

VI-64

導水路補修による粗度係数の変化

名城大学 理工学部 正会員 新井宗之
東亜合成(株) 製品研究所 正会員 福島浩一

1. はじめに

我国の電力供給における水力発電の占める割合は約2割程度ではあるが、資源が自国内で確保できることやそのクリーンさから、水力発電の重要さは述べるまでもない。しかしながら、我国の水力発電導水路は約1800本あり、その総延長は約5000kmにも及ぶものの、そのうち施工後50年以上も経って老朽化した水路が約50%も占めるに至っている。このことは、導水路の粗度の増大により通水能の低減がもたらされている。現在補修・改修等が進められているが全体的な技術向上のためには、施工後の評価も的確に行うことが非常に重要な事であると思われる。そこで本研究では、実水路を使用し補修前後の流速分布測定と流量測定からの求めた粗度係数について比較検討し、得られた効果を述べることにする。

2. 実測方法

測定に使用した長野県下の水力発電用導水路(開渠)で直線部分が200mあり、その内60mを表面粗度改良を目的にポリマーセメントモルタルで表面補修を行った後、水系エポキシ塗材で水路表面の粗度改良を行った。この水路の断面は図-1に示すように、深さ3.4m、幅約5mの台形断面水路である。流量測定は、導水路から発電所に入る鉄管路の部分に電磁流量計を取り付け1分間隔で測定した。水路断面の流速測定した位置は、補修した部分の中心で行い、水路中央部1測点とその両側2測点で水深方向の流速分布測定を行った。流速測定方法のシステムを図-2に示す。長さ6.5mの円形パイプ支柱の先端に電磁流量計を設置し、支柱を移動させて流速断面内の任意の点の流速を測定するものである。電磁流量計からのアナログ信号はデータロガーを介して記録した。流速測定の様子は、写真-1に示してある。

3. 結果と考察

3.1 流速分布測定からの粗度係数

図-3に示した補修前と補修後の流速分布図からも明らかなように、水路底部で流速が小さく水深方向に一樣に近い流速分布をしておりほぼ対数則と仮定することができる。図-4に実測した流速から求めた水深と流速の関係を示した。水路表面で流速が遅くなっているが、ほぼ対数則と仮定することができる。一般に、粗面乱流における開水路乱流の流速分布は、水深方向を z とすると式(1)のように表される。

$$\frac{u}{u^*} = 8.5 + 5.75 \log\left(\frac{z}{k_s}\right) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 u :流速、 k_s :相当粗度、 u^* :摩擦速度。そこで式(1)を式(2)のように変形する。

$$u = 5.57 u^* \log\left(\frac{z}{h}\right) + c \quad \cdots \cdots (2)$$

ここに、 z :水深。図-4のグラフの傾きから、摩擦速度 u^* を求め動水勾配 i を得ると

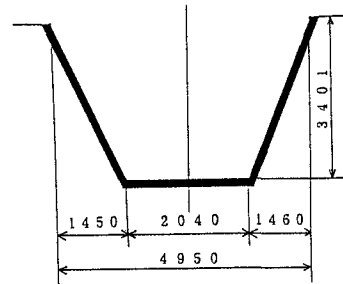


図-1 水路断面

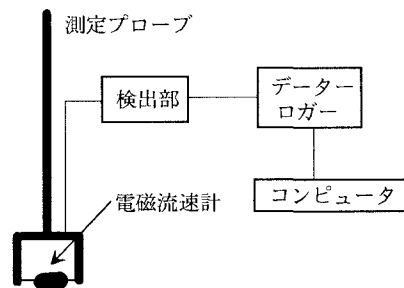


図-2 流速測定システム



写真-1 流速測定の様子

1.3×10^{-4} である。この勾配を

動水勾配($I=i$)とし、マンニングの平均流速公式

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad \dots\dots(3)$$

において流速 v を水深方向の平均流速、径深 R を水深として流速分布測定からのマンニング

の粗度係数を求めた。表-1に

補修前後の動水勾配と粗度係数を示した。

3.2 流量測定からの粗度係数

次に補修後の導水路において、発電所入り口に設置された鉄管路の流量を電磁流量計で測定した結果を図-5に示した。このときの水深を測定し、横断面積を求め平均流速 $v=1.4\text{m/sec}$ を得た。また、動水勾配 I は流速分布測定から得られた値 1.3×10^{-4} を使用し、径深 R は潤辺から求め式(3)のマンニングの平均流速公式に代入して、流量測定からのマンニングの粗度係数を求め、表-1に示した。流速分布から得られた値とかなり差があることがわかった。また、13mの実験水路を使用して流量から求めた表面粗度改良後の粗度係数は $0.009^{1)}$ でありよい一致を示している。

3.3 流量比較

図-3からも分かるように、水深が補修前 2.89m に対して補修後 2.25m に低下している。これは通水能が向上したと同時に流量の差もあるため、補修前の水深 2.89m に変換して流量比較をした。この場合粗度係数 0.013 は変わらないと仮定して、流速 v を求めると 2.09m/sec となる。補修前の平均流速 1.5m/sec と比較すると約 1.38 倍になり、すなわち流量も約 1.38 倍流れることを示している。

4. おわりに

補修前と補修後の導水路の流速分布を測定することにより粗度係数を求め、補修効果を明らかにした。

すなわち、補修前と比較すると約 1.3 倍以上も流すことが可能になり、導水路の通水能が向上していることを示している。また、流量測定から求めた粗度係数と流速分布から求めた粗度係数はかなりの差があることがわかった。

参考文献

- 1) 新井宗之、福島浩一；導水路の通水能向上について、名城大学理工学部研究報告、vol. 35, p62-68, 1995
- 2) 新井宗之、福島浩一；補修後の導水路の粗度係数、土木学会第50回年次学術講演会概要集第6部, 698

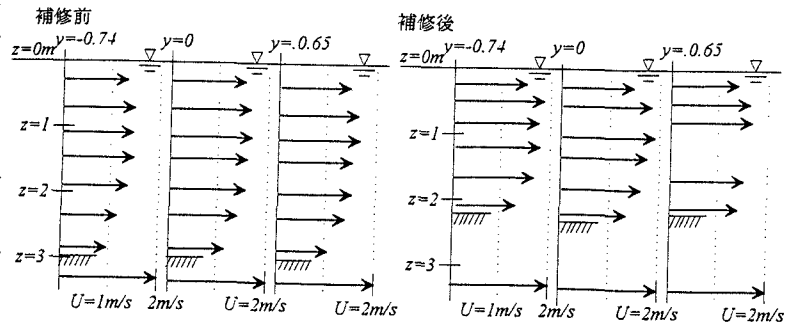


図-3 流速分布図

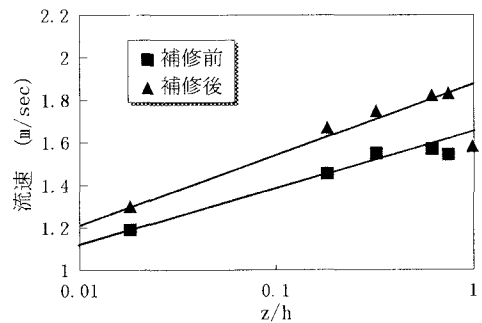


図-4 水深と流速の関係

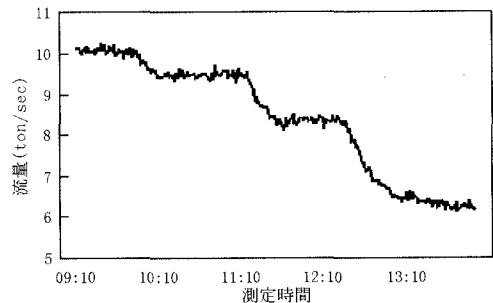


図-5 流量の変化

表-1 補修前と補修後の比較

	動水勾配	粗度係数 (流速測定)	粗度係数 (流量測定)	流量比 (補修前1)
補修前	1.3×10^{-4}	0.015	未測定	1.00
補修後	1.8×10^{-4}	0.013	0.009	1.38