

第 13 章 海岸

第 1 節 基本事項

1. 適用範囲

海岸計画は、海岸災害の防止、海岸域の利用、海岸環境の保全を目的に、「海岸法 第 23 条」に規定する海岸整備計画を都道府県知事が作成し、主務大臣に提出ないし関係海岸管理者と協議する際に必要な事項を定めるものであり、本章は、海岸保全区域における海岸保全施設の設計についての概要を示すものである。

出典：[1.]
河川砂防技術基準
同解説 計画編 第 1 節
(H17.11)P71
一部加筆

2. 適用基準等

表 1-2-1 示方書等の名称

指 針・要 綱 等	発行年月日	発 刊 者
海岸保全施設の技術上の基準・同解説	平成 16 年 6 月	海岸保全施設技術研究会
河川砂防技術基準 同解説 計画編	平成 17 年 11 月	日本河川協会
河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅱ	平成 9 年 10 月	〃
緩傾斜堤の設計の手引き	平成 18 年 1 月	全国海岸協会
人工リーフ設計の手引き	平成 16 年 3 月	〃

3. 設計のフローチャート

各種海岸保全施設の詳細設計にいたる一般的な設計のフローチャートとして図 1-3-1 に示す。

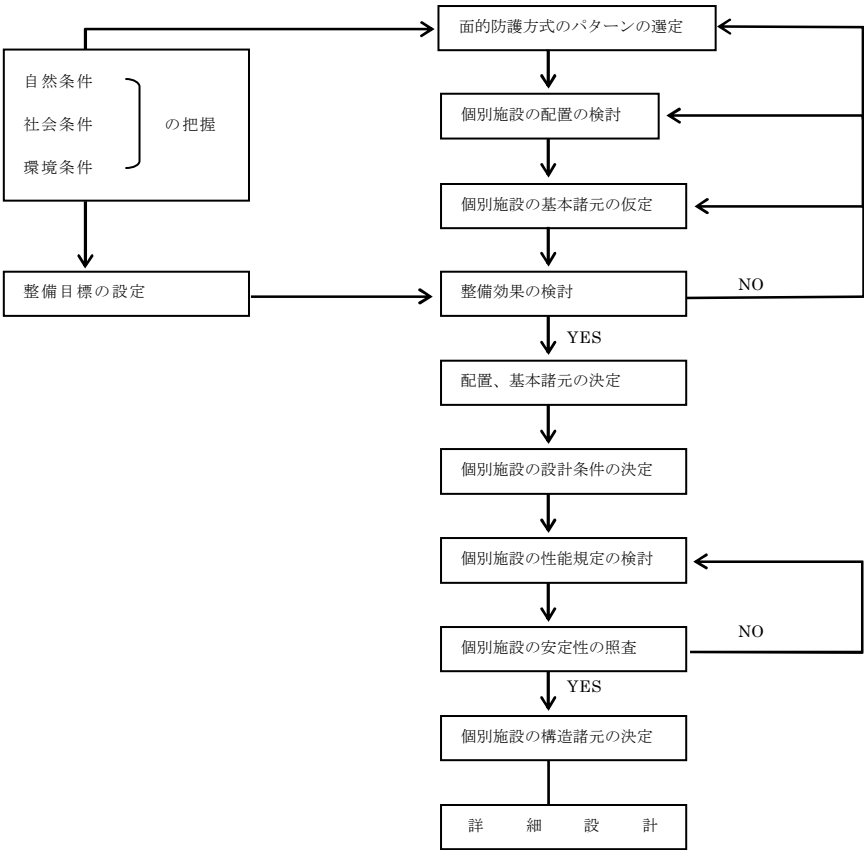


図 1-3-1 面的防護方式を基本とした海岸保全設計のフローチャート

表 1-3-1 個別施設の組み合わせによる面的防護方式の代表的な整備パターン

面的防護方式のパターン	解説	利用面の特性	環境面の特性	適用海岸
1. 防波堤+堤防・護岸	湾口防波堤等により湾域全体を防護する方式(沖合防護方式)。	静穏域の多目的利用	水平線景観の保全	湾状の海岸
2. 離岸堤+堤防・護岸	離岸堤で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	魚礁効果が期待		侵食傾向が強い海岸
3. 潜堤+堤防・護岸	潜堤で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	魚礁効果が期待	水平線景観の保全	公園などの周辺環境と調和を図る海岸
4. 浮防波堤+堤防・護岸	浮防波堤で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	養殖などの利用	海水交換による水質確保	潮位差が大きい海岸、大水深の海岸
5. 養浜+堤防・護岸	養浜によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	海岸のレクリエーション	水平線景観の保全 砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸
6. 離岸堤+養浜+堤防・護岸	離岸堤と養浜によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。離岸堤は養浜砂の安定にも寄与する。	海岸のレクリエーション 魚礁効果が期待	砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸
7. 潜堤+養浜+堤防・護岸	潜堤と養浜によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	海岸のレクリエーション 魚礁効果が期待	水平線景観の保全 砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸
8. 人工リーフ+堤防・護岸(+養浜)	人工リーフで減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。消波効果を高めるため養浜を行う場合があり、この場合リーフは養浜砂の安定にも寄与する。	魚礁効果が期待	水平線景観の保全	公園などの周辺環境と調和を図る海岸
9. 複断面堤防・護岸	二重堤防・護岸、二重階段堤防・護岸等の複断面堤防・護岸の場合には、消波効果を高めるため養浜を行う場合がある。	散策、サイクリング等	水平線景観の保全	前面水域に施設設置の制約がある海岸
10. 人工岬・ヘッドランド等+堤防・護岸	人工岬・ヘッドランド等によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。侵食性の強い海浜や、砂浜が狭い又は全くない場合は、養浜を行う場合がある。	海岸のレクリエーション 魚礁効果が期待	水平線景観の保全 砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸

注) 1. 整備パターンの分類は、防災機能に着目した分類である。

2. 特に2, 3, 5, 6, 7, 9の整備パターンについては、漂砂の捕捉効果を高め又は養浜砂を安定させるため、突堤等を併用する場合がある。

出典:[表 1-3-1]

海岸保全施設の技術上の基準・同解説

3.1.1 表 3.1.1.1

(H16.6)P3-3

4. 海岸保全施設の種類の

海岸保全施設を大別すると、高潮、津波等により海水が堤内地に侵入するのを防止する高潮対策施設と、波による侵食により海浜の土砂が持ち去られるのを防止する侵食対策施設とに分かれるが、

① 高潮・津波対策施設・・・堤防・護岸(緩傾斜堤を含む)、消波工、離岸堤、養浜、人工リーフ工

② 侵食対策施設・・・堤防・護岸(緩傾斜堤を含む)、離岸堤、突堤、養浜、人工リーフ工

これらを組み合わせた複数の海岸保全施設によって、複雑に作用する波浪等の外力を分散させ受けとめることにより、施設の耐久性を高め高潮対策、侵食対策も含めた質の高い海外保全を図るとともに、海浜の利用や景観の観点で水準を向上させる面的防護方式による複合的な整備がなされている。

5. 海岸保全施設の設計にあたっての留意事項

海岸保全施設の配置に当たっては、施設の機能が十分発揮されるように効果的に配置するように努めるものとする。また、設計に当たっては、自然環境の保全及び景観に留意するものとし、できるだけ海岸の水質保全機能、生態系保全機能及び底質保全機能に配慮するものとする。合わせて、海岸の利用に配慮した工法を選択するものとする。

(1) 面的防護方式の検討

面的防護方式は、護岸、砂浜、離岸堤、潜堤・人工リーフ等の海岸保全施設を面的な広がりをもって適切に配置することにより、波浪等の外力を沖合から徐々に弱めながら海岸を防御する方式である。面的防護方式は二重、三重の防護方式を採用しているため、一つの防護施設の破壊が直ちに背後地の大災害につながらないという利点を有する。したがって、本来の海岸の特性を変化させる場合があることに留意しつつ、面的防護方式を採用することが望ましい。

なお、面的防護方式において海岸利用の面等から緩傾斜護岸を導入する場合には、砂浜の安定に悪影響を及ぼさないよう配慮する必要がある。護岸に波が当たるようになると、砂浜の岸沖方向の動的安定機構が阻害されるとともに、護岸による反射波によって護岸前面での擾乱が増大し、結果として護岸前面の砂浜が浸食される可能性がある。したがって、緩傾斜護岸を整備するに当たっては、砂浜の幅に十分気を付ける必要がある。

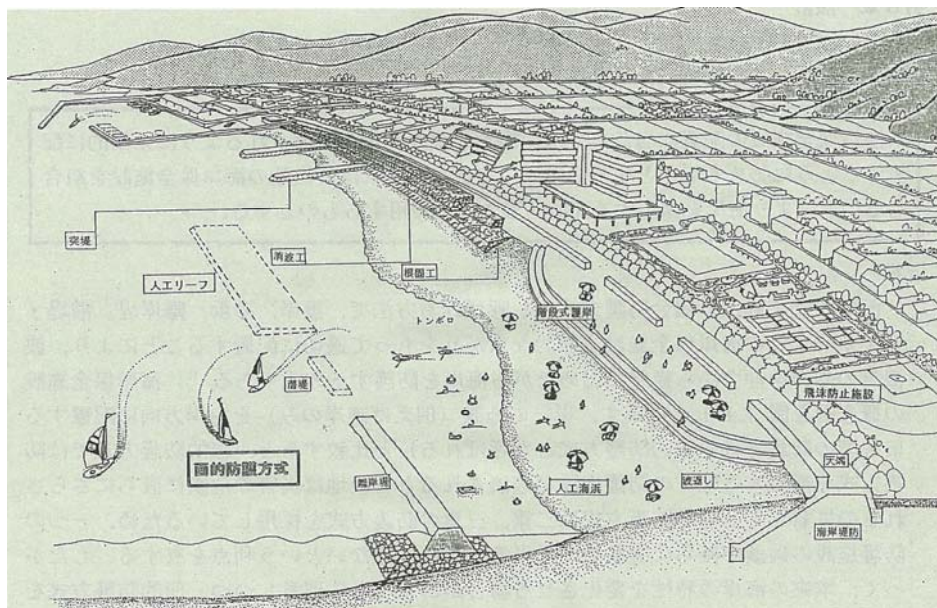


図 1-5-1 面的防護方式の概念図

(2) 水質保全機能・生態系保全機能と底質保全機能への配慮

海岸全体の水質保全機能・生態系保全機能や底質保全機能に配慮するため、設計の対象とする海岸保全施設がそれらに寄与する性質について、現状と要求される性能、そしてそれぞれの工法によって実現される性能をできるだけ定量的に把握し、評価する必要がある。

出典:[5.]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.1(H16.6)P3-1～3-6

出典:[(1)]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.1.1(H16.6)P3-1

出典:[図 1-5-1]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.1.1 図 3.1.1.1

(H16.6)P3-2

出典:[(2)]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.1.2(H16.6)P3-3

(3) 景観への配慮

快適性に関連して景観が重要である。特に施設上やその近くからの景観は、浸水機能としても重要な機能である。また遠くから見るその施設自体の景観も、海岸の親水機能としても重要である。景観は、個々の人の感じ方によって異なるために定量的な評価が困難であるが、その海岸の持つ本来の開放感や美しさを損なわないことや、施設の本来の機能美を考慮すること、背後地を含めた広域的な景観に配慮することなどが必要である。

出典：[(3)]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.1.2(H16.6)P3-4

(4) 利便性と快適性

海岸においては様々な利用形態があり、それぞれの利用について、利便性や快適性は異なり、また対象とする人によっても異なることに注意する必要がある。利便性を考えることは、それぞれの利用をいかに円滑に行うことができるかを考えることであるが、特に海岸独自の利用については、具体的に調べる必要がある。

出典：[(4)]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.1.3(H16.6)P3-5

快適性は、人間の感覚によるものであり、特に視覚が重要である。また、温熱環境（日差し・気温・湿度・風）や、しぶきや飛砂、波の音、砂の色、鳴き砂、磯や潮のかおり、植生など海岸特有な環境要素についても快適性と深く関係しており、できるだけ定量的な把握が必要である。

(5) 利用者の安全

海岸の利用は、基本的には自由使用であり、自己責任において誰でも自由に利用することができる。公衆の利用を前提とする場合、あるいは想定される場合には、海岸保全施設が厳しい自然条件の下に置かれることに留意し、海岸保全施設に起因する事故が発生しないように、利用者の安全に十分配慮して設計する。

出典：[(5)]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.1.4

また、安全対策が設計どおりの性能を有しているか確認するため、海岸保全施設及び海岸の巡視・点検を定期的に行う必要がある。特に人工海浜においては、養浜砂の流出・吸い出し等により、陥没や地上から視認できない空洞が発生する場合がある。そのため、砂の流出・吸い出し防止のための対策をとることとともに、供用後も定期的な巡視点検を行うことにより、利用者の安全にかかわる現象を常に把握するよう努めることが重要である。

(H16.6)P3-6,3-7

(6) 性能規定

性能規定においては、「目的」、「機能」、「性能」及び「照査法」を定めることが必要である。

出典：[(6)]

ここで、「機能」とは、例えば、高潮又は津波による海水の浸入を防止し、波浪による越波を減少させるといった施設が担うべき働きのことであり、「性能」とは、これらの機能に実現に寄与する施設の能力のことである。

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
1.1(H16.6)P1-1

第2節 堤防および護岸（標準）

1. 定義

ここで堤防とは、現地盤を盛土、またはコンクリート打設等によって増高し、高潮、津波による海水の侵入を防止し、波浪による越波を減少させるとともに、陸域が侵食されるのを防止する施設をいい、護岸は構造物の天端高が現地盤より低い場合をいう。

2. 型式

堤防および護岸の型式には、表のり勾配、構造、使用材料等により種々考えられるが、選定にあたっては、水理的条件、基礎地盤の土質、築堤材料、用地条件、利用状況、施工期間等を総合的に検討し、安全かつ機能的な型式を選定しなければならない。

表 2-2-1 堤防および護岸の型式

型式	表のり勾配	堤防および護岸に 共通する型式	主として護岸に 用いられる型式
傾斜堤	1 : 1.0 ~ 1 : 3.0	石張り式、コンクリートブロック張り式、コンクリート被覆式等	捨石式、捨ブロック式等
緩傾斜堤	1 : 3.0 より緩	コンクリートブロック張り式	—
直立堤	1 : 1.0 より急	石積み式、重力式、扶壁式等	突型式（L型式を含む）、ケーソン式、コンクリートブロック積み式、セル式、矢板式、石砕式等
混成堤	上部 1 : 1.0 より急、 下部 1 : 1.0 より緩等	上記の組合わせ	上記の組合わせ

3. 堤防および護岸各部の名称とその機能

堤防および護岸各部を図 2-3-1、図 2-3-2 に、堤防および護岸各部の機能を表 2-3-1 にそれぞれ示す。

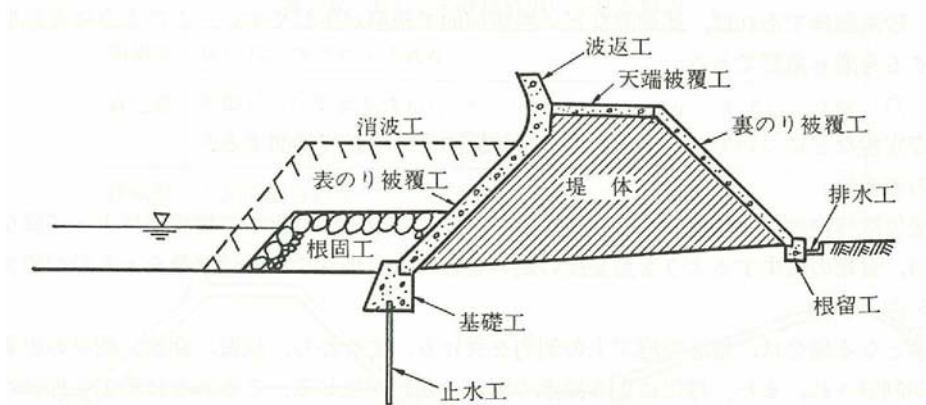


図 2-3-1 海洋堤防各部の名称

出典：[1.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
3.1 (H9.10)P145

出典：[2.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
3.3 (H9.10)P146
一部加筆

出典：[表 2-2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
3.3 表 7-5, 7-6
(H9.10)P146
一部加筆

出典：[図 2-3-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
3.1 図 7-33
(H9.10)P145

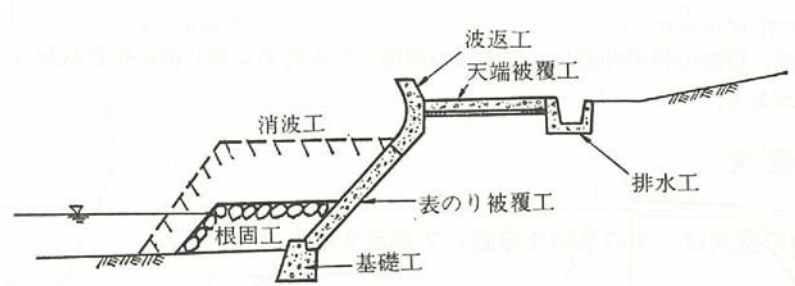


図 2-3-2 護岸の一般構造

表 2-3-1 海洋堤防および護岸の機能

堤防・護岸の機能	機能する部分の名称	
	堤防のみ	堤防および護岸に共通
(1) 高潮・津波および波浪の阻止	堤体	表のり被覆工、波返工、基礎工
(2) 波浪、しぶきの越流防止 または越流の処理	堤体、裏のり被覆工、根留工、基礎工	表のり被覆工、波返工 天端被覆工、排水工、消波工
(3) 波浪による洗掘防止		根固め工、基礎工、表のり被覆工
(4) 堤脚による波力の減殺		根固め工、消波工
(5) 浸透防止	裏のり被覆工、根留工	止水工、表のり被覆工、基礎工、天端被覆工、排水工
(6) 天端載荷支持		堤体、天端被覆工、その他の各部
(7) 排水	裏のり被覆工	排水工、天端被覆工

出典：[図 2-3-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

3.1 図 7-33

(H9.10)P145

出典：[表 2-3-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

3.1 図 7-33

(H9.10)P145

一部加筆

4. 設計手順

堤防及び護岸の設計に当たっては、所定の機能が発揮されるよう、堤防及び護岸の型式、天端高、天端幅、法勾配及び法線を定めるものとする。

堤防・護岸の標準的な設計手順を 図 2-4-1 に示す。

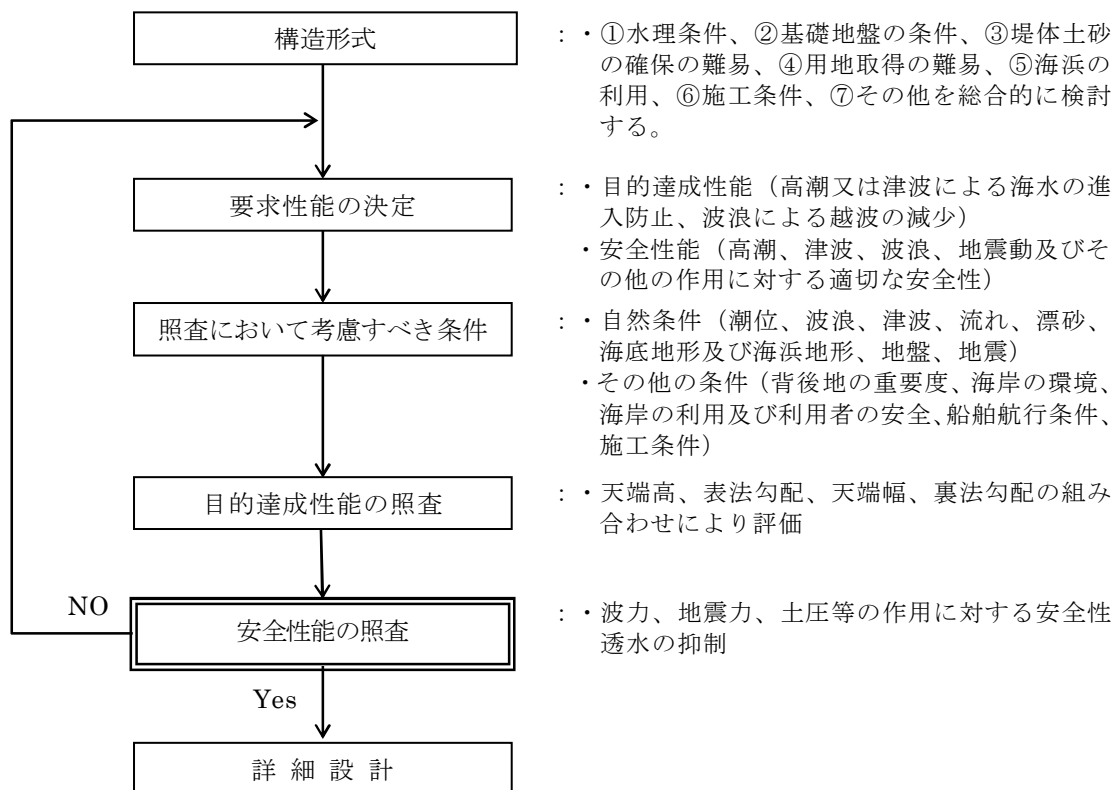


図 2-4-1 堤防・護岸設計のフローチャート

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.2 P3-19～3-64」を参照のこと。

5. 構造

海洋堤防の構造は、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」および「緩傾斜堤の設計の手引」が優先し、「河川砂防技術基準 同解説 計画編」「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第7章海岸保全施設の設計」に準ずるものとする。

出典：[4.]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.2.2(H16.6)P3-19

一部加筆

出典：[図 2-4-1]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.2(H16.6)

P3-19～3-64

一部加筆

第3節 突堤(標準)

1. 定義

突堤は、主として沿岸漂砂が卓越する海岸において、海岸から細長く突出して設けられるものであり、沿岸漂砂を制御することによって汀線の維持あるいは前進をはかることを目的とした構造物である。

出典：[1.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
4.1 (H9.10)P178

2. 型式

突堤の型式は、原則として透過性および横断面形状を検討し選定するものとする。

- ① 透過型、不透過型の選定にあたっては、近隣の海浜地形、漂砂、卓越する波向、沿岸流の方向等を考慮するものとする。
- ② 横断面形状の選定にあたっては、設置水深、潮差、波力、必要とする透過性、材料の入手の難易等を考慮するものとする。

出典：[2.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
4.3 (H9.10)P180

(1) 透過性による分類

突堤は、透過型と不透過型に大別でき、一般に用いられている構造物の種類は表3-2-1のとおりである。

突堤の透過性は、沿岸漂砂の制御効果に強く影響するため、不透過堤、透過性の特徴をふまえたうえで型式の選定をする必要がある。

不透過堤は堤体が完全に漂砂を遮断するため、下手へ通過するのは先端部を回り込む漂砂だけである。よって不透過堤では、長さによって沿岸漂砂の制御効果を調整する。

出典：[(1)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
4.3 (H9.10)P180
出典：[(1)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
4.3 2. (H9.10)P183

表 3-2-1 突堤の種類

	型 式 名	構 造 等
透 過 型	捨石・捨ブロック式	石、ブロック（異形ブロックを含む）を捨て込んだもの。ブロックに孔をあけ、これに杭を差し込んだ串形のものもある。
	詰杭式	コンクリート杭等を2列に打ち並べ、この中に、中詰石を詰めたもの。透過率は小さく不透過に近い。
	石杭式	鉄筋コンクリートで枠を作り、井げたに積み重ねて枠を1列、2列に並べるか、杭を2列に打ち込んで石材を充填する。
不 透 過 型	石積み式・石張り式	捨石し、表面を割石で張るもの。のり勾配が1:1.0より急なものが石積み、穏やかなものが石張り。
	コンクリート ブロック積み式	コンクリート方塊ブロックを積み上げるもの。平らな形のブロックに穴をあけ、これに杭を差し込んだ串形のものもある。
	場所打ちコンクリート 式	陸上部分に用いられるものが大半である。
	ウェル・ケーソン・ セルラーブロック式	外洋に面した急勾配海岸の堤頭部にウェルが用いられることが多い。他は混成堤タイプとして用いられる。
	二重矢板式	鋼矢板を二重に打ち、中に砂利、土砂を中詰めにしたもの。
	パイル式	鋼管矢板を1列に打ち並べたもの。

出典：[表 3-2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
4.3 1. 表 7-14
(H9.10)P180
一部加筆

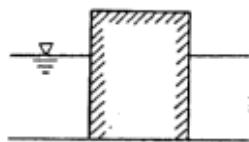
(2) 横断面形による分類

直立型の突堤は、壁面に作用する波圧に十分耐えうるものでなければならない。傾斜型の突堤は、表面を被覆する石およびブロックが波力に対して十分安定なものをを用いる。両者とも、洗掘に対して十分配慮する。また、各形式の模式図を 図 3-2-1 に示す。

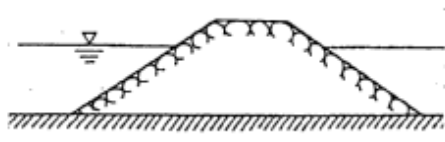
各型式の特性を考慮の上、水深・潮差・波力、必要とする透過性、材料の入手の難易等に対して、所要の目的にかなう横断面形を選定する。一般的に、傾斜型は直立型あるいは混成型に比して材料が多量に必要であるので、傾斜型は水深、潮差の大きい場合には、工費の面から不適当な場合がある。

表 3-2-2 横断面形による突堤の分類

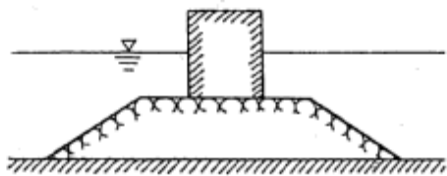
横断面形	斜面勾配	突堤の分類
直立型	鉛直～1：1. 0	石積み式、コンクリートブロック積み式、ケーソン式、セルラーブロック式、ウェル式、石枠式 等
傾斜型	1：1. 0 より穏やか	石張り式、捨石式、捨ブロック式 等



(a) 直立型



(b) 傾斜型



(c) 混成型

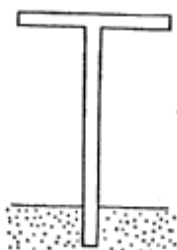
図 3-2-1 突堤の型式

(3) 平面形による分類

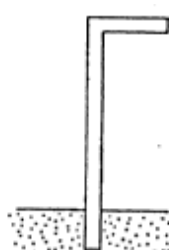
突堤は、図 3-2-2 に示すように平面形状から直線型、T型、L型等に分類される。現在、よく用いられるのは直線型とT型であり、直線型が沿岸漂砂のみの制御を考えているのに対して、T型は岸沖漂砂の制御も考えている。



(a) 直線型



(b) T型



(c) L型

図 3-2-2 突堤の平面形状

出典：[(2)]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

4.3 2. (2) (H9. 10)P184

一部加筆

出典：[表 3-2-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

4.3 1. (2) 表 7-15

(H9. 10)P183

出典：[図 3-2-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

4.3 1. (2) 図 7-73

(H9. 10)P183

出典：[(3)]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

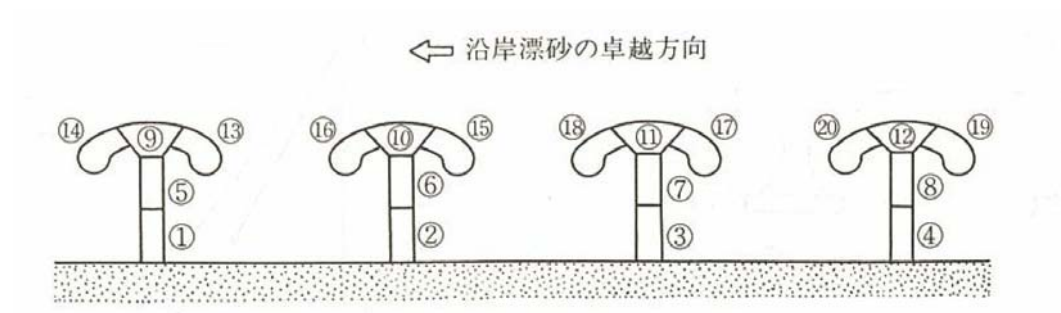
4.3 1. (3) 図 7-74

(H9. 10)P183

(4) ヘッドランド工法

ヘッドランド工法は、大規模な突堤や離岸堤等の海岸構造物によって静的あるいは動的に安定な海浜を形成する工法、およびヘッド部付突堤等の人工岬によってポケットビーチ的に安定な海浜を形成する工法である。

出典：〔4〕
海岸施設設計便覧
5.4.7 (H12.11) P434
一部加筆



出典：〔図 3-2-3〕
海岸施設設計便覧
5.4.7 図 5.4.76
(H12.11) P440

図 3-2-3 ヘッドランド工法平面配置図

3. 設計手順

突堤の設計に当たっては、所定の機能が発揮されるよう、突堤の型式、天端高、長さ及び方向並びに突堤相互の間隔を定めるものとする。

突堤の標準的な設計手順を 図 3-3-1 に示す。

出典：[3.]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.5.2(H16.6)P3-78

一部加筆

出典：[図 3-3-1]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.5(H16.6)

P3-78～3-85

一部加筆

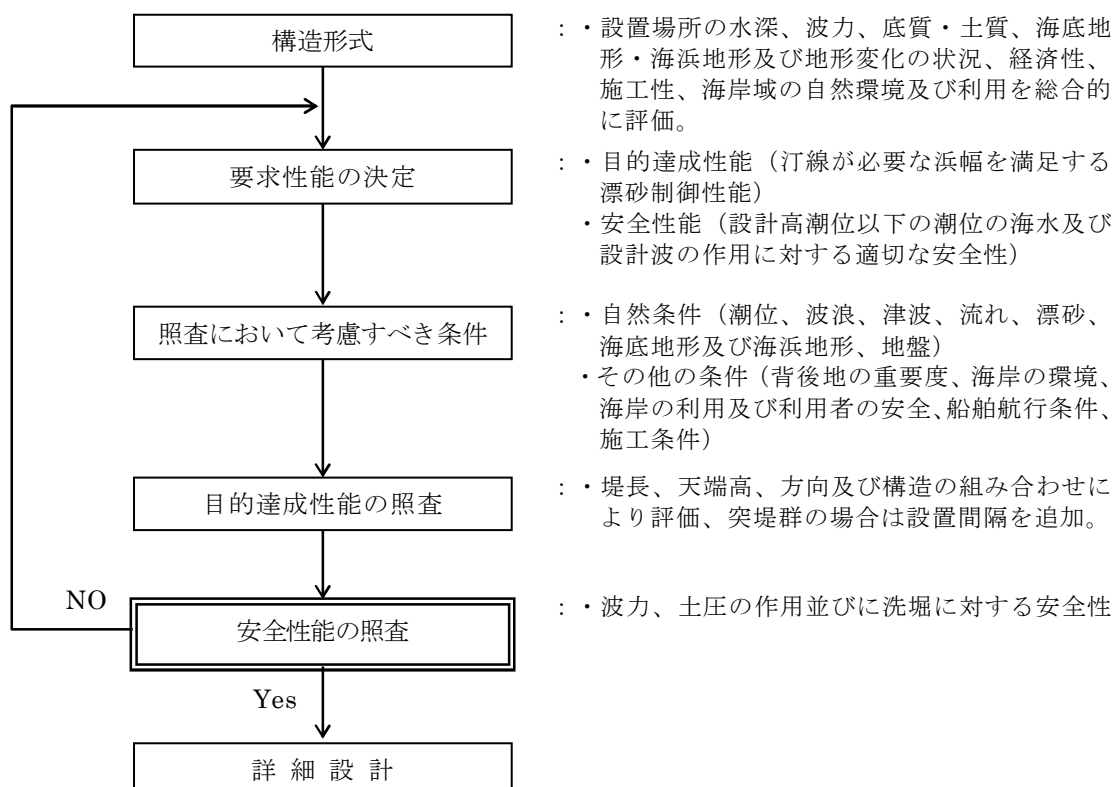


図 3-3-1 突堤の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-78～3-85」を参照のこと。

4. 構造

堤体は、波力、土圧等の外力に対して安定した構造としなければならない。なお、脚部が洗掘されるおそれのある場合には、洗掘を防止するために必要な基礎工または根固め工を設けるものとする。

構造細目は、表 3-2-2 に示した突堤型式によって変わり、その設計細目もそれぞれことなる。それぞれの型式の設計細目については「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」および「港湾の施設の技術上の基準 同解説」等を参考にして設計をするものとする。

第4節 離岸堤（標準）

1. 基本事項

1-1 定義

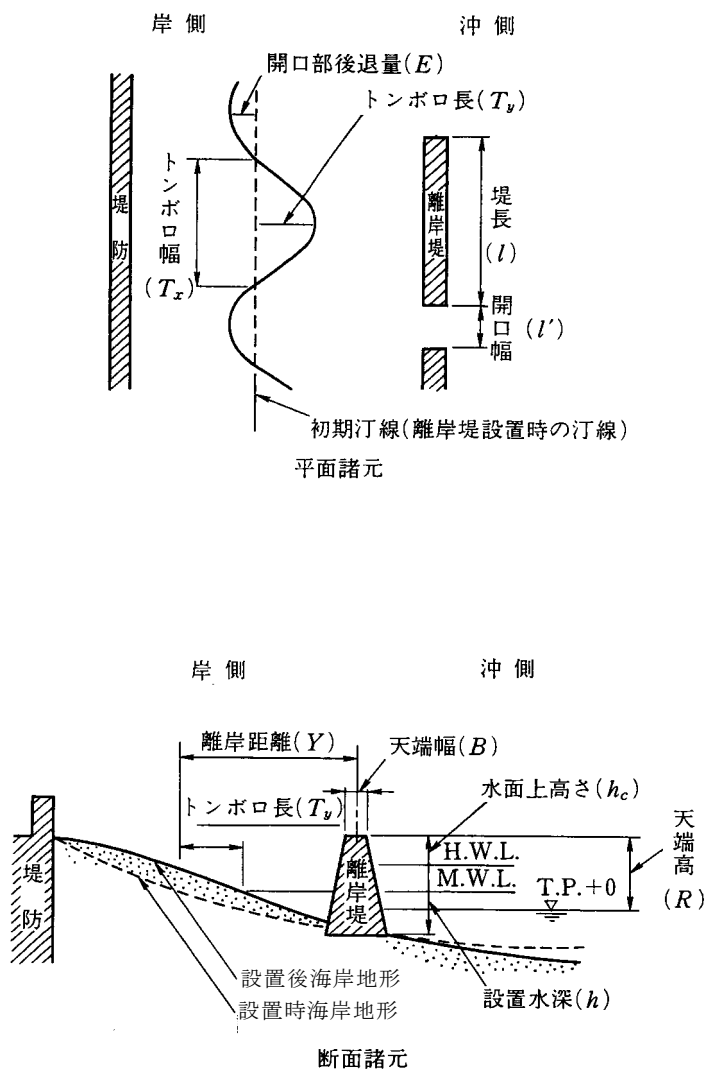
離岸堤は、汀線から離れた沖側に、汀線にほぼ平行に設置される構造物であり、消波、または波高減衰を目的とするもの、その背後に砂を貯え侵食防止や海浜の造成をはかることを目的とするものがある。

出典：[1-1]

河川砂防技術基準

（案）同解説 設計編Ⅱ

5.1 (H9.10)P190



出典：[図 4-1-1]

河川砂防技術基準

（案）同解説 設計編Ⅱ

5.4.1 図 7-80

(H9.10)P193

図 4-1-1 離岸堤各部の名称

1-2 離岸堤の機能

離岸堤の機能としては、次のもの等が挙げられる。

- ① 入射波のエネルギーを減勢させる。
- ② 波高の減衰効果により、波形勾配を小さくして、侵食型から堆積型の波に変える。
- ③ 波高の減衰効果により、沿岸漂砂量を減少させる。
- ④ ②および③の効果により、トンボロを発生させて海浜の造成を図る。

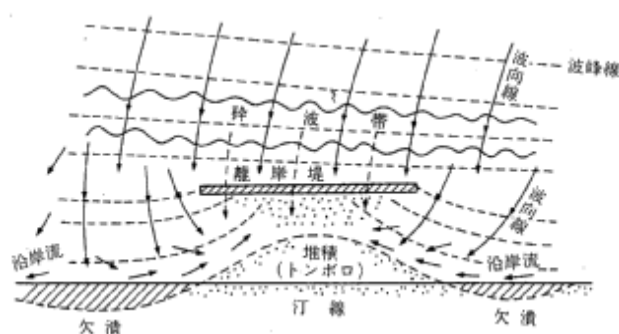
出典：[1-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

5.1 (H9.10)P190

一部加筆



(a) 平面図



(b) 横断面図

図 4-1-2 トンボロが形成される状態の例

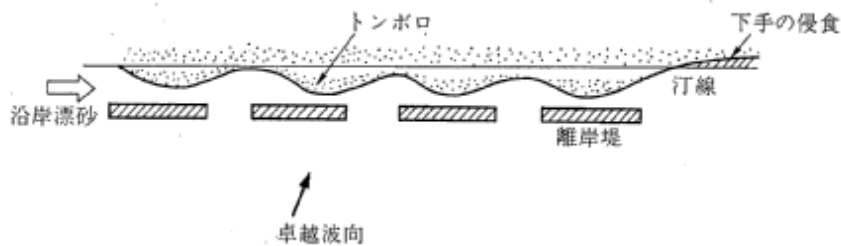


図 4-1-3 沿岸漂砂が存在する場合のトンボロの形成

出典：[図 4-1-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

5.4 図 7-78

(H9.10)P190

出典：[図 4-1-3]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

5.4 図 7-79

(H9.10)P191

2. 型式の選定

離岸堤の型式の選定にあたっては、突堤に準ずるものとする。

出典：[2.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
5.3(H9.10)P192

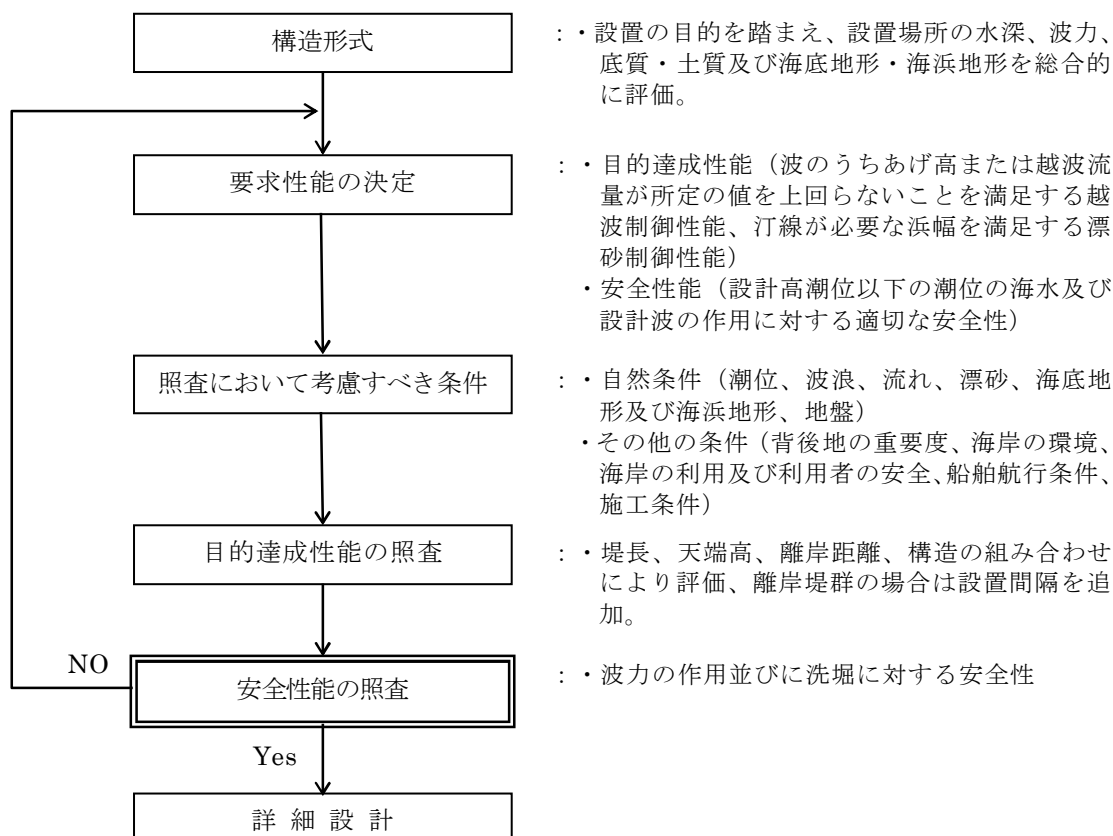
3. 設計手順

離岸堤の設計に当たっては、所定の機能が発揮されるよう、離岸堤の型式、天端高、天端幅、長さ及び汀線からの距離並びに離岸堤相互の間隔を定めるものとする。

出典：[3.]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.6.2(H16.6)P3-88
一部加筆

離岸堤の標準的な設計手順を 図 4-3-1 に示す。



出典：[図 4-3-1]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.5(H16.6)
P3-86～3-98
一部加筆

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-86～3-98」を参照のこと。

4. 構造

離岸堤の安全性を確保するためには、所要断面の確保が必要であり、作用、海底地盤の変化に対し安全性を見込んだ配慮が必要となる。このため、特にブロックの質量、積み方、法勾配、天端幅、基礎構造については、十分な配慮が必要となる。

出典：[4]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.6.6(H16.6)P3-96
一部加筆

表法勾配は、緩斜面化、複断面化したほうが反射による離岸堤前面の洗掘を防ぐとともに、堤体の安全性が高まる。

なお、ブロックの重量は、波力にしたがって求めるものとし、過去の災害実績の多い海岸では 1.5 倍程度まで割増しする場合が多い。詳細は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」等を参考にして設計をするものとする。

第5節 人工リーフ工（標準）

1. 定義

人工リーフ工は、自然のサンゴ礁の形態を捨石等の材料を用いて珊瑚礁が高波を砕波、減衰する現象を再現したもので、景観を損なうことなしに波浪の静隠化、海浜の緩勾配化および沿岸漂砂の制御を行い、安定した海浜の形成や海浜でのレクリエーションの促進を図ろうとするものである。

熱帯地方におけるサンゴ礁は、沿岸部に幅広い浅瀬を形成し、高波浪を沖で砕波し減衰させることにより効果的な防災機能を有している。さらに、サンゴ礁によって形成される静隠な海浜は格好なレクリエーションスペースとして利用されている。人工リーフ工は、これを人工的に再現しようとするものである。

離岸堤は、高い堆砂効果を有し、侵食対策や砂浜の維持に有効に利用されている。しかし、一方では景観の悪化や過度の堆砂による海面利用スペースの損失等の問題も生じることもある。このような背景のもとで、自然のサンゴ礁を模倣した人工リーフ工が考案された。

具体的な設置目的は、次のようである。

- ① 打上高、越波量、あるいは飛沫量を減少させる。
- ② 沿岸漂砂量を減少させる。
- ③ 人工リーフ工の岸側に砂を堆砂させて汀線を前進させる。
- ④ 人工リーフ工の岸側の砂が沖向きに流出するのを防止する。

一般に、これらの目的は単独ではなく、複合的に達成される。例えば人工リーフ工の消波効果により岸側に堆砂が起これば、人工リーフ工による打上高の低減効果はさらに向上する。

一方、人工リーフ工は防災目的ばかりではなく、次のような海岸の利用や環境の改善効果を期待することもできる。船舶の吃水や、沿岸漁業への影響についても、配慮が必要である。

- ① 波浪を静穏にして海域の利用を促進する。
- ② 人工リーフ工による岸向き流れの発生を利用して水質の改善を図る。
- ③ 人工磯と同様に漁礁効果を発揮させる。

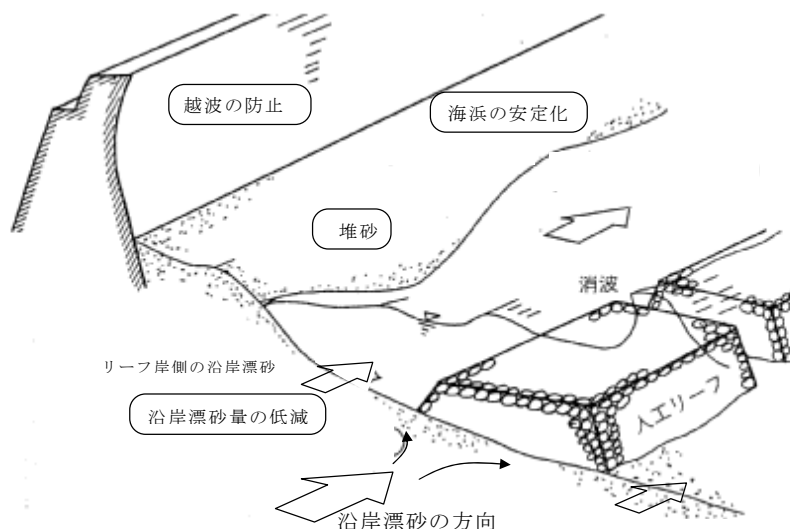


図 5-1-1 リーフ工の効果の概念図

出典：

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

7.1 (H9.10) P200

一部加筆

2. 基本事項

基本事項の考え方等は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」および「人工リーフの設計の手引き」に準ずるものとする。

3. 設計手順

リーフ工の標準的な設計手順を 図 5-3-1 に示す。

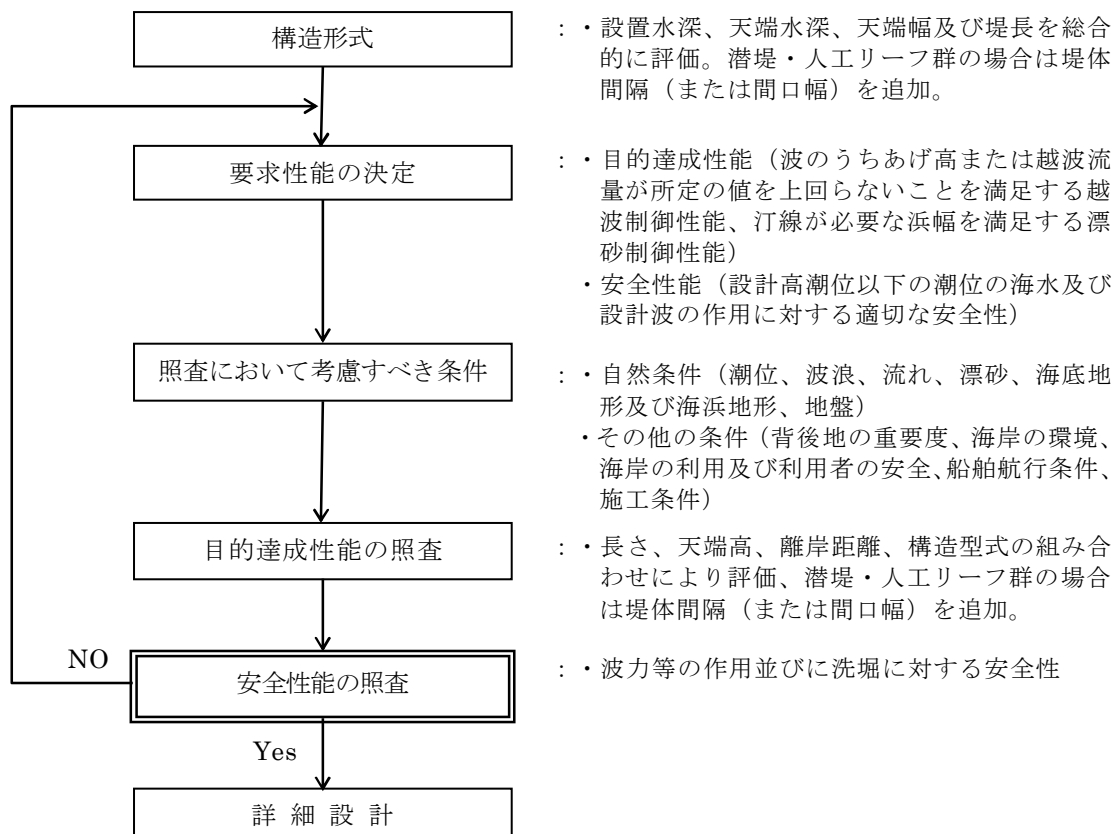


図 5-3-1 リーフ工の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-99～3-107」を参照のこと。

潜堤・人工リーフは、捨石やブロック等で構成されている。波力に対する捨石やブロックの所要質量は、ハドソン式や土研式で求められる。詳細は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」等を参考にして設計をするものとする。

出典：[図 5-3-1]
海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.5 (H16.6)
P3-99～3-107
一部加筆

出典：
海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.7.6 (H16.6) P3-106
一部加筆

表 5-3-1 リーフ工の諸元と効果・機能の関係

項目	関連諸元
越波防止	越波防止効果を支配する消波効果は、主に天端水深と天端幅により決定される。
海浜の安定化	<p>冲向漂砂の制御効果は主に消波効果に支配されるので、天端水深と天端幅の関係が深い諸元となる。また、離岸距離、堤脚水深も岸沖漂砂の制御に関する諸元である。</p> <p>沿岸漂砂量の低減や堆砂効果は消波効果との関係も強いが、海浜流場を支配する平面形（堤長、開口幅、離岸堤）との関連が特に強い。</p>
堤体断面の規模	堤体断面の規模は天端幅と堤脚水深によりほぼ決められる。
海岸の利用等	船舶の航行や海洋性レクリエーションによる海面利用には天端水深が関係する。また人工リーフによる水質、生態系の変化は海浜流場や設置水深との関連が強いことから、堤脚水深、離岸距離、堤長、開口幅と関連すると考えられる。
被覆材重量	被覆材重量は、主に天端水深と堤脚水深に支配される。
海上交通	潜水構造のため視認性が悪いことから、海上交通の多い場所では本工法の採用にあたり十分配慮しなければならない。

第6節 養 浜（標準）

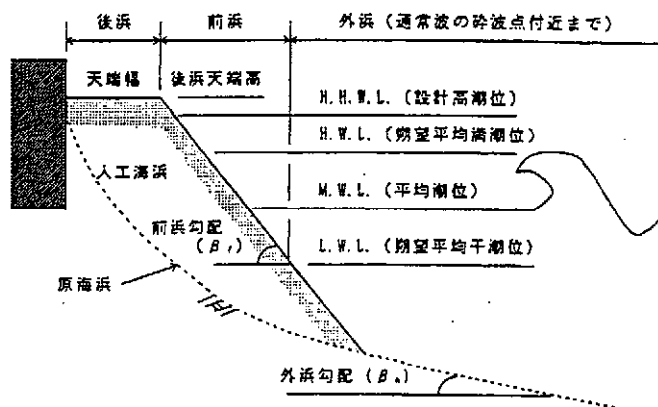
1. 定 義

海岸に人工的に砂を供給することを養浜といい、造られた砂浜を人工海浜という。

養浜とは、侵食された海岸あるいは種々の利用要請のある海岸に人工的に砂を供給し海浜の造成を行なうことであり、こうして造成された海浜を人工海浜という。

人工海浜には、養浜材料流出防止施設を適切に設けることによって、継続的に砂を補給することなく安定状態を保っているものと、継続的に砂を補給することによって動的な安定状態を保っているものがある。なお、本節では、前者を対象とする。

後者のための養浜の代表的なものには、構造物によって下手への漂砂の供給が断たれた場合に、漂砂の上手海岸に堆積した土砂を人工的に下手海岸に供給する、いわゆるサンドバイパス工法（図6-1-2）がある。



前浜・後浜：干潮汀線から通常の波が遡上する所までの範囲を前浜、この前浜の岸側端から岸側の海浜部を後浜という。

外 浜：干潮汀線から沖側の通常波の砕波点付近までをいう。

漂砂移動が活発な範囲である。

沖 浜：外浜沖端より沖側の範囲を指す。通常ここでは砕波しない。

図 6-1-1 海浜各部の名称と定義

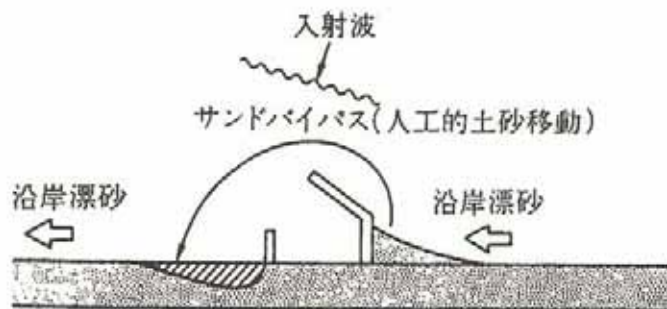


図 6-1-2 サンドバイパス工法概念図

出典：[1.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

8.1 (H9.10) P206

出典：[図 6-1-2]

海岸保全施設の技術
上の基準・同解説

3.10.4 図 3.10.4.1

(H16.6) P3-126

2. 基本事項

養浜は、背後の堤防、護岸と一体として、防災機能、海浜の安定性、海浜の利用等を考慮し、養浜量、基本断面、養浜材料、流出防止施設の種類等を決定するものとする。

出典：[2.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

8.1 (H9. 10) P206

(1) 防 災

浜の砂礫は、打ち寄せる波のエネルギーを減殺分散し、背後の施設や地域の防護として重要な役割を果たしている。このような点から、特に侵食対策工の一つとして、海浜造成は有効な手段と考えられている。

(2) 海岸利用

海岸が本来有しているオープンスペース的な性格、景観美等に加え、海浜造成により、海水浴場、釣り場、磯遊び、散策の場等、海洋性レクリエーションの場として積極的な利用が考えられる。また、地曳き網、船揚場等生産活動の場としての海浜利用も古来からの利用形態として依然として多い。

(3) 海岸環境

海浜により波を砕けさせ、エアレーションを促進することにより、海中の溶存酸素量を増し、海岸と前面の海域との海水交換により、海域の溶存酸素量を増し、健全な生態系を復活させる。このような過程で海域の浄化を図ることが考えられる。また、波や潮の干満によって乾湿を繰り返す“なぎさ”は、生物の生息のための貴重な場を提供する。

(4) 海浜断面の安定機構

海浜の砂は、波や流れによって容易に動かされ、このため海浜の地形は刻々とその形を変化させている。しかし、海浜は、この様に長期的には変動しながらも、自らを安定の方向に落着けようという自律的な機構をもっており、長期的にみて安定していると考えてよい。

緩勾配で細砂からなる海浜の二次元的な安定機構を模式的に示したのが、図 6-2-1 である。

海浜が高波にさらされると前浜部が侵食され、その砂が沖へ運ばれて堆積し、沿岸砂州（バーム）が発達する。この沿岸砂州は、潜堤のような働きをして波を砕くようになり、前浜部へ作用する波は弱められ、ある程度以上の侵食は進行しないようになる。やがて、波がおさまってくると、沿岸砂州に堆積していた砂が岸向きに押し戻されて前浜部に堆積していき、バームを形成する。この様に沿岸砂州は、荒天時に前浜部から削り取られた砂の貯蔵場所として機能し、それより沖へ砂が運ばれるのを防止する働きをしている。逆にバームは、荒天時に削り取られるべき砂を静穏時に保管する働きを有するわけで、このバームを形成する砂の量が来襲する高波に対して十分であることが、海浜の安定条件のひとつであるといえる。

人工海浜の設計にあたっては、海浜断面の安定に必要なバームの砂の量が確保されるように後浜天端、および天端幅を決定しなければならない。

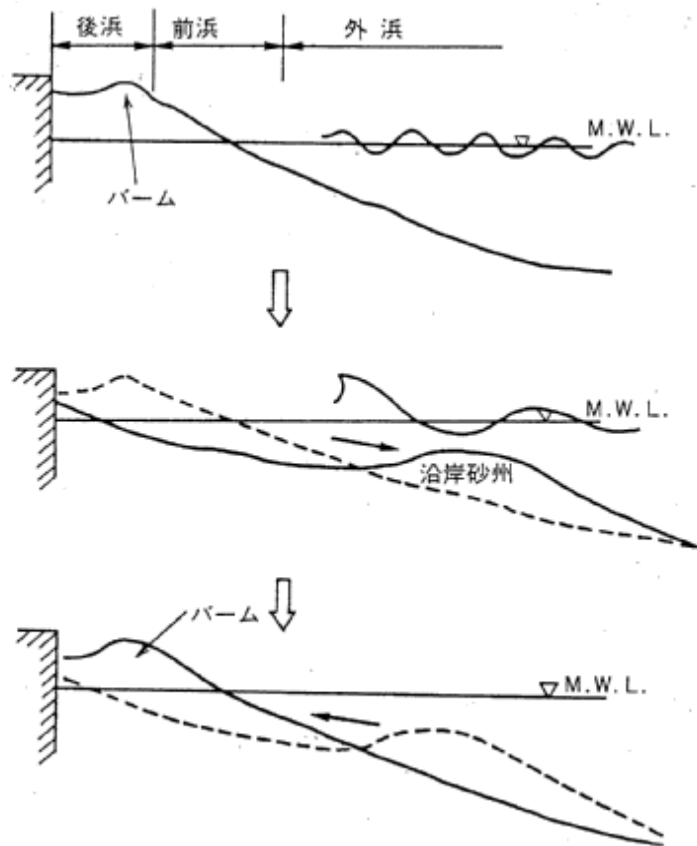
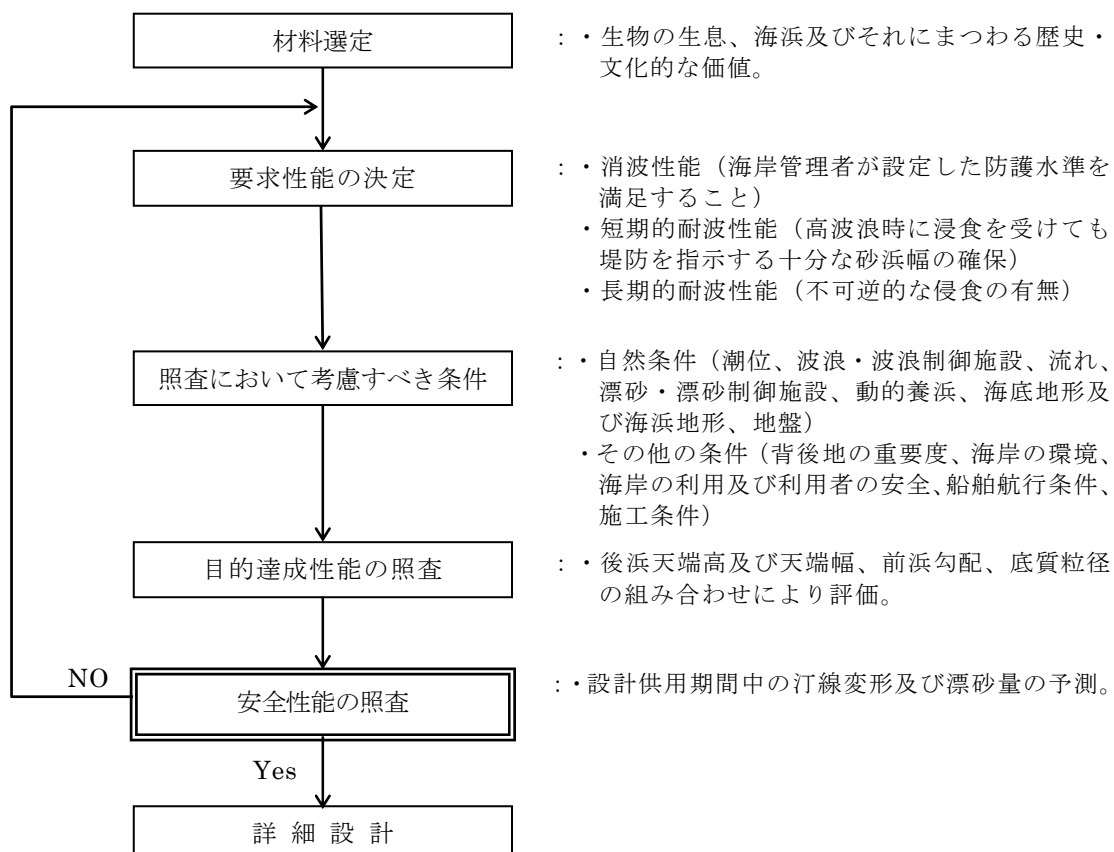


図 6-2-1 海浜の安定機構

3. 設計手順

設計の手順は、養浜の造成の目的や海岸の現況(消波施設の有無、外力の大きさ等)により若干異なってくると考えられるが、標準的な設計手順を 図 6-3-1 に示す。



出典：[図 6-3-1]
海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.10(H16.6)
P3-121～3-127
一部加筆

図 6-3-1 養浜の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-121～3-127」を参照のこと。

設計にあたっては、目的、防護水準、配慮すべき利用項目等の基本方針、設計条件を整理した後、まず防護水準を確保するための必要断面形状を決定しなければならない。ここでは、この必要断面形状を「基本断面」と呼ぶ。基本断面は、これより海浜断面積が小さくなった場合に所要の防護水準を確保できなくなる必要最小限の断面諸元を表し、海浜変形等が生じた後も確保されるべきものである。なお、養浜の造成前に消波施設の建設が計画されている場合または既に存在している場合には、設計条件として波浪の低減を考慮にいて基本断面の設計を行う。

基本断面が決定した後は、養浜の平面形状、用いる養浜材料等を検討することになるが、これらの段階においては海浜の平面的変化に対して、基本断面を施工区間の全範囲で確保することが主要課題となる。

4. 養浜材料

養浜材料は、海浜の安定性、供給可能量、材質、海浜利用および周辺環境に及ぼす影響等を考慮して決定するものとする。

養浜材料の材質としては、火山噴出物、貝殻等の低比重物質やシルト質分等を多量に含まないこと、有害物質を含まないこと等が必須条件である。加えて材料の色調は砂浜のイメージを左右する要因であり、海岸環境を考慮する場合にはこうした点にも配慮する必要がある。

養浜材料の粒度は、海浜の安定性、消波効果、海浜利用者の感触、生物生息条件、海水浄化機能等と密接に関連する必要がある。これらの各種条件の中には、例えば 表 6-4-1 に示すように粗い砂を可とする場合と逆に細かい砂を可とする場合の相反的なものもある。そのため供給可能量およびこれら粒度の特性を総合的に判断して材料を決定することになる。また、要求事項を満たす養浜材料の供給可能量が十分でない場合には、被覆層あるいはのり先に要求事項を満たさない材料の使用は基本断面に留めるものとし、波浪等により、被覆材が沈下したり、中詰材が吸い出されないように注意しなければならない。

表 6-4-1 養浜材料としての底質の粒度組成に要求される特性

要求事項	底質の粒度特性
海浜の安定性	一般に粗い方がよい
海浜勾配	粗いほど急になる
消波効果	一般に粗い方がよい
海浜の浄化機能	泥質にならない程度に細かい方がよい
利用者の感触	一般に粗い方が好ましくなく、よって泥質にならない程度に細かい方がよい

出典：[4.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編Ⅱ
8.4 (H9. 10) P207

1. 流出防止対策における留意事項

① フィルター構造

設計に際し、フィルターの層数・フィルター各層の厚さや粒径を決定する場合、養浜砂と捨石の粒径、施工性等に留意する必要がある。

② 砂防シート・砂防マット

設計に際し、①作用する外力（潮汐、波浪、土圧、施工時の風、土砂投入による衝撃力、捨石部表面の凸凹等）に対してそれ自体が十分な強度をもつ必要がある。②波の作用などによって正確な施工が困難な場合があるため、継ぎ目のオーバーラップを十分にとる必要がある。

砂防シート・砂防マットの耐久性については不明な部分も多いため、他の対策を併用しない場合には、十分な管理・点検を行う必要がある。

2. その他留意事項

③ 不透過型構造物の裏込め材

不透過型構造物の直立部に作用する土圧軽減のために裏込め材が設けられる場合があるが、裏込め材の中に土砂が流出する場合もあり、必要に応じてフィルター層、砂防シート、砂防マットなどの対策を行う。

④ 防砂板

施工性等の観点から防砂板を使用する場合の設計にあたり、①作用する外力（潮汐、波浪、土圧、施工時の風、土砂投入による衝撃力等）に対してそれ自体及び取り付け部が十分な強度を有する必要がある。②構造物の沈下や変形に対し追従できるものを選定することが必要である。なお、波浪や潮汐により防砂板が変形し磨耗等の損傷を助長する場合があるため形状や材質に留意する必要がある。

⑤ 不透過型構造物の目地間充填材

目地部に、マット類やモルタル等を充填すること（以下「目地間充填材」という。）によって、防砂板に作用する波力等を低減することができる。ただし、目地間充填材は構造物の沈下や波力等に対して安定であることが重要である。

⑥ 天端置換捨石部の設置

陥没孔は、基本的に静水面付近により上に発生するため、この部分が捨石であれば陥没孔発生危険性は少ない。また砂部が捨石の下にあれば、陥没孔は発生しないと考えられる。（図 7-2-2 参照）

⑦ 空隙の充填

透過型構造物の空隙を予め土砂等で充填しておくことにより、波の作用で空隙中の土砂が安定勾配を形成し、土砂の流出を防止することが期待できる。（図 7-2-3 参照）

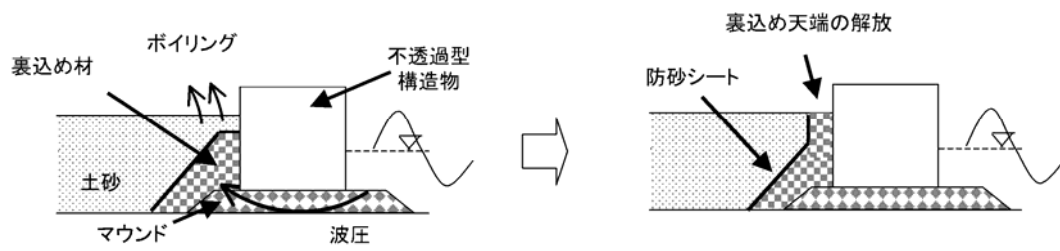


図 7-2-1 裏込め材設置に伴うポイリングの防止対策



図 7-2-2 天端置換捨石による陥没孔防止対策

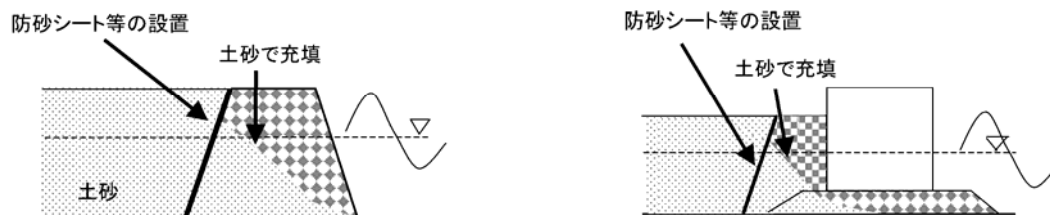


図 7-2-3 空間の重点による防止対策

出典：[図 7-2-1～3]
人工海浜の安全確保
のため留意すべき技
術的事項
図 4～図 6

第 8 節 付帯施設（標準）

付帯施設は、堤防、護岸等とともに一体的に機能し、構造上の弱点とならないように近傍の土地および水面の利用状況を考慮して設けなければならない。

付帯施設には水門、樋門、樋管等のほか排水機場、潮遊び、陸こう、昇降路およびえい船道、船揚場等がある。

設計は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」を最優先し「河川砂防技術基準 同解説 計画編」「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅰ」および当設計便覧の適応する各章の事項に準ずるものとする。

出典：[第 8 節]
海岸保全施設の技術
上の基準・同解説
3.11.1 (H16.6) P3-128
一部加筆

第 9 節 東播海岸実施例（参考）

1. 計画諸元

東播海岸の計画諸元を 表 9-1-1 に示す。

表 9-1-1 計画緒元

	明石以西	明石以东
計画潮位	T. P. +2. 80m	T. P. +2. 80m
朔望平均満潮位	T. P. +0. 60m	T. P. +0. 60m
偏差	2. 20m	2. 20m
計画波	計画波高 H=3. 40m 波の周期 T=8. 0sec	計画波高 H=4. 60m 波の周期 T=8. 0sec

2. 各施設の実施例

2-1 明石以西地区

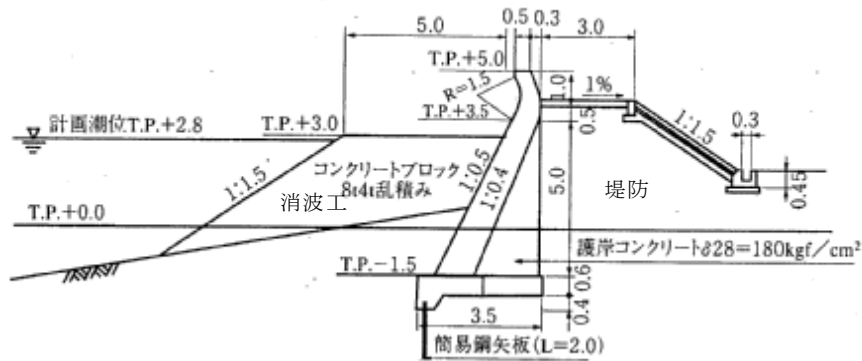


図 9-2-1 消波工、堤防断面図

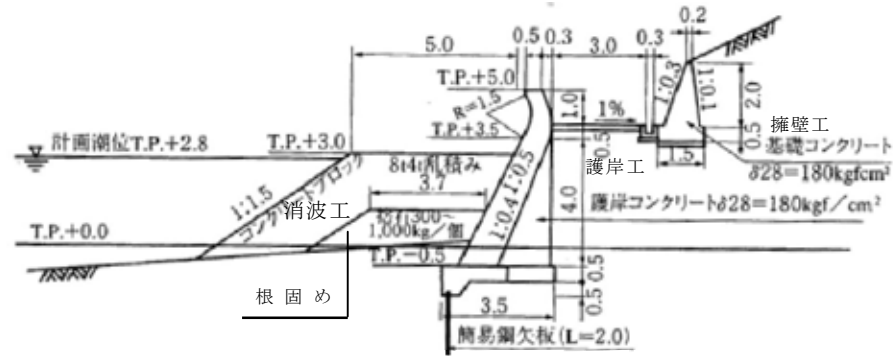


図 9-2-2 消波工、根固め工、護岸工、擁壁工断面図

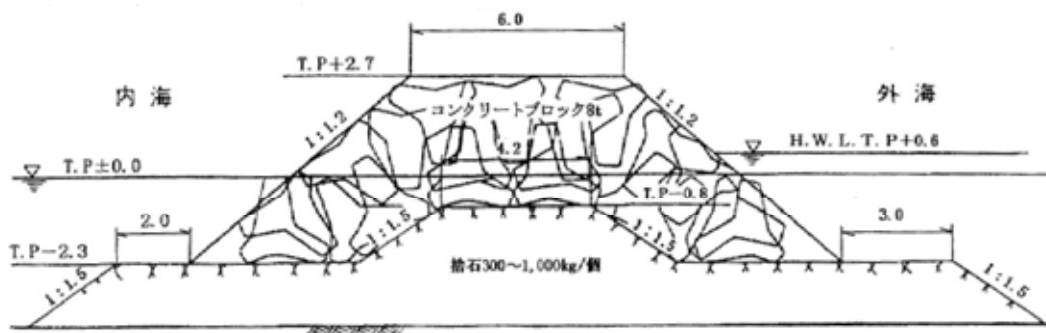


図 9-2-3 離岸堤断面図

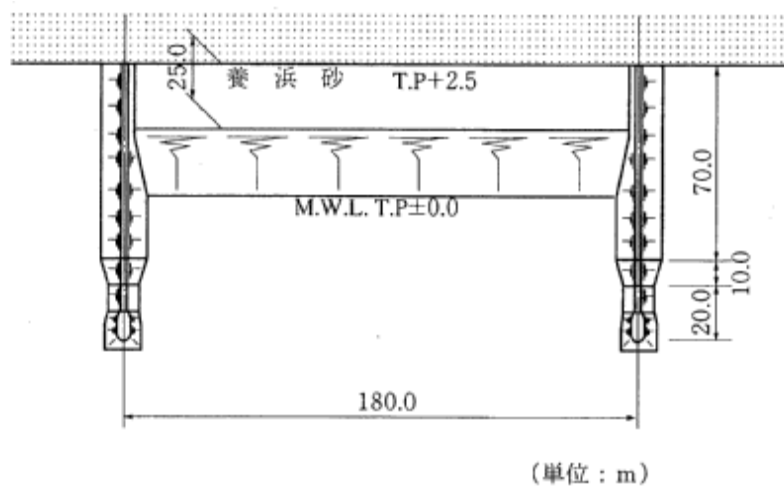


図 9-2-4 養浜工平面図

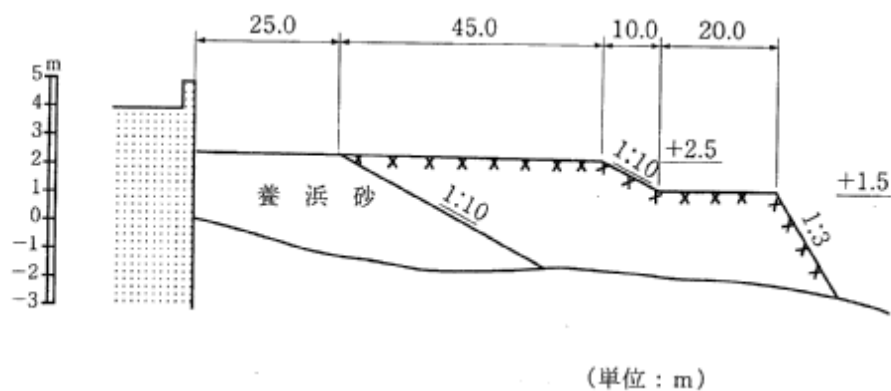


図 9-2-5 養浜工断面図

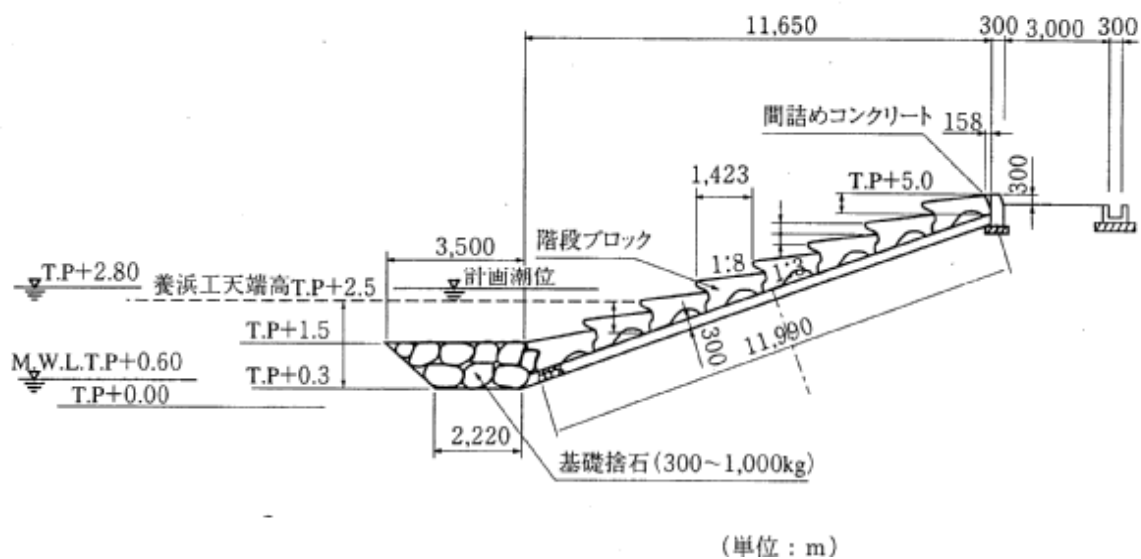


図 9-2-6 緩傾斜堤断面図

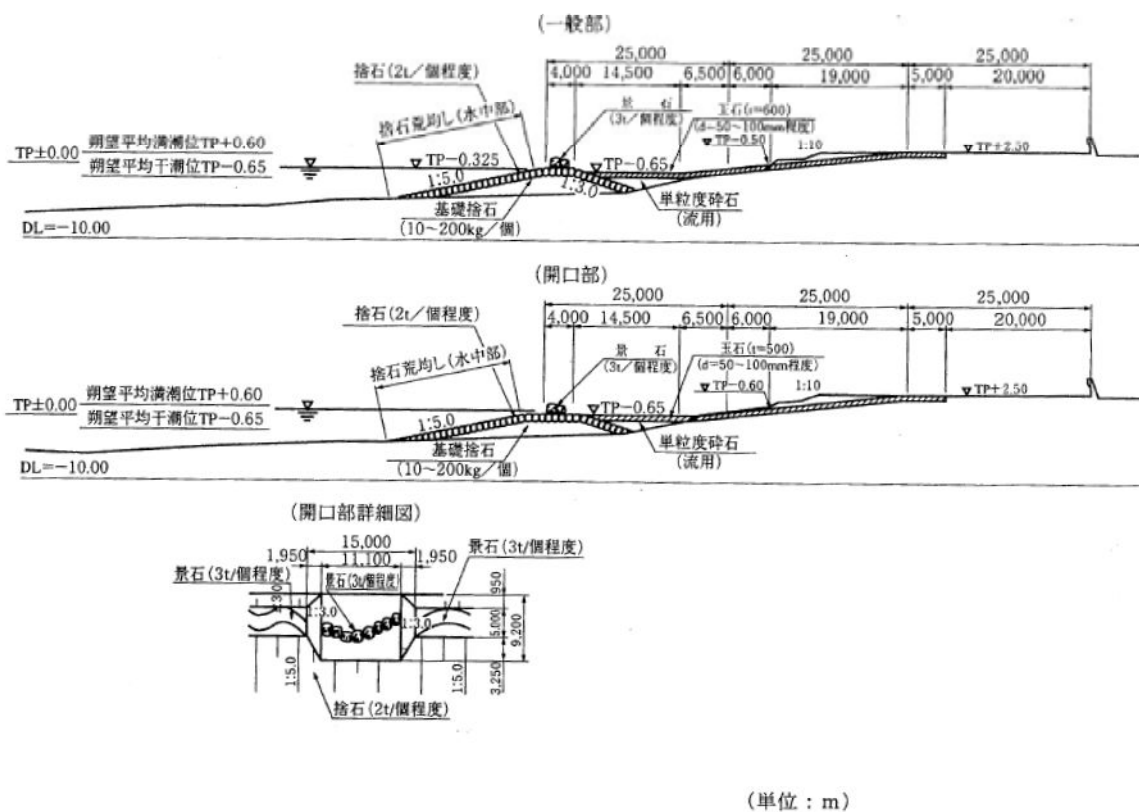


図 9-2-7 磯浜断面図

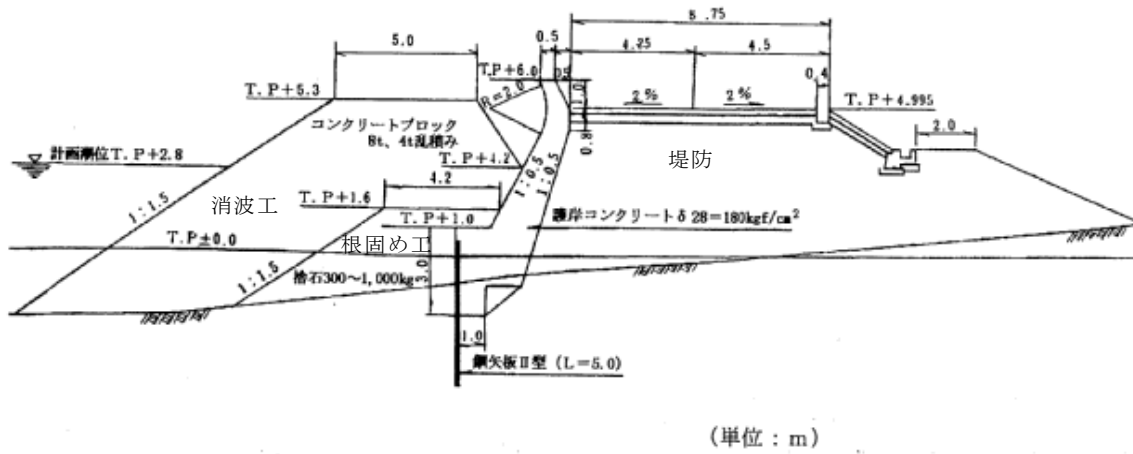


図 9-2-8 消波工、根固め工、堤防断面図

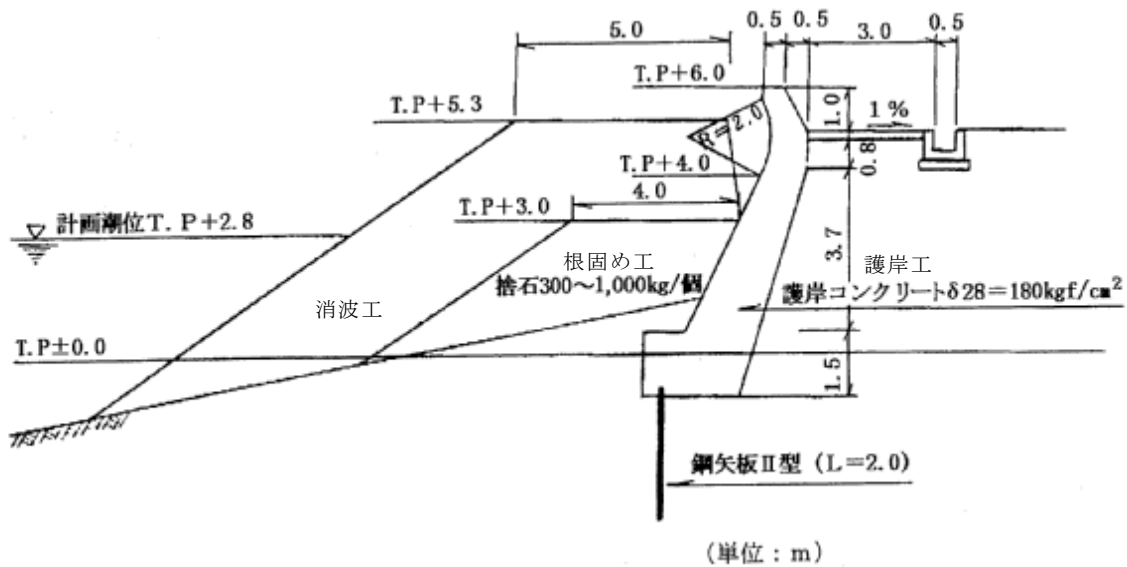


図 9-2-9 消波工、根固め工、護岸工断面図

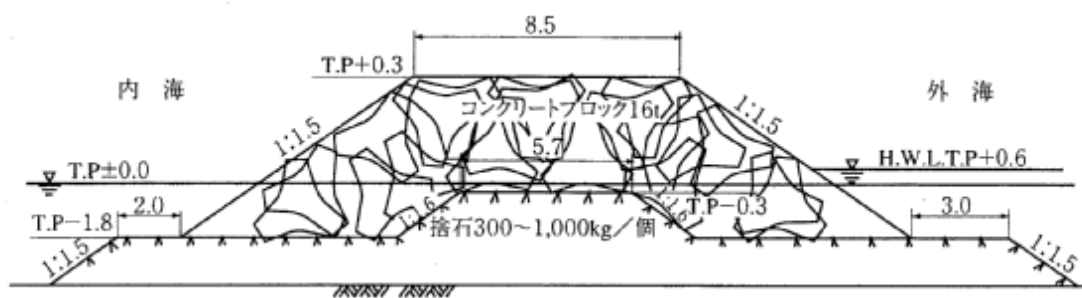


図 9-2-10 離岸堤断面図（塩屋）

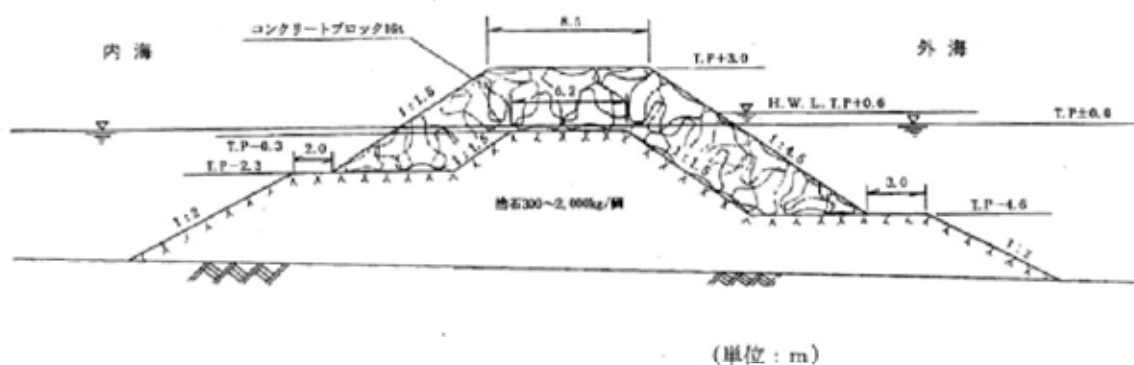


図 9-2-11 離岸堤断面図（舞子）

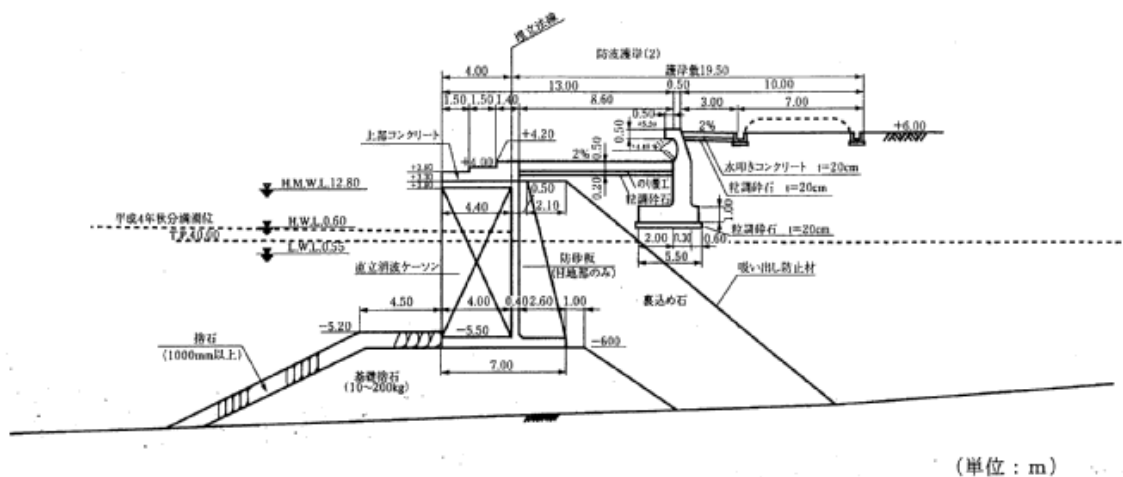


図 9-2-12 防波護岸断面図