

民間技術交流会資料

—粒子法(MPS法)を用いた解析技術—

平成21年2月25日

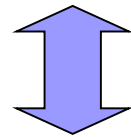
株式会社 ニュージェック



1. 粒子法(MPS法)とは

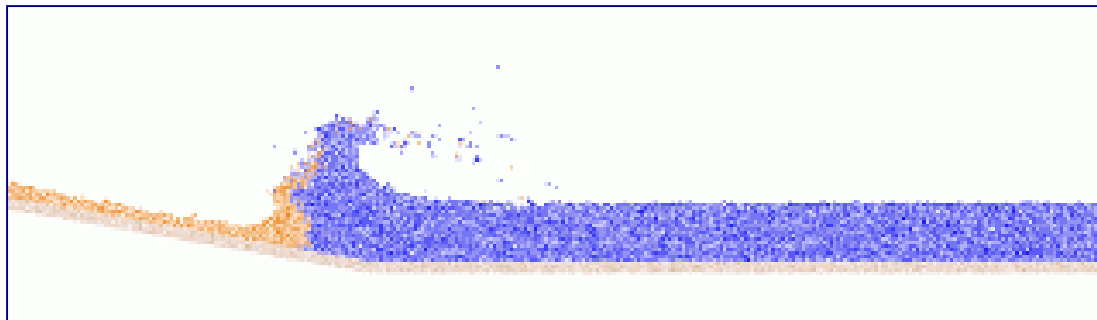
MPS: Moving Particle Semi-implicit

水や構造物(物)を小さな粒子で表現し、その動きを追跡する手法
(Lagrange型解析法)



従来の解析法(差分法、有限要素法等)

計算格子(メッシュ)を設定して、水位、流速および圧力を計算する手法
(Euler型解析法)→メッシュに依存する



粒子法による解析例(地滑りに伴う津波の解析)

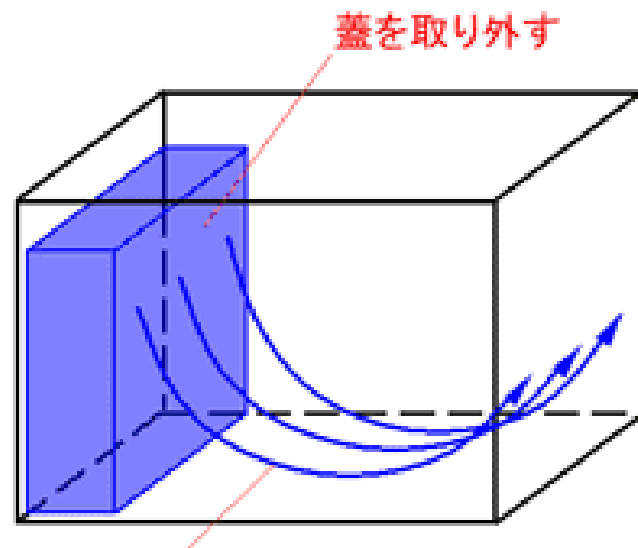
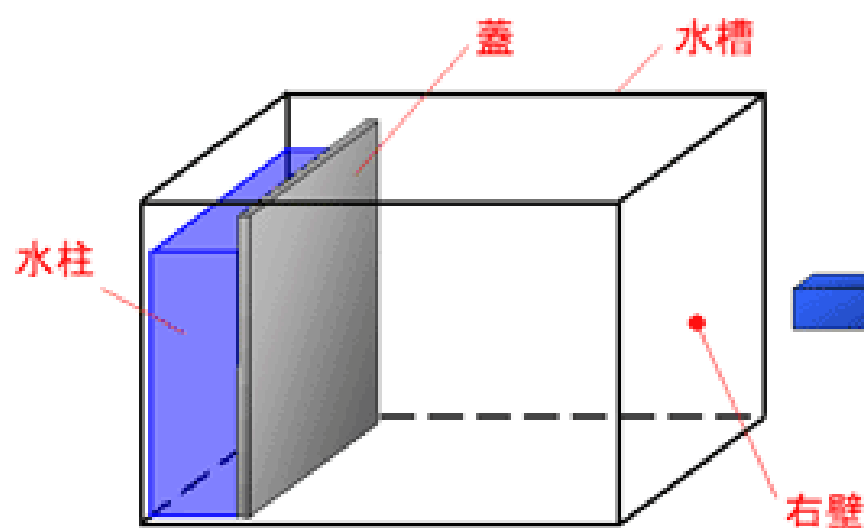
1. 粒子法(MPS法)とは

水柱崩壊の問題

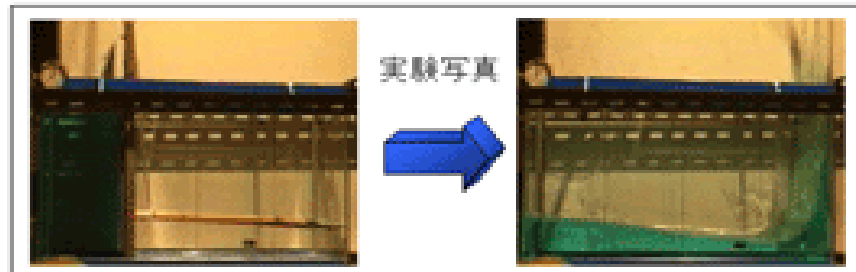
自由表面流体を扱った代表的な解析事例

自由表面流体とは、
水と空気のように、2種類の流体が接していて自由に変形することのできる面をもつ流体

水槽の中にある水柱が崩壊し、水槽右壁に衝突する流体の挙動を解析する。



水柱は自由に変形して水槽右壁に衝突する
水柱が変形する挙動を解析



1. 粒子法(MPS法)とは

水柱崩壊の問題

粒子法解析と従来技術での解析の違い

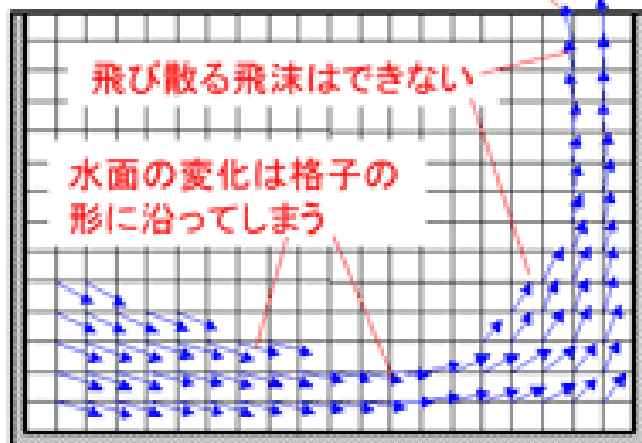
2. 解析結果

従来技術：差分法／有限要素法

解析領域外の計算はできない

飛び散る飛沫はできない

水面の変化は格子の
形に沿ってしまう



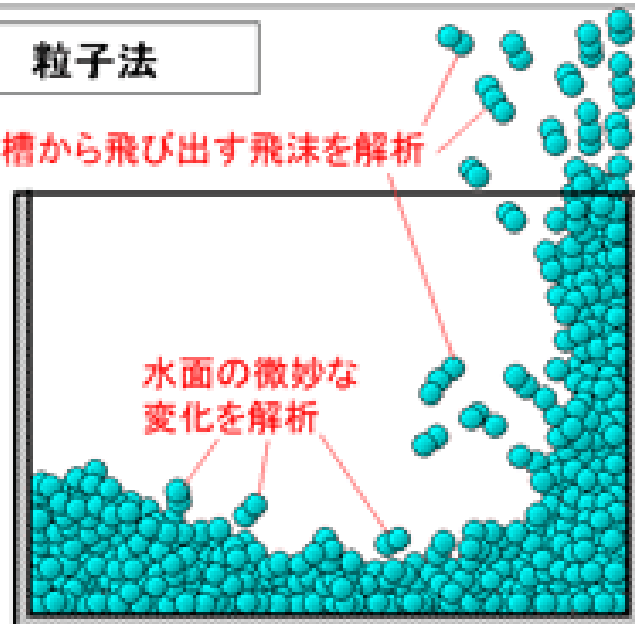
ここが違う！

- ・計算結果は格子の形状に沿って出力されるため、水面の微妙な変化は解析できない(格子幅を小さくすることもできるが、格子作成の作業が大変)。
- ・解析領域内でも、飛び散る飛沫の計算はできない。
- ・水槽(解析領域)の外へ飛び出す計算もできない。(解析領域を大きくすると、格子作成が大変)

粒子法

水槽から飛び出す飛沫を解析

水面の微妙な
変化を解析



ここが違う！

- ・計算結果にもとづき粒子が移動するため、水面の微妙な変化が解析できる。
- ・水槽内で飛び散る飛沫を解析できる。
- ・格子を必要としないため、水槽から飛び出す飛沫も解析できる。(格子作成の手間がなく、リアルな自由表面流体の解析が可能)

2. 粒子法による解析技術の特長

1) 碎波や波が構造物に衝突した場合の**分裂(飛沫)**や**合体**、砂や構造物の**複雑な移動現象**を可視化することができる。



【越波状況写真】

従来の計算手法では、このような飛沫状の水の動きや越流後の動きを表現することが困難。

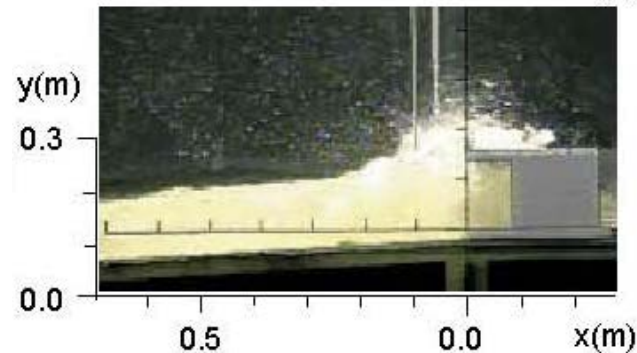
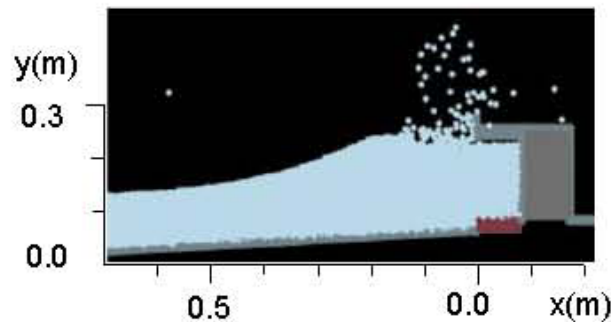
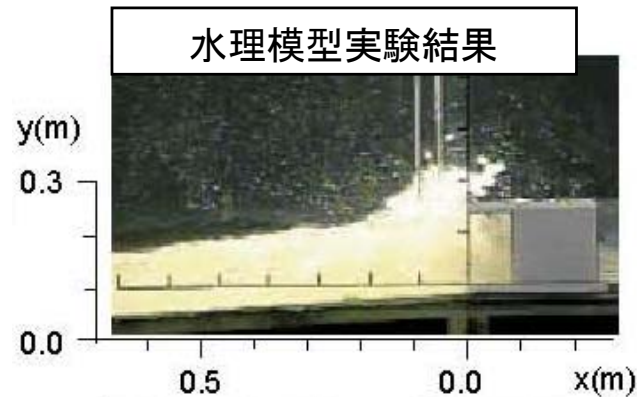
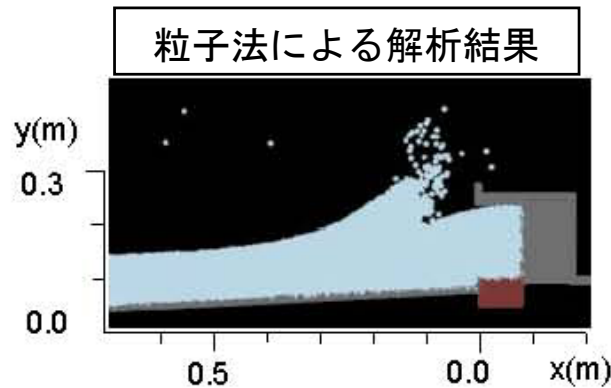
2) 設計条件として必要となる**物理量**(例えば、波圧、越波量や構造物の移動量)を求めることができる。

3) 差分法や有限要素法と異なり計算格子を持たないため、**変形の大きな現象の取り扱いが可能**となる。

4) コンピュータグラフィックス技術との融合により、**本物らしく見せる**ことが可能である。

3. 解析例(1) 一道路護岸の越波解析

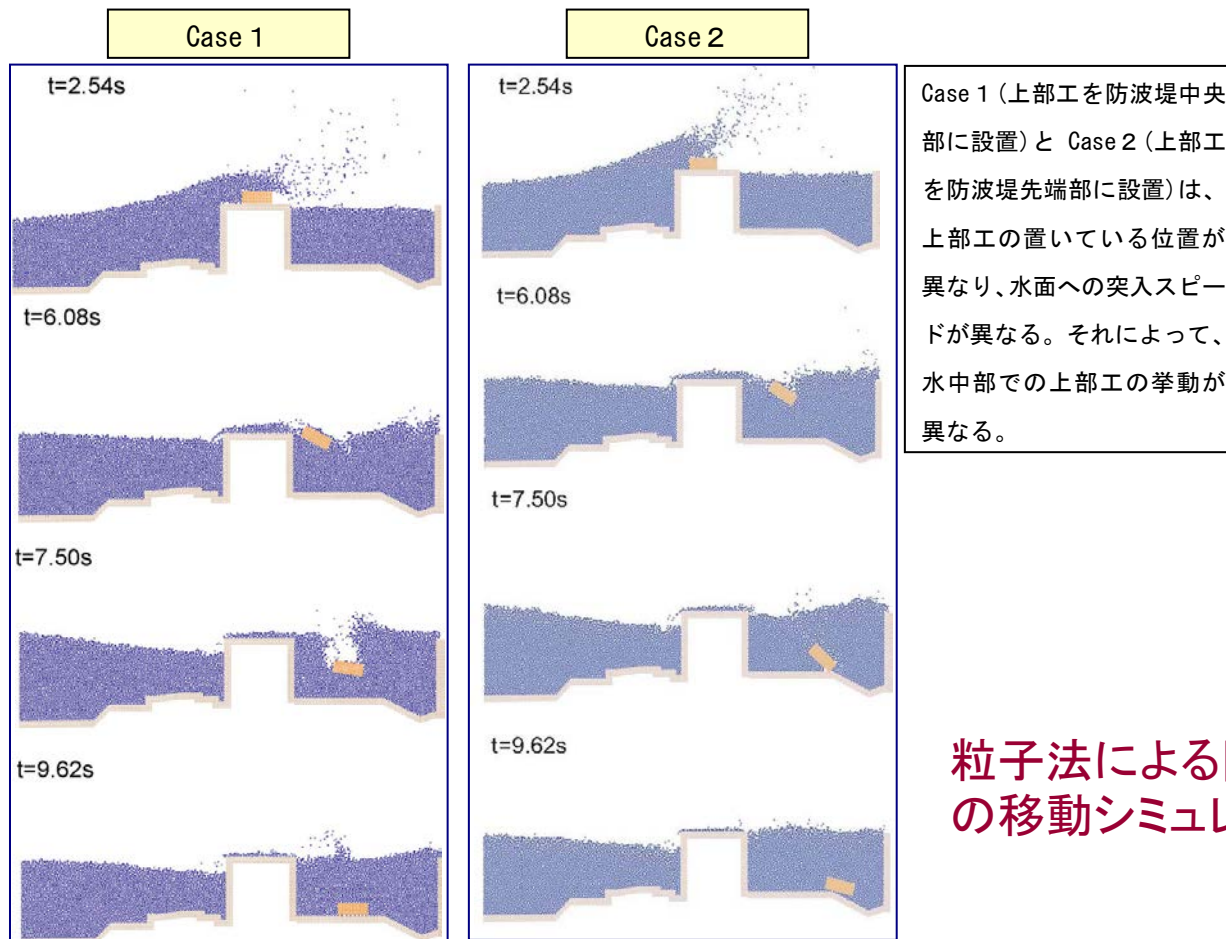
コの字型護岸およびアーチ(フレア)型護岸について、その越波低減効果および作用波圧の特性を調べるため粒子法による解析を行った。



粒子法による”コの字”型護岸の解析(水理模型実験結果との比較)

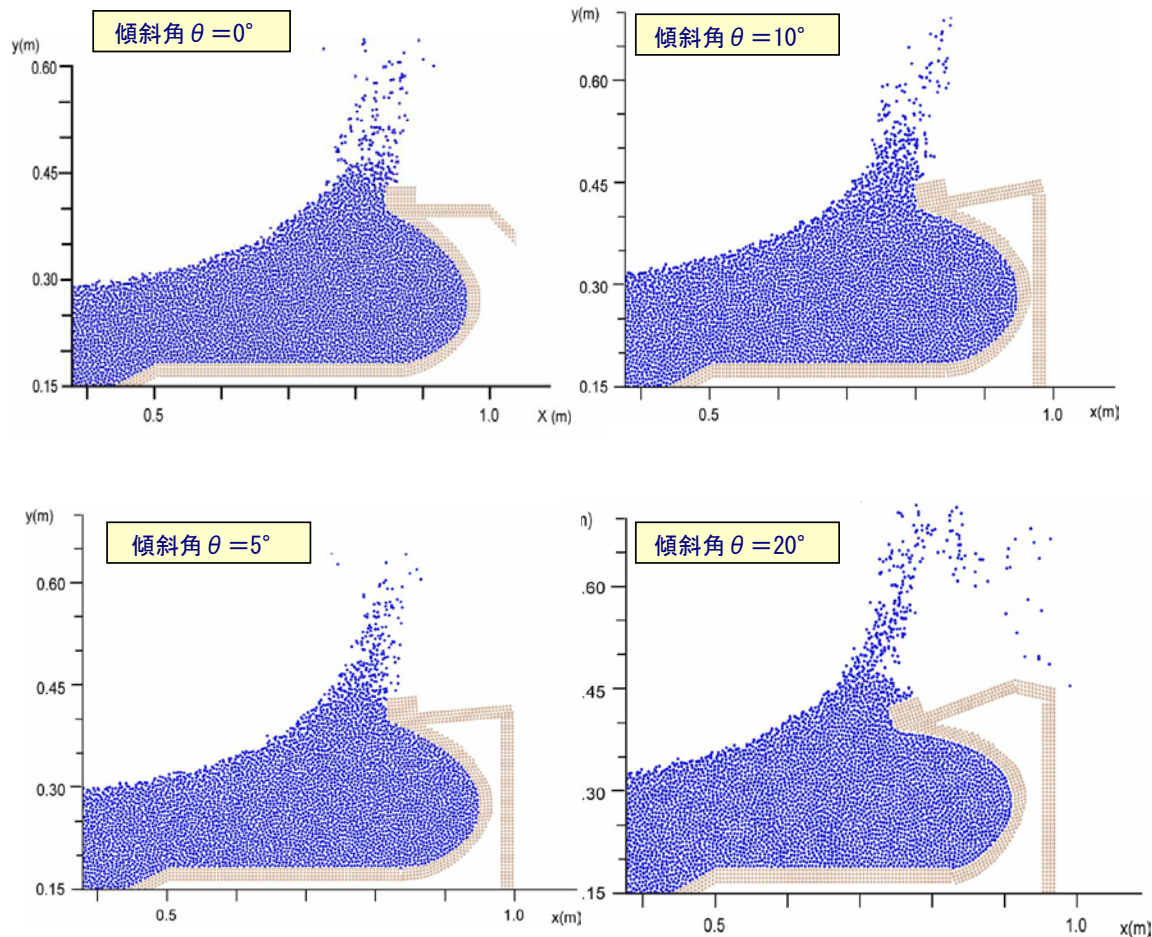
3. 解析例(2) ー防波堤上部工の挙動解析ー

防波堤の上部工に対してダメージトレラント構造の設計思想を導入した場合の上部工の挙動を把握するため、粒子法を用いて上部工の移動シミュレーションを実施した。



3. 解析例(3) フレア型護岸の越波解析

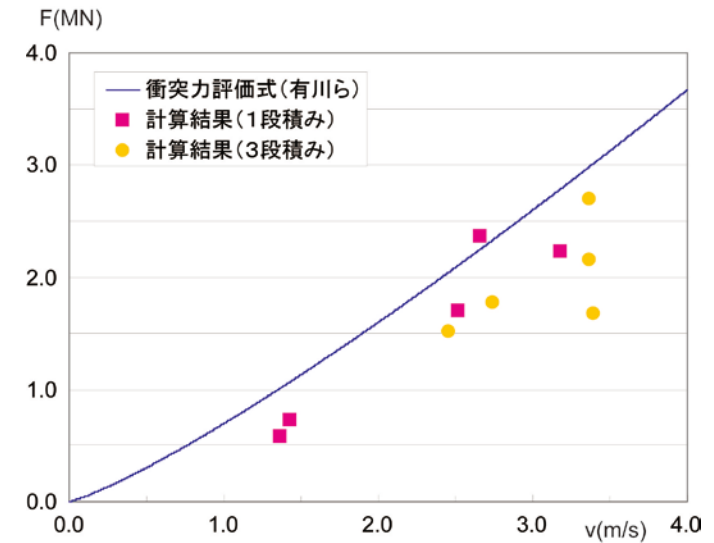
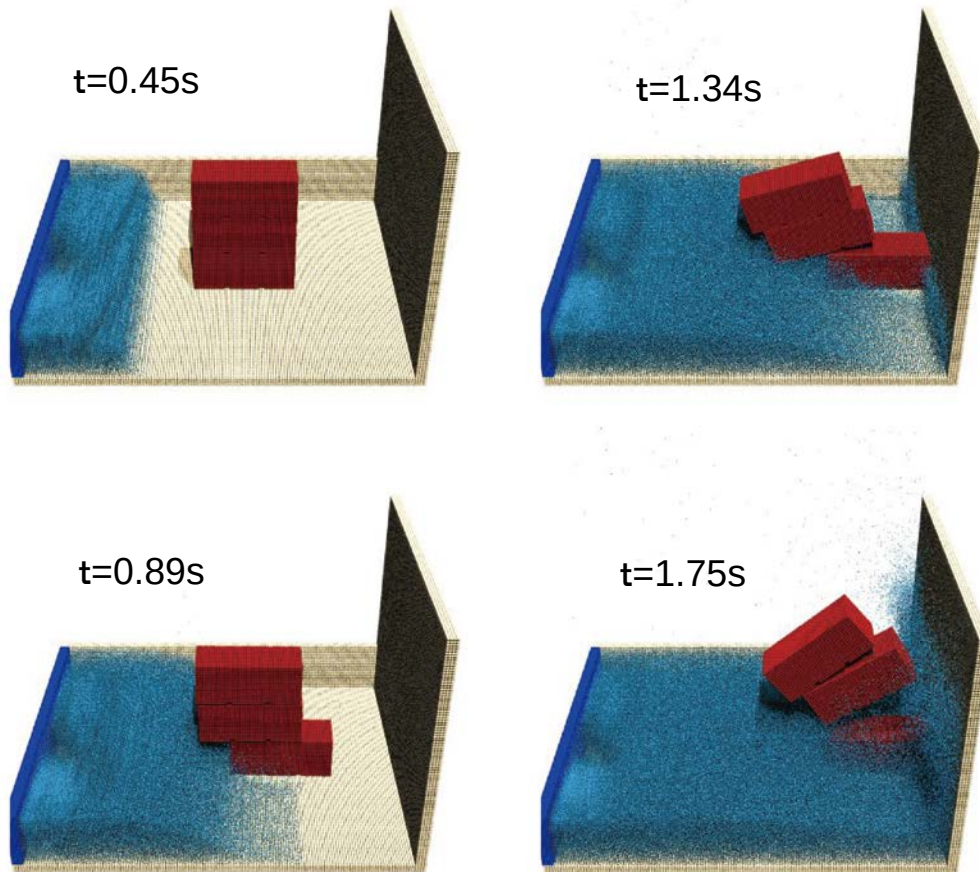
フレア型護岸が地震後変形した場合の越波流量の変化特性を把握するため、粒子法による越波流量の解析を行った。なお、粒子法の解析では、フレア型護岸に作用する波圧も解析し、地震後護岸が傾斜した場合の波圧特性についても評価を行った。



フレア型護岸が地震動で傾斜した場合の越波状況の解析結果

3. 解析例(4) —津波に伴うコンテナ等の挙動解析—

津波の遡上にともなうコンテナおよび自動車等の挙動および衝突力を粒子法により解析を行った。



空コンテナの衝突力

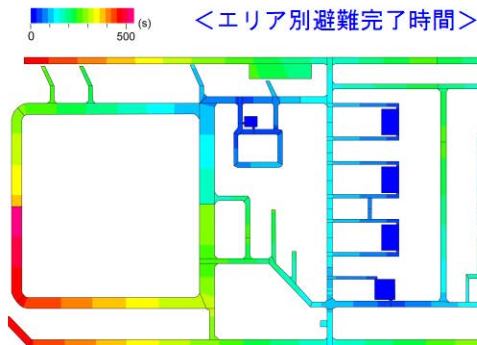
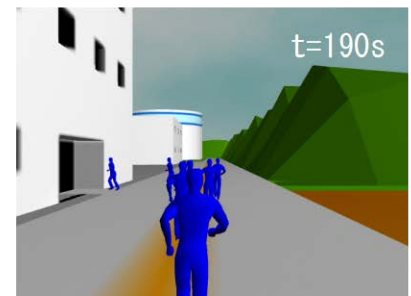
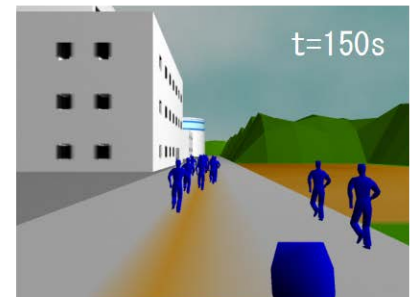
津波によるコンテナ(3段積み空コンテナ)の挙動解析結果例(津波の遡上高さ約3m)

4. 粒子法の応用(避難シミュレーション)

人間を粒子に見立て、津波、高潮、洪水および火災等から人間が避難する様子をシミュレーションする技術も開発

避難シミュレーションの実施例①ー臨海工業地域の津波避難シミュレーションー

津波が地震発生から約20分で来襲する臨海工業地域(対象人数約500人)を対象として、既存道路を辿って避難場所として指定された建物に避難する状況を想定した津波避難シミュレーションを実施した結果を示す。

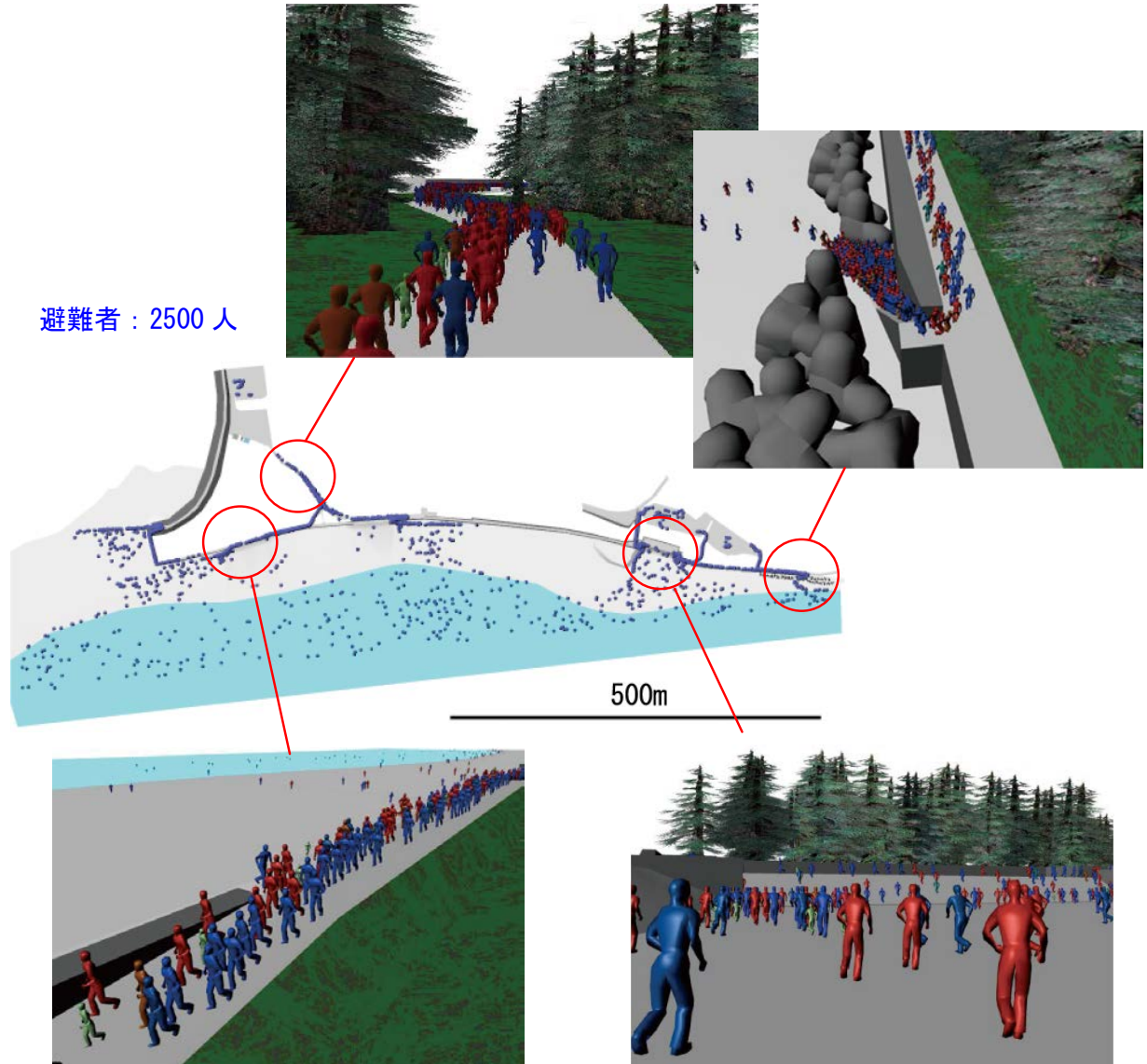


4. 粒子法の応用(避難シミュレーション)

避難シミュレーションの実施例②ー海水浴場の津波避難シミュレーションー

海水浴場に津波が来襲することを想定した避難シミュレーションの実施例を示す。避難者は、砂浜から防潮堤を越えて雑木林背後の指定避難場所に向かう。海水に浸かっている避難者は移動速度を低下させている。

避難者：2500人



4. 粒子法の応用(避難シミュレーション)

避難シミュレーションの実施例③ー地下トンネルの火災避難シミュレーションー

トンネル火災発生時の避難シミュレーションを実施した例を示す。このシミュレーションでは、年齢層、性別によって歩行能力差をつけた計226人の避難者が、非常階段を通して地上に避難します。階段を登るときは、移動速度を低下させている。

