

波群による湾内振動に関する研究

琉球大学工学部 学生員 高良 尚樹
 琉球大学工学部 正会員 仲座 栄三
 琉球大学工学部 正会員 津嘉山正光

1. はじめに

湾状海岸に侵入する波浪の波高は、湾口での回折効果及び海底形状の変化による屈折効果（発散効果）などにより、伝播とともに減衰する。その結果、湾奥の海岸は静穏な海域であると一般に信じられている。しかしながら、沖縄本島北部の楚洲海岸、あるいは与那国島の比川海岸は、湾状海岸であるにもかかわらず、比較的小さな台風の来襲時にも甚大な波浪災害を受けている。このことは、上述の湾状海岸が静穏な海岸であるとする一般的な考え方と矛盾する。一方、筆者らは、リーフ地形海岸において、来襲波群によって平均海面の共振応答が引き起こされ、その結果、地震津波に類似した大規模なサーフビートが発生することを、つい最近指摘した。本研究においては、湾状リーフ地形海岸における波浪災害の多発が、来襲波群により引き起こされたリーフ上の長周期波（サーフビート）の三次元的な挙動、すなわちGreen効果によるものとの観点に立って、湾状海岸でのサーフビートの三次元的挙動特性、あるいは湾内振動特性について検討する。

2. 実験装置及び実験方法

図-1(a)及び(b)は、楚洲海岸及び比川海岸の平面形状を示している。図示のとおり、これらの湾状海岸は、リーフ先端から湾奥部までの長さが約400m、湾口幅が約600mであり、台風の進行に伴う気圧低下の変化と共鳴するようなものでない。また、湾口幅が比較的小さいことから、来襲波の方向スペクトル特性は無視し得る。実験は、図-2に示すように、琉球大学工学部土木工学科の平面造波水槽を用いて行った。湾状海岸のモデルは、代表的な湾状海岸として上述の楚洲海岸を対象に、長さの縮尺が1/100となるものを用いた。モデル海岸の両端は、壁面による鏡像効果が得られるように、湾の両側の岬の先端部を長さ方向に2等分するような形で設置した。入射波群は、振幅がステップ的に変動するものを用いた。波群中の個々波の周期は、1.2秒とし、平均波高は、5cm及び10cmの2ケースとした。

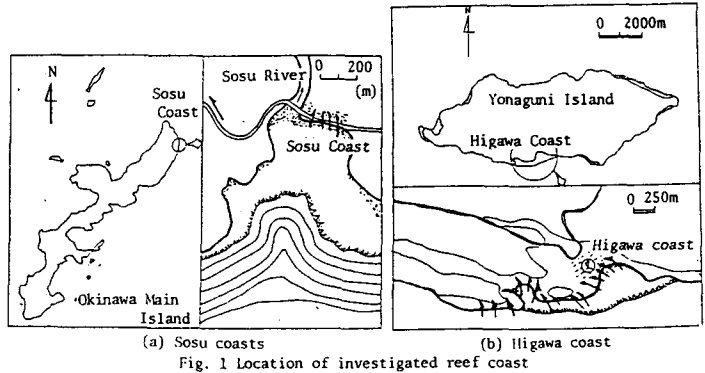


Fig. 1 Location of investigated reef coast

3. 実験結果及び考察

図-3は、波群によって引き起こされた長周期波に伴う水面変動を示している。図(a)は、丁度、長周期波がリーフ先端から岸方向に向けて進行しだす状態を示している（静水面に波群を入射後3周期目； $\sigma_w t = 0.0$ 、 σ_w は、波群周期を用いた角周波数である）。図(b)は長周期波の先端が湾奥の汀線近傍に到達した瞬間を示している（ $\sigma_w = \pi/4$ ）。図において、コンター線が密になっているところがあるが、これは、長周期波のフロントが前傾化していることを示している。これらの図で示すように、波群によって引き起こされた長周期波は、湾の両側の岬に沿いながら、あたかも河口付近が焦点のような形で湾奥に来襲している。このことは、「楚洲川の下流から上流に向けて、すごい流れがあった」、あるいは「洪水のような高波は、楚洲部落の右側（すなわち、海側から楚洲部落に向かって右手方向）から来襲した」というような被災時の住民の証言と一致する。

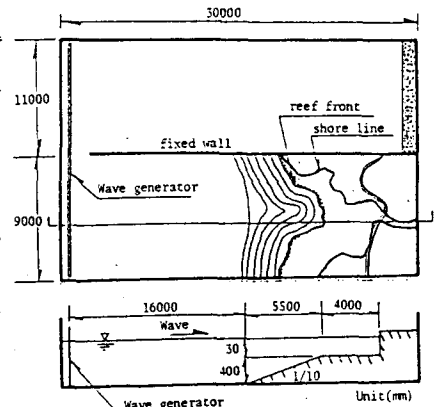


Fig. 2 Experimental setup

図-4は、湾奥での波群による平均海面の共振応答値を示している。図の縦軸は、入射波の波高 (η') によって無次元化したサーフビートの振幅 ($\bar{\eta}/\eta'$) を示しており、横軸は、来襲波群周期 (T_{wg}) による海岸の無次元固有周期 (T_o/T_{wg}) を示している。また、○印及び△印は、平均波高がそれぞれ10cm及び5cmの入射波群によるものである。図示のとおり、リーフ上の平均海面は、来襲波群周期が海岸の固有周期と一致するところで、大きな共振応答を生じている。

図-5は、平均水位の上昇量 ($\bar{\eta}$) とサーフビートの振幅に関して、一次元実験結果と平面二次元実験結果との比較を行ったものである。●印は平面二次元実験により、○印は一次元実験による実験値である。平均水位の上昇量に関しては、両者は殆ど一致しており、海岸形状の効果は、平均水位の上昇量には現れていない。しかしながら、サーフビートの振幅、すなわち平均海面の長周期変動量に関しては、図示のとおり、かなり異なっており、二次元平面実験結果は一次元実験結果にGreen効果を適用して求めた実線によく一致している。定常的(静的)な現象である平均水位に関しては、一次元実験結果と平面二次元結果との間には変化がなく、動的なサーフビート(長周期波)に関して両者の差が大きく現れたのは、湾状海岸がGreen効果を有していることを証明するものである。

4. おわりに

本研究においては、湾状海岸において波群によって引き起こされた長周期波(サーフビート)の三次元的な挙動特性について実験的に検討した。その結果、湾状リーフ海岸が、普通の湾状海岸が一般に有している波の発散効果とは逆に、サーフビートに対してGreen効果を有していることを明らかにし、そのことが、湾状リーフ海岸での高潮災害の多発の主因であることを示した。以上の結果は、リーフ上のサーフビートを地震津波と酷似した現象として捉えることによって、初めて検討されるものである。なお、本研究の一部は、文部省科学研究費・重点領域研究(2)、「亜熱帯地方・沖縄における台風による都市災害評価とその防災力の変遷について」研究代表者・矢吹哲哉の援助によっており、ここに記して感謝の意を表す。

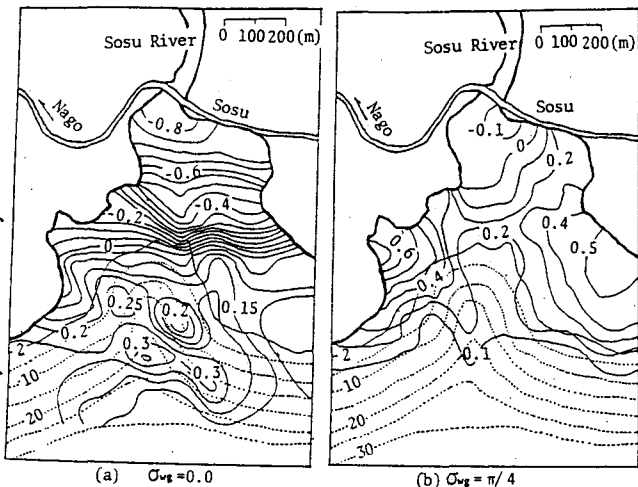


Fig. 3 Long wave induced by incoming wave groups

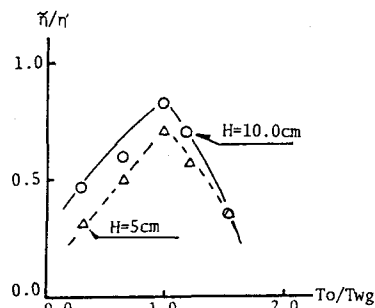


Fig. 4 Resonant response of mean sea water due to incoming wave groups

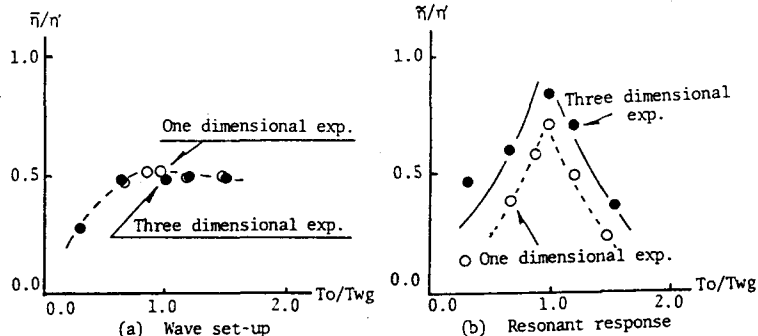


Fig. 5 Comparison between three dimensional experiments and one dimensional ones