

東北工業大学	正 員	高橋敏彦
東北工業大学	正 員	沼田 淳

1. まえがき

近年、海岸侵食対策の1つとして親水性や景観面も配慮した工法として緩傾斜堤が築造されている。しかし、自然海浜と比べて緩傾斜堤を設置した場合どの程度有効であるのか明かではない。そこで本研究は、自然海浜と緩傾斜堤を設置した場合の砂の移動形態を実験的に比較し、基礎工の被災についても検討することを目的とした。

2. 実験条件及び実験方法

実験水路は、長さ20.0m、幅0.6m、深さ0.7mの両面ガラス張り造波を用いた(図-1、実験水路概略図)。一方の水路には自然海浜、他方の水路には緩傾斜堤を設置し、同じ海象条件の下で比較実験を行った。水路の一端にピストン型反射波吸収制御付き造波装置、他端には細砂(天然珪砂7号、 $d_{50} = 0.15\text{mm}$ 、比重=2.60)で1/20勾配の海底地形を作成した。緩傾斜堤を設置する場合は、1/20勾配の上に1/5勾配の模型堤体を設置した。基礎工及び根入深さは、「緩傾斜堤の設計の手引き」¹⁾に準拠した。模型堤体は、「有孔板+透水層」であり、有孔板の孔径は、14.0mmの多孔板とし、透水層厚は約20.0mmで、粒径5.0mmのアルミナボールを詰めている。

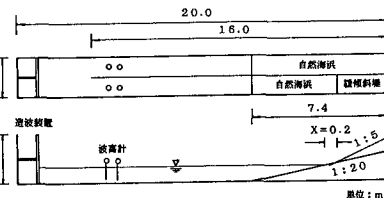


図-1 実験水路概略図

表-1 実験条件

実験No	T (sec)	H (cm)	磁場強度	X (cm)	置換条件	観測時間 (hr)
B-1	1. 58	12.0	—	—	低 食	4 (4)
B-2		2.0			低 積	2.6 (30)
B-3		12.0			低 食	4 (34)
B-4		4.5			増積-低食	4 (38)
B-5		2.0			低 食	8 (46)
B-6		12.0			低 食	4 (50)
B-7		7.0			増積-低食	1.2 (62)
C-1	1. 58	12.0	有	2.0	低 食	4 (4)
C-2		2.0			低 積	2.6 (30)
C-3		12.0			低 食	4 (34)
C-4		4.5			増積-低食	4 (38)
C-5		2.0			低 食	8 (46)
C-6		12.0			低 食	4 (50)
C-7		7.0			増積-低食	1.2 (62)

実験は、水深 0.3m とし、周期は 1.58sec 、波高は $2.0\text{cm}\sim 12.0\text{cm}$ 、沖波波形勾配 $H_o/L_o=0.0054\sim 0.0321$ の範囲である。表-1に実験条件を示す。表のXは、汀線から緩傾斜堤法尻迄の水平距離で、 20cm と一定値である。また波浪条件は、堀川等²⁾の指標により初期地形約 $1/20$ による汀線の前進（堆積）、後退（侵食）、前進・後退（堆積・侵食）を示している。実験は、62時間の継続実験である。海底地形は、水路中央において砂面計により $1\text{cm}\sim 80\text{cm}$ 間隔、各海象条件毎に波の作用開始後、1, 2, 4, 8, 13, 17, 21, 26, 時間後に測定した。また海底地形のプロファイルの測定と同時に緩傾斜堤あるいは汀線付近の状態を8ミリビデオに収録した。

3. 実験結果及び考察

3-1. 緩傾斜堤の有無による海底地形の比較

図-2は、侵食型の波を4時間作用させた後の、緩傾斜堤設置と自然海浜の海底地形プロファイルの比較図で、沖波波長 L_0 で無次元化した値で表している。太線は、初期地形で約1/20勾配の自然海浜である。また、緩傾斜堤を設置した場合は、1/20勾配の自然海浜上に1/5勾配の堤を設置している。図より $X/L_0 \approx -0.9$ 付近にbarが発生しており、全体的に同じ様な海底地形変化を示しているようである。図-3は、図-2の汀線付近を拡大したものである。点線の自然海浜は太線の初期地形に比べて、ほとんどの領域で侵食しており、汀線は $X/L_0 \approx 0.05$ 付近まで

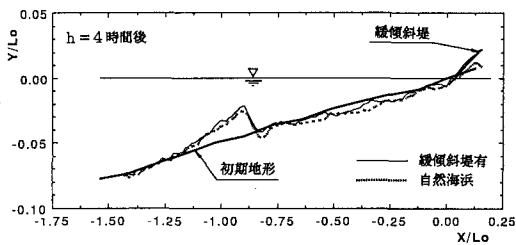


図-2 海底地形の7:07:41の比較図(h=4時間後)

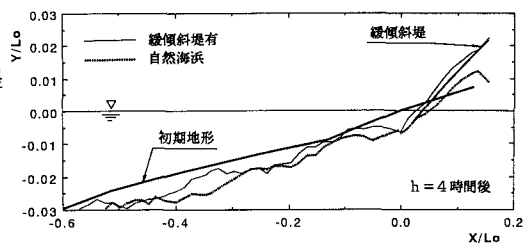


図-3 汀線付近の7・077例の比較図(h=4時間後)

後退している。一方実線の緩傾斜堤設置の場合は、初期汀線地点では、自然海岸とはほぼ同じ位侵食されているが、その砂は緩傾斜堤上に堆積している。汀線より沖側でも自然海岸より侵食量が少ない傾向にある。図-4は、引き続き堆積型の波を26時間作用させた直後の汀線付近のプロファイルの比較図である。図-3と比べて自然海岸の汀線は前進し、陸上部が堆積しているのが分かる。緩傾斜堤設置の場合も、図-3と比べると堤上に砂が更に多く堆積しているのが分かる。図-5は、さらに侵食、遷移領域、堆積の波を交互に32時間作用させた直後の汀線付近の拡大図である。自然海岸は、緩傾斜堤設置位置よりかなり侵食されている。一方、緩傾斜堤上には砂がなくなり、堤前面で急激な深掘れが認められる。

3-2. 緩傾斜堤の有無による汀線位置の比較

図-6は、自然海岸及び緩傾斜堤設置の場合の汀線位置の比較図である。横軸は、波の作用継続時間の無次元量 t/T （波の作用時間／周期）で、縦軸は、汀線位置 X/L_0 （初期汀線からの侵食水平距離／沖波波長）である。図中の上部には、 t/T に対応して作用させた海象条件 H_0/L_0 を示している。図中の点線は、緩傾斜堤の設置位置（ここでの X は、初期汀線から緩傾斜堤法尻迄の水平距離）を表している。図より、初め（ $t/T \approx 2000$ ）の侵食型の波（ $H_0/L_0 = 0.0321$ ）を作用させた自然海岸の場合、一気に $X/L_0 \approx 0.05$ まで汀線が後退し $t/T \approx 10000$ まではほぼ同じ位置であるのに対し、緩傾斜堤設置の場合 $t/T \approx 2000$ で $X/L_0 \approx 0.01$ から徐々に汀線が後退し、 $t/T \approx 10000$ で $X/L_0 \approx 0.03$ まで後退している。その後は、 $t/T \approx 90000$ まで前進あるいは後退の傾向が緩傾斜堤の有無に関わらず、ほぼ同じである。それ以降の自然海岸は、徐々に汀線が後退していく傾向にある。緩傾斜堤設置の場合は、堤上には全く砂がなくなり、 $t/T \approx 135000$ で基礎工が被災（基礎工が傾いた場合を被災と定義している。）し、ここでは示していないが緩傾斜堤の中詰めがわずかに出てきている。

緩傾斜堤上に砂がなくなる前の汀線後退は、平均的に自然海岸の4～6割程度となっている。その後、自然海岸が後退傾向になっている場合に、緩傾斜堤上の砂は消滅傾向を示し、遂には緩傾斜堤が完全に露出して、堤前面の深掘れが進み基礎工が傾き緩傾斜堤が被災すると思われる。

4. あとがき

緩傾斜堤の有無による海底地形の比較を行った。その結果、本実験範囲においては緩傾斜堤を設置した場合の方が、堤上に砂が有る間は自然海岸に比べ汀線後退に対して有効であることが認められる。本実験の被災は、基礎工のみに

着目して有孔板を用いているため、汀線付近の吸い出し等などの現象が再現されていない。今後は、模型ブロックを用いて汀線付近の吸い出し等も検討するつもりである。

最後に、有益な御助言を頂いた東北大学首藤伸夫教授に感謝の意を表します。

（参考文献）1）建設省河川局海岸課監修：緩傾斜堤の設計の手引，全国海岸協会，1989 2）堀川等：波による二次元汀線変化に関する一考察，第22回海岸工学講演会論文集，1975

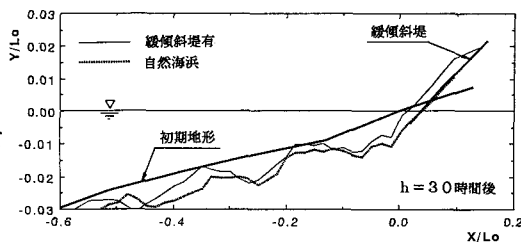


図-4 汀線付近のプロファイルの比較図(h=30時間後)

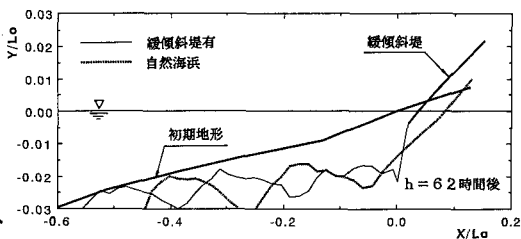


図-5 汀線付近のプロファイルの比較図(h=62時間後)

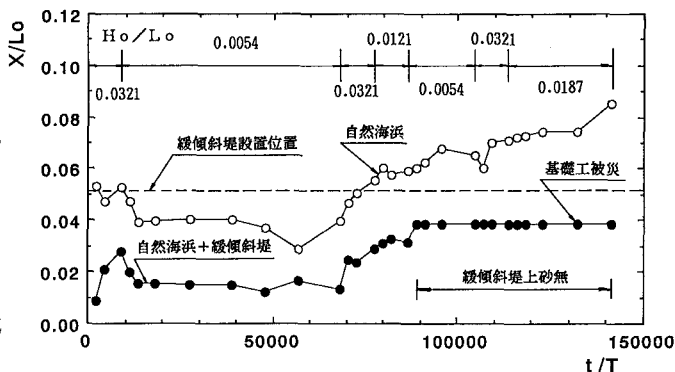


図-6 緩傾斜堤の有無による汀線位置の比較