

補修後導水路の粗度改良効果

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

近年水力発電による電力供給の割合は全電力供給の2割弱であり、8割以上は火力及び原子力発電などによって供給されている。その水力発電はその資源を自国内で確保できるなど有利な点も多く、環境との融合を図りながら推進される必要があろう。しかしながら、現存する施設は50年以上経ったものが半数にも至っている。このため、導水路の劣化による通水能の低減がもたらされており、導水路の補修・改修技術を確立することが重要な課題となっている。現在いくつかの方法で補修・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、補修前後の導水路の粗度係数について流速分布等を実測し粗度改良効果を検討した。その結果について述べることにする。

2. 実測方法及び結果

長野県下のB発電所の導水路(開渠)で流速測定を行った。この導水路は、表面粗度改良工事を目的に、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。補修された区間は開渠部の直線区間の内約60mで、測定はその中央部で行った。この直線部分の水路断面は図-1に示すように、深さ3.4m、幅約5mの台形断面水路である。流速測定は、水路中央部1測点とその両側に2測点で水深方向の流速分布測定を行った。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(直径2インチ)支柱の先端に電磁流速計(アロック社製)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。電磁流速計からのアナログ信号はデーターロガー(共和電業社製)を介して記録した。水路断面内の測定位置は横断方向(y方向)の固定点を決め、水深方向(z方向)は左岸側に設置したレベルを用い支柱に付した目盛りより測定した。流速測定プローブ及び測定の様子は、写真-1, 2に示してある。

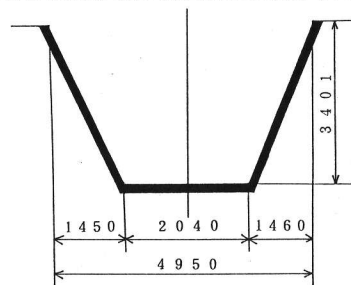


図-1 水路断面

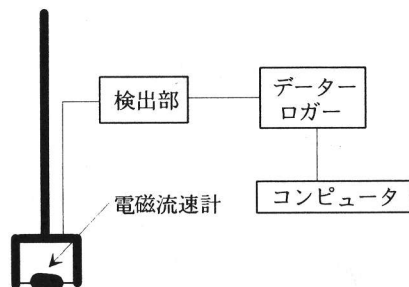


図-2 流速測定システム

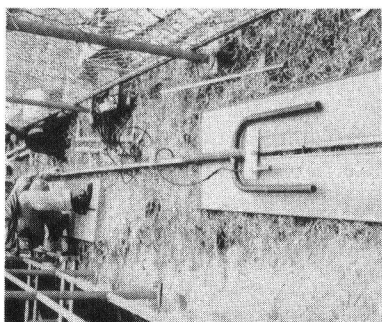


写真-1 流速測定プローブ



写真2 流速測定の様子

3. 考 察

今回実測した流速分布形から対数則を仮定して、その傾きから動水勾配を求め粗度係数を検討することにした。図-3に示した補修前と補修後の流速分布図

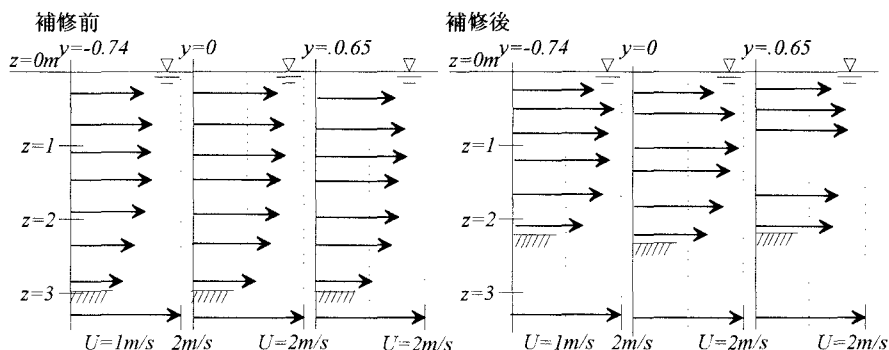


図-3 流速分布図

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。また、補修後の流速が補修前に比べて速くなり、水深も低くなっている。図-4に補修後の水深と流速の関係の一例を示しが、表面付近での流速が遅くっており必ずしも対数則を満足していない傾向もある。ところで、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 とすると次式にのように表される。

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

ここに、 U :流速、 k_s :相当粗度、 U^* :摩擦速度。そこで(1)式を次式のように流速と水深の関係に変形する。

$$U = 5.75 U^* \log \left(\frac{z}{h} \right) + c \quad \cdots (2)$$

ここに、 h :水深。図-4に示されているように、このグラフの傾きから摩擦係数 U^* を求め、この値から(3)式に代入し動水勾配 i を求めた。

$$U^* = \sqrt{gh \sin \theta} = \sqrt{ghi} \quad \cdots (3)$$

この動水勾配 i を I として、マンニングの平均流速公式

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad \cdots (4)$$

において流速 v を水深方向の平均流速、径深 R を水深 h としてマンニングの粗度係数を求めた結果は、表-1のようである。この実測定に使用した導水路は、劣化が少ない比較的水路表面に凹凸がない水路であったため補修前の粗度係数も0.015と小さかった。その同一場所で測定した補修後の粗度係数は0.013となり粗度が低減されたことが明らかになった。

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、補修効果を検討した。これによると、粗度改良補修をすることにより粗度係数で0.015が0.013に減少した。すなわち、補修前の流量と比較すると約1.2倍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。

参考文献

- 1) 新井宗之、福島浩一; 動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; 補修後動水路の粗度係数、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第6部、698

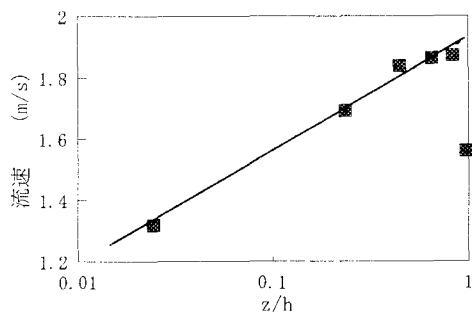


図-4 補修後の水深と流速の関係(中心部)

表-1 粗度係数 n と動水勾配 I

	粗度係数 n	動水勾配 I
補修前	0.015	1.8×10^{-4}
補修後	0.013	1.3×10^{-4}