

VI-349

補修後導水路の粗度係数

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割程度であり、8割は火力及び原子力発電によって供給されている。しかしながら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、環境との融合をはかりながら推進される必要がある。しかしながら、現存する施設は50年以上も経ったものが半数にも至っており、木曽川水系においても大正時代に施工された導水路を用いている例は少なくない。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いる。このためこの導水路の補修・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、補修後約1年経過した導水路の粗度係数について流速分布等を実測し検討した。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A発電所の導水路で流速測定を行った。この導水路は大正10年頃に施工されたもので、何度か補修経緯があるが、漏水防止工事とともに水路表面が補修されほぼ1年が経過しているものである。補修された区間は暗渠から開渠部になった約300mである。この補修された水路は図-1に示すように、初め約100m区間が直線部の水路で後の約200m区間は緩やかに蛇行した水路である。本研究で測定に供した位置は直線水路部のほぼ中央部で、暗渠部から開渠部になった約50mの位置である。この直線部分の水路断面は図-2に示すように深さ4.7m、幅約6mの台形断面水路で、流速測定は水路中央部から左岸側の4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-3に示す。長さ6.5mの円形パイプ(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水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様子は写真-1、2に示すとうりである。流量は発電に供しているため時間単位で制御されている。このため、全測定内で流量一定という条件では測定されていない。図-4は流速測定結果である。水深方向の測定にほぼ様な流量で測定が可能であったが、測定用支柱などの移動に時間を要し、流量も時間単位で制御されるため横断方向の流速測定の条件は様ではなかった。

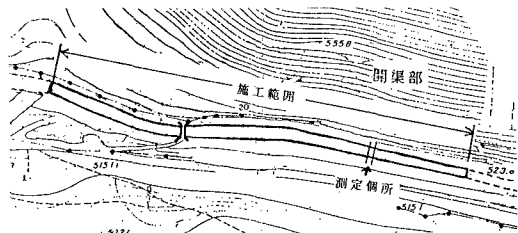


図-1 測定位置図

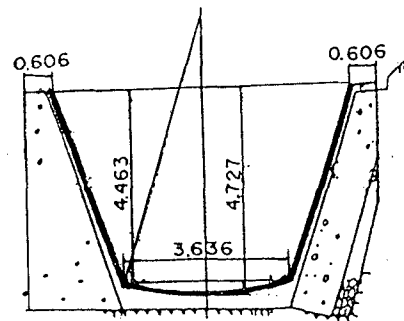


図-2 水路断面

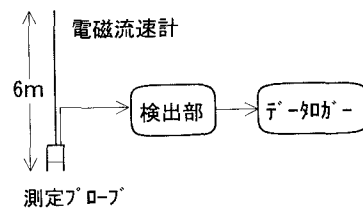


図-3 流速測定システム

3. 考 察

流水流量は発電量から得ることもできるが、ここでは流速分布形から対数則を仮定して粗度係数を検討することとする。図-4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はほぼ様な流速分布形をしており、対数則と仮定することができると思われる。しかし、図-5の関係などをみると細部については必ずしも対数則を満足していない傾向もあるが、ここでは対数則を仮定し、細部については今後の課題にしたい。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 軸とすると次式のように表される。

$$\frac{u}{u^*} = A_r + \frac{2.30}{\kappa} \log \frac{z}{k_s} \quad \dots (1)$$

ここに、 u :流速、 k_s :相当粗度、 κ :カルマン常数($=0.4$)、 A_r :常数(粗面乱流の場合8.5)、 $u^* (= \sqrt{ghs \sin \theta} \approx \sqrt{ghi})$:摩擦速度。そこで(1)式を次式のように変形する。

$$u = 5.75 u^* \log(z) + c \quad \dots (2)$$

流速測定結果のうち $y = -0.8\text{m}$ (水深中央部から左岸側へ 0.8m) での u と z の関係を図-5に示す。この図の勾配から摩擦速度 u^* を求め勾配 i を得ると、 $i = 3.272 \times 10^{-5}$ である。この勾配を動水勾配とし ($i = I$)、マンニングの平均流速公式

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

において流速 v を水深方向の平均流速、径深 $R = R = h$ として、マンニングの粗度係数を求めると、 $n = 0.014$ を得る。筆者らが行った詳細な実験による結果では、表面補修後の粗度係数の粗度係数は $n = 0.013$ であった。上記の計算では径深 R に水深 h の値を用いることにより粗度係数 n が大きめの値となっていると思われるが、ほぼ実験水路での測定結果と同程度の値を示している。

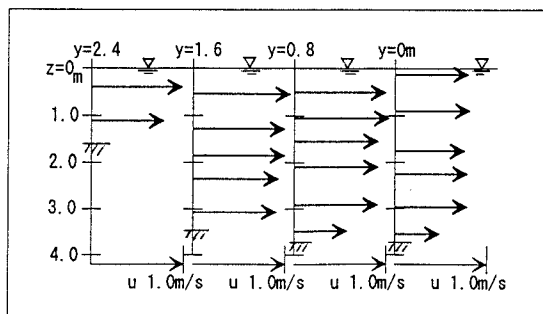


図-4 流速分布図

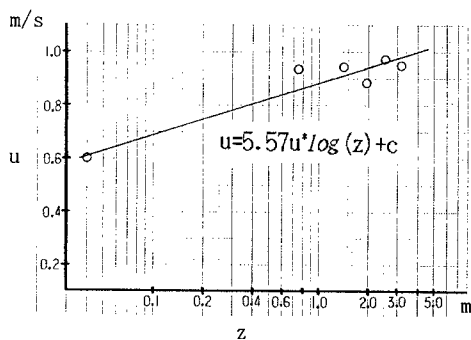


図-5 $y = -8\text{m}$ での u と z の関係

4. おわりに

以上補修後1年後経過した導水路の粗度係数を検討した。それによると、実験水路での結果とほぼ同程度の結果を示している。

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

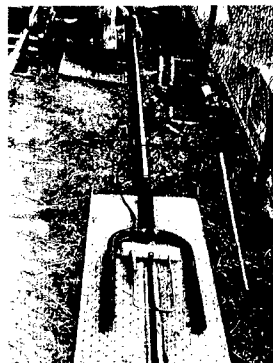


写真-1 流速測定プローブ

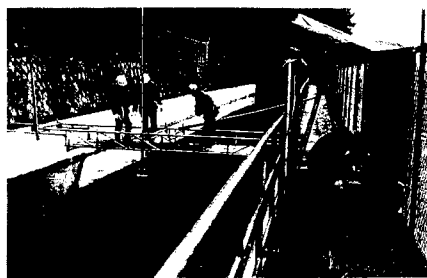


写真-2 流速測定