

東京工科大学 正員 野田英明
京大大学院 学生員 大槻信義

1) 概説

本研究は円筒体 plunger type 造波機による生成波の特性を実験的に検討し、従来の理論的研究と比較することにより造波機そのものの性能を把握しようとするものである。深木における plunger 造波機の生成波の特性については、昨年度講演会で発表した。その後さらに詳細な実験を行なう浅水における生成波について、とくに円筒型 plunger の半径および振巾を変化させることによって生成波に与える影響を検討し若干の実験結果を述べた。

実験装置は長さ 24 m, 中 0.5 m の両面ガラス張り水槽を用い、水深は 0.6 m と一定にされた。その一端に取付けた plunger 造波機の円筒の半径は 2.5, 2.0, 1.6 cm の三種を用い、造波機の振巾は約 1 cm まで、周期は 0.5 ~ 2.0 秒まで連続的に変化させることが出来る構造とした。波高は造波機から 4, 10 m の距離で電気抵抗式波高計を用いて Pen-Oscillo graph に自記させた。

一般に実験水槽で用いる代表的な造波機の種類としては、Flutter type, Piston type, Plunger type および Pneumatic type などがある。そのうち Flutter type および Piston type の造波機については, Biesel, Squet および Ursell, Y.S. Yu をはじめとして多くの人々によって従来からかなり詳しく研究されており、それぞれの生成波の特性は比較的簡単に数式化できる。しかし、Plunger type 造波機に関しては、その構造上の利点から近年かなり実用化されているにもかかわらず、その生成波の特性については十分に検討されていないようである。数少ない研究のうち、田代は、Plunger の形を三角形や船型などに变化させることにより生成波に及ぼす影響を解明している。また Ursell および Y.S. Yu は、半円筒体の plunger が水面で heaving するとき、水囲みなどのように変動する点を主眼的に考察している。彼らはまず運動を微小振巾であるとし、流体は非粘性、非圧縮性であり、さらに流体の運動は非回転つまり Potential flow であると仮定して水囲みの変動を取り扱っている。しかし、この場合の速度 Potential は簡単な数式では表わせず、Flutter type や Piston type のように波形を簡単な数式に表すことができない。ただ

$$H/L_0 = f(2\pi a/L_0, h/L_0)$$
 のように plunger の振巾の二倍に対する生成波高の比 H/L_0 が $2\pi a/L_0$ と h/L_0 の関数として表示されることばかりである。ここに H は生成波高、 a は plunger の振巾、 a は円筒体の半径、 h は水深であり、 L_0 は沖波の波長を表わす。Ursell らは、この関係について実験を行ない理論値と比較検討している。著者らも、この H/L_0 と $2\pi a/L_0$ について実験を行なったが、その結果について以下説明する。

2) 実験結果とその考察

図-1 は $H/L_0 = (H/L_0)/(\alpha/L_0)$ の関係から $H/L_0 \rightarrow \infty$ となる無限水深の場合の著者らの実験結果を Plot したもので、実線は Ursell による無限水深の場合の理論曲線である。ここで円筒体の半径に対する水深の比 h/a が 10 以上となる場合との関係から近似的に $H/L_0 \rightarrow \infty$ とする。この実験では $a = 6.0$ cm と $L_0 = 3.0, 2.25, 1.5, 0.95, 0.5$ cm と振巾を変化させた場合を示す。この図から分かるように $L_0 = 3.0$ cm の場合

は、 $2\pi\alpha/L$ の値が0~0.39では理論値と実験値はよく一致しているが $2\pi\alpha/L \geq 0.4$ では実験値の方がかなり小さく、さらに $2\pi\alpha/L > 1.0$ では波高がsteadyではなく時間的变化がはげしく一様な波高の波はえられぬ。 $h=2.25, 1.5, 0.75$ cmとPlungerの振中を小さくしていくにしたがって波高がsteadyでなくなる限界は、それぞれ $2\pi\alpha/L = 1.2, 1.5, 2.0, 2.2$ と順次大きくなっていく。また $2\pi\alpha/L$ がある値以上になると H/L がそれぞれ理論曲線からは急激に小さくなる傾向は $h=3.0$ cmの場合と同じである。

図-2は有限水深の場合における著者の実験結果の一例をplotしたもので、 $h/a=2, 3.0$ の2caseが示してある。実験はUrsellによる $h/a=2$ および4に対する理論曲線を示す。著者の実験では、 $a=25, 20$ cmの2種の円筒体を用い、それぞれについて $h=2.5, 1.5$ cmと変化させてある。この実験結果も無限水深の場合と同じ傾向を示しているが、 $2\pi\alpha/L$ がある値以上になると波高の急激な減少がみられる。しかし実験値のちがいが大きく、十分資料が整っていない現在、実験を続行中であり、有限水深の場合の結果は講演時に発表したい。

しかし、これらの図からみられる傾向を示すと、

h/a の値を一定としたUrsellの結果では、 H/L は $2\pi\alpha/L$ のみの関数となり、一つの理論曲線が与えられる。彼の実験結果も理論値とよく一致しているが、著者の実験によると上に示したように、たとえ h/a の値を一定にしても H/L の値はPlungerの振中の大きさによって明らかに異なっている。これは無限水深、有限水深いずれの場合も同様である。つまり h/a の値を一定としても振中が小さくなるにしたがって、 H/L が急変する $2\pi\alpha/L$ の値はだんだん大きくなっていく。このことはPlungerの振中の大きさそのものが、Plunger-type 進波から生成波に影響を及ぼしていることを示している。また、その他の種々の原因も考えられるが、その一つとして $H/L=0.12$ となる碎波限界を同図に $2\pi\alpha/L$ をparameterとしてplotすると点線のようになる。これから、著者の実験値はほぼこの碎波限界によって H/L が減少する傾向がある。UrsellはPlungerの運動が微小振中であるとして水面変動を既に取り扱っている。また彼の実験結果も微小振中と考えられる範囲内にあるが、著者の実験範囲は必ずしも微小振中と考えられない。したがってその限界もなお詳細に考察しなければならない。これについては現在資料がないのでPlungerの振中と水深との比 $2\pi\alpha/L$ の値のみを示してあるが、振中そのものもつ意味を究明するためにも、碎波限界附近の水粒子の運動機構をも十分に検討することは必要であろう。

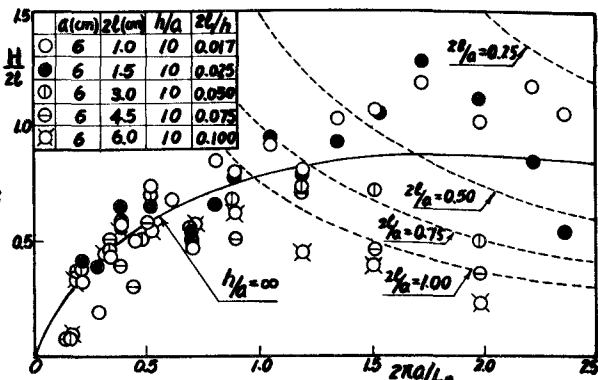


図-1 $2\pi\alpha/L$ と H/L の関係(深水波)

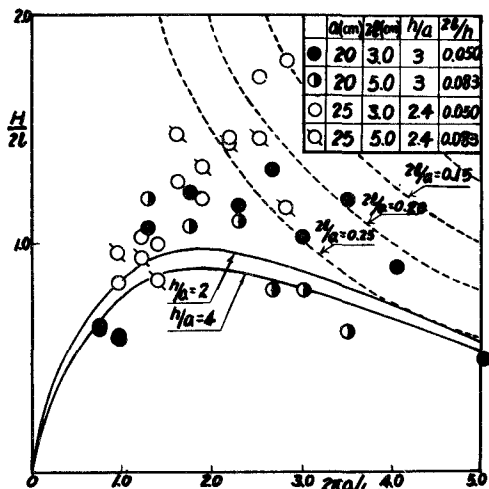


図-2 $2\pi\alpha/L$ と H/L の関係(浅水波)