



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

流体制御に関する研究(V) :
フルイディクスにおけるセンタベント型素子の機能
特性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 古田, 力, 竹内, 龍三, 板垣, 博, 石井, 征亜, 柴田, 泉, 時田, 邦浩 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5890

流体制御に関する研究 V

——フルイディクスにおけるセンタベント型素子の機能特性——

古田 力・竹内龍三・板垣 博
石井征亜・柴田 泉*・時田邦浩**

農業水工学研究室

農業動力学研究室

(1986年7月31日受理)

Studies on Fluid Control. V

——Mechanical Characteristics of Center Vent Type Amplifier in Fluidics——

Tsutomu FURUTA, Ryuzo TAKEUCHI, Hiroshi ITAGAGI,
Yukitsugu ISHII, Izumi SHIBATA and Kunihiro TOKIDA

Laboratory of Agricultural Hydraulic Engineering and of Farm Power Machinery

(Received July 31, 1986)

Résumé

In this paper, the fundamental studies of discharge control by a fluidics system on the control equipment were made by hydraulic experiments with respect to an automatic control system of water management in agricultural water supply.

This experiment was carried out by making a fluidics system (Wall-attached bistable amplifier) of acrylic resin, and a supply of water for pump up from a tank into it.

The method of this experiment was as follows;

- (1) The output discharge volume was in the single stable condition.
- (2) The control discharge was switched by the bias flow and the characteristics of output discharge.

I. ま え が き

農業の近代化において、灌漑用水管理の高度化及び省資源の観点から、供給水自体のエネルギーによる自動制御のシステム化を目的としてフルイディクスの解明を行うものである。

その基礎的段階としてフルイディクス（側壁付着型二安定素子）を用い、作動流体として水を用いて実験を行い、機能及び特性の解明を行った。

フルイディクスはコアンダ効果¹⁾を原理としたもので、この素子の機能及び特性は素子内の噴流の挙動により影響を受けるものである。

前報²⁾³⁾⁴⁾までは、主としてフルイディクス・システムの主要部であるフルイディクスについて、基礎的研究として付着噴流における理論解析及び実測値との比較検討を、合成樹脂で試作したモデル素子を使用して行った。さらに流体制御に影響を与える素子の形状特性の一つであるスプリッタ形状については、シャープ・エッジ、カスプ及び駒の三種類の型について検討を行った結果、カスプ型素子は他の二種の素子に

* 宮田用水土地改良区

** 岐阜大学大学院農学研究科

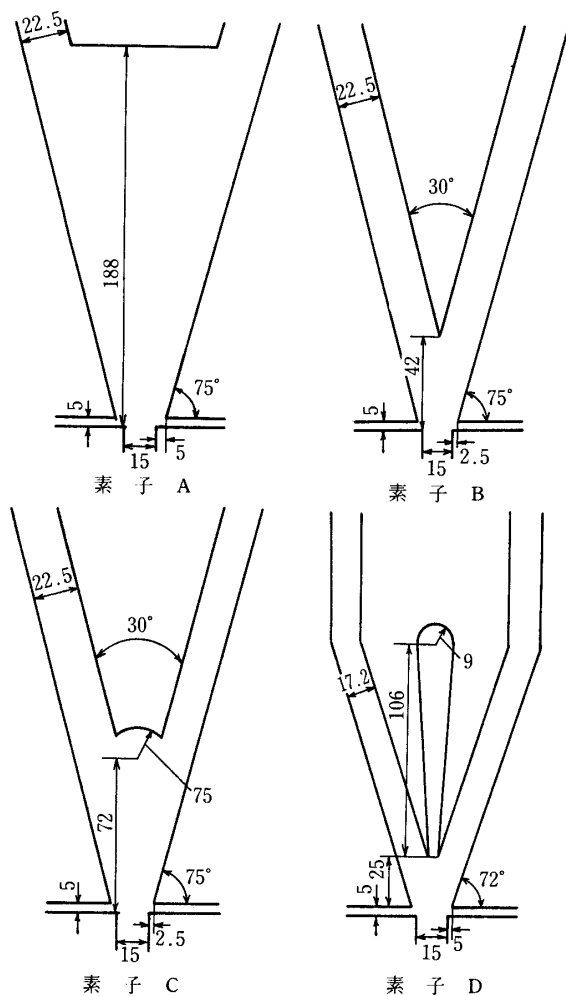


図-1 各種素子におけるスプリッタ部分

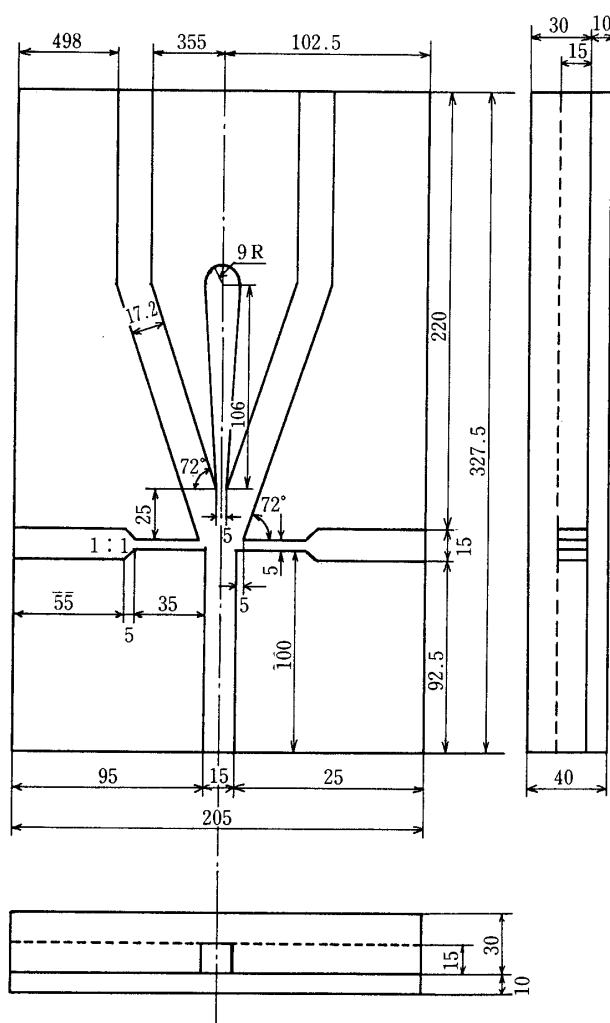


図-2 素子Dの形状及び寸法

比較して、制御機能特性において、より最適である事が解明された。又、すでに最適であると実証されたカスプ型素子についてスプリッタ距離及びカスプ部の半径の変化に対する制御特性に関して解明を行った。

次いでこの第V報では、センタ・ベント型素子について形状特性を解明するために、シャープ・エッジ型、カスプ型と共に水理実験により比較検討を行った。

II. 実験装置

1. 給水装置

給水装置は、前報³⁾⁴⁾までに示しているために、本報では略述する。

貯水タンクから浅井戸ポンプにより揚水、加圧して、調節弁、ロータ・メータ（流量計）を経て、素子に供給、流出水は水槽から貯水タンクに還流される。使用したロータ・メータは主噴流用、左右の制御流量用共に第III³⁾、IV報⁴⁾と同じ規格、容量のものを使用した。

2. 実験用流体素子の形状及び諸元

この第V報に使用したフレイディクス（側壁付着形二安定素子）の内、素子Aとしてはスプリッタのない型、素子Bとしては、シャープ・エッジ型（スプリッタ角度30°）、素子Cとしてはカスプ型、素子Dはセンタ・ベント型であり、これらの四種類の素子におけるスプリッタ部分を図-1に示した。

さらに素子Dについては、素子全体の形状及び諸元について図-2に示した。

表-1 素子の形状及び寸法

(単位: mm)

形状・寸法 素子	A	B	C	D
型	—	シャープ・エッジ	カスプ	センタ・ベント
スプリッタ距離	188	42	72	30
主噴流路巾	15	15	15	15
制動流路巾	5	5	5	5
出力流路巾	22.5	22.0	22.5	17.2
オフセット量	5.0	2.5	2.5	5.0
アスペクト比	1.0	1.0	1.0	1.0
カスプ径	—	—	7.5	—
センタ・ベント距離	—	—	—	30

素子の材料としては、透明アクリルライト樹脂を用いて、厚さ30mmのアクリル板に形状を切り込み、厚さ10mmのアクリル板を張り合わせて、ボルト及びナットにより固定した。さらに主噴流路口、制御流路口として硬質塩化ビニール管を取りつけた。なお、噴流の流出方向、切換え挙動を観察するためにタフト法による可視化の方法として糸を部分的に取りつけた。

素子の形状及び寸法を素子A～Dの四種について表-1に示した。

III. 実験方法

実験(1) 単安定状態における出力流量

四種類の素子A～Dを用いて、主噴流のみを流して、流量を2～13l/minまで1 l/minごとに増加させる。その時の左右出力流量 Q_{ol} 及び Q_{or} を測定する。次に主噴流量を減少させて、同様に左右出力流量 Q_{ol} 、 Q_{or} を測定する。これらはいずれも大気中への放出によるもので、各種のスプリッタ形状を持つ素子の出力特性の変化を検討するものである。

実験(2) バイアス流による単安定素子の特性

主噴流量をロータ・メータにより一定値に設定する。この主噴流が出力流路の一方の側壁に付着するまで制御流を増加させ、主噴流が完全に側壁に付着したとき、この制御流量はバイアス (Bias) 流と呼ばれ、単安定状態に保持されている。次に主噴流の付着を反対側の出力流路の側壁に切換えるために制御流を反対側から流す。この時の切換えに要する制御流量をロータ・メータにより測定する。後は実験(1)と同様の方法で行う。

これらの実験において、完全に付着が完了した状態(これを SET 状態と称する)とした後、増加させた制御流を減少させて、主噴流の付着が再び最初の状態に切換えられる(これを RESET 状態と称する)。同時に左右の出力流量が測定される。

以上の実験方法で、素子A～Dの四種類について主噴流量を7.0l/minの状態、バイアス流量を四段階に分けて切換時 (SET, RESET 状態) における制御流量の測定を行った。次に主噴流量を9.1l/minにして同様の方法で制御流量の測定を行った。

実験(3) センタ・ベント型素子(素子D)による増巾特性

シャープ・エッジ型素子(素子B)及びセンタ・ベント型素子(素子D)を用いて、主噴流量を一定値に設定して、最初に右制御流量 q_{cr} を5 l/minから段階的に0まで減少させ、左制御流量 q_{cl} を、再び0から段階的に増加させて、左右出力流量の測定を行った。その結果より左・右制御流量(q_{cl} 及び q_{cr})の差と左・右出力流量 (Q_{ol} 及び Q_{or}) の差を求めて、制御流量の変化に対する出力流量の変化の割合を解明した。

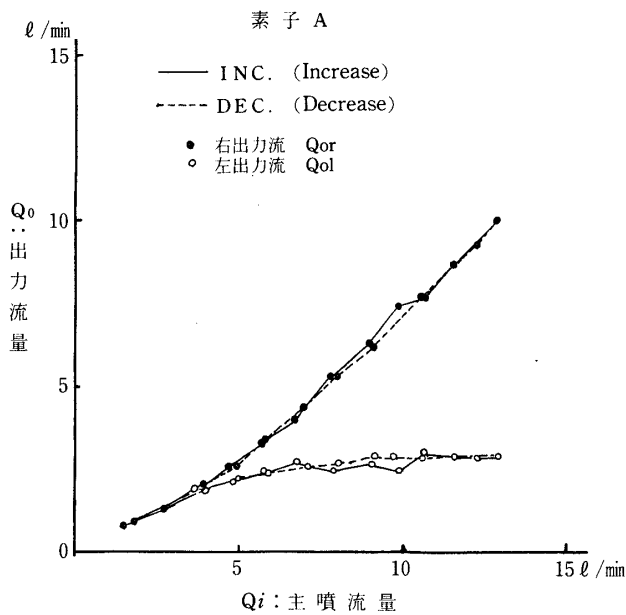


図-3 主噴流量と左右出力流量の関係

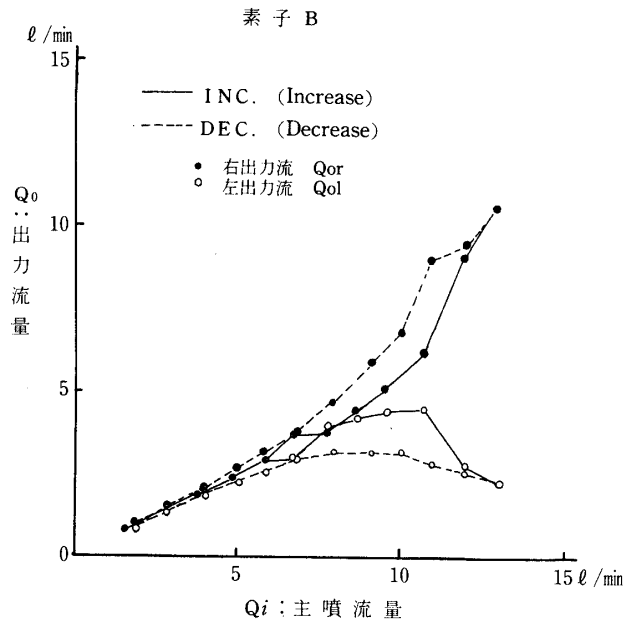


図-4 主噴流量と左右出力流量の関係

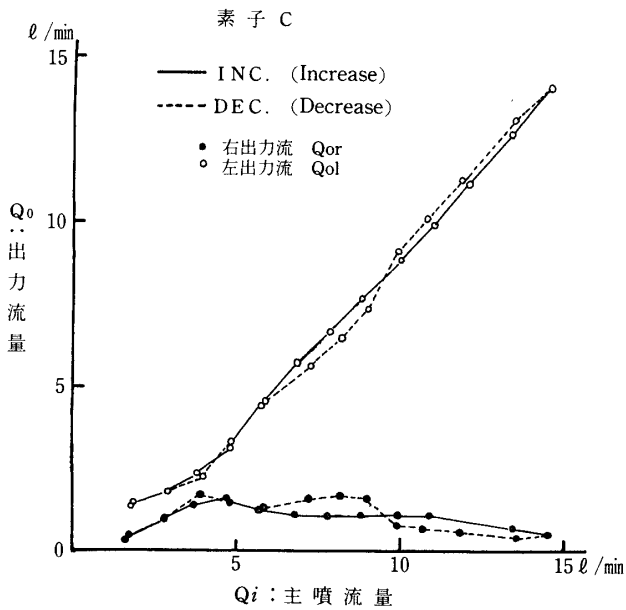


図-5 主噴流量と左右出力流量の関係

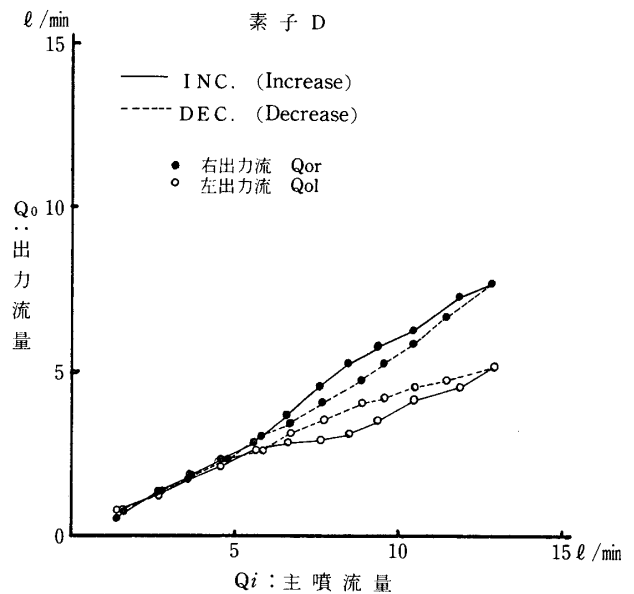


図-6 主噴流量と左右出力流量の関係

IV. 実験結果と考察

実験(1) 単安定状態における出力流量

四種類の素子（素子A、素子B、素子C、素子D）を用いた左・右出力流量（ Q_{ol} 及び Q_{or} ）の測定結果を図-3、図-4、図-5及び図-6に示した。

これらの測定結果によれば、各素子の特性はスプリッタ形状によりかなり明瞭な相異が認められた。即ち、素子Aではスプリッタが存在しないために主噴流量（ Q_i ）が4.0l/min付近までは左・右出力流量（ Q_{ol} 及び Q_{or} ）には殆んど差が認められなくて、主噴流量（ Q_i ）が5.0l/min以上では左・右出力流量に差が生じている。さらに出力流量の増加及び減少ではヒステリシス現象が、他の素子に比較して最小となつて出

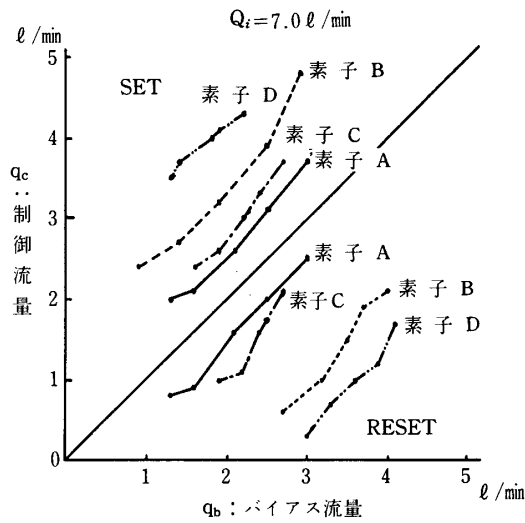


図-7 制御流による主噴流の側壁付着

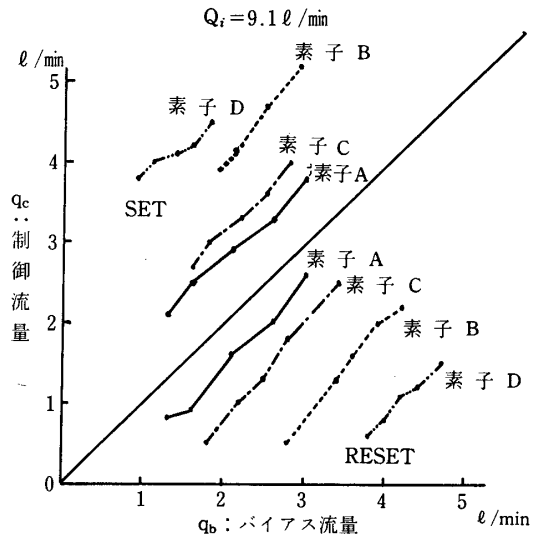


図-8 制御流による主噴流の側壁付着

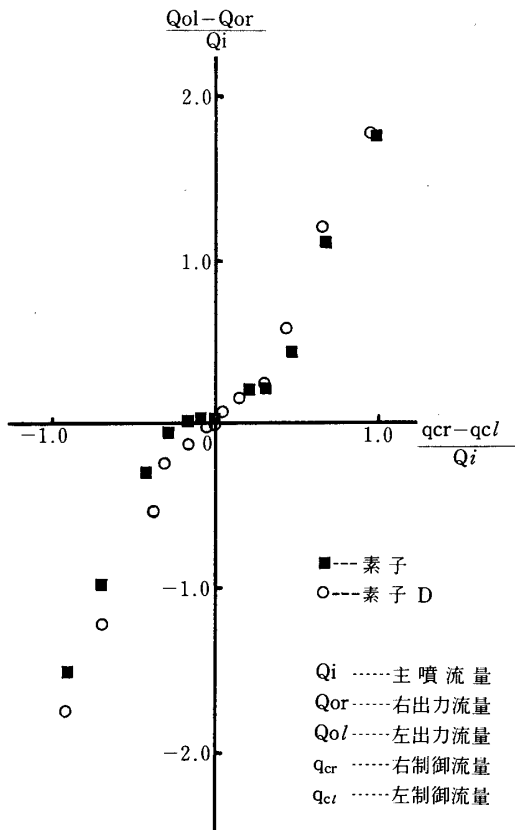


図-9 主噴流量3.9 l/minにおける素子Bと素子Dの流量特性

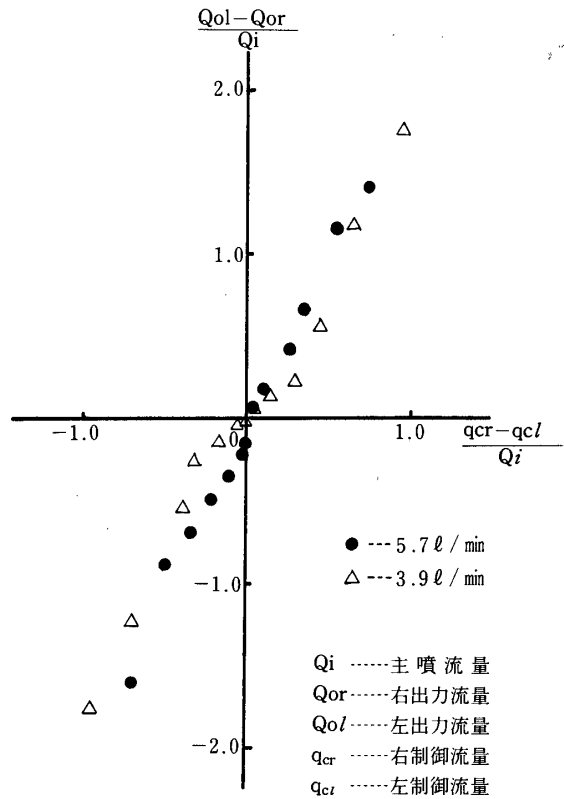


図-10 素子Dにおける主噴流量3.9 l/minと5.7 l/minの流量特性

現している。

素子Bでは主噴流量の増加時には、小流量において左・右の出力流量に差が認められず、明らかな付着が認められるのは、主噴流量が11.9 l/minであった。

実験(2) バイアス流による単安定素子の特性

四種類の素子を用いてバイアス流による単安定素子の特性実験の結果について、主噴流量 $Q_i = 7.0 \text{ l/min}$

の場合を図-7に、9.1l/minの場合を図-8に示した。

これらの結果によれば、素子Aの場合はスプリッターがないために切換えが容易に行われている。これは側壁に対する付着が他の素子に比較して小さいものと考えられる。素子Cもカスプにより容易に切換えられることが認められる。素子B及びDはバイパス流量よりかなり大きな制御流量を用いないと切換えられないために、付着状態が安定しているものと考えられる。

実験(3) センタ・ベントによる増巾特性

二種類の素子(B及びD)を用いて、主噴流量3.9l/minにおける流量特性を図-9に、又センタ・ベント型素子(D)を用いて主噴流量3.9l/min及び5.7l/minについて比較した実験結果を図-10に示した。

これらの結果によれば、主噴流量が同じで素子B(シャープ・エッジ型)及び素子D(センタ・ベント型)を比較した場合、左・右出力流量の差は、左・右制御流量の差が大きくなるに従って、急激に小さくなり、グラフの直線性が鈍くなるのに対し、素子Dは差の割合が一定で、直線的に変化していることから、比例増巾素子の特徴が認められる。

さらに同じセンタ・ベント型素子Dを用いて比較した場合に、流量が多い時にはより直線性が強くなることが解明された。

む す び

本研究では、農業用水における水管理の自動制御システムの主体となる制御装置としてのフルイディクス・システムによる流量制御の基礎的研究を水理実験により行ったものである。

素子の形状による特徴を解明することに対しては、カスプ型素子は付着が他の素子に比較して大きく、又切換えも容易であることが明確となった。センタ・ベント型素子では、付着状態が安定し、制御流を用いての切換えときの出力流の増巾率が制御流量に比例していることが解明された。

謝 辞

本研究の経費の一部は、文部省科学研究費補助金(昭和60年度エネルギー特別研究*分担者 竹内龍三教授)を充当したもので、関係各位に謝意を表するものである。

参 考 文 献

- 1) 原田正一・尾崎省太郎：流子工学，東京；養賢堂，1967.
- 2) 古田 力・小林 満・小松 淳：流体制御に関する研究，II. 岐大農研報(40)；143-156, 1977.
- 3) 古田 力・竹内龍三・板垣 博・奥村東三：流体制御に関する研究，III. 岐大農研報(48)；147-157, 1983.
- 4) 古田 力・竹内龍三・板垣 博・竹内弘樹：流体制御に関する研究，IV. 岐大農研報(50)；365-371, 1985.

* 代表者 川村登京大教授“生物生産過程におけるエネルギーの代替技術”のうちの分担，“落下流水のエネルギー利用”