

はじめに

沖縄国際海洋博覧会に政府出展として建設されたエキスポ・ビーチは、その規模や施設の面からみればわが国で最初の本格的なレクリエーションのための人工海浜であるが、これはまた、現在都府県または市などの地方公共団体が事業主体となって検討をすすめている人工海浜計画——その多くはいわゆる海岸(港湾)環境整備事業としての養浜計画であるが——に対し貴重な施工例となった。

以下は、リーフ上に建設されたエキスポ・ビーチが参考となって海浜造成の基本形が考えられている東京都の人工渚構想を中心に述べ、人工海浜計画へのアプローチとして紹介する。

1. 人工海浜の概念

何らかの人為的干渉によって海浜を造成しようとする考え方は、数十年前米国で侵食対策工として行われた養浜工(Beach Nourishment)にその端を發しており、1960年代には南フランスのカンヌで海水浴場としての人工海浜(Plage artificielle)の実現をみた。わが国では前述したように海岸(または港湾)環境整備事業の一環として養浜工が採り上げられるようになって本格的に検討されることになった。

人工海浜の形成は海浜造成の目的や立地地点の自然条件など多くの条件を考慮して決められるが、造成の過程や施工法によっていくつかのタイプが考えられる。

生成過程からは一般に、①人工海浜 ②半人工海浜の2つに大別される。一般に考えられている方式は、砂浜となる養浜砂を投入し、砂の流失防止のために離岸堤あるいは突堤を設けるのであるが、渾砂海岸のように自然的に砂の供給が期待されるところでは突堤や離岸堤などの海岸構造物を設置するだけで砂浜の形成を図ることも可能な場合がある。このようにして出来た海浜を半人工海浜と呼ぶ。

海浜の形状からは海浜の断面形および平面形の2つの面で次の述べるような各タイプが考えられる。

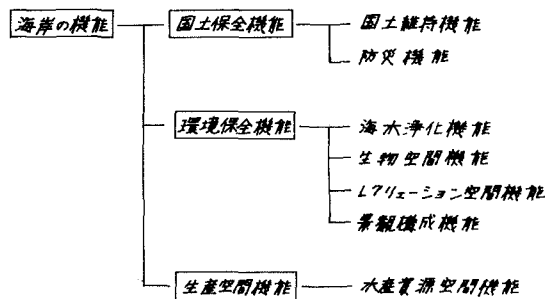
○断面形状から：

- ・自然海浜型
- ・階堤型
- ・人工礁型
- ・離岸堤型

○平面形状から：

- ・突堤工型
- ・離岸堤工型
- ・兼用型

図-1 海岸の機能



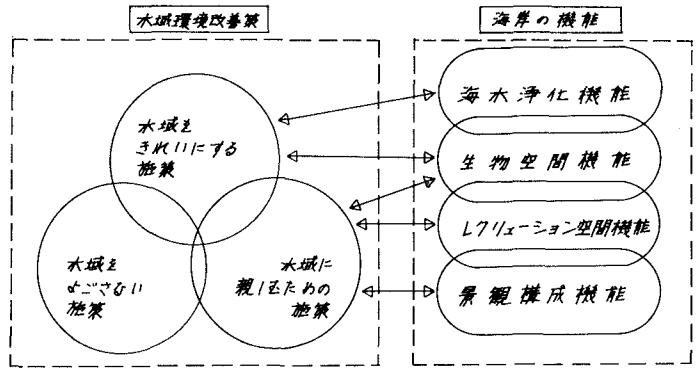
養浜材としての砂は天然の海砂・川砂または山砂が使用されるが、モナコのラビロット海岸のように岩石を砕いたものを使用した例もある。なお計画段階ではあるが東京港の例では海浜の造成範囲により、砂浜・レキ浜・礫浜など適宜に使いわけが考えられているので、海浜を構成する主要材料もそれぞれ異なったものになりであろう。

2. 東京港の人工渚構想

(1) 計画の背景

東京都の人工渚構想は「失われた自然の創出」がその目的となっていて、諸外国あるいはわが国の先例にもないユニークなものとして注目をあびている。すなわち天然の海浜には数多くの機能があつて、それがわかれわれにも直接、間接に恩恵を与えているわけであるが、本例はまさにその天然海浜のもつ多種多様の機能を求めて計画検討されているものである。

図-2 環境改善のコンセプト



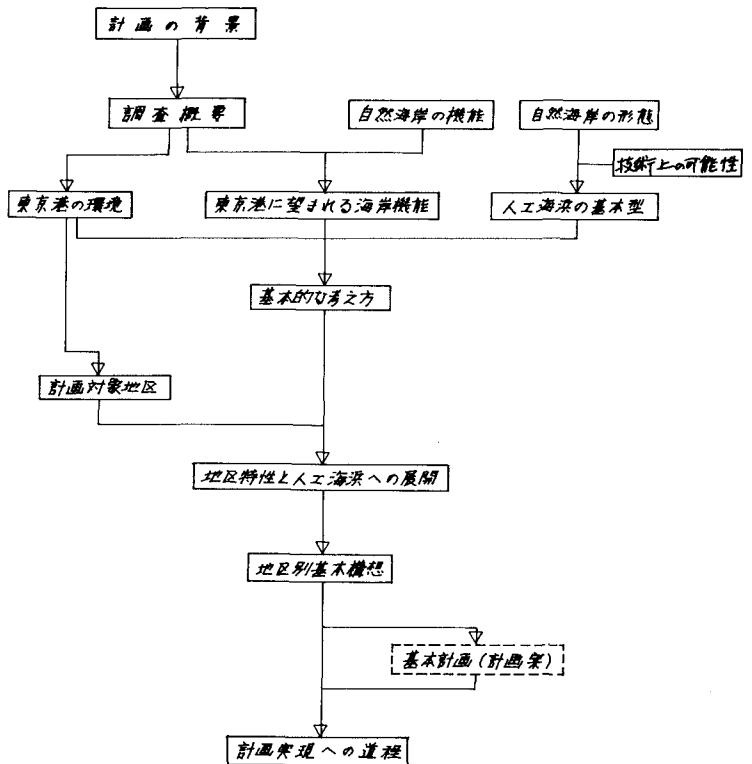
本構想は東京都港湾審議会に設けられた「水成環境部会」が水成環境の改善策の一環として提案したのがはじまりであつて、その根本施策は、①水域をきれいにする ②水域をよごさない ③水域に親しむ の三つが柱となっているものである。そして人工渚構想はこのうち①と②とを満足するものとして提案されたものである。

(2) 基本的な考え方

構想立案にあつて概した基本的な考え方はフロー図に示したとおりであるが、次に示すような事項もその計画範囲とした。

- ・エアレーションの促進
- ・海水交換の促進
- ・生物相の富増化
- ・生物生息空間の増大
- ・レクリエーション空間の増加
- ・レクリエーション空間の多様化
- ・景観の拡がり
- ・景観の変化
- ・海岸線の安定的
- ・災害の防止

図-3 基本構想調査フロー



要するに潮の干満や波浪の打ち寄せによって「呼吸する生きた浜」を造り、砂浜・礫・岩礁などを適当に配置してレクリエーションの用に供するとともに、野鳥や底生生物の生息空間を提供し、あわせて景観美の演出を図る。

東京港の人工渚のもつ機能を、

①海水浄化②生態空間③レクリエーション空間④景観の4つを考えた場合、各機能の立体的なポテンシャルの概図を示すと図-4に考えることが

できよう。すなわちいずれも満潮面（H.W.L.）から干潮面（L.W.L.）にかけての潮間帯は空間で、生物共生空間やレクリエーション空間は東京港では水漬から考えてL.W.L.以下でも浅い部分に限定されるものと考えられた。したがって4つの機能を総合的かつ十分に発揮させようとするには比較的浅い部分を可能な限り広く確保することが重要であると考えられた。このことから、建設する海浜の構図を図-5のようなものと想定し、さらに先に述べた人工海浜の基本形状のそれぞれの特長を検討し、基本形のオリジナルを定めた（図-6参照）。

図-4 海浜機能の立体的なポテンシャルの構図（東京港の場合）

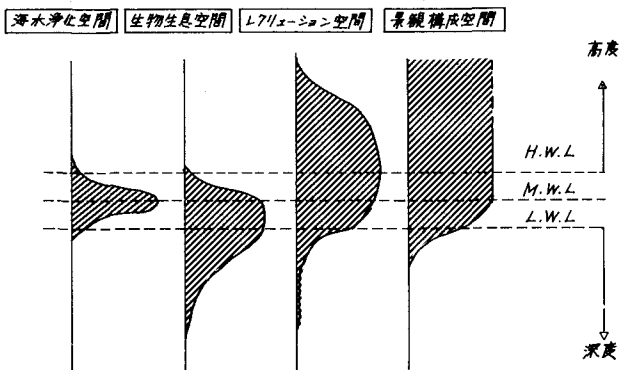
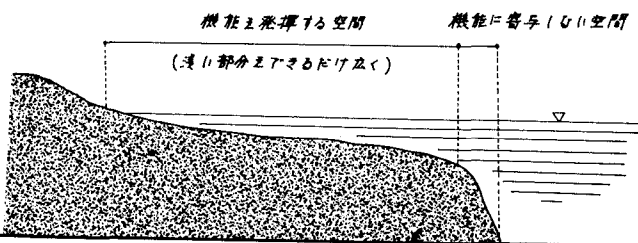


図-5 基本断面の構図



なお、人工渚の周辺に与える影響および建設上の問題点としては①船舶の航行する航路の安全性の確保 ②前面海域全体の浄化 ③飛砂現象 ④軟弱地盤対策 ⑤枝材の調達などが考えられた。

具体的に人工渚建設構想の対象となった地区は現在試験的に施工されている葛西沖を除くと4ヶ所である。すなわち、①中央防波堤沖地区 ②羽田沖地区 ③大井町の2地区 ④15号地地区。

図-6 形状による機能の評価

評価項目(機能)		海浜基本型									
		自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型	自然海浜型
断面基本形状	自然海浜型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	潜堤型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	人工石堤型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	離岸堤型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
平面基本形状	突堤工型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	離岸堤工型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	束状型		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎



：効果あり



：やや効果あり



：効果はある程度は低い

(3) 水理模型実験

人工海浜計画のための水理模型実験の事例はこれまであまり多くない。砂浜の安定性を研究するという点から考えると工学上の基礎学問は「漂砂現象」の問題としてとらえられよう。しかし東京都の人工海浜計画では、これまでのものと大きく異なり、生物学的なニーズを満足するにはどのような断面形、平面形が必要か、従ってそのためにはどのような実験が必要かを検討することが大きなポイントであった。すなわち砂浜をながし、エアーレーション効果が大きくなるような断面形はどのようなものかというようなことである。このため実験条件の設定から異なってくる。一般的な工学上の水理模型実験たとえば防波堤や護岸などの港渚・海岸構造物の安定実験や、港内の静穏度を確かめる遮蔽実験では設計条件として当該地区の最も厳しい外力条件たとえば台風来時の波浪や

流水を対象とするが、本件ではこれに加えてさらに、年に数回発生するような頻度の高い通常のシテに対してどのような現象を多するかが大きな研究テーマでもある。

実験手順は右に示したとおりで、条件設定は次のとおりである。

- ・断面形の検討には；
 - 通常シテ時の波浪（「波高木超過出現率」で50～90%）
 - 年に12～13回発生する波浪
- ・曝気効果の検討には；
 - 通常シテ時の波浪
- ・海浜のものものの安定性の検討には；
 - 設計波浪（モデル台風からの推算波）
 - 年に数回発生するシテ時の波浪（「波高木超過出現率」約99%）

すなわち、通常発生するシテ時に碎波を促進させるような断面形を探る（潮流にももちろん関係する）。この断面形状のとき、曝気効果がどれ程度起っているかを知るために、あらかじめ実験水槽内の水から酸素をとり除いておき（実際には溶存酸素量はゼロとはならない）波浪を起して、ある時間経過のあと水中の溶存酸素量を計測する。

実験結果は図10に示すとおりである。

まず、碎波を促すような海浜断面形としては人工礁タイプが有力であること、対象とした海浜（海岸）の形状も①自然海浜 ②人工礁タイプ ③直立護岸タイプ の3つで比較すると、曝気効果は②の人工礁タイプは自然海浜と同程度が多少上回るものと期待され、直立護岸タイプの数倍とみられる（もちろん前面の水塊を全体としてとらえるか、直前に局限して考えるかによって異なる）。

図-7 実験の手順

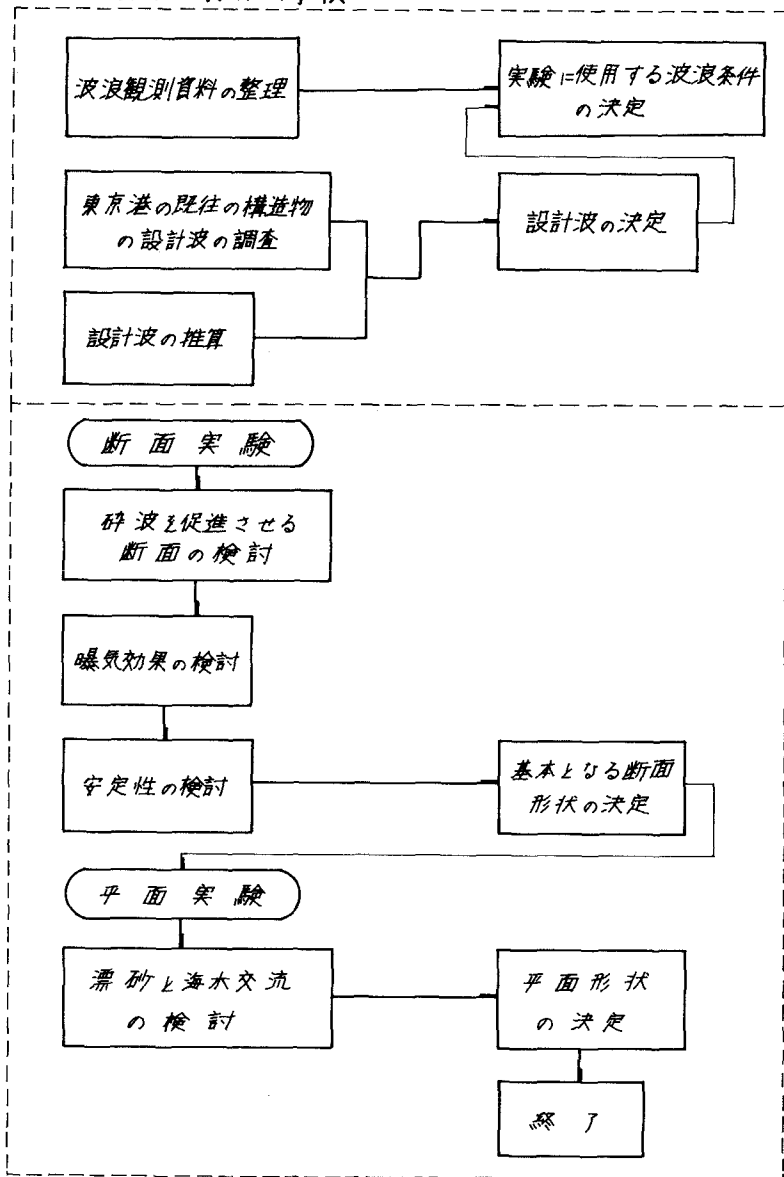
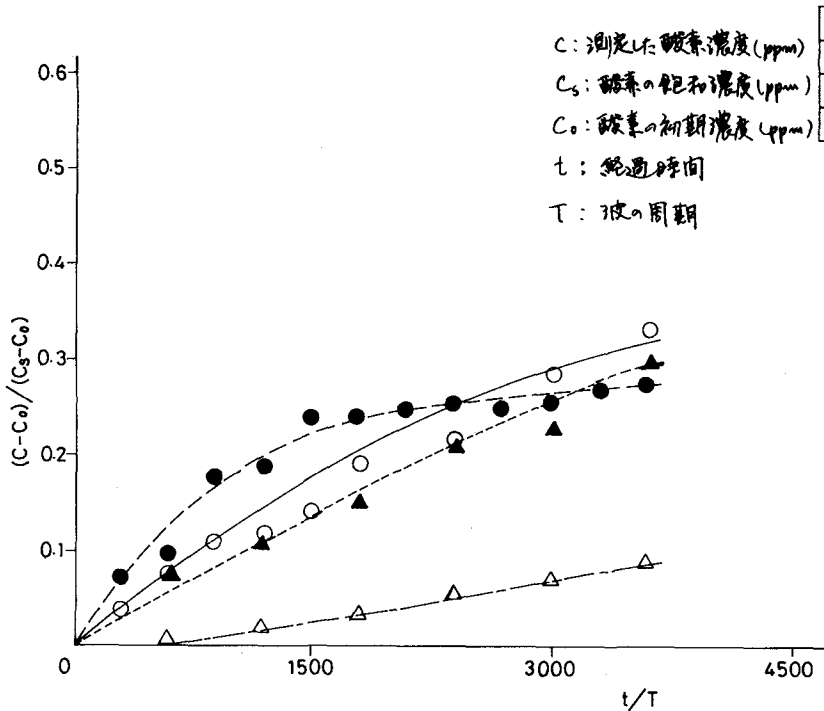
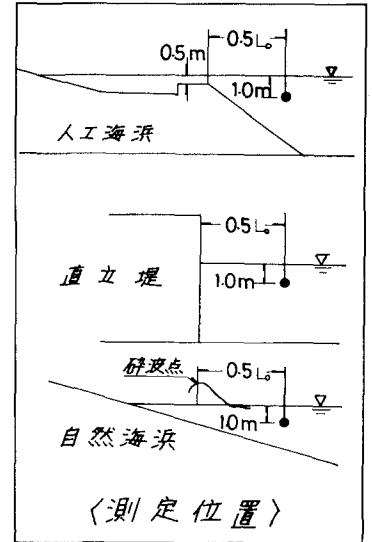


図-8 溶存酸素量の時間変化 (波高0.5m 周期3.0秒)



○—	人工海浜 Type B
●---	自然海浜
△---	直立堤
▲---	人工海浜 Type D



(4) 平面形状

海浜の平面形状については検討すべき事項が多々あり、また新設地点との関係も果るので、実際のフローに示したように砂質海浜の安定性を重点に検討を重ねた。

平面形の基本的な形はT型変異と配した砂の流出防護法が提案された。

(5) 人工海浜基本型の提案

提案された人工海浜の基本形は環境部分を有する人工堤タイプで、海浜各部分は以下に述べるような役割、意味があることを示す。

図 12 したがって簡単に説明する。

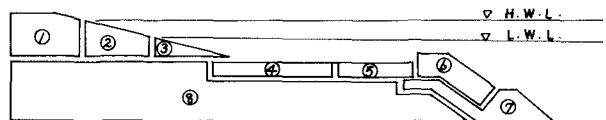
①: 陸上砂浜部

- ・波のエネルギーを吸収し、荒天時には外カに耐えて変形する
- ・人に遊ばせはレクリエーション空間を提供し、景観を構成する。
- ・鳥獣の休息場所にもなり、また潮上帯に生息する生物生態系の一翼を担う。

②: 潮間帯砂浜部

- ・潮の干満とバクテリアの作用により有機物の無機化が最も効率的に行われる部分で、海水浄化に大きく寄与すると思われる部分
- ・生物の生息空間としてポテンシャルの最も高いところ。
- ・通常汀線はこの部分に存在し景観を演出する。

図-9 海浜断面の区分



③：潮下帯砂浜部

- ・バクテリアによる海水浄化や、レクリエーションエリアとしても②と緊接な関係にあり重要な部分である。
- ・砕波をうながし、エアーレーションを助長する。

④：礁上礁石部

- ・上記の砂浜部に対し、底質を変えることにより集った種類の生物生息空間を提供する。生物種の多様化、生態系の健全化が期待される。
- ・環礁で砕けた波が再び形を整える区域であり、また異常気象時に流出の可能性ある砂を礁全体として維持する。

⑤：礁上被覆石部

- ・異常気象時、環礁で砕けた波により礁部分が破壊されないように設けられた部分である。

⑥：環礁部

- ・波を砕き、エアーレーション効果を高めるとともに、人工礁全体の安定性に寄与する。

⑦：根固め工

- ・環礁部の根固めのための部分であるが、④や⑤と異なり水深の深いところに生息する生物が期待される。
- ・釣りなどのレクリエーションの場を提供する。

⑧：中詰工

- ・全体の構造を支える本体部ともいえるが、環境保全機能にはあまり寄与しない。

図-10 海浜各部と環境機能

●：関係が強い
○：関係がある

海浜断面各部 機能		① 陸上砂浜部	② 潮間帯砂浜部	③ 潮下帯砂浜部	④ 礁上礁石	⑤ 礁上被覆石	⑥ 環礁部	⑦ 根固め工	⑧ 中詰工
浄化作用	浄化作用		●	○					
	海水交換				○	○	●		
	バクテリア活動		●	●	○	○	○	○	
生物相	ネプトン		○	○	○	○	○	○	
	ベントス		●	●	●	●	○	○	
	海藻類		○	○	●	●	●	●	
	鳥類	○	●	●	○	○	○		
レクリエーション	釣り	○	○	○	○	○	○	○	
	木遊び	○	●	●	○	○			
	磯遊び	○	●	●	●	●			
	敷簀	●	●	○					
	汐干狩	○	●	●	○				
景観		●	●	○			○		