

最大流量等流制御(MC)方式による需要主導型配水システムの提案

Proposal of demand oriented water distribution system
using max flowrate uniform flow control method

○山村 愛二*, 久保 成隆*, 飯田 俊彰*, 木村 匡臣*

Aiji Yamamura*, Naritaka Kubo*, Toshiaki Iida*, Masaomi Kimura*

1. はじめに 多くの農業用水において、幹線水路は供給主導の開水路となっているが、近年、支線や末端水路は管路化が進み、需要主導の管水路となっている。そこで、需要主導型の配水システムを実現するためには両者を接続するファームポンドなどの貯留施設が必要となるが、制約により貯留施設を設置できない箇所において開水路を需要主導型の配水システムで生かすためには、水路内貯留や TM/TC、テレメーター・テレコンメーターなどの先進技術を用いる必要がある。チェックゲートの基本的な制御方式として、供給主導型の上流水位一定制御(UC)方式と、需要主導型の下流水位一定制御(DC)方式があり、需要主導型の配水システムを実現するためには DC 方式を採用するのがよいと考えられるが、DC 方式は通水可能流量が小さいという欠点を有する。そこで、最大流量等流制御(MC)方式が考えられる。この方式においては、Fig.1 のように最大需要時水面形と静水面との関係から増幅率 a を設定し、下流チェックゲートでの水位と静水面との乖離水位 ΔH_1 を TM/TC により当該チェックゲートに伝達し、当該チェックゲートでの乖離水位 ΔH_2 を $\Delta H_2 = a\Delta H_1$ として制御する。このような制御により、DC 方式と同様に当該チェックゲートの下流水位を制御して需要主導になっているにも関わらず、流量を UC 方式を用いた場合に近づけることができ、DC 方式の流量の小ささを補うことができると考えられる。久保(2015)において、MC 方式は最大配水流量において優れていることが判明している。

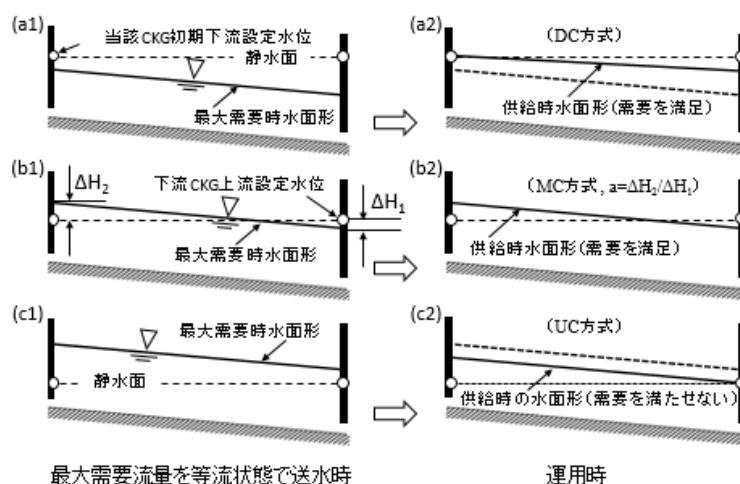


Fig.1 MC 方式
MC method

2. 方法 MC 方式によってチェックゲートを操作することで、現在の施設規模を変えずに大流量を供給できる需要主導型配水システムを提案することを目的として、MC 方式における各プール(チェックゲート間の区間)の増幅率 a を求めて、愛知用水農業専用区間において開水路非定常流シミュレーションで検討した。

*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：開水路流れ、数値流体力学

増幅率 a の求め方についてだが、まず需要最大流量を与えたときの水路内各点の **normal depth** を Manning 式より計算した。需要最大流量は、各分水区の計画流量を流した際の流量の 80% の流量を A、各分水区の観測最大流量を流した際の流量を B、制限流量が一定である区間の最上流端で制限流量とほぼ等しい流量が流れるように各分水区の分水量を決定して決まった流量を C とした。そして、Fig.3 のように、**normal depth** に水路底標高を加えた水位の点群に対して各プールについて近似直線を引き、

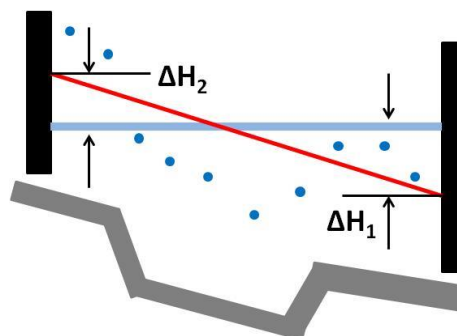


Fig.2 最大需要時水面形の決め方
Decision of water surface in maximum demand

これを最大需要時水面形と仮定して $\Delta H_2/\Delta H_1$ を計算した。Tab.1 にその結果を示す。この $\Delta H_2/\Delta H_1$ もとに増幅率 a を設定した。

Tab.1 $\Delta H_2/\Delta H_1$

プール		1	2	3	4	5
需要最大流量	A	0.709061	1.137427	0.728027	0.675562	0.1141
	B	0.784226	0.808252	0.546828	0.378034	-0.00283
	C	1.472362	0.988254	0.816588	0.979047	2.231707

プール		6	7	8	9	10
需要最大流量	A	0.971708	-0.17813	0.785369	0.041969	-0.34948
	B	0.376162	-0.40602	-0.23349	-0.33965	-0.53558
	C	1.345523	-0.06747	1.144262	0.140185	-0.25271

3. 結果と考察 Tab.2 にシミュレーションで用いた増幅率 a の組み合わせを示す。

Tab.2 増幅率 a

プール	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
②	1.5	1	1	1	0	1	0	1	0	0

Fig.3 に需要流量 100%でのシミュレーション②の結果を示す。MC 方式を用いることで十分な最大流量と需要に対する追従性が得られることが分かる。

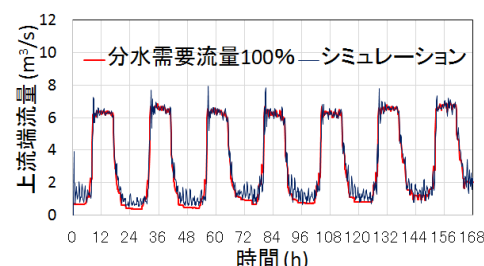


Fig.3 需要流量 100%でのシミュレーション②
Simulation ② in 100% demand flowrate

需要流量 140%でのシミュレーション②の結果を Fig.4、シミュレーション①の結果を Fig.5 に示す。どちらのシミュレーションにおいても最大流量について十分でない。また、最大流量について②では 8.8492 (m³/s)、①では 7.912 (m³/s) と大きな差が見られた。①と②で異なるのは最上流端の第 1 プールの増幅率 a のみであることから、第 1 プールの増幅率 a が最大流量について差を生んだ要因の 1 つであることが分かり、より適切な値を検討する必要がある。

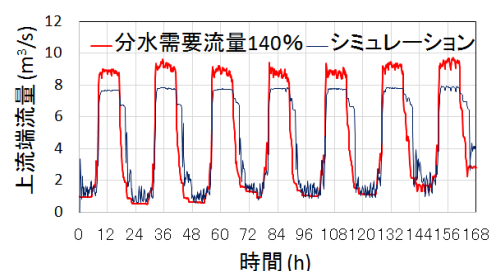


Fig.4 需要流量 140%でのシミュレーション②
Simulation ② in 140% demand flowrate

引用文献

久保成隆 (2015) : TM/TC を活用した需要主導型大容量開水路配水システムの開発. 平成 27 年度応用水理研究部会講演集, 57-66.

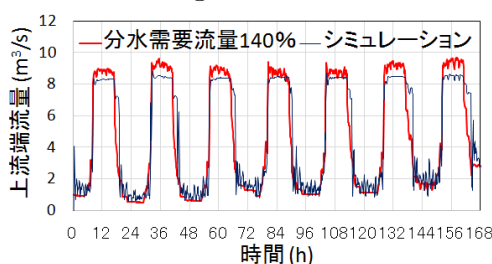


Fig.5 需要流量 140%でのシミュレーション①
Simulation ① in 140% demand flowrate