

多目的沖合制御施設（人工バリア）の研究について

企画調査部 参 事 亀田 茂

1. はじめに

最近の沿岸域における利用開発の進展に伴って高潮、侵食等の海岸災害に対する防災の重要性が増大している。一方、近年の自然環境保全への関心の高まりから、自然環境と調和した海岸保全がより一層望まれるようになってきている。このため、従来の海岸の機能を損なわないで質の高い海岸保全を図ることにより、沿岸域のさらなる発展が可能となるよう、海浜及び静穏な海域を有する多目的な都市型水辺空間の創造が求められている。このような背景を踏まえ、本研究では従来の離岸堤などの面的沿岸域防御をさらに発展させた多目的沖合制御施設の整備の必要性はもとより、その施設の機能を明確にし、また大分県田ノ浦海岸をモデルケースとして具体的に施設の構造や施工方法及び建設による波及効果について検討したものである。

2. 整備の必要性について

現在残された海浜が貴重な資源でありすぐれた環境であるという認識の下で海岸保全の強化を図るには、従来の海岸保全施設に比べより高い保全機能を有し、既存の海浜の諸機能を保全できる施設が必要である。また、既存の海岸域の諸機能を十分に発揮するため、地域の整備計画と整合のとれたものでなくてはならない。

このような機能を有する今日までの海岸保全施設とは異なる多目的な海岸保全施設の整備が今後、ますます必要となる。

3. 多目的沖合制御施設について

3.1 概要

多目的沖合制御施設は、国土保全上、海岸保全上の整備が必要な海岸の沖

合いに建設する島状または砂嘴状の施設である。

この施設は上記のニーズに対応できる海岸保全施設であり、従来の沖合い施設より高い保全機能を発揮すると同時に、背後には静穏な海域の創出と自然海浜の保全が図られるものである。また、その形態上、沖合いの海岸保全施設の上面に利用可能な土地が生み出せることから、地域整備計画と整合した利用に供する事により、沿岸の特性を活かした地域づくりに資するものとなる。

3.2 多目的沖合制御施設の目的

多目的沖合制御施設は高潮、侵食等の災害より海岸を保全する事を目的とし、また快適で潤いのある沿岸域空間の創出を図るものである。

3.2.1 国土保全

(1) 波浪制御

従来の離岸堤と比較して岸沖方向に幅のある島状または砂嘴状の多目的沖合制御施設の設置により、背後への波浪の軽減を図り、海岸の波浪被害に対する安全度を高めることができる。

(2) 海浜安定（侵食防止）

岸沖方向に幅を有した多目的沖合制御施設の設置により、進入角度に幅を有する波浪の制御が可能となるため、従来の離岸堤等に比べ、より効果的な漂砂制御が可能となり、背後の海岸線の侵食防止が図れる。

3.2.2 上面利用

多目的沖合制御施設の設置により、その上面は背後地域の社会的要請による公園緑地等の都市的利用、道路等の交通利用等の各種の土地利用が可能である。

(1) 都市的利用

- ・公園緑地

- ・マリーナ
 - ・魚釣り施設
 - ・海水浴場
 - ・イベント広場
 - ・市民ホール
- (2) 交通利用
- ・道路
 - ・インターチェンジ

3.2.3 その他

(1) 建設発生土の活用

建設発生土を多目的沖合制御施設の埋立に用いることにより、その有効利用が図れる。

(2) ウォーターフロントの創出

多目的沖合制御施設の背後（内海側）には極めて静穏なウォーターフロントが創出されることにより、この水際面は自然環境の創出や海洋性レクリエーション活動の場として利用できる。

(3) 静穏海域の活用

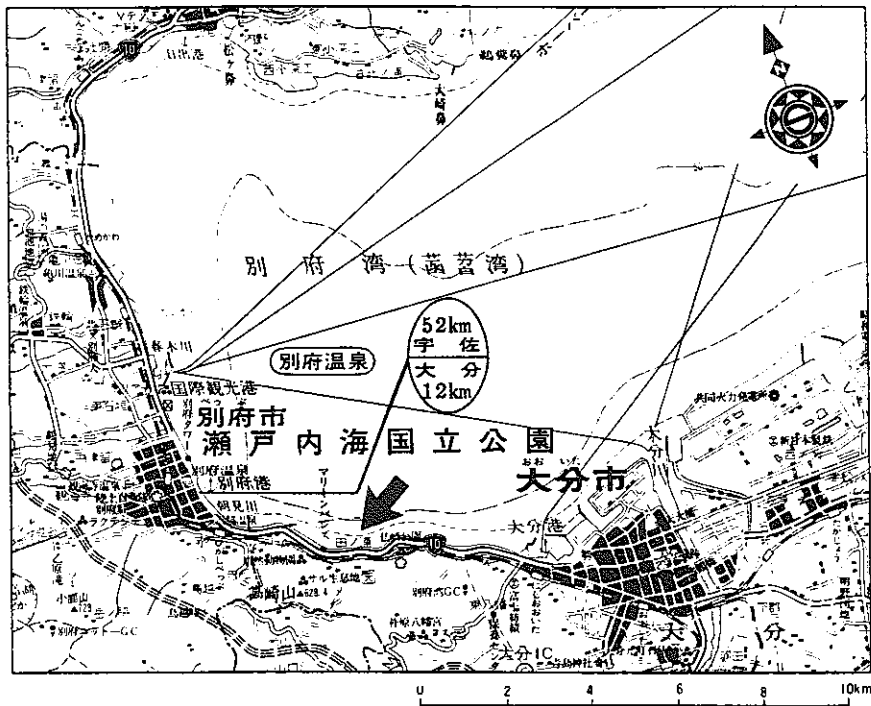
多目的沖合制御施設の設置により、従来の海岸域を砂浜等の親水性を持ったものにすることができ、背後に生み出される静穏な水域とあいまってボードセーリング、ヨット、水上スキー、釣り等多様な海洋性レクリエーション利用が可能となる。

(4) 自然環境の創出

多目的沖合制御施設の位置により、新たに砂浜、干潟を造成することができるとともに、浅海域での藻場造成も可能となる。これらの砂浜、干潟、浅海域では時間的経過につれ食物連鎖が形成され、新たな生態系が創出される。

4. モデルケース（田ノ浦海岸）での検討

多目的沖合制御施設のモデルケースとして大分県大分市田ノ浦地域に位置する田ノ浦海岸を対象として検討を図った。



位置図

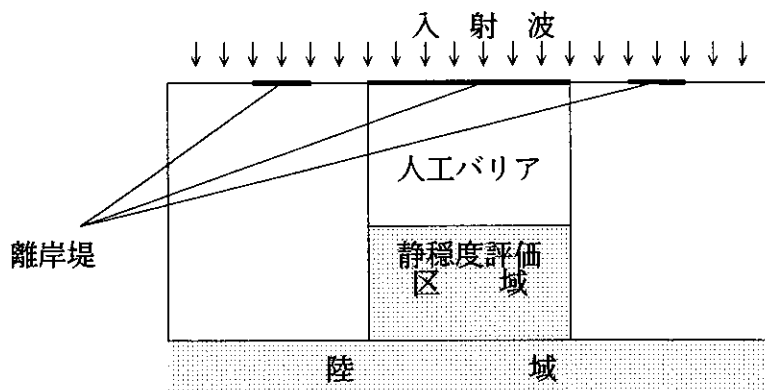
4.1 多目的沖合制御施設の有利性

田ノ浦海岸において海岸保全上や経済的な立場からみて、従来の離岸堤と比較し多目的沖合制御施設の有利性を示した。

4.1.1 海岸保全上の有利性

構造物の前面より波浪を入射し、背後の静穏度（入射波高の低減度）の評価を行った。

入射波高：H=4.0m、入射周期：7.0秒



背後の静穏度の比較表（静穏度評価区域の波高の占める割合）

波高	人工バリア			離岸堤		
	2.0m以下	1.2m以下	0.4m以下	2.0m以下	1.2m以下	0.4m以下
割合	100%	98.8%	79.8%	27.1%	10.0%	3.3%

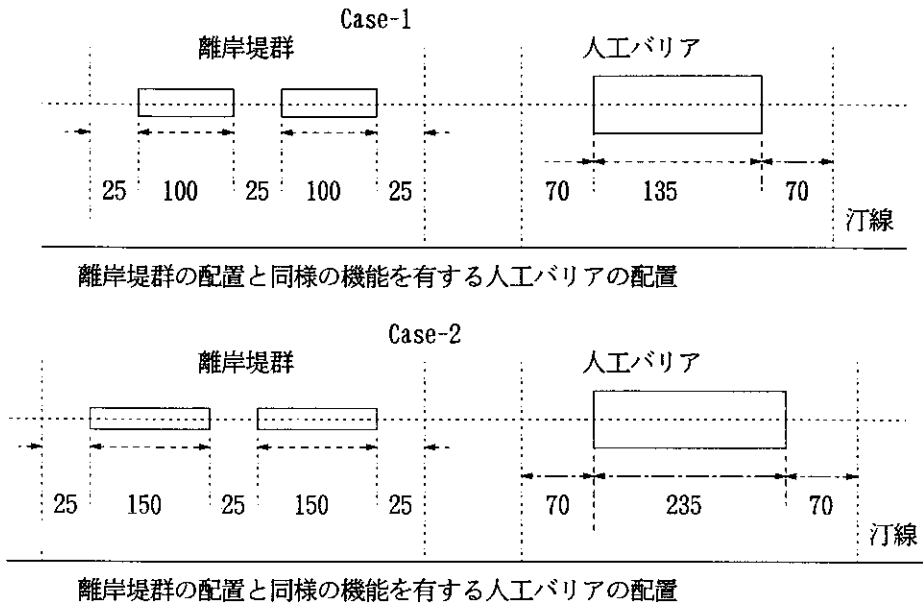
4.1.2 経済性の有利性

以下の2ケースの離岸堤群で保全する場合について多目的沖合制御施設との経済性を比較した。

Case-1：堤長 100mの離岸堤群

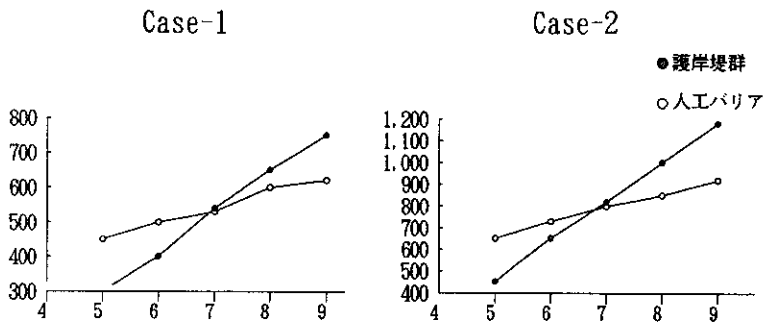
Case-2：堤長 150mの離岸堤群

多目的沖合制御施設の岸沖方向の幅は来襲波浪を考慮して70mとする。



平面配置図

離岸堤群と多目的沖制御施設の経済性の比較



設置水深が概ね 6.8mより大きくなる場合、多目的沖合制御施設の護岸が離岸堤より経済的となる。

4.2 構造的検討

4.2.1 天端高の決定

天端高の決定は次式による。

$$\text{天端高} = \text{打ち上げ高} + \text{計画潮位} + \text{余裕高}$$

沖側の天端高は打ち上げ高を求め天端高を設定し、そのときの越波流量を求め、許容量以下になることを確認した。

岸側の天端高は波浪回折より決定した。

沖側の打ち上げ高：

中村らの改良仮想勾配法によると既往最大波高 ($H_0=4.2\text{m}$ 、 $T_0=2.6\text{秒}$) のとき 5m である。

重複波水深領域での低減率 0.8

消波ブロックでの低減率 0.5

斜め入射の低減率 0.8

$$\therefore R = 5 \times 0.8 \times 0.5 \times 0.8 = 1.6(\text{m})$$

計画潮位：H. H. W. L. T. P. +2.4(m)

余裕高 : 0.3(m)

沖側の天端高 = (T. P.) $1.6 + 2.4 + 0.3 = \text{T. P.} + 4.3(\text{m})$

このときの越波量は消波護岸の越波流量推定図より算定すると $q = 0.05\text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$ となり、護岸の背後舗装なしの被災限界越波流量以下となっている。

岸側の打ち上げ高：

放物型方程式による波浪場の数値計算で波高は 0.3m となる。

計画潮位：H. H. W. L. T. P. +2.4(m)

余裕高 : 0.0(m)

岸側の天端高：(T. P.) $0.3 + 2.4 + 0.0 = \text{T. P.} + 2.7(\text{m})$

4.2.2 構造形式の決定

構造として、上面利用面から傾斜堤の天端にコンクリート単隼を設置して、背面の利用面積を確保する構造で施工性、経済性等の検討を行った結果、コンクリート単隼式とした。図-1に多目的沖合制御施設の標準断面図を示す。

4.2.3 平面配置の決定

多目的沖合制御施設の計画配置を決定する際、着目すべき点は、背後地への防災面、海岸の利用・環境面である。これらの検討内容や工費等を踏まえ、4つの平面配置案について表-1で比較検討を行った。また、この検討をもとに田ノ浦海岸の完成予想パース図を図-2に示す。

4.3 施工検討

施工は、海上工事と陸上工事に分けられる。海上工事から開始し、約4年間で外周の護岸工事を完成させる。続いて、埋立工事が開始となる。外周護岸の岸側は静穏域となるため、仮設道路を設置し陸上より埋立を行う。施工フローを図-3に、工程を表-2に示す。

4.4 多目的沖合制御施設建設の波及効果の検討

建設による経済波及効果は以下の3つがある。

- ・直接効果……………建設費
- ・間接効果……………建設費における最終需要による生産誘発効果
- ・波及効果……………付加価値から形成される消費需要による生産誘発額

間接効果と波及効果について大分県の産業連関表を用い分析し、多目的沖合制御施設建設による経済波及効果を調査し、その結果を表-3、図-4に示す。

5. おわりに

モデルケースとして検討した大分県田ノ浦海岸の場合、上面利用として大分市が非常に積極的に事業に参画していることもあり、現在順調に事業が進捗している。

田ノ浦海岸は、全国で最初の多目的沖合制御施設整備事業であり、その成果は今後のこの事業のあり方を左右するといっても過言ではないであろう。本研究が、今後の多目的沖合制御施設整備事業推進の一助になれば幸いである。

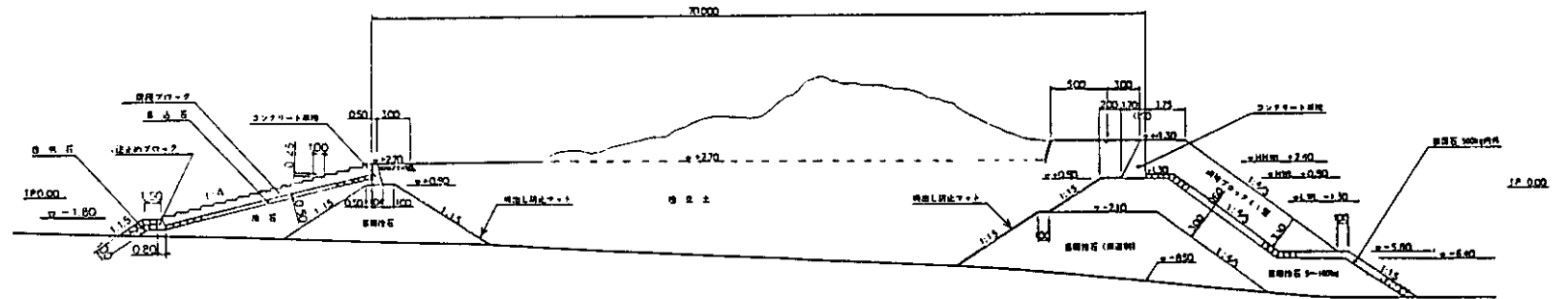


図-1 多目的沖合制御施設

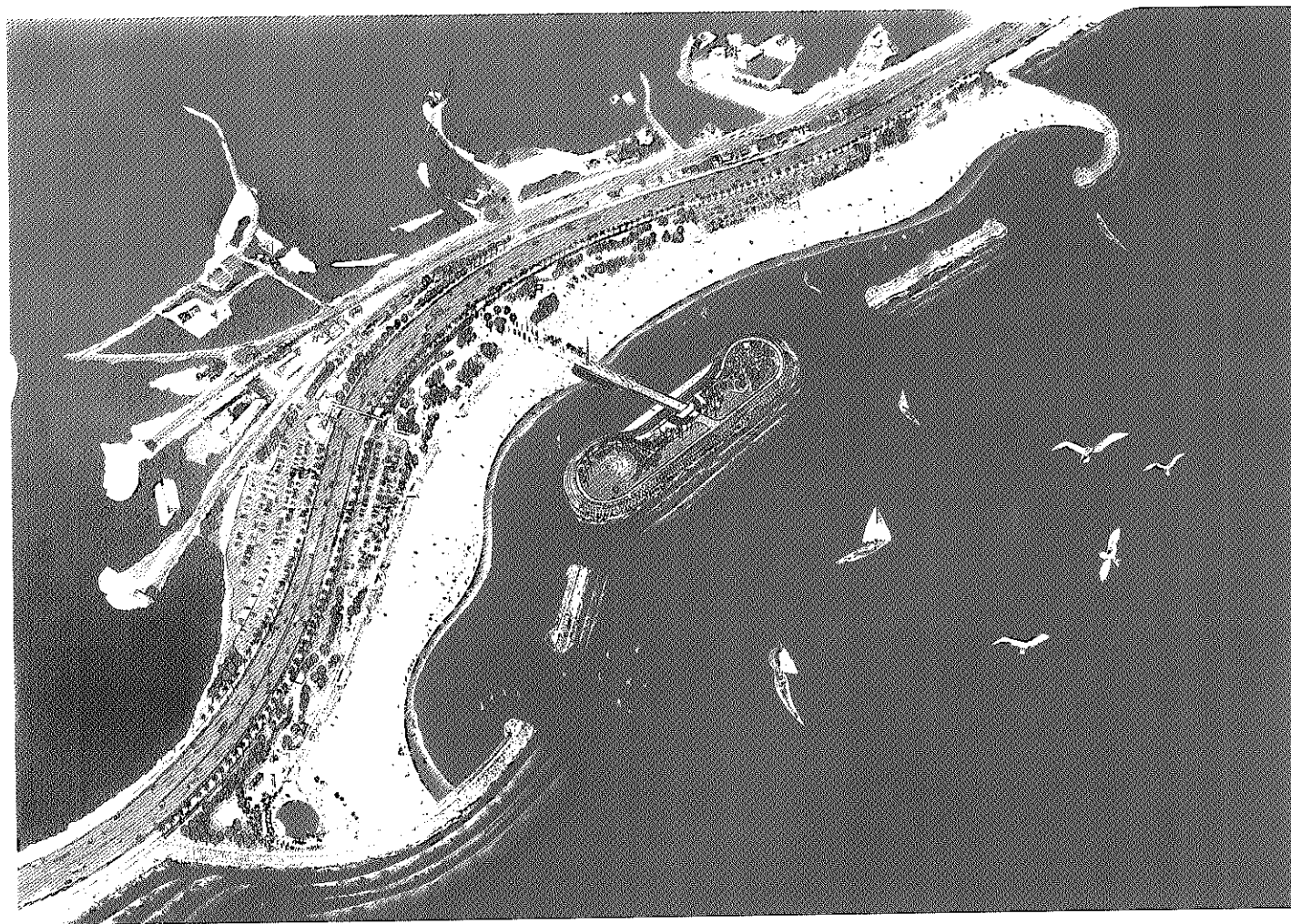


図-2 完成予想パース

表-1 平面配置案の比較

(単位：億円)

項目	I 案	II 案	III 案	IV 案	
変更方法	平成2年度案(現計画)	中央部汀線を10m後退	離岸堤の人工リーフ化	沖側に100mシフトする	
平面図					
断面図 (人工バリア中央)					
理想的配置との比較	離岸距離のみ満足していない。	離岸距離のみ満足していない。	離岸距離のみ満足していない。	すべての理想条件を満足している。	
工費	人工バリア ¹⁾	11.5	11.5	28.0	
	突堤	13.0	13.0	18.2	
	離岸堤(潜堤)	5.7	5.7	26.2 ²⁾ 33.2 ⁴⁾	
	橋梁 ²⁾	1.2	1.2	4.2	
	計	31.3	31.3	51.9 ³⁾ 58.9 ⁴⁾ 82.3	
摘要	水理的 防災(高潮・侵食)	問題なし	問題なし	養浜砂が安定しにくいため維持費がかかる。冬の波浪に対しては波浪減衰が小さい。	移動限界水深(10m)より沖側に施工することになるので、沿岸浜砂を運搬することになる。
	水理的 リクリエーション用	問題なし	問題なし	潜堤上に強い海浜流が生じ、海水浴に支障がある。	問題なし
	社会的 施工性			離岸堤工の計画変更のための費用が必要。	人工バリアの土量および橋長増大のため施工性は本案より劣る。耐用性不可
	社会的 経済性			I、II案に比べて工費が増大する。	工費および漁業補償費が莫大である
	人間工学的 離岸堤上面利用	上面を利用できる。			上面を利用できる。
	人間工学的 漁業利用			漁獲効果が高い設置位置について漁業者との調整が必要。	
	人間工学的 景観			離岸堤がないことにより圧迫感が少なくなる。	他案より圧迫感が解消するが、一体感がなく茫洋とした感じがする
人間工学的 CGによる検討	人工島、離岸堤ともそれほど圧迫感は感じないが、離岸堤は正面よりみた場合に多少圧迫感がある。			離岸堤が見えない分だけ圧迫感はI II案より少ない。	かなり沖合にある感して圧迫感がなくかわりに一体感が希薄な印象をうける。
	△	○	△	×	

¹⁾ 外郭のみ

²⁾ 斜張橋(幅3m)の場合

³⁾ 現漁業補償ラインに沖側ののり尻を合わせたとき

⁴⁾ 現漁業補償ラインに岸側ののり尻を合わせたとき

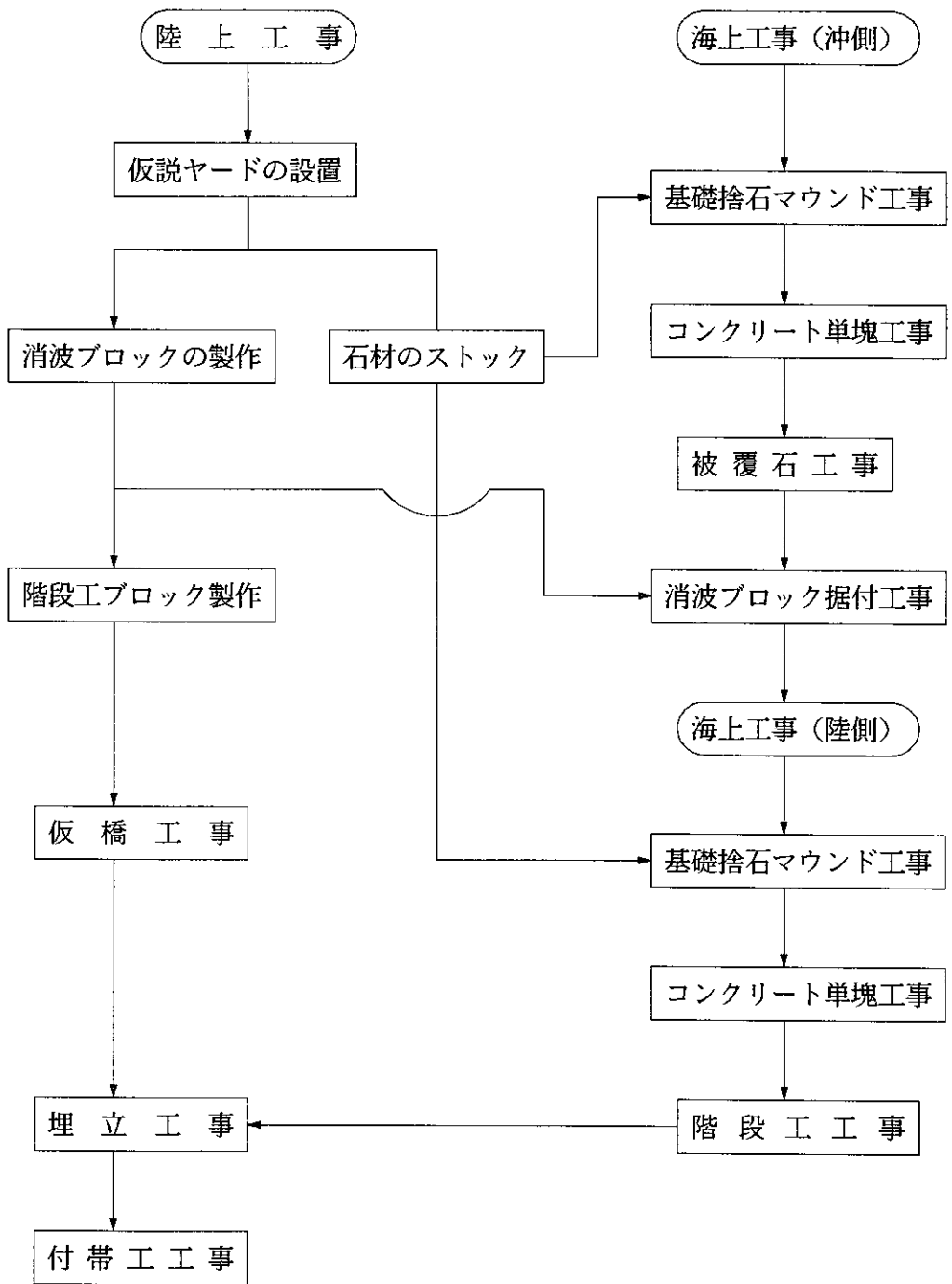
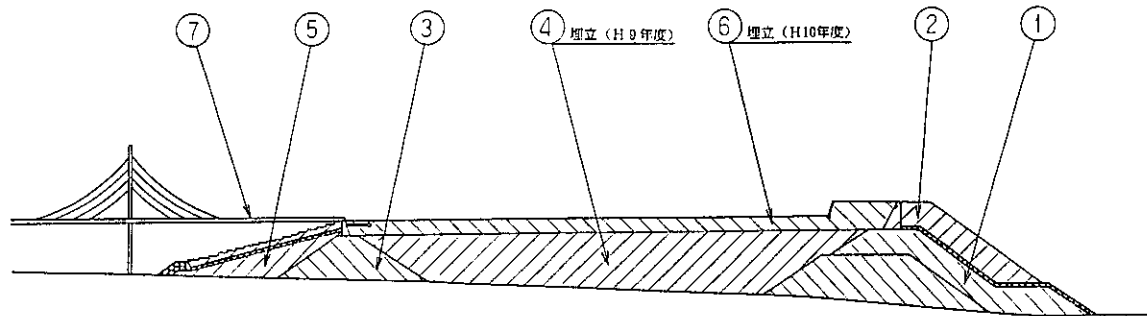


図-3 施工フロー

表-2 工程表

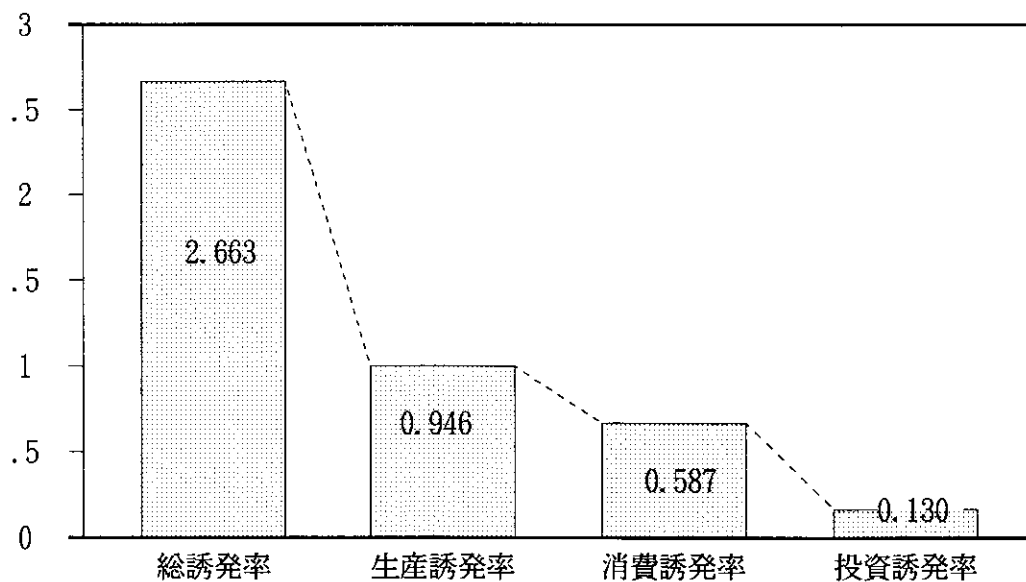
(共用日/運転日=1.2*=1.31)

主要工程	工程	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
外周護岸沖側								
① 基礎マウンド工		5		8末				
② 消波ブロック工		6		11末				
外周護岸岸側								
③ 基礎マウンド工				10	3末5	1末		
⑤ 階段工						5	3末 5 7末	
⑦ 連絡橋工							8	3末
④⑥埋立工						4		3末
年度工事費		3.22億円	3.35億円	2.62億円	1.48億円	0.65億円	0.16億円	



表－3 多目的沖合制御施設建設による誘発効果

総投資額 (A)	1,494,000,000 円	
総誘発額 (B + F)	3,979,114,276 円	
直接誘発額 (B)	1,494,000,000 円	
間接誘発額	生産誘発額 (C)	1,413,204,480 円
	消費誘発額 (D)	877,107,142 円
	投資誘発額 (E)	194,802,654 円
	合計 (F)	2,485,114,276 円
総誘発率 ((B+F)/A)	2.663	
生産誘発率 (C/A)	0.946	
消費誘発率 (D/A)	0.587	
投資誘発率 (E/A)	0.130	



図－4 多目的沖合制御施設建設による誘発効果