

II-24

緩傾斜堤の裏込め砂吸い出し被災に関する実験

東北工業大学 学生員○我妻鉄治

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

緩傾斜堤の被災の原因として前野ら¹⁾は、被覆ブロック間の空隙及び被覆ブロックの孔から裏込め工や砂が吸い出されて被覆ブロックが被災するとしている。一方宇多ら²⁾、高橋ら³⁾は基礎工が崩壊し、一部のり先から裏込め工が吸い出されて、裏込め工に空洞が生じ被覆ブロックが被災するとしている。

そこで本研究は、裏込め工の粒径に着目し、粒径の違いが緩傾斜堤の被災の原因にどのような影響を与えるか検討を試みたものである。

2. 実験装置及び実験条件

実験水路は、長さ 20.0m、幅 0.6m、高さ 0.7m の両面ガラス張りの造波水路を二分し、片側 0.3m として両側の水路を使用した。水路の一端には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 勾配の海浜地形を作成し、その上に法勾配 1/4 の緩傾斜堤を設置した。模型堤体は、「被覆ブロック+裏込め工」であり、模型縮尺 1/40 である。透水層としての裏込め工は、砂及び砂利 $\{d$ （最多粒径約 45% 以上） $=0.15, 0.3, 0.43, 0.6, 2\sim 3\text{mm}\}$ の単層構造で層厚約 20.0mm であり、その上に空隙率 15% の被覆ブロックを敷き詰めた。基礎工には、 $d=9.52\sim 19.0\text{mm}$ の碎石を使用した。基礎工及び根入れ深さについては、「緩傾斜堤の設計の手引き」に従った。一様部水深を 0.4m として、上記 5 種類の裏込め工を有する緩傾斜護岸に Bretschneider・光易型のスペクトルを有する不規則波を作用し、その被災状況を有義波を用いて検討した。緩傾斜堤の設置位置を lt （汀線から緩傾斜堤のり先までの水平距離） $=-63.0\text{cm}$ （沖側）に固定した上で、周期 $T_{1/3}=1.34\text{sec}$ 、波高 $H_{1/3}=13.35\text{cm}$ 、沖波波形勾配 $(H_{1/3})_0/(L_{1/3})_0=0.052$ の波を作用し起波後 30 分、その後は 1 時間毎に緩傾斜堤及び基礎工付近を詳細にスケッチしカメラで撮影した。実験波は、堀川・砂村⁴⁾による汀線の前進・後退の境界式によって区別すると汀線の後退領域に対応する。図-1 は、実験条件及び緩傾斜堤の設置状況の概略を示したものである。

3. 実験結果および考察

3-1 裏込め砂の吸い出し状況

図-2(a)~(d)は、 $d=0.3\text{mm}$ の実験ケースで被災直前（起波後約 11 時間後）の波の遡下時における堤上及び裏込め部の濁水の流動と裏込め砂の吸い出し状況を模式的に図示したものである。図中の●印は、砂粒子混じりの濁水が裏込め工内から堤上へ移動する様子を示したものである。図中の t は最大打ち上げ時を基準（図-2(a)）に経過時間を表して

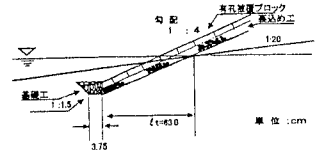
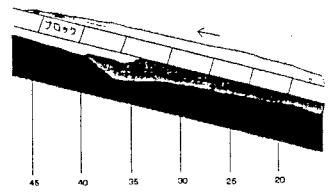
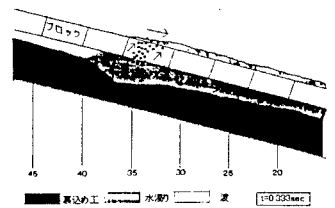
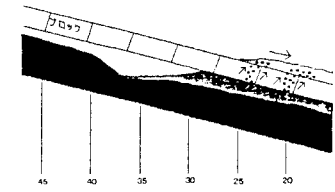
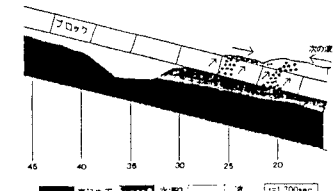


図-1 緩傾斜堤の設置状況

図-2 (a) 裏込め砂の吸い出し状況
($t=0.000\text{sec}$)図-2 (b) 裏込め砂の吸い出し状況
($t=0.333\text{sec}$)図-2 (c) 裏込め砂の吸い出し状況
($t=0.907\text{sec}$)図-2 (d) 裏込め砂の吸い出し状況
($t=1.700\text{sec}$)

いる。このケースでは裏込め工に空洞が生じており、裏込め工内の水の動きもよく認められる。図より、裏込め工内の戻り流れと共に裏込め工内の砂も濁水として流下し、その砂混じり水塊が遡上波の先端部分（図-2(b),(c)）及び次の遡上波の先端部分（図-2(d)）に流出して行く傾向が認められた。

3-2 粒径別緩傾斜堤の被災

図-3は緩傾斜堤の被災を裏込め工の粒径と波作用継続時間 $t/T_{1/3}$ （以降 T と記述する）で表したものである。裏込め工の吸い出しは、裏込め工に空洞が認められた場合をその発生時間と定義した。 $d=0.15\text{mm}$ の場合、 $t/T=448$ 波で裏込め砂吸い出しと被覆ブロック沈下がほぼ同時に発生している。幾分ばらつきはあるものの d が小さいほど早く裏込め工の吸い出しが認められる。 $d=0.15\sim 0.6\text{mm}$ までのケースはブロックの孔より砂が吸い出され被覆ブロックが沈下している。被覆ブロックの沈下個所は、汀線付近よりも最大打ち上げ高さ付近で発生している。一方、 $d=2\sim 3\text{mm}$ のケースでは従来の被災パターンの様に基礎工の侵食から被災が始まっている場合は、基礎工が被災し裏込め工が堤脚部より吸い出され被災するパターンと思われるが今回の実験の時間内（24 時間）では基礎工からの吸い出しは起こらなかった。

3-3 裏込め工の吸い出しとブロック沈下の関係

図-4は横軸に d_{50}/D_1 （中央粒径）/ D_1 （被覆ブロックの楕円孔の短径）、縦軸に t/T をとって、裏込め工の吸い出し時とブロックの沈下時を記号を区別して図示したものである。粒径の小さい方が吸い出されやすい傾向にあるが、ブロックは裏込め砂が吸い出され空洞になっても、すぐには沈下していない。なお裏込め工の空洞発生については、 t/T と d_{50}/D_1 を用いて次式のように表せる。

$$t/T = 1.45 \times 10^5 (d_{50}/D_1) - 3200 \dots (1)$$

3-4 緩傾斜堤上の砂量の変化

図-5は、各ケースの被災前後の緩傾斜堤上の V {砂量（単位幅当り）} と t/T の関係を d をパラメーターとして図に示したものである。図中の矢印はブロック沈下時を示している。図中の直線は初期砂量を、 $V=0$ は堤上に砂が無いことを表している。 $d=0.15\text{mm}$ の場合（●印）は起波直後から汀線より上方の裏込め砂が吸い出されて基礎工より上方に堆積するため、 V が増加しているにもかかわらずブロックの沈下が生じている。 $d=0.43\text{mm}$ 場合（▲印）は裏込め工がほとんど吸い出されてからブロックの沈下が生じているため、被災後の V は変化していない。

4. あとがき

緩傾斜堤の裏込め工の吸い出しによる被災について粒径と被災パターンがある程度明らかになった。今後更に検討を続けて行く予定である。最後に、共同で実験を行った高橋和幸君に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 前野賀彦・山本方人・遠藤泰司：緩傾斜護岸裏込め砂の吸い出し機構、海岸工学論文集、第 37 巻、pp.499-503、1990.
- 2) 宇多高明・柳澤 修：緩傾斜堤の被災機構と安定化のための方策、海岸工学論文集、第 38 巻、pp.656-660、1991.
- 3) 高橋敏彦・沼田 淳・高橋庄史：高波襲来時の緩傾斜堤の被災に関する実験的研究、海岸工学論文集、第 43 巻、pp.841-845、1996.
- 4) 堀川清司・砂村継夫・鬼頭平三：波による海浜地形の一考察、第 20 回海岸工学講演会論文集、pp.357-363、1973.

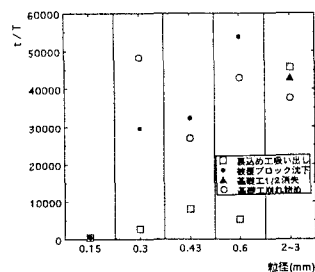


図-3 粒径別緩傾斜堤の被災

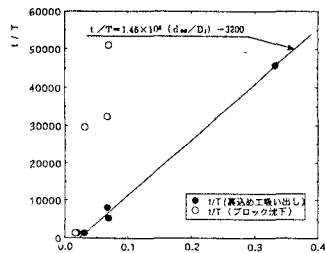


図-4 裏込め工の吸い出しとブロック沈下の関係

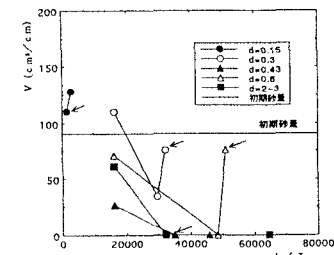


図-5 緩傾斜堤上の砂量の変化