

模型を使った流水予想

2年3組 大野 碧 2年3組 白石 柊椰 2年3組 武田 詩帆
2年3組 中野 桃伽 2年4組 酒井 萌衣
指導者 中村 俊貴

1 目的・背景

RSIでの研究では、宇和島商店街（きさいやロード）を復興の拠点として、事前復興を進めていくにはどのように変えるべきなのかを考えた。（図1）

そこで、震災時に瓦礫類の処理が滞り復興が遅れ、また瓦礫の処理場に関する問題が起こるなど、津波から来る瓦礫類の処理が重要な事が分かった。このことより津波の浸水予想に対し、震災時に早期復興するためには街中に残った瓦礫類を迅速に処理することを優先すべきだと考えた。そこで、津波で流れてくる瓦礫類がどのような場所に溜まるのかを調べることで、震災時の瓦礫処理に活かすことができると考えた。先行研究では、津波によって流れる瓦礫類についてのデータが少ないことがわかったため、商店街の模型を使って水の流れや土砂の堆積状況を調べる必要があった。そこで得られた結果を用いて、堆積物を効率よく除去すること、市役所や避難所などの街において重要な施設の設置場所を決定することを目的とした。

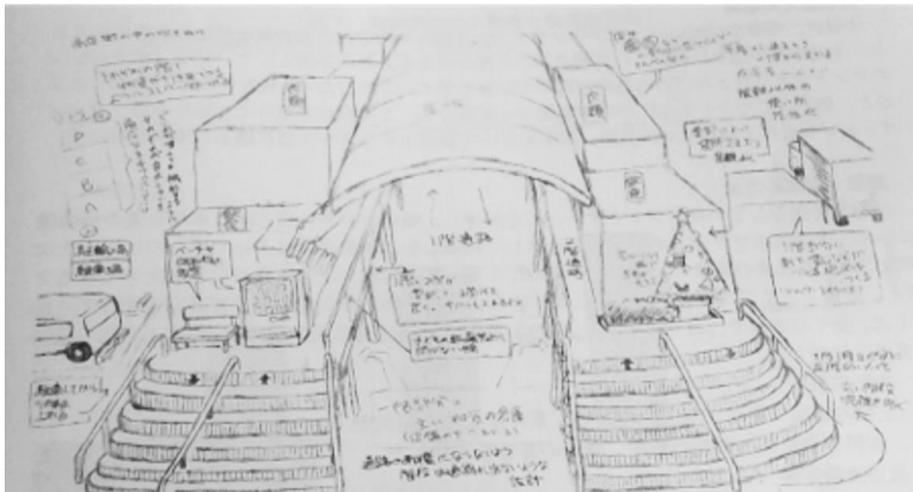


図1 商店街のイメージ図

2 仮説

瓦礫類の堆積に関係するのは建物の柱の形状ではないかと考えた。そこで、私たちは一番水の流れを妨げず瓦礫類を溜めない形状と、水の流れを妨げ、瓦礫類を溜める形状の二種類を扱うことを計画した。三角柱と四角柱の二つにおいて、三角柱の場合では流水が綺麗に分断され、水の流れに沿って瓦礫類が流れていく（図2）、一方で、四角柱では流水が壁にぶつかり横へ流れ、瓦礫類はその壁に遮られ溜まっていくと考えた。（図3）

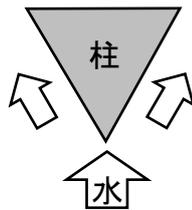


図2 流水予想（三角柱）

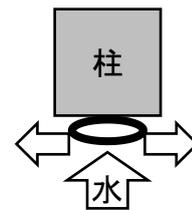


図3 流水予想（四角柱）

3 実験・研究の方法

(1) 実験道具

板・水（真水・砂、泥、小石が入った水）・発泡スチロール・プラスチックダンボール・ブックエンド・水を溜める容器・ラミネートフィルム

(2) 実験方法

- ① プラスチックダンボールで枠を作る。
- ② ①で作った枠が、水の衝撃で広がらないようにブックエンドで固定する。
- ③ ②のプラスチックダンボールの枠を土台の木の板の上に設置する。
- ④ 四角柱と三角柱の発泡スチロールに1kgの重りをつけ、プラスチックダンボールで補強した柱を置く（図4）。
- ⑤ ラミネートフィルムの一端を板に固定し、弛んだ部分を容器に入れ、約3Lの真水・砂、泥、小石が入った水を溜める。
- ⑦ ラミネートフィルムの端を引き上げることで作成した模型に水と土砂を流す（図5）。
- ⑧ 真水の流れと、砂・どろ・小石が入った水の流れの、そして、それぞれの土砂の堆積状況を調べ撮影する。

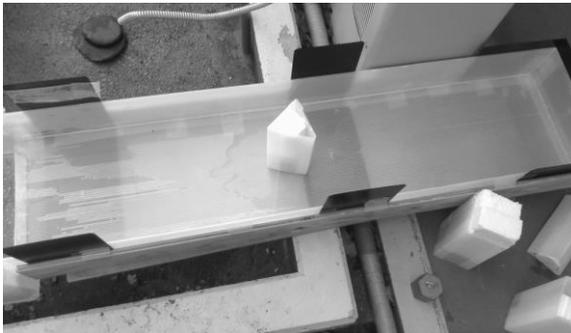


図4 実験装置

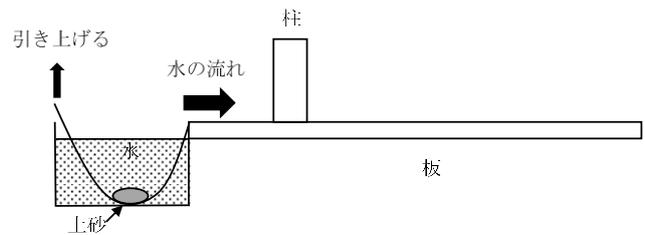


図5 水・土砂を流す仕組み

4 結果

四角柱の場合、予想とは違い、面にあって跳ね返る水より誘導される水の方が多かった。面に衝突したあと、四角柱の背面で水の流れは交差したように見えた（図6）。三角柱の場合、予想通り面に沿って水が流れて二手に分かれたあと、四角柱と同じように中央に集まるような流れが見られた（図7）。

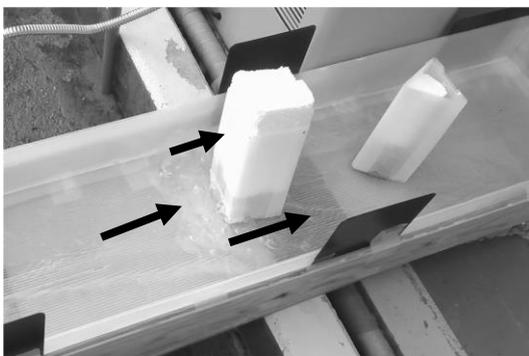


図6 真水（四角柱の場合）

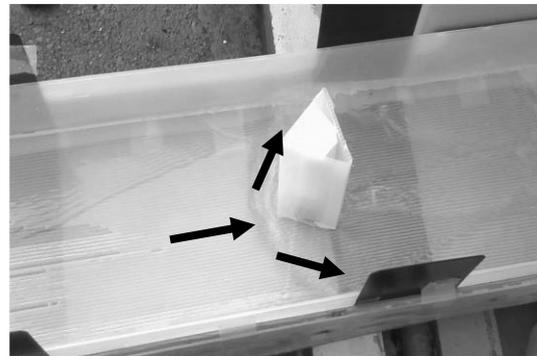


図7 真水（三角柱の場合）

土砂の堆積状況を観察すると、四角柱の方が三角柱よりも前側に堆積する土砂が多かった。また、多くの土が柱の背面で止まっていた。（図8・9）堆積した中で前方の多くの土砂を見る

と水の勢いだけで堆積したように考えられ、図6・7を見ると水は多くが誘導されていることがわかるが、土砂の場合ほとんどが前方に止まっていることから、水の勢いを抑制すると多くの土砂が前方で止まり軽い土砂が後方の四角柱の近くに行くのではないかと考えられる。このことから重い土砂が瓦礫類などの堆積物、軽い土砂が後方の四角柱の近くに行くのではないかと考えられる。このことから重い瓦礫類は柱によって防ぐことができる。



図8 泥水（流水の様子）

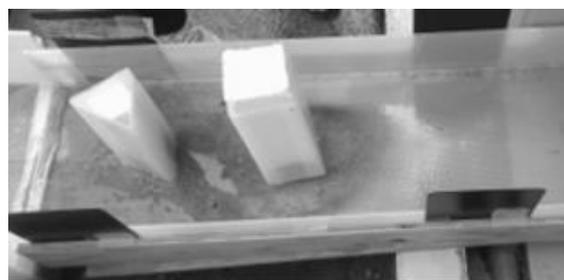


図9 堆積の様子

5 考察

水と衝突する面が小さいほど、水は柱の面に沿って誘導されやすく堆積する土砂の量が少ない。水と衝突する面が大きいほど、面によって跳ね返す水により堆積する土砂の量が多い。四角柱と三角柱の両方で見られた交差するような水の流れは、面に衝突したあと両サイドに分かれた水が、枠の側面にぶつかり反射したため、見られたのではないかと考えた。三角柱の背面に土砂が溜まったのは、2つに分かれた水流が中央に集まり互いに波を打ち消しあい土砂が溜まった（図10）、または、三角柱の後ろにある四角柱に波がぶつかり土砂が溜まったのではないかとと思われる（図11）。このことから、水の流れと柱の位置が土砂の堆積する量に関係していることが分かった。しかし、今回の装置は商店街と比較するとサイズの小さなものであり、実際に津波が発生した場合、商店街には多くの木材や瓦礫などがあり、また、内部構造が実験と違うため、結果が変化することが考えられる。

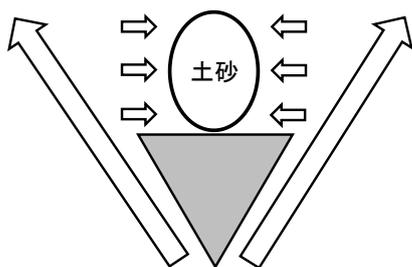


図10 三角柱背面の流水と堆積

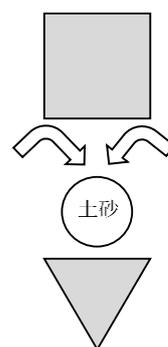


図11 後方の四角柱による堆積

6 まとめと今後の課題

三角柱の柱は、商店街に水や瓦礫が入ってきた場合、奥まで誘導する危険性があるが、四角柱の柱の場合は、瓦礫の多くが柱でせき止められ、奥までは誘導しない可能性がある。

土砂のせき止めの実験において、三角柱と四角柱を比較する際のデータが不足しているため、柱の位置や本数を変えて複数回実験を行う必要がある。また、他の形状の柱で実験を行い、土砂が堆積するデータを集め、実用的な柱を考えていきたい。また、柱の形状が商店街のものあまり似ていないため、類似した長方形の柱での実験も考えていきたい。

今回の結果として、水の量が不均一であったり、水を流し込む際流す人物によって堆積状況が変化したり、実験結果が大きく変化したりするなどの問題が発生したため、正確に水の量を

調節したり、土砂の堆積物をどの実験でも均一になるようにすべきではないのかと考えた。堆積状況を考えても結果からの仮説になっている所が有り、その仮説が正しい事を調べ、その結果を昇華できるようにしていきたい。

7 参考文献

「波を抑える消波壁の関係」平成30年度 SSH 生徒課題研究論文集

「津波と防波堤の関係」平成30年度 SSH 生徒課題研究論文集

「きさいやロード事前復興プロジェクト」令和2年度 SSH 生徒課題研究論文集