

6.2 冷却方法

実装するうえでの留意点

(1) インバータの収納方法

インバータを盤内に取付ける場合、インバータ本体の放熱による影響、他の機器との間隔、他の盤用機器の発熱量等を考慮して収納する必要がありますので、次の点に注意して実装してください。

- ・盤内に収納する場合はインバータ本体をできるだけ開放構造としてください。
- ・盤内のインバータ周囲温度が規定値を越える場合は、上部に換気ファンを取付けてください。

換気ファンの容量を検討する場合、インバータの損失は概算で 1kVA 当たり約 40W～50W (P6-8 参照) で計算してください。

なお、冷却ファンの風量は、以下の式により検討してください。

(2) インバータの発熱量

インバータから発生する熱は、対流によっても大気へ放熱されますが、強制通風による放熱が桁違いに大きいので、対流は無視して考えられます。大気の温度を T_a 、吹出口の空気の温度を T_o 、インバータの発熱を q (kW) とすると、

$$q = \sigma \cdot C \cdot Q (T_o - T_a) \text{ (kW)}$$

$$\sigma : \text{密度 (kg/m}^3\text{)}$$

$$Q : \text{流量 (m}^3\text{/s)}$$

$$c : \text{比熱 (kJ/kg} \cdot \text{°C)}$$

が成り立ちます。

空気の場合

$$\sigma = 1.057 \sim 1.251 \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad [50^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}]$$

$$c = 1.0 \text{ (kJ/kg} \cdot \text{°C)}$$

であるから、盤内温度上昇 $T_o - T_a$ を 10°C とするためには、周囲温度 40°C において

$$Q = \frac{q \text{ (kW)}}{10.57} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

で表示されます。

すなわち 1kW 発熱を放熱するために、約 $0.1 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 6 \text{ m}^3/\text{min}$ の冷却ファンが必要となります。なお、冷却ファンは、その吸入側と吹出側の圧力差によって流量が大きく変化するので注意してください。

(3) 据え付け方向及びスペース

インバータは冷却効果をあげるため、必ず縦に据え付けてください。

更に、下図に示すように他の部品や壁から離してください。

また、インバータ内に異物が入りますと故障の原因となりますので、異物が入らぬような対策をお願いします。

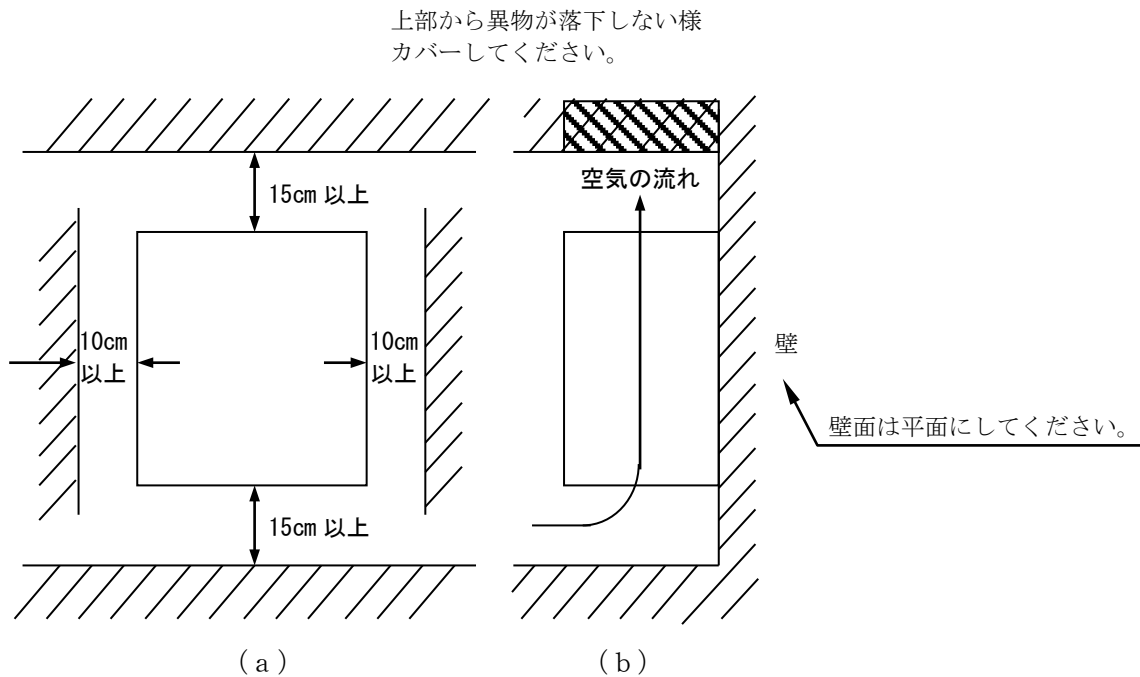


図6-1 インバータ据え付け図

(注1) 上・下方向はインバータの冷却ファンを交換する場合の作業スペースを確保してください。

(冷却ファンが付いていない機種もあります。)

(注2) インバータで発生した熱は、自冷または風冷の冷却ファンによって空気に放熱されています。

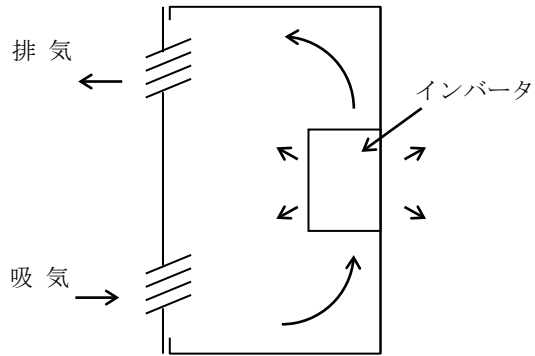
インバータ周辺に他の器具を配置した場合、インバータ本体から盤内への空気伝達が十分にできないため、インバータ本体が加熱することがあります。

インバータの周辺には、指定している空間を設けてください。

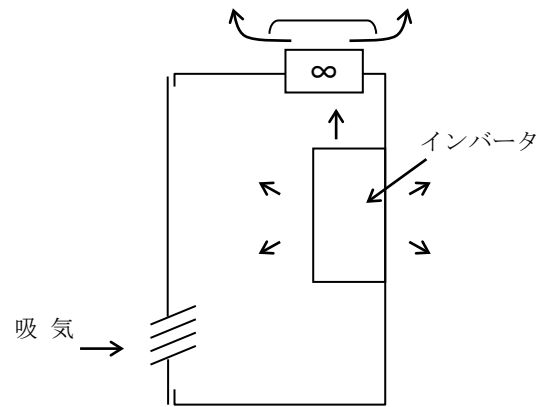
(注3) 密閉箱、開放箱のいずれの場合も、インバータ上部に熱い空気が滞留するのを防止する配置としてください。

(3) 盤実装例

① 自然換気

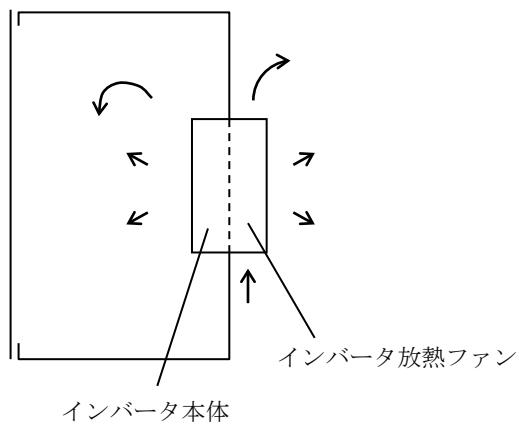


② 強制換気 (ファン使用)



③ インバータの放熱ファンを出す場合

インバータから熱が出る放熱ファンを盤外に出すことで、盤の小型化が図れます。



閉鎖盤内収納時の換気

インバータは本体の保護構造によって使用可能な周囲温度が異なります。そのため制御盤内に収納する場合、周囲温度が許容温度の範囲を越えないようにしてください。

(1) インバータ容量と必要換気量、換気口面積

表 6-1 インバータ発生損失 (HF-430 の例)

インバータ 容量(kW)	インバータ発生損失(w)		インバータ発生熱[H] (kcal/h)		定格時 効率(%)
	100%負荷時	70%負荷時	100%負荷時	70%負荷時	
5.5	325	242	279	208	94.4
7.5	425	312	365	268	94.5
11	600	435	516	374	94.5
15	800	575	688	494	94.6
22	1,150	820	989	705	94.8
30	1,550	1,100	1,333	946	94.8
37	1,900	1,345	1,634	1,156	94.9
45	2,300	1,625	1,978	1,397	94.9
55	2,800	1,975	2,408	1,698	94.9

■ 必要換気量の計算式

$$Q = \frac{H}{\gamma \times C_p \times \Delta T \times 60} \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Q : 必要換気量 (m³/min)

H : インバータ発生熱量 (kcal/h)

他に発熱源がある場合は合計値とする。

γ : 空気の密度 = 1.2 (kg/m³)

C_p : 空気の比熱 = 0.24 (kcal/kg・°C)

ΔT : 許容温度上昇 (°C)

<備考> 1 (cal) = 4.18605 (J)

1 (kcal/h) = 1.16279 (W)

(2) ファン選定の注意点

以上のようにして、必要換気量 Q を求めますが、換気入り口にフィルター等を設ける場合、空気抵抗を考え、ファンの $Q-H$ 曲線より動作点の Q_A を求めます。

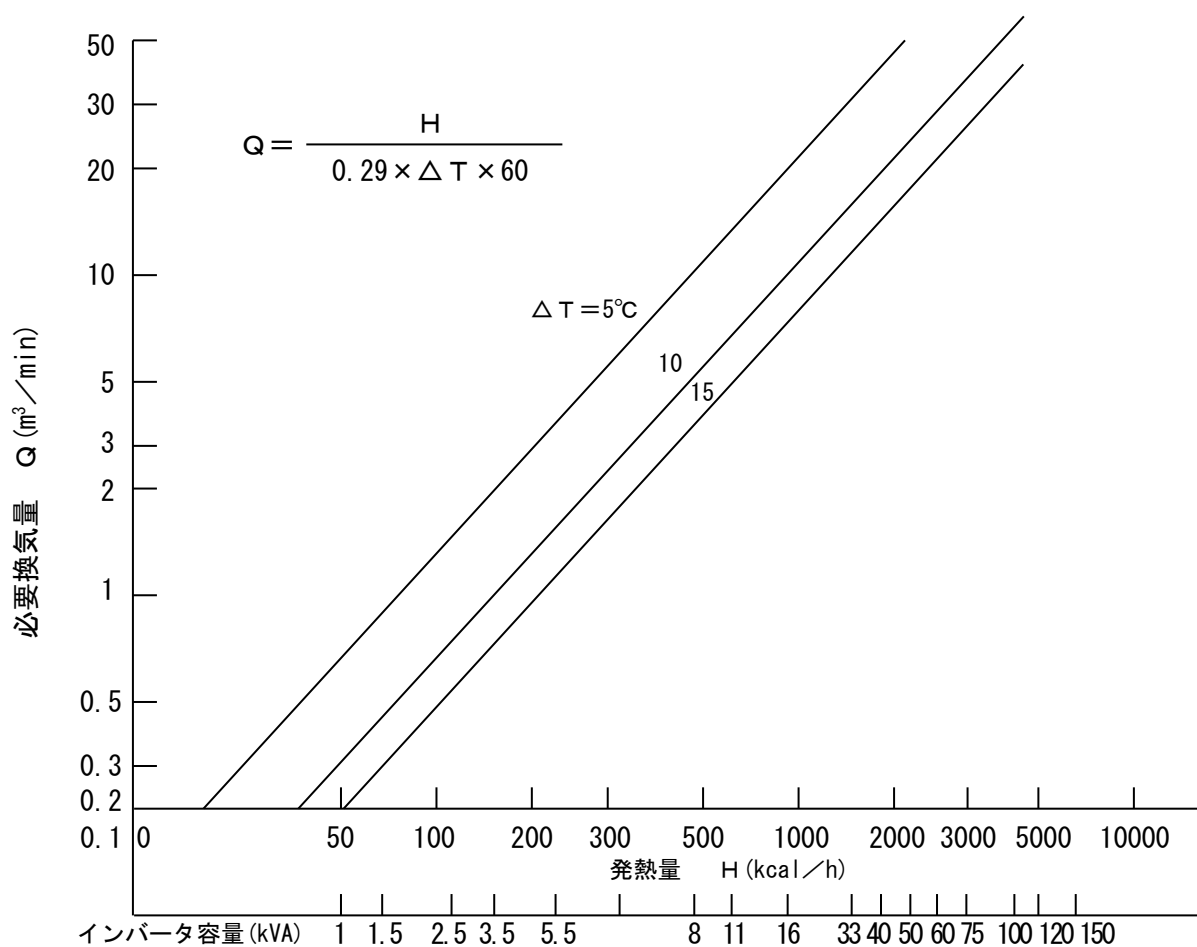
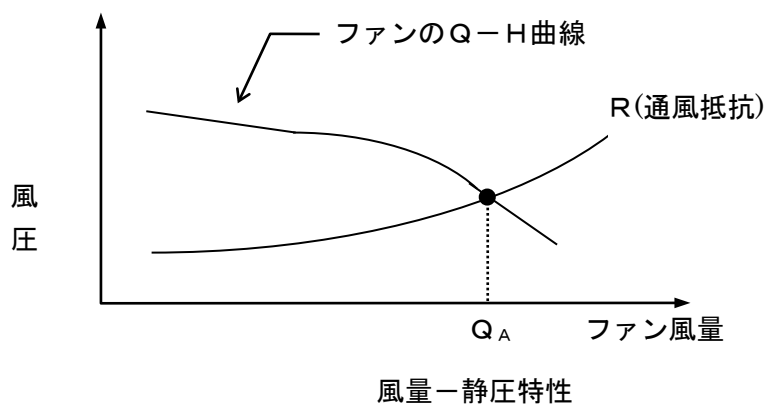


図 6 - 2 発熱量と必要換気量の関係

(3) 交流リアクトルの発生損失と発熱量

表6-2 1次側ACL発生損失

電圧	機種	ACL 発生損失 (概略値 W)	H 発生熱量 (kcal/h)
200V 級	Y220CA053 0.4kW	6.5	5.6
	〃 054 0.75kW	8.2	7.1
	〃 055 1.5kW	12.3	10.6
	〃 056 2.2kW	14.4	12.4
	〃 057 3.7kW	20.5	17.6
	〃 058 5.5kW	30.6	26.3
	〃 059 7.5kW	37.5	32.2
	〃 060 11kW	50.8	43.7
	〃 061 15kW	55.0	47.3
	〃 063 22kW	76.0	65.4
	〃 064 30kW	84.4	72.6
	〃 065 37kW	106	91.2
	〃 066 45kW	116	99.8
	400V 級	〃 081 0.75kW	7.8
〃 082 1.5kW		8.3	7.1
〃 083 2.2kW		14.2	12.2
〃 084 3.7kW		19.3	16.6
〃 085 5.5kW		27.6	23.8
〃 086 7.5kW		33.2	28.6
〃 087 11kW		46.6	40.0
〃 088 15kW		59.0	50.7
〃 090 22kW		72.2	62.1
〃 091 30kW		116	99.8

備考：1 (kcal/h) = 1.16279 (W)

表6-3 2次側ACL発生損失

電圧	機種	ACL 発生損失 (概略値 W)	H 発生熱量 (kcal/h)
200V 級	Y120CA 122 0.4kW	8	7.0
	〃 123 0.75kW	15	13.0
	〃 126 1.5kW	25	21.5
	〃 127 2.2kW	35	30.1
	〃 128 3.7kW	45	38.7
400V 級	〃 124 0.4kW	8	7.0
	〃 125 0.75kW	15	13.0
	〃 129 1.5kW	25	21.5
	〃 130 2.2kW	35	30.1
	〃 131 3.7kW	45	38.7

1次側ACL：電源協調・力率改善交流リアクトル
 2次側ACL：振動低減、サーマル誤動作防止用
 交流リアクトル

インバータ収納盤の設計、製作においては、上記交流リアクトルの他、トランス、制動抵抗器などの機器を含めた換気量を決定する必要があります。

密閉盤収納時の対応

(1) 発熱量と盤寸法

密閉形の制御盤に収納する場合は、盤内の他の機器を含め、発熱量を計算し、許容周囲温度(40℃または50℃)以下となるように盤寸法を検討する必要があります。

盤内の温度上昇値は、盤内部の発熱量と盤外被の発熱量で決まります。

下記計算式を用いれば、盤寸法を検討できます。

- ・熱の放熱面積(外被の面積) S [m^2]
- ・盤内発熱量 P [W]
- ・温度上昇 ΔT ($^{\circ}C$) $\leq 10^{\circ}C$
- ・盤外被の放熱係数 α ($W/^{\circ}C \cdot m^2$) ; 約 4.5~6...盤構造、盤内部品配置で異なります。

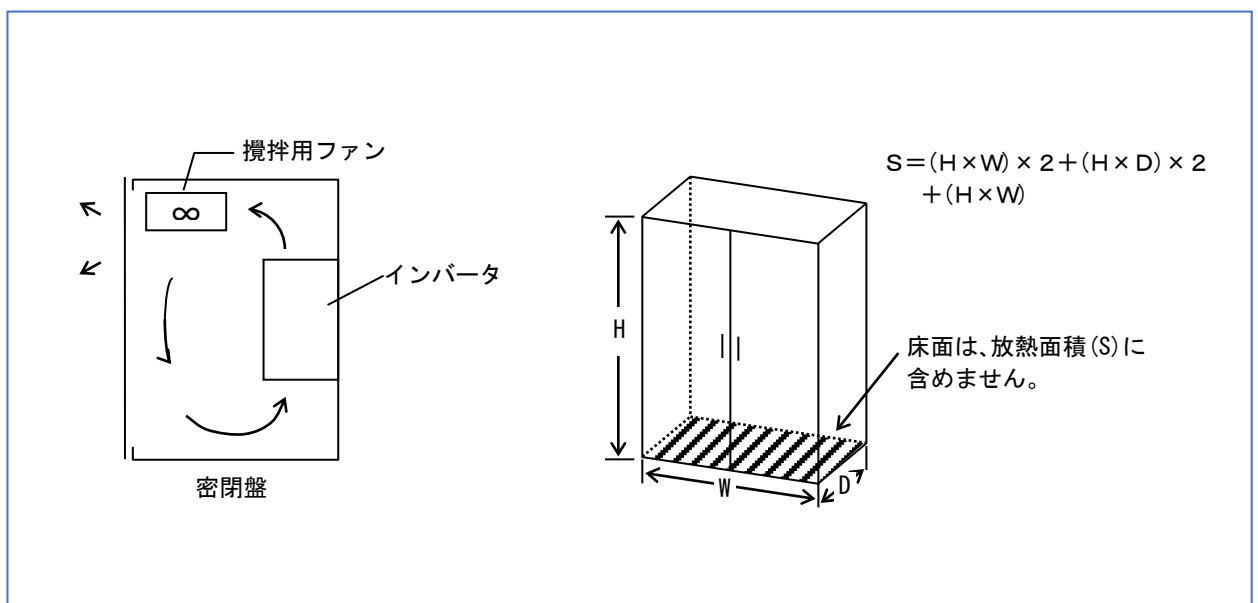
$$S = \frac{P}{\alpha \times \Delta T} \quad [m^2]$$

$\alpha = 5$ とすると

$$S = \frac{P}{5 \times 10} = 0.02 \times P \quad [m^2]$$

(注1) 放熱の面積(S)には、床、壁など他の構造物が接近している面は含みません。

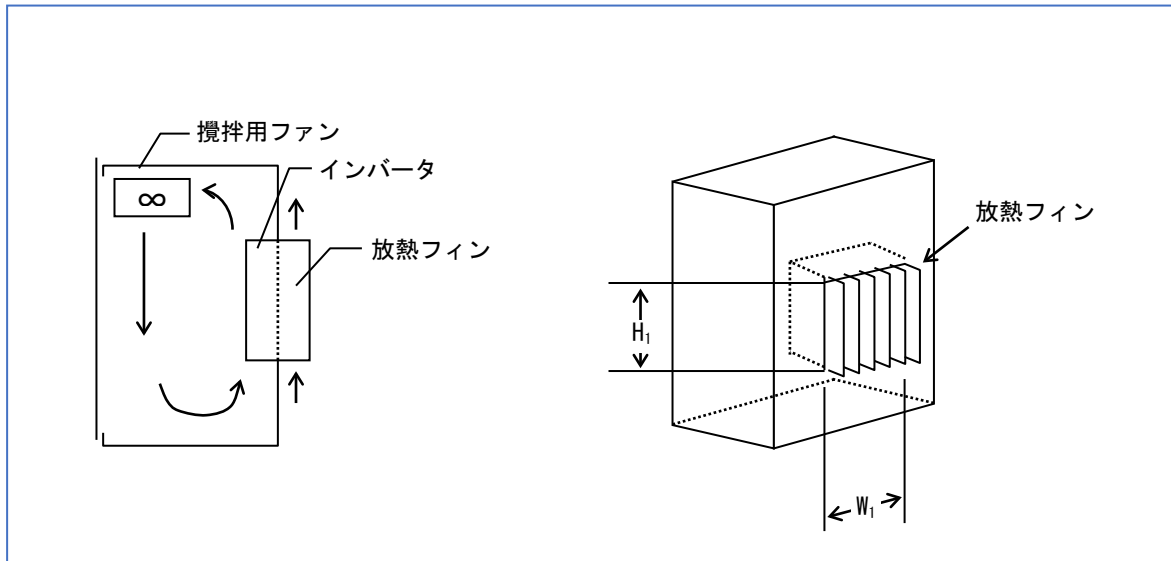
(注2) 盤内の温度を均一にするため、攪拌用のファンを取付けてください。



(2) インバータの放熱ファン外出し

HF-430、HF-430αシリーズでは、インバータの放熱ファン外出し用金具を使って、放熱ファンだけを盤外へ出すことができます。

インバータからの発熱は、主に放熱フィンから放出しますので、これを盤外に出すことで盤のコンパクト化が図れます。



この場合の放熱面積は、前ページと同じように計算しますが、裏面の冷却ファンの部分 ($S_1 = H_1 \times W_1$) は、放熱面積に含みません。

また、冷却ファンを外出しにすることにより、盤内の発熱量は、約 30~40%へ低減されます。

下表に、概略の発熱量を示します。

発熱カ所	発熱量
放熱フィン部	約 70~60%
ユニット内部	約 30~40%
インバータ全体	100%

(3) 熱交換器を利用しての冷却

熱交換器を使って、冷却することで、盤のコンパクト化を図る方法です。

■ 計算式

計算式1 熱交換器を取付けない箱内部の温度上昇値

$$\left(\frac{\text{箱内部の発熱量}}{\text{箱の表面積} \times \text{箱外被の熱交換効率}} \right) + \text{外気温度}^{\circ}\text{C} = \text{箱内部の温度上昇値}^{\circ}\text{C}$$

計算式2 熱交換器を取付けた箱の内部の温度上昇値

$$\left(\frac{\text{箱内部の発熱量}}{\text{熱交換器熱貫流率} + (\text{箱の表面積} \times \text{箱外被の熱交換効率})} \right) + \text{外気温度}^{\circ}\text{C} = \text{箱内部の温度上昇値}^{\circ}\text{C}$$

計算式3 箱の内部最高許容温度、及び発熱量から熱交換器を選定する場合

$$\left(\frac{\text{箱内部の発熱量}}{\text{箱の内部最高許容温度}^{\circ}\text{C} - \text{最高外気温度}^{\circ}\text{C}} \right) - (\text{箱の表面積} \text{ m}^2 \times \text{箱外被の熱交換効率})$$

= 冷却ファンの必要熱貫流率

■ 計算例

箱表面積

正面・背面積 $1,400 \times 800 \times 2 = 2.24 \text{ m}^2$ 計算式3より

左右・側面積 $1,400 \times 500 \times 2 = 1.4 \text{ m}^2$

天板 $800 \times 500 = 0.4 \text{ m}^2$

合計 4.04 m^2

$$\left(\frac{450\text{W}}{55^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}} \right) - (4.04 \text{ m}^2 \times 5.4) = 8.184$$

この計算結果に対応できる冷却ファンを選定します。

