

II-150

案内板付高落差立坑の水理実験

東京大学大学院 学生員 永井 秀樹
 東京大学工学部 正員 Tu Haizhou
 東京大学工学部 正員 玉井 信行

1. はじめに

近年都市部では地下空間の高度利用化に伴って、新しく地下構造物を設置する際に、既存の地下構造物より深く埋設することが必要とされ、下水本管の新設にあたっては、かなり大深度となる可能性が指摘されている。〔1〕また都市開発に伴う浸水域の減少により、いわゆる都市型水害が頻発しており、東京都では地下を利用した地下河川を中心とした治水対策を進めている。そのため現在、高落差立坑の必要性が浮上し、地下構造物の損傷、騒音、振動を考慮した高落差立坑の設計が急務となっている。案内板付高落差立坑とは、導水管の中に螺旋状の羽根を入れ、内部の水を回転させながら下に落とす立坑である。（図-1（a））アイオワ大学〔2〕により研究が進められていたが、まだ設計指針の作成には至っていない。本論文は、東京都三河島下水処理場における案内板付高落差立坑の模型を用いて、基本的な水理実験を行い、流れの挙動の観察と、空気連行量の測定と考察を行った。

2. 実験方法

案内板付高落差立坑（内径0.3m、長さ2.5m）は上部に3回転、下部に6回転の螺旋状の羽根を有しており、上部羽根の間隔（ピッチ）は0.18m、下部羽根は0.14mに固定している。（図-1（b））測定項目は、流量（7.6～30.4（ℓ/s））、各部マノメーターの値、上部・下部羽根の水深、空気量である。水深は立坑の壁面から水平方向に自由水面まで測った距離であり、空気量は立坑上部の空気芯からの排気量、本管への空気連行量の2箇所を測定した。又、立坑と本管の連結においては直接・側方連結の2種類（図-1（c））で行った。

3. 流れの挙動

図-2は直接連結における流入管のf, s, t地点（図-1（a））でのマノメーターの値を示している。25.8（ℓ/s）以上において流入管水位より立坑流入部水位が高くなり、渦流は縮小し、流入部では空気連行は少なくなっていると考えられる。又、図-3は上部・下部羽根の平均水深を示している。平均水深とは羽根の自由水面までの距離の最大値、最小値の平均を取ったものである。これより流水断面積は（下部羽根水深）×0.14mと（上部羽根水深）×0.18mで求め、下部羽根の方が大きいことがわかる。

4. 空気連行量

立坑上部の空気芯からの排気量と本管への空気連行量の測定結果は図-4（a, b）、図-5（a, b）に示される。図-4（a）においては、本管水位が80%以上、流量が15.2（ℓ/s）以上になると多量の空気連行が生じ、満管時に最大となっている。図-5（a）においては、本管水位が50%以上、流量が15.2（ℓ/s）以上になると多量の空気連行が生じ、本管水位が60～70%時に最大となっている。つまり側方連結では流出管の内径0.3mを使っていることから、連結の如何に関わらず、流出管の満管時に空気連行量が最大となっている。また図-4（b）、

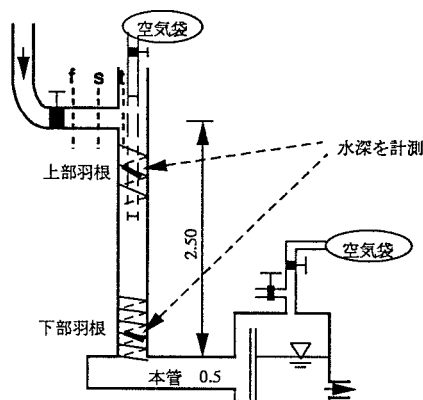


図-1(a) 実験装置 単位(m)

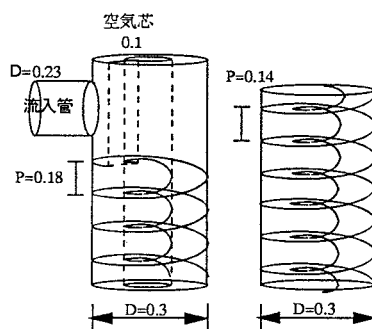


図-1(b) 上部・下部案内路 単位(m)

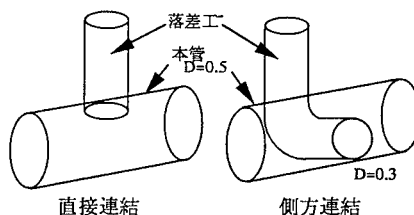


図-1(c) 連結方法 単位(m)

図-5(b)では流量が23.5 (ℓ/s) 以上で多量の排気・吸気を生じ、同時に本管への空気連行が激しいほど、立坑上部の空気芯からの排気量も多量になることが理解できる。

5. 今後の課題

今回の水理実験において案内板付高落差立坑の基本的な水理特性については、十分な結果が得られたと考えられる。今後、上部・下部羽根の間隔（ピッチ）、上部羽根の位置を変化させた多種のケースの実験を進め、設計指針の作成にあたりと共に、流れ・空気連行量のモデル化、最適な上部・下部羽根の間隔（ピッチ）の算出を目標としている。また騒音、振動、施工性なども考慮していきたいと考えている。

最後に、本実験の実施において御協力頂いた河原能久助教授および東京都下水道局三河島下水処理場、（株）日本水工設計、（財）下水道新技術推進機構、河野製作所の関係各位に、ここに記して謝意を表します。

参考文献

- [1] Kenedy, J. F., Jain, S. C., and Quinnoney, R (1988) "The helico-oided-ramp dropshaft", J. Hydr. Eng., ACCE, Vol. 114, No. 3
- [2] S. C. Jain, W. S. Hayden and A. M. Ali (1993) "Novel Truncated-ramp dropstructures", IIHR Limited Distribution Report No. 206

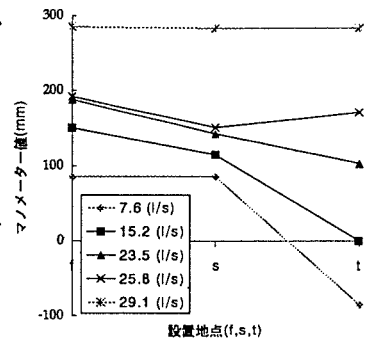


図-2 流入部水位（マンメーター値）－流量

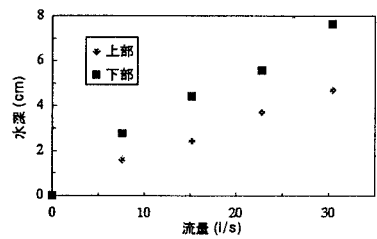


図-3 上部羽根と下部羽根での水深－流量

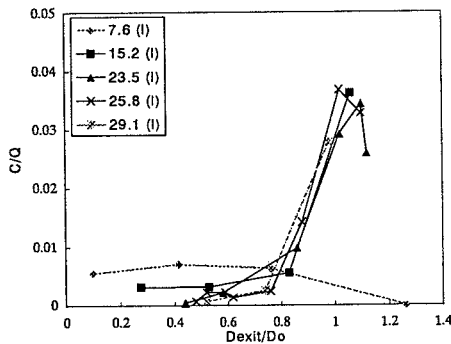


図-4(a) 本管への連行空気量と流量の比（直接連結）

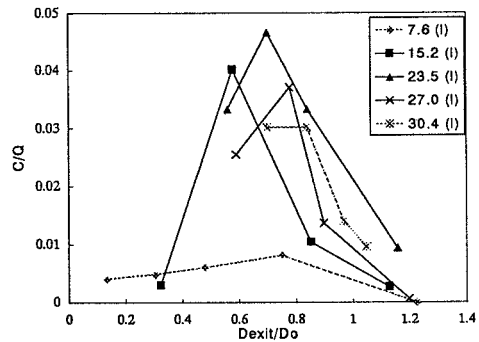


図-5(a) 本管への連行空気量と流量の比（側方連結）

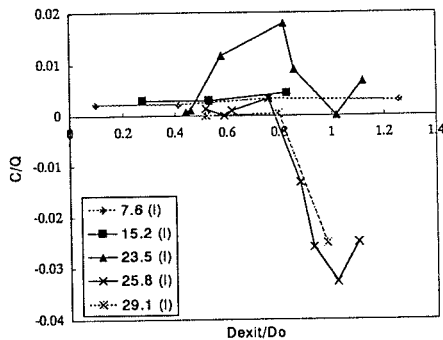


図-4(b) 立坑上部からの排気量と流量の比（直接連結）

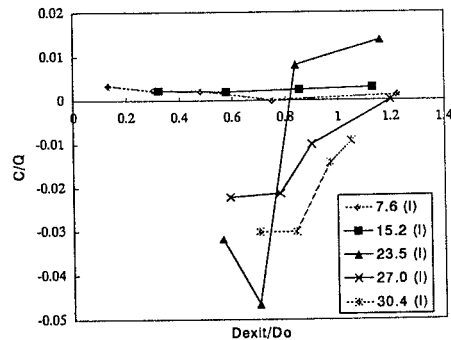


図-5(b) 立坑上部からの排気量と流量の比（側方連結）