

タイ国立水族館計画 調査報告書

昭和 46 年 9 月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1017705[3]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	122
登録No. 00801	59
	EX

は し が き

日本政府は、タイ王国政府の要請にこたえて、タイ国立水族館設計に関する調査を実施することを決定し、その実施業務を海外技術協力事業団に委託した。

海外技術協力事業団は、堤俊夫氏（京急油壺マリンパーク飼育課長）を団長とする3名の専門家で調査団を編成し、1971年5月タイに派遣し、10日間にわたり関係当局との協議やタイ王国水産局、公共事業局などの積極的な協力のもとに各種資料の収集を実施した。

本件はタイ国水産業の発展計画の一環として、国立水族館を設立し、タイ国民に水産資源を広く理解せしめようとするものであり、今回の調査及び設計報告により近い将来国立水族館設立の運びとなることが期待されるものである。

ここに、OTCAを代表して、私は専門家に対する心のこもったタイ政府関係者の協力に心から感謝申しあげる次第である。

昭和46年11月1日

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

はじめに

本書は、タイ国政府の要請により調査した結果を取りまとめたものである。

タイ政府が近代的水族館を計画するに際し、1970年夏、Mr. Karnasut (Director General Dept. of Fisheries) 及び Mr. Chimchome (Chief Architect Dept. of Municipal Public Works) が日本各地の水族館をつぶさに視察され、日本の水族館が世界の水準にあることを十分に評価された結果、今回の要請となった事を理解し、調査団もその期待に応えるべく、最善を尽し調査を遂行した。

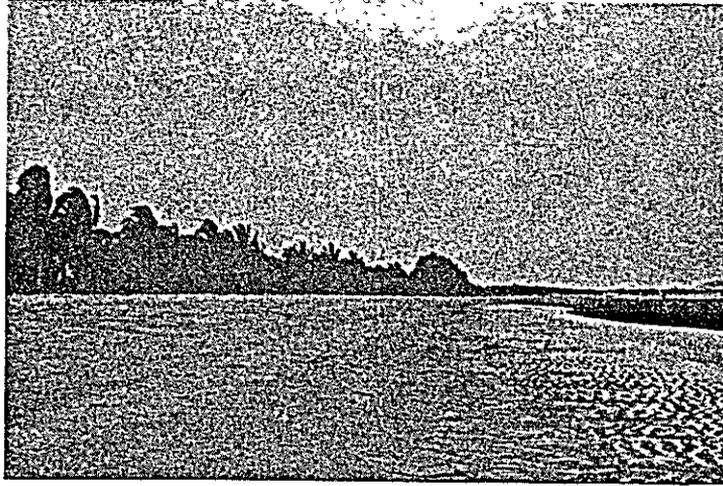
又日本の水族館について、機会あるたびにタイ国政府の関係者に対して啓蒙をはかられた東南アジア漁業センターの猪野博士他皆様の御力添えがあって初めて今回の要請にまで至った事を深く感謝する。

今後、東南アジア各国で水族館建設の機運は益々高まって行くことが考えられる。この時にあたって、今回の調査が単に報告書の作成だけにとどまることなく、建設への指針となることを願うものであり、更に一層の協力を惜しまない。

なお、本書によって、当初の目的はまがりなりにも果し得たと思うが、これは、総て調査の為に種々の御援助を賜ったタイ国政府、日本政府に対し深く感謝すると共に、関係資料の収集に御協力下さった佛大林組及び佛斎藤省三商店に深く御礼申し上げる。

終りに臨んで下記関係者の御好意に対して心からの謝意を表するものである。

Mr. Prida Karnasut	タイ国水産局長
Mr. M. L. Prachakslip Tongyai	タイ国水産局
Mr. Urupan Boonprakob	タイ国水産局
Mr. Snit Chimchome	タイ国建設局
Dr. Takashi Ino	東南アジア漁業開発センター事務局長
Mr. Moriya Miyamoto	O. T. C. A. タイ国事務所長



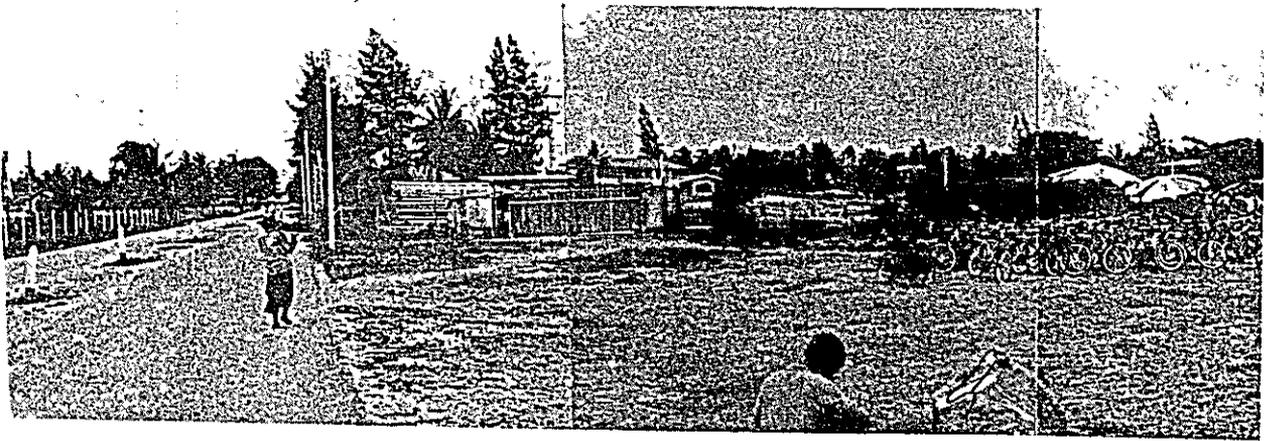
Bang Saen Beach



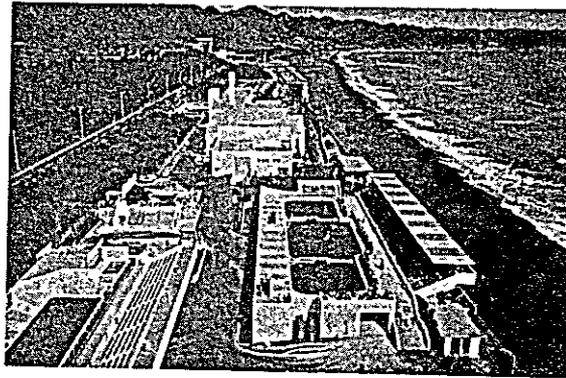
Plantation of Bang Saen Beach



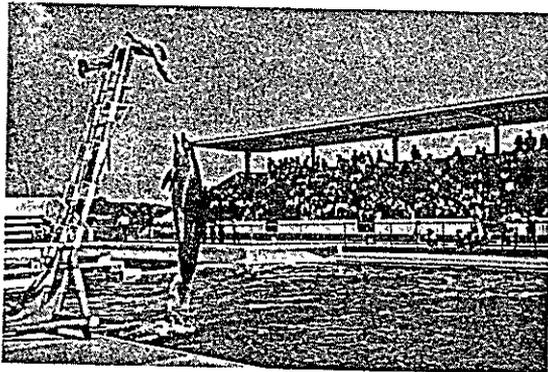
Road of Bang Saen Beach
(Vicinity of proposed site of
Aquarium construction)



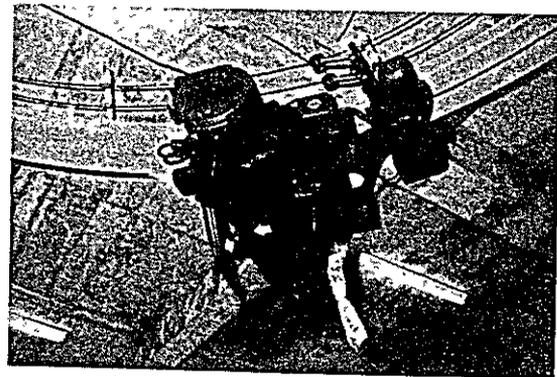
Proposed site of the Bang Saen Aquarium



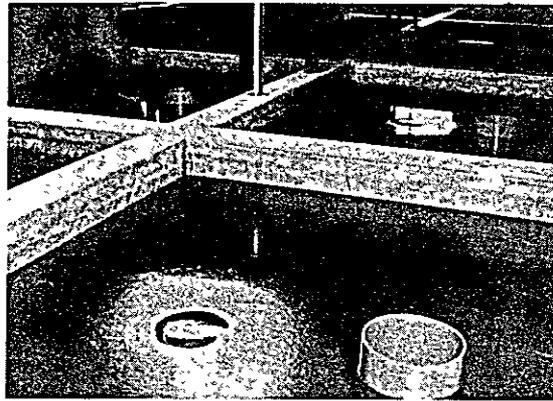
A case of Assorted establishment
of Aquarium and Dolphin pool
(Kamogawa Seaworld,
Chiba Prefecture near Tokyo)



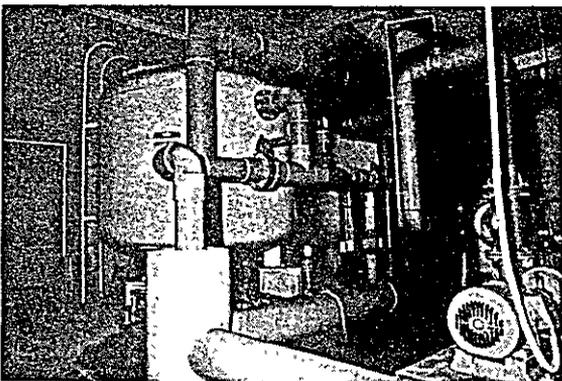
Dolphin pool and Stand
(Kamogawa Seaworld)



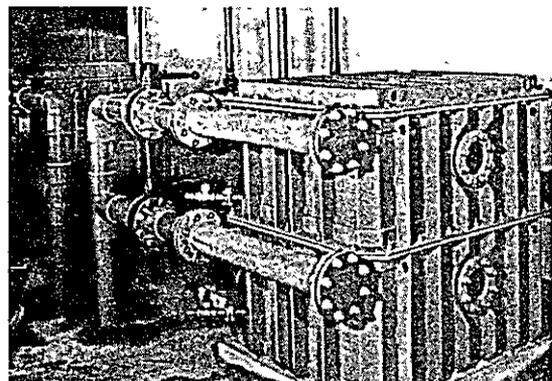
Electrical Transport Equipment



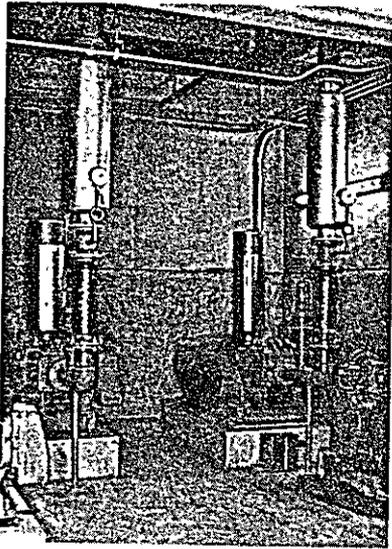
Filtering facilities (Open tipe)



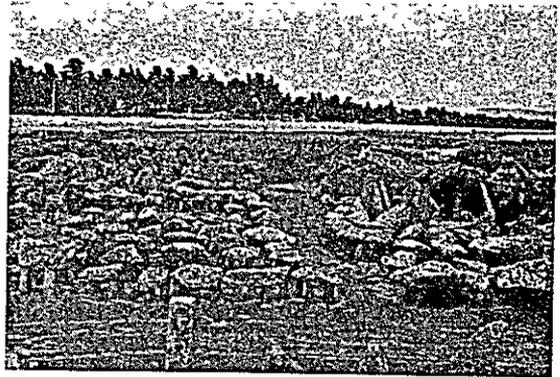
Filtering facilities (Closed tipe)



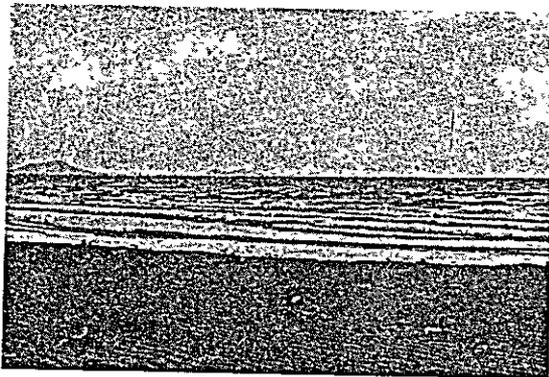
Filtering facilities (Closed tipe)



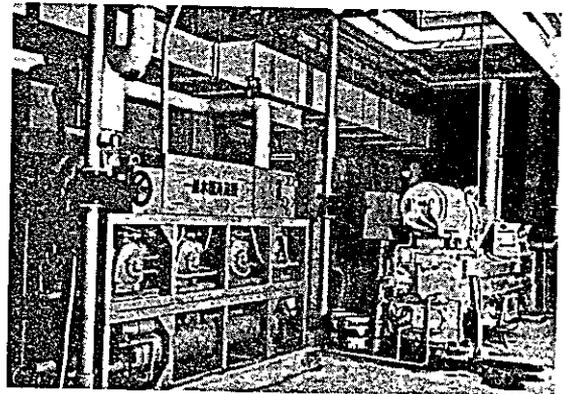
Oxygen Supply facilities



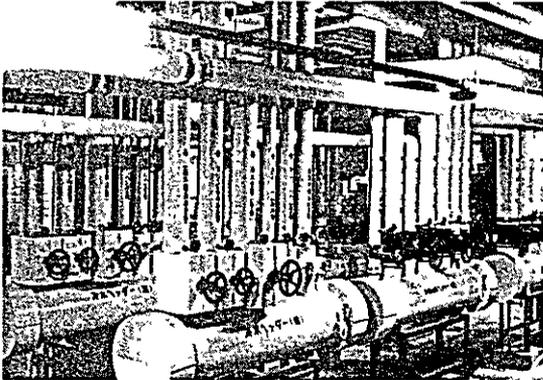
Oyster farm near rocky place



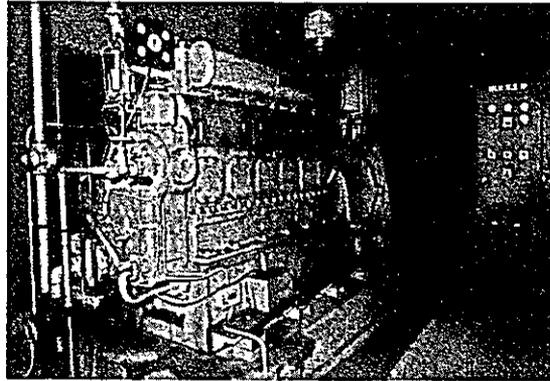
Sandy beach in front of the proposed site



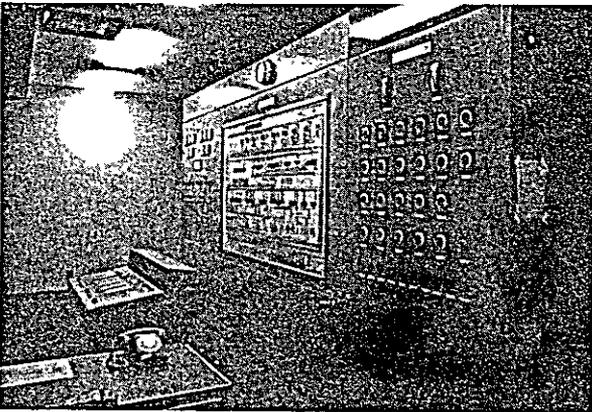
Refrigerator for display tanks and
air-conditioning refrigerator



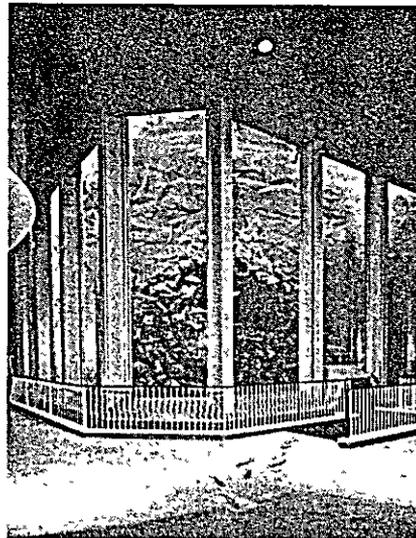
Systematic piping of water tanks
at The Kamogawa Seaworld



Private generator facilities



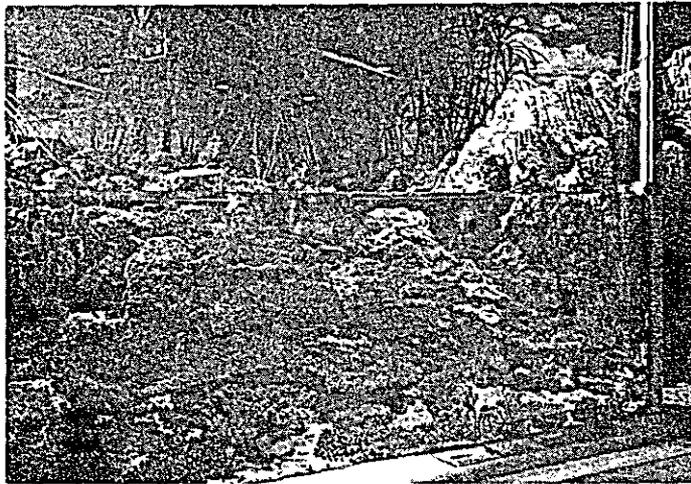
Central Supervisory panel at
the Kamogawa Seaworld



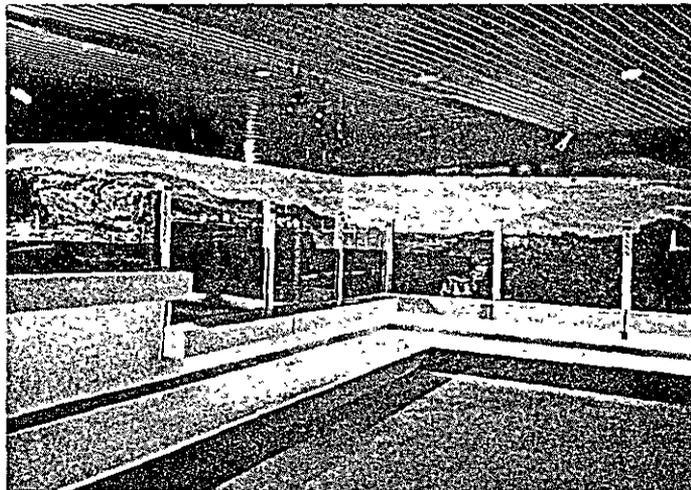
Fishes in a Big display tank



Arrangement between Big glass pane and internal tank at the Kamogawa Seaworld

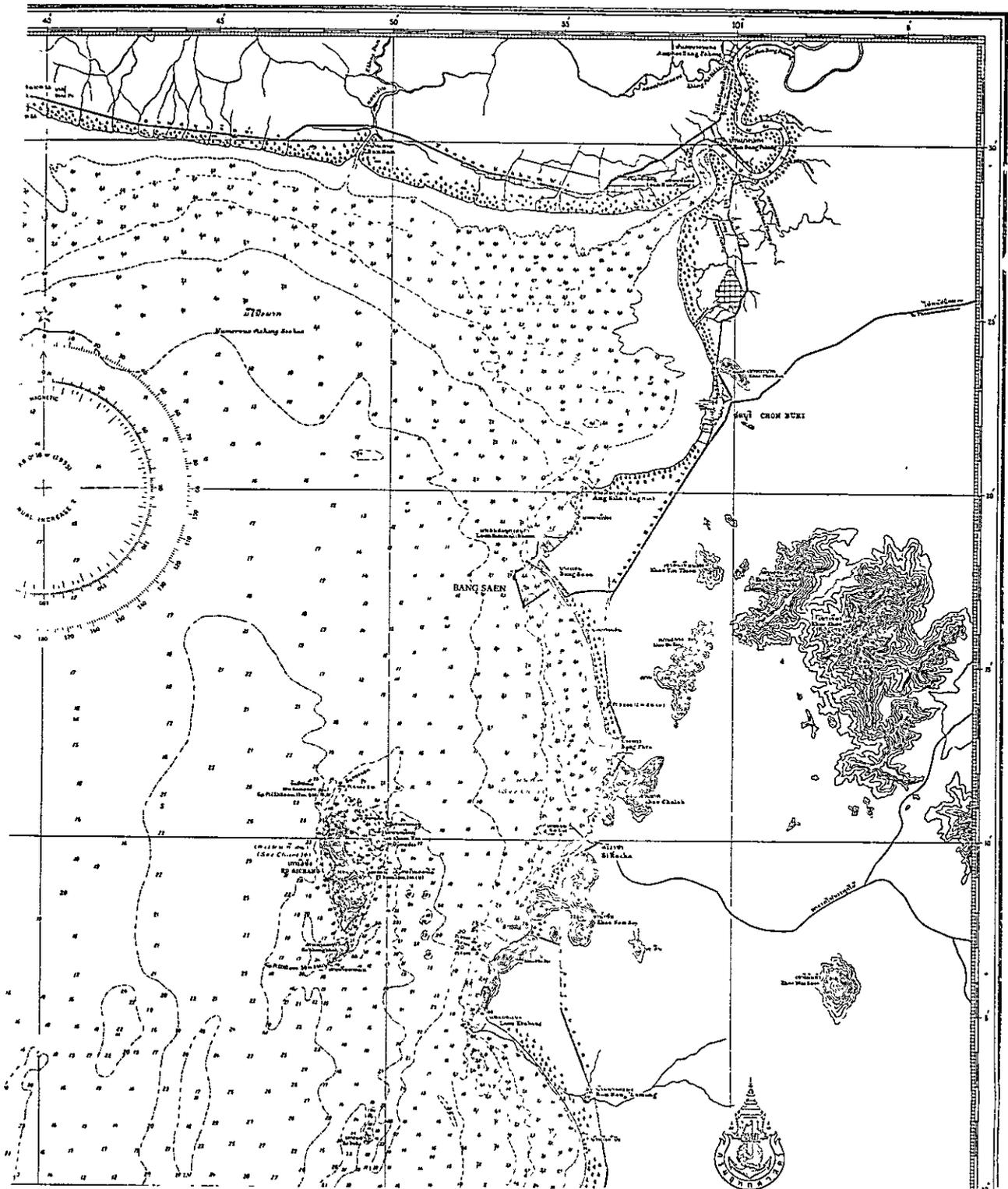


Arrangement in a display tank



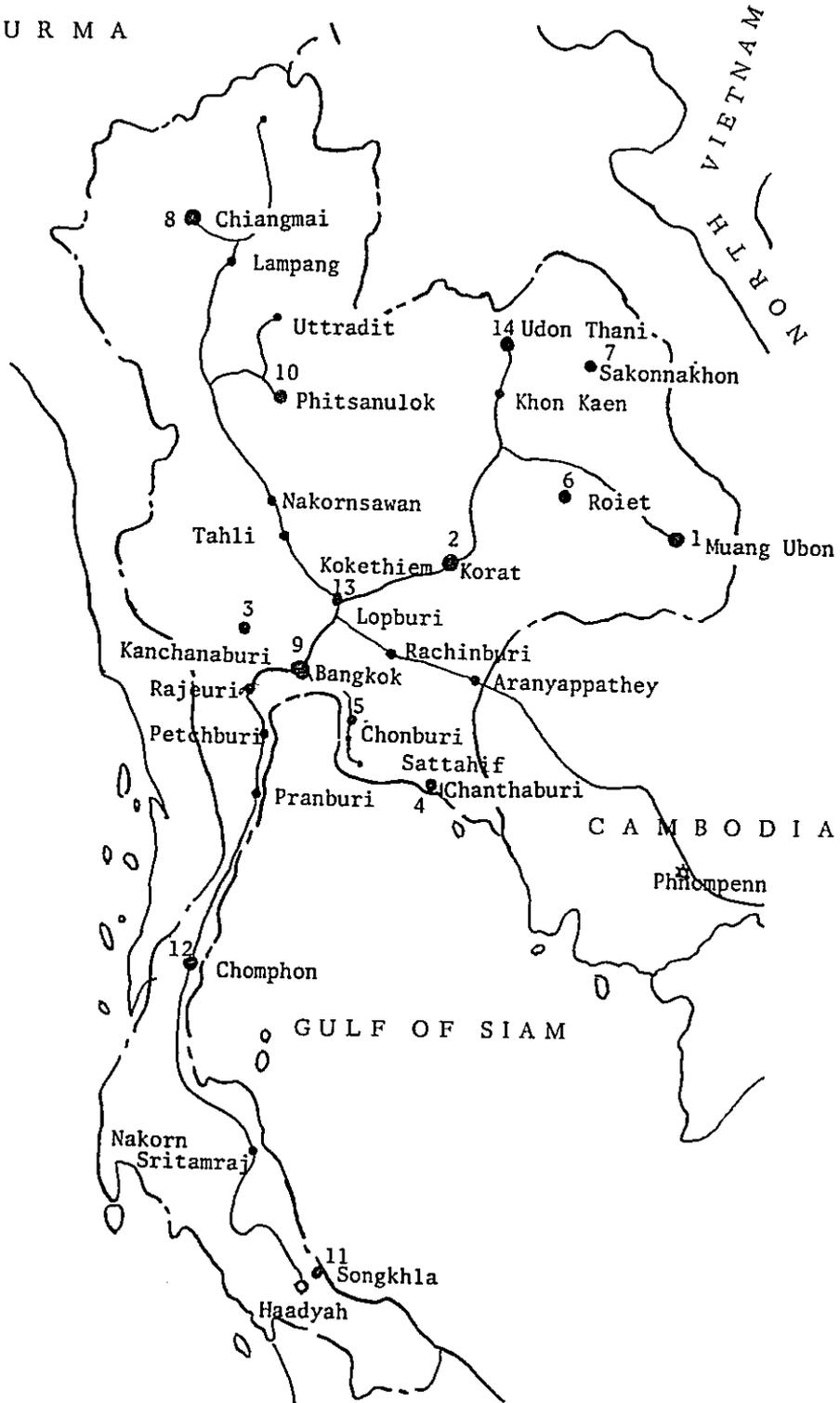
Show in a display tank arranged by Sound and Light

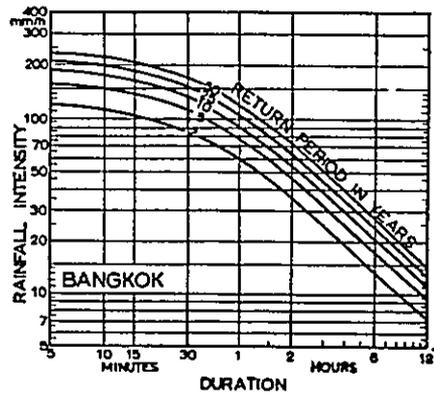
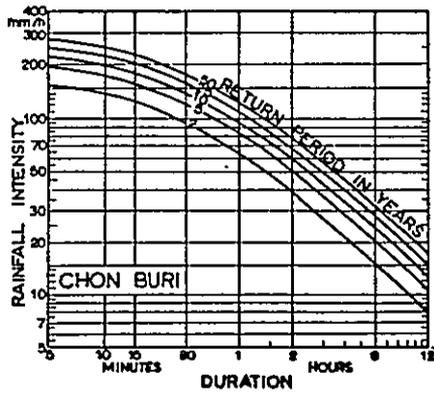
MAP OF BANG SAEN AND ITS VICINITY



"RAINFALL INTENSITY AND DURATION"

BURMA





Rainfall of an intensity of 160mm/h continues for 5 minutes once in a return period of 5 years in Bangkok (Rainfall of the same intensity continues for 17 minutes once in a return period of 10 years)

$$i = 160/h = 0.00004 \text{ m/sec}$$

Assuming that 100 mm of rain falls in 30 minutes for the sake of safety from the Rainfall Intensity-Duration Curves No. 1,

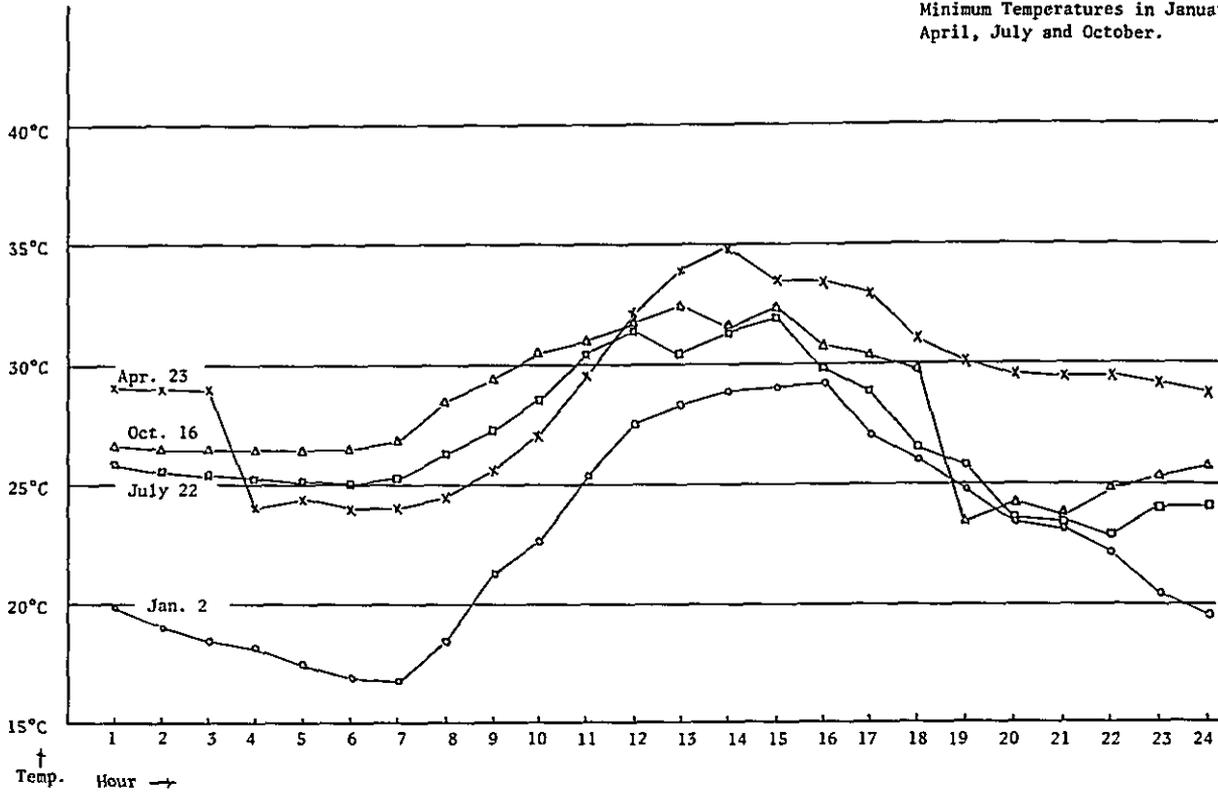
$$i = 100 \text{ mm}/30 \text{ min} = 0.000056 \text{ m/sec}$$

In Bangkok, therefore, it is reasonable to assume that

$$i = 0.00005 \text{ m/sec (Safety factor: danger of heavy rain recurs in a return period of 7 to 8 years)}$$

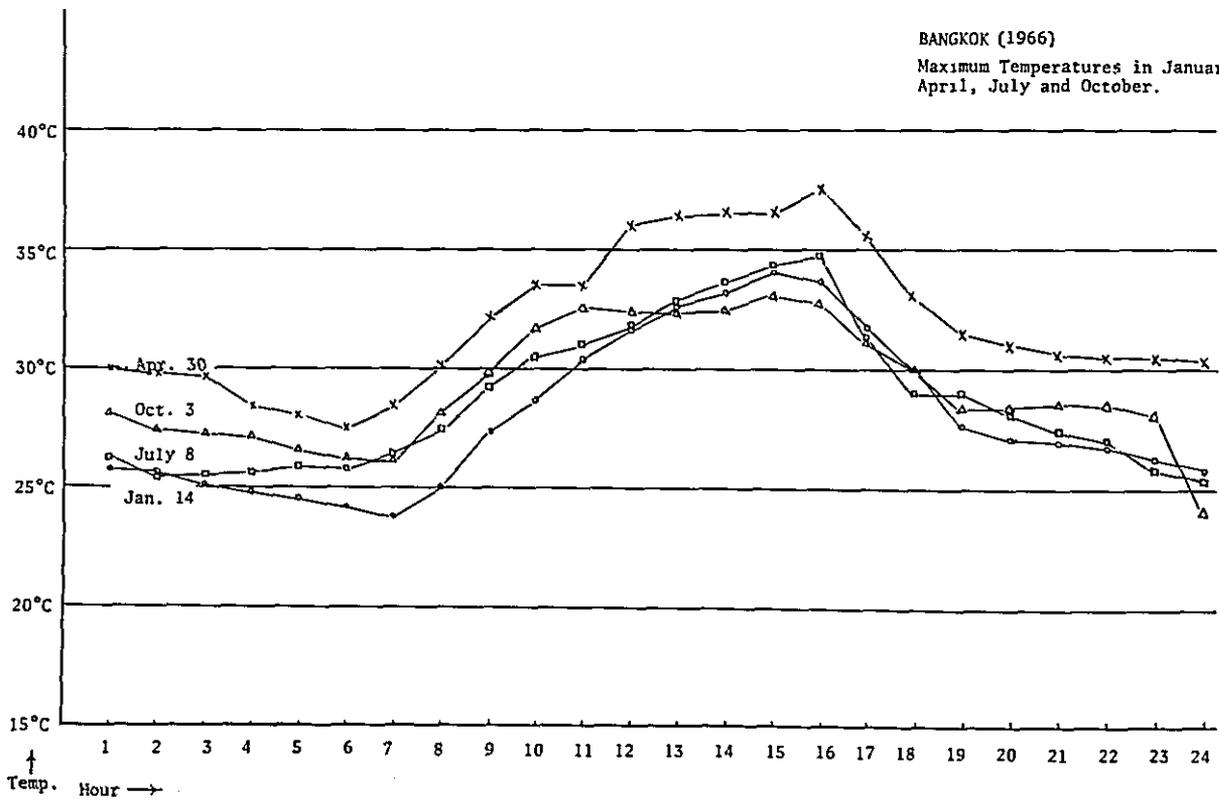
BANGKOK (1966)

Minimum Temperatures in January, April, July and October.



BANGKOK (1966)

Maximum Temperatures in January, April, July and October.



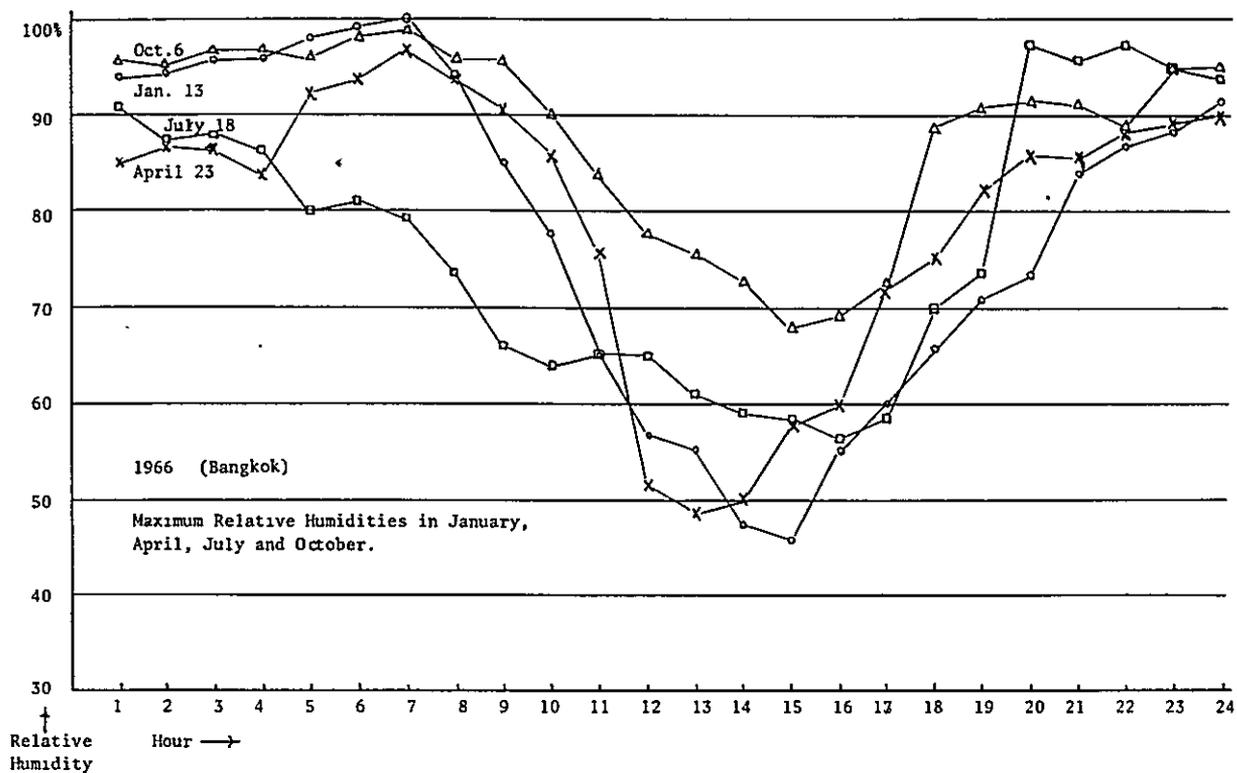


Table Showing the Value of Temperature, Turbidity, Salinity and O₂ in Sea Water at Aung-Sila, Chon Buri

Date	Time	Temp., °C		Turbidity ppm SiO ₂	Salinity ‰	O ₂ ml/l	Date	Time	Temp., °C		Turbidity ppm SiO ₂	Salinity ‰	O ₂ ml/l
		air	sea						air	sea			
7 May 69	6.30	28.3	28.8	-	31.91	4.75	4 Oct. 69	07.30	-	-	-	22.09	-
17 "	6.25	28.7	28.7	-	32.29	4.80	12 "	07.30	28.2	28.0	105.0	23.78	5.04
31 "	6.30	26.0	26.5	60.0	31.13	5.73	25 "	07.30	28.5	29.5	17.0	30.19	2.51
4 June	6.50	27.0	27.3	-	32.37	4.22	27 "	07.30	27.0	30.0	10.0	29.78	2.96
15 "	6.25	28.0	28.3	8.2	30.79	5.57	4 Nov.	07.30	25.7	27.9	17.5	31.02	3.76
28 "	6.35	27.0	27.5	19.0	30.10	5.18	10 "	07.30	23.8	25.3	65.0	28.89	4.82
1 July	6.30	28.0	28.2	25.0	30.59	2.66	20 "	07.30	23.9	26.5	25.0	29.97	4.49
15 "	6.30	26.8	28.0	30.1	30.19	6.76	4 Dec.	07.30	17.8	20.5	61.0	28.68	6.63
27 "	6.30	28.5	27.0	91.0	20.44	5.26	18 "	07.30	23.9	24.2	7.5	29.90	5.13
5 Aug.	6.25	26.8	27.3	60.0	9.80	5.63	4 Jan. 70	07.30	23.0	24.0	14.0	31.09	5.48
15 "	6.20	24.6	23.0	6.5	25.36	5.46	19 "	07.30	24.4	25.0	11.0	32.20	4.83
16 Sep.	07.30	26.5	28.5	17.5	21.33	5.05							

Transparence

Bangsan (Station 2C)

	k	Secchi disc reading (m)
February	0.209	7.1
April	0.217	10.0
July	0.451	4.1
September	0.561	3.1

South Bhattaya (Station 4B)

February	0.307	5.0
April	0.179	10.6
July	0.292	5.7
September	0.200	8.3

Calculation of the extinction coefficient of light in sea water

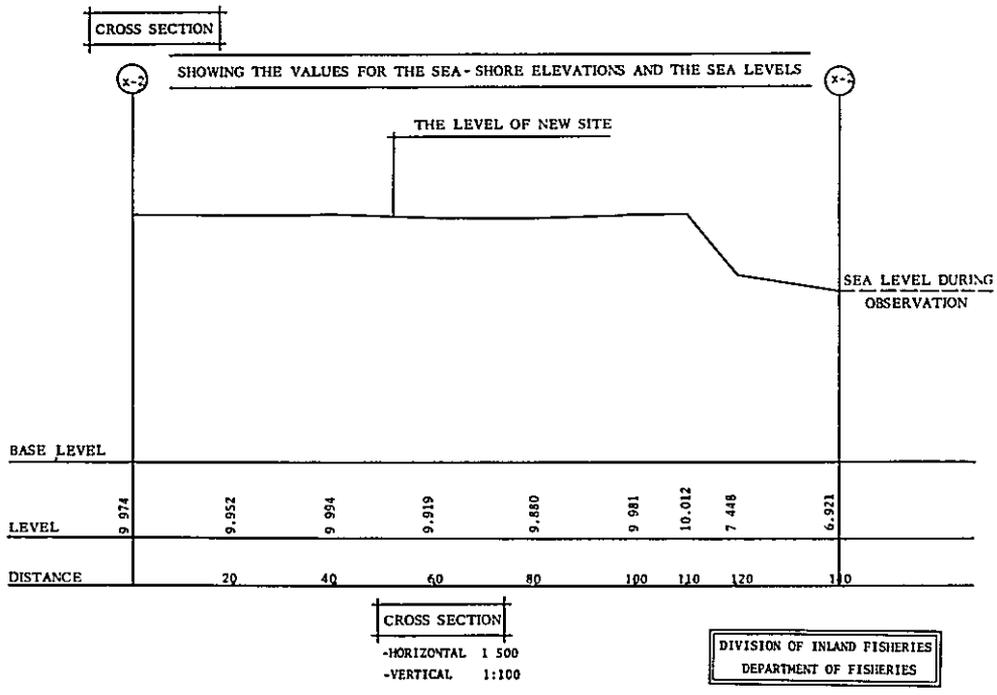
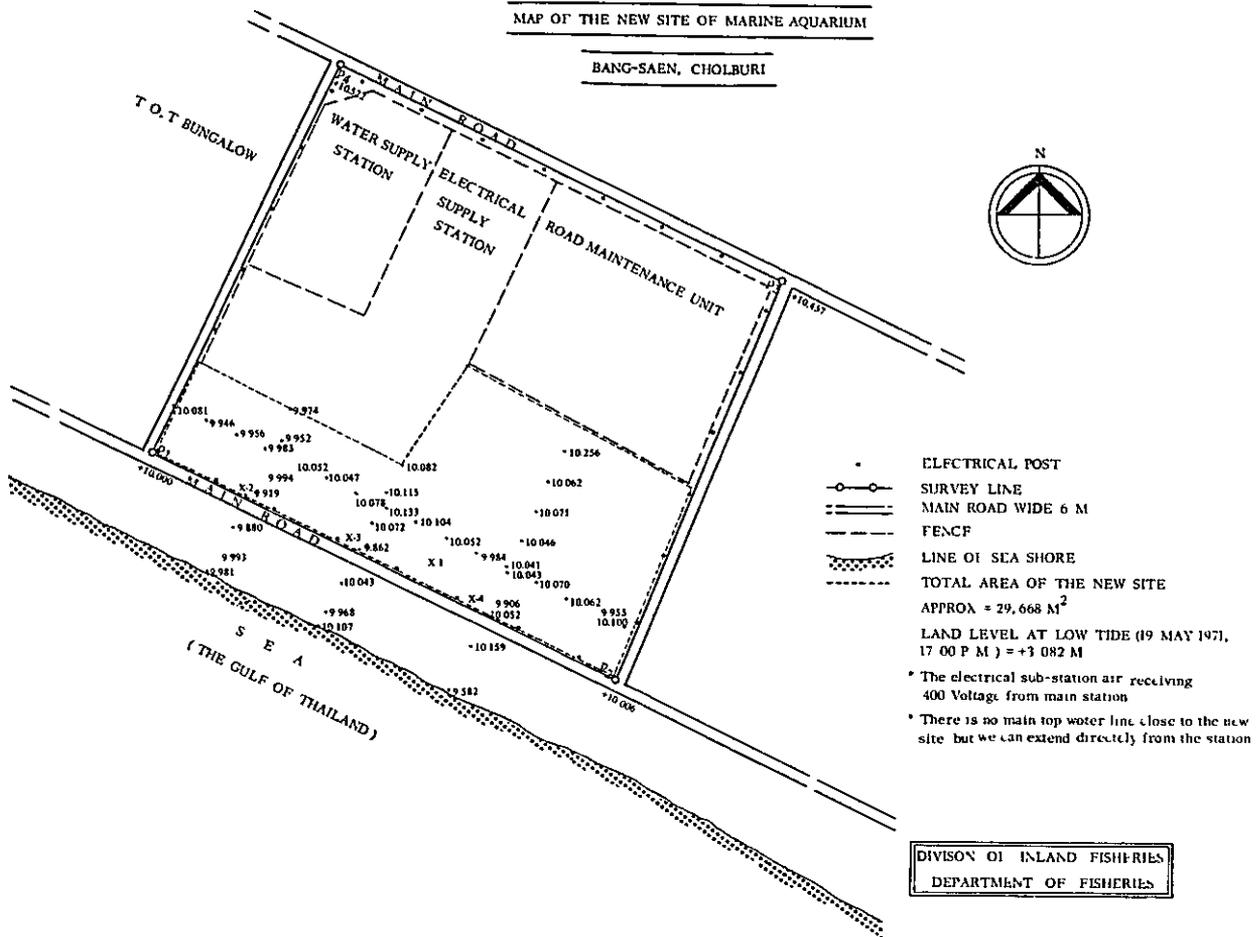
$$k = \frac{2.3 (\log_{10} 100 - \log_{10} 10)}{d_{10} - d_{100}}$$

d 100 = the light depth of 100% = 0

d 10 = the light depth of 10% of the surface intensity

MAP OF THE NEW SITE OF MARINE AQUARIUM

BANG-SAEN, CHOLBURI



タイ国立水族館計画に関する調査団報告書

はしがき	
はじめに	
1. 調査の概要	1
1-1 調査までの経緯	1
1-2 調査目的と業務範囲	1
1-3 調査団の構成	1
1-4 調査団の行動	1
2. 水族館設立の目的	3
3. 建設予定地の海況概要	3
3-1 付着性及び底棲性動物よりの考察	3
3-2 海底地形よりの考察	3
3-3 水質的な考察	4
4. 建設予定地の設定	4
4-1 予定地の問題点	4
4-2 敷地所見	5
5. 配置計画	5
6. 建築計画	6
6-1 水族館計画概要	6
6-2 イルカプール計画概要	6
6-3 連絡部分の計画概要	7
7. 展示計画	7
8. 設備計画	9
8-1 水槽設備	9
8-1-1 保守管理	9
8-1-2 戸過循環設備	11
8-1-3 海水供給設備	13
8-1-4 水温調整設備	15

8 - 2	空気調和設備	16
8 - 3	衛生給排水設備	16
8 - 4	電気設備	17
8 - 4 - 1	受変電設備	17
8 - 4 - 2	自家発電設備	17
8 - 4 - 3	照明設備	17
8 - 4 - 4	動力設備	18
8 - 4 - 5	弱電設備	18
9.	水槽ガラス	18
10.	水槽内装	19

1. 調査の概要

1-1 調査までの経緯

この調査は1970年11月コロンプランの一端として、タイ国政府水産局の要請を配慮し、諸般の事情によって、1971年5月に実施した。

1-2 調査目的と業務範囲

本調査の目的は、タイ国立水族館建設予定地の選定とこれに伴う水族館計画立案のための調査であった。

そこで本調査団は、調査目的を完遂するために、次の事項を主たる業務として調査に当たった。

- a 水族館設立の目的と水族館の内容の打合せ
- b 計画地附近の海水条件と海底状態及び建築計画条件の資料収集並びに調査
- c 展示動物の概要調査
- d 観客動員数の調査
- e 計画地附近の電気、給水、排水、電話等の調査
- f 調査結果の中間報告と討議

以上の目的と業務範囲で、調査団員のそれぞれの専門分野に於いて調査を行なった。

1-3 調査団の構成

氏名	所属	業務分担
堤 俊夫	京急油壺マリンパーク飼育課長	総括及水族館
茂 呂 守	石田設計事務所所長代理	設備機械
高 雄二	〃 設計部長	建築

1-4 調査団の行動

1971年5月11日より20日までの10日間で本調査を実施した。

行 動 日 程

- 昭和46年5月11日 調査団バンコック到着
O.T.C.A. 宮本所長と調査日程について打合せ
- 5月12日 水産局長官と打合せ
- 5月13日 (a)バンセン地区水質資料に関し、水産研究所訪問
(b)公共土木局にて打合せ
- 5月14～15日 バンセン地区建設予定地調査
- 5月16日 (a)水族館展示用水族について調査
(b)パタヤ地区調査
- 5月17日 (a)調査資料整理
(b)水産局長官と打合せ
(c)バンコック市内淡水水族館建設予定地調査
- 5月18日 (a)水産局長官と打合せ
(b)報告書(Preliminary)作成
- 5月19日 水産局長官に同報告書提出
- 5月20日 帰 国

2. 水族館設立の目的

タイ国に於ける国立水族館の設立目的は、タイ国の水産業の重要性と、今後、国民の水産に対する認識を深めようと云った強い意志がある事が確認され、設立の機運が高められつつあることが、本調査によって確認された。この基本姿勢は、社会教育の必要性を重視した日本と同様である。

その目的は、

- (a) 一般国民の水産知識の普及、教育
- (b) レクリエーション的要素をもたせ知識普及の一機関とする
- (c) 水族の研究的要素も具備した水族館
- (d) タイ国の Sea-Life を旅行者に紹介し観光の施設とする。
- (e) その他

以上の事項から、国民の意識向上を調査研究の一機関であり、かつレクリエーションに資するための事業として、非常に有意義に活用されることが想定出来る。

ちなみに Bang Saen にある師範学校の附属施設である Bang Saen Zoological Museum and Marine Aquarium が 1971 年公開され、その反響も大きいことから、レクリエーション性に富み、且つ教育的意義のある水族館は非常に適切な計画である。恵まれたサンゴ礁棲息区をもち、現在は保護動物となっているジュゴン等の飼育成功が見られれば、水族館の大きな特徴にもなり、大きな観光資源となり得る。

尙水族館設定の条件は、本調査中間報告書にあげた打合せ事項に基く。

3. 建設予定地の海況概況

Bang-Saen 海岸の計画予定地点の海中歩行調査を行なった結果つぎのような事が判明した。

3-1 付着性及び底棲性動物よりの考察

この地点はカキの養殖場があり、これらの動物の産卵期後、浮遊期には海水施設管など海中構造物に対する付着障害等の懸念もある。その他イガイ類の弊害が予測される。

またヒトデなどの底棲生物も多く認められる。

この対策として施設の十分な配慮が必要であろう。

3-2 海底地形よりの考察

Bang-Saen は海水浴場となっているだけに遠浅であり、水族館飼育水の採水にかなりの考慮を払う必要がある。すなわち水族館用水は、なるべく深い水深地点より採水を行なうことがつぎの理由から考えられる。

- a 水質的に安定する（塩分、酸素が多いなど）
- b 付着性動物のパイプ内への付着が少ない
- c 波浪などによる影響がすくない

などがあげられるが、これは、技術的に解決する必要がある。

3-3 水質的な考察

本調査中タイ国水産局資料を種々調べたが残念なことに Bang-Saen 地区に近い Chon Buri 地区資料によると次表の様になる。この結果、塩分濃度の面から考察すると、7.8.9.10月の雨期に於ける海水状態は、淡水の影響の大きいことが判明する。特に8月の状態は、海水の組成は殆んど崩れている現状であるため、施設配慮として閉鎖循環式水族館とすべきである。

表 CHOL BURI 地区の1969年5月より1970年1月までの
平均値と一般海水標準値の比較

	Air Temp	Water Temp	Salinity(‰)	O ₂ (ml/l)
mean 平均値	24.7℃	27.0℃	28.0	4.85
standard 標準値	-	-	35.0	4.0 ~ 5.0

上表のかなり長い調査から見ても、Salinityの低下が問題になる。この点の設備と、水質調整技術が必要となる。O₂の溶存は、一部に問題も認められたが、上表より概して良好である。

4. 建設予定地の設定

本水族館建設計画に関し、当初タイ国政府はバンコック近郊の代表的な観光地、バンセン又はバタヤを候補地として検討を重ねていたが、最終的にバンセンを建設予定地として計画を具体化することになった。バンセンはバンコック南方約100kmに位置し、ハイウェイ63開通以来、バンコック市内から車で約1時間半、観光地として至便の距離にあり、主にバンコック市民にとって最適のリゾート地区である。週末には多くの人々がこの地を訪れている。自家用車の他に定期バスも交通機関として利用されている。ハイウェイ63からの分岐道路がバンセンに到達する点から、北西に向かって海岸は約2.5kmに亘って続き、岩礁地帯の突出部に至るまで直真ぐに延びている。海岸道路は巾員6mで、両側の椰子のプランテーションによって強調されている。この道路北東側(山側)にはバンセンホテルを中心に、T.O.T所有のしゃれたバンガローが配置され、美しいリゾート地区の雰囲気をかもし出している。道路から海岸側は道路沿いの他に更に1列のプランテーションがあり、この間約30mの部分は人々の遊歩、休息の木蔭として利用されている。地形はこの2列目のプランテーションを越えて更に平均約13mの水平部分がありここから緩やかな勾配を以て海に入っていく。

海岸道路はバンセン地区を通り抜けた後、北西端、即ち岩礁地帯附近で北に迂回して上り、丘陵地帯を回ってCHOLBURI附近に至っている。

4-1 予定地の問題点

水族館建設予定地として、当初タイ国政府側は上述の岩礁地帯附近で海岸道路と海岸線に挟まれた部分が提案され、調査団はこの部分の現地調査を行なった結果、次のような問題点が指

摘された。

- a 延長約25mのバンセン海岸に於て海岸道路から海側は椰子のプランテーション、遊歩道以外所謂建築物は全く存在せず、ホテル、バンガローを始め全て道路の反対側に建設されており、観光地の海岸線を保護する上からも問題を残しはしないか、例えば、海岸寄り、即ち2列目のプランテーションを伐採することは海岸の景観を著しく損うことが予想される。
- b 道路脇のプランテーションを残すと仮定して、この線から海岸線に至る間の水族館建設に利用可能な距離は約35mと考えられアプローチ、パーキングを含めた水族館には余りにも狭隘であること。
- c バンセン地区としては、高速道路からの分岐道路が海岸に到達する地点、即ち南東端からバンセンホテル附近一帯が何といても中心地でこの辺りに人々が集中しており、岩礁附近はやや中心から外れている。

4-2 敷地所見

以上の内容を水産局長に報告、説明の結果、第2の候補地として、バンセンホテル南東に位置する約38,500㎡の敷地が提示され、調査団は直ちにこの敷地を視察し立地条件、周囲状況等を調査した結果、次のような所見をまとめることが出来た。

- a 前述の分岐道路到達点からの距離は約600mであり、現在人々がこの附近に最も集中していること。
- b 約300mに亘って海岸道路に接しており、更に北西側も道路に接し、この道路を隔ててT.O.T所有のバンガローが点在し、この水族館完成の暁には、バンセンホテル、バンガローと共に一連の総合観光施設として関連性をもつことが予想される。
- c 敷地の大きさ、形状が本計画の規模内容に適している。即ち駐車施設や庭園の設置も可能である。
- d バンセンホテル、バンガロー施設等への市水、電力供給施設が隣接しており、水族館施設にも利用可能である。

この結果、水産局側はこの敷地を水族館建設地として最終的に決定し、正式な測量が行われた。本計画案はこれらの基礎資料にもとづいて進められた。

5. 配置計画

海岸道路から本施設へのアプローチは道路に接する長辺のほぼ中央部分に設けられた、メインゲートによって行なわれる。最近自家用車を利用してこの地を訪れる人々の数は、増加しつつあり、当然、水族館計画の際、敷地内の交通計画は十分検討されねばならない。

本計画においては、全ての入場者がメインゲートを通じてアプローチするように考え、入場者の管理を容易にすることを試みている。

建物正面に向かって自家用車は左手に、観光バス等、団体客は右手に分離され、歩行者は直接正面入口へと導かれる。建物の配置としては、海岸道路から敷地に向かって左手に水族館棟、右

手にイルカプールを夫々配置し、この二つのブロックはデッキ状の連絡部分によって動線的に連結されており、入場者はこの部分にアプローチし、水族館及びイルカプールに入る。入場者の観覧順序は原則として先ず水族館に入り一巡した後、デッキ部分へ出てここから更にイルカプールの観客席に至るといふ動線を考えている。この中間地帯としてのデッキ部分は単なる連絡通路としてではなく二つの観覧テーマの中間にあって休憩或は屋外手洗所の利用等の目的をも兼ねており特にテラスは建物の間に展開する庭園に面しており、観客の休憩スペースとして利用されるであろう。一方サービス関係の搬出入は敷地北西側の道路からサービスゲートを通じて、水族館飼育関係入口、同機械屋入口、更にイルカプール飼育関係入口へと連絡している。敷地北端の一部には職員宿舍の建物を予定している。

尚、バス駐車場脇にはバス運転手控室が設けられている。

6. 建築計画

水族館設計の際、建築的基本条件としては次の点が考慮されるべきであろう。

- a 入口から観覧通路を一巡して出口に至るまで観客動線が円滑に流れるようにし、動線の交錯を避けること
- b 展示内容にいくつかの異ったテーマを設け展示方法に変化をもたせて単調さを避けること
- c 飼育関係、管理関係諸室を機能的に配置し、飼育業務及び管理業務の能率化をはかること
特に飼育に関しては、飼料の搬入運搬、保存、調餌、飼育作業スペースの関係を十分検討する必要がある

本計画においては、これらの点を建築的に解決すべく努力した。

6-1 水族館計画概要

水族館棟は、鉄筋コンクリート造平家、一部2階建て1階床は標準地盤面より1.0m上っている。道路側には水族館ブロックがあり、展示水槽及び観覧通路が納められ、後方は管理関係ブロックとして、管理関係事務室及び機械室が納められている。観客の出入口は、この二つのブロックに狭まれた部分の南東側にあり、一方北西側はサービス関係入口となっている。観覧順序は入口から先ず水槽室に入り、次いで観覧通路を回り乍ら、中型、小型水槽の組合せによる変化ある展示水槽を觀賞しながらディスプレイコーナーに至り、ここで置水槽を観覧した後大水槽裏側に設けられたのぞき窓から異ったアングルで再び観察し、最後にパノラマ水槽ホールを経て出口に至る。大水槽上部及び壁面水槽上部には、キバー通路を廻らし、この階にはその他、作業スペース、倉庫等が設けられ、階段及びリフトによって1階飼育関係室に直結している。

6-2 イルカプール計画概要

敷地南東に位置するイルカプールは鉄筋コンクリート造(Reinforced Concrete)で観

客は水族館を一巡した後、デッキ部分を通ってこのイルカプール北西側の階段によって観客席に導入される。この敷地の地下水位は比較的浅いことが予想されるので、標準地盤面以下の建築物を出来るだけ避けるという方針からメインショール及びその両側のトレーニングプールは標準地盤面から上に計画され、したがってスタンドを含めたこのイルカプール施設の建物は比較的高くなっているが、結果的には周囲のオープンスペースの大きさなど、立地条件を考えると、むしろシンボリックな性格をもつことになるであろう。ステージに向って1,000人収容の観客席が配列され上部は屋根で覆われている。南東側の階段は観客の退場及び避難用として用いられる。

この階下のスペースは汚過槽及び海水貯水槽として利用される。一方ステージ階下は、飼育関係スペースとしてこの裏側にサービス関係の運搬車がアプローチする。

6-3 連絡部分計画概要

配置計画の項で述べた如くこの部分は水族館棟とイルカプールの中に位置する。観客はメインゲートからこの部分へ導かれる。床は標準地盤面から1m高く鉄筋コンクリート造とし、屋根を支える柱及び梁は木造の軽快なものとして簡単な日除けをのせる。これにより水族館及びイルカプールとは対比的に自然の素材を生かした親近感にあふれた連絡通路及び休息のスペースとして周囲の庭園と融合するような建築的処理が考えられる。又休息スペースに連絡して屋外便所が設置されている。

7. 展示計画

水族館の水槽内装を含むディスプレイは、水族館の目的を明瞭且つ正確に観客の理解を得る為の手段である。展示水族標本、写真その他資料が水族館の地域的特色や性格的特徴を現出して、観客に何を語り、何を理解させるかを演出するものである。

これらの企画方針が明確に設定され、展示計画が創意と工夫の結集した成果となって、具現された時、観客は新鮮で強烈な印象を受け、此処に水族館と観客との充分なるコミニケイトが生まれ、水族館の目的と使命が果たされる訳である。

大水槽で本水族館の特徴を出す主な展示生物は大型の群泳する回遊性魚族、しまあじ、ブリ、フエダイ、ハタ類、亀類である。

この魚族構成は、生棲水域を同じくした種類を立体的に配置した見せ方で、表層にはシイラ、中層にフエダイ、ブリ、ツバメウオ、サメが泳ぐ。下層は岩場で、テーブルサンゴを並べ Sea-Life の自然の情景に、華やかな色彩を添える。イトウダイ類、アカマツカサウオ、チョウチンウオ類、フグ類、ミノカサゴ類、キンチャクダイ類、エイ類、亀類が見られる。

大水槽の展示は、

ダイナミックであり、

沿岸魚族の解説である。特に原色豊かな熱帯魚が大型魚に交って泳ぐ光景は素晴らしい見せ

物になる。

次に個別壁面水槽に移動する。此处では、水族の分類学的な Collection type の展示を行なう。

この方法は最も一般的に水族館で採用されている見せ方である。スズメダイ類、カワハギ類、フエダイの仲間、チョウチョウウオ等、種、属、科によってまとめて展示する。

又、水族の生態学的な見せ方も興味をそそる。クマノミ類とサンゴの共生、ハタや大型魚とホンソメワケベラの共生等、調和のとれた自然の美しさを見せる。

回遊水槽の潮流を再現した水の流れて遊泳するいろいろな魚群も、水族館に欠くことの出来ない見せ方の一つである。他に毒をもった水族を紹介し、その危険を教える。この水族はミノカサゴ、フグ、エイ類、アイゴ類等毒性のこわさを認識させる。この他珍しい生態を持った魚たちを展示することで内容充実を計る。

その他事情が許す範囲でジュゴン飼育も考える。これは世界でもその例を見ない試みであり、ジュゴンの貴重さを、国民に認識させこの動物の保護対策を考えさせる。

このように水族館が海辺レクリエーション施設として、その特性を充分に活かして、国民の期待に応えられる内容とすべきである。

以上の概要を具体的に次の表にまとめた。

水族館展示計画概要（案）

水槽名称	内容
大水槽	シイラ、シマアジ、ハタ類 イトウダイ、フエダイ チョウチョウウオ
一般水槽	コバルトスズメダイ その他スズメダイ属
"	ミツボシクロスズメ
"	ミスジリュウ球スズメ
"	大型のスズメダイ属 ロクセンスズメダイその他
"	チョウチョウウオ類
"	ハタタテダイ、ツメダシ類
"	ウツボ類
"	イトダイ属、ツバメウオ類
"	フエダイ属
"	カワハギ属
"	モンガラカワハギ属

	ヤッコの仲間
	ベラの仲間
	ブタイ類
	ツバメウオ類
生態水槽	生きたサンゴ類といろいろな魚類
	サンゴの蛍光反射
	動物の助け合い
	〔共生1〕
	イソギンチャクとクマノミ類
	〔共生2〕
	ハタ類とホソソメワケベラ
	毒魚
	フグ類, ミノカサゴ, アイゴ類, エイ類
	変わった泳ぎ
	ヘユアユ
パノラマ水槽	サンゴ, ガンガセ, その他ウニ類, 貝類, ナマコ, ハゼ類 及び小魚

8 設備計画

水族館の設備工事を分類すると、水族飼育設備、電気設備、空気調和設備、衛生給排水設備に大別出来る。これらの設備は、夫々の目的により設備施工されるが、水族館の設備として当然中心となるのは水族の生命維持を目的とした水族飼育設備である。しかし水族館として水の維持管理は水族の維持管理に関連する事であり、そのためには電気設備と密接な関係をもたねばならない。又観客が快適な気分で観覧出来る様に空気調和及給排水の設備も当然必要となる。水族館と云う特殊な観覧施設では、夫々の設備が密接な関係をもち、かつ建築、飼育と協調しあう事により、その機能を最大限に発揮する事となる。設備の計画内容如何によっては開館後の保守管理及び経営に大きな影響をおよぼすので関係者は企画当初からその重要性を十分認識しなければならない。本計画に於いても企画、設計、施工を通じて建築、飼育とは勿論の事、各設備が一体となり統一された考えのもとに計画を遂行し、その機能が充分発揮される様努力しなければならない。

8-1 水族飼育設備

8-1-1 保守管理

水族飼育設備の企画設計に当っては保守管理面を充分考慮しなければならない。その条件を次に列記する。

- (a) 保守管理者が誤操作を起こさない様に整理された配置が必要である。

- (b) 保守管理に有利な機器の材質を検討する。
- (c) 生物管理に必要な緊急対策を講じておく。
- (d) 予備機器，予備動力源，搬送設備を考慮する。
- (e) 水族飼育に適合した給餌用冷蔵庫を考慮する。

(a)の項は水族館には多種類の配管が数多くあり，保守管理上，間違いをおこす恐れがあるので整理された配管が必要である。又弁類の誤った操作のために水槽の水が抜け，水族が死滅することもある。水槽廻りの弁類の操作を必要時に誰でも容易に判別できる様にしておかなければならない。特に視覚による判別が必要である。

(b)の項は生物飼育であるため24時間機器の運転が続けられ，しかも海水を取り扱うため，その対策は当初から充分検討しておかなければならない。広範囲な種類の生物を飼育するためには水温調整の設備も必要となってくる。又ランニングコスト及施設費の低減を計るため，外部より熱負荷の多い新鮮水の注入は最小限にする事が望ましい。機器に使用される材質によっては，海水中に溶解するものがあり，海水を再循環しているためにその溶解された物質の濃度があがる。一般に金属イオンは水族に大きな影響を与えるので好ましくないと云われている。したがって，より溶解度の小さいものを選定する事が望ましい。同時に溶解度に関しては電蝕の問題も起きるので金属相互の接触個所については充分考慮を払う必要がある。

(c)の項は水族も人間と同様に病気を患う事があるので水族館には，予備水槽と呼ばれる観客に見せない水槽を置く。この予備水槽は独立した循環系として使用できる設備が必要である。又水槽の規模が大型化されるに伴い，観覧用硝子部の損傷による大量の水の流出を考慮し，これの警報及水槽水位を緊急低下させる等の設備を考えなければならぬ。又前述の(a)と(b)に説明された対策がなされても人間が操作する以上，誤操作も考えられるので自動警報装置の採用が望ましい。警報用装置としても耐海水用の特殊検出端を持つたものでなければならぬ。

(d)の項は一般の設備同様であるが，異なる点は生物飼育であるため，使用機器の停止は飼育に多大の影響をあたえる。そのため飼育に直接関連のある主要機器では，予備機器を設けるのが原則となる。更にこれ等の機器に対しては，緊急電源の切替え接続も行ない得る様にしておかなければならない。

又水族館では水族の補給及び飼料の運搬等の重量物運搬も毎日の如く行なわれるため，これ等に対処する機器を備える事は，設備的な保守管理というよりは飼育の面の合理化を計る意味で十分に配慮しなければならぬ。特に本計画に於いては魚類の他にイルカを飼育し観覧に供するためこの問題は計画当初から検討する必要がある。

(e)の項は飼育生物に対する餌用の冷蔵庫である。飼育に於いて給餌は重要な仕事であるから，冷蔵庫の位置を決定する際には管理動線と合せて検討しなければならぬ。本計画に於いては水族館とイルカプールが離れており，夫々独立した建物であるため，別個に冷蔵庫を設ける必要がある。又冷蔵庫の容量は附近に魚港もしくは魚市場があるかないか，飼育生物

の種類及び数量、一日の給餌量等を総合的に検討し、決定しなければならない。一般的に水族館に於ける冷蔵庫は1週間以上の貯蔵量が必要とされている。

8-1-2 濾過循環設備

飼育水の循環方式は、開放式と閉鎖式の2つに大別される。開放式とは、海から汲み上げた水を各観覧水槽に給水し、オーバーフローにて排水する方式である。閉鎖式とは飼育水を濾過槽を通して循環使用する方式である。開放式は設備費は安くなるが海の影響をそのまま受ける。例えば大雨による濃度低下、赤潮などの海水条件悪化の際は海水汲み上げを中止しなければならず飼育条件に大きな影響をおよぼす。特に大型の水槽をもつ水族館ではこの影響は大きい。又水族館の経営という立場から見ても常に条件の良い水族を観客に見せられない事は営業成績にも影響を及ぼす。閉鎖式は海の影響を受けにくく水温調整の際負荷が小さくなる利点があるが濾過装置を必要とする。

無脊椎動物の飼育にはプランクトンが少くなるので適当でない。しかし両方式の長所を採用し水温調整装置、濾過装置等の特殊装置を組合せる事により生物飼育可能範囲を拡大する事ができる。

本水族館建設地パンセン附近の海水条件は水質、透明度等詳細資料が未だ不足のため、今後の詳細調査により明らかになるものと思う。しかし短日間ではあるが調査団が現地で調査した範囲では水質、透明度共余り良いとは思われず、又附近の海は遠浅で、海水条件としては決して良いとは云えない。

これらの理由により本水族館及びイルカプールに於いては濾過装置を備えた閉鎖循環方式を主体にすべきである。

(a) 濾過装置の必要性

濾過装置を使用する目的は第1に透明度を保つ物理的濾過である。第2は水族の排泄物や給餌の残りカスを除去分解する生化学的濾過である。物理的濾過については一般に使用されている濾過装置と大差はないが水族館に於ける濾過装置として重要なのは生化学的濾過である。但し、イルカ、アシカ等、水中に生棲する哺乳動物を主としてショーの目的のために飼育している場合はこれ等の動物は肺呼吸であり、あくまで透明度を目的とした物理的濾過である。生化学的濾過の概要について説明すると水族の排泄する窒素化合物は硝酸塩として蓄積され、また固形の磷化合物は磷酸塩として蓄積されるが、これ等は水質に著しい影響を与えないといわれている。所がアンモニアは水中に微量(0.3PPM)でも存在すると血液が酸素と結合して炭酸ガスを放出するのを妨げるので有害である。このアンモニアは分解され難く水中に蓄積され増加していく。これを分解するには水中にある、多数の細菌の中の一つで濾過細菌と称せられ、アンモニアを亜硝酸に変化させる亜硝酸生成細菌や、更に亜硝酸を硝酸塩に変える硝酸生成菌の働きによらねばならない。これ等の細菌は水中にも認められるが、その数量は一般的に飼育水族の量により異なる。その発生するアンモニア量と濾過細菌の酸化、同化するアンモニアの量との均衡がとれないので、濾過細

菌の一番多く存在しやすい場所、即ち砂層を用いる場合が多い。

濾過槽を決定する場合には、その対象飼育生物が魚であれば、魚の総体量、投餌量、濾過水量、濾過面積、濾過速度、濾過砂の粒径係数、砂層の厚さ等を検討しなければならない。

すなわち、濾過槽の単位時間当りの最大浄化量は、濾過槽にかかる負荷に等しいか、大きくなければならない。

(b) 濾過槽の型式

濾過槽を濾過循環回路中に用いる場所により大別すると、濾過槽の配置される場所により内式と外式に分けられる。即ち展示水槽内に濾過槽以外の場所に配置されるものはすべて外式となる。外式は更に開放型と密閉型に分けられ、開放型には重力式と平衡式があり、密閉型には単層式と積層式がある。

- (1) 開放型重力式濾過槽は、観覧水槽からオーバーフローした水を自然重力により濾過槽に返し、濾材を通して貯水槽に導入し、これを濾過循環ポンプにより観覧水槽に給水する方式である。いずれの濾過方式の場合でも問題になるのは酸素の補給である。飼育水槽に於ける酸素の補給は魚類の生命に関する事であるから充分考慮しなければならない。この濾過方式の場合も回路設計にあたって曝気が充分できる様に注意しなければならない。この循環方式の特徴はその動作が非常に安定しており、直接目で、濾過槽の状態を点検出来るなどの利点がある。その反面観覧水槽あるいは高置水槽まで、ポンプにより揚水しなければならない、動力損は大きくなる。又大型水槽に採用した場合、濾過面積も大きくなり、建築床面積も大きくなる。それと同時に観覧水槽以外に濾過槽、貯水槽の表面積分の熱負荷が大きくなる。しかしこの濾過形態では濾過槽及び貯水槽等の裏方水量を割合大きくとる事が出来、観覧水量をも含めて、飼育生物に対する全体の飼育水量が大きくなるので、水族館の濾過装置として適当な濾過槽である。
- (2) 開放型平衡式濾過槽は、濾過型式としては、重力式と大差はないが、濾過槽の位置が重力式と異り、観覧水槽と同レベルにあるため、濾過槽の水面と観覧水槽の水面が同じになる。このため濾過循環にエアリフト方式を採用する事が出来、揚水と同時に酸素の補給も容易に出来る。又循環に濾過ポンプを採用する場合でも、実揚程が少ないので、摩擦抵抗だけですみ、重力式に比べて低揚程のポンプを使用する事が出来る。したがって動力損は小さくなる。又、濾過槽が観覧水槽と同一レベルにあるため、保守管理が容易であり、濾過槽を予備水槽として使用出来る。この方式は水族館に於ける中型、小型観覧水槽の濾過装置として最も適した濾過槽である。
- (3) 密閉型単層式濾過器は工業用圧力式急速濾過器として発達してきたものであるが、近年水族館でもこれを水族館用として改良を加え採用している。この方式の利点としては構造が比較的簡単であり、濾過槽としての据付面積が小さく出来る。又高い濾床抵抗でも濾過が可能である。それと、密閉式であるため大気による汚染がない。一方欠点は槽

内を簡単に監視出来ないので、維持管理が不十分となるおそれがあり、又濾過速度を均一に保ち難いので濾過水質に変動が起こりやすい。

又、この方式を採用した場合の一番大きな問題点として酸素補給を濾過回路中のどこで行なうかがある。これは濾過機能にも影響を与えるので十分検討する必要がある。この方式は主として大水槽あるいはイルカプールに適した濾過装置といえる。

- (4) 密閉型積層式濾過器は、水族館専用として開発された濾過器である。これは濾過槽を積層することにより、濾過面積に対し据付面積が小さくてすむ。又砂層の厚みも単層式に比べて小さく、緩速濾過である。このためエアリフト方式を採用する事が出来、酸素の補給も同時に行なえ、又濾過ポンプも抵揚程ですむので動力損も小さい。この濾過器は中型、小型水槽に適した濾過器である。
- (5) 内式濾過装置は主として小型水槽に用いられているもので、濾過循環方式としては理想的な形態といえる。しかし濾材が水槽底部に配置されるので、洗浄が容易に行なえず規模の大きい水槽に用いる事は不適当である。以上の諸条件と、水族館の規模及び飼育管理等を合せて考慮するに、本施設に於ける濾過装置としては、水族館大水槽は密閉型単槽式濾過器、中型及び小型観覧水槽は、開放型平衡式濾過槽あるいは密閉型積層式濾過器、イルカプールに関しては密閉型単層式濾過器を採用すべきであると思われる。

(c) 濾材

濾過槽に使用される濾材には、砂、アンストライト、けいそう土、活性炭等があるが、水族館の濾材として、物理的濾過と生化学的濾過を同時に満足させるものは砂である。濾過砂の条件を次に列記する。

- (1) 外観は、ごみ、粘土質などの不潔の念を起こす不純分、あるいはへん平又はぜい弱な砂などを多く含まないで石英質の多い硬い均等な砂とすること。
- (2) 有効径は0.45～0.70%の範囲にあること。
- (3) 均等係数は1.70以下とすること。
- (4) 比重は2.55～2.65の範囲にあること。
- (5) 最大径は2%を越えず、最小径は0.3%を下らず、やむを得ない場合でも最大径を越えるもの、あるいは最小径を下るものが1%以下であること。

(d) 酸素配給

魚は、すべて水中の酸素を吸収し、炭酸ガスを吐出している。したがって水中の「溶存酸素量」は重要な問題となる。

新鮮海水を入れて循環排水する開放式では、この必要性はあまりないが、閉鎖循環式では酸素不足になるので空気供給装置を設けなければならない。

8-1-3 海水供給設備

海水供給設備は水族館設備の中で最も重要なものであり、開館後の保守管理にも大きな影響を与えるから、設計に先だって十分現地調査を行ない、水族館の管理者と検討し、海水取

水位置、取水方式、取水ポンプ室の位置、貯水等を検討しなければならない。これらのことから決定する場合、計画場所の海岸の地形、海底の状態、水深、漂流物、水質、水温、透明度、潮流、波浪、干満の差、川の流れ込み、排水場所の位置、暴風時の海の状態などを事前に充分調査し、詳細資料にもとづいて総合的に判断すべきである。汚過循環設備の項でも述べたが、本水族館建設地、前面は現在も海水浴場であり、又附近にはカキの養殖場もある。これらの水族館周辺的环境及び将来のこの周辺の状態なども合せて考慮すべきである。

(a) 海水取水位置

当初、海水取水場所をバンセンホテル西方約1,300mの岩場附近と考えていたが、海底の状態を調べた結果、この附近はカキ等の影響をうけて、水質、透明度及び海底の状態も悪く、むしろバンセンホテルの方に近づくにしたがい、条件が良くなっている。又、この岩場付近から海水を取水し水族館へ送水した場合、距離が相当はなれているため送水ポンプの動力も大きくなり、ランニングコスト及び建設工事費を考えあわせても有利といえない。又取水場所及びポンプ室が、水族館から遠距離にあることは保守管理上好ましくない。

これらの理由により水族館周辺の海水条件に大差がなければ、水族館に近い場所で取水すべきであろう。但し水族館建設地、前面から取水する場合は、周辺の砂浜が海水浴場であるから、取水地点は、これを考慮し沖の方とすべきであろう。

(b) 海水取水方式

取水方式は次の3方式が考えられる。

- (1) 海から取水ポンプにより直接取水する方式。
- (2) 砂浜に海水取水井戸又は多孔質の集水管を布設し、これよりポンプにて取水する方式。
- (3) コンクリート管を海水取水地点まで布設し、砂浜に設けた貯水槽に導入した海水をポンプにて水族館へ送水する方式。

これらの方式で、本水族館にどの方式が一番適しているかは、取水容量ともあわせて、今後の詳細調査により決定すべきである。

海水取水ポンプ及び附属機器は水族館設備機器中最も重要な機器であるから、必ず予備を必要とする。ポンプ容量の決定は、貯水槽容量、全観覧水槽水量、汚過槽の逆洗時水量1日の新鮮海水給水量などを検討して決定する。特に本水族館の如く、大水量のイルカプールを併設する施設では、緊急時に十分対応出来るだけのポンプ能力を必要とする。又、ポンプの運転は、海水の状態によって適時自動あるいは手動に切り換えて、水質、透明度等海水条件が悪い時には、海水が汲みあげられない様に注意しなければならない。

(c) ポンプ室

海水取水ポンプ室の決定には、取水ポンプの特性を考えて、吸上げ水頭は極力小さくなる様に、海水面に近い位置に設けるべきである。建設地附近の地形から考察するに、取水ポンプ室の位置は、前面の幹線道路と遊歩道の間が適当と思われる。正確な位置は今後の

詳細調査にもとづいて決定すべきである。又ポンプ室は、ポンプの吸上げ揚程を考慮し、土中に埋めた方が良く、この際室内の排水換気に注意することが肝要である。

(d) 貯 水

本施設においては、水族館とイルカプールが離れているため、夫々に貯水槽が必要である。一般的に、常時、良質の海水が得られない水族館では、全観覧水量以上の貯水量が必要とされている。本計画に於いては、水族館の全観覧水槽を約250トンとし、機械室下部に150トン貯水槽2槽、計300トンの貯水槽を計画した。貯水槽を2槽に分割した理由は取水海水の殺菌と掃除時の交互運転のためである。一方イルカプールは、ショープールとトレーニングプールを合わせて約1,700トンであるが、対象が哺乳動物でもあり、貯水量としては500トンあれば良いと思われる。海から汲み上げた海水には、いろいろな浮遊物、海藻類、砂などが含まれているから、一度フィルターにかけ濾過したあと、貯水槽に入れる。又一般貯水槽同様、泥だまりを設け、掃除が容易に行なえる様に建築的にも配慮すべきである。

8-1-4 水温調整設備

一般的に水族は陸上動物に比して、温度条件に敏感といえる。これは空気と水の比熱の大ききから当然の結果といえる。陸上では四季はもちろんのこと朝、昼、晩で温度の差は大きく変わるが、水中ではその差が1日のうちではあまり大きくなる。このような環境条件の違いが温度に対する適応性の差として現われてきていると考えられる。水族館の限られた水量に於いて、温度の急激な変化は水族に大きな影響を与え、ある種の生物については、それが致命的な結果になるので十分注意しなければならない。又本水族館では閉鎖循環方式を採用しているのと、飼育生物の範囲を拡大する意味からも、水温調整装置は当然必要となる。但し、イルカプールは対象がイルカなどの哺乳動物であるため、この装置は必要としない。水族館に於ける観覧水槽は大水槽、壁面個別水槽(中型、小型)、回遊水槽、パノラマ水槽アクアマスタ-付水槽に大別される。これらの水槽は展示飼育生物の種類により夫々系統別に分けられ、常に一定の水温が保持される様に計画されねばならない。

(a) 冷 源

冷源としては冷凍機を使用する。水族館には館内冷房用の冷凍機もあるが、水槽冷却用の冷凍機は24時間運転であり、飼育生物の生命にも関する重要な機械であるから、専用の冷凍機を設置しなければならない。しかし水槽専用の冷凍機が故障した時、館内冷房用の冷凍機から、冷水が切り換え出来る様に考慮すべきである。一般に水槽用の冷凍機としては、チリングユニットが使用される。

(b) 熱交換器

水族館用熱交換器の選定に際し、特に注意すべき点は使用材料の選択であり、これの魚類及び水族への影響である。又、ささいな事項も魚類の死滅をまねくから、信頼度の高いものを選定しなければならない。熱交換器の伝熱に関する諸問題は、一般の熱交換器と大

差はないが、使用材料として海水に腐蝕しない材質を使用することは当然である。この組み合わせも電気化学的腐蝕その他を考慮して選定しなければならない。さびないといわれるオーステナイト系ステンレス鋼(18Cr-8Ni)を使用して、使用場所と加工、溶接の工程、又研磨に十分な配慮を払っても、一年もたたないうちに使用不能となった実例がある。

又、黄銅系の材料を使用する時には、アンモニア分を特にきらいから汚泥などが残留しない様に気をつけると共に常に清掃して使用しなければならない。材質はいろいろあるがその中でも耐久性にすぐれたチタンが良い。

水族館用熱交換器の形式は、一般に多管式熱交換器、プレート式熱交換器、コイル式熱交換器が使用されているが夫々の目的にあった熱交換器を選定すべきである。又水族館では各種飼育生物に特有な水温を保持する必要があるので水温制御装置としては普通、金属の電気抵抗が、温度と一定の関係を有することを利用した測温抵抗体が用いられる。

8-2 空気調和設備

一般的に、水族館の観覧室は水槽の観覧効果をより高めるために無窓建物が多い。したがって、多数の観客が快適な状態で観覧できる様に、空気調和を行なう必要がある。又空気調和を行なうか否かにより、水族館への観客動員にも関係し、これは営業成績にも影響をおよぼす。特に観覧室の空調設計に際しては、休日等、短時間に多数の客が入館しても、十分満足できる冷房設備が必要であり、同時にこれに対応できるだけの新鮮空気導入量を考慮すべきである。冷房負荷としては、観客による負荷と外気導入にする負荷が大きい。本水族館に於ける空調方式は、観覧室は中央ダクト方式を採用し、管理及び事務室系統は個別方式(例えば、ファンコイルユニット、ウインドクーラ等)にすべきである。冷凍機は機械室に設置するが、水槽設備の項でも述べた様に、水槽系統の冷凍機が故障した場合には、この空調系統の冷凍機から、冷水を送れる様に装置すべきである。管理室系統で冷房を必要とする室は、貴賓室、館長室、会議室、事務室、タイプ室、電話交換室、ロッカ-室、切符売場、研究室、係員控室である。又作業室、係員通路、機械室、電気室、自家発電室等は十分なる換気を必要とする。

8-3 衛生給排水設備

水族館に於ける給排水設備の施工内容としては、一般設備と同様であるが、企画設計の段階で、給水及排水に考慮すべき点がある。

(a) 給水

給水量の算定に当っては、一般観覧施設と大差はないが、同じ水源を淡水魚の飼育に使用する場合には、これに要する水量も加算されなければならない。しかし、本水族館は海水を主体とした水族館であるから、これに要する水量は、ほとんど無いと考えて良い。又、水族館では水槽掃除は大切な仕事であり、これには真水が使用されるので水槽裏方係員通路の必

要個所に給水栓を設ける必要がある。本施設の貯水槽は、水族館機械室下部にあり、上水道本管から分岐した水をここに貯水し、ポンプにて高置水槽に上げ、これより各必要個所に給水する。

(b) 排水

水族館からの排水は、便所からの汚水、その他一般雑排水、飼育水槽からの排水、濾過槽の逆洗時に於ける排水等がある。汚水及雑排水は排水処理施設（浄化槽等）で処理した後、排水しなければならない。これ等の排水の中で、瞬時に大量の排水を行なうのは、濾過槽の逆洗時に於いてである。

又、緊急時に水槽及びプールの水を抜く時に大量の排水を行なう。したがって排水本管を決定する場合には、これ等の要素を十分加味し、濾過循環設備とも、連けいをとりながら設計しなければならない。次に重要なことは、排水放流場所として何処にすべきかである。この決定には、海水取水位置との関係が、非常に重要な問題となる。排水の汚れた水が、海水取水ポンプにより、汲み上げられない様に注意しなければならない。このためには、海水取水設備の項でものべた様な詳細調査により、決定すべきであり、まず、海水取水位置を決め、その後で排水位置を決めるべきである。又、排水の問題は附近にいろいろな影響をおよぼすことがある。特に本施設の前面砂浜は、海水浴場であるから、この点も考慮に入れ、十分現地調査の上決定すべきである。

8-4 電気設備

8-4-1 受変電設備

水族館の受変電設備はその目的上、絶縁性、安全性、信頼性が高く要求され、操作保守に便利でなければならない。又、水族館の特殊性から水槽動力負荷が他の動力負荷、照明負荷に比べ、非常に大きく、回線決定に際しては、平衡性に注意しなければならない。設置工事については砂地という性質上、抵抗を極力低減すべく、電位分布の改善に特に注意すべきである。

8-4-2 自家発電設備

従来自家発電設備は非常用、保安用として設備されているが、水族館設備の場合も同様で、特に水族館の場合は、その主役である水族を対象としている為、その生命の安全性と云う点で必要欠くべからざる設備となる。その上、停電時に観覧出来ぬと云うことは営業面からも不利となる故、観覧水槽照明も発電機系統に含めなければならない。従って水族館に於ける発電機負荷は照明負荷もかなりの容量となる。動力負荷は水槽動力が大きく、制御系統もこの設備に含まれ、一般ビル施設に比べ水族館はかなりの容量の発電機が設備される。

8-4-3 照明設備

水族館の照明はその対象物と光源と器具の組合せから、いろいろな方法があり、その中から最も適した照明を選定する。水槽照明と観察室通路照明との照度のバランスに特に注意す

る必要がある。本水族館の大水槽で、観覧効果をあげるために、水槽上部に自然光を採るトップライトを設け更に上部及び側壁部よりハロゲン光源による投光器を配列する。但し水槽上部からの照明は角度調節に注意する。照度としては、観客側を低く、水槽側をより高くする。観客ホール側は白熱光源が望ましく、器具としてもダウンライト又はシーリングライトとした方がよい。以上の他に局部的にカラースポットの照射をする事により、色彩的变化を持たせる事も一つの手法である。

8-4-4 動力設備

この動力設備は、各機器の作動状態を決定する重要な設備である。動力設備に含まれる自動制御計測の役割は各水槽の温度制御及び警報、水位の制御及び警報、水質管理等であり、各動力機器は水族飼育設備の配管システムにより、その動作を決定し、その要求を満たすべく制御される。次に自動制御機器の選定では制御対象が海水であるために材質的に腐蝕しないものとすべきである。同様なことは温度制御計測に使用する測温体あるいはP.H溶存酸素検出端も材質的な注意が必要である。

魚類飼育上設けた方がよい自動制御装置を列記する。

- (a) 温度制御及び上下限温度警報
- (b) 水位制御及び上下限警報、水位レベル表示
- (c) PH指示又は記録
- (d) 溶存酸素指示又は記録
- (e) その他流量指示、濁度指示

以上の他に動力機器の運転表示警報を含め、遠方操作監視の出来る中央監視設備が近代水族館に於いて採用されている。これは保守管理、飼育管理その他の面で非常に合理的である。中央監視盤を設けぬ場合でも、運転表示盤を飼育室あるいは管理室に設けることが望ましい。

8-4-5 弱電設備

水族館の弱電設備には、下記の設備がある。

- (a) 放送拡声設備
- (b) 電話設備
- (c) インターホン設備
- (d) 自動火災報知設備
- (e) テレビ共聴視設備

9. 水槽ガラス

水槽ガラスを設計、施工する際には、安全性、水密性、防錆、正確な像と広い視野、経済性に注意すべきである。特に大型水槽では、旧来の小型壁面水槽の施工方法では処理出来ない問題があり、サッシ取付、ガラス建込、ガラスシーリングを一貫して処理出来る技術をもつ施工者が必要となってくる。これ等の施工が完全になされなければ、ガラスの破損、漏水等の原因にもなり、これは観覧者に危険をあたえると同時に、水族館の営業成績にも大きな影響をおよぼすので設計

から施工まで統一された考えのもとに処理されなければならない。次に水槽ガラス設計上の考慮すべきことをあげる。

耐水圧計算により設計圧力に対し十分に耐えうるガラスを使用する場合であっても、他の外的条件（例えば飛来物、いたずらなどによる衝撃荷重）が加わった場合、ガラスは破損する危険がある。特に多数の人が集まる水族館に於いて、ガラス破損が大事故になる恐れがある場合には、単板ガラスの安全率を上げる事も必要であるが、ガラスを積層体（合せガラス）にして使用する事が安全性を高めるために、重要な条件である。この場合、事故で一枚のガラスが破損しても、他の積層させたガラスにより嵌め替え工事が行なわれるまで圧力に耐えられる様、設計すべきである。強度的には十分なガラスであっても、余り撓みが大であると観覧者に不安感をあたえ、メレンゲ効果により観賞物がみにくく歪んで見える。これを防ぐためにガラスの最大撓みは短辺の $1/150 \sim 1/200$ 以下に押えることが望ましい。ガラスの耐水圧強度は周辺的支持材の剛性が十分に大であり、且つ精度の良いことを原則として考えられており、これ等の条件が充たされていない場合、ガラスの安全率が低下すると共に、水密性についても問題を生ずる。又、周辺支持材の歪みをガラスに伝達させることは避けるべきである。

ガラスの受ける荷重は、底面に使用される場合は等分布、側面の場合は等変（傾斜）の長期荷重であり、静水圧と考える。他に地震時の動水圧、水槽中の動物、魚等がガラス面に衝突した場合考えられる衝撃荷重があるが、これは個々に検討する必要がある。一般の建築物に使用されている板ガラスの場合、考慮される荷重は主に風圧荷重であり短期荷重と考えられるが、水槽ガラスに対する荷重は長期荷重であるためガラスの疲労現象を考慮しなければならない。本水族館、水槽ガラス、特に大水槽のガラスは、十分この点に注意し建築とも良く打合せの上、設計、施工しなければならない。

10. 水 槽 内 装

水槽の内装はその展示生物の演技効果をあげるための舞台装飾であるが、水中、特に海水を使用する水槽では種々の制約がある。水槽内装に留意し、検討しなければならないものは、造型の発想と造型に使用する材料の選択である。又、そのディスプレイを演出するためには、光と色、動き、音響の変化のある流れが必要であり、これらの組合せられた装置が完全に同調して働く時に初めて効果的な演出となる。ディスプレイの技術手法は無限にあるが、その成功か否かは展示生物を充分演出することが出来るか否かで決定し、観覧者に対して感銘が与えられるかどうかで決まる。

(a) 造 型 の 計 画

水槽内装に於ける造型の発想は、造型とグラフィックを含めて現実的に再現したり或いはデフォルメし、或はシンボライズして表現する事もあり、又展示生物により変えるための配管開口部があり、これが観覧者に見えることはのぞましくないので隠す工夫がいる。しかし造型による大道具や小道具により、水の循環を低下させたり、水が汚濁したり、渦流や死水

が発生したりすることがあるので水族飼育設備を充分連絡をとりながら決定しなければならない。

(b) 造型に使用する材料

水中、特に海水中に造型を施す場合、その材料が不安定な材質のものは、水中生物に影響を及ぼす事がある。大道具、小道具の材料はモルタル、又は硬化後安定したプラスチック加工材料を主として使用することがのぞましく、塗料も樹脂塗料のうちから適当な種類を厳選しなければならない。演出効果を出す為に水中に鏡やその他の材料を使用することもあり、場合によっては空気水もその材料となる。

(c) 光と色の演出

造型を演出するには、最も効果的なものとして光 (Illumination) と色彩がある。その光源の種類や光量、閃光や調光、及び拡散、集れんの変化など、使用方法は多種多様である。色彩についても同様であり、時には蛍光塗料と光源との組合せで効果を出すこともある。

(d) 動きによる効果

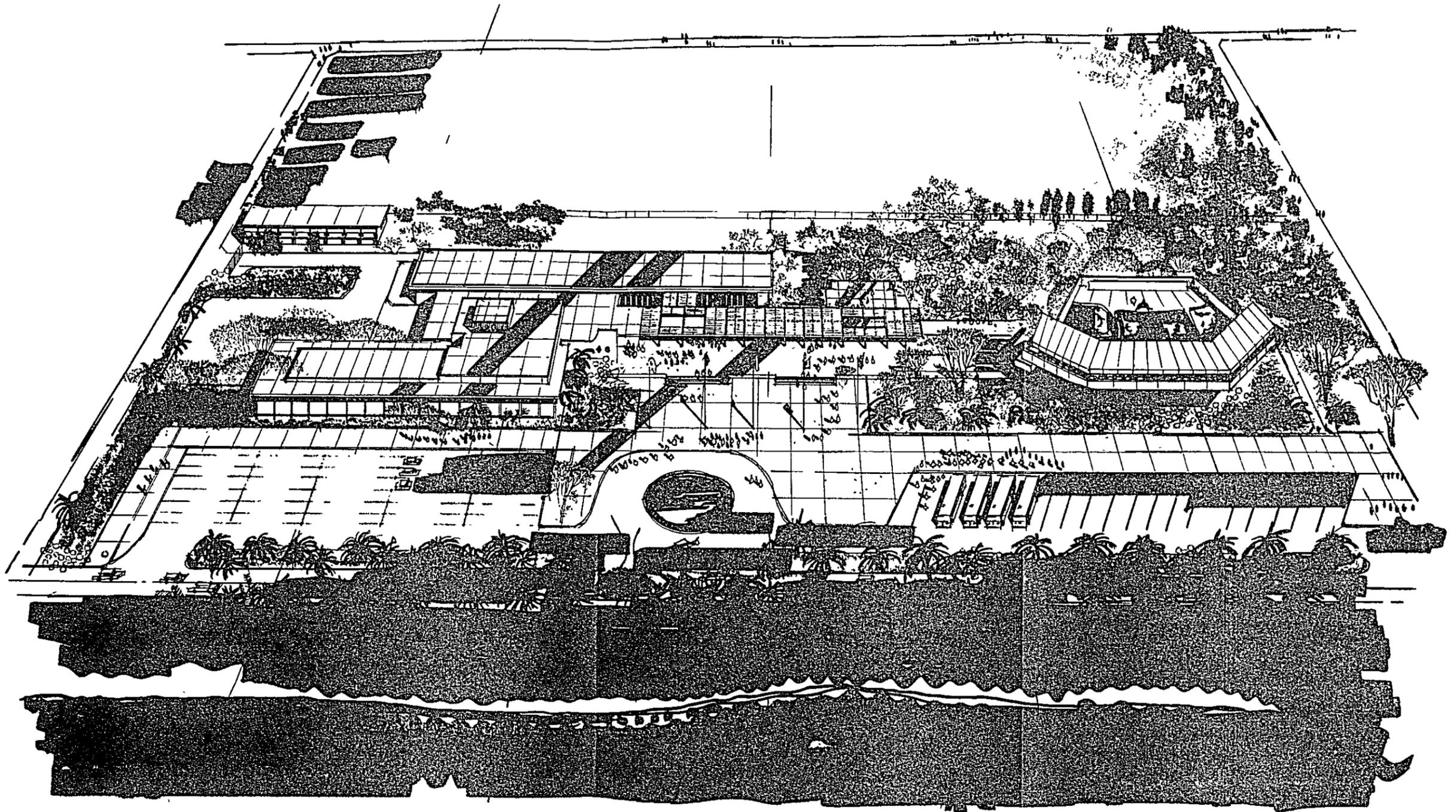
広義では、前述の光と色とが調光その他の方法で変化することも動きの中に入れることが出来、又、エアレーションによる水泡も同様である。水族館では、水を豊富に活用出来るので、水に動きを与えて、流れ (stream)、湧出 (spring)、噴泉 (fountain)、滝 (fall)などを構成することも良い。

(e) 音響の役割

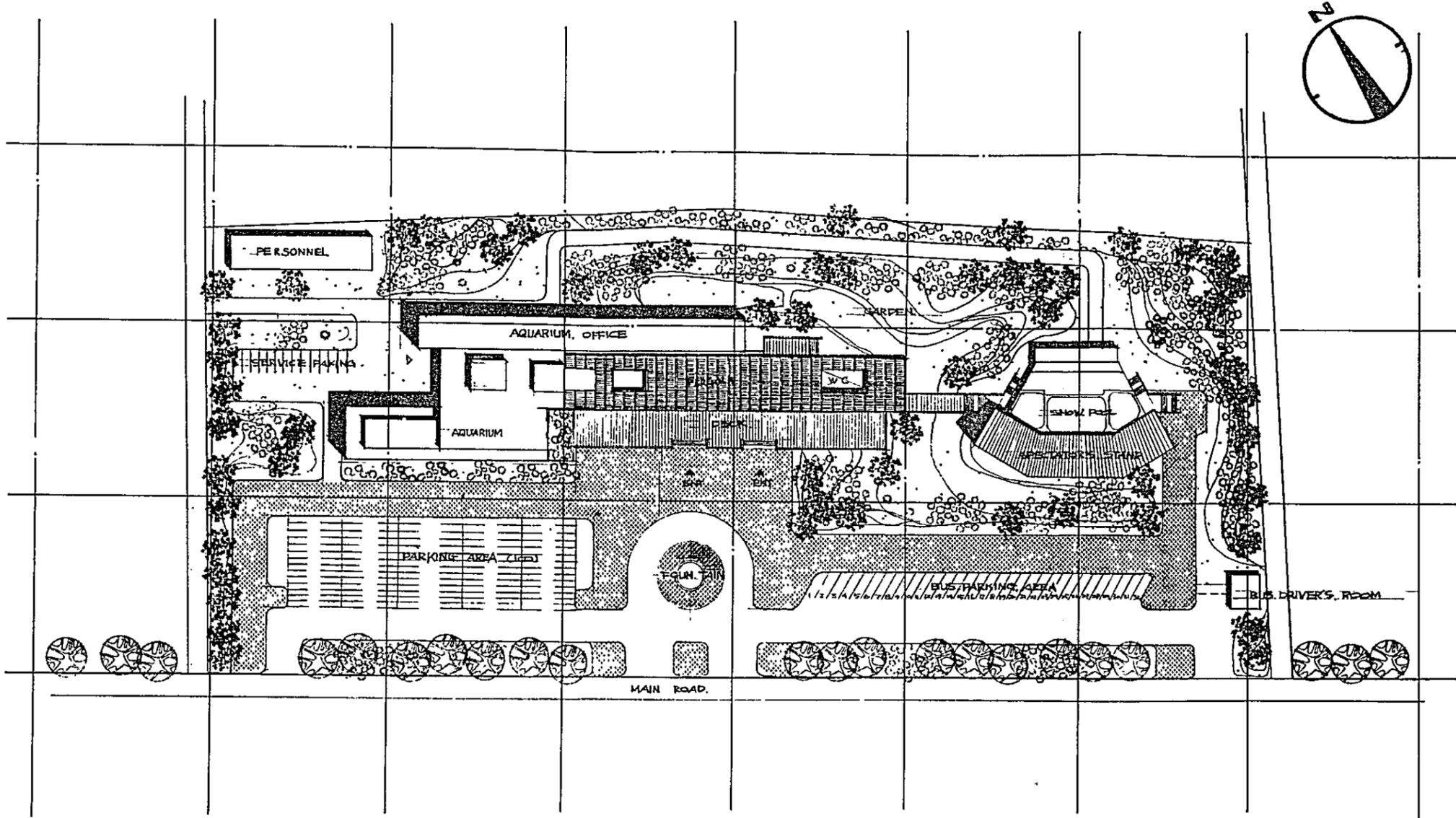
造型に光と色彩、動きを同調させて視覚的に充分効果のある演出を構成してもまだ完全なものとは言えない。観覧者に充分展示の主張を理解してもらい為、又その雰囲気の中に誘導して臨場感に浸ってもらいためには、音響効果を採用して、聴覚と視覚と両方から訴えることが必要である。

PROJECT OF AQUARIUM,
BANGSAEN, THAILAND.

ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.



件名	PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.	設計番号 44024	縮尺	1 : 1
図名	PERSPECTIVE	縮尺	縮尺年月日	JULY 20, 1971
株式会社 石田設計事務所			図番	
ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.			1	

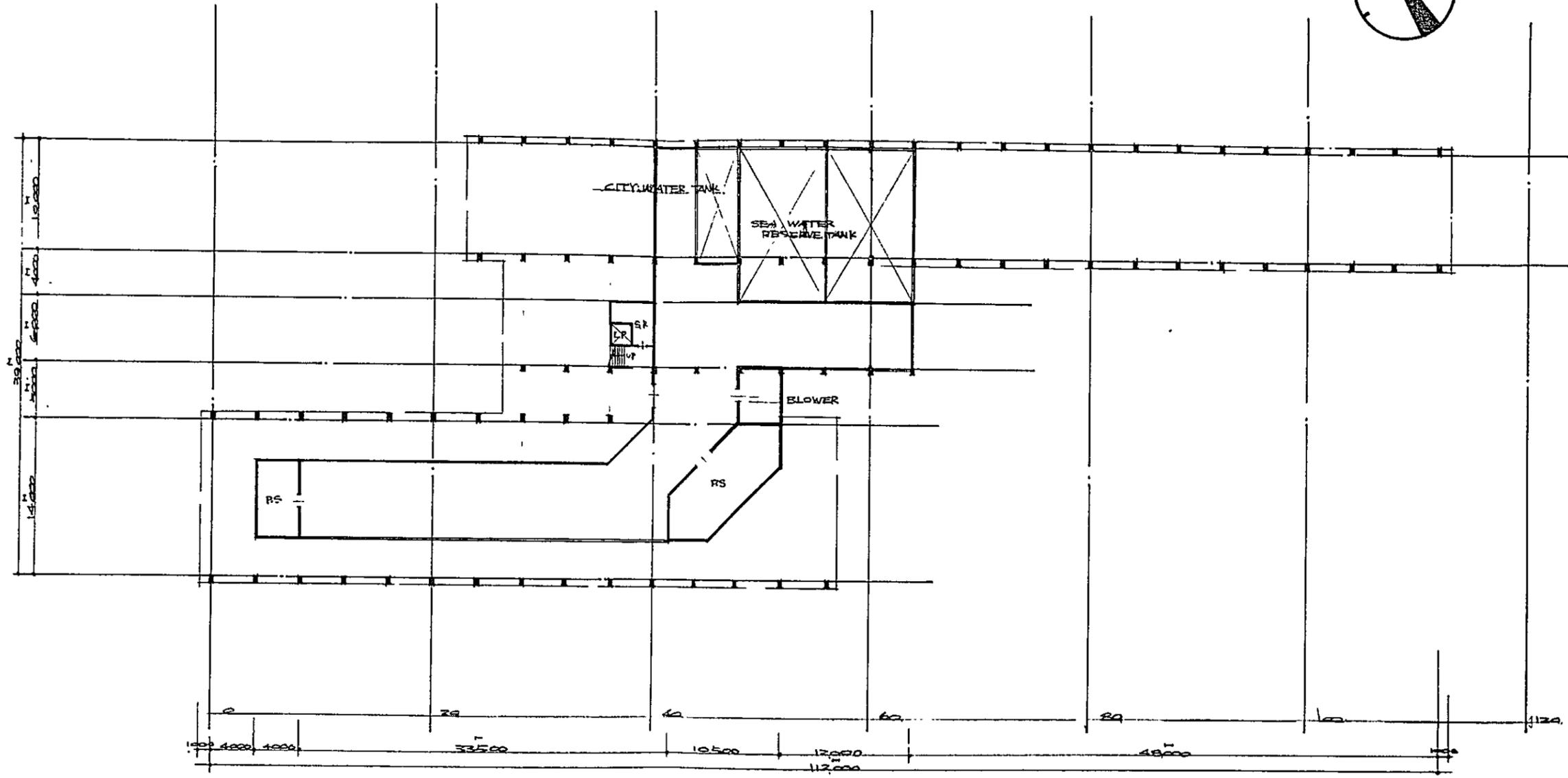
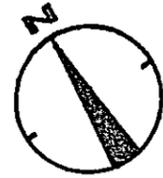


PLOT PLAN S = 1:1000

LOT AREA		38503.00			
FLOOR AREA (M ²)					
	BM.	1ST	2ND	P.H.	TOTAL
AQUARIUM	139.20	2781.20	3836.00	60.00	2876.40
SHOW POOL		1129.30	638.70		1768.00
TOTAL	139.20	3410.50	10283.00	60.00	4638.70
DECK	2400.00				2400.00

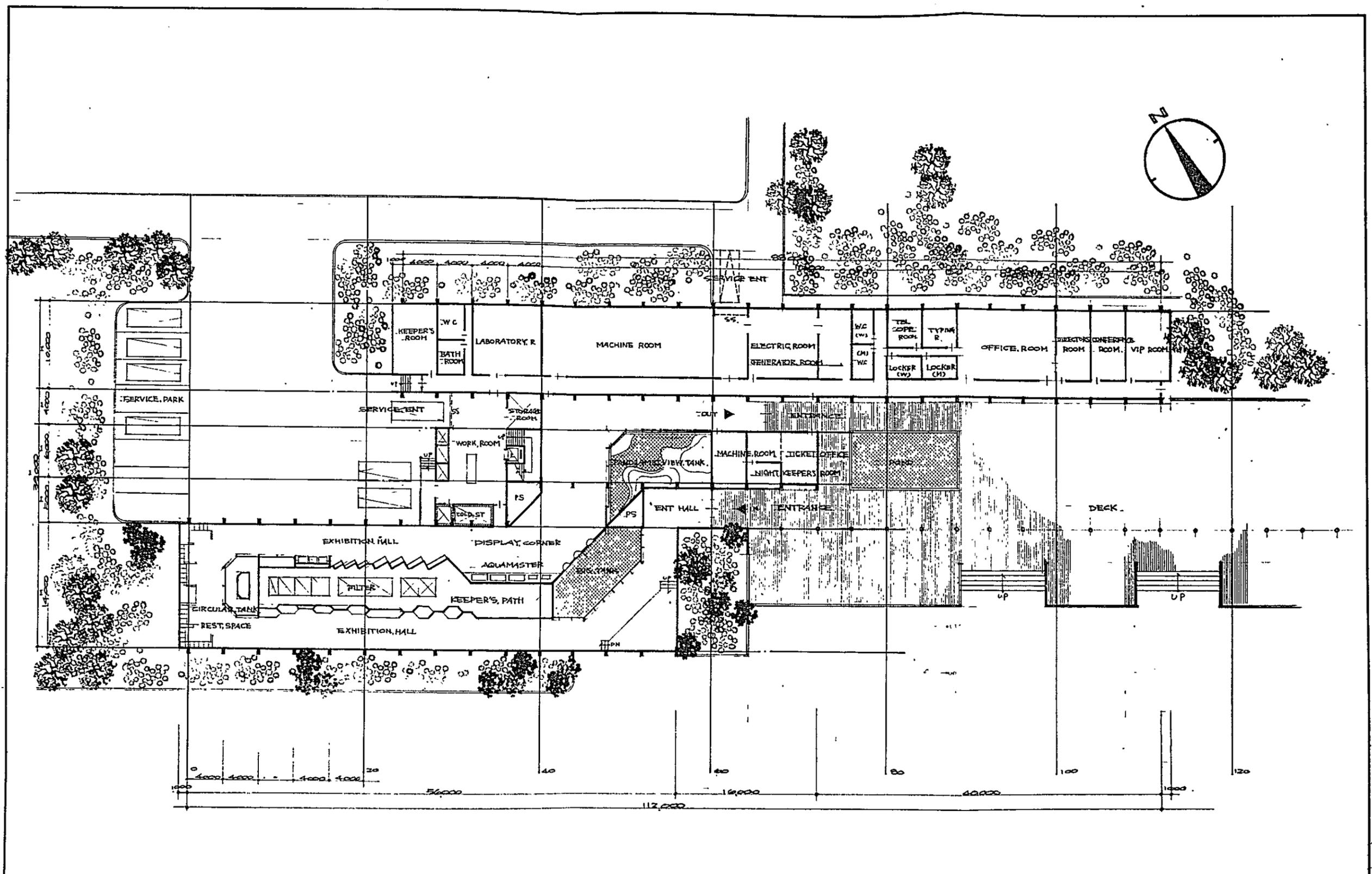
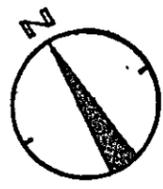
APARTMENT FOR THE PERSONNEL: NOT INCLUDED

件名	設計番号 44024	①	②
PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.			
図名	縮尺 1/1000	製図年月日 JULY 20, 1971	③ ④ ⑤
PLOT PLAN			⑥
株式会社 石田設計事務所			2
ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.			



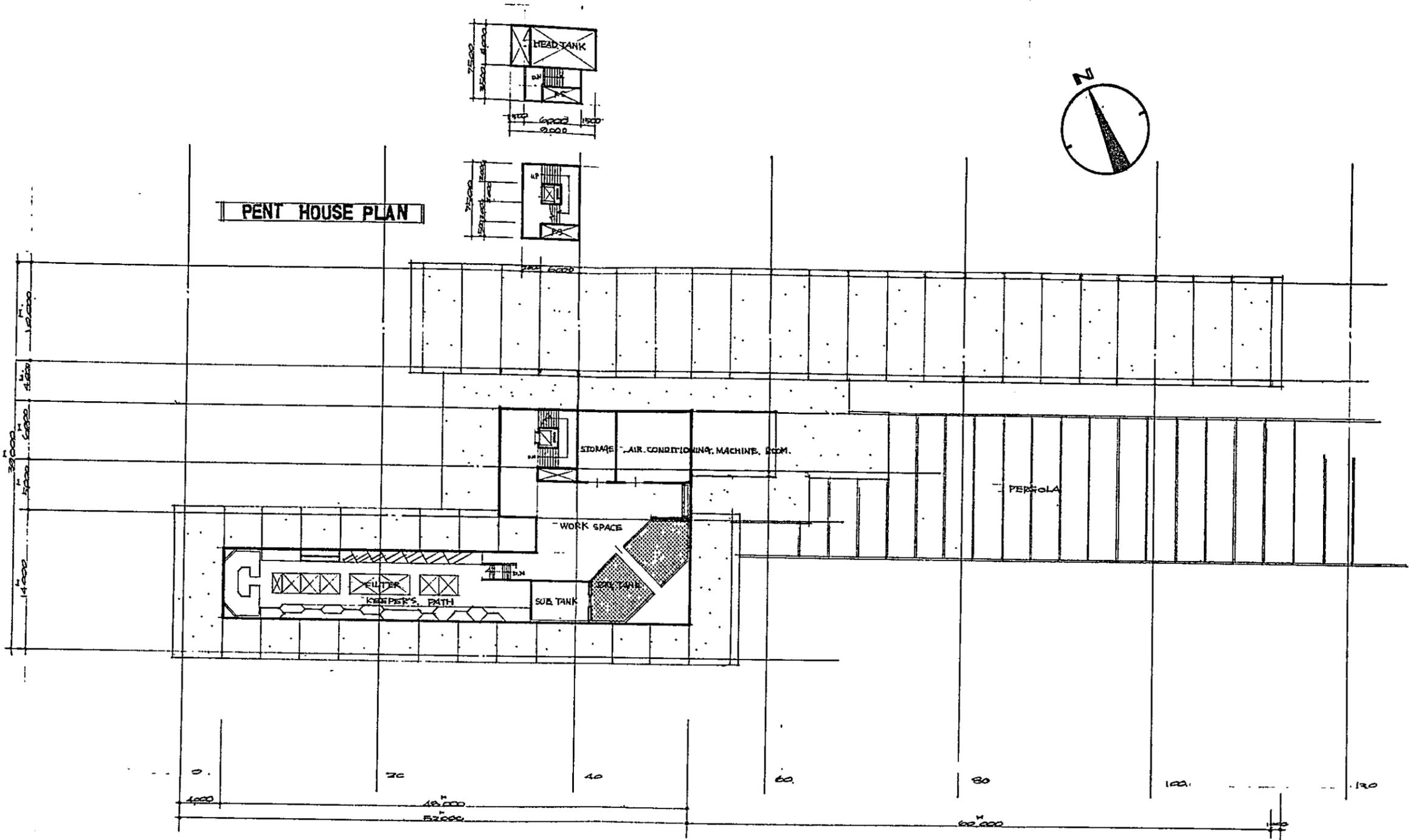
BM FLOOR PLAN S 1:300

件名	設計番号 44024	図名	3
PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.		縮尺	1
図名	BM FLOOR PLAN	縮尺	1
	S=1/300	図面年月日	1
		JULY 20, 1971	1
株式会社 石田設計事務所		図面番号	3
ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.			



1ST FLOOR PLAN S 1:300

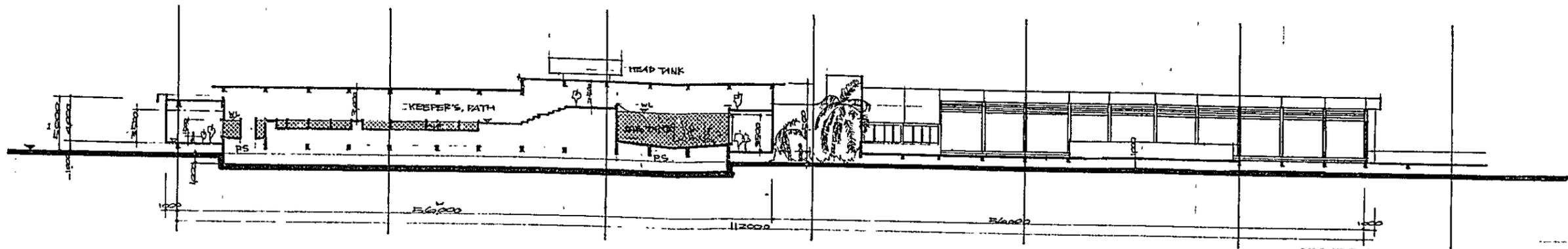
件名	PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.	設計番号 44024	①
図名	1ST FLOOR PLAN	縮尺 S=1/300	②
		設計年月日 JULY 20, 1971	③
株式会社 石田設計事務所 ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.			④
			4



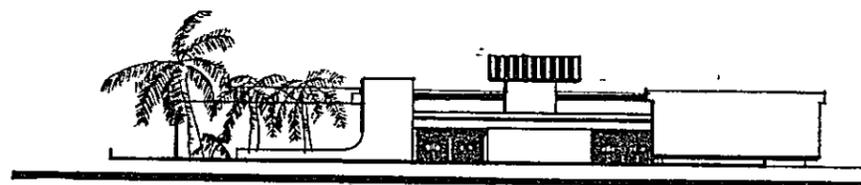
PENT HOUSE PLAN

2ND FLOOR PLAN S 1:300

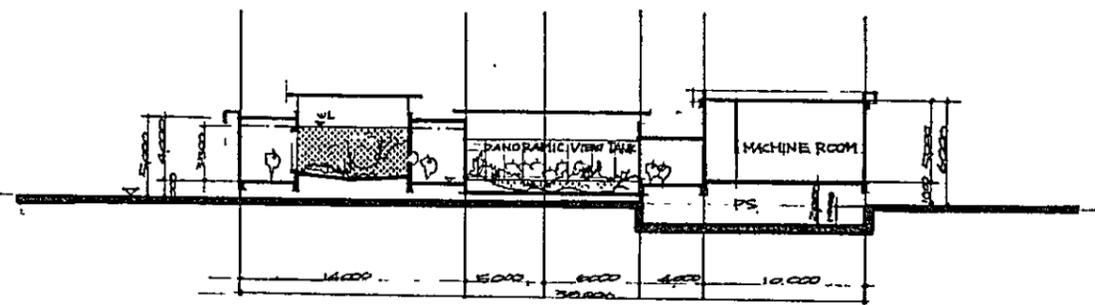
件名	PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.	設計番号 44024	①
図名	2ND FLOOR PLAN	縮尺 S=1/300	② ③ ④ ⑤
		作成年月日	⑥
		JULY 20, 1971	⑦
株式会社 石田設計事務所			⑧
ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.			5



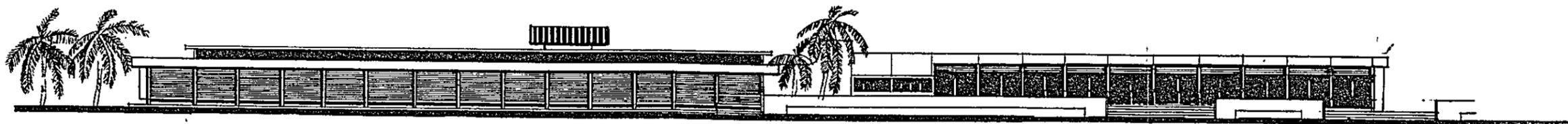
LONGITUDINAL SECTION S 1:300



REAR ELEVATION S 1:300

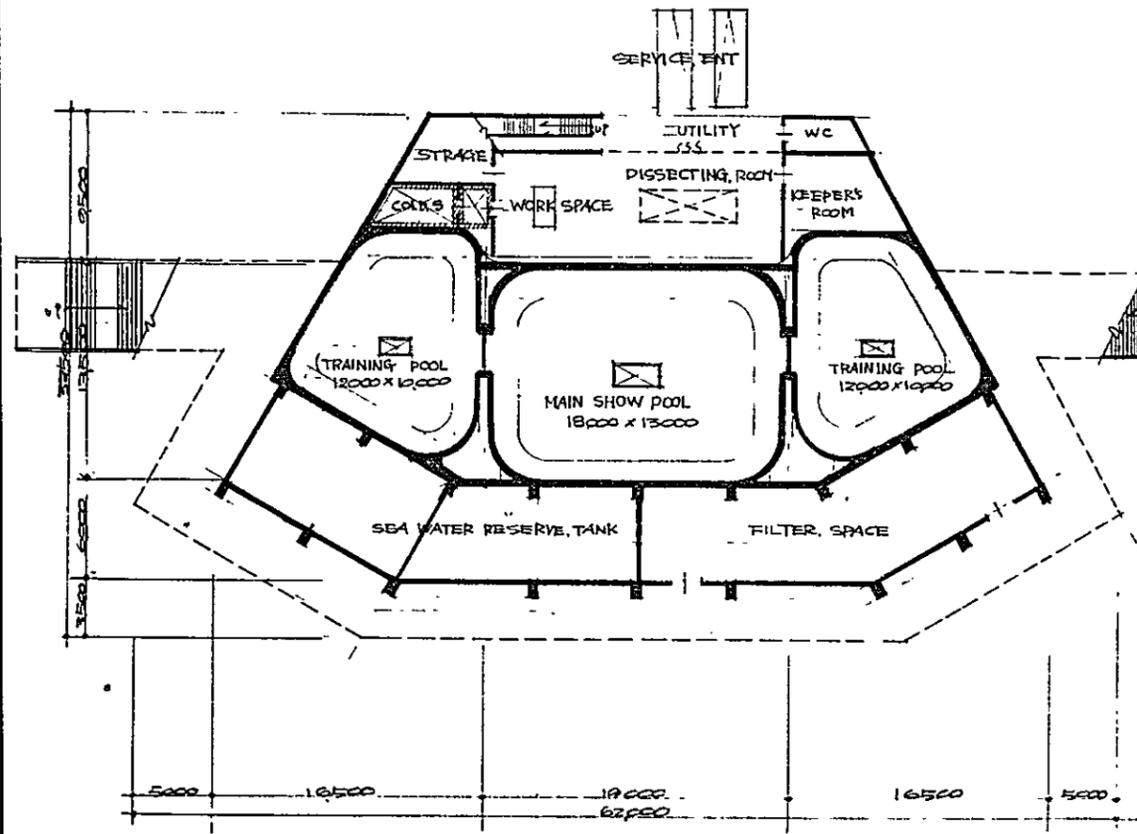
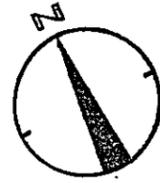


CROSS SECTION S 1:300

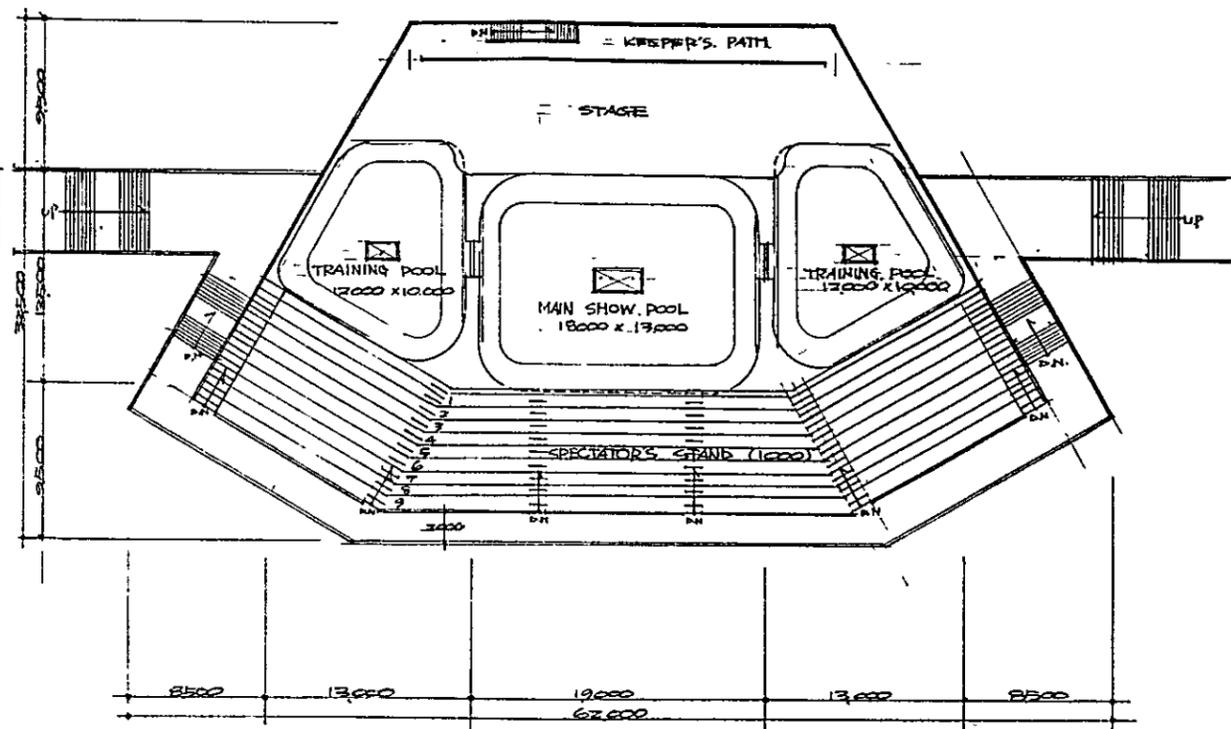


FRONT ELEVATION S 1:300

件名 PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.	設計番号 44024	①
図名 SECTION ELEVATION S=1/300	縮尺 JULY 20, 1971	② ③ ④ ⑤ ⑥
株式会社 石田設計事務所 ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.		⑥

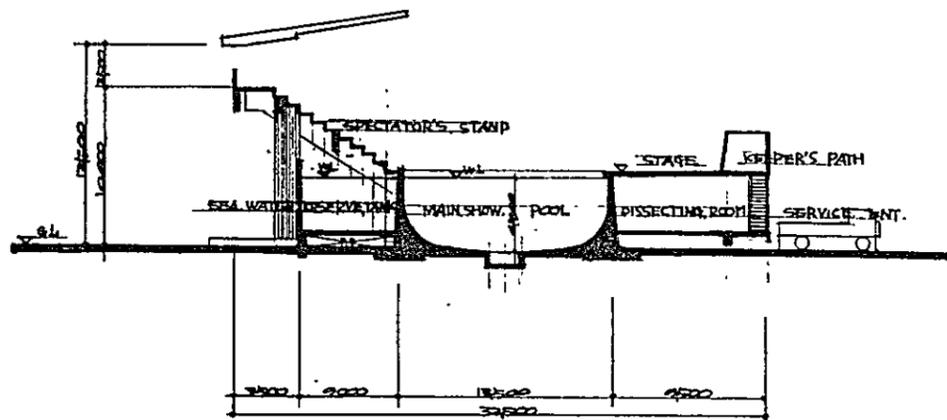


1ST FLOOR PLAN S 1:300

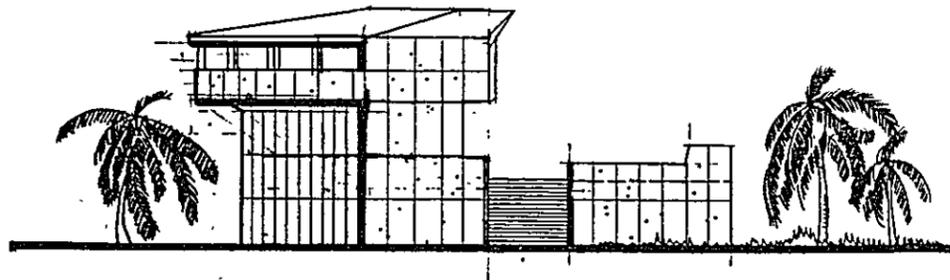


2ND FLOOR PLAN S 1:300

件名	設計番号 44024	
PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.		
図名	縮尺 1/300	
SHOW POOL. 1ST, 2ND FLOOR PLAN	1/300	
株式会社 石田設計事務所 ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.		7



SHOW POOL SECTION S 1/300



SHOW POOL REAR ELEVATION S 1/300

件名 PROJECT OF AQUARIUM, BANGSAEN, THAILAND.	設計番号 44024	図名 SHOW POOL SECTION ELEVATION S=1/300	縮尺 1/300	製図年月日	製図者 1 1
株式会社 石田設計事務所 ISHIDA DESIGN OFFICE CO., LTD.				図面番号	8

