

II-71 水中放流による放水口前面の洗掘について

東北電力機電力技術研究所 正会員○佐々木 明
 〃 土木部土木建設課 瀧沢 靖彦
 電力中央研究所我孫子研究所 清水 隆夫

1. はじめに

発電所の温排水が高速で水中放流される際に、放水口前面の地盤が微細な砂から構成されている場合には、海底面が局所的に洗掘されて、構造物などが影響を受ける可能性がある。この場合に、洗掘される海底面の深さや洗掘される範囲などをあらかじめ予測することは、構造物の安定を評価したり、防護対策を考えるうえで重要である。しかしながら、温排水の移流拡散過程と海底底面の局所洗掘が進む過程は、相互に作用し合う複雑な現象であることから、水理実験による定性的な評価や経験に基づく評価が一般的であった。今回、この現象を予測するため開発中の数値解析手法の適用性を検討するため実施した水理実験についてその概要を報告するものである。

2. 実験装置と実験条件

実験対象としてA火力発電所放水口の水中放流による海底面の局所洗掘現象を2次元噴流による砂面変化を調べることにした。実験装置は、実験水路（長さ32.5m×幅0.7m×深さ1.0m）とポンプを備えた配管系より構成され、配管系から供給された水は、実験水路上流端部に流入し、放水口ノズル内の整流板などを通過した後、水路全幅にわたる矩形形状の放水口から実験水路内に噴出する。図1に示すように放水口前面から下流1340mmまでは砂上にコンクリートブロックが設置されており、この区間では局所洗掘は生じない。この区間より下流では砂が平滑に敷かれており、流れによる海底面の変形が生じ得るものとなっている。この砂面は下流方向に約1.4mの長さを有しており、これより下流の領域では、上流から輸送された砂を蓄積させるための十分な空間が備えられている。実験に用いた砂は、A地点の現地砂であり、平均粒径0.2mm、密度2.65の特性を有するほぼ一様粒径の砂である。

実験における水理条件は、フルードの相似則を用いて定めている。表1に実験と水理における諸量の対応関係を示す。なお、本実験では、A地点の現地砂を用いているため、砂の移動に関しては、実現象と水理実験の間での相似則は成り立たない。

3. 計測方法

表1に示した水理条件に従う実験において、実験開始後所定の経過時刻に、砂面の形状の計測、流速および浮游砂濃度の計測を行った。計測項目とその計測時刻を表2に示す。

砂面形状の計測は、砂面測定器を実験水路上の台車に取り付け、これを流下方向に移動させながら水路幅中央の砂面の高さを測定した。

流速計測は、プロペラ流速計4本を水路幅方向に5cm間隔に並べて台車に取り付け、図2に示すようなA～F断面に移動させながら、水路幅中央近傍の流速を高さを変えて計測した。A～Cについては実験開始6時間後のみ計測した。また、断面D、EおよびFはそれぞれ最大洗掘深さが生じる断面、仮想洗掘線が基準線を最初に横切る断面と仮想堆積線の頂部が生じる断面である。

浮游砂濃度計測は、採水管を流水中に入れ、ヘッド差（15cm）を付けることによって生じるサイホン状の流れを利用して採水した。採取した水中の浮游砂重量は、沝過して測定した。

表1 実現象と水理実験における諸量の対応関係

	実現象	水理実験
縮尺率	1	1/30
放水口形状	φ2.67m (3条)	幅655mm×高さ90mm (スリット形状)
放流水流速	5m/s	0.9m/s
水深	9m	0.3m

4. 実験結果

砂面の変化に関して次のような状況が観察された。

- (1) 砂は掃流移動と浮游移動という2種類の移動形態を取ることが観察された。
- (2) 図3のA領域(洗掘穴)は時間経過とともに最大洗掘深さおよび位置が下流に移動した。また、洗掘穴上流側斜面は、ほぼ水中安息角(30°)であるが、下流側傾斜面は、それよりもゆるやかな勾配であった。
- (3) B領域では、不規則な砂堆が形成された。この砂堆は、上流側傾斜面勾配がゆるやかで下流側傾斜が水中安息角に近い縦断形状を有する傾向がある。砂堆の形成位置や時刻は不規則で、実験による再現性もないようにみられた。
- (4) 放水口から噴流する流れの上下には循環渦の形成が見られた。

以上より、放水口から噴出した流れは、底面側へ向かって進みブロックの敷かれた底面(固定床面)に沿う壁面噴流状の流れとなり、ある程度鉛直方向に拡散した後に下流側の砂面へ進んでいることが明らかになった。このことは、「水叩き下流部の洗掘」にみられる現象と類似しており、発表当日は、本実験から得られた数値と水叩き下流部の洗掘に関する研究から得られている知見について検討した結果を報告する予定である。なお、この検討結果に基づき、洗掘対策工法などについて現在研究中である。

5. あとがき

現在、電力中央研究所において、温排水の水中放流による局所洗掘現象を精度良く予測する数値解析手法を開発しており、本実験結果をとの比較からその適用性が検討されているので、その手法等については電力中央研究所より別途発表される予定である。なお、本実験を行うにあたり、指導御助言をいただきました電力中央技術研究所水理部構造水理研究室、FBR部熱流動研究室の方々に謝意を表します。

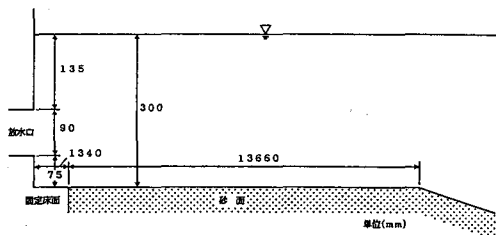


図1 実験水路上流の鉛直断面形状

表2 計測項目と計測時刻

計測時刻	砂面形状の計測	流速計測	浮游砂濃度の計測
0分後	○	—	—
20 "	○	—	—
40 "	○	—	—
1時間後	○	○	—
1.5 "	○	—	—
2 "	○	○	—
3 "	○	—	—
4 "	○	○	○
6 "	○	○	—
8 "	○	○	—
12 "	○	—	—
16 "	○	○	—
24 "	○	—	—
32 "	○	○	○
48 "	○	—	—
64 "	○	○	○

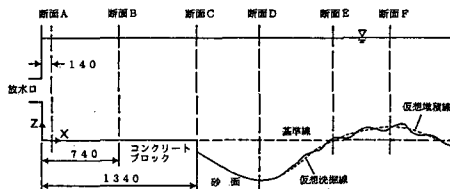


図2 流速計測を行った断面

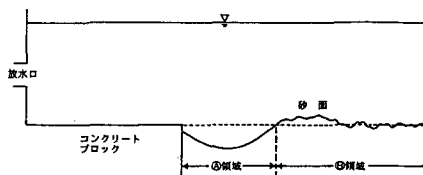


図3 砂面形状