

〔製品と技術〕

可変定流量制御弁（ユニフロー弁）

< $\phi 50 \sim \phi 600^{\text{mm}}$ 可変定流量制御弁の性能と適応性 >(株)横田製作所 熊中 紳二
Shinji Kumanaka

1. はじめに

産業の発展と生活様式の多様化に伴い水の需要量が益々増加する中で地球環境問題が叫ばれている近年、水資源・エネルギー資源の有効活用するための適切な治水事業が重要な課題となってきた。そのため水源の確保に水資源開発公団、農林水産省が中心となって各地で水利事業が実施されている。

その基本方針となる

- ① ダム・揚水機場を中心とした水源確保
- ② 水源から受益地への送水
- ③ 受益地での配水

の3種類に大別される中で当社では受益地末端での分水工において水を有効かつ公平に分配できる「可変定流量制御弁（ユニフロー弁）」を開発し20年余りの実績を積んできた。

本稿ではその優れた性能面について農業工学研究所に於いての試験内容を中心に各農政局の事業所での実働を紹介する。

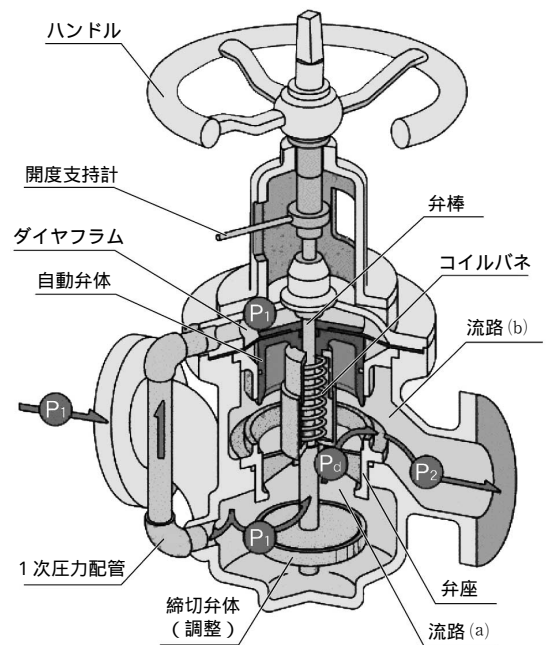
2. 分水工の問題点

- ① 分水工の地形は一様ではなく標高や水源からの距離等条件はまちまちであり、分水工での有効水頭も水利用状況、水源条件により変化する。また季節により必要水量が変化するため必要量に応じて弁の開度調整をしないと供給源とのバランスが崩れてしまい、水不足等の問題が生じるため制水弁等による手動だけの分水工管理は難しい。
- ② 分水工管理は一般には農家の方等、受益者に委ねられることになり、複雑な操作や重たい弁操作の重労働は期待できない。

以上の問題が考慮された分水工にならないと水の有効利用はできない。

3. 作動原理

- ① ハンドル操作により締切（調整）弁体の開度を調整して、必要流量にセットすると、入口圧力（1次圧力 P_1 ）は、流路(a)の絞り抵抗で中間圧力（ P_d ）に調整される。



第1図 作動説明図

- ② また（ P_1 ）は1次圧力配管を経てダイヤフラム上面に加わり、自動弁体を押し下げる。
- ③ 一方下方からは、中間圧力（ P_d ）とコイルバネの作用力で押し上げられ、バランスするまで作動して、流路(b)を形成し出口圧力（ P_2 ）に収束する。

- ④ (P1) が変動して入口圧力が上昇してくると、流量が増加しようとしても圧力の伝播が優先して、ダイヤフラム上部に作用する (P1) で自動弁体を押し下げ、中間圧力 (Pd) とコイルバネの作用力にバランスするまで流路 (b) を自動的に絞り、吐出量を自動制御する。

この原理はあくまでも設定された締切弁体の開度で発生する (P1) と (Pd) の圧力差で作動しているため、入口圧力 (P1) の変動に対しても、管末の圧力変動による (P2) の変化に対しても関係なく、締切弁体の開度に比例した一定流量となる。

- ⑤ 通常リフト型調整弁は弁体に対し常に大きな偏荷重が懸かり大型や高圧型には向かないが、ユニフロー弁は締切（調整）弁体の下流側の室の圧力が終始 1 次圧力 P1 より僅かに低い程度（通路損失程度）の Pd であるため偏荷重が殆どなく、弁の大きさや、使用圧力に関係なくハンドル操作が軽快であり、メカトロ化も容易に計画できる。

第 1 表

口径	形式	最大流量 標準差圧		適用電動機型式
		m ³ /min	ℓ/sec	
50	UFS-50R	0.27	4.5	SLB-010
80	UFS-80R	0.68	11	
100	UFS-100R	1.20	20	
150	UFS-150R	2.70	45	SLB-020
200	UFS-200R	4.80	80	
250	UFS-250R	7.50	125	
300	UFS-300R	10.80	180	SLB-060
350	UFS-350R	12.00	200	
400	UFS-400R	15.90	265	
450	UFS-450R	19.80	330	
500	UFS-500R	23.40	390	
600	UFS-600R	35.00	580	

に設定された流量を保持するものであるため、本実験において、その機能を確認するため定流量弁前後の制

4．可変定流量制御弁の諸元

可変定流量制御弁の諸元は第 1 表の通り。

5．性能試験の結果

本弁は(社)畑地農業振興会に委託し、その試験を農業工学研究所が実施し、昭和55年に始まり、平成元年、2年、3年と4回行われた。

(1) 試験装置

農業工学研究所に於いて第 2 図の試験設備にて行う。

(2) 測定内容

定流量弁の機能は弁前後の圧力の変化に対して、常

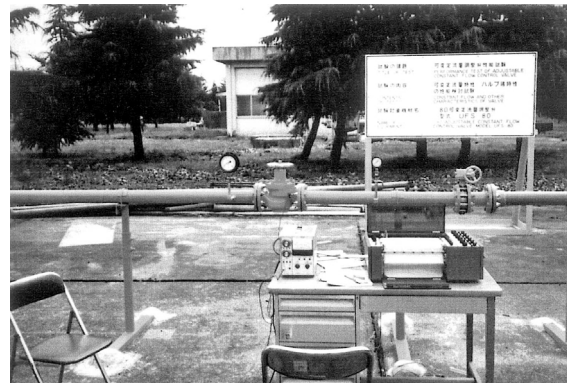
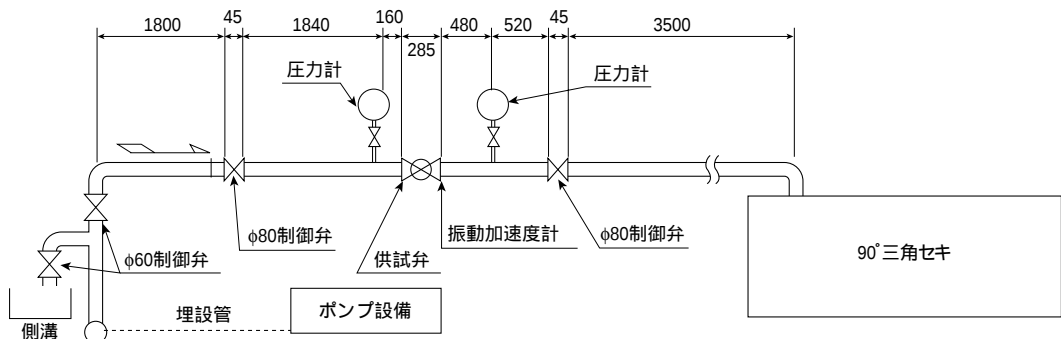


写真 1 農業工学研究所試験風景



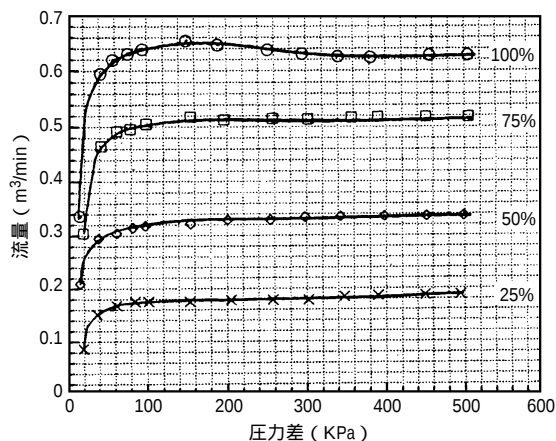
第 2 図 UFS-80用の試験施設

御弁を操作することにより、定流量弁前後の圧力差を変化させ、それぞれの圧力差における流量の変化を測定する。

あらかじめ設定された開度目盛を100、75、50、25%にそれぞれ開度を設定し、その開度において2次側の弁を操作して2次側圧力が0～69KPa付近になるような位置に固定する。

その後1次側の弁を操作して1次側圧力を0～0.5MPaまで段階的に変化させ、その時の流量を三角セキにて測定した。セキの計算はJISB8302（ポンプ吐出流量測定方法）による。

バルブ開度、1次圧、2次圧、圧力差と水量の各数値、及び各バルブ開度における圧力差と流量との関係のグラフを第3図に示す。



第3図 UFS-80の定流量特性

(3) キャビテーション測定と特性

定流量特性の測定と同一の装置に於いて、定流量弁に振動加速度計を取付け、2次側圧力計及び1次側圧力計を順次変化させながらそれぞれの差圧状態に於ける加速度（Gal）を読み取る。

また、UFS-80Rに於いて弁の開度を流量測定時と同じく100、75、50、25%と変化させ、それぞれについて同様の測定を行い、第4、5、6、7図に示す。

キャビテーション係数 σ の値は下記計算式に依った。

$$\sigma = (10 + h_2) / (h_1 - h_2)$$

σ : キャビテーション係数

h_1 : 1次側圧力水頭（m）

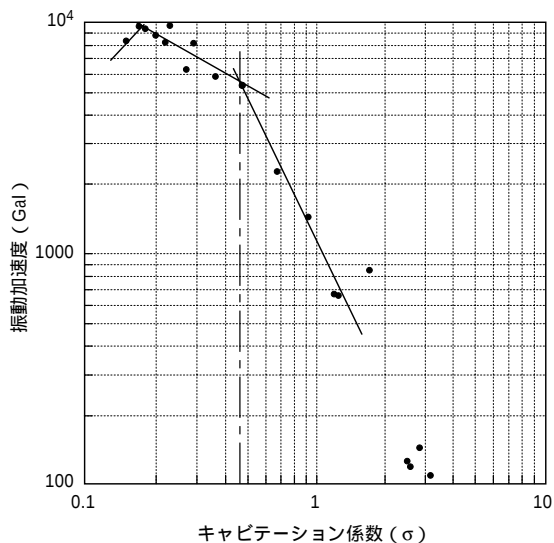
h_2 : 2次側圧力水頭（m）

グラフより臨界キャビテーション係数の値は、

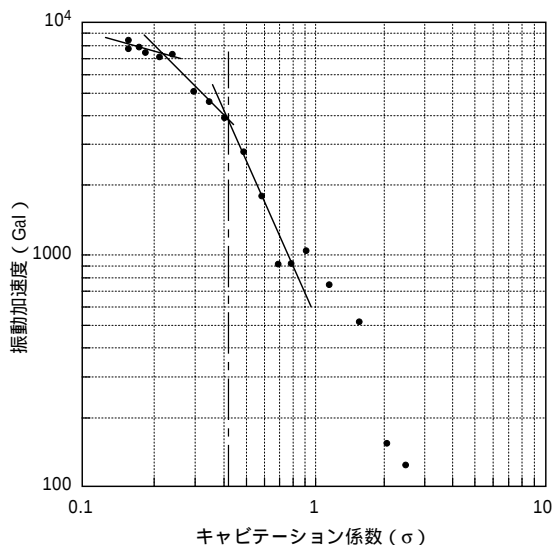
100%開度で $\sigma = 0.45$ 、75%開度で $\sigma = 0.41$ 、50%開度で $\sigma = 0.48$ 、25%開度で $\sigma = 0.42$ 、と推定できる。

(4) 流量測定の評価

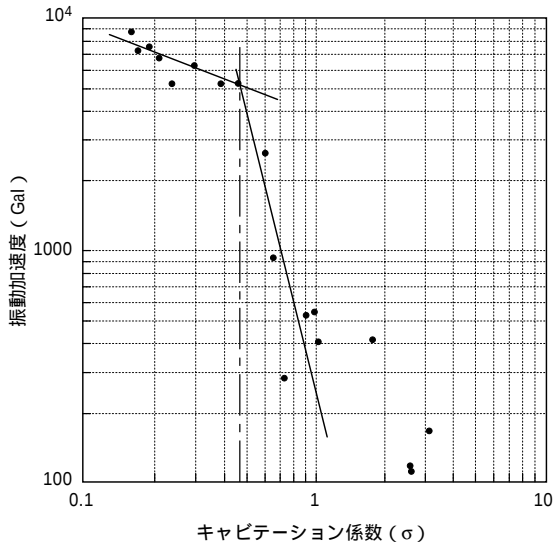
第3図の通り、圧力差50～500KPaの範囲に於いて最大値と最小値の変動比が、25%開度において1.152と多少大きな部分も見られるが全般的に1.1以下の変動比であり、 $\pm 5\%$ の精度を満足しており、定流量機構が十分に作動していることが示されている。



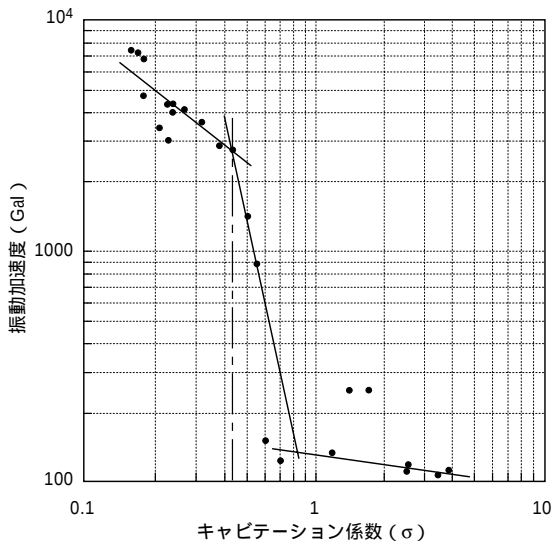
第4図 UFS-80 キャビテーション特性（弁開度100%）



第5図 UFS-80 キャビテーション特性（弁開度75%）



第6図 UFS-80 キャビテーション特性（弁開度50%）



第7図 UFS-80 キャビテーション特性（弁開度25%）

6．電動化について

分水工管理は楽になってきているとはいえ、人力に頼る所はまだ多く、限界もある。今後は電動化による無人管理も必要になってくるであろう。

可変定流量制御弁（ユニフロー弁）は圧力変動に対して弁内部の自動機構が応動するため、外部からの制御は全閉と全開との往復動作だけである。しかも流量

調整に必要な力が小さいために低出力（第2表参照）での電動化が可能であり、ソーラーシステム等のエネルギーシステムへの対応を容易にする。

第2表

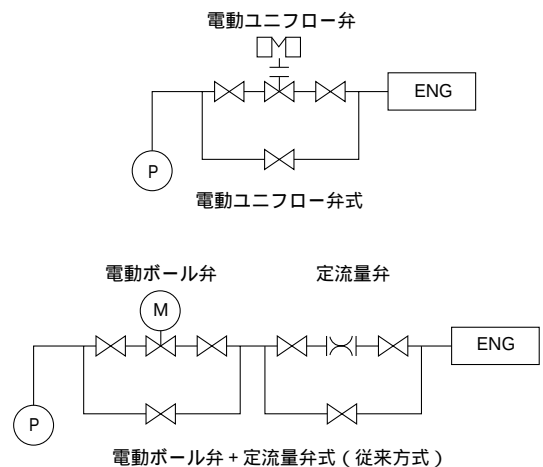
形式	トルク	電動機出力	質量	電源
SLB-010	98Nm	20W	10kg	単相 100、200V 110、220V 三相 200、400V 220、440V
SLB-020	196Nm	20W	10kg	
SLB-060	588Nm	50W	16kg	

これは広大な水田地帯や山間部の畑地かんがい等、電力事情の悪い地域でも電動化を可能にし、将来期待できるものと思われる。

7．ラインの簡素化

ユニフロー弁の採用で配管ユニットにおけるシステムのコストダウンができる。

通常は第8図のように電動ボール弁のユニットと定流量弁のユニットの組合せが必要であるが、電動式ユニフロー弁には定流量機能は勿論、外部からの流量調整の機能も締切弁の機能も兼ね備えているため配管ラインの簡素化が容易に図れる。



第8図 配管例

8．納入実績

第3表参照。その他多くのお客様にご採用いただいている。

第3表 納入実績

納入先	主な型式	台数
水資源開発公団殿	UFS-300他	17
関東農政局那須野原開拓事務所殿	UFS-250他	3
電源開発(株)高砂火力発電所殿	UFS-80	2
関東農政局霞ヶ浦用水農業水利事業所殿	UFS-600他	98
東京熱供給(株)殿	UFN-65他	117
北海道開発局旭川開発建設部殿	UFS-80他	5
中四国農政局南予農業水利事業所殿	UFS-250他	4
広島県東広島農林事務所殿	UFS-250他	28
茨城県土浦土地改良事務所殿	UFS-600他	18
茨城県水戸土地改良事務所殿	UFS-600他	13
九州農政局殿	UFS-250	1
(株)福岡エネルギーサービス殿	UFS-200	15
関東農政局新利根川沿岸農業水利事業所殿	UFS-350他	7
茨城県下館土地改良事務所殿	UFS-400他	51
旭化成工業(株)レオナ原料工場殿	UFS-50他	8
神戸市緑農海浜公社殿	UFS-150他	21
富山県呉羽射水山麓用水土地改良区殿	UFS-250他	7
東京電力(株)袖ヶ浦発電所殿	UFN-150他	5
東海農政局長良川用水農業水利事業所殿	UFS-400M	2
三菱重工業(株)高砂製作所殿	UFN-150他	38
中国電力(株)島田変電所殿	UFN-80	2
富山県高岡農林事務所殿	UFS-200他	151
西部石油(株)山口製油所殿	UFN-150他	13
沖縄総合事務局宮古農業水利事業所殿	UFS-250	1
広島県高田地方農村整備事業所殿	UFS-50	12
盛岡地方振興局盛岡農村整備事務所殿	UFS-500他	2
千葉県市原土地改良事業所殿	UFS-350他	2
埼玉県入間市水道局殿	UFS-150	2
香川県仲多度土地改良事務所殿	UFS-350RM他	8
関東農政局両総農業水利事業建設所殿	UFS-600RM	2

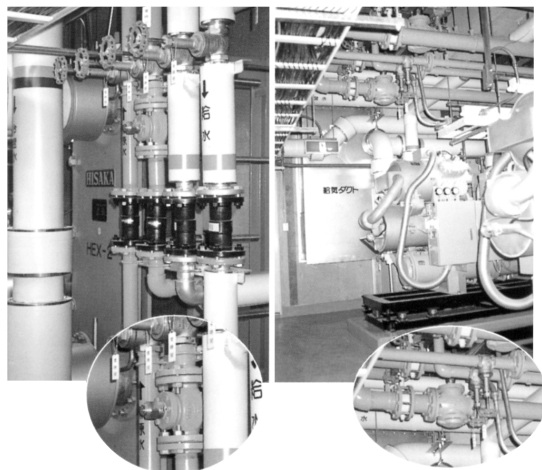


写真2 UFN型の配管設置例



写真3 UFS型の配管設置例

9. 用途

- ① 大規模地域ヒートポンプシステム、水処理システム
- ② 港湾吸水設備、工場分支配水システム
- ③ 農業用パイプ灌漑システム、ファームポンド配水、開水路への放流配水等

10. おわりに

前頭に述べたように産業の発展や生活様式の変化は著しく多様化してきている。膨大な設備と費用を使って対応するのは簡単だが、今日は省エネ等環境に優しいシステムに取り組む努力がなされている。今後さらに合理化するシステムの中で多様化する仕様を満足させられるよう迅速な対応が求められると思われ、さらなる要求に答えられる制御弁の開発に取り組んでいる。

<参考文献>

- (1) 月刊畑地農業「可変定流量調整弁の性能と農業かんがいへの適応性」, 1992年3月

【筆者紹介】

熊中紳二

(株)横田製作所 営業部 営業技術Gr.

〒730-0826 広島市中区南吉島1-3-6

TEL : 082-241-8676 FAX : 082-504-1115

E-Mail : yokota@aquadevice.com

URL : <http://www.aquadevice.com>