

洗掘促進工周辺の海浜断面形状の時間変化

大阪大学工学部 正会員 榎木 亨

大阪大学工学部 正会員 出口一郎

大阪大学工学部 正会員 小野正順

1. まえがき

近年、生活污水や工場排水、海岸付近の工事や埋立からの汚泥などによって水質・底質が汚染された砂浜や干潟に関して、昔の生産性の高い生態系の豊かな海岸に改良するため、各地の海岸で底質改善がなされている。底質改善工法には、盛砂、作れい工、耕うんなどがあるが、このような工法では効果が持続せず、数年で再び腐泥に覆われてしまう。従って本研究では、底に堆積する腐泥の除去を目的とした洗掘促進工法について検討を行った。洗掘促進工法は、腐泥で覆われた海浜や干潟に構造物（格子フェンス）を設置することにより、周辺で局所洗掘を発生させミオ筋を形成させると同時に、その下流側には腐泥が除去された底質砂による堆砂領域を形成させる底質改善工法の1つである。洗掘促進工は格子フェンスと支持杭の複合構造物であり本研究では、このような洗掘促進工によって生じる洗掘・堆砂形状の時間変化について実験的に検討を行った。

2. 実験の概要

実験は、長さ6.5m、幅0.6m、高さ0.45mの2次元開水路を用いた。底には、中央粒径 d_{50} が0.012cm（沈降速度 $W_s = 1.16\text{cm/s}$ ）の豊浦標準砂を15cm程度敷き均している。実験縮尺は1/10であり、格子フェンスは高さ $h_f = 5.7\text{cm}$ で、直径1.2mmの鋼棒により空隙率51%で格子に組まれている。格

図-1 格子フェンス設置状況

子フェンスは、直径 $D = 1\text{cm}$ の鋼棒の杭により6.6cm間隔で支持されている。設置する際に格子フェンス下端と底とのクリアランス c は、0.0, 0.8, 1.6cmの3種類について検討し、水深 h は21cmと一定とした。往復流は潮流を想定し、1時間毎に流向を変化させて作用させた。作用させた流速は、断面平均流速が22, 33, 43cm/sの3種類（対応する摩擦速度 u^* は1.84, 2.67及び3.40cm/s、シールズ数 $S = u^{*2} / (1.56 * g * d_{50})$ は0.18, 0.39及び0.63）である。 $S = 0.18, 0.39$ の場合砂遣は発生せず、0.63の場合は発生するが形状は明確ではない。いずれの場合も浮遊砂が発生し $S = 0.39, 0.63$ で浮遊漂砂が卓越する。地形の時間変化の測定は、水槽の側方からVTRにより観測した。格子フェンスの設置状況及び洗掘・堆砂形状の形状パラメータを図-1に示す。

3. 洗掘促進工周辺の堆砂・洗掘特性

3.1 堆砂・洗掘形状の時間変化: 図-2

は、 $c/h_f = 0, 0.14, 0.28$ で設置された格子フェンスに各流速の順流の流れを作用させた場合に生じるフェンス下側（杭と杭との間）の最大洗掘深の時間変化を示す。最大洗掘深（洗掘促進工周辺地形）の時間変化は、格子フェンスと底とのクリアランス

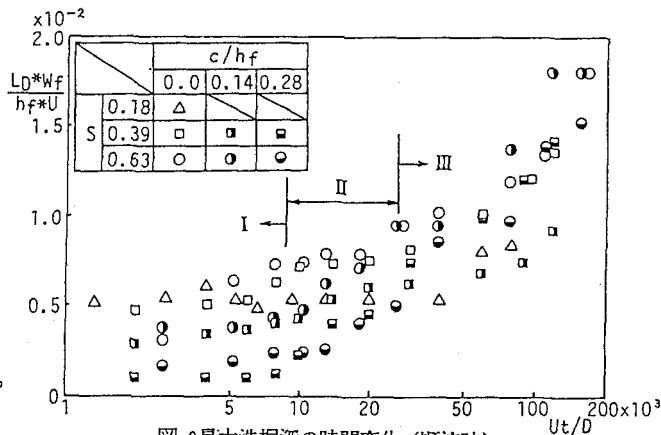


図-2 最大洗掘深の時間変化（順流時）

Toru SAWARAGI, Ichiro DEGUCHI, Masanobu ONO

が無い場合、一般的に3種類の変形パターンを経て定常（平衡）断面形状に至る。図中に示す Ut/D で $0 \sim 9 \times 10^3$ の範囲のⅠの領域では、格子フィス下部周囲の乱れによる洗掘と支持杭周りの局所洗掘により洗掘促進工の下側全域で洗掘が発達する。 $9 \times 10^3 \sim 24 \times 10^3$ のⅡの領域では、格子フィス下側の洗掘より支持杭周りの洗掘が卓越し3次元的な洗掘形状となる。従って図-2に示される様に格子フィス下側の最大洗掘深は時間的にあまり発達しない。従来の杭周りの局所洗掘に関する研究より、定常洗掘は Ut/D が $10^4 \sim 10^5$ 程度で達することが知られている。 24×10^3 以降のⅢの領域では支持杭の局所洗掘はほぼ定常となり、格子フィスの縮流効果による洗掘が卓越し、隣合う支持杭の局所洗掘がつながり2次元的な洗掘形状が形成され定常（平衡）断面形状に至る。各流速の違いによる洗掘形状の時間変化に着目すると $S=0.39, 0.63$ の場合は、ほぼ上述した時間経過をたどるが、 $S=0.18$ の場合にはⅢの領域であまり洗掘孔が発達していないことがわかる。これは、支持杭周りの局所洗掘が卓越した状態で定常状態に達するためで、定常状態の洗掘形状は3次元的となる。図-3はこのような3次元的な洗掘形状が顕著に現れる $c/h_f=0.14, S=0.18$ の場合の $Ut/D=79.2 \times 10^3$ 時の格子フィス下側と支持杭を横切る断面地形の比較を示す。図より支持杭周りの洗掘に比較して格子フィス下側の洗掘が極端に小さく、3次元的な洗掘形状が生じていることがわかる。また、格子フィス下部部と底とのクリティカルがある場合、クリティカルが無い場合と比較するとⅠの時間領域が非常に短く、ⅡあるいはⅢの時間領域に移移する時間も早くなることがわかる。

3.2断面地形の相似性:次に各時間における洗掘・堆砂形状を予測するため各時間の断面形状について自己相似性を検討した。図-4は $c/h_f=0, S=0.39$ の場合の各時間の断面形状についてそれぞれの時間の最大洗掘深で無次元化し、比較したものである。(a)図は順流の場合を(b)図は逆流の場合を各々示している。順流・逆流共に洗掘孔についてはほぼ相似形を示すが、堆砂形状、特に堆砂高さに差異を生じることがわかる。この理由として、順流の場合は、上述したようにⅡの時間領域で最大洗掘深の時間変化が小さくなるが、堆砂高さは時間と共に大きくなるためである。また、逆流の場合は順流で生じた堆積形状がほとんど変化しないのに対し、最大洗掘深は時間と共に若干大きくなるためである。しかしながら、洗掘孔斜面の傾斜角についてはほぼ時間的に等しいので、堆砂高さについて時間変化が予測できれば断面形状が時間的に予測できると考えられる。

3.3定常状態の最大洗掘深:定常状態の断面地形を予測するために必要となる定常状態での最大洗掘深については、講演時に詳述する。

4. あとがき

以上の考察より、洗掘促進工による洗掘・堆砂形状の時間変化は、初期において支持杭周りの局所洗掘が卓越し3次元的な洗掘・堆砂形状が生じ、後に各支持杭周りの洗掘孔がつながって格子フィスによる2次元的な洗掘・堆砂形状を生じる。そして、それらの断面形状はほぼ相似形を保って変形していることがわかった。

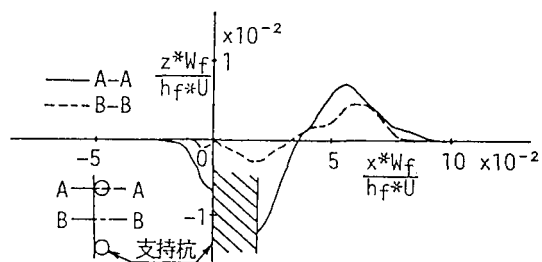


図-3 3次元的な堆砂・洗掘形状の一例($S=0.18, c/h_f=0.14$)
 $Ut/D=79.2 \times 10^3$

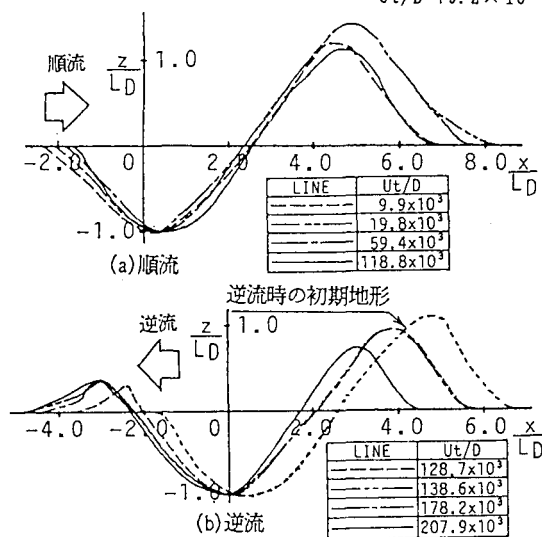


図-4 断面形状の時間的相似性($S=0.39, c/h_f=0.0$)