

耐津波堤防の創造—既存堤防の補強法の試み—

名城大学 学生会員 ○山口 孝幸
 岡田みなこ
 名城大学 正会員 伊藤 政博

1. まえがき

東日本太平洋沖地震による巨大津波は三陸沿岸部の堤防を越流し、内陸部に津波が浸水した。この津波は多くの人命を奪い、建物及び社会の資本を根こそぎ破壊した。特に防潮堤及び海岸堤防の津波による破壊は凄まじかった。津波が堤防を越流すると背後の町に壊滅的な被害を与える。既存の堤防が今後予想される地震津波の越流に耐えられるように補強する必要がある。既存の堤防をどのように補強するかが問われるところである。

2. 研究目的

海岸堤防の背後に住宅などの私有地が迫る場合、津波の越流を想定して既存堤防を余裕のある補強対策が出来ない。堤防を嵩上げすることなく津波の越流に対して粘り強さを発揮できる堤防の一補強法を提案し、その効果を実験的に調べる。

3. 研究の対象と補強法

和歌山県新宮市王子ヶ浜の海岸堤防を対象にする。この堤防の断面は図-1(a)に示す。東北地方太平洋沖地震による津波の来襲によって堤防の多くは津波の越流によって堤防背後の裏法先に巨大な洗掘孔が生じて、これが引き金となって堤防が破壊したケースが多かった。そこで、既存堤防の補強法として、津波越流によって洗掘が起きないように堤防背後の法先に道路としても使用できる水平板を取り付ける。

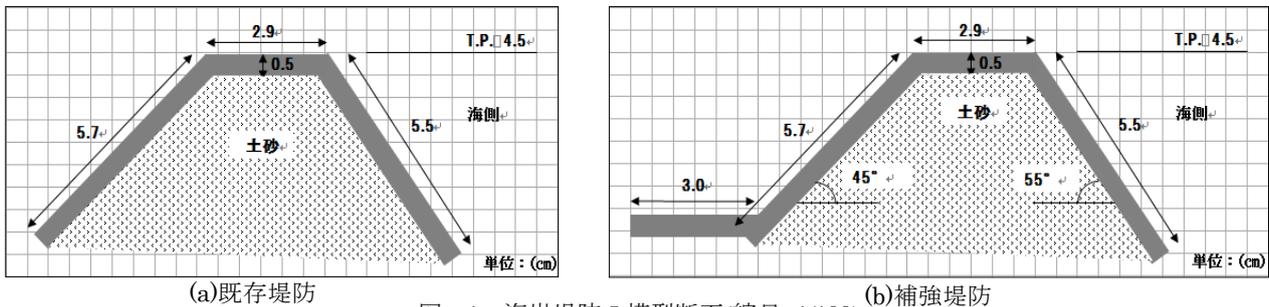


図-1 海岸堤防の模型断面(縮尺:1/100)

4. 実験方法

実験津波は、仙台南海岸で観測された東北地方太平洋沖地震津波と南海トラフ地震の津波を対象にする。南海トラフ巨大地震の際、和歌山県新宮市周辺の市町村を襲う津波高は満潮時の際、10~20mと予測されている。研究対象の津波高は内閣府の第2次報告書¹⁾で示されている都府県別市町村別最大津波高一覧表(満潮位)に基づいて、和歌山県新宮市周辺海岸の最大値を使用することにした。

1) 実験の縮尺は1/100にする。堤防の模型は透明アクリル板で作成し、中詰めに砂($d_{50}=0.2\text{mm}$)を水で練って詰め、12時間放置して、ある程度固まったものを用いた。Run No.5と6は、砂が津波によって吸い出されないように処理したものを想定し、実験では、粘土を充填した。本実験で行った実験条件の一覧は表-1にまとめた。

2) 模型実験に使用する津波として、押し津波は、ポンプで実験水槽中に給水して水位を徐々に上げた。また引き津波は水槽から排水して水位を下げて再現した(図-2)。津波

表-1 実験津波高の設定値

Run No	模型堤防	対象津波	津波高(m)	越流水深(m)	津波高(cm)	越流水深(cm)
1	補強堤防	平均津波高	8.0	3.5	8.0	3.5
2		予想津波高	14.0	9.5	14.0	9.5
3	既存堤防	平均津波高	8.0	3.5	8.0	3.5
4		予想津波高	14.0	9.5	14.0	9.5
5	既存堤防	平均津波高	8.0	3.5	8.0	3.5
6	堤防内:粘土	予想津波高	14.0	9.5	14.0	9.5

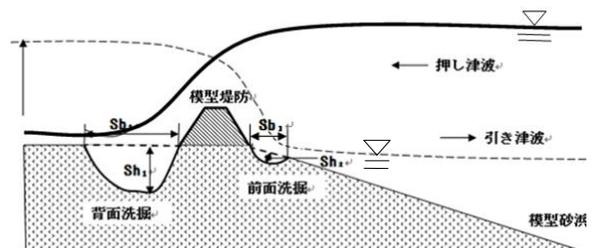


図-2 洗掘深と洗掘幅

の押しと引きによる堤防背後と前面の洗掘は水槽の側面からビデオカメラとデジタルカメラで撮影する。

5. 実験結果

堤防裏法(背面)の法先洗掘は押し津波の越流によって生じる。また堤防表法(前面)の法先洗掘は、引き津波によって生じる。堤防裏法と表法の法先洗掘深(Sh_1, Sh_2)と洗掘幅(Sb_1, Sb_2)を図-2のように定義する。

実験では、押し津波が堤防を越流し始め、堤防天端の越流水深がある値になると裏法先では越流水の落下によって洗掘が急激に大きくなる。さらに越流水深が大きくなると堤防の表と裏の水位差が無くなり、洗掘の拡大はなくなる。

続いて引き津波に切り替わると、流れが逆方向に陸から海側へ流れる。海水位が徐々に低くなると押し津波と同じ現象が堤防表法先で生じ、洗掘が起こる。このように津波で堤防の裏と表で洗掘が生じることになる。

横軸に実験の経過時間をとり、縦軸に押しと引き津波の水位変化及び洗掘幅と洗掘深の変化を図-3と4示した。これらの図中には堤防の高さが薄いねずみ色で示してある。従って、堤防高との水位差が堤防天端上の越流水深になる。

図中の①～④に示す水位における洗掘の状況と堤防内の土砂の吸い出しが分かるように写真-1～4に示した。特に、図-3は堤防裏法先の洗掘の変化が、図-4は表法先の洗掘の変化が、それぞれ整理してある。堤防裏法先の洗掘を示す図-3によると、押し津波が堤防を越流し、ある程度の越流水深になると急激に洗掘が起きている。その後、越流水深がある程度以上になると洗掘は増大せず、一定となっている。堤防表法先の洗掘を示す図-4から、引き津波水位が天端高より低くなると、洗掘が起こることが分かる。

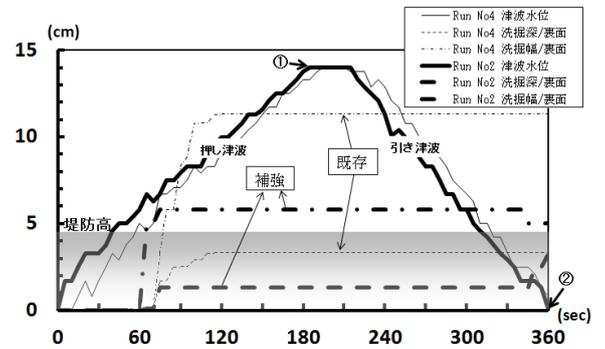


図-3 Run No.2 と 4 の堤防裏法先の洗掘

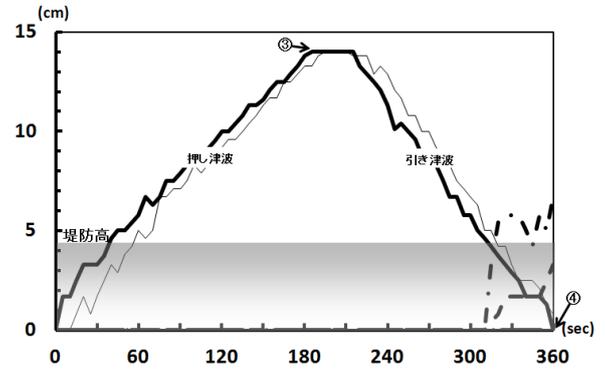


図-4 Run No.2 と 4 の堤防表法先の洗掘

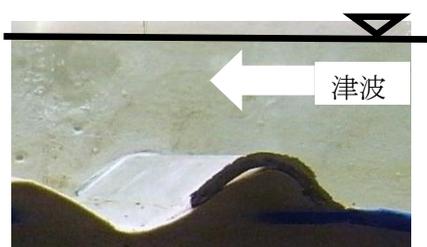


写真-1 Run No.4, 実験開始 220 秒, ①

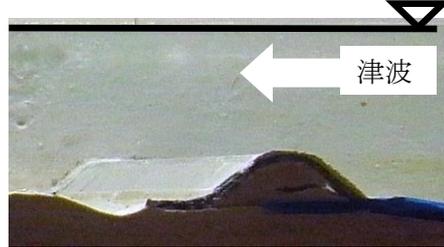


写真-3 Run No.2, 実験開始 205 秒, ③

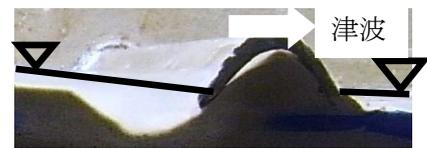


写真-2 Run No.4, 実験開始 360 秒, ②

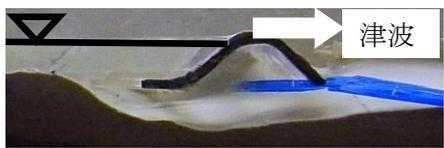


写真-4 Run No.2, 実験開始 360 秒, ④

6. 補強による効果

図-1(b)のように、越流水による洗掘を防止するために堤防裏法先に水平板を取り付けることによって、どのような効果があるかについて簡単な検討を行う。図-3には、既存の堤防(Run No.4)と補強堤防(Run No.2)について、洗掘幅と洗掘深さの経時的な変化が図-3に示してある。どちらも堤防を津波が越流すると同じように洗掘が発生するが、補強した堤防の洗掘幅と深さは、既存堤防の物と比べて、かなり小さく(約半分ほど)になっていることが注目される。しかし、引き津波の場合、補強は裏法先で施してあるためか表法先の洗掘幅と深さについては、明確な効果を見い出せなかった。加えて、実験模型の製作、特に堤防内の砂詰めと模型浜への設置に、実験の不慣れもあった。

参考文献

1)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，2012.