

らせん案内路式ドロップシャフトに関する研究

研究第二部 総括主任研究員
西村 寛信

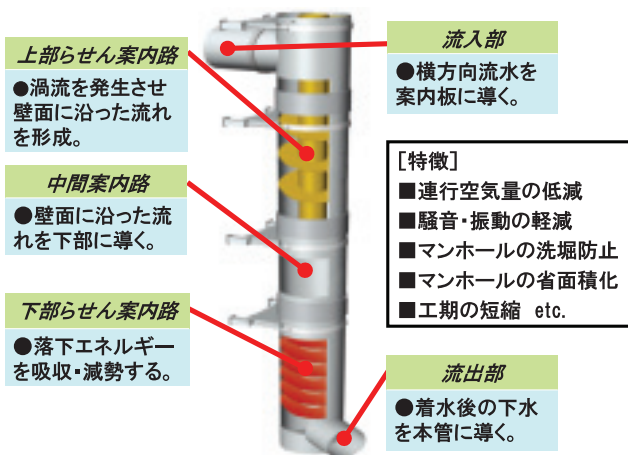


1 研究目的

近年、下水管の高落差接合のマンホールに設置するらせん案内路式ドロップシャフト（以下、DRSという。）の導入実績が増えており、当機構では2002年に「らせん案内路式ドロップシャフトに関する設計資料（案）改訂版」（以下、設計資料（案）という。）を発売した。しかし、その後、さらなる大深度・大流量化、DRSへの流入方式の多様化、施工や維持管理上の課題、連行空気対策の必要性、歩掛り資料充実への要望等、新たな課題が発生している。

本研究では、これらの課題に対する検討、水理模型実験による検証を行い、その成果を反映させる形で、技術マニュアルを作成した。

なお、本研究は、積水化学工業（株）、日本工営（株）、（株）建設技術研究所、（財）下水道新技術推進機構の4者で行った。



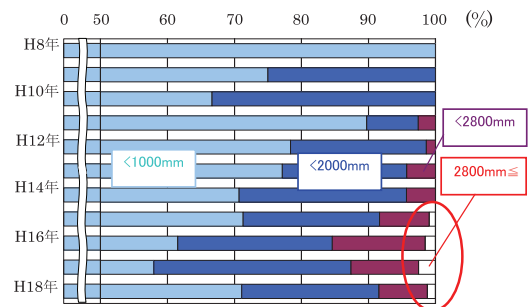
図－1 DRSの基本構造と特徴

2 研究内容

（1）流量に対する対応

実績のDRS口径に関し、全国の自治体に対し、本研究で実施したアンケート結果を図－2に示す。平成15年以降、2800mmを超える実績が見られる。

設計資料（案）の適用範囲は、口径2800mm（設計流量10m³/s程度）までであったが、その後の大口径施工実績の蓄積や、材料として3000mmのFRPM管が製造可能となったこと等から、今回、3000mm（設計流量13m³/s程度）まで拡大した。



図－2 実績DRS口径

（2）落差に対する対応

落差に関しては、今回、将来的な大深度化を見越して開発した「中部らせん案内路式ドロップシャフト」を新たに掲載した。この方式は図－3に示すように、中間案内路の部分に中部らせん案内路を設置することにより、らせん流の再現を図るものである。

落差に関する従来の適用範囲は、DRS径の16.5倍（口径2800mmでは45m程度まで）である。中部らせ

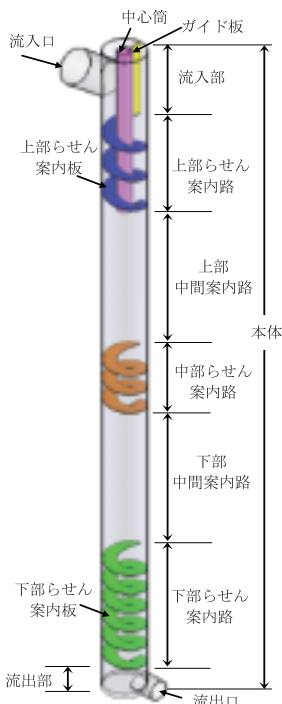


図-3 中部らせん案内路式DRS

ん案内路式では、DRS径の28倍、すなわち口径3000mmでは84mまで物理的に対応可能となった。しかし、図-4のアンケート結果にも示すように、45mを越える実績が現時点ではないこと、また、部材の強度や連行空気量の検証等が不十分なことから、今回のマニュアルでは、適用範囲としては従来の45mのままとした。

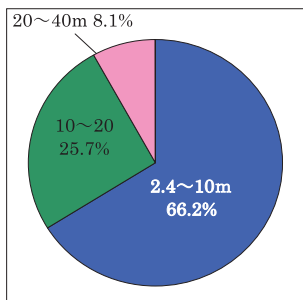


図-4 実績落差

(3) 流入方式の多様化への対応（水槽連結方式に関する水理模型実験）

1) 実験目的

DRSの上部流入方式は円形管接続が基本となっている。また、既往の水理実験も全て円形管接続方式に行っている。近年、人孔径の制約や接続における施工性の面から、管接続を行わず、水槽状の制水壁を設け、任意の方向より流入する水槽連結方式（図-5）が増加傾向にある。しかし、この方式に対しては設計の仕様がないため、形状が不統一で施工されている状況にある。このため、今回この水槽連結方式を実験で検証し、最適形状の提案を行う。

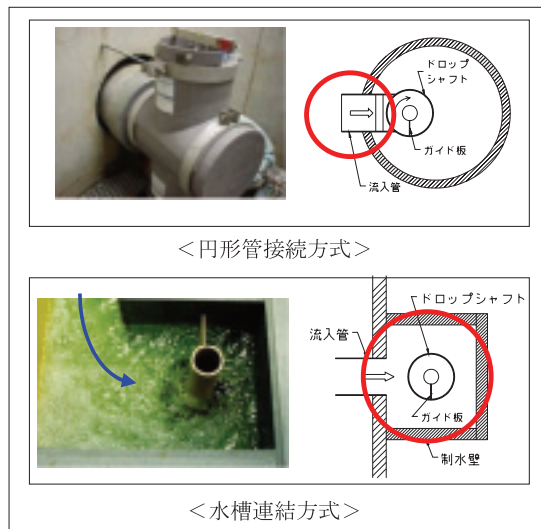


図-5 DRS上部連結方法

2) 実験による水槽連結方式の検証

円形管接続方式では、図-6に示すとおり1.0Qd~1.2Qdを超える広い範囲にわたり、安定した流況が確保できている。一方、水槽連結方式では、図-7のとおり、1.0Qdを超えると水槽内に長周期の水面変動が生じる結果となった（圧力変動による上流管への背水影響、施設損傷、振動、騒音の発生）。

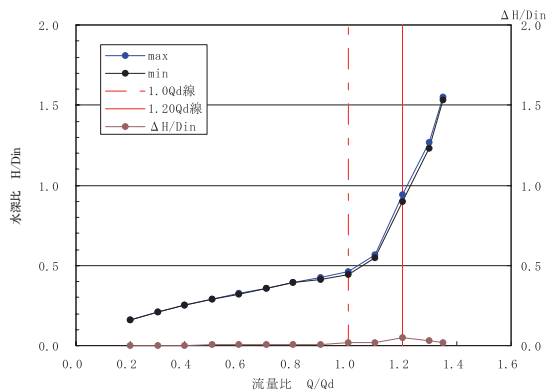


図-6 DRS内の水位流量特性（円形管接続）

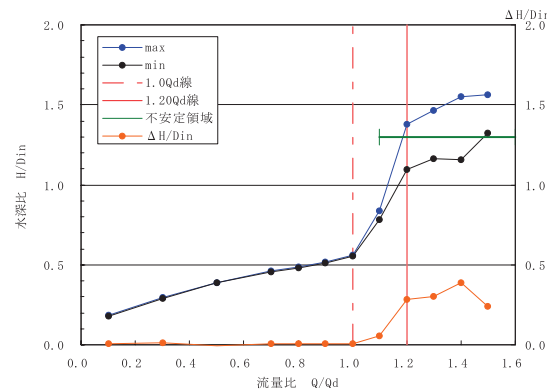


図-7 DRS内の水位流量特性（水槽連結）

3) 対応案の検討

水槽連結方式では、図-8のように全周方向流入となるため、一方向流入である円形管接続方式とは異なる流況となる。このため、流入部の流れを一方向とし、円形管接続方式と同じ水位と流量特性を得るように、図-9に示すような導流壁の設置を考案し、実験によりその最適形状を検討した。その結果、導水壁を設置することで、図-10のとおり、 $1.2Q_d$ まで安定した流況を確保できる結果を得た。

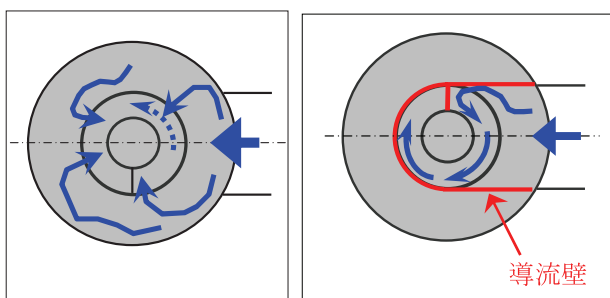


図-8 全周方向流入 図-9 導流壁設置イメージ

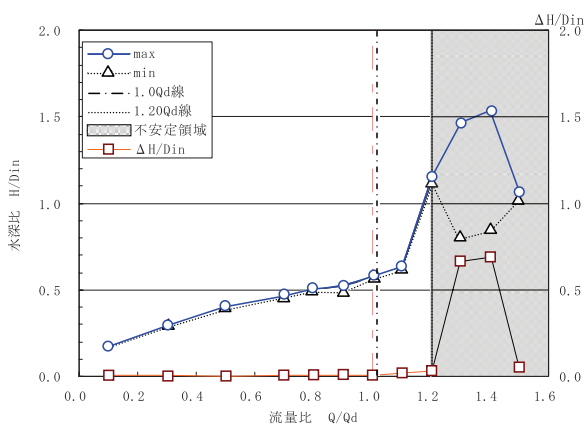


図-10 水槽内の水位流量特性 (導流壁接続)

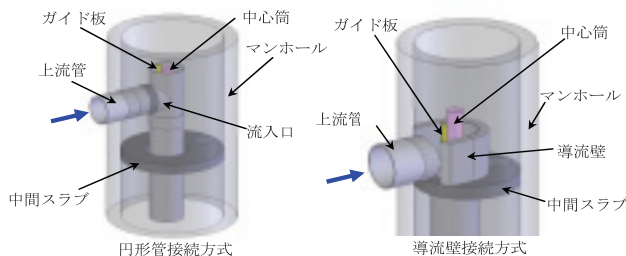


図-11 DRSの上流管接続方式

4) まとめ

マンホール壁面からの離隔が小さい場合や、流入管の中心軸に対してDRSの中心が偏心する場合など、円形管接続方式が困難な場合の代替方式としては、導流壁接続方式を基本とし、今回マニュアルにその内容、設計手法等を記載した。

(4) 連行空気対策 (集気管による排気施設に関する水理模型実験)

1) 実験目的

高落差人孔の落水に伴う連行空気の低減対策として、集気管による排気施設がある。本施設は、有孔部を有する集気管、排気管、カーテンより構成され、幹線接続管に設置することで、連行空気を捕捉して系外に排気する。しかし、現時点では、標準的な設計方法は確立されていない。本実験は、集気管の機能に関する水理的な知見の蓄積を目的とする。

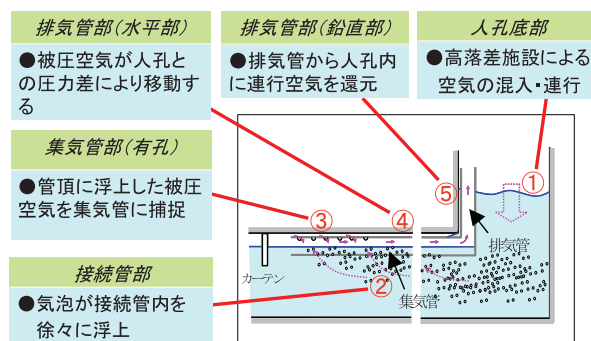
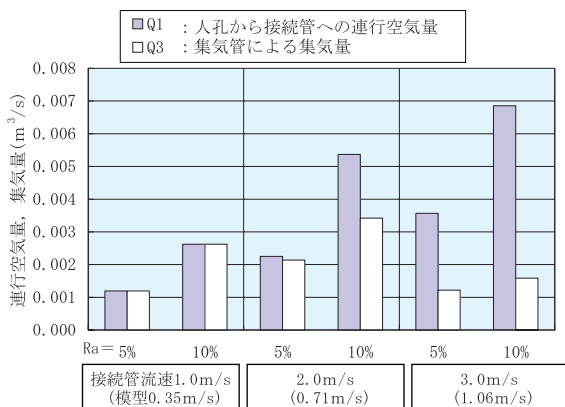


図-12 集気管による排気の原理

2) 集気管設置時の集気率

集気管長が異なる2タイプ (タイプI: 6D, タイプII: 10D, D: 接続管径) について、通水流量条件ごと (接続管流速: 1.0m/s, 2.0m/s, 3.0m/s, 空気混入量: 流量の5%, 10%) の集気量を把握した。実験結果を図-13に示す。流速が1.0m/sと2.0m/sの実験では、集気管の長さよりも気泡の浮上距離が短いため、人孔から接続管への連行空気はほぼすべてカーテンの上流側で浮上し、集気管を設置している接続管管頂部に一旦集められる。そのため、タイプI, タイプIIともほぼ同様な集気率となっている。一方、流速が3.0m/sでは、タイプIでは、気泡の一部はカーテンを通りすぎて浮上し、タイプIIよりも集気率が低下する結果となった。

[タイプI]



[タイプII]

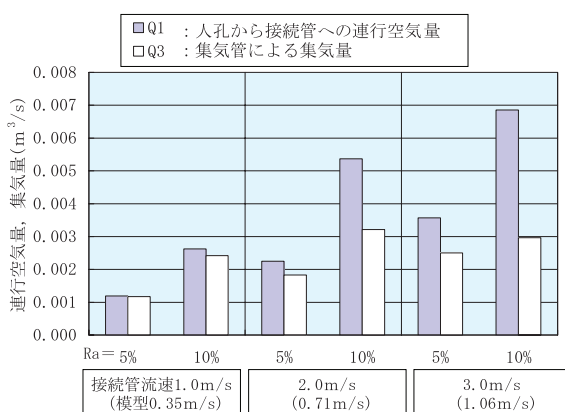


図-13 集気量の実験結果

3) 集気率改善策の検討

集気管内の状況を目視観察すると、図-14に示すとおり、集気管から排気管への屈折部に水が溜まり、排気が間欠的になっていることがわかった。

このため、集気率改善策として、屈折部の水を排除するための水抜き管の効果を検討した(図-15参照)。実験は、流速3.0m/sにおいても気泡浮上距離を満足するタイプIIを対象に行った。改善策を適用した場合の実験結果を図-16に示す。流速が大きく、人孔から接続管への空気連行量が多い条件でも改善前と比べ集気率が大幅に向上した。

5) まとめ

水理実験を通じ、気泡浮上距離に基づく集気管の必要延長や、集気管屈折部に設置する水抜き管の効果等に関する新たな知見を得た。

なお、本実験は一定の条件下での結果であり、マニュアルには資料編に参考として示すにとどめた。

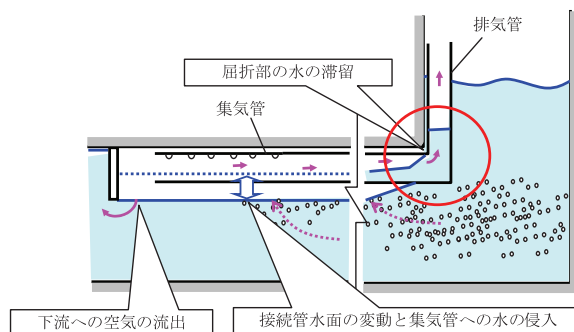


図-14 集気管屈折部の排気阻害

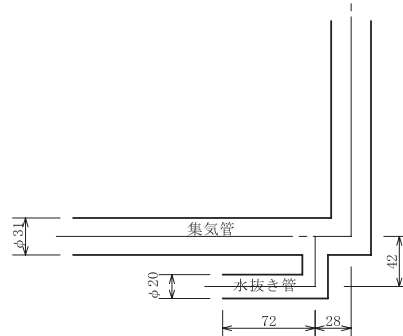


図-15 水抜き管の形状

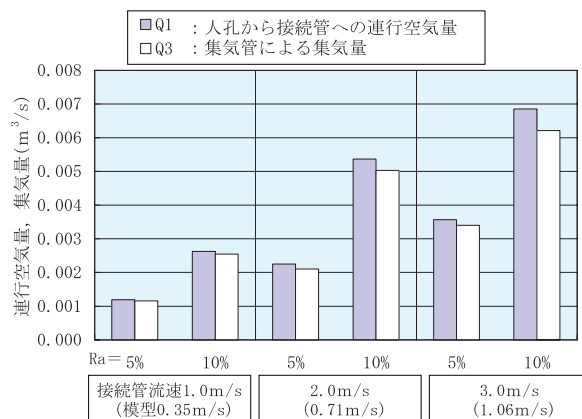


図-16 水抜き管設置後の集気量 (タイプII)

3 おわりに

今回の技術マニュアルでは、以上の結果に加え、「設計」内容のさらなる充実を図ったほか、「施工」や「維持管理」、「積算」についても新たに章立てして記載した。これを期に、DRSのさらなる普及と、技術マニュアルの積極的な活用が望まれる。