

ウォーターフロント開発における 技術的課題

(親水護岸・人工海浜)

高知県土木部港湾総室長 門司 剛至

(前) 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所長

1. はじめに

1-1. ウォーターフロントへの要請の高まり

周囲約34,000kmの美しい海岸線を持つわが国は、文字どおり海とのかかわりあいの中で発展してきた。同時に、日本の海岸線は、人口・産業の集積地を背後にかかえ、海の汚れ、海浜の消滅など、市民と海の自然なふれあいを無くしていたことも事実である。しかし、21世紀に向かって国民の価値観の変化、生活環境の充実への願望が強くなるにしたがい、海岸線に対する考え方も変化し、市民と海のふれあいの場、生活の場、レクリエーションの場として有効利用しようという気運が高まってきた。

1-2. これからの海岸整備の方向性

① 海岸に要請される機能³⁾

海岸に求められる機能としては、これまで海岸保全施設として住民の生活を守り安全を確保する防護機能と、物流・交通の拠点としての機能が重視されてきたが、新たに生活空間の場、海とのふれあいの場、レクリエーションの場としての要請が高まってきた。海岸についての機能を分類すると図1-1のようになる。

② 面的防護方式⁴⁾

海岸に要請される機能が多様化するなか、海岸整備も従来の防護機能のみの線的防護方式から、面的防護方式という新しい防護方式が検討されてきている(図1-2)。

面的防護方式の防災面の特長としては、線的防護方式が、想定した外力以上の力が作用した場合に破局的な被災を生ずる恐れのある脆い構造であるのに対し、面的防護方式は、複数の施設で総合的に海岸を防護するため、破局的な被災を生ずる可能性が少なく、海か

●防護機能	
防護性………	海岸の護岸・堤防の機能として、構造物の安定性に対する要請
●環境保全機能	
生態系保全性………	魚類・貝類・野鳥などの生息に適した環境を保全して欲しいという要請
緑化性………	水と緑の空間をより効果的に高め、景観をよくして欲しいという要請
修景性………	緑ではなく、護岸・堤防の素材・形態等を工夫することにより、周辺景観との調和を図って欲しいという要請
●親水機能	
親水性………	水に親しく安全に触れたいという要請

図1-1 海岸に要請される機能

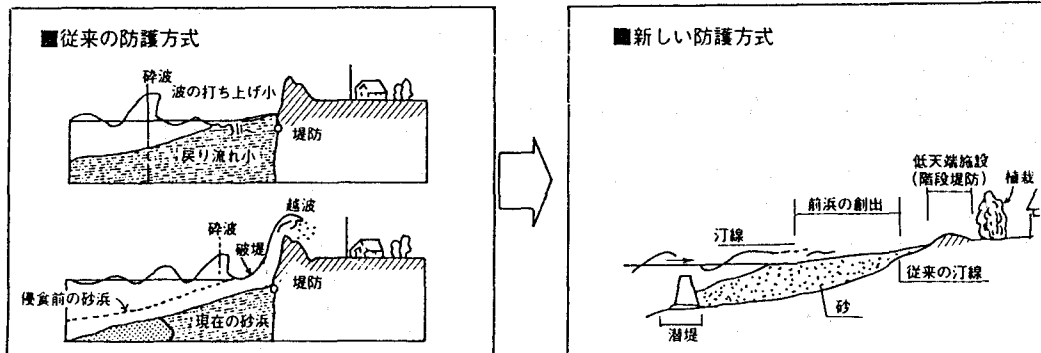


図1-2 面的防護方式

らの脅威に対し厚みをもって機能する粘り強い構造であると言える。また、面的防護方式は、線的防護方式に比較して、同一天端高でも越波流量の低減が望める。また、利用面の特性としては、海岸保全施設が配置された広い空間において各種の利用要請（海水浴、海辺の休憩、散策等）に対応可能である。環境面の特性としては、背後施設の天端高を下げる事が可能であり、海への眺望が良好で景観上もすぐれた海岸となる。

しかし、面的防護方式は、護岸、堤防、養浜等が組み合わさった施設であり、複数の施設を一体として設計することとなるが、このような経験の蓄積は少ない。その意味では、面的防護方式の設計は、全く新しい技術を要する。

面的に配置されたそれぞれの施設を設計するには、相互の防災効果を的確に把握して、また、自らの施設の安定が他の施設の安定に大きく影響することに十分配慮しなければならない。

次に、面的防護方式の中心となる親水護岸と人工海浜の設計法について述べ、今後の参考に供したい。

2. 親水護岸の建設

2-1 親水護岸の特徴

護岸は、現地盤を被覆し、高潮や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である。

親水護岸は、文字どおり護岸に親水性を付加したものであるが、国土保全のみならず自然環境との調和、人間の利用に対する快適性等が要求されているため、構造上の安全性だけでなく人間工学的な配慮が設計上必要となる（図2-1）。しかし、親水護岸の建設についての具体的な設計法は確立されておらず、ここでは、海岸保全施設築造基準解説をもとに既存の親水護岸の建設事例や関係資料を参考にしてとりまとめる。

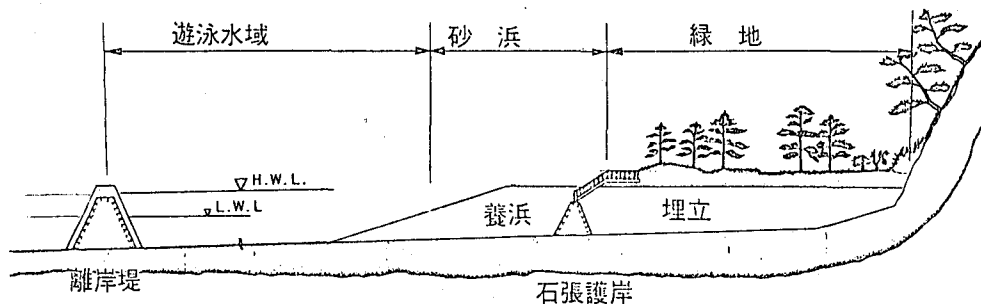


図2-1 親水護岸の標準断面図

2-2 親水護岸の設計

(1) 親水護岸の設計条件

施設の設計にあたっては、潮位、波、土質、海底地形および海浜地形等の自然条件、背後地の資産、人口の集中度による重要度、隣接する海岸保全施設との計画天端高あるいは工法の整合性、海岸部の土地および水面の利用状況、将来の利用計画を十分考慮して設計されている。

(2) 親水護岸の基本断面の諸元

親水護岸の基本断面の諸元は、図2-2に示すように天端高、天端幅、表のり勾配で表される。

①天端高

(i) 従来の天端高の設定¹⁾

護岸等の機能は、高潮や波浪などによる海水の侵入を防止し、堤内地の人命や財産の安全を守るとともに構造物自体が

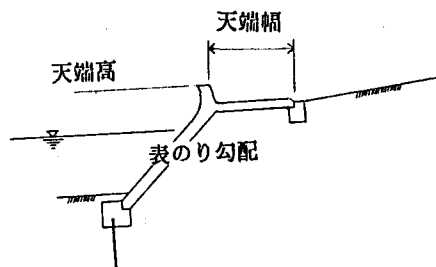


図2-2 (親水)護岸の基本断面

海水などの作用に対して十分安定であることである。したがって、護岸等の天端高の決定は、設計上、最も重要な事項である。

天端高決定の基本的考え方は、一般に次に示すとおりである。

天端高＝設計高潮位＋設計波に対する必要高＋余裕高

設計高潮位は、原則として既往の最高潮位とするか、又は、朔望平均満潮位に既往の最大潮位偏差等を加えた高さとする。

余裕高は、天端高の設定における若干の不確実性を考慮して設定するものであり、最大1.0m程度とする。

設計波に対する必要高は、越波流量を許容しない考え方と、背後地の利用状態に応じて設定した越波流量以下に許容する考え方とがある。現在は、後者の越波流量を許容する考え方が一般的である。

合田は、被災限界越波流量として表2-1を提案している。また、越波量は、現地観測、水理模型実験によって推定することが望ましいが、不規則波越波量推定図表も作成されている。

(ii)親水性を考慮した天端高の設定^{6), 7)}

親水護岸の天端高は、従来の天端高の設定の考え方に加え、背後地及び海浜からの眺望の確保について配慮すべきである。

そこでイ)天端から海への眺望の確保(胸壁の高さ)、ロ)海浜から護岸方向(陸側)への眺望の確保が課題となる。

イ)天端から海への眺望(胸壁の高さ)

樋口によると、立った姿勢の人間の視線は、一般に水平より10°下であり、俯角にして、0°～30°の領域を「視界に最適な領域」としている。よって、胸壁の高さにより、眺望の確保の程度は図2-3が目安となる。

ロ)海浜から護岸方向(陸)への眺望(護岸の高さ)

人間の視野は仰角にして18°以上さえぎられると、その遮蔽物が意識され、27°に達するとその遮蔽物が視界の大部分を占めるといわれている。

よって、護岸の高さにより眺望の程度は、図2-4のとおりとなる。

②天端幅

(i)従来の天端幅の設定¹⁾

天端幅は、堤体が波力に対抗し、越波による天端水平面の越流に対抗する広さを必要とするが、一般的な算定式はなく、経験により原則として3m以上とされている。

(ii)親水性を考慮した天端幅の設定⁶⁾

修景施設及び緑地等の配置を、天端及びその直背後に行うため、どの程度のスペースをさくことができるかが、修景性においても重要である。又、レクリエーション活動を考えた場合でも同様のことが言える。

レクリエーション施設(テニス、バレーコート等)を設置する目安幅としては30m以上、遊歩道、緩衝緑地は5～15m程度と考えられる。

表2-1 海岸堤防及び護岸の被災限界越波流量

種 別	被 覆 工	越 波 流 流 $q(\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{sec})$
護 岸	背後舗装済み	0.2
	背後舗装なし	0.05
堤 防	コンクリート三面巻き	0.05
	天端舗装、裏のり未施工	0.02
	天端舗装なし	0.005以下

注)護岸は裏のり面がないもの、堤防は裏のり面があって背後地が天端よりも低いものとして分類した。

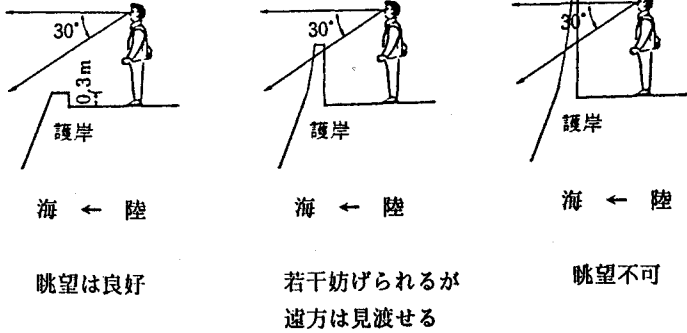


図2-3 (胸壁の高さによる)眺望の確保の程度

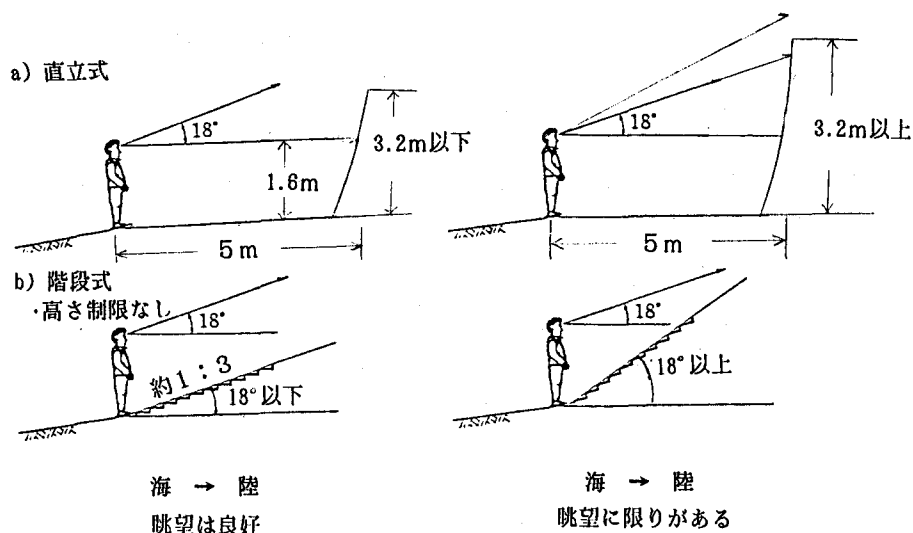


図2-4 (護岸の高さによる)眺望の確保の程度

③表のり勾配

(i) 従来の表のり勾配の設定¹⁾

表のり勾配は、護岸の型式により表2-1のような数値が目安となるが、最終的には堤体の安定、水理的条件、海浜の利用状況、土質、地形条件等を考慮して決定されている。

(ii) 親水性を考慮した表のり勾配の設定

イ) アプローチ

海岸への来訪者が水と親しみ、安全に触れたいというニーズに対応するため、護岸の天端から水辺へのアプローチを容易にする必要がある。

岩本、吉本らによると、⁸⁾「われわれの歩くところは水平であることが原則であるが、勾配が1/8 ~ 1/10程度まではスロープとしてすべらずに歩くことができる。それ以上の勾配になると段を設けないと危険である。階段は、勾配、すなわち、けあげ寸法および踏面寸法と歩幅の関係で歩行がしやすいかどうかが決まる。」といわれている。

階段式護岸の表のり勾配(1:i)、階段の高さhs、階段の幅bs、階段面の勾配(1:is)の間には $1/i = 1/is + hs/bs$ の関係がある。全国の既設の階段式護岸の調査結果によると、⁵⁾以下の諸元まとめられる(図2-5)。

表のり勾配 (1:i) = 1:2 ~ 1:4程度

階段の高さ hs = 20 ~ 30 cm

階段の幅 bs = 50 ~ 150 cm

階段面の勾配(1:is) = 1:10程度

法部のコンクリート版厚 t = 50 cm程度

表2-1 型式別の表のり勾配

型 式	勾 配	型 式	勾 配
石 張 式	1:1より緩	重 力 式	鉛直~1:0.5
コンクリートブロック張式		扶 壁 式	
コンクリート被覆式		突 型 式	
捨 石 式	1:1~1:3	ケ ー ソ ン 式	鉛直~1:0.4
捨 ブ ロ ッ ク 式		セ ル 式	
石 積 式	1:0.3~1:1	矢 板 式	鉛直~1:1
		コンクリートブロック積式	
		石 枠 式	

④材料等 9), 10)

護岸の素材は、一般にコンクリートが用いられ、無表情になりがちである。このため、外装、舗装材として、自然石、タイル、木材を用いることは、構造体を保護するばかりでなく、外観上の美しさ、手ざわり等人間の感性のなじみやすさを得ることが期待できる。

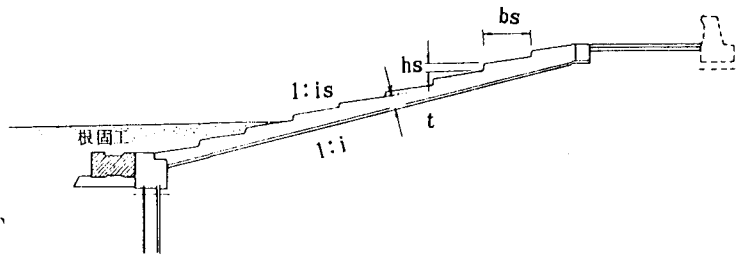


図2-5 階段式護岸の標準断面図

石や木の自然材料は、落ち着いた色調で、周囲との環境との調和、重厚感、耐久性の面で優れている。また、タイルやレンガ等の人工材料は、自由なカラー、質感を与えることができ、デザインのバリエーションが豊富である。また、自然材料と比べると、均一なものが安価に得やすい。

各材料の特徴は、以下のように考えられている。

(i) 自然石

舗装に用いられる石材は、花崗岩、大理石、石灰岩等があり、自然の色調や表情、素材感がある。

また、水に濡れると太陽光線の具合によって生き物のように表情を変える美しさもある。

(ii) 木材

木材は、しなやかな適度の弾力があり、多少水に濡れても滑りにくく、塩による腐食にも強いという特性があるため、歩きやすく、木材のもつあたたかみのある色あいや手ざわりが、落ち着いた雰囲気とヒューマンな環境を提供できる。

現在のところ、ボードウォークへの利用が主体であるが、舗装材としての利用例もある。

(iii) タイル

- ① カラーバリエーションが豊富であり、デザイン感覚に富む。
- ② 素材自体はセラミックスであるため、安定で腐食や侵食・劣化を生じない。
- ③ 製造技術の進歩により、形状バリエーションも50mm角程度から600mm角以上と任意の大きさが選択できる。表面形状、質感も多い。
- ④ 施工が異素材である下地に原則として接着されるため、方法を誤ると剝離や亀裂などの損傷をもたらす。
- ⑤ 床面などでは、滑り、摩耗、汚れなどの特性に配慮した素材・意匠の選択が必要。

3. 人工海浜の建設

3-1 人工海浜の特徴 1), 2)

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。

人工海浜が急激に注目されてきた社会的背景としては、①自然海浜の減少、②海浜のもつ優れた消波効果および侵食された砂浜の回復による防災機能の見直し、③海水浴等海洋性レクリエーションや背後住民のアメニティーの場の確保への要請の高まり、などがある。

人工海浜は、堤防・護岸と一体となって防災効果を発揮するため、堤防・護岸の天端を低くすることができ、海への眺望が得やすいなど、背後と海との係わりを保つことができる。

ここでは、海岸保全施設築造基準解説をもとに、関係資料を参考にして景観に配慮した人工海浜の設計法をとりまとめる。

3-2 人工海浜の設計

(1) 人工海浜の計画

① 海浜部の流れ特性¹⁾

海浜では、波浪と海底地形の相互作用によって生じる海浜流が最も卓越する。海浜流は、海浜の砂を隣接海岸や沖合へ運び去る主要な外力であり、また、海浜における海水交換、遊泳者の安全性あるいは、生態系への影響等人工海浜の造成上重要な要素である。

図3-1に海岸における海浜流の模式図を示す。

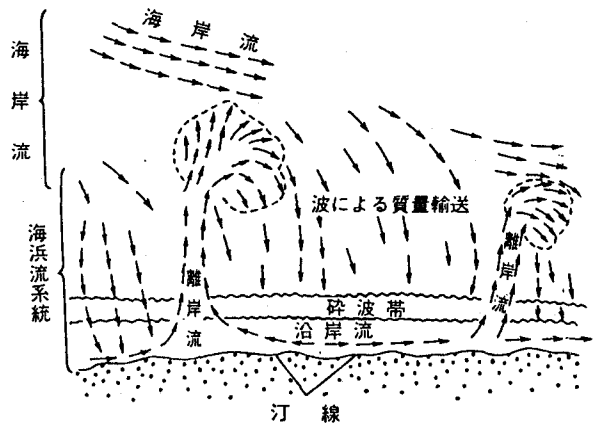


図3-1 海浜流の模式図

② 人工海浜の規模・波浪状況^{1), 11)}

人工海浜の規模を設定するには、海浜の利用のされ方により異なるが、海洋性レクリエーションとしての利用に対する計画条件については、(社)日本観光協会「観光計画の手法」等が参考になる。また、海洋性レクリエーションを行う波浪条件としては、明確な定めはないが、おおむね表3-1が参考となる。

表3-1 海洋性レクリエーション別波浪条件

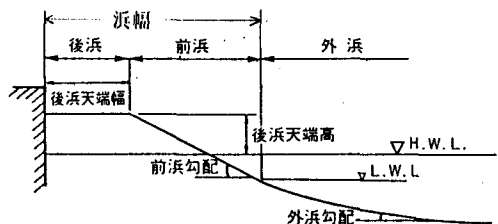
レクリエーションタイプ	波浪条件
海水浴	波高50cm以内が望ましい。 波高1.0m以上であれば危険である。
浜遊び、潮干狩り	波高が小さい方が危険が少ない。 (波高50cm程度以内)
ディンギー ウィンドサーフィン	波高50cm、風速10m/s 以下が望ましい 波高1.5mが限度。
スキューバダイビング	波高1.0m以下が望ましい。

(2) 人工海浜の基本断面¹⁾

人工海浜の計画断面形の諸元は図3-2に示すように浜幅、後浜天端高および前浜勾配である。これらのうち、浜幅は主として海浜の利用需要に応じて決定される。

後浜天端は、原則として、H. W. L. 時に年数回程度来襲する波浪が、人工海浜の前浜にうちあげる高さ程度とし、後浜部分は、ほぼ水平とされている。海浜への波のうちあげ高さ(R)と波形勾配(H/L)は図3-3のような関係がある。うねり性の波形勾配の小さい波ほど、波高に比してうちあげ高さが大きくなる。

前浜勾配は、年数回程度来襲する波浪及び養浜材料の粒径を対象として、計算値、近隣海岸での実測値や水理模型実験の結果にもとづいて決定される。前浜勾配($\tan \beta$)と底質粒径(d_{50})および波高(H)関係については、勾配の限界値が図3-4のよ



沖浜：砕波点より沖側の部分

外浜：砕波点から干潮時の汀線までの間

前浜：干潮時の汀線から波が浜に這い上がる上限までの間

後浜：前浜の陸側端より陸側の部分

図3-2 人工海浜の設計に用いる諸元

うになる。波高に比し、粒径が小さい程、前浜勾配は緩やかにしなければならない。

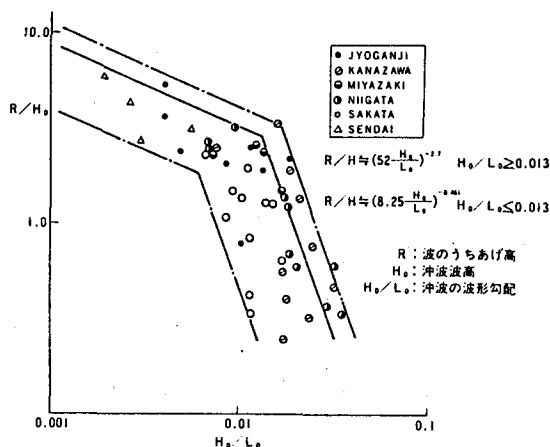


図3-3 波のうちあげ高と沖波波高の比 R/H と
波形勾配 (H/L) の関係

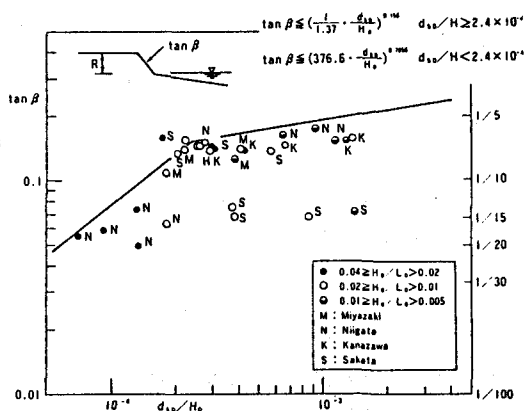


図3-4 前浜勾配と $d50/H$ の関係

(3) 海浜の平面形状

① 水理特性から見た海浜の平面形状 1)

海浜の汀線形状は、海浜部への波の入射方向と汀線の方が直交するような場合に最も安定した状態になる。人工海浜の汀線は、外郭施設の配置等によって定まる造成後の汀線に近い形状に想定しておかなければならない。海浜の汀線形状の推定については、水理模型実験や数値計算を行って決めることが望ましいとされているが、概略の形状推定は、図3-5の模式図を参考にできる。

A) 突堤群の場合

a) 比較的小さい突堤群(突堤の水中部長さ×3<突堤間隔)

b) 比較的小さい突堤群(突堤の水中部長さ×3>突堤間隔)

I) 波向が海岸に直な場合(注1) II) 波向が海岸に斜めの場合(注2)

(注1, 注3, 注4)



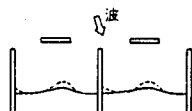
B) 離岸堤群の場合(注3, 注5)

C) T型突堤群の場合
(注1, 注3, 注4)

D) 逆L字型突堤群の場合
(注1, 注3, 注4)



E) 字の字堤群の場合(注3, 注6)



注1: 円弧の半径はほぼ開口部幅にひとしい。

注2: シルベスターの方法参照。

注3: 図中点線の部分で水中部が浅くなる。

注4: 汀線は波向にかかわらずほぼ開口部の方を向く。

注5: 上流側のトンボロが多少大きい。

注6: 汀線は直線に近くなる。

図3-5 構造物周辺での汀線形状パターン

②景観を考慮した海浜の平面形状¹³⁾

イ) 海岸のタイプ

人工海浜のタイプは、背後の土地利用等により、大きく2つに分類される。1つは、日本特有とも考えられる自然型の海浜で、「砂浜」「松(樹木)」「滑らかな汀線」を基本的構成要素とした非常に自然性の高い風景を形成するタイプであり(写真3-1)、もう1つは、砂浜の直背後に都市が迫り、都市の魅力とも言うべき賑わいが季節にあまり関係なく感じられる風景を形成するタイプである(写真3-2)。都市型の構成要素としては、「砂浜」「プロムナード」「並木」「建物群」等が考えられる。

対象とする海岸をどのようなタイプにするか、明確なコンセプトとして取り入れ、海岸整備にあたる必要がある。

ロ) 滑らかな汀線を有する構造物の配置

滑らかな汀線は、視線誘導や空間のおさまりの観点から、海浜景観の中で非常に重要なことである。特に、海岸を俯瞰景で望む視点が存在する場合は、スムーズに視線を誘導するため、滑らかな汀線を形成するよう構造物の設置を検討する。(写真3-1)。



写真3-1 自然型の海浜(虹の松原、唐津港)



写真3-2 都市型の海浜(熱海港サンビーチ)

ハ) 自然と構造物の境界部分

海浜の終了部や背後との境界など、景観におけるエッジを形成する部分について、自然と構造物が調和し違和感を感じさせず、うまく馴染むような配慮する。

ニ) 訪れた人々が居心地良く過ごせる空間づくり

海岸を訪れた人々に、圧迫感や閉鎖感を与えないような構造物の配慮を行い、各種施設のデザインを洗練させ、緑陰等、居心地の良い空間づくりを行う。

(4) 突堤・離岸堤¹³⁾

突堤は、沿岸漂砂を遮断、阻止して養浜砂が沿岸方向に流出するのを防止しようとするものであり、離岸堤は海浜に作用する波力の減殺を目的としたものである。両者とも養浜砂の流出防止上、重要な施設である。

突堤・離岸堤の海浜景観に配慮した留意点は以下のとおりである。

①突堤

陸側から沖に向けて突き出す突堤は、海岸景観には調和しにくい存在である。基本的には、自然地形に対する人工物の違和感を軽減する方向でデザインをすることが望ましい。

イ) 素材

周囲の海岸の岩石と同質のものを使用すると違和感が少ない。

ロ) 形状

縦断、横断、平面形状いずれも、曲線を主体とする。

ハ) 護岸との接続

砂浜上において突堤が露出する場合は、護岸との接続部分のすりつけがデザインの良否を左右する。突堤は、護岸から独立した単独の構造物としてデザインするより、護岸の一部が発達して突き出したものとして、護岸と一体的にデザインする方が、海浜全体としてみた場合、景観的に安定する。

ニ) 養浜の両端部の突堤

突堤の養浜と反対側に当たる部分（非養浜側）の既存地形へのすりつけの際、非養浜側は、海浜が突堤によって唐突に終了し、奇異な感じを与えることがある。

このため、突堤天端を広くしたり、植栽を施すなどの対策が必要である。

ホ) 養浜の中間部の突堤

「長汀曲浦」のイメージは、長く続く汀線が微妙な出入りを見せながら、全体として大きく弓なりの曲線を描いている、ということである。

突堤数が多くなると、特に高い視点からの海浜の眺めが見苦しくなる。養浜延長が長く、突堤を多数必要とする場合は、離岸堤を用いるなどの配慮も必要である。

②離岸堤

離岸堤による養浜は、トンボロ状の汀線を形成するのが特徴である。突堤のように海浜を切断するということがない、という景観的利点がある反面、沖方向への眺めの障害となりやすいという景観的弱点を有する。

このため、離岸堤の景観設計は以下の点に留意すべきである。

イ) 可能な限り潜堤を採用する、潜堤の採用が困難な場合

a) 海上に露出する部分に自然石を使用すると違和感が少ない。

b) 形状は、平面・縦断・横断線形に曲線を採用し、丸みを出す。

c) 天端高は、可能な限り低く抑える。

ロ) 離岸堤（潜堤も含めて）を複数設ける場合は、養浜全体のマクロな汀線形状を弓なりに整えるように配する。そのうえで、トンボロ状のミクロな汀線変化を形成させるようにする。

表3-2 養浜材料として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
砂浜の安定	一般に粗い方がよい
海浜勾配	粗いほど急になる
海浜の浄化機能	泥質にならない程度に細い方がよい
利用者の感触	泥質でない程度に細い方がよい

(5) 養浜材料¹⁾

材料の粒度組成は、造成海浜の安定性や形成される地形と密接に関係している。また、生物の生息条件、海浜の海水浄化機能あるいは海浜利用者の感触の好悪等いろいろな観点から検討されている（表3-2）。

材料の材質は、有害物質を含まず、海浜の安定性を確保するため火山噴出物や貝殻等の低比重物質を多量に含まないこととされている。

また、材料の色調は、海浜のイメージを大きく左右するものであるため、他の条件が許せば、この観点からの選定も必要とされている（表3-3）。

表3-3 色層による連想¹²⁾

赤	活力、革命、熱情、危険
橙	温情、歓喜、疑惑、嫉妬
黄	希望、明朗、幸福、自信
緑	平和、安息、安全、新鮮
青	沈静、理知、清涼、保守
紫	優雅、高貴、神秘、不安
白	清純、清潔、神聖、潔白
灰	平凡、中性、失意、陰うつ
黒	神秘、蔽闇、恐怖、暗黒

4. 親水護岸等の建設事例

親水護岸や人工海浜の具体的な建設事例を紹介する。

①別府港北浜遊歩道・的ヶ浜人工海浜¹⁴⁾

市民及び別府市を訪れる観光客等が、海に親しめるいこいの場として、別府市の中心地に位置する北浜及び的ヶ浜地区に遊歩道及び人工海浜を整備したものである(図4-1)。

「北浜遊歩道」は北浜旅館街の海側に既設防潮堤を利用して整備されたもので、昭和57年に完成した。

また、「的ヶ浜人工海浜」は失われた海浜を取り戻し、市民及び観光客のための憩いの空間を整備することを目的として、人工的に海浜を再現したもので、昭和59年に完成した。背後には、北浜遊歩道に接続して500 mの遊歩道も整備されている。また、前面の離岸堤は、高さを低く抑えてあり、H. W. L. 時には水没するようになっている。

的ヶ浜人工海浜については59年7月20日オープン以降、一夏で約13万5千人の利用客で賑わった。

(施設の概要)

(1) 北浜遊歩道

延長：568.5 m

幅員：3.00m～3.70m

(2) 的ヶ浜人工海浜

海 浜 延 長：350 m

海浜幅(砂の投入幅)：75m

投 入 砂 量：60,000m³

背後遊歩道延長：500 m

幅 員：3.50～4.00m

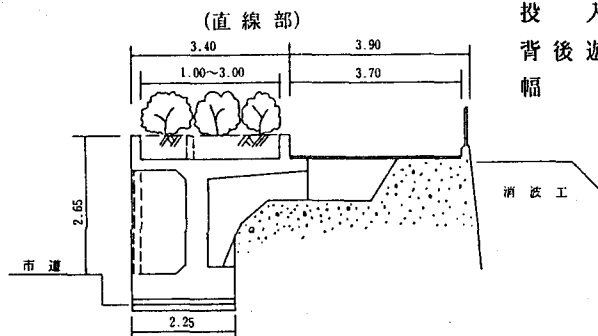


図4-1(1) 別府港北浜遊歩道標準断面図

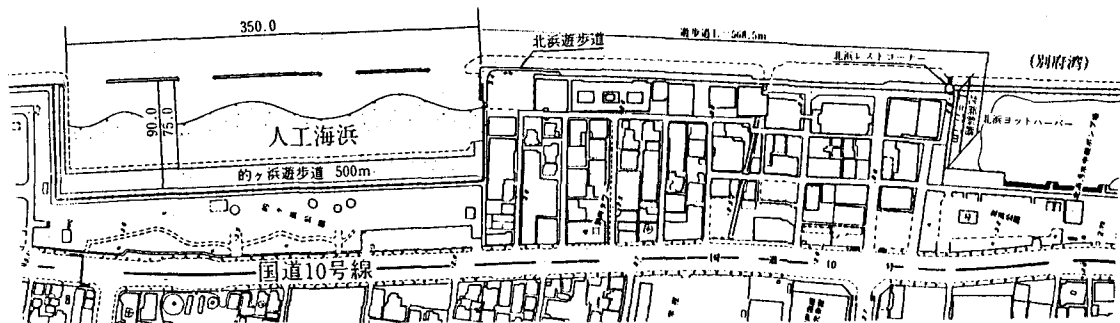


図4-1(2) 別府港北浜遊歩道・的ヶ浜人工海浜平面図

②博多港西部地区海浜公園¹⁵⁾

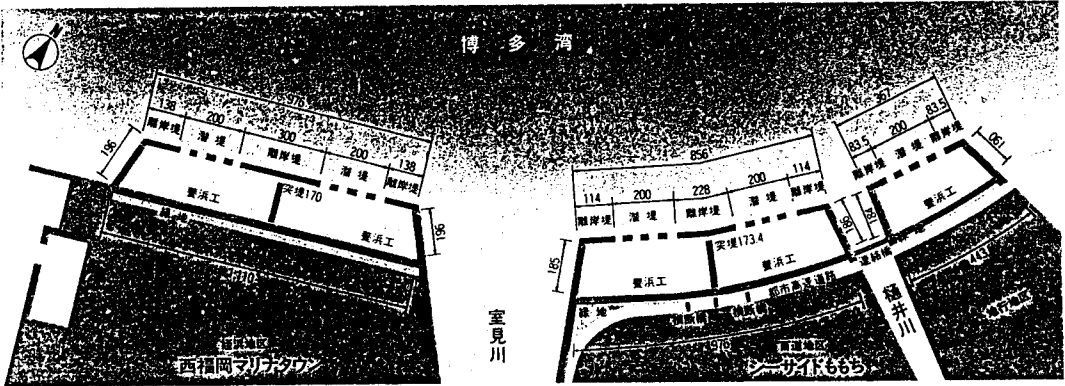
かつての博多湾は、白砂青松の景勝地であったが、都心部を中心に埋め立てられ、湾岸には都市高速道路が走り、市民から隔絶されてしまった。

市民と海とのふれあいを取り戻し、新たなレクリエーションの場を創造することを目指して整備された本海浜公園は、福岡市の中心部・天神から直線距離で約5kmの至近に位置する大都市隣接型の人工海浜である。

博多湾を臨む新しい海岸線と砂浜が約2.5km続き、左前方に能古島、右に志賀島、海の中道が見渡せ、海の風景が180°展開しており、磯遊び、潮干狩り、魚釣りのほか、ボート、ウインドサーフィンなど海洋性レクリエーションの場にもなっている。

海岸に沿う石だたみの遊歩道には、ワシントンヤシ、クロマツ、タブノキなどの樹木が、美しい並木道をつくっている。また、現在「アジア太平洋博覧会」の会場として利用されており海上レストランや海に伸びるプロムナードなども設置されている。ここに投入された海砂の量は200万 m^3 (霞ヶ関ビル4杯分)にのぼる。粒径が大きいと、素足で歩いた場合、痛みを感じるため、粒径は0.6mm～1.0mmの比較的小粒径の砂を使用するなど、人間の皮膚感覚にまで配慮されている(図4-2)。

西部地区海浜公園の平面図 (単位:m)



西部地区海浜公園の砂浜断面図

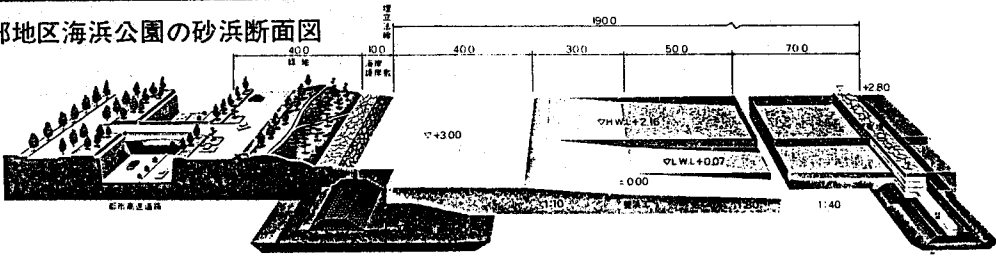


図4-2 博多港西部地区海浜公園

③天の橋立（緊急養浜事業）¹⁶⁾

天の橋立は、京都府北部の宮津湾内に位置し、日本三景の一つとして称えられてきた。丹後半島東岸の河川より流出した土砂が、日本海より侵入する波浪により運ばれ堆積し形成された砂し（サンドスピット）である。現在は、宮津市江尻より、南西に長さ約3.6 km、巾約20m～170 mで形成され、対岸まで達している。

しかし、治山、治水事業等の進捗により、河川からの土砂流出量が年々減少してきたこと、又、沿岸漂砂が天の橋立の上手に位置する日置港、江尻港の防波堤の建設により遮断され、天の橋立に到達しなくなったこと等の理由により侵食が進んだ。

この対策として、昭和26年より大小合計50基の突堤を設置し、一応侵食はくい止められたものの、砂が供給されないため浜が拡がるまでには到らず、往時の美しい天の橋立とは程遠い姿となり、この突堤群が、いかにも天の橋立につきささったように見え、天の橋立ならぬ「天の串刺し」と逆に世論の批判にさらされたこともあった。

このため、昭和55年よりサンドバイパス工法による養浜工を試験的に実施した。

サンドバイパス工法とは、沿岸漂砂が何らかの原因で遮断されたことにより、漂砂下手側で海浜決壊、上手側で土砂堆積が生じている一連の海岸において、堆積箇所の砂を、人工的に海浜決壊箇所に供給することにより、その海浜の平衡状態を人為的に維持しようとするものであり、漂砂の一方向性を有する海岸では自然の摂理にかなったソフトな工法ということがある（図4-3）。

今回の試験の結果、天の橋立の侵食対策は、日置、江尻港に堆積する砂を供給源として、基本的には漂砂上手側である大天橋北側に、毎年、約4,000～8,000 m³の砂を投入する必要があることがわかった。これを受けて、サンドバイパス工法による養浜事業が行われており、天の橋立は、写真4-1、4-2のとおり海浜の復元が進みつつある。

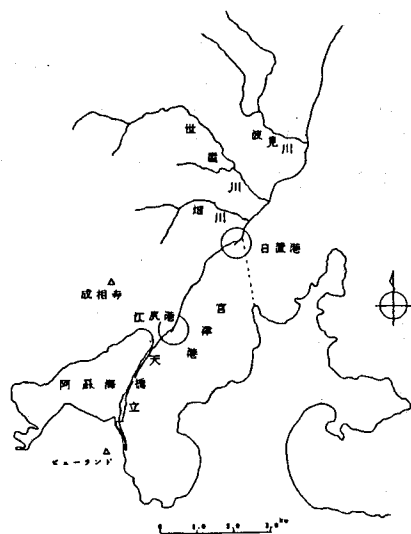


図4-3 天の橋立周辺図

(注) * 本分中、江尻港及び日置港とは宮津港日置地区船だまり及び江尻地区船だまりを指す。



写真4-1 「天の串ざし」昭和54年



写真4-2 「天の橋立」昭和61年

④ニース、カンヌ海岸¹³⁾

南ヨーロッパの海洋性リゾート地として著名なニース、カンヌでは、海岸部の断面構成が、おおむね図4-4のとおりである。高さ3～4mの防潮堤は、天端がそのまま道路面に擦りつくいわゆるスーパー堤防方式で、その断面は美しい波返しのついた曲断面になっている。防潮堤の天端縁には膝高程度の転落防止柵またはパラペットが取付られているが、眺望が確保されている。道路は海側がゆったりとしたプロムナードになっており、プロムナードの車道側または車道の中央分離帯にカサマツやパームツリーの並木がある。車道の都市側にはさらに歩道があって、歩道に沿って6～8階のレベルに揃った建物が軒を連ねている。

海岸と背後の市街地が、うまくコントロールされ、美しい海岸景観を創り出している。

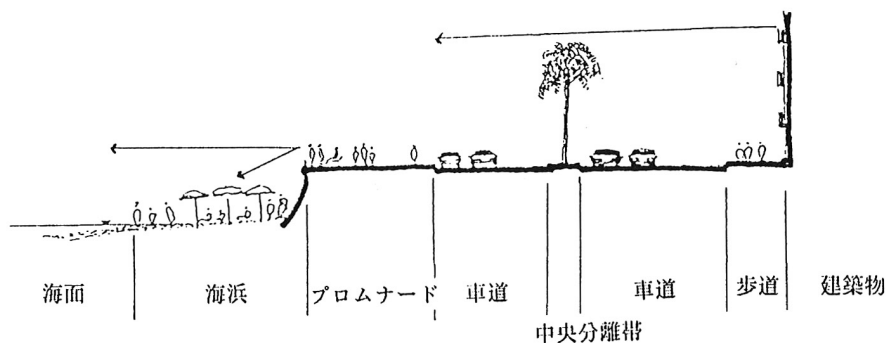


図4-4 海岸部の断面構成

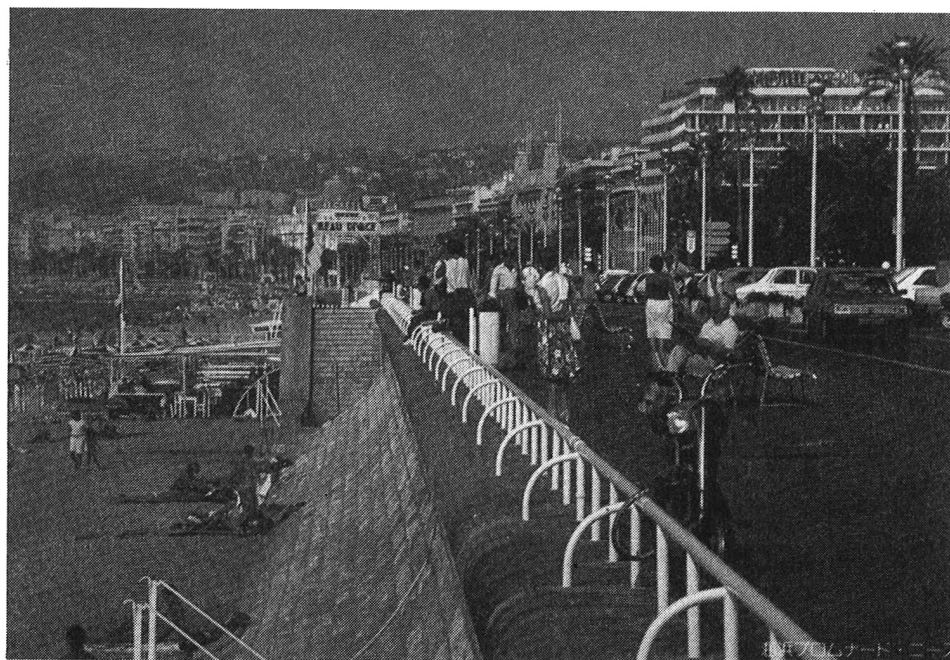


写真4-3 ニースの海浜プロムナード

5. これからの親水施設

親水護岸や人工海浜だけでなく、新しいタイプや構造の親水施設が開発されつつあるので、その事例を紹介する。

1) 浮体式構造物

① H. M. S. (Hexagonal Marine Structure)¹⁷⁾

六角形のPC構造の浮体で、6個の部材を現場で緊結して製作でき、波等の動揺に対しても安全性が高い。また、数個を連結して、小型のけい船岸、親水施設として利用できる。現在、「横浜博覧会」に展示されクルーザー等の係留バース、洋上プールとして好評を博している(図5-1)。

猪苗代湖にもプレジャーボートのけい留施設として設置されている。

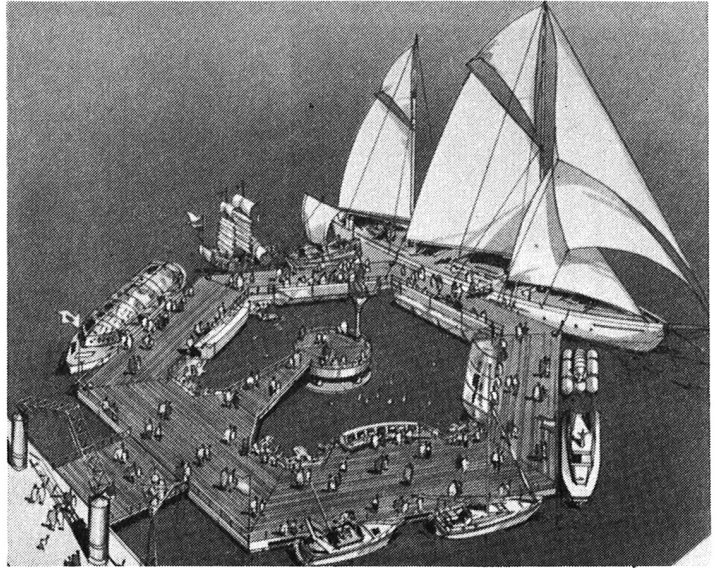


図5-1 Hexagonal Marine Structure

② 有脚浮揚式構造物

潮位差の大きい場所では、既設の護岸は親水性に欠ける。このため、浮力を利用して潮位に追従した有脚式構造の実用化が進められている。この構造は大水深、大潮位差、軟弱地盤の場所に適しており、けい船岸および親水イベント施設としての活用が期待できる。現在、北部九州の大潮位差海域を対象に設計が進められている(図5-2)。

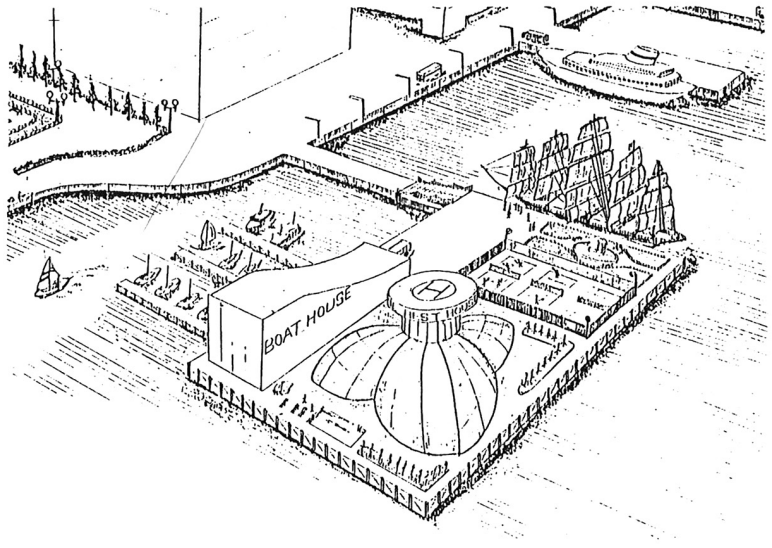


図5-2 有脚浮揚式構造物完成予想図

2) 親水防波堤¹⁸⁾

親水防波堤とは、通常の防波機能以外に、周辺環境との調和や、市民がいこい、海に親しみが持てる海上公園としての機能を付加した全く新しいタイプの防波堤である。

現在、和歌山下津港毛見地区のマリーナ防波堤を対象に設計が進められている(図5-3)。

また、既設の防波堤についても、安全対策を施して防波堤を魚つり等に解放することが検討されている。

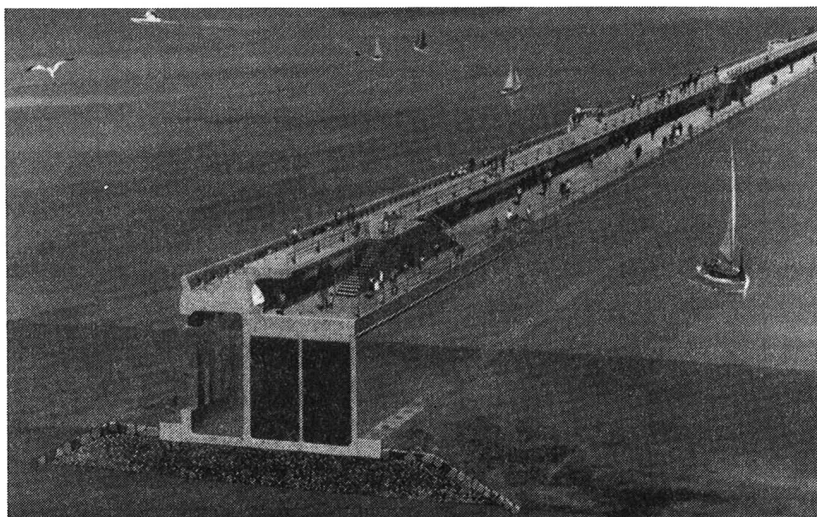


図5-3 親水防波堤完成予想図(和歌山下津港マリーナシティ)

参考文献

- 1) 海岸保全施設築造基準連絡協議会編：海岸保全施設築造基準解説，昭和62年3月。
- 2) 運輸省港湾局：人工海浜の建設技術マニュアル，昭和54年4月。
- 3) 門司剛至：ウォーターフロント開発での土木技術－親水護岸・人工海浜－，土木学会，Vol.73, 1988.8.
- 4) 金沢寛：21世紀に向けて－これからの海岸整備を考える－，みなとの防災，第94号，港湾海岸防災協議会。
- 5) 柳生忠彦：階段式護岸の設計について，みなとの防災，第70号，港湾海岸防災協議会。
- 6) 運輸省第四港湾建設局：海岸整備計画(新防護方式)調査報告書，昭和61年1月。
- 7) 樋口忠彦：景観の構造，技報堂出版。
- 8) 岩本博行・吉木寿光：建築一般構造，森北出版。
- 9) 中野恒明：シビックデザイン・自然材料－石・木－，土木学会，Vol.73, 1988.-10.
- 10) 伊藤哲也：シビックデザイン・人工材料－タイル・レンガー，土木学会，Vol.73, 1988.-10.
- 11) (財)運輸経済研究センター：静穏化海域利用構想調査報告書，昭和63年3月。
- 12) (社)日本橋梁建設協会：景観マニュアル 1987，橋と景観。
- 13) 運輸省第四港湾建設局：海岸景観計画調査，昭和63年3月。
- 14) 大分県土木建築部港湾課：別府港海岸環境整備事業の概要(パンフレット)，昭和62年5月。
- 15) 石橋偵造：博多港の人工海浜の整備について，土木学会西部支部夏期講習会テキスト，昭和61年8月。
- 16) 京都府土木建築部港湾課：天橋立復元工事について，みなとの防災第90号，港湾海岸防災協議会。
- 17) 豊田奉節，森好生：横浜博覧会「海のバビリオン」(H.M.S.)建設工事，土木施工，Vol.30. No6. 1989.
- 18) 運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所：調設広報，Vol.15, No. 2，平成元年3月。