

富山市四方漁港における潜堤付孔空き防波堤の建設と導水機現地調査

Consurcut of Breakwater with Submerged Mound on YOKATA Fishing Port
in TOYAMA City and Field Investigation on Water Inlet Ability

森口朗彦*, 山本正昭*, 田中輝男**

Akihiko.Moriguchi, Masaaki.Yamamoto, Teruo.Tanaka

Abstract

"Breakwater with submerged mound" is facilities for purification of water in fishing port basin by driving fresh sea water into it. Authors had already reported this hadrauric scale model on previous proceedings, and it has been built for the first time on Yokata fishing port in Toyama city. In this paper the outline of the plan, design and construction on it is described. In addition, the result of investigation of water inlet ability on it by observation and measurement is mentioned.

Keywords: wave energy, water purification, field investigation, fishing port

【1. はじめに】

四方漁港は、富山市管理の第1種漁港であり、富山湾最奥部、富山港に隣接する(図1)。当漁港では、主に定置網漁業によるブリ・タイ類あるいは富山湾名物のホタルイカ等の漁が盛んに行われており、大型定置網5統、小型定置網2統が設置され、総水揚げ量の8割をこれが占める。その他の漁業としては、5トン未満の漁船による延縄や刺し網、一本釣り等の漁船漁業が営まれている。

近年の例に洩れず、当地区でも漁獲物の安定供給と付加価値の向上のため活魚状態での一時蓄養施設の要望が上がっていた。これを受けて、市では漁港の拡張計画にともない泊地の一部を蓄養水面とする案を策定したが、現施設の使用状況などを考えると、水産用水としての水質の保持が困難ではないかと懸念された。

幸いなことに、富山湾内の水質は清澄に保持されていることから、蓄養水面への強制的な外界水の導入を行い、蓄養に適する水質を保持することとした。工法の選定に当たっては、当該地区が日本海側に面しているため潮位差が小さく、また湾内には顕著な流れが見られないため、波のエネルギーを利用したものを用いることとし、当時実用化の目処が得られていた潜堤付孔空き防波堤を全国に先駆けて採用した。

潜堤付孔空き防波堤は、著者らが水理模型実験により開発を進めていた海水導入工で、その概要については昨年この場に報告している¹⁾。現時点では、導水工部計画総延長145mのうち、その一部 60mが島堤状に完成している。ここでは、四方漁港において実際に建設が行われたこの施設の計画・設計・施工の概要を記するとともに、当該施設において行った導水機能の現地調査の結果についても若干言及している。これらを今後の設計資料とすることで施設の完成度を高め、もって水産業の振興と漁村域の活性化に資する事を本報の目的とする。

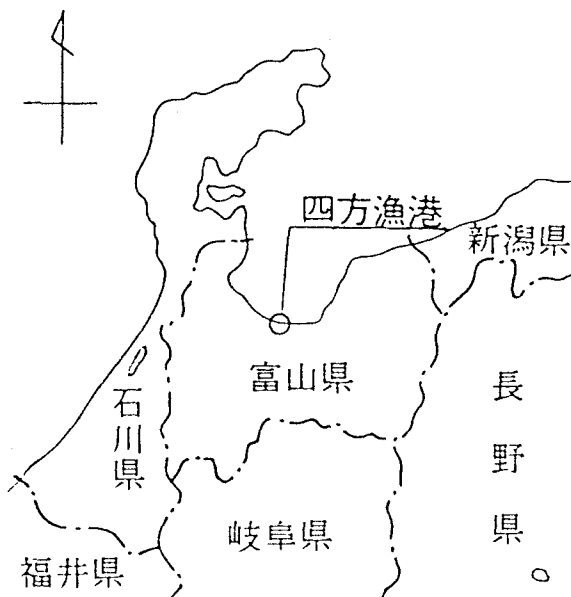


図1 漁港位置図

【2. 計画】

(1) 漁港拡張計画

四方漁港拡張計画の計画平面図を図2に示す。概要としては、既存の西防波堤外側に北防波堤、西護岸及び用地を造成し、西防波堤を撤去、泊地と係船岸、用地の充足を図るという計画である。このうち北防波堤背後の泊

* 正会員 水産庁水産工学研究所水産土木工学部(314-04 茨城県鹿島郡波崎町海老台)

** 富山市農林部農林水産課

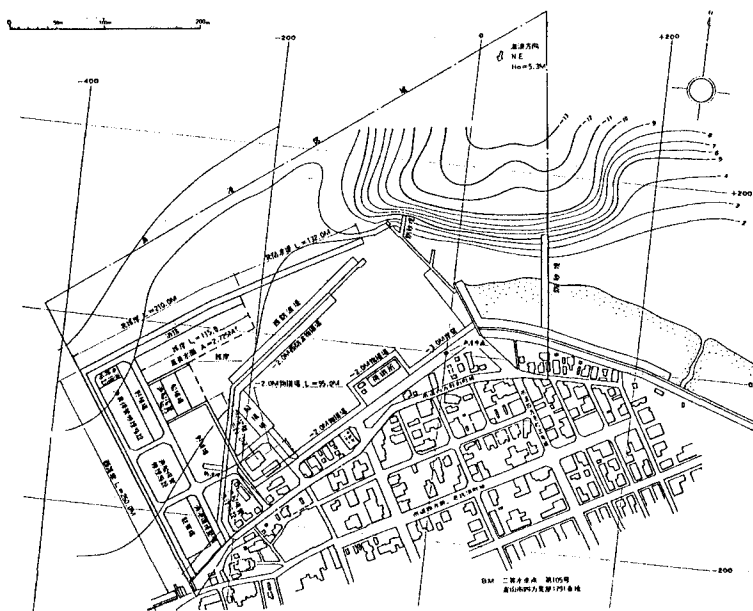


図2 計画平面図

池の一部を蓄養水面とすることとなっているが、航路等との関係で港奥部に位置せざるを得ないため、水替わりが悪く、よって北防波堤を海水交換型としている。蓄養施設には浮き生簀を用い、ブリ・タイ類の一時蓄養とマダイ及びクルマエビの中間育成を行う予定である。防波堤背後には栈橋式の通路を設け、蓄養場の利用の便を図ることとしており、このため北防波堤の導水工の部分は計画上は北護岸と呼んでいる。

(2) 計画導水量

導水工を設計するうえで必要な計画導水量は、導水にともなう溶存酸素の移流と蓄養魚の呼吸による酸素消費のみを考慮し、蓄養水面内の酸素収支から算定した。水面内の酸素変動機構は複雑であり、未解明の部分も多いので、ここでは簡略化のため、蓄養水面内は溶存酸素分布及び蓄養魚の分布は一様であるとした、いわゆるパッチモデルの考え方をを用いた。蓄養対象魚としてはマダイのみを考えた。

蓄養対象魚：マダイ成体（体重500g）

蓄養施設：生け簀 6m×6m×3m×12基

飼育密度：7kg/m³ ⁴⁾

酸素消費量：150ml/kg/hr ⁵⁾

海水の溶存酸素量：5.7ml/l（実測値）

マダイの生息限界溶存酸素量：4.0ml/l ⁵⁾

消費可能酸素量：5.7-4.0=1.7ml/l

必要酸素量：150×7×(6×6×6)×12=1,360,800ml/hr

必要導水量：1,360,800÷1.7 800,000l/hr=800m³/hr

以上の結果より、計画導水量は800m³/hrとなる。

しかしながら、漁港内に限らず、水域の酸素消費・供給機構は複雑であり、特に酸素を消費する因子としては、蓄養魚の他、底泥や水塊自身あるいは構造物に付着した生物等、多様なものがあるため、一概に評価するのは難しい。よってここでは、この計画導水量を最低値としてとらえ、実際の導水量がこの値を大幅に上回することは許すものとした。

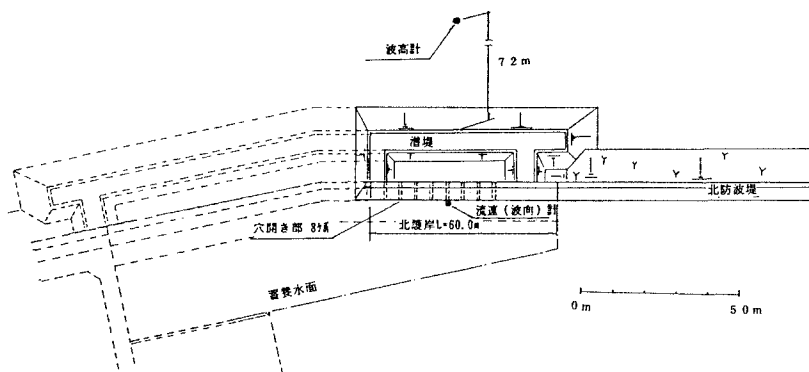


図3 導水工平面図

【3. 設計】

(1) 潜堤構造

潜堤の平面形状は、導水工部の延長が比較的長いことや施工性等を考慮して、直線形を基調としたものとした（図3）。これは模型実験による開発段階において「井桁型」と称していたものであるが、模型では導水孔が1つであったのに対し、ここでは潜堤の延長を長くとり、孔を多数設けている。

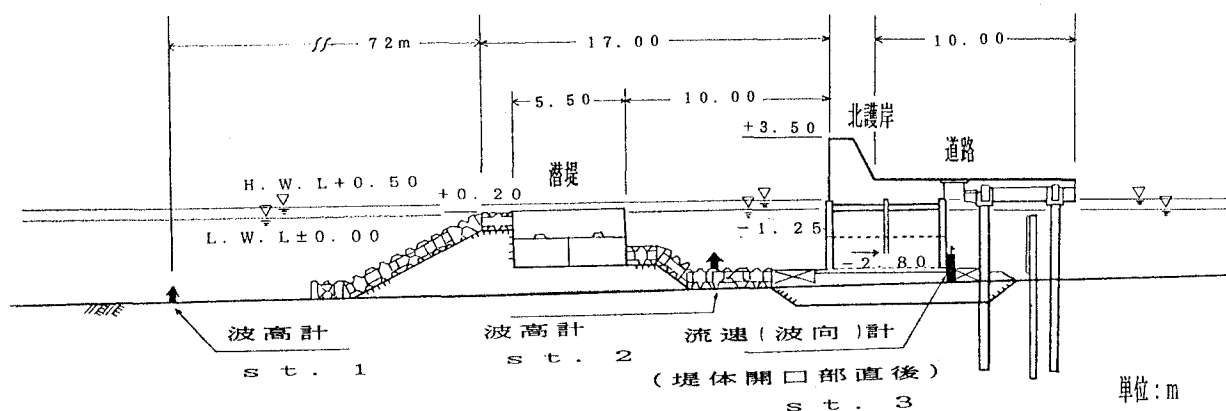


図4 導水工断面図

図4に導水工部の断面図を示す。潜堤の構造は施工性と水密性を考え、天端を形成する部分をコンクリート方塊、斜面部を捨て石と被覆ブロックで整形した。潜堤は通常前後に斜面部を有するものであるが、図からもわかるように、ここでは遊水部内の斜面は不要であるとして削除した。

潜堤の天端高は導水量に大きく影響し、ほぼ静水面に一致したとき導水能力は最大となる。よって、波浪来襲頻度のもっとも小さい6～9月の平均潮位であるL.W.L+0.2mを潜堤の天端高とした。潜堤の設置位置は入射波長と施工性で決まる。前者に関して、潜堤の天端が静水面と同じ場合、防波堤の安定のためには防波堤から潜堤沖側肩部までの距離 l' を入射波長の0.2倍以上確保する必要がある。これにより消波工と同程度の波圧減殺機能をもたせることができる。観測記録より最大周期13秒を抽出、この波の潜堤設置水深での波長が84.79mであることから、 l' を17mに設定した。

(2) 防波堤部

防波堤部は、比較設計の結果セルラー方式採用し、安定計算においては実験結果を準用して通常の消波工被覆の場合と同様の計算方法を用いた。

導水孔はセルラー1函につき1孔設けることとした。孔の上端の高さは多少の波が進入しても爆発音が生じない程度と思われる-1.3m、下端は底板フーチング上端に合わせ-2.8mに設定し、幅はセルラー据付間隔の1mである。その結果、防波堤延長5mに付き幅1m×高さ1.5mの矩形の孔となり、孔数24となるので開口面積の合計は36m²である。開口比が約0.1と実験模型の約0.03よりもかなり大きな値であり、これは多量の導水には有効であるが、港内への伝達波高の増大が若干懸念されるところではある。

【3. 施工】

施工は、

〔防波堤及び潜堤部基礎捨て石投入・均し〕

↓

〔防波堤セルラー据付〕

↓

〔潜堤方塊据付〕

↓

〔潜堤斜面部整形〕

↓

〔防波堤上部工打設〕

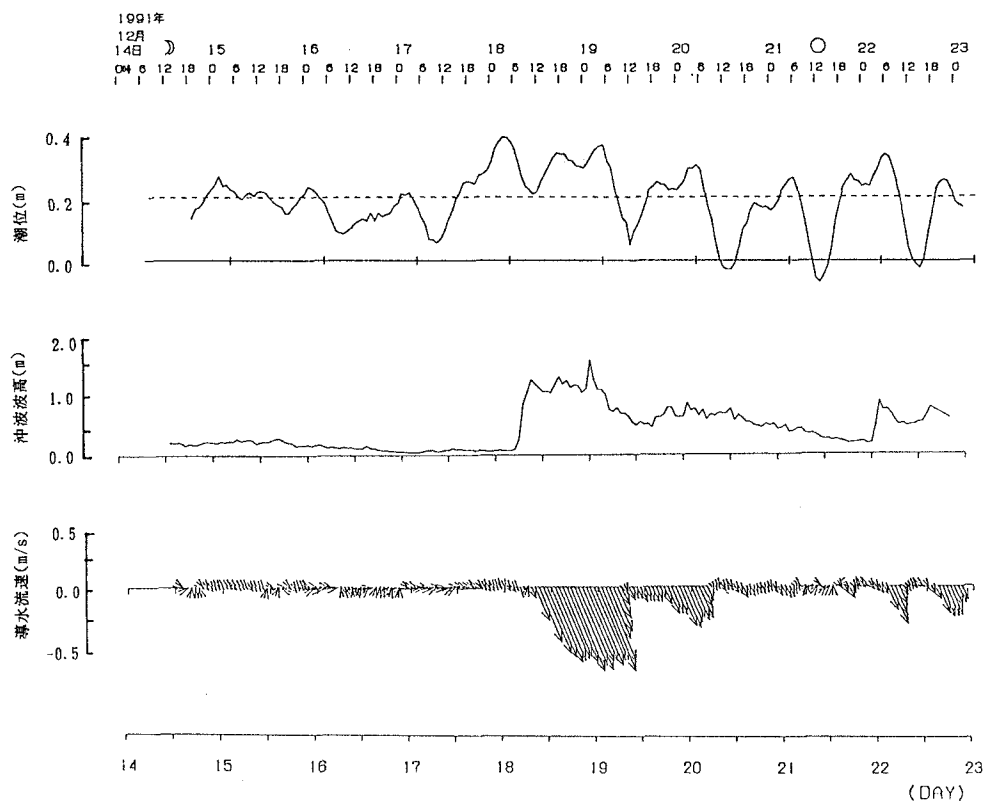


図5 潮位、沖波波高と導水流速

となる。潜堤天端上の越流状況と開口比がかなり大きいことを考えると、孔全断面から導水が行われているとは考えにくく、これほどの導水量はないものと思われるが、先に述べたように海象条件があまり適さない状況であることを考慮すると、低波浪時にもかなりの導水量が得られるものと推察される。

【5. 観測機器を用いた導水機能調査】

現地計測用波高計及び流速計を用い、実海域における海象条件と導水機能の関係について比較的長期間にわたる調査を行った。調査項目は潮位、沖波波高、遊水部の水位上昇量、導水流速及び防波堤孔部直背後の波高で、観測機器の配置は図4に示したとおりである。調査期間は、工事の進捗の関係等から平成3年12月14日から22日までとなった。

図5に潮位と沖波波高及び導水流速の経時変化を示した。図中、波高は有義波であり、流速は10分間平均流速である。さほど大きな波は出現してはいないが、0.5m程度の波高で導水流速が1.0m/s以上のかかなり大きな流速を発生しており、導水機能の高さをうかがわせる。しかしながら、高波浪時における噴流対策が必要であろう。また、波のあるときでも潮位が潜堤天端高より下がると導水流速は著しく低減しており、導水量に対する潮位の影響が顕著に見受けられる。

【6. おわりに】

四方漁港における導水施設及び蓄養水面は、平成4年度中には外郭施設が完成し、島堤状であったものが半島堤となり、蓄養水面を完全に外海から遮断する形となる。現在までは、基本的な計画・設計・施工方法に大きな問題は生じていないが、今回の検討及び調査により、以後、建設を進める上での留意事項として以下のことが明かとなった。

- 1) 計画導水量を決定する詳細な手法が存在しない。
- 2) 激浪時には、導水流速が非常に大きくなることが予想され、蓄養生簀及び漁労活動の安全の確保のための流速制御対策が必要である
- 3) 導水機能に及ぼす潮汐の影響が顕著で、低波浪と低潮が重なると導水はほとんど行われなくなる。日本海側は季節により平均潮位が異なるため、時として長時間にわたり導水が行われなくなる危険がある。よって、

の順で行い、順調な進捗を見た。施工状況を写真1、2に示す。写真1は潜堤方塊の据付を行っているところで手前が防波堤セルラー、沖側に潜堤が見える。方塊は陸上で作成し起重機船で運搬、海上施工にて据付けた。写真2では、潜堤斜面部まで完成している。天端高の施工誤差が少なく、精度の良い据付が行われている。

施工上の注意事項は施工順序と作業の慎重さであり、特に特殊な技術や機械設備を必要とするものではない。この点についても、比較的小規模で施工数の多い漁港の施設としての簡易施工性という所期の目的が達せられたといえる。

【4. 目視による導水機能調査】

トレーサーとして染料であるウランを流し、導水が行われているかどうかの目視観測を行った。調査期日は平成3年3月18日で、この時期日本海沿岸域の特徴で平均潮位が低く、満潮時でも水位は潜堤天端から約20cm下方にあった。波浪も20~30cmと小さく、導水機能を発揮するには難しい条件であった。海象と潜堤上を波が越えていく状況を写真3に示す。染料は遊水部内の導水孔付近に投入した。写真4は染料が導水孔出口に見えた時点から15秒後の拡散の様子である。写っている範囲は手前横1.5m奥行き6m程度であるので、流速はおおむね0.1m/sほどである。孔の全断面で流速が一樣であるとすると、導水量は、 $36\text{m}^2 \times 0.1\text{m/s} \times 3600\text{s/hr} = 12960\text{m}^3/\text{hr}$

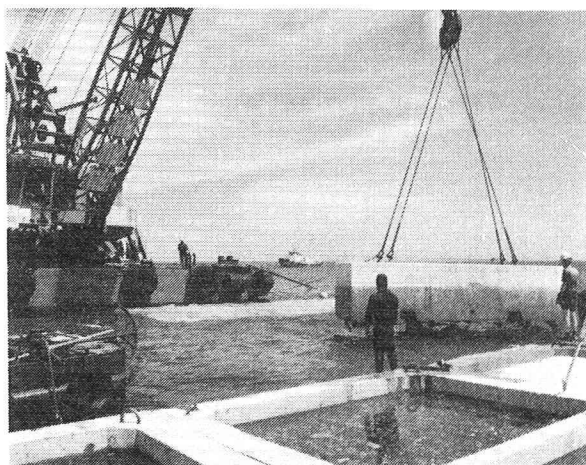


写真1 潜堤方塊設置状況

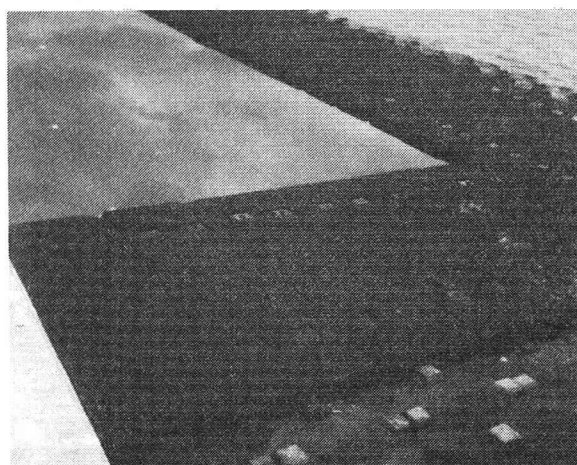


写真2 潜堤完成写真

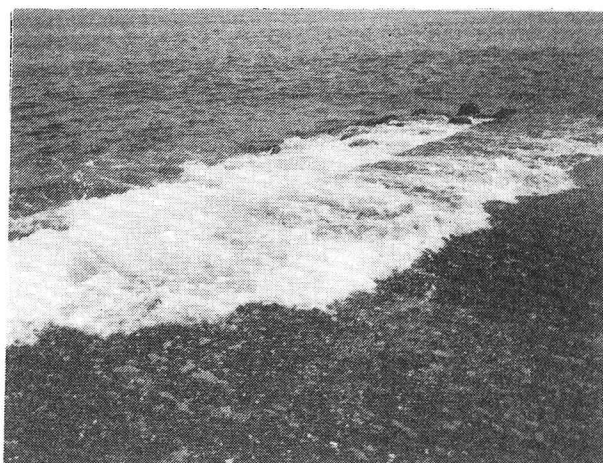


写真3 調査時波浪状況



写真4 染料拡散状況

何らかの非常時安全措施を要する。

1) は、今後の調査研究課題とされるべきものであろう。2) については、導水孔背後に減勢工と称する板を設置することで噴流の勢いを減じることとしているが、その効果の真偽と、逆に低流速時の悪影響が懸念される。このことに関しては、現在数値模型によるシミュレーションにより検討を進めている。3) の低潮時対策としては、機械駆動のポンプや曝気装置などを常備しておくような考え方もあるが、今回実験的な措置として部分的に潜堤の天端高を変えることで対処しようと考えている。これらの結果についても、機会があれば、随時報告していきたいと思う。また、施設完成後は、さらに長期にわたる導水機能調査や港内伝達波高・流動環境調査あるいは水質変動等に関する現地調査を行い、漁港内に造成される蓄養場の水質保全手法の確立に寄与して行きたいと考えている⁶⁾。

富山市四方漁港では全国でも希な、波のエネルギーを利用した海水導入工法を用いた漁港内水域の水質管理を行おうとしている。良好な水環境を有する水域は、単に水産活動に有用で、漁業収益の向上と安定化が図られるばかりでなく、人々に潤いとやすらぎを与え、さらには海洋性レクリエーションの基地としての活用も期待される。漁村域の核とも言える漁港がこれらの要件を満たし、同時に効果的な背後地の整備等の施策がなされたとすれば、その漁村域の活性化に大きな手助けとなろう。図6にそのような漁村域の理想図を示した。

なお、本調査は漁港施設費により実施した。

【参考文献】

- 1) 山本正昭, 中泉昌光, 間辺本文, 森口朗彦: 海水導入を目的とした潜堤付孔空き防波堤の開発, 海洋開発論文集Vol.7, p137~142, 1991
- 2) 山本正昭, 中泉昌光, 間辺本文, 森口朗彦: 海水導入を目的とした潜堤付孔空き防波堤の開発, 水産工学研究所報告第13号, 1992
- 3) 田中輝男, 金子英樹: 四方漁港における潜堤付孔空き護岸の設計について, 平成3年度水産工学研究推進全国会議講演集, p40~45, 1991
- 4) 社団法人資源協会; 浅海養殖, 大成出版
- 5) 沿岸漁場整備開発事業構造物設計指針編集委員会編: 沿岸漁場整備開発事業構造物設計指針(昭和59年度版), 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会
- 6) 森口朗彦: 漁港内の水質保全, 平成3年度水産工学研究推進全国会議講演集, p13~18, 1991

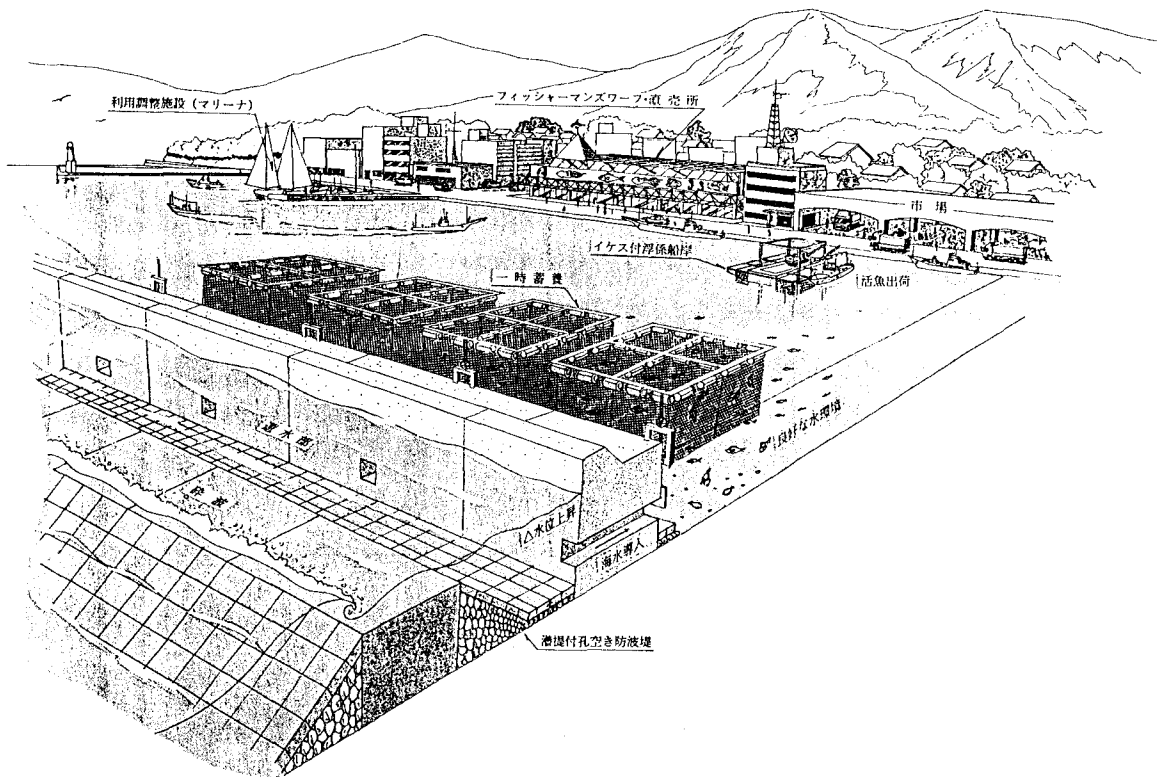


図6 潜堤付孔空き防波堤の概要と効果