

水理模型実験による地下河川分土工の効果検証

中央コンサルタンツ株式会社 正会員 ○ 林 亮太 正会員 菰方弘樹
非会員 山上淳一 非会員 井手 勤

1. はじめに

浸水対策を目的として、小河川の洪水流量を全量分水する樋門・放水路・流入桝・分土工から構成される地下河川の計画を行った。その中で、分土工の天端高は土地利用上、吐出部側の計画高水位+1.0m 程度に制約され、吐出部側の水位上昇時には放水路内が圧力管状態となること（図-1）、また、地下河川は、流入部の急縮、流入桝の落差、放水路の屈折、吐出部の損失等、複雑な流況が想定されることから、不等流計算による水理検討で求めた施設諸元での流下能力を検証する必要性が生じた。そこで、樋門・放水路・流入桝・分土工をモデル化した水理模型実験により、流況及び流下能力を確認し分土工の形状の妥当性を検証した。

2. 水理模型実験

2.1 実験条件

実験範囲は、樋門(L=74.9m)、放水路(L=230.8m)、流入桝(L=3.0m)、分土工(L=5.8m)、沈砂池(L=7.4m)、取付・現況護岸(L=48.0m)を対象範囲として、施設全延長 L=369.9m をモデル化した。模型の縮尺は、レイノルズ数の影響を小さくするため、吐出部における越流水深が 3cm 以上となる $s=1/25^{1)2)}$ とし、全長 L=14,796mm の実験装置を作成した。地下河川の平面形状は、屈曲部が 4 箇所あり、最大屈曲箇所 (45°) の 1 箇所のみをモデル化した。他の 3 箇所は屈曲角度が 10° 以下で影響が少ないため、損失は後述する粗度調整で考慮するものとし直線化した（図-2）。分土工

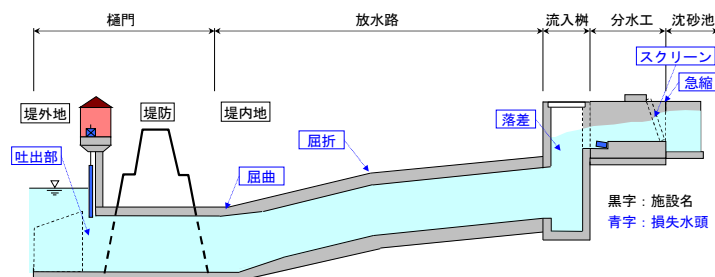


図-1 地下河川模式断面図

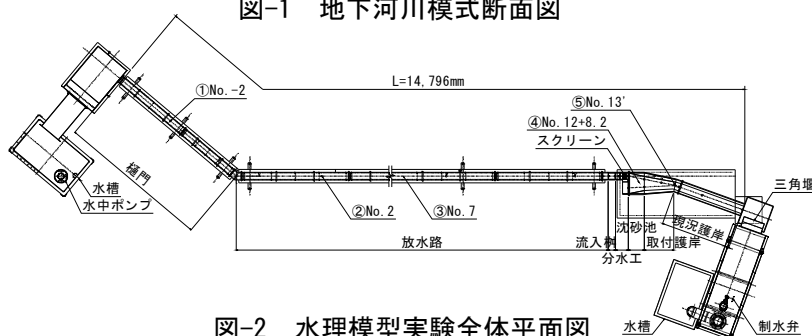


図-2 水理模型実験全体平面図

は、本川側のゲートを閉門し、放水路側に全量排出した状態を再現した。（図-3）。本実験の流量は、計画流量である $11.9\text{m}^3/\text{s}$ 、超過洪水（計画流量 $\times 1.3$ ）の $15.5\text{m}^3/\text{s}$ の 2 ケースとし、フルード数の相似律の縮尺換算で実験流量を設定した。超過洪水における検証の目的は、3割増しの超過洪水が生じたとしても、地下河川の機能が発揮されること及び分土工付近の浸水被害が生じないかの確認のためである。実験における水位は、急縮損失、スクリーン損失、屈折損失を考慮し、自然流下時の不等流計算結果から $s=1/25$ に換算して、水位条件を設定した。

2.2 使用材料

使用材料は、各施設の粗度の過重平均値を算出し、 $S=1/25$ の原型値換算した粗度係数（0.009）に近似するアクリル及び ABS 樹脂を用いた。なお、スクリーンバーの材料は、 0.24mm ($t=6.0\text{mm}$ の $1/25$) と細くなるため、水圧に耐えられるようナイロンワイヤーを使用した。

2.3 流量調整及び測定機器

流量は上流側に設置した水槽、制水弁及び三角堰³⁾により調整し、流水は水中ポンプで循環させた。測定機器は、放水路での圧力管状態を考慮してマノメータで計測を行い、その他の施設ではポイントゲージにより計測を行った。計測点は放水路 2 箇所、その他施設は各 1 箇所（樋門、沈砂池、取付護岸）に設定した（図-2）。

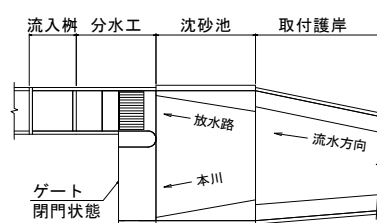


図-3 分土工部拡大平面図

2.4 模型の再現性の検証（予備実験）

模型の再現性の検証方法は、自然流下状態において $11.9\text{m}^3/\text{s}$ (Case.1), $8.0\text{m}^3/\text{s}$ (Case.2) 及び $4.0\text{m}^3/\text{s}$ (Case.3) の水深及び流況（常流・射流）が水理計算と整合しているかを確認する予備実験（感度分析）により行った（表-2）。なお、粗度調整は頂版及び底版部に棒状の亚克力（栈粗度）を設置して調整した。

予備実験の結果、3 ケースにおいて放水路部（NO.-2, NO.2）の水深は、計画水深と一致した。Case.1 の NO.7 では計画水深の 4%程度であり、再現性は確認された。なお、NO.7 の水深差の要因は、分土工からの落差によって放水路入口付近の流れが射流となり、不等流計算では評価できない波状跳水が発生したことが要因と考えられる（図-4）。

3. 実験結果（本実験）及び考察

地下河川は吐出部側の計画高水位時（H.W.L.）かつ放水路が圧力管状態の時、分土工付近の浸水リスクが高くなる。本実験では吐出部側の水位を H.W.L. 換算水位に設定し Case.1, Case.2 の 2 ケースにより分土工、取付・現況護岸部の水位状況、流入部の流況の乱れ等を確認した（表-3）。

実験の結果、Case.1 における分土工位置での流れは、計画と同様に常流であり、偏流等は生じず、円滑に放水路へ流下していることが確認された（写真-1）。また、流入部の水位はスクリーン位置で上昇するものの、計画水深と 1mm 程度の水位差となり、概ね一致する結果を示した（表-4）。Case.2 でもほぼ円滑に放水路への流下が確認され、また、水位も施設計画高以下となり、越水の危険性は低いことが確認された。今回の分土工は洪水の全量を分水する施設であるため、流水方向に対して正面越流方式を採用した。実験結果より、分水に適した配置と形状であることが検証された。課題としては、スクリーンの目詰まりによる水位上昇が懸念されるため、詳細設計では流下物対策として、除塵機等の設置を検討する必要がある。

4. おわりに

今回の水理模型実験により流下能力や流況を実現象として把握することができ、詳細設計における分土工の形状の妥当性、分土工における正面越流の水理特性及びスクリーン設置の設計課題について確認することが出来た。

水理模型実験にあたり、福岡大学工学部社会デザイン工学科水工学研究室の橋本彰博准教授より、丁寧かつ熱心なご指導とご協力を賜りました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1)建設省土木研究所：河川水理模型実験の手引 土木研究所，p.31，1989.10
- 2)国土開発技術研究センター：都市河川計画の手引-立体河川施設計画編，p.82，1995.7
- 3)土木学会：水理公式集，p.243，1999.11

表-2 予備実験の検討ケース

Case.	水位・流量・条件等	
1	自然流下 (放流口)	計画流量： $11.9\text{m}^3/\text{s}$
2		流量： $8.0\text{m}^3/\text{s}$
3		流量： $4.0\text{m}^3/\text{s}$

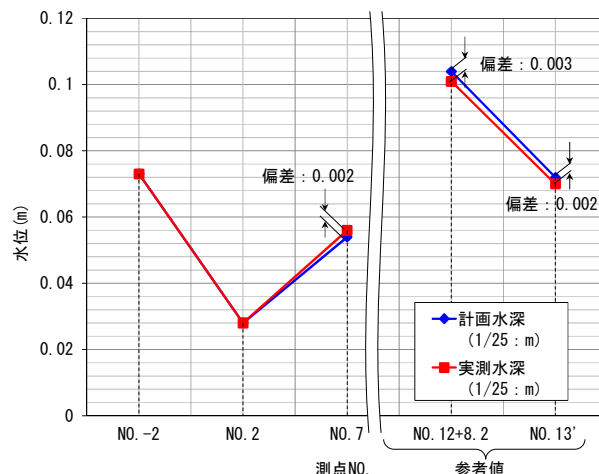


図-4 予備実験の計算水位及び実測水位

表-3 本実験の検討ケース

Case.	水位・流量・条件等	
1	満管 (放水路)	計画流量： $11.9\text{m}^3/\text{s}$
2	満管 (放水路)	超過洪水流量： $15.5\text{m}^3/\text{s}$

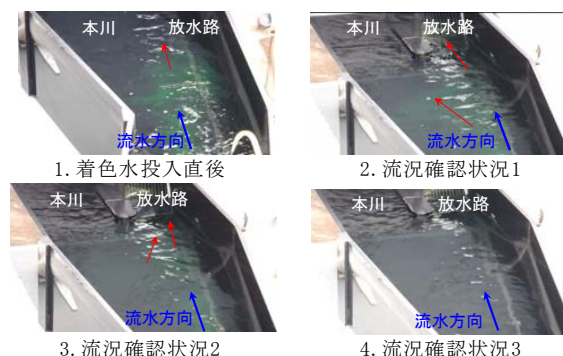


写真-1 本実験の流況確認状況 (Case.1)

表-4 本実験の水位計測結果

測点 No.	名称	計画水深h1 (1/25 : m)	計測位置	実測水深h2 (1/25 : m)	水深差 (h1-h2)
1	NO. 12+8.2	0.117	中心	0.119	-0.002
			〃	0.118	-0.001
			放水路側	0.118	-0.001
			平均	0.118	-0.001
2	NO. 13'	0.086	中心	0.085	0.001

※NO. 12+8.2の計画水深は、NO. 12+4.5及びNO. 12+11.9の平均値