

複断面海岸の護岸越波流量に サーフビートの与える影響

琉球大学工学部 学生員 田場 浩
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

護岸を設計する際、最も重要な問題となるのが護岸高の決定である。一般に、護岸天端高の算定は、合田の越波流量推定図を基に行われる。しかしながら、合田の護岸越波流量推定図は、一様斜面海岸上に設置される護岸を対象としており、複断面海岸、例えば、リーフ地形海岸上の護岸に対しても、そのまま適用し得るかどうかは疑問である。現在、リーフ地形海岸における護岸天端高の算定には、普通の海岸と同様に、合田の越波流量推定図が用いられているが、リーフ地形海岸における護岸越波災害の多発は、リーフ地形海岸あるいは複断面海岸において、従来の手法が適用し得ないことを示唆している。

以上のようなことから、本研究においては、複断面海岸の典型的な例であるリーフ地形海岸上の護岸越波特性を実験的に解明する。

2. リーフ地形海岸における護岸越波特性

図-1は、平均越波流量を一定($\bar{q}=0.3\text{cm}^3/\text{cm s}$)とした場合の実験で得られた、護岸前面における水面波形と越波流量波形を示している。図(a)はリーフ長が0m、すなわち、普通の一様斜面海岸に護岸が設置された場合であり、図(b)はリーフ先端から4m離れたリーフ上に護岸が設置された場合に対応する。図示の波形は、それぞれのr.m.s.値で無次元化されている。図中、1.5秒程度の短周期で振動しているのが個々波に対応する波形であり、長周期で滑らかに振動しているのが長周期波(サーフビート)の波形である。図(a)及び(b)に示す越波流量の波形は、平均越波流量が同じであるにもかかわらず明かに違いがある。すなわち、普通の一様斜面海岸に設置された護岸の場合、越波流量がゼロとなる時間帯が殆どなく、絶えまなく越波している。また、越波流量波形は、護岸前面における個々波の高波の連長に従った周期で振動している。一方、リーフ地形海岸に設置された護岸に対する越波は、越波している時間と全く越波していない時間とが明確に現れている。また、護岸前面のサーフビート波形と越波の波形とは極めて類似し、サーフビートに伴う水位が平均水位より上昇している時間帯にのみ越波している。図(a)より、一様斜面海岸の護岸越波流量に対しては、個々波の高波の連長を考慮した、木村の短時間越波流量の概念が有効となり得ることがわかる。しかしながら、リーフ地形海岸の護岸越波の場合、護岸前面の個々波の波高が比較的高くても越波しない場合が多く、この場合は、個々波の連長よりもむしろ護岸前面のサーフビートに伴う水位変動を考慮した短時間越波流量の概念が必要となる。

以下においては、護岸前面のサーフビート波形と護岸越波流量波形とが、同様な挙動を示しているこ

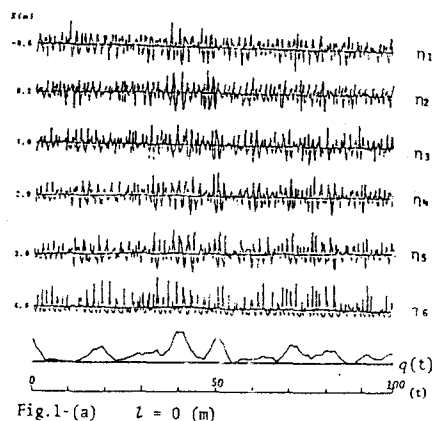


Fig.1-(a) $L = 0 \text{ (m)}$

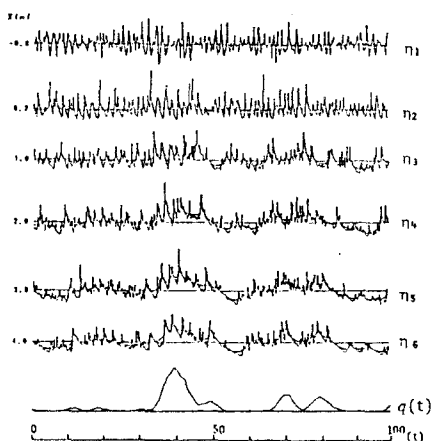


Fig.1-(b) $L = 4 \text{ (m)}$

Example of the profiles of the wave overtopping rates and waves in front of a sea wall

とに着目し、サーフビートを考慮した短時間越波流量として、図-2に示すような定義を用いる。すなわち、越波波形が平均越波流量($\bar{q}$)を越えている時のみの(すなわち、サーフビートに伴う水位の変動が平均水位よりも上昇している時間帯の)越波流量の平均を用いて、サーフビート波形に従った短時間平均越波流量($\bar{q}_{new}$)とする。同時に、図-2に示すように、越波時間($\bar{T}_{aup}$)を、越波流量波形が平均越波流量($\bar{q}$)を越えてる間の時間とし、越波周期($\bar{T}_q$)を越波流量波形が平均越波流量($\bar{q}$)をZero-up-crossする間の時間として定義する。図-3は、上述の新しい定義に従った短時間平均越波流量($\bar{q}_{new}$)のリーフ長による変化を示している。図の縦軸は、($\bar{q}_{new}$)を($\bar{q}$)で無次元化した値を示しており、横軸は、リーフ長及び入射波群周期(T_{wg})による海岸の無次元固有周期(T_0/T_{wg})を示している。図示のとおり、新しい定義に従った短時間平均越波流量 $\bar{q}_{new}$ の値は、来襲波群と平均海面の長周期変動とが共鳴するところでピークを有するような変化を示しており、リーフ上の平均海面の波群による共振応答として生じたサーフビートの効果を表現し得ることがわかる。

図-4は、平均越波周期($\bar{T}_q$)及び平均越波時間($\bar{T}_{aup}$)のリーフ長による変化を示している。

($\bar{T}_q$)及び($\bar{T}_{aup}$)は、共にリーフ長が長くなるにつれ、増加する傾向を示している。このことは、リーフ長が長くなるにつれて、海岸の固有周期が増加し、その結果、波群によって引き起こされるリーフ上サーフビートの周期が増加することによるものである。以上のことより、リーフ地形海岸上の護岸越波は、護岸前面のリーフ長が増加するにつれて、($\bar{q}$)を越える程の大きな越波が生じた後、再度($\bar{q}$)を越す越波が発生するまでの時間が長くなることになり、また、一旦($\bar{q}$)を越す大きな越波が生じるとその状態が長時間継続することなどがわかる。このことは、リーフ地形海岸での護岸越波による災害の多くが「数十分間隔で洪水のように押し寄せた越波」によってもたらされたとする被災時の人々の証言と一致する。

3. おわりに

本研究では、複断面海岸の一つである、リーフ地形海岸上の護岸越波特性について実験的に検討し、リーフ上の護岸越波にサーフビートが与える影響の解明を行った。すなわち、平均的な越波流量は同じでも短時間越波流量はリーフ長により著しい変動がみられ、現行の護岸天端高算定方が適切でないことが明かとなった。また、来襲波群と平均海面の長周期変動との共振現象として生じるリーフ上のサーフビートの影響を考慮し得る短時間平均越波流量の定義方法を示した。

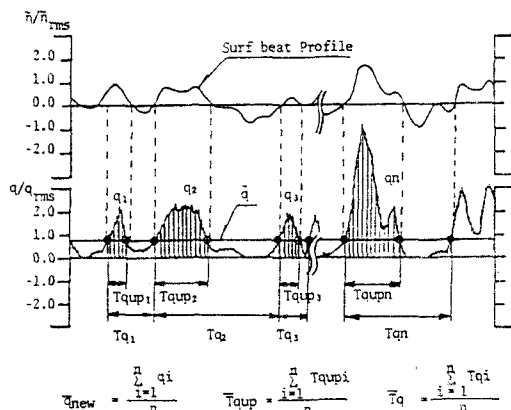


Fig.2 Definition sketch for the new overtopping rate(q_{new})

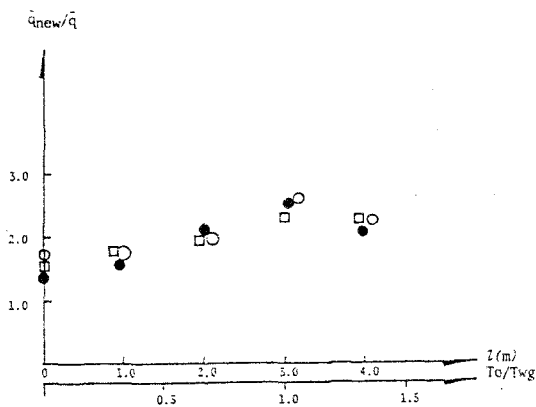


Fig.3 Relation of the new mean rate of the wave overtopping to width of reef coast.

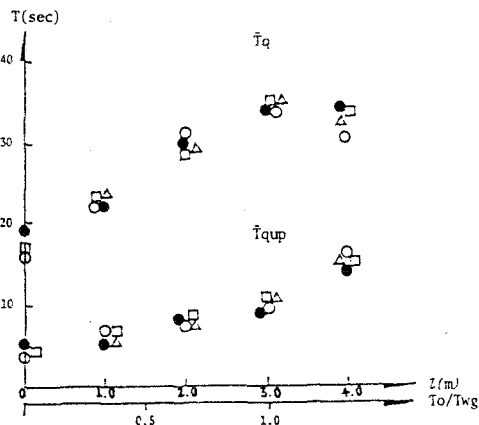


Fig.4 Relation of the new mean rate of duration and repeating period of wave overtopping to width of reef coast.