Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 橋脚に着目した津波の被害緩和モデルの発見 |
| Author(s) | 下川, さわ |
| Citation | 平成29年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2018 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/68114 |
| rights | |
| Note | |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

様式６

申請先学部　工　学部　採択番号　No.6

# 平成２９年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

<table>
<tr><td>ふりがな<br>氏　　名</td><td colspan="2">しもかわ さわ<br>下川 さわ</td><td>学部<br>学科</td><td>工学部<br>地球総合工学科</td><td>学年</td><td>２年</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ふりがな<br>共　同<br>研究者氏名</td><td colspan="2">おおが かなこ<br>尾家 加奈子</td><td rowspan="3">学部<br>学科</td><td>工学部<br>地球総合工学科</td><td rowspan="3">学年</td><td>２年</td></tr>
<tr><td colspan="2">さかい なつみ<br>堺 なつ美</td><td>工学部<br>地球総合工学科</td><td>２年</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td>年</td></tr>
<tr><td colspan="2">アドバイザー教員<br>氏名</td><td>荒木 進歩</td><td>所属</td><td colspan="3">工学研究科</td></tr>
<tr><td colspan="2">研究課題名</td><td colspan="5">橋脚に着目した津波の被害緩和モデルの発見</td></tr>
<tr><td colspan="2">研究成果の概要</td><td colspan="5">研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。（先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。）</td></tr>
</table>

・研究目的

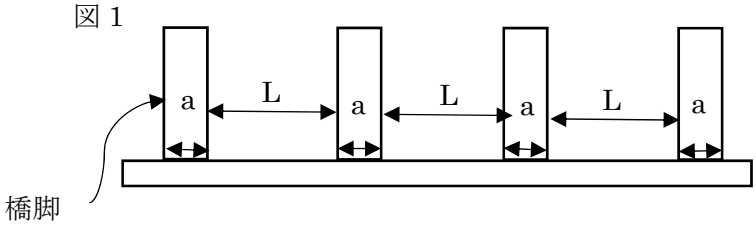
近年、東日本大震災での被害を踏まえ、日本全体としてこれから起こりうる南海トラフ地震への対策の強化を考える流れにあり、私たちも工学部の社会基盤工学コースの学生という立場から震災への対策を考えたいと思った。例えば、東日本大震災における問題点の一つとして、津波により流された建造物が多かったことが挙げられる。これを踏まえ、私たちは海岸に面する橋の構造を考えることで、土地への被害を小さくできるのではないかと考えた。そこで、造波装置を利用し、津波による土地への被害を緩和できるような橋の構造について考えた。今回の研究では、橋脚の本数と橋脚の断面の形状に着目し、この２つを変化させることで、津波による土地への被害を緩和できるような橋の構造を発見しようと実験を行った。

・研究計画

陸地（土地モデル）への津波の被害が最小となるような橋脚の断面の形状と、橋脚の本数を決定するために、橋脚の断面の形状と本数の異なる７種類の橋脚の模型を製作した。７種類の橋脚モデルを以下に示す。

橋脚①：円形、２本
橋脚②：円形、３本
橋脚③：円形、４本
橋脚④：ひし形、２本
橋脚⑤：ひし形、４本
橋脚⑥：流線形、２本
橋脚⑦：流線形、４本

図１




橋脚の数を n、橋脚を正面から見ときに見える幅の最大値（橋脚１本あたりの投影幅）を a、橋脚間の距離をＬとする（図１）。この実験では、a×ｎを常に一定とする。

⑵造波装置内に橋脚モデルを設置し、波を当てた。このとき、橋脚モデルの両側には土地モデルを設置して、津波による土地への影響を調べた。これを橋脚モデル①から⑦についてそれぞれ行った。

⑶土地モデルにかかった波の形状を平面座標上に表した。

・研究方法

ａとＬを次のように決める。

| | | |
|---|---|---|
| 橋脚モデル①：円形橋脚２本 | a=7.0cm | L=17.86cm |
| 橋脚モデル②：円形橋脚３本 | a=4.5cm | L=12.0cm |
| 橋脚モデル③：円形橋脚４本 | a=3.5cm | L=8.93cm |
| 橋脚モデル④：ひし形橋脚２本 | a=7.0cm | L=17.86cm |
| 橋脚モデル⑤：ひし形橋脚４本 | a=3.5cm | L=8.93cm |
| 橋脚モデル⑥：流線形橋脚２本 | a=7.0cm | L=17.86cm |
| 橋脚モデル⑦：流線形橋脚４本 | a=3.5cm | L=8.93cm |

橋脚の材質としては、橋脚①②③⑥⑦は**アクリル**、橋脚④⑤については橋脚の断面の形状上、プラスチックで製作することが困難であったため、**ステンレス**で製作した。

流線形は、三角形（ひし形の半分）と半円を組み合わせた形状とした。
流線形橋脚はひし形部分を波進行方向の先端とする。

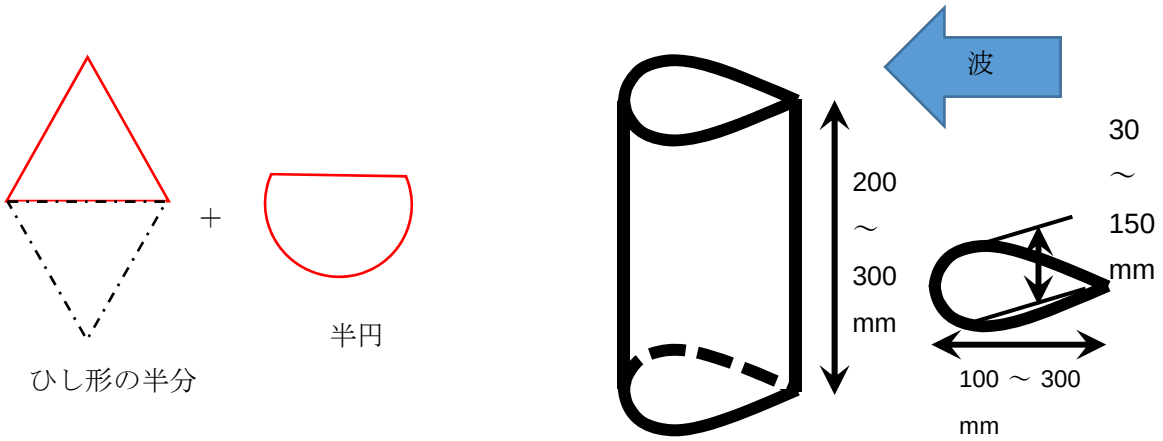



図３:流線形橋脚の形状

⑴で製作した橋脚モデルと、⑵で製作した土地モデルを**図４**のように設置した。ここで、土地に波がかかった部分の面積を調べるために、**茶色い模造紙を、土地モデルと橋脚モデルの間に挟み込む。**これは、波がかかった部分の色が変わり、面積をはかることができると考えたからである。今回の実験では、**土地モデルにかかる波の面積を、土地が受ける被害の大きさと考えることにした。**

・実験成果

茶色の模造紙にしるされた結果をもとに、土地モデルにかかった波の形状をエクセルを用いて、平面座標上に表した。水平方向 1cm ごとに模造紙に示された最高水位を測り、それに加え波の向きが変わる極値の水平方向距離と水位も測る。これらを順にエクセルに打ち出し、水平距離を x 軸、波高を y 軸としてグラフにした。この時の原点は、点 A である(図５参照)作成したグラフは D：研究の結果、考察に示す。

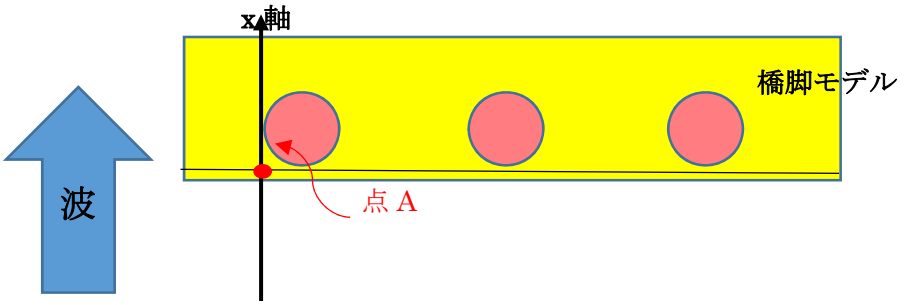
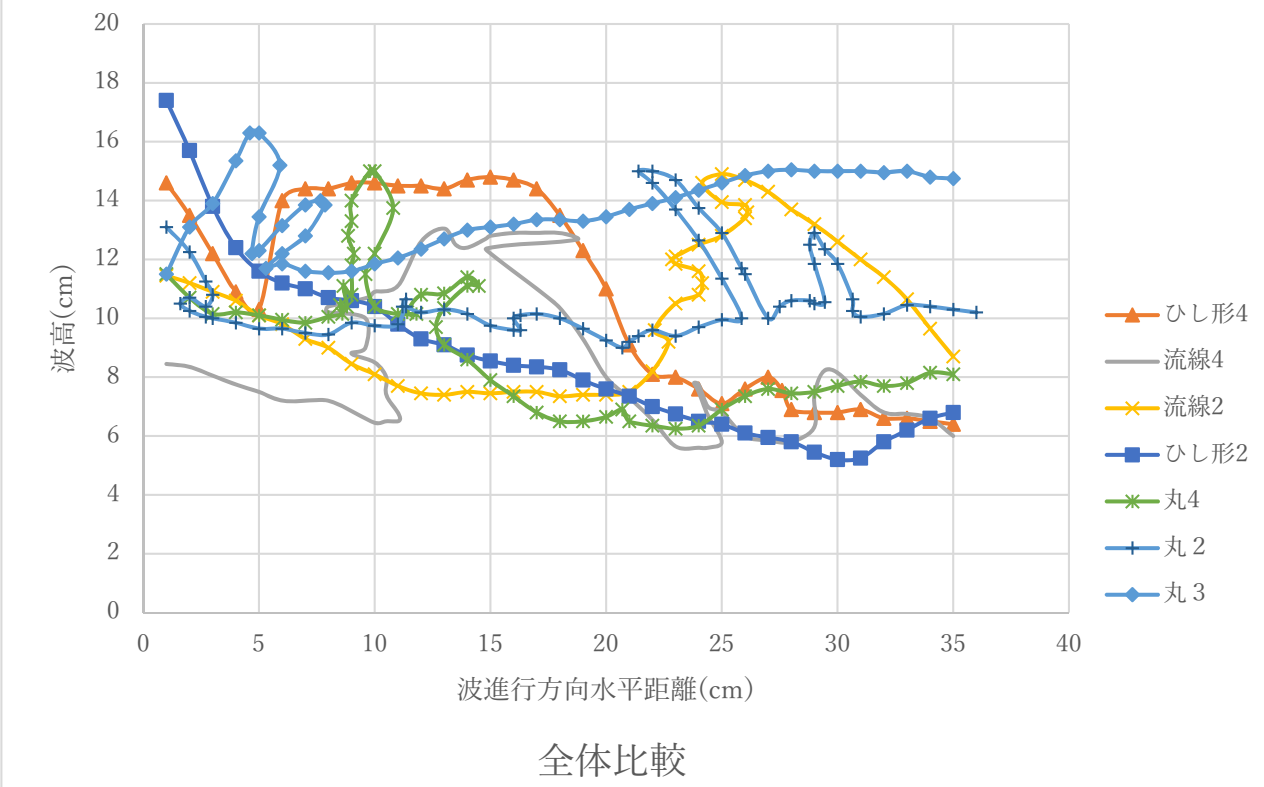



**図５:グラフの x 軸、原点の取り方(上からみた図)**

丸型橋脚３種、ひし形橋脚２種、流線形橋脚２種の計７種の橋脚モデルで実験を行い、土地モデルの壁に示された最高水位の分布を、座標として数値化し、グラフ化することで比較した。それぞれのグラフは次のようになった。ただ、実験時に土地モデルにすべての紙を地面から 4cm 離して貼り付けたため、実際の水位は下記の値に 4cm 加えたものである。橋脚①から橋脚⑦についての結果を以下に示す。




全体比較

橋脚形の種類別に定量的比較する。橋脚の前後でどれほど水位が低くなっているかを知りたいため、0~15cm の前半部分と 16~35cm の後半部分に分け、それぞれの部分での平均水位を$H_f$、$H_r$とし、$H_r/H_f$を算出する。この値が小さいと橋脚は波を強くせき止め、大きいとせき止める力が弱かったと考えられる。このときは水位比をみるため、グラフにて省略していた下部４cm も$H_f$、$H_r$に加えている。

丸２本橋脚　：$H_f = 14.3(cm)$、$H_r = 15.0(cm)$、$H_r/H_f = 1.05$

丸４本橋脚　：$H_f = 15.0(cm)$、$H_r = 11.2(cm)$、$H_r/H_f = 0.74$

ひし形２本橋脚　：$H_f = 15.4(cm)$、$H_r = 10.7(cm)$、$H_r/H_f = 0.70$

ひし形４本橋脚　：$H_f = 17.8(cm)$、$H_r = 12.7(cm)$、$H_r/H_f = 0.71$

流線形２本橋脚　：$H_f = 13.1(cm)$、$H_r = 15.2(cm)$、$H_r/H_f = 1.21$

流線形４本橋脚　：$H_f = 13.4(cm)$、$H_r = 12.4(cm)$、$H_r/H_f = 0.92$

・考察

分析より、ひし形がもっとも通過後に波を穏やかにさせ、小さい水位を記録していた。

流線形橋脚については、もっとも興味深い結果となった。2 本の場合は 23cm あたり、4 本の場合は 10cm 地点にて水位が急上昇した。急上昇した地点は、投影幅が最大となる地点(ひし形半分と半円のつなぎ目)であった。

流線形橋脚形状については実験手順で述べたようにモデル作成の都合により、先端の細い曲線部はひし形の半分を、後半の太い部分は半円を用いている。よって、最大投影幅に至るまでの形状はひし形と同じ状況であるにも関わらず、通過後の水位は大きく橋脚形状によって異なっていることがわかる。これより、橋脚の波を止める性能は最大投影幅部分を通過後の模型形状に大きく影響することが

考えられる。
　すべてのグラフを重ね合わせ、全体比較をおこなった結果、水位が最大値をとる水平距離は形状の種類によって大きく違いが生じていた。高さや、水位減少程度から考えて、今回の実験からもっとも津波対策橋脚として優れているものはひし形橋脚２本の場合であると思われる。
しかし、橋脚よりも波進行方向手前の住人にとっては流線形橋脚が理想的であり、橋脚より後方の住人にとっては丸型橋脚が適すると考える可能性もあり、実験開始当初の土地への被害を少なくする橋脚というものはどこの土地が重要と捉えるかによると思われた。
　実験から、橋脚の形状や数の工夫のみで波の受け止め方を変えることができると分かった。これより、実際に橋を造る際にコストは変えずに津波対策を強化することができるようになるかもしれない。また、今回の実験では行わなかったが、橋脚の置き方を変えることでの津波対策も大いに期待できる。
　新たな課題として、考察の通り土地への被害軽減に関して土地のどこを重要とするかによると感じたため、橋がどのような場所に造られているのか、まわりのひとの橋への評価、橋を造る際の需要とコストの兼ね合いなどの人事的要因についても考える必要があると新たに感じた。丸型橋脚での実験時に水しぶきが大量に生じたことからも津波軽減策としての橋のよい面だけに着目するのではなく、日常的に以前なら流れていた水をせき止めているというマイナスな面の考慮も今後していきたい。

・さいごに
　　以上の結果と考察から、橋の下流から津波が押し寄せたときに、東日本大震災のときのように完全に防ぐということはできなくても、橋脚からどれだけ離れたところに、守るべき住宅地、自治体などの都市の中枢となる機関があり、そのためには、どの橋脚断面とその本数を選択すべきかというよい参考になると思われる。これらは震災と戦うというよりも、「負けるが勝ち」ではないが如何に効率よく守りたいものを守るかという考え方につながる。今回は３種類の模型について、被害を受けた面積から評価したが、土地モデルから客観的に判断するだけでなく、実際に流体がどのように流れているのか、どの瞬間や場所において流速が大きくなっているのかということも、内部の流体についても考えてみたい。また３種類の模型に限らずどうしたらより幅広い橋脚断面の選択肢が持てるかということについて調べてみたい。