

多重防御施設による津波減勢効果に関する実験的検討

日本大学工学部 ○横井 智成
 日本大学工学部 鈴木 郁弥
 日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1. はじめに

福島県では海岸堤防を従来よりも1m高い最大7.2mにし、津波被災地域の最大津波に対する減勢効果として防災緑地や二線堤による多重防御を提案している。そこで、津波に対する多重防御施設の減勢効果に関する実験を行った。本研究では直立堤と傾斜堤による打上高さの比較と多重防御施設による内陸部への浸水の検討を行い、土地利用計画に寄与することを目的とする。

2. 実験概要

実験は長さ15m、幅0.3m、高さ0.6mの循環式傾斜可変開水路装置に模型幅0.215mの模型を設置して行った。模型縮尺は1/40とし、図-1に示すとおり、直立堤高さ7.2m、防災盛土は高さ6.0m、標高9m、奥行40mとし、道路二線堤は道路幅員11m、高さ7.0m、標高10m、とした。実験で用いた記号を表-1に示す。実験方法は、貯水槽に水を貯めてゲート急開により、段波を発生させ、表-2の実験条件に示す防御施設の組合せによる堤防前面の打上高さや道路二線堤を越流する水深、単位幅越流量の検討を行った。段波水深は、堤防高より低いものから最大津波を想定した水深まで複数回ずつ行った。測定方法はビデオ撮影により映像解析で各種測定を行った。

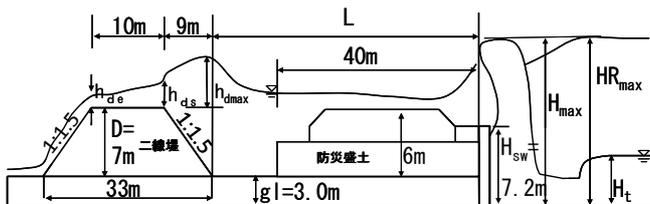


図-1 水理実験モデル

表-1 各記号の意味

| 記号 | 意味 |
|-------------------|--------|
| h | 初期水深 |
| H _t | 津波高さ |
| H _{max} | 最大打上高さ |
| HR _{max} | 最大反射波高 |
| L | 堤防間距離 |
| H _{sw} | 堤防高さ |
| h _{dmax} | 最大越流水深 |
| h _{ds} | 始端越流水深 |
| h _{de} | 終端越流水深 |
| D | 堤体高さ |
| gl | 地盤高さ |

表-2 実験条件

| W:直立堤 S:傾斜堤 L:堤防間距離 R:道路二線堤 G:防災盛土 | | | |
|---------------------------------------|-------|-----|------|
| 記号 | 道路二線堤 | 傾斜堤 | 防災盛土 |
| WR-L50 | ○ | × | × |
| WR-L100 | ○ | × | × |
| WR-L150 | ○ | × | × |
| SR-L50 | ○ | ○ | × |
| SR-L100 | ○ | ○ | × |
| SR-L150 | ○ | ○ | × |
| WG-L0 | × | × | ○ |
| WRG-L50 | ○ | × | ○ |
| WRG-L100 | ○ | × | ○ |

3. 結果及び考察

3.1 段波水深に相当する津波水深の推算

図-2に、速度水頭と段波水深を堤防高で無次元化した相対水深の関係を示す。段波水深と津波水深との関係は、それぞれ段波: $E_D=0.860(H_t/H_{sw})$ 、津波: $E_T=0.508(H_t/H_{sw})$ で示される。これより、津波水深に対応する段波水深の関係は、 $E_T/E_D=0.591$ となり、10mの最大津波に対応する段波実験の無次元津波高さは、 $H_t/H_{sw}=0.82$ で与えられ、堤防高さの津波は $H_t/H_{sw}=0.59$ で与えられる。 $H_t/H_{sw}=1.0$ の段波は12.2mの津波に相当する。

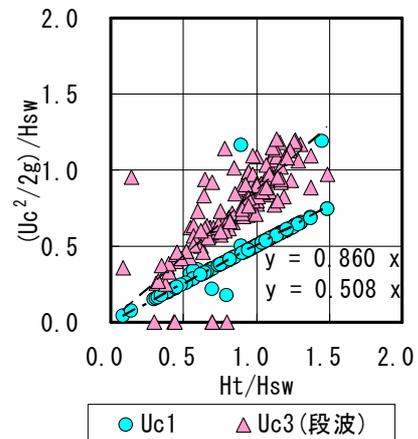


図-2 無次元段波速度と相対水深の関係

3.2 直立堤と傾斜堤の接近津波に対する影響の比較

最大反射波高 HR_{max} に対する最大打上高さ H_{max} との比と相対水深の関係を図-3に示す。図より、縦軸が1.0付近に分布しており、直立堤、傾斜堤に関わらず最大反射波高と最大打上高さの比が同等である。これより、直立堤と傾斜堤の堤防越流特性に差異はないと言える。

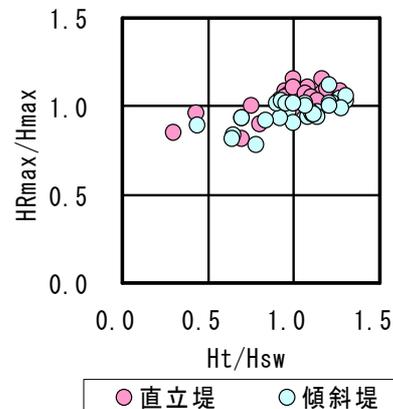


図-3 直立堤と傾斜堤の接近津波に対する影響の比較

キーワード：多重防御、段波、越流水深

連絡先：〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 Tel&Fax(024-956-8724)

3.3 二線堤越流水深に及ぼす堤防間距離の比較

二線堤の越流水深 h_d を直立堤高さで無次元化したものと相対水深との関係を図 - 4 に示す。図より堤防間距離を 50m、100m、150m とした場合、最大津波 $H_t/H_{sw}=0.82$ に対しても、道路二線堤の越流はない。また、L150 であれば $H_t/H_{sw}=1.0$ 、12m 程度の津波でも越流のない結果となった。前項より明らかな様に越流水深に及ぼす直立堤と傾斜堤の相違は認められない。

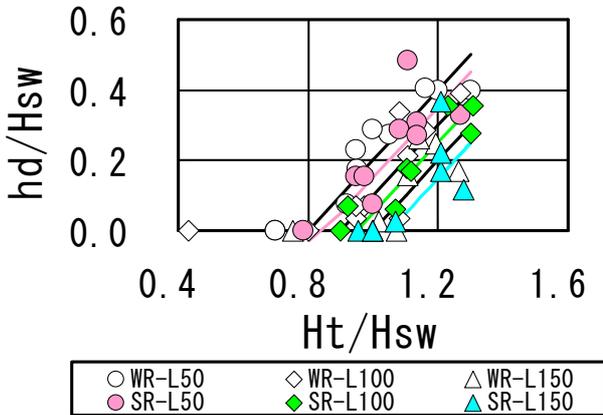


図 - 4 二線堤越流水深に及ぼす堤防間距離の比較

3.4 多重防御システムの減勢効果の検討

3.4.1 防災盛土、道路二線堤を越える流れの機構

防災盛土、道路二線堤を越える流況を写真 - 1、2 に示す。写真より、二線堤のせき上げ効果により運動エネルギーを位置エネルギーに変化させ、プールを形成する。二線堤と防災盛土を設置した場合は、プール形成にかかる時間が短くなり、より段波の勢いを減衰することが分かる。

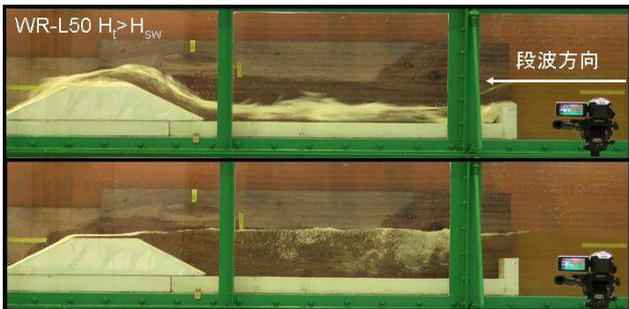


写真 - 1 道路二線堤を越える流況
(上：越流開始時 下：越流終了時)

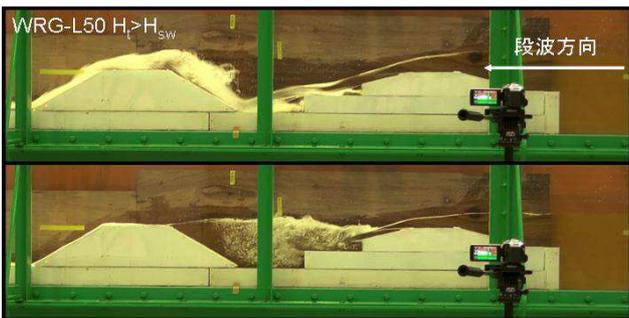


写真 - 2 防災盛土、道路二線堤を越える流況
(越流開始時 越流終了時)

3.4.2 防災盛土の有無による二線堤越流水深の比較

二線堤の越流水深 h_d を直立堤高さで無次元化したものと相対水深との関係を図 - 5 に示す。図より防災盛土を設置すれば、堤防間距離に関わらず最大津波 $H_t/H_{sw}=0.82$ に対して二線堤への越流はない。また、 $H_t/H_{sw}=1.2$ 、15m 程度の津波に対して L50 であれば約 5 割、L100 であれば約 3 割程度越流水深を軽減できる結果となった。

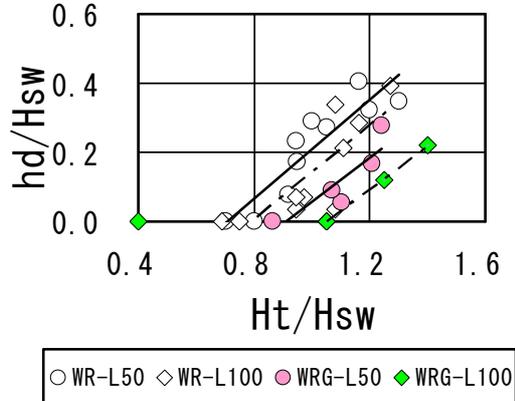


図 - 5 防災盛土の有無による二線堤越流水深の比較

3.4.3 防災盛土の有無による二線堤越流継続時間の比較

二線堤の越流継続時間 T_d を直立堤越流継続時間 T_{sw} で無次元化したものと相対水深との関係を図 - 6 に示す。図より防災盛土を設置することで、 $H_t/H_{sw}=1.2$ 、15m 程度の津波に対して、相対越流継続時間を約 1/5 に抑えられる。また、堤防間距離に関わらず相対越流継続時間を一様に抑えられる結果となった。

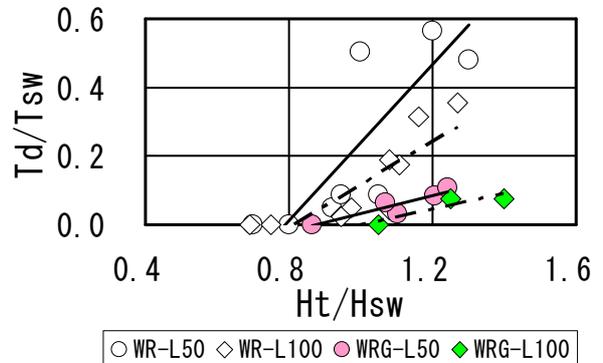


図 - 6 防災盛土の有無による二線堤越流継続時間の比較

4. まとめ

1) 3.2、3.3 より直立堤と傾斜堤の堤防越流特性に差異はなく、二線堤の越流水深に及ぼす直立堤と傾斜堤の相違は認められない。

2) 3.3 より堤防間距離を 50m、100m、150m とすれば最大津波 $H_t/H_{sw}=0.82$ に対しても、道路二線堤の越流はない。また、L150 であれば $H_t/H_{sw}=1.0$ 、12m 程度の津波でも二線堤の越流がない。

3) 3.4 より防災盛土は、堤防間距離に関わらず最大津波 $H_t/H_{sw}=0.82$ に対して二線堤への越流を抑えられる。また、 $H_t/H_{sw}=1.2$ 、15m 程度の津波に対して L50 であれば約 3 割、L100 であれば約 5 割程度越流水深を軽減でき、相対越流継続時間は L50、L100 であれば約 1/5 に抑えられる。