

治水経済調査マニュアル（案）

令和 2 年 4 月

国土交通省 水管理・国土保全局

治水経済調査マニュアル（案）

—目 次—

ページ

0. 前文.....	- 1 -
0.1 治水経済調査の基本的な考え方.....	- 1 -
0.2 治水経済調査における被害等の基本的な考え方.....	- 6 -
1. 総説.....	- 8 -
1.1 目的.....	- 8 -
1.2 適用範囲.....	- 8 -
1.3 用語の定義.....	- 8 -
1.4 調査の基本方針.....	- 12 -
1.5 検討の流れ.....	- 14 -
2. 氾濫原の特徴分析.....	- 15 -
2.1 対象氾濫原の設定.....	- 15 -
2.2 対象氾濫原における資産等の調査.....	- 16 -
2.3 対象氾濫原の特徴分析.....	- 17 -
2.3.1 対象氾濫原の分割.....	- 17 -
2.3.2 流下能力の把握.....	- 19 -
2.3.3 堤防の決壊地点の想定.....	- 23 -
3. 氾濫シミュレーション.....	- 24 -
3.1 氾濫シミュレーションの基本的な考え方.....	- 24 -
3.2 洪水氾濫の条件設定.....	- 27 -
3.2.1 洪水条件.....	- 27 -
3.2.2 氾濫流量.....	- 28 -

3.3	氾濫解析の実施	- 33 -
3.4	氾濫被害額の算定	- 34 -
4.	便益算定	- 35 -
4.1	経済評価の対象便益	- 35 -
4.1.1	直接被害の対象資産	- 40 -
4.1.2	対象とする間接被害	- 41 -
4.2	資産データの調査	- 42 -
4.2.1	家屋	- 44 -
4.2.2	家庭用品	- 44 -
4.2.3	事業所償却・在庫資産	- 45 -
4.2.4	農漁家償却・在庫資産	- 46 -
4.2.5	農作物	- 46 -
4.3	直接被害額の算定	- 47 -
4.3.1	家屋被害	- 47 -
4.3.2	家庭用品被害	- 49 -
4.3.3	事業所償却・在庫資産被害	- 50 -
4.3.4	農漁家償却・在庫資産被害	- 51 -
4.3.5	農作物被害	- 51 -
4.3.6	公共土木施設等被害	- 53 -
4.4	間接被害額の算定	- 55 -
4.4.1	営業停止損失	- 55 -
4.4.2	家庭における応急対策費用	- 56 -
4.4.3	事業所における応急対策費用	- 57 -

4.4.4	国・地方公共団体における応急対策費用（水害廃棄物の処理費用）	58
4.5	便益の算定	59
4.5.1	年平均被害軽減期待額	60
4.5.2	整備期間中の便益の算定	60
4.5.3	評価対象期間における総便益	61
4.6	その他の便益	63
4.6.1	家庭における平時の活動阻害	64
4.6.2	国・地方公共団体における応急対策費用（水害廃棄物の処理費用以外）	64
4.6.3	交通途絶による波及被害	65
4.6.4	ライフライン切断による波及被害	66
4.6.5	被災事業所の営業停止による周辺事業所への波及被害	66
4.6.6	人命等の人的被害	67
4.6.7	地下街の被害	68
4.6.8	リスクプレミアム	68
4.6.9	高度化便益	69
5.	費用算定	71
5.1	対象とする費用	71
5.2	整備期間中の費用の算定	72
5.3	建設費	73
5.3.1	本工事費	73
5.3.2	附帯工事費	73
5.3.3	用地費	74
5.3.4	補償費	74

5.3.5	間接経費.....	- 74 -
5.3.6	工事諸費.....	- 75 -
5.4	維持管理費.....	- 75 -
5.5	総費用.....	- 75 -
5.6	消費税.....	- 76 -
6.	経済性の評価.....	- 77 -
6.1	評価における現在価値化の基準時点.....	- 77 -
6.2	比較する費用と便益.....	- 80 -
6.3	結果の整理手法.....	- 81 -
6.4	評価指標.....	- 81 -

別冊参考資料

第1表	都道府県別家屋1㎡当たり評価額.....	-1-
第2表	1世帯当たり家庭用品評価額.....	-3-
第3表	産業分類別事業所従業者1人当たり償却資産評価額及び 在庫資産評価額.....	-4-
第4表	農漁家1戸当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額.....	-8-
第5表	都道府県別水稻10アール当たり平年収量.....	-9-
第6表	農作物価格.....	-10-
第7表	産業分類別事業所従業者1人当たり付加価値額.....	-11-
第8表	1日当たり一般世帯清掃労働単価評価額.....	-13-
第9表	明治以降の国土交通省所管土木工事費指数.....	-14-
第10表	治水工事費指数.....	-16-
第11表	治水事業費指数.....	-18-
第12表	総合物価指数（水害被害額デフレーター）.....	-20-

※各種資産評価単価及びデフレーターについては、毎年2月頃に改定し、別冊として発行

0. 前文

0.1 治水経済調査の基本的な考え方

治水経済調査は、堤防やダム等の治水施設の整備によってもたらされる経済的な便益や費用対効果を計測することを目的として実施されるものである。

治水施設の整備による便益としては、水害によって生じる人命被害と直接的または間接的な資産被害を軽減することによって生じる可処分所得の増加（便益）、水害が減少することによる土地の生産性向上に伴う便益、治水安全度の向上に伴う精神的な安心感などがある。

治水施設は、道路などの利便性を向上させる他の社会資本と異なり、上述したように社会経済活動を支える安全基盤として重要なものであるにもかかわらず、治水施設整備による便益は経済的に計測困難なものが多い。また、治水施設の整備は、社会経済活動について検討する際の与件として存在するものであり、一般の人々が治水施設の整備による効果を実感することは、一般に困難であるため、市場財としてその効果を計測することも困難である。

例えば、土地の生産性の向上に伴う便益は、治水施設の整備だけによってもたらされるものでなく、他の社会資本整備と相まって達成されるものであるとともに、治水施設整備による土地利用の変化を予測することは困難であるため、その経済的な効果を計測することが困難である。また、精神的な安心感などの便益を経済的に評価することも困難である。

従って、従来、治水施設の整備による便益として、考えられる便益の一部である被害防止便益（水害によって生じる直接的または間接的な資産被害を軽減することによって生じる可処分所得の増加）の一部を算定することとしている。

被害防止便益の算定にあたっては、幾つかの想定が必要となる。

その一つは、氾濫区域内の資産の設定である。

被害防止便益の算定を行うにあたっては、その前提となる資産の想定を行う必要がある。将来の資産の想定は重要な要素であるが、それを具体的かつ合理的に設定することは、現時点の知見では困難であるため、基本的には現状の資産の状況が将来も変わらない

いと想定せざるを得ない。

二つ目は、水害から通常の社会経済活動に戻るまでの時間である。

水害によって生じる直接的資産被害額は同じであっても、被災者の有する収入や資産によって、また、被災地域の経済力や地域における被災者の割合等によって、水害から通常の社会経済活動に戻るために要する時間が大きく異なってくる。従って、厳密な被害額を算定しようとする場合には、被災地域における個人所得や経済力と総被害額（直接被害額と間接被害額の合計）の関係について過去の水害被害事例から整理して用いることが考えられるが、このようなデータは存在しない。

このため、被害額として最低限の額を算出するとの考え方から、直接的な資産被害については瞬時に回復し、事業所の営業停止被害等の間接的被害についても物理的に最低限必要な日数で通常の社会経済活動が行えると考えざるを得ない。

三つ目は、堤防の決壊地点などの想定である。

洪水による被害額を算定するためには、堤防が機能しなくなる地点（決壊地点や越水地点）を想定する必要がある。しかしながら、堤防は歴史的治水対策の産物であり、堤体内の構成材料を特定することが困難であるため、相対的・定性的な堤防の信頼度評価はなし得たとしても、絶対的な信頼度評価を行うことは現実的には不可能に近い。従って、洪水に対する決壊地点は、決定論的に決めることができないので、決壊地点を想定せざるを得ない。

四つ目は、水害の原因となる洪水の規模の設定である。

洪水は自然現象であるため、既往最大の洪水に対する経済的な分析を行うだけでは不十分であり、他の河川との比較や目標整備水準に対する妥当性に対する経済的な評価を行うためには、対象とする洪水の規模をその生起確率から設定することが必要となる。

洪水の生起確率を評価するためには、各河川流域で現在までに得られた降雨や流量などの資料をもとに水文統計解析を行う必要があるが、一級水系における将来の整備目標 1/100～1/200 に対して、我々が利用できる降雨や流量資料は一般に 50～60 年程度のものであり、水文統計解析の標本の大きさとして必ずしも十分なものであるとは言い難く、今後の洪水の発生状況によっては、洪水の生起確率が変化する可能性があり、従って対象とする洪水の規模が変化する可能性がある。

五つ目は、被害防止便益の算定に用いる資産等の基礎数量や被害率等である。

水害によって被害を受ける地域の資産等の状況や被害の態様は様々であるが、被害額

の算定に当たっては全国平均や都道府県別の基礎数量や被害率の数値を用いて算定せざるを得ないことが多い。

治水経済調査において把握される被害防止便益は、上述したような想定の下に算定される仮想の便益であり、しかも治水施設の整備によって得られる便益の一部しか評価していない。また、算定される被害防止便益は、一般の人々には道路整備のように直接的な効果を実感できるものでもない。

さらに、治水施設のように全体としてのリスクを低下させるプロジェクトについては、リスクプレミアムを考慮する必要がある。例えば、50年に1回の確率で1,000万円の被害を被るという選択肢と、これを回避するために毎年20万円を支出するという選択肢とがあった場合、年間の損失の期待値はともに20万円であるが、通常人であれば後者が有利と判断する。これは、所得の限界効用逓減により、1,000万円の損失による犠牲の方が20万円の損失による犠牲の50倍よりも大きいためであり、両者の差異がリスクプレミアムである。リスクプレミアムがある場合、通常の投資よりも低い割引率で評価するか、便益を高く評価することが考えられる。

一方、治水施設の整備の費用についても不確実性が避けられない。

即ち、治水施設の整備に要する期間と投資計画については、厳密には決定できない場合が多い。おおまかな施工順序は決められても詳細な整備期間と内容を決定することは不可能である。総投資額は同じでも、評価時点での現在価値化した総費用は整備期間とその間での投資額によって大きく異なってくる。したがって、経済評価を行う場合には評価対象とする事業の種類や規模によって今までの類似事業を参考に整備期間やその間の投資計画を想定せざるを得ない。

このように、費用対効果分析を行うための基礎的な資料となる治水施設の整備によって得られる便益およびその施設整備に要する費用について、過不足なく計上することは現実的には極めて困難であり、このことを踏まえた上で、治水経済調査を実施する必要がある。

また、治水施設は我が国に居住する人々の安全を確保する根幹的な施設であり、社会資本の中で安全基盤と位置付けられるものであり、国防や治安等に近い性格を有していると言える。この様な観点から、治水施設の整備にあたっては、効率性の議論のみから

その整備状況に格差を付けることが適当ではなく、公平性の観点が重要となる。従来から、全国民に基本的な安全を提供するという公平性の観点と費用便益によって得られる効率性の観点を踏まえ、上下流、左右岸のバランス等を総合的に検討して治水施設の整備を実施してきたゆえんである。

これらのことは、大東水害訴訟最高裁判決（昭和 59 年 1 月 26 日）においても明確なものとなっており、河川管理瑕疵の有無を「同種・同規模の河川の管理の一般的な水準及び社会通念に照らして是認しうる安全性を備えていると認められるかどうかを基準として判断すべき」と判示している。この判決からも明らかなように、我が国においては、治水安全度の公平性に対する要請が極めて強い。

さらに、大規模な災害が発生した場合、再度同様の状況に見舞われても災害とならないよう、再度災害を防止するという観点からの治水安全度も求められる。

繰り返し述べたように、治水経済調査によって得られる経済的な評価は、治水事業全体を評価しているものでなく、基本的にはマイナスを 0 に戻すことを便益として評価しているにすぎない。また、その事業の実施に際しては、効率性という観点だけでなく、公平性の観点も必要となり、上下流、左右岸のバランス等種々の事項を総合的に考慮して決定しており、総合的な評価指標の一つとして治水経済調査を利用することを基本とする。ただし、その評価については、客観性、透明性が求められることか

ら、本マニュアル(案)により治水経済調査に用いる被害率の設定や氾濫シミュレーションの方法をより合理的なものにするなど、今後も随時治水経済調査のシステムを改善整備していくものとする。「治水経済調査マニュアル（案）平成 17 年 4 月」からの主な変更点は次のとおりである(表-0.1)。

表-0.1 「治水経済調査マニュアル（案）平成 17 年 4 月」からの主な変更点

項目		治水経済調査マニュアル （案） 平成 17 年 4 月	治水経済調査マニュアル(案) 令和 2 年 4 月	摘要	
便益計算	一般資産被害(家屋、家庭用品、事業所資産等)	平成 5～8 年の水害被害実態調査における被害率を用いる。	平成 5～29 年災のうち利用可能な水害被害実態調査における被害率を用いる。	4章	
	公共土木施設等被害(公益事業、農地等を含む。)	昭和 62 年～平成 8 年の水害統計及び農地農業用施設災害統計による被害率を用いる。	昭和 62 年～平成 28 年の水害統計による被害率及び農地農業用施設災害統計による単位面積当たり被害額を用いる。		
	間接被害	営業停止損失	平成 5～8 年の水害被害実態調査における営業停止・停滞日数に応じた事業所の付加価値減少額を計上		平成 5～29 年災のうち利用可能な水害被害実態調査における営業停止・停滞日数に応じた事業所の付加価値減少額を計上。
		その他	家庭及び事業所における応急対策費用について、平成 7・8 年の水害に関するアンケート調査に基づき計上。		家庭、事業所及び行政における応急対策費用について、平成 5～29 年災のうち利用可能な水害被害実態調査に基づき計上。

0.2 治水経済調査における被害等の基本的な考え方

治水対策は、水系をシステムとして捉え、全川を対象として検討されるものである。したがって、防御対象氾濫原は、堤防、ダム等の治水施設を構成要素とする治水システムによって防御されると考えることができる。

防御対象氾濫原は、基本的には氾濫した河川水が到達する区域までとするが、この区域がすべて連続して存在している訳でなく、氾濫原及び河川の地形的な特徴によって幾つかの氾濫原に区分されるのが一般的である。このため、まず最初に、氾濫原や河川の特性を勘案し、過去の洪水における氾濫状況等も踏まえて、防御対象氾濫原の区分を行うこととする。

氾濫原は、氾濫原を洪水から防御する一連の堤防によって守られている。従って、防御対象氾濫原毎に一連のシステムとして安全度を評価することが合理的である。なお、個別の堤防の評価を行おうとしても、前述したように堤防は治水の歴史的な産物であるため、堤体内の土質材料を正確に把握することが難しく、堤防の相対的な安全度評価はなし得たとしても、絶対的な安全度評価を行うことは不可能に近く、特定の堤防を評価することは困難である。このことから防御対象氾濫原毎にシステムとして安全度を評価せざるを得ない。

その評価としては堤防の高さが大きな指標となるが、浸透作用及び水衝作用に対する堤防の安全度についても評価を行う必要がある。このため、堤防の高さだけでなく、堤防の質も含めた機能評価を行うこととする。

この方法としては、様々な方法が考えられるが、堤体内への河川水浸透に対する安全性を一つの判断基準として、これを堤体幅で評価することとし、定規断面によるスライドダウンを行って堤防の高さを補正することとする。また、水衝に対する安全性は護岸の有無によって評価を行うこととする。

上述したような評価を加味した堤防の高さを基に、河道計画で用いられている不等流計算法によって河道の無害流量を判定し、各防御対象氾濫原で無害流量を越えた時点から堤防の決壊による氾濫が始まるものとして被害額の算定を行うものとする。堤防が決壊する地点は、上述したように防御対象氾濫原毎にシステムとして安全度を評価することとしているので、防御対象氾濫原毎に被害が最も大きくなる地点において決壊が生じることとする。

治水事業は、歴史的な産物である施設体系を前提として、これらの施設の機能をどのように強化するかという典型的な機能強化型の事業である。機能強化を行う際には、中間的な目標を定め、逐次上下流、左右岸の治水安全度のバランスを図りながら進めることが一般的であるので、途中段階の河川整備の目標設定においては、上下流、左右岸の治水安全度のバランスを踏まえた安全度の設定が行われることを前提とする。

1. 総説

1.1 目的

治水経済調査は治水事業の諸効果のうち、経済的に評価できるものを治水事業の便益として把握するとともに、一方で治水事業を実施するための費用および施設の維持・管理に要する費用を治水事業の費用として算定し、両者を比較することにより当該事業の経済性を評価することを目的とする。

本マニュアル（案）は、このための標準的な調査方法を定めたものである。したがって、全国平均や都道府県別の基礎数量や被害率の数値を用いていることから、便益や費用の算定にあたっては、本マニュアル（案）で標準的に調査することとしている手法や項目以外についても、個別に評価することを妨げない。

1.2 適用範囲

本マニュアル（案）は、計画の策定段階において、整備期間やその間の投資計画を想定することが可能で、事業の経済性を評価することのできる治水事業において実施される治水経済調査に適用する。具体的には、河川整備計画の検討時ならびに河川・ダム事業の新規事業採択時評価及び再評価等に適用する。

1.3 用語の定義

- 氾濫原

対象とする河川が溢水や越水、堤防の決壊により氾濫した場合に、その氾濫水により浸水する区域を包絡する区域をいう。

- 溢水氾濫

ここでは、掘込み河道区間からの氾濫をいう。

- 越水氾濫

ここでは、堤防を越流する氾濫をいう。

- 二線堤

河川の堤防や道路等の連続盛土構造物のうち、氾濫水の時間的空間的な広がり
を左右する構造物をいう。

- 氾濫ブロック

一連の氾濫原のうち、同じ氾濫形態を示し、支川・山付き・二線堤等により、河
道区間・左右岸ごとに区分されるひとまとまりの氾濫区域をいう。(氾濫ブロックは
洪水規模により異なることがあるが、対象流量規模が小さい場合の氾濫ブロックを
採用する。)

- 計画規模

河川法施行令第十条の二第二号イに規定する基本高水の設定の前提となる降雨の
規模をいう。

- 流下能力

ここでは、河道の当該断面において、ある水位で流下できる流量をその水位に対
する流下能力といい、水理計算から求めた $H-Q$ 式により算出する。

- 無害流量

河道断面の左右岸ごとに、堤防の形状、護岸等の有無、堤防決壊部の敷高（破堤
敷高）を考慮して求めた、河道計画上安全に流下できると評価される流量をいう。
また、この流量に対応する水位（ $H-Q$ 式による逆変換）を無害水位という。

- ブロックの無害流量

氾濫ブロック内の各地点の無害流量のうち、最小の流量を「ブロックの無害流量」
という。

- 最大流下能力

ここでは、堤防天端高の流下能力をいう。

- スライドダウン

対象とする河道の堤防に計画堤防断面が内包されるよう計画堤防を下方に最小限平行移動することをいう。

- 便益

ここでは、治水施設の整備によって防止し得る被害額を便益とする。治水施設の整備に伴うその他様々な便益や負の便益となる外部不経済については治水経済調査では扱わず、別途総合評価等において考慮する。

- 費用

前記の便益を生み出すために必要な治水施設の整備および維持管理に要する費用をいう。

- 名目価格と実質価格

名目価格とは、ある年に実際に市場で取り引きされている価格のことをいう。実質価格とは、特定の年の物価を基準として、物価上昇や下落などの物価変動の影響を取り除いた価格のことをいう。

- 現在価値化（現在価格化）

同じ額面の商品（金銭）でも受け取る時点によって価値が異なる（一般に早く受け取る方が価値が高い）。このような考え方にに基づき、費用便益分析では、便益や費用を現在の価値として統一的に評価するために、将来または過去における金銭の価値を現在の価値に換算する必要がある。

現在の C_0 （円）を複利（利率 γ ）で運用すれば、 n 年後は $C_n = (1 + \gamma)^n C_0$ であるので、 n 年後の C_n は現在価値で見れば $C_0 = C_n / (1 + \gamma)^n$ となる。

たとえば用地費 C は、将来において価格変動がないとすれば n 年後においても C であるが、現在価値は年数経過に従って目減りすることになる。

また、現在価値化にあたっては、費用、便益それぞれにおける物価変動の影響を除去する必要があるため、それらを現在価値化の基準年度の実質価格に変換する。

- デフレーター

名目価格から実質価格を算出するために用いられる価格指数をデフレーターという。

- 社会的割引率

費用便益分析において、将来の便益や費用を現在の価値として統一的に評価（現在価値化）する際に割り引くための比率である。国土交通省所管公共事業の費用便益分析で適用される社会的割引率は全て4%とされており、当面はこれを適用する。

- 残存価値

将来において施設が有している価値をいう。

1.4 調査の基本方針

治水施設の整備及び維持管理に要する総費用と、治水施設整備によってもたらされる総便益（被害軽減）を、社会的割引率及びデフレーターを用いて現在価値化して比較する（図-1.1 参照）。このため、評価時点を現在価値化の基準点とし、治水施設の整備期間と治水施設の完成から 50 年間までを評価対象期間にして、治水施設の完成に要する費用と治水施設の完成から 50 年間の維持管理費を現在価値化したものの総和から総費用を、年平均被害軽減期待額を現在価値化したものの総和から総便益をそれぞれ算定する。

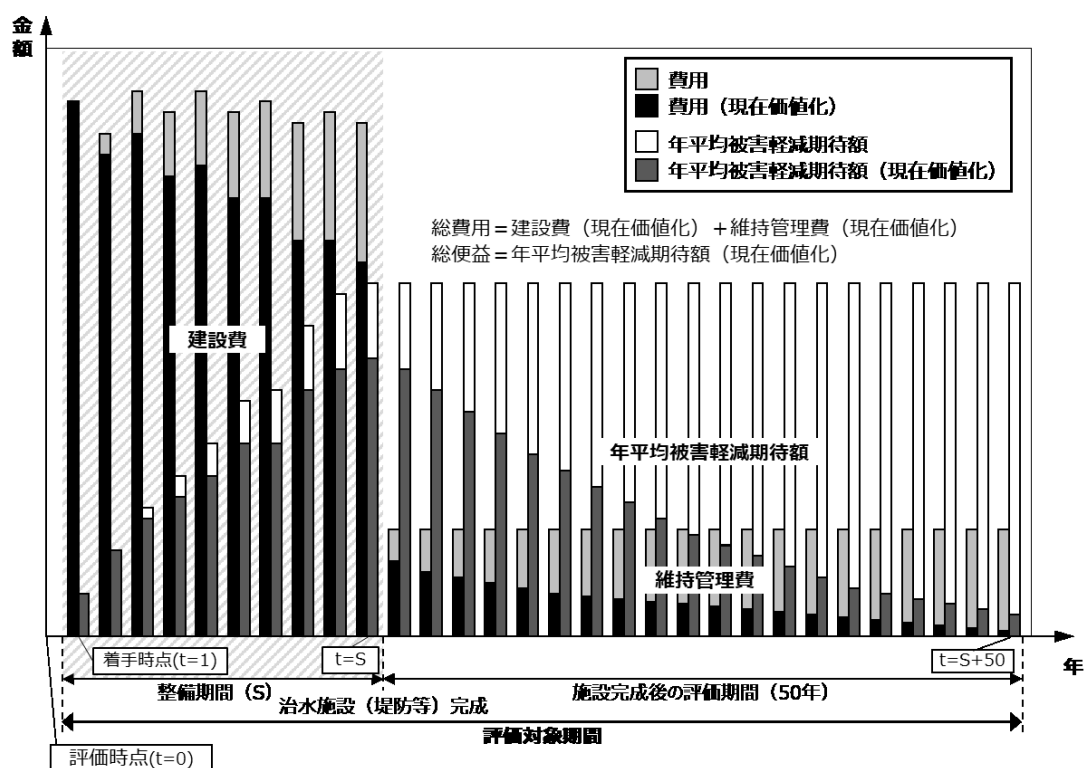


図-1.1 総費用、総便益の考え方

図-1.1 に示したとおり、河川整備計画並びに河川・ダム事業の新規事業採択時評価及び再評価等において、治水施設整備の投資計画と治水施設整備によってもたらされる便益を時系列的にとらえ、各年の建設費、維持管理費、年平均被害軽減期待額等を現在価値化して総費用、総便益を算定するものとする。

具体的な投資計画（建設費、整備期間及び建設費の配分）が決まっている場合には、それに従って費用を算出する。具体的な投資計画が決まっておらず、概算の建設費しか決まって

いない場合には、これまでの類似事業を参考に整備期間と建設費の配分を想定し、費用を算定する。

また、治水事業を一連のものとして評価する必要がある、現況河道から事業の経済評価を行うことが適切でない場合には、事業の前提となる河川整備計画等を考慮の上、一連の事業として経済評価することが適切な時点にまでさかのぼった評価も行うこととする。

なお、評価対象期間として治水施設の整備期間と治水施設の完成から 50 年間とした主な理由は次のとおりである。

- 治水施設の耐用年数は物理的な側面と社会的な側面とがあり、物理的な耐用年数は適正な維持管理により相当年数その機能が維持される。一方、社会的な耐用年数はその時代の価値観や社会的な要請が色濃く反映され、そのものの効用が変質するためあまり長い期間の予測は妥当でない。
- 割引き計算にあたり、治水施設の完成から 50 年以降の費用と便益は現在価値化をすると大きな影響をもたない。
- さらに、税制上の措置として法定耐用年数があり、堤防は 50 年、ダムは 80 年とされている。

また、一連の調査について今後はより一層客観的かつ合理性のあるものとするのが肝要であり、その意味から無害流量の考え方等統一的な評価が可能なものについては極力統一することとする。

1.5 検討の流れ

本マニュアル（案）に基づいて治水経済調査を実施する場合の、総費用及び総便益の調査手順を以下の図-1.2 に示す。

なお、2章以降では便益の算定、費用の算定の順に、実際の経済調査を実施する場合の手順に沿って調査方法を示す。

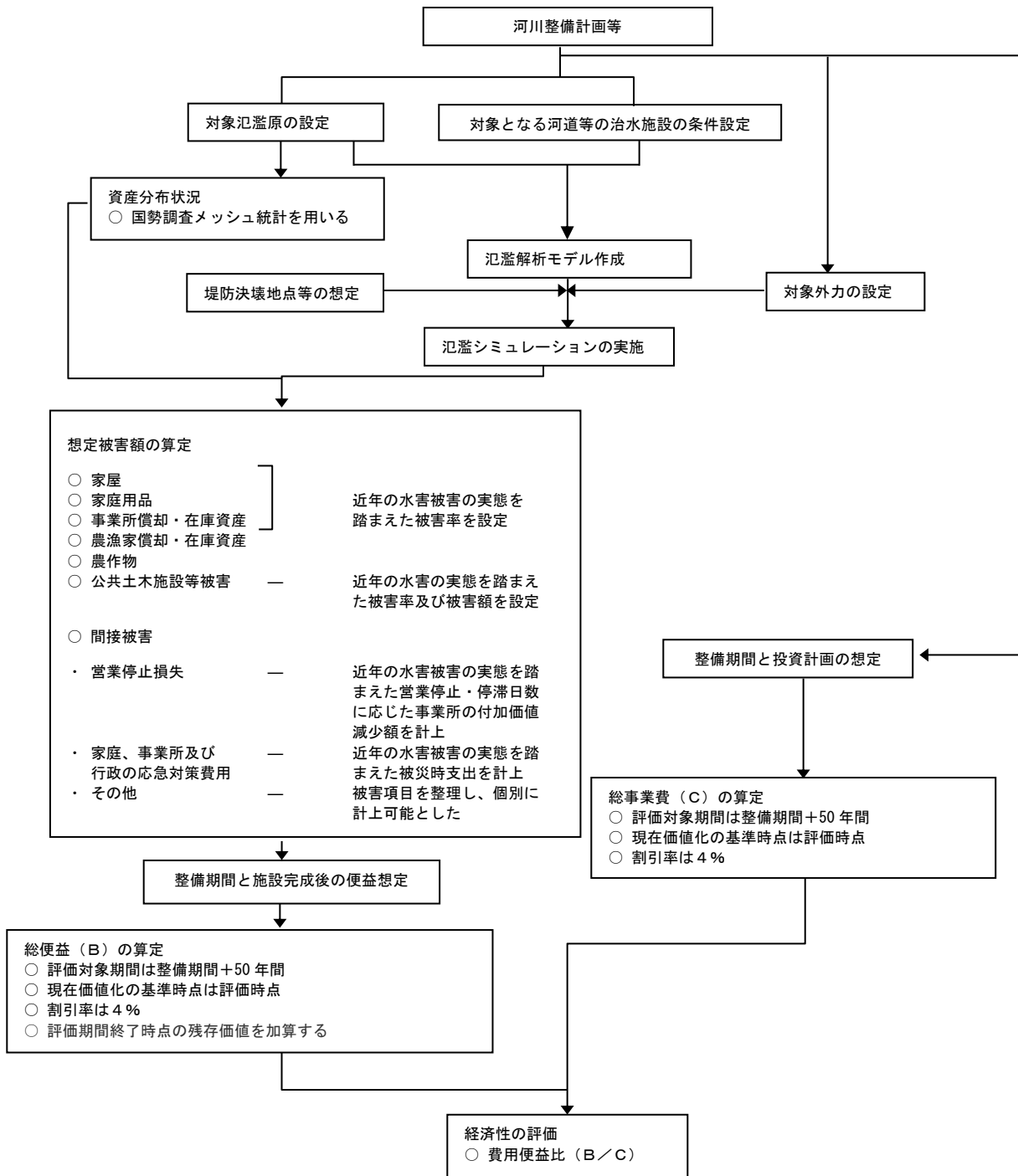


図-1.2 治水経済調査の手順

2. 氾濫原の特徴分析

2.1 対象氾濫原の設定

現況の氾濫原を対象とし、氾濫形態や浸水の拡がりに影響する構造物は出来るだけ氾濫解析モデルに組み込むものとする。

なお、現在建設中及び計画決定している連続盛土等の構造物で、氾濫状況に大きく影響し、かつその構造等が明らかなものについても氾濫解析モデルで考慮することとする。

また、工業団地等の大規模開発計画についても、具体的に設定できる場合には、氾濫解析モデルや資産算定に考慮すること。

[解説]

4章で後述する資産算定及び氾濫解析モデルの作成は現況の氾濫原を基本とし、次の要領で行う。

(1) 対象とする氾濫原

計画規模の降雨を対象とした洪水浸水想定区域図等の検討結果を参考として、対象洪水による最大浸水区域を包含できるように、対象氾濫原を設定する。一般に最大浸水区域は、地形条件により規定されるが、河口付近の低位部では、隣接する河川の堤防等の人工的な構造物で浸水区域が規定される場合等があり、既往の氾濫シミュレーション結果、治水地形分類図における氾濫平野、河川の計画高水位、地形標高の関係等をもとに、浸水する可能性のある区域を対象氾濫原として設定する。

(2) 氾濫解析モデルにおける氾濫原の想定

氾濫解析モデルでは、地形標高や二線堤となる連続盛土構造物、氾濫水の拡散を左右する中小河川等の水路を考慮する必要があるが、地形や次の構造物は現況条件を基本とする。

- 道路等の連続盛土
- 中小河川等氾濫水の伝播を左右する水路
- ポンプ等の大規模な排水施設

ただし、治水施設完成後の将来の浸水被害を対象とする治水経済調査では、将来における上記要因の変化を具体的に設定できる場合、それらについても氾濫解析モデルに考慮する必要がある。

(3) 資産算定における氾濫原の想定

現況氾濫原における資産を対象に資産算定を行うことを基本とする。ただし、都市計画決定している大規模開発等により将来の資産の伸びを具体的かつ合理的に設定できる場合には、それも含めて資産算定を行ってもよい。

2.2 対象氾濫原における資産等の調査

対象氾濫原における地盤高、資産等を調査し、メッシュデータとして整理するものとする。

[解説]

対象氾濫原における地盤高及び資産データ（氾濫シミュレーション及び被害額算定に必要なデータ）を調査し（資産調査については4章で後述する。）、メッシュごとのデータとして整理する。

(1) 平均地盤高データの設定

地盤高調査の方法は、航空レーザー測量（レーザープロファイラ（LP）測量）等による数値標高モデル（DEM）データの使用を基本とするが、使用できない場合は「基盤地図情報 5mメッシュ又は10mメッシュ（国土地理院）」、「数値地図 50mメッシュ（標高）（（一財）日本地図センター）等を利用する。

ただし、数値地図の標高データは1/25,000地形図をベースに内挿計算により格子点標高を求めているので、1/25,000地形図において等高線がまばらにある低位部の地域や、標高が急変する氾濫区域境界では精度が低下する可能性がある。数値地図の標高データを用いる場合には、それらの区域や河道沿いのメッシュについて適宜大縮尺の図面等によりチェックする必要がある。

(2) 資産データの算定

4章で後述する。

なお、対象氾濫原をメッシュに分割するにあたっては、被害額算定の作業を軽減するため、数値地図（国土基本情報）（（一財）日本地図センター）等において採用されている標準地域メッシュ及び後述する氾濫シミュレーションの計算メッシュと整合を図ることが望ましい。

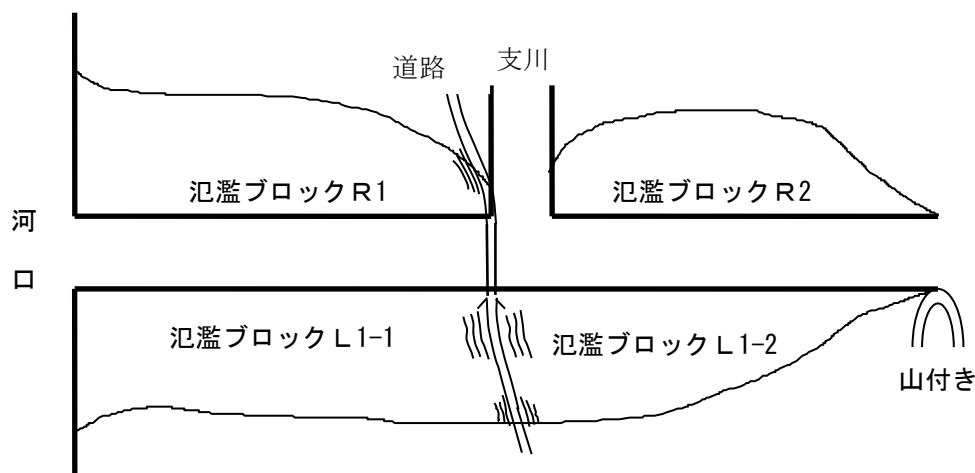
2.3 対象氾濫原の特徴分析

2.3.1 対象氾濫原の分割

流域規模の違いによる氾濫区域の差異等を考慮し、対象氾濫原を一連の氾濫区域とみなせる区域（氾濫ブロック）に分割すること。

[解説]

左右岸の一連の堤防により防御される氾濫原を図-2.1のように氾濫ブロックとして分割する。このブロック分割は、段階的な河道改修を考える上で基本となるとともに、後述する想定被害額を左右する要因となるので、以下の点を考慮し、慎重に実施することが重要である。



(L1がL1-1とL1-2に分割されるのは、次の⑤、⑥による)

図-2.1 対象氾濫原分割図

① 氾濫形態

氾濫形態は、氾濫原の地形特性及び洪水規模によって、河川沿いに氾濫水が流下する流下型氾濫、河川水位の上昇と相まって浸水深は上昇するが浸水区域は著しく変化しない貯留型氾濫および氾濫水が四方に拡散する拡散型氾濫に大別される。氾濫形態に応じて浸水被害の特性や適用可能な氾濫解析手法が異なるので、地形的な特徴や既往の氾濫解析結果等を参考に、一連の氾濫形態を呈すると想定される区域（氾濫ブロック）に対象氾濫原を大別する。なお、大局的にみれば貯留型氾濫区域であっても、中小規模の洪水では拡散型氾濫を呈する場合もあるので、氾濫形態の区分は定性的に行う。

②対象河道の左右岸

氾濫形態により区分された地域をさらに対象河川を境界として左右岸に分割する。

③合流する支川

支川堤防で氾濫原が分断され、氾濫形態が変わる場合には、支川を境界として分割する。

④山付き

山付きにより氾濫区域が分断される場合は、そこを氾濫ブロックの境界とする。

⑤洪水規模と堤防の決壊地点ごとの浸水区域

大規模な洪水では上流から下流まで浸水する氾濫ブロックであっても、**図-2.2**に示すように、中小規模洪水時には、地形要因により氾濫区域が複数になる場合がある。その場合には、それぞれの区域を氾濫ブロックとして扱う。

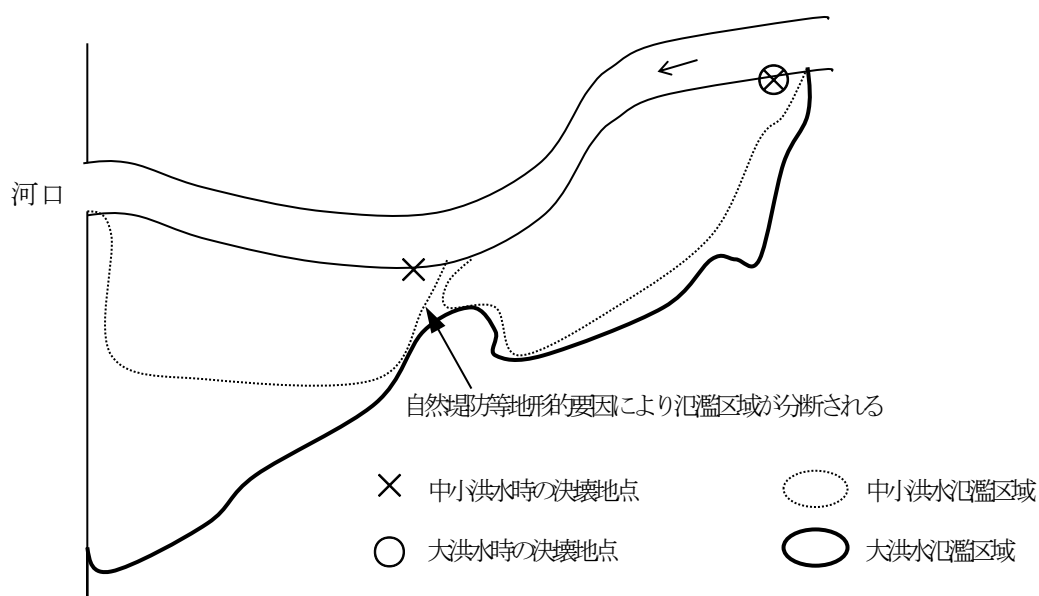


図-2.2 洪水規模ごとの氾濫ブロック

⑥氾濫原を分断する連続盛土等の構造物

⑤と同様に、中小河川や二線堤となる連続盛土構造物により、中小規模洪水では氾濫区域が分断される場合には、それぞれの区域を氾濫ブロックとして扱う。(図-2.2)

⑦浸水実績

過去において規模の大きな外水氾濫を生じた河川については、浸水実績区域も参考に氾濫ブロック分割を行う。

2.3.2 流下能力の把握

対象河道の左右岸流下能力を算出し、氾濫ブロックごとに洪水氾濫が生じない最大の流量をブロックごとの無害流量として設定するとともに、その確率規模を算定する。また併せて、左右岸各地点における最大流下能力の算定も行う。

[解説]

3.1 節で詳述するが、各氾濫ブロックではブロックにおける無害流量以上で堤防の決壊による氾濫を生じる可能性があるものとし、また河川の各所においては当該箇所の最大流下能力以上の洪水が流下する場合には越水が生じるものとする。以下、無害流量および最大流下能力の算定方法について述べる。

(1) 流下能力把握時点（対象とする河道）

治水事業着手時点および想定施設完成後の河道について流下能力を算定する。

ここで、治水事業着手時点の河道とともに想定施設完成後の河道についても対象とするのは、治水事業前後での氾濫被害の比較により治水事業の効果を評価するためである。

また、治水事業を一連のものとして評価する必要があり、現況河道から事業の経済評価を行うことが適切でないものについては、事業の前提となる河川整備計画等を考慮の上、一連の事業として経済評価することが適切な時点にまでさかのぼった評価も行うこととし、その時点の河道についても対象とする。

(2) 流下能力把握のための条件

① 水理解析手法

治水経済調査の評価対象となる河道計画と整合を図るため、河道計画で用いる水理解析手法により流下能力を算定する。現在のところ、大河川の河道計画では樹木群を考慮した不等流計算（以下、準2次元不等流計算）が用いられているので、大河川では準2次元不等流計算を基本とする。

② 水理条件

現況河道の流下能力を判断する際の水理条件としては、河道計画での現況河道流下能力算定条件を用いる。具体的には出発水位、粗度係数、樹木群などの死水域の範囲、境界混合係数、橋梁等の構造物によるせき上げ、砂州や小規模河床波、河

道の湾曲による水位上昇、支川合流による水位上昇等について、河道計画との整合を図る。

さらに、想定治水施設完成後の河道における水理条件は河道計画条件と整合を図る必要がある。

(3) H-Q式の作成

上述の水理解析手法ならびに水理条件により、流量 (Q) 規模ごとの水位 (H) を計算し、 $Q=a(H+b)^n$ 形式等のH-Q式を作成する。なお、その際の河道流量配分は、計画流量配分比により設定する。

(4) 無害流量の評価

対象河道の各断面について、堤防をスライドダウンし (図-2.3)、その天端高から計画の余裕高を引いた高さを H_I として、その流下能力 Q_I をH-Q式から算定する。また、堤防位置における堤内地盤高か河道の高水敷高のいずれか高い方 (堤防決壊部の敷高 (破堤敷高) となる標高) を H_0 として (図-2.4)、それに相当する流下能力 Q_0 をH-Q式から算定する。

さらに、 Q_I について、河道計画において、堤防の安全を確保する上で計画されている低水護岸、高水護岸および漏水対策について、これらが未整備の場合には、各々について適切に割引いた流量 Q_I' を算定する。

割引流量 Q_I' と Q_0 のいずれか大きい方を当該断面の最小流下能力とする。

この最小流下能力を縦断方向に整理し、流下能力図 (図-2.5) を作成する。

この流下能力図の各ブロックの最小流下能力をもって各ブロックの無害流量とする。

一連の事業として経済評価することが適切な時点にまでさかのぼった評価を行う場合に、その時点の河道についても同様の方法によることとするが、未改修時点の堤防はその高さに応じた流量を安全 (かつ確実) に流下できるとは想定しづらいため、 H_0 に相当する流下能力 Q_0 を当該断面の無害流量として近似してもよい。(図-2.4)

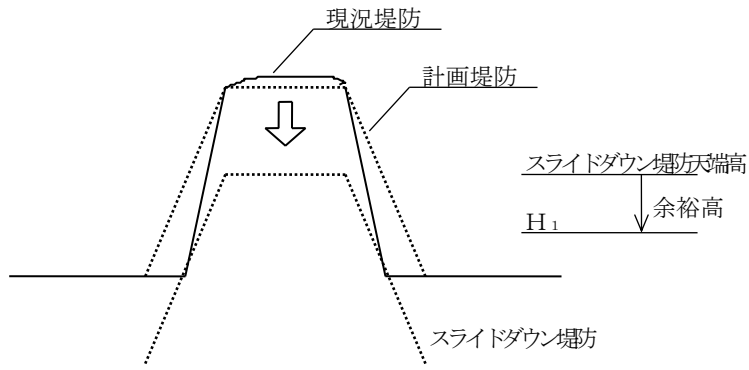


図-2.3 スライドダウン

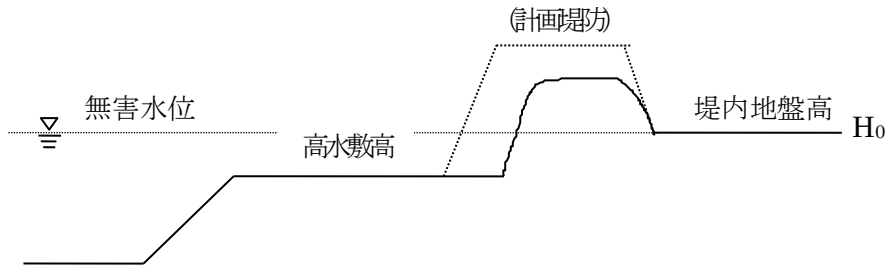


図-2.4 無害流量設定における未改修時点の堤防の評価方法

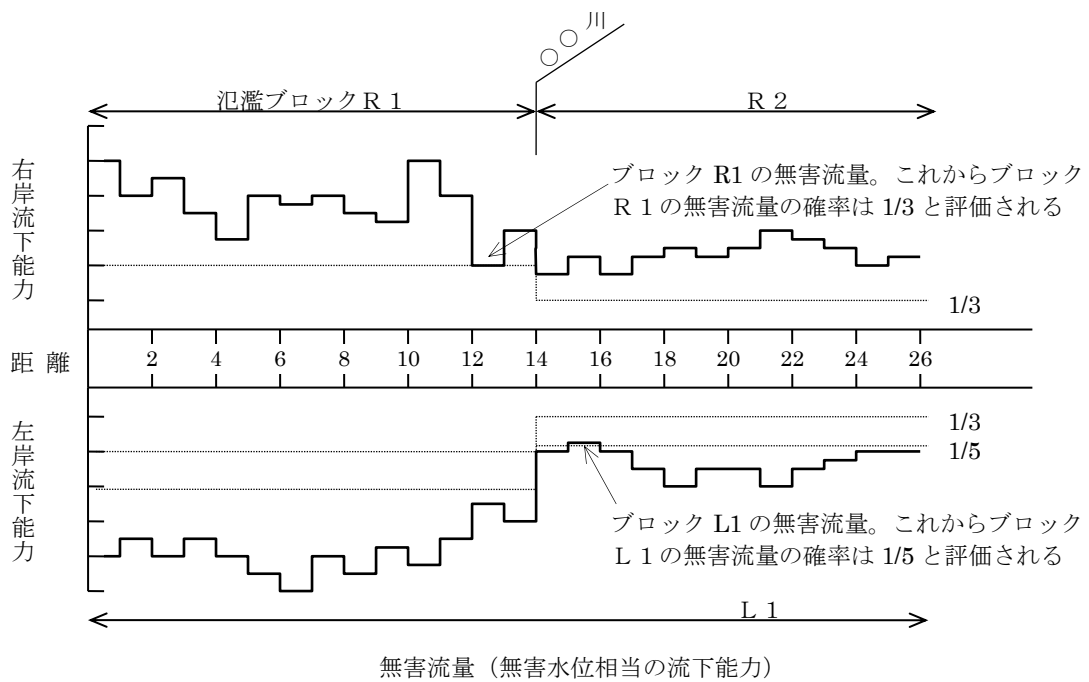


図-2.5 左右岸流下能力図

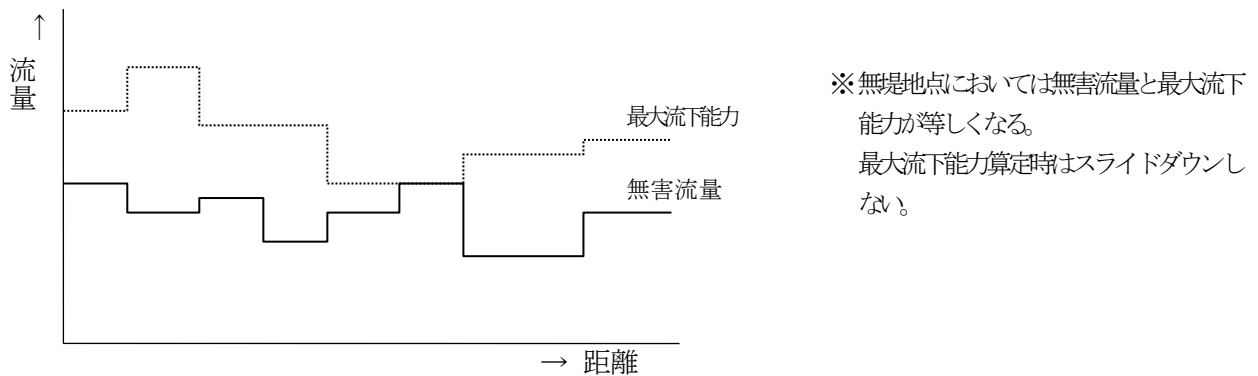
(5) 最大流下能力の評価

越流現象が生じない限界の流量を最大流下能力として定義する。

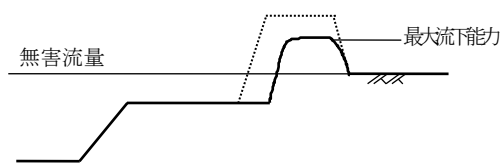
各断面の左右岸における最大流下能力は、堤防天端高に相当する流下能力とし、
(図-2.6) (なお、最大流下能力算定時はスライドダウンしない。)、先のH-Q式から算定する。

(6) 留意点

以上の流下能力の算定において、堰等の構造物の影響により流下能力が著しく過大又は過小に評価される場合には、水理計算結果から機械的にH-Q式を作成することなく、適正な流下能力評価となるよう当該区間の水理特性を勘案して、必要に応じてH-Q式を補正したり、後述する堤防の決壊地点から除くなどの配慮を行う。



<未改修の河道の場合>



<現況河道の場合>

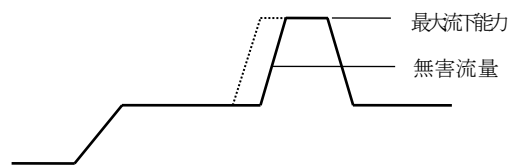


図-2.6 最大流下能力の算定

2.3.3 堤防の決壊地点の想定

各氾濫ブロックについて1箇所の決壊地点を想定することとする。

[解説]

堤防の歴史的な建設経緯から、その内部の構成材料が不明であることや、洪水継続時間等が確率事象であり、決定論的には扱えないことから決壊地点を特定することは困難である。また、一連の堤防で氾濫ブロックの洪水防御を担っている点を考慮し、氾濫現象が一連と見なせる氾濫ブロックにおいては、流量が「当該ブロックの無害流量」を越えた場合には、あらゆる地点（断面）において、決壊が生じる可能性があると考えることとする。ただし、決壊地点を特定できないとはいえ、対象河道の被害想定においては、決壊地点を想定せざるを得ないため、計画上被害最大となる状況を想定することとし、各氾濫ブロックについて被害が最大となる1地点を「堤防の決壊地点」として設定する。

「堤防の決壊地点」の選定にあたっては、計画規模の洪水浸水想定区域図の浸水解析資料等をもとに、その他以下の既往調査結果等を参考として「被害最大」となる決壊地点を選定する。

- 重要水防箇所調査
- 旧川締切り箇所、旧河道跡（治水地形分類図による）
- 落堀（同上）
- 扇状地
- 本支川の合流点
- 横断工作物の設置箇所

なお、次の事項を考慮する必要がある。

- 無害流量が小さい箇所（∵決壊の危険性が大）
- 計算水位と堤防決壊部の敷高（破堤敷高）の比高差が大きい地点（∵氾濫流量が大）

3. 氾濫シミュレーション

3.1 氾濫シミュレーションの基本的な考え方

流量規模・氾濫ブロックごとに氾濫シミュレーションを実施すること。
なお、上流部の流下能力の不足する地点では越水（溢水）を考慮すること。

[解説]

1. 氾濫シミュレーションケース

氾濫シミュレーションは、流量規模毎に氾濫ブロックの数だけ行うものとする。支川が存在する場合も同様に、支川の流量規模毎に支川氾濫が影響する氾濫ブロックの数だけ氾濫シミュレーションを実施する。

各ケースにおける堤防の決壊地点は、対象とする氾濫ブロックの決壊地点のみとし（よって各ケース決壊地点は1地点となる）、その被害額をもって、当該流量規模における当該氾濫ブロックの被害額とする。

なお、同一氾濫ブロックにおいて、本川による氾濫と支川による氾濫が想定される場合は、両者による被害額のうち大きな方を当該ブロックの被害額とする（図-3.1、図-3.2）。

2. 氾濫シミュレーション実施にあたっての留意点

氾濫現象をできるだけ忠実に捉え、被害最大となる氾濫状況を解析するにあたって、考慮すべき事項は以下の通りである。

- 流下能力不足箇所からの氾濫

上流部において、流量が最大流下能力を超えた箇所からは越水（溢水）氾濫が生じる。

- 氾濫による流量低減

越水（溢水）氾濫が生じる場合には、下流への流量が氾濫に応じて低減する。

また、氾濫した流量が河川に復する場合についても、できるだけそれを考える。

- 対象洪水

上下流、本支川等の河道において、施設の設計対象洪水が異なる場合や被害額最大となる場合を捉えるため、対象洪水を変える必要がある場合は、氾濫ブロック単位で対象洪水を変えることにより対処する。（図-3.1、図-3.2）

(例)

図-3.1 の様に、氾濫ブロック 3 において、本川より支川による被害額が大きい場合、氾濫ブロック 3 における被害額は支川氾濫による被害額をとるものとし、全体の被害額 D は以下のようなになる。

D = 全体最大被害額

$$= d_{1H} + d_{2H} \quad (\leftarrow \text{本川の決壊分})$$

$$+ d_{3S} \quad (\leftarrow \text{支川の決壊分}) \quad (\because d_{3S} > d_{3H})$$

ここに添字 1、2、3 は氾濫ブロックであり、 H 、 S は本川、支川による氾濫を表す。

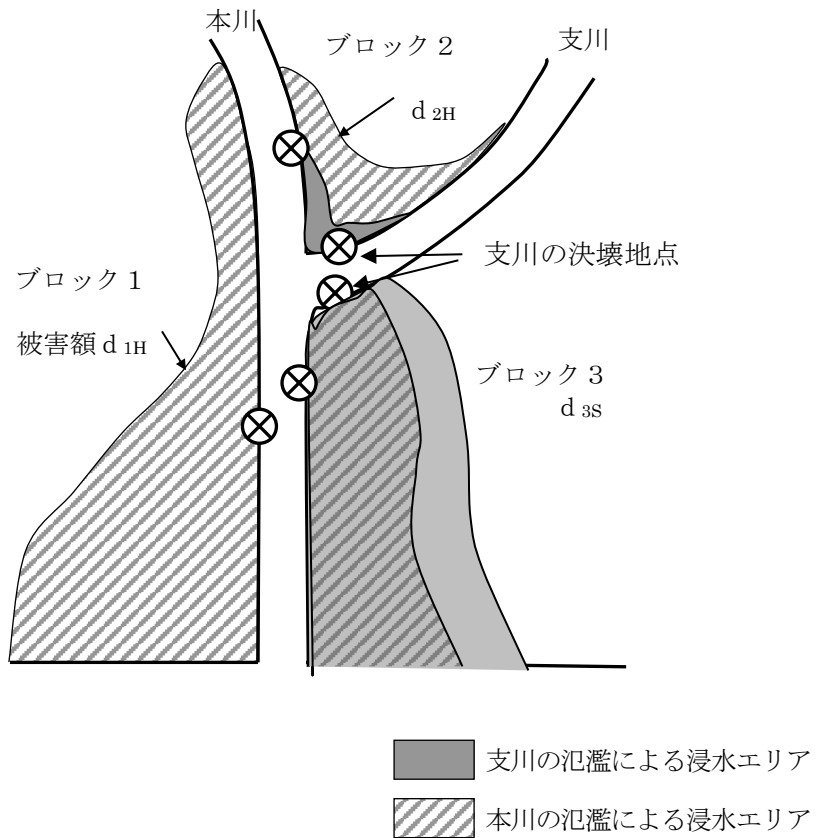


図-3.1 本・支川での氾濫被害

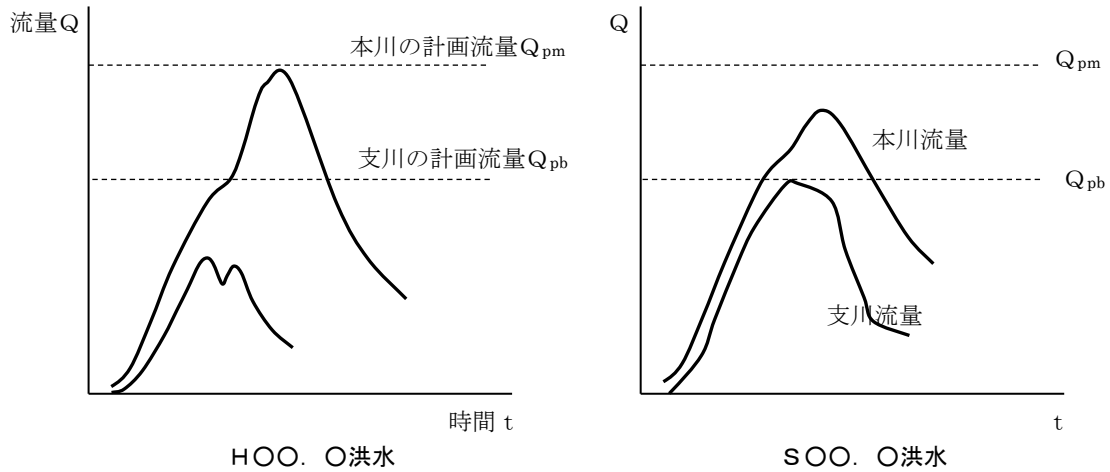


図-3.2 本・支川で対象洪水が違う事例

3. 堤防の決壊の可能性及び決壊後の流量の想定

堤防の決壊はブロック無害流量以上で生じる可能性があるが、実現象として堤防決壊部の敷高（破堤敷高）に相当する流量以下となる決壊はありえない。

よって、前章で算定したブロック無害流量と決壊敷高流量を各流量と比較し、当該流量での決壊の可能性についてチェックを行う必要がある。

（なお、図-3.3 の様に、決壊部の敷高（P30 参照）に相当する流量を決壊敷高流量とする。）

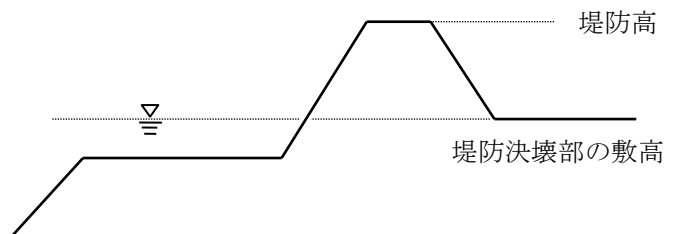


図-3.3 決壊敷高流量

（例）流量 2,000 (m³/s) とする。

流量 > ブロック無害流量 (1,500 (m³/s)) ※決壊の可能性あり

流量 > 決壊敷高流量 (1,000 (m³/s)) ※決壊を想定

よって当該地点において、堤防の決壊を想定する。

（上記2つの関係がともに成り立たない場合、決壊の可能性がないため決壊を想定しない。）

3.2 洪水氾濫の条件設定

3.2.1 洪水条件

無害流量より大きく、計画規模を最大として、基準地点等の生起確率が異なる洪水ハイドログラフを6ケース程度設定すること。

[解説]

洪水条件のうち流量規模は、無害流量より大きく、かつ計画規模を最大とする6ケース程度（ただし、無害流量の規模によっては、この限りでない。）とする。

なお、確率規模の想定に当たっては、下記の例に示すとおり、後述する年平均被害軽減額の推計時に支障がないよう、区間確率がなめらかに減少するよう配慮する。

		6 ケース						
＜良い例＞	無害流量	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{50}$	将来計画	
		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{150}$
＜悪い例＞	無害流量	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{70}$	将来計画	
		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{150}$

∴ 年期待値の大部分を占める確率規模の小さいところが粗いため、年期待値の精度が低下する。

洪水波形は、基本高水等の検討において設定された代表洪水の中から、次の事項に配慮して設定する。

- 河川管理施設等の設計対象洪水となっているもの
- 著名な水害で、できるだけ近年のもの
- 氾濫ボリュームが大きい等想定被害額が大きくなるもの

洪水の確率規模は基準地点での評価とする。ただし、支川の洪水波形を本川と別に設定する場合には、支川の主要地点における洪水の確率規模で評価する。

氾濫シミュレーションでは流量ハイドログラフを用いることを原則とするが、山間部で沿川流下型の氾濫形態を示す区間ではピーク流量のみを用いてもよい。確率規模別の洪水ハイドログラフは、基本高水の検討で採用した方法（流量確率、降雨確率）により、所定の確率に一致するよう降雨等の引伸しを行い、流出計算により設定する。

一連の事業として経済評価することが適切な時点までさかのぼった評価を行う場合

には、その時点の洪水調節施設を前提に流出計算することとし、治水事業着手時点として現況河道を対象とする場合及び想定施設完成後の河道を対象とする場合は、その時点におけるダム等による洪水調節を含めて流出計算する。このとき、調節方法は、現況河道では現行の操作規則、想定施設完成後の河道では計画の操作規則によることとする。

3.2.2 氾濫流量

流量規模別に、各氾濫ブロックの決壊地点における氾濫流量をそれぞれ求める。
なお、上流における氾濫（越水・溢水）を考慮する。

[解説]

1. 算定要領

氾濫シミュレーションを実施する場合の、越水・決壊に伴う氾濫流量は、次の要領で算定する。

① 越水・決壊に伴う氾濫流量

越水時の越流量及び決壊に伴う氾濫流量は、越水・決壊地点における河川水位と背後の堤内地水位及び堤防決壊部の敷高（破堤敷高）との関係から算定する。

② 河川水位

河道計画との整合を図るため、河道不定流計算による流量から、前述の準2次元不等流によるH-Q式により河道水位を算定する。なお、この水位は越水・決壊の可能性を判断し、越水・決壊に伴う氾濫流量の計算にのみ使用し、越水・決壊後の水面形の計算等に用いる河道不定流計算とは切り離して考える。

③ 河道洪水追跡

越水・決壊に伴う氾濫流量は横流出として扱い、下流の流量低減を考慮する。
また、越水・決壊に伴う流量が氾濫原を通じて河道に復する場合には、それを河道不定流計算に考慮する。

以上の計算においては、氾濫流量が河川水位のみにより決まる場合を除き、河道不定流計算と氾濫解析を一体的に実行する必要がある。既存のモデルがそれぞれ別個の計算となっている場合には、河道と氾濫原の相互の計算ができるようモデルの改良を行うことが望ましい。

2. 氾濫シミュレーション手法

前述の氾濫解析をフローで示せば図-3.4のとおりである。

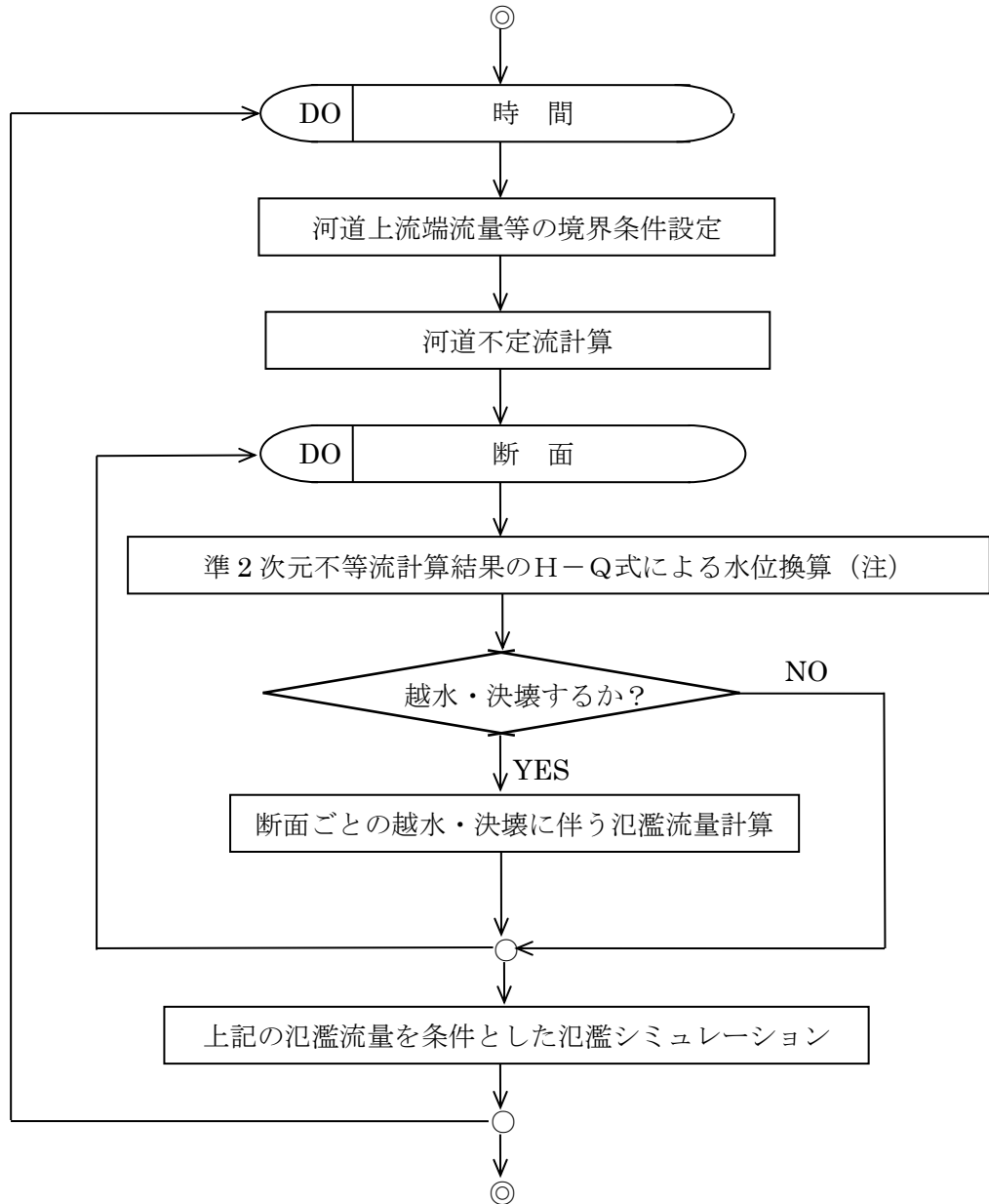


図-3.4 氾濫シミュレーションの概略手順

(注) この趣旨は河道不定流計算による時々刻々の流量分布及び河道計画で算定する流量に対応した水位を最も確からしい推定値としようとするものである。このため、H-Q式を規定することが困難な感潮区間については、堤防の決壊地点から除く等の配慮が必要である。

3. 計算にあたっての条件設定

計算にあたっての堤防決壊の形状等の条件設定については「氾濫シミュレーションマニュアル（案）」（建設省土木研究所、平成8年2月）を参考に次の要領で行う。

① 越水幅

決壊地点における堤防天端からの越水幅は、後述する決壊幅か、直下流決壊地点までの距離のいずれか小さい方とする。

② 決壊幅

決壊幅は実績値がある場合はそれを参考とするが、実績値がない場合は、決壊幅 y (m) は決壊箇所が合流点付近か否かに分けて、川幅 x (m) より次式により算定する。

なお、合流点付近とは、合流の影響が無視できない規模の河川が合流している場合で、その目安は支川の川幅が本川の川幅の3割以上とし、影響区間は合流点から上下流に本川川幅の2倍程度の区間を目安とする。

- 合流点付近の場合 : $y = 2.0 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 77$
- 合流点付近以外の場合 : $y = 1.6 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 62$

③ 決壊部の敷高

堤防は基部まで決壊するものとし、堤防位置における堤内地盤高と河道高水敷高のいずれか高い方を堤防決壊部の敷高（破堤敷高）とする。

④ 決壊の時間進行

決壊後瞬時に最終決壊幅の2分の1 ($y/2$) が決壊し、その後1時間で最終決壊幅まで拡大するものとする。また、この間の決壊幅の拡大速度は一定とする。

なお、決壊後は瞬時に③の敷高となるものとする。

⑤ 施設の扱い

氾濫現象に影響を及ぼす可能性のある施設については下記の点を考慮して、技術者の判断により可能な限り氾濫解析モデルに組み込む。

- 盛土…「平均地盤高からの比高が 50cm 以上のもの」は、モデルに組み込むものとする。具体的には堤防、二線堤（霞堤を含む）、鉄道、主要な道路やその他の盛土等である。

盛土は氾濫シミュレーションの計算メッシュ上では、盛土の横切るメッシュ境界に配置する。よって、盛土は平面的に見て階段状に配置されることになる。

- ポンプ…実際の稼働規則で考慮することが望ましいが、分からない場合は仮想する。（浸水開始と同時に最大能力で排水する等）
- 樋門…土木研究所提案の下記⑥（3）の計算式を用いる。
- カルバート…樋門と同様の計算式を用いる。
- 水路…水路内氾濫水の挙動をできるだけ再現するには、慣性項を除いた不定流モデルが望ましいが、時間的な流量変化が少ない場合など技術者の判断により、簡易な計算モデルを用いてもよい。盛土同様、氾濫シミュレーションの計算メッシュ境界部に配置する。また、あまり小規模な水路を取り込むことにより、計算が不安定になる場合があるので水路の取捨には留意すること。
- 下水道…考慮するのであれば、水路同様の計算方法が望ましい。

⑥ 越流量及び施設からの流出量

越流量は当該箇所の河道線形と洪水時のみお筋の関係等から、適当と判断される越流公式を採用する。

なお、越流公式による計算は、河道流量との収支を一切考慮していないため、場合により過大な越流量が計算されることがある。したがって、越流公式により求めた越流量 Q_B が堤防決壊部の敷高（破堤敷高）以上の流量 Q_D より小さいことを確認し、大きい場合には $Q_B = Q_D$ とする等の制御が必要である。

また、堤内の水位が河道の水位より大きい場合には、堤内から河道へ逆流するものとする。

(1) 正面越流の場合 本間の公式を用いて越流量を算出する。

本間の公式

$$\text{完全越流}(h_2/h_1 < 2/3)\text{の時} \quad Q = 0.35 \times h_1 \sqrt{2gh_1} \times B$$

$$\text{潜り越流}(h_2/h_1 \geq 2/3)\text{の時} \quad Q = 0.91 \times h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \times B$$

ただし、 h_1 、 h_2 は堤防決壊部の敷高（破堤敷高）から測った水深で、高い方を h_1 、低い方を h_2 とする。

(2) 横越流の場合 以下の公式を用いて越流量を算出する。

本間の公式による流量を Q_0 とし、河床勾配を I とすると越流量 Q は以下で表される。ただし、 \cos のカッコ内の単位は $^\circ$ である。

- 堤防決壊に伴う氾濫流量 Q

$$I > 1/1580 \quad Q/Q_0 = (0.14 + 0.19 \times \log_{10}(1/I)) * \cos(48 - 15 \times \log_{10}(1/I))$$

$$1/1580 \geq I > 1/33600 \quad Q/Q_0 = 0.14 + 0.19 \times \log_{10}(1/I)$$

$$1/33600 \geq I \quad Q/Q_0 = 1$$

- 溢水に伴う越流量 Q

$$I > 1/12000 \quad Q/Q_0 = \cos(155 - 38 \times \log_{10}(1/I))$$

$$1/12000 \geq I \quad Q/Q_0 = 1$$

(3) 樋門・カルバートからの流出量

土木研究所で提案されている下記の式を用いて流出量を計算する。

樋門・カルバートの高さを H 、幅を B とし、流出口の敷高から測った高い方の水深を h_1 、低い方の水深を h_2 とする。(図-3.5)

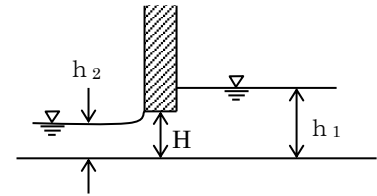


図-3.5 樋門・カルバートからの流出

$$\text{潜り流出： } h_2 \geq H \quad Q = CBH\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad , \quad C=0.75$$

$$\text{中間流出： } h_2 < H \text{ かつ } h_1 \geq 3/2H \quad Q = CBH\sqrt{2gh_1} \quad , \quad C=0.51$$

$$\text{自由流出： } h_2 < H \text{ かつ } h_1 < 3/2H \quad Q = CBh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad , \quad C=0.79$$

ただし自由流出で、 $h_1/h_2 \geq 3/2$ の場合は $h_2 = 2/3 h_1$ に置き換える。

⑦ 粗度

計算モデル及び流域の土地利用状況、過去の洪水実績等から総合的に判断するものとする。なお、「氾濫シミュレーションマニュアル（案）」に記載されている、粗度を水深と建物占有率との関数で表す方法も参考とすること。

⑧ 計算時間間隔の設定

計算が安定する範囲で計算時間（計算にかかる費用）を考慮して計算時間間隔を設定する。

なお、氾濫原内の水路を計算に取り込む場合、小さな水路は計算の不安定化につながる恐れがあるので、取り扱いには十分留意すること。

3.3 氾濫解析の実施

前記の氾濫流量を条件として氾濫解析を実施し、浸水区域及び浸水深を算出すること。

[解説]

氾濫計算はメッシュによる2次元不定流計算を標準とするが、氾濫原の地形条件等からみてそれが不適当な場合には他の方法によることができる。メッシュ分割に当たっては、資産データに使用したメッシュ（数値地図情報や国土数値情報）において採用されているメッシュとできるだけ整合をはかるものとする。

なお、メッシュ長は250mメッシュを基本とするが、地形勾配が急な場合など浸水特性を適切に反映できない場合には、より細かいメッシュを用いることが望ましい。ただし、氾濫解析の目的や計算に要する時間・労力にも留意が必要である。

一方、計算の精度上それより大きなメッシュでも十分な場合、又は250mメッシュとするとメッシュ数が膨大となって実用的な計算が不可能な場合には、500mメッシュを用いることもできるが、以下の検証を行うこととする。

「平均地盤高からの比高が50cm以上の盛土等」はモデルに組み込むものという観点から、勾配によるメッシュ間の標高差を50cm以下に抑える必要がある。

この場合の制約条件は以下の式で表せる。

計算時間（計算に係る費用）の制約条件や安定性を考慮して Δx 、 Δt を設定し、以下の式によってその妥当性の検証を行う。

$$\Delta z = I \times \Delta x \leq 0.5m$$

$$\Delta x > 10\sqrt{A}$$

$$\Delta t \leq \Delta x / 25$$

Δx : メッシュ幅(m)、 Δt : 計算時間間隔(秒)、 A : 氾濫ブロック面積(km²)

Δz : メッシュ間の平均的な標高差(m)、 I : 勾配

3.4 氾濫被害額の算定

資産及び地形等のメッシュデータと氾濫解析結果より算出される浸水深等から氾濫被害額の算定を行う。

[解説]

メッシュデータ（地盤高、資産、勾配等）と氾濫解析による浸水深からメッシュごとの氾濫被害額を算定する。また、これらを合計することにより氾濫原における確率規模別の氾濫被害額を算出する。さらに、この氾濫被害額に洪水生起確率をかけることにより、年平均被害軽減期待額を算出する。（なお、第4章の便益算定で詳述する。）

4. 便益算定

4.1 経済評価の対象便益

洪水氾濫被害の防止効果を便益として把握すること。

[解説]

治水事業の経済効果は、図-4.1 のとおり、氾濫原内資産の被害防止効果等のストック効果と事業実施に伴うフロー効果とに大別される。ストック効果は、洪水氾濫による直接的・間接的な洪水氾濫被害防止効果及び治水安全度の向上に伴う土地利用の高度化等の高度化効果がある。ただし、現在のところ、被害防止便益についても全てを計測できるわけではなく、ましてや、治水施設の整備に伴う高度化便益を計測することは技術的に容易ではなく、また、被害防止便益と完全に切り離して、純粋な高度化便益分を把握することは困難である。

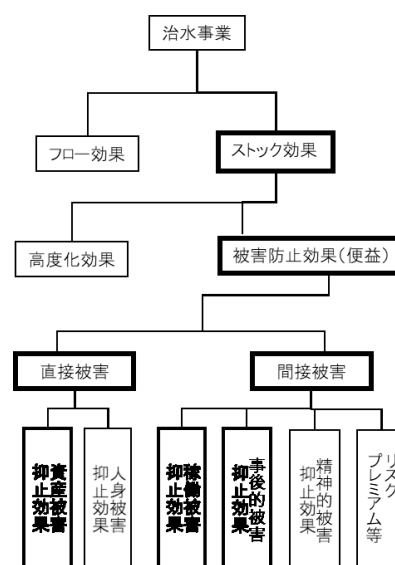


図-4.1 治水事業の経済効果

また、従来、一般資産被害についての直接的な被害額は一般資産の評価額を基に算定することとしていたが、水害後、同所にて再び生活を始めるには、人々は家屋や家財等を再調達するが多い。よって、実際に人々が支出する被害額に近い再調達価格を基に直接的な被害額を算定することを基本とする。

本マニュアル（案）では洪水氾濫による直接的・間接的な被害のうち、表-4.1 に掲げるもののうち、現段階で経済的に評価可能な被害の防止効果を便益として評価する。

この場合、整備期間中の治水施設の整備によって便益が発生すると考えられる事業については、整備期間中の便益の発生を時系列的に把握し、治水施設の整備期間を織りこんだ評価を行うこととする。

堤防の整備を行う場合には、一般的に図-4.2、図-4.3 に示したような順で整備を行うので、堤防整備の効果は整備期間中においても、投資費用に対応して施設整備の効果が徐々に発現する。

これに対して、ダムの場合には、ダム本体が完成し、所要の効果を発揮する段階

(例えば、試験湛水の段階) から効果が発現する。

上述したような整備期間中の施設の整備による便益を時系列的に把握し、適切に評価を行うことが重要である (図-4.4、図-4.5)。

【堤防整備の場合】

●縦断的な段階施工 (図-4.2)

堤防整備を縦断方向で段階的に施工する場合、危険度の高い箇所から (例えば、右の図で①の区間→②の区間→③の区間の順) 実施すると、その効果は①～③の全区間が完成しないと発現しないものではなく、各区間の完成毎に徐々に発現する。

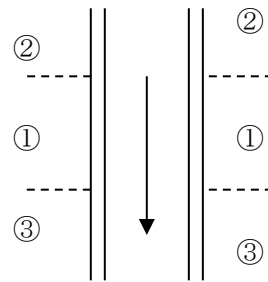


図-4.2 縦断的な段階施工の順序

●横断的な段階施工 (図-4.3)

堤防整備を横断方向で段階的に施工する場合、(例えば、右の図で堤防の腹付けを①→②の順に施工)、その効果は①と②の全体が完成しないと発現しないものではなく、①の腹付けの完成、②の腹付けの完成毎に徐々に発現する。

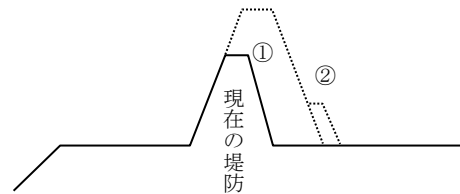


図-4.3 横断的な段階施工の順序

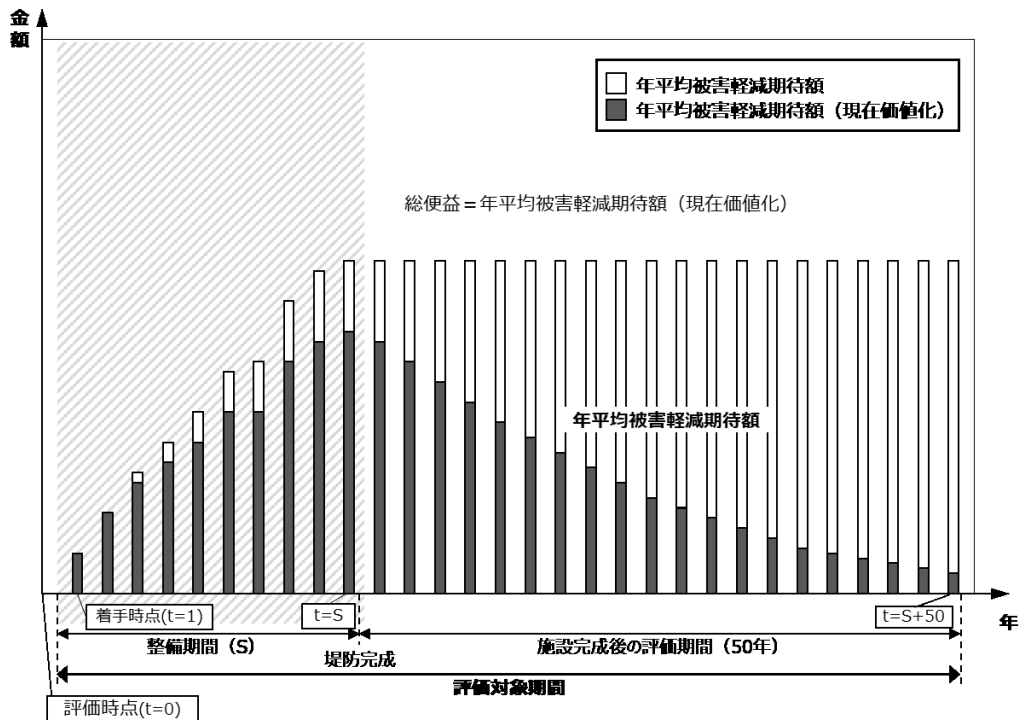


図-4.4 堤防の便益の発生

【ダムの場合】

ダムの場合には、施設が完成し、所要の効果を発揮する段階から効果を発現する。

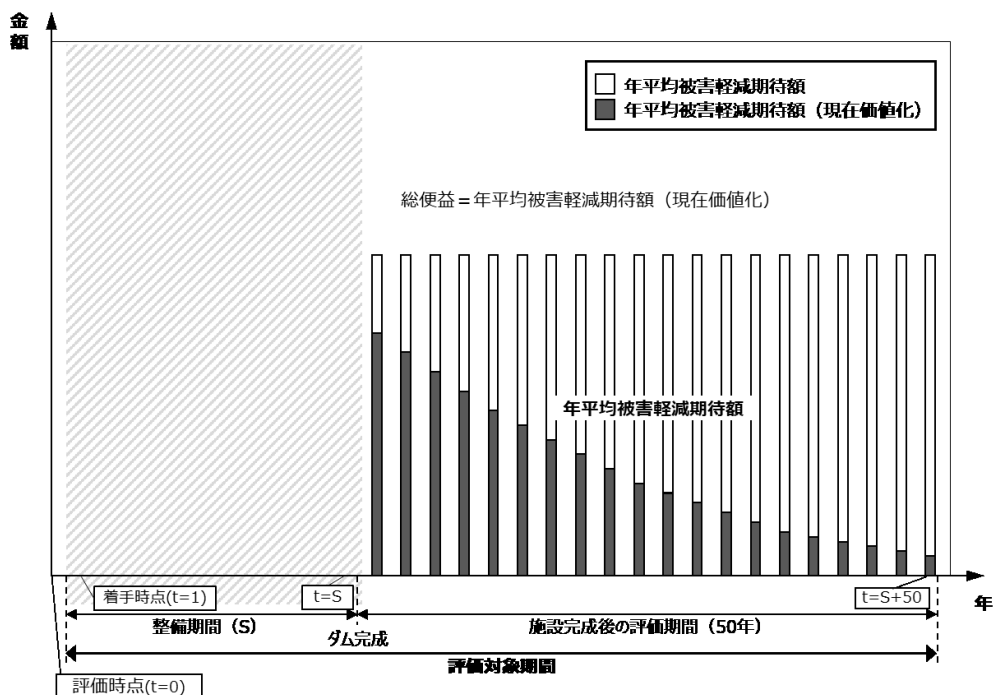


図-4.5 ダムの便益の発生

一方、水害による被害額（治水事業による便益）を算定する場合、ここでは、基本的に現状の資産の状況が将来も変わらないものと想定し、被害額を算定するものとする。ただし、将来の氾濫区域内の資産の伸びを具体的かつ合理的に設定できる場合には、それを含めて資産の算定を行い、その資産に対する被害額の算定を行ってもよい。

また、水害から通常の社会経済活動に戻るまでの時間についての想定も必要と
なってくる。

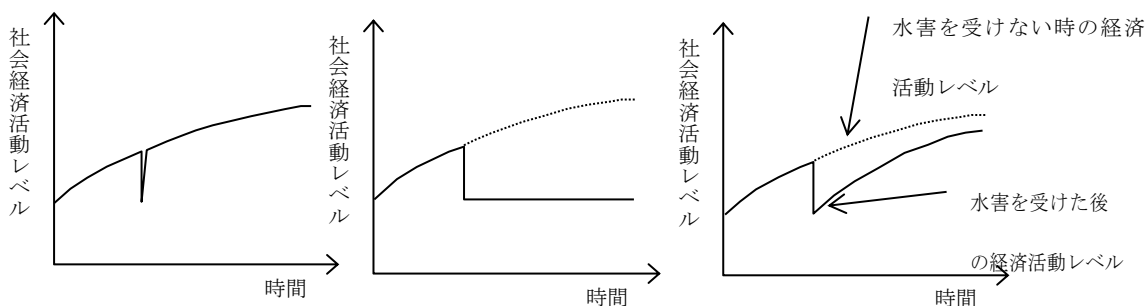


図-4.6 水害から通常の社会経済活動に戻るまでの時間について

水害によって生じる直接的資産被害額は同じであっても、被災者の有する資産や所得、また、被災地域の経済力や都市部や農村部といった地域特性、さらには地域における被災者の割合等によって水害から通常の社会経済活動に戻るために要する時間が図-4.6に示したように大きく異なってくる。従って、厳密な被害額を算定しようとする場合には、被災地域における個人所得や経済力と総被害額（直接被害額と間接被害額の合計）の関係について、過去の水害被害事例から整理して用いることが考えられるが、このようなデータは存在しない。

上述したようなことから、本マニュアル（案）においては、被害額として最低限の額を算出するとの考え方から、直接的な資産被害については瞬時に回復し、事業所の営業停止被害等の間接的な被害についても物理的に最低限必要な日数で通常の社会経済活動が行えると想定している。

しかしながら、こうした個人や地域の社会経済活動と水害の関係については、引き続き検討する必要がある。

なお、4.6節で述べるその他の便益については、個々の河川での調査により計測可能なものについては便益として評価することを妨げない。ただし、便益の評価に当たっては重複して評価することのないよう留意しなければならない。

表-4.1 治水事業のストック効果

		分類		効果(被害)の内容	
被害防止便益	直接被害	資産被害抑止効果	一般資産被害	家 屋	居住用・事業用建物の被害
				家庭用品	家具・自動車等の浸水被害
				事業所償却資産	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害
				事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害
				農漁家償却資産	農漁業生産に係わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害
				農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害
		農産物被害		浸水による農作物の被害	
	公共土木施設等被害		公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害		
	人身被害抑止効果			人命損傷	
	間接被害	稼働被害抑止効果	営業停止被害	家 計	浸水した世帯の平時の家事労働、余暇活動等が阻害される被害
				事 業 所	浸水した事業所の生産の停止・停滞(生産高の減少)
				公共・公益サービス	公共・公益サービスの停止・停滞
		事後的被害抑止効果	応急対策費用	家 計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな出費等の被害
				事 業 所	家計と同様の被害
				国・地方公共団体	水害廃棄物の処理費用 家計と同様の被害や市町村等が交付する緊急的な融資の利子、見舞金等
			交通途絶による波及被害	道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害
			ライフライン切断による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、水道等の供給停止に伴う周辺地域を含めた波及被害
			営業停止波及被害		中間製品の不足による周辺事業所の生産量の減少や病院等の公共・公益サービスの停止等による周辺地域を含めた波及被害
		精神的被害抑止効果	資産被害に伴うもの		資産の被害による精神的打撃
			稼働被害に伴うもの		稼働被害に伴う精神的打撃
人身被害に伴うもの			人身被害に伴う精神的打撃		
事後的被害に伴うもの			清掃労働等による精神的打撃		
波及被害に伴うもの			波及被害に伴う精神的打撃		
リスクプレミアム			被災可能性に対する不安		
高度化便益			治水安全度の向上による地価の上昇等		

※地下街が浸水することによる被害等、その他の被害抑止効果も存在する。

(表中の□は、本マニュアル(案)で被害率や被害単価を明示した項目)

4.1.1 直接被害の対象資産

直接被害の対象資産は次の通り。

- 家屋
- 農作物
- 家庭用品
- 公共土木施設等
- 事業所償却・在庫資産
- 農漁家償却・在庫資産

[解説]

浸水による被害を直接受けるものとして本マニュアル（案）で対象としている資産は次の通りである。

①家屋

居住用及び事業所用の建物

②家庭用品

家具・家電製品・衣類・自動車等

③事業所償却・在庫資産

工作機械、事務用機器などの償却資産及び在庫資産

④農漁家償却・在庫資産

農機具等の生産設備及び在庫資産

（なお、①～④を「一般資産」という。以下同じ）

⑤農作物

水稻および洪水期における畑作物

⑥公共土木施設等

公共土木施設（道路、橋梁、下水道及び都市施設）

公益事業施設（電力・ガス・水道・鉄道・電話等の施設）

農地及び水路等の農業用施設

4.1.2 対象とする間接被害

直接被害から波及的に生じる間接被害のうち、経済評価が可能な被害を把握すること。

[解説]

洪水の波及被害は浸水区域内外に及び、河川の特長、浸水した地域の社会・経済活動状況の他、浸水の規模等により様々であり、その全ぼうを捉えることは難しい。また、経済的・合理的に被害額を計測する手法もすべての被害項目について確立してはいない。

そこで、間接被害のうち、現段階で経済的、統計的に推計可能な次の被害を当面の間、間接被害として把握する。なお、その他の間接被害については個々の河川での調査において、当該河川の特長等を反映した客観性、合理性のある計測方法が確立できる場合には、それも含めて間接被害として計上してよい。

- 営業停止損失
- 家庭における応急対策費用
- 事業所における応急対策費用
- 国・地方公共団体における応急対策費用（水害廃棄物の処理費用）

4.2 資産データの調査

被害額の算出に必要な氾濫区域の資産及び世帯数、従業者数等の基礎数量を氾濫シミュレーションの計算メッシュ単位に算定すること。

[解説]

(1) 調査対象資産

次の資産について関係する基礎数量を調査する。

- 家屋（床面積）
- 家庭用品（世帯数）
- 事業所償却・在庫資産（従業者数）
- 農漁家償却・在庫資産（農漁家世帯数）
- 農作物（水田面積・畑面積）

(2) 基礎数量調査

直近の国勢調査に関する地域メッシュ統計（総務省統計局）等を活用し、氾濫シミュレーションの計算メッシュ（250mを基本とする）ごとに次の基礎数量を調査する。

- 人口・世帯数（地域メッシュ統計・・・国勢調査）
- 産業分類別従業者数（地域メッシュ統計・・・経済センサス）
- 農漁家数（地域メッシュ統計・・・国勢調査）
- 延床面積（（一財）日本建設情報総合センターメッシュデータ）
- 水田・畑面積（地図または数値地図（1/10 細分区画土地利用データ）（（一財）日本地図センター）等による）

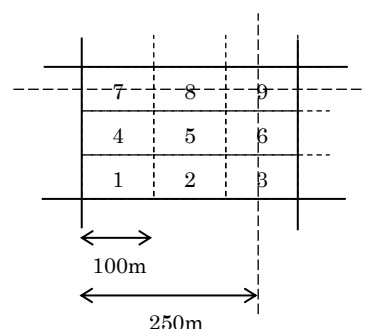
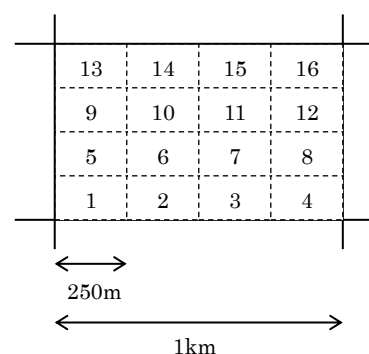
(3) 250mメッシュへの按分法

1kmメッシュを250mメッシュ等へ按分するには宅地面積比率等を用いて、次のように行う。

250mメッシュの人口・世帯数や従業者、農漁家数を p_i ($i=1, 2, \dots, 16$)、1kmメッシュの値を P とし、250mメッシュの宅地面積を a_i とするとき、 p_i は次式から算出する。

$$p_i = P \times \frac{a_i}{\sum_{i=1}^{16} a_i}$$

また、延床面積は100mメッシュについて作成されており、250mメッシュと100mメッシュは境界が一致しないが、含まれないメッシュでは資産密度が均一であるとして集計する。



すなわち、 a_i を100mメッシュの延床面積とし、 i を上図中のメッシュ番号とすると、250mメッシュの延床面積 α は、

$$\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_4 + \alpha_5) + (\alpha_3 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8) \times \frac{1}{2} + \alpha_9 \times \frac{1}{4}$$

なお、基礎数量を調査するに当たっては、上記の1kmメッシュデータを使用する方法のほかに(一財)日本建設情報総合センター作成の100mメッシュデータを使用する方法もある。

4.2.1 家屋

床面積に家屋 1 m²当たり評価額を乗じ家屋資産額を算定すること。

[解説]

床面積に都道府県別家屋 1 m²当たり評価額（別冊参考資料第 1 表）を乗じて家屋資産額を算定する。

床面積 × 都道府県別家屋 1 m²当たり評価額

なお、床面積は世帯数に一世帯当たりの平均床面積を乗じた値を基本とすると、事業所の建物が評価されず、過小評価となるので、「固定資産の価格等の概要調書（総務省）」等をもとにした（一財）日本建設情報総合センターの 100mメッシュデータによる建物の延床面積を用いる。

4.2.2 家庭用品

世帯数に 1 世帯当たり家庭用品評価額を乗じ、家庭用品資産額を算定すること。

[解説]

自動車を除く家庭用品、自動車それぞれについて、世帯数に 1 世帯当たり家庭用品評価額（別冊参考資料第 2 表）を乗じて家庭用品資産額を算定する。

家庭用品資産額 = 家庭用品資産額（自動車を除く家庭用品）

+ 家庭用品資産額（自動車）

家庭用品資産額（自動車を除く家庭用品）

= 世帯数 × 1 世帯当たり家庭用品評価額（自動車を除く家庭用品）

家庭用品資産額（自動車）

= 世帯数 × 1 世帯当たり家庭用品評価額（自動車）

（注）世帯数は、「国勢調査に関する地域メッシュ統計」における「その 1 人口等基本集計に関する事項」の項目「一般世帯数」（連番：T000876026）を用いるものとする。

4.2.3 事業所償却・在庫資産

産業分類ごとに、従業者数に1人当たり償却資産及び在庫資産評価額を乗じ、事業所償却・在庫資産を算定すること。

[解説]

産業分類ごとに、従業者数に産業分類別事業所従業者1人当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額（別冊参考資料第3表）を乗じて事業所償却・在庫資産額を算定する。

従業者数×従業者1人当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額

事業所従業者数は、経済センサスの産業分類別従業者数等を用いる。

4.2.4 農漁家償却・在庫資産

農漁家世帯数に1戸当たりの償却資産評価額及び在庫資産評価額を乗じ、農漁家償却資産額及び在庫資産額を算定すること。

[解説]

農漁家世帯数に農漁家1戸当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額（別冊参考資料第4表）を乗じて農漁家償却・在庫資産額を算定する。

農家世帯数×1戸当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額

なお、この評価単価は全国平均であるので、農漁家償却・在庫資産について地域の特性を合理的に反映できる場合には、その単価を用いることができるものとする。

また、農漁家世帯数は、「国勢調査に関する地域メッシュ統計」における「その3 従業地・通学地集計及び世帯構造等基本集計に関する事項」の項目「農林漁業就業者世帯の一般世帯数」（連番：T000882001）と「農林漁業・非農林漁業就業者混合世帯の一般世帯数」（連番：T000882002）の和を用いる。

4.2.5 農作物

水田面積、畑面積に平年収量及び農作物価格を乗じ農作物資産額を算定すること。

[解説]

水田面積、畑面積に単位面積当たりの平年収量（水田については別冊参考資料第5表、畑については地域の実情による。）及び単位収量当たりの農作物価格（別冊参考資料第6表）を乗じて農作物資産額を算定する。

水田・畑面積×平年収量×農作物価格

なお、代表作物により算定する場合には、当該対象氾濫区域の洪水期の平均的な資産評価となるよう都道府県の統計資料等の活用により単位畑面積当たりの平均評価額 c を算定し、メッシュの畑面積に c （千円/ a ）を乗じて畑作物資産額を算出する。

$$c = \sum p_i \cdot x_i / \sum A_i$$

i : 洪水期の畑作物種、 p : 価格（千円/ t ）、 x : 収穫量（ t ）、 A : 作付面積（ a ）

4.3 直接被害額の算定

一般資産及び農作物は資産額に浸水深に応じた被害率を用いて被害額を算定するものとし、公共土木施設等は一般資産被害額との比率や単位面積当たり被害額を用いて算定するものとする。

[解説]

一般資産及び農作物については、メッシュごとの最高浸水深に対応する被害率を用いて算定する。

公共土木施設等（公共土木施設、公益事業施設及び農地・農業用施設）については、過去の統計調査における被害額等の実績から、公共土木・公益施設被害額と一般資産被害額との比率及び農地・農業用施設の単位面積当たり被害額を用いて算定する。

以下、4.1.1項で示した資産項目ごとに被害額を算定する。

4.3.1 家屋被害

メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて家屋被害額を算定すること。

[解説]

4.2.1項で求めた家屋資産をメッシュ内の階数分布を用いて補正し、表-4.2の被害率を乗じて家屋被害額を算定する。

補正後家屋資産額 × 被害率

表-4.2 浸水深別被害率

浸水深 地盤勾配	床下	床上					土砂堆積（床上）	
		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上
Aグループ	0.047	0.189	0.253	0.406	0.592	0.800	0.43	0.785
Bグループ	0.058	0.219	0.301	0.468	0.657	0.843		
Cグループ	0.064	0.235	0.325	0.499	0.690	0.865		

A：1/1000 未満、B：1/1000～1/500、C：1/500 以上

注：1. 平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」やハウスメーカー等へのヒアリングに基づき設定した被害率。（ただし、土砂堆積は従来の被害率）

2. 家屋の全半壊についても考慮した数値である。

(1) 被害率適用にあたっての留意事項

1) 床高の設定

居住用家屋、事業所建物のそれぞれの特徴を勘案して床高を設定することとするが、居住用財産については、一般的には建築基準法等との整合からメッシュ水深が45cm以上を床上浸水とする。

2) 地盤勾配

地盤勾配で異なる被害率を適用するのは、氾濫水の流体力の差を考慮したものである。地盤勾配は氾濫区域の地形的な特徴やメッシュ平均地盤高からメッシュごとに設定する。なお、メッシュ平均地盤高をもとに、周辺メッシュとの比高差からメッシュ単位で機械的に勾配を設定すると、周辺に比べて極端に勾配の異なるメッシュが得られることがあり、それが実際の地形を表現していない場合には、より広い範囲で平均する等の操作が必要である。

(2) 家屋資産額補正にあたっての留意事項

アパート・マンションについては、その建物の位置するメッシュの水深が床下に相当する場合、2階以上の住居についてはその被害を受けないことになるので所要の補正を行うこととする。

補正にあたっては、浸水被害を受ける家屋資産を当該メッシュの建物の平均階数等に基づき補正することが望ましい。一般的には浸水は高々数メートルであるので、3階以上の階数部分を見捨てるならば、次のような補正を行うことも可能である。

また、事業所資産についても階数による補正を行うこととする。

<浸水被害を受ける家屋資産の補正の例>

$$P = P_0 \times \gamma$$

P_0 はメッシュの家屋資産、 γ は補正係数でメッシュの建物の平均階数を f とするとき、

$$f < 3 \text{ のとき} \quad \gamma = 1.0$$

$$f \geq 3 \text{ のとき} \quad \gamma = 2 / f$$

建物の平均階数は現地の状況等を踏まえ、次の方法等により設定できる。

メッシュデータを用いる方法

国勢調査メッシュデータには、居住階数別世帯数のデータがある。このデータは階数ランクに応じた世帯数であるため、利用にあたっては一定の割り切りが必要であるが、例えば2階までの世帯を被害の対象とするなどにより補正率 γ を設定できる。

<参考>

統計的な指標を用いる場合

(一財) 日本建設情報総合センターの既往の調査事例によると、ある区域の建物の平均階数 f と人口および事業所従業員の密度 m には、 $f \approx f(m) \approx a + b \cdot m$ なる関係が認められている。このような簡便法で f が推定できる場合には、それを用いることもできる。

4.3.2 家庭用品被害

メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じ、家庭用品被害額を算定すること。

[解説]

4.2.2 項で求めた家庭用品資産額をメッシュ内の階数分布を用いて補正し、自動車を除く家庭用品、自動車について、それぞれ表-4.3.1 及び表-4.3.2 の被害率を乗じて合算し家庭用品被害額を算定する。

家庭用品被害額＝家庭用品被害額（自動車を除く家庭用品）

＋家庭用品被害額（自動車）

家庭用品被害額（自動車を除く家庭用品）

＝補正後家庭用品資産額（自動車を除く家庭用品）

×被害率（自動車を除く家庭用品）

家庭用品被害額（自動車）

＝家庭用品資産額（自動車）×被害率（自動車）

被害率の適用及び資産額の補正に係る留意事項については、4.3.1項を参照すること。

表-4.3.1 自動車以外の家庭用品の浸水深別被害率

浸水深	床下	床上					土砂堆積（床上）	
		50cm未満	50～99	100～199	200～299	300cm以上	50cm未満	50cm以上
被害率	0.037	0.308	0.533	0.701	0.948	0.977	0.50	0.845

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」により求められた被害率。（ただし、土砂堆積は従来の被害率）

表-4.3.2 自動車の浸水深別被害率

浸水深	地盤面からの高さ			
	30cm未満	30～49cm	50～69cm	70cm以上
被害率	0	0.1	0.5	1

注：カーディーラー等へのヒアリングに基づき設定した被害率。

4.3.3 事業所償却・在庫資産被害

メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて事業所償却・在庫資産被害額を算定すること。

[解説]

4.2.3項で求めた事業所償却・在庫資産額をメッシュ内の階数分布を用いて補正したうえで表-4.4の被害率を乗じて事業所償却・在庫資産被害額を算定する。被害率の適用及び資産額の補正に係る留意事項については、4.3.1項を参照すること。

表-4.4 浸水深別被害率

資産 浸水深	床下	床上					土砂堆積（床上）	
		50cm未満	50～99	100～199	200～299	300cm以上	50cm未満	50cm以上
償却	0.064	0.296	0.573	0.801	0.920	0.940	0.54	0.815
在庫	0.053	0.282	0.440	0.814	0.946	0.975	0.48	0.780

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」により求められた被害率。（ただし、土砂堆積は従来の被害率）

4.3.4 農漁家償却・在庫資産被害

資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて農漁家償却・在庫資産被害額を算定すること。

[解説]

4.2.4項で求めた農漁家償却・在庫資産額に表-4.5の被害率を乗じて農漁家償却・在庫資産被害額を算定する。

被害率を適用するにあたっては、4.3.1項を参照すること。

表-4.5 浸水深別被害率

浸水深	床下	床上					土砂堆積（床上）	
		50cm未満	50～99	100～199	200～299	300cm以上	50cm未満	50cm以上
償 却	0.000	0.113	0.327	0.483	0.828	1.000	0.370	0.725
在 庫	0.000	0.223	0.584	0.618	0.792	0.942	0.580	0.845

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」により求められた被害率。（ただし、土砂堆積は従来被害率）

4.3.5 農作物被害

資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定すること。

[解説]

4.2.5項で求めた農作物資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定する。

農作物資産額 × 被害率

農作物被害額は地域の農業生産の実態に即した方法で求めることを基本とし、被害率は、極力地域の農業経営実態に即したものとするため、浸水に対して非常に弱い種（浸水すると商品価値がなくなる（被害率 100%）、水害に強い種の作付け状況を考慮し、近年の浸水時における農作物被害の実態及び浸水深と農作物被害の関係を調査して求めたものを用いることとする。

なお、近年顕著な浸水がない場合等その実態が明らかでない場合には、表-4.6の被害率を用いることができるものとする。

また、浸水日数は氾濫解析結果を参考に浸水深低減率や地域の地形特性、浸水実績等より設定するものとし、個別の作物種類を設定できない場合には、畑平均を用いることができるものとする。

表-4.6 浸水深別被害率 (%)

事項 冠浸水深 浸水日数 作物種類	冠 浸 水												土砂埋没			
	0.5m 未満				0.5~0.99m				1.0m 以上				地表からの 土砂堆積深			
	1 ~ 2	3 ~ 4	5 ~ 6	7 以上	1 ~ 2	3 ~ 4	5 ~ 6	7 以上	1 ~ 2	3 ~ 4	5 ~ 6	7 以上	0.5 m 未 満	0.5 ~ 0.99 m	1.0 m 以 上	
田	水稲	21	30	36	50	24	44	50	71	37	54	64	74	70	100	100
畑	陸稲	20	34	47	60	31	40	50	60	44	60	72	82			
	甘しよ	11	30	50	50	27	40	75	88	38	63	95	100			
	白菜	42	50	70	83	58	70	83	97	47	75	100	100			
	蔬菜	19	33	46	59	20	44	48	75	44	38	71	84			
	根類	32	46	59	62	43	57	100	100	73	87	100	100			
	瓜類	22	30	42	56	31	38	51	100	40	50	63	100			
	豆類	23	41	54	67	30	44	60	73	40	50	68	81			
	畑平均	27	42	54	67	35	48	67	74	51	67	81	91	68	81	100

- 注) 1. 「蔬菜」は、ねぎ、ほうれん草、その他、「根菜」は、大根、里芋、ごぼう、人参、「瓜類」はきゅうり、瓜、西瓜、「豆類」は小豆、大豆、落花生等である。
2. 土砂埋没の被害率は、河川の氾濫土砂によるものであるので、「土石流」の場合は実情に応じて修正すること。

4.3.6 公共土木施設等被害

公共土木施設及び公益事業施設は一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、農地・農業用施設は水田面積、畑面積に単位面積当たりの被害額を乗じ公共土木施設等の被害額を算定すること。

[解説]

公共土木施設（道路、橋梁、下水道、都市施設）及び公益事業施設は、一般資産被害額（4.3.1項から4.3.4項までの被害額の総和）に公共土木・公益施設の被害額の一般資産被害額に対する比率（表-4.7）を乗じて被害額を算定する。

一般資産被害額×公共土木・公益施設被害額の一般資産被害額に対する比率

農地・農業用施設は、浸水した水田面積、畑面積に農地・農業用施設の単位面積当たり被害額（表-4.8）を乗じて被害額を算定する。

水田・畑面積×農地・農業用施設の単位面積当たり被害額

表-4.7 公共土木・公益施設被害額の一般資産被害額に対する比率（％）

施設	道路	橋梁	下水道	都市施設	公益	小計
被害率	62.8	3.7	0.7	0.7	6.3	74.2

注：昭和62年～平成28年の水害統計をもとに全国平均で求めた値。

表-4.8 農地・農業用施設の単位面積当たり被害額（円/m²）

施設	農地	農業用施設
単位面積当たり被害額	541	998

注：昭和62年～平成28年の農地農業用施設災害統計をもとに全国平均で求めた値。

ただし、地域の特性を踏まえ、全国平均から求めた数値を用いて一般資産被害額との関係から公共土木・公益施設被害額を算定すると過大または過小評価となるなど合理的でない場合は、水害統計により把握される当該地域または類似地域における公共土木・公益施設被害額の一般資産被害額に対する比率を用いて算定する。

なお、河川分の被害を公共土木施設に含めるかどうかについては、意見が分かれるところであるが、

①治水事業の便益は、治水施設の整備により水害から家屋等の一般資産や道路等の被害を軽減することにより、本マニュアル（案）では、評価対象期間内（50年間）は、治水施設の機能が完全に発揮され、被害防止便益が、毎年、変わらずに発揮されることを想定していること。

②河川分の被害を公共土木施設に含めることとした場合、①の想定が変わるので、被害防止便益の算定に当たり、治水施設の機能の低下を見込む必要があること。

等の問題があることから、ここでは、河川以外の公共土木施設の被害額の数値を用いることとした。

これらの点については、今後さらに検討する必要がある。

4.4 間接被害額の算定

洪水氾濫による間接的な被害のうち、現段階で経済評価の可能な被害項目について被害額を算定するものとする。

[解説]

表-4.1 治水事業の主な効果において取り上げた間接被害のうち経済評価が可能な被害項目は次のとおりである。

- 営業停止損失
- 家庭における応急対策費用
- 事業所における応急対策費用
- 国・地方公共団体における応急対策費用（水害廃棄物の処理費用）

4.4.1 営業停止損失

従業者数に営業停止・停滞による延べ損失日数及び1人1日当たりの付加価値額を乗じて営業停止損失を算定すること。

[解説]

産業大分類別産業毎の従業者数に営業停止・停滞日数（表-4.9）及び1人1日当たりの付加価値額（別冊参考資料第7表）を乗じ、産業毎の営業停止損失額（D）を求めその総和を算定する。

なお、事業所の営業停止は当該事業所の浸水の有無のみによらず、地域の浸水状況等にも影響されるため、4.3.3項で述べた補正は行わない。

$$D_i = M_i \times (n_0 + n_1 / 2) \times p_i$$

i : 産業大分類、 M : 従業者数、 p : 付加価値額（円 / （人・日））、
 n_0 、 n_1 : それぞれ浸水深に応じた営業の停止日数・停滞日数

注）産業大分類（日本標準産業分類（平成25年10月改訂）による。）

C 鉱業、D 建設業、E 製造業、F 電気・ガス・水道・熱供給業

G 情報通信業、H 運輸・郵便業、I 卸売業・小売業、J～S サービス業・

その他

表-4.9 営業停止・停滞日数（日）

浸水深	床下	床上				
		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上
停止日数	4.9	6.4	13.5	20.0	41.2	56.1
停滞日数	9.9	18.8	25.0	35.6	64.0	83.2

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」による。

4.4.2 家庭における応急対策費用

世帯数に清掃労働対価評価額等乗じ、家庭における清掃労働対価及び代替活動等に伴う支出増を算定すること。

[解説]

(1) 清掃労働対価

世帯数に一日当たり一般世帯清掃労働対価評価額（別冊参考資料第8表）を乗じ、浸水深に応じた清掃所要延べ日数（表-4.10）を乗じて家庭における浸水被害の修復等の清掃労働に要する費用（清掃労働対価）の被害額を算定する。

なお、清掃・後片付けは家庭用品の浸水被害の修復等が主であるが、居住地周辺の清掃、マンション等の自治会全体での活動を考慮し、4.3.1項で述べた補正は行わない。

世帯数×労働対価評価額×清掃延日数

なお、家屋の半壊や全壊が多数想定される場合には、損害保険会社の契約約款において浸水被害家屋の撤去・処理に要する費用は新築家屋の10%程度とされていることから、家屋資産の10%を清掃労働対価とすることもできる。

表-4.10 清掃延日数（日）

浸水深	床下	床上				
		50cm 未満	50～ 99 cm	100～ 199 cm	200～ 299 cm	300cm 以上
日数	18.3	18.3	36.5	56.0	108.9	148.5

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」による。

(2) 代替活動等に伴う支出増

世帯数に浸水深に応じた代替活動等に伴う支出負担単価(表-4.11)を乗じて飲料水の購入、通勤等の代替活動等に要する費用等の代替活動等に伴う支出増額を算定する。

表-4.11 代替活動等支出負担単価(千円/世帯)

浸水深	床下	床上				
		50cm未満	50～99 cm	100～199 cm	200～299 cm	300cm以上
単価	106.4	181.2	281.3	335.3	568.5	701.8

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」による

4.4.3 事業所における応急対策費用

事業所数に代替活動等支出負担単価を乗じ、事業所における代替活動等に伴う支出増を算定すること。

[解説]

事業所数に浸水深に応じた代替活動等に伴う支出負担単価(表-4.12)を乗じ、代替活動等に伴う被害額を算定する。

表-4.12 代替活動等支出負担単価(千円/事業所)

浸水深	床下	床上				
		50cm未満	50～99 cm	100～199 cm	200～299 cm	300cm以上
単価	416	416	2,185	2,958	7,559	11,347

注：平成5年～平成29年災のうち利用可能な「水害被害実態調査」による。

(参考) 清掃労働対価について

一般の事業所では従業者を清掃労働に充てるものと考えられるが、この場合清掃労働によって生み出された付加価値とその対価としての支出額とが相殺されることになる。清掃労働の間の営業停止・停滞に伴う被害は別途営業停止損失として算定していることから、被害の重複評価を避けるため、ここでは事業所の清掃労働対価は算定しない。

4.4.4 国・地方公共団体における応急対策費用（水害廃棄物の処理費用）

家庭用品被害額に水害廃棄物の処理費用と家庭用品被害額との過去の実績比率を乗じ、行政における水害廃棄物の処理に伴う支出増を算定すること。

[解説]

4.3.2 項で算定した家庭用品被害額に水害廃棄物処理費用の家庭用品被害額に対する比率を乗じ、水害廃棄物の処理に伴う支出額を算定する。

家庭用品被害額 × 水害廃棄物処理費用の家庭用品被害額に対する比率

水害廃棄物処理費用は地域によって異なることから、当該地域または類似地域における過去の実績比率を用いることが望ましいが、難しい場合は平成 21 年～28 年の水害統計及び災害等廃棄物処理事業をもとに求めた全国の値（6.23%）を用いることとする。

4.5 便益の算定

治水事業の便益は、事業実施の有無による被害額の差分より求める便益に評価期間末における施設の残存価値を加算して評価期間における総便益を算定すること。

[解説]

河川整備計画、河川・ダム事業の新規採択時評価及び再評価等の評価では、原則として現況河道から事業の経済性を評価する。

ただし、一連の事業として評価する必要がある、現況河道からの事業の経済評価を行うことが適切でない場合には、事業の前提となる河川整備計画等を考慮の上、一連の事業として経済評価することが適切な時期にまでさかのぼった評価も行うこととし、その時点の河道の状態からの経済評価を行うこととする。

治水事業の便益は、事業を実施しない場合と実施した場合の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る被害額を便益として（図-4.7）算定し、評価期間末における施設の残存価値を加算したものとする。

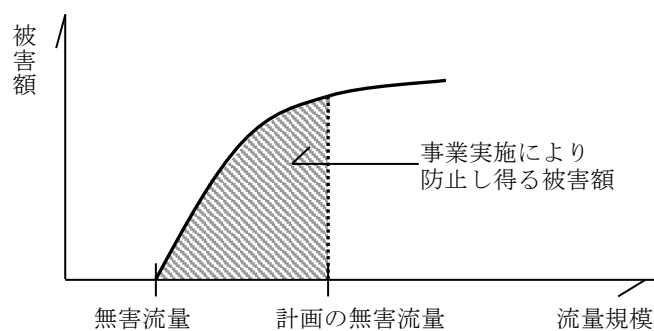


図-4.7 治水事業の便益

4.5.1 年平均被害軽減期待額

被害軽減額に洪水の生起確率を乗じた流量規模別年平均被害額を累計し、年平均被害軽減期待額を算定すること。

[解説]

流量規模別に求めた被害軽減額に流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じて求めた流量規模別年平均被害軽減額を累計し年平均被害軽減期待額を算定する。(表-4.13)

表-4.13 年平均被害軽減期待額算出表

流量規模	年平均超過率	被害額			区間平均被害軽減額	区間確率	年平均被害軽減額	年平均被害軽減額の累計=年平均被害軽減期待額
		① 事業を実施しない場合	② 事業を実施した場合	③ 被害軽減額(①-②)				
Q_0	N_0			$D_0 (= 0)$	$\frac{D_0 + D_1}{2}$	$N_0 - N_1$	$d_1 = (N_0 - N_1) \times \frac{D_0 + D_1}{2}$	d_1
Q_1	N_1			D_1	$\frac{D_1 + D_2}{2}$	$N_1 - N_2$	$d_2 = (N_1 - N_2) \times \frac{D_1 + D_2}{2}$	$d_1 + d_2$
Q_2	N_2			D_2	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots				\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Q_m	N_m			D_m	$\frac{D_{m-1} + D_m}{2}$	$N_m - N_{m+1}$	$d_m = (N_{m-1} - N_m) \times \frac{D_{m-1} + D_m}{2}$	$d_1 + d_2 + \dots + d_m$

4.5.2 整備期間中の便益の算定

治水施設の整備期間を織り込んだ評価を行うために、整備期間中における治水施設の整備によって便益が発生する場合には、その便益の評価を適切に評価する。

[解説]

具体的な投資計画（建設費、整備期間及び事業費の配分）が決まっている場合には、それにしたがって発生する便益を適切に算定する。

なお、概算の事業費の段階においては、類似事業を参考に整備期間等を想定し便益を算定するものとする。

4.5.3 評価対象期間における総便益

評価対象期間における年便益の総和及び評価対象期間終了時点における残存価値を加算し、総便益を算定すること。

[解説]

治水施設の整備期間と治水施設の完成から 50 年間までを評価対象期間にして、以下のとおり総便益を算定する。

また、一連の事業として経済評価することが適切な時点までさかのぼった評価を行う場合には、その期間も含めて算定する。

(1) 評価時点価格に現在価値化した年便益の評価対象期間における総和

$$B = \sum_{t=1}^{S+50} \frac{b_t}{(1+r)^t}$$

b_t : t 年における年便益、 r : 割引率 (0.04 とする)、 S : 整備期間 (年)

(2) 評価時点価格に現在価値化した残存価値

評価期間末における治水施設の残存価値は、以下による。

1) 河道

● 構造物以外の堤防及び低水路部等 (C_T^1)

$$C_T^1 = \frac{\sum_{t=1}^S c_t^1}{(1+r)^{S+50}}$$

c_t^1 : 用地費、補償費、間接経費、工事諸費を除く毎年の建設費

r : 割引率 (0.04 とする)

注) 適切な維持管理を行うことにより治水機能は低下しないため評価対象期間終了時点まで資産価値の低下はないものとしている。

●護岸等の構造物 (C_T^2)

$$C_T^2 = \frac{0.1 \times \sum_{t=1}^S c_t^2}{(1+r)^{S+50}}$$

c_t^2 : 用地費、補償費、間接経費、工事諸費を除く毎年の建設費

r : 割引率 (0.04 とする)

注) 評価対象期間終了時点の価値を総費用の10%としている。

2) ダム (D_T)

$$D_T = 0.9 \left(1 - \frac{50}{80}\right) \times \frac{\sum_{t=1}^S d_t}{(1+r)^{S+50}} + 0.1 \frac{\sum_{t=1}^S d_t}{(1+r)^{S+50}}$$

d_t : 用地費、補償費、間接経費、工事諸費を除く毎年の建設費

r : 割引率 (0.04 とする)

注) 法定耐用年数による減価償却 (定額法) の考え方による。

3) 用地費 (K_T)

$$K_T = \frac{\sum_{t=1}^S k_t}{(1+r)^{S+50}}$$

k_t : 毎年の用地費、 r : 割引率 (0.04 とする)

4.6 その他の便益

以下に掲げる便益について、個々の河川の治水経済調査において計測可能なものは便益として評価するものとする。ただし、評価に当たっては重複のないよう留意しなければならない。

- 家庭における平時の活動阻害
- 国・地方公共団体における応急対策費用（水害廃棄物の処理費用以外）
- 交通遮断による波及被害
- ライフライン切断による波及被害
- 被災事業所の営業停止による周辺事業所への波及被害
- 人命等の人的被害
- 地下街の被害
- リスクプレミアム
- 高度化便益

[解説]

4.1節でも述べたとおり、本マニュアル（案）では、洪水氾濫による直接的・間接的な被害のうち、現段階で経済的に評価可能な被害の防止効果を便益として評価したものであり、計測していない被害防止便益が存在するとともに、高度化便益も把握していない。

以上に掲げる便益については、個々の河川の治水経済調査において計測可能なものについては便益として評価することを妨げない。ただし、便益の評価に当たっては、重複して評価することのないよう留意しなければならない。

なお、これらの便益については、今後、評価の実績、評価技術の向上等を踏まえつつ、本マニュアル（案）の便益算定に取り入れていくこととし、さらなる改善を図っていくこととする。

以下、その他の便益について考え方や評価時の留意点を述べる。

4.6.1 家庭における平時の活動阻害

家事労働や余暇活動などの家庭における平時の活動に係る阻害を防止する効果を便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 浸水した家庭では、家財の移動や清掃・後片付け等により、平時の生活が困難となる。このため、日常の生活が損なわれることとなるが、これを防止する効果を治水の便益のひとつと考えることができる。
- (2) 既往の調査事例では、日常生活の価値を生産価値と消費価値の合計として表わし、生産価値を家事労働時間とそれに該当する職業別賃金から単価の設定を行い、消費価値を余暇活動への支出額で与え、これらの日当たりの単価に浸水深ごとの影響日数を乗じて日常生活価値の被害額を求めている。
- (3) しかし、調査事例が少なく標準的な単価設定が現段階では困難であること、また、家事労働を生産とみなす場合の価値設定方法等に検討の余地があることから、ここでは標準的な算定方法を示していない。

4.6.2 国・地方公共団体における緊急対策費用（水害廃棄物の処理費用以外）

国・地方公共団体における緊急対策費を便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 国や地方公共団体において災害時に緊急的に支出される費用には、4.4.4項に示す水害廃棄物の処理費用のほか、各種の緊急的な融資の利子や見舞金、清掃等の活動に伴う支出があり、また、支出ではないが、税金、年金の保険料等の減免額も収入減となる。
- (2) これらの被害額は実際の水害において資料調査、ヒアリング調査により把握可能であるが、労力がかかることや地域の社会・経済的な特性や水害の規模に応じて変化することが予想され、平均的な単価設定等は現段階では困難である。

4.6.3 交通途絶による波及被害

道路等の交通が遮断されることに伴う波及被害を便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 道路や鉄道が冠水したり、流水の作用により損壊した場合、その交通がストップするため、周辺地域にも被害が生じる。
- (2) 理論的には、迂回することによる追加費用を被害額として計上することが考えられる。
- (3) 迂回することによる被害額は、「道路の費用便益分析マニュアル（案）」において算定方法が示されているので、浸水区域内の交通量を分離できる場合にはその方法により算出することができる。このとき、不通期間は当該氾濫原等における既往水害時の実績等を参考に、浸水日数をベースに設定することが考えられる。

被害額＝時間損失＋距離損失

時間損失＝ $\sum_{\text{リンク}} \sum_{\text{車種}} \text{時間価値原単位} \times (\text{迂回時の所要時間} \times \text{車両数})$

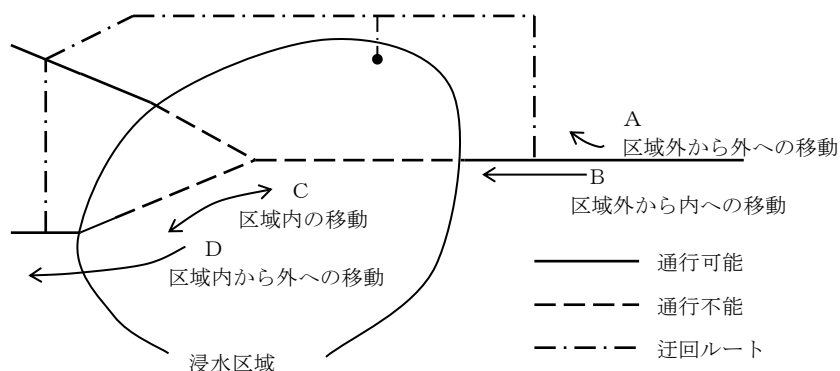
リンク 車種

－平時の所要時間×車両数)

距離損失＝ $\sum_{\text{リンク}} \sum_{\text{車種}} (\text{迂回時の走行経費原単位} \times \text{迂回時の走行距離} \times \text{車両数})$

リンク 車種

－平時の走行経費原単価×平時の走行距離×車両数)



[交通量はA～Dに区分され、営業停止損失との重複計上を避けるにはA、Bを対象とする必要がある。]

図-4.8 浸水区域内外の交通

- (4) この場合、浸水区域内事業所については、別途営業停止損失として被害計上を行っていることから、交通センサス等による交通量から浸水区域内事業所分を引いて評価しないと重複計上になることに注意しなければならない。
- (5) なお、道路等以外にも、空港等の公共施設が浸水したことによる迂回に伴う追加費用を被害額として計上することも考えられる。

4.6.4 ライフライン切断による波及被害

電力、ガス等のライフラインが切断することに伴う波及被害を便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 電力、ガス等のライフラインが浸水のため停止した場合、これによる被害は、周辺にも及ぶ。この場合これらの施設がどれだけ浸水区域内に配置されているか、バックアップシステムがどの程度充実しているか等が地域ごとに異なるため、全国一律の算出方法を開発することは難しい。
- (2) なお、地域ごとに公益事業者へのヒアリング等により把握する場合、営業停止損失額とのダブルカウントを回避するよう留意が必要である。(物的被害についてもヒアリングで把握する場合、公共土木施設等被害額との重複計上にも留意を要する。

4.6.5 被災事業所の営業停止による周辺事業所への波及被害

被災事業所の営業停止に伴う周辺事業所の生産減少等の被害を便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 浸水事業所の営業停止のために取引関係にある周辺の事業所も営業停止を強いられる場合がある。
- (2) ①そもそも治水経済調査における費用対効果分析は、社会全体を完全な市場であるとの仮定の基に行っており、こうした二次的な波及効果は国民経済的な視点で見ると、他地域での生産で補われ相殺されるものであるため、治水便益に含めるべきでないとの考えと、②水害の被害実態をみてみると、二次的な波

及効果は比較的短期間で地域限定的に生じると考えられ、範囲を流域や都道府県単位に限定して考えれば治水便益として計上してよいという二つの考えがある。

(3) したがって、少なくとも被災地域において他地域では生産できず、当該地域でしか生産できない特殊な製品を生産している事業所があり、他地域での生産で補われない場合に限っては、当該被災事業所に係わる営業停止の波及被害を被害防止便益として計上することも考えられる。それ以外の場合でも治水事業を実施するにあたっての情報の一つには活用できると考えられる。

(4) なお、具体的には産業連関表と線形計画法を組み合わせた手法が考えられるが、産業連関表では同一の産業分類に属する事業所間の取引がないものとして取り扱われる等の問題のため、算出される被害額は実態よりもはるかに過小となる。

(5) また、大規模な洪水の場合には、産業連関関係自体が変質するものと考えられるため、産業連関モデルを用いた推計は意味をなさない可能性があることに留意する必要がある。

4.6.6 人命等の人的被害

人命損傷や精神的被害の発生を防止する効果を便益として捉えることができる。

[解説]

(1) 人命被害については逸失便益を評価するホフマン法等により一応の算定は可能である。しかしながら、死者の数は洪水の発生時刻等の自然的要因や避難勧告等の社会的要因に左右されるため、その推計は困難である。

(2) 被災による精神的被害については、過去に調査された事例はあるが、得られるデータが不安定であったり、他の被害項目との重複評価の問題がある。

4.6.7 地下街の被害

地下街が発達している地域では、地下街が浸水することによる被害を防止する効果を、土地形状等の地域特性を考慮した被害率を用いることによって便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 地下街にある資産の被害額を算定するにあたっては、通常の被害率を用いた場合かなりの過小評価となるため、土地形状等の地域特性を考慮した被害率を設定する必要がある。
- (2) 使用するメッシュデータには地上部のデータと地下街のデータが混合された平面的なデータとして取り扱われているため、ダブルカウントとならないようにデータの取り扱いには留意する必要がある。

4.6.8 リスクプレミアム

壊滅的な大水害を防止する効果を便益として捉えることができる。

[解説]

治水事業は物的被害や人的被害を防止するだけでなく、「水害が発生したら大きな被害に遭うかもしれない」という不確実な状態に対して感じる不安を取り除く効果がある。たとえば、住民は被災の可能性に対して防水扉等を設置したり、損害保険に加入したりして不安の解消を図っている。治水整備によって不安感が減じられるなら、その分を貨幣換算し期待被害軽減額に加えて便益評価する必要がある。この被災可能性に対する不安を貨幣換算したものがリスクプレミアムである。

リスクプレミアムを便益として捉える方法としては、①一般の公共投資よりも低い割引率を用いること。②期待被害軽減額（便益）を一定割合で割り増すことの2点が考えられる。

- (1) 割引率については、国土交通省所管の公共事業の費用対効果分析に適用する社会的割引率は4%とすることが定められており、治水投資について低い割引率を用いることは困難と思われる。
- (2) 期待被害軽減額を一定割合で割り増すことについては、被害時の支出以上の

洪水被害に備えた余分な支出相当分として損害保険における保険会社の保険料収入と支払い保険金の比（これを保険のマークアップ率という。）に保険加入率を考慮して求める倍率 ε を用いて期待被害軽減額を割り増す方法が考えられる。ただし、倍率を求めるための損害保険の詳細なデータ及び割り増しの対象とする被害項目について慎重な検討が必要である。

(参 考) 野口悠紀夫東京大学先端技術研究所教授（経済セミナー/3/1982）によれば、

- 1) 「リスクのある体系において、全体としてのリスクを低下（あるいは消滅）させるプロジェクトは、通常の投資の期待限界効率よりも低い割引率で評価されなければならない。」とされ、
- 2) 「危機的状況でもたらされる便益は、通常の価格より高いシャドー・プライスを用いて評価されなければならない」とされている。
- 3) また、「こうした扱いが正当化される公共投資としては、上記の堤防のほか、治山・治水ダム、保安林、高潮対策事業、地震対策事業などの防災プロジェクトをあげることができる。」とされ、「これらに共通する性格は、経済活動が全般的に低下する状況（危機的状況）において効果を発揮するということである。」とされている。

4.6.9 高度化便益

治水安全度の向上による土地利用変化について、地価の上昇分を高度化便益として捉えることができる。

[解説]

- (1) 以上述べてきたような被害防止便益に加えて、治水安全度と土地利用状況との相関関係をもとに土地利用モデルを推計し、土地利用状況の変化に伴う地価の上昇を高度化便益として計上することが考えられる。
- (2) 土地利用の高度化は、被害防止便益と並ぶ治水事業本来の目的であるが、高度化便益算定の基礎となる価値上昇分には、治水事業によって回避される将来被害の現在価値が理論的には含まれ、被害防止便益とダブルカウントとなる可能性がある。

(3) 治水事業により安全度が高まり、これまで市街化調整区域として荒地や農地としての利用にとどまっていたところが、市街化区域として宅地としての土地利用が可能となるような場合には、地価の上昇分を高度化便益として計上できると考えられるが、この場合、地代のみの上昇で評価するのではなく、将来の資産の状況を想定し、被害防止便益として算定する手法も考えられる。

5. 費用算定

5.1 対象とする費用

治水事業着手時点から治水施設の完成に至るまでの総建設費と、評価対象期間内での維持管理費を対象とするものとする。

[解説]

河川整備計画、河川・ダム事業の新規採択時評価及び再評価等の評価では、原則として現況からの経済性を評価する。したがって、費用については、治水施設の完成に要する今後の事業費（施設の建設費、用地費、補償費）及び評価対象期間内（施設の完成後50年間）での維持管理費を対象とする（図-5.1、図-5.2）。

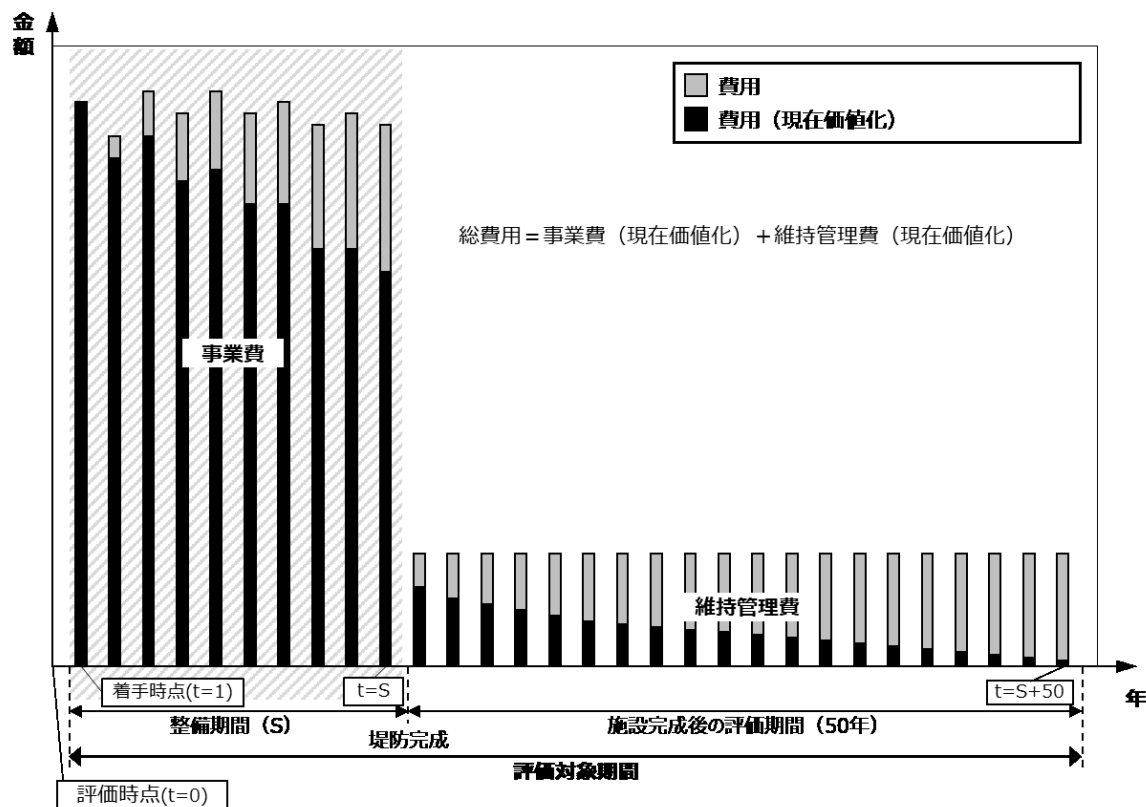


図-5.1 堤防の費用

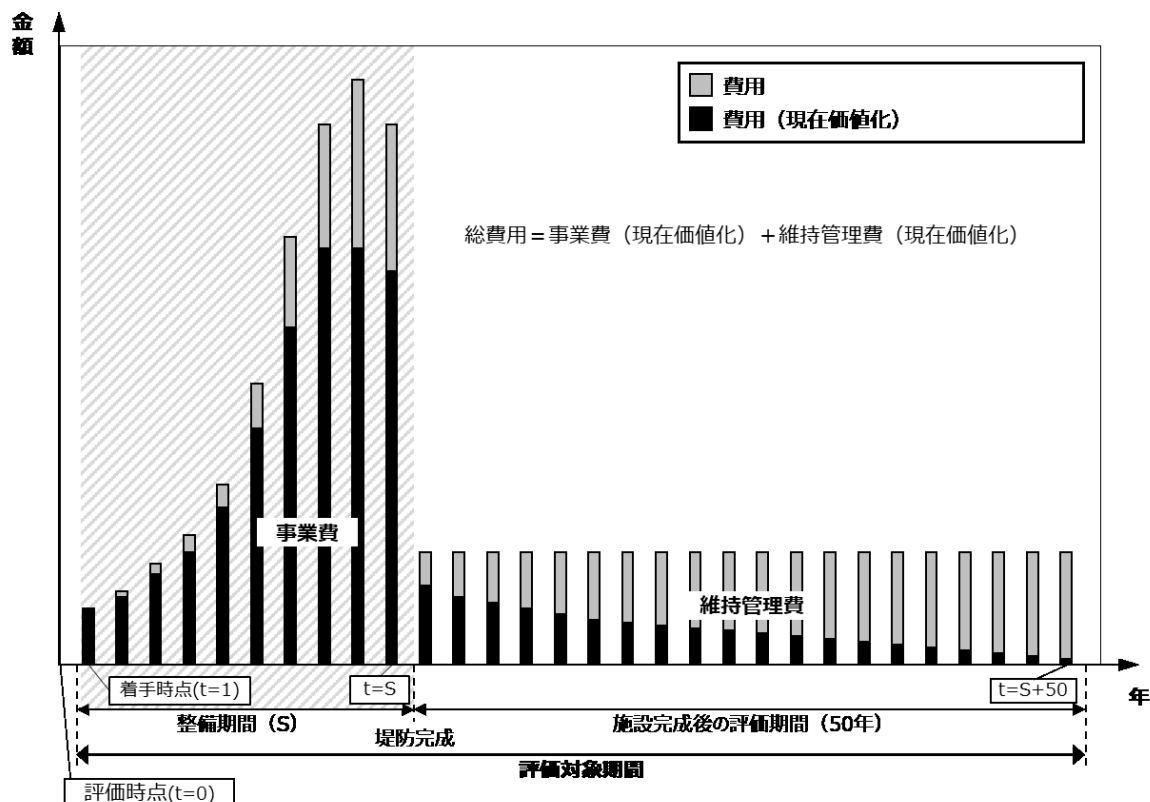


図-5.2 ダムの費用

ただし、治水事業を一連のものとして評価する必要があり、現況河道から事業の経済評価を行うことが適切でない場合には、事業の前提となる河川整備計画等を考慮の上、一連の事業として経済評価することが適切な時点にまでさかのぼった評価も行うこととする。

この場合、既往投資分については、過去の事業費等の実績資料等を基にして整理を行い、評価時点価格に現在価値化して用いることとする。

5.2 整備期間中の費用の算定

治水施設の整備期間を織り込んだ評価を行うために、整備期間と投資計画の想定を行う。

[解説]

具体的な投資計画（建設費、整備期間及び建設費の配分）が決まっている場合には、それに従って費用を算定する。

具体的な投資計画が決まっておらず、概算の建設費しか決まっていない場合には、これまでの類似事業を参考に整備期間と建設費の配分を想定し、費用を算定する。

5.3 建設費

治水事業着手時点として現況河道を対象とする評価では、想定治水施設の完成に必要な事業の諸量を設定し、費用を見積もるものとする。

[解説]

費用として本工事費、目の附帯工事費、用地費、補償費、間接費及び工事諸費を積算する。

5.3.1 本工事費

治水施設の整備に係わる直接的な工事費（本工事費）については、工事諸量に単価を乗じて積算すること。

[解説]

- 築堤、引堤、堤防嵩上の土量を算定し、別途算出した単位体積当たりの直接工事費を乗じて求める。
- 護岸工事を実施する箇所について施工面積を求め、別途算出した単位面積当たりの直接工事費を乗じて求める。
- 河床掘削の土量を算出し、別途算出した単位体積当たりの直接工事費を乗じて求める。なお、単価設定においては、掘削土の運搬や処理等を勘案する。
- 多目的ダムの建設費用は、当該ダムの事業費の概算額にアロケーション試算により算定される治水分に係る費用負担割合を乗じて求める。
- 遊水地建設費用については、築堤、掘削ごとに上記方法に準じて求め、排水樋門等は次項で述べる方法で求める。
- 放水路建設費用については、築堤、掘削ごとに上記方法に準じて求める。

5.3.2 附帯工事費

治水施設の整備に伴い付随的に生じる工事費（附帯工事費）については、箇所数×単価又は延長×単価により積算すること。

[解説]

河川管理者の支出する費用（目の附帯工事費）についてのみ積算する。

附帯工事費に関してそのすべてを河川管理者の費用として見込むことが適当でな

い場合には、項の附帯工事費を除いて積算する。

- 道路橋、鉄道橋、水路橋の別に架替等の箇所数を求め、1ヶ所当たりの改築費用を乗じて求める。
- 堰、樋門・樋管の改築箇所数を求め、1ヶ所当たりの費用を乗じて求める。
- 揚排水機場の新築・改築箇所数を求め、1ヶ所当たりの費用を乗じて求める。また、水路について改築延長を求め、単位長さ当たりの費用を乗じて求める。
- 付替えの必要な道路延長（または面積）を求め、単位数量当たりの費用を乗じて工事費を求める。
- 上記以外の附帯工事のうち、費用算定の精度上不可欠な工種について箇所ごと、工種ごとに工事費を推算する。

5.3.3 用地費

用地費については用地面積に地価を乗じて算定すること。

[解説]

施設整備に必要な用地面積を算出し、これに地価を乗じて用地費を求める。

5.3.4 補償費

移転補償費等については近年の補償事例をもとに算定すること。

[解説]

移転補償等は、近年の補償事例をもとに補償費用単価を算出し、これを補償数量に乗じて求める。

5.3.5 間接経費

間接経費を本工事費と附帯工事費の合計額の30%とすること。

[解説]

本工事費と附帯工事費の合計額に30%として間接経費を求める。

なお、別途個別河川の状況を考慮した具体的な数値がある場合それを採用しても良い。

5.3.6 工事諸費

工事諸費を、本工事費、附帯工事費、用地費、補償費および間接経費の合計額の20%として算定すること。

[解説]

本工事費、附帯工事費、用地費、補償費及び間接経費合計の20%を工事諸費として算定する。

なお、別途、個別河川の状況を考慮した具体的な数値がある場合それを採用しても良い。

5.4 維持管理費

評価対象期間内における維持管理費を、毎年定常的に要する費用と機械交換等の突発的・定期的な費用に区分して算定すること。

[解説]

- 毎年定常的に支出される除草等の維持管理費とポンプの運転経費や10年毎等定期的に支出される設備交換費等の費用（突発的・定期的な維持管理費）を50年間にわたり見積ることを基本とする。
- これが困難な場合には、近年の実績から建設費に対する維持管理費の平均的な比率を求め、これが定常的に支出されると考える。

5.5 総費用

事業費に維持管理費を加え、総費用とすること。

[解説]

評価時点価格に現在価値化した事業費及び維持管理費の総和を求めるものとする。

また、一連の事業として経済評価することが適切な時点までさかのぼった評価を行う場合には、その期間も含めて算定する。

$$C = \sum_{t=1}^S \frac{c_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=S+1}^{S+50} \frac{m + M_t}{(1+r)^t}$$

S：整備期間（年）、 C_t ：各年の事業費、m：各年の定常的な維持管理費

M_t ：突発的、定期的な維持管理費、r：割引率（0.04とする）

5.6 消費税

工事費（本工事費・附帯工事費）、間接経費及び維持管理費については、消費税相当額を控除すること。

[解説]

費用便益分析における残事業及び全体事業の費用のうち、原則、工事費（本工事費・附帯工事費）、間接経費及び維持管理費については、消費税相当額を控除する。

消費税相当額を控除した建設費、維持管理費は次式により計算することを基本とする。なお、個々の事業において、消費税相当額を控除した建設費及び維持管理費がある場合はそれを採用しても良い。消費税率が変更された場合は、適宜、反映することとする。

$$\text{建設費} = \frac{\text{工事費} + \text{間接経費}}{1 + \text{消費税率}} + \text{用地費} + \text{補償費} + \text{工事諸費}$$

$$\text{維持管理費（税抜）} = \frac{\text{維持管理費（税込）}}{1 + \text{消費税率}}$$

消費税率 0%：～昭和 63 年度

3%：平成 元年度～平成 8 年度

5%：平成 9 年度～平成 25 年度

8%：平成 26 年度～平成 30 年度

10%：令和 元年度～

6. 経済性の評価

6.1 評価における現在価値化の基準時点

現在価値化の基準時点は、評価を実施する年度とする。

[解説]

経済性の評価に際し、費用、便益算定の原単位等は、物価変動分を除去するため、現在価値化の基準年度の実質価格に変換する。

なお、表-4.8、表-4.11、表-4.12の被害額及び単価については、評価の基準年における名目額として扱うものとする。

実質価格に変換する際のデフレーターとしては、建設に関わる費用については、用途に応じ、別冊参考資料第9表、第10表、第11表に定める指数を用いる。便益については、同第12表に定める指数を用いる。

上記指数は、公表されている最新のデータを用いるよう、十分に留意する。基準年度のデフレーターが公表されていない場合や、当該年度を通年で平均することができない場合については、基準年度の前年度のものと同じとする。

表-6.1 各種デフレーターの使用

名称	第9表 明治以降の国土交通 省所管土木工事費指 数	第10表 治水工事費指数	第11表 治水事業費指数	第12表 総合物価指数 (水害被害額デフレータ ー)
治水経済調 査における 用途	用地費及び補償費を含まない工事費の現在価値化 ※現在価値化の対象となる価格が、昭和25年度以前のものを含む場合、本表を利用する。	用地費及び補償費を含まない工事費の現在価値化 ※現在価値化の対象となる価格が、昭和25年度以前のものを含まない場合、本表を利用する。	用地費及び補償費を含む事業費、身替りダム建設費の現在価値化	被害防止便益の現在価値化
適用対象	土木工事費（工事費、附帯工事費、測量設計費、船舶及び機械器具費及び営繕費）	治水工事費（工事費、附帯工事費、測量設計費、船舶及び機械器具費及び営繕費）	治水事業費（工事費、附帯工事費、測量設計費、船舶及び機械器具費、営繕費、用地費及び補償費）	被害防止便益（一般資産、公共土木施設等）

(参考)

【昭和2年の名目価格である費用を平成27年価格へ換算する事例】

現在価値化の対象となる原単位に昭和25年以前のものを含む場合は、第9表を用いて現在価値化すること。

例えば、河川改修事業で、費用計測に用いる原単位が昭和2年の名目価格で10,000円であり、平成27年価格へ換算する場合は、第9表より昭和2年及び平成27年の治水事業における指数を用いて、以下のように計算する。

$$10,000 \text{ (円)} \times (227,190/140.9) \approx 16,124,202 \text{ (円)}$$

第9表 明治以降の国土交通省所管土木工事費指数（令和2年4月）（抜粋）

年 度	治水事業	道路事業	土木総合
昭和 2	140.9	140.8	140.8
平成 27	227,190	246,830	227,240

【昭和60年の名目価格である費用を平成27年価格へ換算する事例】

現在価値化の対象となる原単位に昭和25年以前のものを含めない場合は、第10表を用いて現在価値化すること。

例えば、河川改修事業で、費用計測に用いる原単位が昭和60年の名目価格で1,000,000円であり、平成27年価格へ換算する場合は、第10表より昭和60年及び平成27年の河川における指数を用いて、以下のように計算する。

$$1,000,000 \text{ (円)} \times (105.7/79.6) \approx 1,327,889 \text{ (円)}$$

第10表 治水工事費指数（令和2年4月）（抜粋）

年 度	国土交通省 所管 土木 総合（除く 災害復旧）	治水総合			海 岸	
		河 川	河川総合 開 発	砂 防		
昭和60	79.5	80.3	79.6	82.3	80.4	79.4
平成 27	105.8	106.2	105.7	105.8	108.0	107.2

過去の費用は、用途に応じたデフレーターにより価格の調整を行った後、社会的割引率により現在価値化を行う。将来の費用については、社会的割引率により現在価値化を行う。

便益については、社会的割引率により現在価値化を行う。過去の便益の算定に、過去の価値を用いて算定した場合は、デフレーターにより価格の調整を行った後、社会的割引率により現在価値化を行う。

表-6.2 現在価値化及び実質価格化の考え方

	費用		便益	
	過去	将来	過去	将来
社会的割引率	適用する	適用する	適用する	適用する
デフレーター	適用する	適用しない	※	適用しない

※便益の算定に現在価値のもの（資産等）を用いた場合は適用しないが、過去の価値を用いて算定した場合は適用する。

また、将来の物価変動を予測することは困難であるため、基準年度以降のデフレーターについては基準年度と同じ（適用しない）とする。

6.2 比較する費用と便益

治水経済調査では、総費用とその投資に応じた総便益を比較するものとする。

[解説]

例えば、氾濫ブロックが図-6.1のように4つに分割され、各ブロックの一連の堤防について、 $C_1 \sim C_4$ の事業が想定されているとする。

また、各ブロックが単独で堤防の決壊により氾濫した場合の被害額を $B_1 \sim B_4$ とする。

河川整備計画の評価並びに河川・ダム事業の新規事業採択時及び再評価等の評価においては以下のとおりとする。

$$\Sigma B_i / \Sigma C_i \quad (\text{なお、} B_i, C_i \text{ は影響する範囲を取ることとする。})$$

なお、氾濫ブロック毎に決壊地点を設定して氾濫計算を行い、その便益の総和と費用の総和を比較することにより、費用対効果分析を行うこととしたのは、以下の理由による。

- ① 実際の治水事業は、氾濫ブロック毎に基本高水流量に対応できるよう治水施設の整備を行っており、費用と便益の整合がとれるよう上述の算定方法によることが適当であること。
- ② 各氾濫ブロックで氾濫が同時生起することはなく、氾濫ブロック毎の便益の単純な総和ではなく、重み付け等を行うべきとの意見があるが、自然現象を相手にしていることから堤防決壊の確率を特定することは困難であること
(なお、この点については、今後さらに検討する必要がある。)

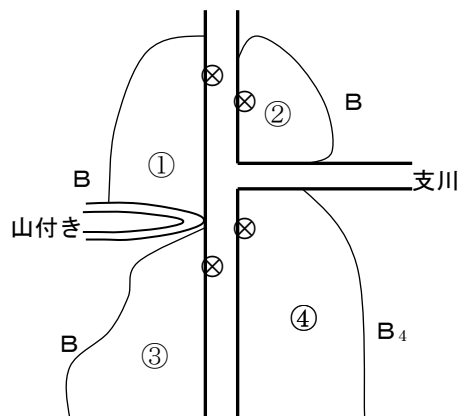


図-6.1 比較する費用と便益

6.3 結果の整理手法

治水経済調査における一連の検討結果を整理するものとする。

[解説]

巻末に示す様式に従って、費用便益分析に用いたデータ及び計算手法は原則として公表するものとする。

また、治水経済調査における検討の過程・条件・結果のチェック及び事後に残すことを目的に、必要に応じて様式、形式、項目を追加し、一連の検討結果を整理する。流下能力について巻末の参考様式に示すが、必ずしも様式の細部にこだわらなくてもよい。

6.4 評価指標

経済性の評価は、原則として費用便益分析を行い、治水事業の投資効率性を評価する。

[解説]

費用便益分析の評価指標としては、一般的には次の費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率がある。治水経済調査では費用便益比（B/C）を基本とし、参考までに純現在価値や経済的内部収益率についても算出しておくこととする。

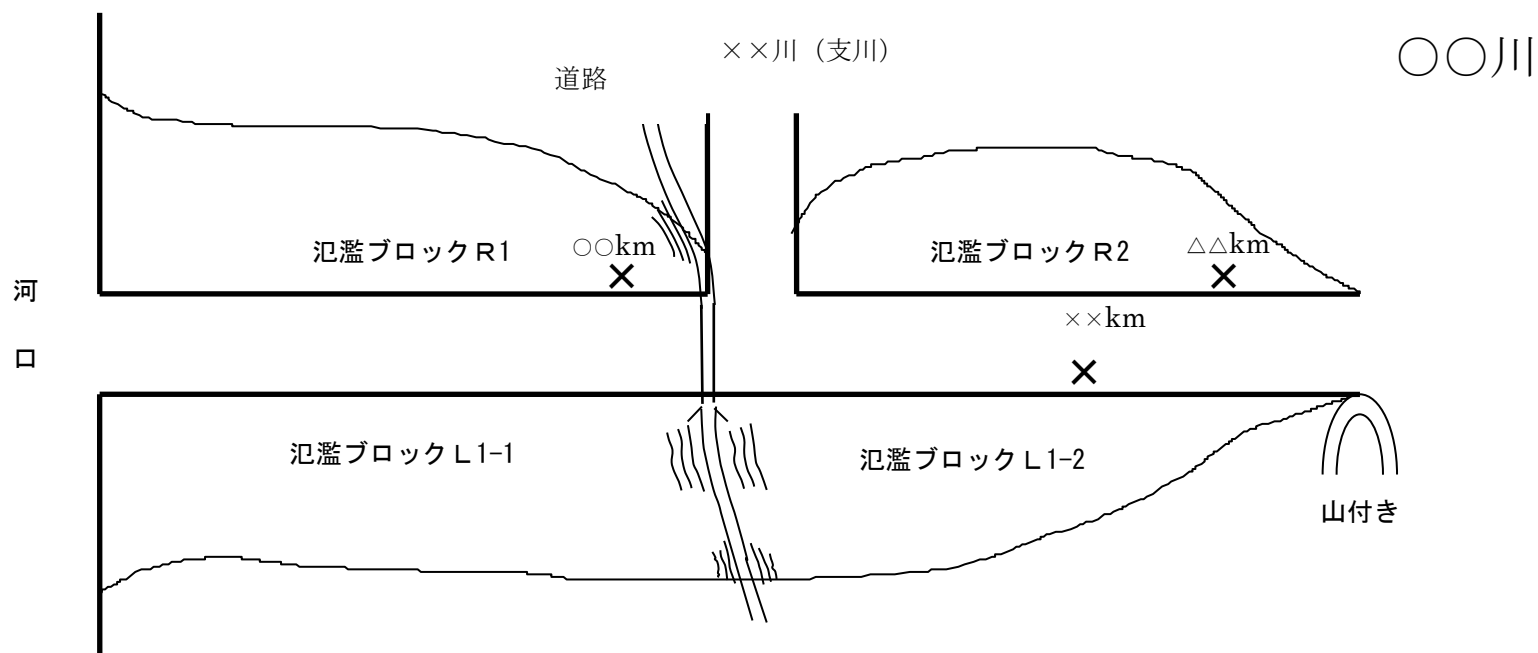
表-6.3 費用便益分析の主な評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV:Net Present Value)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^{t-1}}$	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施による純便益の大きさを比較できる。 社会的割引率によって値が変化する。
費用便益比 (CBR:Cost Benefit Ratio) ※以下、B/C と表記	$\frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^{t-1}}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^{t-1}}$	<ul style="list-style-type: none"> 単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 社会的割引率によって値が変化する。 事業間の比較に用いる場合には、各費目（営業費用、維持管理費用、等）を便益側に計上するか費用側に計上するか、考え方に注意が必要である。
経済的内部収益率 (EIRR:Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i_0)^{t-1}} = 0$ となる i_0	<ul style="list-style-type: none"> 社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 社会的割引率の影響を受けない。

ただし、 n ：評価期間、 B_t ： t 年次の便益、 C_t ： t 年次の費用、 i ：社会的割引率

様式－1 氾濫ブロック分割図

(1/50,000 地形図等の図面に氾濫ブロック分割を記入する。氾濫区域が広く、市販の地図を利用するとかえって分かりにくい場合には略図で示すこと。主要な河川名、距離標、ブロック分割境界となる連続盛土構造物名、ブロック名、氾濫原内の主要な都市名、堤防の決壊地点、大規模配水施設等を記入する。) (例)



様式-2 資産データ 水系名：〇〇水系 河川名：〇〇川 国勢調査年：〇〇年 事業所統計調査年：〇〇年

氾濫 ブロック	ブロック 面積 (ha)	一般資産等基礎数量							一般資産額(百万円)							農作物資産(百万円)			一般資産額 等合計	備考
		人口 (人)	世帯数 (世帯)	従業者数 (人) <small>(産業分類別 に算出)</small>	農漁家数 (世帯)	延床面積 (ha)	水田面積 (ha)	畑面積 (ha)	家屋	家庭用品	事業所資産		農漁家資産		小計	水稻	畑作物	小計		
											償却	在庫	償却	在庫						
																				〇〇市街
合計																				

※2.3.1⑤⑥に記載の通り洪水規模毎に氾濫ブロックが異なる場合には、最小単位（中小規模洪水）における氾濫ブロックを記載する。

様式-3

被害額（事業実施前・後）

水系名：〇〇水系

河川名：〇〇川

流量規模：

（単位：百万円）

氾濫 ブ ック	一般資産被害額							農作物被害額			公共土 木施設 等被害 額	営業 停止 損失	家屋における 応急対策費用			事業所 におけ る応急 対策費 用	国・地 方公共 団体に おける 応急対 策費用	その 他の 間接 被害	小計	合計	備考
	家屋	家庭 用品	事業所資産		農漁家資産		小計	水 稻	畑 作 物	小計			清掃 労働 対価	代替 活動 等	小計						
			償却	在庫	償却	在庫															
合計																					

様式-4

年平均被害軽減期待額

水系名：〇〇水系

河川名：〇〇川

対象河道：〇〇年

(単位：百万円)

流量規模	超過確率	被害額			区間平均 被害軽減 額 ④	区間確率 ⑤	年平均 被害軽減 額 ④×⑤	年平均被害軽減額の 累計 =年平均被害軽減期待額	備考
		事業を実施 しない場合 ①	事業を実施 した場合 ②	軽減額 ③=①-②					

様式-5

費用対便益（全体事業）

水系名：〇〇水系

河川名：〇〇川

（単位：百万円）

年次	年度	t	割引率 4%	デフレーター	便 益 (B)				費 用 (C)						費用 便益比 B/C	純現在 価値 B-C	経済的 内部 収益率 EIRR
					便 益		残存 価値 ②	計 ①+②	建設費③		維持管理費④		計③+④				
					便益	現在価値 ①			費用	現在価値	費用	現在価値	費用	現在価値			
基準	R O	0	1.000	1.000													
整備期間 S		-3	1.125														
		-2	1.082														
		-1	1.040														
		R O	0	1.000													
		1	0.962														
		・															
		・															
		S'															
施設完成後の評価期間 (50年)		S'+1															
		S'+2															
		S'+3															
		・															
		・															
		S'+48															
		S'+49															
	S'+50																
合 計																	

※全体事業における評価期間は、整備期間+50年を対象とする。

様式-5

費用対便益（残事業）

水系名：〇〇水系

河川名：〇〇川

（単位：百万円）

年次	年度	t	割引率 4%	デフレーター	便 益 (B)				費 用 (C)						費用便益比 B/C	純現在価値 B-C	経済的 内部 収益率 EIRR
					便 益		残存 価値 ②	計 ①+②	建設費③		維持管理費④		計③+④				
					便益	現在価値 ①			費用	現在価値	費用	現在価値	費用	現在価値			
基準	R O	0	1.000	1.000													
残 整 備 期 間 S'		1	0.962														
		2	0.925														
		3	0.889														
		⋮															
		S'															
施 設 完 成 後 の 評 価 期 間 (50年)		S'+1															
		S'+2															
		S'+3															
		⋮															
		S'+48															
		S'+49															
		S'+50															
合 計																	

※残事業における評価期間は、評価年度の翌年度からの整備期間+50年を対象とする。

参考様式－1

流下能力評価表

水系名：

河川名：

対象河道：

距離標	堤内地盤高 (①)		高水敷高 (②)		計画高水位 (③)		堤防天端高 (④)		スライドダウン 堤防高 (⑤)		計画余裕高 (⑥)		破堤敷高 流下能力 (①か②の高い 方の流下能力) (⑦)		最大流下能力 (④の流下能力) (⑧)		スライドダウン 流下能力 (⑤－⑥の水位の 流下能力) (⑨)		計画されている 低水護岸等の 施設の有無 による割引率 (⑩)		最小流下能力 (⑨×⑩か⑦の 大きい方)		氾濫ブロック	
	左岸	右岸	左岸	右岸			左岸	右岸	左岸	右岸			左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸

- 注：
- 氾濫ブロックは範囲、ブロック名等が判るように記入すること。
 - ブロック無害流量に相当する流量（最小流下能力の欄）はアミカケとすること。
 - 流下能力算定に用いたH-Q式等は別途整理すること。

- 山付き等により氾濫計算に無関係の欄は、その旨が判るように記入する。

参考様式-2 流下能力図

氾濫ブロック、一連の事業として経済評価することが適切な時点にまでさかのぼった評価を行う場合のその時点の河道・現況河道ごとに、最大流下能力、無害流量、決壊地点（決壊敷高（破堤敷高）流下能力）、距離標等について流下能力図にまとめる。

（流下能力図例）

