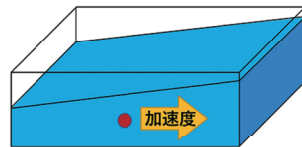




小俣 哲平*1・本田 隆英*1

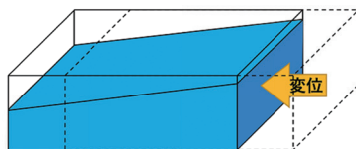
Verification of Sloshing Simulation Using Moving Mesh with OpenFOAM

Teppei OMATA and Takahide HONDA

流体に地震の加速度を与える
(水槽は固定)

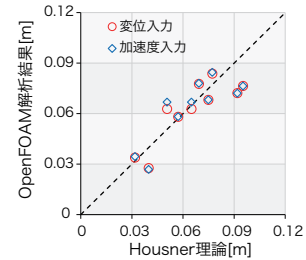
(a) 加速度入力 (従来手法)

水槽に地震変位を与える

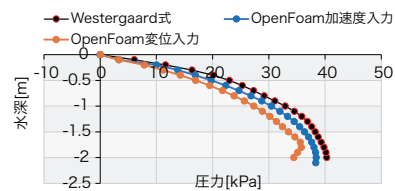


(b) 変位入力 (今回検討手法)

加速度および変位入力による解析手法のイメージ



Housner理論との解析結果の比較

変位入力と加速度入力と理論式の比較
(壁面動水圧について)

研究の目的

タンクや水槽に地震動等によって周期的な振動が与えられると、水面が大きくうねるスロッシング現象が発生する場合があります。スロッシング解析を実施する場合、流体に地震の加速度を与える方法が一般的ですが、この手法は構造物に地震の変位を与えず、実現象とは異なる条件のため、浮体等の構造物が内部にある場合に、解析に不具合が生じる可能性があります。一方OpenFOAMには、近年移動格子を用いた解析手法が導入され、水槽自体を振動させることで、スロッシング現象が解析可能となりました。そこで本検討では、移動格子を使用したスロッシング解析を行い、解析の精度検証を行うとともに、変位入力および加速度入力の両手法による解析結果を比較検証しました。

技術の特長

水面変動による溢水や構造物に作用する動水圧が問題となるスロッシング現象は、水面変動によるスロッシング高についてはHousner理論、動水圧についてはWestergaard式により理論的に求めることができます。ただし、これらの理論は矩形や円形の単純形状の水槽を対象としており、複雑な形状の水槽を検討する場合は数値解析が必要となります。そこで汎用的なCFD解析コードであるOpenFOAMによるスロッシング解析技術を確立しました。OpenFOAMでは加速度入力および変位入力の2種類の方法で、任意の構造物形状に対して、水面変動および動水圧の時系列解析が可能です。2種類の方法を解析対象の条件や解析精度により使い分けることで、精度の高い解析を行うことができます。

主な結論と今後の展開

OpenFOAMを使用したスロッシング現象の解析を、加速度入力および変位入力により実施し比較しました。変位入力による最大スロッシング高の解析結果は理論値と概ね良好な一致を示し、また、変位入力と加速度入力の両手法による解析結果の差異がほとんどないことが確認されました。水槽壁面に作用する動水圧についても、Westergaard式による理論値と比較し、動水圧の鉛直分布傾向は両手法ともに理論値に類似することが確認されましたが、変位入力の場合に過小評価となる可能性があることが分かりました。一方で、水域内に浮体がある場合など、従来の加速度入力では浮体に作用する重力まで変化させてしまうため、変位入力による手法に優位性があります。今後は圧力算定における過小評価の要因解明と対策を検討する予定です。

*1 技術センター 社会基盤技術研究部 水理研究室