

# 7. 建設機械用エアコンディショニングシステム

キャタピラー三菱(株) 小田部喜三郎\*郡山義正

## 1. まえがき

建設機械のオペレータは、1日の作業時間の大半を運転席で過ごすため、運転席の居住性を向上することがオペレータの健康維持および疲労軽減のみならず機械の性能をも左右する重要な要因である。

オペレータ重視のすう勢は、既に国際的な流れとして定着しつつあり、ISO (国際標準化機構)において騒音、振動、操作性、運転室空間等居住性を構成する諸要素について、評価方法を標準化する作業が進められている。キャタピラー



966D ホイールローダ

(キャブ、エアコンディショナ付)

の車両は、機械の生産性、耐久性、サービス性、安全性のみならず居住性の向上についても、きわめて大きなウエイトをおいて研究開発が進められている。

本論文では、キャタピラーのブルドーザ及びローダ用として使われている建設機械用エアコンディショナについて報告する。

## 2. 建設機械とエアコンディショナ

ブルドーザやローダ等オペレータの居住性は、1970年初めアメリカのOSHA (労働安全衛生法)によるROPS (ROLL-OVER PROTECTIVE STRUCTURE: 転倒時保護構造)やオペレータ耳元騒音規制により大きく変わった。このROPS規制は、従来の日覆キャノピイや全天候型キャブに適用された。特にROPSキャブは、ROPSキャノピイをモジュール化したもので強固な構造の上に耐振性、防音性、密閉性等の向上を計り、従来のヒータのみならずエアコンディショナの装着をも可能にした。国内では、1978年以来超大型の992CローダやD10ブルドーザの市場導入と同時にキャブ、エア

	モデル	タイプI	タイプII	タイプIII
ワ ン ト	D8~D10			●
	D4~D7		●	
	D3			●
ワ ン ト ロ	983		●	
	953~973			●
	931			●
	988~992	●		
	950~980			●
	920~930	●		

タイプI:キャブルーフ上部搭載型

タイプII:キャブ内上部組込型

タイプIII:キャブ内下部組込型,エアダクト付

図-1 モデル別エアコンディショナの分類

コンディショナを販売標準仕様として発売された。最近、国産化された中型のローダ（966D、950B、973、963）もキャブ、エアコンディショナを標準仕様として装着し、オペレータから好評を得ている。このように建設機械のエアコンディショナは、約10年の浅い歴史にも拘らず多種多様なモデルにマッチさせた設計を行っている。図-1に各モデル別エアコンディショナの装着に関する分類を示す。

### 3. エアコンディショニング・システム

建設機械用エアコンディショナの必要条件は、夏に冷房、冬に暖房、しかも防塵対策されたキャブ、除湿された新鮮な空気、そしてガラスの曇り防止等である。また多様な作業環境の中から、外気温 $-4.0^{\circ}\text{C}$ から $+4.3^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で、年間を通じて、オペレータに快適な運転環境を提供することにある。この事からキャタピラーのエアコンディショニング・システムの設計要件として次の5項目が掲げられる。

(1) エアコンディショナ容量 ……  $6300\text{Kcal/hr}$  以上

一般に冷房能力の設定は、キャブの大きさ、構造、断熱材の使用度、空気の循環方法等によって異なるが、外気温 $+4.3^{\circ}\text{C}$ でも、キャブ内温度を $+2.5^{\circ}\text{C}$ 以下にする。

(2) ヒータ容量 ……  $8800\text{Kcal/hr}$  以上

キャブ内のオペレータは、外気温 $-4.0^{\circ}\text{C}$ 以下でも、防寒着、手袋を必要とすることなく、運転操作ができる。

(3) エアダクト、デフロスタ

エアコンディショナは、キャブ内に均一な冷暖房効果が得られるように、適切なエアダクトライズを配置することと、作業の安全性から前面ガラスの曇り防止用デフロスタが必要である。

また、これ等の吹出口は、位置、方向、風量が調整できることが必要である。

(4) 除湿

除湿機能は、気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以下に下った際、ガラス内面に水滴が発生するのを防止し、またキャブ内が高温で湿度が高い時、冷房と並行して再加熱により、湿度の低減を行ない、快適な環境を維持するのに必要である。

(5) プレッシュライザ

キャブは、一般に防音、防水、防塵対策が施されている為、長時間の冷房又は暖房運転時でも、常に新鮮な空気がキャブ内に導入されなければならない。プレッシュライザ機能は、 $20\sim 30\%$ の外気を、フィルタを通じて導入し、キャブ内の圧力を高め、冷房・暖房の高効率を維持し、常に新鮮な空気を保持する。

エアコンディショナは、多数の部品から構成されており、信頼性の高い部品を使用し、さらにサービシスの容易さが要求される。次に主要な部品の設計上の留意点を記述する。

(1) コンプレッサ

コンプレッサは、エンジンルームのスペースおよび取付け方法によって異なるが、建設機械には、斜板式コンプレッサを使用し、特にクラッチ部に対する防塵対策に十分配慮を要すること

が必要である。

(2) コンデンサ

コンデンサコイルは、耐摩耗性のスチールフィン構造で、エンジンの冷却ファン又は単独電動ファンによって冷却される。

(3) エアコンディショニングラインズ

ホースラインズは、冷媒のもれ防止の為、Oリングタイプのフィッティングが使用され、また、エアコンディショナユニットが装着されたキャブ、又はプラットフォームを車体から脱着する場合でも、セルフシーリング・カップリングの採用により、ガスの再充填を要しないサービス上の配慮が必要である。

(4) ブロワモータ

ブロワモータは、建設機械用ヘビーデューティの小型で、大容量で、2～3スピードコントロール機構を備える必要がある。

(5) エアフィルタ

プレッシャライザ機能は、フィルタを通じて外気導入および内気循環が行なわれる。

フィルタは、外気導入用としてペーパー型、内気循環用としてフォームラバー型を採用し、それぞれの空気の清浄度を向上させる必要がある。

#### 4. 966Dローダのエアコンディショニングシステム

エアコンディショニングシステムについて、966Dローダに装着した場合を例にとり説明する。本システムは蒸気圧縮式冷凍方式と称し、主要構成部品、④コンプレッサ、⑤コンデンサ、⑥レシーバ(ドライヤ)、⑦エキスパンションバルブ、⑧エバポレータ、⑨ヒータコアそして⑩プレッシャライザ等が、図-2で示されるように配置されている。

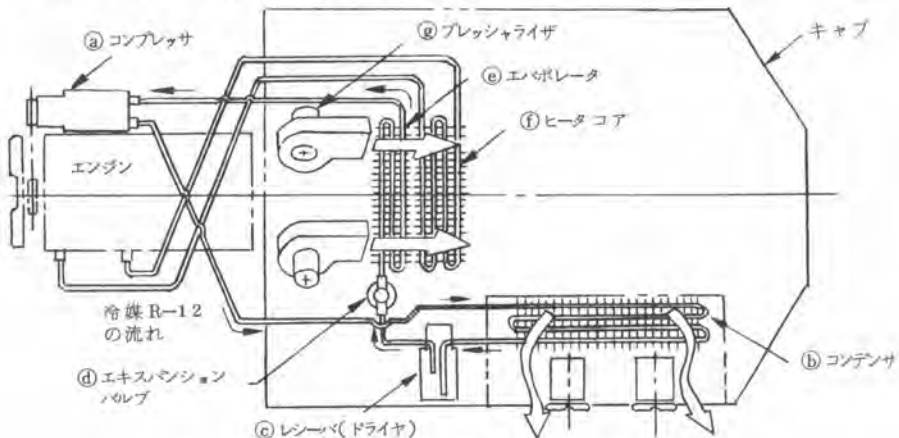


図-2 966Dエアコンディショナ系統図

この密閉された回路へ冷媒を循環させ、C A B内空気からC A B外へ熱を移動させて、冷却を行なうものである。なおエアコンディショニングシステムとして、⑧エバポレータと並行に⑨ヒータコアも暖房用に設置されている。

冷凍方式は次のような順序で行なわれる。

- (1) コンプレッサは、冷媒（フロン R-12）を圧縮し、高温高压のガスを作る。
- (2) ガス状の冷媒は、コンデンサで冷却され高温高压の液体となる。
- (3) 液冷媒は、レシーバタンクで一時的に貯えられる。
- (4) レシーバタンクを出た液冷媒は、エキパンションバルブで急激に膨張させられ低温低圧の霧状となる。
- (5) エバポレータに流し込んだ冷媒は、エバポレータ表面の空気から熱を奪って蒸発し、ガス状の冷媒となって、コンプレッサに戻る。この際、外気ならびにキャブ内から吸い込まれた空気は、エバポレータ表面で冷却され、キャブ内へ冷気となり供給される。

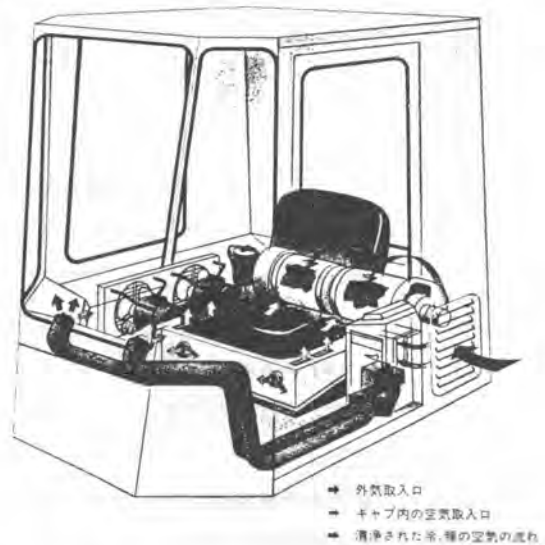


図-3 966Dエアコンディショナ  
(運転席付近配置図)

実際の966Dの運転席まわりは、図-3に示すようにキャブとプラットフォームの2つから構成され、エアコンディショナは下側のプラットフォームに組込まれている。

また、この図は、キャブ内空気の循環経路を示しているが、

外気がフィルタでどのように清浄化されているか、静岡県内の碎石現場で、実稼働調査したところ、ダスト数は、キャブ外で平均100個/分に対し、キャブ内では、平均4個/分と一般事務所に近い状態であることが判明した。

また、966Dのエアコンディショナの冷房能力の実測データは、エンジン定格回転で、図4に示すとおりであった。キャブ内温度は、平均化していることが判る。

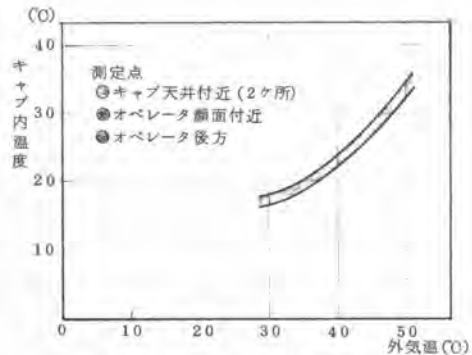


図-4 966Dエアコン冷房能力(実測値)

## 5. あとがき

キャタピラーのエアコンディショニングシステムは、冷房、暖房、除湿、解氷の機能にプレッシャライズ機能を加えて、キャブ内に常に新鮮な空気が充填するため年間を通じて利用される。

建設機械のエアコンディショナは、機械の種類や大きさによって普及率に差があるものゝ、機械の稼働率や安全性の面からその必要性が今後増々期待される。