

浮遊砂が津波の波圧に与える影響に関する一考察

名古屋大学工学部

学生会員 ○八木 亮多

名古屋大学大学院工学研究科

正会員 中村 友昭, 趙 容桓

名古屋大学大学院工学研究科

フェロー 水谷 法美

1 はじめに

津波による作用波圧・波力に関する研究として、これまで清水状態を対象とした水理実験や数値解析が数多く行われている一方で、清水状態と浮遊砂混濁状態の波圧や波力を比較した研究は木瀬・有川（2020）などに限られている。そのうち、木瀬・有川（2020）などの水理実験では滑り台状の水路を流れ下ってきた水に移動床を巻き上げさせることで濁水状態を作り出しており、地形変化や屈曲部でのエネルギー減衰、巻き上げ時の運動エネルギー変化の影響を受けることから、土砂を含まない清水状態との比較が難しいと考えられる。そこで、中村ら（2022）はあらかじめ水とカオリンを混合させた濁水状態の水を電動ゲートの急開により開放して津波を再現する水理実験を実施し、カオリンの混合が津波の遡上や打ち上げに与える影響を検討した。ただし、波圧に与える影響を検討するまでには至らなかったことから、本研究では中村ら（2022）と同様の方法により津波を発生させる水理実験を行い、浮遊砂の混入が波圧に与える影響を検討する。

2 実験条件

図-1 に示す長さ 5,574 mm、幅 300 mm（いずれも内寸）の亚克力製開水路を用いて実験を行った。左端から 2,314 mm の位置にはモーターにより電動で上下に動くゲート（厚さ 10 mm）が設置されており、これより上流側の貯水部に全体の水位が 100 mm となるように清水時は水、浮遊砂混合時は水と中央粒径 8 μm の金剛カオリンを入れた。カオリンを入れた場合の初期浮遊砂濃度は 3% である（表-1）。そして、カオリンを混合した場合は、造波前に貯水部でミキサーを用いて十分混合させた後、水面が安定するのを待って、ゲートを 100 mm 上方に速度 500 mm/s で動かすことにより造波した。電動ゲート下流端から 2,490 mm の位置には幅 295 mm、高さ 80 mm、厚さ 8.5 mm の鉛直壁が設置されており、この鉛直壁の幅方向中央部に波圧計（共和電業製 PGM-02KG）を固定することで波圧の測定を行った。波圧計は受圧面中心が鉛直壁下端からそれぞれ 12 mm、40 mm の位置にくるように設置し、下から順に PG1、PG2 とする。この鉛直壁下端部の側壁から 20 mm の位置には、水が鉛直壁上流側に貯まることなく排水されるように水抜き用の穴（幅 30 mm、高さ 10 mm）が 2 箇所開けられている。これは、測定終了時に波圧計が完全に空气中に露出した状態での値を計測しておくことで、仮に津波作用時に波圧計のゼロ点が移動した場合でも、その把握を容易にするためであり、実際に測定終了時に PG1、PG2 すべての波圧の値はほぼゼロになっていることを確認した。再現性確認のため、各ケースで複数回の実験を行い、すべての実験パターンで鉛直壁周辺をビデオカメラで撮影した。

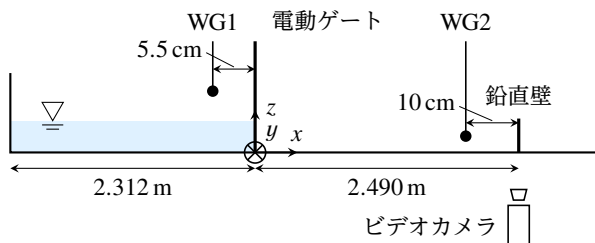


図-1 実験装置の概要

表-1 実験条件

ケース名	初期浮遊砂濃度 (%)	流体密度 (g/cm^3)
清水	0	1.00
カオリン	3.0	1.048

3 実験結果

清水状態での波圧の測定結果を図-2 に、カオリン混合状態での波圧の測定結果を図-3 に示す。ここで、各ケースにおける第 1 波の PG1 での立ち上がりを $t = 5 \text{ s}$ になるように合わせた。また、各ケースでアンサンブル平均をとった結果を灰色の太線で示した。表-2 に第 1 波の最大波圧の平均値と標準偏差を示す。

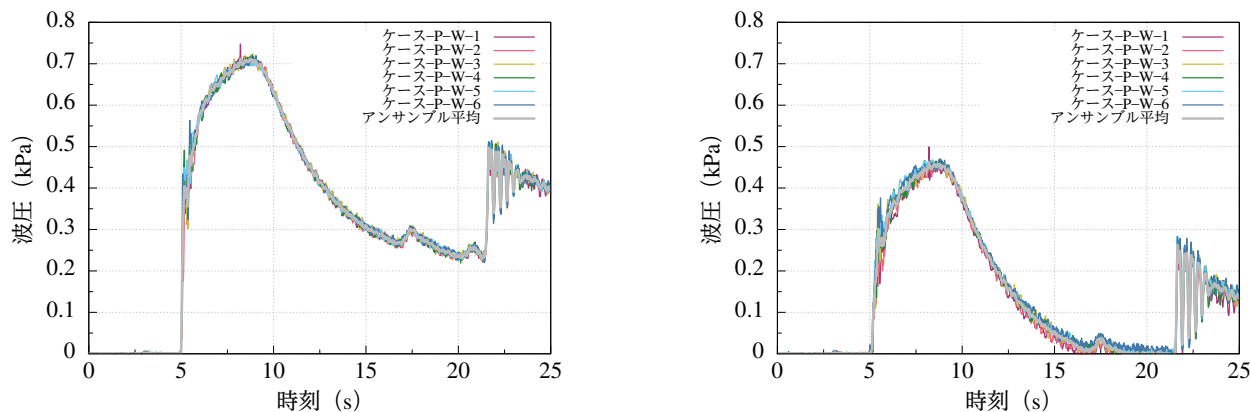


図-2 清水状態 (左: PG1, 右: PG2)

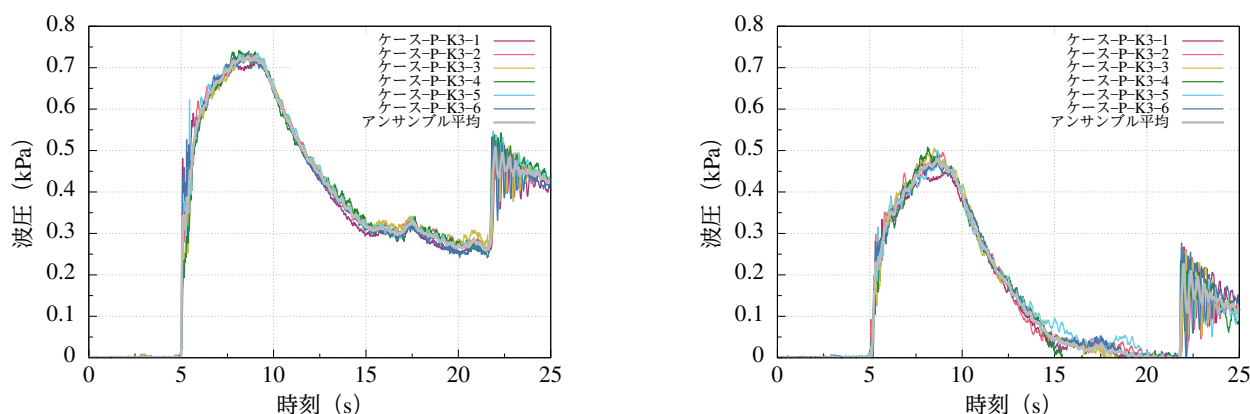


図-3 カオリン混合状態 (左: PG1, 右: PG2)

図-2 と図-3 より、いずれのケースにおいても PG1 の値が大きく、PG2 の値は PG1 よりも小さいことがわかる。表-2 に示すように、清水時の最大波圧の平均値は PG1 で 0.718 kPa, PG2 で 0.467 kPa であり、いずれの位置も鉛直壁上端に静水面があると考えたときの静水圧よりも若干大きな値となっている。

一方で、カオリン混合時の最大波圧の平均値については PG1, PG2 ともに清水時よりも若干大きくなっている。また、標準偏差に着目すると、清水状態の PG1, PG2 とカオリン混合時の PG1 は同程度となっている一方で、カオリン混合時の PG2 は他よりも大きくなっており、ばらつきが大きいたことがわかる。このように PG2 での波圧にばらつきが大きくなった原因については今後の課題である。

表-2 最大波圧の平均値および標準偏差

	平均値 (kPa)		標準偏差 (kPa)	
	清水	カオリン	清水	カオリン
PG1	0.718	0.734	0.005	0.008
PG2	0.467	0.490	0.004	0.020

4 おわりに

本稿では、黒い津波を想定したカオリン混合状態の津波と清水状態の津波が鉛直壁にぶつかる際の波圧を比較する水理実験を実施した。鉛直壁下部の PG1 と中央部の PG2 における最大波圧はともに清水状態と比較してカオリン混合状態の方が若干大きくなっていた。また、カオリン混合時における PG2 のばらつきは他よりも大きくなっていることを確認し、PG2 の位置で清水とは異なる挙動が生じていた可能性が示唆された。今後は、波圧・波力の適切な評価に向けて、さらなる検討を行っていく所存である。

参考文献

- [1] 木瀬晃周・有川太郎 (2020) : 土砂・シルトを含んだ津波の波力に関する実験的研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 76, No. 2, pp.I_385-I_390.
- [2] 中村友昭・高重建太・趙容桓・水谷法美 (2022) : 土砂を含んだ濁水状態の津波の遡上と打ち上げに関する一考察, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, II-98, 2p.