事例に学ぶ 設備

お悩み相談室

⑦ ポンプの選定（その1）

TMES設備お悩み解決委員会

相談 101

現場の若手技術者からポンプの選定方法について相談を受けています．どのように説明したらよいでしょうか．

◎ポンプの分類と基本構造

ポンプとは，水などの液体を汲み上げ，あるいは遠くへ運ぶための流体搬送機械の総称です．

空調・衛生設備分野では，主として渦巻きポンプが用いられ，**図1**に示すように，本体の渦巻きケーシングの中に羽根車（インペラー）があり，その中心に主軸（シャフト）が連結され，電動機などの回転力を羽根車に伝達することにより揚水します．

◎ポンプの選定

①搬送流体と流量の設定

冷水，温水，冷却水，上水などの搬送する流体を選定し，併せて送水必要流量を設定します．

②揚程の算出

送水必要全揚程を算出します．算出は，次の（1）式によりますが，ポンプの設置位置などによって異なるため注意が必要です（**図2**）．

$$H = 9.8(H_a + \Delta h) = 9.8(h_s + h_d + \Delta h) \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで，H：必要全揚程〔kPa〕

H_a：実揚程〔m〕

h_s：ポンプの吸込み側実揚程〔mAq〕

h_d：ポンプの吐出し側実揚程〔mAq〕

Δh：配管損失水頭〔mAq〕

配管損失水頭は，配管直管部の摩擦損失に継手やバルブ，制御弁による損失（これらを総称して局所抵抗という），空調機コイル，冷凍機チューブなどの機器損失を加えたものです．

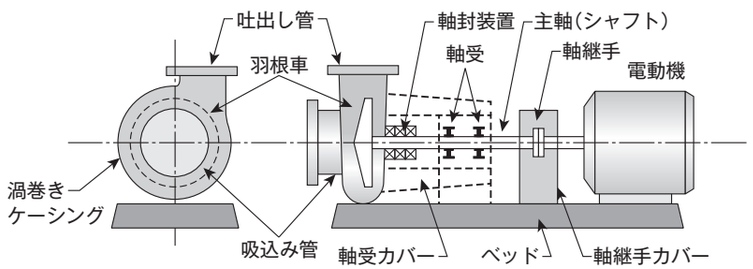
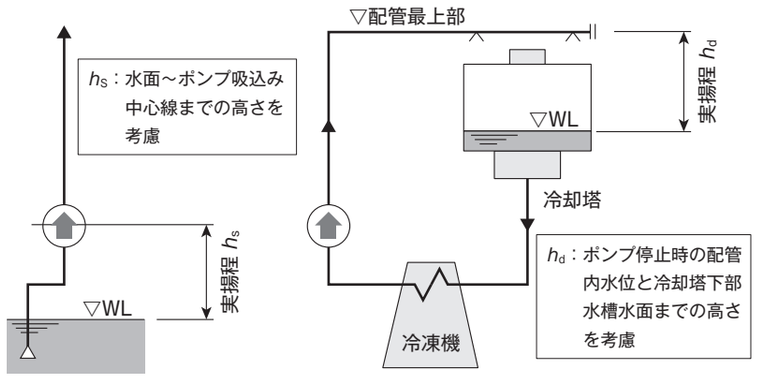


図1　渦巻きポンプの基本構造



（a）ポンプ吸込み側実揚程 h_s　　（b）ポンプ吐出し側実揚程 h_d

図2　ポンプ実揚程の考え方

③所要動力の算出

流量と必要揚程から，次の（2）式で所要動力を算出することができます．

$$P_0 = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{60\,000 \times \zeta_p} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$= \frac{\gamma \cdot Q \cdot H'}{6\,120 \times \zeta_p} \quad \cdots\cdots(2')$$

ここで，P_0：ポンプ所要軸動力〔kW〕

γ：流体比重量〔kg/m^3〕

Q：ポンプ流量〔m^3/min〕

H：ポンプ必要全揚程〔kPa〕

ζ_p：ポンプ効率

H'：ポンプ必要全揚程〔mAq〕

なお，ブライン（不凍液）などの清水以外の流体の場合は，比重量が5％程度大きいため，ポンプ必要軸動力が大きくなります．また，ポンプ効率はJISで規定されており，流量が大きいものほど大きな値となり，おおむね0.6～0.7程度です．

④実際の選定例

冷却水ポンプの選定例を以下に示します．

$H = 9.8(H_a + \Delta h) = 9.8(h_s + h_d + \Delta h)$

H_a：実揚程＝0.0〔m〕

h_s：吸込み側実揚程＝0.0〔mAq〕

h_d：吐出し側実揚程（冷却塔）＝3.0〔mAq〕

Δh：配管損失水頭

配管抵抗10.3＋冷凍機5.0＝15.3〔mAq〕

→ 必要全揚程 $H = 9.8 \times (3.0 + 15.3)$〔mAq〕

$= 9.8 \times 18.3 = 179$〔kPa〕

γ：流体比重量＝1 000〔kg/m^3〕

Q：ポンプ流量＝6.08〔m^3/min〕

ζ_p：ポンプ効率＝0.65

→ ポンプ所要軸動力 $P_0 = \dfrac{1\,000 \times 6.08 \times 179}{60\,000 \times 0.65}$

$= 27.9$〔kW〕

実際の選定では，ポンプメーカーが選定用の線図を作成しており，流量と必要全揚程から型番，口径，電動機定格容量を選定できます．なお，電動機定格型番は22kWより大きい場合は30kWとなるため，算出された必要軸動力が上記のように27.9kWのときは30kWを選定します．

◎選定上の注意事項

算出された揚程は，安全側に見積もるため，「大きめ」となることが散見されます．一般に，冷水一次ポンプや冷却水ポンプなど熱源系ポンプの場合，通常15～20kPaです．他方，冷温水二次ポンプなど負荷へ送水するポンプなどは，25～30kPaとなります．

もし，算出結果が通常値を大きく上回っていた場合，局所抵抗の見方（採用した抵抗係数など）や算出された必要全揚程Hに乗じる安全係数（1.1～1.2程度）などを見直す必要があります．

過大な必要揚程でポンプを選定した結果，運転時に流量が大きくなり過ぎると，省エネに逆行するばかりか，騒音・振動源ともなり得ます．「大は小を兼ねる」と言いますが，これでは本末転倒です．その場合の対応策には，次の方法があります．

❶吐出口バルブを絞ることで抵抗を付加する

❷インペラーをサイズダウンし全揚程を下げる

現場では❶のみで流量調整をすることがよく見受けられます．しかし，若干の費用（数万円／台程度）が発生するものの，❷によって全揚程を下げることが，省エネで，かつ，騒音などの発生を防止する本質的な対応策となります．

今回はポンプの選定について概説しました．次回は，ポンプの配置計画，軸封装置，吸上げ方式での落水対策などについて解説します．

（TMES　岡村　明彦〔オカムラ　アキヒコ〕）

＊　＊　＊

本委員会では読者の皆様からの「お悩み相談」をお待ちしています．

◆送り先
〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1
（株）オーム社「設備と管理」編集部
設備お悩み相談係

また，バックナンバーの記事をTMESホームページ（右記QRコード）でご覧いただけます．