

II-332 固定式波浪エネルギー吸収装置を備えた消波工について

明石工業高等専門学校 正会員 ○檀 和秀
神戸大学 工学部 正会員 寛 源亮

1. はじめに

国土面積あたりの海岸線延長が長いわが国にとって海岸に打ち寄せる波浪エネルギーは莫大であり、それによる消波構造物の被害も大きい。これを解消すべくまたエネルギー利用の観点からも各種の消波発電構造物が考案されている。ここに手製ながら、一案（羽根付き回転ドラム方式）を提示し、実験をおこない考察を加えた。

2. 羽根付回転ドラムについて

横円柱間のスリットを通過する流体の運動量を利用して、回転可能な羽根の付いたドラムを回転させ運動エネルギーを回転エネルギーに変換し波浪エネルギーを吸収しようとしたものである。

羽根はある程度回転可能で、図-1 bのように最下端で全開となり水の運動量を受け、その後重力で閉りはじめ水の抵抗を少なくするため円断面形の一部を境界にして水に接する。最上端をすぎてからは閉まっていた羽根が重みで開きはじめ水の運動量を受けるというくりかえしとなる。

長所 1) 碎波を必ずしも必要とせず沖合いでも設置可能で、装置が太がかりでない。

2) 潮位にあわせてドラムを上下させるので水位に最適なドラム位置にコントロールできる。

3) 羽根の形状は水の抵抗をできるだけ小さくするようにドラムの外周形状（円形断面）と同じにしてあり、回転動力を受けない時は収納される。

4) 海洋構造物にはジャケット等円柱構造物が多く用いられるので応用できる。

短所 1) 回転部分の固定方法には付着物に弱くならないような工夫がいる。

2) 波の入射方向が全く逆の場合にはエネルギー吸収効果は望めない。

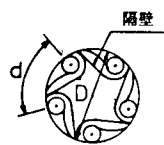


図-1 a 回転ドラム

S: スリット間隔
D: ドラム径
d: 羽根間隔

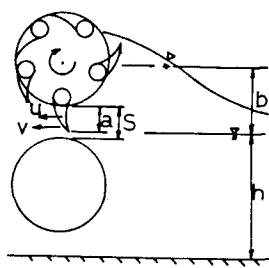


図-1 b 取り付け図

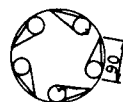


図-1 c 加工図



図-1 d 固定方法

h: 一様水深 u: 羽根の速度
b: 回転ドラムの管軸と静水面との距離
v: スリット内の流速

3. 実験装置と方法

実験水槽には長さ25m、幅1m、高さ1mの片面ガラス張りの水槽を用いた。周期Tと水深h、スリット間隔Sをそれぞれ3, 2, 2種類変化させて消波工前後で波高を測定した。ドラムの回転は観察により確認した。消波工近傍の流況については水中に浮遊するごみをトレーサーにして観察を行った。今回は手製であるためドラムの材料として加工しやすい硬質塩化ビニール管（JIS 6741 VP200 10.129kg/m）を使用し、5枚羽根構造とした。羽根の形状は加工上図-1 cのように簡単にしている。隔壁は取り付けしていない。軸受け部は図-1 dのように最も簡単な構造にしているが、実際は防水された軸受け構造にする必要がある。回転ドラムの静水面に対する相対的な位置は水深hを変えて実験を行った。

4. エネルギー収支について

4-1 微小振幅波理論による入射波のエネルギー

単位幅、単位時間あたりに輸送されるエネルギーは $W = (1/8) \rho g H^2 C_g$ で今回のドラムがよく回転した場合に適用すると $W \approx 30 \text{ W/m}$ となる。

4-2 ドラムの回転によるエネルギー

観察からドラムの回転数を実測し、羽根の回転速度 u を求める。ただし1周期あたりの回転数を測り u は平均値と考える。 $\omega = r u$ (r : ドラムの半径, ω : 羽根の回転角速度) であるから、回転エネルギーは $E = I_0 \omega^2 / 2$ 。今回の場合1周期あたりに E が吸収可能と考えると約 3 W/m となる。

5. 実験結果と考察

表-1 ドラムの回転状況

5-1 ドラムの回転状況について

観察によれば今回の5枚羽根の場合には周期 T が 1.53 sec の一番小さい場合にドラムが勢よくまわった。

静水面からのドラム中心までの距離 b

が 3.9 cm の付近で、またスリット間隔が2種類のうち小さい 6.0 cm の方が揺れが大きかった。このことから周期に対して羽根間隔（羽根の枚数）の選び方に注意すべきであり、静水面に対するドラム中心の位置にも注意が要る。羽根のドラムからの突出長さは1種類しか製作していないがスリット間隔いっぱいの方が効率的にはよいであろう。

5-2 伝達率の比較について

従来のエネルギー吸収装置を付けない円柱消波工と伝達率について比較してみると図-2 のようになる。波形勾配の大きい場合にドラムがよく回っており、この場合の伝達率も吸収装置の無い場合に比べて小さくなっている。

5-3 消波工近傍の流況について

水がスリットを通過する方向は波の山が通過するとき沖側から岸側へ流れ、谷のときは逆向きに流れる。波の山のときの流速のほうが谷のときよりも大きいようで、二段めの円柱と水路底の間にも同様の流れが生じている。（流れに多少の遅れは生じるが。）

周期 T	1. 53 sec						2. 07 sec						3. 09 sec					
水深 h cm	35		40		45		35		40		45		35		40		45	
スリット間隔	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0	6.0	12.0
観察結果	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

○: 回転する △: 揺れる

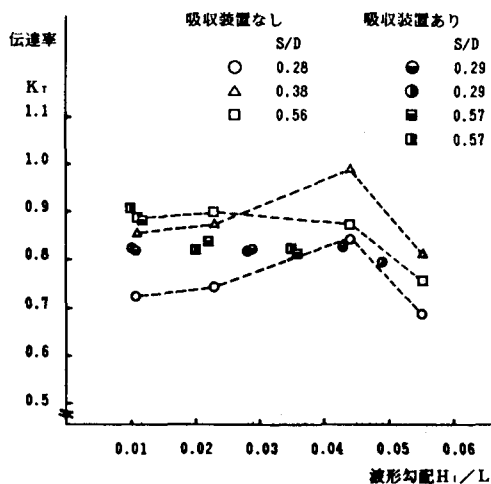


図-2 波形勾配と伝達率

6. 問題点について

- 1) 自然条件に最適で（最もエネルギー効率の良い）ドラム径、スリット間隔、羽根間隔（羽根枚数）、回転ドラムの静水面に対する位置を決定してやる。
- 2) 羽根付回転ドラムの2段構造についての検討。
- 3) 不規則波形に対しては波浪エネルギーを集約させる導流板を設置したほうがよいのかどうか。
- 4) 羽根付回転ドラムの隔壁がないため円管内に水が流入し波浪エネルギーを十分に取込みできなかった。
- 5) 消波構造物に比べて波高の小さい波浪に対してはエネルギー変換能力が小さい。

7. 結論

今回はエネルギーを伝達、変換するところまでいっておらず、以上のように各種問題点も多く検討が十分ではないが、波浪エネルギーの吸収には効果があることは分かった。

参考文献 1) 堀・檀：鋼管を用いた横スリット壁の波浪制御効果について、土木学会第42回年次学術講演会

2) 本間他：海洋エネルギー読本、1980