

多孔式の魚礁効果

森平倫生*・笹島 博**・久保省吾***

1. はじめに

七尾港は石川県能登半島中央部の七尾湾に位置する重要港湾で、天然の良港として古くより沿岸貿易で栄えた港である。本港の府中地区防波堤は、港内小型船舶だまりの静穏度を確保するため設けられた島式防波堤であるが、船だまりに入出港する船舶の大型化に伴う船舶安全航行の観点から、昭和51年防波堤法線を変更し構造を改良する計画が決められた。この地区は地盤沈下が著しく、府中防波堤は一時水面下に没したこともあり、防波堤設計に際しては、鋼管矢板式、さん橋式、直立消波堤、透過壁ブロック堤等が検討されたが、透過壁ブロック堤

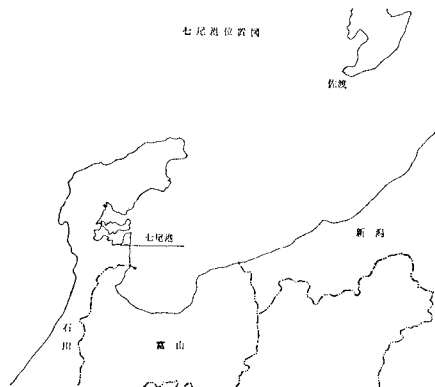


図-1 七尾港位置図

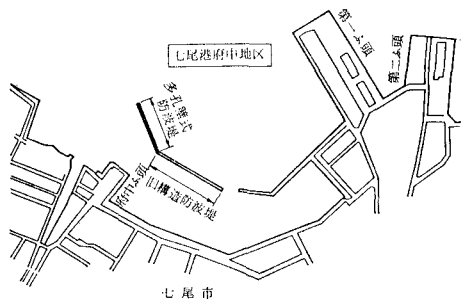


図-2 七尾港多孔壁式防波堤位置図

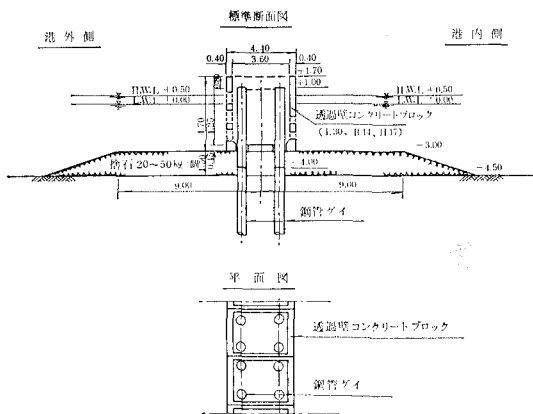


図-3 七尾港多孔壁式防波堤構造図

構造が採用された。透過壁ブロックを用いた多孔壁式防波堤が採用された主たる理由は以下の通りである。

- i) 地盤が軟弱であり、沈下、すべり等の制約条件を緩和するため、堤体重量の軽減を図る必要があること。
- ii) 港口部への影響を少なくする低反射構造が必要なこと。
- iii) 地盤沈下に伴い基礎の沈下が生じた場合、基礎捨石を補充する際コンクリートブロックの据直しにより防波堤天端高を容易に変更することができること。
- iv) 港内水質の浄化に役立つこと等である。

この多孔壁式防波堤は、その構造が人工魚礁として海底に沈設される中空コンクリートブロックに似ており、設計上の諸要請からの効果以外に、魚類のい集効果や産卵育成効果など人工魚礁としての効果も期待できるものと考えられる。この効果を計測するべく、我々は七尾港多孔式防波堤近傍の生態系調査を実施したが、本報告はその結果をとりまとめたものである。

2. 調査方法

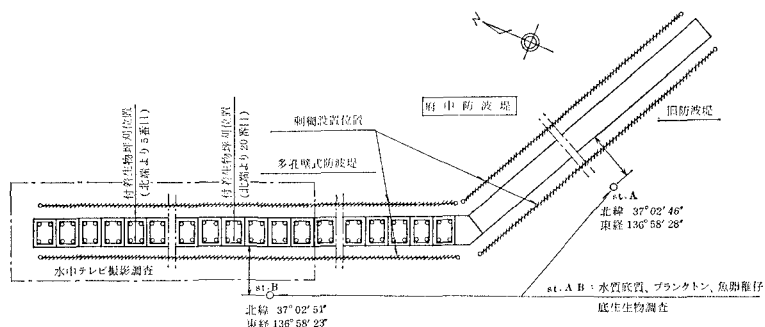
(1) 調査計画

調査に当り、まず防波堤周辺の生物に影響を及ぼす環境を把握する必要がある。環境要因として水質、底質を調べることとした。また、生息している生物を直接的に捉えるため、プランクトン、魚卵稚仔、底生生物、付着生物、周辺遊回魚を採取・分析することとした。更に調

* 正会員 工修 元運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所所長
(現大臣官房海洋課長)

** 正会員 工修 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所調査課長

*** 正会員 工修 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所

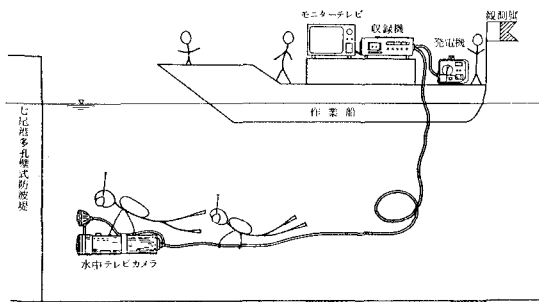


図—4 調査位置図

査地点周辺の状況を視覚的に捉え、試料採取・分析による不備を補うため潜水観察及び水中テレビによる撮影を行うこととした。調査時期としては、季節的变化を把握するため夏季(昭和53年8月23日～25日)及び冬季(昭和54年1月17日～18日)の2回実施することとした。また、旧構造防波堤(重力式)と新構造の多孔壁式防波堤との差異を把握するため 図—4 に示す箇所を選定した。

(2) 調査項目及び調査方法

現地調査では 図—5 に示す観測用作業船を用い、水質、底質、プランクトン、魚卵稚仔、付着生物等の試料

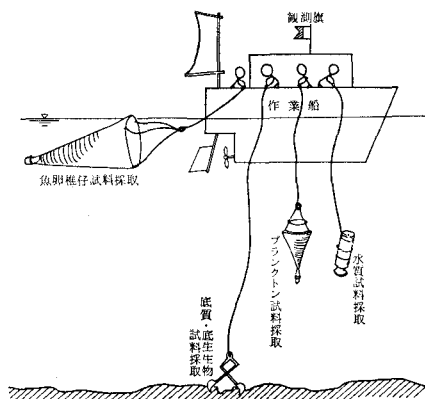


図—7 水中テレビ撮影要領図

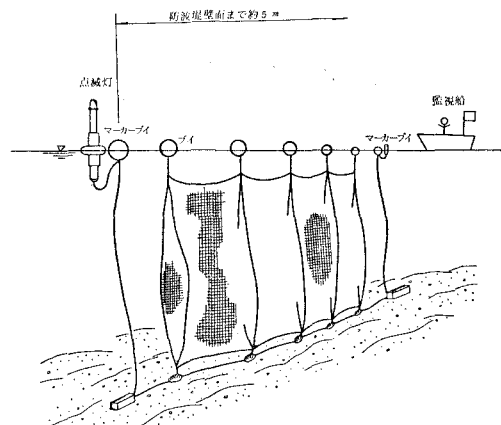
表—1 調査項目

調査項目		夏季調査	冬季調査
水	水温	○	○
	透明度	○	○
	水色	○	○
質	pH	○	○
	塩素量 (cl)	○	○
	溶存酸素量 (DO)	○	○
	総窒素 (T-N)	○	○
	総リン (T-P)	○	○
底質	粒度組成	○	○
	含水率	○	○
	強熱減量 (IL)	○	○
	硫化物	○	○
	総窒素 (T-N)	○	○
	総リン (T-P)	○	○
生物	植物プランクトン	○	○
	動物プランクトン	○	○
	魚卵稚仔	○	○
	底生生物	○	○
付着生物	坪刈り	○	○
	潜水観察	○	○
	水中TV撮影	○	
	刺網	○	○
	潜水観察	○	○
	水中TV撮影	○	

○印は実施項目を示す



図—5 調査方法要領図



図—6 刺網設置要領図

を採取する一方、図-6に示すように刺網を用いた魚類捕獲、図-7に示すように水中テレビ撮影による水中観測を実施した。調査項目を表-1に示す。各調査項目ごとの調査方法は以下のとおりである。

a. 水質 北原式採水器及びバンドン採水器を用いた上層(海面下0.5m)、下層(海底上0.5m)から採水し、pH、塩素量、溶存酸素量、総窒素、総リンについて分析した。また、水温、透明度、水色については船上より測定した。

b. 底質 港研式採泥器を用いた資料を採取し、粒度組成、含水率、強熱減量、硫化物、総窒素、総リンについて分析した。

c. プランクトン 植物プランクトンはバンドン採水器により採水した海水1ℓを分析した。動物プランクトンは北原式定量プランクトンネット(網目0.95 μ)を海底より海面まで垂直に曳網し採取したものを分析した。

d. 魚卵稚仔 魚卵稚仔は丸中式稚魚ネット(網目328 μ)を海面直下約2ノットで10分間曳網し採取した。

e. 底生生物 底生生物は港研式採泥器を用いた海底土を採泥後1mmフルイで洗い流したものを資料とした。

f. 付着生物 付着生物は防波堤の内外壁面及び鋼管杭に付着(0.32 $\times$ 0.32m)を当てその中に入る生物を刈り取り分析した。

g. 魚類 魚類については、新旧防波堤の周囲に刺網を設置し捕獲した魚種の判定、体長の測定を行った。

3. 調査結果

(1) 環境要因としての水質、底質の調査結果

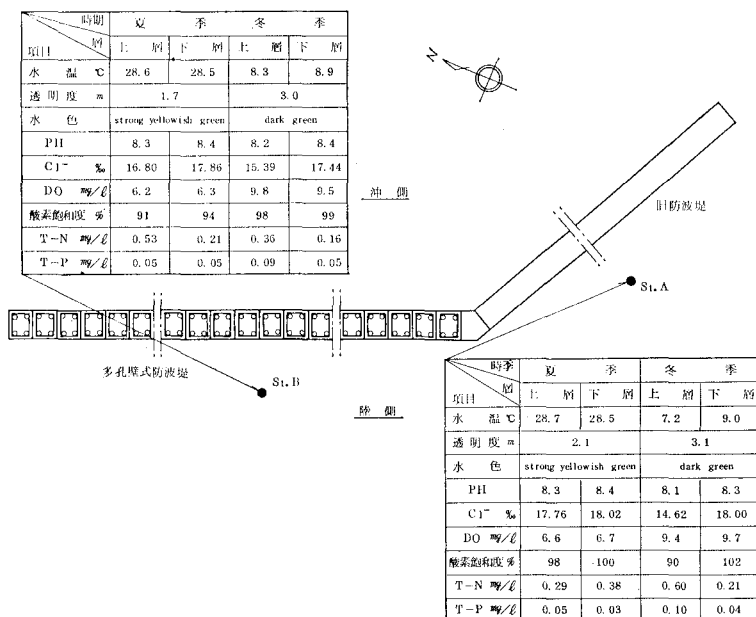


図-8 水質調査結果

a. 水質 水質調査結果を図-8に示す。各項目について明らかとなったものは以下のとおりである。

- 水温は夏季約28℃、冬季約8℃で測定地点間の差は認められない。
- 透明度は2~3mで冬季が良好となっている。測定地点間で顕著な差は認められない。
- 水色は通常海域にみられる strong yellowish green 及び dark green であった。
- pHは8.1~8.4と弱アルカリ性で、地点間、季節的变化は特に認められない。
- Cl⁻は約15~18%で陸水の影響を受け冬季の上層が若干低くなっている。
- DOは6~10mg/ℓ、酸素飽和量は91~100%で地点間及び季節的变化は認められない。
- T-N、T-Pはそれぞれ0.2~0.5、0.05~0.10mg/ℓで富栄養化の傾向が認められた。

b. 底質 底質の調査結果を図-9に示す。各項目について明らかとなったものは以下のとおりである。

- 粒度組成はシルト質砂及び粘土が主体である。
- 含水率は旧防波堤近傍が高く、冬季が高い。
- 強熱減量も旧防波堤近傍が高く、冬季が高い。
- 硫化物は0.2~2.3mg/gで底生生物にとってはかなり悪い底質である。
- T-N、T-Pはそれぞれ300~2000、400~1200mg/kgを示しており比較的汚染が進行した状態である。

(2) 生物捕獲及び観察結果

a. プランクトン ミクロプランクトンとしては、夏季には *Skeletonema costatum* 等の珪藻綱及び *Dictyocha fibula* 等の有色鞭毛虫綱等9種、冬季には *Chaeteceros Subsecundus* 等の珪藻綱及び *Helicostomella subblata* 等の繊毛虫綱等8種の優先種が出現しており、またマクロプランクトンとしては、夏季には *Noctiluca scintillans* 等の有色鞭毛虫綱及び *Paracalanus crassirostris* 等の甲殻綱等5種の優先種が出現していた。測定位置間の差異はほとんど認められないが、夏季から冬季にかけて冷水性のプランクトンが出現して来ている。しかし、暖水性のプランクトンである *Chaeteceros curvisetis* が依然として冬季にも優先種であることから、七尾湾は暖海性の湾であることがわかる。また、ミクロプラン

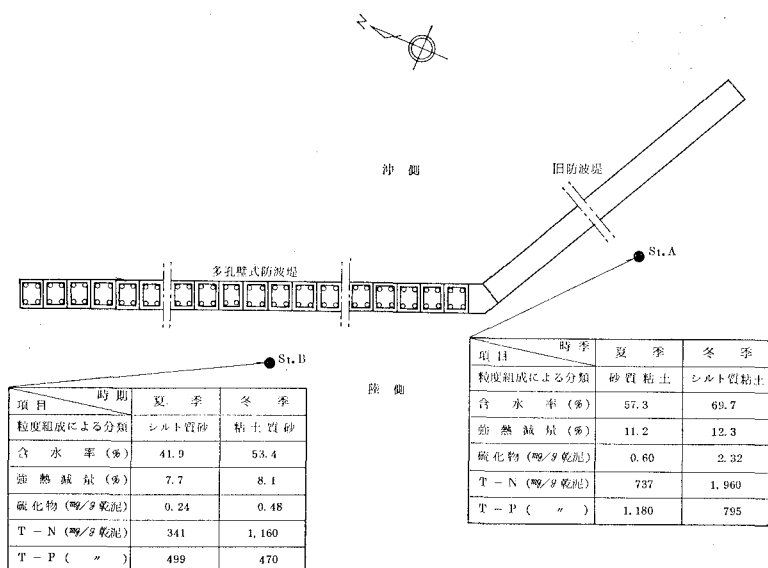


図-9 底質調査結果

クトンの細胞数は、夏季 350~550 細胞/ml, 冬季 250~400 細胞/ml となっており内湾高栄養域にしてはプランクトン量は少ない。

b. 魚卵・稚仔 魚卵, 稚仔は夏季にのみ採取された。旧防波堤近傍ではカタクチイワシの魚卵 3 個, ハゼ科の稚仔 1 個に対し, 新防波堤近傍では魚卵 1 個, 稚仔としてネズボ 3 個, ハゼ 9 個, サイウオ等 2 個と新防波堤近傍でより多く採取された。

c. 底生生物 当海域底質はかなり汚染の進行した状態であるため夏季冬季とも 1 個体も採取されなかった。

d. 魚類 刺網による魚獲物調査では、図-10 に示すように夏季には、クロダイ 14 尾, ウミタナゴ 4 尾, ヒイラギ, イシダイ, ボラ, コノシロを各 1 尾計 22 尾, 冬季には、ヒイラギ 8 尾が捕獲された。夏季, 冬季とも旧防波堤近傍よりも新防波堤近傍でより多く捕獲された。体長は夏季 15~20 cm, 冬季 7~14 cm であった。

e. 潜水観察及び水中テレビ撮影 夏季には潜水観察以外に水中テレビ撮影を実施したが、刺網に魚獲されたものの他シマハゼ, マハゼ, アミメハギ, サヨリ等が観察された。位置的に最も多く魚類が確認されたのは、多孔壁式防波堤の内部であり、次にその周辺で、旧防波堤周辺に比べその量は多かった。冬季には、潜水観察のみ実施したが、シマハゼ, ヒイラギ, ハゼ等が多孔壁式防波堤周辺で観察され、旧防波堤周辺にはほとんどみられなかった。

f. 付着生物 付着生物の優先種はシロホヤ, タテジマフジツボ, サンカクフジツボ, サラサフジツボ, ホトトギスガイ, フサコケムシであり、ケーソン浸水日数の差, 夏季冬季の差はほとんどみられない。ただ、夏季の

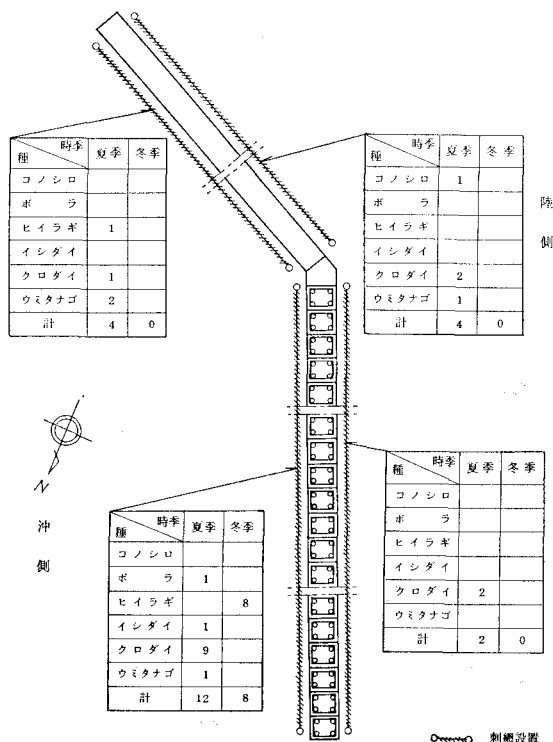


図-10 魚獲物調査結果

ケーソン内鋼管杭で緑藻類のミルが優先種となっており明瞭な差となっている。鉛直的な分布をみると上層部ではフジツボ類, ホトトギスガイが圧倒的であるのに対し, 下層部ではシロホヤが優先している。また、浸水日数の短いケーソンでは夏季より冬季に付着生物が多くなっており、日を追うにつれて付着量が高まり安定した状態

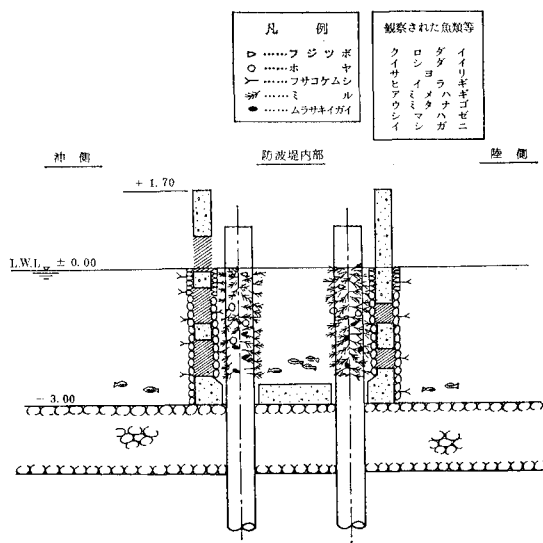


図-11 (その1) 多孔壁式防波堤付着生物

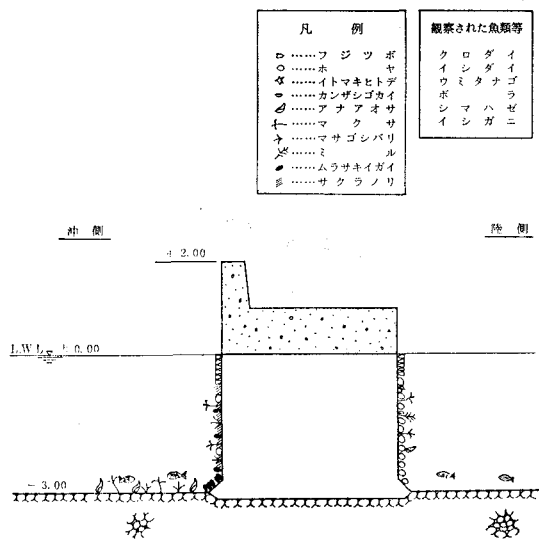


図-11 (その2) 旧防波堤付着生物

に近づいてきている。また、浸水日数の長いケーソンでは、夏季から冬季にかけてフジツボからホヤへの変化がみられ、ホヤ類が卓越してくる傾向が確認できた。図-11には潜水観察による新旧防波堤の付着生物を示す。

4. 七尾港多孔壁式防波堤の魚礁的效果

人工魚礁として用いられているコンクリートブロック

はその構造が大部分正立方形で1辺の長さが1~1.5m, 側面又は各面に窓をもつ構造となっている。また、人工魚礁の設置水深は培養型魚礁で0~30m, 魚獲型魚礁で4~130m, 水深20~40mに最も多く設置されている¹⁾。魚類が魚礁に集まる理由については、各種の説が論じられているけれども定説といったものではなく、魚類が本能的に物陰に集まる習性が主要因で、その他魚礁に発生する付着生物等の天然餌料が魚を誘引しかつ滞留することであるとされている。

本防波堤の集魚効果を人工魚礁の集魚効果と対比すると、魚類が本能的に物陰に集まる習性を持つことに対しては、本防波堤はその物陰を提供する構造となっている。また、魚礁に発生する天然餌料が魚を誘引しかつ滞留せしめることに対しては、本防波堤は付着生物の付着基盤を増大させる構造となっている。これらは現地調査によって以下の事実が確認されたことにより裏づけられたと考えられる。

i) 水質等環境要因のほぼ等しい旧構造防波堤周辺よりも多孔壁式新防波堤周辺及びケーソン多部に多くの魚類が確認されたこと。

ii) フジツボ、コケムシ等の天然餌料が多孔壁式ケーソンの内部壁面や鋼管杭に豊富に確認され、これらを餌とするイシダイ等の魚が観察されたこと。

5. おわりに

今回の現地調査によって、旧防波堤に較べ多孔壁式防波堤により大きな集魚効果のあることが確認されたが、構造物が築造されてから時間的にあまり経過しておらず今後の現地調査で追跡してゆきたいと考えている。また、七尾港多孔壁式防波堤は水深4.5mと浅海に位置しているため、今後大水深の防波堤のもつ魚礁的效果についても検討を加えてゆきたい。

最後に本調査を実施するに当たり、御協力、御指導を願った運輸省第一港湾建設局七尾港工事事務所瀬川所長、現地調査に当たった株式会社日本港湾コンサルタントの皆さんに感謝致します。

参考文献

- 1) 魚礁総合研究会：人工魚礁の理論と実際（I）基礎篇，水産増殖叢書 26
- 2) 大島泰雄：人工魚礁，水産増殖叢書 8