

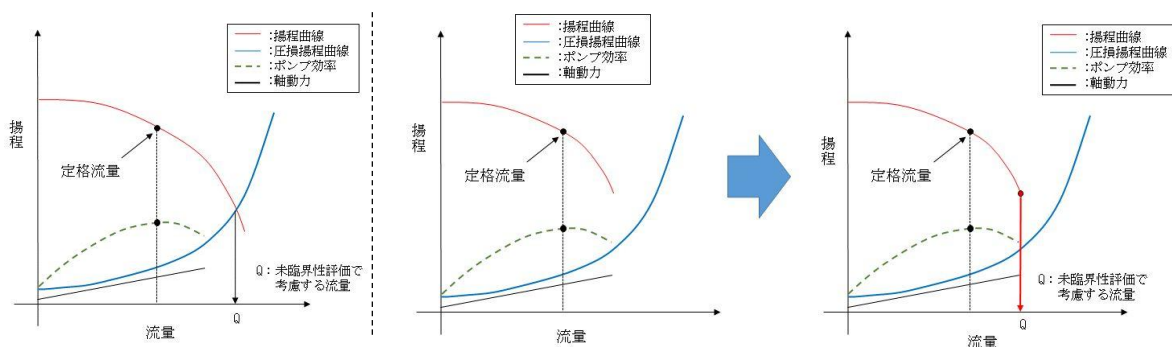
【資料4】

ポンプの揚程曲線と圧損揚程曲線が交わらない場合の流量設定の考え方に関する補足説明

1. はじめに

各手順の流量設定に当たっては、ポンプの揚程曲線と設備構成を踏まえた水頭差や配管圧損等により評価した損失揚程曲線との交点における流量を設定し、揚程曲線に示される範囲内で損失揚程曲線と交わらない場合は、図1に示す通り揚程曲線の上限值を使用することとしている。後者の方法を用いるポンプは燃料取替用水ポンプと脱気水ポンプが該当する。

以下に、これら各ポンプの特性を踏まえたうえでの流量条件設定の考え方を示す。



(揚程曲線、ポンプ効率、軸動力は一般的な遠心ポンプの特徴を記載)

図1 ポンプ揚程曲線および圧損揚程曲線を用いた流量設定の概要

2. ポンプ特性を踏まえた流量条件の設定の考え方

【燃料取替用水ポンプ】

燃料取替用水ポンプの設備構造概要を図2に、性能曲線を図3に示す。本ポンプは遠心ポンプであり、羽根車の回転によって液体に速度エネルギーを与えることで、ケーシングを通過する際に速度エネルギーを圧力エネルギーに変換し送水を行う。定格流量は $\square \text{ m}^3/\text{h}$ である (既認可 (新規基準への適合性確認時) 要目表では、流量として $\square \text{ m}^3/\text{h}$ 以上」と記載)。

本ポンプには過大流量を吐出した場合のポンプ停止機構は備わっていないが、ポンプが健全に運転することを確認している揚程曲線上の上限值内の流量で運転することにより、継続的な注水が可能となる。

よって今回未臨界性評価においては、SA有効性評価に準じた条件、すなわち通常運用を踏まえた条件を基本的に最確値として設定することから、燃料取替用水ポンプを用いた手順の

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

流量条件については、揚程曲線上の上限値を設定する。



図2 燃料取替用水ポンプの構造概要



図3 燃料取替用水ポンプの性能曲線

【脱気水ポンプ】

脱気水ポンプの設備構造概要を図4に、性能曲線を図5に示す。本ポンプは遠心ポンプであり、羽根車の回転によって液体に速度エネルギーを与えることで、ケーシングを通過する際に速度エネルギーを圧力エネルギーに変換し送水を行う。定格流量は□ m³/hである。

本ポンプには過大流量を吐出した場合のポンプ停止機構は備わっていないが、ポンプが健全に運転することを確認している揚程曲線上の上限値内の流量で運転することにより、継続的な注水が可能となる。

よって今回未臨界性評価においては、SA有効性評価に準じた条件、すなわち通常運用を踏まえた条件を基本的に最確値として設定することから、脱気水ポンプを用いた手順の流量条件については、揚程曲線上の上限値を設定する。



図4 脱気水ポンプの構造概要

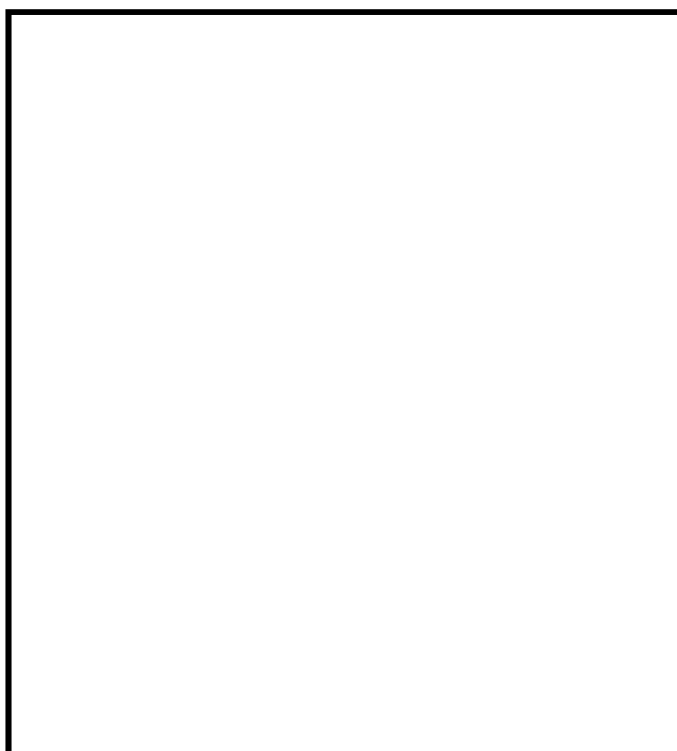


図5 脱気水ポンプの性能曲線

系統圧損を考慮した流量算出方法に関する補足説明

1. はじめに

今回未臨界性評価の流量条件を設定するに当たり、基本ケースの流量については系統内ポンプ1台を起動した場合の流量とし、不確かさを考慮した流量については系統内ポンプの全数を起動した場合の流量としている。系統内に複数台のポンプが設置される場合の系統概要を図6に示すが、入口分岐部から出口合流部までの各ポンプの配管長さ等が異なる場合、これらの違いを踏まえ流量が保守的に算出される手法で評価している。以下に、複数台ポンプ起動時の流量算出方法に関して補足する。

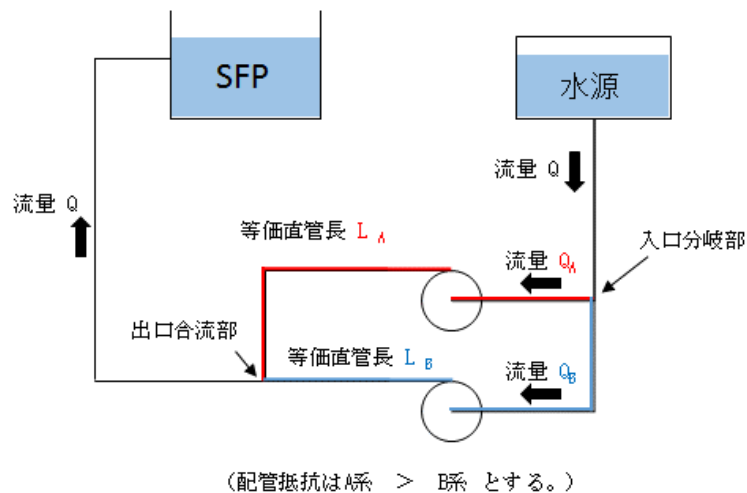


図6 ポンプが複数台設置される系統の概要

2. ポンプ起動台数が1台である場合の流量

ポンプ起動台数を1台とする、基本ケースの流量を求める際は、各ラインの等価直管長を算出したうえで、流量が大きくなるように、配管抵抗（等価配管長、配管径および流量により求まる）が小さいラインでの流量を算出している。基本ケースにおける各ラインの配管抵抗の違いを踏まえた流量算出の概要を図7に示す。

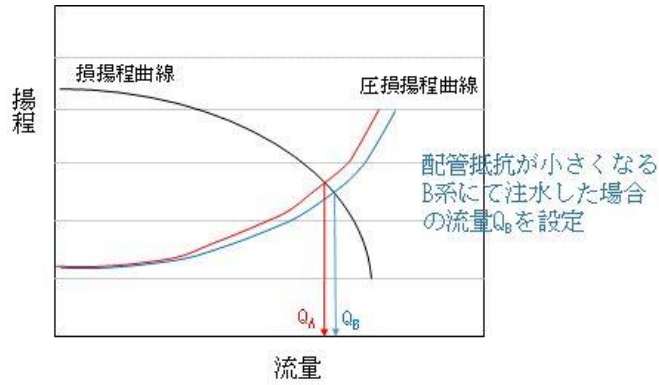


図7 基本ケースの流量（ポンプ起動台数は1台）の算出手法概要

3. ポンプの複数台起動を想定した流量

ポンプ起動台数を全数とする、不確かさを考慮した流量を求める際は、入口分岐部から出口合流部までの長さが、両ラインとも配管抵抗が小さい側であると仮定することとしている。また上述の仮定を置くことに伴い、複数台のポンプを起動した場合の揚程曲線として、ポンプ1台時の設計揚程曲線の流量にポンプ台数を乗じて求められる曲線を使用する（これらのおり設定することにより、図6に示す系統において2台のポンプを同時に起動した場合の流量は、 $Q=2Q_A=2Q_B$ となる）。

不確かさを考慮した流量の評価概要を図8に示す。実際の両ライン配管抵抗の合計値は、等価配管長の差分に応じて大きくなる場所、両ライン共に配管抵抗が小さい側であると仮定する本手法は、配管抵抗を小さく見積もる、すなわち流量を大きくする設定となっている。

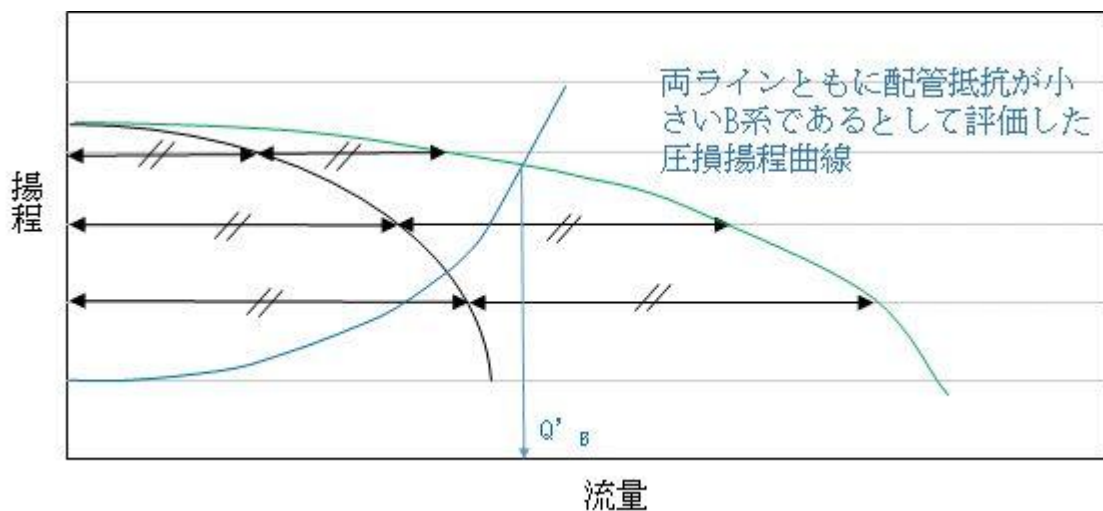


図8 不確かさを考慮した流量（ポンプ起動台数は全数）の算出手法概要

なお上述の通り、入口分岐部から各ポンプ入口まで、およびポンプ出口から出口合流部までの配管長さ等が異なる場合があることを踏まえた保守的な流量算出方法を採用しているが、これらポンプは互いに近接した箇所に配置されており、表1に示す通りA系およびB系の等価配管長 L_A および L_B にほとんど差はなく、またその差に起因する圧損差は、水源からSFPまでの全揚程に対して小さい。

よって今回の手法を用い算出した結果は、各系列の配管長さ等を正確に考慮した場合の流量算出結果とよく近似する。

表1 揚程曲線を用い流量を算出するポンプの「入口分岐部～出口合流部」の等価配管長の差

| ポンプ名称 | ポンプ 設置台数 | 各系列の 等価配管長差 | ポンプ全揚程に対する系列間 の等価配管長の違いによる 圧損差の割合 |
|-----------|-------------|----------------|---|
| 燃料取替用水ポンプ | 2台 | 2.7 [m] | 0.12 [%] ※1 |
| 脱気水ポンプ | 2台 | 0.0 [m] | 0 [%] |
| 1次系純水ポンプ | 2台 | 4.0 [m] | 0.02 [%] ※2 |

※1 ポンプ流量 $26\text{m}^3/\text{h}$ /台（ポンプ2台運転時の評価値 $52\text{m}^3/\text{h}$ の半分）として算出した圧損差を使用。

※2 ポンプ流量 $15.5\text{m}^3/\text{h}$ /台（ポンプ2台運転時の評価値 $31\text{m}^3/\text{h}$ の半分）として算出した圧損差を使用。