

透過性構造物の減勢機構に関する実験的研究(オ2報)

大阪工業大学 正員 久保 弘一

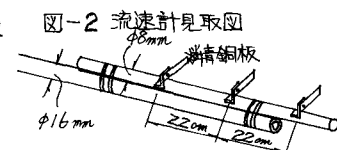
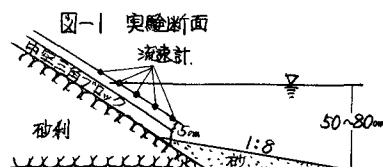
" " 井田 保夫

1. 緒言

海岸に構造物を設置すれば、その周辺で海底地形の変動を生ずることは当然で、ことにその構造物の前面には局所洗掘を生ずる場合が多く、これが構造物自身の沈下、崩壊に直ちにつながって行く。捨石堤、混成堤マウンドのような透過性構造物においてもこの傾向は顕著で、法先の洗掘されている例が非常に多い。また最近非常に多く用いられる消波構造についても、その消波、越波防止機能については非常に高く評価されながらも、基部の洗掘防止対策については苦慮している。我々も「透過性構造物の減勢機構に関する研究」の一環として、透過性構造物前面の洗掘機構を明らかにするため実験的研究を行い、若干の成果を得ているが、今回は捨石堤で種々の水深、波浪条件について、洗掘現象の時間的変せん、相対水深と最大洗掘深および、その位置との関係、法面を消波層で被覆することによる洗掘形態の変移、また洗掘現象が主として引き波によって生ずることに着目して、法面上の流速と洗掘形態との関係について究明した。

2. 実験設備および方法

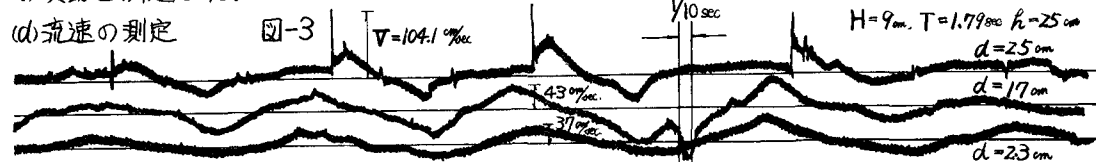
(a) 模型 1.2^m×1.2^m×34^mの2次元波浪水槽の一端に図-1に示すように1:8の海底勾配を平均粒径0.6^{mm}の砂で形造り、その上に1:1.5の一樣勾配のマウンド模型を設置した。マウンドは粒径10~40^{mm}の砂利で築造した捨石堤模型と法面上を消波ブロック(中空三角、750g)で被覆したものとの二種類とした。なお、捨石堤の場合には法面の崩壊を防ぐため、10^{mm}目の金網で被覆した。



(b) 波浪および水深 実験に用いた波浪および水深の条件は表-1の通りである。洗掘現象は堤脚水深 h_0 あるいはこれに関係する量($\%H$, $\%L$ 等)によって支配されることが特に大きいから、水深は出来るだけ広範囲にわたることが望ましい。この観点から h_0 および全水深 h_0 は表に示す7種類に変化した。なお、波の周期は一定とした。

表-1 実験の条件	
全水深(cm) h_0	50, 55, 60, 65, 70, 75, 80
堤脚水深(cm) h	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40
周期(sec) T	1.79
波高(cm) H	9, 13, 18
波長(cm) L	369 ~ 419
波形勾配 H/L	0.021 ~ 0.049
相対水深 h/L	0.024 ~ 0.108

(c) 海底変形 海底変形の測定は初期に大きく変形するケースが多いこと、約60分程度で平衡状態に達することなどを考慮して作用時間 $t=5, 15, 30, 45, 60, 75$ 分について海底地形の変動を測定した。



法面上の流速は面上約5cmの位置に図-2に示すような燐青銅板を用いた流速計を設置して測定し、寄せ波、引き波時の流速変化をオシロプロマイド紙上に記録した。その一例を示すと図-3の通りである。

3. 実験結果と考察

洗掘形態の時間的变化を明らかにするため、横軸に波の作用時間 t/T と周期 T との比、 t/T を、縦軸に最大洗掘深 Δh と堤脚水深 h との比、 $\Delta h/h$ をとって洗掘実験の結果を整理した。その一例を示すと図-4の通りで($H=9$ cm)、条件の如何にかかわらず、 $t/T=1500\sim 2000$ になるとほぼ平衡状態に達する。

図-4の結果から、捨石堤について明らかに指摘できることは、

- (1) 相対洗掘深 $\Delta h/h$ は水深の増加とともに減少の傾向が認められるが特に $h=25$ cm ($h/H=2.8$) と境として急激に減少する。他の資料によると $H=13$ cm では $h=30$ cm ($h/H=2.3$)、 $H=18$ cm では $h=35$ cm ($h/H=2.0$) 位を境として同様な変化が見られる。
- (2) 水深が小なる場合には短時間で最大洗掘深が出現し、以後洗掘は進行しない。($H=9$ cm の場合には $h=20$ cm、 $H=13, 18$ cm の場合には $h=15$ cm)
- (3) 水深が大なる場合には、波による洗掘作用が永年に及ばないため、洗掘深も非常に小さく、かつ時間的にもほとんど進行しない。
- (4) この中間の水深の場合には最大洗掘深は時間と共に進行し、平衡状態に達するのに長時間を要する。

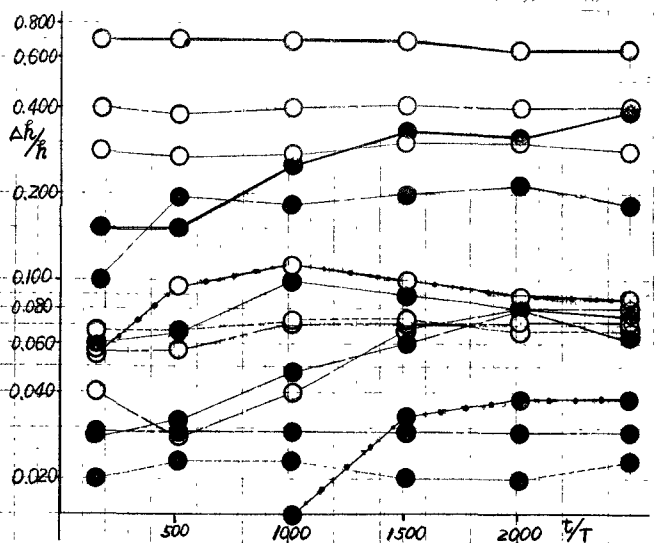
次に消波層が洗掘に及ぼす効果について検討してみると、

- (1) 最大洗掘深は全般的に小さくなる。しかし波高が大き ($H=18$ cm)、水深小なる場合には効果はほとんどない。
- (2) 捨石の場合に比べて 最大洗掘量を現出する時間がかかなり遅れる。
- (3) 水深大なる場合には、洗掘量はほとんど変化しない。(ただし、いづれも僅少である。)

など、強い流れが堤脚に及ばない水深の大なる場合を除いて、消波層がかかなり洗掘防止に役立っていることが明らかである。これは、引き波時の強い流れが大なる空隙群を有する消波層に分散されるためであることは明らかで、後述の流速分布の結果からも認められる。

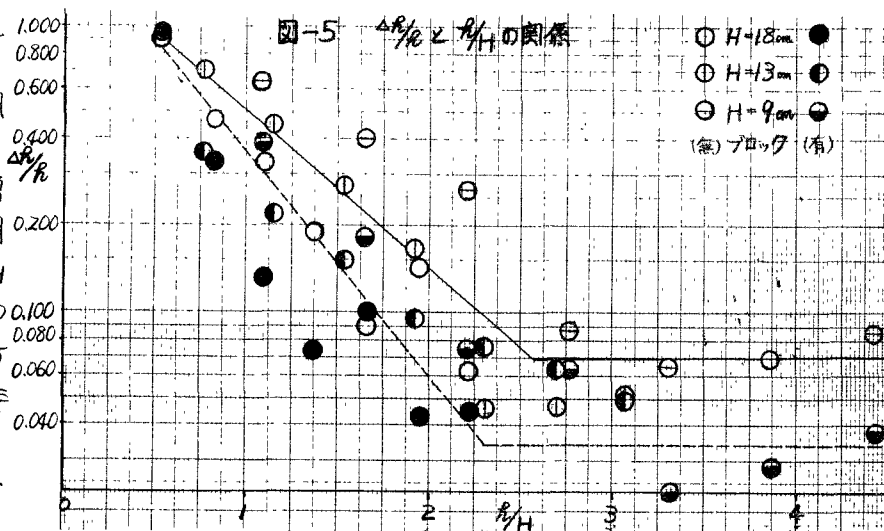
捨石堤前面の洗掘のところでも述べたように、洗掘深は H と h の関係に支配されることが大きいので、いま図-4等から、75分後 ($t/T=2500$) の $\Delta h/h$ を取出し、これと h/H の関係

図-4 $\Delta h/h$ と t/T の関係



をプロットして見ると図-5のようになる。図から明らかのように、

(1) $\Delta r/r$ は r/H の増大に伴って、単調に減少するが、 r/H がある値、すなわち、2.5前後に達すると、洗掘率は非常に小さくなり、かつ、 $\Delta r/r \div$ 一定となる。



- (2) 同一の r/H でも H の小なる方が $\Delta r/r$ が大きくなる傾向がみられ、 r/H の H でなく、 r の絶対値にも支配される。
- (3) 消波層を設置することによって、 $\Delta r/r$ をかなり小さくし得る範囲が存在する。($r/H = 1.0 \sim 2.0$)。ただし、 $r/H < 1.0$ および $r/H > 2.5$ の範囲では、消波工による洗掘量の減少は期待できない。

以上のような洗掘形態を法面上の流速分布から検討してみよう。流速分布は図-3にも一例を示したように、表面付近では碎波の波圧型に近い分布が見られ、底に向かって流れて丸味を帯びてくる。測定結果から各ケースについて、 α/L と V/C の関係に整理した。(ただし、 α は堤脚から流速測定点までの垂直距離、 V は各測定点の最大流速、 C は波速とする。) 一例を示すと、図-6の通りである。図および同種の資料から明らかな傾向を抽出すると、

- (1) 寄せ波、引き波とも堤脚水深 r または、 r/H の減少に伴って、各水深における最大流速は増加する。
- (2) 最大流速点は寄せ波時には水面付近、引き波の時はそれより、10~15cm下の点に現われる。
- (3) 捨石の場合には一般に寄せ波と引き波の流速に大きな差が見られる。これは寄せ波に比べて引き波の方が捨石層を通過する水量が多いからである。
- (4) ブロックを設置すると、被覆層中を流過する水量はかなり多くなり(流速の減少)、かつ、寄せ波の場合には、 $r = 25, 35 \text{ cm}$ で最大流速は著しく減少するが、 $r = 15 \text{ cm}$ の浅い堤脚水深では、あまり減勢効果は見られない。一方、引き波の場合には、水面、堤脚付近ではあまり減少していないが、その中間ではかなり減勢の効果が見られる。
- (5) ブロックを設置した場合、堤脚水深を変化させても全般的な流速分布の相異は見られないが、ただ堤脚部においては $r = 25 \text{ cm}$ に比べて、 $r = 15 \text{ cm}$ の方がほぼ、2倍の流速を示している。この結果は、洗掘の実験結果における「堤脚水深が小さくなると、消波層は洗掘の減少に役立たない」という結果と一致している。

次に最大洗掘位置について検討した、大体の傾向を述べると、結果は次の通りである。

(1) 捨石の場合には、最大洗掘位置はほぼ堤脚部に生じ、多少水深を変化しても沖へ移動しない。

(2) $h/H = 1.0 \sim 2.5$ の範囲では、消波層を設置すれば、最大洗掘位置はかなり沖へ($\gamma/L = 0.1 \sim 0.2$)移動するが、これ以外の範囲では捨石の場合と変らない。

4. あとがき

以上で透過性構造物前面の洗掘機構および消波工が洗掘現象に及ぼす影響について、洗掘深およびその進行状態、流速分布等から、一応の傾向を見ることが出来たが、この実験で比較的広範囲に変えた条件は、水深のみで、波の特性との関係等については未だあまり検討を試みていないので、前述の結果から充分な結論を見出すことは出来ない。これらの点については、今後、検討を進めて行きたい。

図-6 法面上の流速分布

