

くさび型消波工による波浪制御について

アイサワ工業(株) 正員 ○ 後藤 一郎

鳥取大学工学部 正員 頼山 明

鳥取大学工学部 正員 木村 晃

1. はじめに：最近では、岸壁からの反射波防止あるいは港内の静穏化のために、多くの透過性岸壁や防波堤が提案され、施工されている。従来の透過性構造物の研究では、見かけ上の水面の静穏でエネルギーの損失を評価してきた。見かけ上水面が静穏になっているのは、波のポテンシャルエネルギーが運動エネルギーに変換されているためであり、具体的には構造物の近傍で強い水平流が存在しているはずである。したがって、消波岸壁によってエネルギーの損失をはからなければ、本質的な港内の静穏をはかることはできない。そこで、本研究では、波のエネルギーを減衰させる機構の一例として、透過壁の前面と後面で反射率の異なるくさび型透過壁を提案し、さらに、透過壁を多重にすることで、遊水部内のエネルギーを減衰させようとして実験的研究を行なった。

2. 実験装置および実験方法：本実験は、一端にピストン型造波機が設置され、他端に消波工が設置されている長さ20m、幅50cm、深さ50cmのコンクリート製水槽を用いて行なった。入射波・反射波および透過波はすべて容量式波高計で計測し、反射波はHealyの方法で求めた。実験に用いたくさび型透過壁は写真1に示すように、前面からは波が透過しやすく、後面からは透過しにくくなっている。そのため、波のエネルギーが遊水部内にたまる型となり、波の反復反射の効果をより有効に利用して、エネルギーの損失をより大きくすることができる。

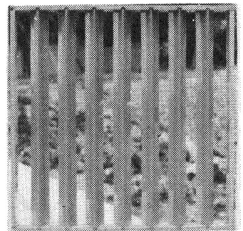


写真1 くさび型透過壁

3. くさび型構造物と従来の構造物の反射率の比較：くさび型透過性構造物と従来の構造物の反射率を樫木・岩田の理論式¹⁾に代入して計算し、図-1に計算結果を示した。ただし、実線は前向きの場合の反射率 K_R の方が逆向きの反射率 K_R^* よりも0.2小さいとした結果であり、差が0.1と小さくしたものを一点鎖線で表わし、従来用いられてきた前面と後面で反射率の等しい透過壁を破線で示している。この図からわかるように、透過壁前面での反射率 K_R が0.3付近で、すべての構造物が K_R^* の最小値を示している。また、 $K_R < 0.3$ の場合は、前面と後面で反射率の異なるくさび型構造物の方が K_R^* は小さく、さらに、くさび型透過壁の前面と後面の反射率の差が大きいほど K_R^* は小さく、消波効果も良好である。図-2は、くさび型透過壁を正向き、逆向きに設置した構造物の反射率から見かけ上のエネルギー損失率 E_1/E_2 を算出し、その結果を示したものである。これによると、正向き、逆向きのいずれも波形勾配

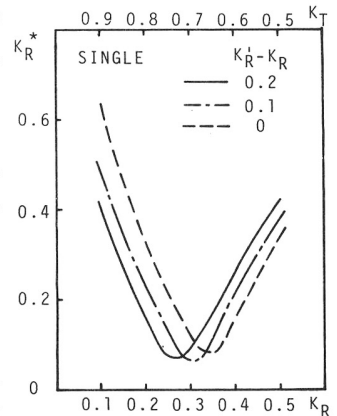


図-1 くさび型・従来型構造物の比較

H/L が増加するに伴い E_1/E_2 が増加する。また、正向きの方が逆向きより若干 E_1/E_2 が大きく、消波効果が良好であることがわかる。しかし、 H/L が大きくなると正向きと逆向きの E_1/E_2 の差がなくなる傾向がある。図-3は2重の場合のくさび型透過性構造物（壁厚5cm）と従来の多孔壁式構造物（壁厚2cm）の K_R を $T=1.20\text{sec}$ 、遊水幅 $l=L/4$ 、水深 $h=35.0\text{cm}$ の条件で実験により求め比較したものである。これによると、くさび型の方が多孔壁式より K_R が小さく、消波効果も良好であることがわかる。また、壁厚が大

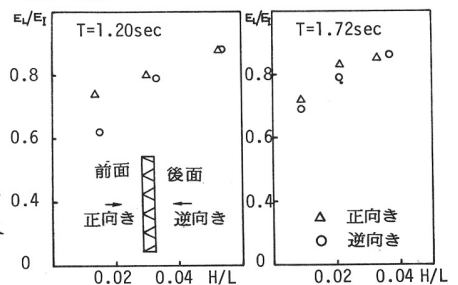


図-2 正向きと逆向きの比較

きくなると、多孔壁式構造物ではさらに K_R は大きくなるので、壁厚がどちらも5mmの場合には、くさび型透過壁と多孔壁式透過壁を用いた構造物の K_R の差はもっと大きくなる。以上のことから、透過壁の前では反射率が小さく、後面では反射率が大きいほど、消波効果を大きくすることができるということがわかった。

4. 多重構造物とした場合の結果と考察：図-4は、くさび型透過壁を1重、2重とした場合の K_R と H/L の関係を表わしたものである。この図によると、 H/L が増加すると K_R は減少する傾向があり、消波効果も良くなることがわかる。透過壁を2重にすると、1重の K_R より相対的に低下し、消波効果も大きくなることがわかる。このことから、構造物を多重にすることによって、遊水部内で波のエネルギーを減衰させれば、 K_R は小さくすることができるということがわかる。図-5はくさび型透過壁を単独に用いて行なった実験で得た K_R 、 K_a 、 K_t 、 K_g を樫木・岩田の式²⁾に代入して求めた K_R と実験値の K_R との差を、遊水部における波のエネルギー減衰と考えて、減衰率 α を計算し、透過壁の数との関係を示したものである。また、図中の曲線は透過壁の数と消波効率について検討するために引いたもので、1重ごとの消波機能を他に影響を与えない線型のカスケード列と考えて効率を評価した。基準効率は2重構造物のものをを用い、1重の α は2重の α の平方根、3重の α は2重の α の $\sqrt{2}$ 乗、4重の α は2重の α の2乗と等しい場合に同じ効率をあげるものと考えたことにした。図中で、同一波形勾配において、算定値より実験値の方が下にプロットされる場合は効率は2重より良く、実験値の方が上にプロットされる場合は効率は2重より悪いことになる。この図によると、透過壁の数が増すほど α は小さくなり、消波効果も良くなっている。また、この図から、くさび型透過壁の数と消波効率について検討すると、多少データのばらつきがあったり、基準効率として用いた2重の場合の効果が過小にあらわれてはいるが、1重の場合が最も良く、透過壁の数を2重、3重と増やしてもエネルギー損失が2倍、3倍となるわけではなく、多重になるにしたがって1重あたりの効率は低下する。しかし、多重にするほど構造物全体としての消波効果は大きくなるので、実際に岸壁あるいは防波堤として用いる場合には、必要な港内の静穏度と施工コストのバランスを考慮して透過壁の数を決定すればよいと考える。最後に、この研究は一部関西電力の委託研究費による援助を受けたことを付記し感謝の意を表する。

5. 参考文献

- 1) 樫木享・岩田好一郎：二重透過壁を有する鉛直消波岸壁の消波効果について、土木学会論文報告集，第262号，PP.41～53，1977.
- 2) 樫木享・岩田好一郎：多孔壁式鉛直消波岸壁の水理特性に関する二、三の考察，土木学会論文報告集，第220号，PP.53～63，1973.

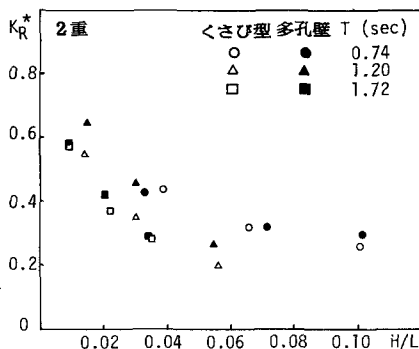


図-3 くさび型・多孔壁式構造物の比較

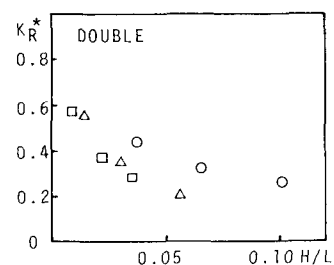
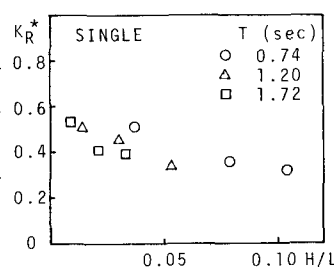


図-4 1重・2重構造物の反射率

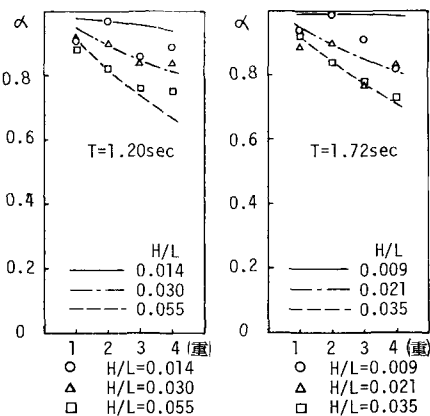


図-5 くさび型構造物の減衰率と効率