

管路更生工法による曲管部内面シワの水利特性 Hydraulic characteristics of surface irregularities in a bend by Pipe Rehabilitation Methods

○池ヶ谷 貴之*, 鈴木 隆善**, 二瓶 功***, 河端 俊典****
IKEGAYA Takayuki, SUZUKI Takayoshi, NIHEI Isao, KAWABATA Toshinori

1. はじめに

管路更生工法はパイプラインの保全対策工法として、老朽管路の水密性や耐荷能力の回復または向上だけでなく、流下能力を確保することもできる。しかし、既設管路に屈曲や内周長の局所的な減少等が存在する場合、更生管内面にシワが形成されることがあるが、特に曲管部のシワによる流水阻害の影響は明らかになっていない。そこで本研究ではシワを模した実験管路による水利実験を行い、曲管部内面シワの水利特性からシワ損失水頭を推定するための基礎的検討を行った。加えて曲管部内面シワの流況観察結果も報告する。

2. 実験の概要

本実験で用いた模擬管路は、直径 300mm で平面線形に 22.5°、45°、90°の多節屈折管を配置し、実験時に流況観察ができるように多節屈折管は透明アクリルで製作した (Fig.1)。実験流速は、設計流速範囲と精度検証を考慮して、0.3m/s、0.8m/s、1.2m/s、1.6m/s、2.0m/s を設定する。また、動水位は、ピエゾメーターにより曲管部の上下流において測定を行い、屈曲部とシワによる損失水頭が合成されて計測及び解析される。シワの実験条件は、各工法による横断的な施工性実験結果から得られたシワ高さとしワ間隔の分布状況から類型化を行い、Table1 に示すシワパターンを設定した。なお、周方向に生じるシワ範囲は、一般に曲管部内側の半周に生じるが、本実験では水利特性の傾向把握を行うため全周シワも設定している。

Table1 シワ形状の実験ケース
Pattern of surface irregularities

シワ高さ	シワ間隔		
	分散 (100mm)	集中 (50mm)	密集 (25mm)
全周	○	○	○
半周	○	○	○
	○	○	○

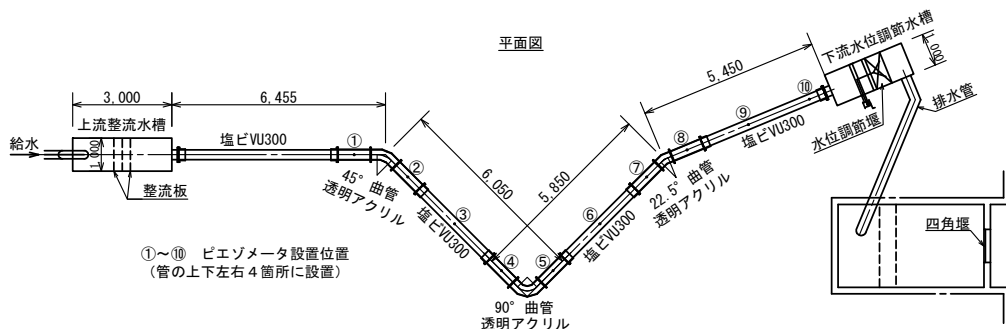


Fig.1 模擬管路 Outline of experimental apparatus

* アクアインテック株式会社 AQUAINTEC CO., LTD.
 ** 積水化学工業株式会社 SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.
 *** 株式会社建設技術研究所 CTI Engineering CO., LTD.
 **** 神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University
 Key Words : 管路更生工法, 水利特性, 損失係数

3. 実験結果

3.1 シワ損失係数 曲管部のシワによる損失係数を Fig.2 に示す. 傾向把握として設定した全周シワは, 損失係数が最大 $f_w=6.0$ と大きな損失が生じており, 一般に生じる半周シワの損失係数は, 全周シワの $1/2 \sim 1/3$ を示す. シワ形状との関係性は, シワ高さが高いほど, シワ間隔が大きいほど損失係数が大きくなる結果が得られた. なお, シワなしの多節屈折管の損失係数は, $22.5^\circ:0.075$, $45^\circ:0.109$, $90^\circ:0.263$ と既往実験における検証結果と同等であり実験施設の妥当性も併せ確認された.

本実験からシワ損失係数を支配する主なパラメータは, ①シワ高 d (シワ高菅径比 d/D), ②曲管角度 θ , ③シワ間隔 s , ④シワ周長 ℓ の関係性が得られた. ここで, 半周シワによる損失係数の概略推定式を次式(1)に示す.

$$f_w = K \cdot \{\alpha \cdot (d/D)^2 + \beta \cdot (d/D)\} \quad \dots (1)$$

$$s/D \geq 50/300 \text{ のとき } K = \frac{\gamma \cdot (s/D) + \delta}{\gamma \cdot (50/300) + \delta} \quad s/D < 50/300 \text{ のとき } K = \frac{\gamma' \cdot (s/D) + \delta'}{\gamma' \cdot (50/300) + \delta'}$$

ここに,

K : シワ間隔補正係数 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \gamma', \delta'$: 定数 d/D : シワ高菅径比 s/D : シワ間隔菅径比

* 推定式の適用シワ条件: シワ高菅径比 $d/D \leq 0.1$ シワ間隔菅径比 $0.083 < s/D \leq 0.333$

3.2 曲管部シワの流況 曲管部シワ流況は染料による流況記録と土砂掃流実験により観察を行った (Pic.1). 曲管部は管底及び管頂で内壁に沿って内周側に向かう流れ (二次流) が卓越し, 曲管通過時に流れが拡散してエネルギー損失の要因となっている. ここにシワが形成されると, シワ間で局所的な渦が卓越し, 流れの乱れがさらに顕著なることが確認された. 土砂掃流実験では, 曲管部の流れの乱れにより, 直線部よりも掃流力が大きく, 土砂等が堆積しにくいことが確認された.

4. おわりに

本研究では曲管部内面シワの損失係数の概略推定式を導き, 通水性の設計照査に供する基礎的情報を得ることができた. しかしシワ形状は多種多様であるため, 合理的な設計に向けては, 多様な形状に応じた損失特性の整理・解析と, 実施工とのモデル検証を進める必要がある. なお, 本報は官民連携新技術研究開発事業「管路更生工法の性能規定化における照査技術の開発」の研究成果の一部であることを申し添える.

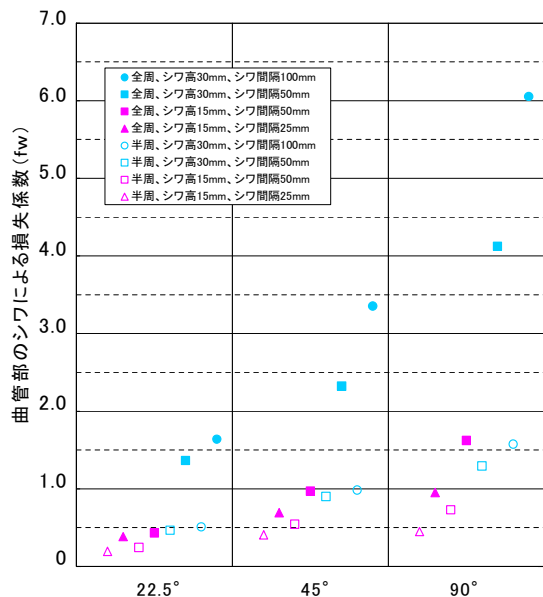


Fig.2 曲管部シワによる損失係数 “fw” of surface irregularities in a bend



Pic.1 流況観察 Flow check