

バイパス流を伴う曲がり管流量計

山口大学農学部 西山 壯一

1. まえがき

曲がり管流量計の原理と利点について簡単に述べる。曲がり管を水が流れるとき、遠心力のため、曲がりの外側が内側に比べ水圧が高くなる。したがって、その内側と外側をパイプで結べばその回路に外側か

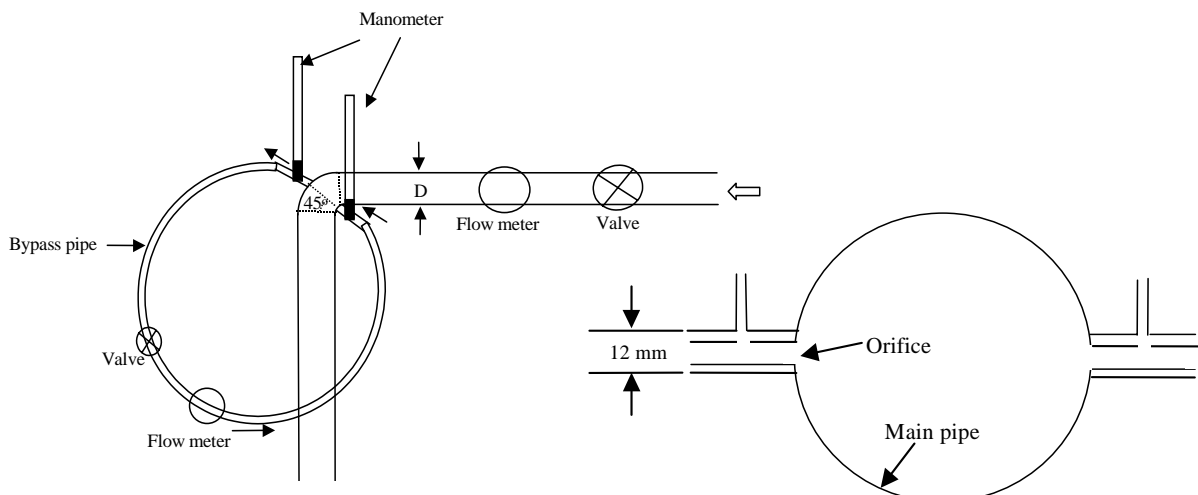


Fig. 1 Layout of the experimental device Fig. 2 Details of bypass route section

ら内側に向かって、水が流れる(これをここではバイパス流と称する)。この流量は本管流量に比例する。そこでこのバイパス流の流量を測定すれば本管の流量がわかることになる。そして、このバイパス流量は本管の流量の数十分の一程度である。したがって、流量計も本管流量を直接測るそれに比べ、数十分の一の容量を持つ流量計で対応できることになり極めて、低コストとなる。筆者が体験した例では、100mm管内を流れる流量を測定する場合、直接測定したら約10万円かかったのがバイパス流を測ることによって、1万円以内で測定可能であった。もちろん器械の価格は精度によっても異なるので一概には論じられない。本管流量とバイパス流が比例する範囲、設計手法については引用文献⁴⁾に論じている。農業分野において、低コストで農作物を生産することは極めて重要なことである。すなわち、人間の生存にかかわる食料は安く供給されねばならない。そしてそのことが世界の農業の永遠の課題でもある。したがって、灌漑施設を低コストで作ることも重要である。すなわち、施設費は、生産に要した費用として、価格に跳ね返ってくるのである。従来の管水路の流量計で典型的なものは流れに狭窄部を設け、そこの水圧差を測定し、流量を測るのが一般的であった。この場合、水頭差を生じさせるためエネルギーの損失がある。すなわちもしポンプで水を送っていたら、この水頭差が不要であればポンプの馬力は少なくてすむことになる。灌漑施設には通常曲がり管が存在し、それを流量計として使うのが曲がり管流量計の一般的な使い方である。これに関してはすでに成果もある^{1,2,3)}。

2. 実験装置と方法

2.1 実験の目的

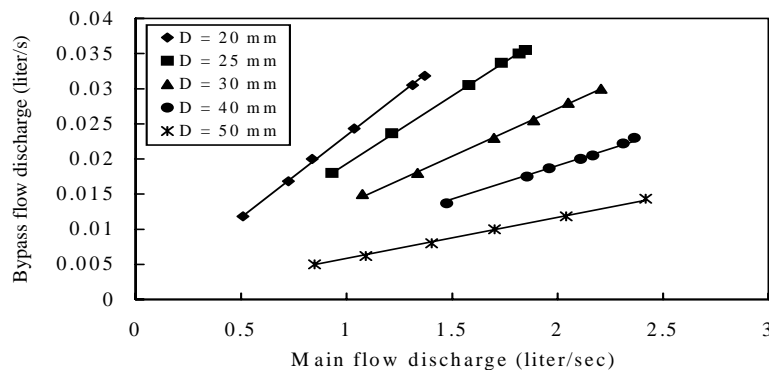
実験の目的は曲がり管の流れの水理特性を明らかにして、曲がり管流量計の設計に必要な水理データをj得ることである。 Fig.1 に高水槽から流下している管水路と曲がり管を示している。流量はバルブの開度に

より調節が可能である。曲がりの入り口から 45 度の位置にオリフィスがありその口径は 5mm および 10mm である。Fig.1 はまた、バイパス流の上流端および下流端の水頭を測定するタップがあり、マンメータに接続していることも示している。バイパス流の流量が、さらに、バイパス流の上下流端において、水頭がそれぞれ測定されることになる。

3. 実験結果と考察

3.1 本管流量とバイパス回路の流量との関係

Fig.3 に本管流量とバイパス回路における流量との関係を示す。本管流量とバイパス管流量とは比例していることが明らかである。これから次の式が得られる。



**Fig. 3 Relationship between main and bypass flow discharges
(Orifice diameter, $d = 5$ mm)**

$$q/Q = C_1 \quad (1)$$

ここで Q = main pipe flow rate, q = bypass route flow rate, C_1 = coefficient (constant).

このことは、バイパス回路の流量を測定すれば、本管流量を知ることが出来ることを意味する。流量比は 1/50-1/170 である。したがって、極めて小さい容量の流量計で測定が可能であり、低コストとなる。

3.2 その他の必要な実験

1) バイパス流がある場合の本管流量と曲がり内外の水圧差 2) バイパス流がない場合の本管流量と曲がり内外の水頭差 3) バイパス流の水理抵抗(水頭差とバイパス流量に關係)

3.1 および 3.2 に示す 4 種の実験から、本管流量とバイパス回路の流量が比例する理由、比例する範囲が明らかとなる。また、設計手法も明らかとなる⁴⁾。

引用文献

- 1) John A. Replogle, Liloyd E. Myers, F and Kenneth J. Brust: Evaluation of pipe elbows as flow meters, Proc. ASCE, IR3,17-33 (1966).
- 2) Larhfi, M. S. Nishiyama: Characteristics of bypass flow across PVC pipe elbows, Trans. ASAE 39(2) 505-510 (1996).
- 3) Larhfi, M. S. Nishiyama: Bypass flow across a bend for chemical injection into microirrigation system, Trans. ASAE 39(4) 1231-1327(1996).
- 4) B.ZYuan, S.Nishiyama, M.Fukada, H.Kanamori: Hydraulic design procedure for bypass flow meters using pipe bend, Transactions of the ASAE, 46(2), 279-285(2003)