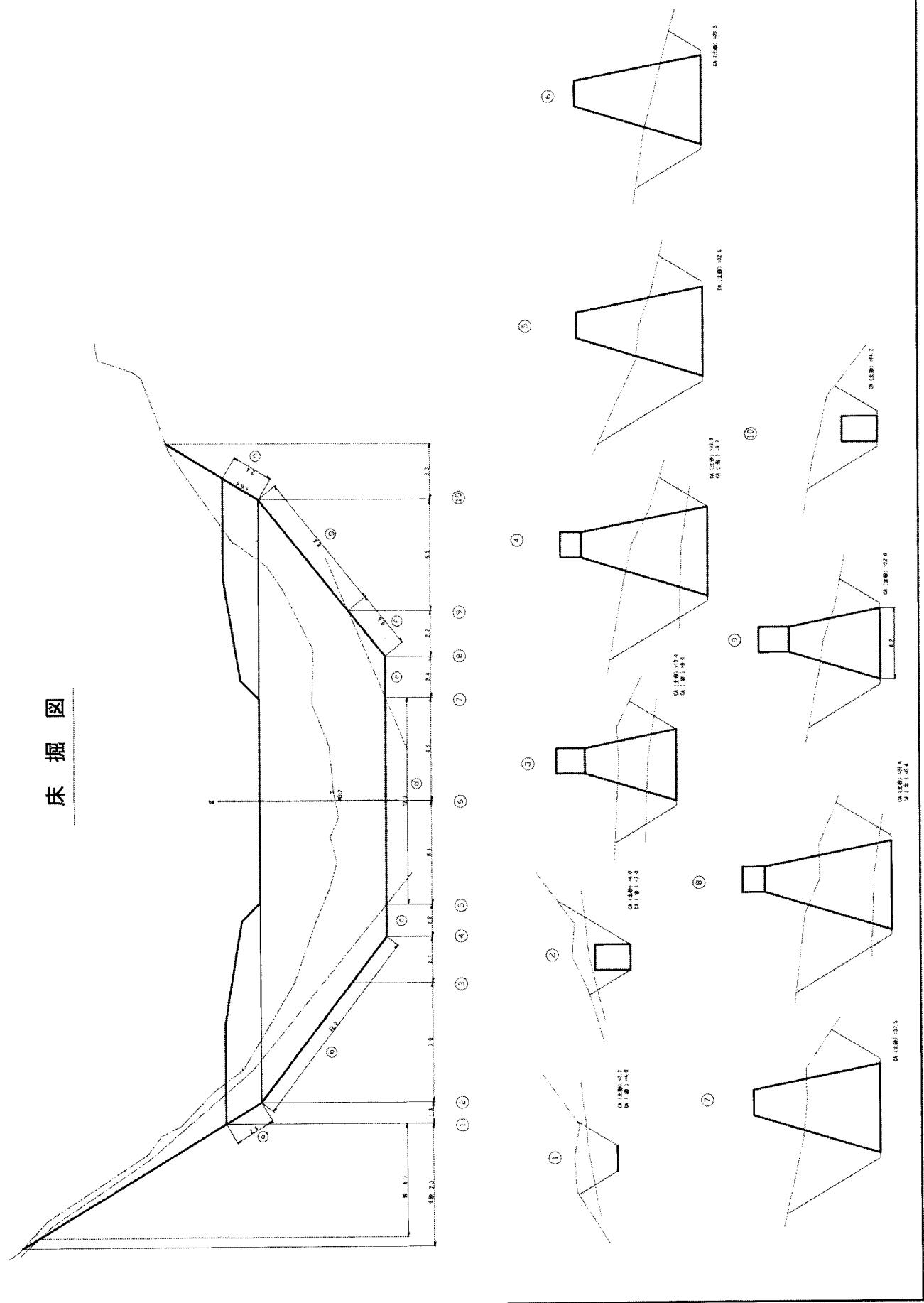
断面図



平面図



床掘図



2 コンクリート治山ダムの安定計算例

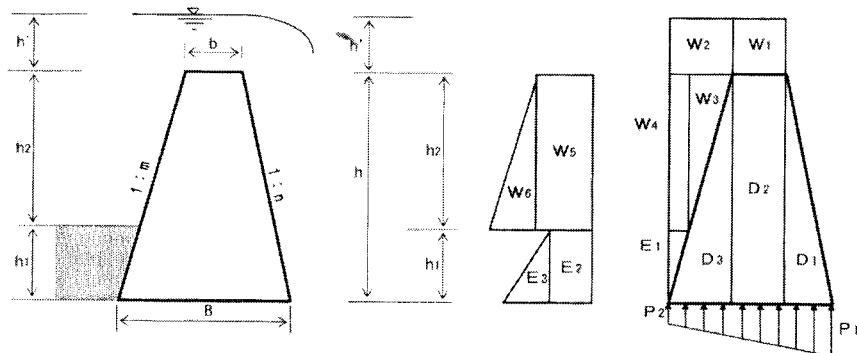
(1) コンクリート治山ダムの安定計算例

3型 水圧($2/3 \times h + h'$) + 土圧($1/3 \times h$) 治山ダム安定計算		
各部寸法		結果
堤高	h	7.00
背土深	h_1	2.33
背水深	h_2	4.67
越流水深	h'	1.50
天端厚	b	1.80
下流のり	n	0.20
上流のり	m	0.40
堤底厚	B	6.00
断面積	A	27.30
地盤風力	P_1	252.44
地盤反力	P_2	14.27
滑動係数	Σ_H / Σ_V	0.30
middle third		OK
転倒に対する安定	M_V / M_H	3.101
滑動に対する安定	$/(\Sigma_H / \Sigma_V)$	2.349
地耐力に対する安定		安定

設計条件	
堤体単位重量	ω
水単位重量	γ
堆砂単位重量	s
堆砂の内部摩擦角	ϕ
基礎地盤摩擦係数	f
土圧係数	c
許容地耐力	Q_a

3型の 安定計算例

1 荷重区分図



2 各部寸法

堤高	背土深	背水深	越流水深	天端厚	下流のり	上流のり
7.0	2.33	4.67	1.5	1.8	0.20	0.40

3 設計条件

堤体 単位重量	水 単位重量	堆砂 単位重量	堆砂の 内部摩擦角	基礎地盤 摩擦係数	土圧 係数	許容 地耐力
23	9.8	17.7	30	0.7	0.333	700

4 計算表

計算区分	荷重の計算式	荷重 kN	アームの計算式	アーム m	モーメント kN・m
D ₁	$n \times h^2 \times 1/2 \times \omega$ $0.2 \times 7.0 \times 7.0 \times 1/2 \times 23.0$	112.700	$2/3 \times n \times h$ $2/3 \times 0.20 \times 7.0$	0.933	105.149
D ₂	$b \times h \times \omega$ $1.8 \times 7.0 \times 23.0$	289.800	$n \times h + 1/2 \times b$ $0.20 \times 7.0 + 1/2 \times 1.8$	2.300	666.540
D ₃	$m \times h^2 \times 1/2 \times \omega$ $0.40 \times 7.0 \times 7.0 \times 1/2 \times 23.0$	225.400	$n \times h + b + 1/3 \times m \times h$ $0.20 \times 7.0 + 1.8 + 1/3 \times 0.40 \times 7.0$	4.133	931.578
W ₁	$b \times h' \times \gamma$ $1.8 \times 1.5 \times 9.8$	26.460	$n \times h + 1/2 \times b$ $0.20 \times 7.0 + 1/2 \times 1.8$	2.300	60.858
W ₂	$m \times h \times h' \times \gamma$ $0.40 \times 7.0 \times 1.5 \times 9.8$	41.160	$n \times h + b + 1/2 \times m \times h$ $0.20 \times 7.0 + 1.8 + 1/2 \times 0.40 \times 7.0$	4.600	189.336
W ₃	$m \times h_1^2 \times 1/2 \times \gamma$ $0.40 \times 4.67 \times 4.67 \times 1/2 \times 9.8$	42.745	$n \times h + b + 2/3 \times m \times h_2$ $0.20 \times 7.0 + 1.8 + 2/3 \times 0.40 \times 4.67$	4.445	190.002
W ₄	$m \times h_1 \times h_2 \times \gamma$ $0.40 \times 2.33 \times 4.67 \times 9.8$	42.654	$n \times h + b + m \times h_2 + 1/2 \times m \times h_1$ $0.20 \times 7.0 + 1.8 + 0.40 \times 4.67 + 1/2 \times 0.40 \times 2.33$	5.534	236.047
E ₁	$m \times h_1^2 \times 1/2 \times s$ $0.40 \times 2.33 \times 2.33 \times 1/2 \times 17.7$	19.218	$n \times h + b + m \times h_2 + 2/3 \times m \times h_1$ $0.20 \times 7.0 + 1.8 + 0.40 \times 4.67 + 2/3 \times 0.40 \times 2.33$	5.689	109.331
計	鉛直分力 (ΣV)	800.137	抵抗モーメント (M_V)		2,488.841
W ₅	$h' \times h_2 \times \gamma$ $1.5 \times 4.67 \times 9.8$	68.649	$h_1 + 1/2 \times h_2$ $2.33 + 1/2 \times 4.67$	4.665	320.248
W ₆	$h_2^2 \times 1/2 \times \gamma$ $4.67 \times 4.67 \times 1/2 \times 9.8$	106.864	$h_1 + 1/3 \times h_2$ $2.33 + 1/3 \times 4.67$	3.887	415.380
E ₂	$(h_1 + h_2) \times \gamma \times 1/s \times h_1 \times s \times c$ $(1.5 + 4.67) \times 9.8 \times 1/17.7 \times 2.33 \times 17.7 \times 0.333$	46.915	$1/2 \times h_1$ $1/2 \times 2.33$	1.165	54.656
E ₃	$h_1^2 \times 1/2 \times s \times c$ $2.33 \times 2.33 \times 1/2 \times 17.7 \times 0.333$	15.999	$1/3 \times h_1$ $1/3 \times 2.33$	0.777	12.431
計	水平分力 (ΣH)	238.427	転倒モーメント (M_{H1})		802.715

5 堤底厚及び断面積

$$\text{堤底厚 (B)} = (n + m) \times h + b = (0.20 + 0.40) \times 7.00 + 1.80 = 6.000 \text{ m}$$

$$\text{断面積 (A)} = (b + B) \times h \times 1/2 = (1.80 + 6.00) \times 7.00 \times 1/2 = 27.30 \text{ m}^2$$

6 合力の作用位置及び偏心距離

$$\text{合力の作用位置 (d)} = (MV - MH) / \Sigma V = (2,488.841 - 802.715) / 800.137 = 2.107 \text{ m}$$

$$\text{偏心距離 (e)} = B / 2 - d = 0.893 \text{ m}$$

$$B / 6 = 1.000 \text{ m} \geq e = 0.893 \text{ m} \text{ となり}$$

合力の作用線と堤底との交点がmiddle third内にあるので、上流端に引張応力を生じない。

7 内部応力及び地盤反力

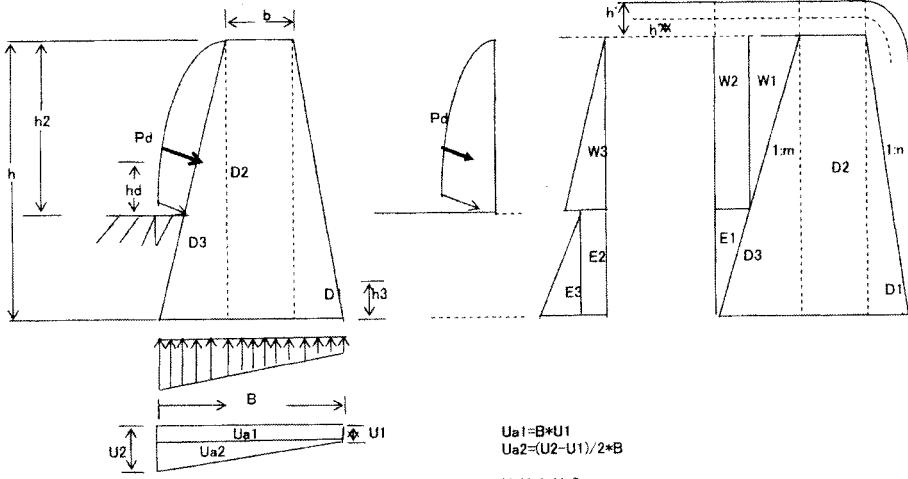
内部応力 (σ_1) = $\Sigma V / B \times (1 + 6e/B)$ =	252.44 kN/m ²
(σ_2) = $\Sigma V / B \times (1 - 6e/B)$ =	14.27 kN/m ²
地盤反力 (P_1) = (σ_1) =	252.44 kN/m ²
(P_2) = (σ_2) =	14.27 kN/m ²

(2) 地震を考慮した治山ダムの安定計算例

治山ダムの安定計算例 (地震荷重)			
結果			
項目	記号	数値	単位
堤高	h	15.0	m
堆砂深	h_1	7.5	m
背水深	h_2	7.5	m
越流水深	洪水時 地震時(揚圧力計算)	h_{a1} h_{a2}	0.5 m 0.167 m
天端厚	b	3.0	m
下流のり	n	0.2	m
上流のり	のり勾配 角度	0.80 θ	m 度
設計条件			
堤体単位重量	ω	23.0	kN/m ³
水単位重量	γ	9.8	kN/m ³
堆砂単位重量	s	17.7	kN/m ³
堆砂の内部摩擦角	ϕ	30.0	度
基礎地盤摩擦係数	f	0.7	
土圧係数	C	0.333	
許容地耐力	Q_a	700	kN/m ²
設計震度	K	0.150	
揚圧力	下流水深 上流水深	h_3 h_4	1.0 m 15.0 m
揚圧力係数	μ	0.333	
基礎選択	土砂1岩盤2 数値記入	kso	2
設計震度			
岩盤の状況	強震帯及び中震帯地域		弱震帯地域
普通の岩盤	0.12		0.10
風化、破碎の著しい第三紀 以降の未固結岩盤	0.15		0.12

地震荷重を考慮した安定計算例

1 各部寸法



2 摩擦力(U)

Ua1	Ua2
-176.400	-416.084

(1) 基底の厚さ

$$BB = \frac{[b(n+m)+h]}{[3.0(0.2+0.8)*15.0]} = 18.000$$

18.000
18.000

(2) 基礎地盤が砂礫層の場合 (基礎選択 土砂 1)

下流側 U_1 下流側 U_2

U_1	$h_3 \times \gamma$	—
U_2	$(h+ha2) \times \gamma$	—

(3) 基礎地盤が岩盤の場合 (基礎選択 岩盤 2)

上流側 U_1 下流側 U_2

$U_1 = h_3 \times \gamma$	9.800
$U_2 = [h_3 + \mu \times ((h+ha2) - h_3)] \times \gamma$	56.032
	56.032
$((1.0 + 0.333 \times ((15.0 + 0.167) - 1.0)) \times 9.8$	56.033

(4) 摩擦力計

$U_{a1} = \frac{-(U_1 \times BB)}{(9.8 \times 18.0)}$	-176.400
$U_{a2} = \frac{-((U_2 - U_1) \times 1/2 \times BB)}{-(56.032 - 9.8) \times 1/2 \times 18.0}$	-416.084
	-416.084

3 地震時動水圧

Cm	η	λ	Px	Pd	Hd
0.512	0.515	0.386	0.414	55.857	2.895

(1) Cmの係数

$$Cm = \frac{0.773 - 0.005752 * \theta - 0.000026 * \theta^2}{0.773 - 0.005752 * 38.7 - 0.000026 * 38.7 * 38.7} = 0.512$$

(2) η の値

$$\eta = \frac{1.452 - (1-h2/h) + 1/3 \times (1-h2/h)^3 - 1/2 \times [(1-h2/h) \times (h2/h) \times (2-h2/h)]^{(1/2)} + \sin^{-1}(1-h2/h)}{1.452 - (1-7.5/15.0) + 1/3 \times (1-7.5/15.0)^3 - 1/2 \times [(1-7.5/15.0) \times (7.5/15.0) \times (2-7.5/15.0)]^{(1/2)} + \sin^{-1}(1-7.5/15.0)} = 0.515$$

(3) λ の値

$$\lambda = \frac{[0.25 - 1.452 \times (1-h2/h) + 1/2 \times (1-h2/h)^2 - 1/12 \times (1-h2/h)^4 - 1/6 \times (((h2/h) \times (2-h2/h))^3)^{(1/2)} + 1/2 \times (((1-h2/h) \times \sin^{-1}(1-h2/h) + (h2/h) \times (2-h2/h))^2)^{(1/2)}] / \eta / h2 / h}{[0.25 - 1.452 \times (1-7.5/15.0) + 1/2 \times (1-7.5/15.0)^2 - 1/12 \times (1-7.5/15.0)^4 - 1/6 \times (((7.5/15.0) \times (2-7.5/15.0))^3)^{(1/2)} + 1/2 \times (((1-7.5/15.0) \times \sin^{-1}(1-7.5/15.0) + (7.5/15.0) \times (2-7.5/15.0)))^2)^{(1/2)}] / 0.515 / (7.5/15.0)} = 0.386$$

(4) 圧力係数(C)

$$C = \frac{Cm / 2 \times (h2/h) \times (2-h2/h) \times (h2/h) \times (2-h2/h))^{(1/2)}}{0.512 / 2 * (7.5/15.0) * (2-7.5/15.0) * (7.5/15.0) * (2-7.5/15.0))^{(1/2)}} = 0.414$$

(5) 貯留水面からX点までの全地震時動水圧(Pd)

$$Pd = \frac{\eta \times Cm / 2 \times \gamma \times K \times h2 \times \sec \theta}{0.515 \times 0.512 / 2 \times 9.8 \times 0.15 \times 15.0 \times 15.0 \times 1 / \cos(38.7 * 3.14159 / 180)} = 55.857$$

(6) X地点からPdの作用点までの高さ(hd)

$$hd = \frac{\lambda \times h2}{0.386 * 7.5} = 2.895$$

4 安定計算

計算区分	式	荷重T	アームの計算式	長さ	モーメント
D1	$n \times h \times 2 \times 1/2 \times w$ $0.2 \times 15.0 \times 15.0 \times 1/2 \times 23.0$	517.500	$n \times h \times 2/3$ $0.2 \times 15.0 \times 2/3$	2.000	1,035.00
D2	$b \times h \times w$ $3.0 \times 15.0 \times 23.0$	1,035.000	$n \times h \times b \times 1/2$ $0.2 \times 15.0 \times 3.0 \times 1/2$	4.500	4,657.50
D3	$m \times h \times 2 \times 1/2 \times w$ $0.8 \times 15.0 \times 15.0 \times 1/2 \times 23.0$	2,070.000	$n \times h \times m \times h \times 1/3$ $0.2 \times 15.0 \times 3.0 \times 0.8 \times 15.0 \times 1/3$	10.000	20,700.00
W1	$m \times h \times 2 \times 1/2 \times z$ $0.8 \times 7.5 \times 7.5 \times 1/2 \times 9.8$	220.500	$n \times h \times m \times h \times 1/3$ $0.2 \times 15.0 \times 1.0 \times 0.8 \times 7.5 \times 1/3$	8.000	1,764.00
W2	$m \times (h-h2) \times h2 \times z$ $0.8 \times (15.0-7.5) \times 7.5 \times 0.8$	441.000	$n \times h \times m \times h \times 2/3$ $0.2 \times 15.0 \times 3.0 \times 0.8 \times (15.0-7.5) \times 2/3$	10.000	4,410.00
E1	$m \times (h-h2) \times (h-h2) \times 1/2 \times s$ $0.8 \times (15.0-7.5) \times (15.0-7.5) \times 1/2 \times 17.7$	398.250	$n \times h \times m \times h \times 2/3$ $0.2 \times 15.0 \times 3.0 \times 0.8 \times 17.7 \times 0.8 \times (15.0-7.5) \times 2/3$	16.000	6,372.00
Ua1	-Ua1	-416.400	$B \times 1/2$ $(0.2+0.8) \times 15.0 \times 3.0 \times 1/2$	9.000	-1,137.60
Ua2	-Ua2	-416.400	$B \times 2/3$ $((0.2+0.8) \times 15.0 \times 3.0) \times 2/3$	12.000	-4,093.00
計	鉛直分力(Σv)	4,089.767	抵抗モーメント(Mv)		32,357.90
KD1	D1 × K 517.5 × 0.15	77.625	1/3 × h 1/3 × 15.0	5.000	388.13
KD2	D2 × K 1035.0 × 0.15	155.250	1/2 × b 1/2 × 15.0	7.500	1,164.38
KD3	D3 × K 2070.000 × 0.15	310.500	1/3 × h 1/3 × 15.0	5.000	1,552.50
W3	$h2 \times h2 \times 1/2 \times z$ $7.5 \times 7.5 \times 1/2 \times 9.8$	275.625	$(h-h2) \times h2 \times 1/3$ $(15.0-7.5) \times 7.5 \times 1/3$	10.000	2,756.25
Pd	Pd	55.857	$(h-h2) \times h2$ $(15.0-7.5) \times 2.895$	10.395	580.61
E2	$h2 \times z \times 1/2 \times s \times (h-h2) \times s \times C$ $7.5 \times 9.8 \times 1/2 \times (17.7 \times (15-7.5) \times 17.7) \times 0.333$	183.566	$(h-h2) \times 1/2$ $(15.0-7.5) \times 1/2$	3.750	688.37
E3	$(h-h2) \times (h-h2) \times 1/2 \times s \times C$ $(15-7.5) \times (15.0-7.5) \times 1/2 \times 17.7 \times 0.333$	165.772	$(h-h2) \times 1/3$ $(15.0-7.5) \times 1/3$	2.500	414.43
計	水平分力(Σh)	1,224.195	転倒モーメント(Mh)		7,544.66

5 基底厚及び断面積

基底厚(B)=	$(n+m) \times h+b$ $(0.2+0.8) \times 15.0+3.0$	18.000
断面積(A)=	$(b+B) \times h \times 1/2$ $(3+18.0) \times 15+1/2$	157.500

6 合力の作用位置及び偏心距離

合力の作用位置(d)=	$(Mv-Mh)/\Sigma v$ $(32,357.90-7,544.66)/4,089.767$	6.067
偏心距離(e)=	$B/2-d$ $18.000/2-6.067$	2.933

7 内部応力及び地盤反力

内部応力($\sigma 1$)=	$\Sigma v / B(1+6e/B)$ $4089.767/18.0*(1+6*2.933/18.0)$	449.333
内部応力($\sigma 2$)=	$\Sigma v / B(1-6e/B)$ $4089.767/(18.0*(1-6*2.933/18.0))$	5.086
地盤反力(P1)=	$\Sigma v / B(1+6e/B)$ $4089.767/(18.0*(1+6*2.933/18.0))$	449.333
地盤反力(P2)=	$\Sigma v / B(1-6e/B)$ $4089.767/(18.0*(1-6*2.933/18.0))$	5.086
滑動係数(f1)=	$\Sigma h / \Sigma v$ $1454.035 / 4814.770$	0.299
滑動安全率(fs)=	$f1/f$ $0.302/0.7$	0.428

8 安定性の検討

① 内部応力に対する検討	圧縮引張	$\sigma 1$ 又は $\sigma 2$ 又はコンクリート圧縮強度	449.333	≤	4.500	OK
② 地盤支持力に対する検討		$\sigma 2$ 又は $P1/Ga$	5.086	≤	0	OK
③ 滑動係数		$P2$ 又は $P1/Ga$	449.333	≤	700	OK
④ 転倒に対する安定		$\Sigma h / \Sigma v$	0.299	≤	0.7	OK
⑤ 滑動に対する安定		$(Mv/Mh) > 1.0$	2.339	≤	1.0	OK
⑥ 地耐力に対する安定		$(f1/f) \times \Sigma v \times \Sigma h$	0.428	≤	1.0	OK
		$(P1/P2) < 1.0$	0.642	≤	1.0	OK

(3) 土石流流体力を考慮した治山ダムの安定計算例

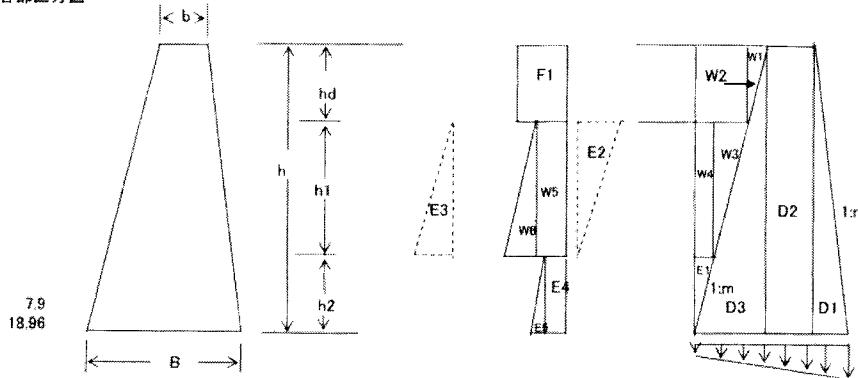
治山ダムの安定計算				流体力				
各部寸法				結果				
項目	記号	数値	単位	項目	計算式等	数値	単位	判定
ダムの高さ	h	8.0	m	下流のり	n	0.20	m	
越流水深	h'	0.0	m	上流のり	m	0.30	m	
堆砂深	h2	4.0	m	堤底厚	B	6.50	m	
天端厚	b	2.5	m	断面積	A	36.00	m ²	
下流のり	n	0.2		内部応力	C1	276.97	kN/m ²	OK
上流のり	m	0.30		内部応力	C2	7.31	kN/m ²	OK
コンクリートの単位重量	ω	23.0	kN/m ³	地盤反力	P ₁	276.97	kN/m ²	OK
水の単位重量	γ	9.8	kN/m ³	地盤反力	P ₂	7.31	kN/m ²	OK
越流水の単位重量	γ'	11.8	kN/m ³	滑動係数	Σ _H /Σ _V	0.21		OK
堆砂の単位重量	s	17.7	kN/m ³	転倒に対する安定	M _V /M _H	2.94		OK
水中土の単位重量	s'	7.9	kN/m ³	滑動に対する安定	f/(Σ _H /Σ _V)	0.31		OK
堆砂の内部摩擦角	φ	30	度	地耐力に対する安定	P ₁ /Q _a	0.40		OK
滑動係数	f0	0.7						
堆砂の土圧係数	C	0.333						
地盤支持力	Q _a	700	kN/m ²					

土石流の流量に関する入力

現渓床勾配	θ	10.0	度
堆積土砂の容積濃度	C*	0.6	
水の密度	ρ	1.2	
砂の密度	σ	2.6	
重力の加速度	g	9.8	m/sec ²
1波の土砂流出量	V _{dap}	2,500	m ³
土石流の下幅	B _d	5.0	m
土石流の上幅	B _{da}	7.5	m
土石流の深さ	hd	1.5	m
係数	α	1.0	

土石流の流体力による安定計算例

1 各部区分図



2 各部寸法

堤高	越流水深	水土混深	堆砂深	天端厚	下流のり	上流のり
h	h_0	h_1	h_2	b	n	m
8.00	0.00	2.50	4.00	2.50	0.2	0.3

3 設計条件

堤体 単位重量	水 単位重量	堆砂 単位重量	水中土 単位重量	堆砂の 内部摩擦角	基礎地盤 摩擦係数	土圧 係数	許容 地耐力	水の 密度	壁の 密度
23.0	9.8	17.7	7.9	30	0.7	0.333	700	1.2	2.6

4 土石流に関する設計条件

堆積土砂 容積濃度	現渓床 渓床勾配	1波の 流出土砂	土石流の 下幅	土石流の 上幅	土石流の 径深	土石流時 粗度係数	重力の 加速度
C^* 0.6	θ 10	$Vdqp$ 2.500	Bd 5.0	Bda 7.5	R ns	0.10	9.8

土石流深	土石流の 単位重 量	土石流の 流体力 係数
hd 1.50	ρ_d 11.760	FF 32.44199

5 土石流の流体力

(1) 土石流の総流量から算出する方法

① 土石流の濃度

$Cd = \frac{(\rho_d \times \tan \theta) / (\sigma - \rho) \times (\tan \phi - \tan \theta)}{(1.2 \times 0.176) / (2.6 - 1.2) \times (0.577 - 0.176)}$	0.377
---	-------

$Cd < (0.9 \times C^*)$ の場合 $Cd = 0.9 \times 0.6 = 0.54$
 $Cd < 0.3$ の場合 $Cd = 0.3$
 $0.3 < 0.377 < 0.54$
 $\therefore Cd = 0.377$

② 土石流のピーク流量

$Q_{sp} = \frac{0.01 \times \Sigma Q}{0.01 \times 3.979}$	39.801
---	--------

土石流の総流量(ΣQ)

$\Sigma Q = \frac{(Vdqp \times C^*) / Cd}{(2.500 \times 0.6) / 0.377}$	3.980.052
--	-----------

③ 土石流のピーク流量の断面積(Ad)

$Ad = \frac{(Bd + Bda) / 2 \times hd}{(5 + 7.5) / 2 \times 1.5}$	9.375
--	-------

④ 土石流の平均流速

$U = \frac{Q_{sp} / Ad}{39.79 / 9.375}$	4.245
---	-------

⑤ 土石流の単位体積重量(ρ_d)

$\rho_d = \frac{(\rho \times Cd + \rho \times (1-Cd)) \times g}{(1.2 \times 0.377 + 1.2 \times (1-0.377)) \times 9.8}$	11.760
--	--------

⑥ 土石流の流体力(F)

$FF = \frac{\alpha \times \rho_d \times g \times hd \times U^2}{1.0 \times 11.760 / 9.8 \times 1.5 \times 4.244 \times 4.244}$	32.442
--	--------

6 計算表

計算区分	式	荷重 kN	アームの計算式	長さ m	モーメント kN・m
D1	$\frac{n \times h^2 \times 1/2 \times \omega}{0.2+8.0+8.0*1/2+23.0}$	147.200	$n \times h \times 2/3$ $0.2+8.0+2/3$	1.067	157.013
D2	$b \times h \times \omega$ $2.5*8.0+23.0$	460.000	$n \times h+b \times 1/2$ $0.2+8+2.5*1/2$	2.850	1.311.000
D3	$\frac{m \times h^2 \times 1/2 \times \omega}{0.30+8.0+8.0*1/2+23.0}$	220.800	$n \times h+b+m \times h \times 1/3$ $0.2+8.0+2.5+0.30+8.0*1/3$	4.900	1.081.920
W1	$\frac{m \times hd^2 \times 1/2 \times \rho d}{0.30+1.5+1.5*1/2+11.76}$	3,969	$n \times h+b+m \times hd \times 2/3$ $0.2+8.0+2.5+0.30+1.5*2/3$	4.400	17.464
W2	$\frac{m \times (h-hd) \times hd \times \rho d}{0.30*(8.0-1.50)+1.50*11.76}$	34,398	$n \times h+b+m \times hd+m \times (h1+h2) \times hd \times 1/2$ $0.2+8.0+2.5+0.30+1.5+0.30*(4.0+2.5)*1.5*1/2$	6.013	206.818
W3	$\frac{m \times (h1)^2 \times 1/2 \times \gamma}{0.30*2.5*2.5*1/2*9.8}$	9.188	$n \times h+b+m \times hd+m \times h1 \times 2/3$ $0.2+8.0+2.5+0.30*1.5+2.5*2/3$	5.050	46.397
W4	$\frac{m \times h2 \times h1 \times \gamma}{0.30*4.0*2.5*9.8}$	29.400	$n \times h+b+m \times (hd+h1)+m \times h2 \times 1/2$ $0.2+8.0+2.5+0.30*(1.5+2.5)+0.30*4.0+1/2$	5.900	173.460
E1	$\frac{m \times (h2)^2 \times 1/2 \times s'}{0.30*4.0*4.0*1/2*7.9}$	18,960	$n \times h+b+m \times (hd+h1)+m \times h2 \times 2/3$ $0.2+8.0+2.5+0.30*(1.5+2.5)+0.30*4.0*2/3$	6.100	115.656
計	鉛直分力(ΣV)	923.915	抵抗モーメント(M_V)		3,109.728
FF	F	32.442	$h1+h2+hd \times 1/2$ $2.5+4.0+1.5*1/2$	7.250	235.204
W5	$\frac{(hd \times \rho d) / \gamma \times h2 \times \gamma}{(1.5*11.76)/9.8+4.0*9.8}$	70.560	$h2+h1 \times 1/2$ $4.0+2.5*1/2$	5.250	370.440
W6	$\frac{h1 \times h1 \times 1/2 \times \gamma}{2.5+2.5*1/2*9.8}$	30.625	$h2+h1 \times 1/3$ $4.0+2.5*1/3$	4.833	148.021
E2	$\frac{m \times (h1)^2 \times 1/2 \times \gamma}{0.30*2.5*2.5*1/2*9.8}$	9.188	$n \times h+b+m \times hd+m \times h1 \times 2/3$ $0.2+8.0+2.5+0.30*1.5+0.30*2.5*2/3$	5.050	177.162
E3	$\frac{h1 \times h1 \times 1/2 \times s' \times c}{2.5+2.5*1/2*7.9*0.333}$	8.221	$h2+h1 \times 1/3$ $4.0+2.5*1/3$	4.833	39.735
E4	$\frac{(hd \times \rho d+h1 \times \gamma) / s \times h1 \times s \times c}{(1.5*11.76+2.5*9.8)/17.7*2.5+17.7*0.333}$	35.082	$h2 \times 1/2$ $4.0+1/2$	2.000	70.163
E5	$\frac{h2 \times 1/2 \times s \times c}{4.0+1/2*17.7*0.333}$	11.788	$h2 \times 1/3$ $4.0+1/3$	1.333	15.718
計	水平分力(ΣH)	197.905	転倒モーメント(M_H)		1,056.442

7 堤底厚及び断面積

堤底厚(B)=	$\frac{(n+m) \times h+b}{(0.2+0.30)*8.0+2.5}$	6.500
断面積(A)=	$\frac{(b+b) \times h \times 1/2}{(2.5+6.5)*8.0*1/2}$	36.000

8 合力の作用位置及び偏心距離

合力作用位置(d)=	$\frac{(M_V - M_H) / \Sigma v}{(3109.728 - 1056.442) / 923.915}$	2.222
偏心距離(e)=	$\frac{B/2-d}{8.6/2-0.454}$	1.028

9 内部応力及び地盤反力

内部応力($\sigma 1$)=	$\frac{\Sigma v / B(1+6e/B)}{923.915 / 6.5 * (1+6*1.028 / 6.500)}$	276.972
内部応力($\sigma 2$)=	$\frac{\Sigma v / B(1-6e/B)}{923.915 / 6.5 * (1-6/6.500)}$	7.309
地盤反力(P1)=	$\frac{\Sigma v / B(1+6e/B)}{923.915 / 6.5 * (1+6*1.028 / 6.500)}$	276.972
地盤反力(P2)=	$\frac{\Sigma v / B(1-6e/B)}{923.915 / 6.5 * (1-6/6.500)}$	7.309
滑動係数(f1)=	$\frac{\Sigma h / \Sigma v}{197.905 / 923.915}$	0.214
滑動安全率(Fs)=	$\frac{f1/f}{0.214 / 0.700}$	0.306

10 安定性の検討

① 内部応力に対する検討	圧縮引張	$\sigma 1$ 又は $\sigma 2$ コンクリート圧縮強度	276.972	\leq	4.500	OK
		$\sigma 2$ 又は $\sigma 1 > 0$	7.309	\geq	0	OK
② 地盤支持力に対する検討		P2又はP1<Qa	276.972	\leq	700	OK
③ 滑動係数		$\Sigma h / \Sigma v \times f$	0.214	\leq	0.7	OK
④ 転倒に対する安定		$(M_V / M_H) > 1.0$	2.222	\geq	1.0	OK
⑤ 滑動に対する安定		$(f / \Sigma h / \Sigma v) < 1.0$	0.306	\leq	1.0	OK
⑥ 地耐力に対する安定		$(P1 / Qa) < 1.0$	0.396	\leq	1.0	OK

参考 土石流痕跡から流体力を算出する方法

水の密度	礫の密度	土砂の 内部摩擦角	堆積土砂 容積濃度	現渓床の 渓床勾配	重力の 加速度	係数
ρ	σ	ϕ	C^*	θ	g	α
1.2	2.6	30 度	0.6	10 度	9.8 m/sec ²	1.0

土石流の 痕跡下幅	土石流の 痕跡上幅	下幅と上幅 の標高差	土石流の 径深	土石流の 潤辺	土石流時 粗度係数	左岸の立 上がり角度	右岸の立 上がり角度	流体力
Bd2	Bda2	hha	R	Ff	ns	$\delta 1$	$\delta 2$	FF2
m	m	m	m	m		度	度	kN/m
5.0	7.360	1.50	1.36	6.811	0.10	30	45	47.146

(2) 土石流痕跡から算出する方法

① 土石流の濃度

Cd	$(\rho \times \tan \theta) / (\sigma - \rho) \times (\tan \phi - \tan \theta)$ $(1.2 \times 0.176) / [(2.6 - 1.2) \times (0.577 - 0.176)]$	0.377
----	---	-------

② 土石流のピーク流量

Qsp2	$U_2 \times A_{f2}$ 5.118*9.270	47.441
------	------------------------------------	--------

③ 土石流痕跡の断面積

Af2	$(Bd2 + Bda2) / 2 * hha$ $(5.0 + 7.360) / 2 * 1.5$	9.270
-----	---	-------

④ 土石流の流速

U2	$1 / ns \times R^{(2/3)} \times \sin \theta^{(1/2)}$ $1 / 0.10 \times 1.361^{(2/3)} \times 0.174^{(1/2)}$	5.118
----	--	-------

⑤ 土石流時の径深

R	$R = A_{f2} / Ff$ 9.270 / 6.811	1.361
---	------------------------------------	-------

⑥ 土石流のピーク流量のときの潤辺

Ff	$Bd2 + hha \times (\sin \delta 1 + \sin \delta 2)$ $5.0 + 1.5 \times (0.5 + 0.707)$	6.811
----	--	-------

注: 実測が
よい

⑦ 土石流の単位堆積重量

ρ_d	$[\rho \times Cd + \rho \times (1 - Cd)] \times g$ $[1.2 \times 0.377 + 1.2 \times (1 - 0.377)] \times 9.8$	11.760
----------	--	--------

⑧ 土石流の流体力(F)

FF2	$\alpha \times \rho_d / g \times hhd \times U_2^2$ $1.0 \times 11.760 / 9.8 \times 1.5 \times 5.118 \times 5.118$	47.146
-----	--	--------

平成 24 年 1 月 発行

編集・発行 森林保全・管理技術研究会

(事務局) 一般社団法人 森林技術コンサルタンツ協議会

〒102-0085

東京都千代田区六番町 7 番地 日林協会館 4 階

TEL 03-6737-1236