

## 有限振幅重複波理論による波圧の適用限界について(2)

京都大学防災研究所 正会員 土屋義人  
 京都大学防災研究所 正会員 山口正隆

1. まえがき 前回の報告ではせう動法を用いて求めた有限振幅重複波理論は周期の短かい波に対してはきわめて適合性がよいことを示したが、今回は短周期の波の場合から長周期の波の場合のかなり広い範囲にわたって重複波圧に関する実験を行ない、水位および波圧の特性について有限振幅重複波理論の近似解との比較を通じて理論の適合性を検討するとともに、その適用限界について考察を加えようとするものである。

2. 実験装置および実験方法 実験は宇治川水理実験所にある長さ63m、幅50cm、深さ65cmの波浪基礎実験水槽を用い、この水槽の一端にピストン型造波機を取り付け、この端部より約3.5mのところにケーソンを設置して壁面での反射により重複波を形成させ、壁前面の水位および波圧の時間的变化を測定した。実験は $T\sqrt{g}$  (T: 周期,  $g$ : 重力の加速度) の値が一定になるように周期および水深を決め、波高 $H$ を変化させたが、一様水深の実験では $g/H$ の値が約2.8以下の波が起こらず、十分波高の大きい波が得られなかったので、水槽に1/60 (3mの区間) および1/400 (20mの区間) のこう配を付け、ケーソン前面で一様水深部より10cm高くなるようにした。その結果、碎波近くの十分波高の大きい波が得られた。そして、記録の処理にあたっては造波機始動後の数波と造波板の反射の入った波を除いた4~5波をとり、その平均値を用いた。

3. 実験結果とその考察 図-1および2は静水面上の波の峯高 $\eta$ の実験値と有限振幅重複波理論による理論曲線とを比較したものである。図中の1点さ線はオ4次近似解、太い実線はオ3次近似解、2点さ線はオ2次近似解および細い実線は首藤による有限振幅の定常長波のオ2次近似解であり、図中の黒丸はPennyおよびPriceのcriterionより求めた重複波の碎波限界である。また、オ1次近似解は波形が上下対称であるので、つねに $\eta/H = 1$ になり、図には示していない。これらの図から、図-2のように比較的周期の短かい波の場合にも、また、図-3のように周期の長い波の場合にも理論曲線と実験値は比較的よく一致している。ただ、オ2次近似解は $\eta/H$ の値が小さくなると、解の近似度の不足のため、実験値よりもかなり大きくなり、その傾向は周期の長い波ほど著しい。

図-3は波の峯での鉛直同時波圧分布について実験値と理論曲線との比較を行なったものである。この図によれば、水深波長比がそれほど小さくないときには、かなり波高の大きい場合でも解の高次化の効果が現われて、オ4次近似解がきわめて実験値との適合性がよく、また定常長波のオ2次近似解は、この場合かなり過大な値を与えることなどがわかる。

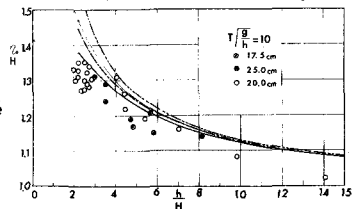


図-1

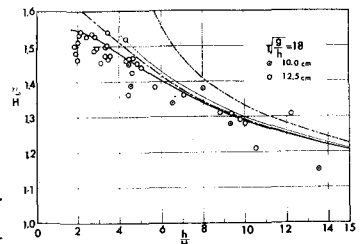


図-2

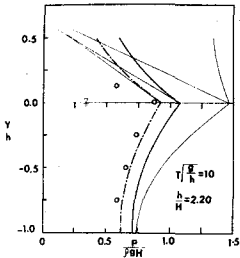


図-3

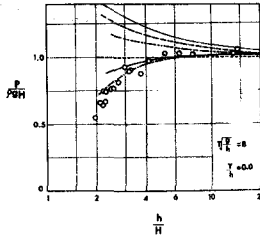


図-4

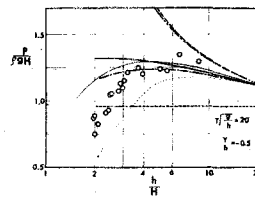


図-5

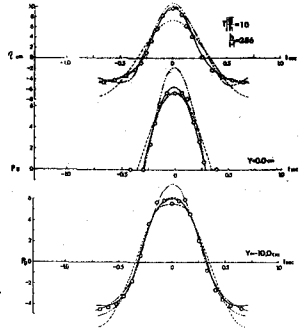


図-6

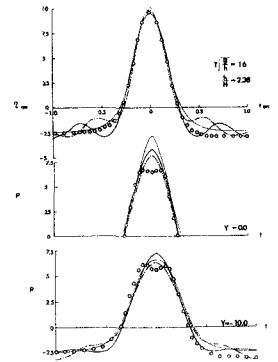


図-7

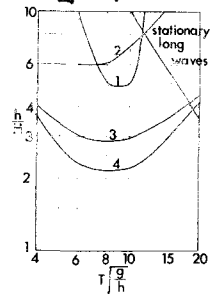


図-8

また、図-4および5は各測定点における波の峯での波圧強度 $P/pgH$  ( $P$ : 流体の密度) について実験値と理論曲線とを比較したものである。ここに図中の点線はオ1次近似解、破線は岸のオ2次近似解である。さて、図-4のように比較的波長の短い場合には高次級数解と実験値との適合性がきわめてよく、オ4次近似解は非常に波形こう配の大きい場合まで実験値と一致する。しかし、より低次の近似解たとえば、オ3次近似解の場合には $h/H = 3.0$  付近から実験値が離れるようになり、その適用限界があらわれ、また図-5のようにきわめて水深波長比の小さい場合には、オ4次近似解においても、 $h/H$  の値が小さくなると、その適用限界があらわれる。そして、定常長波のオ2近似解は $h/H$  の値が大きい場合には実験値とよく一致するが、 $h/H$  の値が小さくなると急速にその理論曲線から離れるようになる。そこで合田の方法により残差を補正した定常長波のオ2近似解が細い実線であるが、この場合理論曲線は実験値よりかなり小さくみえる。これは定常長波のオ2近似解では表面圧力の残差が大きく、補正がききかたにたためと思われる。つきに、水深および波圧の時間的変化について実験値と理論曲線との比較を行なったのが図-6および7である。図-6の場合には解の近似度をあぐるほど実験値は高次解の理論曲線に近づいているが、図-7のように波長が長くなると、オ3次およびオ4次近似解とも波の谷の部分にひずみがあらわれ、波形が実験値と一致しなくなる。また、波圧波形についても近似度の不足のため実験値との適合性が悪く、級数解の適用限界があらわれている。このことは、定常長波オ2近似解についても同様である。図-8は波圧について有限振幅重複波の理論曲線と実験値とを比較した結果を総合して、それぞれの理論解が実験値と適合しなくなるときの $T/\sqrt{gH}$  と $h/H$  の範囲を示したものである。この図によれば、オ2次近似解の適用限界は $T/\sqrt{gH}$  の値が小さく、 $h/H$  の値の大きな範囲に限られており、実用上注意を要すること、オ3次およびオ4次近似解はその適用範囲がかなり広いが、 $T/\sqrt{gH}$  の値が大きくなれば適合性の劣る範囲が存在することおよび定常長波のオ2近似解の適用限界は $T/\sqrt{gH}$  の値がかなり大きい領域に限られていることなどがわかる。なお、計算にあたっては京大のKDC-IIを使用した。