

流体解析に基づく 建築構造物による 津波波圧力低減効果の検討



東日本大震災



能登半島地震*)

過去の津波発生時には多くの被害が発生した

*) 産経新聞：[フォト]津波浸水190ヘクタール 能登地震、東日本以来最大



石川県珠洲市三崎町寺家地区

堤防整備に十分な幅の確保が困難
日本での津波対策の多くは堤防整備によるもの

研究の概要

既往研究：

- ・奥田ら（2007）建物に対する津波波圧力の影響について検討¹⁾
- ・奥村ら（2019）建物配置による津波の転倒モーメントについて検討²⁾

既往研究の問題点：

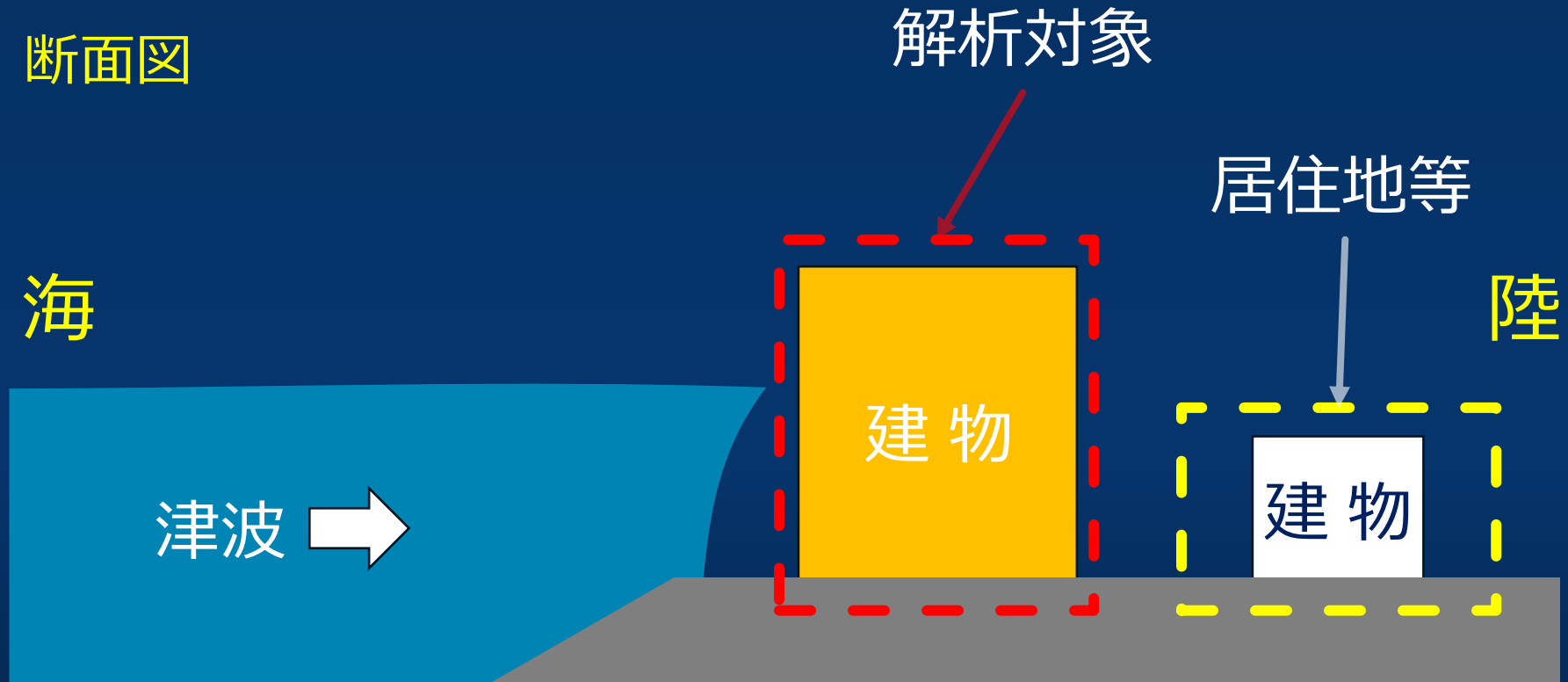
建物によってほかの建物の被害を低減する津波対策の検討ではない

1) 奥田泰雄，阪田升，中山浩成：建築物に作用する津波のシミュレーション，一般社団法人日本建築学会，学術講演梗概集. B-1, 2007.

2) 奥村与志弘，坂東直樹，四方寿，米山望，清野純史：建物に作用する津波外力に対する周辺建物の影響，土木学会，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 75, No. 2, 2019.

本研究の目的

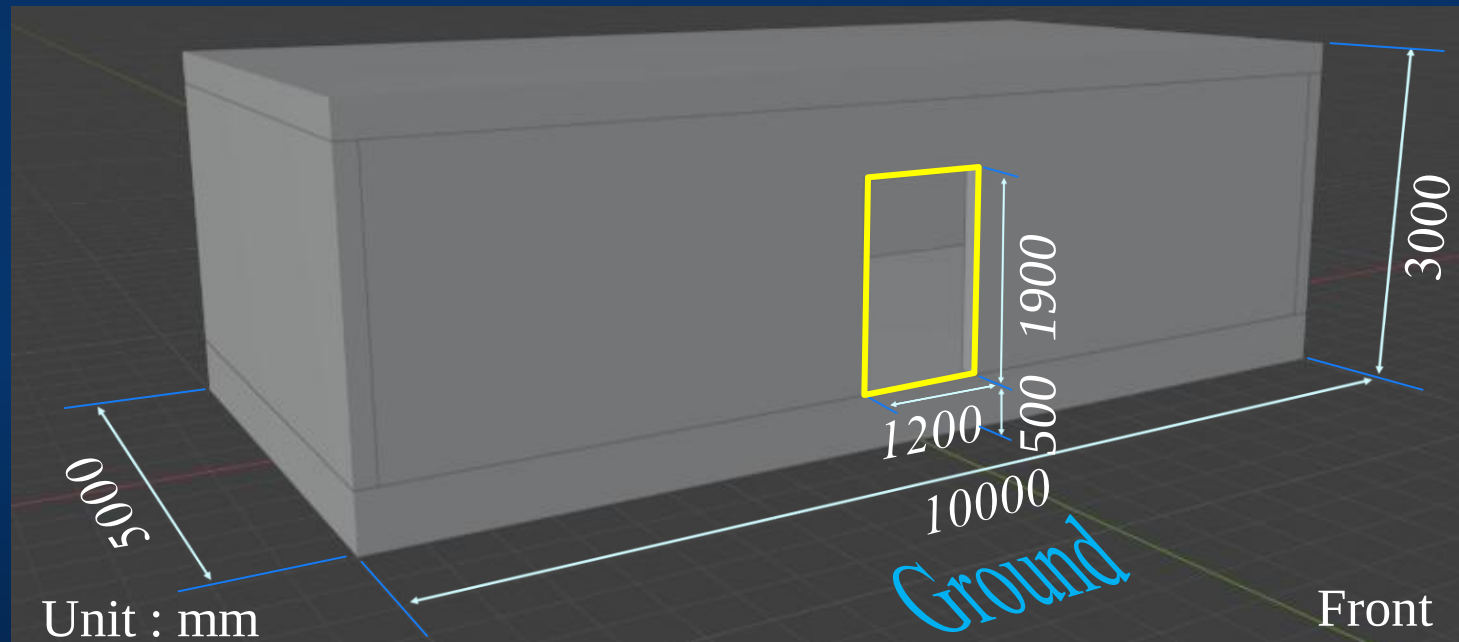
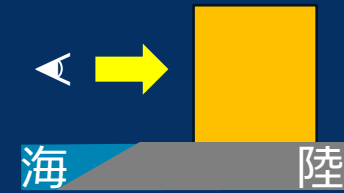
断面図



流体解析で波圧低減効果を検討

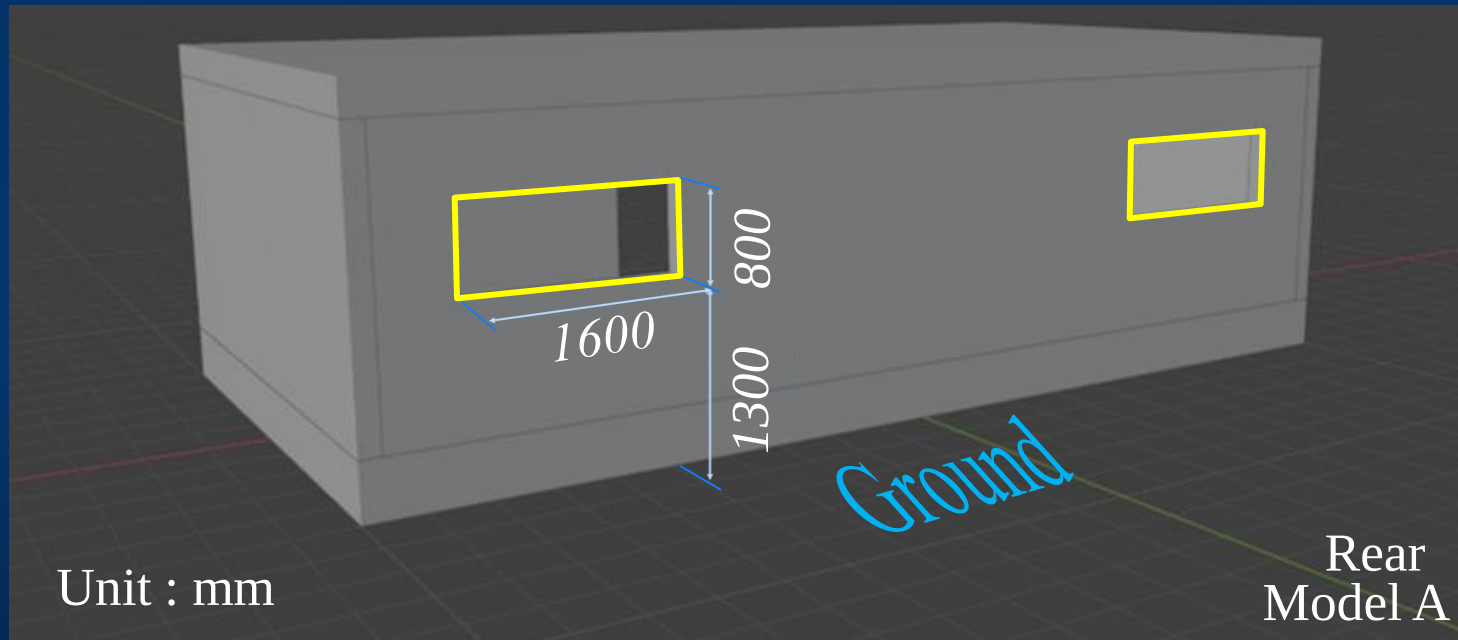
Open▽FOAM

建物モデル（海側）



玄関を想定した開口部

建物モデルA (陸側)



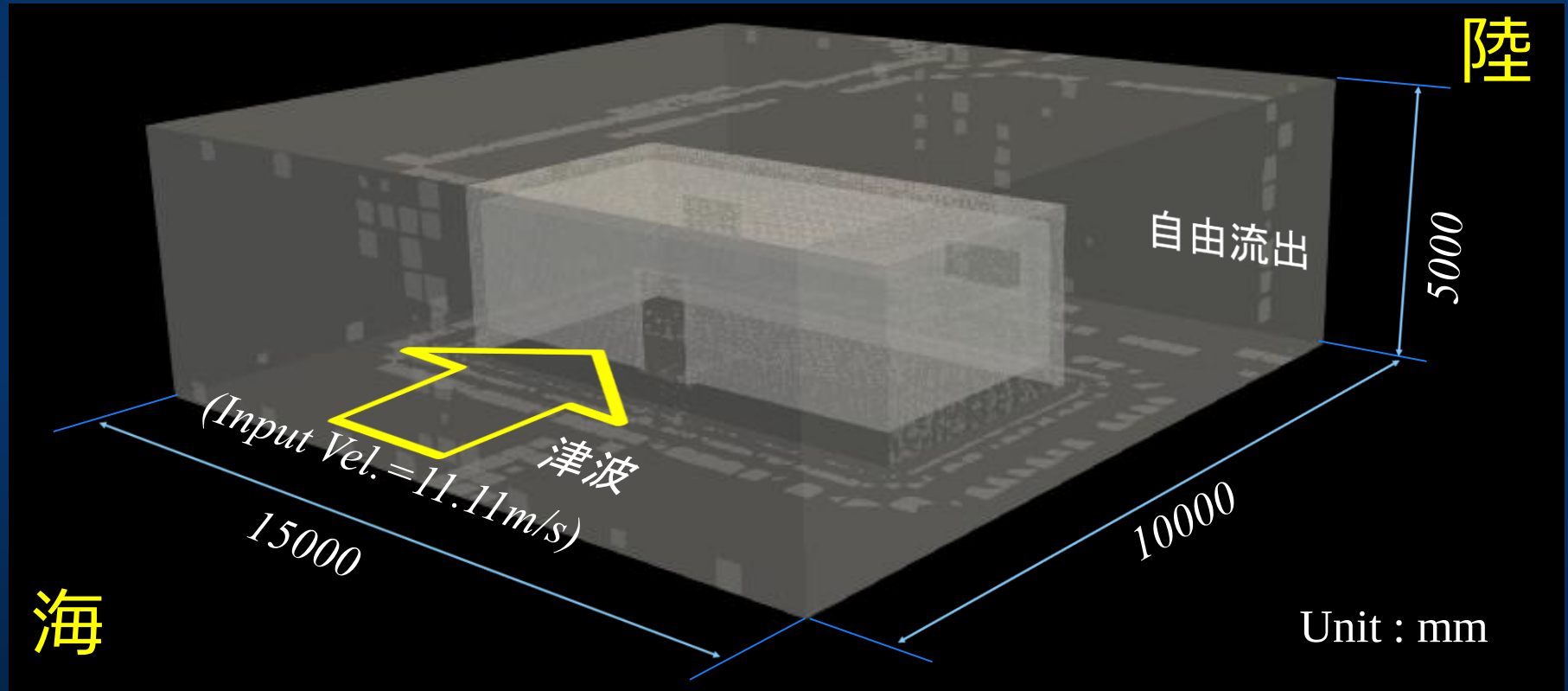
開口部配置：左右 2ヶ所

建物モデルB (陸側)



開口部配置：右側 1ヶ所

解析ケースの設定



支配方程式

非圧縮性ナビエ-ストークス方程式（無次元化）

連続の式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

運動方程式

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + f_x \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + f_y \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + f_z \end{array} \right.$$

u : x 方向の速度

v : y 方向の速度

w : z 方向の速度

ρ : 密度

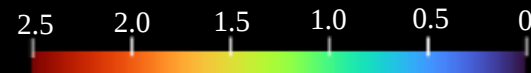
p : 圧力

μ : 粘性係数

f_x, f_y, f_z : 体積力各成分

波圧力の分布

Pressure $\times 10^5$ [m²/s²]



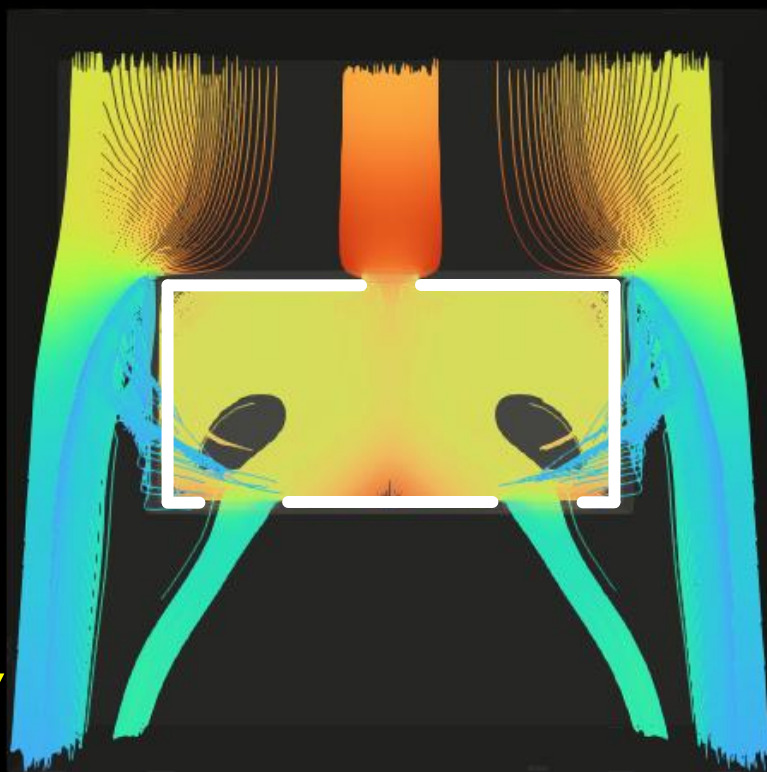
海

$t = 19.5$ s

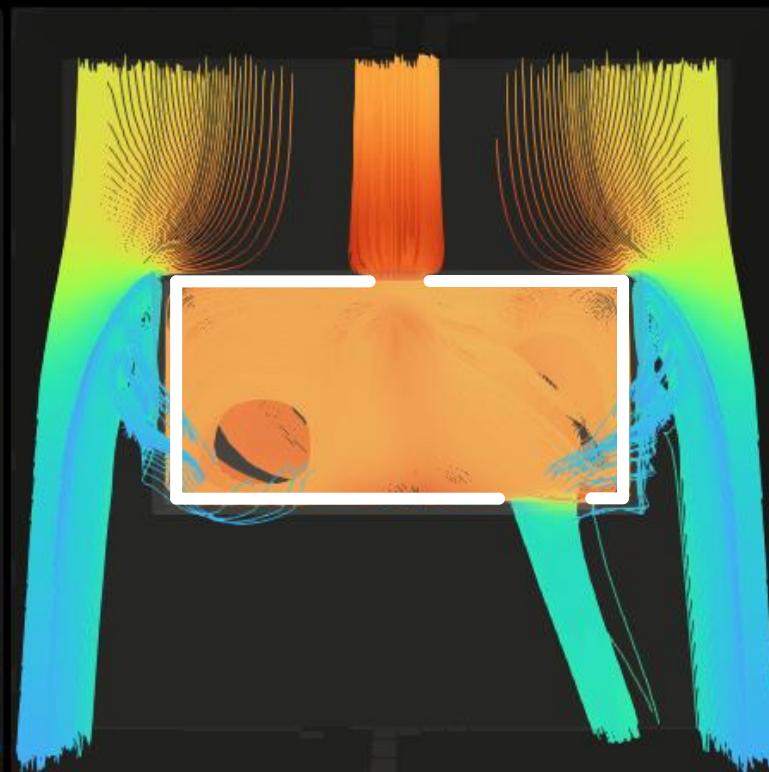
津波



陸



モデルA



モデルB

まとめ

流体解析に基づき建物による津波波圧力低減効果を検討

- ▶ 圧力が高い場所では速度が小さく，圧力が低い場所では速度が大きい．
- ▶ 津波波圧力は建物開口部後方で低減される．低減効果は開口部位置・個数による差は小さい．
- ▶ 開口部配置が左右非対称の場合，建物内部の渦が安定せず，内部圧力が高い．
- ▶ 開口部個数が多く，開口部配置が左右対称な建物は，津波による構造物への影響を低減できる．

補足資料

建物による被害低減効果の例



国土交通省国土技術政策総合研究所, 独立行政法人建築研究所, 津波被害調査班: 特集: 東日本大震災の津波災害とその復旧復興にむけて, 津波による建築物の被害, 土木研究センター, 土木技術資料, Vol. 53, No. 8, 2011.

支配方程式

非圧縮性ナビエ-ストークス方程式（無次元化）

連続の式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

u : x 方向の速度
 v : y 方向の速度
 w : z 方向の速度

ρ : 密度

p : 圧力

μ : 粘性係数

f_x, f_y, f_z : 体積力各成分

運動方程式

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + f_x \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + f_y \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + f_z \end{array} \right.$$

移流（対流）項

伝導（拡散）項