

# 仮設上家をもうけた寒中鉄筋コンクリート工事

新見 芳男 宮路 栄二  
鳥田 専右 大槻 忠夫\*

(\*当社北海道支店次長)

## §1. はじめに

本試験工事は吉川副社長の発案により、仮設工事を北海道支店にて計画し、研究所において打合せを行なって決定した。工事施工は北海道支店が担当し、温度測定、コンクリートの品質管理等について研究所が参加したものである。

JASS 5 鉄筋コンクリート工事の分類にしたがうと、札幌市における10月および4月は「寒冷期」に、11月～3月は「極寒期」に相当する。

北海道の冬期の特徴として、気温のほかに降雪、積雪の問題がある。降雪は概して乾燥しており、その密度は新雪で約80kg/m<sup>3</sup>、ある程度積雪してしまったもので100～300kg/m<sup>3</sup>である。夜間には1回でかなり降雪することがあり、また積雪は3月初旬までほとんど融けない。このことは工事の施工に当ってかなり重要な問題である。

このような気象条件のため、従来北海道においては、12月中旬から3月下旬までの約100日間は工事を中止するか、ごく小部分の施工にとどめるのが通例であった。

このため、北海道支店では毎年のごとく社員を内地支店に派遣するなど、経費の節減に苦慮している。労務者は失業保険金の給付を受けるか、出稼ぎによって生計を立てなければならない。建築主はその間、投下した資金の冬眠を余儀なくされ、ある程度以上の規模の工事となれば2回の冬眠期を迎え、いちじるしい工期の延長を強いられる。ひいては、円滑迅速な経済活動が行なえないことになっている。

このような条件を克服し、北海道における冬期工事の完全施工をめざして、鉄筋コンクリート造3階建の建物を実験家屋とし、仮設上家をもうけて施工を行ない、主として寒中鉄筋コンクリート工事の問題を取りあげて調査を行なった。

## §2. 寒中工事の方法

寒中工事といえば、主体工事の鉄筋コンクリート工事が最も外部条件の影響を受けやすいので問題が多い。

この対策としては、次の方法が考えられる。

- (1) 打設したコンクリートが急激に冷却しないように十分な保温を行なう。ただし、採暖はしない。
- (2) 打設したコンクリートを加熱し、かつ保温する。
- (3) 作業空間全体を加熱保温し、コンクリートの水和作用だけでなく、全作業の能率をよくする。このためには、現場の採暖保温について、前二項よりさらに大規模な本格的な設備を要する。
- (4) 組立工法を採用して、低温時のコンクリート打設を現場においてなくするか、またはごく小部分にかぎる。部材の製作は工場生産に移す。

以上のうち、(1)、(2)は従来すでに行なわれてきたことであり、(4)は研究所の研究課題として取りあげられているので、その実施は近い将来に待つこととして、今回実施したのは(3)の方法である。

作業空間全体に上家を架設して加熱保温する方法を採用したのは、全作業を季節に関係なく円滑に進行させることができるからである。寒中工事といえば、コンクリ

ートの寒中施工について、上家を架けて蒸気暖房を行なった例などが外国の文献にも散見されるが、コンクリート工事のみが極寒期にあたるわけのものではなく、工期を自由に選ぶために、一応全作業が普通の状態のできるようにしたわけである。

例えば、鉄筋工事、型わく工事等はコンクリートの凍結とは直接の関係はないが、氷点下の屋外での作業は相当に困難であるし、積雪に対する適切な処理もできない。コンクリートは保温や加熱によって所要の強度を得ることはできようが、型わく存置期間に必要な最少限の日数にとどめ、型わく取払い後に引き続いて仕上げ工事に着手できるのでなければ、工程短縮上あまり多くを期待できないであろう。

このような考え方から、現場全般に上家をもうけて採暖保温を行なったわけであるが、実験の主目標は、やはりコンクリート躯体工事の完全な品質管理におかれた。

### § 3. 本工事および実験の概要

#### 3.1 工事概要

施工場所	札幌市南1条西11丁目
建物名称	北海道拓殖銀行札幌西支店
設計施工	清水建設株式会社北海道支店
構造規模	鉄筋コンクリート造 地下1階 地上3階 塔屋1階
敷地面積	770.40m <sup>2</sup>
建築面積	430.40m <sup>2</sup>
建築延面積	1,148.60m <sup>2</sup>
軒高	11.20m
最高部高さ	14.00m

工 期 昭和37年11月～38年9月

ただし本実験工事によって、工期約3カ月を短縮して38年6月竣工し、引渡しを完了した。

#### 3.2 実験の概要

この建物の機械室となる地下階部分は、37年12月中旬までにできていた。普通ならばここで冬眠に入り、工事は翌年3月まで中止されるはずであるが、これに引き続いて鉄筋コンクリート躯体工事を実験施工した。

現場の仮設上家としては、現場外周のわく組足場を利用して、軽量形鋼製のトラスを建物全体の上に架けた。このトラスはジャッキによって押し上げ、上昇できるようにした。屋根および外周は工事用養生シート、プラスチックシート、および木製コンクリートパネル等をもって覆った。

採暖のためには、温風炉を主体として、補助的にステームクリーナーを使用した。温風炉からの温風は、立上りおよび水平幹線は固定ダクト、先端部では布製のフレキシブルダクトを通して各部に送った。

コンクリートは13°C程度の生コンクリートを購入使用し、打ち込み後3日間は十分な暖房を行ない、コンクリートの圧縮強度の増進状態をみて、上家を上昇させたが、その上昇期間中のみは開放されるので、保温は中止された。現場内各所および打ち込まれたコンクリート各部の温度、湿度および日照、風力等は、すべて自動的に計測記録された。

コンクリートの試験体は、床版上部の温度測定点の近くに置き、各材令における試験を行なった。コンクリートは塔屋を含めて4回にわたって打設されたが、各種測定、試験の対象となったのは、主として初めの2回である。工事の概略と工程表は図一1～図一3に示す。

		37年 12月	38年 1月	38年 2月	38年 3月
計 画		—————			
仮 設	上屋トラス加工		—————		
	現場段取		—		
	足場掛		—		
	上屋トラス			—	
	被 覆			—————	
	仮設暖房設備			—————	
コ ン ク リ ー ト 工 事	鉄筋型わく			— — — —	— — — —
	コンクリート打			■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
	上屋せり上げ			■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■

図一1 拓銀札幌西支店寒中鉄筋コンクリート工事工程表

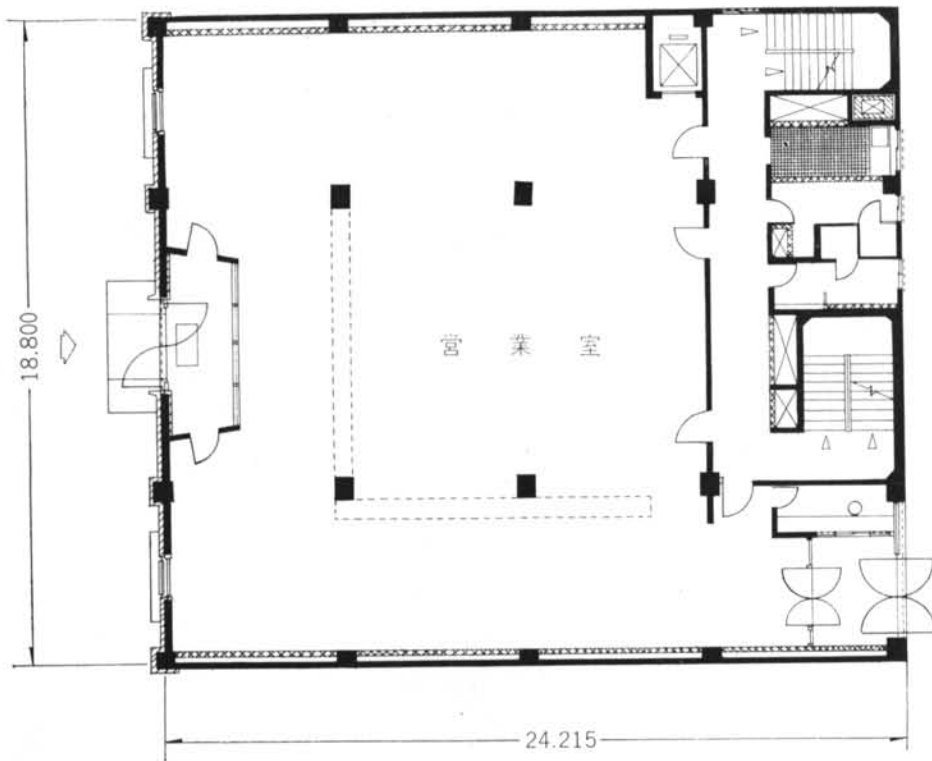


図-2 一階平面図

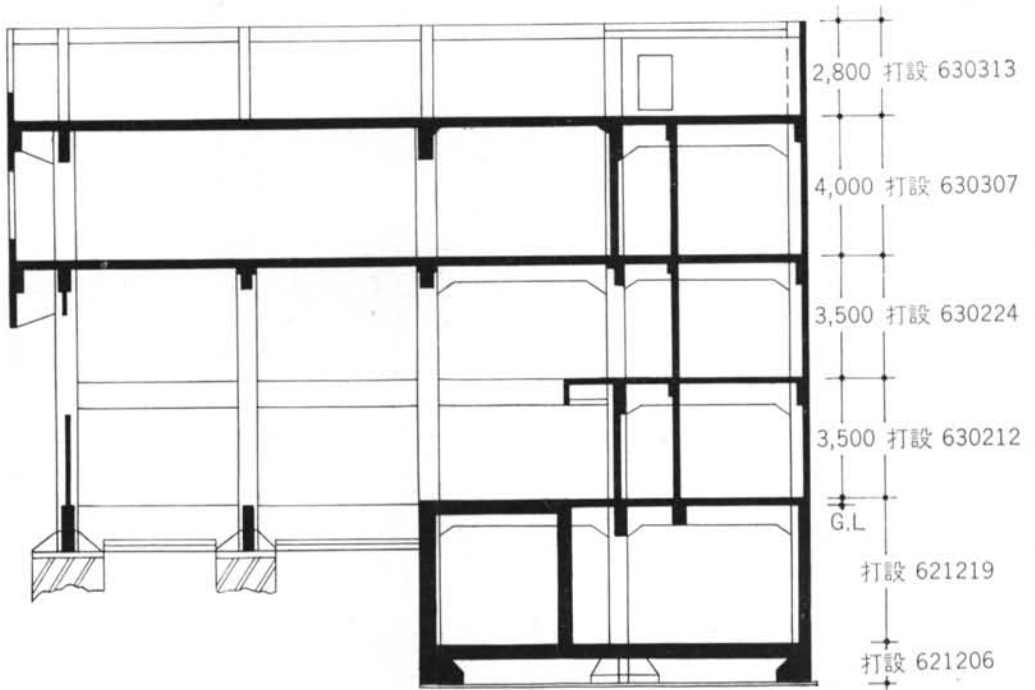


図-3 加熱養生コンクリート打設説明図

熱効果を良くする目的のため、足場板を適当な間隔をあけて並べた(図-4)。

## §4. 養生設備

### 4.1 上家と仮囲い

建物の外周にS M式わく組足場を組み立て、これに木製コンクリート用パネルを取りつけ、その外側にさらに工用養生シートを2層に覆った。

上家は軽量形鋼製のトラス8台を架けて、その合掌尻をS M式わく組足場に取りつけた。暖房気積を最小にするため、この上家全体をせり上げ式にして、工事の進行にともなって上昇させた。

上家の棟に近い部分には採光のために半透明のアミラン繊維強化プラスチックシートを張り、その他の部分には養生用シートをいずれも2層に張った。この2層の間には積雪の重量に対する考慮と、空気層をつくって断

### 4.2 上家の上昇方法

わく組足場の建地にガイドレールをクランプとボルトによって固定する。このガイドレールは長さ1.60mのもの2本継ぎで交互に上へ移動させる。

合掌尻のガセットプレートを延ばし、その先端部に2枚の鉄板を取りつけ、これをガイドレールにはさんでボルトで固定するようにつくられた。また、ガイドレールにはジャーナルジャッキの支持台を適当な高さに取りつけ、このジャッキでガセットプレートを通してトラスを押し上げる。ジャッキの揚程いっぱい押し上げると、ガセットプレートをガイドレールに固定し、次いでジャッキの支持台をさらに上部に盛り替え、この操作を必要な高さまで繰返すようにした(図-5)。

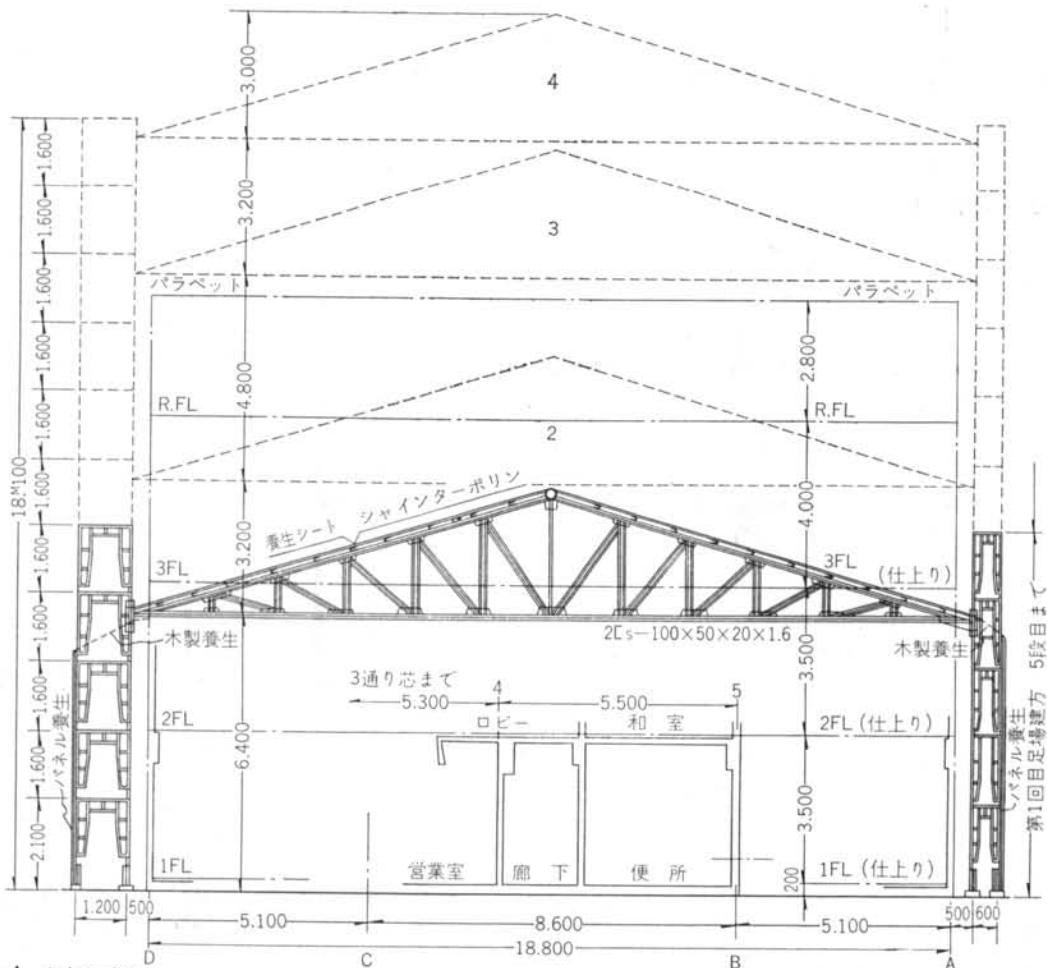
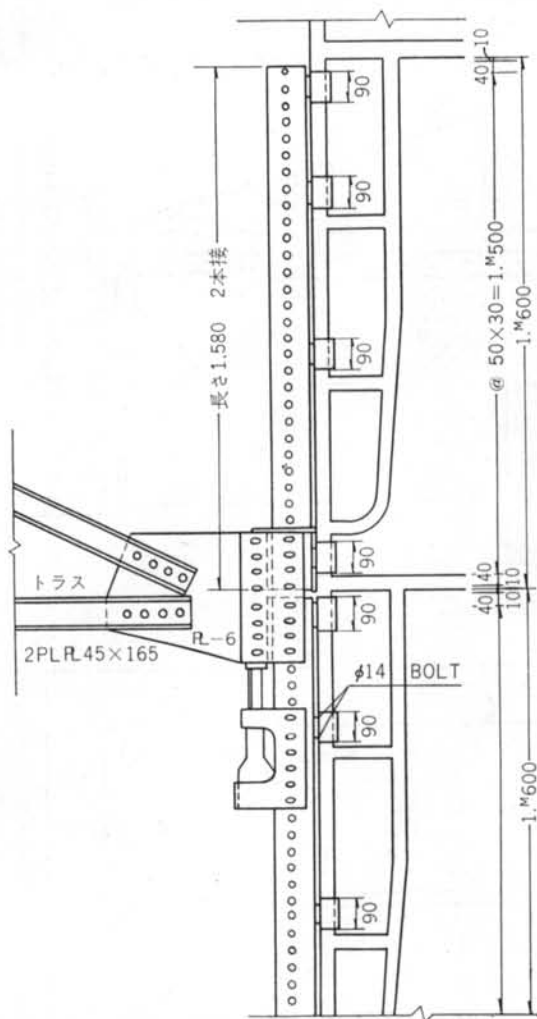


図-4 上家立面図



図一五 せり上げ箇所詳細図

トラスの端部にかかる上家の総重量は、1個所当たり約0.55t、ジャッキの容量はかなりの余裕をみて15tのものを使用した。ジャッキのストロークは15cm、トラスを1m上昇させるには平均約60分を要したが、段取りよく作業を進行させれば、1階分の上昇・被覆は1日で完了することができる。この方法によれば、

(1) コンクリートの打設がすむと、わく組足場およびトラスを上昇させるが、わく組足場の建地に、コンクリート壁体からつなぎをとって固定することができるので、建地は挫折にたいして安定することができる。トラスを押し上げるよりも、上部からチェンブロック等で釣り上げるか、リフトスラブ式に引上げる方法も考えられたが、いずれも挫折長さが大きくなるので、本工法によることにした。

(2) 暖房気積を最小限にすることができる。特に暖

かい空気は上部に集まるので、作業個所の採暖に有利である。

(3) 一般的に使用されるジャッキでよいので、特別の製作費を必要としない。

#### 4.3 暖房計画

この仮設上家内の暖房計画は、現場内の温度を平均+5°C以上に保つために、2月の札幌の平均気温-5.1°Cとの温度差約10°Cを仮設暖房設備によって加熱できるように計画した。すなわち、JASS 5の極寒期にあっても、仮設上家内は寒冷期の10°C~2°Cの範囲内に入るように計画したわけである。

暖房気積の計算には、塔屋および屋上パラペットのコンクリート打設時に、仮設上家を最も高く押し上げたときの最大気積約8,800m<sup>3</sup>を基準とした。

換気による熱損失を $Q_1$ 、現場外周からの熱損失を $Q_2$ とすれば、暖房負荷は $Q_1+Q_2$ である。

換気回数を5回/hrとすると、換気による熱損失 $Q_1$ は

$$Q_1 = \text{換気空気量} \times \text{温度差} \times \text{空気の比熱} \times \text{単位空気の重量} = 132,000 \text{ kcal/hr}$$

上家および外周部からパネルおよび養生シートを通して外部へ、および地中へ失われる熱量は、前者を5.6 kcal/m<sup>2</sup>hr°Cとして計算すると、

$$Q_2 = 122,800 \text{ kcal/hr}$$

したがって、総負荷は $Q=Q_1+Q_2=254,800$  kcal/hrとなる。このような計算から、加熱設備としては、発生熱量150,000kcal/hrの温風炉1基と、50,000kcal/hrのスチームクリーナー2台を用意した。

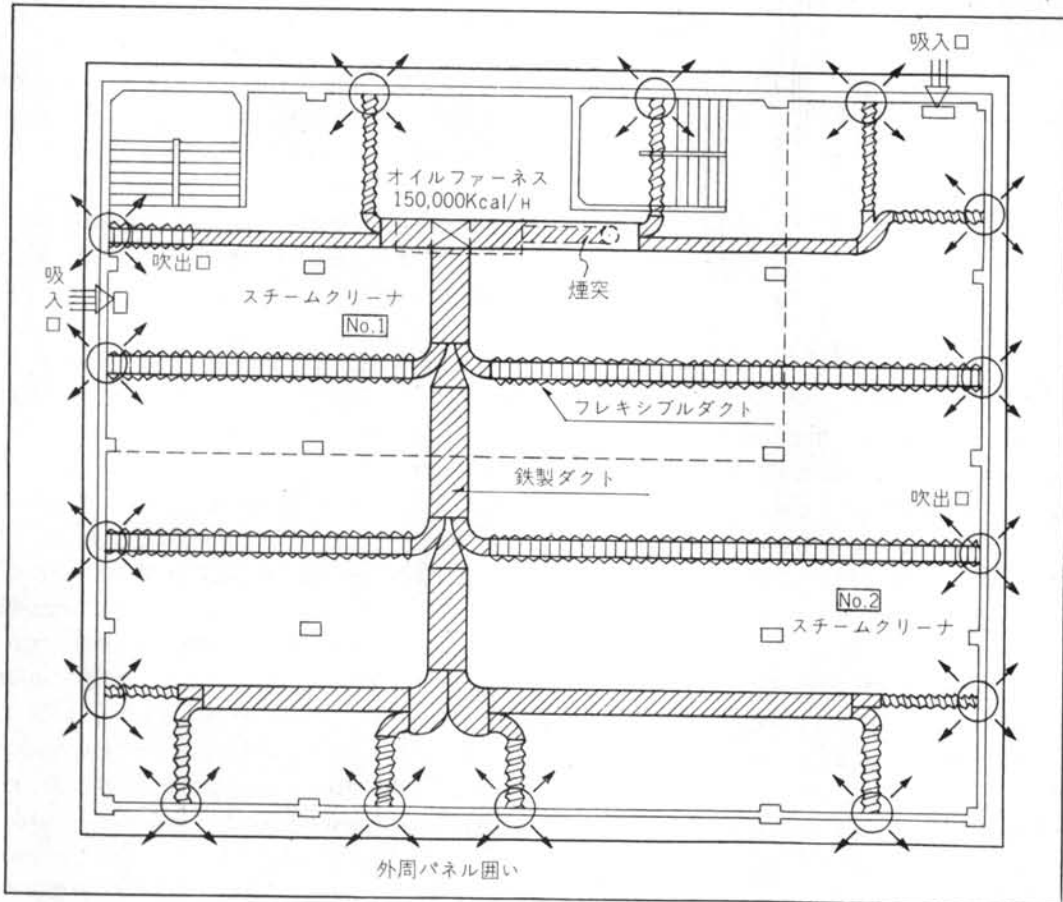
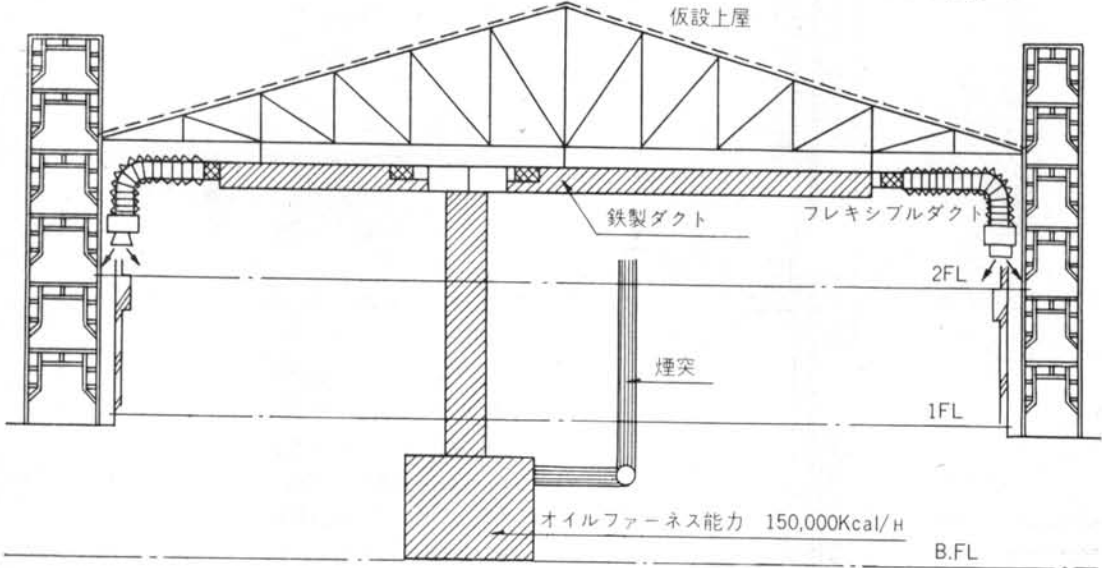
外気温の低い2月中は工事がまだ初期の段階にあり、上家が低く、したがって加熱する気積も小さい。現場の暖房される気積 $V$ は、上家を最上部まで上昇させた場合の最大気積 $V_A$ を1とすれば、第1回のコンクリート打設時の気積 $V_1=0.42$ 、第2回は $V_2=0.61$ 、第3回は $V_3=0.84$ である。上家が最上部にあがる時期は3月中旬であり、札幌の3月の平均外気温は-1.3°Cで、2月よりも3.8°C高である。このため実際の温度差は計画温度よりも小さくなり、熱負荷には当然相当の余裕ができる。

温風の送風計画を図一六に示す。地下機械室に温風炉と送風機を設置し、ダクトスペースを利用してメインダクトを立ちあげ、上家トラスの下端で水平の各方向に分岐させ、末端部ではフレキシブルダクトで床高近くまで導き、先端に吹出口をもうけた。

これらはすべてトラス下部につるして固定し、上家とともに上昇させ、上昇高さだけ立上りダクトを継ぎ足していった。フレキシブルダクトは送風抵抗が少し多くな

るが、吹出口の位置を自由に変えることができるので、  
第1回の測定結果によって、適正な位置に吹出口を改め

ることができた。  
また価格的にも鉄板製ダクトよりも有利であった。



図一6 暖房ダクト系統図

## § 5. 現場温度測定結果および気象状況

コンクリート躯体工事期間中、作業場内温度および打設コンクリート温度管理のため、現場において温湿度測定、記録を行なった。以下、その結果について述べる。

### 5.1 測定方法および使用計器

現場内の温度および湿度は、パイメタル型自記寒暖計および毛髪型自記湿度計で記録した。

コンクリート内部温度、表面温度および試験用モールド温度の測定は、感温部に銅-コンスタンタン熱電対を用い、各部に設置した接点の温度と基準接点温度との温度差によって生ずる熱起電力を、横河製60型12打点式電位差記録計2台に記録せしめた。

なお参考として、仮上家上に三杯風力計および差熱式日射計を取りつけて記録した。

### 5.2 測定の経過

自記寒暖計は、施工期間中、作業場内各所に設置し、主として場内温度管理に使用した。

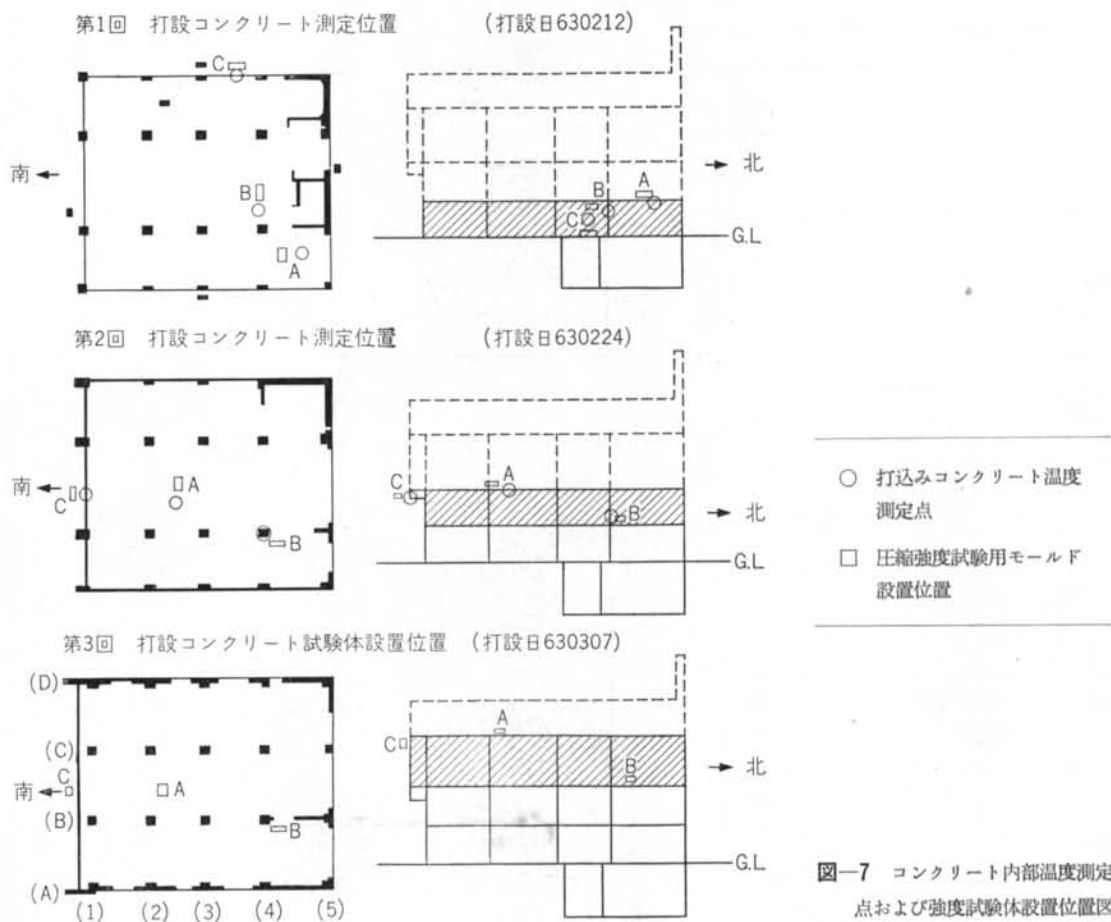
電位差記録計による記録は、第1回コンクリート打設時と第2回コンクリート打設時に、打ち込みコンクリート温度経過を測定した。

第1回の測定では、最も温度条件の厳しいと思われる点を検査する目的で、第2回測定には、構造体各部の形状による温度経過の差異を検査する目的をもって測定点を選定した。以上の測定位置については、図-7に概略を示す。

第2回測定では、作業現場内の各部気温もあわせて測定し、コンクリート内部温度経過と比較検討した。

第3回コンクリート打設時以後は、外気温も上昇し、保温養生設備も十分であることが立証されたので、時計式自記記録計によって、現場内温度・湿度状況を監視しつつ施工が進められた。

各測定位置詳細は、各々の記録図中に示す。



### 5.3 測定結果

第1回コンクリート温度測定は2月12日20時から2月17日16時まで、第2回温度測定は2月24日12時から3月10日8時まで行なった。この記録を図-8～図-13に示す。

この間の外気温変動は、第1回測定では最高+2.5°C、最低-10.5°C、測定5日間の平均温度は-2.9°Cであった。第2回測定時にあつては、最高+3.5°C、最低-9.0°C、14日間の平均温度は-1.2°Cであった。

この結果と札幌地区気象統計値と比較すると、2月は平均2°Cほど高め、3月はほぼ平年並みであった。なお気象台記録によれば、この年(38年)の北海道地方の積雪量は、北陸地方の如き豪雪はなく、最深積雪量はほぼ平年並みであった。実験期間中1回、約20cm深さの雪下ろしを行なったが、これは上家の構造上からだけではなく、天空光をとり入れる目的からである。

コンクリート内部温度の推移は図に示す如く、コンクリート打ち後養生期間2日は、セメントの水和反応による発熱もあずかって割合高温であるが、上家せり上げ以後は現場内への資材搬入時の外気の流入と、打ち込み上部に型枠が立て込まれ、配筋が行なわれるため、直接吹出温風が到達しがたいので、漸次冷却する。この間0°C以下に下がったのは第1回打設時のC点のみであり、これも打設後5日以上を経ていること、到達温度が-1°Cであることから、凍害の危険はない。このC点附近に設置したモールド内部温度は、記録にみる如く壁体より更に冷却し、-3.5°Cとなり、表面に凍結の痕がみられた。

打ち込みコンクリート温度経過は、打ち込み時と初期の温度によって発熱反応の進み方が異なり、また打ち込み部分の放熱面積とコンクリート量によって冷却状態が違うので一概にいえないが、大よそ打ち込み後5～7日以降はその周囲の温度に近づくようである。

この一連の記録から、熱容量の比較的大きい(断面の大きい)柱梁などは凍害を受けがたく、また床版はこの養生方法では割合温度が高めであるから、最も凍害を受けやすいのは、初期に冷却しやすい打継部と隅角部、薄い壁体等であり、こうした部分は特に冷たい

気流の影響を受けないよう配慮が必要である。この内、打継部は、この工法ではコンクリート打設に先立って、既打設部分が予熱されるから、新しく打設されるコンクリートとの温度差は小さくなり、従来工法に比し有利であると考えられる。

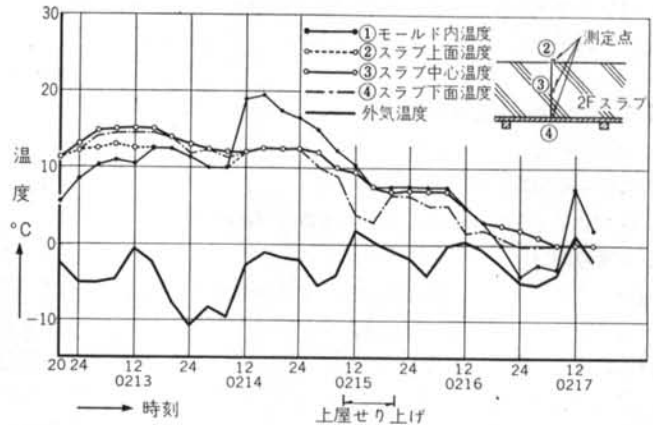


図-8 1F部コンクリート温度(床A-1)

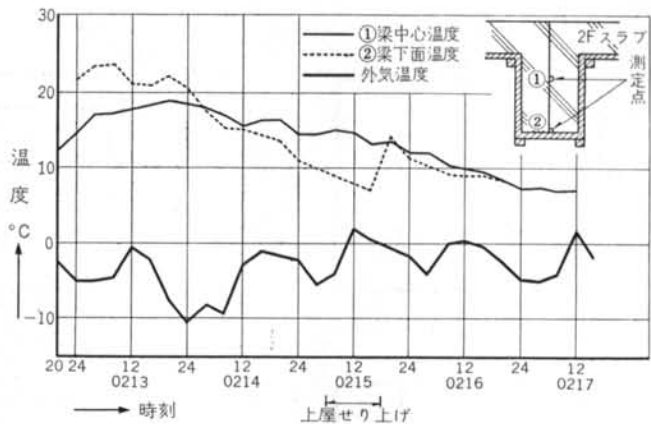


図-9 1F部コンクリート温度(梁B-1)

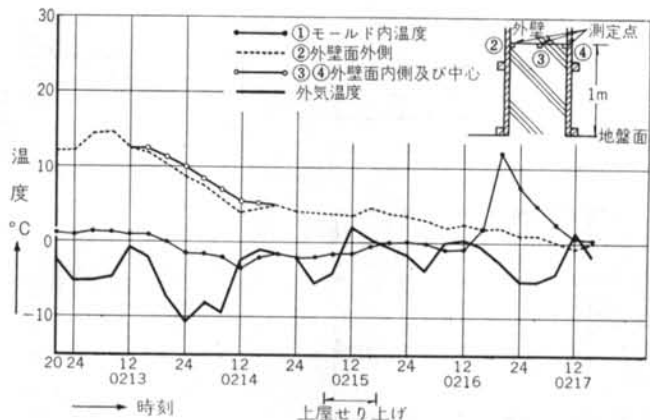


図-10 1F部コンクリート温度(外壁C-1)



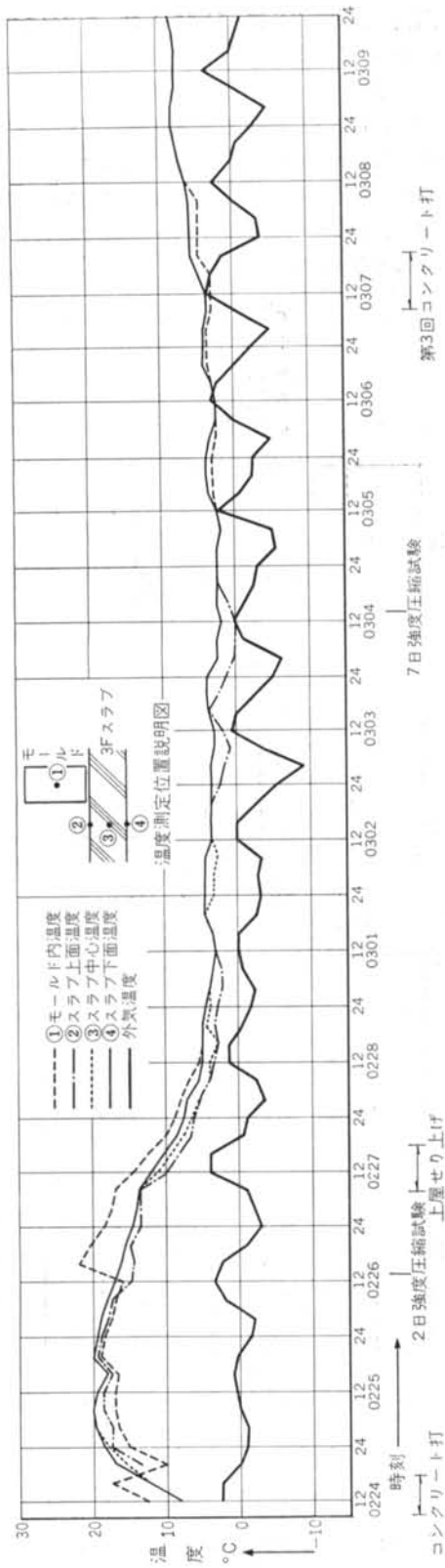


図-11 2F部コンクリート温度(床A-2)

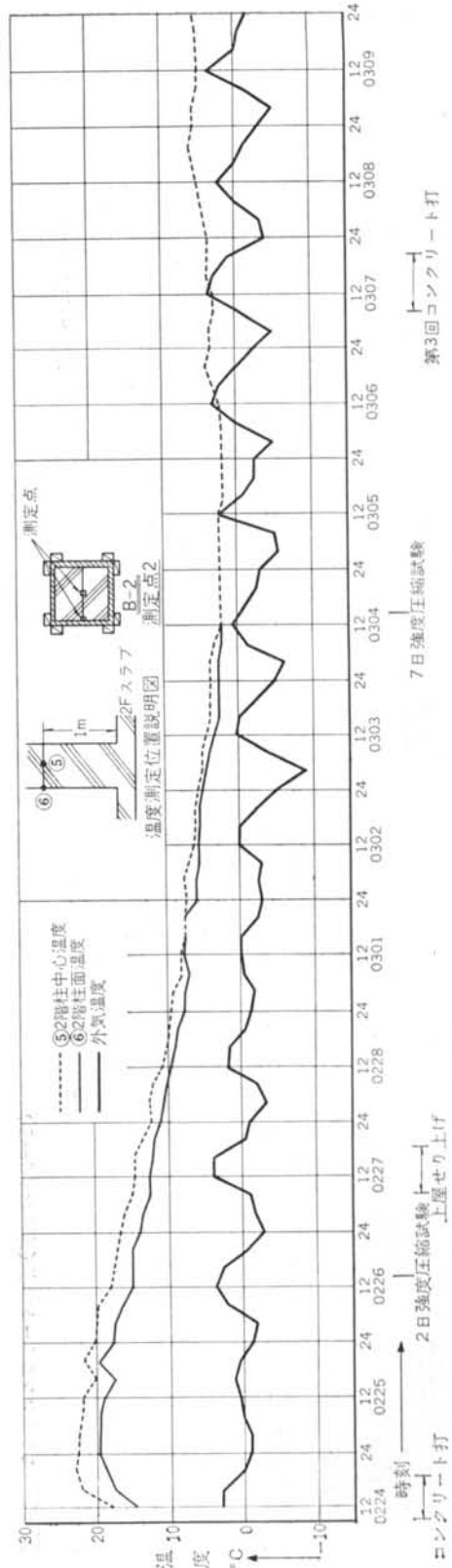
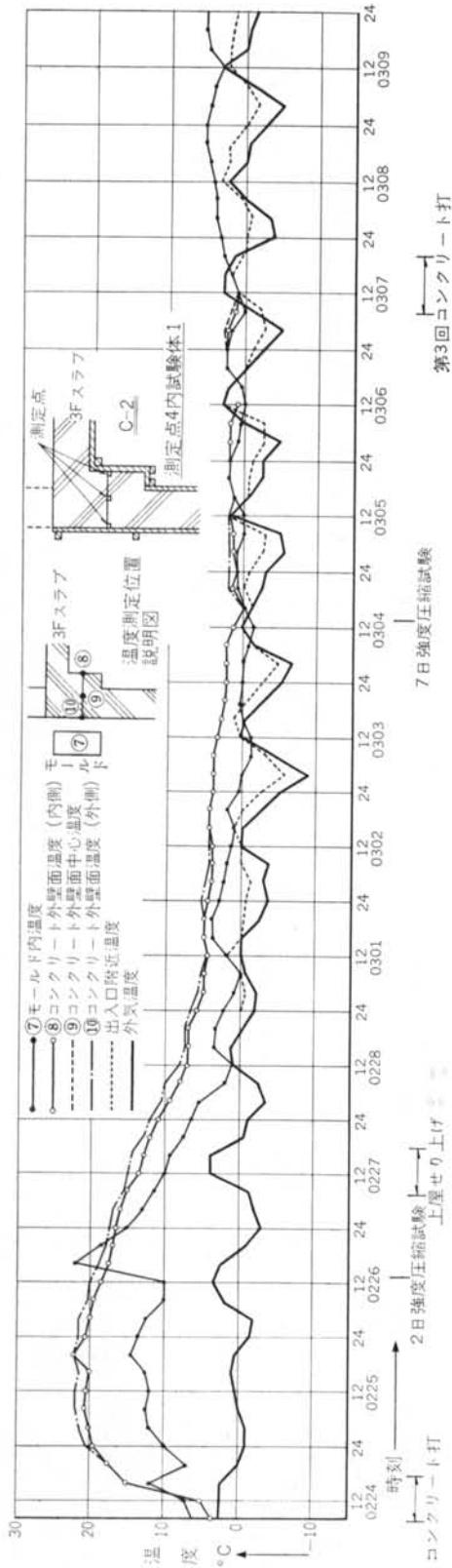


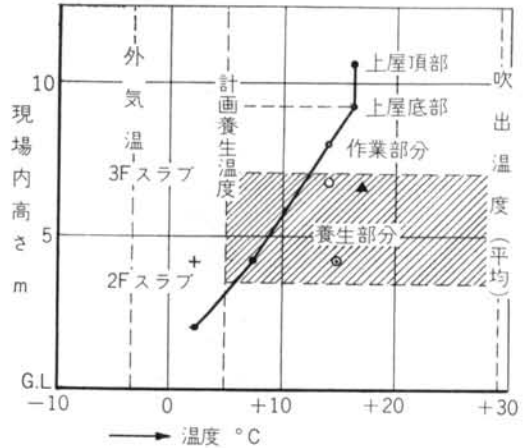
図-12 2F部コンクリート温度(柱B-2)



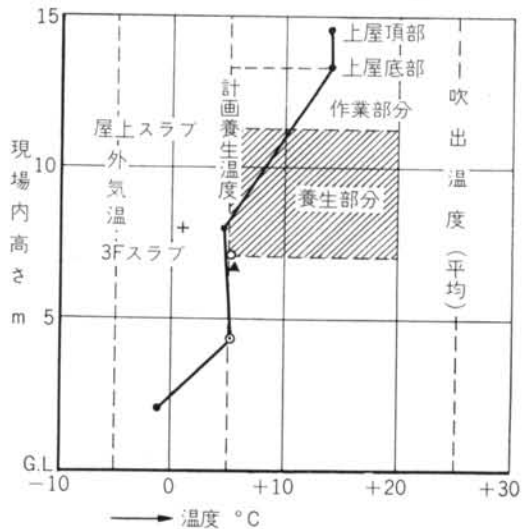
図—13 2F部コンクリート温度(外壁築部C-2)

現場内の温度状況は図—14に示した。この温風暖房では上方からの温風吹出しており、当然上下温度差の大きいことが予想され、この記録からも、明らかにこの事実がわかる。しかし、図—15に一例を示した如く、養生部分の気温は計画温度を上回り、養生中は(a)図の如くコンクリート内部温度が更に気温以上となっている。また(b)図は、約2週間後のコンクリート温度が気温にほぼ等しいことを示している。

- 現場内の気温
- + 現場外周部の気温
- スラブコンクリート内部平均温度
- ▲ 梁部コンクリート 内部平均温度
- 柱部コンクリート 内部平均温度

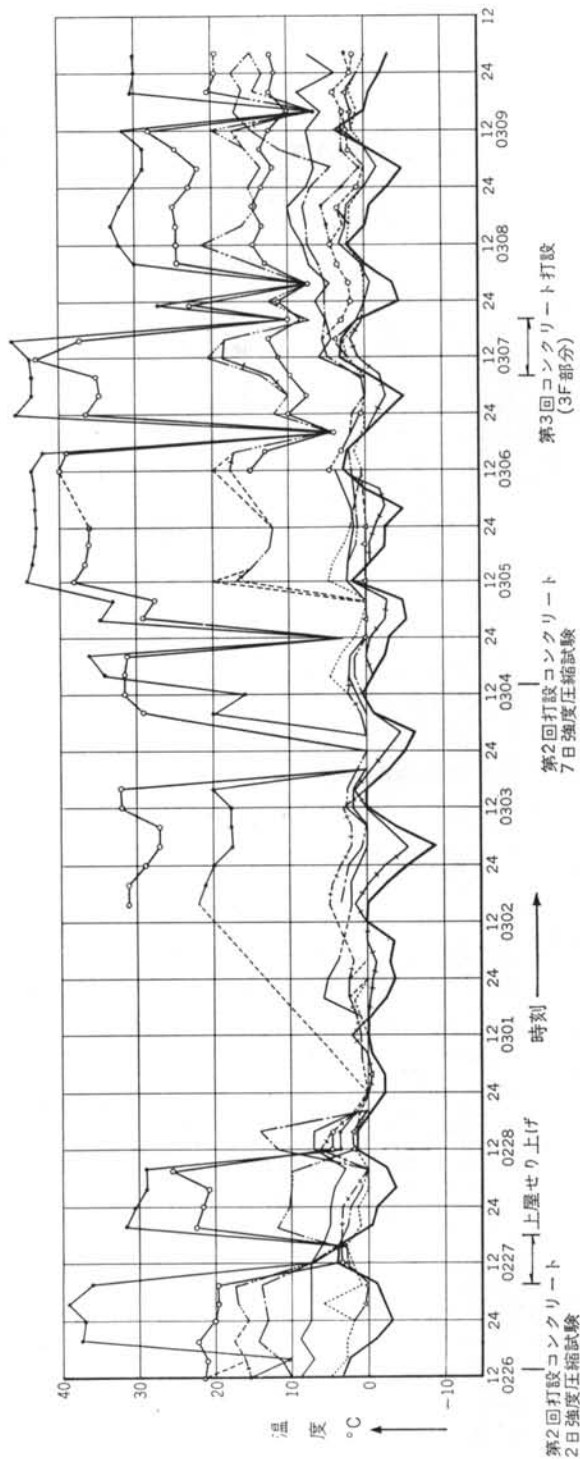


(a) 第2回打設コンクリート養生中

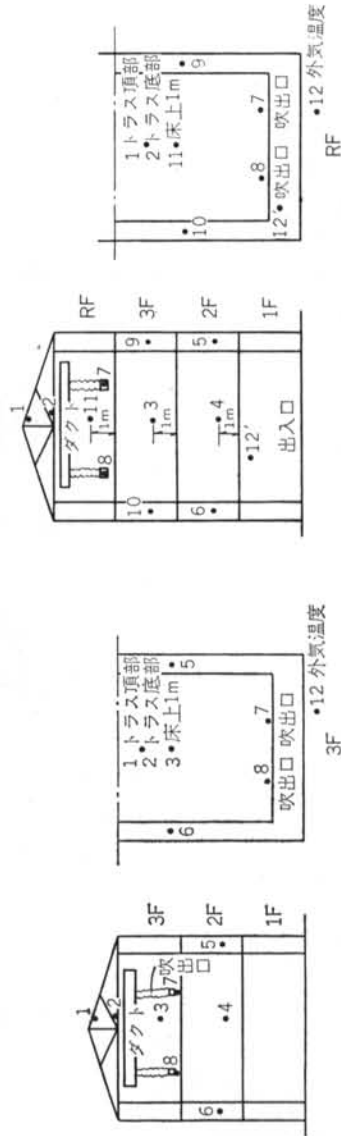


(b) 第3回打設コンクリート養生中

図—15 コンクリート養生中の現場内温度分布例



- ① トラス頂部
- ② トラス底部
- ③ 3階スラブ1m高
- ④ 2階スラブ1m高
- ⑤ 側面(2階)
- ⑥ 側面(2階)
- ⑦ 吹出口A
- ⑧ 吹出口B
- ⑨ 側面(3階)
- ⑩ 側面(3階)
- ⑪ 屋上スラブ1m高
- ⑫ 外気温度
- ⑬ 出入口附近温度



2回目 (2月28日以降) 測定点位置

1回目 (2月26日12時~2月27日8時) 測定点位置

図-14 現場内温度記録

## §6. コンクリート

### 6.1 製造

コンクリートは札幌アサノコンクリート社で製造し、工場では使用水を加熱して、練り上り時のコンクリート温度が約 13°C になるようにした。なお、運搬中の温度低下はないようであった。

使用した材料のデータは、表-1 および表-2(a), (b) に示す。またこの外に、ポゾリス 5 号および A E 剤を使用した。

比重	ブレン (cm <sup>3</sup> /g)	凝 結			マグネ シヤ (%)	無水硫 酸 (%)	強熱減 量 (%)
		W/C	始 発	終 結			
3.16	3080	26.6	時分 2-30	時分 3-35	1.4	1.6	0.8
フロー (mm)	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			圧縮強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			水温 (°C)
	3日	7日	28日	3日	7日	28日	
248	30.1	50.1	71.5	127	238	436	20

表-1 アサノ普通ポルトランドセメント

比重	吸水量 (%)	有機不 純物	ふるい通過率 (%)							粒大 (mm 以下)
			mm 5	mm 2.5	mm 1.2	mm 0.6	mm 0.3	mm 0.15		
2.57	2.88	良	95	79	65	45	15	3	5	

表-2 (a) 広島産山砂

比重	吸水量 (%)	ふるい通過率 (%)							粒大 (mm 以下)
		mm 30	mm 25	mm 20	mm 15	mm 10	mm 5		
2.58	2.88	100	99	84	76	46	9	25	

表-2 (b) 広島産山砂利

調合算定のための条件は、所要圧縮強度 180kg/cm<sup>2</sup>、調合強度 205kg/cm<sup>2</sup>、予定スランプ 21cm、空気量 4% である。

また、気温が強度に与える影響については、打ち込み後 4 週間の平均養生温度が 5°C で、このために強度が標準養生の場合に対し、81% となると考えた (浜博士提案値)。水セメント比-強度関係式は JASS 5 のものにより、調合は表-3 のようになった。

セメント	砂	砂 利	水	ポゾリス 5 号
312	823	966	175	1.56

表-3 コンクリート調合 (kg/m<sup>3</sup>)

### 6.2 打ち込み時の試験

打ち込み日時、量は別項に示す通りであるが、試験は主として第 1 回および第 2 回について行なった。

試料は各回とも 3 台の運搬車から採ったが、それらの試験結果を表-4 に示す。

回	No.	時 刻 (時 分)	温 度 (°C)	スランプ (cm)	空気量 (%)
1	1	15.00	14	21.5	2.0
	2	16.00	14	22.5	2.7
	3	18.00	14	22.0	4.8
2	1	10.00	14	20.0	3.6
	2	12.00	14	20.5	3.1
	3	15.00	12	22.0	4.0

表-4 生コンクリートの試験結果

### 6.3 試験体の養生と強度

本工法のような場合、建物各部の温度状態の違いは、通常のものに比べて、空間的にも時間的にも大きくなることが予想される。この各部の条件の差が、どの程度にコンクリート品質の差となって現れるかが一つの問題となる。このことを調査するため、現場内各部に配置養生した試験体および標準養生試験体について、種々の材令での圧縮強度をみた。なお、これらの試験体は同じ 3 台の運搬車から採った 3 本を 1 組として、1 条件 1 材令の試料とした。

#### (a) 養生

試験体の現場内の配置は表-5 に示す通りである。

記 号	A	B	C
1	2 階床上の 北東隅	中央部大梁横 で 2 階床下	西側外壁外 の下部
2	3 階床上の 中央部	中央部柱脚で 2 階床上	南側外壁外 の上部

表-5 試験体の配置

コンクリートを詰め終わったモールドは、すぐに各所に配置し、翌日キャッピングをすることなく脱型して、直

ちにポリエチレンの袋に包み、これを深さ約 15cm の木箱に入れ、その間に砂を詰めた。ポリエチレンの袋は乾燥を防ぐためであり、箱と砂は周囲の温度の影響の受け方が、本体に比べてあまり鋭敏でないようにするためである。ただし、後の点については、その後の温度測定の結果、まだ十分でないことが分った。

このほかに、各部に温度測定のため、強度試験体と同条件の試験体を置いた。

(b) 試験体の Maturity Factor と強度

別項に示したように、現場内各所、試験体、および構造体各所の温度が測定された。コンクリートについての測定は、第 1 回目は打ち込み後 5 日間、第 2 回目は 14 日間であったが、直接測られていない場合については、周囲の温度から推定した。

この結果から、次式で表わされる数値を計算し、これを Maturity Factor (M.F.) と考えた。

$$M.F. = \int_0^t (\theta + 10) dt$$

ただし、 $\theta$ :  $^{\circ}C$  で示した温度

t: 日数で示した材令

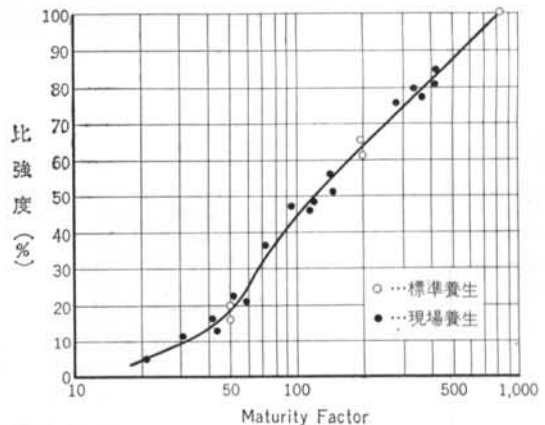
強度試験は各条件とも材令 2 日、7 日、および 28 日で行なったが、現場養生のものはその直前に試験室に運び硫酸キャッピングによった。

Maturity Factor と強度とに密接な関係があることは従来の諸研究からも明らかであるが、これを対比させて表一六に示す。更に、各回それぞれの標準養生 28 日強度を 100 とした比強度で表わして片対数グラフに表わしたのが図一六である。これでも、M.F. と強度との相関性の強いことがうかがえる。

材令		第 1 回				第 2 回			
		標準	A	B	C	標準	A	B	C
2 日	M.F.	50	43	58	21	50	53	31	43
	強度	53	42	57	12	41	53	26	34
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(20)	(16)	(22)	(5)	(17)	(22)	(11)	(14)
7 日	M.F.	200	120	147	74	200	144	96	117
	強度	169	127	132	94	148	131	111	112
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(65)	(49)	(51)	(36)	(62)	(55)	(47)	(47)
28 日	M.F.	830	408	414	284	830	423	349	355
	強度	261	212	210	195	238	200	188	185
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(100)	(81)	(81)	(75)	(100)	(84)	(79)	(78)

注: ( ) 内の数字は標準 28 日強度に対する百分率

表一六 試験体の M.F. と圧縮強度



図一六 Maturity Factor と強度

(c) 構造体コンクリート強度の推定

構造体各部の温度経過が測定してあるので、これからその Maturity Factor を計算することができる。これと前項の結果を利用して、図一六の上で、その強度を推定した。実際の各部のコンクリートは製造、打ち込み等の一般的要因に基づく変動を持っているはずで、この推定値はそれらの要因の影響が試験体の場合と同じであるという仮定の上に立っているが、この場合の目的に対しては、それで満足できると思う。

各部の M.F., 図一六から求めた標準養生 28 日強度に対する百分率、および強度に換算した値を、表一七に示す。また、これらに試験体強度を一括して示したのが図一七、および図一八である。

材令		第 1 回			第 2 回		
		スラブ	梁	外壁下	スラブ	柱脚	外壁上
2 日	M.F.	47	54	42	55	63	58
	強度	(17)	(21)	(15)	(22)	(27)	(24)
	(kg/cm <sup>2</sup> )	44	55	39	52	64	57
7 日	M.F.	118	145	81	135	164	150
	強度	(48)	(55)	(37)	(53)	(59)	(56)
	(kg/cm <sup>2</sup> )	125	143	97	126	141	133
28 日	M.F.	405	439	345	409	442	408
	強度	(82)	(84)	(78)	(82)	(84)	(82)
	(kg/cm <sup>2</sup> )	214	219	203	195	200	195

注: ( ) 内の数字は標準 28 日強度に対する百分率

表一七 構造体各部強度の推定値

これで 28 日強度をみると、各部の差はあまりなく、大体の平均値は標準養生強度の 80~83% のところにある。

28日間の平均養生温度は 4~5°C であったと考えられるから、当初の調査方針も妥当であったことが分る。

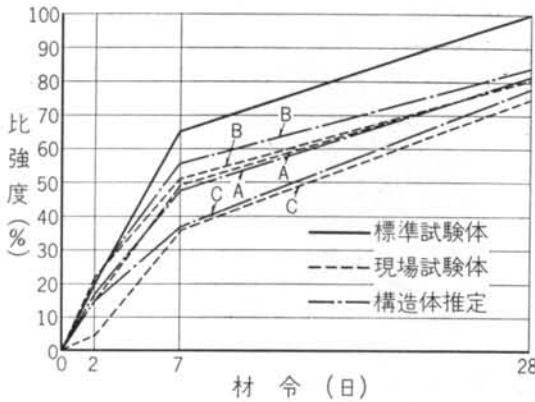


図-17 第1回コンクリート強度

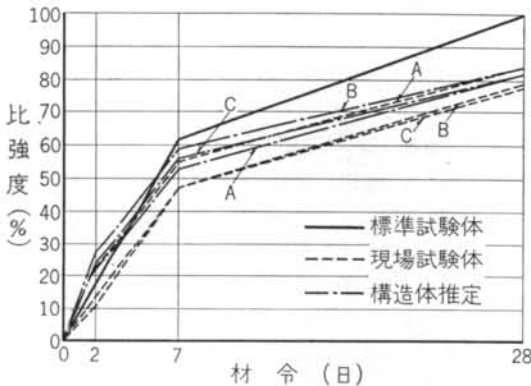


図-18 第2回コンクリート強度

これらの結果は、無作為抽出標本とはいいがたいので、これから全体の母数を推定することはできないが、それにしても、最も不利と思われる点を含む最大範囲が  $14\text{kg/cm}^2$  程度であることから、標準偏差は  $10\text{kg/cm}^2$  に達しないものと考えても大過なからう。したがって、本工法を採用する場合、特に標準偏差の増加を考える必要はないと思う。ただし、若材令ではかなり強度に差があるから、施工上注意すべきである。

(d) シュミットハンマーによるチェック

第1回打設されたコンクリートについて、その内外部および上下部において、特に強度上の差異があつて、それがシュミットハンマーに現れるかどうかを点検した。材令30日で、1個所につき10回の打撃を行ない、その平均をとったが、結果は表-8に示す通りであった。これでも、位置の違いによる有意差は検出できない。またこの数値から圧縮強度を推定する実験式は種々あるが大體  $200\text{kg/cm}^2$  前後の値で、(c)の推定値と大差ない。

	位 置			
	外 部	内 部	上 部	下 部
平均 値	31.38	32.19	31.63	31.84
標 本 数	10	9	7	12
標 本 分 散	1.99	2.74	1.59	2.45

表-8 シュミットハンマー試験結果

## §7. ま と め

### 7.1 仮 設 計 画

従来の寒中コンクリート工事は、主として打ち込み直後のコンクリートの凍結を防ぐことに主力が注がれたようである。一応凍結融解の被害を受けないためには、圧縮強度は  $35\sim 40\text{kg/cm}^2$  必要であり、このために Maturity Factor が使用されたこともあつた。しかし、最初に述べたように、外気条件に関係なく工程を自由に選ぶためには、今回の実験程度の仮設計画と準備は必要であろうと思われる。

被覆に使用した材料、方法、上家の構造、上昇方法については短期間に計画されたため、なお検討を要する点もあろうが、容易に入手できる材料、機材に間に合ったということも今後の計画の目安となるであろう。今回は鉄筋コンクリート造であったが、鉄骨造の場合は骨組もあり、釣天井の形式でもっと簡単に実施できるであろう。

### 7.2 コンクリートの品質

今回の実験によれば、この程度の計画と管理を行なえば、コンクリートは全体にわたり、ほぼ一樣な所定の品質を得られることがわかつた。

また、今回の実験工事では、 $13^\circ\text{C}$  程度のよく管理された生コンクリートを購入することができたので、非常に有利であつた。現場で暖かいコンクリートをつくるには、別の設備も必要であるし、調合もさらに富調合にしなければならず、その生産管理には、現場管理と同等の努力が必要であろう。

### 7.3 経 費

経費の節減は、本実験工事の主要目的ではなかつたので、その点について特別の努力は行なわれなかつた。

寒中施工のための付加経費は、概算で、建物延  $\text{m}^2$  当り  $3,450$  円、コンクリート  $1\text{m}^3$  当り  $6,300$  円となつた。

この経費は、仮設諸設備の工夫改善によってさらに引下げ得るし、また階層が増せば節減できるはずである。