

海底移動に伴う波浪の発生に関する基礎的研究

京都大学大学院工学研究科 正会員 沖 和哉
クボタ 大津信彦
京都大学大学院工学研究科 フェロー 酒井哲郎

1. はじめに

海底地滑りなどの海底移動に伴って発生する波浪（津波）は、頻度は低いものの大きな被害をもたらす場合がある。海底移動によってどのように波浪が発生するかを把握しておくことは非常に重要である。本研究では、水平水路床上に台形状の剛体を設置し、物体の移動する速さおよび距離を変化させることにより発生する波浪の水利特性を調べた。また、線形長波の理論による数値計算を行い、実験結果との比較を行った。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置を図-1に示す。水路は、長さ6m（観測部4.4m）、幅10cm、高さは観測部で20cm（観測部外では10cm）で、厚さ約1cmのアクリル製である。水深は10cmとした。海底移動を再現するために大小二つのモルタル製の台形状物体を用いて実験を行った。各物体の寸法は、大物体（以下物体Bとよぶ）が上底8.8cm、下底17.7cm、高さ5.8cmで、小物体（以下物体Sとよぶ）が上底10.7cm、下底17.9cm、高さ3.65cmである。幅は物体B、S共に水路の幅より若干小さい程度である。物体の移動方向前面にはその運動や水に対する影響が無視できる程度の糸が取り付けられており、その糸の他端には滑車を通して質量が可変のおもりが取り付けられている。おもりの質量を変えることで物体の加速度を変化させることができる。また、おもりの落下距離も自由に制御できるようになっており、おもりの落下距離を変えることによって物体の移動距離を変化させ、波を発生させた。おもりの落下距離は20cmと40cmの2種類とし、それぞれの距離に対して物体Bについては500gから2000gまで、物体Sについては400gから1800gまで100gずつおもりの重さを変化させて実験を行った。容量式波高計を物体の移動方向前方に3つ、後方に1つ設置し、水位変動データをA-D変換器を介してパソコンに取り込んだ。物体の運動の様子は水路の側面からデジタルビデオカメラで撮影した。波高計の設置位置は図-1に示す通りであるが、波高計3は水路左端から140cmのところであり、波高計1と波高計2の間隔を40cm、波高計2と波高計3の間隔を80cmとした。また、波高計4は水路右端より127cmのところにある。反射波の影響を考慮して、本研究では第1波の最大最小水位のみに着目した。

3. 実験結果および考察

まず、代表的なケースとして、重さ800gと1600gの条件での物体B、Sそれぞれの移動速度変化を図-2.1、2.2に示す。撮影した画像をパソコンに取り込み0.1秒ごとの物体の位置を追跡することにより物体の移動速度を求めた。実験装置の構造上、物体の初期位置を各実験ケースで厳密にそろえることができなかったため、物体が動き始める時刻を基準にしてプロットしてある。また物体Sでおもり1600g、落下距離40cmのケースについては移動距離が大きく、撮影可能な範囲の外へ移動したため、データが欠損している。物体の移動形態には加速から減速へ切り替わる運動と、加速後一定の速度（終端速度）で運動し、おもりの着地と同時に減速へと切り替わる運動の2種類あることがわかる。

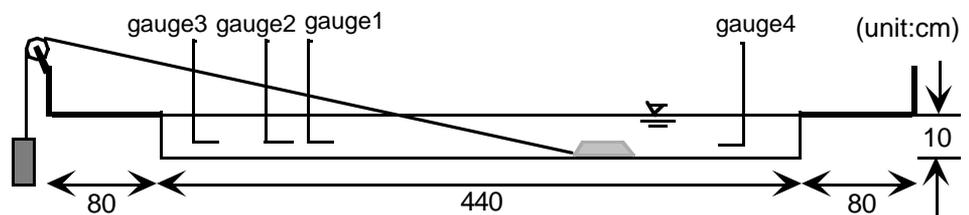


図-1 実験装置

キーワード：海底移動

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel: 075-753-5099 Fax: 075-761-0646

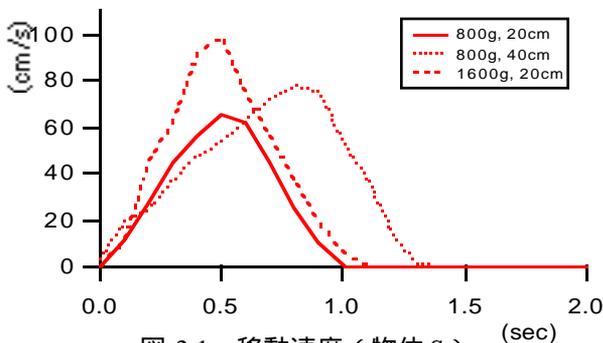


図-2.1 移動速度 (物体 S)

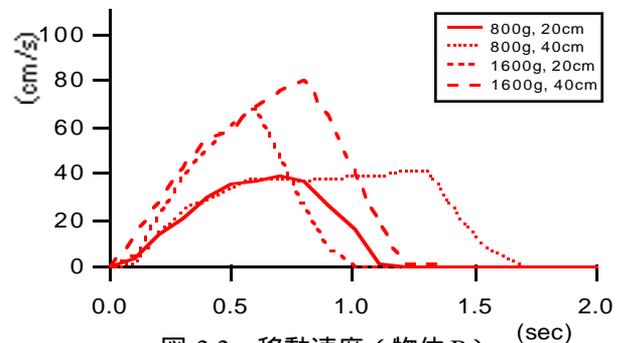


図-2.2 移動速度 (物体 B)

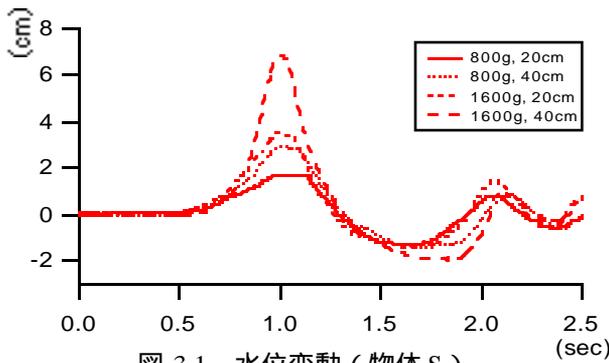


図-3.1 水位変動 (物体 S)

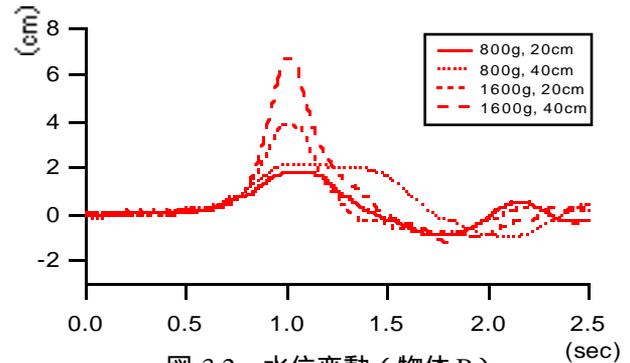


図-3.2 水位変動 (物体 B)

次に波高計 1 における水位変動を図-3.1, 3.2 に示す。それぞれ最大水位に達した時刻を 1.0 秒としてプロットした。各計測地点における最大水位を調べると、おもりが重くなるにつれ、すなわち移動加速度が大きくなるにつれ最大水位は線形的に増大していた。前述の 2 種類の運動形態による違いは見られなかった。また、最大水位伝播速度も同様に増大していた。

最後に、線形長波の理論による計算結果と実験値との比較を図-4 に示す。計算の初期条件として、物体がほぼ停止したときの水位を与え、その時の線流量を線形近似に基づく関係式により与えた。初期水位は撮影した画像から読み取る必要があるが、撮影可能な範囲および水位の読み取り精度の問題から 1600g, 20cm での計算を行い、波高計 1 での結果を比較した。水位が上昇し、減衰する様子がある程度再現できているが、最大水位は計算値の方が少し低くなっている。また、水位が静水位よりも小さくなる所ではあまり一致していない。これらをより精度よく計算するためには海底移動を動的に扱う必要があると思われる。

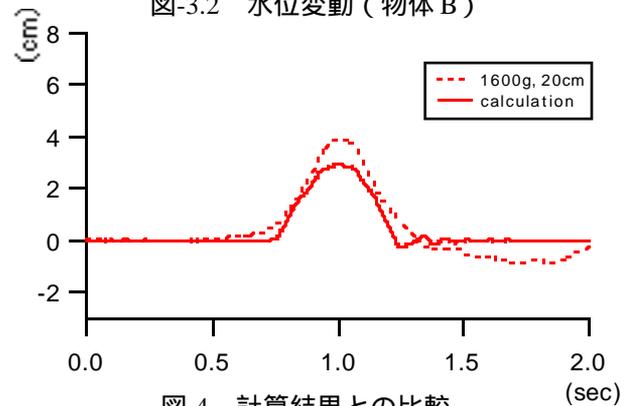


図-4 計算結果との比較

4. おわりに

本研究では海底移動に伴う波浪の発生に関する実験を行い、移動する物体の大きさ、速さによって発生する波浪がどのように変化するかについて調べた。実験装置の制約により、実現象での水深と海底移動スケールの比や移動速度があまり合わないような条件での実験になってしまったため、今後はより大きな水路を用いて実現象を意識した縮尺を用いて実験を行う必要がある。また、移動する物体の後方では気泡が発生することはあったが水位変動は計測しがたいほど微小なものであった。物体の前方とは異なるメカニズムが存在する可能性もあるため、この点も今後検討すべき課題である。数値計算においては、海底移動を動的に取り扱った Boussinesq 方程式を用いた解析を今後行う予定である。

参考文献

- 富樫ら：眉山（七面山）崩壊に伴う有明海津波の発生予測，海岸工学論文集第 4 0 巻，pp.201-205, 1993
松本ら：土石流による津波発生・伝播モデルの開発，海岸工学論文集第 4 5 巻，pp.346-350, 1998