

第10回海岸工学国際会議での話題

解 説

波の発生機構と観測

浜 田 徳 一

筆者が解説を分担した部門は沿岸波浪の一般的性質、風と波との干渉、風波の発達および波と流れとの干渉、波による底の摩擦等の問題であるが、最近におけるこの部門での大きな進歩は、

(1) 確率的統計的知識を導入して今までの単一周期の波としての取り扱いから、実際沿岸に生じているいろいろな周期の波が、いろいろな方向から交錯している現象を極力事実に近い状態で捕え、こうした知識のもとに、海岸構造物等への工学的応用を計ろうとしていること。

(2) 流体力学的に進んでいる分野の知識を取り入れ、他方では観測実験の精度をあげて、生じている現象の力学的性質を明かにし、首肯できる見解を基礎として、工学的発展を計ろうとしていること。

の2点であろう。こうした事情から、ここに解説する部門では、最近理学的見解と工学的見解との差がちぢまっており、講演者のなかにも海洋研究所の人が若干混っている。

発表論文のうち、約6編は現地観測による波浪、水面上の風の性質を述べている。

測器についても、樋口、Bonafille、De Leonibusのように、最近では波浪を直接水の表面変形として捕える方法が段々多く使用されるようになってきている。風についても、De Leonibusが行なったように、垂直方向の速度の変動成分をはかって、これを用いて Reynolds 応力を求めている。今までは水底に水圧式波高計を置き、波による水中圧力変動を適当な方法で表面波形に換算して、波の性質を決めるとか、風については、風が対数法則にしたがう速度分布をしていると仮定して、それから

計算で水面付近の風の応力を決めるという方法が多かったわけであるが、最近の傾向としては、こうした求めようとする量を直接計ろうとするわけである。

Draper と Foster は、また得られた波のデータを整理して、それを技術的に利用するときの整理方法について述べている。比較的短かい期間の定常状態に近いと考えられる場合の波の整理には、連合王国国立海洋研究所で、最近15年の間にすぐれた基礎的研究が続けて行なわれており、各国とも大体その方向で整理が行なわれているように思われる。しかし、長期間の波をどのように整理するかは、技術的な目的によって制約される問題であり、Draper と Foster との間でも異なっているようである。

Shemdin、日野、浜田、井島は、風と波との干渉、風波の発達およびその理論の実際への応用について発表した。この方面の研究は最近きわめて流体力学的になってきており、20年前の S-M-B 法に見られるような大まかさは消えてしまった。たとえば、Shemdin のような実験室で一様な波の上の風の圧力を水面変化とともに移動する測定点において測定し、それを波の波形と同位相の成分と、波の勾配と同位相の成分とに分解して、風がどのように波に作用をおよぼしているかを、一つ一つ決めてゆくというようなやり方は、その一例であろう。

しかしこの種の問題は、一般的にはなかなかむづかしい問題であって、ランダムな波の性質にも、またその上を流れる風の性質にも、未知のもの、はっきりしていないものが含まれていることを浜田は示している。

Colonell、Mobarek、堀川は、こうした実験に使用される実験室での風波の性質を若干検討した。こうした問題では、既述したように確率過程的な取り扱いがとられるのであるが、その場合、力学的な推論をするためには、精度をあげることがぜひ必要である。ところが Mobarek のように、わずかなデータから、少しこみ入った操作を行なおうとすると、この点に問題を生じてしまう。安心して使える結果を得るためには、きびしい条件のもとで、計算機でも処理しきれないような大量の計算を行なわねばならぬというような点にも、この問題の難点がある。堀川は、現地波浪の資料処理にも言及している。

松梨, Jonsson, 岩垣, Bijker, Brebner は, 流れと波との問題, 波の底の境界層の問題などを取り扱っている。こうした問題では普通, 波の運動では省略している粘性の影響が入ってくる。松梨は, 流れと波とが共存しともに同一の粘性係数(たとえば分子粘性)で支配されるとき計算が行なわれている。岩垣も同様に, 分子粘性だけを考えたときの, 底の波の層流境界層について検討している。これに対して, Jonsson, Bijker, Brebner の3人の外国人講演者は, 乱流境界層の場合について言及している。注意すべきは, Jonsson と Brebner とが, 層流から乱流への限界として, 同じ値の境界層 Reynolds 数を用いていることである。すこし Brebner の論文を読んでも, 類似の実験は前にも行なわれているが, 底が滑らかなときのせん移限界は, 大体おさえられたという感じがする。層流境界層について岩垣も同種の実験結果を示しているが, これは Brebner の述べる限界のところで点が終っている。

Jonsson には応用を目的としたと思われる抵抗係数についての図表が含まれているが, こうした推論の背後には講演者等が行なった相当の規模の周期流れの実験があることと考えられる。この実験は周期的乱流境界層にお

いても, 速度分布が対数分布に近い(その運動に対する渦動交換係数が底面から大体線形に増加してゆく)層が内部に存在することを示したのとして, 注目されるべきものであり, 少なくとも, 単一周期の周期的境界層の取り扱いには一つの進歩をもたらしたものである。こうした単一周期の波の底の境界層の性質の決定は, 井島の論文に示される有義波法による浅海の風波の性質の決定には, 見かけ上大きな関係がある。

以上簡単に一般的概説を行なったが, どの問題をとってみても, まだまだ今後の進歩を計らなければならぬものが多い。たとえば, 風波の発達の問題においても, Shemdin, 浜田は, 傾向としては Miles の理論を支持しており, 日野は, それをもととして一般的理解への努力を示している。ところが質問にもあったように, 最近のアメリカでの実測では, 多少技巧的な測定法を用いてはいるが, 上に示した見解と相当離れた結果が発表せられている。ランダムな波の変形, あるいはその底の摩擦等についても, 問題は全く同じである。Mobarek が行なった2次元的な波の解析においても, 講演者はいかにして精度をあげるかの苦心について説明していた。

(筆者・正会員 工博 運輸省港湾技術研究所)

浅海部での波

室 田 明

海岸構造物の設計に当って与えられる波の資料のほとんどは, 水深の大きい沖側の値であって, 設計に必要な構造物前面の波については適当な方法で沖波から換算しなければならない。特に, 海底勾配のゆるやかな海浜では, 沖から汀線に向う波は必ず砕波し, 多量の波動エネルギーを放出する。すなわち, 沖波と砕波帯内の波との間には, エネルギーの不連続があるので, 砕波前のエネルギー状態と砕けた後の海面状態の間に決定論的な因果がありうるだろうかという疑問が, まず解決されねばならないだろう。

砕波そのものについては Le Méhauté も指摘しているように, 種々な形態の砕波について別途の砕波条件を指定しなければならないだろうが, 速水あるいは Ippen-Kulin によって大よその砕波形態の分類が試みられているが, まだ分類学的な段階であって, 直接砕波の物理

機構と結びついたような明確な論議がなされているわけではない。

今回, 中村らが, 沖波と砕波後の波動との関連を見出すべく広範囲な実験を行なった結果を報告したが, こうした研究は上に述べた基本的な問題への接近であり, 有意義なものであろうと考える。

一方, 砕けた後の, すなわち砕波帯内の流れは, これまたきわめて複雑な現象である。ごく大雑ばに言って, 波の変形する機構には内的な要因と外的な要因とがあり, 前者は, たとえば波動エネルギーの保存性といった波動自身に内在する機構で変形するものであって, 数値解析に便利な方法を提案した Lundgren や, 高次近似を採った Le Méhauté の報告が行なわれたのであるが, 特に砕波帯内の波については, 後者の外的要因による変形機構がきわめて重要になる。すなわち砕波帯内はもちろんのこと, 一般に浅海では海底摩擦, 海底底質への浸透などによって減衰し, さらに砕波が発生すれば, その強烈な乱れによって内部エネルギーを消費する。

海底摩擦については, 非定常境界層に注目した理論的研究や, 現地海岸での観測波形から抵抗係数を算出する試みが継続して行なわれているが, 公式として提示する段階にはまだほど遠い感をまぬかれない。

今回, 堀川等は特に砕波後の乱れによる波の減衰に着目し, 乱流理論のエネルギー逸散の考え方を応用してこの問題に近づくことを試みた。乱れエネルギーが砕波点