海岸堤防前面の洗掘・吸い出しに関する実験的考察

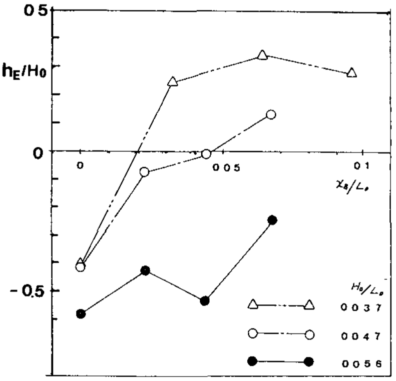
高知大学農学部　○玉井 佐一，上森 千秋

1. まえがき

海岸堤防前面の洗掘機構については，海浜および波特性等の複雑さから十分な結果はえられておらず，現状では堤防前面にブロック等を設置して洗掘の軽減をはかるなどの手段がとられている。しかし，このような工法は場合によっては却って洗掘を拡大させるという報告がなされており，抜本的な解決には至ってないといえよう。最近10年間における高知海岸の台風来襲による被災状況と災害原因についてみても[2)]被災個所は海岸侵食によって汀線が後退し，海浜幅が40m以下で前浜勾配が比較的急な地区である。そして，そのほとんどが堤防脚部の洗掘さらに中詰土砂の吸出しにより崩壊している。したがって，本研究では堤防前面の洗掘機構および堤防中詰砂の吸い出しによる破堤機構を実験によって検討するとともに，被災特性を明らかにし，ひいては堤防決壊防止対策について考究しようとするものである。

2. 実験設備および実験方法

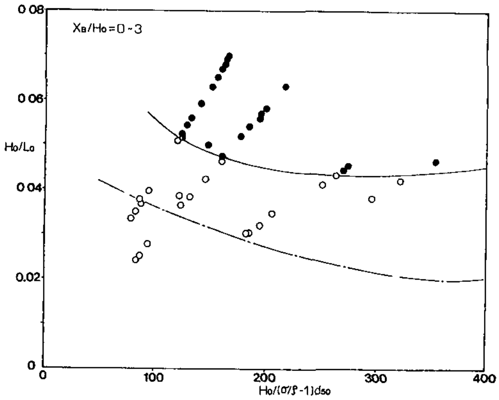
実験は長さ30m，幅70cm，深さ1.2mの二次元波浪水槽で行った。この水槽の一端に中央粒径$d_{50}=0.35$mmの自然砂によって勾配i。$=1/10$の砂浜を作成し，陸浜部に長さ70cm，幅20cm，高さ30cmの箱形の直立堤防模型を設置した。この堤防には海浜砂と同じ粒径の砂を堤脚から海より20cmの高さまで填充し中詰砂とした。堤防根入れ深さ$Z_B=3$cm，5cmおよび10cmとし，海浜幅$x_B=0$，5cm，10cmおよび15cmに変えて実験を行った。実験波は周期$T=1.0\sim1.8$sec，波高$H=5\sim23$cmで沖波波形勾配$H_0/L_0=0.024\sim0.070$とした。実験中の入射波の測定は容量式波高計を用いてオシログラフに記録し沖波波高に換算した。海浜地形の変化は砂面測定器を用いて測定した。



図－1

3. 実験結果とその考察

図－1は堤防脚部洗掘深h_Eと沖波波高H_0との比h_E/H_0を縦軸にとり，横軸に海浜幅x_Bと沖波波長L_0との比x_B/L_0をとってH_0/L_0別に示したものである。これによれば，海浜幅が小さい程洗掘深h_E/H_0は大きく，$x_B=0$で洗掘深が最も大きくなっていることがわかる。また，同じ海浜幅でもH_0/L_0が大きい程洗掘深が大きくなる傾向がある。このような堤脚部洗掘の発生限界について縦軸にH_0/L_0を，横軸に$H_0/(\sigma/\rho-1)d_{50}$をとって示したものが図－2である。$\rho$：水の密度，$\sigma$：砂質密度($\sigma=2.65$)である。図中●印は堤脚部の洗掘が生じ，○印は生じない場合である。この限界を図中の実線のように引くことができよう。なお，図中鎖線は岩垣・野田[3)]による侵食，堆積の発生限界である。なお，図－2の実験結果は$x_B/H_0=0\sim3$の範囲におけるものであり，さらに広範囲について検討を進める予定である。次に，縦軸に堤脚部の地形変化高または洗掘深h_E/H_0を，横軸には海浜変化後の砕波点までの平均海浜勾配iと$(H_0/L_0)^{1/2}$との比，すなわちIribarre数$I_{r0}=i/(H_0/L_0)^{1/2}$をとって示したものが図－3である。h_E/H_0とI_{r0}とは直線的な関係がみられ，h_E/H_0が負の値すなわち洗掘を生じるのは



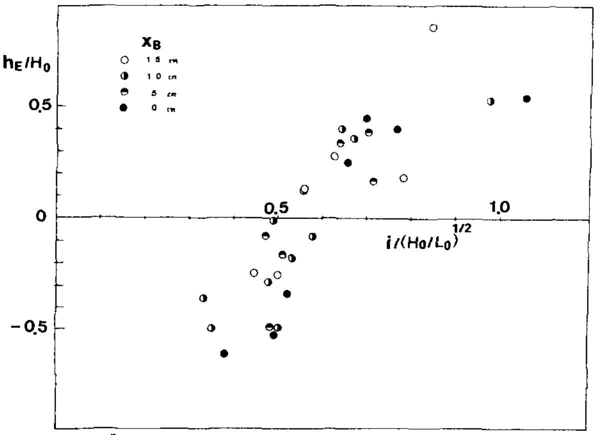
図－2

$i/(H_0/L_0)^{1/2}<0.5$ であることがわかる。また Iribarren数が小さくなると，洗掘深が大きくなり，$x_B/H_0=0$ で $h_E/H_0=-0.6$ である。

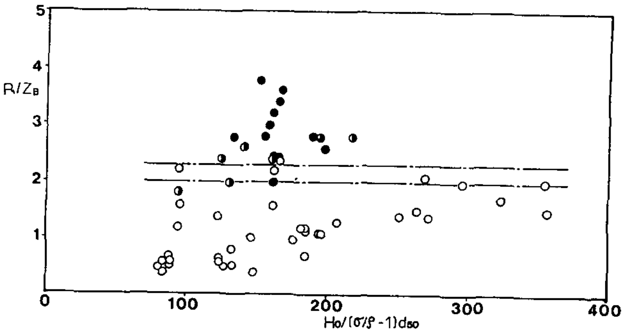
さて，堤脚部の洗掘が進行すると，基礎の根入れ深さが不十分な場合，基礎下端の隙間から中詰砂の吸い出しがはじまる。それとともに中詰土砂の沈下が生じるようになる。図－4は縦軸に堤壁面の波の遡上高 R と堤体根入れ深さ Z_B との比 R/Z_B をとり，横軸には $H_0/(\sigma/\rho-1)d_{50}$ をとって，中詰砂の沈下発生限界を示したものである。これによれば $R\geqq(2\sim2.3)Z_B$ となると，中詰砂の漏出によって沈下が発生するようになる。ただし，本実験では $Z_B=3\,cm\sim10\,cm$ における結果で $Z_B/H_0=0.1\sim3.3$，$x_B/H_0=0\sim3$ の範囲である。また，図にみられるように，$H_0/(\frac{\sigma}{\rho}-1)d_{50}>250$ の●印の実験値がなく，これについても検討の余地があろう。さて，実験において壁体 70cm×20cm×20cm の中詰砂の単位幅当りの漏出砂量 V と H_0L_0 との比を縦軸に，横軸に R/Z_B をとって示したものが図－5である。これによれば，中詰砂の漏出量 V/H_0L_0 と R/Z_B とはほぼ直線的な関係がみられ，堤体基礎根入れが浅い場合に漏出砂量は大きくなる。また V/H_0L_0 の最大値は約0.12であり，今後これについても検討を進める考えである。

4. あとがき

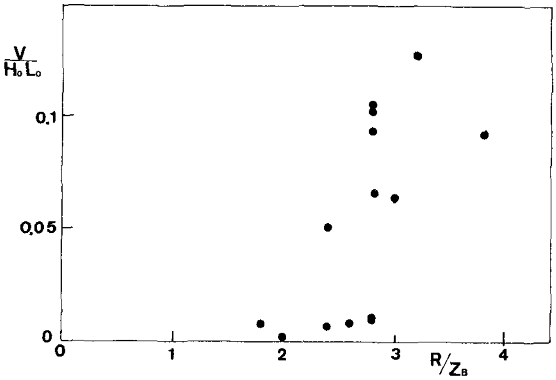
本実験における堤脚部洗掘の時間的変化では最大洗掘深に達する時間は滑床幅 $x_B=5\,cm$，$10\,cm$ で各々60sec，90secであるが，$x_B=0$ においては30secとなっている。また，いずれの場合も中詰砂の吸い出しが生じているが，これによる脚部の埋戻しは僅かである。また，堤脚部は本堤のみで矢板工等の基礎工は考慮していない。実験中は堤天端からの越波はない状態で行っている。今後は中詰砂の条件，堤体構造等を考慮しながら考察を進める考えである。なお，この研究は昭和58年度自然災害特研（代表 上森）の研究成果の一部である。



図－3



図－4



図－5

参考文献：1) 豊島修：海岸構造物と海岸災害，地形，第3巻，第2号，pp.127～134，1982． 2) 玉井佐一：海岸の諸災害，四国における水災害の予測とその防止軽減に関する研究，昭和57年度総研，自然災害特研 研究成果報告書（代表．徳大工 尾島勝）pp.51～84，1982． 3) 水理公式集，昭和46年版．