

## 組立て鉄骨柱梁にコンクリートを充填した低層住宅用の新しい躯体構法の開発に関する研究 (2)

深尾研究室

### はじめに

本研究は低層住宅用の良質な躯体構法を開発しようとするもので、昨年度にひきつづいての継続研究である。この構法は、工場で組み立てたラチス状の鉄骨部材を現場で鉄骨造のように建方し、更に内部にコンクリートを充填することによって剛性を出すとともに接合部の一体化をはかっている。開発は昭和51年度に東京大学工学部内田研究室において行なわれた GUP10 プロジェクトを発展させて進められた。昨年度は筑波研究学園都市内において1スパン×2スパンの建方実験及びコンクリート打設実験を行なって多くの知見をえた。本年度はその結果をもとに構法の改良を行ない技術開発を進めている。

### 1 昨年度の問題点と今年度の目標

昨年度の実験では、構法が意匠として素直に表現されスレンダーな柱梁構造を実現するという本構法のねらいは達成されたが、次のような問題点が明らかになった。

- ①コンクリートがまわりにくい部分ができる。
- ②型枠工事の合理化が期待ほど実現していない。
- ③クレーン等の機械力を用いなくては建方ができず、狭小敷地等での建設には適さない。
- ④本構法に適した床構法の開発がなされていない。
- ⑤鉄骨部材の工場での組立てに手間がかかる。

これらに対し、本年度の研究開発目標として、人力のみによる建方を可能とすることを第1にあげた。具体的には部材の軽量化と柱の継手の開発である。同時にコンクリートのまわりにくさを低減するための改良を行なうこととした。本構法は4本のアングルを十字状にラチス筋で組んだ柱の断面に大きな特徴がある。アングル自体が主筋の代わりとなって配筋工事が省力化されるとともにコンクリート打設の際の型枠の一部及び型枠を組む際のガイドとなっている。この型枠工事の合理化を今年度の開発の第2の目標とした。3番目としては本構法にふさわしい床構法の開発をねらった。支保工が不用でかつ軽量の型枠を設計し、剛性の高い床スラブを作り出すとするもので、結果としてジョイストスラブの形式を採用している。更に、非構造外周壁をコンクリート打設後の躯体に取り付けてみることにした。鉄骨部材の工場における組み立ては昨年と同様に行なった。

### 2 部材及び接合部の開発

#### 2-1 柱の改良案

部材の軽量化をはかるため、単位長さ当り重量の大きい柱部材の断面を変更した。75×75×6のアングルに代えて60×60×5のアングル4本を用いている。ラチス材は昨年度同様9φの丸鋼であるが、ピッチを240mmから300mmに変更した。これにより1m当りの重量が28.7kgから19.3kgに軽減された。

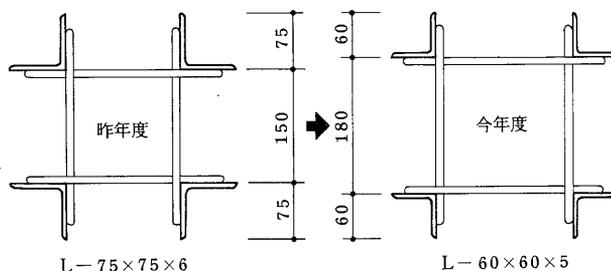


図2-1 柱の改良案

#### 2-2 柱継手の開発

人力による建方を可能とするため、柱を分割することとし、継手の開発を行った。設計条件としては、

- ① 建方時に容易に位置調整ができること。
  - ② 柱の中央で継ぐことを原則とするが、曲げ強度・引張り強度がある程度確保されること。
  - ③ 強度的な接合作業をなるべく省力化すること。
  - ④ 柱の表面には接合用の金物等が現われないこと。
  - ⑤ コンクリートがまわりにくい部分を作らないこと。
- などを設定した。柱は一層分でも58kgとなるため、①の条件は特に重視した。

様々な試設計と模型による検討の結果、図2-2のような継手を開発した。この接合方法はU字形に加工された4本の19φの鉄筋がポイントであり、これが建方時にはガイドとなって、容易に位置が定まることになる。特に鉄筋の曲面が、部材の挿入をスムーズにしており、高所における重量物の扱いにとって極めて有利である。またバネ効果をもつため、柱断面の多少の誤差を吸収することができる。強度的にはこのU字形筋が引張り力を伝達し、曲げ強度が確保される。コンクリート打設後の継手は、曲げ試験の結果ほぼ4.9t・mの耐力をもつことが確認されている。

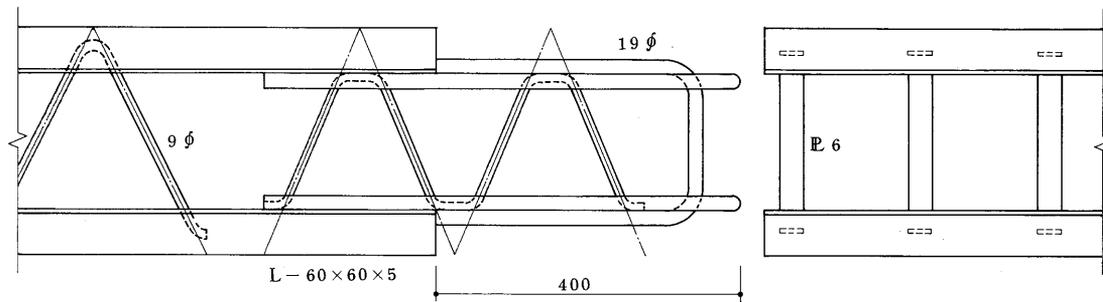


図 2-2 柱の継手

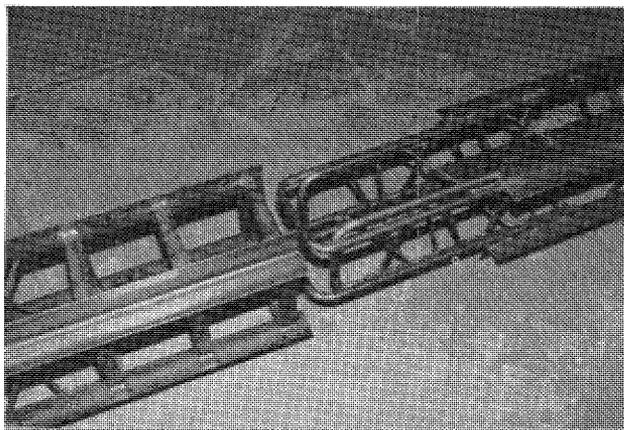


写真 2-1 柱の継手

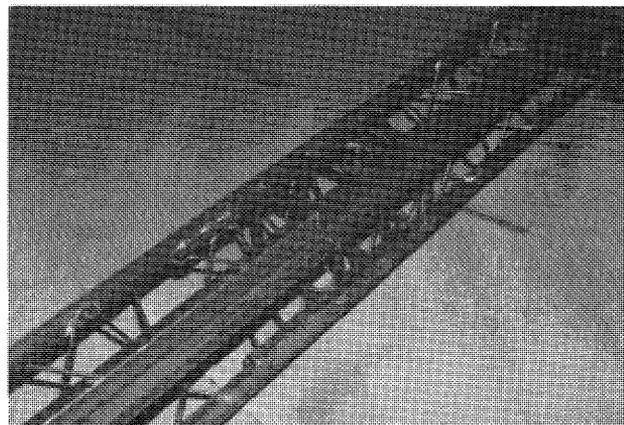


写真 2-2 柱の継手

### 2-3 梁の改良案

梁については、鉄骨部材を2分割することによって軽量化をはかった。すなわち、外側用と内側用の部材を同形に工場で作っておき、現場ではまずそれぞれを柱間にかけて渡し、最後に外側と内側の部材を金物で結びつけることとした。梁部材と柱との接合は、柱に打ったスタッドボルトによることとし、梁のアングルの端部には、工場で接合用プレートを溶接している。なお、今回の実験ではスタッドボルトを用いずに、柱のアングルに穴をあけて普通のボルトを通し、溶接後ボルトの頭を切り落してスタッドボルトと同様になるよう加工した。梁の鉄骨部材は昨年度と同様アングルが $60 \times 60 \times 5$ 、ラチス筋が $9 \phi$ である。梁の端部には、上下のアングルの連結とコ

ンクリート打設時のせき板の役割をかねて、 $325 \times 60 \times 6$ のプレートを取り付けている。この梁部材は片側で $15.1 \text{ kg/m}$ となる。(図 2-3)

両側の梁部材の接合は写真 2-4 に示すような金物で行うこととした。この金物は型枠のセパレータを兼用しており、ボルトに短冊状のプレートが2枚溶接されている。さらに外側から薄いプレートを差込みナットで締め、写真のようにラチス筋を挟み込んで、2本の梁部材を連結する仕組みである。取り付けの際には、主筋固定用のスターラップに代わる働きをする $5 \text{ mm}$ 厚のプレート(主筋を通す穴があいたもの)と、梁底の型枠を支えるピーコンのついた金物とが挟み込まれる。

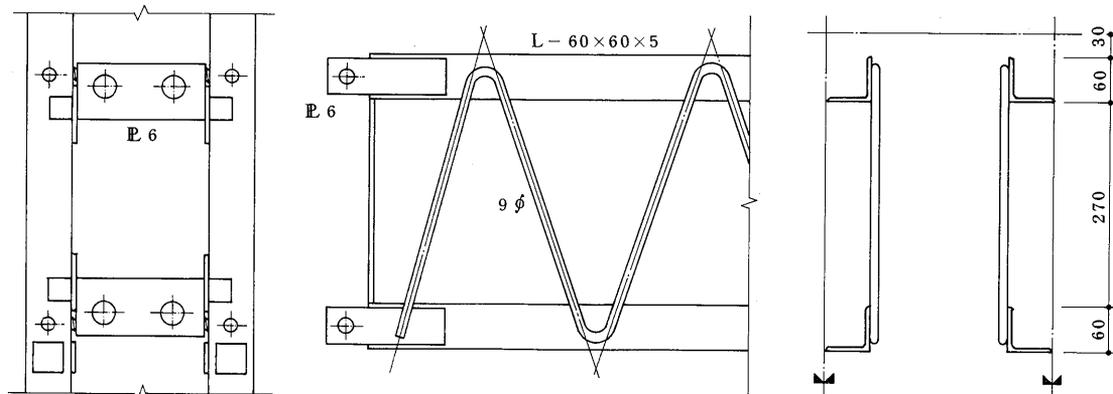


図 2-3 梁及び接合部

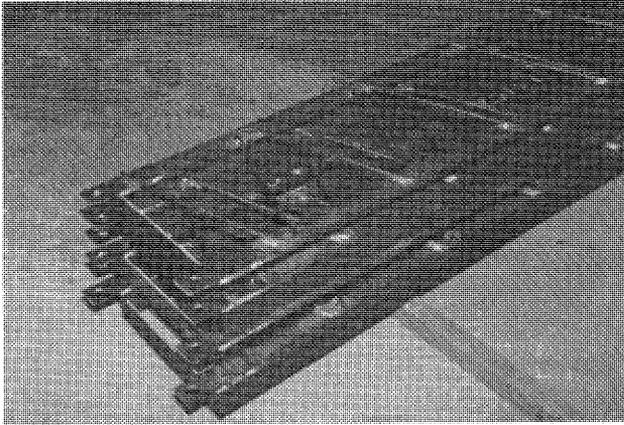


写真 2-3 梁部材

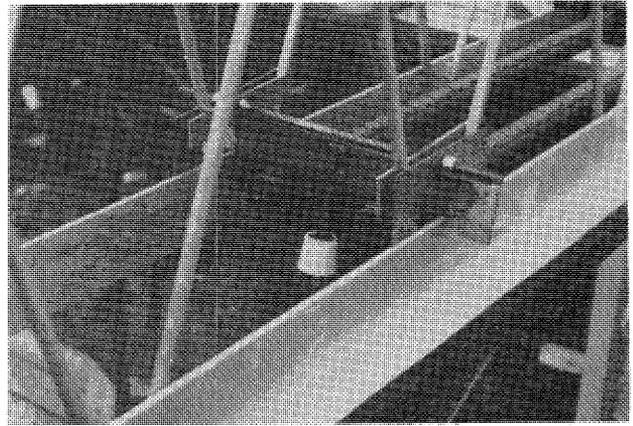


写真 2-4 接合用金物



写真 2-5 工場における仮組み

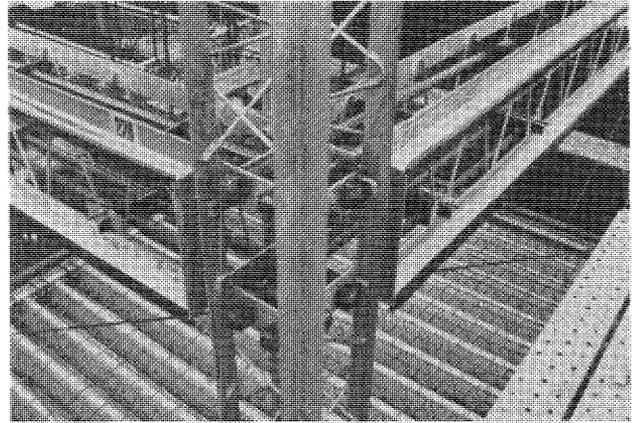


写真 2-6 接合部詳細

#### 2-4 床構法の開発

昨年度の建方実験では、既存の構法技術であるカイザー板を用いて床のコンクリートを打設したが、今回は人力での建方を可能とするため、より軽量の捨て型枠を新たに開発した。居住性を高めるため、剛性の高いジョイストスラブを採用し、型枠には三晃式折板を用いた。折板にカイザートラスを組み合わせることで、3600mmのスパンに対しての支保工を用いない打設を可能にした。働き幅300mmの折板1枚に対し、1本のトラスを5個のU字ボルトで組み合せている。今回の実験では、トラスのせいは200mmのものを用いた。(図2-4)

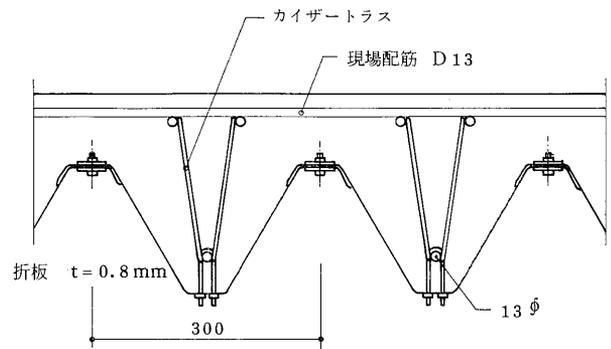


図 2-4 床断面



写真 2-7 床用捨て型枠

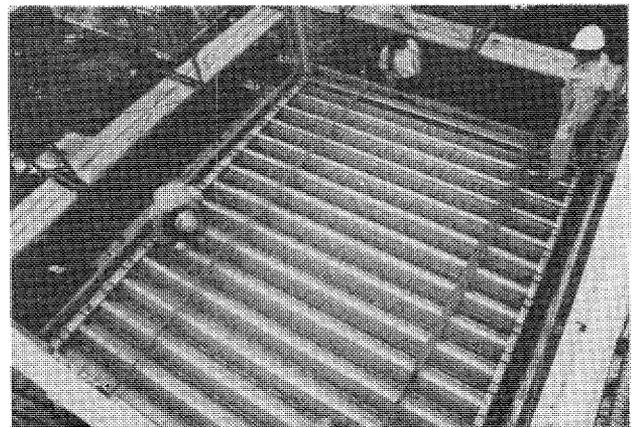


写真 2-8 床用配筋

### 3 建方実験

#### 3-1 概要

建方実験は1984年5月に行った。敷地は昨年度と同様筑波研究学園都市住宅部品開発センター性能試験場内である。建方の対象は、図3-2に示すように両方向1スパンのフレームで、昨年度の実験体の南側に独立基礎を用意した。北側の柱は全長5760mmであるが、下側2400mmと上側3360mmに分割し、継手の施工性及び仕上がりの検証を行なっている。

部材は製作図に従い昨年と同じ鐵矢工業・石毛工場で製作し、建方前に製作精度の測定・仮組みを行った。建方は2回行い、1回目はトラッククレーンを用いた建方、

2回目は人力による建方とした。作業員は両方とも4名である。実験は5月23日に行ない、24日には学生アルバイトによって床型枠（トラスを組み合わせたもの）の取り付けを行なった。柱・梁の型枠は、専門職により25日に取り付けられた。

#### 3-2 実験用部材

建方実験に用いた主な部材は柱6本・梁16本である。挿入用の主筋は、異形鉄筋D25長さ1200mmの端部に定着用のボルトを溶接したものを64本用意した。両側の梁部材の連結用金物は、112本である。床用の型枠は15本に分割されている。

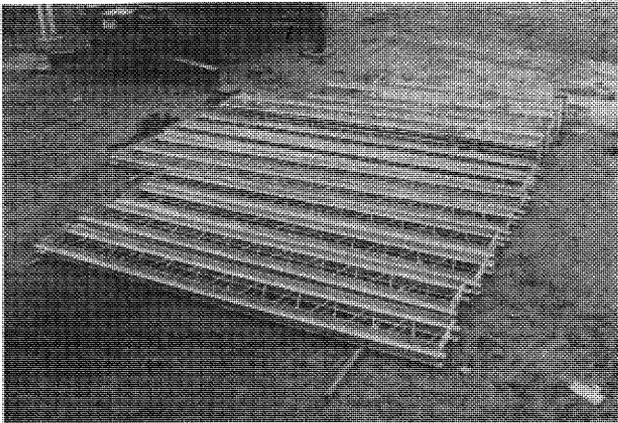


写真3-1 柱梁部材

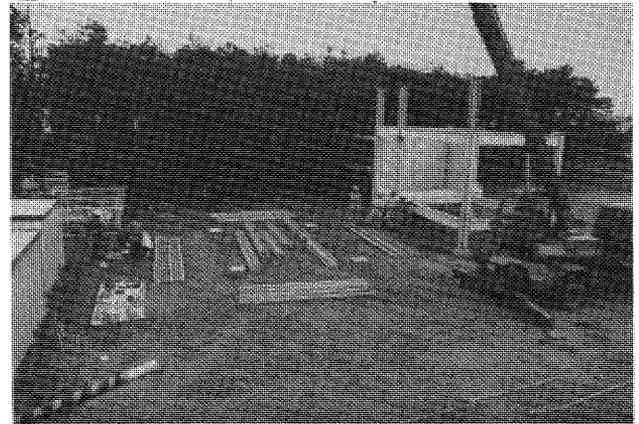


写真3-2 人力による建方のための配置

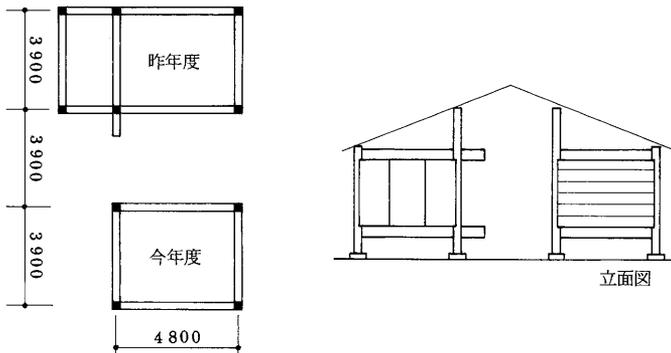


図3-1 配置図・立面図 1:300

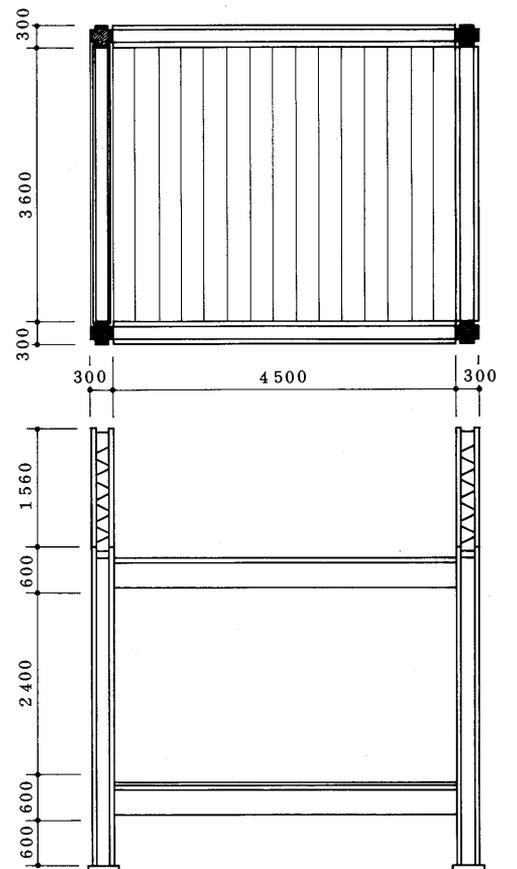
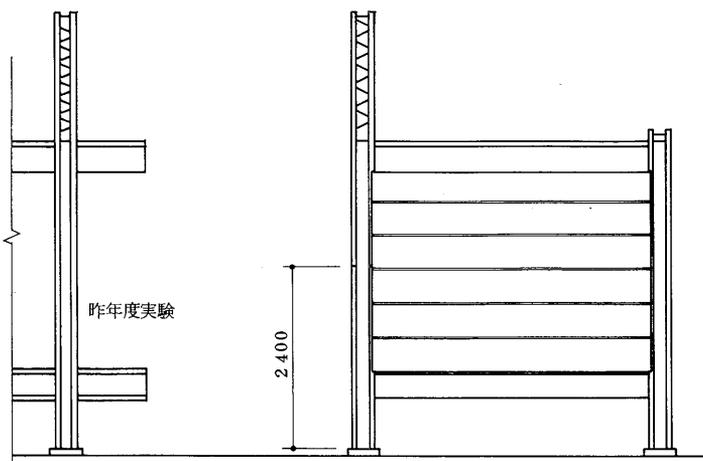


図3-2 平面図・立面図 1:100



### 3-3 建方方法及び順序

1回目のクレーンによる建方と2回目の人力による建方の順序は全く同様に図3-3のように行なった。すなわち、柱4本（北側は下部のみ）を建てた後に下層の梁を掛け渡し、次いで北側の柱の上部を継ぎ、最後に上層の梁を掛け渡すという手順である。柱を上下に継ぐ前に下層の梁によって下部を固めるという趣旨から、この順序が決定された。柱の継手部分はコンクリートを打設する前の状態ではピン接合に近い状態、上層の梁を取り付けるにあたって、何らかの方法で仮に剛な接合にしておかなくてはならない。今回の実験では、継手一ヶ所当り

8個のシャコ万力を添え板と共に用いてアングルを継ぎ、作業員が柱に登れるようにした。

人力による建方は全て4人の作業員で行ない、北側の柱の下部及び南側の柱については斜めの状態から建ておこした。北側の柱の上部については、下部の柱のまわりに仮設足場を2台設置し、その隙間から人力によって引き上げ、下部のU字筋に差し込んだ。梁の取り付けは、昨年度作成した滑車をそのまま用い、2名が綱を引き2名がボルトによる接合を行なった。なお昨年度と異なり、下層の梁と上層の梁は、梁部材の構成・接合部の形状ともに同一のものを用いている。

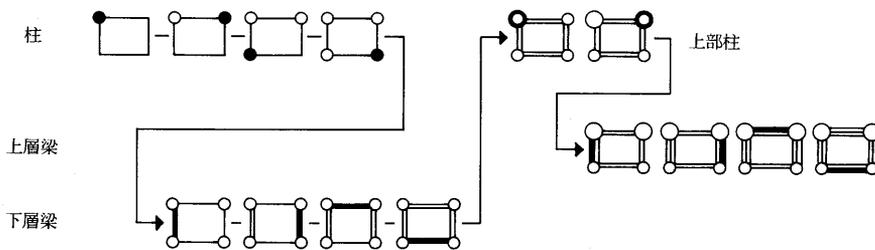


図3-3 建方順序

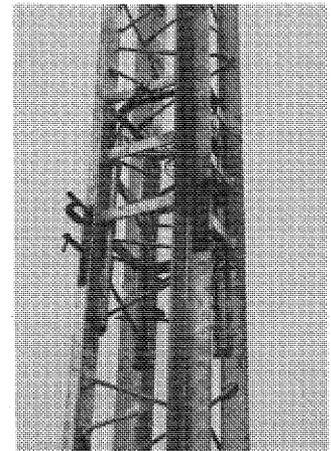


写真3-3 柱継手仮留め

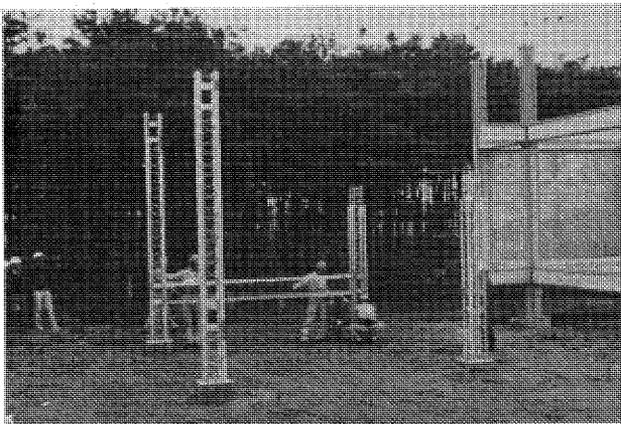


写真3-4 クレーンによる建方・下層梁

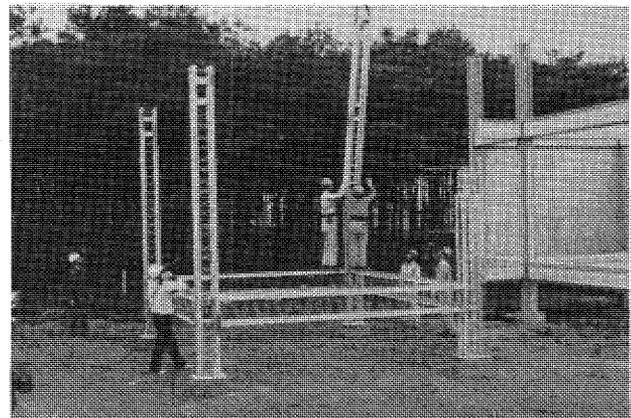


写真3-5 クレーンによる建方・柱

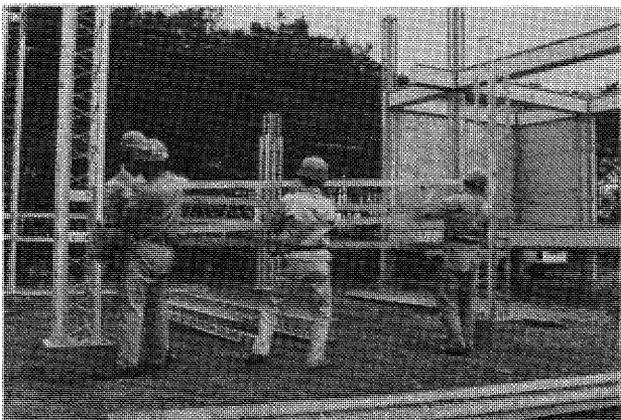


写真3-6 人力による建方・下層梁

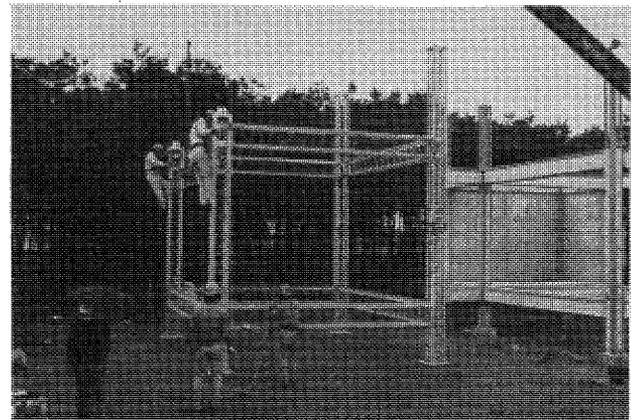


写真3-7 人力による建方・上層梁

### 3-4 建方の結果と問題点

建方は概ね計画通りに行なわれ、以下のような結果が得られた。

- ① 人力ですべての部材の建方を行なうことが可能であり、作業時間もクレーンを用いた場合に比べてそれほど増えない。しかし、作業員の疲労の度合は大きい。
- ② 滑車を利用した人力による梁の建方は比較的容易に行なわれた。昨年度に比べ、軽量化の成果が現れている。
- ③ 下層の梁については、クレーンによるよりも、むしろ人力による方が施工性がよい。
- ④ 柱の継手の施工性は極めてよい。しかし、柱自体の重量がまだ大きく、吊り上げ方法を改善する必要がある。足場を設置するのは望ましい方法とは言えない。
- ⑤ クレーンによる建方の場合、今年度は梁の重量が軽かったため、昨年と異なり中央の一点吊りでも取り付けが容易である。
- ⑥ 梁の長さが接合用プレートの分だけ柱間内法より大きい設計となっているが、やりかえしで取り付ければ問題はない。高さ方向の位置を定めるために柱に定規プレートを付けておく方法は、設計どおり機能した。
- ⑦ 梁を表裏の2部材に分けたため剛性が少なくなっているが、取り付けられた梁は上に乗って作業をすることが十分可能である。しかし、骨組全体の水平方向の剛性が低くなるため、精度が出にくくなった。
- ⑧ 梁の2部材を合成するためのつなぎ金物は取り付けに手間がかかった。より作業性のよい方法の開発が必要である。
- ⑨ 柱のたおれぐあいによっては、梁の端部にとりつけられたプレートの穴にスタッドボルトがはいるにくい。
- ⑩ 場所によっては部材の加工精度が悪かったため、昨年と同様主筋の挿入が困難なところがあった。
- ⑪ 柱梁接合用ナットの締めつけトルクのコントロールが適切でなく、ボルトが柱のアンクルからはずれてしまった箇所があって、現場で溶接をしておいた。スタッド溶接を行えば問題はないと思われる。
- ⑫ 床用型枠の設置は素人にも容易に行なうことができた。しかし、折板どおしの接合用ボルトナットは個数が多い(70個/16.2m<sup>2</sup>)、また裏面でナットを押える必要があるため、改良が必要である。



写真3-8 柱の建て起し

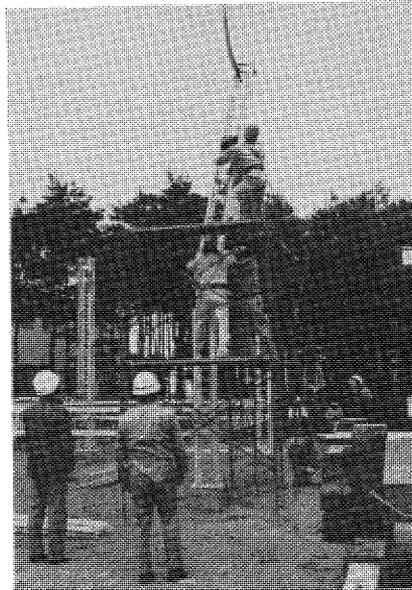


写真3-9 上部柱の建方

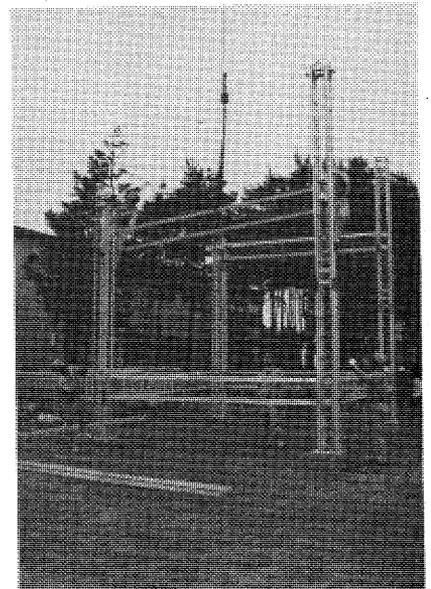


写真3-10 梁の揚重(人力)



写真3-11 梁の接合作業

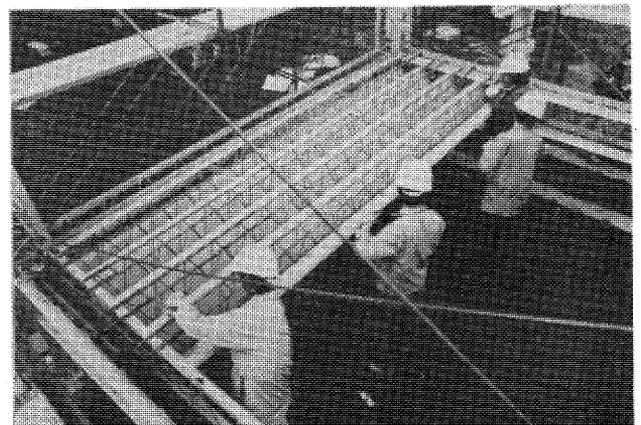


写真3-12 床型枠の取付け

### 3-5 作業性の分析

クレーンを用いた建方では、梁の一部材当りの人工数が約20人・分となっており、これは昨年度一回目より多少小さな値となっている。しかし昨年度の二回目に比べると、1.5倍程度の人工がかかっている。今回は1本の梁が2部材で構成されているわけであるから、軽量化の結果作業性は落ちたと言うことができよう。上層の梁は下層の梁の1.5倍程度の人工数となっており、この点は昨年の3回目に近い結果である。今回の接合部は側方からボルトに穴を通すという方法であったため、柱が倒れている場合などには梁の取り付けの作業性がかなり落ちる結果となった。柱については昨年の1回目と2回目との中間の値であるが、上部の柱については2倍の時間がかかっている。

人力による建方では、下層の梁と上層の梁の人工数に6倍以上の開きがある。下層の梁は1部材当りの人工数がクレーンによる建方の半分以下となった。昨年との比較でいうと、昨年の1回目の半分以下であり、2、3回目に比べても小さくなっている。また柱のたて起こしによる取り付けも、クレーンを用いるより作業性が良い結果となった。これに対し、上部の柱を人力で吊り上げて継ぐ作業には1部材当り30人・分以上かかっている。しかし、これは予想された作業の困難さからみれば良い結果であったと言うことができよう。上層の梁は一部材当りで見ると上部の柱の更に1.5倍の人工数となっているが、人力であるということを考えれば満足すべき結果である。全体として人力による建方がクレーンによる建方の12%増に納まっていることは特筆すべきことである。

う。ただし2回目の建方であるので、接合部の馴染みがよくなっていたことなどは差し引いて考えなくてはならない。主筋の挿入に関する作業性は問題が少なかったが、梁のつなぎ金物に関しては作業性が悪く、改善が必要である。

### 3-6 建方精度

各建方ごとに次の3項目について精度チェックを行った。

- ①上層梁—下層梁間 寸法精度
- ②平面对角線 寸法精度
- ③柱のたおれ

上下層梁—梁間寸法には、1回目-7mm~+2mm、2回目-11mm~+2mmの誤差がみられた。この値は昨年とほぼ同様である。内側と外側の2部材間で測定寸法に違いがみられ、これは梁のねじれを示している。

下層の平面对角線寸法は-6mm~+3mmの誤差であり、比較的精度が良かった。

柱のたおれは南北方向については北へ1~5mmと少なかったが、東西方向については大きくたおれており、北側の柱は東へ5mm・11mm 南側の柱は西へ12mm・12mmのたおれであった。上層での平面对角線寸法は測定しなかったが、大きな誤差がでていたと思われる。全体としてねじれていることになるため、すべての構面にターンバックルを入れ、柱のたおれが3mm以下となるよう矯正した。

以上のように、梁を分割して組み立てる方法をとったことにより、建方精度は昨年度より悪い結果となった。

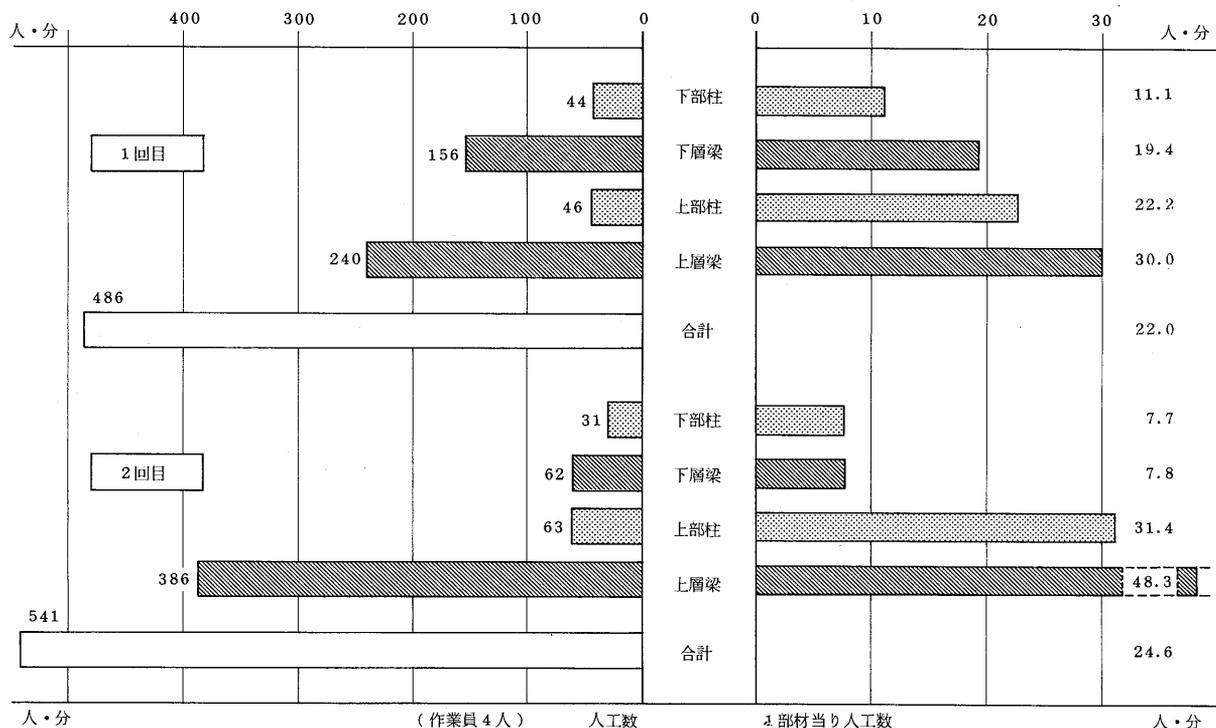


図3-4 部材別人工数

## 4 コンクリート打設実験

### 4-1 型枠の考え方

本構法のねらいの1つが型枠工事の簡素化であるにもかかわらず、昨年度の型枠工事は、過剰なものであった。

本年は型枠をパネル化せず、コンパネを単に鉄骨に当てるだけという方法を採用した。そのため、図4-1に示すような断面のゴムを設計し、今回新たに型を製作し用いた。このゴムは、昨年取り付けに問題のあった目地棒の役目を果たすとともに、コンパネが鉄骨に密着することを助けている。作業手順としては、所定の長さに切ったゴムを柱・梁部材のアンクルにはめ込み、その上からコンパネを当てることになる。セパレータ及びフォームタイは、梁のつなぎ金物と兼用になっているため、予め梁部材に取り付ける。この位置はモジュラーコーディネーションに従って決められているので、コンパネには予め穴を開けておき、梁にセットする際に穴がセパレータと一致することになる。片側から一本ずつ差し込んでいくので作業性が懸念されたが、問題なくセットすることができた。

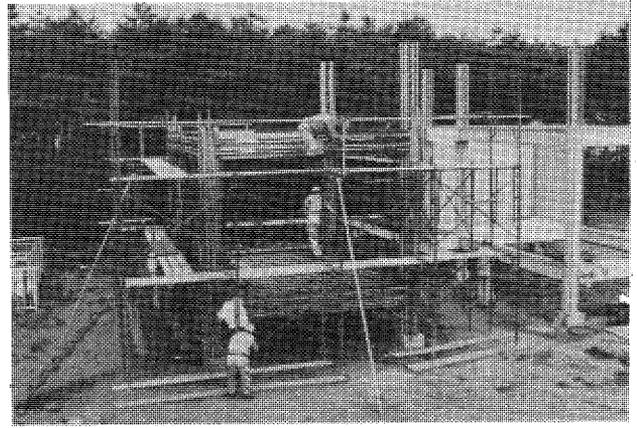


写真4-1 型枠工事

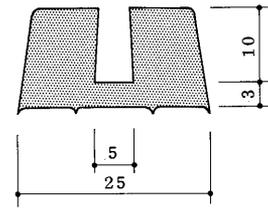


図4-1 目地用ゴムの断面

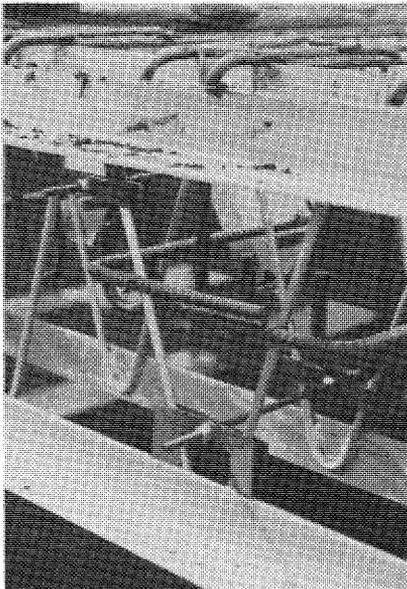


写真4-2 フォームタイと床配筋



写真4-3 目地ゴムの取付け

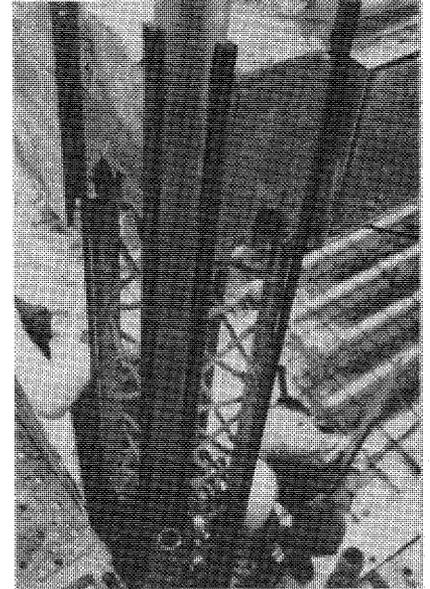


写真4-4 C72柱

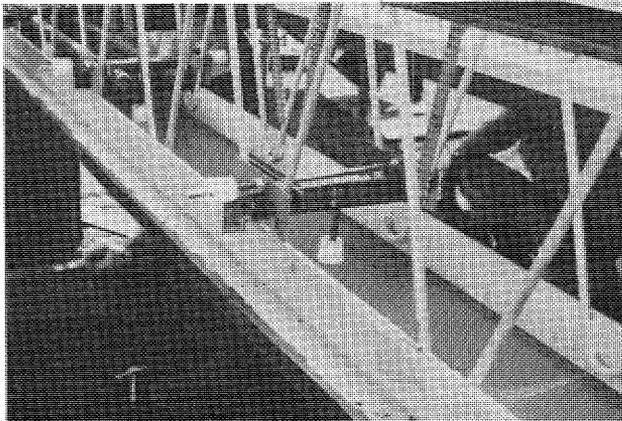


写真4-5 梁底面の型枠

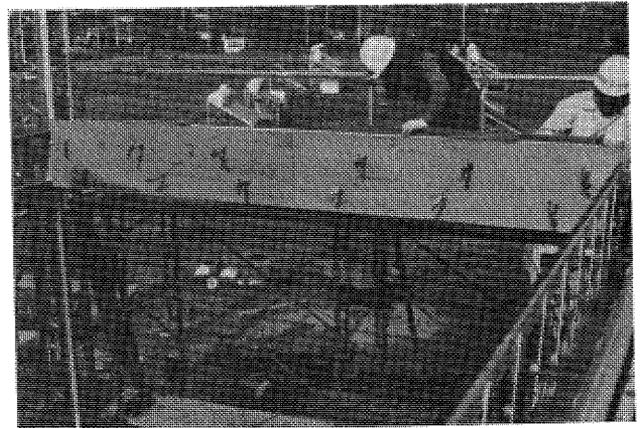


写真4-6 梁側面の型枠

#### 4-2 コンクリート打設作業と問題点

コンクリート打設はブーム付きポンプ車による圧送によって、昭和59年6月6日に行なった。柱及び梁のアンクル間寸法が15cmから18cmへと広がったため、昨年度より打設は容易であり、梁からあふれ落ちるコンクリートの量も少なかった。床の打設は型枠上に作業員が乗って行なったが、鉄筋のズレがおきにくく、正確な配筋が保証されるので、その点でも好ましい構法と言えよう。(トラスと直交する鉄筋は現場での配筋であるが、極めて省力化されている。写真2-8参照) コンクリート打設時の床のたわみは3600mm スパンに対し中央部で2~3cmであり、型枠としては十分余力があったが、今回は打設中に床型枠のトラス筋を受けている梁部材が横座屈を起こし、打設を中断した。(写真4-9)原因は梁スパンが4500mmと長いにもかかわらず内側と外側に分割して製作されており、かつ、つなぎ金物による固定方法が剛な接合でないため、床荷重が片側の薄い梁部材にだけかかったためである。床コンクリートの打設という点からも、梁を2部材に分けて取り付ける方法は不利に働いていると言える。今回の実験では対応策として梁下に支保工を組み、ジャッキアップを行なって正しい位置に戻した。

梁へのコンクリート打設は容易であった。特に主筋を挿入した部分で主筋とアンクル間の寸法が大きくなったため、骨材のまわりも問題が少なくなった。今回の構法ではフォームタイが梁のつなぎ金物を兼用しているため、フォームタイの本数が多くなっているが、型枠との取り合い・作業性や打設時のはらみに関しては満足のいく結果であった。しかし、梁をつなぐという機能に関しては作業性が悪く、梁の建て込み精度によっては取り付けが困難なものもあった。2枚のプレートで梁のラチス筋をはさむ仕組みになっているが、外側に用いたプレートが薄すぎて塑性変形を起こし、つなぎ材としての強度が不十分であった点も反省される。(写真4-2参照)

#### 4-3 打設結果

コンクリート打設の7日後に型枠の解体を行なった。型枠のとりはずしは極めて容易であり、廃材の出る量も少ない。部材が規格化されているので、転用型枠の使用も考えられよう。目地ゴムの取りはずしも容易であり、かなりの回数の転用がききそうである。梁の打ち上がり状況はほぼ期待通りであり、柱の継手部分についても鉄骨のつながり状態が美しく仕上がった。(写真4-10)しかし、北西の柱(C72)にはコンクリートがまわっておらず、昨年の問題点が解決していない結果となった。交差した主筋が骨材の落下を防げたわけであるが、床の打設にトラブルがあったため、つつきを怠った結果である。型枠を再びあててコンクリートを打ち込み直し補修を行なった。

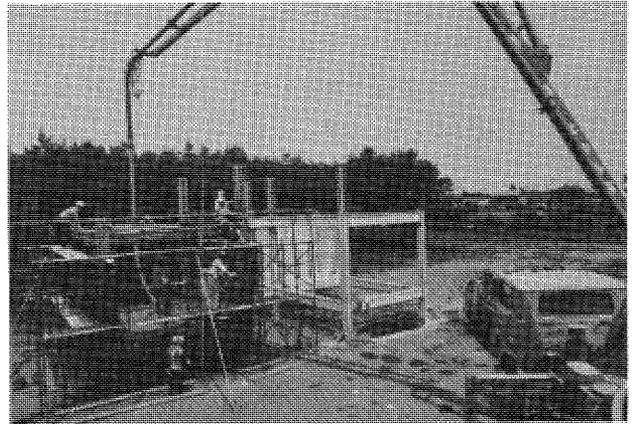


写真4-7 コンクリート打設

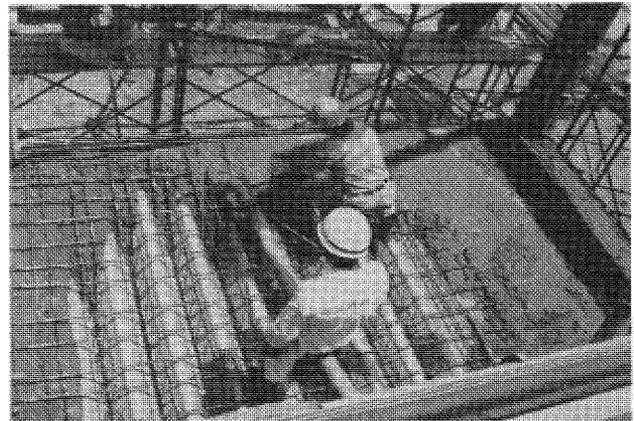


写真4-8 床コンクリート打設

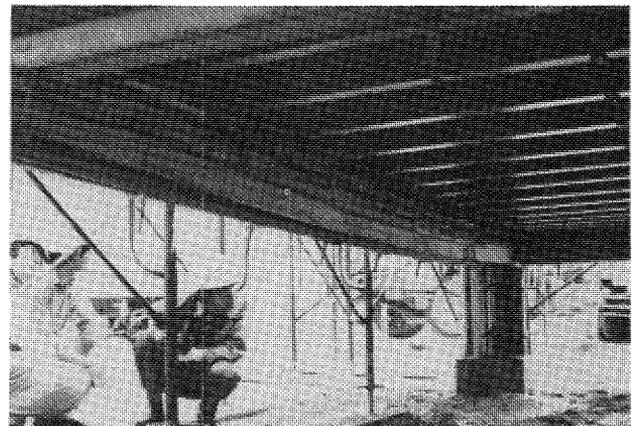


写真4-9 梁の変形

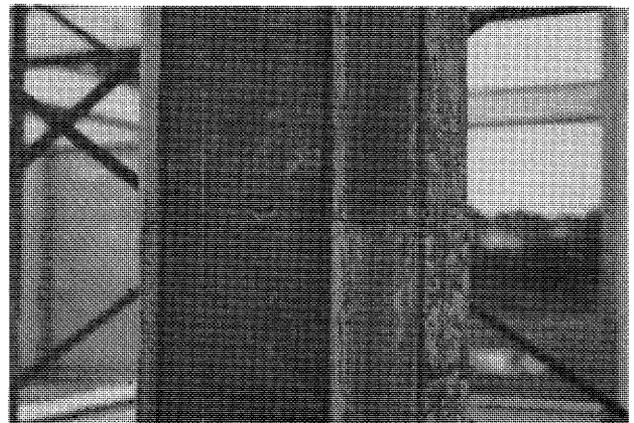


写真4-10 柱継手のコンクリート打上り

## 5 壁の取り付け

昨年度はタイル打込み等のコンクリート躯体壁を一部に設けたが、本年度は非構造壁と本構法との取り合いに関する検証を行った。壁構法の開発設計条件としては、なるべく躯体に手を加えなくて取り付けが可能なこと、層間変位を吸収できること、既存の構法・材料を応用したものであること、などを設定した。また、本構法の十字型柱の特徴を生かすため、柱と重なりをとる納まりとし、柱を細く見せるよう設計を行なった。意匠的には横長パネルを採用している。実際に用いた材料は押出し成型石綿セメント板であり、人力による取付けを前提としたため、厚さ35mm幅450mmという小さな断面のものを選択した。パネルを2重に用いて端部で十字柱をはさみ込むというのが基本的な構法の考え方である。柱のアンクルと石綿セメント板の間にはゴムパッキング（目地用ゴムをはずさずに用いた。）を当てたが、このゴムは日射を受けない裏面の奥に位置するので、オープンジョイントのような形状になり、水密性の点からも有利と考えられる。（写真5-2参照）パネルどおしの緊結は金物とボルトナットによって行なった。パネルを一段積むごとに2枚のパネルを壁内で留め付け、最上段では内側のパネルにボルトを貫通させ締め付けた。重量があり高い位置で多少困難な点もあったが、素人が容易に取り付けることができた。なお、パネルは外壁面のみ工場で塗装を行なったものを用いたが、養生の点では問題がなかった。柱との取り合い、見えがかりの納まりという点では満足できる結果が得られている。ただし、今回採用した方法では中空層が180mmあり空間としてのむだが大きいの。内側のパネルに形状の工夫を行なうことが必要であろう。

## 6 まとめと今後の課題

建方実験では本年度の第1の研究目的であった人力による建方のための改良が達成された。特に柱の継手については強度的な接合と建方の容易さを兼ねそなえた考案として有効なものであった。人力による建方がクレーンを用いた建方に比べてそれほど人工数が増えていないことも特筆に値しよう。建方のための滑車などの治具を改良することによって、より容易な建方が可能になると思われる。柱の建て起しについても適切な治具が求められる。

床の型枠及び配筋は人力による設置が容易であり、かつ3600mmのスパンに対し支保工が必要ないので有効な構法と言える。柱梁とのなじみがよく、梁との一体化や剛性の点でも適切な選択であった。配筋の合理化も徹底しており、この点でも昨年度のカイザー版より大きく合理化されている。現状では折板が必要以上に厚くてコストが高く、また折板とおしの接合をボルトナットに



写真5-1 壁板の取り付け

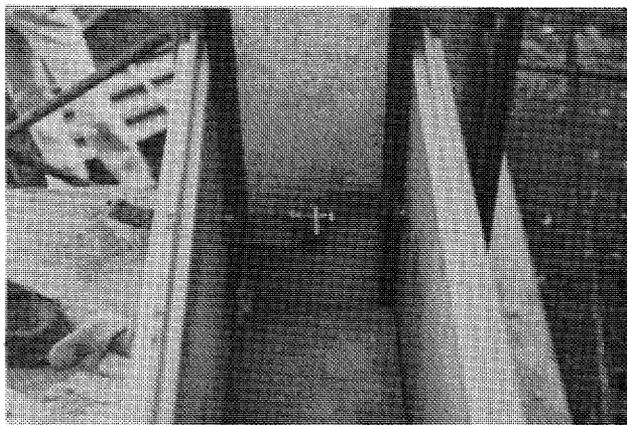


写真5-2 取付け用金物

よったため、作業性に問題があった。今回は既存の屋根用部材を転用したが、専用の部材開発が必要である。

柱梁のコンクリート打設のための型枠に関しては昨年度よりかなり省力化されている。特に目地に関しては専用ゴムが有効に機能した。しかし、梁上端のアンクル下面と目地との取り合い部分に空気がたまりコンクリートがまわらない欠点については、空気が逃げないため、むしろ助長されている。今回の反省点としては、フォームタイが梁つなぎ材を兼用しているため本数が多く、打上りに関して目ざわりな点があげられる。つなぎ材を取り付ける作業性が悪かった点と合わせ、梁の設計を改良する必要がある。

柱のアンクルの部材寸法を小さくし、間隔を広げた点については、打ち上がりの感じではそれほどスレンダーさが低下してはいない。むしろバランスが良くなったという感想も聞かれた。ただし、広げた主目的であるコンクリートのまわりやすさという点に関しては、梁の打設は容易になったものの、柱にはコンクリートがまわらない部分が再びできてしまったので、改良にならなかったと言える。ただし施工管理を適切に行なえば解決は可能であろう。打設方法の改良とコンクリートが充填されたかどうかの確認方法の確立などが必要となる。

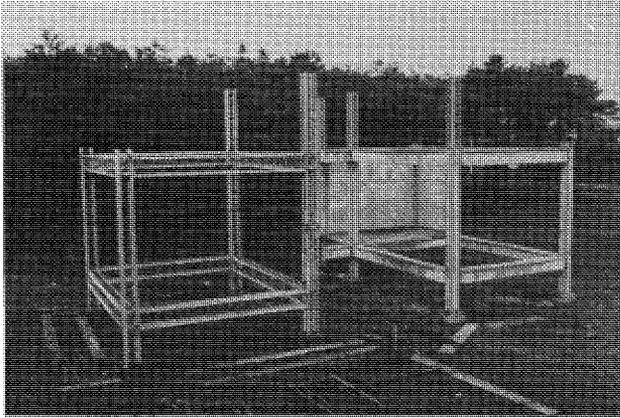


写真6-1 建方完了

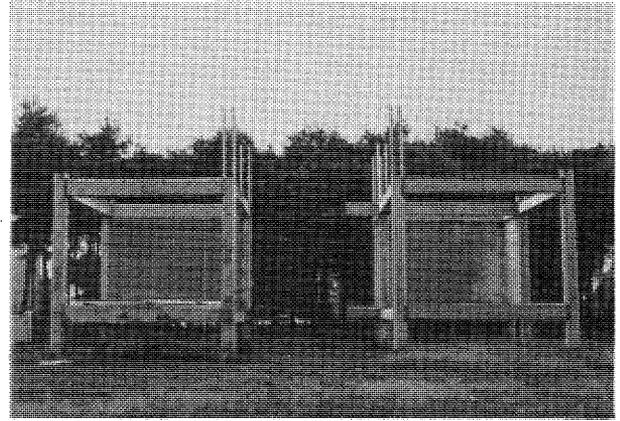


写真6-2 打上り (右側は昨年度実験)

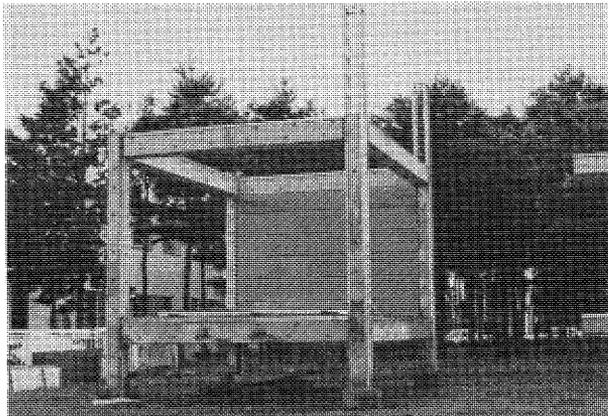


写真6-3 打上り状態

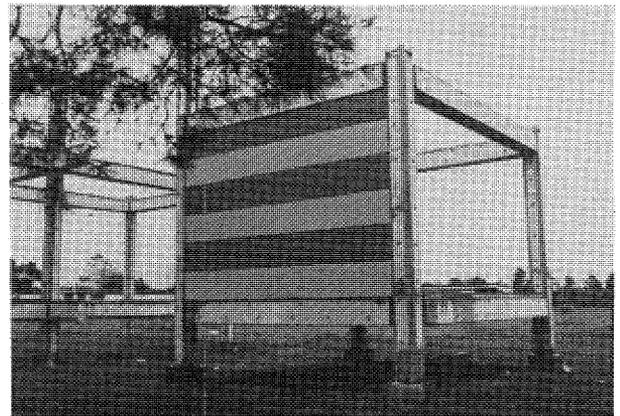


写真6-4 壁の仕上り

#### おわりに

2年度にわたる開発研究を通じて、本構法にかかわる様々な問題点が明らかになるとともに、実用に供しうる可能性が確認された。住宅のための躯体構法としては、みえがかりのスッキリとした良さが生かされていると考えている。また仮設等の低減化も可能であるので床スラブのしっかりとしたコンクリート系の躯体を作る構法として一つの方向を示していると言えよう。住宅の躯体としては、今後、屋根・開口部などの各部位とのとり合いを開発していく必要があるが、モデューラーコオーディネーションが明快に適用されているので、内装構法などの適合性は極めて高いと考えている。コストの点においてはまだまだ検討の余地が大きい、今後の課題であろう。最近新たな躯体構法の開発が行なわれることは少なくなっているが、低層住宅の躯体構法には決定版といえるようなものはまだない。本研究が住宅構法の新しい発展への刺激になれば幸である。

最後に試作に際して本年度も敷地を提供して下さった(株)住宅部品開発センター性能試験場に深く感謝いたします。また、開発における試行錯誤や困難な試験体製作等に努力して下さいました(株)巴組鐵工所技術開発本部の皆様をはじめとする多数の方々に、紙上を借りて厚く御礼申し上げます。

#### 〈研究組織〉

主査 東京都立大学 深尾 精一  
 委員 東京大学 坂本 功  
 東京工芸大学 大野 隆司  
 新潟大学 小松 幸夫  
 筑波大学 安藤 邦広  
 建築研究所 寺井 達夫  
 巴組鐵工所 植木 隆司  
 アドバイザー

巴組鐵工所 太田 統士

#### 実験協力

(株)巴組鐵工所 技術開発本部

鐵矢工業(株)・(有)堀江組

タケチ工業ゴム(株)

三晃金属工業(株)

三菱セメント建材(株)

昭和プレハブ(株)

東京大学

松留慎一郎 大橋 好光 野城 智也

崔 民権 浦江 真人 島谷 聡

新枝 博文 福浜 嘉宏 松原 和彦

東京都立大学

小島 浩士 清水 聡 角田 誠