

堤体への波のうちあげについて

鳥取大学大学院 学生員 ○ 糟谷 恭啓
鳥取大学工学部 正 員 瀬山 明
鳥 根 県 正 員 佐々木 謙二

1. はじめに：従来、不規則波のうちあげ高は波高、周期の等しい規則波と同等であるとしたものが多い。規則波においては、前波の影響は特性の等しい何波かの波のもどり流れの影響を占んでいるが、不規則波においては、同じ波が何波も続くという状況はきわめて希であり入射波の波高、周期が等しくても前波の特性が異なる場合、うちあげ高は必然的に違っていることが忘れられている。そこで本研究はこの複雑な不規則波のうちあげ状況を解明する手始めとして、前波のもどり流れに着目してこれがうちあげ高にどれほどの影響をおよぼしているかについて、のり面の粗度と考慮した場合、つまり消波ブロックを被覆した場合とそうでない場合について堤体位置との関係において実験的な検討を行ったものである。

2. 波のうちあげに関する実験：実験はピストンタイプの造波機を備えた長さ 20.0 m、幅 0.50 m、深さ 0.63 m のコンクリート製水路を用いて行った。水路の一端に 1/10 の斜面に水平に対して勾配 3/4 の堤防を設置して行った。消波ブロックはテトラポッド 2 枚 (1/25 模型、実重量 118 g) を用い、下部積石層にはテトラポッド重量の 1/20 ~ 1/10 の砕石を用いた。実験はもどり流れの影響を受ける、規則波の場合 (WAVE 1) ともどり流れを除去した波 (WAVE 2) の 2 種類の波を用いた。WAVE 2 は、斜面上に反射板 (水深 20 cm) を設置し、入射波が定常になった後反射板の位置で水面がゼロアップクロスする瞬間に反射板を引き上げ重複波より分離した進行波の第一波目が伝播し、前波の影響なしにうちあげるように実験した。この 2 種類の波を用いて堤防を汀線上、汀線より岸へ 30 cm、沖へ 100 cm に設置し、周期を 3 ケース、波高を漸次変化させて実験した。一様水深部 40 cm、消波ブロックは 2 層整積みにした。

3. 実験結果及び考察：図-2 は汀線上に堤体を設置した場合の結果であり (a) はブロックなし、(b) はブロックを被覆した場合の結果である。滑面、ブロック被覆の場合とも規則波の相対うちあげ高 R/H_o は波形勾配 H_o/L_o が増加するにつれて減少する。一方、もどり流れのない波の R/H_o は H_o/L_o の増加とともに一定かあるいはわずかに増加し、両者の差は H_o/L_o が増加するほど大きくなっている。つまり H_o/L_o が大きいほどもどり流れの影響が大きく滑面の場合、規則波の最大 3.5 倍程度にもなるがブロック被覆で最大 1.9 倍程度に差は縮まる。これはブロックの粗度により滑面ほどもどり流れが次にうちあげる波に影響を及ぼしていないと考えられる。図中の一点鎖線は今回の実験においてこれ以上高くうちあげない

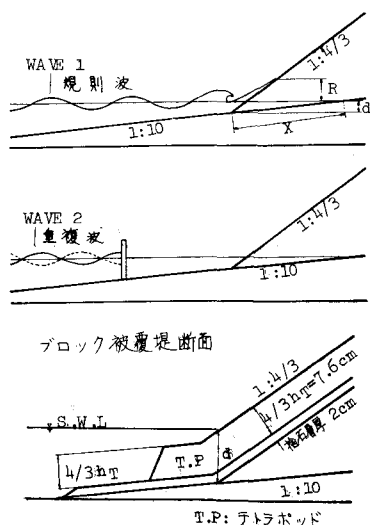
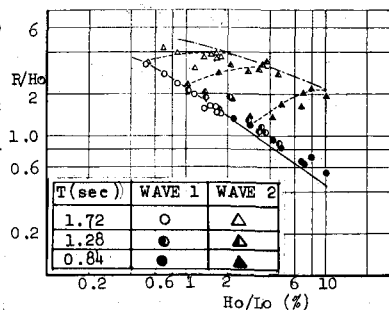
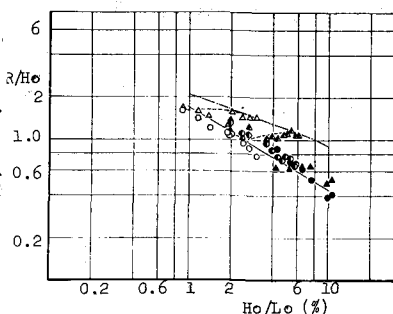


図-1 実験装置



(a) 滑面



(b) ブロック被覆

図-2 堤防が汀線上にある場合 (d=0)

いと考えられる値を示したものでこれ以上はないという限界うちあげ高の存在が予想される。

図-3に示すように堤体が岸側にある場合(汀線から30 cm)では、規則波のうちあげ高は滑面では、 H_o/L_o の小さい時はうちあげる波は堤防に達しないため、細実線の1/10斜面のswallowの結果とほぼ等しいが堤防にうちあげるようになると R/H_o はやや増加の傾向を示す。一方もどり流れのない場合は d/L_o のいずれの場合も規則波に比べて最大で、5倍程度にあがっている。ブロック被覆では、規則波も、もどり流れのない波も H_o/L_o の増加とともに減少しておりもどり流れのない波は規則波の最大2倍程度である。この場合一点鎖線で示す限界うちあげ高は汀線上にある場合より低くなっている。

図-4は汀線より100 cm沖側に堤体を設置した場合の結果であり、これまでと異なり滑面、ブロック被覆とも、また規則波、もどり流れのない波の両方とも、それぞれの d/L_o において H_o/L_o が増加するにつれて R/H_o は増加し極大値をとりその後減少している。滑面の場合、規則波のほうが R/H_o は高くなっており、これはのり面上でplunging型砕波によって衝撃的にのり面にあたり高くあがるためである。一方ブロック被覆の場合は二つの波の R/H_o にはほとんど差は見られない。この場合一点鎖線で示した限界うちあげ高は堤体が汀線上にある場合より幾分高くなっている。

このように限界うちあげ高は滑面、ブロック被覆とも堤防さ沖側に設置した場合が大きくなる。この限界うちあげ高に対するブロックによるうちあげ高減少効果は、汀線上、岸側、沖側ともあまり大差はなくほぼ一定であり、うちあげ高の減少は50~60%である。

また、一連の結果から、もどり流れの影響は堤防さ沖側に設置した時より岸側に設置したほうが大きいと考えられる。そこで堤体位置を漸次変化させて実験した結果を図-5に示している。規則波の場合 H_o/L_o が大きいほど R/H_o の極大値が沖側であらわれている。これは波形勾配が大きいほど砕波しやすいため、極大値が沖側になりもどり流れのない波では、規則波に比べて砕波点が岸側であり堤防に到達する直前あるいは瞬間に砕けるようになるため極大値が岸側で生じる。このように H_o/L_o ごとに若干その位置は異なるが、もどり流れのある場合とない場合の R/H_o が交差する点、つまりもどり流れの影響がうちあげ高を減少させる限界堤脚水深が存在し、その点 d/L_o は H_o/L_o が大きいほど汀線付近から少しづつ沖側になっている。これよりこの点から沖側では規則波を対象としてそのうちあげを検討した方がより安全側であり、岸側では危険側になり注意を要することがわかる。

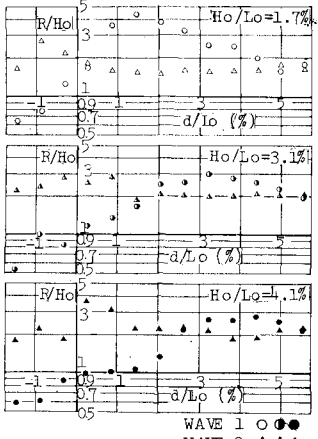


図-5 堤脚水深とうちあげ高

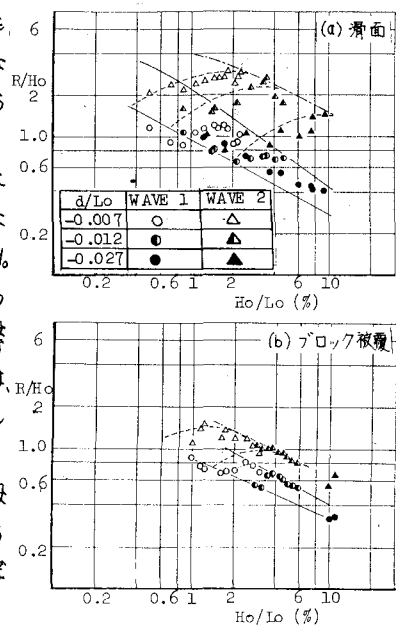


図-3 堤防が汀線より岸側にある場合
($d = -3 \text{ cm}$)

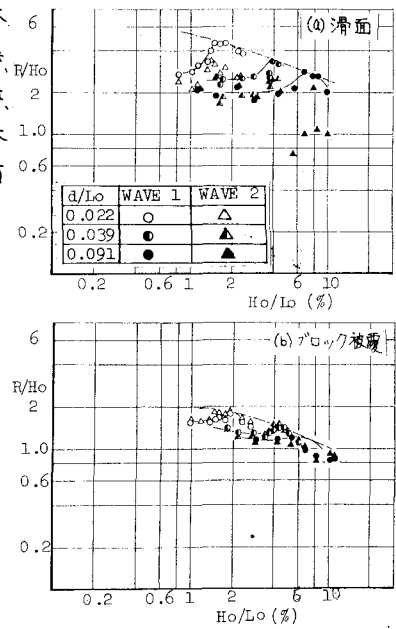


図-4 堤防が汀線より沖側にある場合
($d = 10 \text{ cm}$)