

入力予測レベルに対応したダム貯水池の確率制御法に関する研究

京都大学防災研究所 正会員 池淵 周一
 京都大学防災研究所 正会員 小尻 利治
 京都大学大学院 学生員 〇十合 貴弘

§ 1. はじめに 本研究では、実時間操作を念頭におき、予測入力之最確値だけを対象とせず、誤差分布も考慮した操作法として、制御の達成度を考慮した方法と、ファジイ理論を用いた方法を提示する。

§ 2. 達成度を基準にしたダム貯水池操作 流域モデルとしてFig.1 を考える。貯水量が $S(t-1)$ から $S(t)$ へ変化できる達成度は、流入量の確率密度関数を $gt(QI(t))$ とすると、 $Pk(S(t), S(t-1)) = \int_{QImin}^{QImax} gt(QI(t)) dQI$ (1)

となる。ただし、 $QImax = A(t) + k \cdot Qd$, $QImin = A(t)$, $A(t) = S(t) - S(t-1)$ 。
 制御目的として制御値 k での達成度を最大にすることと定義すると制御期間全体にわたっては、

$$\min \{Pk(S(t), S(t-1))\} \longrightarrow \max \quad (2)$$

となる。ここで各期の貯水量を状態量、前期の貯水量を決定量にとると、DPの最適性の原理が成立し、関数漸化式は次のようになる。

$$f1k(S(1)) = Pk(S(1), S(0)), \quad ftk(S(t)) = \max \{ \min \{ f_{t-1}k(S(t-1)), Pk(S(t), S(t-1)) \} \} \quad (3)$$

次に達成度がある値 α を満たすならばできるだけ貯留するような操作を考える。現在の貯水量を $S(t)$ とした時の前の貯水量の取り方として、式(3)において

$$Pk(S(t), S(t-1)) \geq \alpha \quad (4) \quad \text{を満たす貯水量レベル } S(t-1) \text{ のうち } S(t-1) \text{ は最大のものをとるようにする。}$$

また全ての $S(t-1)$ について、 $Pk(S(t), S(t-1)) < \alpha$ (5)
 のときは、いかなる制御を行なっても達成できないこととなるので $S(t)$ の値を順次変えて、達成可能な状態を探索する。

§ 3. ファジイ理論を用いたダム貯水池操作

達成度に確率・統計的に処理でき

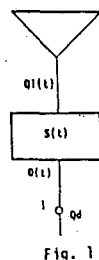


Fig. 1

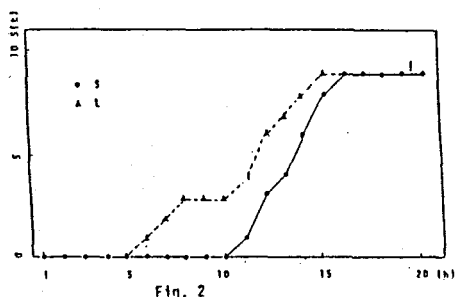


Fig. 2

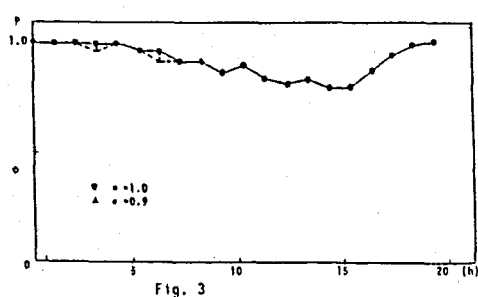


Fig. 3

ない不確定要因（設計ミス、施工ミス、操作ミス）が含まれており、それらを考慮するためファジイ理論の導入をはかる。ここに、ファジイな制約条件として期待放流量と貯水量を用いる。いま、それぞれの帰属度関数を、 $mG(P(t))$ 、 $mC(Q0(t))$ 、 $mC(SV(t))$ とすると、時刻 t での帰属度関数 $mD(S(t))$ は次のように表わせる。

$$mD(S(t)) = mG(P(t)) \wedge mC(Q0(t)) \wedge mC(SV(t)) \quad (6)$$

したがって全段階での決定は次のようになる。

$$mD(S(1), S(2), \dots, S(TE)) = \max\{mD(S(1)) \wedge mD(S(2)) \wedge \dots \wedge mD(S(TE))\} \quad (7)$$

DPの関数漸化式は、以下になる。

$$ft(S(t)) = \max\{mD(S(t)) \wedge ft-1(S(t))\} \quad (8)$$

§ 4. 適用と考察 達成度を基準にした方法の場合、入力系列として同一の平均値をとる対数正規分布に関して、誤差分散が小さい系列(S系列)と誤差分散が大きい系列(L系列)を考える。Fig.2 は制御結果であり、このように誤差が大きい程、危険に備えて早い時期から貯留を始めている。次に、達成度の許容値 α を考慮した方法を考慮しない方法と比較する。各時刻の達成度はFig.3、貯水量系列はFig.4 となった。 α を満たす初期段階で貯留しているが達成度に大きな変化はない。ファジイ理論を用いた方法は、Fig.5 のようになり達成度を用いた方法と比較して制御初期に少し貯水しているもののピークに備えて容量を残している。帰属度関数を変えた例としてFig.6 の2種類を用いて行なうと、Fig.7 のような結果になった。

Fig.6 の下図は上段に比べて放流量に関する制約が厳しいものであり、制御結果にも現われている。

