

多胴船型浮消波堤の消波性能 ——特に消波板の吃水影響について——

Transmission Coefficients of Multi-Body-Type Floating Breakwater
——Effects of draught——

高 岩 千 人*・木 下 健*

Kazuhito TAKAIWA and Takeshi KINOSHITA

1. 結 言

これまでの多胴船型浮消波堤に関する一連の研究により、本堤が小排水量で高い消波性能を有し、かつ反射波が非常に小さいという点が実験的に確認されている。¹⁾

一方、堤体の形状については、図1に示すように、これまで断面形状や堤体の長さ、間隔などを実海面での稼働や、施工性を考慮した形状に改良しつつ、実験を繰り返してきた。ところが、図1に示すパイプフロートタイプは、浮消波堤の基本性能である消波性能について、こ

れまでのタイプに比べ同じ状態で同様の消波性能が得られていない。本堤の消波性能は文献2)で堤体間隔が最も大きく影響することがわかっているが、その他、消波性能を左右する要因として堤体の形状、係留状態など考えられ、この点をみるため、たとえば、堤体間の入射波の相互干渉を促進させるため堤体に背板を取り付けた形状のものや、係留状態を変化させて実験を行ったが消波性能に顕著な影響は見られなかった。³⁾そこで、細かく状態が変化できるように小さい模型を用いた実験を行い本堤

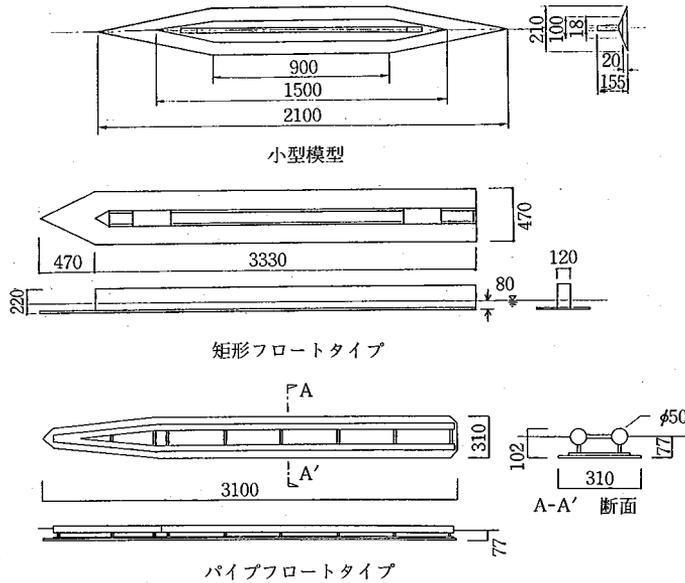


図1 多胴船型浮消波堤の形状 (単位 mm)

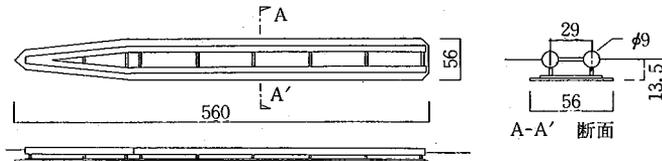


図2 供 試 模 型 (単位 mm)

* 東京大学生産技術研究所 第2部

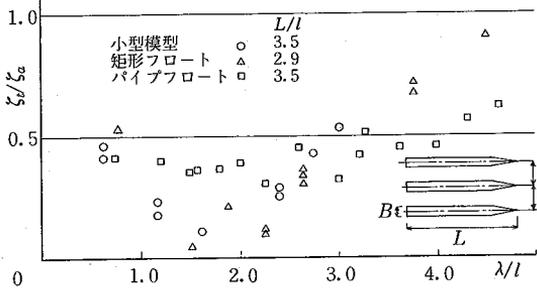


図 3 透過波係数；小型模型，矩形フロート，パイプフロートタイプの比較

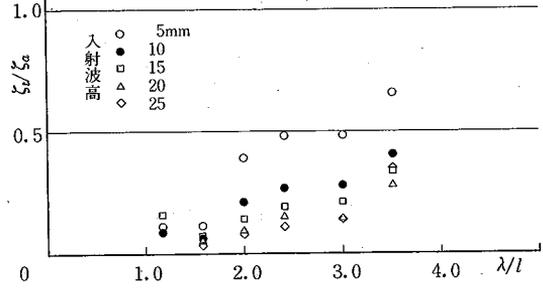


図 6 透過波係数；固定状態，吃水 9 mm

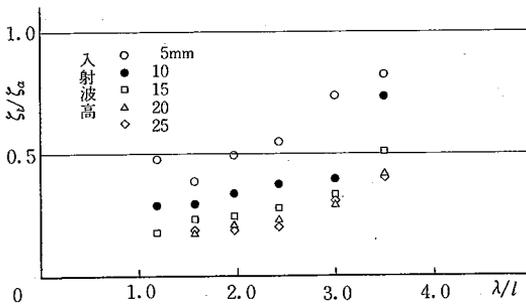


図 4 透過波係数；固定状態，吃水 13.5 mm

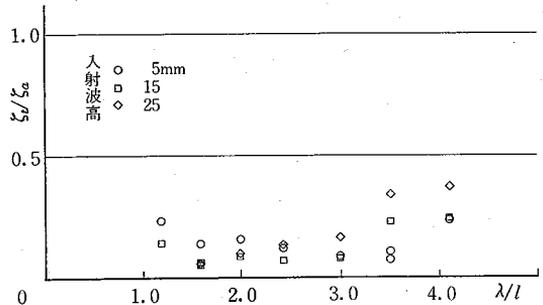


図 7 透過波係数；固定状態，吃水 5 mm

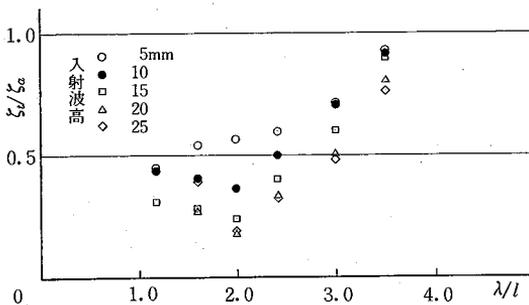


図 5 透過波係数；係留状態，吃水 13.5 mm

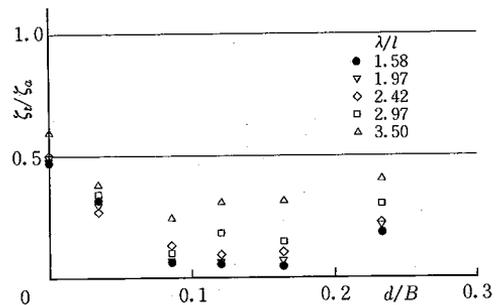


図 8 吃水の影響；入射波高 25 mm

の消波性能を左右する要因について調べた。

2. 実験概要および結果

実験は、6.1×0.48×0.345 m の小型 2 次元水槽で行った。供試模型は図 2 に示してあるものを 3 体平行に並べて基本的には固定して実験を行った。実機との想定スケールは 1/55 である。

図 3 は透過波振幅 (ξ_i) を入射波振幅 (ξ_a) で除した透過波係数についてこれまでの係留状態での実験結果をまとめたものである。横軸は波長 (λ) を堤体の間隔 (l) で無次元化したものである。

図 4 は固定状態での透過波係数であり、吃水 ($d=135$ mm) は係留状態で浮力が釣り合っている状態に合わせた。これは当初、運動により堤体の間隔が変化し消波性能が悪化していると考えられたので、この影響をみるため固定し間隔を一定に保たせたものと、堤体間をばねで

固定したものとを比較したものである。また、ここでは、入射波の波高影響が固定状態で、多くみられたので波高を 5 通り変化させている。図 3、図 4 のパイプフロートタイプの結果は、これまでの結果と比較して、係留状態、固定状態共、矩形フロートタイプ、小型模型に見られる $\lambda/l=1.5\sim 2.5$ の間の非常によく消波している点 ($\xi_i/\xi_a=0.1$ 以下) が見られない。

図 5 は、ばねにより堤体を結び運動をある程度許したものである。 $\lambda/l=2.5$ 以下で波高影響が少なくなっているが性能も悪くなっている。 $\lambda/l=2$ 以下では変化はあまりみられない。

図 6 は吃水を 9 mm に下げたものである。この状態でようやく $\xi_i/\xi_a=0.1$ 以下の値がみられた。この結果で吃水が消波性能を決定するもう一つの大きな要因であることがわかった。図 7 はさらに吃水を 5 mm にしたもので

研 究 速 報 である。図 6 に比べさらに広い周波数範囲でよく消波している。

図 8~10 は吃水の影響をみるため横軸に吃水 (d) を堤体の幅 (B) で無次元したものをとり、縦軸に透過波係数をとっている。図 8 は目標入射波高を 25 mm とした場合の結果である。 $d/B=0.08\sim 0.17$ の範囲でよく消波しているがさらに吃水を下げると逆に消波性能が悪くなっている。図 9, 10 は目標入射波高をそれぞれ 15 mm, 5 mm とした場合の結果である。傾向は図 8 と同じであるが波高が小さくなるに従って、吃水影響が顕著に表れるようになるのがわかる。特に $d/B=0.08$ で高い消波性能を示している。

次に、消波板に図 11 のように穴をあけ、渦の発生を促進させようとした結果を示す。図 12 はその結果で吃水は $d/B=0.08$ としてある。図 7 の実験結果を結んだ線を比較のため、図中に示した。 $\lambda/l=2.5$ 以上の特に波高が大きいものについて透過波係数が大きくなっている。穴の数を減らしたものについても実験を行ったが、これと同様の

結果となり、消波板にあげた穴は長波長に対して逆に性能を悪化させている。

3. 吃水影響に関する考察

前節で吃水が消波性能の重要なパラメーターであることが明らかになったが、本節ではそれに関する理論的考察を行う。

本消波堤は入射波に対して向波状態に設置されるが、入射波が来たとき、各断面は水と相対的に上下揺るような状態となる。そして、その上下揺の発散波が堤間で同調し、大きな上下流速を生み堤の底板縁部の造渦作用により、エネルギーが散逸する。したがって発散波振幅比 \bar{A} が大きいほどよく消波するということになる。図 13 は本堤の吃水を変化させた場合の上下揺についての発散波振幅比 \bar{A} を特異点分布法により計算したものである。この結果より波数を無次元化した KB が小さいとき ($KB=0.50, 0.40$)、 $d/B=0.07$ 付近に顕著なピークが

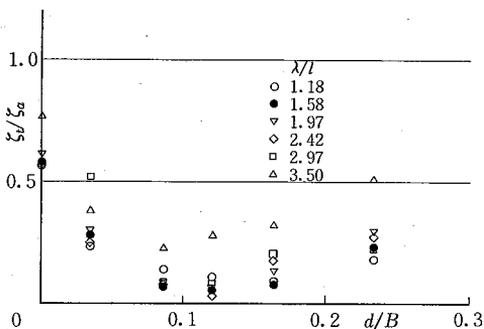


図 9 吃水の影響；入射波波高 15 mm

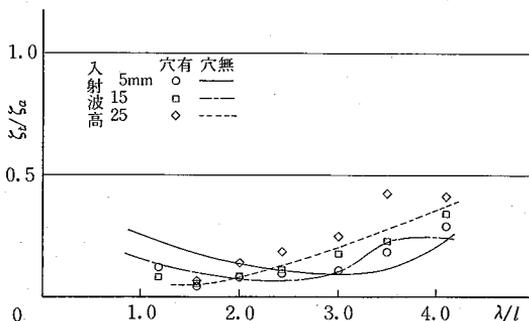


図 12 透過波係数；固定状態、吃水 5 mm、穴の影響

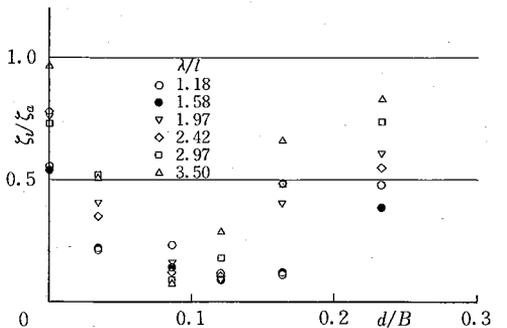


図 10 吃水の影響；入射波波高 5 mm

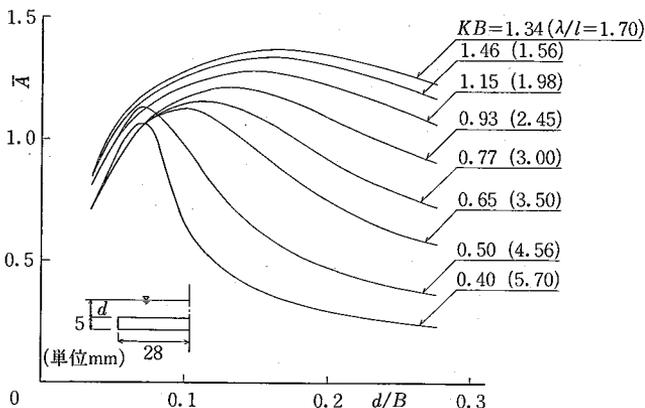


図 13 上下揺の発散波振幅比；吃水影響

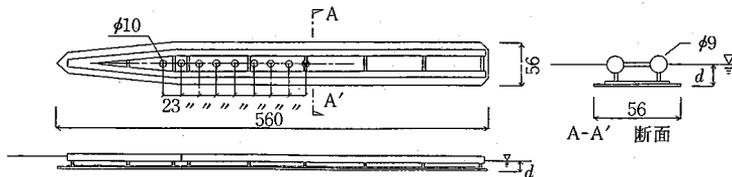


図 11 供試模型；穴の影響 (単位 mm)

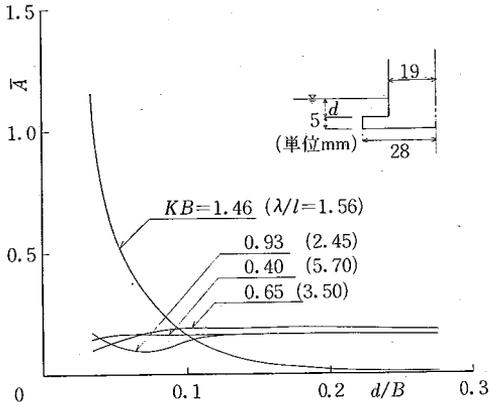


図14 上下揺の発散波振幅比；フロートの影響

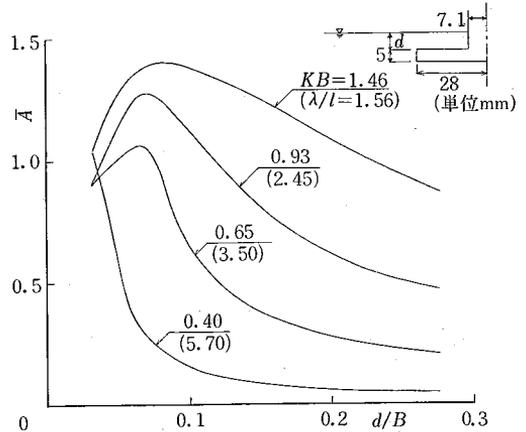


図16 上下揺の発散波振幅比；フロートの影響

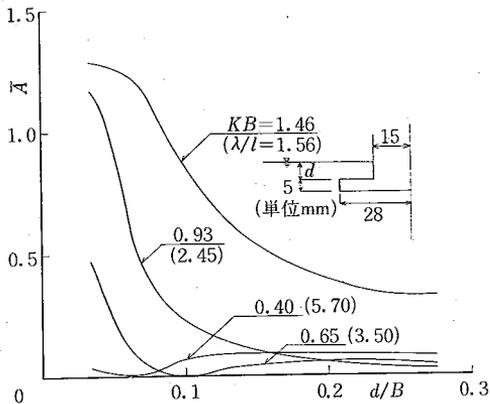


図15 上下揺の発散波振幅比；フロートの影響

表れるのがわかるが、このピーク周波数は図8~10で最もよく消波している吃水 $d/B=0.08$ に近接している。消波メカニズムは堤体による散乱波の干渉と造渦によるもので、現象は非線形であるが、吃水の影響については線形理論でもその傾向を示すことができるようである。しかし、浅い没水部を有する形状のためと造渦現象のため非線形性があり、波高影響は存在する。

次に、フロートの影響について考えてみる。本堤の吃水を5mmにするには、堤体の形状を浮力の関係上フロートに消波板を直接取り付けようになるが、そうした形状について同様に発散波振幅比 \bar{A} を計算した。

図14は、パイプフロートにはさまれた部分の流体が動かないものとして \bar{A} を計算した結果である。図13と比較して、まったく異なる傾向を示している。ここでは吃水影響は $KB=1.46$ 以外ではまったくみられず、全体的に \bar{A} は非常に小さくなっている。

図15は、パイプフロートの間隔を縮めたものである。多少、吃水による影響はみられるが $KB=0.65$ 以下になると、図14と同様 \bar{A} が非常に小さくなる。

図16は、さらにパイプフロートの間隔を、短くしたものであり、また、この寸法は、前節で示した矩形フロートタイプとフロートの幅と、消波板の幅の比が等しくなっている。図13の消波板だけの場合と比較して $KB=0.4$ では \bar{A} が小さくなっているが、 $KB=0.93$ 以上で d/B が0.1以下では逆に \bar{A} が大きくなっているのがわかる。また、図16より、この形状の最適吃水は $d/B=0.07$ 近辺と考えられ、文献1)の実験の場合 $d/B=0.16$ であり、より浅い吃水では、さらに消波性能が向上すると期待される。

以上、図14~16の結果からフロートの大きさや位置についても大きく消波性能に影響を与えると推測される。

4. 結 言

今回の小型模型による実験で、堤体形状のうち特に吃水の変化が、消波性能に大きく関与するということが解った。

また、この吃水影響は線形計算で発散波振幅比をみることにより、その傾向がつかめることが確認された。さらに、同様の計算からフロートの位置も消波性能に大きく影響することが推測される。

今後は、今回の理論的考察の実験的検証と尺度影響等を検討する方針である。 (1984年11月7日受理)

参 考 文 献

- 1) 木下健, 高岩千人, 根角幸明, 加藤俊司, 増田光一: 多胴船型浮消波堤について (第2報) 日本造船学会論文集, 第154号 (1983)
- 2) Kinoshita, Takeshi and Saijo, Ken-ichi: On the Multi-Body-Type Floating Breakwater, 日本造船学会論文集, 第149号 (1981)
- 3) 木下健, 高岩千人, 庄司邦昭, 田中藤八郎: パイプフロートによる多胴船浮消波堤の諸性能について, 第42回海洋工学懇談会資料 (1983)