PRESENTATION

22

THE 16TH SYMPOSIUM ON MAN-THERMAL ENVIRONMENT SYSTEM (TOKYO 1992)

## STUDIES ON THE THERMAL ENVIRONMENT IN THE CABIN OF CONSTRUCTION MACHINERY (PART2)

Ryozo Okada\*, Sachiko Okuda\*, Seiji Yano\*, Naoki Ito\*, Chikako Saito\*, Kanichi Kadotani\*\*, Teruyuki Matsuki\*\*, Hiroki Nakanishi\*\*

> \* FCG Research Institute, Inc. \*\* Komatsu Ltd. Research Division

Following our previous report, this is the second report of the serial studies on the thermal environment in excavator cabin under cold outdoor condition in winter.

the 6 operators (subjects) controlled the air-conditioner freely when Each of in need in each cabin (of 2 types), operating the excavator at the same time. personal differences in controlling the air conditioner, Because of variations large in the measured values of between individuals were the temperature distribution and air flow in the cabin. skin surface temperature and various sensory evaluations. The average values among individuals, however, showed some apparent tendencies depending on the outdoor environment conditions or the cabins with different air conditioning systems.

with the backside-air-outlet the cabin an example, in type As of air the inside temperature of cabin was controlled to 22.96±0.45° conditioner, as average under the experimental condition of outside temperature of 10°C level temperature:  $8.2\pm1.1$ °C). Under (measured average the condition of 0°C level (measured average temperature:  $-3.1\pm1.2$ °C) it was controlled to 28.40±0.45°C as the outside temperature difference was  $11.3^{\circ}$ . the controlled average. Although inside temperature difference was 5.44°. This shows that the influence of cold large in cases such as in the construction machinery cabin radiation is guite where the distance between cabin wall and the operator is very short.

Concerning thermal comfort evaluation, since the operator to was allowed control each air conditioner freely at hand in order to obtain the highest comfort level, there was not so much difference in voted average values among experimental conditions. We, however, could point out that under lower outside temperature the cabin with the separate-air-outlet type tends to obtain higher condition, values in thermal comfort evaluation than that with the backside-air-outlet type, variations between individuals in adaptability in controlling the and there was air conditioner, which seems to be giving some influence in the evaluation of thermal comfort.

The average thermal sensation value was found to be higher in the cabin with separate-air-outlet type than in another type cabin (0.70:0.40),and the also lower outside temperature condition one tended to control the under air conditioner to give higher thermal sensation than in relatively higher outside temperature condition (0.69:0.41). It was also found that in the cabin with the type the variation in the regional thermal sensations separate-air-outlet from head to toe was smaller than in the other type of cabin.

The results of the air flow sensation evaluation and the relations of the thermal sensation and the air flow sensation to the thermal comfort are also discussed in this paper.

第16回 人間-熱環境系シンポジウム(東京 平成4年11月)

研究発表22 建機キャビン内の温熱環境に関する研究(2)

〇岡田亮三\*、奥田祥子\*、矢野誠二\*、伊藤直樹\*、齋藤千賀子\* 門谷晥一\*\*、松木照幸\*\*、中西広記\*\*

\* (株)エフシージー総合研究所

\*\* KOMATSU 研究本部

1. はじめに

冬期寒冷条件における建機のオペレーターの居住環境 の評価研究に関し、第一報に続いて報告する。建機には 後部集中吹出し型と分散吹出し型の2種類の空調方式を 装備したパワーショベルキャビンをとり上げ、キャビン の外部環境条件としては外気温0℃(実測:-3.1± 1.2℃)と外気温10℃(実測:8.2± 1.1℃)を 設定し、6名の被験者をそれぞれのキャビンに搭乗させ それぞれの外部環境条件の下で、別に設定したショベル オペレーションを行いながら、そのプログラムの中で各 自が満足のゆくように自由に空調調節を行わせた。

本報ではその空調調節操作の結果、まず被験者の申告 した快適感がキャビン内温度分布などの環境計測値や平 均皮膚温などの生理計測値とどんな関連にあるかを分析 検討したので、以下報告する。

2. 試験の結果

(1) 空調の調節操作について

後部集中吹出し型はキャビン内への熱風の吹き出し量 を強・弱・切の3段階で切替える方式であり、分散吹出 し型は温度と熱風の吹き出し量を各々独立に無段調節す る方式であるために、被験者の空調の調節操作に違いが 見られる。

空調の調節操作回数でみると、後部集中吹出し型では 外気温が0℃の場合も10℃の場合も、1水準内で平均 10回位の上げ下げ操作が行われているのに対し、分散 吹出し型では外気温0℃の場合の方が10℃の場合より も平均の操作回数が多くなっており、温調操作よりファ ンレバー操作による熱風吹出し量調節の方が(上げ下げ 合計回数で)若干多くなっている。なお、温調つまみの 操作では上げ回数より下げ回数が多くなっており、一気 に温度を上げ暑すぎを感じては少しずつ下げるという調 節が行われている。

被験者の自己申告によると暑がりや寒がりがいて、調節回数も1水準あたり33回に対して11回というよう に個人差が大きく、また調節回数が多くて高い快適感が 得られている場合もあるが、個別には高い快適感につな がっていないケースもある。



< Fig. 1 The number of times

controlling the air-conditioner>

(2)快適感について

被験者は開扉状態で外気に充分なじんだキャビンに入り、ジャンパーを脱いでまず空調操作を自由に行うので キャビン入室2分後のVoting(③の時点)では外気温 に応じた快適感しか得られないが、入室12分後の④以 降では快適感はかなり回復される。プログラムに従った ショベル操作の合い間に被験者は自由に空調操作を行う ので、もたらされる快適感の高さは空調装置の能力、調 節操作のやり易さ、温度と気流のバランスなどによって 影響されると考えられる。

快適感は、個人別に見ると「快適」レベルに調節出来 ている人と出来ていない人、また暑くしすぎて「不快」 と申告している人などがいて、個人差は大きい。しかし トータルしてみると分散吹出し型の方が「快適」と「不 快」の変動が少なく、平均的に「快適」状態が得られ易 いように見られる。 第16回 人間-熱環境系シンポジウム(東京 平成4年11月)



<Fig.2 [Winter] The comparison of thermal comfort evaluation>

<Fig.3 [Winter] The comparison of average temperature in cabins>



第16回 人間-熱環境系シンポジウム(東京 平成4年11月)



<Fig.4 [Winter] The comparison of average skin surface temperature>

(3) キャビン内平均温度について

キャビン内平均温度を見ると分散吹出し型の方が後部 集中吹出し型に比べて高く調節されており、全平均で外 気0℃の場合2.24℃、10℃の場合4.51℃も高く なっている。

また、後部集中吹出し型では外気0 $\mathbb{C}$ (実測値: -3 .1 $\mathbb{C}$ )の場合28.40 $\mathbb{C}$ に調節されているのに対し、 10 $\mathbb{C}$ (実測値:8.5 $\mathbb{C}$ )では22.96 $\mathbb{C}$ に調節され 分散吹出し型では外気0 $\mathbb{C}$ の場合30.64 $\mathbb{C}$ に調節さ れているのに対して10 $\mathbb{C}$ では27.47 $\mathbb{C}$ に調節され ている。

分散吹出し型の方が、後部集中吹出し型に比べて暖房 能力が高いため、特にキャビンをステップゆ、ゆで開扉 した時のキャビン内平均温度は、外気0℃の時12.1 3℃に対し20.11℃と約8℃も高く、0℃の場合で も18.37℃に対し23.21℃と4.8℃も高くなる。

外気が0℃と10℃とでキャビン内の温度は、後部集 中吹出し型で28.40℃に対し22.96℃で温度差5. 44℃、分散吹出し型で30.64℃に対し27.47℃ で温度差3.17℃となり、外気温の実測差8.5℃-( -3.1℃)=11.6℃に因る冷輻射の差がキャビン内 温度差3.17℃~5.44℃を誘起していると考えられ る。

ちなみに、キャビン左右前後のガラスの平均内面温度 は、後部集中吹出し型では、外気0℃の時13.72℃、 外気10℃の時15.89℃、分散吹出し型では、外気 0℃の時11.43℃、外気10℃の時16.83℃であ った。



(4) 平均皮膚温について

後部集中吹出し型で、外気0 Co場合平均皮膚温は3 3.24 Cで、外気10 Co場合は33.47 Cを示して いて、外気0 Cの時のキャビン内温度が10 Cの時より 28.40 C-22.96 C=5.44 C高いにも拘わら ず平均皮膚温は33.24 C-33.47 C=-0.23 Cと下がっている。これは冷輻射の影響である。被験者 は外気0 Cの場合キャビン内の後半の作業中に温度を上 げ、皮膚温を高めるよう空調操作して快適感を維持して いる。

分散吹出し型では外気0℃の場合平均皮膚温は33. 43℃で、外気10℃の場合は34.08℃を示してお り、外気0℃の方が外気10℃よりもキャビン内温度 30.64℃-27.47℃=3.17℃高いにも拘わら ず、平均皮膚温は33.43℃-34.08℃=-0.6 5℃と低く後部集中吹出し型と同傾向を示している。

分散吹出し型はキャビン入室直後の昇温操作によって キャビン内温度も平均皮膚温も高めに、また少し長めに 持続されるように見られる。

3. まとめ

 ①冬期寒冷条件下では冷輻射の影響が極めて大きいので 外気条件の設定と暖房能力との整合性が必要である。
ただしガラス内面温度とキャビン内温度差が大きすぎると結露もあるので留意しなければならない。
②後部集中吹出し型に比べ分散吹出し型の方がキャビン 内温度の均一性が良好であり、快適性が良いように思われる。