

沖縄海洋博の人工海浜について

建設省 山田 克彦
○ 鶴木 和夫

1. はじめに

沖縄国際海洋博覧会は昭和50年7月20日、沖縄本島本郷半島で開催され、今年1月18日閉会した。

この海洋博には日本政府、沖縄県を始め、34ヶ国、3共同体に及び諸外国、多数の国内企業及びグループが趣向をこらした展示物を出展した。

日本政府出展の一つに海浜公園がある。総面積27haに及びこの公園は、海洋博会場総面積の27%を占め、出展物中最大の規模をもっている。海浜公園の最北端、会場全体からみても最北端に、3haの広さをもつ人工海浜(イクス泊ビーチ)が造成された。

海浜公園が「人々の憩いと交歓の場」として計画された中で、人工海浜は特に「人々が海に直接ふれ、楽しむ場」として計画された。

このような本格的な人工海浜は、日本では勿論初めてのものである。国土の狭い我が国では、新しい土地の造成は海岸地区に求められる傾向が強く、特に都市周辺では、かつて市民の憩いの場であった海浜も次々に少なくなってきた。又、海浜埋立てによる地形の変化、河川の整備による流送土砂の減少は、海岸の侵食を増大させ、砂浜は次々に細くなってきている。この対応策として、海岸事業の一環として離岸堤工などで失われた砂浜を復元する試みが行われ、これを利用した新しい海浜リゾート地区も増えている。

海洋博で計画され造成された人工海浜の試みは、今後各地で計画されるであろう海浜の開発に対する一方法として多数の参考資料を提供出来るものと考えられる。

今、海洋博会場跡地は海浜公園を中心に、「海洋博記念公園」の名で我が国唯一の亜熱帯公園として再スタートし、国営公園として国が管理することになった。この中で人工海浜も、維持、管理、利用の面で更に数多くのデータを提供出来るものと思われる。

2. 計画と調査

1). 基本計画

イクス泊ビーチの基本理念は、海と陸との接点で、人々が海と直接ふれ合い、海を楽しむことにある。

この基本理念に基づき造成の基本計画は、人々が有機的に利用出来ること、周辺の風景と調和させること、自然環境を保護すること等を主眼として行われた。

基本計画のうち主なものを挙げると

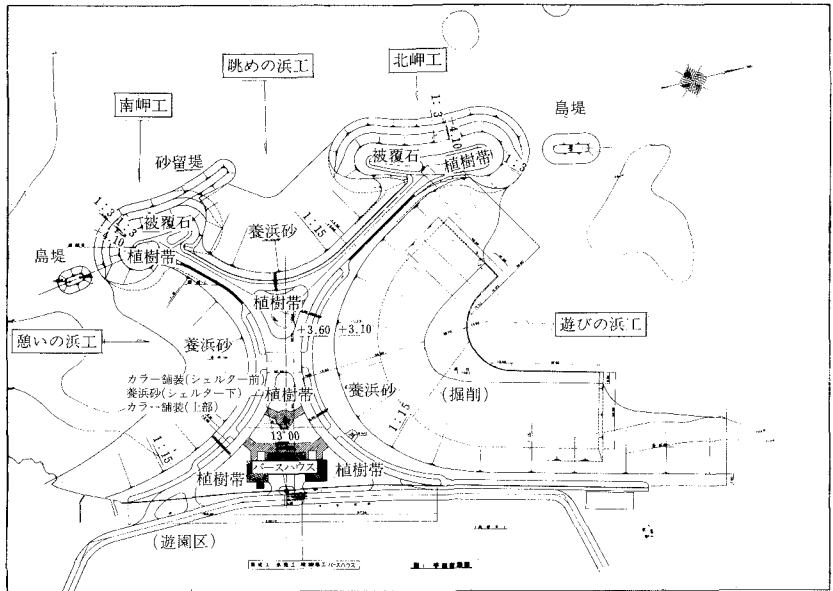
- (1) 政府出展物にふさわしい自然と人工との調和をはかった雄大なものにする。
- (2) 水泳、水遊び、眺望、散策等それぞれの利用目的に応じた海浜を作り、快適で安全な利用を考える。
- (3) 構造物は砂の流失、越波の防止、景観等を考えた適切な配置を付なう。
- (4) 工事中は周辺の自然環境、海中動植物の保護、海浜の汚染防止等を考慮する。-----の4点である。

この基本計画により設計された造成計画は、

- ① 遊泳を目的とした「遊びの浜」を北側に、水遊び、砂遊びを目的とした「憩いの浜」を南側に、散策、眺望を目的とした「眺めの浜」を外洋に面した西側に配置した。
- ② シャワー室、ロッカールーム、プロムナード、監視塔等管理サービス施設は後背地との接点である東側に配置した。
- ③ ①で述べた3つの浜の養浜砂の波による流亡、海浜形状の安定と修景を兼ねた岬を南北に設ける。

(以上図一参照)

- ④ ピーク時の利用者3,000人以上と予想したが、各々の面積は、快適さを失わない十分な広さとした。つまり快適さを失わない広さを5%として、それ以上の面積を考えた。この海浜では、砂浜面積は30,000㎡あり、3,000人の利用では、10%とわり米国の基準7.5%を上回る広さである。参考までに我が国の混雑した海水浴場では1%以下である。



図一 人工海浜一般平面図

- ⑤ エクスポートは沖縄特有のリーフの内側、いわゆる礁湖内に造成された。礁湖の海底にはフィンガーコーラル等の異物が多数混入し、又水深も干潮時には0.7~0.8m程度と非常に浅く、利用に不便なため、礁湖内の海底を約1m掘削し、その上から養浜砂で0.5m埋戻した。これにより遊びの浜では干潮時でも1.5m程度の水深が確保された。
- ⑥ 岬及びこれを結ぶ築堤上には修景のため植栽を行った。
- ⑦ 岬の先端には海浜の安定のため島堤を設けた。これは当初突堤として計画されたが浜の中での海水の交流が出来にくい水態であったので、島堤に変更したものである。島の高さは視界を遮らないよう平均干潮位としている。

2) 調査

(1) 事前調査

才2次大戦の戦災を直接受け、更に戦後27年間の米軍政下にあった沖縄は、当然のことながら社会資本も充実していなかった。復帰後、急テンポで開発が進められているが、これら諸開発の設計資料である気象、海象、地象等の調査資料は極めて少なく、中には全くないものもある。

海洋博そのものは復帰前に計画されたが、具体的な実施設計に入ったのは昭和48年の初めであり、その時点では簡単な深浅図、航空写真、平面図程度しか手に入らず、わんびんの海象等の資料は皆無であった。

実施設計から海洋博の開会までは僅か24年の期間しかなく、この間に完全な事前調査と造成を行なうことは不可能であり、調査と造成を平行して行ないながら事前調査の不備を補う方法をとった。

このため当初設計を変更することも多かったし、又完成後予期しない障害もあったことは事実である。併し皆無と云ってもよい基礎資料を工事途中の調査によって補うというハンディキャップの中で行った工事としては、むしろ100%以上の成功ではなかったかと考えている。

(2) 地象及び海象

① 地形

海岸線は琉球松、木麻黄、アダン、ソテツ、銀ネム等の木々の緑が、サンゴ礁海岸特有のコバルトブルーの海の色と、コーラルサンドの白灰に映え、美しい海岸線を形づくっていた。

礁湖内の地盤、つまり礁原はほぼ水平で、平均地盤高はD.L.±0.0m程度、リーフの高さは外縁部でD.L.+0.80m程度である。

② 地質

N 値は上層の m 内外で50位、下層では10程度である。

河線付近の砂浜の勾配は $1/15 \sim 1/20$ 程度で安定している。

③ 波浪

冬期、日本列島が面高東低の冬型気圧配置におおわれた時、琉球列島は大陸高気圧の縁に位置するため、北～北西の季節風が強く、気象も不安定になり、西海岸北部では冬期風浪が卓越する。

人工海床は本部半島の最西端に位置し、地形的には、冬期風浪、台風波浪の何れも受けやすい位置にある。

各ブエッテ毎に來襲するであろう波を予測すると、N-NW方向からの冬期風浪は、北側の礁湖でかなり減衰されることが予想され、W-NW方向の波は伊江島で遮られる。台風波浪については、中ノ瀬、木納島がブエッテ上にあるが、面積も小さく波の遮蔽効果はあまり期待できない。

6

るがこのリーフの消波効果について、49年から50年にかけて、主に冬期風浪について計10回の観測を行なっている。その内、海洋博協会が主に調査したものは、50年3月～5月にかけて6回分であり、人工海浜の設計にはこの資料を使用した。図-3はこの観測結果からリーフ内外の波高について相関をとったものであるが、沖波に対し、リーフ内の波高はほぼ20%程度減衰するようである。

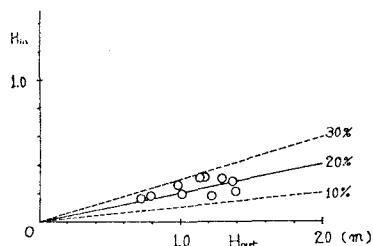


図-3 リーフ内外の波高比較

会場と隣接する渡久地新港の設計沖波7.2mが、ビーチ付近にも来襲すると考えると、ビーチ前面の波高は、 $H=1.5\text{m}$ 程度となる。当初の設計波高は渡久地新港の設計沖波 $H_o=7.2\text{m}$ から進行波の限界波高を求め、 $H=2.0\text{m}$ をとっていたので、設計は安全側であったといえる。

④ 潮位及潮流

礁湖内の潮位の変化もリーフの影響を受ける。図-4はリーフ内に潮位計を設けて観測した値と、那霸港、渡久地港の値を比較したものである。満潮時の潮位は何れにしてもほぼ同じであるが、干潮時の値は大きく異なる。

リーフには切れ目があり、海水の交流はあるものの、かなり貯留効果もあるものと思われる。このことは、台風等の異常気象時、礁湖内の水深を大きくすることで、礁湖内波高を大きくする要因であると考えられるが、今も現地実験を行っているので、まだ結果は出ていない。

造成前にきに入れた航測写真では礁湖内に南北に走る縮模様が見られた。49年11月～50年4月の間、礁湖内の潮流について観測したが、その結果落潮時の流向はほぼこの縮模様と一致する。建設地点の沖合のリーフの切れ目に向かって南北から弧状に流れ、そこから外海に向かって流出する。平均流速は 0.6m/sec 、最大流速は 0.9m/sec である。

漲潮時には平均 0.1m/sec 程度とゆるやかで、リーフの全域から礁湖内に流入するが、流向は特に定まっていはいない。

これらの流れによって礁湖内の海水の交換はほぼ完全に行なわれているようである。

3. 工事の概要及び施工方法

工事は次の3工種に大別される。

- 1) 下部造成工
- 2) 養浜工
- 3) 上部工及び付帯設備工

工事そのものは従来の海岸埋立工事となんら変わらず目新しいものではなかった。

海洋博の基本理念と政府出展物であることなどを考えて、工事中周辺の海域の汚染防止、環境保護には特に気をつけて工事を行なっている。

1) 下部造成工

図-1に示したようにこの人工海浜の基本形はY字状をなしており、先端に南、北2つの岬がついている。岬と陸地を結ぶ築堤は、3つの浜の境界であると共に、養浜砂の流亡を防ぐ横断であることが必要である。

築堤工、岬工共にその外郭は捨石を使用している。主材料は会場造成中に発生した琉球石灰岩(トラバーチン)である。この岩石は掘り起しの際多数の山土が付着し、かつ有孔性で、孔内にたまに土砂も多く、非常に汚なく、そのまま投入したならば、海浜を汚染するおそれがあるため、圧力水をかけて陸上で洗浄した後投入する方法をとった。このため海浜の汚染は殆んど完全に防止出来た。

捨石は岬工の場合、中詰工として1～30kgの砕石を、被覆工には100～1000kgの大石を用いた。築堤工は2本の築堤の間に陸土を埋め立てた。この陸土の吸い出し防止のため堤の内側に防砂シートを張り、土粒子

の流出を防ぎ、海域の汚染を防いでいる。

2) 養浜工

養浜砂は建設予定地点の底質と類似したものを選定が必要がある。この条件を満たした上で更に良質のものを使用することにして本島周辺の海底砂の検討を行った。その結果、那覇沖の慶伊瀬諸島沖の海底砂と伊豆名島沖の海底砂が粘土、比重共に計画地点の砂と類似していたためこの2地点の海底砂を養浜に使用した。

この2地点の砂は、平均粒径0.5~0.6mm、比重2.7内外で、色彩は明白米褐色で、現地砂に比べると大抵白っぽい色である。

砂浜の安定勾配は、使用材料の材質と波長の相関性が明らかでなく、数式上の決定が出来なかったので周辺の海岸のデータを参考にした。前述したように、この付近の海岸では $1/15 \sim 1/20$ 程度であるが、一応 $1/15$ とした。

この勾配については多少問題もあったが、それについては後述する。

遊歩の浜は、海底を掘削した後養浜砂で埋戻したが、掘削に際し、底質に含まれるシルト分などで海域が汚染されるおそれがあったため、北岬と海域北端を結ぶ仮堤を設け、シルトによる白濁水が堤外へ流出、拡散するのを防いだ。このことで起きる問題点についても後述する。

3) 上部工

各浜に面した築堤上に歩道を設けた。又砂浜と歩道の間には、強烈な太陽光線を防ぐための日陰としてシェルターを設けたが、この下には小歩道を設けている。

この小歩道は、遊泳客の休憩に使うものであるが、亜熱帯地方の真夏の太陽による照り返しは非常に強く、材料によっては地表温度がかなり上昇すると考えられたので、材料はかなり厳選した。人工海浜のような海水浴場では、利用客の殆どが軽装であるため、利用の便を考える必要があったからである。

当初の予定ではボードウォークとして、木レンガを使用することも考えたが、購入原価も高く、又木の場合メンテナンスも大変である上に、太陽熱による表面温度も高い。そこで考えられる限りの材料について、現地で実際に表面温度を測定してみた。図-5はその結果であるが、養浜砂を骨材にした白色セメントによる舗装が最も

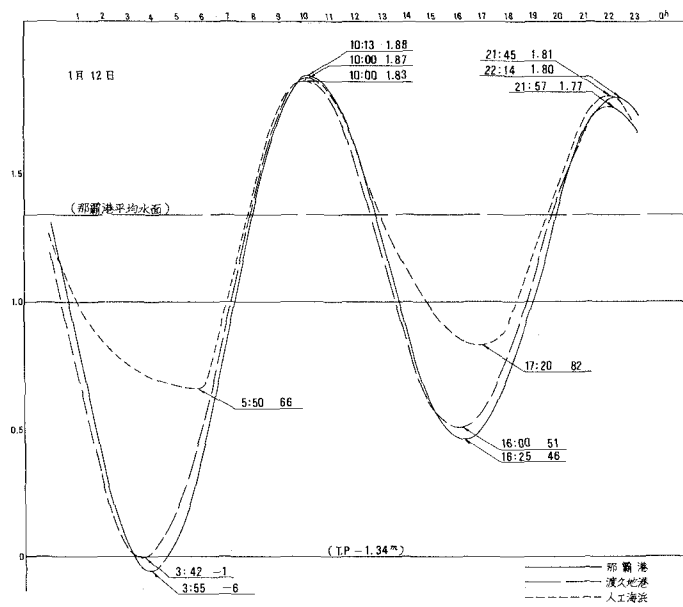


図-4 リーフ内外の潮位比較図

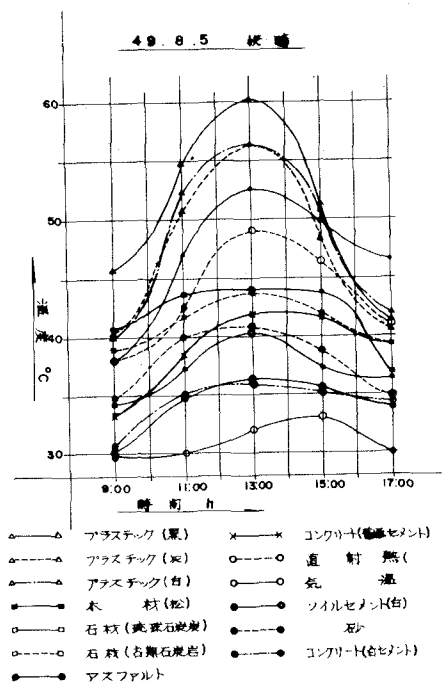


図-5 太陽熱による舗装表面温度測定結果

温度が低く、これを利用した。只、全部についてこの舗装をすると、砂浜が白く、照り返しによる目の疲れがあること、又修景上色彩のコントラストも必要あるのの一部は淡緑色のカラーアスファルトにした。

歩道の勾配は、身障者の車椅子の利用の便のため、緩やかにしている。

シエルターは修景を兼ねたものとし、台風の風力にも耐えられるよう表面に無数の孔のあいたものとし、防蝕性のあるアルミ合金性としている。

監視塔、シャワールーム、ロッカー等の設備はバースハウスに納め、前面には植栽をほどこしている。

4. 計画、工事の反省点

前述したように、このエクスポジターの造成は、48年初めの実施計画に基づいて行なわれた。この時点から開会まで（当初は50年3月開会予定であった。）に僅か2年しかなく、この間に諸調査を完了し、造成を行なうことは物理的に不可能であった。このため工事と平行して基本的な調査を行なったものである。これによる問題点は当然のことながら多々あるととれざるを得ない。併し、大部分の問題はむしろ安全サイドに考えたために起きた問題であり、当初少ない資料の中から推測して行なった設計に大きな問題は生じていない。

以下に現在考えられる問題点について列挙する。

- 1) 沖縄の海岸の波はリーフで減衰し、小さくなることが考えられたが、その程度については不明であり、このため、養浜砂の流亡防止のための岬工、島堤工等により海水の交流が阻外され、汚濁水が貯った。

海水浴場の場合、遊泳地区の海水の交流は環境上からも是非必要なことであり、この対策は十分検討すべきである。但しこの問題は養浜砂の流亡防止の点からは矛盾する。

- 2) 工事中、周辺の海域の汚濁防止に充分なほど注意をつかい、かなりおぼめの言葉をいただいたが、後で考えるとこれが裏目に出ていた面もある。

つまり、遊びの浜を採掘する時、舞い上ったシルト分の海域への流出を完全に止めたが、このシルトは再び沈んで、浜内の海水の交流がないことから深く陥った部分にヘドロ状に堆積している。周辺海域の汚染防止とこのような砂浜の維持とは矛盾した点でもあるのだろうか。

- 3) 砂浜の勾配は1/15としたが、この勾配は少々きついように感じられた。日本人はどちらかと言えば遠浅の海岸に慣れており、この慣れからみると勾配のきつさが気になった。この海岸に於いての安定勾配については定量的に求めることは出来なく、周辺海岸の安定状態から定性的に求めた勾配であったが、事前に海象の調査が充分に出来ていればと思われる。但し事業の面からみれば、養浜砂に多量の手算を投下する訳にも行かないので、この点問題も残る。

- 4) 会期が迫っていたため、会場内の全工事が一斉に行なわれ、現場はかなり工事が騒音した。後背地の建設現場は、表層を沖縄本島北部特有の固頭マージと呼ばれる赤褐色の土壌が覆っていて、工事による表層の剝離で降雨時赤土砂の流出被害を受けた。特に開会直前の7月始め豪雨による赤土砂流出は、遊びの浜を赤く染め、その復旧に一千万に及ぶ被害を受けた。

たかだか100haの狭い地域に多数の工事が短期間に集中したために起った問題であるが、排水等の連絡、調整が充分に行なわれなかったことに担当者として深く反省している。

5. あとがき

完成後、利用した人々から人工海浜の感想について聞いてみた。人工海浜の建設にあたっては、特に環境問題に気をつかいながら工事を行った。又修景の整備と利用者の便にも充分留意した。その結果、たいへんおぼめのと云うおぼめの言葉をいただいている。確かに亜熱帯の太陽の下では、このエクスポジターは生き生きとして見える。養浜砂の流亡防止と浜内の海水の交流とは矛盾する問題ではあるが、今後事前調査を充分行なうことにより解決する問題であろうと考える。

参考文献 1) 鶴木和天、橋本法；リーフによる波高減衰と水位上昇の観測（第6回海洋開発シンポジウム講演集、1975.9）