



| | |
|------------------|---|
| Title | 寒中工事用採煖方式の一実験 |
| Author(s) | 洪, 悦郎; Koh, Yoshiro; 中島, 亨 他 |
| Citation | 北海道大學工學部研究報告, 51, 67-78 |
| Issue Date | 1968-12-25 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/40918 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 51_67-78.pdf |



寒中工事用採暖方式の一実験

洪悦郎*

中島亨*

鬼頭弘一*

(昭和43年9月10日受理)

An Experimental Study on the Heating Method for Constructions in Winter

Yoshiro KOH

Toru NAKAJIMA

Koichi KITO

(Received September 10, 1968)

Abstract

The effect of an improved heating system on the temperature distribution of room air and of concrete walls during construction was studied by applying a combination of a cylindrical duct system and an oil heater. Oil heaters have been widely used for heating the inside of enclosure at building sites in recent years. The duct system is composed of a conical pipe fitting over the outlet of a blower type oil heater and stove pipes. Elbows, T-joints and perforated pipes are combined with straight non-perforated pipes. This heating system was applied for trial at two building sites, as a considerable improvement of temperature distribution was observed in an experimental small building.

1. ま え が き

寒中工事では種々の採暖方式がとられるが、近年多用されているのは強制送風式のオイルヒーターである。このヒーターは燃料の完全燃焼がはかられており、他の採暖方法に較べると、設備と燃料の経費は若干大きくなるけれども、操作が簡単で、運転維持のための労務の節減ができるために多用されるようになってきた。しかし、どんな燃料による採暖方式をとっても、室内の上下の温度分布を均一化することはなかなか困難である。オイルヒーターの場合も、強制送風によって室内の空気の攪拌は行なわれるが、上下の温度分布にまで好影響を与えてはくれない。

寒中コンクリートの場合、初期材齢の保温養生は、コンクリートにとって大切なことであ

* 建築工学科

る。対流によって室内上部の気温は必要以上にあがっても、柱や壁の基部など、下の部分の保温は極めてむずかしい。したがって下部のコンクリートの強度は、果して十分に増大しているかどうか疑問なまま放置されることが多い。

採暖による工事中の室内温度分布の実情を明らかにするとともに、その改良を行なうことが本実験の目的である。良好な結果が得られる見通しが得られたので、札幌市内の二現場に実際に適用して測定を行ない、かなりの好結果をうることができた。

2. 室内気温上下の差のモデルハウスによる測定

実験に用いたモデルハウスは、図-1に示す。3.60 m 角の鉄筋コンクリート造で、高さは屋根スラブ上面で2.55 mある。南側と東側にスラブまでの高さ2.28 m、幅1.20 mの窓を設ける予定の開口部と、北側に1.0 mの入口用の開口部をとってある。長さの異なるひさしが出ているのは、コンクリートの耐凍害性の研究上建物各部分の温度分布の状況を調べるために作ったものである。

図-2に示すように、室内には気温測定用のサーモカップルを、床上30 cm、75 cm、120 cm、165 cmおよび210 cmの高さに配置してある。またコンクリート壁体内にも予めサーモカップルを各所に埋込んで測温できるようになっている。

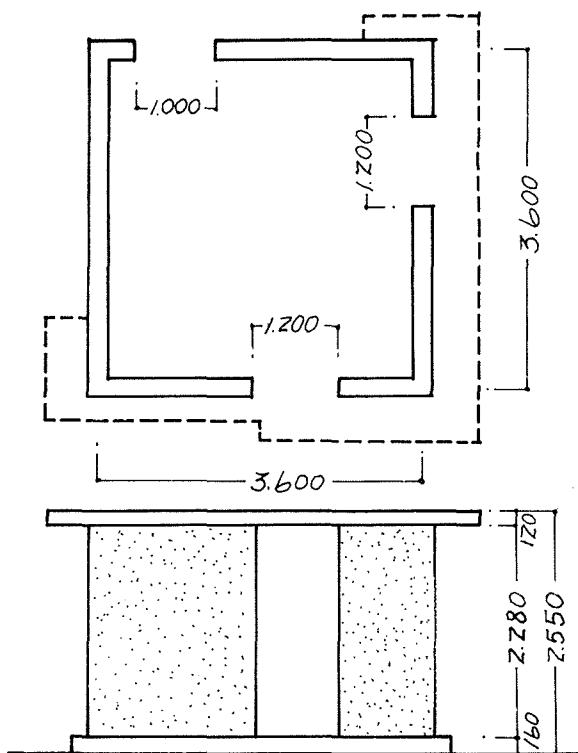
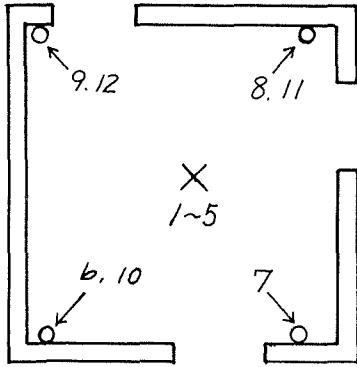


図-1 モデルハウス平面および立面



| | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 番 号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 高 さ (cm) | 210 | 165 | 120 | 75 | 30 | 30 |
| 番 号 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 高 さ (cm) | 30 | 30 | 30 | 210 | 210 | 210 |

図-2 熱電対の配置

× 室内気温用 ○ 型枠表面温度用

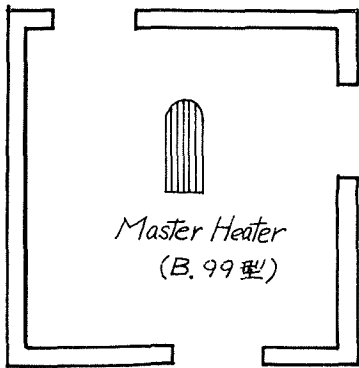
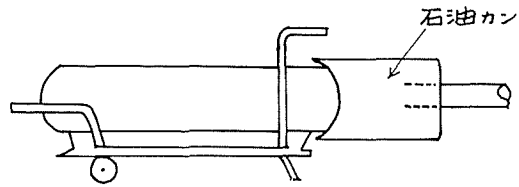
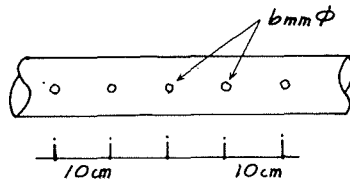


図-3 オイルヒーターのみに場合



ヒーターとパイプの接合部分



パイプ孔詳細

図-3のように、普通にオイルヒーターで加熱する場合に加えて、図-4に示すようにヒーターの吹出口に石油カンを取りつけ、これに10cm径の鉄板煙筒をダクトとして接続した。この鉄板煙筒はそのまま用いるものと、6mm径の孔を10cm間隔にあけたもの、すなわち1本当たり8個の孔をあけてそこから温風が出るようにした有孔のものとを用意した。

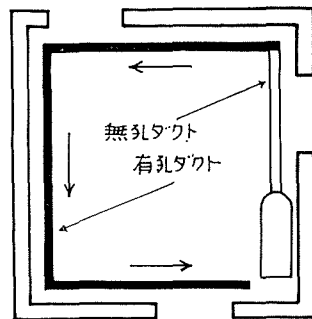


図-4 北大加熱方式

北側の開口部は本実験では12mmの合板で常にふさいだ。東および南の開口部は開口率を変えるために、全部か上部または下部の半分を合板またはシートで閉ぢるなど、合計約30種の組み合わせとした。

オイルヒーター単独による採暖と、上記煙筒によるダクト結合方式(以下北大加熱方式と

称する)とで採暖を行ない、内部の気温の分布を測定記録させた。

このデータをもとにして、開口の大きさおよび処置に対して、換気による熱損失をも比較しようとしているが、更に基礎研究を必要とするため、本報にはその詳細は省略して、従来方式と北大加熱方式との温度分布への影響のみについて記すこととする。

従来方式でオイルヒーターで採暖すると、外気温に対する室内気温の上昇は、上部ほど著しく高くなり、上下の温度差が大きい。この温度差は開口の条件によって異なるが、数例を図-5に示す。

しかし北大加熱方式のように、鉄板煙筒によるダクトを用いると、これが放熱器となり、下部の気温を上げることができ、上下温度差は従来方式のおよそ半分にしうることが認められる。

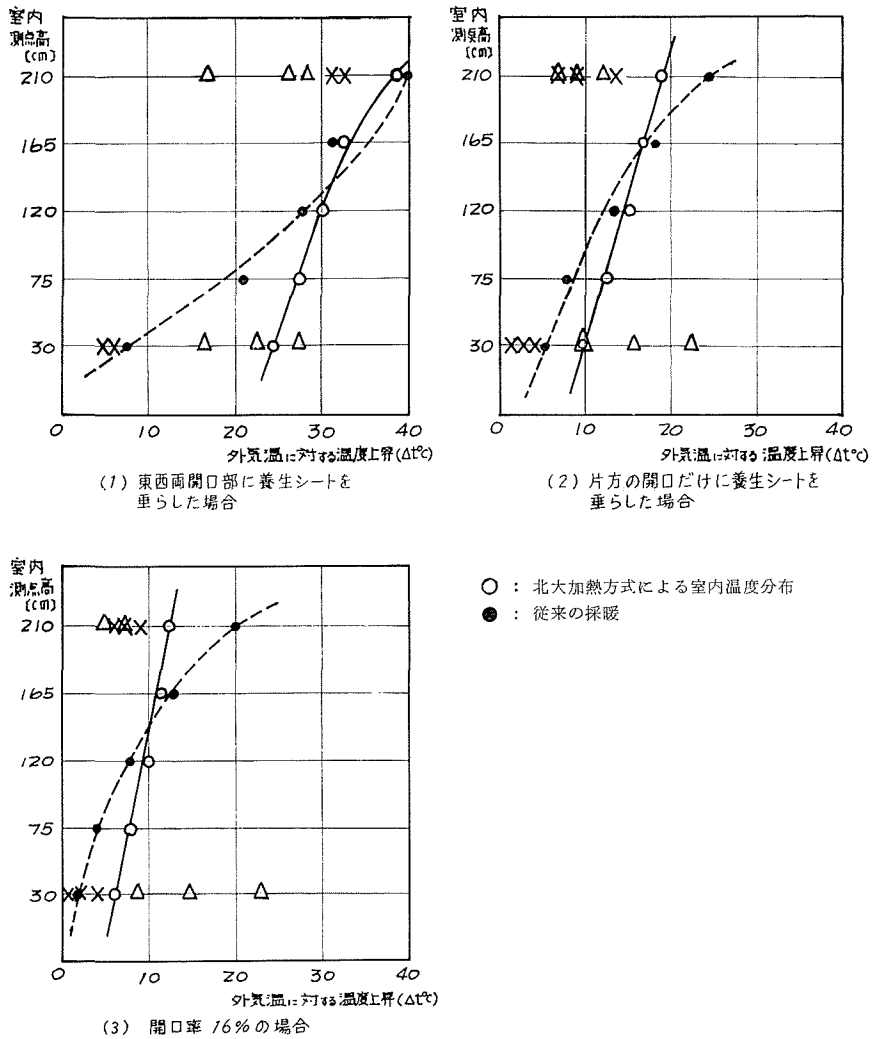


図-5 北大加熱方式と従来採暖方法における温度分布比較

3. 北大加熱方式の適用範囲を定めるための温度分布測定の実験

この北大加熱方式を建築工事現場に適用するについては、ヒーターにどれだけの煙筒をつないでも差支えないかを調べておく必要がある。

ヒーター吹出口からおよそ5 mで10 cmの煙筒径になるようにしぼった変断面管を用いた。なおヒーターとしては、マスターヒーター B 99 (18,700 kcal/hr) を用いた。

図-6は無孔煙筒ダクトの長さを変えて、吹出口の温度を調べた結果で、ヒーター吹出口で150°Cに対し、30 mの煙筒端の吹出口で50°Cである。

図-7は途中に分岐ダクトを設けた場合の測定結果で、主ダクト吹出口は分岐ダクトの設置位置に関係なく、30~40°Cはあり、分岐ダクト吹出口では25 mの位置で50°Cになっている。

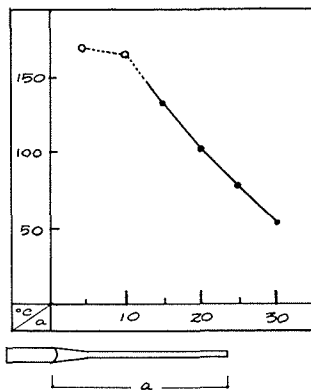


図-6 無孔主ダクト長さ別による吹出口温度分布

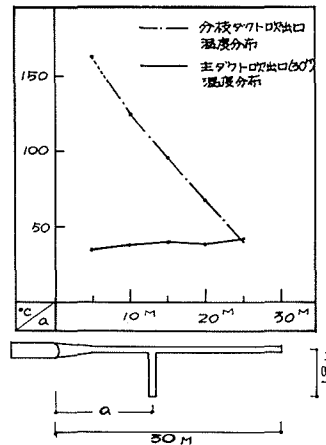


図-7 分岐ダクト取付位置別による分岐ダクト吹出口及主ダクト(30 M:1定)吹出口温度分布

無孔ダクトと有孔ダクトとの数を変えて、延長30 mとしてダクトの長さ方向の温度分布を測定した例を図-8に示す。ヒーター吹出口に近いところでは150°Cであるが、10 mで100°C、20 mで70°C、25 mで50°C、30 mで25°Cとなる。

有孔分岐平行ダクトを設けた場合は、図-9に示すように、20 mまででみると、主ダクトで70°C、副ダクトで32°Cで、建築工事現場での適用には十分使えることが明らかである。150°Cの熱風が直接型わく面に部分的に当るよりは、ずっと良い温度の均等化をこの加熱方式によって期待できることが確かめられた。

また送風能力がかなりあるので、途中で90°または135°の曲がり管を設けても全体としての配置が直線的であれば、温度低下状況にあまり差は出ないことも確かめた。

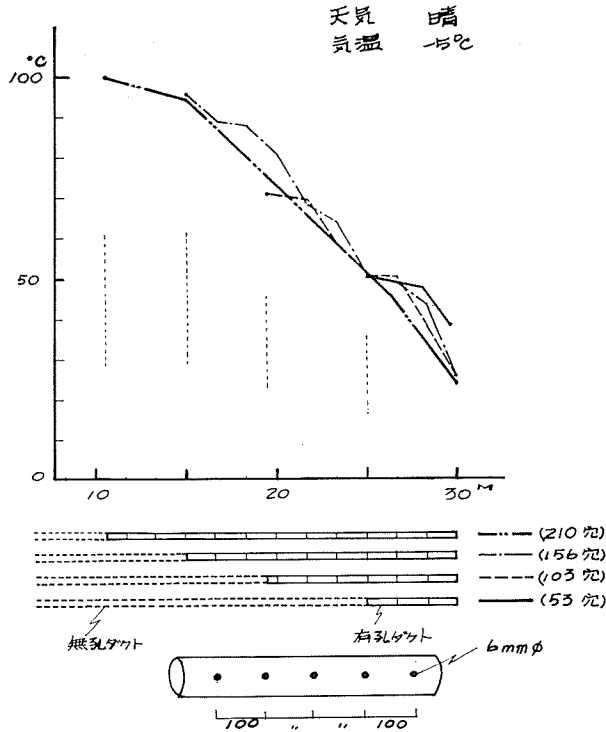
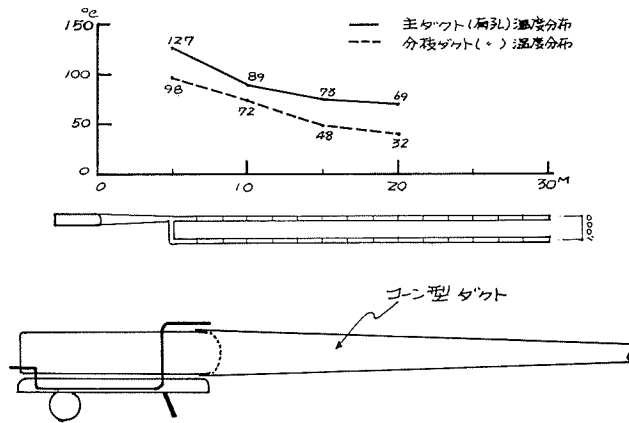


図-8 有孔ダクト長さ別温度分布



ヒーターとダクトの接合部分

図-9 有孔分岐ダクトの温度分布

4. 建築工事現場における応用実験 一その1

上記3に述べた実験を実施する前に、建築工事現場での適用を行なったもので、柱面が室内側に突出している建物のため、この部分に135°のえび曲りを4個用いて迂回するようにし、壁の下部の保温に重点をおいた。

この建物は、南側に4階建の既存部分があり、8スパン増築する部分の4階について適用した。北側桁行方向壁面にこの北大加熱方式によるヒーターと煙筒ダクトの併用をし、南側壁面には従来のヒーターのみによる吹出し方法を適用した(図-10)。

温度測定は型わくの室内側表面と、打込んだコンクリート壁の中心部で、共に床上30cmの高さを主とした。

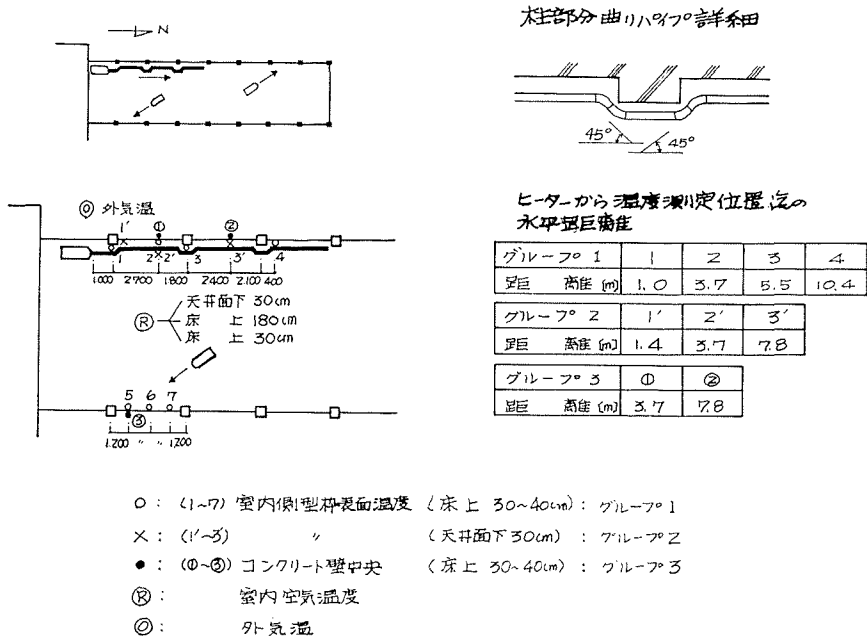
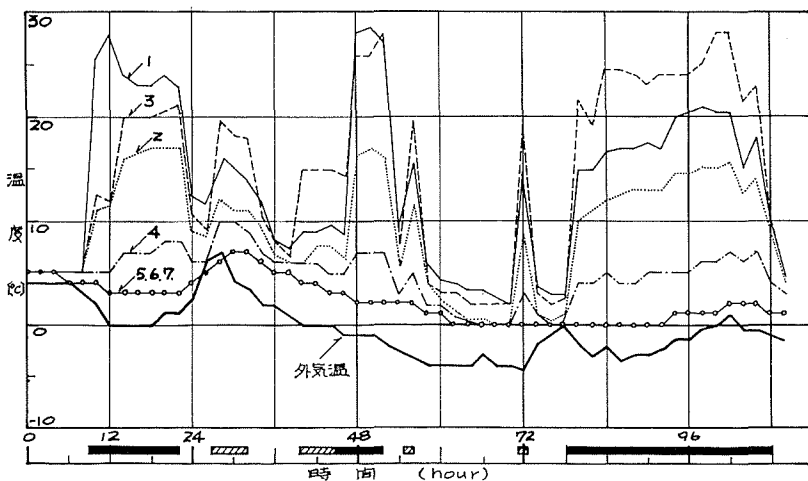


図-10 現場実験概略図 (その1)



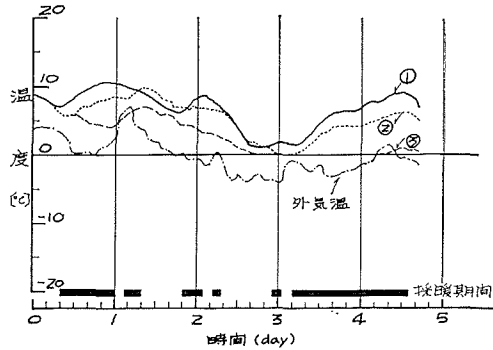
----- マスターヒーター 完全燃焼による採暖時間
 ----- " 不完全燃焼 "

図-11 現場実験 (その1) 型枠表面温度分布

ヒーターと煙筒ダクトとの接続は、施工に間に合わないためにモデルハウスと同様に石油カンに孔をあけたものを用いた。このために空気の良い流れが阻害され、若干不完全燃焼を起して実験の中断をしたことがある。

このため採暖不十分な期間もあるが、燃焼の良いときにはこの煙筒ダクトの効果は非常にあり、図-11のごとく外気温0~-5°Cに対し、ヒーター吹出口より6 m以内の床上30 cm 高の型わく表面温度を15~25°Cに保つことができた。10 m離れたところでも5°C以上が確保された。これに対し南側のダクト方式によらないところでは、一度外気温が0°C以下に下ると、型わく表面も0°Cになってしまい。外気温が上昇しないかぎりなかなか温度の上昇がみられない。

コンクリート壁体の中心部で床上30 cmの温度も図-12に示したが、打込んだコンクリートの保温に北側ではかなり役立っており、ヒーター吹出口から7.8 mでも実証されている。こ



型枠表面及びコンクリート壁 温度分布

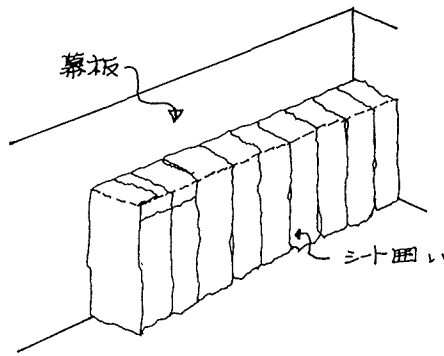
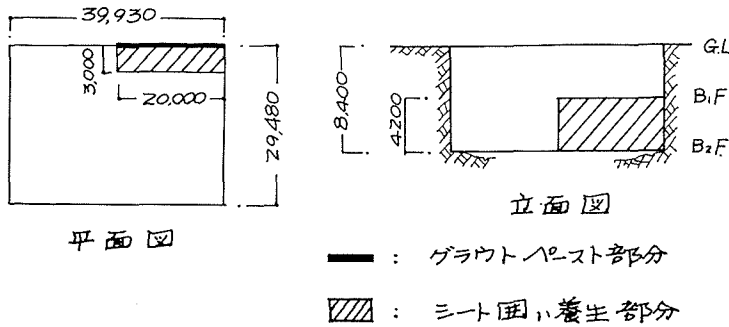
| 経過時間 (hour) | 採暖期間 | 7'ル-7' 1 | | | | | | | 7'ル-7' 2 | | | 7'ル-7' 3 | | |
|----------------|------|----------|------|------|-----|---|---|---|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1' | 2' | 3' | ① | ② | ③ |
| 0 | | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 9 | 9 | 9 |
| 4 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7.5 | 8 | 8 |
| 8 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6.5 | 6 | 6 |
| 12 | | 2.8 | 11.5 | 12 | 5 | 3 | 3 | 3 | 9 | 8 | 7 | 8 | 6 | 6 |
| 16 | | 2.3 | 16.5 | 2.5 | 7 | 3 | 3 | 3 | 10 | 8.5 | 9 | 9.5 | 17 | 5 |
| 20 | | 2.4 | 17 | 25.5 | 8 | 3 | 3 | 3 | 10.5 | 9 | 9 | 10.5 | 8 | 4.5 |
| 24 | | 12.5 | 9 | 10.5 | 6 | 4 | 4 | 4 | 10.5 | 10 | 11 | 11 | 8.5 | 4 |
| 28 | | 16 | 12 | 19.5 | 10 | 6 | 6 | 6 | 13 | 12 | 14 | 10 | 8.5 | 6 |
| 32 | | 14 | 11 | 18 | 9 | 7 | 7 | 7 | 12 | 12 | 13 | 9 | 10 | 7 |
| 36 | | 8.5 | 7 | 8 | 6 | 5 | 5 | 5 | 11 | 11 | 12 | 7.5 | 9 | 6 |
| 40 | | 9 | 6 | 15 | 6 | 4 | 4 | 4 | 9 | 9 | 10 | 6.5 | 8 | 6 |
| 44 | | 9.5 | 7.5 | 15 | 5 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | 10 | 5.5 | 7 | 4 |
| 48 | | 2.8 | 16.5 | 2.6 | 7 | 2 | 2 | 2 | 9.5 | 8.5 | 10 | 8 | 7 | 3.5 |
| 52 | | 27.5 | 16 | 2.8 | 7 | 2 | 2 | 2 | 8.5 | 8 | 10 | 8 | 6.5 | 3 |
| 56 | | 15.5 | 11.5 | 20 | 5 | 2 | 2 | 2 | 7.5 | 7.5 | 10 | 6 | 5 | 2 |
| 60 | | 4.5 | 2.5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 6 | 3 | 3 | 1 |
| 64 | | 3 | 0.5 | 2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 5 | 1.5 | 2 | 0 |
| 68 | | 2.5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| 72 | | 13.5 | 9 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 5 | 1.5 | 0.5 | 0 |
| 76 | | 3 | 0.5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | | | |
| 80 | | 1.5 | 10 | 21.5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5.5 | 6 | | | |
| 84 | | 16.5 | 12 | 24.5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7 | 6.5 | 8 | | | |
| 88 | | 17 | 13 | 24 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | 6.5 | 7 | | | |
| 92 | | 17 | 13 | 24 | 5 | 0 | 0 | 0 | 6.5 | 6.5 | 7 | | | |
| 96 | | 20.5 | 14.5 | 24 | 5 | 1 | 1 | 1 | 6.5 | 6.5 | 8 | | | |
| 100 | | 20.5 | 15 | 2.8 | 6 | 1 | 1 | 1 | 7 | 6.5 | 8 | | | |
| 104 | | 15 | 12.5 | 21.5 | 6 | 2 | 2 | 2 | 8 | 7.5 | 9 | | | |
| 108 | | 10 | 8.5 | 9 | 4 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 8 | | | |

図-12 現場実験 (その1) コンクリート (床上30~40 cm) 壁温度分布

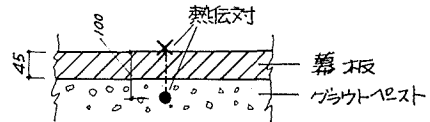
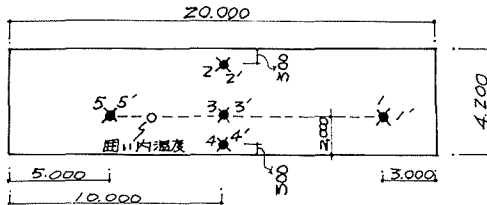
れに対し南側の従来方式によったときは、一度コンクリートが冷却すると温度の上昇はなかなか期待できない。

5. 建築工事現場における応用実験 — その2

札幌市内のビルの地下室で、隣接建物のある北側の土留用矢板と切土との間に土崩れ防止のためにセメントペーストを注入しその保温をする工事があった。これに対し北大加熱方式を適用した。図-13の平面と立面に示したように、2回に分けて施工し、高さ4.2m幅20mを一工区としたものである。その壁面の前面を奥行き3.0mをシートで囲い、この中を図-14に示



熱伝対による温度測定位置

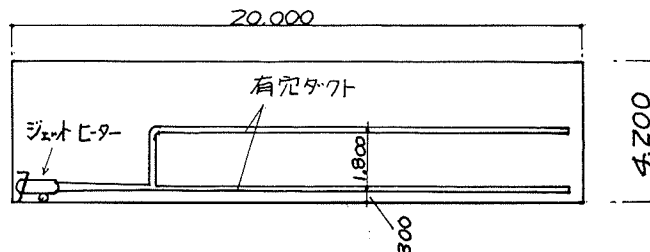


- グラウト/ペースト内の熱伝対
- × 型枠表面温度

図-13 現場実験 (その2) 現場概略図

す3つの方法で採暖を行ない、その効果を比較した。土留用幕板の表面温度と、その表面から約10 cm内側のペースト中の温度とをサーモカップルを用いて記録させた。

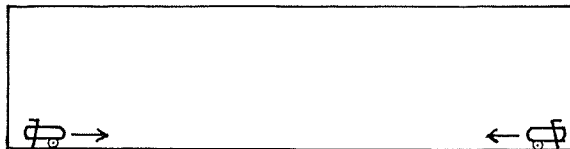
測定結果を図-15と図-16に、それぞれ幕板表面温度とペースト温度とにわけて示した。外気温は $-5\sim-10^{\circ}\text{C}$ とやや低い時期であるが、ジェットヒーター30,000 kcal/hr 1台で2段ダクトを用いたものよりも18,700 kcal/hrのマスターヒーター2台でダクトを4段にしたものの方が、容量も大きいがいよいよ一層温度分布の均等化には効果的である。④の異常な上昇は、シート囲いのすき間をとくによく閉めさせた場合である。換気を少なくすることの重要性を示すものである。その他の記録はごく普通の程度のシートのはり方によるデータと考えて良い。



(1) ジェットヒーター (30,000 kcal/hour)
1台による採暖



(2) マスターヒーター (18,700 kcal/hour)
2台による採暖



(3) マスターヒーター (18,700 kcal/hour)
2台による通常採暖方法

図-14 ダクト配置図

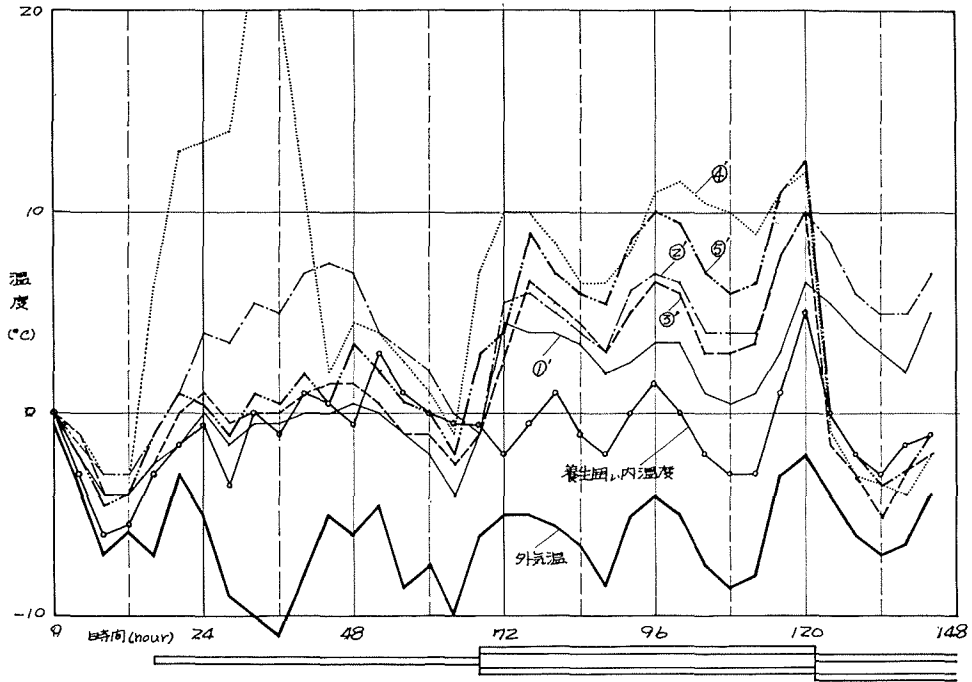


図-15 現場実験 (その2) 型枠表面温度分布

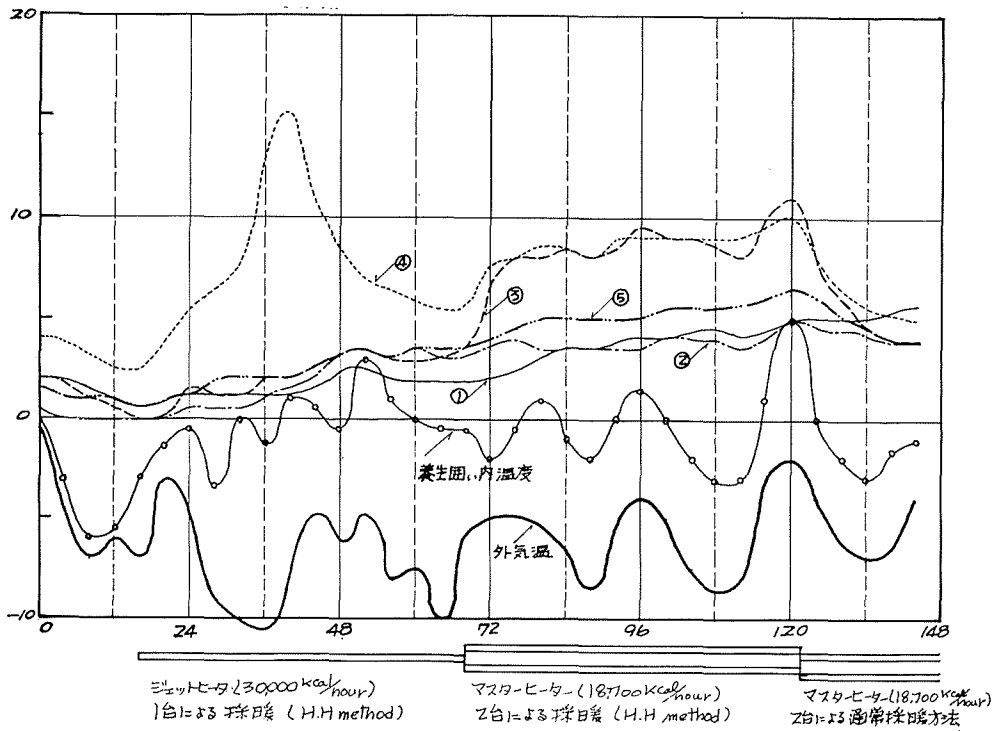


図-16 現場実験 (その2) グラウトペースト温度分布

従来方式の単にヒーターを2台配置した場合には、ヒーターに近いところと、上部のみが要求される保温状態になしうるが、2.00 m 以下の下部は外気より 2~4°C 高くなるに過ぎない。大部分の熱はそれよりも上部へやってしまうことになる。

6. む す び

このように北大加熱方式は壁面下部などの保温に比較的安価な煙筒ダクトをつけるだけで効果が大きいことがモデルハウスで確かめられた。これを適用した二現場での結果からも効果的である。

ヒーター容量等の必要量推定は、換気についての基礎実験や、外気の風速の影響についての検討を更に進めた上で考察しようと考えている。

本実験をすすめるに当っては、卒業論文を担当した学生木村悟君の努力にまつところが大きく、小池迪夫助教授と荒谷登助教授の助言を得た。ここに記して感謝の意を表する。