

遊水室型海水交換防波堤の実海域での 適用事例と導水特性について

PRACTICAL APPLICATION OF A WATER EXCHANGE BREAKWATER OF
WATER CHAMBER TYPE AND ITS PERFORMANCE IN THE FISHING HARBOR

神野充輝¹・小野塚孝¹・中村孝幸²

Mitsuteru JINNO, Takashi ONODUKA, Takayuki NAKAMURA

¹正会員 株式会社三柱 (〒135-0034 東京都江東区永代1-13-5)

²正会員 工博 愛媛大学大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

In the previous study, we have proposed a water chamber type water exchange breakwater, in which the unidirectional current is excited by the vortex flows driven by wave motions in the water chamber. It has also a great deal of wave energy dissipation function, typically low wave reflections and transmissions. Recently, this type of breakwater was newly constructed in Genji-gaura Fishing Harbor, Aomori Prefecture. It aims to keep sea water quality good condition in the live fish preservation pond located behind the harbor breakwater.

In this study, the field test results regarding the water exchange function of the new breakwater were presented and effectiveness of the breakwater was discussed extensively.

Key Words : Water chamber type water exchange breakwater, vortex flows, wave motions in the water chamber, the water exchange function, the live fish preservation pond

1. はじめに

近年、港内の水質・底質環境の改善を目的として、自然エネルギーである波浪を利用した様々な構造形式の海水交換防波堤が開発され、各地で設置されている。これら従来型の海水交換工法は砕波あるいは越波による水位上昇を利用することにより港外の海水を港内へと導水するものである。

既に中村ら^{1), 2)}は、これらに代わる新しい構造形式として、図-1に示すような遊水室内での波浪共振により大きな渦流を垂下版下部に発生させてエネルギーを逸散する消波構造体とその下部に設けた通水部から構成される遊水室型海水交換防波堤を提案し

ている。この防波堤の特長としては、波による渦流れを利用して港内の海水を港外へ排出でき、また反射・透過波も低減できることが実験により確認されている。

今般、青森県横浜町の源氏ヶ浦漁港内に新設される蓄養水面の水質維持を目的として、初めて遊水室型海水交換防波堤が北防波堤の一部に採用された。そこで、実海域における遊水室型海水交換防波堤の導水特性について検証するために現地調査を行ったので、その結果について報告する。

また、大分県亀川漁港においても港奥部の水質改善を目的として、遊水室型海水交換防波堤が採用されたので、適用事例として紹介したい。

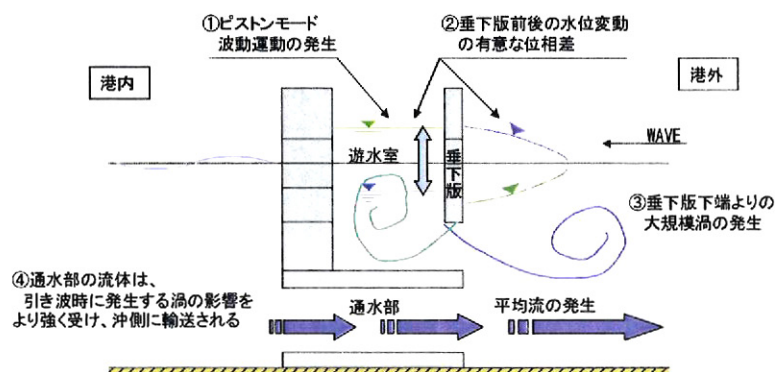


図-1 遊水室型防波堤の平均流発生機構

2. 源氏ヶ浦漁港での適用事例と導水特性

(1) 配置計画及び採用断面

源氏ヶ浦漁港は、図-2(a)に示すように青森県下北半島の中間部の陸奥湾側に位置する第1種漁港である。

今回、新設される北防波堤背後には、蓄養施設の設置が計画されており、水質の維持が必要となる。

遊水室型海水交換防波堤により生じる港内の海水移動は、既に報告されているように³⁾、港口から遊水室型海水交換防波堤通水部への平均流が形成されることを平面水槽における濁度実験により確認されている。

この特性を利用し、蓄養水面前の新設防波堤 $L=16.5\text{m}$ 区間に、図-3および写真-1に示すような通水函と直立消波函塊からなるユニット式の遊水室型海水交換防波堤を採用することで、延伸計画のある北防波堤周辺に、図-2(b)に示すような流れを形成し、蓄養水面的水質の維持を図るものである。

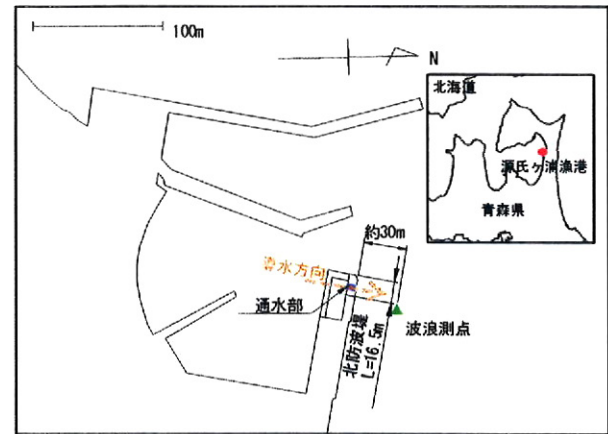
通水函は、1函設置しており、1スパン5mで2.225m $\times$ 0.8mの通水口を2箇所設けている。

(2) 調査概要

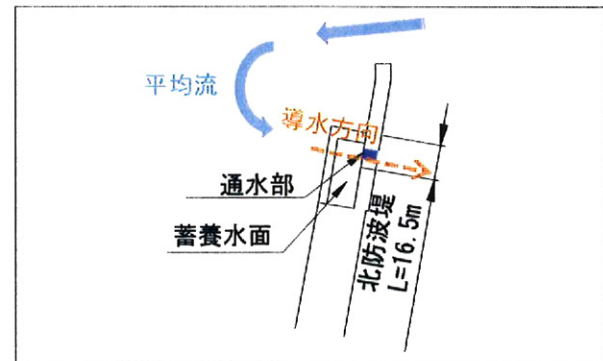
現地調査は、平成20年12月10日12時から22日7時までの間の堤体下部の通水函内の流況と図-2(a)の▲で示した地点での波浪を調査した。測定には、通水部内の港内側に設置した電磁流速計（JFEアレック製、COMPACT-EM）と堤体から約30m沖に設置した水圧式波高計（（有）アイオーテック製、WAVE HUNTER）を用いた。これらのサンプリング条件を表-1に示す。

(3) 調査結果

図-4に、波浪観測点における主波向および水深の測定結果を示す。この図より、調査期間中の主波向はほぼ $280\sim 320^\circ$ の範囲に分布しており、16方位にするとWNW～NW方向となり、堤体に対して斜めから入射する波浪であった。



(a) 暫定時平面図



(b) 完成時平面図

図-2 源氏ヶ浦漁港平面図

また、図-5、6に、有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ の測定結果と、1時間当りの期待導水流量 $Q(\text{m}^3)$ を示す。1時間当りの期待導水流量 $Q(\text{m}^3)$ は、通水函内において5分間に測定された流速（600データ）を1時間当りの平均流速とし、(1)式より求めた。

$$Q = 12 \times A \times \sum_{i=1}^{600} (V_i \cdot \Delta t) \quad (1)$$

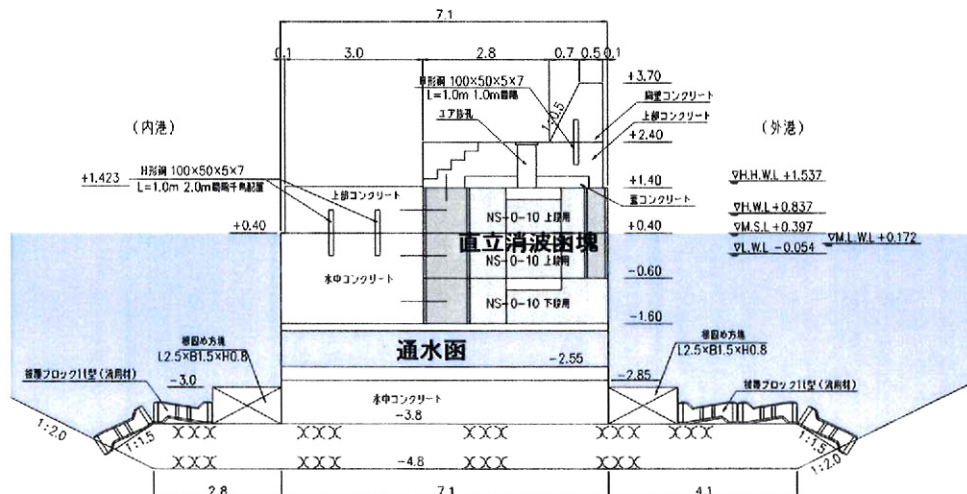


図-3 源氏ヶ浦漁港北防波堤標準断面図

ここに、 A ：通水函の通水面積(m^2)
 V_i ： i 番目の測定流速値(m/sec)
 Δt ：流速測定間隔(0.5sec)

この際、沖向きへの流量を負と定義している。

図-6より、調査期間中、導水流量はほとんど負の値となっていることから、遊水室型海水交換防波堤により効果的に港内水が港外へと排出されていると考えられる。

また、遊水室型海水交換防波堤の導水流量は、来襲波浪の周期に依存しており、長い周期になるほど増加することを実験により確認している^り。図-5、6から有義波周期 $T_{1/3}$ の比較的長い時間帯では、港外側へ排出する流量も多くなっており、実海域においても水槽実験と同様の傾向があることが確認できた。



(a) 通水函



(b) 直立消波函塊

写真-1 ユニット式遊水室型海水交換防波堤

表-1 サンプルング条件

測定項目	計測器	サンプリング時間	サンプリング間隔	設置場所
流速・流向	電磁流速計	毎時5分間	0.5s	通水函内
波高・周期・波向	水圧式波高計	毎時20分間	0.5s	堤体前面

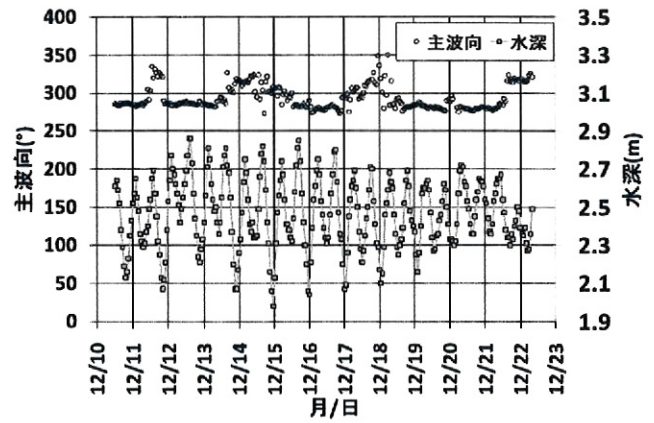


図-4 主波向と水深

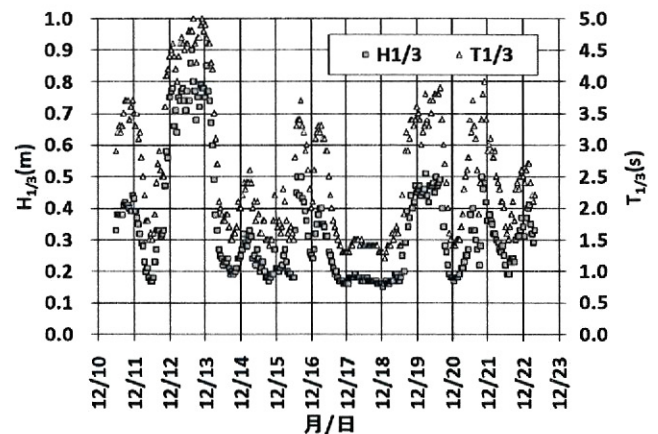


図-5 有義波高 $H_{1/3}$ と有義波周期 $T_{1/3}$

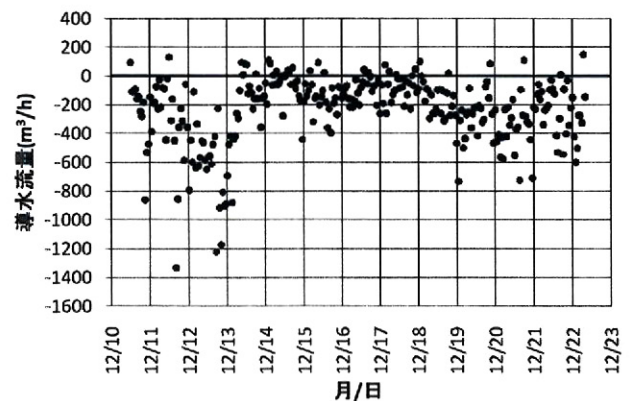


図-6 遊水室型海水交換防波堤の導水流量

(4) 現地調査結果と実験結果との比較

次に、導水流量について現地調査結果と断面2次元水槽で行った実験で得られた結果との比較を行う。

ここでは、図-5より現地調査において有義波高 $H_{1/3}$ および有義波周期 $T_{1/3}$ が比較的ばらつきのなかった期間①12/12の0時～23時と期間②12/18の19時～12/19の18時までの1波当たり・奥行き1m当りの平均流量を算定し、これを進行波による半周期間の移動水塊量で除した無次元導水流量 Q^* と実験で求めた Q^* とを比較した。

この際、比較に用いた実験結果は、図-7に示すような源氏ヶ浦漁港で採用された断面寸法に近い縮尺約1/10となる模型を用いて行われたものである。入射波条件は、波高 $H=10\text{cm}$ 、周期 $T=1.0\sim 2.4\text{s}$ の範囲の規則波である。

図-8は、縦軸に無次元導水流量 Q^* 、横軸には周期を表すパラメータとして遊水室内の水深に対する波長 L_m と断面特性長(遊水室幅 $B \times$ 垂下版吃水深 d) $^{1/2}$ の比を示す。この図から期間①での Q^* は実験結果の1/2程度しかない。これは、実験では堤体に対して直角方向からの規則波に対する結果であるが、実海域では潮汐の影響もあり、且つ本調査現場においては堤体に対して斜めからの不規則波であったため、実験結果よりも小さい導水流量になったと考えられる。

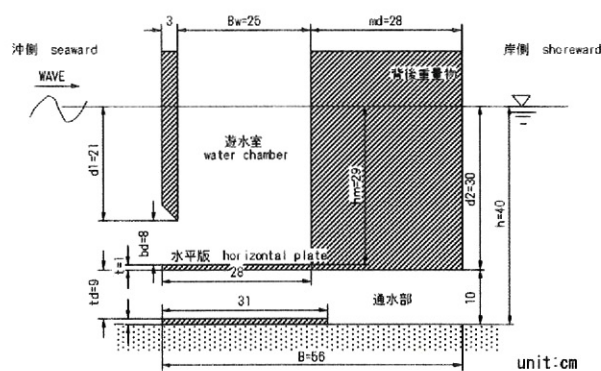


図-7 実験模型

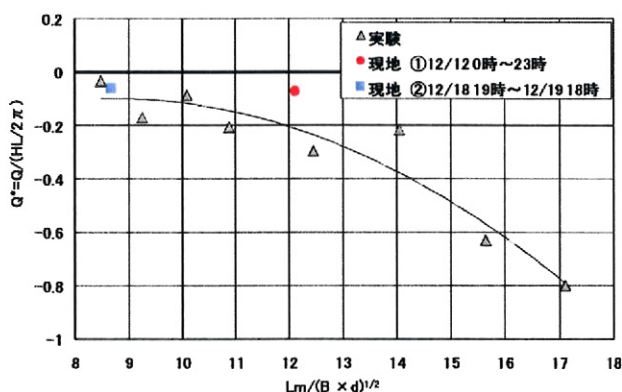


図-8 実験と現地との導水流量の比較

3. 亀川漁港での適用事例

亀川漁港は、図-9に示すように別府湾に面した大分県の中部に位置する第2種漁港である。

亀川漁港の港外側では、北向きの潮流が主流になっており港内への水の出入りが緩やかで港内に水が長く滞留しやすい環境にある。そのため、港外と港内の海水交換が十分でないことから港内の水質が悪化しており、港内の水質の改善が求められていた。

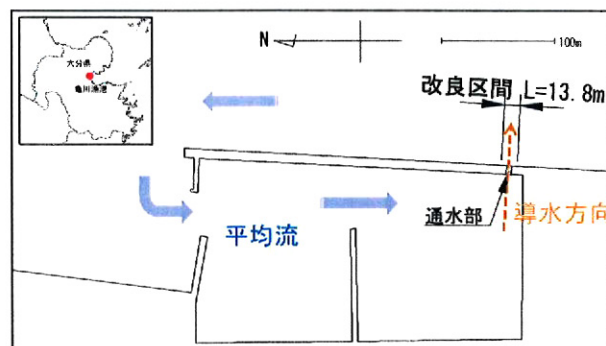


図-10 亀川漁港平面図

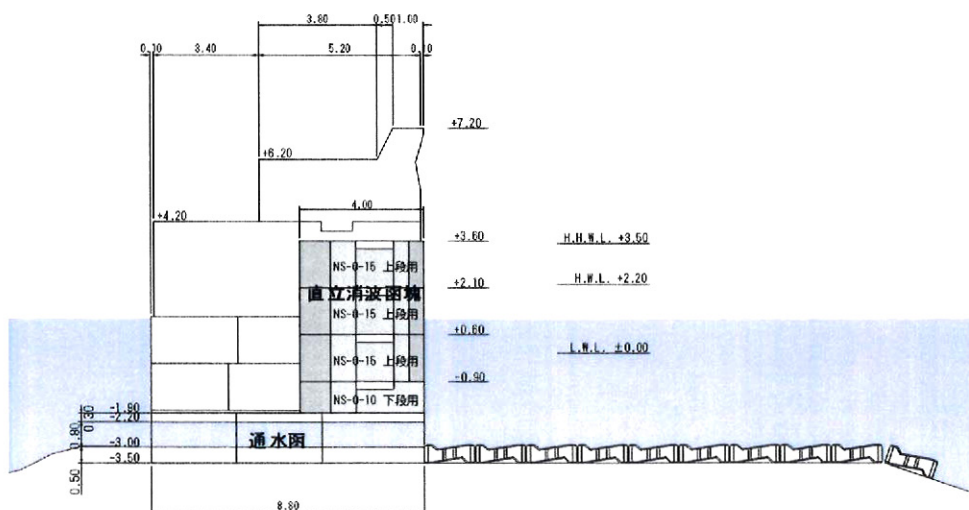


図-9 亀川漁港標準断面図

このため、既設防波堤の港奥部 $L=13.8\text{m}$ 区間を撤去し、常時波浪に対しても効果的に港外と港内の海水交換を行うことのできるユニット式の遊水室型海水交換防波堤が設置されることとなった。標準断面図を図-10に示す。

これにより、港奥の海水を港外へ排水することで港口部から新鮮な海水が流入し、図-9に示すような平均流を形成することによって、港全体の水質改善が期待できる。

4. まとめ

- 1) 源氏ヶ浦漁港の現地調査結果より、実海域においても遊水室型海水交換防波堤は、港内水を港外へ効果的に排出することができる。
- 2) 実海域での期待導水流量を実験結果から推定する際には、波の不規則性、主波向および潮汐の影響を考慮する必要がある。
- 3) 港奥付近の既設防波堤の一部を遊水室型海水交換防波堤に改良することで、港内水質の改善につながる港口部から堤体へ向かう平均流が形成される。

謝辞：源氏ヶ浦漁港での現地調査の実施にあたり、横浜町役場、青森県漁港協会の関係諸氏、極東興和(株)藤田氏にご協力頂いた。現地調査の遂行、データ解析にあたっては、(独法)水産総合センター水産工学研究所中山氏、(株)アルファ水工コンサルタンツ綿貫氏に多大なご協力、ご指導を頂いた。また、亀川漁港の事例紹介にあたっては、大分県農林水産部漁港漁村整備課の関係諸氏にご協力、ご指導頂いた。ここに記して感謝を表する。

参考文献

- 1) 中村孝幸，大村智宏，大井邦昭：渦流制御を利用する海水交換促進型防波堤の効果について，海岸工学論文集，第50巻，pp.806-810，2003.
- 2) 中村孝幸，中山哲巖，大村智宏，槇本一徳，兼貞徹：遊水室型海水交換防波堤の効果に及ぼす通水部構造と基礎マウンドの影響について，海岸工学論文集，第53巻，pp.736-740，2006.
- 3) 中村孝幸，大村智宏，槇本一徳，大井邦昭：波による渦流れを利用する海水交換防波堤の港湾域における効果について，海岸工学論文集，第52巻，pp.711-715，2005.