

堤防背後の水路が洗掘に及ぼす影響

名城大学 学生会員 ○井田 純平
名城大学 正会員 伊藤 政博

1. まえがき

東日本大地震によって発生した巨大津波が東北地方沿岸を襲い海岸堤防を越流し、内陸部に浸水した。このとき津波は、海岸堤防を越流し、多くの堤防の裏法先に大きな洗掘溝を作り、堤体内の土砂を吸い出し、堤防を崩壊した。渡邊ら¹⁾は、三面張り構造の海岸堤防を対象に、被災状況を構造諸元と津波外力で分析している。この分析によると堤防の全壊に最も影響を与えたのは、津波の越流水深であることが明らかにした。このように既存堤防は、裏法先の洗掘に弱いことが指摘されている。今後発生が予想されている巨大地震に伴う巨大津波に備えて既存の堤防を補強し、崩壊しない補強法を考えることが重要である。

2. 研究の目的

東日本大震災では、津波の堤防越流によって多くの海岸堤防の法先に巨大な洗掘溝が発生し、堤体内の土砂の吸い出しが起こったことが海岸堤防の倒壊の原因の一つとなった。堤防背後に洗掘形状に近い水路を予め設置すれば裏法先の洗掘の軽減対策になるのではないかと考えられる。このような想定の下で水路の存在が、堤防背後の洗掘対策としてどの程度の機能を果たすかについて実験的に検討する。

3. 研究の対象と補強案

実験に使用する堤防の断面図を図一1(a)に、また堤防背後の水路として図一1(b)に示すものを用いた。

4. 実験方法

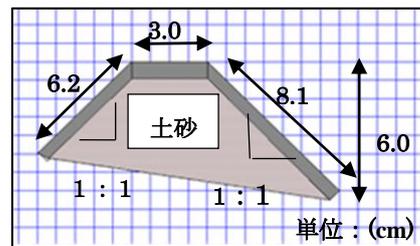
実験津波は、南海トラフ地震によって静岡県沿岸に襲来する予想津波高15mを想定する。南海トラフの巨大地震モデル検討会²⁾「南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等(第二次報告)」によると静岡県における最大津波高は、10m~20mとされている。そこで、平均値である15mを実験津波高とした。

1) 実験の縮尺は、1/100とする。模型の堤防と水路は、透明な亚克力板で制作し、中詰めに砂($d_{50}=0.2\text{mm}$)を水で練って詰め、24時間放置して、ある程度固まったものを用いた。表一1に示すRun No.2とNo.3は、堤防背後に水路を設置し、特にRun No.3は、水路内に土砂を詰めて実験を行った。

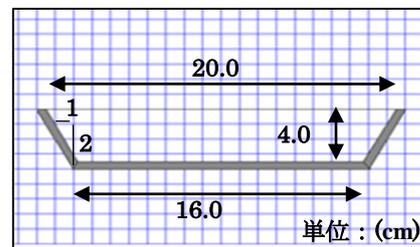
2) 実験に使用する津波として、ポンプで二次元造波水槽に給水して水位を徐々にあげて押し津波を再現した(図一2)。津波の越流による洗掘と堤体内土砂の吸出しの様子を水槽の側面からビデオカメラとデジタルカメラで撮影し、津波の浸水流速は、図一2に示す位置に電磁流速計を設置して測定した。

5. 実験結果と考察

押し津波が堤防を越流すると、堤防裏法先に洗掘が生じる。



(a)堤防

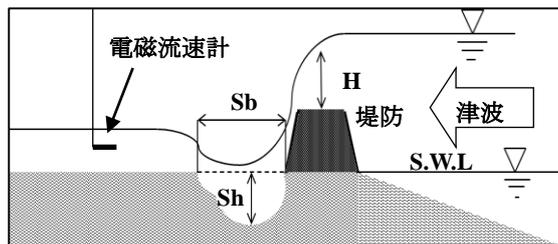


(b)水路模型

図一1 海岸堤防と水路の模型断面(縮尺 1/100)

表一1 実験津波高の設定値

| Run No | 実験条件 | 津波高 (cm) | 越流水深 (cm) | 周期 (s) |
|--------|-----------------|----------|-----------|--------|
| 1 | 水路なし | 15 | 9 | 270 |
| 2 | 水路有り | 15 | 9 | 270 |
| 3 | 水路有り 水路内土砂有り | 15 | 9 | 270 |



図一2 洗掘深 Sh と洗掘幅 Sb および越流水深 H

この時生じた堤防の裏法先の洗掘深と洗掘幅を図—2 のように定義する。

5.1 越流水深:堤防天端上の越流水深の経時変化を図—3, Run No.1 と 3 について示してある. この図から, 越流開始後, No.1 は, 65 秒以降で, No.2 は, 70 秒以降で水深(水位)が減少しており, 実験によって厳密には, 津波の上昇速度を均一に出来なかった。

5.2 流速:時間は, 津波が堤防を越流した瞬間を 0 秒として, Run No.1 と No.3 の流速の時間的変化を図—4 に示した. この図から分かるように No.1 の実験では, 電磁流速計のセンサー部分が水没する瞬間大きく値が振れている. No.1 は, 洗掘の発達から定常に移行する過程と流速の変化との関係は, 図—3 と 5 から現段階では, はっきりとした傾向を見出すことができなかった. しかし, No.3 については, 水路が設置してあるため洗掘形状が比較的早く定常になっており, これに伴って, 流速がある程度常流になっていることが認められる。

5.3 洗掘幅と洗掘深:Run No.1 と No.3 の洗掘深と洗掘幅を図—4 に示した. 水路が無い No.1 は, 洗掘が発達した. 土砂の詰まっている No.3 では, 堤防背後に水路があるため洗掘の増大が, 水路に達した段階で発達が止まった。

最大洗掘幅は, No.1 が 25.8cm, No.3 が 18.8cm であった. No.3 の最大洗掘幅は, No.1 より約 30%小さくなった。

最大洗掘深は, No.1 が 6.5cm, No.3 が水路深と同じ 4.0cm であった. No.3 の最大洗掘深は, No.1 より約 25%小さくなった。

5.4 土砂の吸い出し:Run No.1 と No.3 の堤体内土砂の吸出し率(吸い出し面積/堤防断面積)を図—6 に示した. Run No.1 の場合, 洗掘が生じ, 洗掘穴の拡大に伴って堤体内の土砂の吸い出しが起きた. Run No.3 では, 堤体内土砂の吸出しは, 起こらなかった。

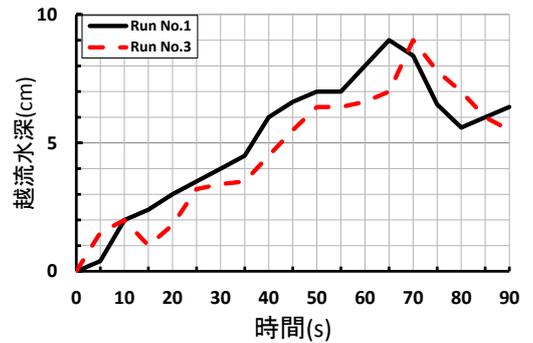
6. まとめ

- 1) 堤防背後に水路を設置することによって, 堤防を越流した津波の浸水流速は, ある程度減速する.
- 2) 堤防背後に発達する洗掘は, 水路の設置によってかなり抑えられ, 無いものと比較して洗掘幅は, 30%, 洗掘深は, 25%減少した.

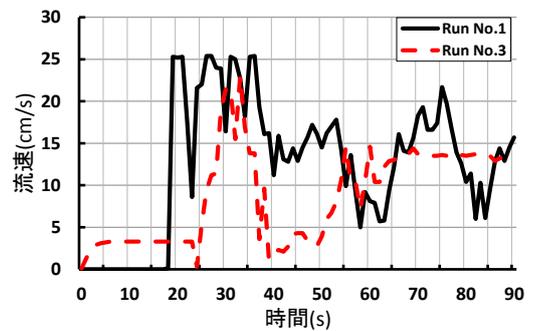
最後に本実験を行うに際して研究室の土屋有史, 林祐太, 志知大誠, 戸谷勇貴, 君の協力を得たことを記す。

参考文献

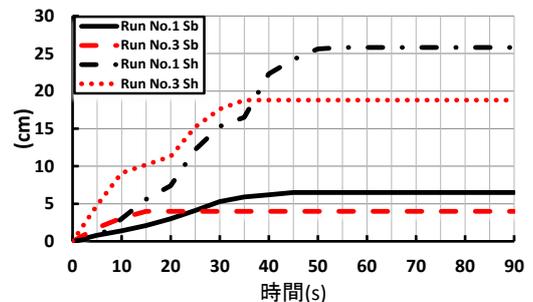
- 1) 渡邊国広, 諏訪義雄, 加藤史訓, 藤田光一: 東北地方太平洋沖地震津波による海岸堤防の被災分析, 土木学会論文集, B2(海岸工学), Vol.68, o.2, pp.I_356-I_360, 2012.
- 2) 内閣府, 南海トラフの巨大地震モデル検討会: 第 2 次報告書, 一津波断層モデルと津波高・越流域等について-, 資料 1—2, 2012.



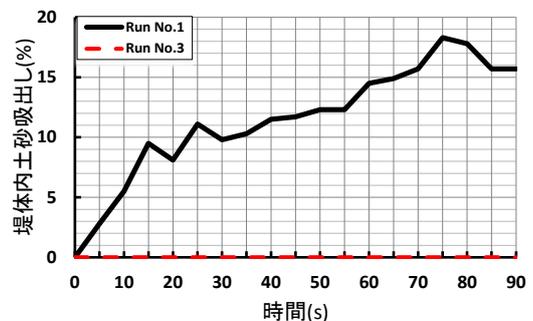
図—3 Run No.1 と No.3 の越流水深 H



図—4 Run No.1 と No.3 の流速



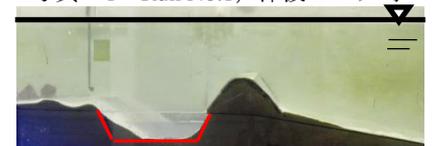
図—5 Run No.1 と No.3 の洗掘幅 Sb と洗掘深 Sh



図—6 土砂吸出し率(%)



写真—1 Run No.1, 津波ピーク時



写真—2 Run No.3, 津波ピーク時