

1. まえがき: 港湾泊地を静穏にするという防波堤本来の機能と逸脱しはかり、水質汚染防止の見地に立てば、ある程度の透過波を許しても堤体を通じて港湾内外で海水交流が行われる透過性防波堤の採用は有効であろう。本研究では、最も単純な形状の単一壁の透過堤と考え、波の反射・透過および海水交流特性について若干の実験を試み、実験結果に基づき考察を加えることにした。

2. 実験方法: 長さ14m, 幅50cm, 深さ75cmの1次元透過水槽の中央部に多孔柱(透波堤)を設置し、一定水深 $h=40$ cmのもとで実験が行われた。堤の空隙率 μ は0.102~0.524の範囲で4種類与えられ、湾奥からの反射がない場合と湾奥で波が反射する場合の2種類が本実験での対象となっている。透過堤の海水交流を調べるために、港内が一定濃度とばるように入浴(約300ppm)を混和し静置した後、液による港内の導電率の変化を調べることとした。導電率計の設置位置は、堤より港内側25cm、改定深さ20cmである。

3. 湾奥からの反射波がない場合: (1) 透過および反射特性 図-1は透過率 γ_T と空隙率 μ との関係で、図中の曲線は理論上の計算結果である。実験値と計算値と比較すると、両者はほぼ一致し、 μ が大きくなるに伴い γ_T は増大する。一方、図-2のように反射率 γ_R は実験値が計算値よりも小さく、 $\gamma_R = 1 - \gamma_T$ で表わされる理論曲線は実験値よりも若干その値が大き

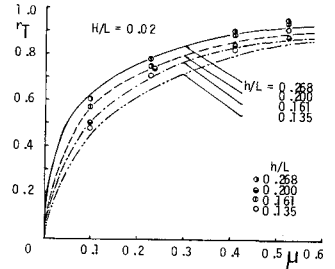


図-1 γ_T と μ との関係

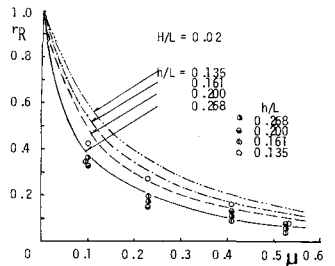


図-2 γ_R と μ との関係

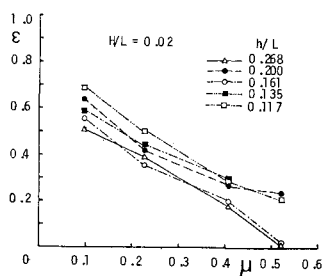


図-3 ε と μ との関係

く見措るようである。図-3は $\varepsilon = 1 - \gamma_R^2 - \gamma_T^2$ で表わされる波のエネルギー-透散率を示しており、空隙率が小さくなるにつれて波のエネルギー-透散率が顕著となることかわかる。(2) 海水交流特性 図-4は港内濃度の時間変化を示したもので、縦軸は初期濃度 C_0 と波が港内へ進入開始から t 液目の濃度 C_t との差を $C_0 - C_t$ で無次元化して示している。

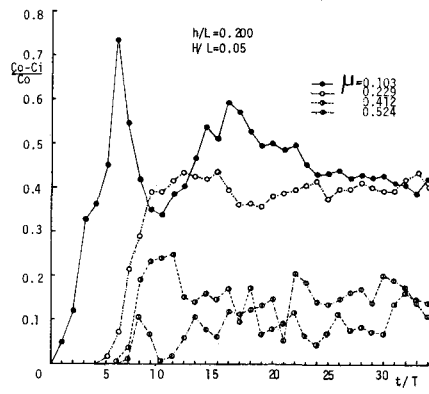


図-4 港内の濃度の時間的変化

図-5は各空隙率について、波が港内へ進入開始後20波および35波までの濃度の平均値であり、 μ が小さくなるほど $C_0 - C_t$ の値は大きく、港内の濃度の減衰が顕著となり、海水交流が促進されることかわかる。また、空隙率 μ が一変の場合、波形状配 H/L が大きくなるにつれて、海水の交流が促進されること図-6から知られる。

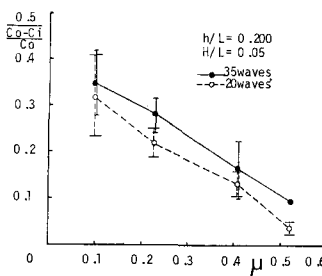


図-5 $C_0 - C_t / C_0$ と μ との関係

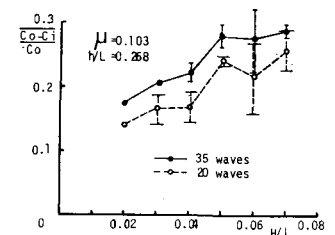


図-6 濃度特性に及ぼす波形状配の影響

4. 湾奥からの反射波がある場合: (1) 透過堤前面の反射および湾内波高特性

図-7は空隙率 $\mu=0.103$ の場合について港湾長さ l の変化に伴う堤前面での反射率 R の変化を示したものである。図中の実線は榎本・若田の理論²⁾による計算結果で、港湾長さ・波長比 $l/L = \pi/2$ ($n=0, 1, 2, \dots$)のときは最大値を示し、実験値にもこの傾向がみられる。また、 R の最小値については図-8でみられる値($\mu=0.103$, $l/L=0.135$ の理論曲線)よりも小さく、逆に R の最大値についてはその値よりもかなり大きくなり、港湾長さ(l/L)が堤前面の反射率に大きく影響することがわかる。図-8は l/L の変化に伴う湾奥鉛直壁面での波高 R_H の変化を入射波高 H で無次元化して示したものである。図中の曲線は、前述の榎本らの理論による計算結果で、 R の場合同様 $l/L = \pi/2$ のとき湾奥の波高は最大値をとる。実験値と計算値を比較すると、最大値についてみれば計算値は実験値よりもかなり大きくなっているが、定量的な傾向はほぼ一致しているといえる。このことは他の実験ケースで確認している。以上のことから、港外の反射率を小さく、かつ港内の波高を減ずるには $l/L = (2n+1)/4$ ($n=0, 1, 2, \dots$)とすればよい。(2) 海水交流特性

港内濃度の時間変化を示したものが図-9である。ただし、 $l/L=1.29$ とした港内波高が最小値に近い値をとる場合である。この図をもとに空隙率の相違による20波および35波までの港内の濃度の平均値を示したものが図-10である。図から、 μ が小さくなるほど海水の交流は促進されるが、 μ がある値以下になれば港内外の海水交換がかわって悪くなる可能性も図は示唆している。図-11は $\mu=0.103$ の場合について l/L の変化に伴う港内の平均濃度の変化を調べたものである。港内の濃度は周期的に変化することに加え、 l/L が1および1/4のとき海水交流は悪く、 l/L が1/2および1/8のときはよいようであるが、港内波高との関連でみると、本実験の結果にだけから最適は港長はみつけがたい。以上のことから、港内波高と制御しても、水質汚染の2場をみると不合理的場合がでてくるともあり、今後こうした両面から透過堤に関する研究が望まれる。

5. あとがき: 港内の濃度については防波堤近傍の一点での結果であり、海水交流の多い湾奥部についても今後さらに詳細な実験が必要である。また、空隙率が0.1以下の場合の検討もなされなければならない。

実験にあたり御協力を頂いた工学

部学生、水田雄治君に謝意を表す。図-10 $\overline{C_o - C_i} / C_o$ と μ の関係

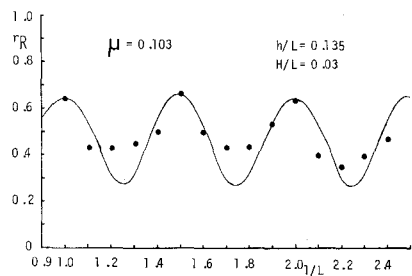
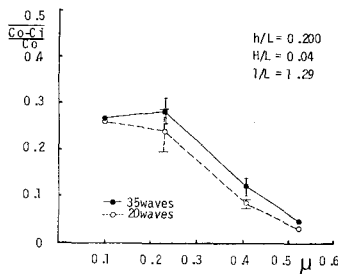


図-7 R と l/L との関係

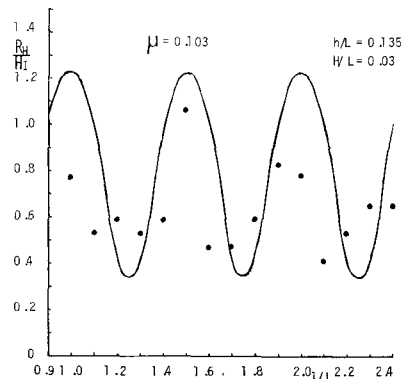


図-8 R_H/H と l/L との関係

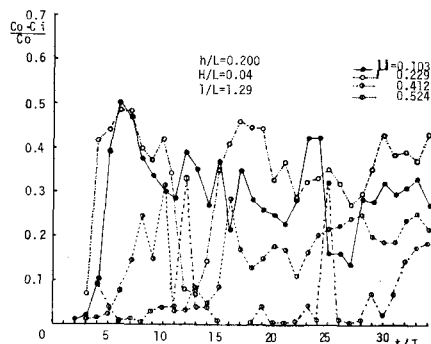


図-9 港内の濃度の時間変化

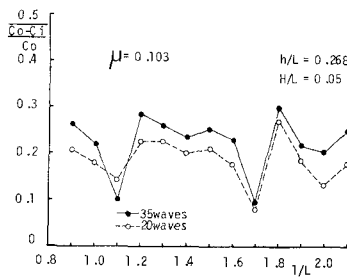


図-11 $\overline{C_o - C_i} / C_o$ と l/L との関係

参考文献 1) 服部: 多孔式防波堤の水理特性, 日本港湾工学協会論文集, pp.115-120, 1971.

2) 榎本・若田: 多孔型式消波壁面の水理特性に関する二, 三の考察, 土木学会論文報告集, No.220, pp.53-63, 1972.