

潜堤上を通過した波の特性について

大阪大学工学部 正会員 榎本 亨, ○青木伸一

① まえがき：近年海岸線の有効利用の立場から面的な海岸防災対策工法が注目され、その一環として、水平線が確保されるという利点をもった潜堤が数多く建設されるようになってきた。このような海岸において海況変形あるいは越波等を論じる際には、潜堤上を通過した波が外力となるため、通過波の特性を十分把握しておく必要がある。ところが従来、潜堤通過波は透過率という形でのみとり扱われることが多く、波そのものの特性についてはあまり研究されていない。本研究は通過波を周波数分解してその成分波の構成を調べ、通過波の特性を明らかにしようと試みたものである。

② 造波水路における発生波の特性：潜堤通過波の特性を調べるためには潜堤への入射波すなわち発生波の特性をまず明らかにしておく必要がある。そこで実験に用いる造波水路(24^m長×0.7^m幅、フラップ型造波機、水路端部に消波用として1/10の斜面を設置)において、周期1.5秒で水深、波高を種々変えて15^{cm}間隔で計42点(全長6.3^m)水位変動を記録した。これを調和解析して求めた各周波数成分の

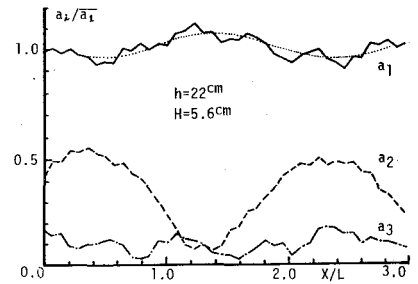


図-1 各周波数成分の変動

振幅の場所的変動の例を図-1に示す。(水深および平均的な波高は図中に示す。) 図の縦軸は各周波数成分の振幅を全測点における基本周波数成分の平均値 $\bar{a}_1$ で除した値を、横軸は測定開始点からの距離を基本周波数成分波の波長 L で無次元化して示している。図中実線は基本周波数成分の振幅 a_1 を、破線および一点鎖線はそれぞれ2倍、3倍周波数成分の振幅 a_2 、 a_3 を表している。また基本周波数成分については水路端からの反射波の影響がみられるのでほぼ1/2に相当するデータ長で移動平均したものを点線で示している。これより基本周波数成分および2倍周波数成分には長周期の変動がうかがえ、2倍周波数成分の変動間隔は今回の実験においても細井・石田¹⁾が指摘しているように、再帰間隔(overtake length)と一致していることがわかった。すなわち2倍周波数成分を構成する波は、波数が基本周波数成分波の2倍の拘束波と、波数が2倍周波数成分の分散関係式を満足する自由波の2つであり、2つの波の位相干渉効果によって場所的変動が現われていることが確認できる。またこの2つの成分波の振幅は変動の最小値がゼロに近いことからみて同程度であると推察される。実際両者の振幅ともストークス波の2倍周波数成分の振幅とほぼ一致していた。

③ 潜堤通過波の特性：使用した潜堤は堤幅 $B=10\text{cm}$ および 40cm の2種類で、堤高はいずれも 16.5cm である。これらの潜堤について周期1.5秒で水深および波高を種々変えて(水深 $d=30, 26, 22, 19$; 波高3種類)実験を行った。通過波および反射波は水路内での反復反射が定常に達した後、波高計5台(15^{cm}間隔に固定)を移動させながら水位変動を記録した。図-2に潜堤通過波の各周波数成分の振幅の変動の例を示す。図中線の種類は図-1と同様であるが、

Toru Sawaragi Shin-ichi Aoki

各振幅は、潜堤前面の2台の波高計の同時水位記録を用いて入射分離した後の入射波成分の基本周波数成分の振幅を場所的に平均した値 $\bar{a}_{11}$ (値は図中に示す) との比で示している。これらより水深が小さい程、また堤幅が大きい程2倍、3倍周波数成分の基本周波数成分に対する割合が大きくなっていることがわかる。そして2倍周波数成分の振幅の変動間隔はこの場合も再帰間隔とほぼ一致している。そこで潜堤通過波においても拘束波と自由波のみが存在していると仮定して、2点(15cm間隔)の同時水位記録を用いて波数の異なる2つの波を分離した一例を図-3に示す。(a_B , a_F はそれぞれ拘束波と自由波の振幅を示す) これより場所的に変動はあるものの自由波が卓越していると考えることができる。そこで実験した全ケースについて拘束波と自由波の分離を行ない、両者の大小関係を明らかにした上で、2倍周波数成分の変動の最大値と最小値から自由波の振幅 a_F を算出し、それと通過波の基本周波数成分の振幅の平均値 $\bar{a}_{11}$ との比を、天端上水深と波長の比 $(h-d)/L$ との関係で示したのが図-4である。これより自由波の基本周波数成分に対する割合は $(h-d)/L$ が小さくなると大きくなり、堤幅が大きいほど大きくなる傾向を示すようである。一方このような自由波の存在は波の非定形性の原因となるものであり、それに伴って波高あるいは波頂高(波の峰の高さ)の場所的な変動をもたらすことが予想される。図-5に波高(H)および波頂高(η_{max})の場所的な変動の例を示す。(線の種類は波高の違いを示す) これより波高、波頂高とも明らかに図-2(A)の2倍周波数成分の変動傾向と同様の変動を示していることがわかる。特に波頂高の変動は大きく、最大で波高の2/3程度にまで達している。この事実は潜堤通過後の越波を考える際には潜堤設置位置に十分注意する必要があることを示唆している。この詳細については別途報告したい。

＜謝辞＞ 本学学生、辻上修士君に感謝する。

＜参考文献＞ 細井・石田：二次波峰現象における非線型性の解析, 第17回海講, 1970

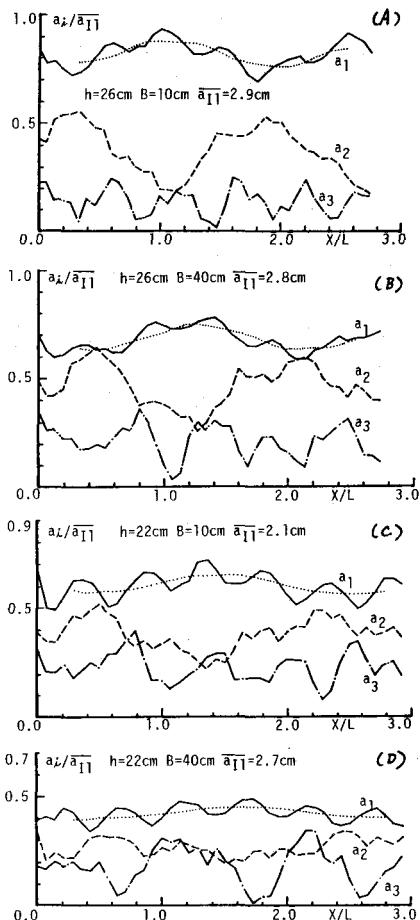


図-2 各周波数成分の変動

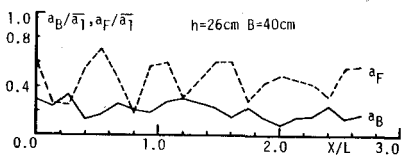


図-3 自由波と拘束波の分離

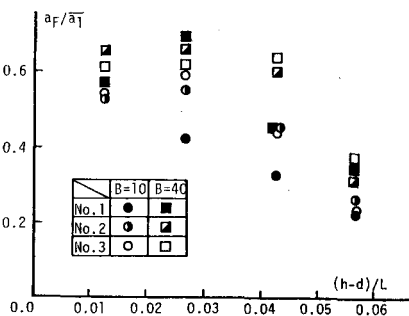


図-4 自由波の発生割合

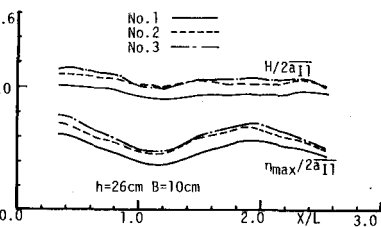


図-5 波高・波頂高の変動