

PC版製作用の型わくについて

土谷 耕介 野中 稔
藤盛 紀明 松井 建二

§ 1. はじめに

当所報3号に報告した大型PC版プレファブ工法による当社相模原機械工場機動員宿舎の施工(38年12月完成)にひきつづいて、新住宅普及会豊田アパート(当社設計・4階建2棟・72戸)が同様の工法により計画され、39年1月からそのための本格的な開発・開発の作業がはじめられた。

当初の計画は、当社相模原機械工場=横浜市戸塚区の広大な敷地の一角約3000坪に「半固定」程度のPC部材工場を設立し、そこで生産されたPC版を約30kmはなれた八王子市豊田の敷地に輸送するというもので、輸送経路の障害調査なども行なわれた。したがって現場は、「部品としてのPC部材を受け入れ、これを組立てる」というかたちをとることになるが、現場に「工場」を設置しないとしたのは、ひとつには部材の製造と組立てをはっきりと区別した原価管理を行なうためでもあった。

工期の面では、得意先の事業計画の関係で年度内(39年4月)着工が条件とされた。

このプロジェクトの中で研究所にあたえられた主な課題は ①工場全体の計画 ②PC版生産設備—蒸養型わく設備などの設計 ③鉄筋メッシュなど定着物プレファブ化 ④輸送計画 などであった。

これらのうち、工場設備の核心である蒸養型わくについては、研究所はこの時点では、工期面から考えて設計～試運転期間の関係で、「定盤の上に周辺型わくをのせる」前回相模原機械工場機動員宿舎の方法(当所報3号)を全くそのまま多数並列するにすぎないことにならざるをえず、研究上新しさがほとんどない、また当時計画中の同種(プレファブ用PC部材)工場とくらべても遜色あるものたらざるを得まいから、そのままでは研究所が関与するには若干難点のある旨を表明したのであるが、各方面との打合せの結果、「折角の機会であるからそれらもやむをえない」ということで作業がはじめられた。(少なくとも当時の段階としてはさらに一步前進した型わく

を設計・試作し、さらにそれによりいくつかの部材を製作し、その間に発見された問題点を解決した上でその型式の設備を工場用として多数設置するのが本来である。)そこで、型わくについては前回とほぼ同様な方式のものを、単に設計図にあるPC版寸法に合わせることを主体となり、それに若干の改良～工夫が加えられるに止まった。

その後建築そのものについては不燃建築協会での審査(「特殊構造」ということで確認申請にその審査報告をつけることが必要である)、確認もすんだのであるが、予算その他の関係でプラント計画などの度々の変更ののちに、建設計画は得意先の都合で中止となり、PC版31種分12組の型わくと定盤2台が残された。

ついで研究所としてはそれら型わく・定盤を利用して階段室中心に左右各1戸、3層程度のモデル実験を計画したが、これもいろいろな事情で中止となった。

そこで、最少限のこととして、それら型わく・定盤を利用して次のような試験、測定を行なうこととした。

1. 型わく・PC版の寸法関係精度の測定
2. 定着物の製作方法・治具などの検討
3. 凹凸版用型わくの性能試験
4. サッシュ型わく、サッシュ先付治具の試験
5. 製作図系の確立
6. 定着物の施工法

したがってこれは、いわば現場的な要求で不本意ながらつくった型わくの試用の結果であり、あえて報告するほどのものは何もないが、前回の相模原機動員宿舎のものははじめての現場で、しかも研究所からも遠く、考えていた測定も思うにまかせなかったもので、それを補う意味と、今後のために社内資料を蓄えるという意味で若干のデータを示すこととした次第である。

§ 2. 型わくについて

したがって型わくについてはこれまでの定盤+周辺型

わくを基本とせざるを得なかったが、今回あらたにつけ加えたことを列記すれば次の通りである。

1. 今回建物に含まれる PC 版の特色である凹型版に対しては、さきの定盤+周辺型わくに、さらに凸ユニットをつけ加えることにした。
2. サッシュの先付けのために専用の型わくを開発した。
3. 一部周辺型わくにセーパ仕上を採用した。

その他の点では従前通りで、31種の PC 版に対し、12組の型わくが製作された。

2.1 定盤について

定盤の問題点はいうまでもなくその平面精度にあるがその誤差の要素としては ①フレームのたわみ ②面板のたわみ ③各々の加工誤差(黒皮材の場合も含む) ④組立誤差 などに分けられる。

本来定盤などというものは、この方式の中では施工対象の変化に最も影響されない設備のひとつであるから、計算上もつ以上に充分なものとしてよいはずであるが、やはり予算その他の関係で計算にややゆとりをもたせて(落下物による変形、黒皮材を使うとしてその歪みなどを考慮) 図-1 に示す3600×1800ならびに2700×1800の2種のユニットを設定し、PC 版の大きさに合わせて各

々適宜接続して用いることにした。

製作された定盤(3 連接、据付後)の外観を写真-1 に、平面誤差を図-2 に示す。

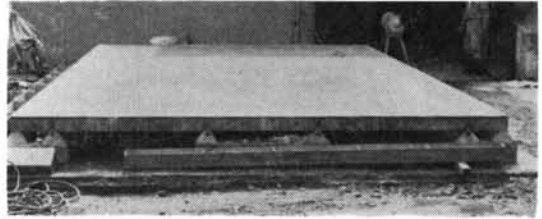


写真-1 3 連接された定盤 (実験室に仮設置)

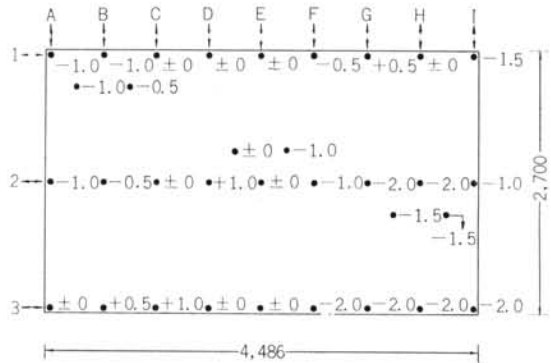


図-2 定盤の平面誤差の1例 (WA₃壁版型わく内側, 単位 mm)

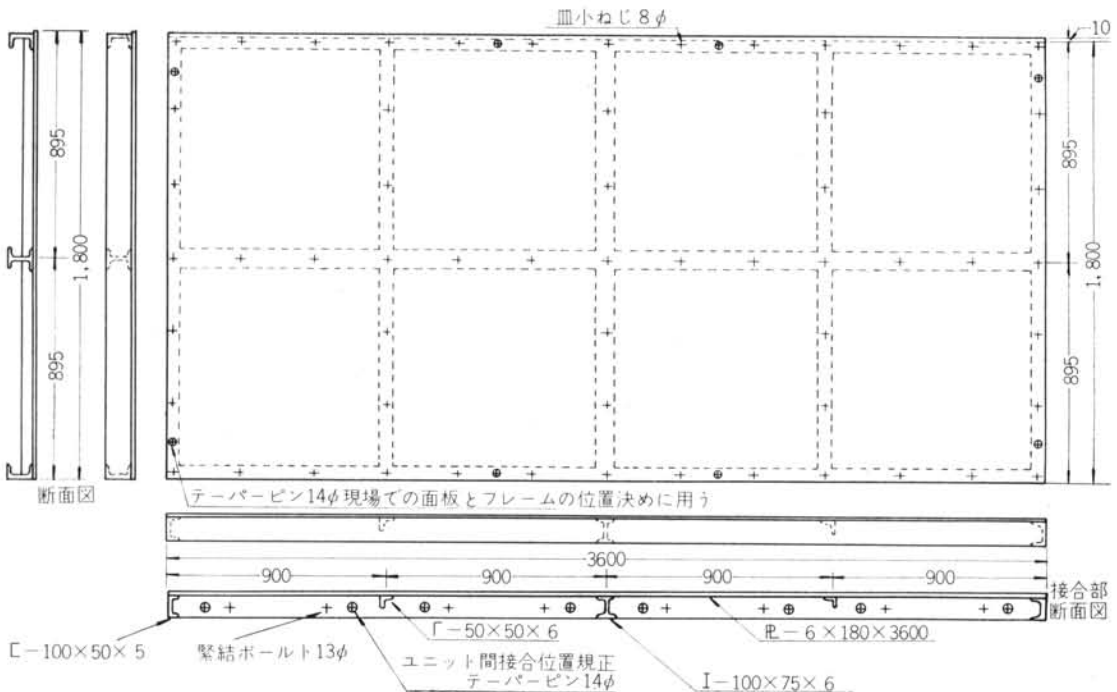


図-1 定盤ユニット

2.2 周辺型わくについて

これで前回のものと異なるところはその一部に黒皮材でなくセーパかけた型鋼を用いたこと、それからZ型断面の版の製作に対し図-3、写真-2に示すような2段式としたくらいのものである。

周辺型わくの定盤への固定はのぞましいとは考えたが同一定盤で各種のPC版をつくるため、適当な方法がなく断念した。

黒皮の型鋼・鋼板の寸法許容値(JISによる)を表-1に、黒皮・セーパかけ型わくの直線性についての実測値を表-2に示す。

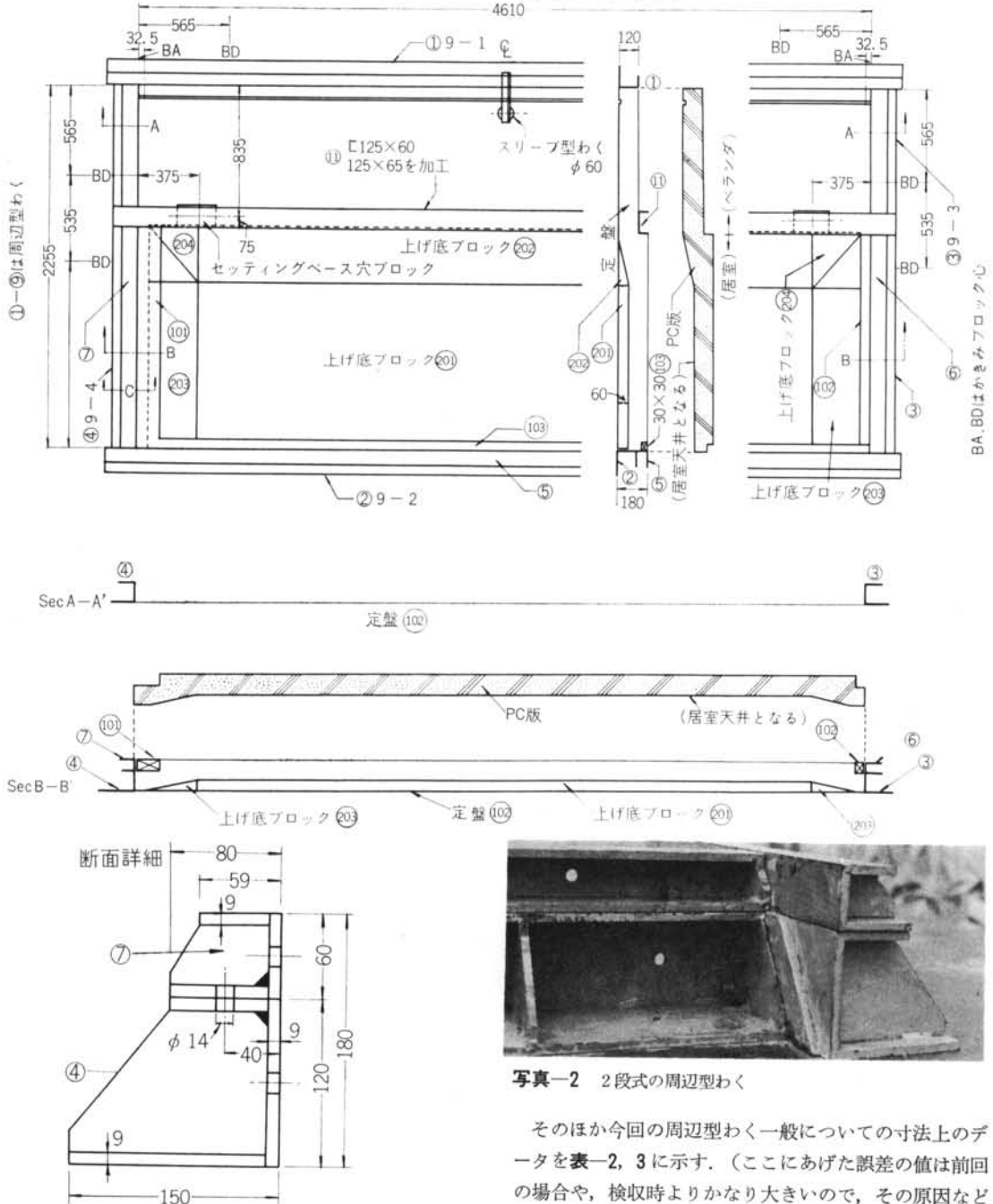


図-3 Z型(段付)PC床版の型わく

写真-2 2段式の周辺型わく

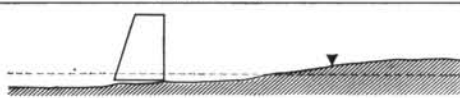
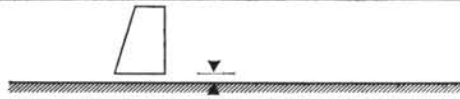


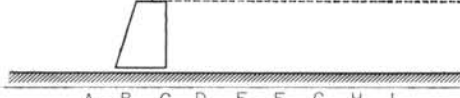
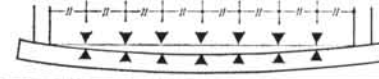
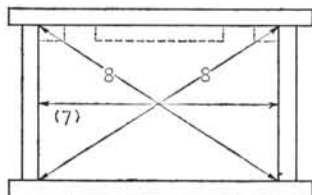
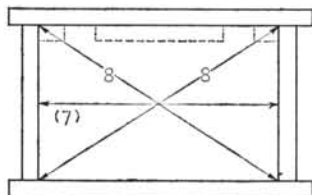
そのほか今回の周辺型わく一般についての寸法上のデータを表-2, 3に示す。(ここにあげた誤差の値は前回の場合や、検取時よりかなり大きいので、その原因などについては目下検討中である。)

区 分		寸法の許容差		区 分		寸 法 の 許 容 差	
型	ウエブの高さ	高さ 140mm 未満	± 2.0mm	鋼 厚	厚さ 3mm 以上 6mm 未満	巾1250mm以下	±10%
		高さ 140mm 以上 270mm 未満	± 1.5%			巾1250mmを こえるもの	±12%
		高さ 270mm 以上	± 4.0mm			巾1600mm以下	±0.7mm
鋼	フランジの巾	巾 75mm 以下	± 1.5mm	板 寸	厚さ6mm以上	巾1600mmを こえるもの	巾 250mm またはその端数を増すごとに上記の許容差に ± 0.1mmを加える
		巾75mmを こえるもの	± 2%				

表一1 型钢・鋼板の許容寸法誤差 (JIS G 3101一般構造用圧延鋼材より)

測定分類	Con 打設 前後	社 名	最 小 ~ 最 大 (mm)	80 % 値 (mm)	平 均 値 (mm)	デ ー タ 数	備 考
1. 定 盤 レ ベ ル		K社	—	—	—	0	
		Y	-2.0 ~ +1.0	-2.0 ~ +0.5	-0.77	33	
2. 定盤~型 枠 空 隙	Con 打前	K	0 ~ 3.0	0 ~ 2.0	0.7	68	
		Y	0 ~ 1.8	0.1 ~ 1.2	0.6	23	
3. 周 辺 枠 の 通 り	Con 打前	K	-2.5 ~ +4.0	-0.5 ~ +1.5	+0.2	75	
		Y	-0.5 ~ +2.0	0 ~ +0.1	+0.1	16	
	Con 打後	K	—	—	—	0	
		Y	—	—	—	0	
4. 周 辺 枠 の 垂 直 度	Con 打前	K	-1.5 ~ +1.2	-0.7 ~ +0.3	-0.2	44	
		Y	-0.9 ~ +1.5	-0.8 ~ +1.3	+0.2	23	
	Con 打後	K	-1.2 ~ +0.5	-0.5 ~ +0.1	-0.2	25	コンクリートにつき測定
		Y	-1.4 ~ +1.2	-0.8 ~ +0.8	-0.1	25	
5. 周 辺 枠 の み かけ 高 さ	Con 打前	K	-0.6 ~ +3.6	+0.2 ~ +2.4	+1.2	73	
		Y	± 0 ~ +2.2	+0.2 ~ +1.6	+0.9	77	
	Con 打後	K	+0.4 ~ +6.8	+1.8 ~ +4.8	+3.3	29	
		Y	+1.4 ~ +8.9	+1.6 ~ +5.4	+3.6	29	
6. 周 辺 枠 の 端 レ ベ ル	Con 打前	K	-4.0 ~ +3.5	-1.5 ~ +1.5	± 0	80	
		Y	-3.0 ~ +2.5	-1.0 ~ +1.0	+0.1	32	
	Con 打後	K	-4.0 ~ +4.0	-2.0 ~ +1.0	-0.3	80	
		Y	-2.5 ~ +3.5	-0.5 ~ +1.5	+0.1	32	
7. 対 向 巾	Con 打前	K	-5.5 ~ +6.0	-3.0 ~ +3.5	-0.6	40	
		Y	-1.5 ~ +1.5	-1.5 ~ +1.5	± 0	13	
	Con 打後	K	-5.5 ~ +7.0	-2.5 ~ +5.0	+0.4	37	
		Y	-1.5 ~ +2.0	-1.0 ~ +1.0	± 0	16	
8. 対 角 線 精 度	Con 打前	K	1.0 ~ 8.0	—	6.2	5	2本の対角線の差の絶対値
		Y	9.0	—	9.0	1	
	Con 打後	K	2.0 ~ 7.5	—	5.8	4	
		Y	0.5 ~ 7.0	—	3.8	2	

表一2

	測定区分	測定方法
1 定 盤 レ ベル		レベルによる
2 定 盤 型 持 ス キ マ		ギャップゲージによる
3 周辺枠の 垂 直 度		矢印のところをギャップゲージで測定
4 周辺枠の み かけ 高 さ		ノギスによる
5 周辺枠の 天 端 レ ベ ル		レベルによる
6 周辺枠の 通 り		糸を張り、ノギスによる
7 対 向 巾		左上図A-I、及び左図(7)の位置につ いてステールテープによる
8 対 角 線 誤 差		対角線2本の差、ステールテープによる

注) 1: レベルによるものは箱尺に工夫を加え 1mm 以下も読めるようにした。

2: 考えようでは2-4、ことに3は何を測っているのか判らぬようなものかもしれないが、一応測定することとした。

表-3 測定方法の説明

2.3 凹凸版用型わくについて

図-4に示すような複雑な断面の床版・屋根版については周辺型わく内部に適当な形の凸空洞ブロックを入れることとし、写真-5~8のような型わくを考えた。

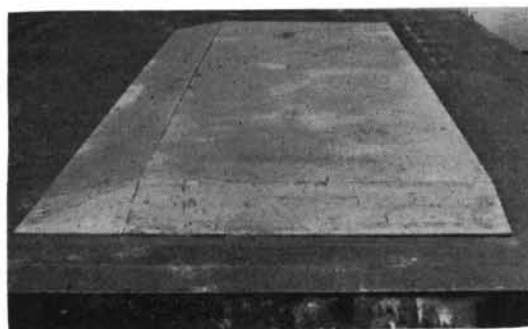


写真-5 凹PC版用の凸ブロック

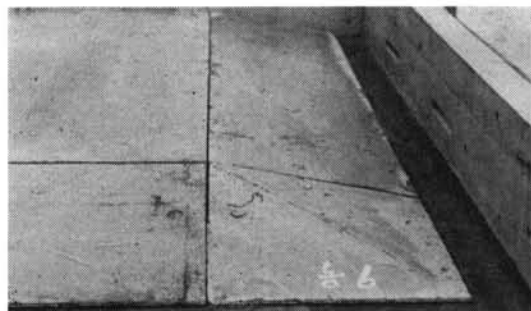
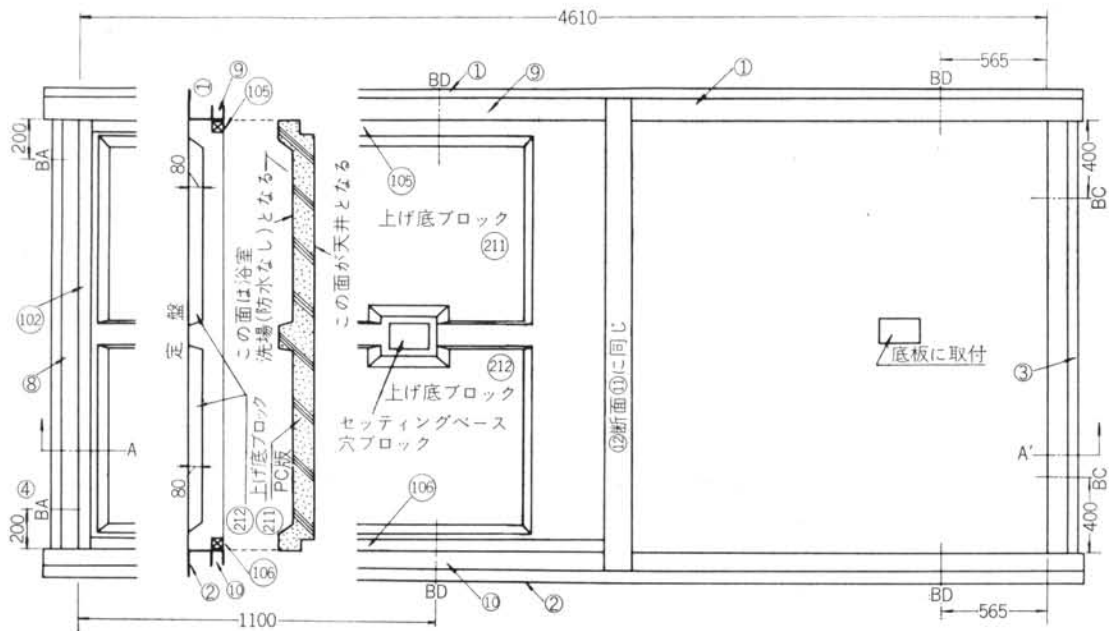


写真-6 凸ブロックの詳細

この方法の問題点は、周辺型わくと同様な理由から空洞ブロックは定盤に固定しないので、その浮き上り、移動、(シンメトリになる部分の型わく数を節減するために空洞ブロックを細分したので)その接合部のPC版仕上りの問題、脱型がうまくゆくかの問題などであった。



BA,BC,BD、はかきこみブロック心

浴室天井となる

脱衣所、便所、天井となる

浴室床となる(防水なし)

A-A断面 ⑧

⑫ C125×60

上げ底ブロック ㉑ 定盤 ⑩

図-4 浴室用凹PC版の型わく

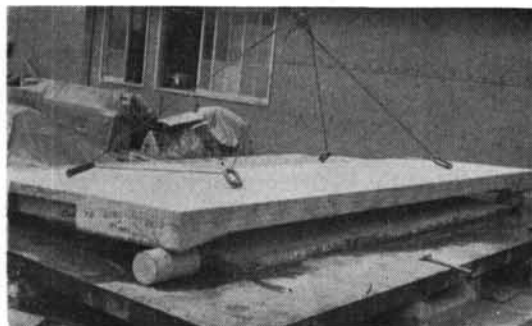


写真-7 凹型PC版の脱型

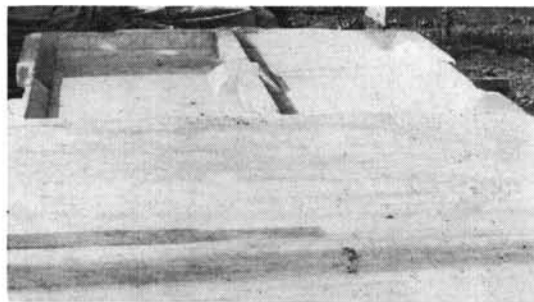


写真-8 浴室用床版, 2戸分

各々手前が脱衣場, 前が流し場となる

結果としてはもしペイント仕上を前提とするなら、やはり定盤～凹ユニット、凹ユニット同志の部分にバリなどができて具合が悪く、そのためには、これらを一体化し接合部には適当なRをつける必要があることがわかった。

そうした点を改良すれば、凹面が天井となる場合であ

れ、床となる場合であれ、実用上十分なPC版をつくることができると思われる。

2.4 壁版のダボ接合と周辺型わく

今回の計画では建方の能率をあげるべく壁版の上下方向の接合に、写真-9に示すごとくセッティングベース

溶接金物に設けたダボによる接合（位置ぎめは1回の接合で2ヶ所）を行なうことになっていた。

ダボに許される位置の誤差は検討の結果1mm以下と定められた。

そこで、セッティングベースの接合金物とダボの位置関係を正し、つぎにダボのついた接合金物とPC版=型わくとの位置関係を正すやりかたでは二重の手間となりコストもかさむので、周辺型わく上に正確なダボの位置をだし、これに接合金物のダボ穴を治具により正確にセットしてから型わくに金物を固定する方法をとった。

治具は当然コンクリート硬化後とり除くので、ダボの位置に高精度を要求されるにもかかわらず、接合金物～型わく間は従来通り比較的大ざっぱにとりつけてもよいことになった。

型わく～セッティングベース接合金物～ダボ治具の関係を図-5、6、写真-9に示す。

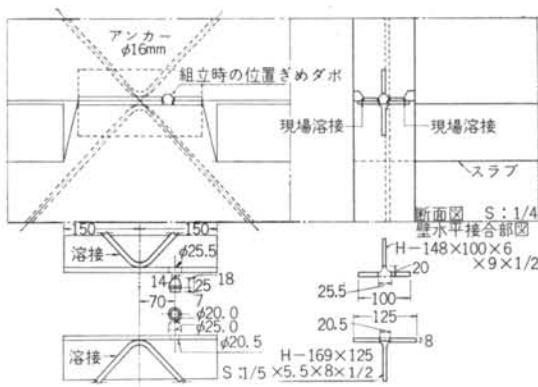


図-5 壁水平接合部金物詳細図

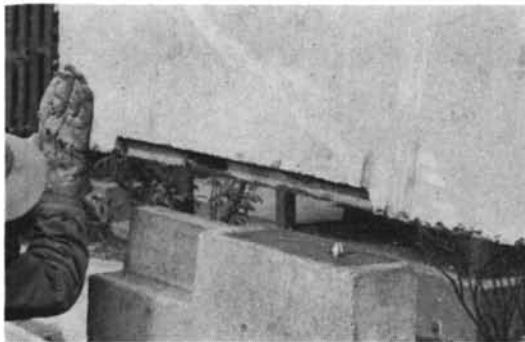


写真-9

2.5 先付けサッシュ型わくについて

PC版へのサッシュの取付けには先付法と後付法があって、それぞれ得失があるが、型わく取付け・解体、イ

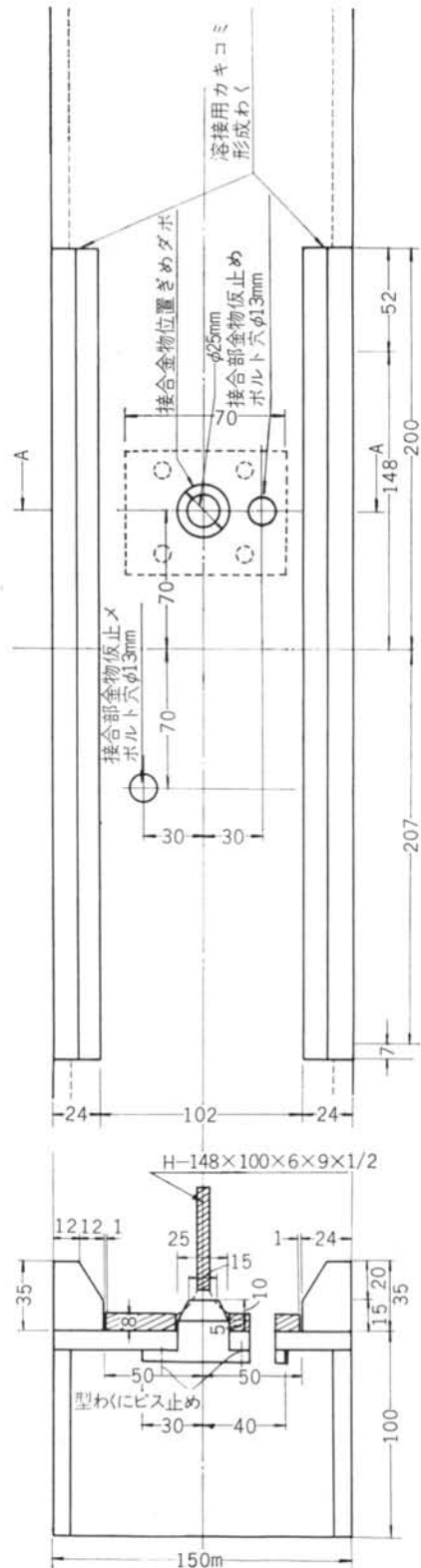


図-6 構造接合部型わく詳細図 (WA3)

ンサート埋込みなど工場作業としても機械化できにくいような作業が少なく、しかもより完成に近い部材ができ、現場作業がいらなといった点で、先付法が有利と思われる。

ところで先付けを行なうにあたっては、一般にサッシュの見込厚は壁厚より小さいので、その不足分を型わくで補ってやる必要がある（ここではそれを補助型わくと呼ぶ）。

今回は、価格的に有利な既製サッシュを利用するための補助型わくの開発について報告する。

・補助型わくの条件

補助型わくに必要な条件は次のようなものである。

1. サッシュの寸法許容差は巾と高さで±2mm、見込厚さで±1mm（JIS）であるから、これにみあうだけの調整範囲をもつこと。
2. 反覆使用ができること。
3. 脱型が容易である（手間がかからず、コンクリー

トをいためない）こと。

4. コンクリートの仕上りと防水性能がよいこと。
5. 必要なコーキング目地が確実にとれること。
6. コンクリートの圧力によるサッシュわくのたわみを防げること。

以上のような条件を満足する材料としては当然鋼材ということになるが、何分経験も少ないので、まずかたち（コンクリート断面）についての検討を、木製の補助型わくについて行なうこととし、結果をたしかめてから脱型しやすさ、その他を鋼製のものについて検討することとした。

サッシュは不二製FRB 1313（既製、高さ×巾×わく見込寸法=1300×1300×56mm）とした。

結果としては脱型の面で平面的には図-7のような構成をとることとし、型わく寸法誤差への対応は接合部にライナを入れることで解決し好結果を得、断面は図-8のようなものにおちつた。

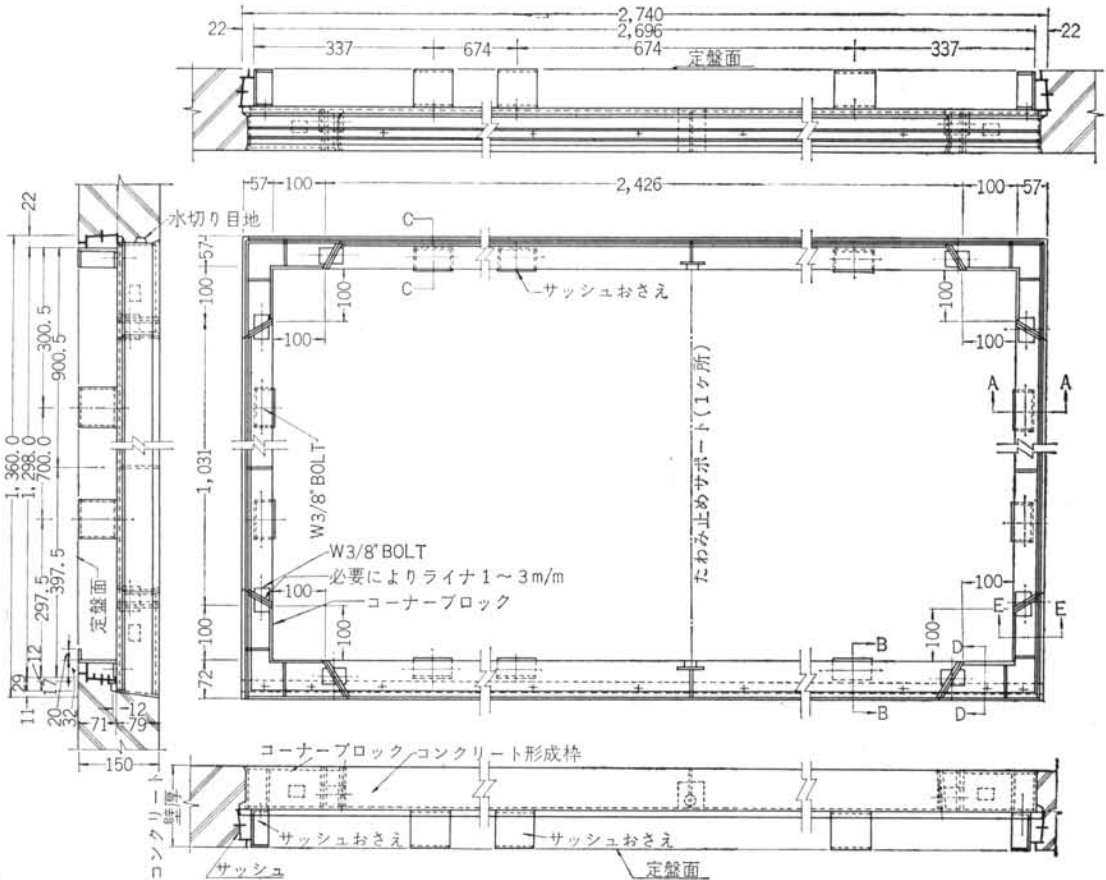


図-7 先付けサッシュ型わく

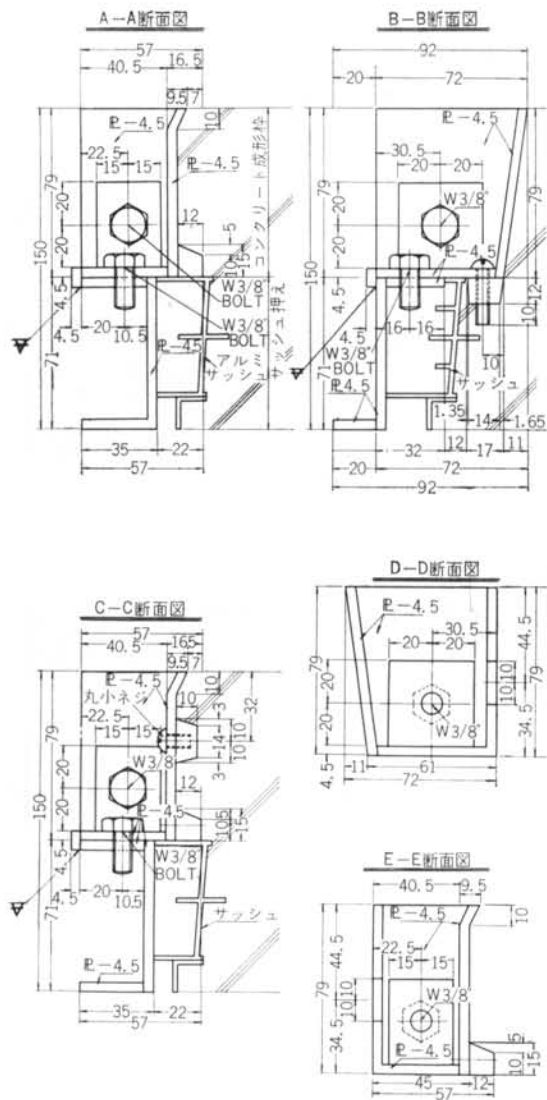


図-8 先付けサッシュ型わくの各部断面

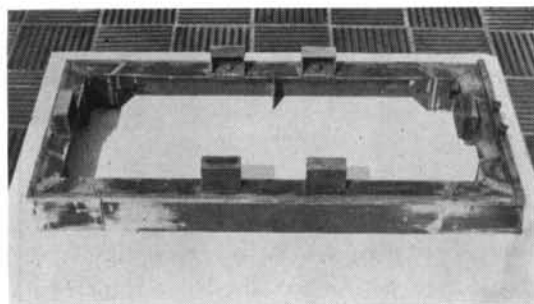


写真-13 予備実験でつくられたサッシュ型わく。実際にはうらがえしにして型わくでサッシュをおさえるようにする。

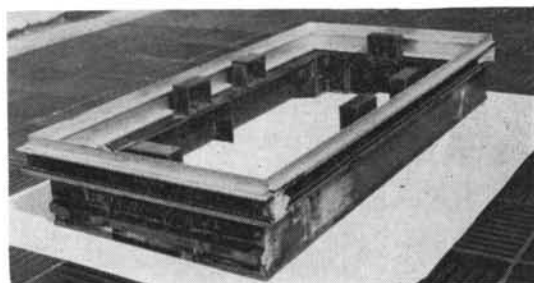


写真-14 写真-13にアルミサッシュをのせたところ



写真-15 予備実験でコーナブロックを残して脱型したところ



写真-16 予備実験の試験体(サッシュは浴室用)

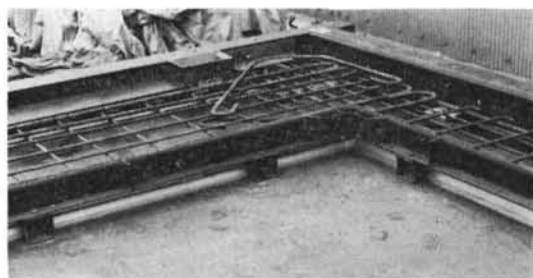


写真-17 大型窓のサッシュ型わく。構成、断面は写真-13~16の予備実験のものとほぼ同じ。

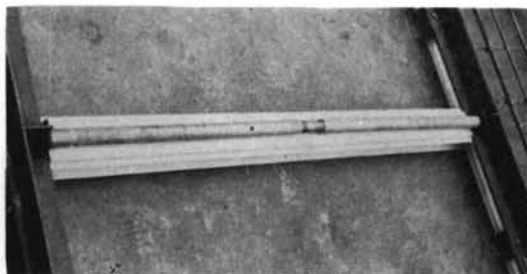


写真-18 サッシウが大型となった場合の中央部のサポート

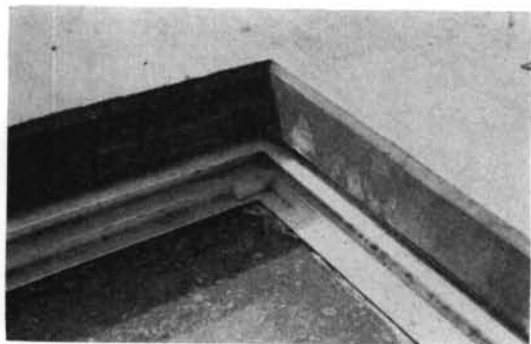


写真-19 脱型後の詳細

また一般にサッシウの見付面とコンクリート面が連続して同面となるとその境界が大変見苦しくなりやすい。そうした場合図-9のように小さなアングルで見切つてやると具合がよい。この方法により壁厚と同じ見込厚をもったサッシウによる試作例を写真-20, 21に示す。

またサッシウ(またはサッシウ型わく)は定盤に固定しないとどうしてもすきまからペーストがもって仕上がりが悪くなるが、これは周辺わくの場合よりはるかに目立ちやすいから、周辺わくを固定しない場合でもサッシウ関係だけは固定するようにしたい。

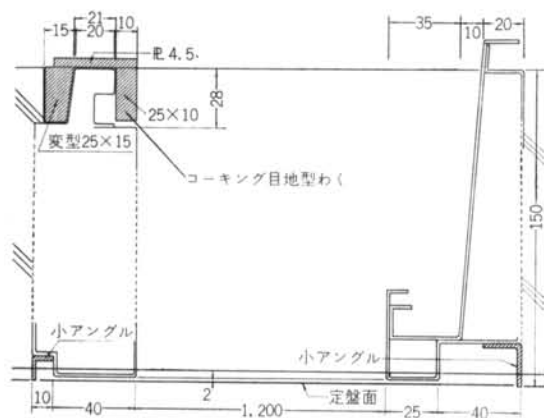


図-9 サッシウとPC版との見切り



写真-20 壁と同じ見込厚をもったスチールサッシウ
(打込面側)



写真-21 壁と同じ見込厚をもったスチールサッシウ
(定盤側)

§ 3. 製作図と治具図

PC版中の製作には版中の定着物(配筋・配管・インサート、木れんがなど)と型わくの位置・数量などを示す製作図が必要と思われるが、一方生産過程の図面のありかたの近代化の方向としては、それは職別に分解される傾向にある。

その意味で図面手間の減少の意味もあわせて設計側からの版~部材図、配筋図の活用が望ましいことになる。

すなわち製作の作業自体としては、まず鉄筋工はその配筋図だけで製作が可能であり、それを活用しない法はないことになる。

つぎに定着物単一ユニット化によりその設置作業時間を短縮し、型わくの効率をあげる観点からは、それら定

着物の中の最大のものである鉄筋ユニットを鉄筋以外の定着物の担体兼定規につかうべきであるという考え方がでてる。

ここで定規としての条件をあげてみると次のようになる。

- ① 鉄筋ユニット自体が変型しないこと。
- ② 型わく内での位置が一義的に所定の誤差範囲で定まること。

これだけ揃ってれば、鉄筋ユニットの定位置につけられたものは型わく内でも正しい位置を保てることになる(②は鉄筋ユニットの四隅に型わくすれすれの位置ぎめ用の角(つの)を出しておくことで解決できる)。

もうひとつの条件として、配筋自体の位置精度はさほどよい必要がないが、パイピングなどのかかわりあいにおいて、部分的にそれが要求されるといったことがある。

また同じ配筋でも中心部のもちあみのところよりは周辺筋の方が精度はやかましいし、接合金物のアンカのフックと鉄筋のフックとのあたりといった問題もある。そしてこれらはすべてコストにつながってくる。

そこで、

- ① 配筋の所要の部分についてのみ必要な精度を保証する。
- ② そうした部分のユニットの中での位置の精度を保証する。

ような治具によって鉄筋ユニットを製作すればよいことになり、治具図を各 PC 部材について完備し、これにより治具を製作し、構造図とともに鉄筋工にあたれば所要の鉄筋ユニットをつくらせることが可能であると考えた。治具の一例を図-10に示す。

その各部について標準詳細を定め、基準線により位置の指定を行なえば、各個の PC 版(配筋ユニット)については治具図の大巾な簡略化が可能である。それによって簡略化された治具図を図-11に示す。

実用上は、このほかの主な定着物は電気配管、水道配管、木れんが、インサートなどであり、配管類はボックスや端部の位置を治具面上に示しておけばよく、インサート、木れんが類はユニット化できればこれも治具上にユニットの中心線をはっきりしておけばそれでことたりる。

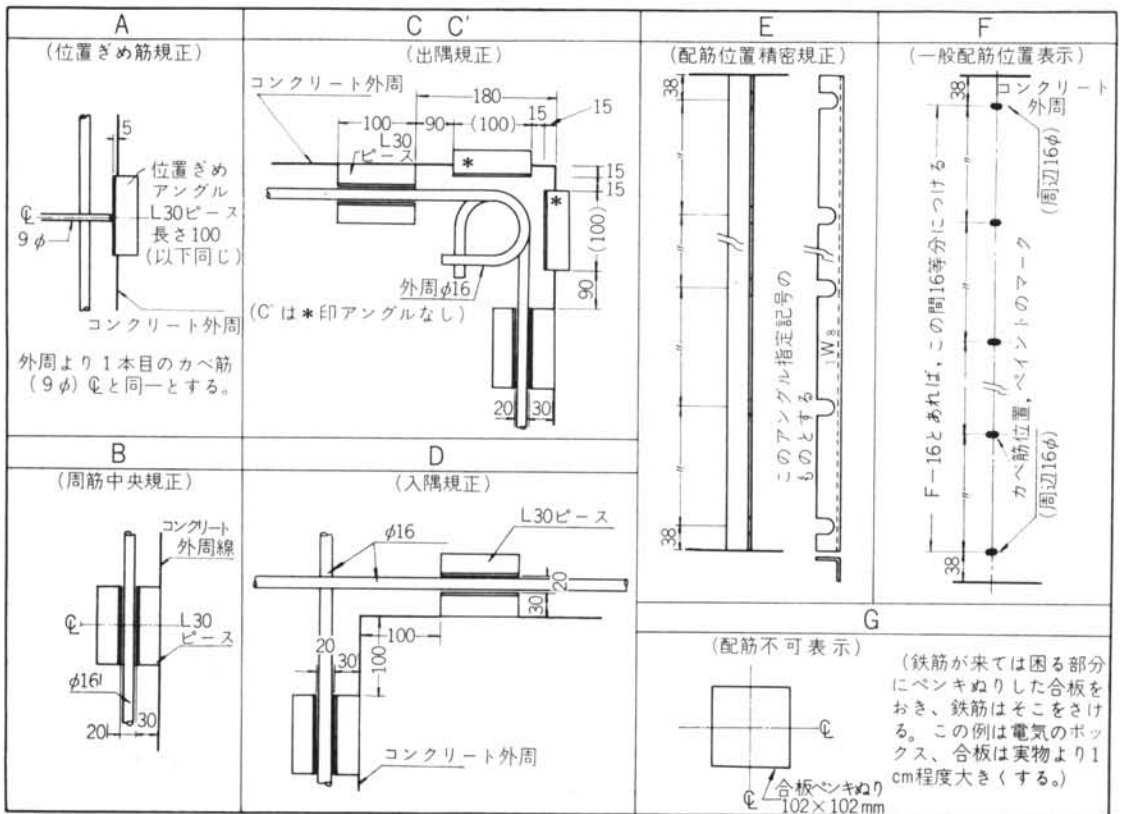


図-10 鉄筋ユニット製作治具の一例(詳細)

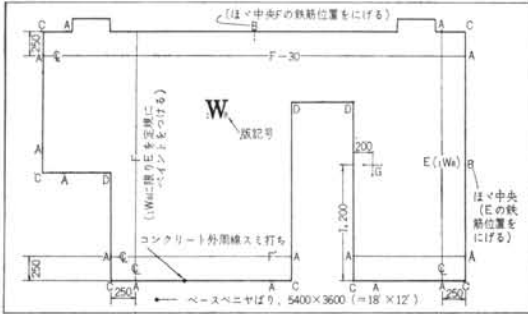


図-11 簡略化された治具図

これと図-10により簡単に治具をつくることができ、こうした治具によって所要の部分だけ精度の高い配筋ユニットをつくることができる。

ただここでひとつの問題は、鉄筋治具の上でパイピングを行なうと鉄筋工の作業が停滞する、といって2台の治具をつくるほどでもないといった場合や、逆にパイピングを外でやろうとすると、またそこに治具兼作業台のようなものがある。運搬が2重となるといった問題が生じてくることである。

いずれにしても構造図+治具図により所定の部分にだけ高い精度で鉄筋網をプレ加工し、定着物の定規の役割を果たさせることは合理的な方法と思われるが、今回は都合で実験にいたれなかったのは残念である。

§ 4. PC版の製作について

本来製作上のデータについては、さきのように「半固定工場」の運営により歩掛りなどのデータを正しくとることが、その開発の基本的目的のひとつとして指示されていた。

それが「折角つくった型わくだから一応それを一通りつかってみる」程度に縮小されたわけであるから、当然流れる作業のデータはとるべくもないわけであるが、製作方法についても定着物の部品化とその製作を中心に若干の実験をこころみることにした。

すなわち壁版4枚凹凸付床～屋根版3枚をほぼさきへのべたような方法で定着物を製作し、型わくに入れコンクリートを打ってみた。

結果としては実験室のことでもあり、かなり神経をつかったつもりであってもなお鉄筋網ユニットと鉄筋網にとりつけない定着物があたっておさまらなかつたり、定着物が版面からとびだしたりする場合はかなり生じた。

このことは試験生産により発見した不具合を治具などの設計にフィードバックする必要があることを示すもの

であり、また、やってみるとそうした定着物が錯綜したところでは鉄筋1本の太さをあらそうようなことになって、こうしたことは図上だけでは到底完全には追跡しきれないものと推定された。しかもこれらは試行錯誤をくりかえしたところで、時間・費用ともにくらもかからないので、むしろそれを重視すべきであろう。

これは考えてみるとPC部材一種ごとに相当の設計(施工設計)手間がかかるということで、したがって逆にいうと一棟ごとにそうした、試験施工やその結果としての治具や型わくの設計変更をしていたのでは、絶対にこの工法はPAYしないということの意味していると思われる。

§ 5. むすび

これまでの諸研究・実験に加える今回の実験であきらかになったことを要約すれば次の通りである。

- ここに用いた程度の型わく・定盤で得られるPC版のみかけの=施工組立上考慮すべき寸法誤差は若干の改良を加えても5mmである。
これを一廻り小さくするには、定盤の平面精度の向上、周辺型わくの剛性の向上ないしは定盤～周辺型わくの「固定編成」が必要である(これは定盤数の増加のほかに、少なくとも型わく単価の50~100%上昇を招く。)
- 現場でいわゆる平打方式でPC版打込み面への定着物の位置規正を、仕上ががスムーズにゆくようにすることは、現在のところ不可能である。
- 特に電線管～ボックスの壁厚方向の位置を正しく確保するには鉄筋の厚み=太さ一本を争って設計する必要があるが、それでも平打ではコンクリート面からとびだして表面=壁面仕上のじゃまをすることになりやすい。
- こうした問題はある程度までは図面上の作業で追跡できるが、量産を前提として実用上の完全を期すには、どうしても試作による現物合わせにより部品=電線管などのかたちをきめる必要がある(これは定着部品のプレファブ化にも有効である)。
- したがって当面の対策として、①定着物となるべき配管その他を極力PC版に入れない設計とし、あと施工とする(工業化の精神には逆行するが現状ではやむなしとする)。②定着物を極力特定の版に集中することが考えられる。
- 定着物の集中したPC版だけをたてうち専用型わ

くにより、極度にそれらの位置を正しく確保して製作することは充分考慮にあたいする。

7. したがって4. のような実験や、原寸レベルでの設計に要する手間、6. にいうような専用の型わくなどを考えると2棟や3棟の工事があるからといって、似たような部材に対しその都度いちいち型わくをはじめとして治具その他製作方法を新しく考えていたのではそうした設計手間、工期の問題といずれにしてもうまくゆくはずがないと思われる。
8. そこで、少なくともこうした設備ブロック～壁（パイピングなど定着物の極端に多い部材）については設計・製作上徹底的な検討を加えたひとつの型式を設定しておき、のべ一定数量を生産するまではそれをうごかさないことにするなどの方法が必要である。
9. すなわち、ことばをかえていうならば、アパート

一棟や二棟の工事に PC 部材の設計からはじめていたのでは採算的にはもちろん、できばえの面でも、決してよい結果は得られない。またそうした機会を研究・開発に利用するとしても、本来そうしたものは時間をとるもので、よほど工期のある場合のほかは、とにもかくにもやったというだけのことで、何の蓄積も残らない結果となるにすぎないということである。

10. したがって、当面おこり得ると思われる少量工事に対しては、①あらかじめ各種のプランに使えるように PC 部材を設定し ②それらに対し部材自体のディテイルはいうまでもなく、型わく、製作関係治具その他について徹底的な密度の高い「施工～製作設計」（試作～改良も含む）を行なっておき、その結果できる部材の組合せによって必要な建物プランを得るしかないと思われる。

<参考文献>

- JASS 10 壁式プレキャストコンクリート、鉄筋コンクリート工事：建築学会 40. 9
友沢史記：壁式プレキャスト鉄筋コンクリート造アパートの施工精度：建築技術 39. 4
土谷耕介：大型 PC 版プレファブ工法：当所報3号 39. 4
その他

<主な協力・関係者>

- 実験関係：柳剛昌弘 曾田俊紀
豊田関係：設計部：大島恒夫 庭野峰雄
 太田昭三 崎見和生
 八本 輝 竹中宙之
建築部：久富 洋（当時） 佐藤忠男

