

シールド立坑内における流況特性に関する水理模型実験

高村 浩彰* 土橋 吉輝*
 Hiroaki Takamura Yoshiteru Dobashi
 森 一** 渋谷 勝則**
 Hajime Mori Katsunori Shibuya

1. はじめに

本実験は、平野川調整池（大阪市）を地下河川として供用した場合の桃ヶ池立坑内の形状の違いによる流況特性の解明を目的としている。すなわち、圧力管路の途中に存在し、開水路流れの状態となる立坑内における流況の変化を水理模型実験によって明らかにするものである。そのため、一定流量（流速）時における立坑内の流況を再現しうる水理模型を製作し、立坑内での流速、水位および局所的な水圧（圧力）を計測すると共に、管路並びに立坑全体での流れのエネルギー損失と設計上の動水勾配の関係を明らかにし、最適な立坑内壁の形状を提案した。

2. 水理模型実験の概要

実験は、フルード相似則に従うものとして、表-1のように設定した。また、模型の設置状況並びに計測器の配置を図-1から図-3に、立坑付近の実験状況を写真-1に示す。設置された計測器により、以下の①～④の項目に対する検討を実施するものとし、実験因子として立坑内形状（図-3参照）並びに流量を用いた。

- ①三角堰の越流水深 ⇒流量の測定
- ②上流側・下流側水槽水位 ⇒水頭差の測定
- ③上流側・下流側管路内の水圧 ⇒圧力水頭の測定
- ④立坑内の水位・流速・局部圧力⇒流況特性把握

表-1 フルード相似則による模型諸元

実構造物	模型 (1/48.9)	
	フルード則	計画模型
管 路 径	9.8[m]	0.200[m]
立 坑 径	22.0[m]	0.450[m]
流 量	180[m ³ /s]	0.0108[m ³ /s]
流 速	2.39[m/s]	0.34[m/s]
粗度係数	0.016[m ^{-1/3} /s]	0.0084[m ^{-1/3} /s]
路床勾配	1/1500	1/1500
		計 測
		水 平

* 技術研究所技術研究部土木技術研究課

** 関西（支）平野川シールド（出）

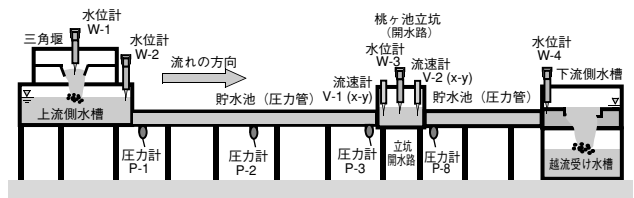


図-1 水理模型実験断面概念図

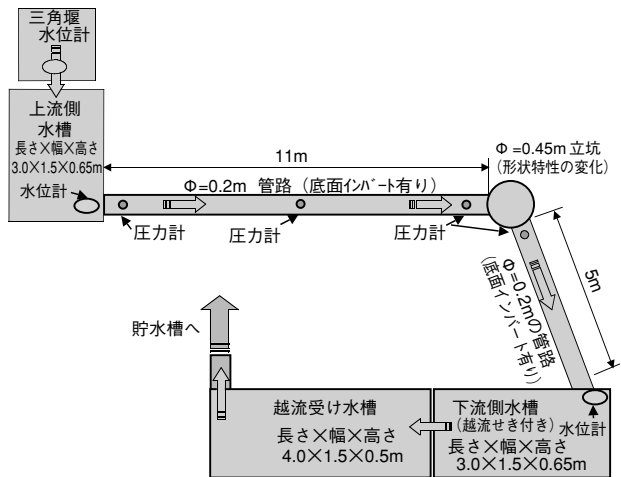


図-2 水理模型実験平面概念図

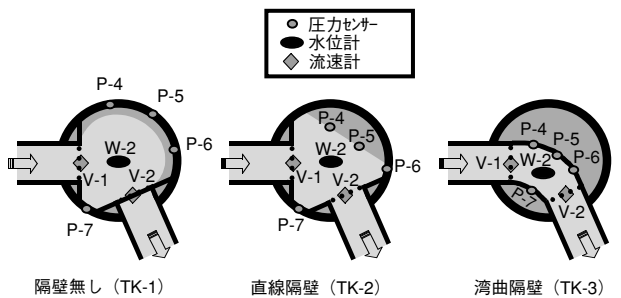


図-3 立坑内形状平面概念図

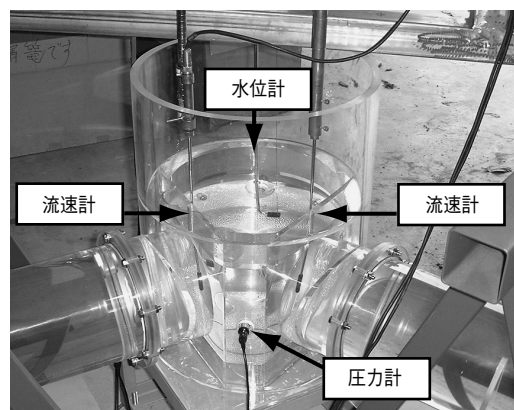


写真-1 立坑付近の実験状況 (TK-1)

3. 実験結果

図-4および図-5に立坑形状TK-1およびTK-2の流速に関する実験結果を示す。両図は、横軸に時間

を、縦軸には上から上流側 (V-1) 流速計の x 方向 (流線方向), y 方向 (法線方向), 下流側 (V-2) 流速計の x 方向, y 方向を示している。また, x 方向の結果では, 管路内の断面平均流速 (0.35[m/s]) を破線で示した。

両図から, 流速計を設置した管路中心部では, 断面平均流速よりも大きな流速が発生していること, 下流側では, x 方向だけでなく y 方向にも流速成分が発生していることが読みとれる。また, TK-1 は TK-3 と比較して各時間での変化が大きく, V-2 流速計での結果に顕著に現れている。これは, TK-1 立坑内での渦の発生を意図している。

図-6 に, 立坑形状と流量の変化に伴う立坑前後での損失水頭差から得られた損失係数と屈折による損失係数¹⁾を示す。図は, 縦軸に損失係数を, 横軸に流量を用いて整理されている。

図より, 流量変化によって渦などの発生傾向が異なるものの, TK-1, TK-2 および TK-3 の順に損失係数が小さくなっていること, TK-3 の実験結果は屈折

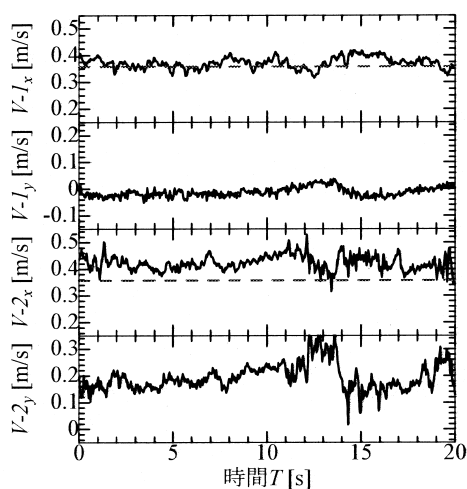


図-4 TK-1 立坑内の流況特性 (流量 0.0108m³/s)

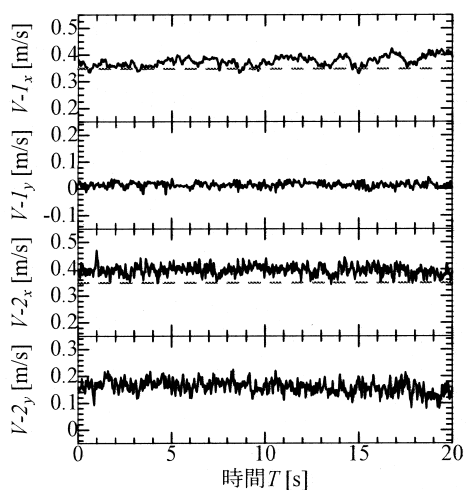


図-5 TK-3 立坑内の流況特性 (流量 0.0108m³/s)

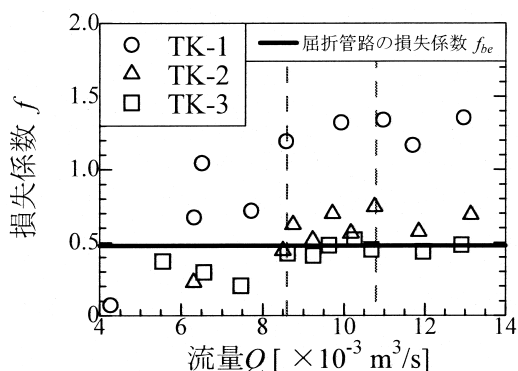


図-6 立坑の損失係数と屈折による損失係数の比較

管路の損失係数 (計算値) とほぼ同様な値を示している。特に, 設計流量付近では, 流量変化に伴って損失係数は変化していないことが読みとれる。また, 流量が 0.008[m³/s] 以下では, 屈折管路の損失係数と TK-3 の実験結果の相関が悪くなることもわかる。これは, 湾曲部で発生する渦などの乱れの影響が流量 0.008[m³/s] 付近を境に変化しているものと推察される。

これより, TK-3 のような形状では, 部分的に開水路となるために発生する立坑内部での水位上昇の影響は, 損失特性の算定において大きな影響を与えないことがわかる。このため, 実設計に際しても, 同様な立坑形状を設定すれば, 設計流量時における立坑一管路系の損失特性または導水勾配の設定に際して, 立坑内部の損失係数の算定を屈折管路の損失係数で代用することが可能であると考えられる。

4. おわりに

立坑前後に設置された圧力計から, 設計流量付近 (0.0108[m³/s]) における立坑内の局所損失は, 隔壁を有さない TK-1 に対して, 直線の隔壁を有する TK-2 で約 46%, 湾曲の隔壁を有する TK-3 で約 68% 小さく算定された。他の流量でも同様の傾向を示しており, 湾曲形状の隔壁を有する TK-3 の立坑内壁の形状が, 他の実験立坑内壁の形状よりも局所損失が一番小さく, 地下河川形状の一部として優れていることがわかった。

謝辞

本水理模型実験は, 大阪市建設局土木部河川課の依頼によって実施したものであり, 貴重なご意見を頂いた同課職員の皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1) (社) 土木学会: 水理公式集 [平成 11 年度版], 丸善, p. 713, 1999.