

部分重複波に関する実験的研究

名古屋大学工学部	正会員	岩田好一朗
名古屋大学大学院	学生員	富田 孝史
名古屋大学大学院	○ 学生員	宮田 徹信
名古屋大学工学部	学生員	竹下 伸治

1. はじめに：近年，新しい構造物として，潜堤や人工リーフ，透過式構造物などが注目を浴びている。これらの構造物の前面海域は部分重複波の波浪場となり，それによって海浜地形の変化や懸濁物質などの移流・拡散などは支配されている。したがって，この部分重複波の内部機構およびその特性を解明することは，きわめて重要な課題の一つであるといえる。さらに，部分重複波は進行波と重複波の両者の性質を兼ね備えた波であるため，その内部機構を究明することによって，いままで分けて議論されてきた進行波と重複波を結び付けて考えることができる。進行波や重複波に関しては，従来より多くの検討がなされ有用な成果が蓄積されているものの，部分重複波に関する研究は極めて少ない。

本研究では，水理実験を行って，部分重複波の水位変動および流速場の特性について検討を加えた。ここにその一部を報告する。

2. 水理実験：実験は，名古屋大学土木工学科の片面ガラス張りの二次元鋼製水槽（長さ25m，幅0.7m，高さ0.95m）で行なわれた。部分重複波を発生させるために片側に完全反射板と透過性構造物（金網籠にテトラポッドを乱積したもの）から構成される反射体を設置した。発生波は，表-1に示すように周期を3種類（ $T=2.1, 1.6, 1.2$ s）変化させ，波高を2～5種類変化させた合計10種類である。静水深 h は全ての実験ケースにおいて40cmである。反射率は，実験ケースごとに反射体の完全反射板と透過性構造物の間の遊水域を変化させ，0.5と0.3程度の2種類とした。水位変動は電気容量式水位計で計測し，反射体からの乱れが小さくなるように，反射体から1波長離れた部分重複波の腹の位置から次の腹の位置までを対象に計測した。計測点は合計15地点であり，波の腹と節の位置の近傍においてできる限り密にとった。水平及び鉛直方向の水粒子速度は電磁流速計で計測し，波の腹と節及びそれらの中間点において水位変動と同時に計測した。実験では計測毎に波を発生させ，多重反射状態になるまで計測しているので，解析は，記録して時系列データの中から最初の進行波状態と終わりの多重反射状態のデータを除いて行った。なお，比較のために，同じ発生波の条件で進行波と重複波の実験も行っている。

3. 結果および考察：図-1(a)，(b)に，入射波の波形勾配 $H/L=0.037$ の場合の部分重複波と重複波の節の位置における水平および鉛直方向の最大水粒子速度の鉛直分布の実験値と微小振幅波理論による計算値を示す。なお，反射率はヒーリーの方法によって算定した。同図(a)より，水平方向の最大水粒子速度の鉛直分布は，微小振幅波理論でも精度よく予測可能であると考えられる。しかし，同図(b)より，鉛直方向の水粒子速度の鉛直分布は，部分重複波における反射率に関係なく，正方向には大きく，負方向には小さな値を取っており，これは，微小振幅波理論では予測できない。したがって，非対称性の効果を含んだ高次近似解を考慮する必要がある。また反射率に着目すると，反射率が増大するほど水平方向最大水粒子速度は増大し，鉛直方向水粒子最大速度は減少するが，分布形はほぼ同一であることから，部分重複波は進行波と重複波の中間に位置づけられる波であることが確認される。図-2は，図-1と同じ波条件の場合の部分重複波と重複波の腹の位置の最大水粒子速度を示したものである。波の腹の位置では，節の位置のものとは逆に，水平方向最大水粒子速度については高次の波理論が必要となる。以上のことより，部分重複波を解析解によって予測するためには，波の腹や節などの位置によって近似の次数を考慮する必要があることが推察される。

水位の時間変化については，図-3に示されるように，実験値を微小振幅波理論による波形と比較すると，静水面上では波が立ち上がり，静水面下では平坦化する傾向がある。すなわち，時間波形の検討についても

高次近似解の適用が必要である。

発生波の波谷より下の領域で計測した平均流速の分布を示したものが図-4である。同図から、部分重複波の平均流速は、反射率の小さいものほど反射波の進行方向に卓越していることが確認された。反射率が小さいものほど、波の進行成分が波全体に対して大きな役割を占め、それによって波の峰から波の谷までの領域では、進行方向に質量輸送が卓越する。このため、この質量輸送によって、波の谷より下の領域では、それと同じ量の戻り流れが発生したと考えられる。

4. おわりに：本論は、部分重複波の水位変動および流速場を明らかにする目的から、水理実験を行って、高次近似解の必要性や平均流速について若干の検討を加えたものである。今後は更に、解析的に誘導した部分重複波の三次近似解と実験値を比較検討することによって、その適用範囲を明らかにし、実験と理論の両面から部分重複波の特性について議論を進めていく所存である。

表-1. 発生波の条件

CASE	周期(s)	入射波高(cm)
1	2.1	3.7
2		5.3
3		2.3
4	1.6	4.9
5		6.7
6		1.8
7	1.3	3.6
8		5.6
9		7.7
10		9.8

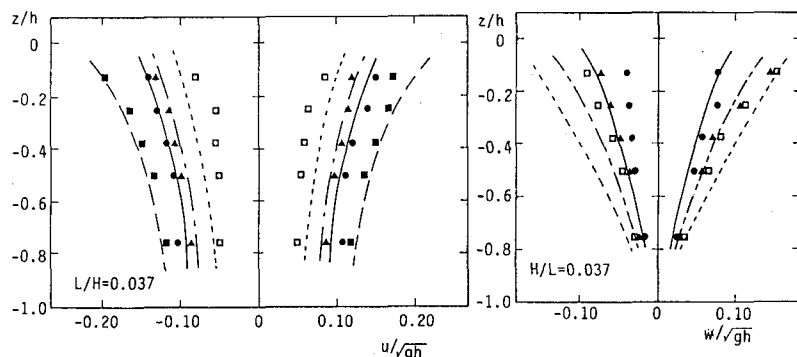


図-1(a) $u_{max}/\sqrt{gh}$ の鉛直分布 (節の位置) 図-1(b) $w_{max}/\sqrt{gh}$ の鉛直分布 (節の位置)

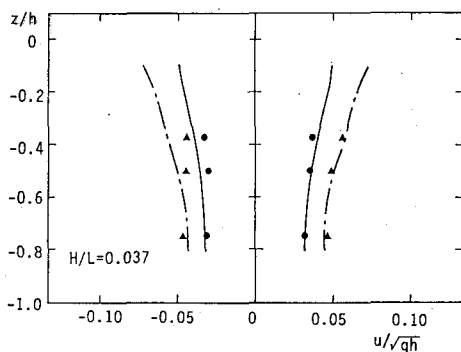


図-2(a) $u_{max}/\sqrt{gh}$ の鉛直分布 (腹の位置)

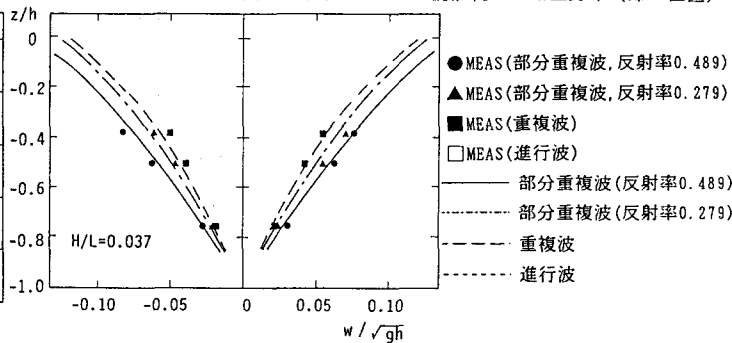


図-2(b) $w_{max}/\sqrt{gh}$ の鉛直分布 (腹の位置)

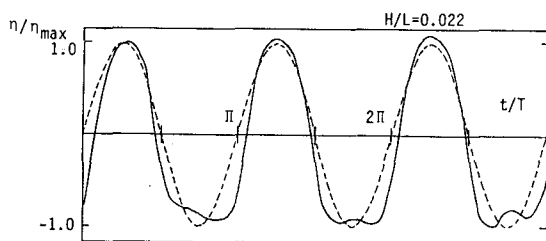


図-3 水位 η の時間変化

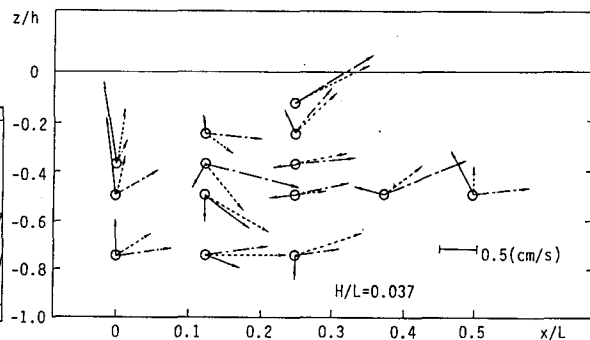


図-4 平均流速ベクトル