

パイプライン流れに対する継手隙間の抵抗

Resistance by Clearance in Joints of Pipeline Flow

大西亮一

OHNISHI Ryouichi

1. はじめに

昨年の大会講演会でパイプライン継手による流水抵抗を水理実験によってもとめ報告した。この結果、継手に隙間があると流水抵抗は無視できない。そこで、流水抵抗の評価方法を検討したので報告する。

2. 実験結果に対する水理学的検討

パイプラインの抵抗損失水頭 Δh は次のように書ける。

$$\Delta h = f \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots (1)$$

ここに、 f ; 抵抗損失係数、 l ; 管路長、 d ; 管径、 v ; 流速、 g ; 重力加速度である。抵抗損失係数は実験結果から図1, 図2のようになり、昨年度報告した。これらの図に、 $f_1 = 0.316 / Re^{1/4}$ 、 $1/\sqrt{f_2} = 2 \log Re \sqrt{f_2} - 0.8$ の曲線を追加すると、長さ4 mの抵抗係数は滑面の摩擦損失係数になる。ここに、 Re ; レイノルズ数である。

ここで、長さ4 mの塩ビ水道管（内径50.0mm）、塩ビ排水管（内径56.0mm）の f について、普通目盛りのグラフを書けば図3になり、抵抗損失係数はほぼ同じ傾向で、摩擦損失係数になる。

長さ0.20mの管を用いた管路の抵抗損失水頭は長さ4 m管の損失係数より大きく、 f_1 、 f_2 と平行になる。そこで、抵抗損失水頭を摩擦損失水頭 Δh_s と隙間損失水頭 Δh_c に分けると次のように書ける。

$$\Delta h = \Delta h_s + \Delta h_c \dots (2)$$

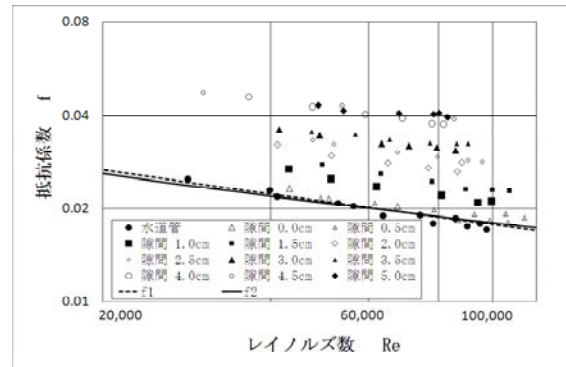


図1 内径50mm管の抵抗係数 f

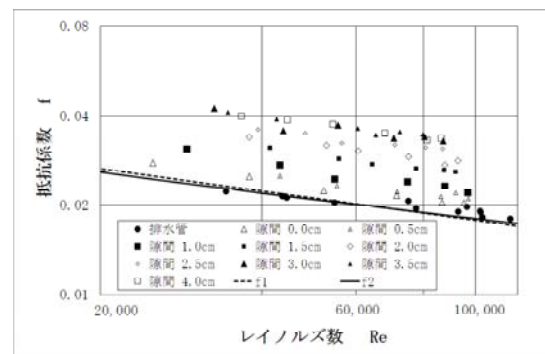


図2 内径56mm管の抵抗係数 f

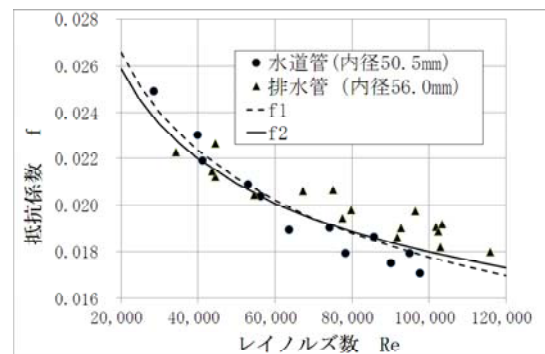


図3 長さ4 m管を用いた実験結果

継手隙間の損失水頭は急拡損失水頭と急縮損失水頭の和に隙間幅による補正係数 C をかけたものとすれば隙間損失水頭は次のように書ける。

$$\Delta hc = C \cdot N \cdot (Kk + Ks) \frac{v^2}{2g} \dots (3)$$

ここに、 N ；隙間の数、 Kk ；急拡損失係数、 Ks ；急縮損失係数である。

ここで、実験結果を C について整理すると図4、図5となり、レイノルズ数に対して変化が小さい。よって、 C は隙間幅によって変化すると考え、水理実験データを整理すると、図6になる。この図から塩ビ水道管と塩ビ排水管は図3と同じように、ほぼ同じ傾向と言える。

ここに、 s ；継手の隙間幅、 k ；隙間の深さで、水道管は $k = 6.75\text{mm}$ 、排水管は $k = 4.0\text{mm}$ である。 s は $0.0\text{cm} \sim 5.0\text{cm}$ まで、 0.5cm 間隔に変化させたが、実験毎に全体の長さを測って、平均の隙間幅を 0.01mm まで計算で求めた。この結果、 $0.30 \sim 1.36\text{mm}$ 広がっていた。例えば、隙間幅が 0.0mm のとき、実際は $0.96 \sim 1.04\text{mm}$ の隙間があった。

3. まとめ

パイプラインは短管をつないで建設されるが、コンクリート管では長さが 4m なので、内径 1.0m の管の場合には今回の水道管（内径 50.5mm ）と同じ割合で継手を設けている。古い 1.0m のコンクリート管では継手に 0.3m 程度の隙間があるので、無視できない。このため、改修時にはこの隙間を埋めることが重要である。

パイプラインにおける継手隙間の損失水頭は管路の急拡損失と急縮損失の和として計算し、補正係数 C を次のようにする。

$$C = 0.043 \times s / k$$

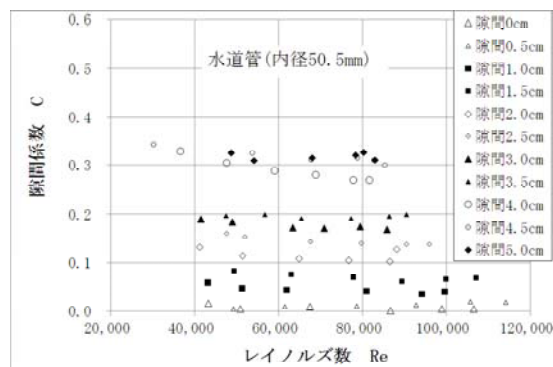


図4 内径 50mm 管の間隔係数 C

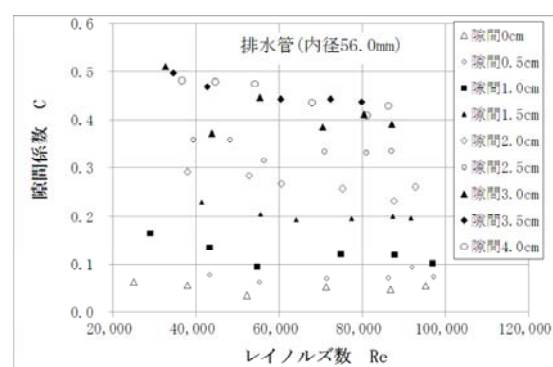


図5 内径 56mm 管の間隔係数 C

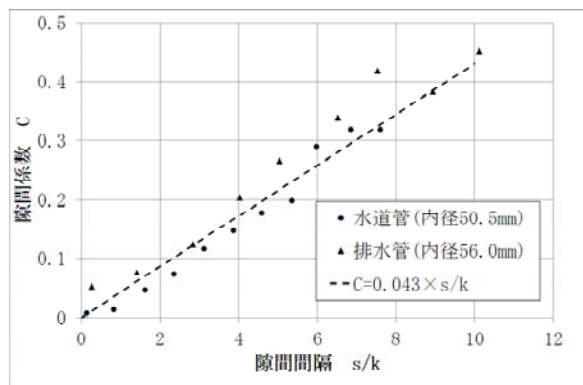


図6 隙間幅による補正係数 C

参考文献 1) 大西 (2014): 農業農村工学会大会講演要旨、2) 日野 (1983): 明解水理学