

早稲田大学理工学部 正会員 銚川 登

学生会員 ○仲本 豊

学生会員 松木 正一郎

学生会員 栗山 有一

1. はじめに Stokes 波については多くの理論解が提案されているが、それらは波速の定義や Bernoulli constant の取り扱い方によって異なる解を与えている。本研究では、Stokes 波の波速の第一定義による解と第二定義による解について波形、水平水粒子速度および質量輸送速度を比較、それらの相違を示した。

2. Stokes 波理論 Stokes 波については種々の定義が提案されているが、それらは使用した波速の定義によって分類される。ここでは、波速の第一定義による Skjelbreia⁽¹⁾ の第五次近似解と波速の第二定義による堀川・西村・磯部⁽²⁾ の第五次近似解を用いて波形、水平水粒子速度および質量輸送速度を計算し、それらを比較することにより波速の定義が理論解に与える影響を示した。

なお、波速の第一定義は、

$$c = \int_0^L u \, dx / \int_0^L dx \quad (1)$$

で表示され、第二定義は、

$$c = \int_0^L \int_{-h}^{\eta} u \, dz \, dx / \int_0^L \int_{-h}^{\eta} dz \, dx \quad (2)$$

で表示される。ここで、 c は波速、 u は水平水粒子速度、 η は水面変動量、 h は水深、 L は波長である。波速の第一定義による場合は全質量輸送が存在し、第二定義による場合には全質量輸送は存在しないことになる。

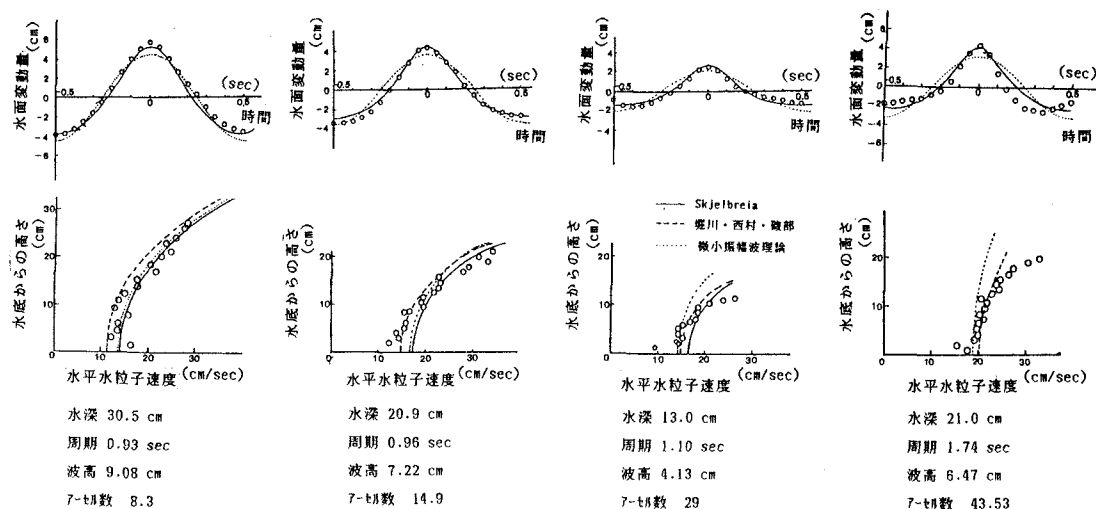


図1. 波形および水平水粒子速度の理論値と実験値の比較

3. 理論値の比較 Skjelbreia と堀川・西村・磯部の第五次近似解による波形と峯の位置における水平水粒子速度の計算値と Iwasaki・Sakai の実験値を比較して図1に示す。なお、波形については Skjelbreia の解と堀川・西村・磯部の解はほぼ一致したので、Skjelbreia の解だけを示した。図1には参考のために微小振幅波理論による計算値も示した。図1によると、波形はアーセル数が小さい場合は計算値と実験値はよく一致すること、水平水粒子速度はアーセル数が小さい場合は計算値と実験値はほぼ一致するが、実験値のばらつきが大きく、どちらの計算値が妥当な値を与えるかは判定できないことなどがわかる。

峯および谷の位置における水平水粒子速度の計算値を比較して図2に示す。図2によると、前進速度は Skjelbreia の解の方が堀川・西村・磯部の解より大きく、後退速度は逆になること、およびアーセル数が小さい場合には両者の差は小さいが、アーセル数が大きくなると差が大きくなることがわかる。なお、鉛直水粒子速度についても両者の計算値を比較したが、一致する結果が得られた。

質量輸送速度の計算値を比較して図3に示す。図3によると、Skjelbreia の解では水底から水面まで波の進行方向の質量輸送が存在するが、堀川・西村・磯部の解では水底付近では波の進行と逆方向、水面付近では波の進行方向の質量輸送が生じ、netの質量輸送は0になることがわかる。

4. おわりに Stokes 波理論の波速の第一定義による Skjelbreia の第5次近似解と波速の第二定義による堀川・西村・磯部の第5次近似解を比較し、波形および鉛直水粒子速度はほぼ一致すること、水平水粒子速度については差がでること、質量輸送速度は非常に異なることが示された。

波動理論の計算法について御教示いただいた横浜国立大学工学部 磯部雅彦助教授に謝意を表します。また、本研究は文部省科学研究費（一般研究(B)）の補助を得たことを付記し、謝意を表します。

参考文献

1) Skjelbreia, L.・Hendrickson, J. : Fifth order gravity wave theory , Proc.7th Conference on Coastal Engineering , p184-196 , 1961.
2) 堀川清司・西村仁嗣・磯部雅彦 : 保存波の摂動解の波高による表示 , 第33回土木学会年次学術講演会講演概要集 , 1978.
3) Iwasaki, Y.・Sakai, T. : Horizontal water particle velocity of finite amplitude waves , Proc.12th Conference on Coastal Engineering , 1970.

水深 20 cm	水深 20 cm	水深 20 cm
周期 1.5 sec	周期 1.5 sec	周期 1.5 sec
波高 3.6 cm	波高 3.6 cm	波高 5.5 cm
7- ϵ 数 9.92	7- ϵ 数 19.85	7- ϵ 数 30.32

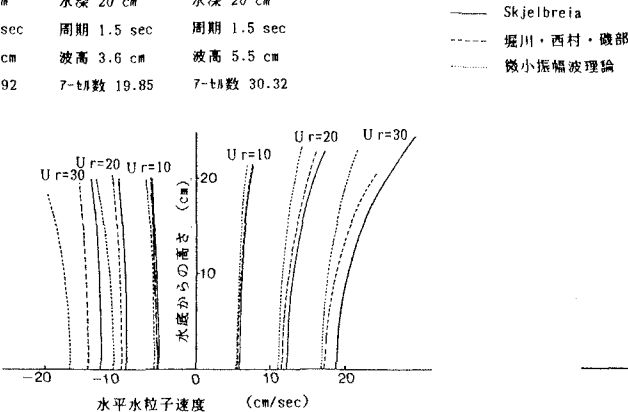


図2. 水平水粒子速度の計算値の比較

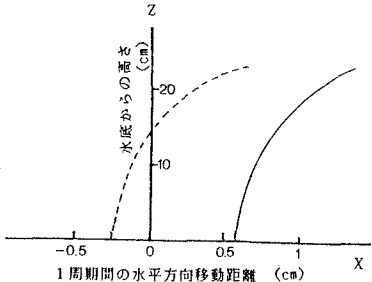


図3. 質量輸送速度の計算値の比較