

空気防波堤の現地実験について(2)

運輸省第三港湾建設局 正 曾我部隆久

〇 " 矢島 道夫

" 本村慎太郎

昭和43年1月に、大阪湾中央突堤基部南海岸通船溜りにおいて空気防波堤の現地実験を実施した。実験用空気防波堤の計画および設計、波高・流速等の観測方法、実験結果の一部については、参考文献の1)で既に発表した。また、折り返し回折図法を用いて空気防波堤の透過率の周波数特性を解析した結果が参考文献2)で発表されている。本論は、この現地実験の観測結果と消波効果に関する若干の考察を発表するものである。

1. 波高記録

波高記録は、ゼロアップクロス法により有義波、平均波、 $1/10$ 最大波及び最高波を求めたほか、エネルギースペクトルも算出した。これによると、実験時の波の状況は、空気防波堤の外側において、波高は0.2~0.65 m、周期は2.5~4.0 secで、設計対象波(波高0.6 m、周期

表-1 空気防波堤実験波高記録

波高記録	25				30				35				—	
	39.75		23.25		40.5		23.04		40.53		26.25		0	
	外	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外	内
H $\frac{1}{2}$ (m)	0.42	0.31	0.41	0.31	0.37	0.26	0.39	0.31	0.39	0.30	0.44	0.37	0.40	0.33
T $\frac{1}{2}$ (sec)	3.0	3.2	2.9	3.0	2.9	3.1	3.1	3.3	3.1	3.3	2.9	3.3	3.0	3.0

注) 波高計位置の外、内とは、波高計の設置地点が船溜りの外、内であることを示す。

3.0 sec)とよくあっているといえる。超音波波高計の記録について、4日間の有義波の平均値を、気泡管長、空気量別に、表-1にまとめた。これによれば、船溜り内の周期が、船溜り外の周期よりも、0.2秒程度長くなっている。これは、空気防波堤により、短周期成分の波は消波され、長周期成分の波は残っていることを示しているといえよう。波高については、船溜り内外の波高に差はみられるが、空気を送らない場合でも同様に波高の差がみられる。ここで注意しておくべきことは、船溜り内の波高として記録されている値は、空気防波堤を通過した波ばかりでなく、波除堤と空気防波堤との間の開口部を通過した波、船溜り内の反射波、航跡波等が含まれていることである。表-1によれば気泡管30 mで空気量40.5 m³/minの場合に最も効果があり、波高比で70%となっている。この結果は、当初設定した波高比が上と同様の意味で50%程度と期待していたのに対して、大きな差がある結果となっている。

2. エネルギースペクトルについて

空気防波堤の消波効果は、波の周期と密接な関係がある。現実の波は、種々の周期成分を含んだ不規則波であり、周期と消波効果との関係を解析するためには、波の周波数成分に対するエネルギーの大きさを示す、エネルギースペクトル(周波数スペクトル)を比較するのが適当である。この方法により、検討した結果を図-1に示す。図-1は、横軸に

Takahisa SOGABE, Michio YAJIMA, Shintarō KIMURA

周波数、縦軸に各周波数に対する船溜り内外のエネルギーの比の平方根を示したものである。ここで縦軸の値は、エネルギーが波高の自乗に比例することから、船溜り内外の波高比に相当するものと考えられる。これによれば、空気防波堤により波高比が減少している周期帯は、 $0.05 \sim 0.1 \text{ Hz}$ および $0.35 \sim 0.7 \text{ Hz}$ の2つのグループに分かれる。周期で表わすと、それぞれ $10 \sim 20 \text{ 秒}$ 、 $1.4 \sim 2.9 \text{ 秒}$ に相当している。後者は、当初の設計対象波を周期3秒と設定したものとよく一致している。しかし、前者の周期をもつ波（風浪とは考えら

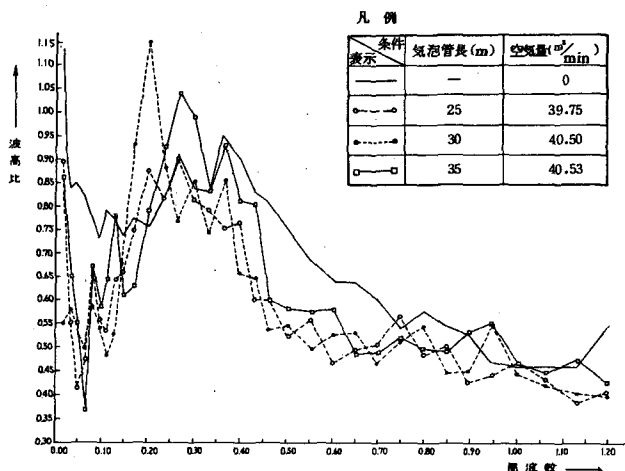


図-1 エネルギースペクトルからみた空気防波堤の消波効果

れない) が消波されていることについては、その原因が不明である。なお、図-1 から、気泡管の各延長に対する消波効果を比較すると、 25 m 、 30 m に比べて 35 m の方がやや悪いようである。しかし、単位長さ当りの空気量が異なること、波長に対して、気泡管の延長に有意な差があるかという疑問であるなど、明確な結論は下せない。

3. 消波機構についての考察

消波に大きな関係があるのは水平流であり、Taylor³⁾は水平流による消波が空気防波堤による消波であるとして、消波理論を展開している。ところで、流れのある場に波が入ると、順流の中では波長は長くなり、波高は減少するのに対して、逆流の中では逆に波長は短くなり、波高は増大し、ある限度まで増大すると砕波する。この流れの中での波の変形については、加藤⁴⁾の研究がある。今回、観測された水平流の流況にこれらの理論を適用して、消波限界周期を求めると、約2秒までの波が空気防波堤による水平流により、消波されることになる。これは、実測された消波周期と異なり、空気防波堤の消波機構は水平流による消波作用だけでは説明できないことを示している。換言すれば、空気防波堤の消波には、単に水平流によるだけではなく、渦動粘性や泡流の波の抑止作用もかなり関係しているものと考えられる。

参考文献

- 1) 松本輝寿、曾我部隆久、奥村研一、木村慎太郎、岩崎宏： 空気防波堤の現地実験について、第25回海岸工学講演会論文集、1978。
- 2) 岩垣雄一、酒井哲郎、辻義則： 現地実験による空気防波堤の透過率の周波数特性、第27回海岸工学講演会論文集、1980。
- 3) Taylor, sir Geoffrey ; The action of a surface current used as a breakwater, Proc. Royal Society. A. Vol. 230, 1955。
- 4) 加藤始： 流れの中の波の性質について、昭和51年度港湾技術講演会講演集、運輸省港湾技術研究所、1976。