

II-46 造波装置とその生成波に関する実験的研究

京大工教養 正員 野田英明
運輸省 正員 大観信義

概要：本研究は、FlutterおよびPlunger式造波機の機能とその生成波の水理学的な特性との関連を実験的に解析し、従来の理論と比較しなごう考察をす可め、理論の適用限界を検討し、さらに、この結果を用いて、造波機設計上の基本的指針を水理学的観点から与えようとするものである。

実験装置および方法：長さ24m、巾0.5m、の内面ガラス張り水槽を用いて実験を行ない、水深は0.6mとした。Flutter式造波機の周期は0.60~2.40秒まで連続的に変えられ、静水面における造波板の振巾は15, 50 および 25 cmを用いた。Plunger式造波機の周期は0.91~1.20秒まで連続的に変えられ、造波体の半径は10, 15, 20 および 25 cmを用い、その振巾は、0.5~3.0 cmを適当に選り、両造波機とも電動モーターを用いた。測定した諸量のうち、波高および波形状、電気抵抗式波高計によってとりだし、ペン書き記録装置に自記させ、水面の木粒の軌跡は、固体浮子を浮かべ、カメラで断続的に撮影したが、この方法では浮子が水粒子の運動に正確に追従しないという問題点があり、ここには参考資料として扱った。

実験結果とその考察：(a) Flutter式造波機による生成波；波高と造波体の最大変位との比 η_0 を縦軸に、周期 T を横軸にとり、Besselの生成波理論(図中の実線)と比較したのが図1である。

この図から、周期がある値より大きい範囲では、実験値と理論曲線とはよく一致している。しかし、実験値の方がやや小さい。この原因として、造波板と側壁との間の漏水、側壁の摩擦による波高減衰などが考えられる。一方、周期がある値より小さくすると、実験値は急激に小さくなり、傾向が理論曲線と適合しない。この現象が始まる周期は振巾 L によって果なり、しかも、波形状がpermanent typeではなくなるにせよ、実験中観察された。この原因は造波板近辺の砕波にもとづくと考えられ、一応、水面木粒子の最大水平速度が波速に等しくなりと砕波があるとせよ、この領域を求めると、図1の点線より上の領域となる。したがって、この領域ではpermanent typeの波は起りえないと考えられる。しかし、実験結果はこの領域外でも可成り減少をはじめ、permanent typeの波が起る範囲は、さらに限定されている。以上より、Flutter式造波機の生成波がpermanent typeである範囲は、 L および T によって限定されるにせよがわかる。

(b) Plunger式造波機による生成波；縦軸に η_0 、横軸に $2\pi\lambda/L$ (λ は内面の半径、 L は深海波長)をとり、 η_0 (h は水深)をparameterとしてUrsellの理論(図中の実線)と比較すると、図2のようになり、 $\eta_0=10$ および $\eta_0=4$ の場合を示す。この図から、Flutter式造波機の場合と比較すると、かなりばらつきが大きい。しかし一般に、 $2\pi\lambda/L$ の値が小さいとこの図では、理論とかなり一致している。なお、 $2\pi\lambda/L$ の値が大きくなるにしたがって、振巾によって波高振巾比の傾向がかわり、 η_0 の値が小さ

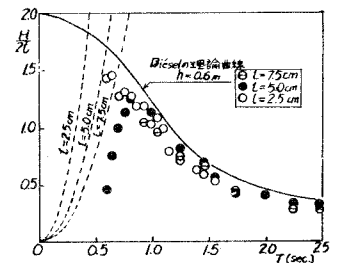


図1 Flutter式造波機による生成波の周期と波高-振巾比との関係

いほど、 λ の値は大きくなることがわかる。さらに、 $\%a$ がある値以上になると、 λ の値は急激に減少をはじめ、Flutter式造波機の場合と同様、Permanent typeの波でなくなる。したがって、上と同様に、破波条件によって、この領域を求めると図2に示す点線より上の領域となる。しかし、図からわかるように、 λ の値は、この領域外でも、すくなく減少をはじめている。さらに種々の λ の値について検討すると、 λ の値は減少をはじめ、 $\%a$ の値は、 λ の値が大きいか、小さくなっている。以上よりさらに、Plunger式造波機の生成波が、Permanent typeの波である範囲は、 λ 、 λ/a 、および T によって限定されることになる。

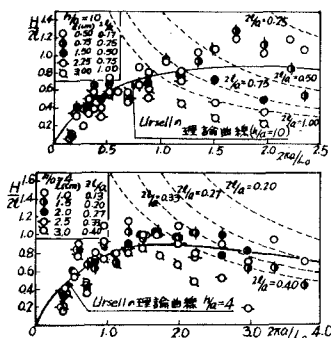


図2 Plunger式造波機による生成波の λ/L と波高-波長比との関係

以上、造波機には造波体の振動周期を短くしていくと、突然生成波形が変化し、Permanent typeの波でなくなる。この周期すなわち生成波限界周期に注目し、生成波の水理学的特性の一つである波形から検討を加える。

Flutter式造波機の場合に、生成波がPermanent typeの波である範囲では一般に周期が小さくなる。したがって、steepness H/L は大きくなる。これに対して、波形（一点における水面の時間的変動）は、微小振中波理論に適合する波から、有限振中波理論に適合する波へと変化があるが、本実験においては、有限振中波理論に適合する波は、限界周期に近いとわめておかなければならない。

Plunger式造波機の場合にも、造波体の振動周期に換算して検討すれば、Flutter式造波機の場合とまったく同じ傾向がみられる。したがって、有限振中波理論に適合するとみられる波がある範囲はさらに狭まる。このことは、Plunger式造波機の場合、波高の最大値が小さく、したがって、 H/L の最大値も小さいためと考えられる。

以上、述べた波形からみられる傾向は、水粒の軌跡に関する実験においても明らかであるが、ここからは省略する。

結論：BieselおよびUrsellの生成波理論は、造波体の振動が微小で、その生成波は微小振中波理論に適合すると仮定している。したがって、実験結果から明らかになるように、限界周期よりわずかに大きい周期、すなわち、有限振中波理論に適合する波が生じる範囲では、この理論は適用できないことになる。そこで、実験結果から、生成波が

Permanent typeでなくなる限界周期を検討し、造波体の振中と水深との比 λ/L を縦軸に、周期を横軸にとり、限界周期を示したのが図3である。この図から、実験値は図中の点線で示す曲線上にある。したがって、この点線より上の領域ではPermanent typeの波は起らず、点線の下側わずかな領域では有限振中波理論に適合する波が、さらに周期が大きくなると微小振中波理論に適合する波が生成される。したがって、実験資料の数が少ないので、明確には断定しにくく、さらに広範囲な実験的研究を進める必要がある。

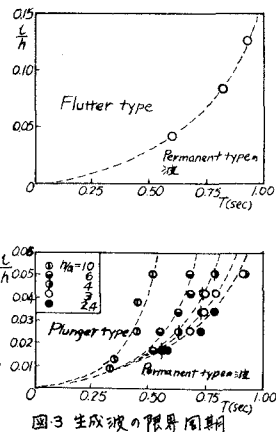


図3 生成波の限界周期