29 沿岸固定形振り子式波浪エネルギー変換装置

まわりの波動粒子の流跡について

室蘭工大 奥田教海[○] 杉山弘 西條政明 坂元克己

Sea-Wave Streak-Line Patterns around a Wave-Receiver Plate of a Wave Energy Conversion System of Pendulum Type, Located at the Seashore

Kyokai OKUDA*, Hiromu SUGIYAMA*, Masaaki SAIJO* and Katsumi SAKAMOTO*

The authors have been investigated the characteristics of a wave energy conversion system of pendulum type, located at the seashore, with a sea-wave channel in Muroran Institute of Technology, Muroran. The aim of the study is to search a new natural energy resource.

In this paper, the results of observations of wave streak-line patterns around a wave-receiver plate, which oscillates as a pendulum, are presented with several illustrations of photographs and figures.

In the case of proper load for the receiver plate, wave streak-line patterns tend to form series of circles at offshore side of the receiver plate; in the case of light load, they tend to form series of ellipses with vertical long axes; and in the case of heavy load series of ellipses with horizontal long axes.

1. ま え が き

自然エネルギー有効利用の一環として、筆者らは数年来波浪エネルギー利用を採り上げ研究調査を行って来た。(室蘭工業大学の波浪エネルギー研究グループの一斑。) この報告では、実験室内の波動水槽を用いて、海の波動を模擬し、沿岸固定形振り子式波浪エネルギー変換装置の重要作動部分である受波板(波浪エネルギーを受けて揺動する平板)のまわりの波動粒子の流跡を、トレーサ法によって可視化し、線画に変換した図を提示する。この報告は研究の初めの段階のもので、将来流跡から得られる詳細なデータにより、この装置の効率を議論する上での最適状態を検証しようとするものである。

2. 実験装置と実験方法

実験水槽は、室蘭工業大学土木工学科実験室に設置されている高さ1 m、幅0.6 m、長さ25 mの水槽を用いた。これには水槽の幅とほぼ等しい木製の造波板を持つ造波機が設置されており、2次元の波が得られる。この造波機によって得られる波は水深0.5 mに対して周期が0.8~2.2秒、波高が0~0.2 mの範囲である。図1に実験装置の略図(側面図)を示す。実験は、この水槽を用いて、水深0.6 m、波高13 cm、

Fig.1 Test apparatus

*Muroran Institute of Technology, Mizumotocho 27-1, Muroran, 050 Japan

周期 1.3 秒, 波長 2.5 m として, 受波板の形状を図 2 に示すように 3 種類に変え, 負荷をそれぞれ最適負荷, 軽負荷, 過負荷に変化させ, 受波板の沖側 $1/4$ 波長前と, 水室 (受波板と後壁の間の水槽) 内の 2 箇所で写真撮影を行った。(この報告では受波板 ① の結果のみに限定して示す。) 撮影条件としては, 光源にストロボ閃光装置 (0.1 秒間隔) を使用し, 造波機始動後約 20 秒前後, 波の状態が実験目的に最もよく合っているときに撮影を行ない, 受波板が 1 往復する間, カメラのシャッターを解放した。波動粒子の流跡の可視化は, トレーサ法を用い, トレーサには比重が水とほぼ等しいポリスチロール・ペレットを用い, それらを白に着色し, 細い糸を接着して上から吊し, それらを追跡する方法とした。

Fig.2 Shapes of wave-receiver plates

Fig.3 Shape of Stokes wave

3. 実験結果とまとめ

この装置の特徴は, 水槽内にもし受波板がないとき, 水槽に図 4 に示す重複波 (進行波と反射波の重なった定常波) が生じるとすれば, そのとき A を水室後壁とし, 定常波の節の位置 B に受波板を置けば, 波動による受波板の水平運動が最も大きくなり, 波浪エネルギーを最も多く変換できることである。

Fig.4 Stationary wave

このとき水室後壁と受波板との距離は波長の $1/4$ である。この実験で得られた波は, その定常波より少し外れた図 3 に示すストークス波に近い波であった。

負荷の変化による波動粒子の流跡の変化は次の通りである。最適負荷, 軽負荷, 過負荷それぞれの場合に得られた波動粒子の流跡の写真を図 5・1, 図 5・2, 図 5・3 に示す。(a) (b) は観測領域の, それぞれ上部および下部を示す。これらを基に流跡を線画にしたものと理論流跡を比較して図 6・1, 図 6・2, 図 6・3 に示す。また同様の比較を行った水室内の流跡を図 7・1, 図 7・2, 図 7・3 に示す。負荷の変化は後二者についても同じ順序に配列してある。写真のほぼ中央の格子点における白点は, 受波板前方水平方向に 60 cm (受波板前 $1/4$ 波長の位置に相当), 静水面より 30 cm の深さ (水深の $1/2$) の位置である。

以上の写真及び流跡図より大まかにそれらフロー・パターンをまとめると, 次の通り。

(1) 受波板前 $1/4$ 波長の位置では, 最適負荷のとき流跡線はほぼ円に近く, 軽負荷では縦長の楕円, 過負荷では横長の楕円の形状を示す。

(2) 水室内の流跡は入射波の影響はあまり受けず, 図 4 の A-B 間の流線と似た方向の直線的移動を示す。

(3) 水深と流跡との関係は, 負荷の変化に拘らず, 何れの場合も流跡の移動範囲は水深が深くなる程小さくなる。

Fig.5.1 Wave streak-spots for proper load

Fig.5.2 Wave streak-spots for light load

Fig.5.3 Wave streak-spots for heavy load

(4)全体を通じていえることは、実測した流跡と理論の流跡とは、(実測の場合のマウンドの影響を除けば) ほぼよい一致がみられることである。

参考文献

1. 日野幹雄, 流体力学, (朝倉書店) (1974)
2. 近藤敏郎, 沿岸固定式波力吸収装置による波浪エネルギー利用に関する研究 (科学研究, 研究成果報告書) (1985)
3. 浅野誠一, 増毛町波力テスト・プラント・ペンジュラム式波力吸収装置の流体力学的検討 (日立造船(株)社内資料) (1976)
4. 渡部富治・他, 沿岸固定形振り子式波力発電装置の研究, 日本機械学会論文集 (B編), 第51巻, 第466号, (1985), p. 1883.

Fig.6.1 Wave streak-line for proper load

Fig.6.2 Wave streak-line for light load

Fig.6.3 Wave streak-line for heavy load

Fig.7.1 Wave streak-line in water chamber for proper load

Fig.7.2 Wave streak-line in water chamber for light load

Fig.7.3 Wave streak-line in water chamber for heavy load