

鹿児島大学工学部 正会員 佐藤 道郎

鹿児島大学工学部 正会員 O 中村 和夫

1. まえがき

長い波と短い波が重なると非線形相互干渉によって干渉波が生じるが、両者の周波数がかなり離れていると干渉波は短い波の周波数付近に現れるため、たとえばフィルターで長い波の成分を除くと短い波の波高が長い波の位相によって変化するようになる。このようにして生じた短い波の波高変化について著者らは第24回海岸工学講演会で実験結果を報告した。ところで、そこで示したような波高変化がどうして生じるのか考えていく上で、どんな干渉波が、どのように波高変化に関連しているかという点をまず明らかにしていく必要がある。また、二つの波が重なって干渉波が生成された場合、それぞれの波の周波数のところで、各波が単独で存在した場合と比べるとエネルギーが変化しうるわけであるが、一体どのようなエネルギー分配則があるのだろうかといった疑問も生じる。そこで、以上のような点について、より理解を深めるために実験を行っているが、本文ではその結果の一部について述べる。

2. 実験

長さ30m、幅1m、高さ1.2mの鋼製片面ガラス張りの水路を用い、まず短い波を起しておいてその後を長い波に追いかけて重ねた。容量式波高計による記録は前回同様にフィルター出力とともに、短い波の包絡線をペンオシロに書かせ、同時に生の記録をデータレコーダーにとった。それを周波数分析器(三菱測器製、シグナルプロセッサ)を用いて解析した。

なお、長い波と短い波を重ねる方法として、造波装置への入力信号自体を周期の長い正弦波と短い正弦波を重ねさせて造波板を駆動させる方法も考えられ、実験の初期の段階ではこの方法も試みた。その場合、造波装置駆動後、まず長い波が記録され、短い波が波高計に到達すると重なった波形となり、造波装置を止めると長い波の過ぎ去ったあとに残された短い波だけが記録される。そして、その波は重なっていたときと同様にかんがりの波高変化を伴っている。短い波の波高変化と長い波の位相との間の

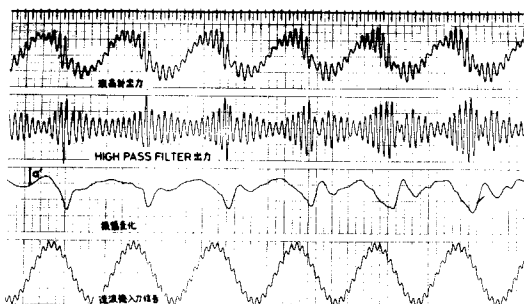


図1. 入力信号を合成したときの記録例。

明確な対応はみられず、波高変化の様子も図1にもみられるように時間とともに変化してくる。この場合の短い波の波高変化自体も興味深いが、単に相互作用のみならず、造波板前面水深を長い波の周期で変化させることにより、はじめから波高の異なる短い波を造波しているような効果も含まれていると思われる。そこで、長い時間の重畳波形がとれないが、追いかけてさせる方法が適切と考えられた。

3. 考察

図2、図3、図4に重なった波形をシグナルプロセッサでフーリエ変換した結果の例を示した。 f_1 が短い波の周波数、 f_2 が長い波の周波数である。縦軸はパワーであるが、絶対値が表示されないために目盛は記していないが、相対的な大きさのことしか言えない。また、図中(a)は重なった波形のもので、(b)は短い波の周波数の付近を縦軸を4倍に拡大したものである。(c)は長い波のみ単独で造波した場合のもので、(d)は短い波だけのもの、この場合(b)図同様に縦軸を4倍に拡大している。各国の(b)を見ると $f_1 - f_2$, $f_1 + f_2$ の2次干渉波 $f_1 - 2f_2$, $f_1 + 2f_2$ などの3次干渉波が生じているのがわかる。2次干渉波でも $f_1 - f_2$ の成分が最も大きいようであ

る。 f_1 のエネルギーとの比率は小さい α から、逆に図3のように、 f_1 が小さくしてしまったような α まである。 f_1-f_2 と f_1 のパワーの比ならびに f_1+f_2 と f_1 のパワー比をLonguet-HigginsとStewartの理論から計算してみると、図2の例で前者が0.199、後者が0.143となって実験値より少し大きいものの、図4の例では6.43と3.80となって過大な値となって合わない。(周波数比 f_1/f_2 が大きくなる程、理論では大きくなってしまう)。 f_1-f_2, f_1+f_2 に比して f_1-2f_2, f_1+2f_2 は小さいが、図2のように、 f_1-2f_2 が f_1+f_2 と近い場合もあり、このような場合には3次干渉まで考慮する必要がありそうである。図5は図4に示したケースについて、(b)に f_1+f_2 (c)に f_1 、(d)に f_1-f_2 の成分だけを逆変換により、重ね合わせたものである。これら(b), (c), (d)の三つの波形が合成されると(e)図のような波形が得られる。これが、先に波高変化をタイプA, Bと分けたが、タイプBの変化を示している。図6は図2に示した例で、 f_1-f_2 から f_1+f_2 までの範囲を逆変換したものを(a)で、また、 f_1-2f_2, f_1+2f_2 を含む範囲を逆変換したものを(b)で示している。このように、かなり大きな f_1-2f_2 の成分がある場合、波高変化の様相が複雑になってくる。図7は図3の例を $f_1-2f_2 \sim f_1+2f_2$ の範囲で逆変換した波形が(a)に示されている。この例ではあたかも短い波が振幅のみならず周波数変調を受けたような様相を呈している。

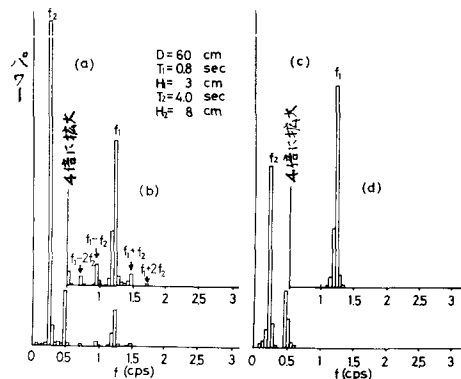


図2

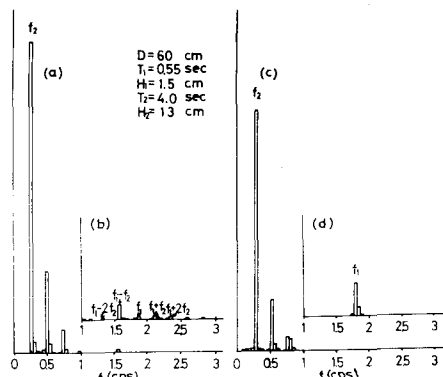


図3

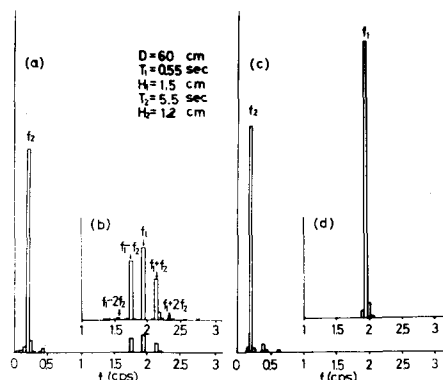


図4

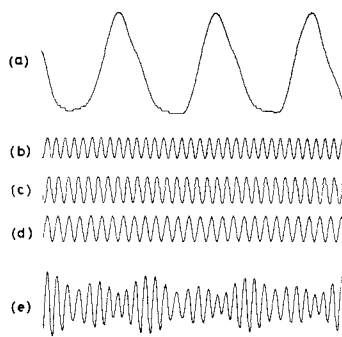


図5

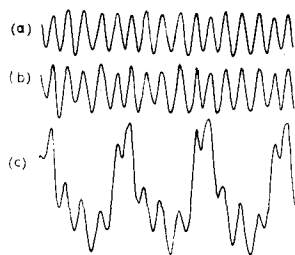


図6

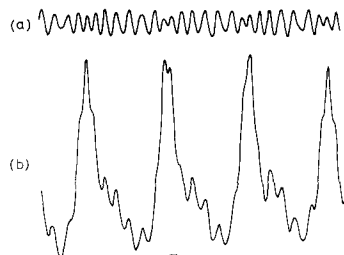


図7

参考文献

(1) 佐藤道郎, 中村和夫, 吉住昌久; 第24回海講, P. 140~144.

1977.

(2) Longuet-Higgins & Stewart; Jour. Fluid Mech, Vol. 8 PP. 565-583. 1960