

大型PC版プレファブ工法

土 谷 耕 介

§1. ま え が き

プレファブリケーションの企業の本質は、一定場所(=固定的=工場)で品質、精度ともにより部材を比較的低いコストで製造し、組立てならびに以後のコストをも引き下げ、全体としてのコスト低下、人間労働の大幅な節減をはかることにある。

しかるに、日本で大型PC版プレファブ工法といわれているものの実施例をみると、発注戸数が少ないためか、工法の様式は「プレファブ型」であっても、実際には、その固定的投資をさけるため、部材の精度を犠牲にしても版の単価を下げ、その分を組立時の調整および仕上げ(駄目廻り、補修も含む)に手間、コストをかけることで補っている結果となっているものも少なくない。

このようなやりかたでは(対象建物が低層であることも手伝って)、合理化によるプレファブ工法の本来のうまみは発揮され得ないものと思われるが、それでもなお建設戸数が数百とまとまれば、多少の光明が見出されているのが現状のようである。

こうしたことは、開発初期の段階ではある程度やむをえないことではあるが、今後はやはり生産現場合理化の一般的手法、すなわち、①作業の3S化(単純化・標準化・専門化) ②作業部位の安定・固定化 ③機械化(とくに運搬関係の合理化)といった正統的な方法を導入する必要がある。

このような観点からすれば、ここ(前半)にのべる実験などは極めて原始的なものというほかに、また同程

度の実験の結果もすでに各方面で発表されており、また当社でも、すでに第二回目の実用的な工事が施工計画の段階にあるわけであるが、一方、ひるがえって考えるならば、後半にのべる当社機動課員宿舎のプレファブ施工は、その基礎の大半を前半にのべる試作家屋の実験に仰いでいることも否定できない。

すなわち、こうした開発業務にあつては、基本的なアイデアはもとより重要ではあるが、同時に各部についての個々のこまかな工夫、経験(know how)の体系的集積もおとらず重要なのであり、しかもそうしたことは、とるにたらずとして公表されることが少ない。

これらのことは情報管理の面で考えると、自社資料の蓄積こそ必要ということであり、ここではそうした観点から、考えようでは格別新しくもないようなことも、これまで当社にその方面の蓄積がないものを記録にとどめるという意味で、やや詳細にわたってのべることとした次第である。したがって説明の都合上、各章ごとに「所見・考察・問題点」の項でのべてあるそれらには、数値的結果よりも、むしろ観察・所見に類するものが多いが、これらは量産・生産合理化、ならびに今後のためのガイドといった観点からきていることをつけ加えたい。

第I部 二階建実験家屋について

§2. この試作実験の主な目的

さきののべたような見地から、PC版プレファブ工法

を考えるなら、建方時に「調整」を要せず能率が上がる（クレーンをあそばせない）という意味で、精度のよい、そして、現場作業を極力少なくするという意味で、なるべくきれいな（あと仕上げが軽くてすむ、仕上りに一歩でも近づいた）PC版をつくるべきであるということになる。したがって、まず寸法が正確で、いわゆるコンクリート製品のようにきれいな裸のPC版をつくることがその第一歩となろう。

ところで、その精度向上の問題は、部材が大型化した場合相当にむつかしく、その検討も机上だけではまず不可能で、相当部分は実験にまたなくてはならない。

また、このほかにも、この工法には研究・実験というより、経験的解決といった方が適当なようなことが、その本命であるコスト低下、品質向上に大きな役割を果たすことが少なくないと思われるが、これらも実大実験にまっすべきところが多い。

以上のような観点から、今回の実験では、

- 大型コンクリート版の製作・組立て精度について大まかな見当をつける
 - 今後のための経験的蓄積（計画手順なども）を得る
 - 今後のために問題点をあきらかにする
- を主な目的とした。

なお、この実験は38年の前半に行なわれた。

§3. 試作家屋のあらまし

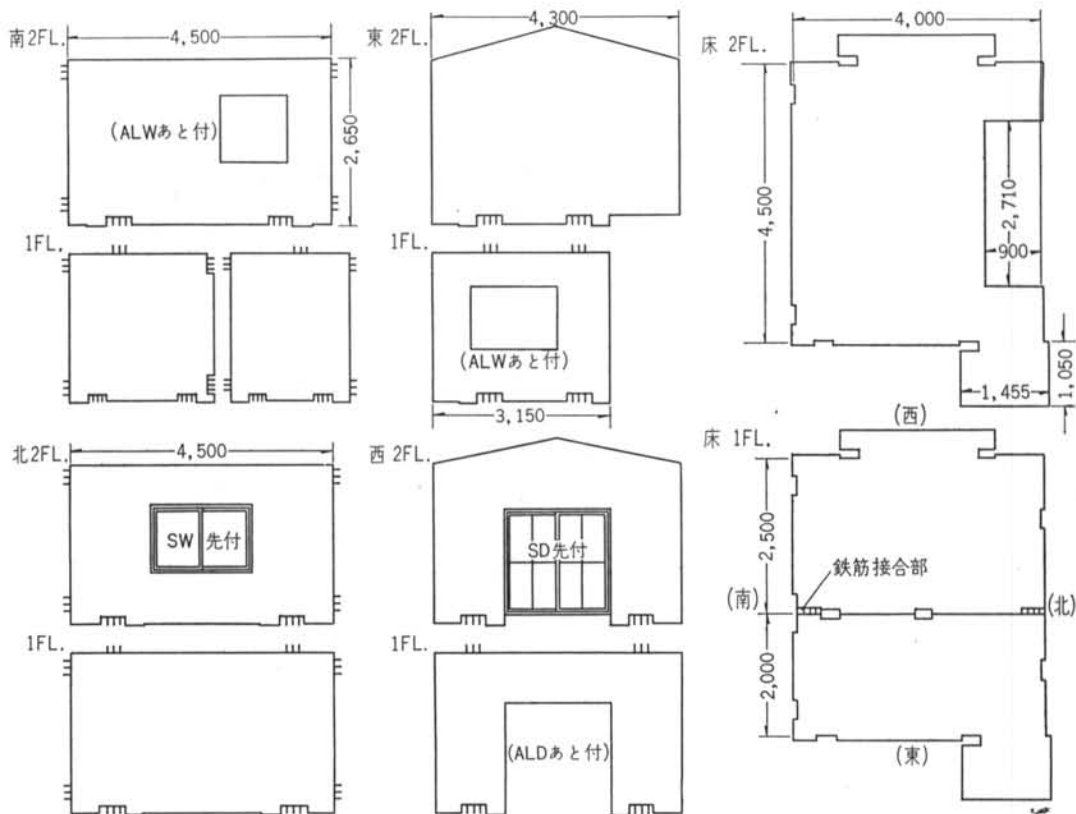
i) 全体計画と版割計画

- ・大きさ：約4.5×4.0×(階高)2.65m
- ・階数：2
- ・屋根：勾配 $\frac{1}{5}$ の切妻型とする。
- ・開口：一部スチールサッシュ先付け、一部アルミニウムサッシュあと付けとする。
- ・防水：屋根目地=シート防水、一般目地=コーキング防水（版自体には防水しない）
- ・仕上げ：PC版プレファブ工法に固有のものに限る。
- ・版厚：150mm
- ・版の大きさ：最大で約4.5×4m(凸部除く)、7t
- ・その他：モデルとして、版重量等にこだわらず適当に接合部・間仕切りなどをつくってみる。

以上を具体化したものを図-1に、その版割計画を図-2に示す。（版の設計についても標準化は必要であるが、それはむしろ構成部品および型わく部品に関しより必要と考えて計画をすすめた。）



図-1 試作家屋計画図。



図一2 版割計画図。

ii) 接合部の一般詳細とクリアランス

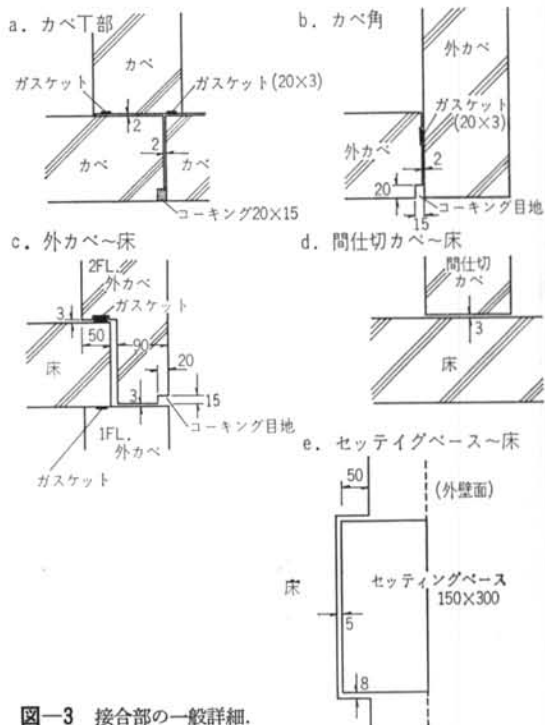
コンクリート版を接合する場合、実際には製作上の誤差や建入れ上の誤差があって、たとえば設計上は眠り目地のはずのところでも仲々そうならない。そこで、型わくの精度などを考慮に入れて、図一3のようなクリアランスの標準を設定した。

iii) 構造接合部

接合部を構造的な意味でとりあげることは、今回の実験の目的ではないが、折角の機会であるという意味で、P C版寸法ならびに接合金物の位置精度は充分に高いという前提に立って、施工上の観点を主に、多少の工夫を試みることにした。

その重点は次のようである。

- あとうちコンクリートをなくする。または、なるべく少なくする。
 - あとうちコンクリートの型わくをへらす。
 - 接合金物のコストダウンをはかる。
 - 施工上の問題が少なく、施工が確実である。
- そしてまた、
- あはショットクリート、プレパクト等による方法ほど



図一3 接合部の一般詳細。

うか、また施工方法を考えれば、コンクリート量は多少ふえても問題ではないのではないか。

- b. はPC版ならびに建入れの精度が上り、型わく方式が標準化され、かつ適当なものであれば、これも多少多く（大きく）なってもよいのではないか。

などの点も検討された結果、図-4のような接合部を考えた。

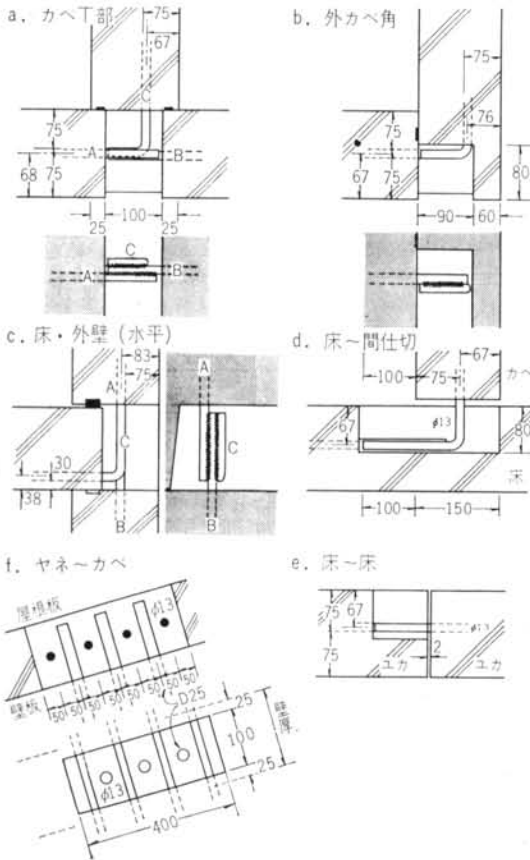


図-4 構造接合部。

iv) 版接合部等の防水計画

いずれにしても、版自体は充分水密であると考えて、以下のように決定した。

- a. 屋根防水：シート防水（局部的）とする。
- b. PC版同志：ガスケットまたはコーキングとする。
- c. あと付サッシュ：コーキングとする。
- d. さき付サッシュ：何もしない。
- e. コーキングおよびガスケットのスペースは、各々図-3の通りとする。
- f. ガスケットはコンプリバンド、ネオプレンスポンジとする。

<所見・考察・問題点>

1) 版自体を水密につくることは、当然のことながら、充分可能である。ただし、堅ねりコンクリートについては、建築関係者は相当不なれであるので、事前の綿密な施工計画と管理が必要である。

2) PC版同志の接合部にコーキングを施工すること自体には問題はないが、完全かつ経済的なコーキングを可能とする形の正確な目地（=10×15~20×20mm=幅×深さ）を確保することが比較的むづかしい。

3) ガスケットは水平接合部の場合はPC版が上にあるだけであるので、さほどの問題はないが、垂直接合部の場合は建方後の修正などで、仲々ガスケットが溝の中におさまりにくい（よじれるようになって飛び出す）。

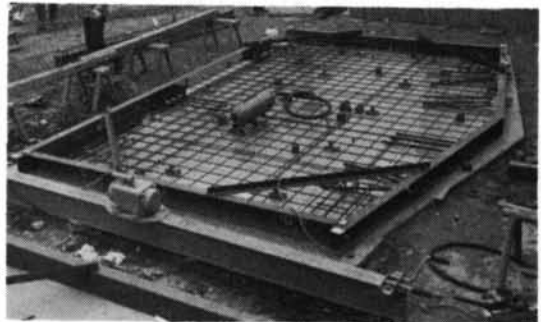
4) また、ガスケットは一般に $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$ の体積に圧縮をうけてはじめて有効なものであるが、版の製作・組立て精度が低いと、ガスケットのスペースの誤差を基準寸法に対し相対的に小さくするためには、はじめからガスケットのスペースを大きくとらなくてはならず、といってしまうとガスケット断面が大幅に大きくなり、コスト高となる。

すなわち、ガスケットによる防水の前提条件は、版ならびに組立ての精度である。

また、当然のことながら、ガスケット周辺のコンクリートには「す」があってはならない。

§ 4. 版の製作方法

コンクリート版の製造方法には、型わく方式として、水平打込式（単層式、積層式、連続式）、たて打（バッテリー）式などが、また養生方式としては、常温式その他、熱養生（蒸気・電熱温水など）方式があるが、今回はこれらのうち最も基本的で応用範囲が広いと思われる平打式を積層方式で行なうこととし、これによりPC版製作の



写-1 コンクリート打設直前の状態。

基本的な経験を得、同時に問題点を見出し、整理しておくこととした。

なお、蒸気養生方式については、すでに36年、秩父セメントパイプ工場現場で実用化に成功している。

§ 5. サッシュ工法

スチールサッシュ先付けとアルミサッシュあと付けを試みることにし、アルミサッシュあと付けではインサートによる取付けと、すてわくによる取付けを行なった。

i) スチールサッシュ先付け

サッシュは榮進社規格品 (W×H=1600×1310) ならびに三機工業 6 S 型 (W×H=1750×1600) とし、これを図-5 のような補助わくをつけて打込んだ。

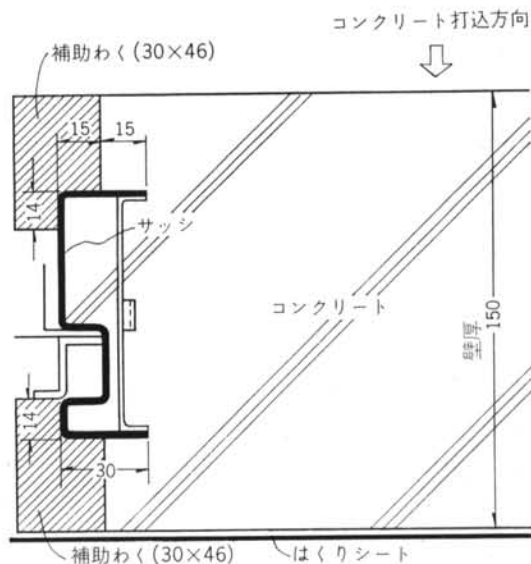
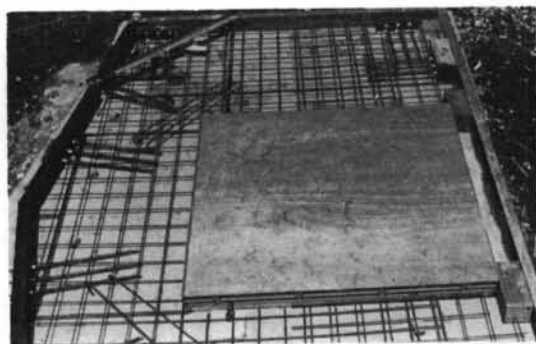
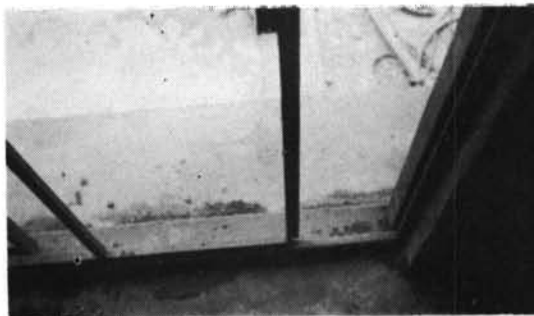


図-5 先付サッシュとその補助わく。



写-2 スチールサッシュの先付け。
よごれないようにベニヤのふたをかぶせた。

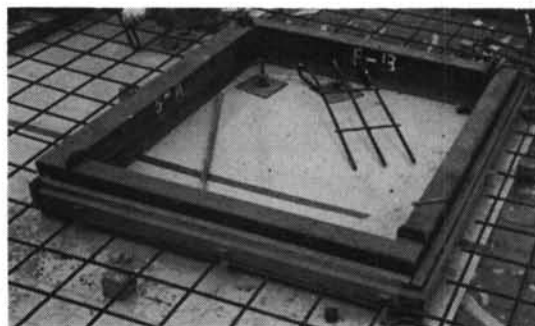


写-3 先付けされたスチールサッシュ。コンクリートの出ずみがうまくゆきにくい。

ii) アルミサッシュあと付け

アルミサッシュは、あとで塗装しない、自身きゃしゃである、軽いのであとの扱も楽である、などの理由で、あと付けの方がのぞましいと考え、これを試みた。

取付方法としては、型わくの精度の低い場合は、それを補うために鋼製のすてわくを用い、型わく精度の高い場合は、その型わくを基準=治具としてインサートを定着し、それによってサッシュを取付けるのがコスト的に有利と考えた。



写-4 すてわく型サッシュあと付方式の型わく。



写-5 すてわく型あと付方式—脱型したところ。

いずれにしても、これらの場合、モルタルのあとづめは行わず、防水はコーキングによることとした。各々の場合の断面を図-6~図-7に示す。

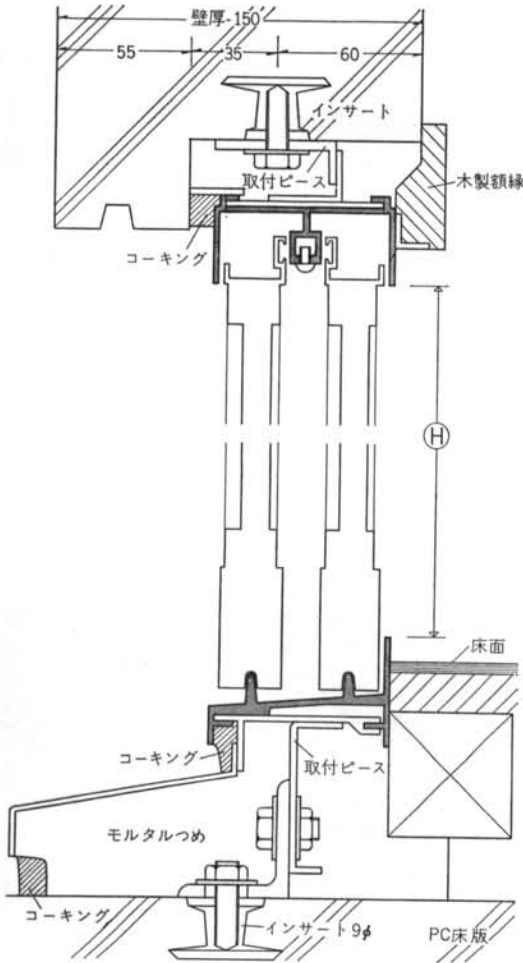


図-6 アルミサッシュのインサートによるあと付け。
たてわく取付けも上わくの取付けに準ずる。

<所見・考察・問題点>

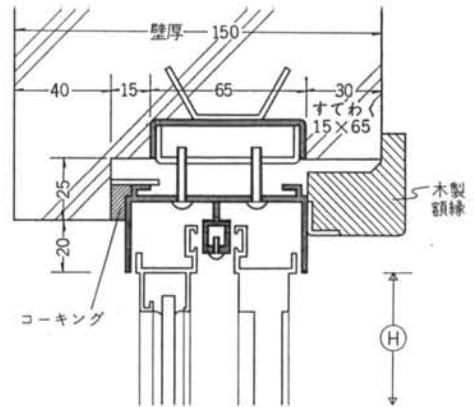
a. 先付け関係：

1) サッシュ厚が壁厚より小さいと、当然補助型わくを必要とするが、木製では精度が出にくく、また型わくを外した面も良好とはいえない。

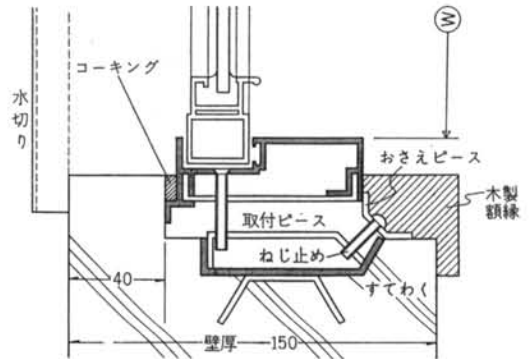
したがって、補助型わくを使うならメタルフォームということになり、転用性、結合法等の問題とからんで、サッシュは特注品とならざるを得ない。

そうなると、むしろ思い切って、壁と等厚とした方が得策であろう。

2) サッシュの位置精度保持、側圧による変形防止の問



(上わくの場合)



(たてわくの場合)

図-7 アルミサッシュのすてわくによるあと付けの例。

題は、適当なサポート等の工夫で楽に防げるし、それらのくりかえし使用も可能であるが、現場での生産では、これらも当然事前に適当なものを「治具」として用意すべきである。

b. あと付け関係：

3) 今回の実験では、事前の検討不十分、その他から、*「どうにかとりつけた」* ような恰好になってしまったが、すてわく式ではもちろん、インサート式でも、今回程度の型わくを用いれば取付けは充分可能で、すてわく式よりも安上りである。ただし、型わく精度の高さ、作業効率などから考えて、図-8のような取付方法とすることが必要と思われる。

4) 在来工法のように、窓コンクリート開口幅より皿板を大きくして両端を埋込むやりかたは、型わくの脱型に困難を伴いがちであるので、ディテイルを工夫し、コーキングなどをうまく利用して、なんとか皿板幅をコンクリート開口幅一ぱいに止めた方が得策のようである。

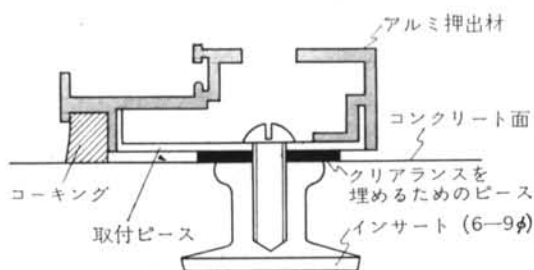


図-8 サッシュを直接的にインサートで取付ける。

§ 6. 版を形成する主な部品・版の構成とコンクリート打ち前の作業

i) 版の構成

プレファブのPC版には、当然、鉄筋・構造用接合金物の他、運搬用の釣上げ金物、仕上材取付用のインサート、木レンガ、サッシュ、その他のものが定着される。今回の実験におけるその典型例を図-9に示す。

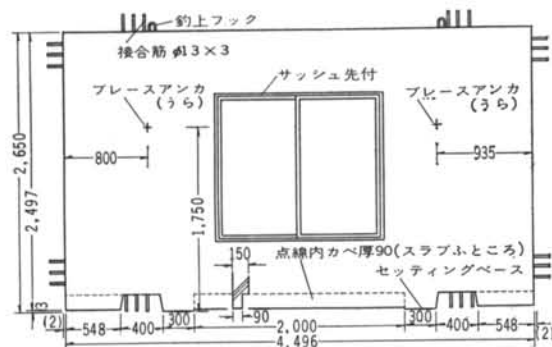


図-9 壁版の代表例。

ii) 部品化

版の製作をその作業内容別に在来の「本来の労務」によることにすると(よほど大きな現場を考えない限り)、各職種のいずれをとっても稼働率が50%程度と非常に低くなる。また、作業自体は工程に多少の手を加えてやれば、非熟練工にも短時日のうちに能率よく行なえるようになるだろうと判断された。すなわち、多少のコストがかかっても、接合金具などをあらかじめ「部品化」しておいた方が、全体として安くなるだろうと考えた。

このことは、時間的工程の面で考えるならば、版1枚の作業サイクルもなんとかして8時間以内におさめないと、「恒常的残業」か「2日で1枚」のいずれかをえらばざるをえない破目となるので、この面からも部品化は真剣に考える必要があるということである。*

このため、この実験では鉄筋をウエルドメッシュφ9×@150mmとした他、接合筋、木レンガ等をユニット化し、施工も単一職種(=人夫)とすることとした。

註* 同一作業のくりかえしが続くから、単位作業サイクルに残業を見込むことは恒常的残業を意味するので、実際問題としては、2日で1枚製作ということになる。そうすると、工期・固定設備の回転率に大きな影響が出る破目となるから、なんとかして1日1サイクル=1日1枚は実現したい。また、版のコンクリート打込面はコテおさえ、はげびきなど、なんらかのかたちで「仕上げ」を行なうが、これはコンクリート打ち後2~3時間後でないといけない。そうすると、5時終業とするためには、前日分の脱型、型わく清掃、配筋など、コンクリート打ち前の作業はおそくとも正午ごろまでには終了する必要がある。

iii) 定着物位置精度確保の方法

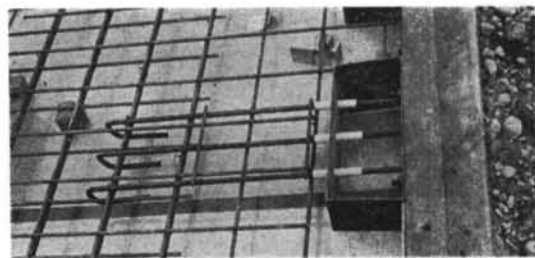
プレファブ工法のPC版では部材の寸法精度とともに接合金物以下コンクリートへの定着物(インサート、木レンガ、パイプスリーブなど)の位置を正確に保つことが重要である。

ところが、こうしたものはただ柔らかいコンクリート中にさしこみ、埋めるだけ(通常の現場うちRCのさし筋のごとく)では到底mmの精度を得ることは不可能である。最もたしかな方法は、型わく(またはセパレートシート)に直接かつ確実に取付けておく方法であろう。このほか足代、くいなどを介して取付け、埋めこむ方法があるが、実際問題としてはむづかしい。

そこで、今回は、型わく、セパレートシートまたはウエルドメッシュ(鉄筋)に直接取付ける方法をとった。

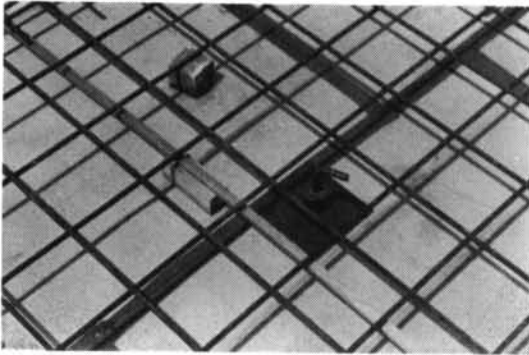
次にその各部についてのべる。

- 型わく面付けとなるもの：定着物にねじを切り、型わくにボルトしめする。
- 型わく貫通となるもの：ボール紙の紙パイプをスリーブに用いて、脱型の便と位置精度の確保という矛盾する目的を同時に達成する。



写-6 型わく貫通のものに紙のスリーブをかぶせる。

- ・木レンガ：うす鉄板のアングルで接続し、それを鉄筋のあみで上からおさえて結束する。
- ・両面粘着テープ・接着剤：使ってみる。



写一7 木レンガユニットとプレースアンカ。

プレースアンカは接着剤・両面粘着型テープによる仮付けを試みたが、転倒を防げなかったので、鉄板に仮付けしたものをういた。木レンガは細いブリキのアングルで接続し、ウエルドメッシュの下においた。

<所見・考察・問題点>

a. 部品の取付け：

1) 型わく基準というか、型わくをたよりに定着物の精度をだす方法は成功であった。というより、それ以外の方法では苦労の割に精度は低い。

2) 紙スリーブは極めて効果的なものである。

ただし、ふつうの丸鋼ではスリーブの内径を1mmだけ大きく、スリーブの外径に対し型わくの穴は0.5mmくらい大きくとり、スリーブの肉厚は1.5~2mmとするのが適当である。丸鋼の径に対してスリーブの径をかなり大きくするのは、丸鋼のまがり、断面のひずみ、切断部の変形、バリに対処するためである。

3) 粘着テープ

型わくの余分な穴ふさぎ、型わく・セパレートシートへの木片の取付けには、一見粘着テープが便利そうに思えるが、実際にはグリースや水分の存在、ほこりや砂粒がつきやすいなどの理由で、粘着テープは殆ど使えないことが判った。

4) 接着剤

接着後強度を生じるまでにひまがかかるので、1日1枚(段)の割合で版をつくらなくてはならないような場合、間に合わない。

また、油分の存在で使えないことも多い。

5) 物理的方法

版のうら面になる方にインサートを定着する場合、セパレートシートに直付け、一旦ベニア板に取付けたもの

を入れる2方法を考えたが、いずれの場合も、粘着テープも接着剤も不適當で、インサートのボルト穴によるボルト止め、インサートに小穴をあけて釘止めによりベニア板を取付けるといった方法によらざるをえなかった。

また、主型わくに目地棒を取付ける場合も、結局ハタガネにたよらざるをえなかった。

(この場合は、目地棒を鋼製とすれば、埋込むだけですむかもしれない。)

b. ユニット化：

6) ウエルドメッシュにしても、木レンガユニットにしてもそうであるが、ユニット化は一般に作業能率向上、定着物寸法精度向上、単一職種施工のいずれの面でも有利である。今後の方向として、精度mmを争うものは型わく基準、cm程度でよいものは鉄筋網に取付けることにより、極力ユニットの数の減少と大型化につとめるべきであろう。

7) 点溶接

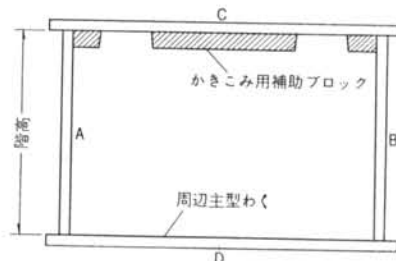
鉄筋の組立ても含めて部品組立て・取付けに点溶接は、強度上も他の方法よりも信頼度が高く、また能率的である。また、この溶接はあくまでも組立上のものであるから、溶接機(棒)も電源も小さくてすむし(大型だとかえって構造筋をいためやすい)、さほどの熟練も要しないので、コスト的にもむしろすすめられよう。

なお、積層方式で可燃性のシートをつかう場合、この作業は極力加工場ですませ、周辺型わくの中=はくりシートの上で行なうことをさけないと、火玉でシートに穴をあけ、下の版をよごすことになる。(溶接を行なう部分の下にブリキの盆をおくとよい。)

§7. 積層用周辺型わく

i) 構成

寸法精度をだすために図一10のようにサンドイッチ式に主型わくを構成し、必要なかきこみ等は補助ブロックで形成することにした。



図一10 周辺型わくの構成。

ii) 材料

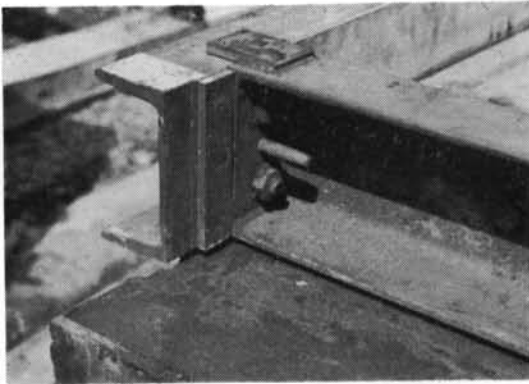
木製とするならば、在来のやりかたで充分できるし、精度の低いこともほぼ見当がついているから、わざわざ実験を行なう必要はない。

したがって、今回は鋼製の周辺型わくを用いることとした。

さて、版厚 150 mm の場合、主型わくの材料としては色々なものが考えられたが、ライトゲージスチールは角が丸いのでバリが出るし、曲げ剛性が低いので不向きである。アングル+プレートは溶接ひずみと曲げ剛性の点で厚いものを接合することにならざるを得ないことがすでにたしかめてあるので、今回は [150×75×6.5をつかうことになった。

iii) 主型わくの仕口

さきの図-10のA B材の左右方向ならびに上下方向の位置を規正するためのストップを設け、更に接合面にはφ12のピンを打込んで位置を正すこととし、ボルトは単にしめつけのみに用いることとして、精度の確保とともにネジ山の保護をはかった(写-8)。



写-8 型わくの寸法精度を楽に出すために、ストップ止め、ピン止めをボルトに併用。

iv) 補助ブロックの脱型テーパ

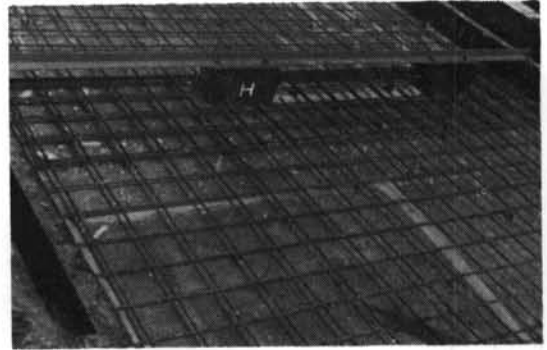
隅部以外の補助ブロックには、脱型を楽にするために1/15程度の脱型テーパをつけた。

v) 火打ち

[のフランジにL-45×45をピン打ちでとめる火打ちを入れることにより、出隅・入隅の角度が誰の手によっても一定になるようにした。

vi) 穴型わく

版に穴をあけたい場合の型わくは、それを一旦アングルに取付け、そのアングルを周辺型わくに火打ちと同様にピン止めすることとし、位置精度の確保をはかった(写-9)。



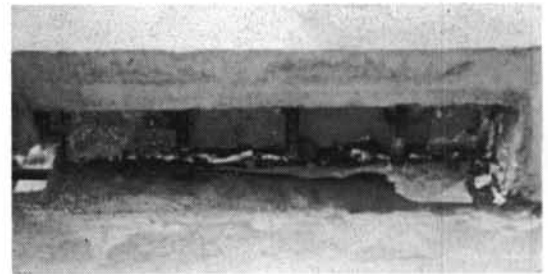
写-9 版に穴をあける場合の型わく。

vii) 補助材料

補助ブロックの一部には、脱型テーパだけではうまく抜けないものもあったので、その部分はスチレンペーパーの被覆により、楽な脱型をはかった(写-10~写-11)。



写-10 このようなものは脱型困難を来しやすい。



写-11 鉄の型わくを更にフォームポリスチレンのシート(7 mm)でかこって、はじめて楽に脱型できた。

また、版の接合部のコーキング用の溝は、その形の木材をハタガネで主型わくにとりつけることで解決した。

<所見・考察・問題点>

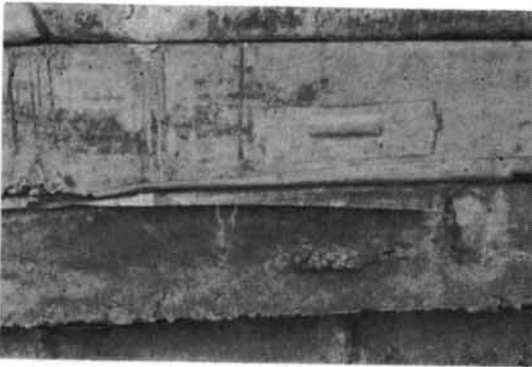
1) 精度

ストップ、打込みピンおよび火打ちを用いる今回の方法によれば、特別な技能工の手によらなくても、型わくは容易かつ正確に組立てることができ、その精度も組立て・解体をくりかえしたあとでも充分確保できる。

すなわち、この方式では熟練工によることなく、また全く検査を省略しても、誤差は辺長で+0, -0.5mm, 直角で3m先で1mm程度のふれにおさめることは簡単であり、今回採用した組立て方式は、ほぼ成功であったと思われる。



写一12 使わない穴もいいかげんにはふさげない。



写一13 この出っぱりが組立て精度に大きくひびく。

2) 主材断面

型わくの支持方法にもよるが、 $[150 \times 75 \times 6.5]$ では4mのスペンで水平方向に5~10mmのたわみを生じることがある。したがって、断面形、支持方法の両面からの再検討が必要である。(また、この問題には型わくの部材重量の面からの考慮も必要である。)

3) 周辺型わくの支持方法

今回はこの問題をさほど重大に考えずに実験にとりかかり、たまたまストローク150~300mmのスクリウジャ

ッキが手許に多数あったので、写一14のようにそれを主として利用したが、作業をしてみると、この型わく支持の問題は意外に重要な問題であることが判った。

というのは、今回のような束立てするような支持方法では、型わくの位置・高さとも微調整が殆ど不可能だからである。この問題を解決しないと、積層方式で精度のよい版をつくることは不可能なので、何らかの方法を考える必要がある。



写一14 周辺型わくの支持方法は版精度に大きく影響する。

4) 補助ブロック

補助ブロックは取付穴等まで含めて極力標準化につとめるべきである。補助ブロックの形は、なるべく完全な箱型(6面の閉じた)とした方がよい。さもないと、コンクリートのこぼれが意外に脱型を妨げるし、またコンクリートのこぼれによるブロックの重量増も作業能率を低下させるからである。

5) 構成と部品

型わく部品数は極力少なくし、取付けもピン等を用いて一対一の形で正確に位置のきまるような方式にあらかじめ計画すべきであり、その場その場で適当な木片などを粘着テープではりつけるようなやりかたは、予想以上に労力と監督を必要とし不利になる。

補助材料の取付けには、粘着テープ、接着剤に適当な=信頼のおけるものがまだ見当たらないのが一般であるから、ねじ止め、結束など物理的方法によるべきであり、このような意味でも、補助型わくや版に定着されるものの施工(=固定)法には事前の周到な計画が必要となる。

6) 補助ブロックのはくり材

一般に形の複雑なものの場合や、設計の見込みちがいなどで、補助ブロックの脱型には思わぬ困難を伴うことがある。こうした場合には、段ボール紙、スチレンペーパー、またはスチレンフォーム板のうすいものなどを適当にコンクリートとの間に介在させるとよい。

7) 製作誤差と業者の選定

一般に、4×3m程度の大きさのものにつき、製作誤差を+0、-0.5~-1程度におさえ、ピン止めを行なう部品間で、設計上同一であるべきものに互換性がある程度の精度を得るには、業者の選定が意外に大きなファクタとなる。

§ 8. はくりシート

積層用はくりシートについては、これまでも各所でいろいろなものが試用されたが、思わしいものが見あたらず、やむをえず、ベニア単板が用いられてきた(当時まで)というのが現状であろう。

ところで、このはくりシートについての実験は、その優劣をきめる大きなファクタであるしわや作業性の問題が、たとえば300×300mmといった小型の供試体ではつかみにくく、どうしても実大ないしそれに近い大きさで実験を行なう必要がある。

そこで、十数枚の版をつくるこの機会に、できるだけの実験を試みることにし、次のような目標をたてた。

1. できることなら、はくりシートをはがした面にいきなりペイントを塗って仕上りにできるようなものを見出し、または開発する。
2. 第一段階として、しわを逃げることを考える。
3. 少なくとも、ベニア単板よりよいものを考える。

i) しわ発生のメカニズム

しわ発生のメカニズムとしては、次のようなものが考えられた。

- a. 下の版の面の仕上りの凹凸
- b. シート自体のむらのび
- c. シートのうきあがり(たるみ、気泡など)
- d. シート接合部の不手際
- e. 吸湿(水)によるシートののび
- f. コンクリート打込みによるシートの部分的移動

ii) 材料と工法の選定

したがって、これらをうまく逃げるような材料と、その張りかたを検討すると、次のようになった。

- a. 完全な防水を施していないせいで、木質系の材料はやめる。
- b. ロール加工のプラスチックは偏のびがありがちであるから、やめる。
- c. まず、しわを生じないものとして硬質板がある。
- d. 下のコンクリート面の凹凸はある程度以上なくす

ことは不可能なので、うすい軟質シートを張る場合は水張りとして密着をはかる。

- e. 軟質シートの場合、しわ発生はやむをえないものとし、その影響を小さくし、また下の版とのなじみをよくするために、極端にうすいシートを用いる。
- 以上の検討の結果、供試材を次のようにさだめた。

No.	材 質	寸 法 厚×幅×長さ	単価 ¥/m ²
1	硬塩ビ	1.0×1000×2000 ^{mm}	580
2	"	0.5×900×1800	300
3	軟質ポリエチレン	0.02×1000×～	8
4	"	0.3×1000×～	160
(5)	"	0.2×1000×～	108

これらのうち、3、4、(5)は水張りとし、極力追出しでもなお残った気泡は、シートに穴をあけて空気をぬくようにした。

接合部は1、2はビニール粘着テープばり、他は10～30cmの重ねとした。

<所見・考察・問題点>

- 1) ペイント仕上げの可能性をもつものは硬質塩ビ板のみで、他のものは多かれ少なかれ補修を必要とする。補修はパテでは施工量(作業量)が相当大きく、といってモルタルでは附着が悪いといった扱いにくい面ができる。
- 2) 下の版のよごれ

軟質シートでは粘着テープではとますますしわを多くするので、継ぎ目は重ねざるをえないが、その重ね目からペーストがもれる。また、軟質ポリエチレンシートでは厚みを0.3mmとしても、靴でふまれたりしたところに穴があく。

こうした継ぎ目、穴などからのペーストのもれは意外に大量である。



写-15 はくりシートの穴からセメントペーストがもれたため下の版に生じたよごれ。簡単には取り除かれない。

このもれたペーストは、下の版との附着が極めて良く一見簡単にとれそうだが、ワイヤブラシ、ディスクサンダくらいでは簡単に除くことができず、版の商品価値を著しく下げる。

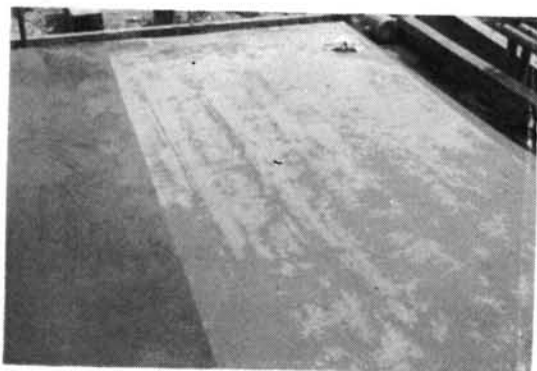
したがって、この汚染=ペーストのもれは、絶対にさけるべきであり、そのためには、軟質シートを用いる場合、ある程度以上の厚み(0.1以上)とし、また1枚で版全体をカバーするようにすべきである。

3) シートの作業性・水張り

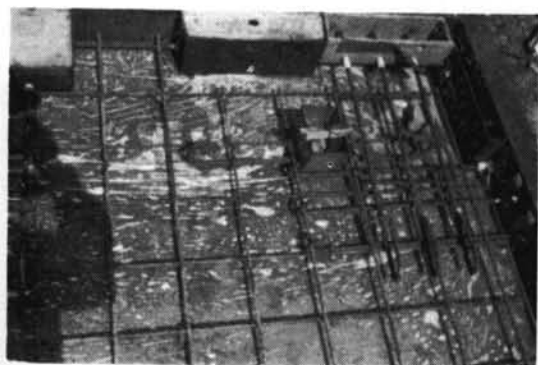
シートにはある程度の重量と剛性がないと、わずかの風でも動かされて、ますますしわがふえることになる。

また水張りも、下のコンクリートの吸水性が大きいため、はじめに相当量の水をくりかえし置いておいても、なお吸水により気泡が生じるといった具合で、さして効果的とはいえない。また水張りしても、少し強い風がふくと、はがされてしまう。

これらをさけるひとつの方法は、シートを1枚物とし太鼓の皮のように四方から引張ってはることであろう。



写一16 0.02mmポリエチレンシートの水張り。やっと手前までうまく張れたと思ったら、もうはじめ張ったところは、吸水で浮きはじめていた。



写一17 いいかげんに水張りした0.02mm厚のポリエチレンシート。あとで「入皮」をむしりとりが大変である。



写一18 むらのびのある塩化ビニールシートの例(右)。



写一19 このコンクリートをかきならすと、分散している浮きあがりがおされて、版の周辺部に集まってくる。

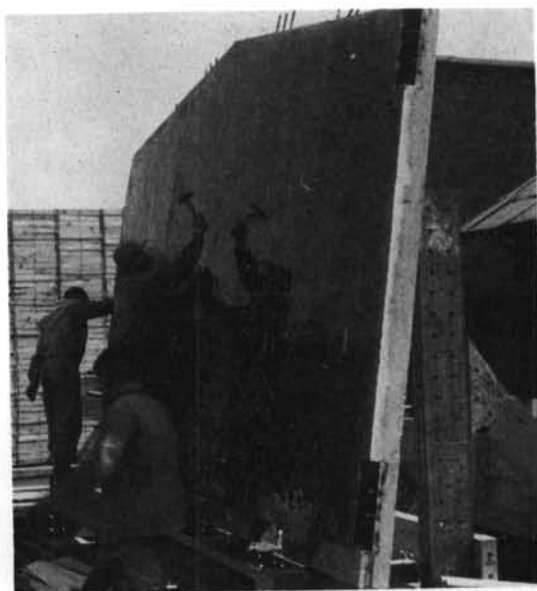


写一20 0.3mm厚のポリエチレンシートを、はくりシートとした場合のコンクリートの肌。ボチボチは「踏み穴」によるものである。

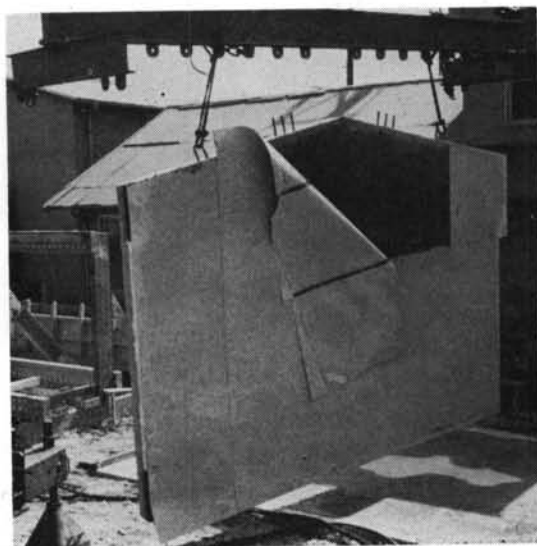
4) 硬質シートとその厚みについて

硬質シートの場合、厚み0.5mmと1.0mmとではコンクリートのはくり面は殆ど変わらない。

はりつけるときの作業性もほぼ同様であるが、はがすときの損傷は0.5mmの方がはるかに少なく、1mmのものは折損することが多い。



写一21 硬質シート(塩ビ・0.5mm)を、はくりシートに使用したコンクリートの肌。



写一22 硬質塩ビ板をはくりシートに使うと、たておこしのときに一部がはがれる。厚い方が丈夫そうに思えるが、実は0.5mm厚の方が1mm厚より折れにくい。

5) シートの転用性

軟質のものはすべて1回限りであり、硬質塩ビで0.5mmのものは1回使用ごとの歩留りは、面積で85~95%と推定される。

6) 今後のシートについて

したがって、今後も積層方式でPC版をつくろうとするならば、適当な剛性、単位面積重量と、作業中に穴があかない程度の強度をもち、自身むらのびがなく、水分によって伸縮することもなく、簡単に水密接合ができる(中~小幅ロールまたはシートの場合)、そして安価なシートを研究する必要がある。

§9. コンクリート

従来の建築用コンクリートとの主な相違点は、打込厚が小さく、したがって堅ねりがよく、できたものは原則として絶対に水密性が要求されるということであろう。

i) 調合

プラスチック性その他を考え、セメント量 $300\text{kg}/\text{m}^3$ とし、スランプは施工上5cmとし、生コンクリートを使用した。なお粗骨材径は25mm、細骨材は2.5mm、水セメント比は53%であった。

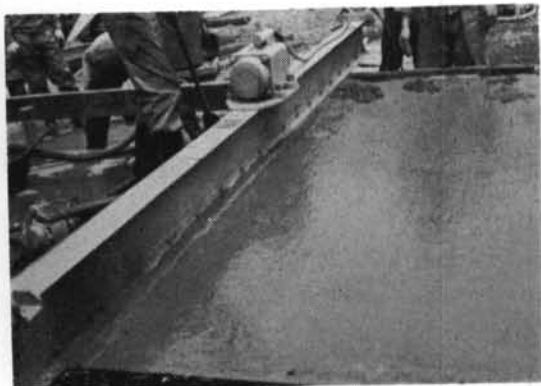
ii) 運搬

主にバケットを使うこととし、それを扱うために作業半径6m、能力1.2tonの小型ジブクレーンを用意した。

iii) バイブレータ

こうした堅ねりコンクリートの打込みに、バイブレータは欠くことができない。

そこで今回は、在来のフレキシブル棒型のほかに、スクリードバイブレータを試作して用いた。



写一23 試作したスクリードバイブレータ。

これは、表層部のコンクリートのしめ固めのほかに、

表面の大むらをなくし、表面仕上げから熟練工を省く目的をもっている。

スクリードパイプレータの諸元は、全長 4,300mm、偏心モータ 200 v $\frac{1}{2}$ PS 3000 r.p.m., 重量約70kgである。

<所見・考察・問題点>

1) 施工軟度

パイプレータの能力にもよるが、現在の労務事情を考えると、スランプの値にして 5~7cm が適当である。これより小さくすると、急に施工困難となるし、大きくすると、表面仕上げおよびセメント量の面で不利となる。

2) 棒型パイプレータ

通常の建築現場で用いられている $\frac{1}{2}$ ~1 PS フレキシブルシャフト型のものも、型わく 1 台につき 2 台程度必要である。

3) スクリードパイプレータ

この場合のスクリードパイプレータの作用深度は 5cm 程度であるから、これだけに頼ることはできない。またしたがって、コンクリートの凸面にのせてもそれをおさえきれないから、かけるときはむしろなで切りするようにしないと、表面にわずかな凸が残りがちである。

すなわち、スクリードパイプレータに表面しめ固め以上の機能を期待するのはむりのようであった。

4) 運搬

スランプ 5cm といった堅ねりのコンクリートでは、型わくの一個所に全部のコンクリートをまとめて落とすと、あとでそれをならすのに非常に多くの労力を要することになる。たとえごくわずかな距離でも、一般の建築現場で広く行なわれているような、コンクリートをかきよせる、流す、といった方法は非能率的で、所要量を各々の場所に落す必要があり、そのためには合理的なクレーン+パケットの組み合わせが必要である。

5) パケット

版の製作枚数やクレーンの運搬速度にもよるが、一般に 1 枚の版を 3~5 杯でつくれる大きさのもの、具体的には 0.2~0.6m³ のものが適当であり、また必要に応じ少量ずつでもばらまいてゆけるようなゲート構造のものがぞましい。

また、コンクリートが堅ねりなので、ゲートは最小 400×400mm 程度がのぞましく、できることなら、パケット自体もアンローダ、パイプレータ付きとした方がよい。

6) コンクリート設備とミキサの選定

今回の実験では、生コンクリートを使用したが見、現場でコンクリートを製造するとすれば、次のような固有の問題が生じよう。

版製作の場合、1 日のコンクリート施工量が同規模の現場うち RC 造の $\frac{1}{5}$ ~ $\frac{1}{10}$ 程度と少量であるが、一方 1 枚の版の打設は 10~20 分くらいでおえる必要のあるのが一般であり、また同一混練設備でプレファブ化されない部分(基礎など)の施工にもあたる場合もでてくるので、ミキサ等の容量は 0.4m³ 以上が必要な場合が多い。

したがって結局は、かなりの大容量設備で少量施工を連日くりかえすという特殊条件を充分考慮して計画をたてないと、道具を洗うようなことに意外に多くの労力を費やし、また遊びも多いといったことになりかねない。

また、スランプ 5cm 程度の堅ねりコンクリートの製造には、従来建築現場で広く用いられてきたドラム型ミキサは不適当であることも忘れてはならない。

§ 10. コンクリート打込面の仕上げ

熟練労働なしですませる観点から、

1. 左管工以外によるコテおさえ
2. 円盤回転仕上機による仕上げ
3. スクリードパイプレータによる仕上げ

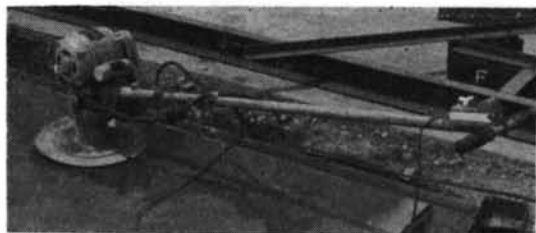
を実施することとし、この他比較のため、

4. 在来の左管工による仕上げ

も併せて行なってみた。

これらのうち、"左管工以外によるコテおさえ" をとりあげた理由は、コテ仕上げをなくしたり機械化したりするにこしたことはないが、その仕事が左管工 (= 建築の技能工の中で習熟に最も年月を要するものの一つ) 以外の手でも可能になれば、プレファブ工の成立 = 生産合理化 = コストダウン、にかなり寄与できると考えたからである。

なお、2. の円盤回転仕上機の仕様は、円盤の径 40cm、回転数 120、モータ A.C. 200 v $\frac{1}{2}$ PS であった。



写-24 円盤回転仕上機。

<所見・考察・問題点>

1) 非熟練工によるコテおさえ

左管工の職能が大きな凸凹をとることと、表面をき

がきあげる”ことに大別され、前者の方が素人にはむづかしいことがすぐに判った。

その大きな凹凸(ムラ)をとり表層をしめ固めることは、スクリードパイプレータで容易にできるので、少なくとも、カラー Sprei をかける外壁程度の仕上げ面をつくることならば、全くの素人にも、2~3日といった短時間に習熟可能なことがあきらかになった。

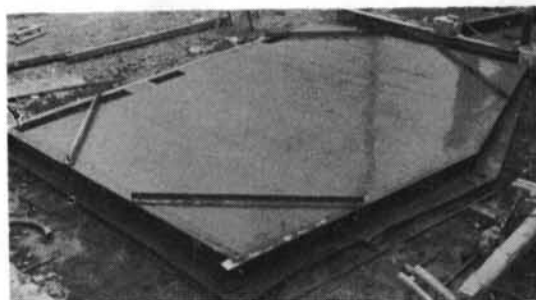
2) 円盤仕上機について

これは、今回用いた仕上機に固有の問題なのかもしれないが、使ってみると非常に運転しにくく、これで1mmの高低を云々するような仕上げができるとは到底考えられない。また、周辺型わくにも始終ぶつかったりして、作業もやりにくい。

したがって、もしこの種のロータリフィニッシャをつかうとすれば、高さは一定に保ちながら版内を自由にうごけるようなフレームなどにのせる必要があろう。

3) スクリードパイプレータかけ放し

コンクリート打込みが終了と、ただちに表面にていねいにスクリードパイプレータをかけ、そのまま放置する方法で、これだけでも部外の色モルタル Sprei 程度の仕上げの下地としては、ほぼ充分なものができる。



写-25 スクリードパイプレータをかけ放しの版の表面。(まだ固まっていない。)

ただし、この積層方式の場合、この打込み面ははくりシートを介し、その上にくる版の下面(通常は内壁)にプリントされることを忘れてはならない。

また、もう一つ注意すべきことは、コンクリート面のゆるやかな盛り上がりをおさえるには、スクリードパイプレータは殆ど効果がないということで、したがって、施工の順序は、下のようにするのがよいようである。

1. 打込んだコンクリートを棒パイプレータ、スクリードパイプレータで一応平らにしめ固める。
2. 一旦スクリードパイプレータをはずし、頑丈な直線の定規でコンクリート面をこすり、コンクリートの過不足をなくす。

3. スクリードパイプレータをていねいにかけて仕上りとする。

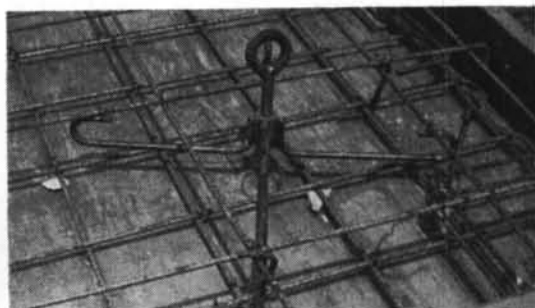
なお、当然ながら、パイプレータのむくりは適当に調整しておかなくてはならない。

§ 11. 版の運搬と建方

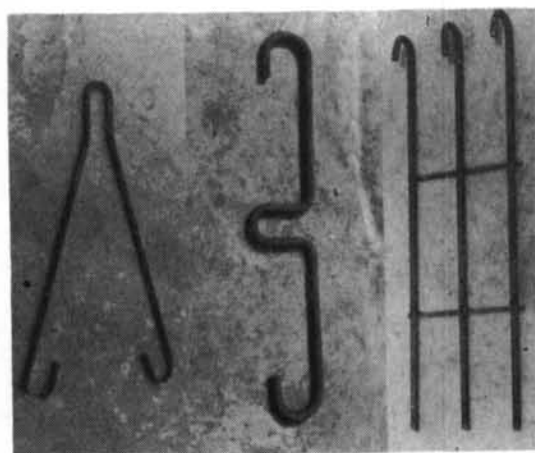
i) 釣上げ金物

これについては、36年、秩父セメントパイプ工場プレファブ施工以来いろいろなものを考えたが、結論は、溶接+ネジ加工による写-26のごときインサート型式のものは、信頼性、コストの両面より不適當であり、鉄筋をまげ加工した程度の、安価かつ信頼性の高いものが必要であるということであった。

そこで今回は、水平つり、鉛直つり各々につき写-27のようなものを考えて使ってみることにした。



写-26 インサート型式の釣上げ金物。

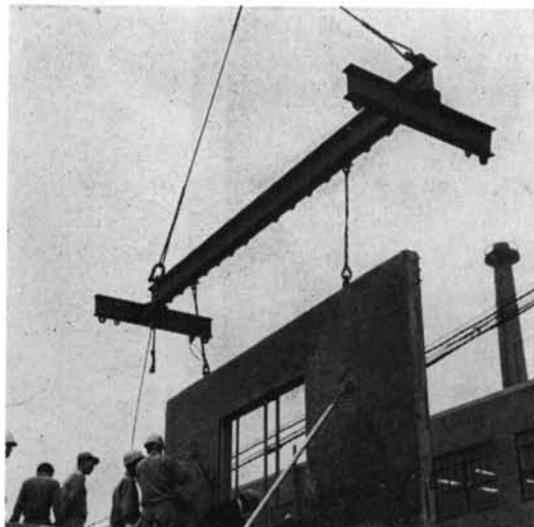


写-27 定着される金物。左より、鉛直釣上げ用(16φ)、水平釣上げ用(16φ)、接合筋ユニット(治具の上で組立てであるので精度が高く、またユニット化により取扱いも能率的である。3×13φ)。

これらの価格は、この種のものでは下限となる。

ii) 釣上げフレーム

釣上げフレームは、秩父セメントパイプ工場施工のときのもの、そのまま利用することにした(写-28)。



写-28 釣上げフレーム。

iii) 建方クレーン

P & H 355型を使用した。

iv) 仮おきイーゼル

今回は量産でないので、積層順は建方順よりむしろ大ききの順で定まったから、版の仮おきが必要となった。

そこでこの機会に、実験的な意味も含めて、イーゼルをつくってみた。

v) 建方用仮止めブレース

PC版の建方では「安全」のほか、建込みと建入れの調整が迅速であることが必要である。

さて、このうち「建入れの調整」が手間どると、合理化の旗手であるクレーンの稼働率を下げ、プレファブ工法本来の意義をなくしてしまうことになる。

そこで、外国でも使用例の多いブレースサポートを試作することとした。版の大きさは高さ3m×幅4m、厚み18cm、重量5tonと仮定し、取付け作業の能率、取付け後の作業通路などのことも考えて、取付け位置、調整スクリウの位置などが図-11のように定まった。

耐力は、一応、風速30m、地震(横)力0.2gのほか、誤って曲った建入れを行なった場合、それをむりにジャッキングで修正する場合の最初の傾きを約1/8にとって計算された。この場合、取付けボルトに加わる力は、最大1ton程度となったので、ブレースアンカは市販の鋳鉄製品(ネジ径16mm)で間に合わせた。

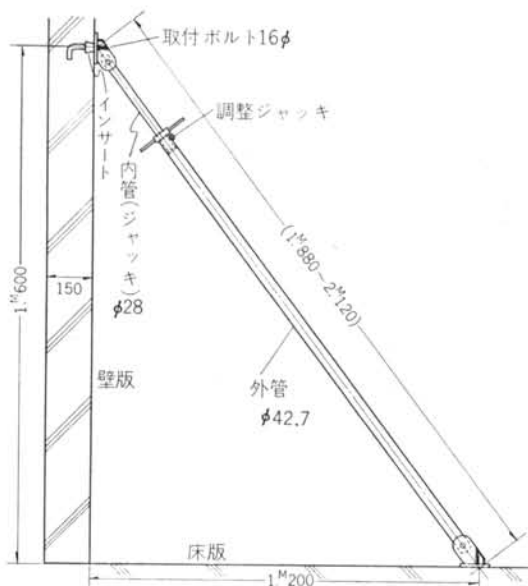


図-11 ブレースサポート。

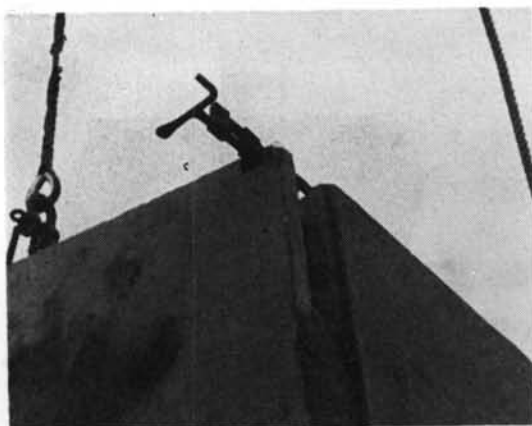


写-29 仮止めブレースをかい、建入れを修正する。小口黒いのはコムブリバンド=防水シール。

vi) 修正用頭つなぎ

この実験家屋のように、鉛直接合部で壁版同志が密着する方式の場合、実際問題としては、建方時に下部はうまく建入れても、上部があきやすい。

そこで、この壁版上部をひきよせて密着させるために、木工用の大型ハタガネを利用することにした。(PC版プレファブ工法での頭つなぎとは、本来はブレースサポートに代って建方後版上部を相互につなぐことにより仮止めを行なうものをいうようである。)



写-30 修正用頭つなぎに代りハタガネで版をひきよせる。

<所見・考察・問題点>

1) 釣上げ金物は、今回用いたようなもので実用上充分である。ただし、水平釣上げ用のものは、版厚がうすい場合には問題が出よう。

2) 釣上げフレームは、今回用いたもので、まずあらゆる場合に使えそうである。

3) 仮止めブレースは、ルームサイズPC版プレファブ一般につき、今回のもので適当といえよう。

ただし、アンカは版1枚につき2箇所とし、したがってサポートも2本としたほうがよい。

これは安全のためと、もうひとつは、万一ブレースアンカに故障を生じた場合にそなえるためである。

4) ブレースアンカのインサートは、版の周辺でない、面の部分にとりつけられるのが通常であるが、その場合は、ねじ穴にモルタルを入れないように油土などをつめておく必要がある。

5) 鉛直接合部が版同志密着する構造の場合、修正用頭つなぎは有効、かつ必要である。これは今後、専用のものを考える必要がある。

6) 組立て精度

今回用いた程度の型わくを用いた場合、版の接合部はどの程度までうまく（構造的に有効に）接合できうるかということであったが、結果として、コンクリート版を家=箱として正確に組立てた場合、その版に定着された接合筋は写-31~36に示す程度の位置精度に（各接合部とも同時に）おさまった。

また、この接合法では、鉄筋の接合の観点から許容できる版の位置のずれの最大値は、5mm程度と推定された。すなわち、接合筋径16mm以下でこの程度のずれなら、図-12のようなヤットコを用いれば、容易に必要な溶接長さを得ることができる。

また、版の接合部が本来は長さ4mの眠り目地となるような場合、今回はそこに2mmのクリアランスをとったが、実際にはそれでも一部は密着、一番開いた部分で4~5mmということになった。この傾向は、スラブ同志の場合よりも壁が直交する場合に大きかったが、これは版厚が充分正しくつくられなかった、版にねじれがあった、版小口にバリがあった（これは馬鹿にできない）などの理由によるもので、いずれにしても、周辺主型わくの支持方法にその原因の大半をもっていると思われる。

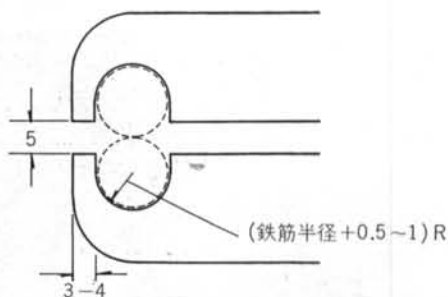
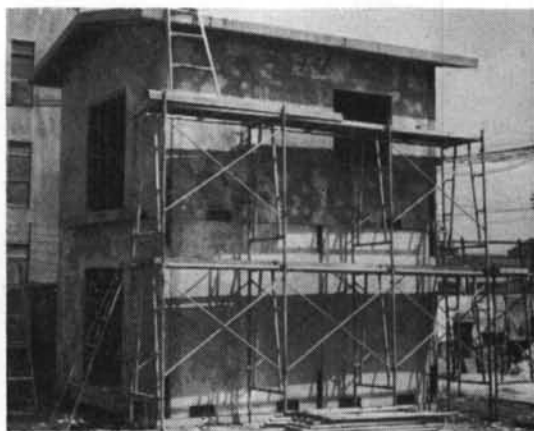
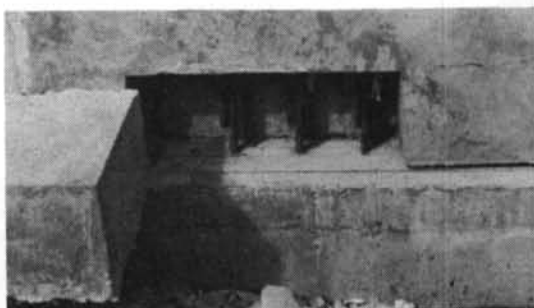


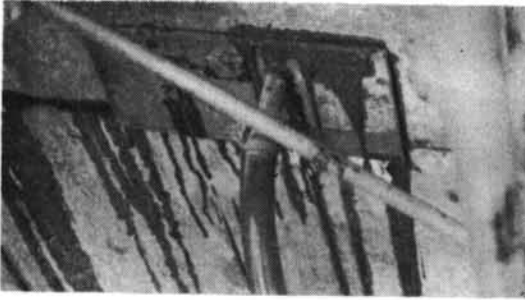
図-12 接合筋同志を密着させるための用具（ヤットコ）。鉄筋を2本はさんだ状態で片手で持てるようにする。



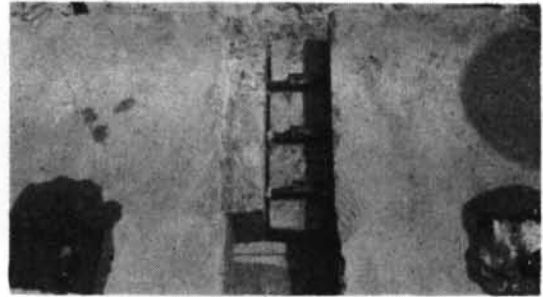
写-31 ほぼ完成した試作家屋。



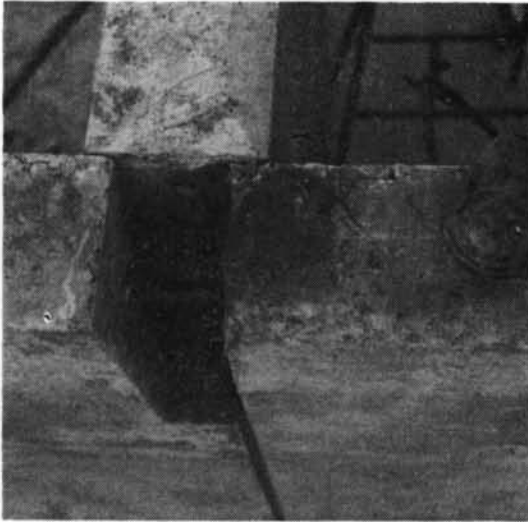
写-32 基礎・壁・スラブの鉄筋は正確に接合できた。



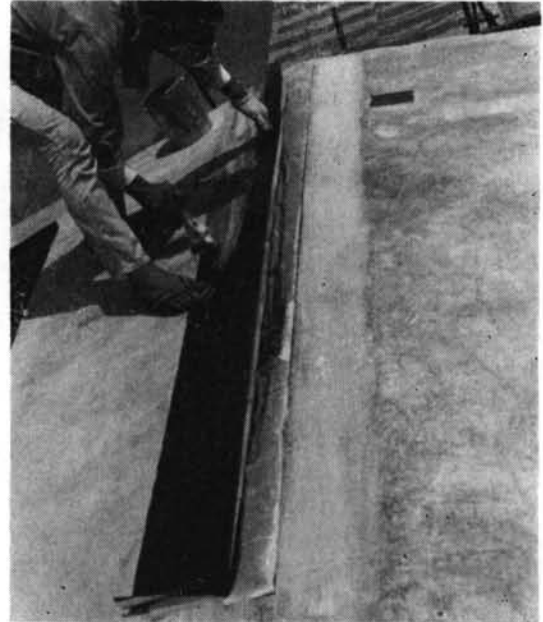
写一33 プレキャスト工法による接合部のあとつめ。



写一36 床版同志の接合部。左下は釣上げフック。



写一34 壁のT型接合部。鉄筋の位置関係からも組立て精度の高いことがわかる。コーキング目地にも注意。



写一37 屋根防水は棟の部分だけをゴムシート防水とした。



写一35 壁のL型接合部詳細。この鉄筋の位置のずれは組立て時の曲りによるもので、溶接時には楽に矯正できた。

§ 12. 判明した問題点

今回の実験が極めて原始的なものであることは、はじめにふれたとおりであり、得られた結果については、各章ごとにのべたとおりである。

次に、この実験を通じてあきらかにされた今後の研究にまつべき問題点は、次のようなものであろう。

- 1) 積層方式に用いるはくりシート
- 2) 周辺型わくの断面と支持方式の改良
- 3) 先付けサッシュ関係のディテイル
- 4) あと付けサッシュ関係のディテイル
- 5) コーキング目地確保の方法
- 6) プレファブ工法固有の施工方式（工法モデル、作業組織など）

これらの問題のうち、1)~5) は次の段階の実験により、また6)は実用化試験、パイロットプラント等の段階で説明すべきものと思われる。

なお、仕上げについては、この実験家屋の完成をまたずに、次にのべる当社相模原機械工場機動員宿舎の計画に入ったため、当分延期されることになった。

第Ⅱ部 当社相模原機動員宿舎のプレファブ施工について

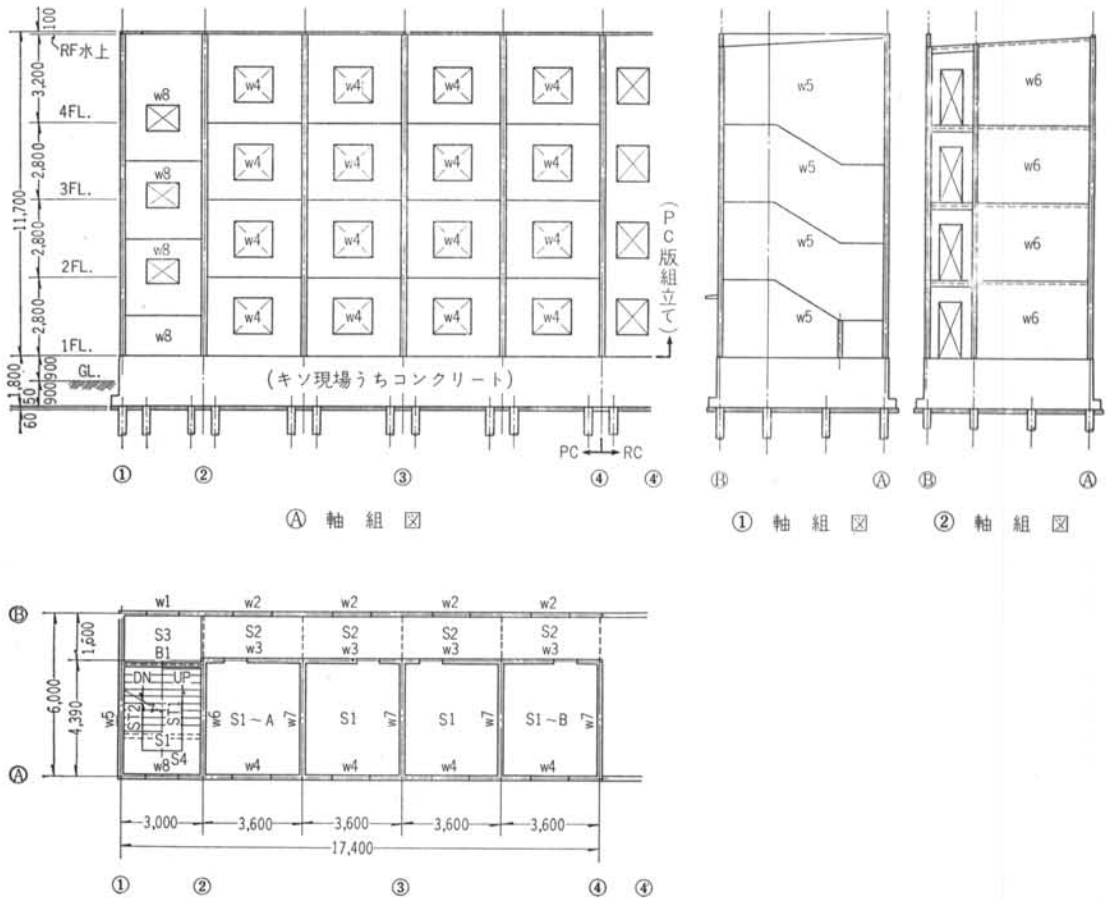
§ 13. 建物のあらまし

この建物は、将来3棟をもって構成される予定の、当社機動員宿舎のうちの中央棟であり、中に食堂、集会室、ポイラー室等を含み、当初RC造として設計されたもの

が、のちになって、寮室のみでできている部分が「設計変更」されて、プレファブ化されることになったものである。

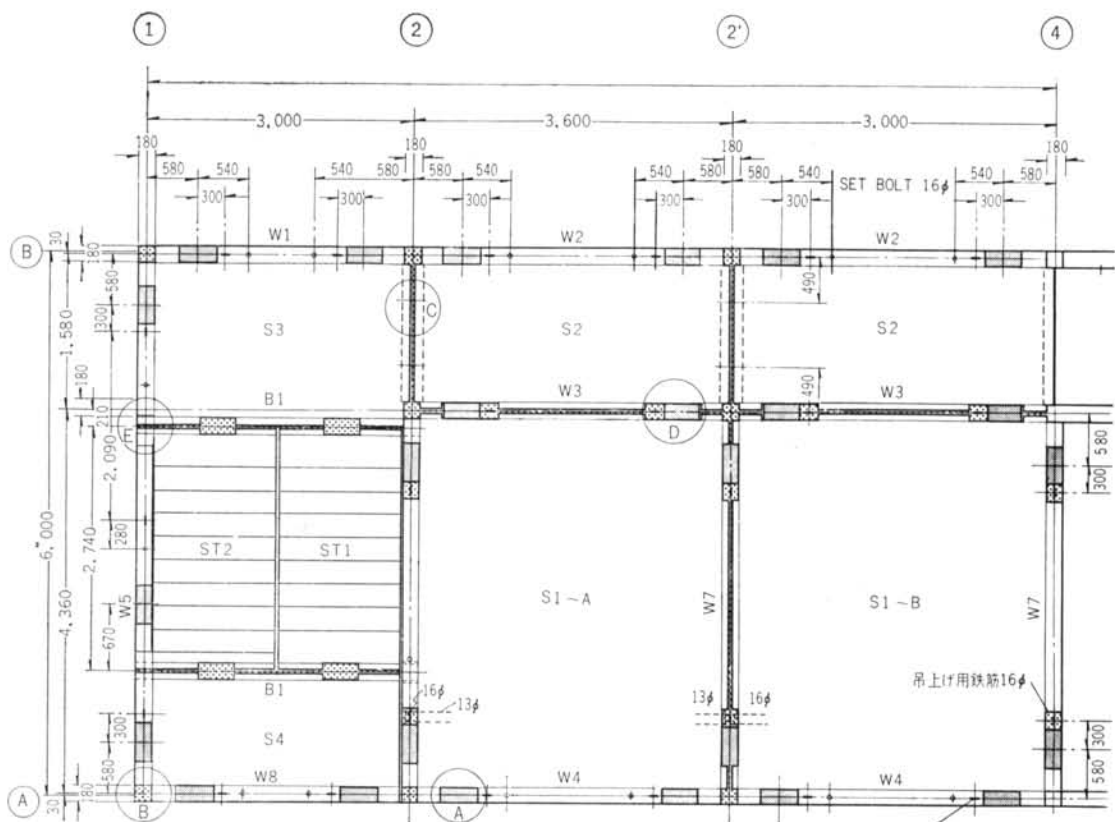
このプレファブ部分についての諸元は、つぎのとおりである。

- ・建設場所：横浜市保土谷区瀬谷町
当社相模原機械工場内
- ・建物の構造：大型PC版プレファブ構造4階建
- ・接合部の方式：壁垂直接合部は鉄筋溶接あと打ちコンクリート式
同水平接合部は定着鉄板溶接式
- ・建物の大きさ：17.4×6m×4層＝延418m²（プレファブ部のみ）
高さ11.7m（現場うち基礎部除く）
- ・建物の形式と用途：片廊下式、独身寮
- ・工期：昭和36年5月～昭和36年12月
- ・設計：当社設計部

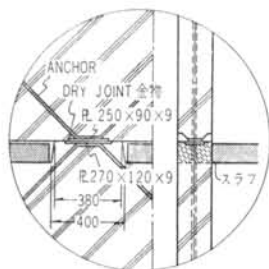


2.3.4 階床伏図

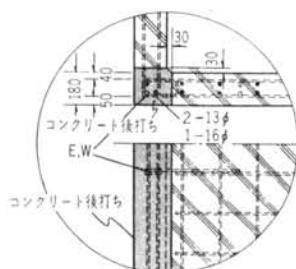
図-13 各階床伏図・各通軸組図。



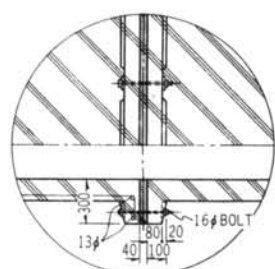
壁体吊上げ用鉄筋16φ
吊上げSETしたのち切断する



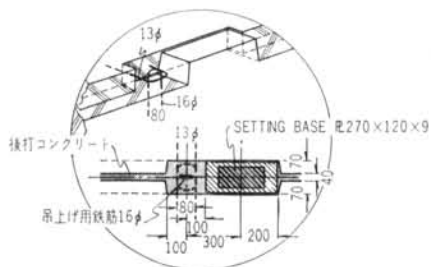
A 部



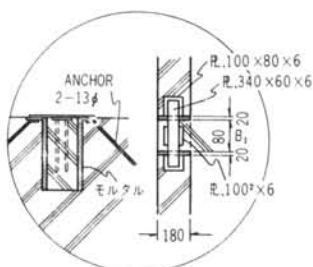
B 部



C 部

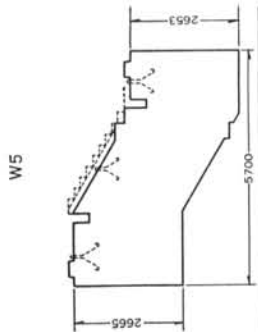
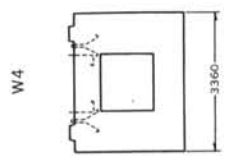
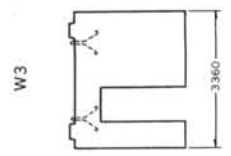
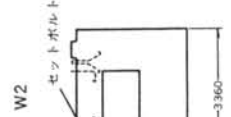
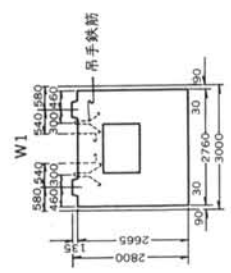


D 部

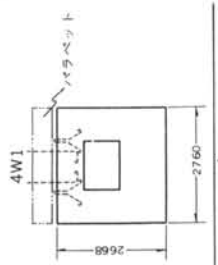
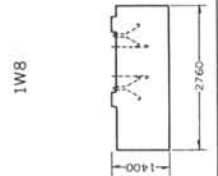
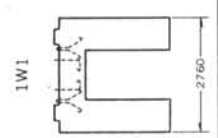
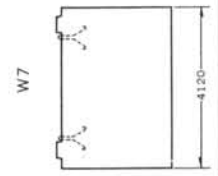
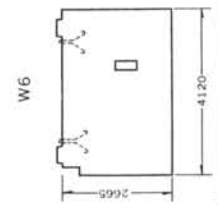


E 部

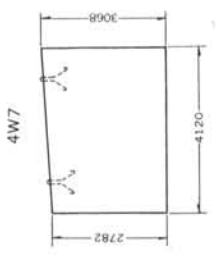
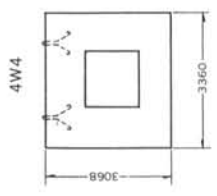
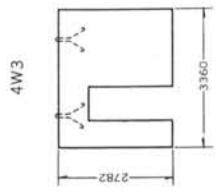
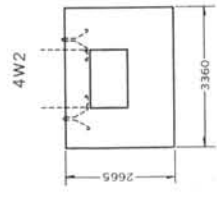
図一14 基準階プランと主要接合部の詳細。



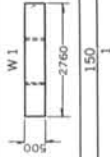
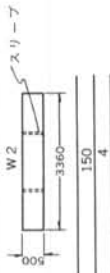
枚数	2.3	1.2.3	1.2.3	2.3
版厚	180	180	180	180
枚数	2	12	12	2
重量	2.781	3.41	3.21	3.711



枚数	1.2.3	1	1	4
版厚	180	180	180	180
枚数	3	1	1	1
重量	4.791	4.81	2.191	2.251

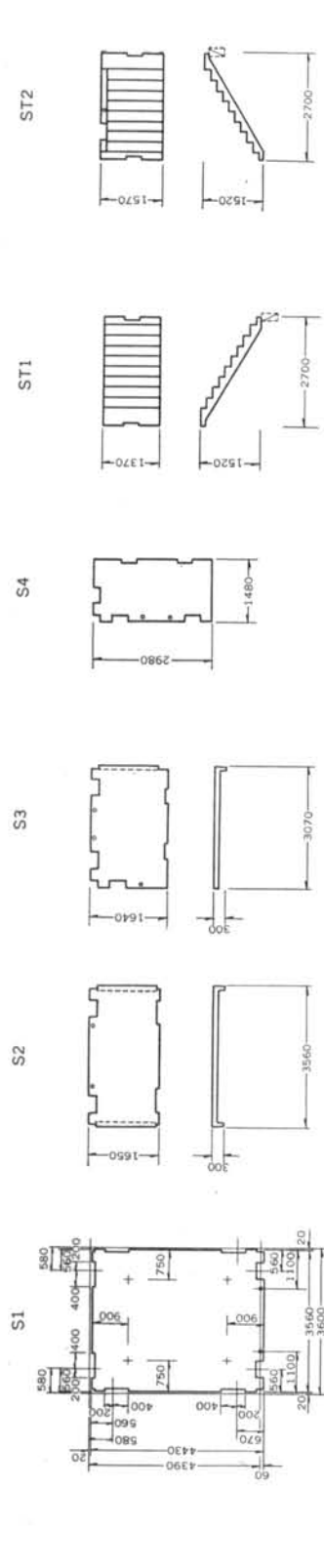


枚数	4	4	4	4
版厚	180	180	180	180
枚数	4	4	4	4
重量	2.791	2.791	3.071	4.371

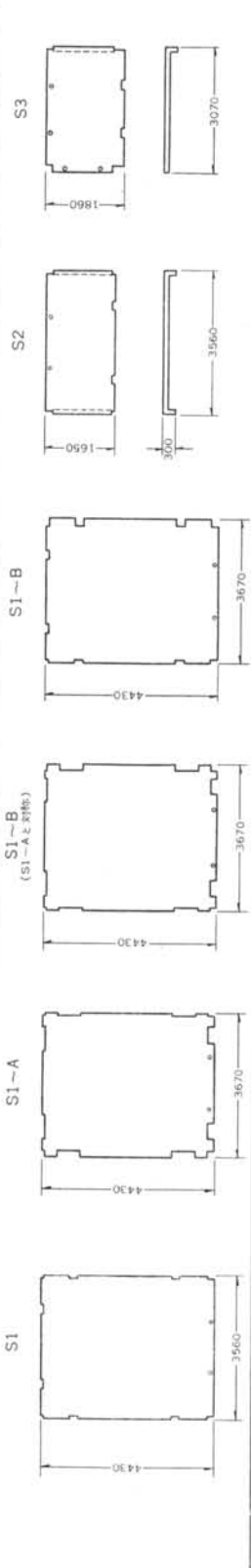


注 記
 ○特記なきSET BOLTは16φとする。
 ○WET JOINT用鉄筋は13φとする。

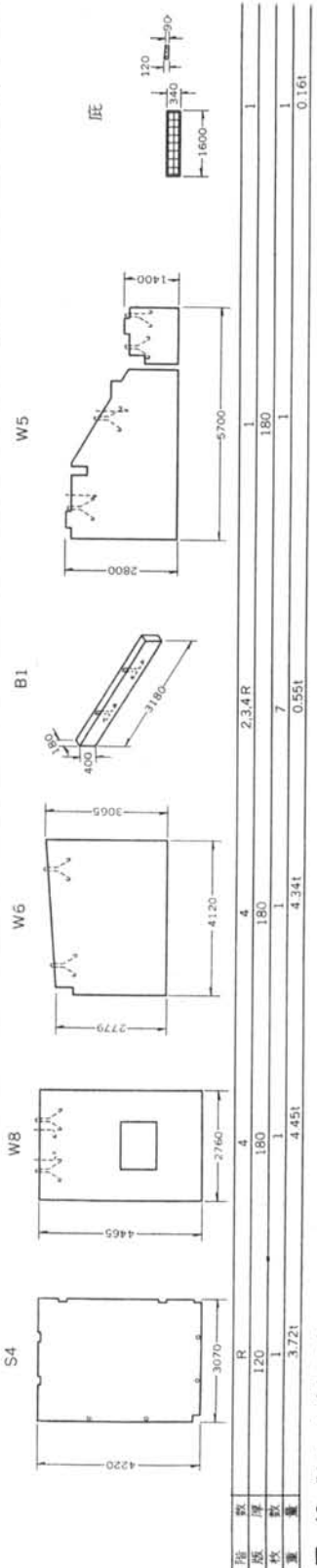
図-15 版リスト(その1)



枚数	2.3.4	2.3.4	2.3.4	1.2.3	1.2.3
板厚	120	120	120	120	120
枚数	6	3	3	3	3
重量	4.521	1.751	1.611	1.261	2.051



枚数	R	2.3.4	2.3.4 R	R	R
板厚	120	120	120	120	120
枚数	3	3	3	4	1
重量	4.61	4.551	4.551	4.671	1.71



枚数	R	4	4	2.3.4 R	1
板厚	120	180	180	180	180
枚数	1	1	1	7	1
重量	3.721	4.451	4.341	0.551	0.161

図-16 版リスト (その2).

§ 14. 研究・開発についての問題点

今回の実験施工にあたって、研究所として設定した主要な検討課題は、次のとおりであった。

- 1) PC版を単層蒸気養生方式で生産する
- 2) 立体的なPC部材を蒸気養生方式で生産する
- 3) 積層方式による版の量産
- 4) 新しいはくりシートの実用化
- 5) 改良された積層型わく(断面)と支持方式
- 6) PC版釣り上げ用のインサート類の開発
- 7) ゴライアスクレーンの使用(版製作・建方)
- 8) 当工法固有の管理方式と原価計算資料を求める

なお、前回実験で問題点としてあげたサッシュ関係については、この建物が本来プレファブ工法を前提としないで設計され、それが構造体をプレファブ化するための最少限の「設計変更」をうけた形となったので、変更がサッシュにまで及ばず、実験も見送りとなった。また、コーキング目地についても、型わく設計工期等の関係で見送りとなった。



写-38 版製作ヤード全景.

§ 15. 蒸気養生方式

i) 蒸気養生設備

この部分については、計画研究部の多大の協力を得、まず蒸気発生源としては、運転の簡便な、重機・自動車等の清掃に用いられるスチームクリーナ(10万kcal、5万kcal各1台)を利用することとし、また、配管については、秩父パイプ工場の場合にラジエータ管と吹出管を併用したのに対し、今回は全面的に生蒸気吹出式とし、パイピングを大幅に節減することとした結果、図-17のような装置と決定した。

また、型わくはリフ付床版については専用型わくを、ふつうの壁版用については各版に共通の加熱用定盤を用意し、その上に各々の周辺型わく(積層用と兼用)のせて使うこととした。

つぎに、保温は秩父パイプ工場の場合と同じくカバー式とし、L型鋼のフレームに(内側より順に)亜鉛引鉄板、ロックウール50mm、防水キャンバスシートを張った小屋型保温カバーを用いた。なお、保温材料として発泡プラスチックを考えたが、ビニール、スチロール、ウレタンともに、高温収縮(変形)、強度などの点で不適であった。



写-39 蒸気源のスチームクリーナ.

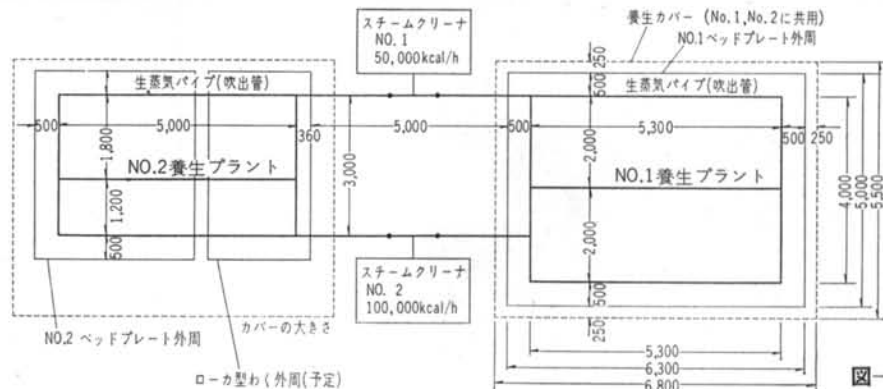
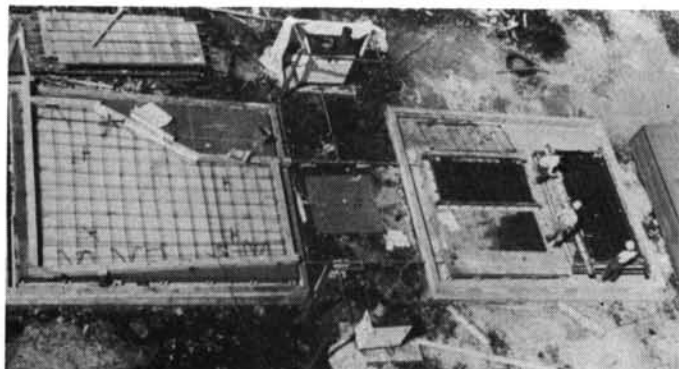
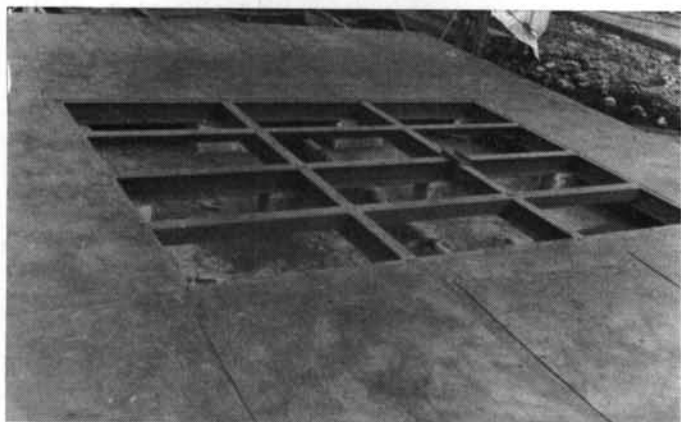


図-17 蒸気養生ベッド計画図.



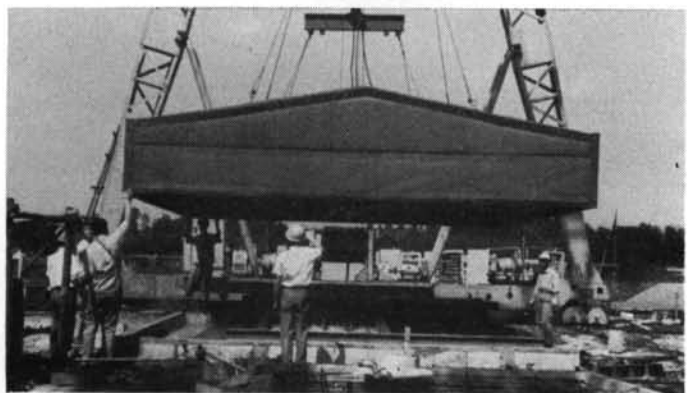
写-40 蒸養設備の全景。



写-41 蒸養定盤の構造。I-125, L-75のフレームにPL 3.2をビス止めしてある。



写-42 蒸養定盤の上の型わくにコンクリートをうち、蒸気を通しはじめたところ。コードは温度計測用の熱電対のもの。



写-43 コンクリートの表面仕上げがおわると保温カバーをかける。カバーは亜鉛鉄板にロックウール張りのものである。

ii) 蒸養温度など

秩父パイプ工場の経験，材料研究部での実験（当所報第1号・P15）などをもとに，次のように定めた。

- a. 最高温度：80°Cとする。
- b. 蒸養時間：加熱時間は3.5時間程度とする。
（カバー内は外気温 25°C の場合，2～2.5 時間で 80°C となる。夕刻蒸気をとめた後は，通常翌朝までカバーをかけたままで放置する。その場合の温度カーブの実測結果を図-18に示す。）
- c. 温度の管理：サーモカップルにより，コンクリート内部温度とカバー内温度との関係を求めておき，以後は棒型温度計でカバー内温度を測定することにより，ボイラーの燃料パルプをコントロールする。（テストピースの温度と版のコンクリートの温度との関係は既知，あまり差がない。）

§ 16. 型 わ く

版の種類は，階段と手すり等小物を除き6種，これらの総数は120枚，同一型わくによるもので最も数の多いものは48枚であった（ただし窓の形の違うものも含む）。これらに対し，寮室床版(屋根も含む)用として1台，

廊下リブ付版(同前)用として1台，外壁用に2台，間仕切用として2台，計6台を鋼製で用意し，階段室など枚数が少なく異形(リブ付ではないが，相互に積層しにくい)のものは木製型わくで，さきの定盤の上で蒸気養生により製作することにした。

i) 周辺型わく

さきの実験で問題のあったたわみについては，図-21のように断面を補強し，更に型わく支持用のブラケットを考えると，横方向の移動も考慮して，図-24のようなものとした。

また，仕口はスクリッドをかけるときにじゃまになる上下方向のストッパは廃止することとし，他は前回の方法を踏襲した。

（この型わくをさきの定盤にのせれば，そのまま蒸気養生用にも使うことができるわけである。）

ii) リブ付版型わく

写-64のような版の形状に対し，図-25のような構造を考えた。すなわち，周辺型わくを基本とし，特殊な底板を用意することとした。

iii) 版周辺への穴あけ

スチーム配管，セットボルト等のための版周辺部への精度を要する穴あけには，写-47のような治具と紙スリーブを併用した。

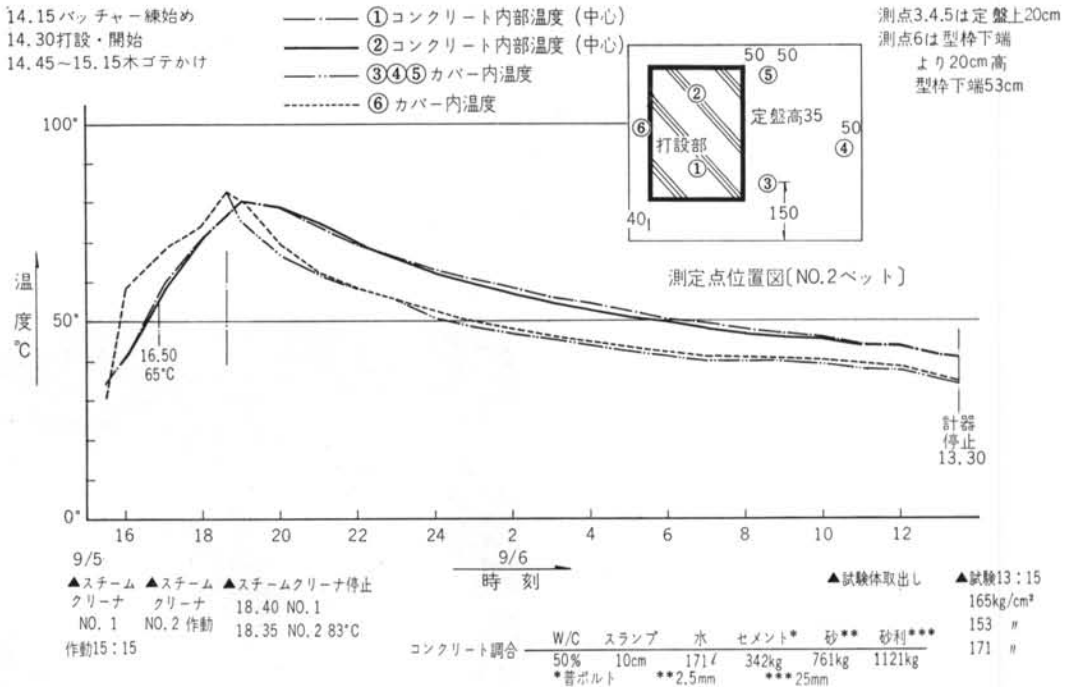
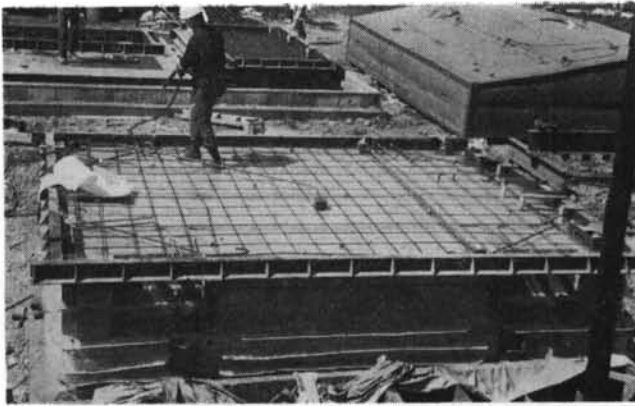
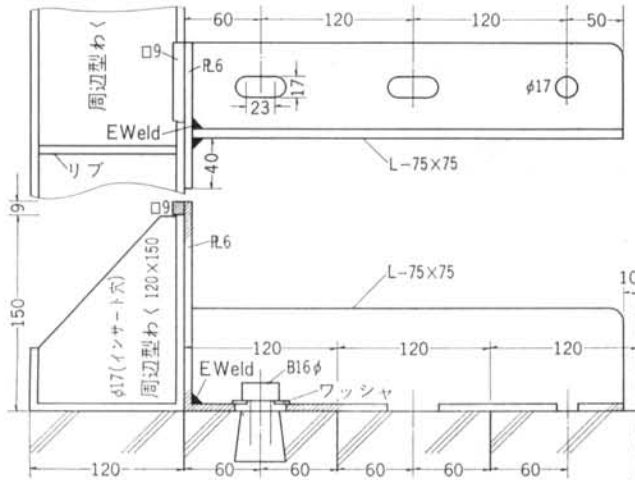


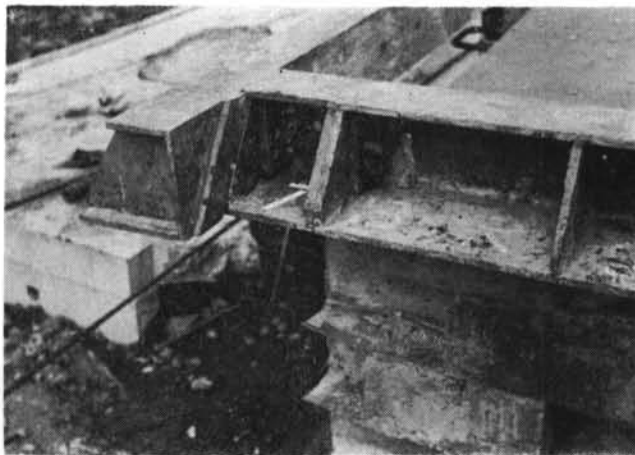
図-18 蒸気養生温度曲線 (スチームクリーナ 公称能力: No. 1=50,000 kcal/h, 同 No. 2=100,000 kcal/h)



写一45 積層方式で床版をつくる。厚みは120。この周辺型わくは型钢でなく、鋼板の溶接でつくられた。判りにくいですが、型わくを支持するブラケットにも注意。

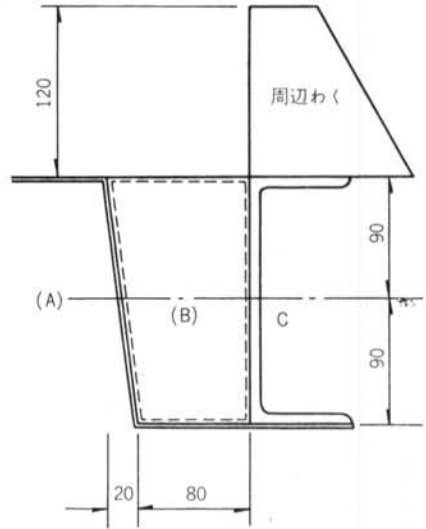
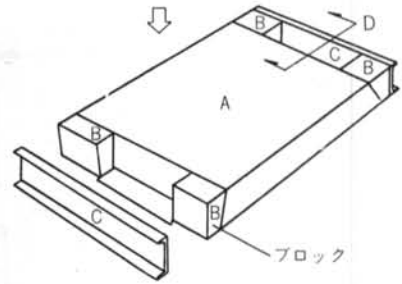


図一24 積層型わく支持部。



写一46 周辺型わくの仕口。ストップとピン止めで精度を出す。

この上に周辺わくと同形式のものが来る



D部詳細

図一25 周辺型わくを基本とし、特殊な底板との組合せでリップ付版をつくる底板。

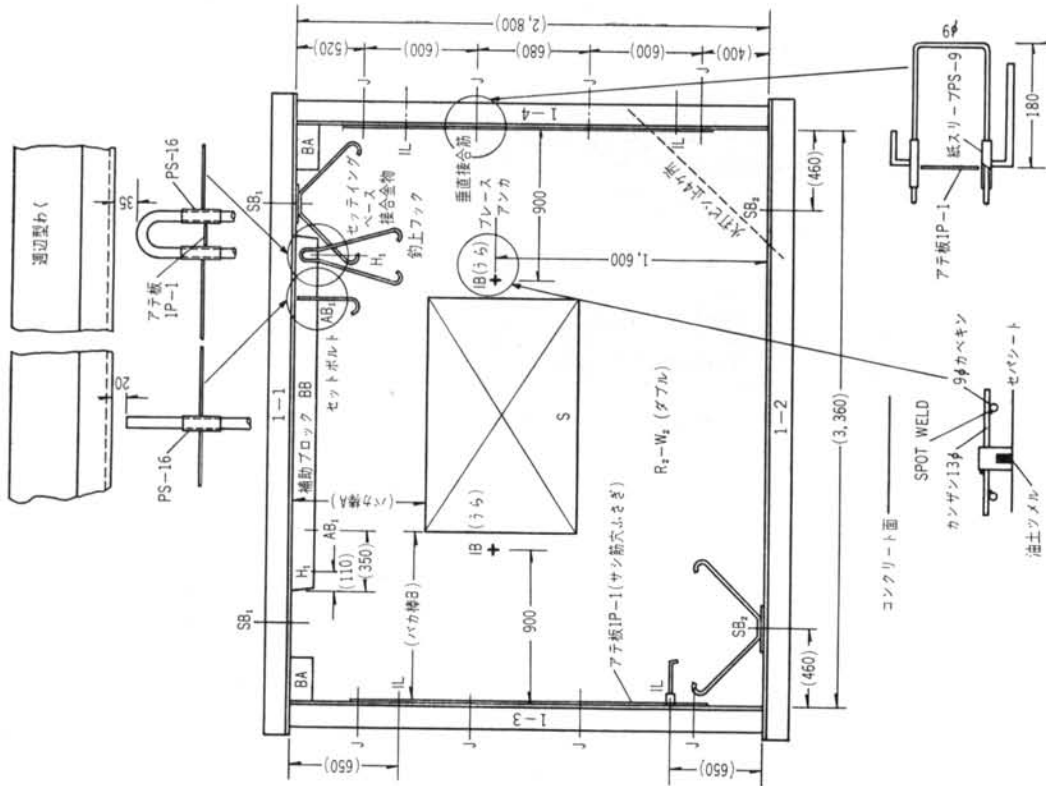


写一47 版に正確に穴をあけるための型わく(治具)。白いのは脱型を楽にする紙スリーブ

W₂ 部品一覧表 (工程順)

取付順符号	部 品 名	備 考	数 量
1	セバレート シート	接合テープ	1 式
2	型わく 支持ブラケット	ボルトφ16×24P	8 ケ
3	1-1 倒型わく	側わく 4, ボルトφ16×8P ピンφ12×4P	1 式
4	BA 型わく ブロック		2
	BB		1
5	S ₁ サッシュ	木わく 先付のもの	1
6	エッジシール	サッシュまわりも 施工	
7	R ₂ W ₂ 鉄筋ユニット	下側 (室内側) の分	
8	IB フレース用インサート	点接 (油土)	2
9		仕上、設備ユニット	
10			
11	AB ₁ セット ボルト	16φスリール 2P	2
12	H ₁ 釣上フック	16φ半割スリール 4P	2
13	SB ₁ セッティングベグス金物	ボルト 16φ, 13φ	2
	SB ₂		2
14	J 接合筋	9φ	8
15	IP-1 長穴あて板	取付はIL 〇〇〇 で行なう	2
	IL		4
16	IP-2 長穴あて板	ボルト 13φ×2	2
17	R ₂ W ₂ 鉄筋ユニット	上側 (外側) の分	1
18	目地棒	ハタガネ@500で取付	
19	スベアブロック		
20	BB ブロック サッシュ	ふた	
21	1-10 型わく プレース	ピン×8p	4
22	表面取付物		

図-26 版の製作図 (部品一覧表と組立図が1枚にのせてある。現場ではこれにしたがって作業をすめる。版の種類だけ作製)。



§ 17. 新しいはくりシート

前回の実験結果を中心に色々と考えた結果、ここでは機械的強度の大半、剛性、むらのび、温度伸縮などの問題を、紙で解決することにし、ボール紙を基材として採用することとした。

つぎに、紙がせんい質であることからくる吸水ともなう伸び、軟化の問題に対処するための「防水」と、機械的強度、それからしなやかさ(折れにくさ)のために、ポリエチレン等の樹脂のライニングを厚目にほどこすことにした。

さて、こうした考え方にたつて、まず予備実験のために市場をあさったところ、0.7mm厚位の腰の強いボール紙に片面だけ0.05mmのポリエチレンライニングをほどこしたものが手に入ったので、2650×2700×150mm(ほぼ実大級)の版により実験を試みた。

同時に0.02mmポリエチレンライニングクラフト紙、0.3および0.25mm硬質塩ビシートについても実験し、また、このライニングボール紙については、うらからの水分の影響をみるために、下に絶縁物として硬質塩ビロールシートをしいたものも実験した。

その結果、厚いライニングをほどこしたボール紙は、ライニングクラフトよりも、①しわ、はくり性の点でかなりすぐれている ②うら面防水は有効である ③しわの点では硬質塩ビロールシートは0.3mm厚以上なら最もすぐれている、ということが判った。

そして、安価なライニングボール紙も多少の工夫を加えれば、そのままペイント下地になり得るものと予想された。

そこで、紙の厚み、品質、表およびうらのポリエチレンライニングの厚みについて検討を加えた結果、紙質は腰の強い(まげてもパサリとは折れない)特殊なボール紙、厚みは240g/m²、表のポリエチレンの厚みは0.1mmうらは0.05mmという線がでて、試作がおこなわれることになった。価格は85円/m²であった。

この紙は現場にだしてみると、これまでのベニヤ単板やポリエチレンシートなどにくらべて、取扱い・切断・接合などの作業性は格段によく、その面では殆ど問題はなかった。

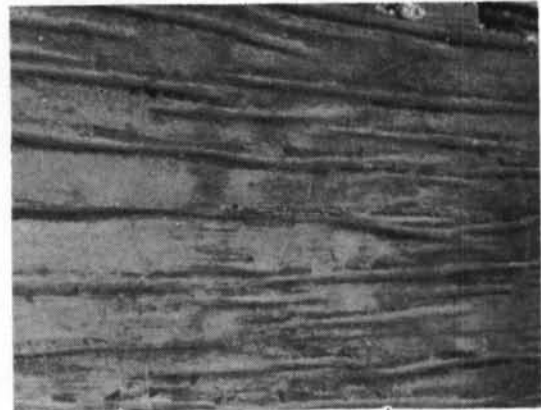
なお、この現場では、接合用の粘着テープとして、ほどくときののびの多い(あとで徐々に回復するので、そのときシートに歪をあたえる)ビニールテープにかわって、のびの殆どないポリエステルテープを用い、好結果

をおさめた。

つぎに、建方に入ってから、つまり積層された版をたておこしてから、はくりシートをはがしたりしてから判明した事項であるが、1枚の版に数個所程度の「喰付き」がなければ、シートは全く無傷で回収されるくらいで、しわも写-55の程度におさまった。

さきの「喰付き」とは、版の上のつた砂粒等の上から靴でふみつけるなどしてポリエチレンにあいた穴や、紙のせんいとコンクリートがからみあって硬化することにより生じるものと思われる。

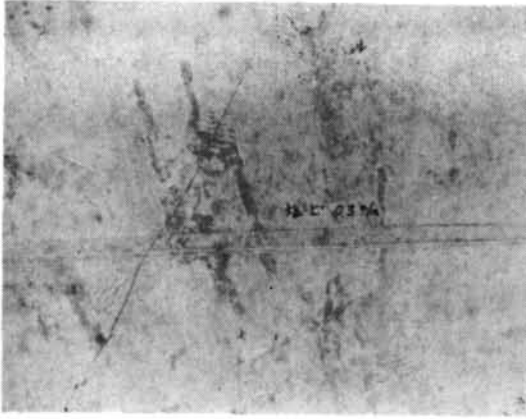
これは、シート自体を丈夫にすることもさることながら、価格その他から考えて、作業方法の改良により解決すべきもののようであり、しわについても、発生部位その他から考えて、作業方法の改善でまだまだなくする余地があると考えられた。



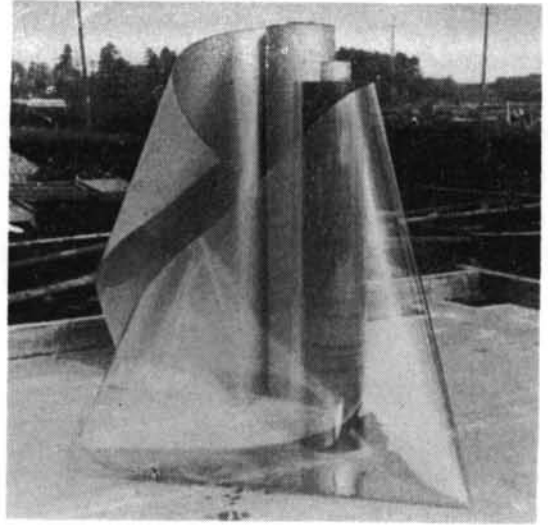
写-48 ベニヤ単板を、はくりシートとした場合のコンクリートのはくり面。



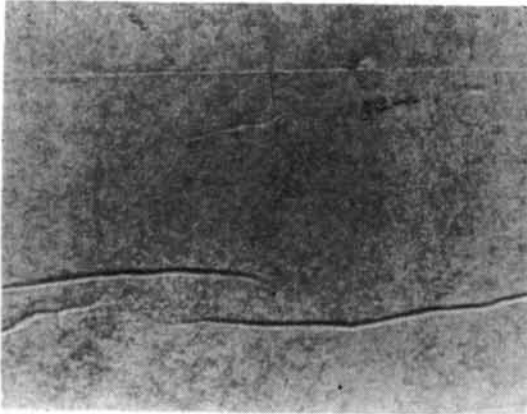
写-49 0.02mmポリエチレンライニングをほどこしたクラフト紙を、はくりシートに用いた場合のはくり面。小じわが多い。



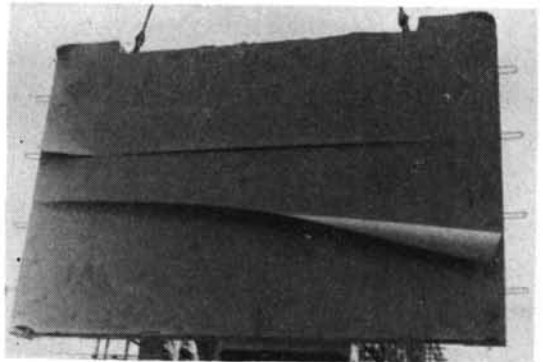
写-50 0.3mm 硬質塩ビロールシートを、はくりシートとした場合はくり面。しわはない。



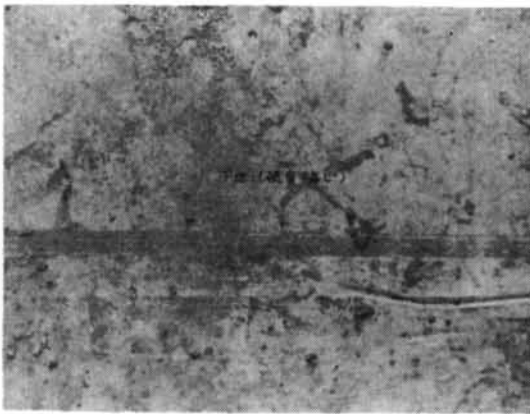
写-53 試作された新しいシート（左）、右は0.3mm厚の硬質塩ビシート。写真では判りにくいですが、硬さ、しなやかさをごらん願いたい。



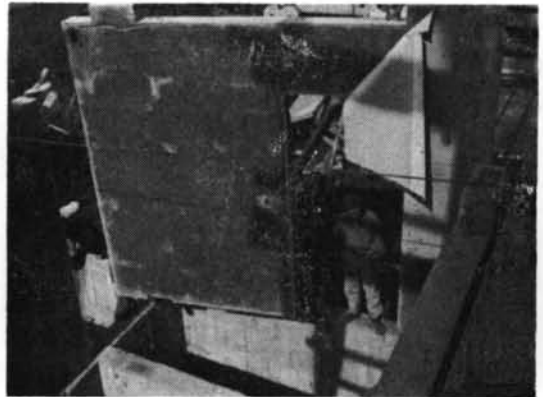
写-51 特殊なボール紙に0.05mmのポリエチレンライニングをほどこしたものを、はくりシートとした場合はくり面。大きなしわはあるが、数は少ない。



写-54 たておこしたばかりで、はくりシートのついたままの版。しわはない。斑点は焼穴や「喰付き」のよごれ。



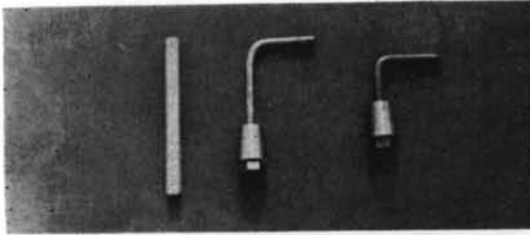
写-52 写-51のものに、下からの水分を防ぐための防水層（硬質塩ビ）をおいた場合はくり面。しわは更に減少している。



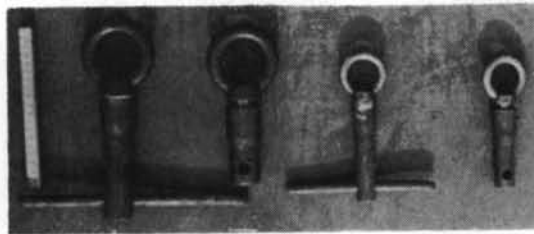
写-55 新しいはくりシートによるはくり面。左上のセッティングベースのところが、唯一のしわである。

§ 18. 各種インサート

床などのコンクリート版を水平に釣上げるための釣金物としてのインサートは、版の厚みがうすい割に広く重量の大きいものが多いので、現寸的に検討してみると写-56や写-26のような形のものは使えないことが多い。



写-56 右が周辺型わく支持ブラケット用、左が手すり用のインサート。ブラケットの場合、インサート本体はとりはずして繰返し使用する。

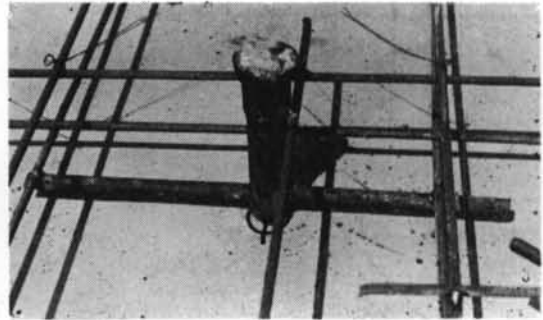


写-57 版を水平に釣上げるためのインサート。
左から版厚180, 120重荷用, おなじく軽荷用。

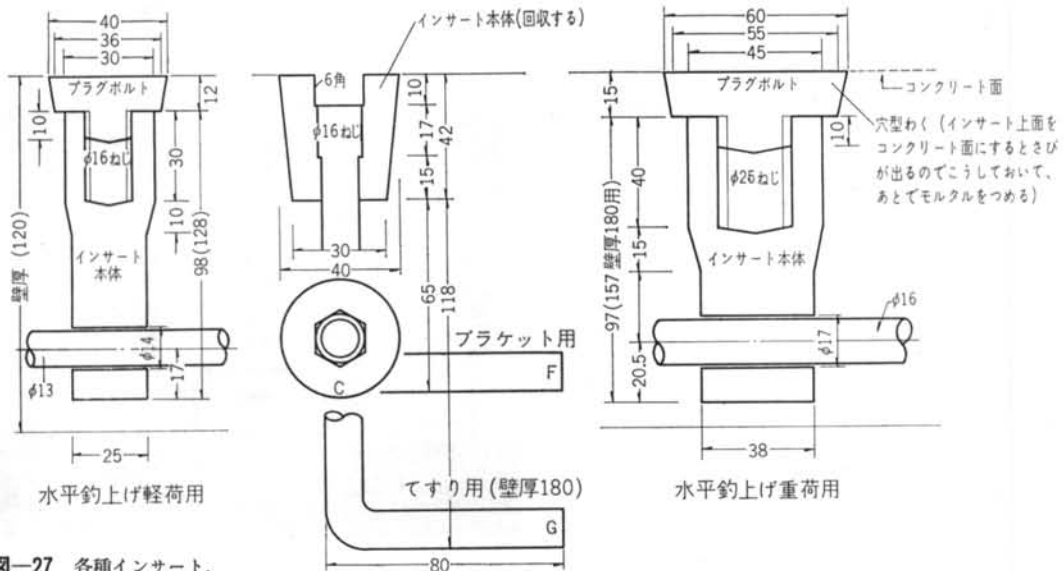
そこで、写-57や図-27に示すようなカンザシ型のものを考えて使用することにした。

こうしたものの耐力は、材質もさることながら、加工精度に大きく左右されるので、アイボルト、インサート本体ともS S 41鍛造品とし信頼のおける専門メーカーに製作を依頼したが、耐力試験の結果は、ねじ呼び径 $\phi 16$ mmの場合で7.5ton以上であった（それ以上の荷重の場合は、アタッチメントの関係で測定できなかった）。

なお、さきの場合、耐力はあっても、変形によってアイボルトがとれなくなったのでは実用上困るわけであるが、ねじ径16 ϕ の場合でも7.5tonかけてもアイボルトのリング部はだ円形になるが、ねじはまだ楽に外れる状態であり、ねじ呼び径25 ϕ の場合は7.5ton位では変形などは全然問題にならなかった。



写-58 水平釣上げ用インサートを取りつけたところ。
ネジ部にコンクリートが入りこまないようにプラグボルトを入れ、かつ移動・転倒などをおこさぬよう、鉄筋に点溶接しておく。



そこで今回は、それ以上実験しているひまもなかった
ので、荷重1ton以下の軽荷用としてねじ呼び径16mm、
それ以上用(実際にかかる荷重は静荷重で 3.5ton 以下)
として25φを発注することにした。

この原因は、主として垂直接合部の接合筋が細い(9φ)
ことにあり、したがって仮付けを接合筋にたよらず、別
に太物の仮接合筋(22~25φ)を壁版頭部にアンカして
おくことにより、殆ど解決されるものと思われる。

§ 19. 建方とゴライアスクレーン

i) クレーン

今回の現場実験では、版の製作・建方などの重量物運
搬の一切に、当社61型10 tan ゴライアスクレーン1台を
使用したが、その所見は次のごとくであった。

- 本来このクレーンは高速道路鉄骨建方用につくら
れたものなので、走行・横行・捲上げとも低速なた
めに、版製作作業用としては非常に低能率である。
- 建方に用いる場合、大型であることも手伝って、
モビークレーンにくらべ格段に安定がよい。
- フックのうごきが完全にXY型なので、積層され
た版のたておこし、建入れの微調整がやりやすい。
- 1日あたりの版建入数は、色々な事情で抽出的
には把握できなかったが、14枚/日程度であった。

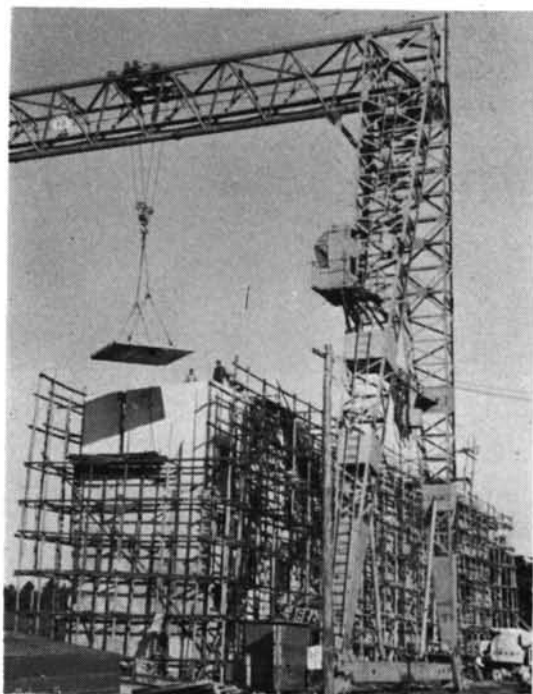
したがって、こうした経験から考えて、今後プレファ
ブ工事にクレーンを製作(選定)するとすれば、次の
ような注意が必要であろう。

- 版製作用としては比較的軽荷重でむむが、高速か
つ機動性にすぐれ、運転台から作業場全般の見通し
が特にすぐれているものがのぞましい。
- 版運搬・建方用はかけやすい重量物を扱い、また
mmをあらそってすえるのであるから、当然重荷重
で微調整のきくものがのぞましい。
- しかし、製作ヤード~ストックヤード~積込みヤ
ード(建方現場)が離れている場合、それを今回のよ
うに1対のクレーンレールでカバーするとすれば、
ここでも速い走行速度が要求されよう。
- 2速度型とするのも一計である。
- 版製作には、門型よりも天井走行型の方が動線が
切られず都合がよい。したがって、屋根をかけない
場合もクレーンレールを上げた形の方がよい。

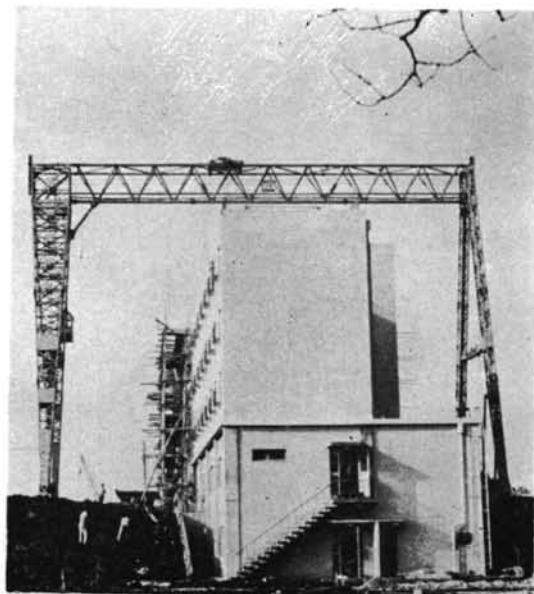
ii) プレースサポート

さきの実験で使用したものを量産して用い、問題はな
かった。ただし、使用本数は版1枚につき2本とした。

今回の場合、一般に壁版を建込み、プレースサポート
をかい、下のセッティングベースと垂直接合部の壁筋を
仮溶接しても、床版をのせるときぶついたり、テコをか
ったりで、多少の壁頭部の移動がみられた。



写一59 建方にはゴライアスクレーンが活躍した。屋根版を釣
っているところ。



写一60 建物をまたぐゴライアスクレーン。



写-61 さきの実験家屋で性能を確認されたブレースサポートが、本格的に用いられた(版1枚につき2本使用)。

iii) 組立て精度

この程度(図-28)の精度の版を用いて、今回のような接合方式(鉛直接合部あとうち)で施工すると、版面および小口に出しておいたすみを一致させる(通りの修正はしない)だけで、全く積木式に建方を行なってもなお壁面全体の仕上りはモルタル塗りよりかなり精度のよいものになった。

一方、レベル関係では、この場合基礎が現場うちRCでセッティングベースの据付け精度が低かった(図-29)ので、せっかく版精度は高くても、ほぼそれがそのまま上までもってあげられたかたちになった。こうした場合、レベルを出すのに、とかくセッティングベースのプレートの中心(対角線の交点)を主体に考えがちであるが、今回の現場の場合、各々のプレート自体の傾きが意外に大きかったことをつけ加えたい。

したがって、今後同様な接合法による場合には、基礎セッティングベース金物の据付け(一般には基礎セッティングベースのレベル精度の確保)については、在来のやりかたから一歩ふみだした施工法(治具など)が必要であろう。

基礎や版の精度がわるいと、とかく接合に際して「調整」のために溶接部に「適当な」鉄片を挟んだりして、接合部の耐力を著しく下げ、また、手間どって作業能率を甚だしく低下させるなど、プレファブ工法の命取りになりかねず、精度の問題は、決して単なる出来ばえや仕上りの問題ではなく、結果を考えた場合、事実上は構造耐力の問題であることを特に強調したい。

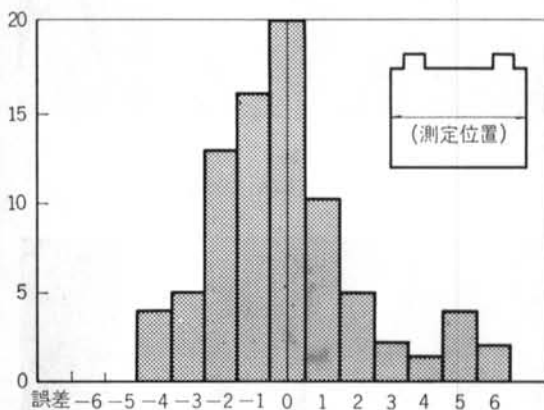


図-28 寸法精度のヒストグラム。

これは最も誤差の出やすい版中央部の寸法についてのもの。したがって、両端に近いセッティングベース間では、この $1/3 \sim 1/2$ となる。(製作はほとんど作業員まかせであった。)

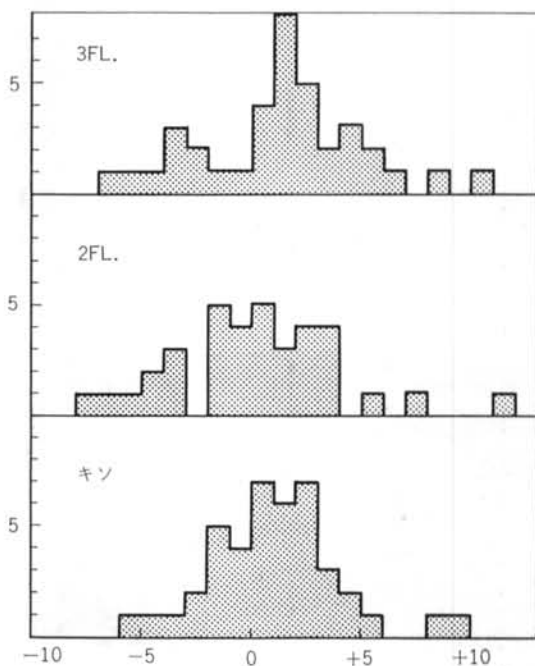
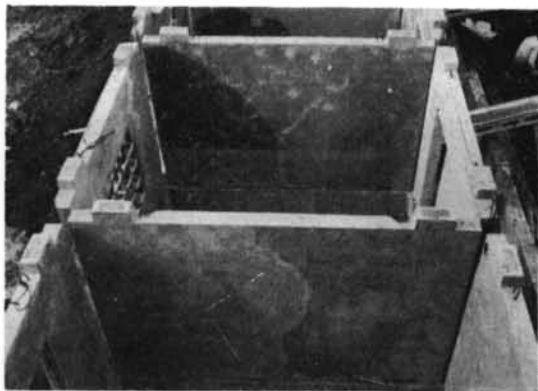
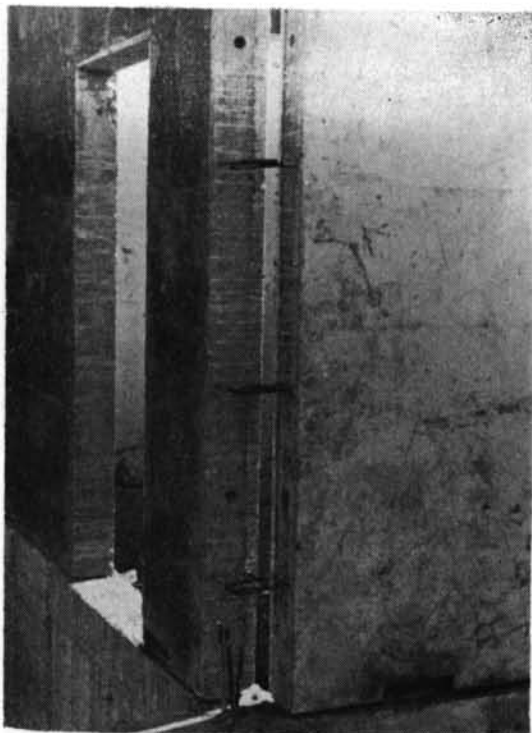


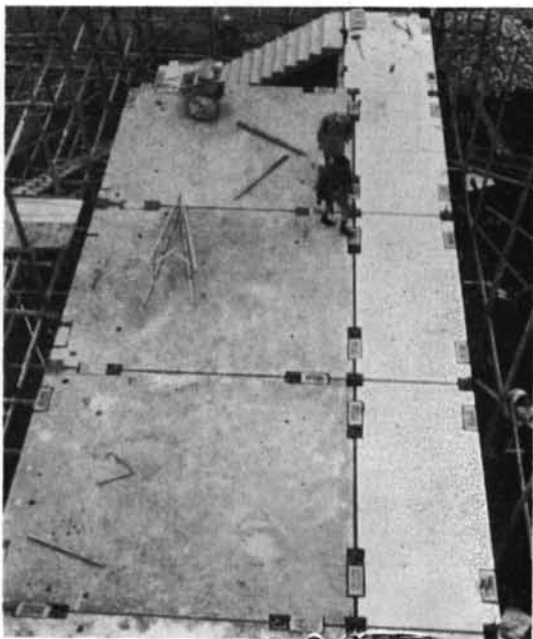
図-29 組立後セッティングベース部分のレベル精度の分布。



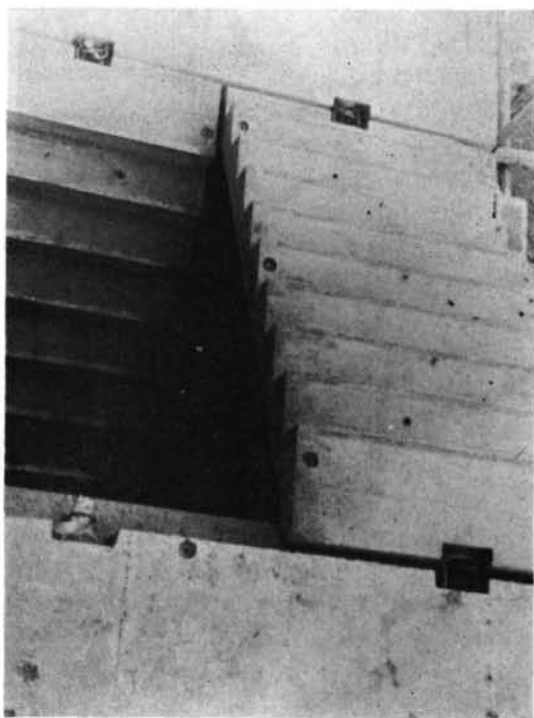
写一62 1FLの壁の建込み終る。
版面には色むらはあるが、しわはない。



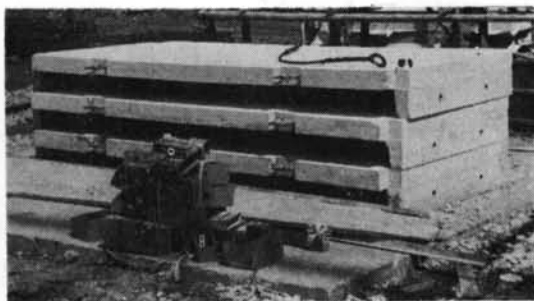
写一65 垂直接合部。フープ筋を溶接し、たて筋を入れた上で
コンクリート打ちする。



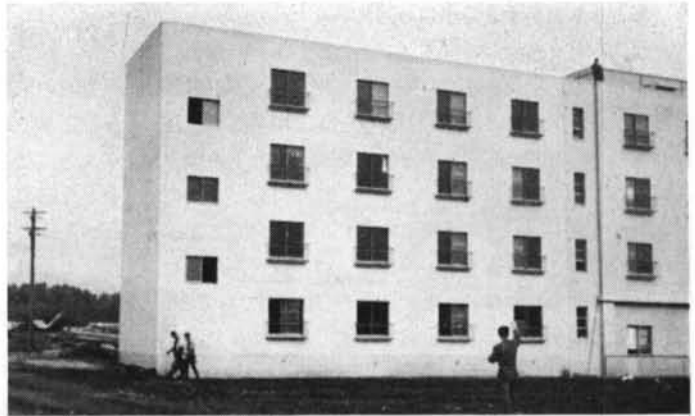
写一63 2FLの床の建込みが終ったところ。



写一66 階段の詳細。



写一64 廊下のリブ付床版。
積層できないので、すべて蒸気養生でつくられた。



写一68 完成した建物の詳細.

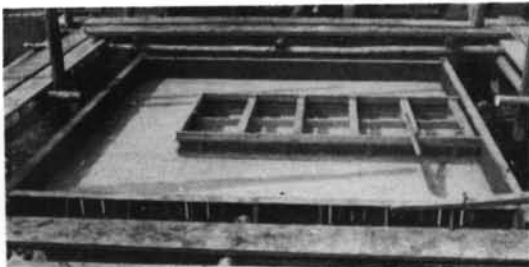


写一67 完成した建物.

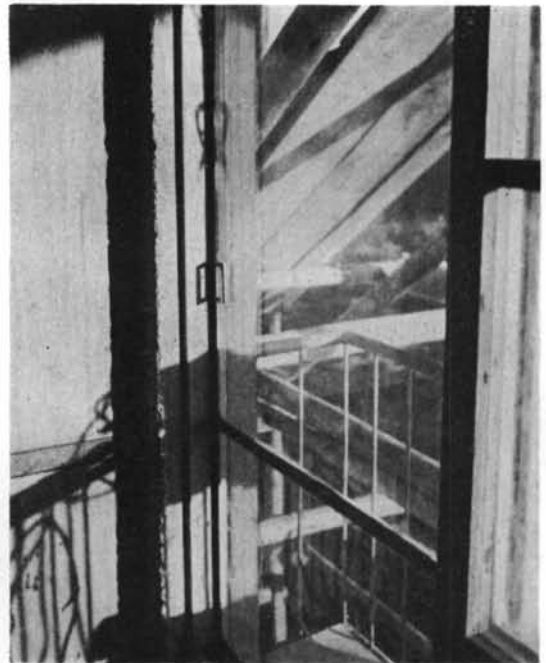
§ 20. その他の問題点

i) サッシュ

この現場では、予算の関係で、三機工業の6S型を用いることになり、版厚とサッシュ見込み厚とがちがうために、写一69にみられるような補助型わくを用いたが、コスト的にも一切を含めれば特註ないし部分的改良品に近いものとなり、また工期的な面で、最近の現場労務不足の影響もうけることになった。



写一69 壁厚とサッシュ見込み厚が違うので、不足分を木製のわくで補ったが、このための費用はばかにならない。



写一70 窓開口部のコンクリート。こうした出隅は一般にPC版製作上の難点である。

ii) あとうち型わくと版小口の汚れ

今回はあとうち型わくは木製としたが、木製、鋼製いづれにしても、壁版の小口にモルタルやペーストが附着していると、型わくと版のコンクリートとが密着せず、あとうちコンクリートの品質を低下させ、また下の版をよごすことになった。

このモルタル、ペーストによる汚れを取り除くことはその上に積層される版のコンクリート打ち直後、ないし翌日ならばなんでもないのであるが、建方後であると、その硬化と取り除き作業の位置がまずくなるなどで、事実上行なわれがなくなる。

PC版プレファブ工法では、こうしたとるにたらぬことの集積が、生産合理化上かなり大きな意味をもつてくることが忘れてはならない。

すなわち、「きれいなPC版」をつくることは、単に仕上りの問題ではなく、重要な生産合理化上の問題なのである。

また、版に余分な凹凸がないとしても、版の寸法精度のわるさや組立ての粗雑さを、あとうち部でにげるようなことをしていたのでは、あとうち部の大きさもまちまちとなり、それをそれぞれ現場合わせでうまくペーストがもらないように取付けることは、現場の「型わく工事」の程度では、うまくゆかない。

したがって、ここでも、版自体および組立ての精度が問題になる。

そして、これらの問題を一応解決したところで、あとうち型わくも合理化を必要とするであろう。

§ 21. 今後の問題点

今回の工事は、当社にとってはじめてのPC版プレファブ工事であったが、周辺型わく、はくりシート、蒸気養生方式などをはじめとする技術的な問題は、さきの実験と今回の工事とを通じて、当社なりにかなり解決というか、体得されえたといっても過言ではない。

ところが、企業の観点から最も重要な問題であるはずの機械化、労働の定位置化、繰返し作業などを中心とするこの新しい工法固有のメリットについては、下請業者との契約が「設計変更前」のRC造1棟全体について行なわれているままで、実際は、現場の一部がプレファブ化されたかたちとなり、現場RC～プレファブ間は、勝手に労働者が移動するなどの悪条件が多く、ために、生産ならびに原価管理的観点からは殆ど評価らしいものはできず、残念ながら、今回は「プレファブ工法」で建物ができた、ということとどまらざるをえなかった。

こうしたいわば開発現場の管理の問題は、企業としての開発組織の問題とともに、今後充分検討を要する問題であろう。

<主な協力者>

第I部関係：主任研究員・新見芳男、野中稔、松井建二、柳剛正弘

第II部関係：主任研究員・新見芳男、松井建二

計画研究部＝宮路栄二

設計部＝大島恒夫、太田昭三

建築部＝工事課長・横山礎治、重松昌夫、松山鉄也