

TM/TC による幹線開水路の需要主導的活用

Application of TM/TC to main open canal control for demand oriented water distribution

○木村匡臣*、山村愛二*、飯田俊彰*、久保成隆*

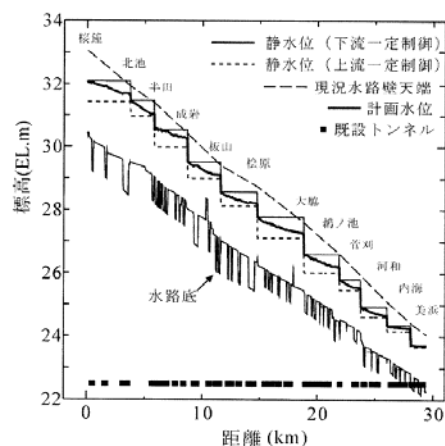
○Masaomi KIMURA, Aiji YAMAMURA, Toshiaki IIDA, Naritaka KUBO

I. はじめに Check Gate (CKG) は、支線水路への分水を確実にするため、幹線水路水位を調節する機能と同時に、水理情報を伝達する機能を併せ持つ。CKG の制御方式には、上流水位一定 (UC) 制御方式と下流水位一定 (DC) 制御方式があり、前者は供給主導型、後者は需要主導型の配水に適する。UC 方式では影響が下流方向に、DC 方式では上流方向に伝わるが、その伝播速度は洪水波の波速程度で、支線水路が管水路の場合、その接続点には、通常、Buffer pond が必要である。また、両方式では最大可能流量が大きく異なる。これは静水時に溢水を防ぐため、DC 方式では Check 水位を低く設定せざるを得ないためである。以上より、幹線開水路において DC 方式で需要主導型配水を実現する際の障害は、開水路の持つ伝播速度の遅さと最大流量が小さいとすることができる。

II. 目的と方法 本研究の目的は、施設規模を大きくすることなく、大流量を供給できる需要主導型の配水システムを開発することである。通常の DC 方式では、CKG 直下流水位を監視するので大流量を流せない。そこで一つ下流の CKG 上流水位を監視して当該 CKG を操作できれば、流況情報を上流側に伝播しつつ大流量を流すことが可能となる。そのような仕組みは TM/TC を活用することで実現可能である。その際、TM 情報の処理と TC 操作が問題となる。研究方法として、非定常流シミュレーションを用いる。幹線水路での流況、支線への分水、CKG 群の動きを再現して、配水システムの性能を調べる。

III. 対象とする水利システム 愛知用水の農業用水専用の約 30 km 区間を研究対象とする。ここには 50 箇所以上の分水工と 12 基の CKG が設置されている。上流側から、桜鐘 CKG は流量制御が、北池 CKG は灌漑期間中は全開操作が、以下の 9 基の CKG では上下流水位制御が、末端の美浜 CKG では上流水位一定制御が行われている。**Fig.1** は幹線水路縦断面図で、DC 制御 (実線) と UC 制御 (破線) が行った場合の静水位を示す。計画水位を達成できるように DC 制御を行った場合、静水位が CKG 地点で天端を越える。

IV. 現状分析 現在の送水ルールに従って配水操作を行った場合の 7 日間 (2013 年 6 月 8 日～14 日) の供給流量と需要流量を **Fig.2** に示す。現在は予定注文方式で、過不足なく配水されていることが分かる。仮に、現在の施設を DC 方式で操作した場合の需要流量と供給流量を **Fig.3** に示す。今回の需要流量に対しては、水路内貯留量を活用することで、辛うじて不足を生じていないが、需要流量が 1.1 倍になれば需要を満足できない分水工が 9 箇所になる。

Fig.1 愛知用水 (農水専用区間) の縦断面図¹⁾

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo キーワード: Check Gate、下流水位一定制御方式、需要主導型配水、TM/TC

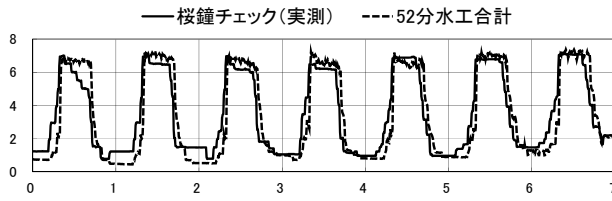


Fig.2 供給流量と需要流量 (7日間)

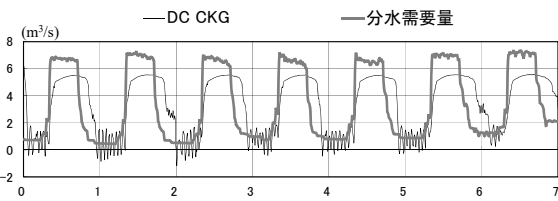


Fig.3 現状施設規模で需要主導型配水を実施した場合の供給可能量

V. TM/TC を用いた制御方式 ①貯留量均衡制御 (Constant Volume Control) 方式は、Fig.4 に示すように、下流 CKG 直上流水位の変動に対して当該 CKG の下流水位を変動させ、2つの CKG 間の貯留水量をほぼ一定に保つ様に制御する方式である。下流 CKG の水位情報を、直ちに当該 CKG に伝達する必要があるため、TM/TC 技術が不可欠である。当該 CKG の水位を変動させる方法としては、直接、当該 CKG の開度は変更せず、当該 CKG の下流設定水位を変更して、設定水位に追随するように、CKG の開度変更を行う。この方式は需要主導型配水が可能で、最大流量は UC 方式と DC 方式の間である。

②最大流量等流制御 (Max uniform flow Control) 方式は、供給可能流量を増加させる目的で、Fig.5 のように等流状態での最大需要時水面形を想定して、上下流の CKG の静水面からの乖離量の比率から制御量を決める方法である。

Fig.6 は CVC 方式で配水した場合の需要・供給流量を示したもので、Fig.3 の DC 方式に比べて、供給流量の追随性が良いことが分かる。CVC 方式の場合、需要流量が現状の 1.35 倍まで増やしても追随性は良好である。Fig.7 は MC 方式での配水時の需要・供給流量で、需要流量は現状の 1.6 倍である。需要流量への即応性は良好であるが、流量急増時に Over Shoot が見られる。なお、図中の a は Fig.5 中の ΔH_2 と ΔH_1 の比率、w は ΔH_1 を加重平均する際の等比級数初項の重みである。

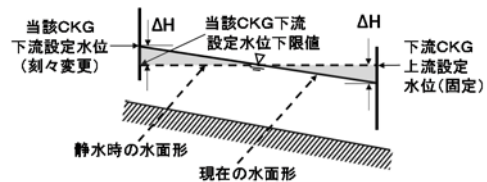


Fig.4 貯留量均衡制御方式

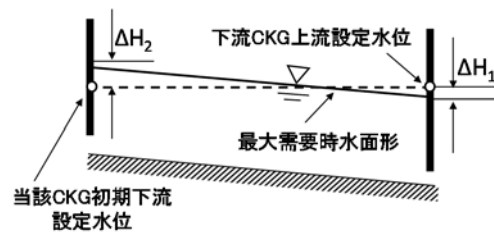


Fig.5 最大流量等流制御 (MC) 方式

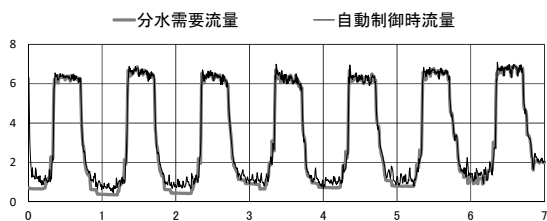


Fig.6 貯留量均衡制御方式による供給流量 (7日間)

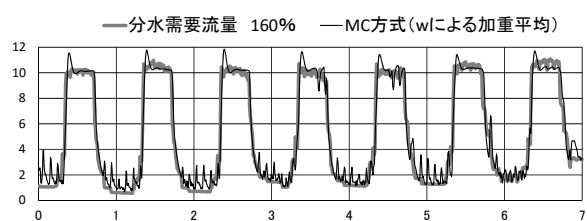


Fig.7 最大流量等流制御 (MC) 方式による供給流量 ($a_1=2.0, a_2 \sim a_6=1.0, a_7 \sim a_{11}=0.0; w_1=0.001, w_2 \sim w_6=0.01$)

VI. おわりに 幹線開水路において、需要に対する即応性が良好で、大流量を供給できる需要主導型の配水システムが可能性かどうかを検討した。その結果、TM/TC 技術を活用した以上に示した 2 方式が有力な候補に成り得ることが明らかとなった。ただし、CVC 方式では最大流量において、MC 方式ではシステムの安定性において課題が残った。

引用文献：1) 稲垣仁根, 井爪宏, 益田和範 (2011), Journal of Rainwater Catchment Systems 17(1), p.34.