

木造組立家屋に関する研究 第1報

林野作業員宿舎の試作ならびに組立試験

上 村 武⁽¹⁾

梅 原 誠⁽²⁾

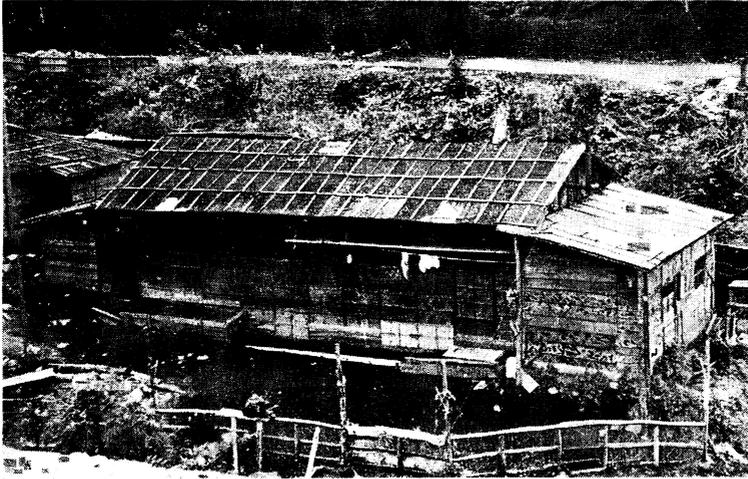
は し が き

わが国の居住方式は数千年の昔から、木造住宅を基調として発達してきている。今日、他のあらゆる材料とその工法が発達してきた時点においても、年間全建築着工面積の55%は木造であり、着工面積の51%をしめる住宅建築の大部分が木造であることは想像にかたくない。これはわが国の歴史的自然的な環境要因が、石と土を基調として発達してきた欧米の建築様式とは本質的に異なつた独自の木造建築様式を作りあげたからにほかならない。事実、木造住宅はわが国の気候風土に最も適した居住方式であり、今後もおそらくそうであろうと考えられる。また、木材はなんら処理を加えない場合のその燃えやすさを除けば、やはり建築材料としての王座をしめるものであろう。

しかし、さて一步下がつて、その建築用木材の使われ方に目を移して見ると、個々には、数千年の伝統にはぐくまれたすばらしい技術がある一方、たんなる口伝的な手法のうえにあぐらをかき、技術の前進をはばんでいるかのような消極的雰囲気あまりにも多く見られるようである。建築、特に住宅等の小建築には最近、工費の節約、工期の短縮等のために現場施工をなるべく省略した工場生産化、組立方式化の傾向が著しい。鉄、コンクリート等については、従来このような構造物材料としての基礎的資料も比較的豊富に得られており、各方面において Pre-fabrication の研究がすすめられているが、木材についてはほとんど見るべきものがない。この点、木造家屋の特色を生かした居住方式を将来にむかつて発展させるためにも、現在建築材料の主たる供給者である林業の将来を考えるうえからも、けつして無関心ではあり得ない。このような木造家屋のプレファブ化を前提として、そのための基礎資料をうるとともに、プレファブ化の考え方になんらかの指針をうること、これが本研究をはじめのあたつてのわれわれの基本的考え方であつた。

一方、林野事業においては、その事業地におかれる作業員の宿舎施設に、いろいろと問題点が提起されている。恒久的な職員宿舎はともかく、事業地に直接設置される斫伐小屋、造林小屋等の宿泊施設は、その使用期間が長くても数年にすぎず、多く使用後放棄することを前提としているために著しく粗悪なものが多く、居住性もきわめて悪い¹⁾ (Phot. 1)。これは労務施設としては大きな問題であり、粗悪な小屋に住むものが、然らざるものと比較して待遇上の不満をうつたえるのも当然である。しかし一方、このような宿舎のレベルを向上することは建設費を増し、貴重な資材を多量に山中に放棄することにもなるのでにわかに行いがたい。このような点から、簡単に移動することが可能な組立式宿舎が要望され、一部に

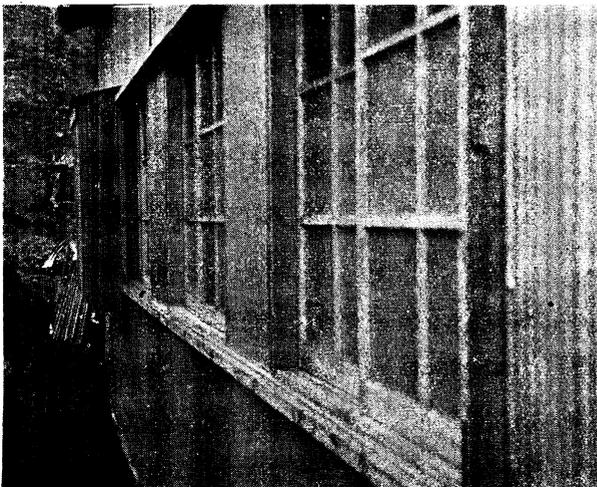
(1) 木材部材料科長・農学博士 (2) 木材部材料科物理研究室員



Phot. 1

は試用されている。その最も例の多いのは組立式パイプハウスであるが、強度的に問題があり、風に吹き倒された例もあるほか、寒暑に対する性質も悪く、住みごちが悪いので内部を木造に改造してしまった例もあり (Phot. 2), あまり良好な結果をみてはいない。

木材は、住居の材料としては得がたい長所を持つている。特に寒暑の差がはなはだしく、多湿であるわが国にとってはまことに良好な居住性を与える理想的材料ともいえよう。できることなら、木造の組立式宿舎を作つて作業員宿舎とし、必要に応じて解体移動することになれば宿舎問題の合理的解決となる。これが、この研究をはじめるとの直接の目標であつた。木造の組立式作業員宿舎は、すでに青森営林局型、その他いくつかの試用されているものがある。しかし、これらはいずれも十分な技術的検討がなされていないものであつて、強度その他の性能は明らかでなく、組立方式や単位面積あたりの木材使用量などについても検討の余地が多いように見受けられる。組立家屋に関する基本的な事項を検討し、製造上の



Phot. 2

基準をうるためには、たんなる思いつきのな考案やくふうの積み重ねは役に立たないことは明らかであつて、実際の家屋について、種々の角度から実地試験をおこない、その結果を解析することが必要であつた。このような解析から、組立式の作業員宿舎の設計はもとより、一般木造家屋の Pre-fabrication 化に対する基礎的資料の一端が得られれば、林野作業のみならず、木材や木質の材料を建築材料として合理的に利用するためにははなはだ有意義である。

本研究のためには、その素材として

設計試案がまず必要であり、ついで実験のための試作家屋とその試験計画が必要であつた。

研究にあつては設計者、試験担当者をはじめとした関係者の会合をたびたび持つことによつて設計条件や材料の選定、設計方針や組立方式、実験計画の検討が約1カ年にわたつて重ねられた。その結果、昭和35年度末には、後にのべるような2棟の試作家屋が完成し、実験が開始された。実験を行なつて検討すべき項目として取り上げられたものは、風荷重および積雪荷重を考えた試作家屋の強度的性能の検討と、これにともなう部材および組立方式の強度的性能の検討、断熱性、気密性、照度等の居住性能、特に断熱性についてはこれにともなう部材および組立方式の断熱的性能の検討、組体解体の作業能率の検討、試作家屋を量産する場合の原価構成とその合理化の検討等である。

試作家屋のうち1棟(温暖地向)は、横浜国立大学助教授飯塚五郎蔵氏の、他の1棟(寒冷地向)は東京大学生産技術研究所助教授池辺陽氏の設計になるもので、製作は材料面を三井木材工業株式会社、工作を日本木材乾燥株式会社、組立金具を谷藤機械工業株式会社において担当したものである。実験は強度的性能を林業試験場木材部強度研究室、その他は同物理研究室において担当した。なお、強度試験にあつては、明治大学助教授杉山英男氏、居住性の試験にあつては東京大学生産技術研究所教授勝田高司氏のご援助とご助言を得た。

試験はなお実行中であり、最終的に資料すべてを取りまとめるにはいたつていないが、試験開始以来すでに約2年を経っており、中間段階における報告を要望されることも少なくないので、とりあえずその第1報として試作家屋の設計を紹介し、あわせて一応の検討をおえた原価分析と組立解体の作業分析について報告することとする。

本研究の設計、製造、実験の各段階を通じて、それぞれの仕事を分担し、または援助していただいた前記強度・物理両研究室の室員、設計者その他関係者の各位に深甚な感謝の意を表するとともに、本実験の機会を与え、種々ご援助とご助言をいただいた林野庁業務課の方々、特に熊谷三郎生産班長、この前例のない試験実行を許可された斎藤美鶴前林業試験場長、困難な初期組立に努力していただいた強度研究室近藤孝一技官、林業試験場木材部木工室の方々、東京農大生諸君、谷藤機械工業株式会社の方々深く感謝するしだいである。

なお、本試験は、農林省林業試験場小倉武夫木材部長の強い支持とご指導によつて進められたことを特記して感謝の意を表明したい。

1. 設 計 の 要 点

1. 1 設計の基本方針

林野事業地の施設は、事務所、職員宿舍等の事業管理施設と、作業員宿舍やその付属建物のような事業労務施設とにわけられる。前者は一般に継続的に使用される恒久的施設であり、後者は一時的施設である場合が多い。特に期間の短い事業の労務施設は、一時的用途にあてる場合が多いので、移動を前提とした方が遊休期間も短く、能率的である。特に居住性のよいことを必要とする作業員の宿舍は、間にあわせの仮工作物ではなく、機能的にも、移動方式からも完璧なものが期待される。本研究のための設計として取り上げられたのはこのような作業員宿舍であるが、根本方針としては、

1. 移設、運搬が簡易なこと。
2. 価格が低廉で応急修理も比較的容易なこと。

3. なるべく木材工業製品を使用したパネルおよびフレームによる簡易組立方式であること。等であり、東北、北海道等に用いられる寒冷地向けの宿舎と、それ以外の地方で用いられる温暖地型とにわけて設計を考えることとした。価格については、林野庁における従来の宿舎は粗悪なものが多かつたこと、粗悪でないものでもその用材は会計内での内部振替えによつて安い単価で使用されていたことなどから、昭和34年現在 $3.3m^2$ あたり1万円以下という極端に安い価格で製作されていた⁹⁾。労務管理上、作業員の生活環境を向上させることは不可欠の要件であり、宿舎の建設材料として市場を經由した木材工業製品を使用する以上、このような価格がとり得ないことは明らかである。しかし、宿舎の耐久年限が高まり移動によつて遊休度が減少すれば、製造価格はより高価でも経済的な効率は増大させることができる。この場合、木材工業製品を用いることが、単位面積あたりの木材の使用量を減少せしめることになれば、単位材積あたりの経済効果はさらに大きいものになるであろう。このような見地から、設計上の目標価格としては、一応 $1m^2$ あたり12,000円を基準と考えることとした。家屋の性能を把握し、これを解析するためには、性能不良なことが明らかな家屋を試作して試験することは無意味であつて、むしろ、必要以上に性能の高い家屋を解析して、省略可能な点を見い出してゆくことが必要であるという前提もあつたので、従来の観念にくらべると割高なものではあるが、この価格が採用されたものである。したがつて、この価格はさらに低減する余地が多いが、さきにのべた $3.3m^2$ あたり1万円台という、住居としては非常識な価格までは低下しないであろうし、また、その必要もないと思われる。

設計の具体的な条件としては、次のような条件が与えられた。

1. 中通り式宿舎で、中央は土間とし、ストーブを取りつけられるようにする。その両側は板張りとし、畳またはござをしくことを原則とする。中通りの幅はほぼ $1.8m$ 、両側は $2.3m$ をおおよその標準とする。
2. 1室の居住人員は16人以下とし、1室の居住面積は1人につき $2.5m^2$ 以上とする。
3. 天井の高さは $2.12m$ 以上とし、保温上小屋組等の露出しない被覆構造とする。
4. 窓は居室面積の $1/10$ 以上の有効採光面積を有する。
5. 出入口は2カ所とし、有効幅が $0.9m$ 以上とする。
6. 居住者の身廻品を整理するために必要な押入または棚を設ける。

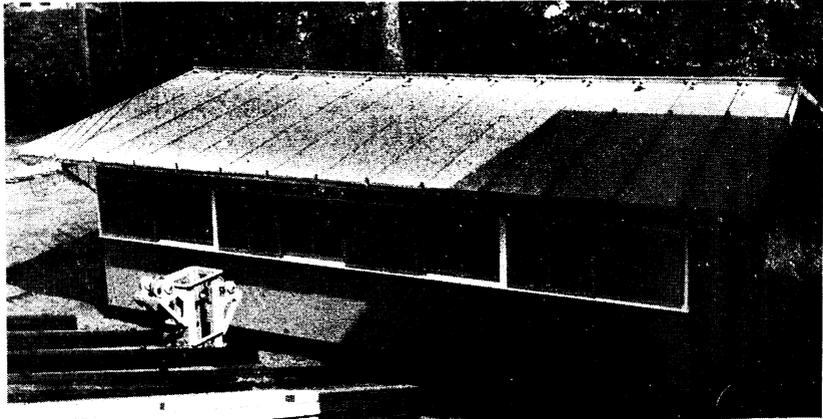
その他、浴室や炊事の設備等についても要望があつたが、直接の試験目的には関係がないので省略する。なお便所は、組立移設を考える場合、やはり別棟とするほかなく、一応別棟の仮設を考へて、検討の対象からははずすこととした。

基本的な構造を考える場合、できるだけ部材を少なくし、結合部分を減らすためには、フレームとして集成材を利用することが望ましい。湾曲集成材は、運搬に多少不便がともなうが、小型の場合にはさほど問題ではなく、強度的にも有利なうえ、空間を広くとることができるので、この設計でも湾曲集成材を利用することとなつた。パネル材料としては、強度、耐久性、居住性等種々の面から、合板およびハードボードが主材料となつた。なお、集成材にはエゾマツが用いられたが、その他の梁桁材やパネルの骨組には、材料入手の時間的制約や、市場にない寸法の材（用材規格にはあつても）をひきたてる都合などもあつて、試験家屋には、すべてラワン材が用いられた。試験として、なるべくフレーム構造を主体とした家屋と、パネルに重点をおいた家屋を考えたかつたので、温暖地向家屋はフレームに、寒冷地向家屋はパネルに重点を置いた構造になつている。以下両家屋の設計を紹介することとする。

1. 2 温暖地向宿舍

温暖地向宿舍(Phot. 3, 以下A型と略称する)は, Fig.1 および Fig.2 に示すように, $6 \times 8m$ の切妻型であり, 中央通路の延長方向に $2m$ を1ユニットとして希望の坪数まで建坪を増減することができる。主構造としては1連の湾曲集成材(S-1, 以下()内は部材の記号を示す)が, 十字金物(K-13, K-14)によつて中央で上下から結合され, これと直角に棟木(B-1, B-1')がボルトで結合されて小屋組を形成している(Phot. 4)。S-1は地杭に短冊金物(K-15)によつて床桁(B-3)とともにボルトで固定されているが, 同時に, 肩桁(B-2, B-2')によつて肩部を固定されている(Phot. 5)。Fig.1に見られるように, 集成材は両妻の部分には無いので, B-1', B-2', B-3は1ユニット分だけ妻側に張り出していて, B-3は妻の部分に位置する地杭により, B-1', B-2'は妻パネルP-7およびらん間パネルP-8によつて支えられる。

集成材の基部から内部に $1,350mm$ 入ったところに対称的に地杭の列があり, ここには B-3 が取り



Phot. 3

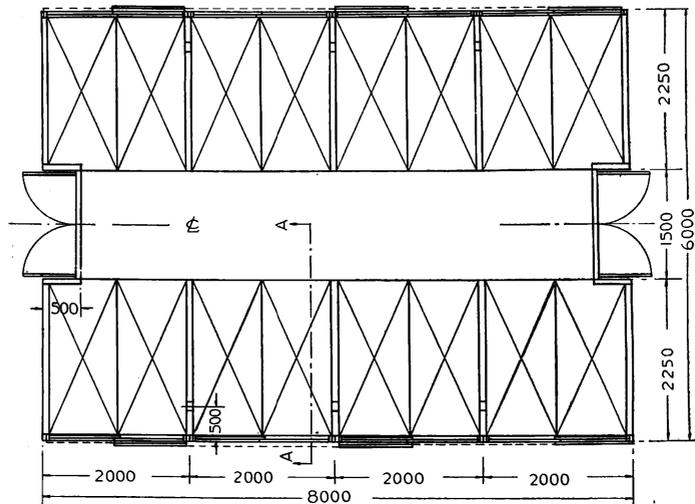
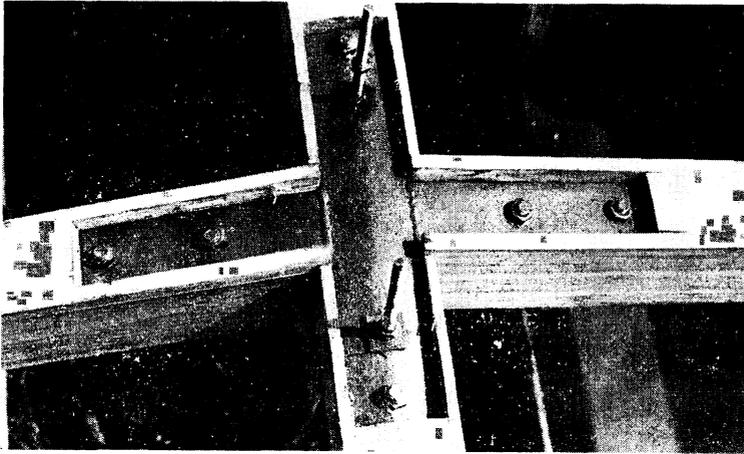


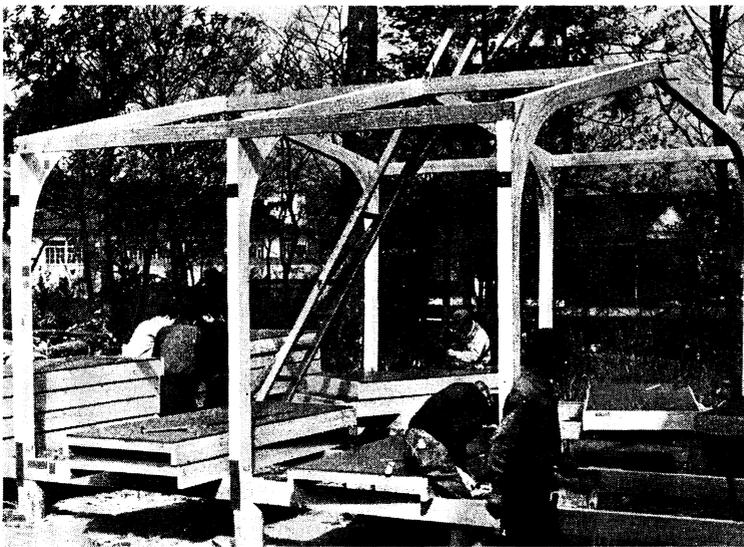
Fig. 1 A型家屋平面図
Ground plan of type A house.

付けられて、前記の B-3 とともに床パネル P-6 を支える。P-6 は、1ユニットあたり、左右2枚ずつ計4枚が、集成材基部および地杭の上部にボルトで固定され、さらに相互にボルトで連結される。建物の側面における剛性は、壁パネル (P-3) によつて与えられるが、P-3 は P-6 の2倍の幅を持ち、下端を P-6 の外側に定置して、両端の骨材の最下部を P-6 にボルト結合し、上部は棚パネル (P-4) を介して S-1 に固定される。P-4 は棚というよりは重要な構造部材であつて、かたがた棚の役割を果たさせて、空間を有効に利用しているにすぎない (Phot. 6)。

屋根パネル (P-1) は、天井をかねるものであるが、1ユニットあたり両側3枚ずつ計6枚を、下部の架構に取り付けたボルトに、座金として屋根どめ (K-1, Fig. 11) を上部からはめ、P-1 の周辺に位置する小溝の位置 (Fig. 6) で双方のパネルを同時に締めつけているが、下部の架構以外の位置においては、同様に P-1 相互を K-2 と K-1 (Fig. 11) によつて上下から結合している (Phot. 7)。



Phot. 4



Phot. 5

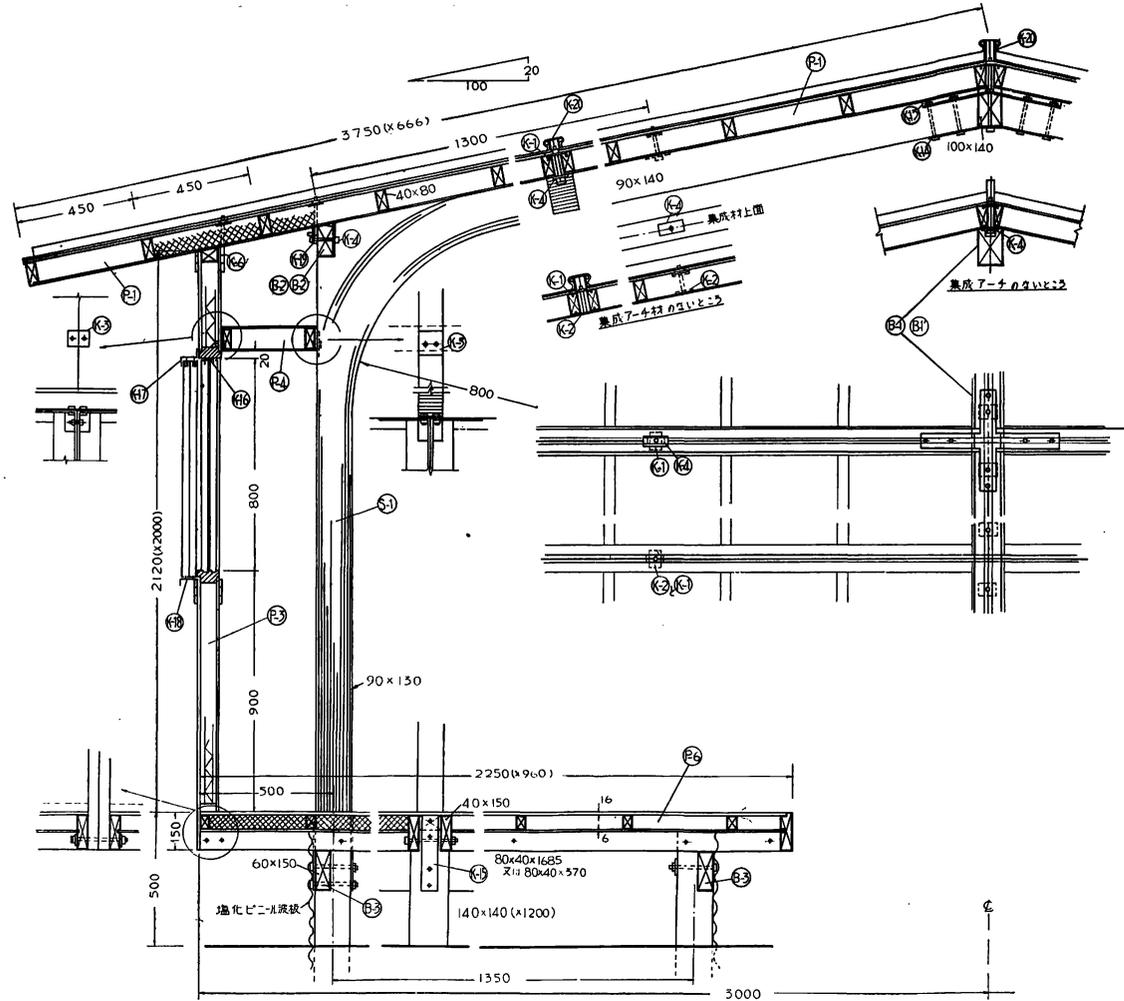


Fig. 2 A型家屋短計図
 Cross section of type A house.

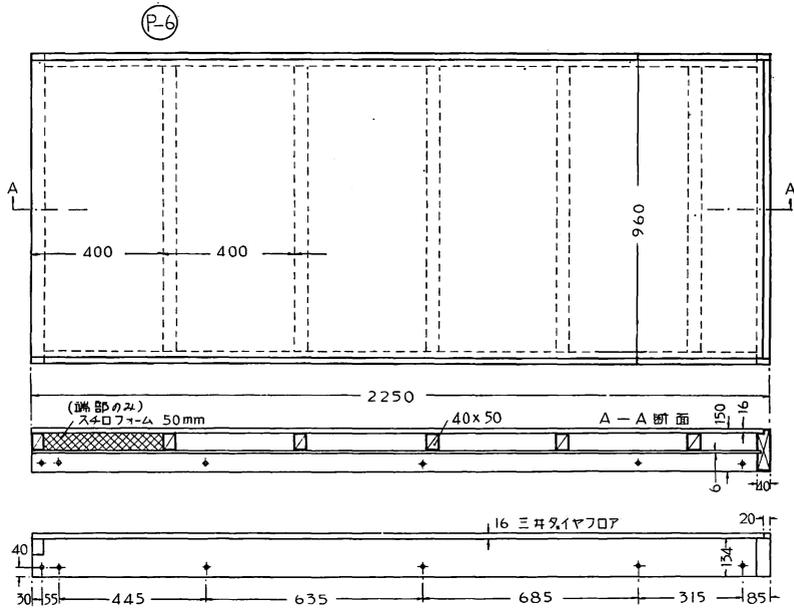


Fig. 3 床パネル
Floor panel of type A house.

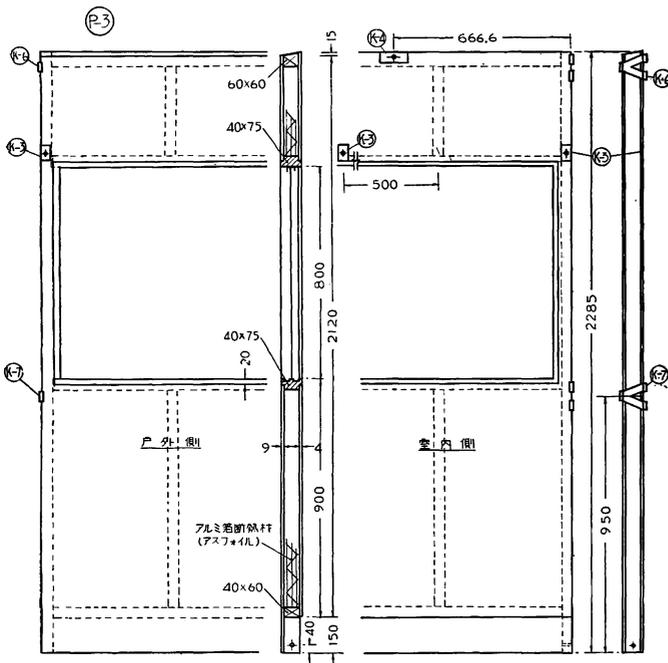


Fig. 4 A型家屋壁パネル
Wall panel of type A house.

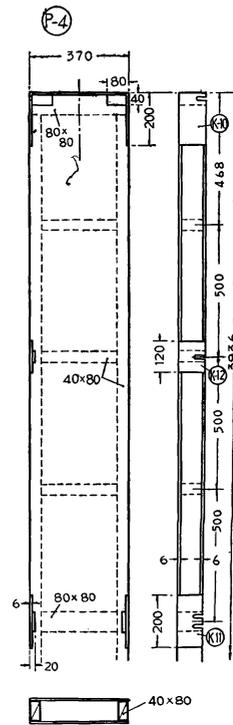
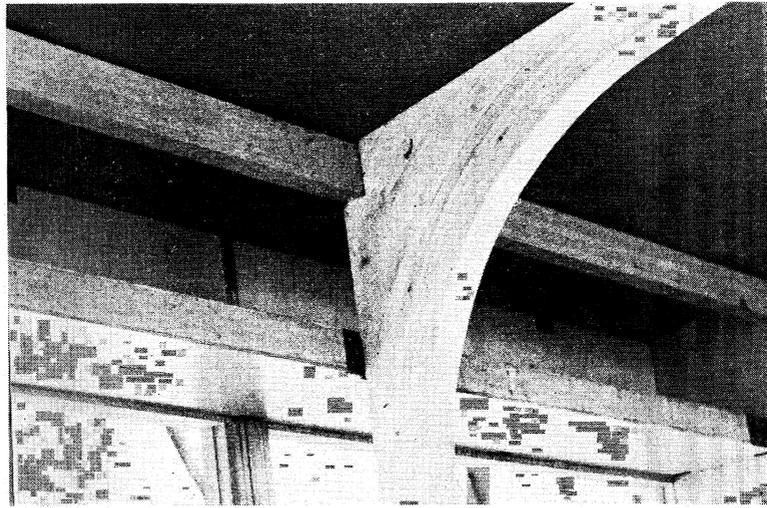


Fig. 5 A型家屋棚パネル
Shelf panel of type A house.



Phot. 6

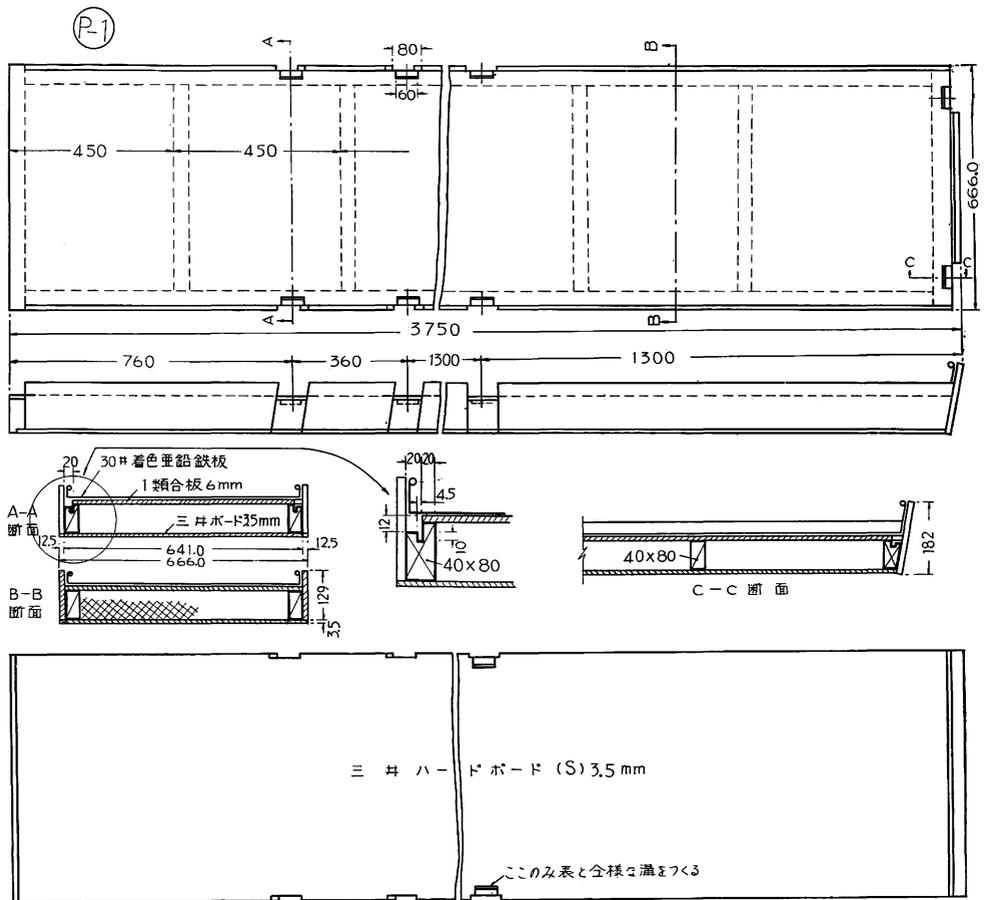


Fig. 6 A型家屋屋根パネル
Roof panel of type A house.

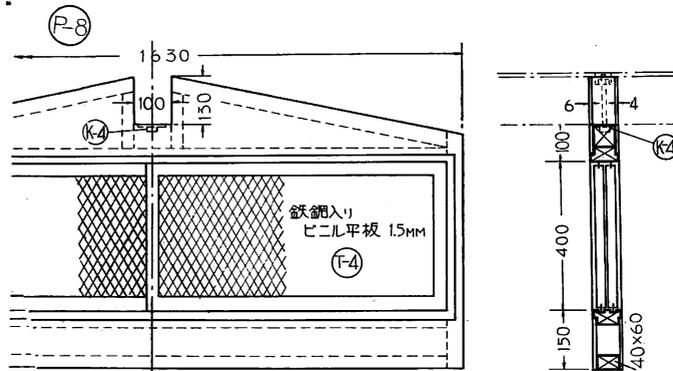
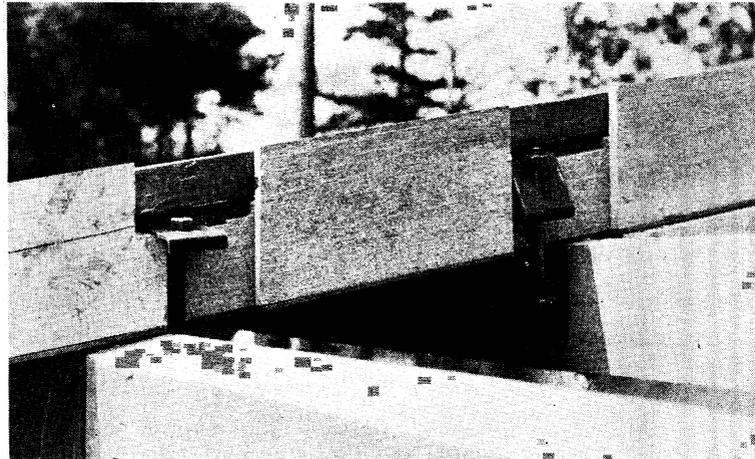


Fig. 9 らん間パネル
Transom panel of type A house.

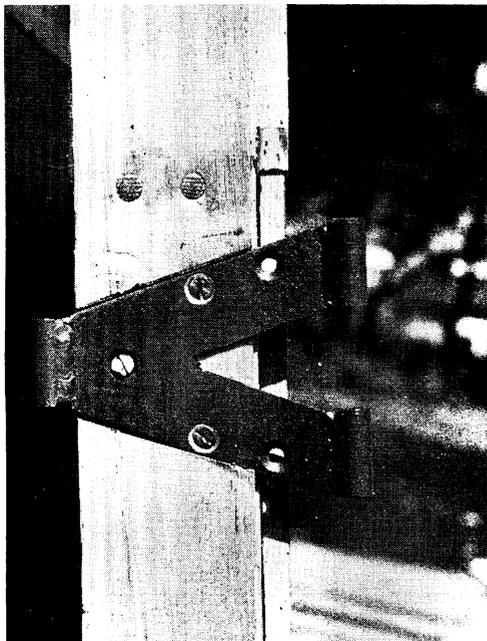


Phot. 7

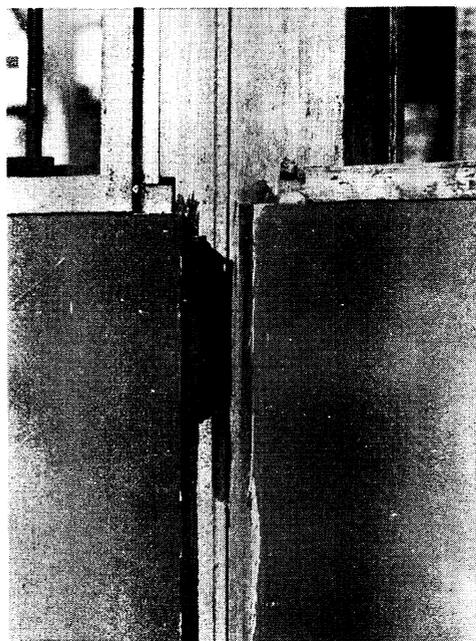
フレームやパネルの片面にボルトを取りつける必要のある部分には、ナット板 (K-3~5, Fig. 11) が用いられている。これは図に見られるように、鉄板に孔をあけ、裏面にナットを溶接したもので、材面に埋め込んで木ネジ止とし、表面からボルトを螺着するものである。

また、壁まわりのパネル相互の結合には、特殊なヒンジ (K-6~9, Fig. 11) が用いられた。この金具はパネルの両側に螺着されており (Phot. 8)、パネル相互が密着した時、軸に相当するピンを上から落とし込むと固定されるようになっていく (Fig. 9)。ヒンジが開閉に用いられるわけではないが、摺動させたい壁まわりのパネルを迅速に固定するには好都合なものであつた。K-8, 9は直角部分の固定に用いられ、K-6, 8はピンにかえてボルトを下から通し、P-1を同時に固定するためのものである。

妻の部分は、壁パネルと形状は異なるが、構造はほぼ同一の妻パネル (P-7) と、袖壁パネル (P-5) からなっており、この両者はともに床パネルの上に支えられ、P-7はP-4に、P-5はP-7に固定される。P-7はさらにらん間パネル (P-8) によつて結合され、P-7, P-8が、 B_1' , B_2' の端部を支えている。結合方式は壁パネルの場合と同様である。P-5には上部に出入口天井パネル (P-



Phot. 8



Phot. 9

2), 下部に靴摺(B-4)が取り付けられてこの部分を強化しながら出入口を構成する。

これではほぼ建物の構成が完成するわけであるが、屋根の雨仕舞のためにP-1相互の接続部(棟および瓦棒に相当する)には、K-20を端部を重ねあわせてかぶせ、K-21なるパネでとめてある。また、P-6は2枚おきに集成材を挟んでいるため床面にすき間ができるが、この部分には、床パネルと同一材料の目地板を落し込んである。床下は、基礎が地杭であるため、戸から中央通路へと吹抜けになっているので、通風をささげるために、地杭にそつて、通路側と戸外側から塩化ビニールの波板を釘止めしてある。建具は窓には硝子戸、網戸、雨戸の3種類を取りつけてあるが、敷居、鴨居は設計者の開発したK-16~18を用い、戸袋はない。扉はフラッシュドア両開きである。

それぞれのパネルの断面はFig. 3~9に示すとおりで、内外装仕上はTable 1に示してある。窓建具はFig. 10に、金具はFig. 11に一括して示したが、その必要個数ならびにこのほかに必要としたボルト類の種類と本数は後にTable 6に示したとおりである。なお、この建物についての一般仕様を次にかかげておく。

1. 集成材は厚さ9mmのエゾマツ挽板をラミナとし、尿素樹脂で接着。
2. 床パネルは木枠の上面にダイヤフロアを常温硬化石炭酸樹脂接着剤(セメダイン #108)にて接着、外壁面より約1mの部分に50mm厚スチロフォームを酢酸ビニール系接着剤(セメダイン#180)を点状に塗布して接着、その直下に6mm合板を枠に欠込みにしてある。
3. 壁パネルは木枠の両面に合板をセメダイン #108により接着、合板内面にアスフォイル(アルミニウム箔)をセメダイン #180を点状に塗付して接着。
4. 屋根パネルは木枠の屋根面に合板を、天井面にハードボードをセメダイン #108により接着し、軒

Table 1. A型家屋仕上表
Finishing of type A house.

	内 装 Interior	外 装 Exterior
屋根 (天井) Roof (Ceiling)	3.5mm ハードボードS張り, 無塗装。 3.5mm standard hardboard glued to frame, no coated	6mm type 1 合板上にカラー鉄板 (着色亜鉛渡鉄板)ぶき無塗装。 6mm plywood with galvanized sheet-iron glued to frame.
壁 Wall	4mm type 2 合板張りクリヤラッカー塗装。 4mm plywood coated with clear lacquer.	9mm type 1 合板張りビニラック塗装。 9mm plywood coated with vinyl paint.
床 Floor	16mm ダイヤフロア(ハードボード張り合板)無塗装。 16mm hardboard facing plywood glued to frame no coated.	6mm type 1 合板無塗装。 6mm plywood no coated.

Table 2. B型家屋仕上表
Finishing of type B house.

	内 装 Interior	外 装 Exterior
屋根 Roof	無 塗 装 No coated	10mm type 1 合板(フェノールレジンシートオーバーレイ)張り。 リップ面はフェノール樹脂塗布。 10mm phenol resin sheet overlay plywood with glued frame.
天井 Ceiling	20mm 厚ハニカムコアハードボード(ハードボード厚3.5mm)張り。 20mm honeycomb core hardboard glued to frame	—————
壁 Wall	”	5mm type 1 合板張りビニラック塗装。 5mm plywood glued to frame coated with vinyl paint.
床 Floor	”	5mm 合板張り無塗装。 5mm plywood glued to frame, nocoated.
湾曲部分 Curved wall	20mm 厚曲面合板張り。 20mm hardboard facing plywood	5mm 合板張りビニラック塗装。 5mm plywood glued to frame coated with vinyl paint.
間仕切 Boundary wall	3.5mm 厚ハードボード張り。 3.5mm hardboard glued to frame no coated.	—————

先約 45cm を除いて内部にスチロフォーム(25cm 厚)を床パネル同様に接着。

5. 棚パネルは木枠両面に他の部材と同様に合板を接着, 両面クリヤラッカー仕上。
6. 建具は木製とし, 窓は鉄網入りビニル平板張り戸, ビニル網戸, 片面フラッシュ合板張り雨戸の3枚を建て込む。出入口扉は合板張り両面フラッシュ戸。
7. 金具は鉄製であるが仕上は亜鉛メッキ塗装とする予定であつたが, 経費の関係で黒皮のままとし, 見えがかりは組立後ペイント塗装を施した。
8. パネルの接着はすべて室温(5~10°C)で行ない, 接着剤を刷毛ぬりして, 手締めにより圧縮し,

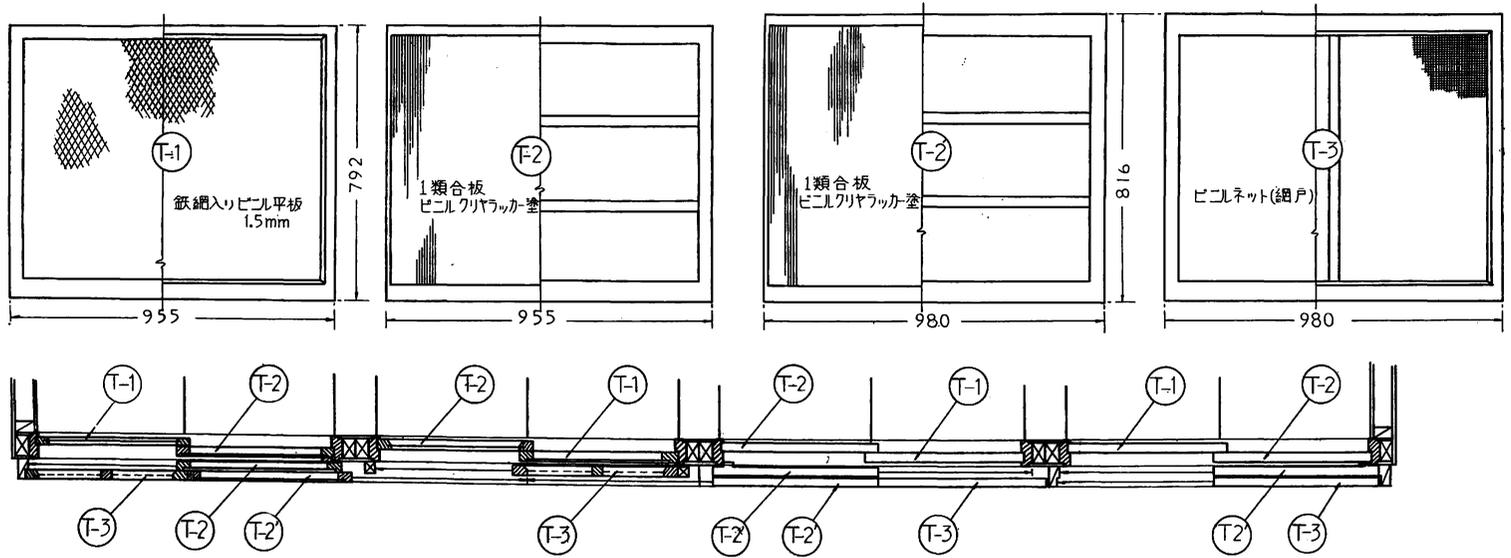


Fig. 10 A型家屋建具と建込図

Fittings of type A house.

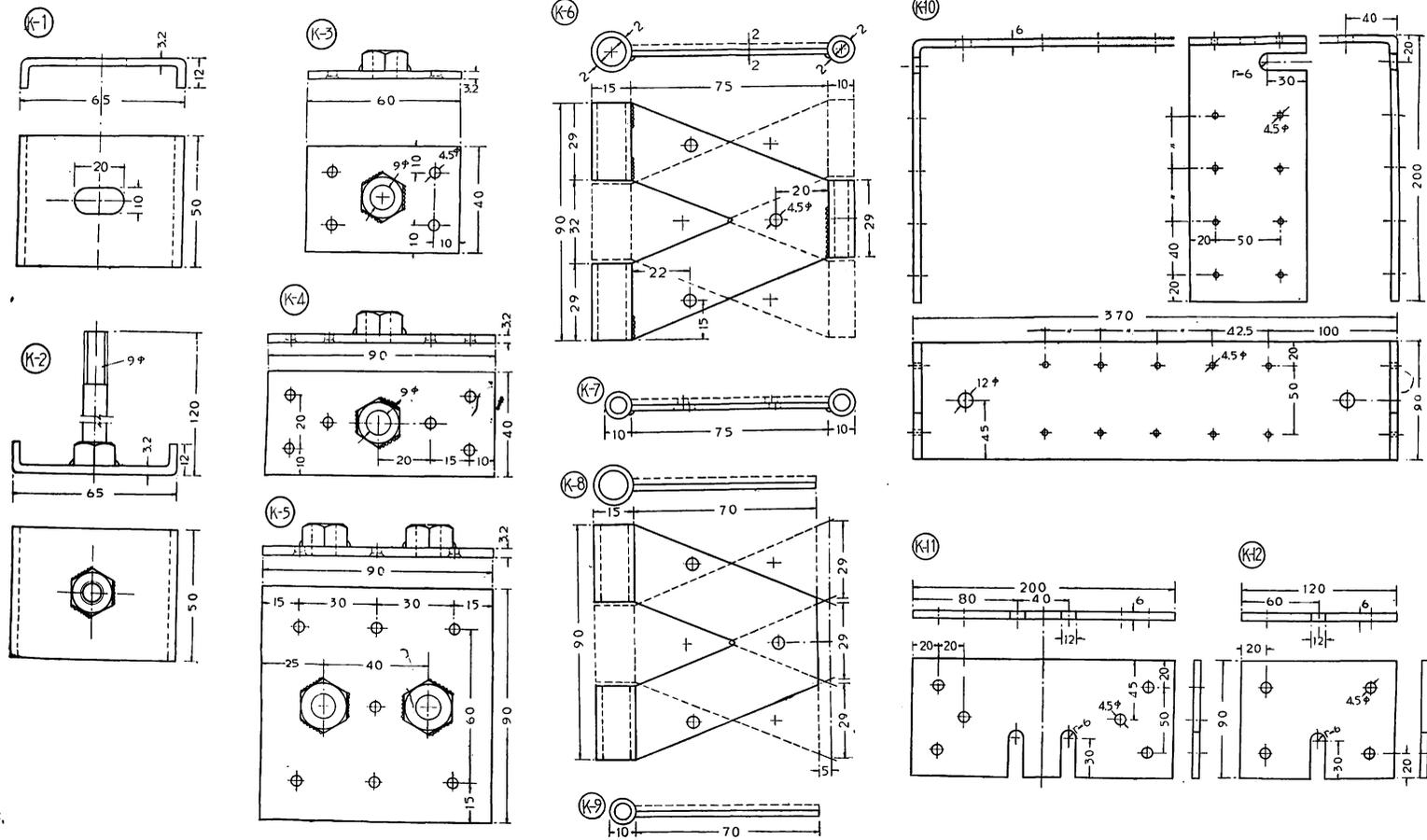


Fig. 11-a A型家屋金具
Metal fastenings of type A house.

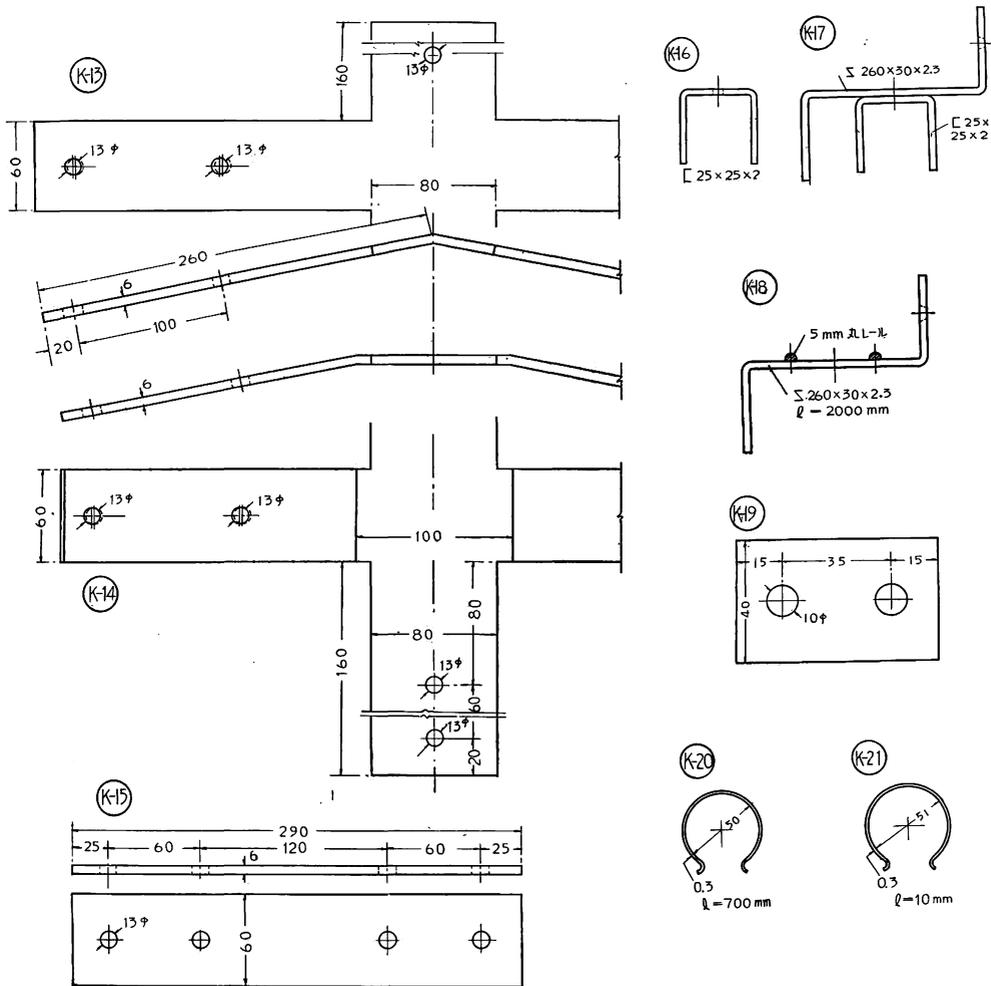


Fig. 11-b A型家屋金具
Metal fastenings of type A house.

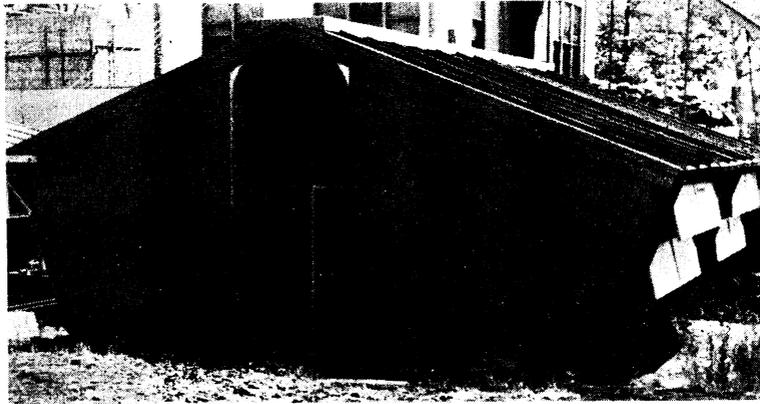
15~20時間放置した。なお、補助手段として部分的に釘および木ネジを接着剤に併用した。屋根用の鉄板は酢酸ビニル系接着剤(セメダイン #195)を条状に塗付し、手締圧縮して約12時間放置した。なお、枠材の組立は、接着剤(セメダイン108)を併用しながら木ネジおよび螺旋釘打により組み立てた。枠材は4面をプレーナー仕上げしてある。

この建物の設計にあたって設計者の意図したところは、フレーム構造に重点をおいて、パネルを応力外被と考え、外板パネルにプレースの役割を果たさせることであつた。主架構材として集成材アーチを考えた場合、集成材の垂直部分を側壁の面と一致せしめる方法と、土間にそつた床端の位置に置く方法が考えられる。前者は、荷重負担力が大きく、空間を有効に使用しうが、部材の大きさは大きくなって運搬しにくいほか、外気に直接接しやすい場所なので耐久性からは都合が悪い。後者は全くこれと逆である。したがつて、この設計では、その中間をとつて、垂直部分(柱)が外壁より若干内部に位置する本設計が選ばれた。この場合、空間が有効に使えないように考えられるが、このような作業宿舎においては、寝具その

他所持品等を壁際に置く習慣もあり、棚パネルの活用と相まって、実用上の不便はないものと考えられる。この試作家屋にあらわれた基本型は、平面図においては適当に変更して、炊夫室、炊事場や浴室等を設置することが容易にできるのもちろんである。

1. 3 寒冷地向宿舍

寒冷地向宿舍（Phot. 10, 以下B型と略称する）は、Fig. 12 に示すように、 $6,080\text{mm} \times 6,400\text{mm}$ の床面積を持っているが、この場合の1ユニットは、A型同様中央通路の延長方向に $3,200\text{mm}$ を1ユニッ



Phot. 10

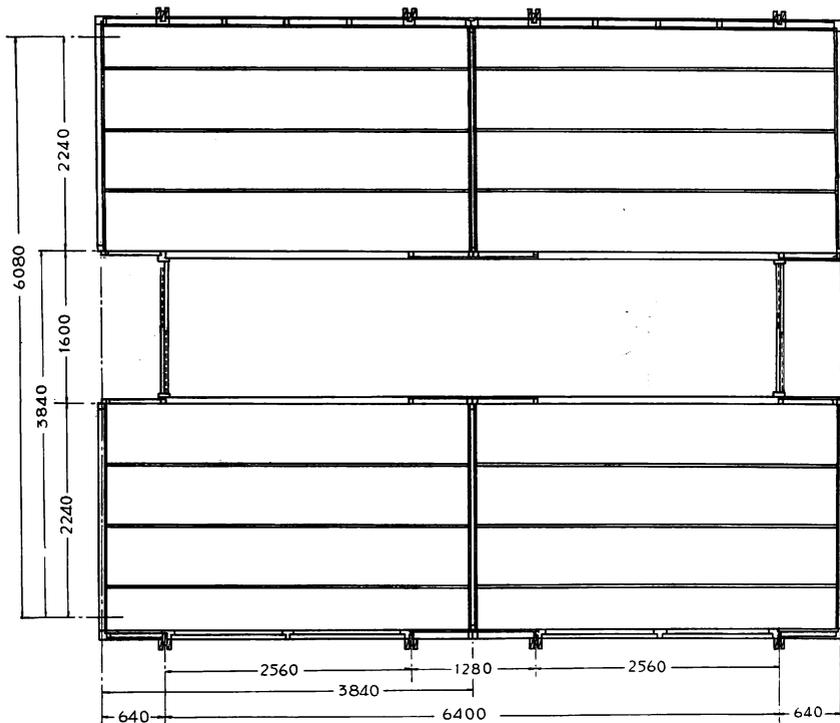


Fig. 12 B型家屋平面図
Ground plan of type B house.

トとして、希望の坪数まで建坪を増すことができる。それぞれのユニットは、Fig. 13 に示すように、船底型の断面を持っており、A型と同様にU金具 K-6 で地杭に固定された集成材の湾曲登梁（S-2）（Phot. 11）と集成材通直登梁（S-1）が柱および梁の役割を果たしている。

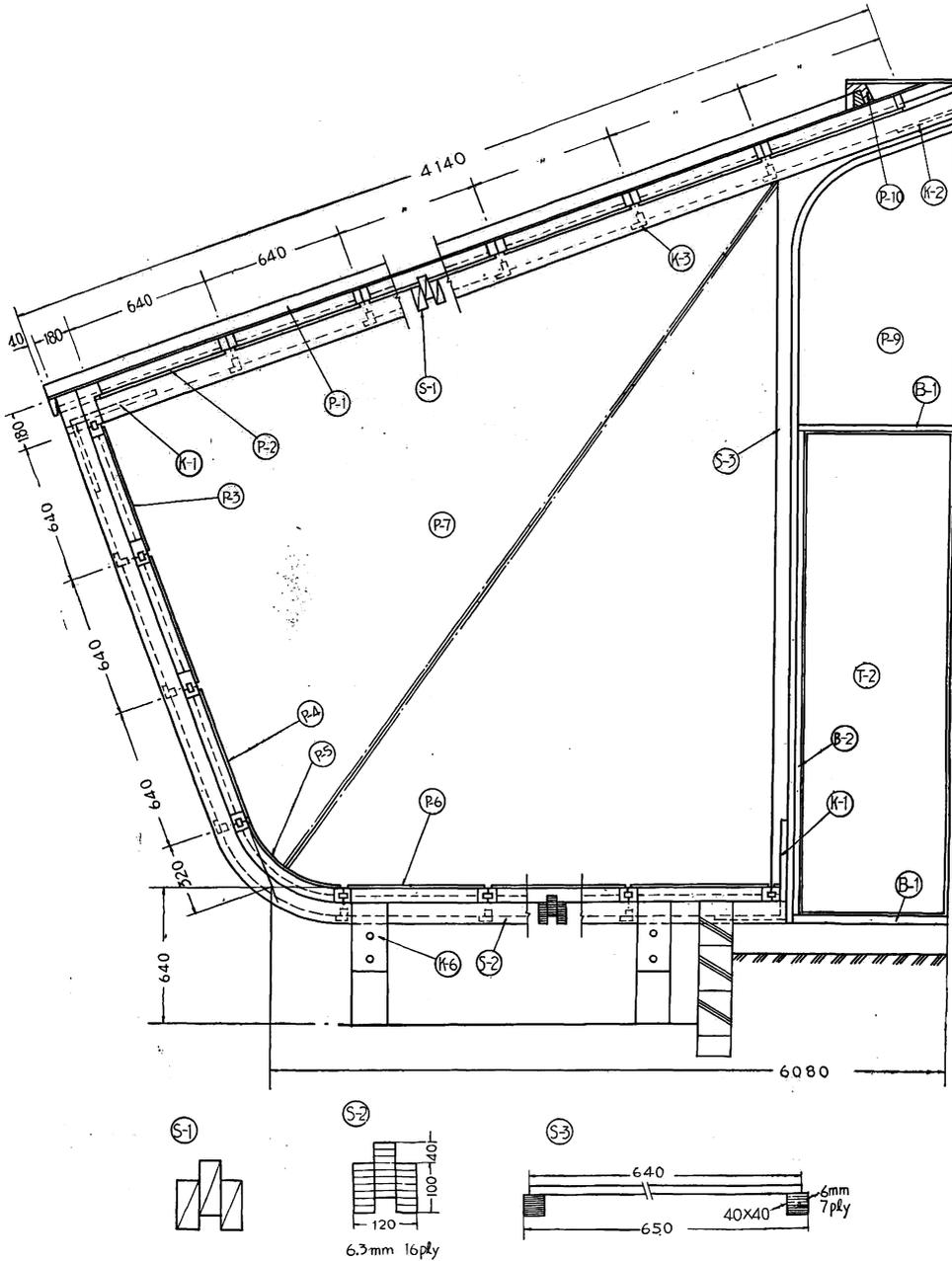


Fig. 13 B型家屋短計図および集成材梁
Cross section of type B house.

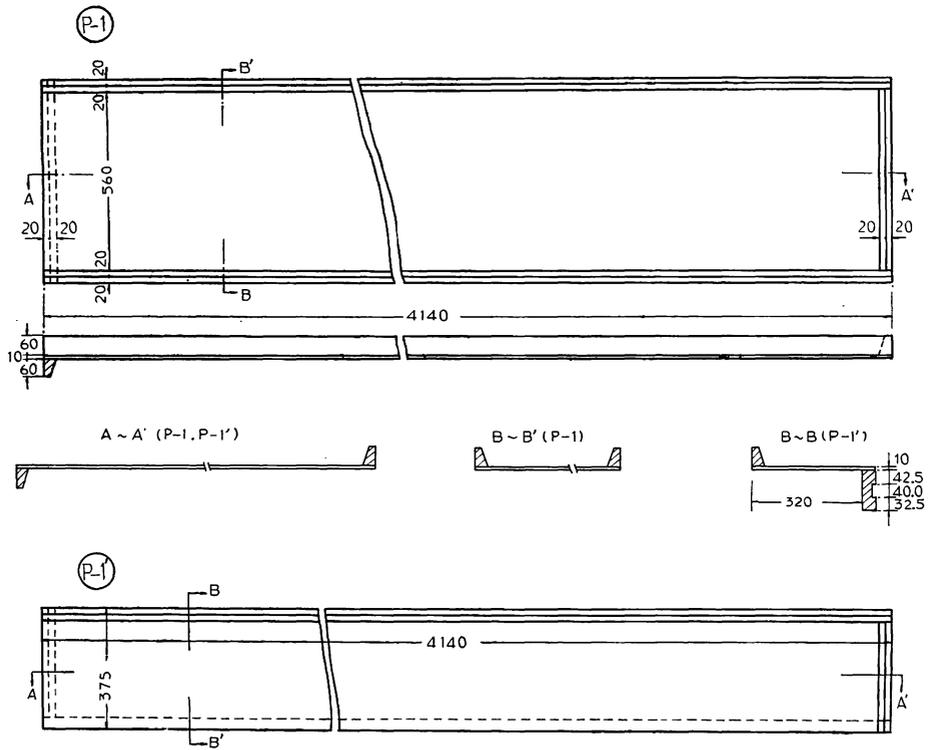


Fig. 14 B型家屋屋根パネル
Roof panel of type B house

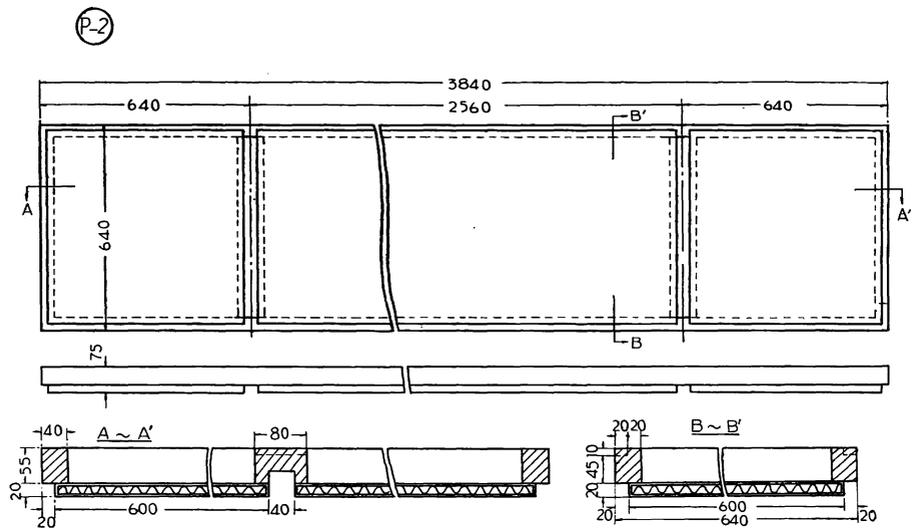


Fig. 15 B型家屋天井パネル
Ceiling panel of type B house.

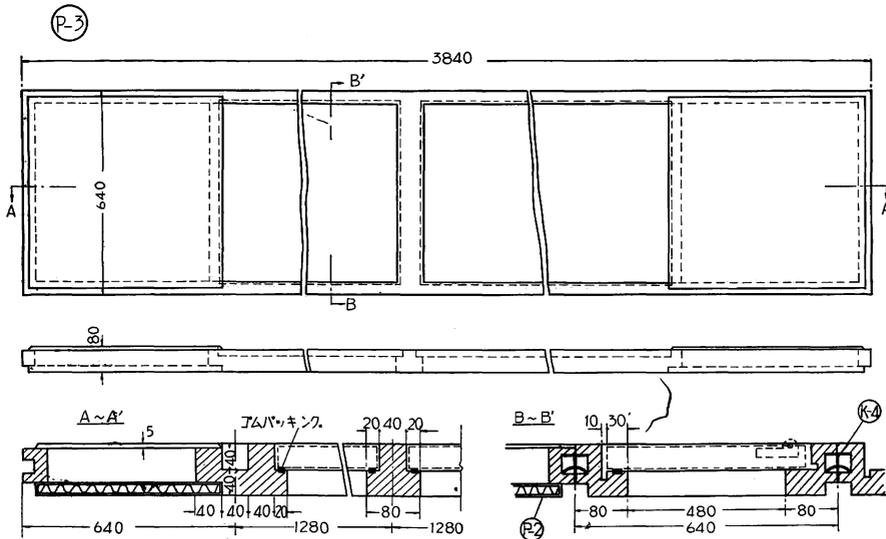


Fig. 16 B型家屋窓パネル
Window panel of type B house.

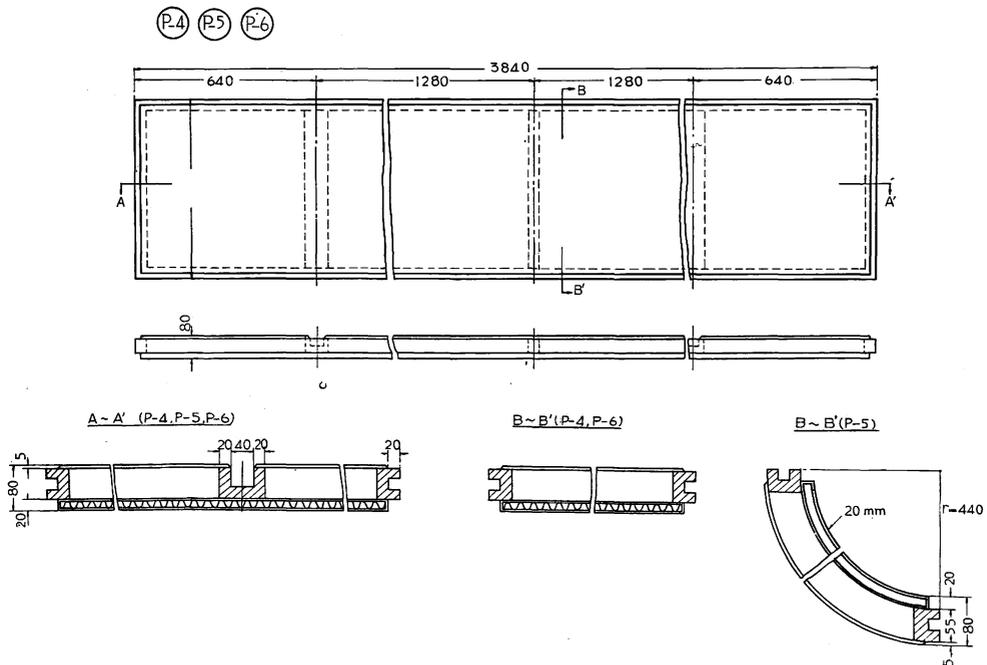


Fig. 17 B型家屋壁床パネル
Wall and floor panel of type B house.

S-1とS-2は直角金物(K-1)(Phot. 12), S-1相互は, 山型金物(K-2)によつて, 集成材の溝の部分でボルト結合されている。リップ付パネル(S-3)は, 図に断面を示すように, 20mm厚の曲面部分を持った合板(実際には時間および経費の制約から, 湾曲部分のみを別に製造し, 平面部分と連

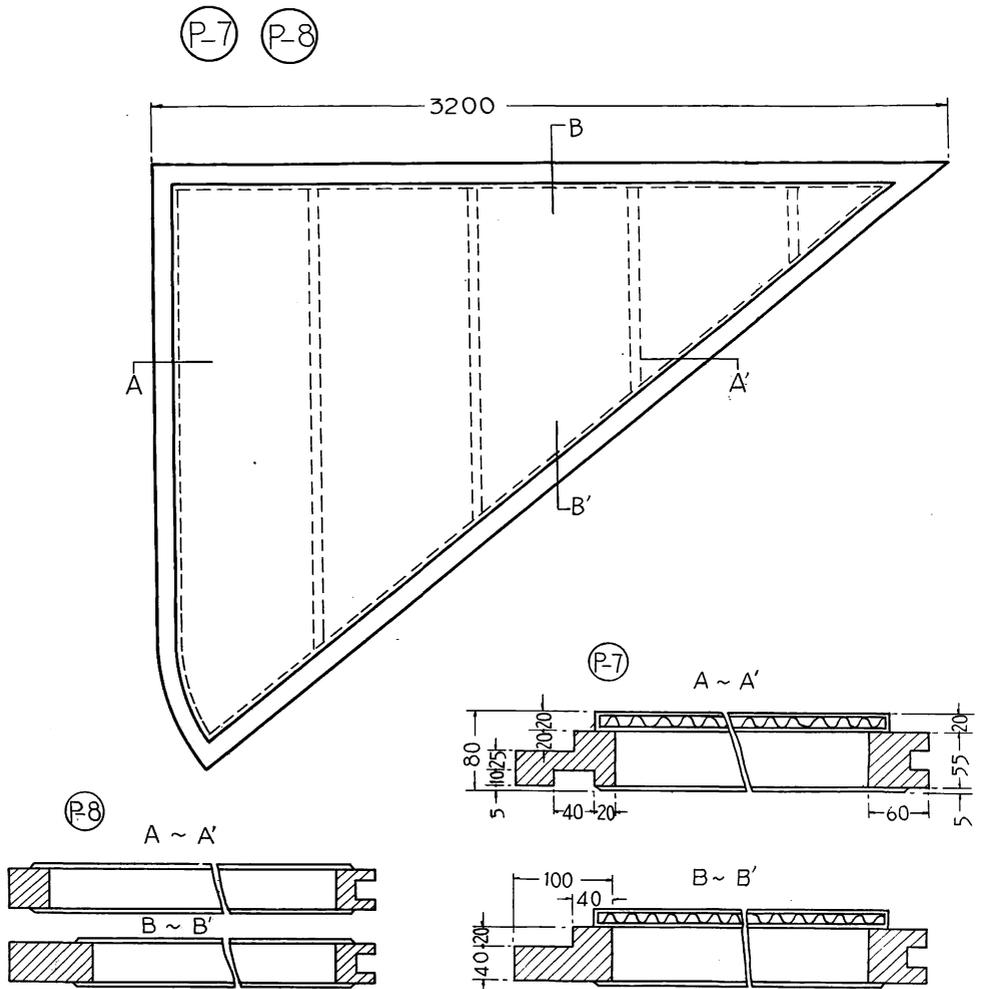


Fig. 18 B型家屋妻パネル
Gable panel of type B house.

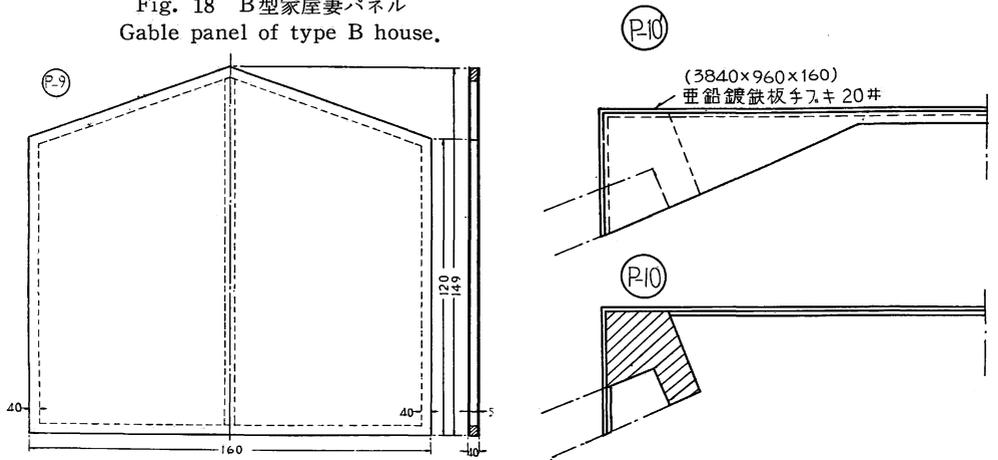


Fig. 19 B型家屋出入口パネル
Entrance panel of type B house.

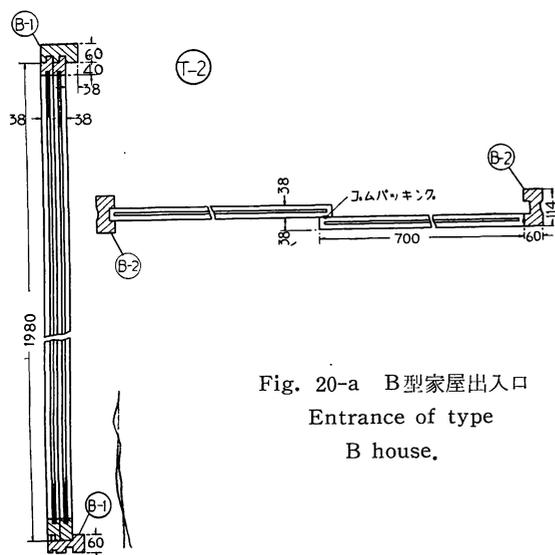


Fig. 20-a B型家屋出入口
Entrance of type
B house.

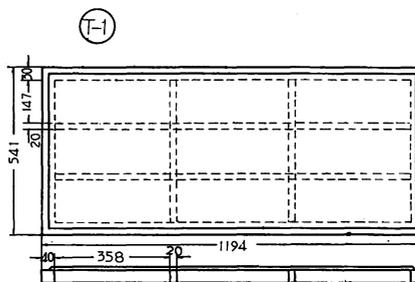
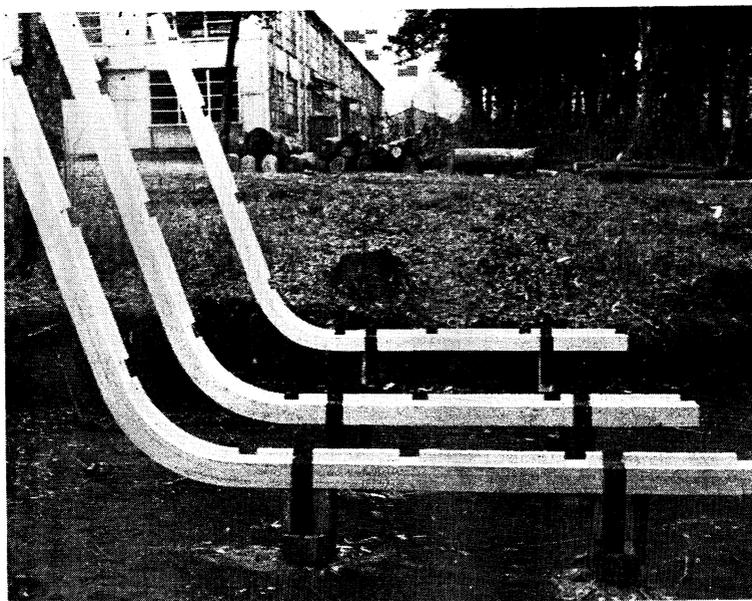
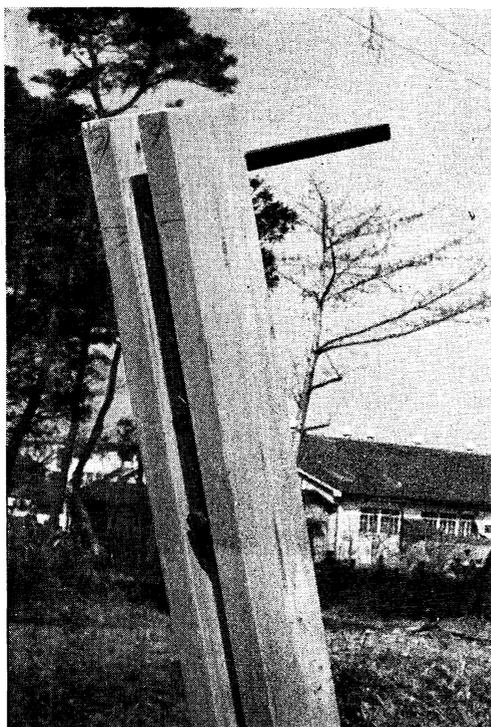


Fig. 20-b B型家屋天蓋および窓
Hood and window of type
B house.

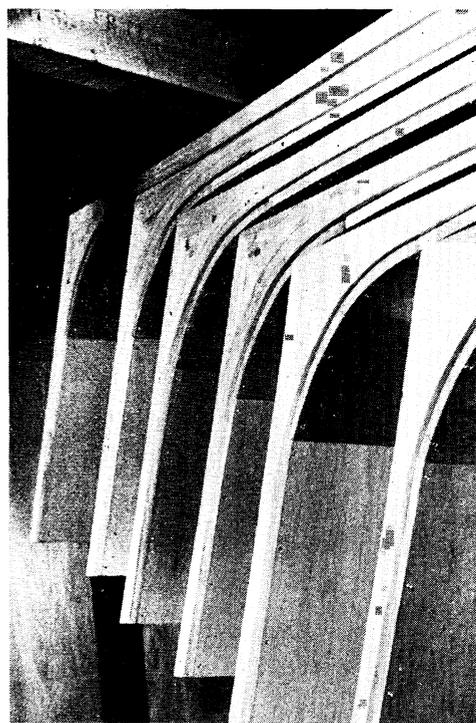
接して取りつけてある)と、垂直部分の断面 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ の集成材リップとを木ネジ併用で接着した部材で (Phot. 13)、横断面で建物の中央部分、平面ではユニットの両端部分で、上部はK-2により2本のS-1と一緒に、下部はK-1によりS-2の内端にボルト結合され、S-1とともに垂直荷重を支える役割を果たしている(Phot. 14)。2個ずつのS-1、S-2、S-3の組合せによる架構は2組が対になり、P-2~6のパネルにより妻方向に接続される (Phot. 15)。この建物は、やむを得ないもの以外なるべくパネルを主体とした構造をとる方針であつたので、妻方向には1本の桁も棟木もなく、すべてこのパネル群により接続され、固定されている。P-2~6のパネルは、すべて共通に長さ $3,200\text{mm}$ 、幅 640mm の



Phot. 11

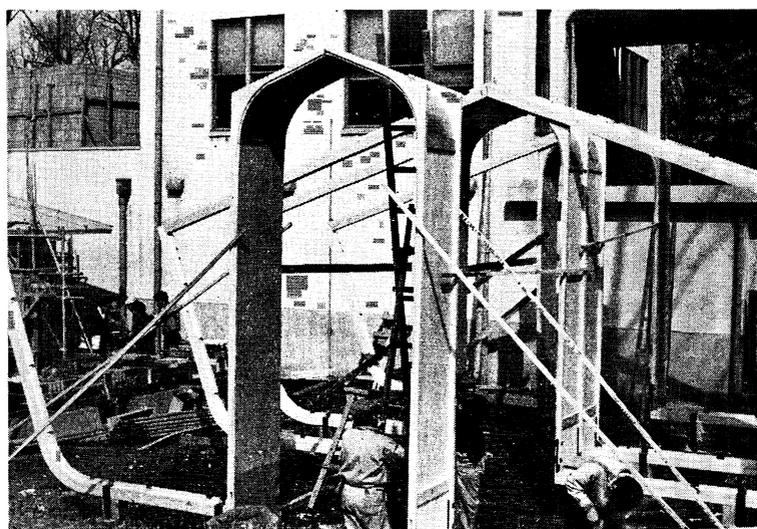


Phot. 12

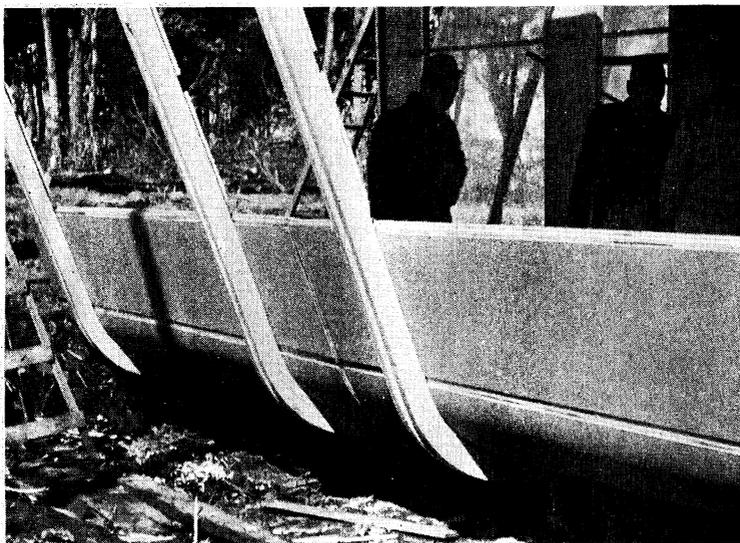


Phot. 13

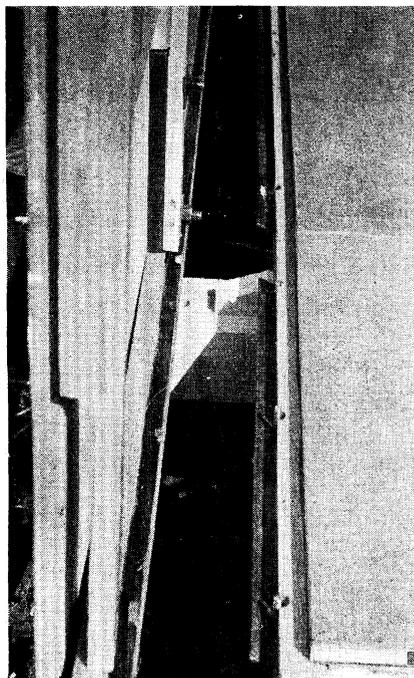
寸法と、共通の取付工法が用いられている。取付方法を説明すると、2枚のパネルはS-1, S-2の凸出部にはめ込まれるとき、相互の側面にある溝によってできた空洞中に金具つなぎ金物(K-4, Fig. 21)が Fig. 16 に例示するように入れられる (Phot. 16)。この金物は、K-4 E を K 4 A~D の数カ所に曲面の外側からねじ込んであり、ねじを十分にねじ込んでから空洞中に入れ、表面からドライバーでE金



Phot. 14



Phot. 15



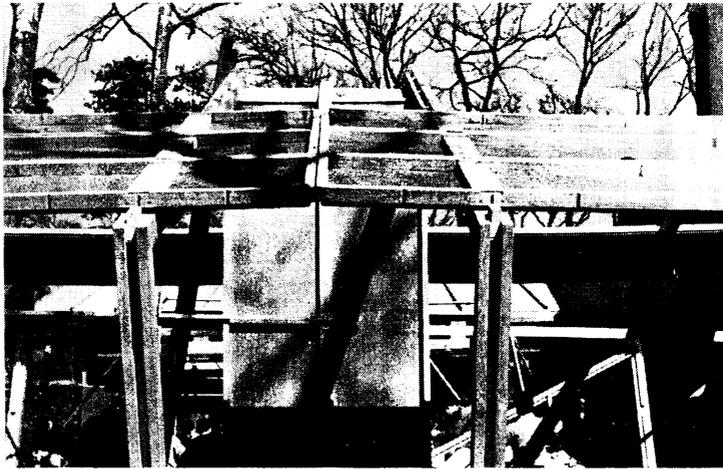
Phot. 16

具のねじ頭を回転してやれば、Eの平板部分はしだいに金具本体から離れ、結局パネル側面を内部から締めあげることになる。こうして2枚のパネルが連結したら、パネル接合線と集成材中心線の交点に集成材の凹側から、K-3 A (Fig. 21) を挿し込み (集成材およびパネル交点にはあらかじめ孔があけてある)、反対側からK-3 Bをあてて6φのボルトで締めつけて固定する (Fig. 13)。P-2とP-3の接合部には面戸 (B-7) を取り付け、補強をかねて隅部の処理をおこなっている。天井パネルはこのような取付法によつて、すべて横位置に取り付けられるが、これが屋根パネルをかねたのでは垂直荷重、特にこの場合は積雪荷重を支え、両仕舞をよくするには都合が悪い。このため、天井パネルの上にはさらに屋根パネル (P-1, Fig. 14) を (直角に) 取りつける (Phot. 17, 18)。

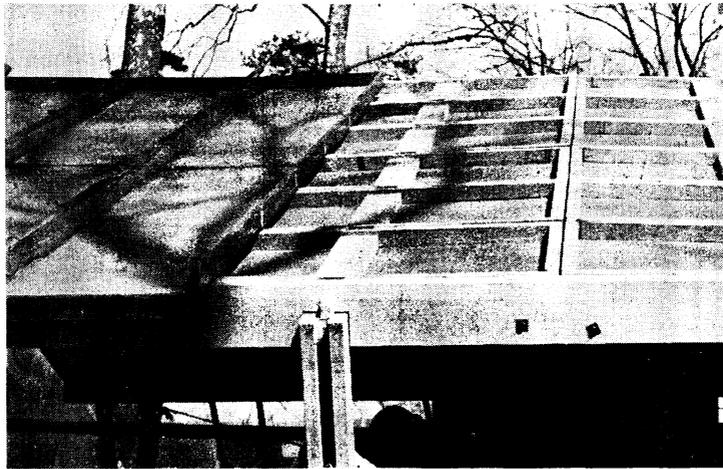
P-1はP-1相互の接線とP-2相互の接線の交点にボルト孔をあけ、P-1接線上に瓦棒に相当するアングル (K-5 A) を乗せ、瓦棒どめ (K-5 B) を上から貫通して、P-2の下側からK-5 Cをあて、ナットで固定する。雨水

の浸入を防ぐために、P-1とK-5 Aの接触線には断面10×20mmのコンプリバンドをはさみ、K-5 AとK-5 Bの接触面にはゴム製のパッキングK-5 Dを挟んでしめつけている (Fig. 21)。

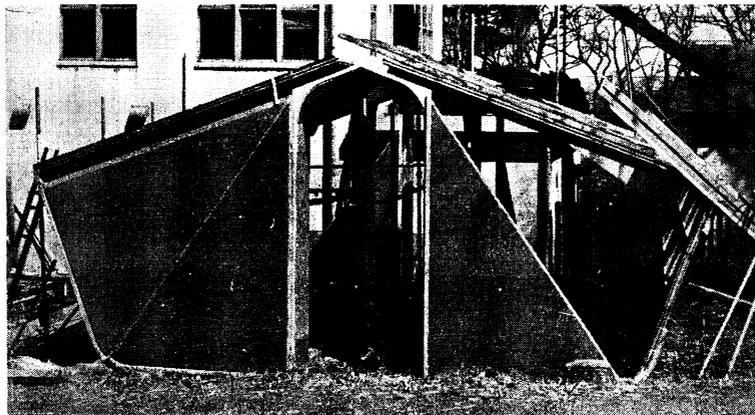
妻は妻パネル (P-7, Fig. 18) 4枚によつて構成される。P-7は左右対象の三角形の2枚のパネルを、中央で金具K-4により固定し、周辺のP-3~6およびS-3の端部にK-3を用いて固定する (Phot. 19)。K-3はA部分が屋内に位置し、角型の部分をパネル端部にあけた同型の孔の中に入れ、



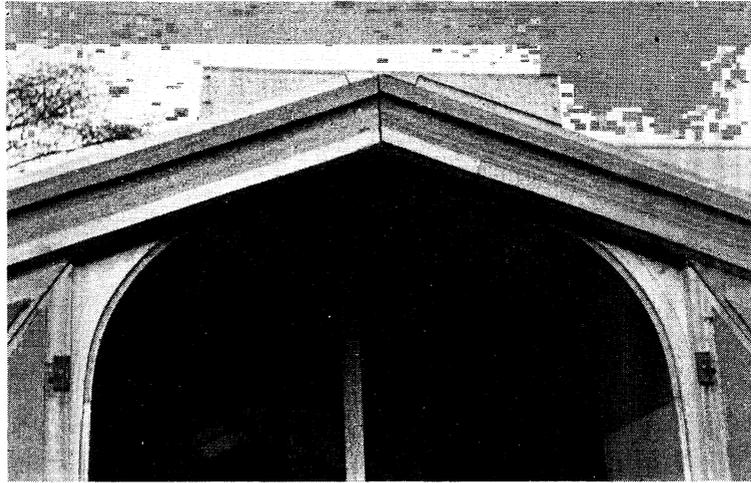
Phot. 17



Phot. 18



Phot. 19



Phot. 20

螺切部分をP-7のボルト孔にさし込み、外側からプレートBをあててしめつける。実際の作業としてはまず下側のP-7を固定し、次に上側のP-7をK-4を入れて妻面にあててK-3で固定し、最後にK-4をしめつけることになる。上側のP-7の上縁には、破風金物(K-7, Fig. 21)をとりつけた妻用の屋根パネルP-1'のK-7部分がはめ込まれ(Phot. 20)、P-1'の破風部分がP-7同様にK-3でP-2に固定される。天蓋パネル(P-10)は、当初プラスチック半円形断面のものを想定されたが、採暖のための煙突の貫通や、煙突から出る火の粉に対する考慮から、急に合板亜鉛鉄板ばりのパネルに変更されたものであり、強度的役割はあまりないので、試験家屋では単に上部からはめ込まれているだけである。

出入口の部分は戸当り(B-12)をS-3に取り付け、これに敷居鴨居(B-1)を取り付けて、出入口パネル(P-9)を鴨居の上におき固定する。取付固定はすべてボルトによっている。

なお、個々のユニットはすべて独立した状態になっており、隣接ユニットの接続はパネルを縦につなぐP-4と、両ユニットにまたがる部分の屋根パネルによるだけで、ユニットの連続による相加的な効果はあまり考えられないが、ユニットの接続面には、もし必要なら、間仕切パネル(P-8)をはめ込むことができるようになっていいる。P-8はP-7と同形であるが厚さが薄く、周辺のフレームを隣接ユニット間のP-3~6の端部のつくる凹部に落とし込み、P-2面から支持材で突張る構造になっており、間仕切をかねて妻パネル同様に側面からの水平荷重に対しての抵抗要素となつていいる。床下からの通風に対してはこの家屋では中通り土間の周辺のみをコンクリートブロックでかこみ、土間には土を盛りあげていいる。建具は、窓は両面ガラスライトばりのフラッシュ構造として耐寒性を持たせ、特殊な蝶番(K-9, Fig. 21)により片持回転窓とし開放時はK-8で支える構造であつて、K-9は、運搬時には窓の角度を変えるだけで容易に取り外すことができる。K-8はもつと余長の長い特殊支持具が設計されていたが、時間と経費の関係で試験家屋には一般市販品を使用した。扉も引違いでフラッシュ戸が予定されていたがとりあえず合板板戸を用いたものである。

それぞれのパネルの断面は Fig. 14~19 に示すとおりで、内外装仕上は Table 2 に示す。窓建具は Fig. 20 に、金具は Fig. 21 に一括して示したが、その必要個数ならびにこのほかに必要としたボルト

類の種類と本数は Table 6 にのべたとおりである。なお、この建物についての一般仕様は次のとおりである。

1. 集成材中 S-2 は幅 120mm、厚さ 6.3mm のエゾマツ挽板をラミナとして接着した湾曲集成材を 3 分割し、その 2 枚と、やや曲率の大きい 1 枚をあわせて凸凹の断面を持たせたもので、部材の取付を容易にするとともに、強度的には同一断面積で短形の場合に比し、約 6 割も有利になる。S-1 は S-2 と同一断面であるが、3 部分はエゾマツ素材の 40mm×100mm の厚板からなっている。S-3 はさぎにのべたとおりであるが、集成材部分はエゾマツの厚さ 6mm のラミナから成っている。集成材の接着剤はいずれも尿素樹脂接着剤である。

2. 屋根パネルは設計上の希望としては、連続した 1 枚の合板で作り、しかもその端部は瓦棒および棟木の位置において上方に屈曲せしめて、ちりとりのような形にしたかった。雨仕舞と耐久性の点からである。しかし、これは技術的には不可能なことではないが、同一形状の製品を相当多数に作る場合でないと長尺のプレスおよび縁の曲げ型を用意することが困難であるので、試験家屋には 641mm×1,880mm サイズの合板をスカーフ比 10 : 1 でスカーフジョイントし、周辺には素材のリップを接着して用いざるを得なかった。接着剤はセメダイン #108 で、接着法は A 型の場合に準じた。

3. 壁、窓、床、妻パネルは三井軽量プライロンを仕上材兼断熱材として内面に、外面に合板をセメダイン #108 ではつたが、湾曲壁パネルのみは工作の容易さから三井曲面プラインを内ばりとした。なお、間仕切パネルのみは酢ビ・合成ゴムエマルジョン（日吉エマ）を用いた。

4. 窓建具はガラスライトを木枠の両面にガラスライト接着剤を用い、真鍮釘でとめて接着した。

5. その他接着ならびに金具については、A 型の場合と同様である。

この建物は設計者によつて、パネル構造を中心に考えられた。その大きな特徴の 1 つは、すべてのパネル、したがって建物の構成そのものが 640mm を基準とするモジュールによつて組み立てられていることである。このパネル幅は重量による運搬性を考慮して選ばれたものであるが、これによつて、屋根パネルと妻部分を除くパネルはすべて 640×3,840mm の共通寸法となり、パネルの木枠にも原板にも互換性があり、パネルの取扱にも好都合であるとともに量産に有利になつている。第 2 にジョイントの数をへらし、組立上の狂いをも避ける目的で床梁と柱に相当する集成材を一体化したことにより、船底型の断面をとらしめた点がこの建物の外観を決定づけている。屋根勾配は、積雪地に適応するように急勾配をとつてあり、湾曲集成材と通直集成材の接手は直角に構成されているので側壁は傾斜し、堆雪および垂氷の影響をなるべく避けるように配慮されている。しかし、一方このために通直集成材のスパンはかなり長いものとなり、強度的には都合が悪くなつている。実用に供する場合には、室内で窓の直下に棚を設けて空間利用率を増し、集成材面から妻または間仕切までの 640mm の部分を挿入に利用する配慮が払われている。ユニットを個々に独立させていることは、組立基準線（集成材の位置）と部品基準線（P-2～6 の端部をつらねる線）を 640mm ずらしてあることによつて、ユニットまたはパネルの調整面と構造の調整面を切りはなして、組立上の逃げをとるためである。平面図においての変更が自由なのは A 型の場合と同様である。

1. 4 部材構成と製造上の問題点

両家屋の部材一覧表を Table 3 および Table 4 に、試作家屋についての数量を Table 5 および 6 に示す。A 型にはパネル（P）および構造内法材（B）の種類が少なく、金具の種類が多く、B 型はこれに反する。部品の総数は、部材が細分化されている関係で B 型の方が A 型より 2～4 割程度多い。これら

Table 3. A型家屋部材一覧表
Parts of type A house.

記号 Mark of parts	名称 Name of parts	記号 Mark of parts	名称 Name of parts.
S-1	湾曲梁 Curved laminated beam	K-5	ナット板 Nut plate
P-1	屋根パネル Roof panel	-6	ヒンジ Hinge
-2	出入口天井パネル Ceiling panel at entrance	-7	"
-3	壁パネル Wall panel	-8	"
-4	棚パネル Shelf panel	-9	"
-5	袖壁パネル Wing wall panel	-10	棚金物 Shelf fastener
-6	床パネル Floor panel	-11	"
-7	妻パネル Gable panel	-12	"
-8	らん間パネル Transom panel	-13	十字金物 Cross-type metal plate
B-1	棟木 Ridge piece	-14	"
-1'	"	-15	短冊居 Strap
-2	肩桁 Edgeways purlin	-16	窓鴨居 Window head jamb
-2'	"	-16'	"
-3	床桁 Floor joist	-17	雨戸鴨居 Head jamb of rain sliding shutter
-4	床靴 Saddle	-18	"敷居 Sill of rain sliding shutter
-5	戸当り Door stop	-19	小屋どめ Tension plate
T-1	明り戸 Sliding window	-20	瓦棒 Roll
-2	外雨戸 Rain sliding shutter	-21	瓦棒どめ Roll clip
-2'	"	N-1	9φ × 24
-3	網戸 Screen	-2	" × 120
-4	らん間引戸 Transom sliding window	-3	" × 120
-5	出入口扉 Entrance door	-4	" × 120
K-1	屋根どめ a Roof clamp	-5	" × 180
-2	" b " "	-6	" × 270
-3	ナット板 a Nut plate	-7	12φ × 140
-4	" b " "	-8	" × 180
		-9	4.5φ × 95
		-10	9φ × 210

備考
Remark

S: 集成材梁 Glued laminated beam
P: パネル Panel
E: 構造内法材 Structural inside member
T: 建具 Fitting
K: 金具 Metal fastening
N: ボルト・ナット Bolt and nut

Table 4. B型家屋部材一覧表

Parts of type B house.

記号	名称	記号	名称
Mark of parts	Name of parts	Mark of parts	Name of parts
S-1	通直登梁	B-7	面開口下風止戸
-2	湾曲登梁	-8	破風板
-3	リブ付パネル	-9	Opening stopper
P-1	屋根パネル	K-1	直角金物
-1'	屋根パネル端部	-2	山型金物
-2	天井パネル	-3A	プレート
-3	窓壁パネル	-3B	つなぎ
-4	湾曲壁パネル	-4A	緊張ねじ
-5	床パネル	-4B	瓦棒どめ
-6	妻パネル	-4C	天井プレート
-7	妻パネル	-4D	パッキング
-7'	妻パネル(逆サイズ)	-4E	U型金属板
-8	間仕切りパネル	-5A	破風金物
-8'	間仕切りパネル(逆サイズ)	-5B	破窓あおりどめ
-9	出入口パネル	-5C	
-10	天蓋端部	-5D	
-10'		-6	
T-1	窓	-7	
-2	出入口扉	-8	
B-1	出入口、敷居、鴨居	-9	
-2	出入口戸当り	N-1	9φ×80
-3	床下風止板	-2	"×120
-4	床目板	-3	"×160
-5	床板鼻隠	-4	"×200
-6	天井パネル鼻隠	-5	6φ×120

備考 Remark

S: 集成材梁 Glued laminated beam

P: パネル Panel

B: 構造内法材 Structural inside member

T: 建具 Fitting

N: ボルト・ナット Bolt and nut

Table 5. 部 材 数 量 表
Number of parts.

A 型 家 屋 Type A				B 型 家 屋 Type B			
部 材 Parts	数 量 Number			部 材 Parts	数 量 Number		
	全 Total	側 壁 用 Side	妻 用 Gable		全 Total	側 壁 用 Side	妻 用 Gable
S-1	6	6	0	S-1	8	8	0
				S-2	8	8	0
				S-3	8	8	0
P-1	28	24	4	P-1	22	22	0
P-2	2	0	2	P-1'	4	0	4
P-3	8	8	0	P-2	24	24	0
P-4	4	4	0	P-3	8	8	0
P-5	4	0	4	P-4	4	4	0
P-6	16	16	0	P-5	4	4	0
P-7	4	0	4	P-6	12	12	0
P-8	2	0	2	P-7	4	0	4
				P-7'	4	0	4
				P-8	2	0	2
T-1	10	10	0	P-8'	2	0	2
T-2	6	6	0	P-9	2	0	2
T-2'	10	10	0	P-10	2	2	0
T-3	8	8	0	P-10'	2	0	2
T-4	4	4	0	T-1	16	16	0
T-5	4	0	4	T-2	4	0	4
B-1	2	2	0	B-1	4	0	4
B-1'	2	0	2	B-2	4	0	4
B-2	0	0	0	B-3	4	4	0
B-2'	4	0	4	B-4	40	32	8
B-3	8	8	0	B-5	4	4	0
B-4	2	0	2	B-6	4	0	4
B-5	4	0	4	B-7	4	4	0
				B-8	2	0	2
				B-9	4	0	4
S Sum	6	6	0	S Sum	24	24	0
P Sum	68	52	16	P Sum	96	76	20
T Sum	42	38	4	T Sum	20	16	4
B Sum	22	10	12	B Sum	70	44	26
総 計 Total	138	106	32	総 計 Total	210	160	50

Table 6. 金具数量表
Number of metal fastenings.

A 型 家 屋 Type A				B 型 家 屋 Type B			
部 材 Parts	数 量 Number			部 材 Parts	数 量 Number		
	金 Total	側 壁 用 Side	妻 用 Gable		全 Total	側 壁 用 Side	妻 用 Gable
K-1	106	96	10	K-1	16	16	0
K-2	24	24	0	K-2	4	4	0
K-3	44	24	20	K-3			
K-4	46	30	16	A	128	88	40
K-5	6	6	0	B	128	88	40
K-6	6	6	0	K-4			
K-7	14	6	8	A	4		4
K-8	4	0	4	B	32	32	0
K-9	12	0	12	C	16	16	0
K-10	8	8	0	D	32	0	32
K-11	8	8	0	E	240	160	80
K-12	16	16	0	K-5			
K-13	3	3	0	A	24	24	0
K-14	3	3	0	B	144	144	0
K-15	12	12	0	C	144	144	0
K-16	8	8	0	D	144	144	0
K-16'	2	0	2	K-6	16	16	0
K-17	8	8	0	K-7	4	0	4
K-18	8	8	0	K-8	16	16	0
K-19	6	6	0	K-9	8	8	0
K-20	170	156	14				
K-21	212	192	20				
N-1	48	40	8	N-1	16	16	0
N-2	102	68	34	N-2	12	4	8
N-3	16	16	0	N-3	48	48	0
N-4	22	22	0	N-4	48	48	0
N-5	44	40	4	N-5	128	88	40
N-6	8	6	2				
N-7	18	18	0				
N-8	12	12	0				
N-9	38	18	20				
N-10	10	6	4				
K Sum	726	620	106	K Sum	1,100	900	200
N Sum	318	246	72	N Sum	252	204	48
總 計 Total	1,044	866	178	總 計 Total	1,352	1,104	248

部材の構成がいかなる性能を産み出すかは、これら試作家屋の作業性、強度的性能、居住性能などから検討してゆくわけであるが、ここではそれに先だつて、試作家屋を製造し実際に組み立てて見るることによつて明らかになつた構成上、製造上の問題をのべておく。

試作家屋は林業試験場に搬入されたものを強度研究室に隣接する空地に建設し、直ちに第1回の強度試験をおこなつたものであるが、この第1回の組立は、いわゆる組立というよりは、むしろ仕上に近いもので、金具にあわせてボルト孔をあけたり、部分的な切欠きを作つたりする工程は、部材を順次組み立てながらおこなつた。これは年度末で時間的余裕が無く、仮組立を省略して部材合わせと同時に本組立をおこなつたからであるが、そのために設計時には考えられなかつた問題点をも観察することができた。

A型家屋は、さきにも述べたように部材の種類や数量が少なく、必然的にパネルは大型化している。B型の場合パネルは妻および間仕切パネルを除きほぼ30~35kg前後の重量であるが、A型では50~70kgくらいのパネルが主である(Table 24)。この大型化は、その作業性に影響をおよぼすであろうことが考えられるが、今回のように4名以上の作業者が集積場所と近接地点に組み立てるような場合には、特に能率が悪かつたようには見られなかつた。むしろ、作業能率の点では、金具とボルトナットの利用の仕方の問題があり、特に後者の種類の多いことが、作業者に混乱を起こさせ、たとえば短いボルトを用いるべきところに同径の長いボルトを使つてしまい、あとでボルトが不足になるとか、N-2~4のように同径同長のボルトで並ボルト、両ネジ切のもの、先端を曲げたものなどある場合使用法を誤まる等の混乱が見られた。ボルト径はなるべく種類を少なくし、長さは1~2種類に統一し、金具もたとえばK-3~5を共通型式にするとか、K-6~9もなるべく集約化するといつた簡易化が、作業性の上からも、製造コスト低下の上からも望まれた。

B型家屋についていえば、パネルは細分化されて小さく、したがつて数量は多くなり、金具の個数も多くなつたため、組立に要する正味時間は後述のごとく多くなつた。しかし、一面金具の種類が少ないところから、作業上の待ち時間はかなり少なく済む利点もあつた。なお、パネル全体の加工費がパネル総価格に占める割合はTable 17 aに示すごとくで、A型の34.7%に対しB型23.8%と低く、パネルの単純化の有利さを物語っている。

金具ははじめの計画では錆付を防ぐためメッキを施す予定であつたが、経費がかかりすぎるためと、ネジ山がメッキしても摩擦によつて剥離し、結局は錆をまねくおそれからあえて黒皮のまま使用した。その結果、使用約1年で部分的には錆付いて動きにくくなつた部分も見られた。2年後でも組立解体ができなくなるほどではないが、錆は進行してきている。したがつて、この種の家屋では極力金具の数量を減じて金具価格の上昇を防ぎ、一方ボルト・ナットの類はなるべく径の大きいものを用い雨露にあたらぬように設計して錆付きを防ぎ、さらに重要部分はやはりメッキその他の保護被覆をほどこす必要がある。たとえば後にのべるように、B型のK-4は木材の雇い核に換へるし、K-3 Aは簡単な座板付きのボルトにかえる可能性がある等若干の改変が必要であろう。

金具を用いた組立方式と関連して、隙間の処理問題がある。A型では、P-3相互の隙間処理は、外装合板の端部に合板にそつて細溝をあけておき、組立と同時にこの部分に厚手のビニールベルトをはさんでおり、P-3の外装合板は下にのびてP-6の端部をつつむようになっていたが、その他はたち上がつてから適当なコーキング剤で充填する考え方であるが、ビニールベルトはK-6~9のために施工がむずかしく、コーキング剤は再組立の場合に不便がともなうので、結局は設計上たとえばA型P-3対P-6のよう

に、隙間を極力防止する構造をとることが望ましい。この点はB型の場合も同様で、P-2～6の横方向の接目はK-4で隙間がないが、他の部分はすべて隙間にコンプリバンドを夾んで気密性を保たしめる構造である。コンプリバンドは取付けさえ上手に行なわれれば、かなり気密効果はあり、耐久性もあつたが、やはり再組立に問題点のあることと、試作家屋1棟に3万円とかなり高価であるので、この場合適当なものではなかつた。このような補足材料を必要としない構造が望ましい。わずかの隙間は後の報告でのべるように、予想以上に断熱性を悪くし、遮音その他にも不利な結果をもたらすものであるから、隙間の処理は今後設計上の1つの重要課題となるであろう。

さて、両家屋の材料として用いられた素材はすべてラワンであつたことは前にのべたが、その理由の1つは、たまたまラワン材が入りやすかつたというよりも、一般針葉樹用材で、設計に指定した寸法のもの市場になかつたことによる。設計寸法は一般には用材規格に定められたものを用いてあり、特殊なものあまりなかつたが、業界においては用材規格の寸法を必ずしも準備していないので、新たに製材してゆかねばならなかつたものであるが、供給者側では作つても使つてもらえないから作らぬといい、設計者側では使いたくても市場にないから使えぬという悪循環は、強い行政力で断ち切つてもらいたいものである。寸法の規格はないが、同様のことはボード類にもいえる。この方はむしろ需要を喚起することによつて新たな標準寸法が生まれてくることを考えるべきであろうが、傾斜方向を長手とする屋根、天井材等を考えると、通常の家屋ではどうしても長さ3.5m以上の1枚板がほしくなつてくる。試作家屋では長尺の合板はスカーフジョイントまたはバットジョイントによつているが、基本的には当然将来は屋根用としての1枚板が考えらるべきであろう。同時に屋根の場合、雨仕舞を考慮すると、屋根部材としては、縦方向に長い形式をとるかぎり、上縁と側縁が上方に屈曲し、下縁は下側に屈曲した形の成型合板が用いられることが望ましい。B型家屋はこのような型式を想定し、その表面にオーバーレイした合板を用いることを前提としていたが、模型的に近似の構成をとつたため図に示すような構造となつたものである。

治具の問題としては、部材構成の際に湾曲した合板と、湾曲した骨組材や集成材は別個の治具で作られていたため、曲率が正確に合わず、製造に手数がかかつた。これも将来の形としては治具が整備され、各部材に共通になれば解決する問題である。

骨組と合板や繊維板との接着は、適当な手締治具を用いたが、治具の回転能率も悪く、若干の接着不良箇所も見受けられた。製造作業の能率と、強度的な安全さを考えると、むしろ、特殊な場所以外は、つとめて接着圧縮のために釘打を併用する形式が一般的であると考ええる。さらになし得れば、接着強度をあげるために、常温接着ではなく高周波加熱が併用されることも望ましい。

完成した部材は、各部の寸法をあたつてみると、かなりよい精度で設計図に忠実な寸法をとつていた。にもかかわらず、組立を開始してみると、部材のおさまりは思いのほか悪く、3.に後述する屋根パネルのごとく取付けが困難になり、かなりの部材が最初は部分的に削り縮めながら組み立てる必要があつた。これは、部材が正確に割出された寸法をとつたとき、わずかの反り、振れ、波打ち等の狂いがあれば、これは部材接合に際してはことごとく正の誤差として累積されるからであることが明らかとなつた。この誤差がどの程度のものであり、したがつて部材は割出し寸法よりどの程度減寸して作らるべきかは、部材により異なり、すこぶる複雑である。たとえばB型家屋のパネルP-3～6を例にとれば、このパネルの全長は3,840mmである。木構造関係では曲げ材の撓み限度の大略の標準と考えられる反りの矢高と弦長の比を $1/200 \sim 1/400$ ⁹⁾としているが、P-3～6のすべてを実測してみた結果、ほぼこの許容度の1/10すなわち、

1/2000~1/4000の減寸をしておけばよいように見受けられた。もつともはめこみの困難であつたP-5では1/420の減寸を必要とした例もあるがこれは例外と考えるべきであろう。このような減寸は、もしパネルに狂いが皆無の場合には隙間として家屋の性能に悪影響を与えるので、減寸の基準についてはもつと多くの事例について慎重に検討することが必要であろう。部材の厚さが薄く、長さも長く反張を起ししやすい場合には、それ以上の反りも見られたが、これはむしろ製造上の問題、たとえば乾燥度のムラ、製造直後の堆積法の不備などに原因があり、量産工程では解消すべきものであつて、減寸の基準としては考慮する必要はない。このような部材精度の問題は、プレファブ木造家屋を推進するうえには重要な問題であり、逃げをいかにとるかの施工法とも相まつて、さらに多くの研究が進められることを期待する。たとえば、A型家屋のP-3は、S-1をはさんだP-6相互の接統面にボルト締め逃げがあるため、側面を削らずにすんだパネルであるが、第1回組立時より約2カ年を経過した現在ではP-3相互の接触面に、約3mm程度の空隙(1パネルあたり弦長比1500分の1)を生じている。これはK-6、7を攪ませて結合することによつて特に支障は生じていない。減寸の問題はこのように施工面と関連して解決すべきことでもある。なお、設計図に減寸した寸法を記入すべきか、あるいは割出し寸法を記載しておいて減寸は製造時の調整にまつべきかは建築界の習慣とも考えあわせて検討しておくべきことであろう。

最後に、両型式とも採用されたハードボードについて言及しておく。ハードボードは居住性、ことに感触や視覚的に長所もあつて取り上げて試用したものであるが、実際の組立解体に際しては、その破裂強度の弱いが大きな支障となつた。すなわち、運搬や解体組立の途中で、他部材の角や木の切株等に誤つて打ち当てると破れることが多く、ことに雨天で部材がぬれた場合などは著しかつた。プレファブ住宅等のように、取扱いが慎重で、部材衝突の危険が少なく、雨天に対する防護策も可能な場合は問題が少ないが、作業員宿舎のような場合にはやはり破裂に対する抵抗の大きい合板などの方が有利であると考えられた。ただし、A型家屋の床に用いられたダイヤフロアのように、背後に空隙をとらなわれない場合には、相当の雨天に対してもななら影響を受けなかつた。

2. 試作家屋の経済的評価

家屋の経済的な価値は、その家屋の性能、たとえば強度や居住性、耐久性等あらゆる能力が明らかにならねば定められぬものであることはいままでもない。その意味で、現時点において、この試作家屋の経済的評価をなすことは困難であるが、実際に製造された家屋の原価がいかんにして構成されたかを検討し、家屋の諸性能が明らかになつてきた時点において、どのようにして必要最少限の性能を維持しながら価格の低下をはかるかを検討する資料とすることはできそうである。この意味において、試作家屋にはどのように木材が使われ、またどのような部分にどの程度の費用がかかっているかを調査してみた。以下それを述べることにする。

2.1 木材消費量

従来的一般木造家屋においては、相当な量の木材が使用されているが、そのすべてが有効に利用されているとは限らない。構造上必ずしも必要ではない部材または部材寸法が用いられ、木材の消費量をいたさらに増大せしめている場合も少なくないと思われるが、必要な性能をうるために消費される木材量は少なくすむにしくはない。木造家屋の構成に、与う限り使用木材量を節減することも、木材の合理的利用の

Table 7. A 型家屋資材容積表
Volume of materials at A type house.

部 材 Parts	1 部材当たりの資材容積 Volume of materials per one part						1 戸当たりの資材総容積 Volume of materials per one house									
	素 材 Wood (m^3)	合 板 Plywood (m^3)				ハード ボード Hardbo- ard (3.5mm) (m^3)	スチロ フォーム Stylofo- am (m^3)	素 材 Lumber (m^3)	合 板 Plywood (m^3)				ハ ー ド ボ ー ド Hardbo- ard (3.5mm) (m^3)	スチロ フォーム Stylofoam (m^3)	アスフ ォイル Almifoil (m^2)	
		4 mm	6 mm	9 mm	16mm				4 mm	6 mm	9 mm	16mm				
S-1	0.065888				(ダイヤ フロア)			0.395329								
P-1	0.053684		0.014346			0.009990	0.047545	1.256002 (0.204738)		0.344297 (0.057383)			0.23976 (0.03996)	1.142074 (0.189179)		
P-2	0.014485		0.008116					0.28971 (0.028971)		0.016232 (0.016232)				(25mm)		
P-3	0.043742	0.010322		0.261000				0.349933 (0.138842)	0.082573		0.208800				2.125200	
P-4	0.034710		0.014335					0.138842 (0.032034)		0.057343 (0.002448)					(0.719000)	
P-5	0.009008	0.000378	0.000612					0.032034 (0.001512)		0.002448 (0.001512)						
P-6	0.039824		0.011990		0.032830		0.015840	0.637184 (0.199094)		0.191808 (0.079495)		0.525210	0.253440 (50mm)		(4.147880)	
P-7	0.049774	0.019874		0.047546				0.199094 (0.041172)		0.079495 (0.003378)		0.190183 (0.007600)				
P-8	0.020586	0.001689		0.003800												
B-1	0.026880							0.053760 (0.073360)								
B-1'	0.036680							0.073360 (0.073360)								
B-2	0							0 (0.16704)								
B-2'	0.041760							0.16704 (0.16704)								
B-3	0.033600							0.268800 (0.018400)								
B-4	0.009200							0.018400 (0.012600)								
B-5	0.031500							0.012600 (0.012600)								
SSum								0.395329								
PSum								2.891968	0.166958	0.669511	0.406583	0.525210	0.279720	1.584693	6.992080	
BSum								0.593960								
総計 Total (all)								3.881257	0.166958	0.669511	0.406583	0.525210	0.279720	1.584693	6.992080	
側壁計 Total (side)								3.099845	0.082573	0.593448	0.208800	0.525210	0.239760	1.395514	2.125200	
妻計 Total (gable)								0.781409	0.084385	0.076063	0.197783	0	0.039960	0.189179	4.866880	

Remarks : ()内は妻に必要な数量, アスフォイルのみは面積で表示。 ()Show gable part.

Table 8. B型家屋資材容積表
Volume of materials B type house.

部 材 Parts	1部材当たりの資材総容積 Volume of materials per one part					1戸当たりの資材総容積 Volume of materials per one house						
	素 材 Wood (m ³)	合 板 Plywood (m ³)			ハードボード Hardboard (3.5mm) (m ³)	ハニカムコア Honey comb core hardboard (13mm) (m ³)	素 材 Lumber (m ³)	合 板 Plywood (m ³)			ハードボード Hardboard (3.5mm) (m ³)	ハニカムコア Honey comb core hardboard (13mm) (m ³)
		5 mm	10mm	20mm				5 mm	10mm	20mm		
S-1	0.070980					0.567840						
S-2	0.072077					0.576616						
S-3	0.013946			0.054272		0.111570			0.434176			
P-1	0.017064		0.026496			0.375408		0.582912				
P-1'	0.008667		0.015525			(0.034668)		(0.062100)				
P-2	0.022256			0.007812	0.029016	0.534144			0.187488		0.696384	
P-3	0.047392	0.002160		0.002520	0.009360	0.379136	0.017280		0.020160		0.074880	
P-4	0.020436	0.002856		0.007798	0.028964	0.081744	0.011424		0.031192		0.115856	
P-5	0.022132	0.001212		0.001774		0.088526	0.004847		0.007095			
P-6	0.020436	0.002856		0.007798	0.028964	0.245232	0.034272	0.026530	0.093576		0.347568	
P-7	0.041787	0.017713		0.024798	0.046050	(0.334292)	(0.141704)		(0.198384)		(0.368424)	
P-8	0.032123			0.025088		(0.064246)			(0.050176)			
P-8'	0.033403			0.025088		(0.066086)			(0.050176)			
P-9	0.016459	0.023058				(0.032918)	(0.046116)					
P-10	0.024576		0.012288			0.049152		0.024576				
P-10'	0.029184		0.012288			(0.058368)		(0.024576)				
B-1	0.010224					(0.040896)						
B-2	0.014040					(0.056160)						
B-3	0.008000					0.032000						
B-4	0.001024					0.032762						
B-5	0.004320					(0.008192)						
B-6	0.018432					0.017280						
B-7	0.036864					(0.073728)						
B-8	0.017750					0.147456						
B-9	0.021600					(0.035500)						
						(0.086400)						
S Sum						1.256026			0.434176			
P Sum						2.343920	0.255643	0.694164	0.026530	0.638247	1.603112	
B Sum						0.530480						
総計 Total(all)						4.130426	0.255643	0.694164	0.460706	0.638247	1.603112	
側壁計 Total(side)						3.238872	0.678230	0.607488	0.460706	0.339511	1.234688	
妻 計 Total(gable)						0.891554	0.187820	0.086676	0	0.298736	0.368424	

Remarks : ()内は妻に必要な数数。 () Shaw gable part.

Table 9. A字型家屋の資材量と面積との比較
The area and material volume of A type house.

ユニット数 (建坪 m^2) Number of unit (Area m^2)		素 材 Wood (m^3)	合 板 Plywood				ハードボード Hordboard (3.5mm)	計 Total	スチロ フォーム Stylofoam
			4 mm	6 mm	9 mm	16 mm			
2 (22.5)	Total	2.0195	0.1266	0.3665	0.2500	0.2626	0.1600	3.1853	0.8874
	Per m^2	0.0898	0.0061	0.0158	0.0111	0.0117	0.0071	0.1416	0.0394
4 (46.5)	Total	3.8813	0.1670	0.6695	0.4066	0.5252	0.2797	5.9292	1.5847
	Per m^2	0.0834	0.0041	0.0139	0.0087	0.0113	0.0060	0.1275	0.0341
6 (70.5)	Total	5.5529	0.2083	0.9473	0.5110	0.7878	0.4000	8.4073	2.2820
	Per m^2	0.0788	0.0034	0.0129	0.0072	0.0112	0.0057	0.1192	0.0324
8 (94.5)	Total	7.1850	0.2495	1.2377	0.6154	1.0505	0.5200	10.8581	2.9792
	Per m^2	0.0760	0.0031	0.0126	0.0065	0.0111	0.0055	0.1149	0.0315

Table 10. B型家屋の資材量と面積との比較
The area and material volume of B type house.

ユニット数 (建坪 m^2) Number of unit (Area m^2)		素 材 Wood (m^3)	合 板 Plywood			ハードボード Hardboard (3.5mm)	計 Total	ハニカ ムコア Honey comb core (13mm)
			5 mm	10mm	20mm			
1 (22.3)	Total	2.3560	0.1986	0.3781	0.2304	0.3210	3.4841	0.9858
	Per m^2	0.1056	0.0089	0.0170	0.0103	0.0144	0.1562	0.0440
2 (45.6)	Total	4.1304	0.2557	0.6942	0.4607	0.6382	6.1792	1.6031
	Per m^2	0.0906	0.0057	0.0152	0.0101	0.0140	0.1356	0.0352
3 (69.0)	Total	5.9061	0.2665	1.0102	0.6911	0.7669	8.6408	2.2205
	Per m^2	0.0856	0.0039	0.0146	0.0100	0.0111	0.1252	0.0322
4 (92.3)	Total	7.6812	0.3004	1.3258	0.9214	0.9899	11.2188	2.8378
	Per m^2	0.0832	0.0033	0.0144	0.0100	0.0107	0.1216	0.0307
5 (115.7)	Total	9.4562	0.3343	1.6423	1.1518	1.2128	13.7974	3.4551
	Per m^2	0.0817	0.0029	0.0142	0.0100	0.0105	0.1193	0.0299

面から検討すべきことのひとつであつた。試作家屋について、どのように木材が用いられているか、建具を除いた部材について調査したものを Table 7 および Table 8 に示す。建具を除いたのは、建具の木材消費量は建具の本数と構成によつて定まるが、前者は希望に応じて適宜に選べる（雨戸の有無など）値であり、後者も主構造には無関係に定めうる値であるからである。木材製品である合板、ハードボードは容積を計算して、一応使用木材材積と見なして加算した。このようにして得られた木材使用量は、Table 9 および Table 10 に示すように、試作家屋については、主構造材およびパネル骨組等の素材材積はA型で $3.88m^3$ 、B型で $4.13m^3$ となり、建坪 $1m^2$ 当たりの材積は 0.083 および $0.091m^3$ となる。また、ボード類をも含めれば同様にA型 $5.93m^3$ および $0.12m^3/m^2$ 、 $6.18m^3$ および $0.136m^3/m^2$ となる。この数字は、一般木造家屋における約 $0.23m^3/m^2$ ⁶⁾ とくらべると大幅に少なく、また作業員宿舎の例²⁸⁾ とく

らべても相当小さいものである。もちろん、この場合間仕切の少ない試作家屋を一般木造住宅と同列に比較することはできないが、間仕切のみに使用される木材量は比較的少ないものであつて、この場合は、集材材およびパネルの利用が大きく、木材使用量を節減したものと見ても差しつかえはない。さらに作業員宿舎の例は、その性能が本試作家屋よりは低い場合であり、構造上からも平面は類似のものであるので、この関係を一層明らかにしている。

Table 7, 8 において、() 区分した数値は、妻部分の構成に必要であつた資材容積であり、建物の面積が増大、すなわちユニット数が増加しても原則として増減はしない値であり、建坪数の増加に比例して増大する側壁部分の数量と別個に積算してある。これによつて、それぞれの家屋のユニット数が変化した場合の木材使用量を計算してみた結果を Table 9, 10 および Fig. 22 に示す。このように建坪が増大するに従つてさらに資材使用量は低減するので、100 m^2 程度の場合には、総木材使用量はA型 0.115 m^3/m^2 、B型 0.120 m^3/m^2 程度まで減少することになる。

部材別に木材の使用量を Table 7, 8 について見れば、パネル枠材が最も多く、ついでパネル表面材

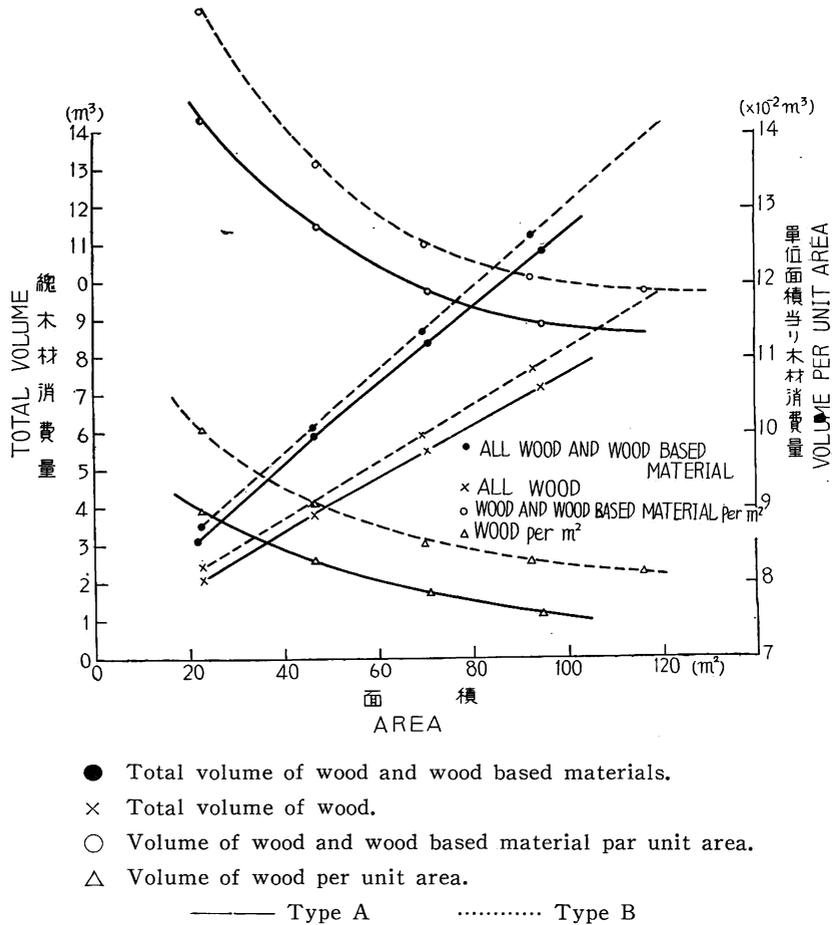


Fig. 22 木材使用量と面積との関係

The relation volume of wood and wood based material between area of house.

としての合板であり、構造内法材Bの総計はさほど大きいものではなく、集成材Sの材積も考えられるほど大きくはなく、特にA型の場合にはB型よりもかなり少ない値である。これは、この家屋の設計を検討しさらに合理化することを考えた場合、その余地の大きいのは、木材材積からいえば、パネル枠材であり、ついで合板部分であつて、集成材その他の構造材の寸度を節減することは効果が少なく、必要とあれば逆に増加せしめても影響が少ないことを示している。パネル枠材は後に検討されるように強度的にもかなり大にすぎることがあること、表面材が完全に接着されている場合には剛性が一層増大すること、不必要と思われる骨組部分もあることなどを考えあわせて、かりに枠材幅をへらし、横木をぬくなどの方法によりパネル枠材の量が半減しようと仮定するならば、A型では25%余、B型では19%程度の木材が節約されることになり、総木材使用量は $0.1m^3/m^2$ 以下ともなりうるかもしれない。

A型とB型を比較すると、B型はパネルを主とした構造にもかかわらず、集成材および構造内法材の合計が大きい。これはB型が建物中央線に直角方向の荷重に対してはもつぱら集成材梁にたよっていること、特異な断面型からして集成材梁のスパンが長くなっていること、さらには集成材梁間の距離が比較的短く、集成材の本数が多くなっていることなどであろう。この点は、梁間を短縮したり、パネル長を長くすることで梁間隔を増大するなど、修正できる可能性は大きく、さらに一步を進めれば、徹底したパネル構造をとることも考えられる。ボード類の使用量は平均すると両型式に大差はなく、B型の方がハードボードの使用量が多いのが目だつ。これはハードボードハニカムを用いることによつてパネルが3層構造をとっていることにもとづくもので、断熱構造を検討すれば節減の余地のある部分である。一方A型がB型に比し、3層構造ではなく、内表面積も小さいのにもかかわらずボード類の使用量に大差ないのは、合板の使用量が多いからであつて、使用された合板厚には再検討の余地があるものと思われる。

2. 2 価格構成

従来用いられ、あるいは試作されてきた林野作業員宿舎の価格は、いちじるしく安価であるのが通例であつた²⁹⁾³⁰⁾。これは、経費上できるだけ安価であることが要望されたからであるが、そのためには極端に居住性の悪い宿舎が作られて労務対策上問題となり、あるいは木材費が内部振替操作により安価に計上される等の特殊事情が存在している。この試作家屋は、居住性の向上も1つの要望点であり、また、木材工業製品であるボード類、さらにはパネルをも考えると内部振替の困難な点もあり、比較的高価なものについている。この建物の総価格とその構成内容を Table 11 および Table 12 に示すが、 m^2 当たりの価格はA型 16,935円、B型 21,014 円と予定より高価になつている (Table 17 b)。この価格は、試作段階のために工程の不都合な点多々あるが、一応同型家屋を試作工程のまま50戸作ることを想定して試算したものである。価格昇定上の単価は、一応昭和36年春を基準にしてある。価格はいずれにせよ安いにこしたことはないが、このように耐久財として長期間の利用が予想され、かつ解体組立をくりかえすことから、経済効率が高い点を考慮すれば、むやみに低価格におさえざる必要もない。この意味で、価格がどのように形成されているかを知ることは、家屋の性能を明らかにすることと相まつてはなほ重要である。

各部材のうちで、価格構成のもつとも複雑なのはパネルである。Table 13, 14 にA型およびB型家屋の主要部材の価格構成、Table 15, 16 にその比率をそれぞれ示した。ただし集成材については、木材の欄に記載してあるのが集成材完成品の価格であり、加工費として計上したのは集成材をさらに孔あけ、欠きとりなどを行なつた経費であるが、A型家屋のS-1については、加工を直接組立時に行なつたので、加工費は計上していない。なお、第1回組立に際し、部材減寸調整のためにおこなつた加工については一

Table 11. A 型家屋価格構成表
 総価格中の部材の価格比率 Cost of A type house.

部材名 Parts	価格 ¥ Cost	割合 % Ratio	部材名 Parts	価格 ¥ Cost	割合 % Ratio	部材名 Parts	価格 ¥ Cost	割合 % Ratio
S-1	42,000	5.27	T-2	9,890	1.24	K-16'	432	0.05
SSum	42,000	5.27	T-2'	5,850	0.73	K-17	6,680	0.84
P-1	269,930	33.88	T-3	5,890	0.74	K-18	6,640	0.83
P-2	5,952	0.75	T-4	2,940	0.37	K-19	228	0.03
P-3	76,910	9.65	T-5	11,432	1.43	K-20	14,450	1.81
P-4	16,378	2.06	TSum	56,852	7.14	K-21	13,356	1.68
P-5	9,284	1.17	K-1	6,148	0.77	KSum	97,514	12.24
P-6	104,684	13.14	K-2	2,688	0.34	N-1	480	0.06
P-7	59,940	7.52	K-3	2,068	0.26	N-2	2,550	0.32
P-8	6,622	0.83	K-4	2,438	0.31	N-3	400	0.05
PSum	549,700	69.00	K-5	702	0.09	N-4	308	0.04
B-1	3,007	0.38	K-6	2,400	0.30	N-5	1,232	0.15
B-1'	4,103	0.51	K-7	5,600	0.70	N-6	240	0.03
B-2			K-8	1,520	0.19	N-7	504	0.06
B-2'	7,980	1.00	K-9	4,560	0.57	N-8	360	0.05
B-3	24,530	3.08	K-10	10,240	1.29	N-9	1,520	0.19
B-4	1,650	0.21	K-11	2,400	0.30	N-10	600	0.08
B-5	1,210	0.15	K-12	3,904	0.49	NSum	8,194	1.03
BSum	42,480	5.33	K-13	3,900	0.49			
T-1	20,850	2.62	K-14	3,900	0.49	Total	796,740	100.00
			K-15	1,476	0.19			
			K-16	1,784	0.22			

Table 12. B 型家屋価格構成表
 総価格中の部材の価格比率 Cost of B type house.

部材名 Parts	価格 ¥ Cost	割合 % Ratio	部材名 Parts	価格 ¥ Cost	割合 % Ratio	部材名 Parts	価格 ¥ Cost	割合 % Ratio
S-1	40,136	4.18	TSum	55,313	5.76	D	12,800	1.33
S-2	61,232	6.38	B-1	2,900	0.30	E	9,360	0.98
S-3	46,440	4.84	B-2	3,300	0.34	K-5	7,920	0.83
SSum	147,808	15.40	B-3	2,520	0.26	A	5,040	0.53
P-1	101,179	10.54	B-4	6,000	0.63	B	2,160	0.22
P-1'	9,197	0.96	B-5	3,180	0.33	C	1,728	0.18
P-2	106,441	11.09	B-6	3,090	0.32	D	3,200	0.33
P-3	49,041	5.11	B-7	8,870	0.93	K-6	7,500	0.78
P-4	27,838	2.90	B-8	2,520	0.26	K-7	3,840	0.40
P-5	40,295	4.20	B-9	7,962	0.83	K-8	3,200	0.33
P-6	68,178	7.10	BSum	40,342	4.20	K-9	140,364	14.63
P-7	105,164	10.96	K-1	15,680	1.63	KSum		
P-8	17,835	1.86	K-2	3,920	0.41	N-1	288	0.03
P-8'			K-3			N-2	264	0.03
P-9						N-3	1,248	0.13
P-10	33,350	3.48	A	13,696	1.43	N-4	1,440	0.15
P-10'			B	1,920	0.20	N-5	2,304	0.24
PSum	570,323	59.43	K-4	9,200	0.96	NSum	5,544	0.58
T-1	47,145	4.91	A	30,400	3.17	Total	959,694	100.00
T-2	8,168	0.85	B	8,800	0.92			
			C					

切計上しなかつた。パネル価格が大型複雑なものほど高価なのは当然であるが、家屋全体について価格の内容をみると、Table 17 a のように枠材の価格と加工費が同程度に高く、双方で価格構成の過半をしめている。これに対し、接着剤および釘等は思ったより比率が少ない。Table 15, 16 によると前者は最も多いA型P-1で7.5%であり、2~3%にしか相当しないものが多く、後者はおおむね1%以下で問題

Table 13. A型家屋部材価格構成(円)

Cost of main parts at A type house (¥).

部材名 Parts	木材 Wood	合板 Plywood					その他木質ボード類 Other wood based materials		接着剤 Adhesive	釘 Nail	その他の副資材 Other materials		加工費 Processing cost	計 Total	
		3 mm	4 mm	6 mm	9 mm	小計 Sum	種別 Sort	種別 Sort							
S-1	7,000												7,000		
P-1	2,700			652		652	500	ハードボード	721	67	1,000 730	鉄板 Seet-iron スチロフォーム Stylofoam	木材 2,400 wood 鉄板 850 Iron 900	9,640	
P-2	1,125			864					72	15					
P-3	2,490		706			2,624	3,330		449	60	285	アスフォイル Almifoil	3,000	9,614	
P-4	1,500					1,012	1,012		180	53			1,350	4,095	
P-5	750		300			420			84	17			750	2,321	
P-6	1,860					416	416	1,265	ダイアフロア	164	37	550	スチロフォーム Stylofoam	2,250	6,542
P-7	2,475		1,564			6,253	7,817		558	60	475	アスフォイル Almifoil	3,600	14,985	
P-8	900		94			375	469		108	34			1,800	3,311	
T-2	339	1,060					1,060						250	1,649	
T-5	1,100					1,008	1,008						750	2,858	
B-1	1,313												191	1,504	
B-1'	1,792												260	2,052	
B-2															
B-2'	1,620												375	1,995	
B-3	2,666												400	3,066	
B-4	675												150	825	
B-5	203												100	303	

Table 14. B型家屋部材価格構成
Cost of main parts at B type house(¥).

部材名 Parts	木材 Wood	合板 Plywood				ハードボード ハニカム Honey comb core hardboard	接着剤 Adhesive	釘 Nail	その他の副資材 Other materials	加工費 Processing cost	計 Total
		5 mm	10 mm	20 mm	小計						
S-1	4,817								200	5,017	
S-2	7,354								300	7,654	
S-3	1,481			3,824	3,824				500	5,805	
P-1	932		2,532		2,532		86	8	531	4,599	
P-1'	466		1,266		1,266		43	4	510	2,300	
P-2	1,221					2,214	72	28	266	4,435	
P-3	2,951	560			560	720	72	27	255	6,130	
P-4	1,418	1,764			1,764	2,268	170	41	900	6,961	
P-5	825	2,142		3,640	5,782	322	207	538	2,400	10,074	
P-6	1,400	504			504	2,268	169	41	1,300	5,682	
P-7	2,775	2,683			2,683	3,656	180	52	3,800	13,146	
P-8	1,950					1,012		37		1,400	4,459
P-8'											
P-9	1,000	3,980			3,980			23	900	5,903	
P-10	5,250		1,191		1,191		62	35	1,800	8,338	
P-10'											
T-1	510						75	52	1,860 グラスライト	450	2,947
T-2	570	1,192			1,192				280	2,042	
B-1	525								200	725	
B-2	675								150	825	
B-3	480								150	630	
B-4	120								30	150	
B-5	495								300	795	
B-6	473								300	773	
B-7	2,018								200	2,218	
B-8	960								300	1,260	
B-9	1,298						31	63	600	1,992	

Table 15. A 型家屋部材価格構成比率
Cost ratio of each material of main parts at A type house(%).

部材名 Parts	木材 Wood	合板 Plywood					小計	その他木質ボード類 Other wood based material	接着剤 Adhesive	釘 Nail	その他の副資材 Other material		加工費 Processing cost	計 Total
		3 mm	4 mm	6 mm	9 mm	種別 Sorts		種別 Sort			種別 Sort			
S-1	100.00												100.00	
P-1	28.01			6.76		6.76	5.19	ハードボード hordboard	7.48	0.69	10.37	鉄板 Seet-iron 木材 24.90	100.00	
P-2	37.81			29.03					2.42	0.50	7.78	スチロフォーム Stylofoam 鉄板 8.82	100.00	
P-3	25.90		7.34		27.30	34.64			4.67	0.61	2.97	30.24	100.00	
P-4	36.63			24.71		24.71			4.40	1.29		31.21	100.00	
P-5	32.31		12.93	18.10					3.62	0.73		32.97	100.00	
P-6	28.43			6.36		6.36	19.34	ダイアフロア	2.51	0.56	8.41	32.31	100.00	
P-7	16.52		10.44		41.73	52.17			3.72	0.40	3.17	34.39	100.00	
P-8	27.18		2.84		11.33	14.17			3.26	1.03		24.02	100.00	
T-2	20.56	64.28		35.27		64.28						54.36	100.00	
T-5	38.49					35.27						15.16	100.00	
B-1	87.30											26.24	100.00	
B-1'	87.33											12.70	100.00	
B-2												12.67	100.00	
B-2'	81.20											18.80	100.00	
B-3	86.95											13.05	100.00	
B-4	81.82											18.18	100.00	
B-5	67.00											33.00	100.00	

Table 16. B型家屋部材価格構成比率(%)
 Cost ratio of each material of main parts at B type house (%).

部材名 Parts	木材 Wood	合板 Plywood				ハードボード ハニカム Honey comb core hardboard	接着剤 Adhesive	釘 Nail	その他の副資材 Other material	加工費 Processing cost	計 Total
		5mm	10mm	20mm	小計						
S-1	96.01								3.99	100.00	
S-2	96.08								3.92	100.00	
S-3	25.51			65.87	65.87				8.62	100.00	
P-1	20.26		55.06		55.06		1.87	0.17	{ 11.55 11.09	100.00	
P-1'	20.26		55.04		55.04		1.87	0.17	{ 11.57 11.09	100.00	
P-2	27.54					49.92	1.62	0.63	20.26	100.00	
P-3	48.15	9.14			9.14	11.74	1.17	0.44	29.36	100.00	
P-4	20.37	25.34			25.34	32.58	2.44	0.59	18.68	100.00	
P-5	8.19	21.27		36.13	57.40	3.20	2.05	5.34	23.82	100.00	
P-6	24.64	8.87			8.87	39.92	2.97	0.72	22.88	100.00	
P-7	21.11	20.41			20.41	27.81	1.36	0.40	28.91	100.00	
P-8 } P-8' }	43.73					22.70	1.36	0.82	31.39	100.00	
P-9	16.94	67.42			67.42			0.39	15.25	100.00	
P-10 } P-10' }	62.96		14.28		14.28		0.75	0.42	21.59	100.00	
T-1	17.31						2.54	1.76	63.12 グラスライト Glasslit	15.27	100.00
T-2	27.91	58.38			58.38				13.71	100.00	
B-1	72.41								27.59	100.00	
B-2	81.82								18.18	100.00	
B-3	76.19								23.81	100.00	
B-4	80.00								20.00	100.00	
B-5	62.26								37.74	100.00	
B-6	61.19								38.81	100.00	
B-7	90.98								9.02	100.00	
B-8	76.19								23.81	100.00	
B-9	65.16						1.56	3.16	30.12	100.00	

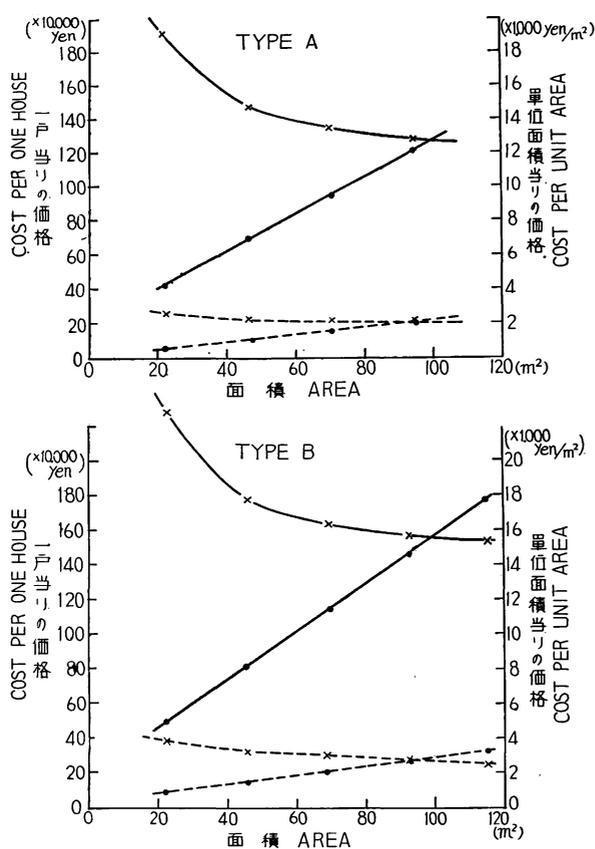
Table 17 a. 価格構成表(円)
Costs of test houses (¥).

記号 Types and parts	木材 Wood	合板 Ply- wood	木質ボード類 Wood based materials		接着剤 Adh- esive	釘 Nail	その他の副資材 Other materials		加工費 Proces- sing cost	計 Total	
			種類 Sort	金額 Cost			種類 Sort	金額 Cost			
Type A	S	42,000								42,000	
	P	148,230	92,422	ハードボード Hard board ダイヤフロア Hardboard facing plywood	14,000 20,244	30,042	3,584	鉄板 Sheet-iron スチロフォーム Stylofoam アスフォイル Almifoil	28,000 29,800 4,180	179,200	545,700
	B	36,180							6,300	42,480	
	Sum	226,410	92,422		34,244	30,042	3,584		61,980	185,500	629,570
Type B	S	109,216	30,592						8,000	147,808	
	P	154,059	135,668	ハードボード Hardboard ハードボード ハニカム Honey comb hardboard	4,048 125,718	9,829	4,622			136,380	570,323
	B	30,570				122	250			9,400	40,342
	Sum	293,845	166,260		129,766	9,951	4,876			153,780	758,474

Table 17 b. 価格と面積との比較
Relation between area and cost at each type house.

型式 Type	Type A				Type B				
ユニット数 Number of units	2	4	6	8	1	2	3	4	5
面積(A) Area (m ²)	22.5	46.5	70.5	94.5	22.3	45.7	69.0	92.4	115.7
部材価格(B) Price of wooden parts (¥)	425,370	681,812	942,220	1,202,640	492,911	813,786	1,134,737	1,455,650	1,776,563
金具価格(C) Price of metal parts(¥)	57,822	105,708	153,698	201,288	86,460	145,908	205,356	264,804	325,232
B/A	18,905	14,662	13,365	12,726	22,807	17,819	16,441	15,760	15,353
C/A	2,570	2,273	2,180	2,130	3,873	3,195	2,975	2,867	2,479
(B+C)/A	21,475	16,935	15,545	14,856	26,680	21,014	19,416	18,627	17,832

にならない。例外的にB型P-5は釘5.34%を要しているが、これはさきへのべたように、湾曲材と、表面材の曲面合板が十分なじまないため特殊釘で固定せざるを得なかつたからで、一般的な形ではない。



● Cost per one house. — Wooden parts.
 × Cost per unit area. Metal parts.

Fig. 23 価格と面積との関係

The relation between cost and area of house.

価格に大きい比重がかかる。集材材はさききのべたように、価格の点でもA型で小さく、B型でやや大きい。パネル価格比率はA型の方がB型より大きいですが、これはおそらく、全体としてA型が低価格であったためであつて、パネルの総価格自体はB型の方が大きくなつてゐる。これはB型パネルでのハードボードハニカムの価格の影響と、そのパネル全面積がA型より広いことのためと類推される。また、A型では建具に雨戸、網戸、ビニール張り戸の三層構造となつてゐるが、その割に建具価格比率は上がつてゐない。建具が居住性に大きい影響を持つことを考えると、建具について経費を節約するのは、あまり意味のないことのように思われる。全体の価格構成を Table 17 a に示した。

木材消費量の時と同様に、妻と側壁の価格を分離して考え、建坪に対する m^2 当たり価格の低下を計算してみると Table 17 b および Fig. 23 のようになる。

2. 3 部材構成の合理化

以上、木材消費量と価格構成の面から試作家屋を観察して見ると、部材構成はさらに合理化する可能性が考えられる。もちろん、本質的には、この家屋を強度性能¹⁰⁾の点から、また、居住性の面や耐久性等の点からも細かく検討しなければ、最も合理的な設計は早急に得られるものではなく、これらは逐次解明され

加工費は、枠材の加工費と表面材接着に要した経費であるが、両者を区分することはできず、一括して表示した。スチロフォーム、アスフォイル等の断熱材料も価格に大きな影響は及ぼしていない。合板は部材によってはなはだまちまちではあるが、B型P-1, P-1'のごとく合板自身が主材料であるもの、B型P-9のごとく構造簡単で枠材も少なく加工費も少ないもので、55%, 67%程度で、枠材と加工費の影響が比較的大きいことがうかがわれる。B型P-5は厚い曲面合板を使ったことによつて、A型P-7は梯型断面で合板が不経済に使われたために、合板の比率は高くなつてゐる。なお、構造内法材の加工費はおおむね15~30数%程度で、B型の方がやや比率が大きいのは全体として小型の部材が多かつたためと思われる。

さて、Table 11, 12 によつて全体の価格構成を検討すると、パネルの価格が最も大きく、60%, またはそれ以上をしめてゐる。これについて金具価格

る予定であるが、現時点においてもすでに改良すべき点はところどころに見うけられ、それによつて価格を低減してゆくことはある程度可能であり、また、それによつて将来の改善の方向を指向することもある程度できそうである。

第1に検討すべきは金具である。金具は両家屋の製造コストに大きい比率を示し、 m^2 当たり換算すると Tabel 17 のごとく、2,273円 (A型) 3,195円 (B型) と大きな価格を示している。一般の木造住宅において使用される金物の価格は m^2 当たり釘を含めて 150~300 円程度であり、組立式に近く相当量の金物を使用した場合でも m^2 当たり 1,500 円程度までにしかならないので、この価格はあまりに高すぎる。前章にのべたごとく、全般に金物は種類が多く、特殊なものばかりで、割高になつていゝものであるが、たとえば、B型家屋のK-4を木製の雇い核にかえると、約7万円、B型家屋の金具価格の2分の1をしめる費用が、僅々6千円程度のもので済むことになる。また、K-3の鉄量を2分の1にすれば7千円程度節約になり、K-3をボルトナットにかえればさらに節約することもできる。A型家屋についても、K-21は不要と思われ、K-10はその作用上、はるかに簡単な金具に変えることができると思われ、その他、金具の種類を統一して製造の工数を減じて単価を切下げることにより、やはり数万円の節約が可能である。このような改良によつて金物価格は、 m^2 当たり 1,000~1,500円程度まで低下させることができよう。

次にパネルについてはすでにのべたように、枠材を減量すること、合板を減量(薄く)することが可能と思われる。枠材の価格比は Table 15, 16に見るように大きかつたので、かりに枠材が2分の1の材積ですめば、A型では約74,000円、B型では77,000円の価格低減になる。その他内装用材料は作業家屋の持つ特性上、たとえばA型家屋の内装4mm合板を3mm3類合板に、B型ハードボードハニカムをアスファルトと3mm合板に変更するようなことにより数万円の価格低下を期待しうる。加工費については、このように材料の量が減量されても、ほとんどその減少は期待されないが、量産により機械加工が進めば、それがさほど高度のものでなくとも、少なくとも30%以上の低下は期待できるであろう。

このような点から、概算してみると、両家屋とも、少なくとも当初の目標であつた m^2 当たり12,000円まで価格を低下せしめることは可能であり、今後の検討によつてより合理的な設計が考えられれば、より以上の低価格も期待することができると思われる。しかし、往々にして見られる低価格を固守するあまり極端に性能を犠牲にするようなことは、こと強度に関するかぎり人命に関することであり、居住性についても労働環境が劣つていゝことが如何に作業能率に影響を及ぼすかに思いをいたして、極力避けるべきものであろう。むしろ、従来の年間に半分しか稼動日数のなかつた作業小屋や、数年に1度ずつ新築または改築しなければならなかつた宿舎にかわるものとして、永年反復使用による経済的な効率を考え、多少の価格の高低よりも、十分な性能をこそ期待すべきであらう。少なくとも性能は低く、価格は高いパイプハウスが木製のものより高級なものであるかのごとき考え方は一掃すべきである。

3. 試作家屋の作業性

組立式の家屋は、使用目的が何であつても容易に解体組立ができるのでなければ、その特長は十分に発揮できない。しかも解体組立をくりかえすことによつて、その能率が低下しないことが必要である。解体組立の都度若干の補修が必要であるのはやむをえないが、骨組が鉄製の組立家屋などでは、一度解体すると、すでに生じている永久歪のために、ふたたび組立の場合にボルトが嵌合しないで困ることが多い。こ

のような事故は木造の場合発生しにくく、事実この試作家屋も数度の解体組立を繰返したが、繰返し数の多いことによる事故はむしろ金具の錆つきや破損の形で鉄部に発生したのみであつた。しかし、この宿舎は、山中不便の地に建設するものであるから、できるだけ1回の組立または解体に要する時間が少なく、作業人員も少なくすむことが必要である。そのような構造は同時に、この家屋の基本構造を、もしプレファブ住宅のごときさほど解体を必要としない家屋に取り入れた場合にも建設日数を短縮するために役だつてあろう。

ここで多少結論的なことをのべると、B型(寒冷地向)の組立・解体では作業に波が少なく、手待ち時間が少ないという結果がえられたが、A型(温暖地向)においては、この手待ち時間が比較的多い結果となつた。しかしながら、A型組立の実際作業時間である52,250時間人はすでにかなり短いものである。そこで何らかの改良を加えて、これ以上作業時間の短縮をはかることにはあまり意味はないかもしれないが、このような手待ち時間が多ということ、設計あるいは製造上に問題の含まれていることを意味し、作業員の熟練度などによつて、これ以上の作業時間の延長を生ずる懸念があることを意味している。今回の観察は、作業能率を解析し、作業時間短縮の限界を求めめるために行なつたものであり、その意味においては、A型はとくに、組立方式の合理化を行なう必要度が多いといふことができる。

この調査は、すでに組立後8～9カ月をへた試作家屋について解体組立を繰返したときに行なつたものである。前述のように第1回組立は、むしろ製造組立上の問題点を確認したものであつて、作業性の観測は行なわなかつたが、ここでは第1回の組立として取り扱うことにする。A型は第1回解体を昭和36年12月14～15日、第2回組立を12月18～22日、その後、強度試験の進行にあわせて順次解体を行ない、第3回組立を37年5月19～23日に行なつた。B型は第1回解体を昭和36年12月5～6日、第2回組立を12月7～11日、第2回解体を昭和37年5月25～26日に行なつた。

このうち、A型第1回解体、第2回組立およびB型第1回解体、第2回組立の4回の観測は、作業時間を全体として把握する意味において、各部材に要した時間と人工、すなわち各部材における工数を測定した。このうち、A型解体については一部、締具の作業時間、部材のとりはずし、運搬についての細部の測定も行なつた。A型第3回組立およびB型第2回解体については、上記のように詳細な工数を求めるための時間測定をストップウォッチを用いて行なつた。しかしながら、機械工場内の作業研究とは異なり、1つずつの作業の始めと終りがはつきしない、ボルト・ナットの締めはずしの作業などが場所により異なる、工具があわないためにトラブルがおこるなど複雑な点が多く、秒単位まで把握するにはいたらなかつた。実際の測定は、部材ごとの作業時間と人員数を測ると同時に、各締め具1個当たりの作業時間(各作業員各作業場所での何個かの平均値)を測定した。部材の持ちあげ、とりはずしおよび運搬はその作業時間にその作業にたずさわつた人員数を乗じた値を時間人の単位で示し、とくに運搬は部材を所定の位置まで運び、から身で元の位置まで戻る時間を加えた。また、ある部材について作業する間、他の何人かが部材を支えるとか、足場を押えている時間もすべて加えた。作業時間は以上のようにして求められた値を時間人の単位で表わしている。上記の測定によつて求められた正味作業時間を各部材ごとにまとめ、各部材に要した総工数との差を手待ちおよび余裕時間とした。

運搬時間は建設場所近くに集積場所があることを想定して測定したもので、実際の建物中心から各部材集積所中心までの距離はこの場合約15m程度であつた。

作業員の技能程度は、一般土建関係の作業者であつて、とくにこの作業のための練習は行なわず、第1

回解体作業以後の数回の解体組立作業に従事したものである。

なお、以上のような正味作業時間を求めるためには、A型第3回組立とB型第2回解体の観測値が適当で、他の測定は各部材ごとの総時間が測定されたものであるが、比較検討を加えるために、観測値相互の前後関係ならびに観察記録からほぼ妥当と思われる正味作業時間を算出し、資料としたことをとくに申しこえる。

3. 1 A型家屋の作業分析

a) 組立作業

期間 37.5.19~23 人員 3名

この時間観測は、第3回の組立に関するものであつて、観察開始にさきだち、すでに組立予定地に土台用の杭がうちこまれている。そこで観測は、(B-3)の床桁をとりつける時から始まり、順次各部材が組立てられ、靴ずり(B-4)をとりつけ、扉の開閉ができるようになるまでを行なつた。そこで、床

Table 18. A型組立工数表
Work time for operations of assembly at A type house.

名称 Name of parts	記号 Mark of parts	数量 Number	作業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time & allowance (m. h)	実際作業時間 Actual work time (m. h)
				(m. h)	Total (m. h)		
床 桁 Floor joist	B-3	8	部材運び定置 Handling of setting ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.467	1.000	0.500	1.500
				0.533			
湾 曲 梁 Curved laminated beam	S-1	6	部材運び定置 Handling of Setting 脚ボルトナットしめつけ Jointing 頂部ボルトナットしめつけ Jointing	0.375	2.037	1.813	3.850
				0.252			
				1.410			
棟 木 Ridge piece	B-1	4	部材運び持上げ定置 Handling of setting ボルト・ナットしめつけ Jointing (P-7)とのボルトしめつけ Jointing	0.250	1.724	1.076	2.800
				1.274			
	B-1'			0.200			
床 パネル Floor panel	P-6	16	部材運び定置 Handling of setting ボルト・ナットしめつけ Jointing	1.800	5.690	0.510	6.200
				3.890			
棚 パネル Shelf panel	P-4	4	ボルトの仮とりつけ Jointing 部材運び定置 Handling ボルトしめつけ Jointing (P-7)とのボルトしめつけ Jointing	0.300	2.513	2.237	4.750
				0.527			
				1.073			
				0.613			
壁 パネル Wall panel	P-3	8	部材運び定置 Handling of setting (K-6-9)ピンどめ Jointing of (k-6~9) ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.860	1.207	2.010	3.217
				0.055			
				0.292			

名称 Name of parts	記号 Mark of parts	数量 Number	作業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time of allowance (m.h.)	実際作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
妻パネル Gable panel	P-7	4	部材運び定置 Handling of setting ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.365 0.200	0.565	0.235	0.800
欄間パネル Transom panel	P-8	2	部材運び定置 Handling of setting (K-6~9)ピンどめ Jointing	0.150 0.048	0.198	0.152	0.350
出入口天井 パネル Ceiling panel at entrance	P-2	2	部材運び定置 Handling of setting ボルトしめつけ Jointing	0.050 0.133	0.183	0.017	0.200
袖壁パネル Wing wall panel	P-5	4	部材運び定置 Handling of setting (K-6~9)ピンどめ Jointing of (k-6~9) ボルトしめつけ Jointing	0.097 0.036 0.067	0.200	0	0.200
肩桁 Edgeways purlin	B-2 B-2'	6	部材運び定置 Handling of setting ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.475 0.250	0.725	1.425	2.150
屋根パネル Roof panel	P-1	28	部材運びたてかけ Handling 部材持ちあげ定置 Setting (K-1,2)しめつけ Jointing of (k-1,2) 頂上の(K-1,2)しめつけ Jointing of (K-1,2) 瓦棒とりつけ Setting of (K-20)	1.473 5.456 0.956 0.590 2.683	11.158	13.642	24.800
靴づり, 戸当り Saddle and door stop	B-4, 5		とりつけ Setting	1.433	1.433	0	1.433
合計 Total					28.633	23.617	52.250

m. h. : man hour.

回りの風よけプラスチック波板をうちつける時間については観測していない。作業時間の詳細は、Table 18 に示してある。

各部材ごとの考察

(1) 床桁(B-3)

すでに打ちこんである木製の杭上に(B-3)を乗せ(K-15)金具をあててボルト・ナットでしめるのであるが、ボルト穴(杭, B-3, K-15)にゆとりがないために表に示した時間のほかに、穴をあけなおすための作業をしなければならない箇所もあった。

(2) 湾曲梁(S-1)

(B-3)の上に(S-1)を乗せ、(K-15)で(S-1)の脚部をおさえ、ボルトを通して、ナットをしめることによつて、各(S-1)は立ちあがる。つぎが足場を用いて、(S-1)の頂上部の突き

合せ部に2枚の十字金物(K-13),(K-14)をあてて、ボルト・ナットでしめつける作業である。この場合、表でもわかるように頂部のボルトじめの作業性が悪かった。これは作業場所がわるい上に、(K-13),(K-14)の2枚の比較的重いものを(S-1)の頂部の上下に当てて、ボルトを通さなくてはならなかつたことが原因していると考えられるので、2本の(S-1)の頂部を(K-13),(K-14)によつて地上で仮りどめしてから(B-3)上に立ちあげる方が容易なのではないかと思われる。また(K-13),(K-14)は別々のものでなく、何らかの形で上下2枚の十字金物が連結されているようなものがよいと思われる。

(3) 棟木(B-1)

すでに、たちあがつた3組の(S-1)をこの(B-1)で横の方向に連絡をつけるのであるが、最初の1本の(B-1)をつけ終わるまでは、不安定な場所で作業することになり、作業性はよくない。また十字金物の上、下と(B-1)の3カ所のボルト穴を一致させるために、案外苦勞したことをつけ加えておく。

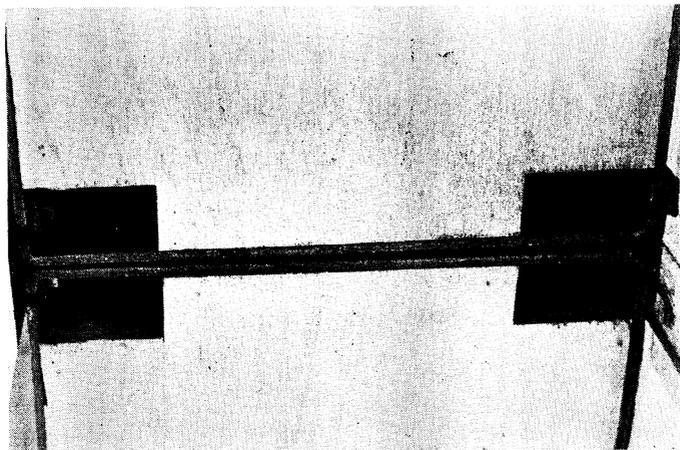
なお、(S-1)の間の棟木はここまでで完了するのだが、妻(P-7)との結合のための棟木(B-1')は(P-7)が立つてからあらためて作業することになり、この時にまたボルト穴の一致に相当の手間がかかつた。

(4) 床パネル(P-6)

床桁(B-3)の上に(P-6)を並べ、それぞれの(P-6)をボルト・ナットでしめると同時に(P-6)2枚ごとに(S-1)にボルト・ナットでしめつけることになる。ボルトの数は(P-6)どうしは3本、(S-1)との間に1本、壁(P-3)と(P-6)2枚の間に1本の計5カ所であつて、特に(S-1)と(P-6)2枚をとめるボルト穴の適合が非常に困難であると同時に、どのボルトも床にもぐり込んで作業するために非常に作業性が悪い。この対策としては、(P-6)に(B-3)が当たる部分に切り欠きを作り、そこへ落としこめば(S-1)とのボルト穴は一致するように設計し、(P-6)どうしの接合はボルトを用いず、クリップ状の締めつけ具を蝶ねじでしめるように工夫するなどが考えられる。

(5) 棚パネル(P-4)

これは、作業が複雑で、(S-1)にあるボルトと後述の壁(P-3)にあるボルトに上からはめこん



Phot. 21

でナットでしめつけてとりつけるのである。ところが、(P-3)はまだどの部材にも固定されていないのであるから、とりあえず、(P-3)を(P-16)の端部に一時たてておき、それをおさえながら、上からこの(P-4)をおしこんでナットでしめつけることになる。Table 18のボルトの仮りとりつけは(S-1)および(P-16)のボルト穴にボルトをさしこみ、(P-4)の落しこみの準備作業をしたのである。この場合のボルトしめが非常にやりにくい作業である。スパナーを回わすスペースが設計上せますぎ、かつ作業者は棚の下からそのすき間に手をさしこみ、頭より高い位置へ手をのばして作業することになる(Phot. 21)。これと同じ作業を妻パネル(P-7)との接合面でも実施するのであるが、これは壁パネルよりもスペースがせまく、指をさしこみナットをボルトの頭にはめこむことがすでに困難なほどであった。

作業上は(S-1)と(P-4)は、なんらかの方法で完全に固定することができ、そのあとで(P-3)あるいは(P-7)をつないで固定していくというような方法が望まれる。

(6) 壁パネル(P-3)

(P-16)の外側の端部に(P-3)の下部をのせかけて、2枚の(P-3)をヒンジ金物(K-6~9)にピンを通して1組とし、さきほどの(P-4)と結合してから(P-6)とボルト・ナットで結合する。

この場合はさほど問題になる点はなかつたが、ヒンジ金具による接合は部材間になんとしてもすき間ができる傾向がある。この隙間の処理はいずれ居住性について報告する時にふれるように、居住性にきわめて大きい影響がある。しかしながら、ピンを通すという作業は大変楽な点だと思われるので、これらを考慮しての改良がのぞましい。

(7) 妻パネル(P-7)

これも(P-3)に類似の構造で(P-6)とボルト接合、(P-3)とヒンジ接合され、肩桁(B-2')とボルト接合される。作業能率の上からは別に問題はないと思われる。



Phot. 22

(8) らん間パネル(P-8)・出入口天井パネル(P-2)・袖壁(P-5)・肩桁(B-2, B-2')

これらのうち(P-8)、(P-2)、(P-5)は(P-7)および(P-6)とボルトまたはヒンジ接合、(B-2)は(S-1)と、(B-2')は(S-1)、(P-7)とボルト接合され、ボルト穴の不適合および部材間の接合に無理があるなどの一部多少のトラブルはみられたがTable 18のような工数であった。

(9) 屋根パネル(P-1)

これは(S-1)、(P-3)、(P-7)、(B-1)、(B-1')、(B-2)、(B-2')にボルト・ナットで接合し、同時に各(P-1)どうしを

(K-1), (K-2)の屋根どめで接合している。Table 18でもわかるように、実際作業時間は約47%を占め、もつとも工数のかかる部材である。重量の大きいためもあり、部材を梁の上に持ちあげる時間および持ちあげてから各ボルト穴にあわせる時間が非常に多い。また、手待ちおよび余裕時間が13.642時間人もあり、これの大部分は(K-1)(K-2)を用いて、(P-1)を接合するときに生じた時間であった。この作業方法をさらにくわしくのべると、北面には(P-1)が全部とりつけられている状態で、南面にもなん枚かの(P-1)がすでにとりつけられていると想定し、以後の作業をのべると、この隣にあらたに(P-1)1枚を下から3人で持ち上げて一時そこにおいておく。そこで側面3カ所、棟の2カ所、計5カ所に、(K-1)金具をせまい隙間に手をさしこみ(K-1)をささえながら、(P-1)を引きよせる。このとき(P-1)は棟の方へずりあげながら引きよせる。そして(P-1)どうしの側面が密着したときにこの(K-1)から指をはなして(P-1)の側面にある溝にはめこむのである。この際、棟の2カ所の(K-1)は中央の穴を棟木(B-1)に立っているボルトに通しておいて、(P-1)の溝にはめこむ。つづいて1名の作業者は下へ降り、床にある脚立から手をのばして(K-2)を保持し、上の作業者はこの(K-2)のボルト・ナットをはめこむ。このときも隙間がせまく指先だけを上手に使用して、この作業を実行しなければならない(Phot. 22)。これを繰り返してようやくとりつけが終了するのである。以上でもわかるように、一時的には3名の作業者では人手が不足し、今回の場合は一時人手を補つて、総数6名を要した。

この作業で改良すべき点は、(K-1),(K-2)の形状およびその取り付け部であろうと思われる。すなわち、このままの金具を用いるなら、(K-1)のつめのかかる位置を(P-1)の側板の上部として、隙間に手を入れなくてよいようにし、(K-1),(K-2)のつめのかかる(P-1)の部分に小鉄板をあらかじめつけておき、それにテーバーをつけてしめつければ、ナットのしめつけにしたがい、(P-1)どうしが近づいて十分に密着するようになる。あるいは、この金具を用いず、(P-1)の側板を丈夫にして横方向にボルト・ナットでしめつけるなどが考えられる。

(10) 靴ずり(B-4)、戸当り(B-5)

(B-4)は、地面から保持するために、現場施工であった。このために案外な工数を要しているが、これは床桁にとりつけるように改良したらよいと思われる。(B-5)はとくに問題がなかったように思われる。

(11) 総括

各部材別の考察は以上のべたとおりであるが、この建物の特徴がパネル構造であつて、それぞれの部材が強度メンバーであるため、全部材が完全にしめつけられて、はじめて強さがでるという点が作業性の上では大きな障害になつているように思われる。

すなわち、各部材間の関係が複雑で、極端に言えば、どの1つの部材をも作業中にボルト・ナットで締めてしまつてはだめであつて、多少ゆとりを持たせて仮どめし、最後に全部組みあわさつてからもう一度しめ直すことが必要のように思われる。そこで主たる強度メンバーとなる部材だけをはじめの二、三のステップで完全に仕上げしてから次の部材を順次取り付け、なおその部材相互間には相当のゆとりを持たせ、部材の接合部は段違いにくいこませるなど考慮する必要があるように思われる。工数の点から考えれば、(P-1)の工数低減の方策がとくにのぞまれるように感じた。

b) 解体作業

期間 36.12.14~15, 人員 4名

この作業時間の観察は、第1回解体の結果であつて、建具類をのぞいたA型住宅を組立とは逆の順に解体し、床回りの波板を取り除く前までの作業時間の分析であつて、すでに述べたように、細部の作業時間は一部実測されており、他は各部材ごとの時間を知り、組立に要した細部作業時間を考慮して、作業時間を求めたもので Table 19 に示してある。

Table. 19 A型解体工数表
Work time for operations of disassembly at A type house.

名称 Name of parts	記号 Mark of parts	数量 Number	作業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time of allowance (m.h.)	実際作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
屋根パネル Roof panel	P-1	28	瓦棒はずし Setting off (K-2)	2.000			
			はずし Unjointing of (K-2)	1.353			
			はずし Unjointing of (K-1)	0.504			
			部材おろし Setting off	1.307			
			運び Handling	1.473	6.637	5.763	12.400
肩 桁 Edgeways purlin	B-2 B-2'	6	ボルト・ナットはずし Unjointing	0.160			
			部材おろし Setting off	0.100			
			運び Handling	0.100	0.360	0.140	0.500
袖壁パネル Wing wall panel	P-5	4	(K-6~9)ピンはずし Unjointing of (K-6~9)	0.040			
			ボルト・ナットはずし Unjointing	0.023			
			部材はずし、運び Setting off and handling	0.107	0.170	0.030	0.200
出入口天井 パネル Ceiling panel at entrance	P-2	2	ボルトはずし Unjointing	0.050			
			部材はずし、運び Setting off and handling	0.147	0.197	0.003	0.200
靴 づり 戸 当り Door stop	B-4 B-5	4	釘はずし Unjointing	0.067			
			部材運び Handling	0.040	0.107	0.093	0.200
欄間パネル Transon panel	P-8	2	(K-6~9)ピンはずし Unjointing of (K-6~9)	0.133			
			部材はずし運び Setting off and handling	0.027	0.160	0.040	0.200
妻 パネル Gable panel	P-7	4	ボルトはずし Unjointing	0.210			
			(K-6~9)ピンはずし Unjointing of (K-6~9)	0.040			
			部材はずし Setting off	0.040			
			運び Handling	0.160	0.450	0.050	0.500
壁 パネル Wall panel	P-3	8	(K-6~9)ピンはずし Unjointing of (K-6~9)	0.060			

名称 Name of parts	記号 Mark of parts	数量 Number	作 業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time of allowance (m.h.)	実 際 作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
壁 パネル Wall panel			ボルトはずし Unjointing	0.200		1.793	2.800
			部材はずし Setting off	0.107			
			運 び Handling	0.640	1.007		
棚 パネル Shelf panel	P-4	4	ボルトはずし Unjointing	0.866		1.074	2.500
			部材はずし Setting off	0.400			
			運 び Handling	0.160	1.426		
床 パネル Floor panel	P-6	16	ボルトはずし Unjointing	2.593		5.694	10.100
			部材はずし、運 び Setting off and handling	1.813	4.406		
棟 木 Ridge piece	B-1	4	ボルトはずし Unjointing	0.353		0.234	0.800
	B-1'		部材はずし、運 び Setting off and handling	0.213	0.566		
湾 曲 梁 Curved laminated beam	S-1	6	頂部ボルトはずし Unjointing	0.313		0.047	1.200
			脚部ボルトはずし unjointing	0.600			
			部材はずし、運 び Setting off and handling	0.240	1.153		
床 桁 Floor joist	B-3	8	ボルトはずし Unjointing	0.640		0	0.800
			部材はずし、運 び Setting off and handling	0.160	0.800		
合 計 Total					17.439	14.961	32.400

m. h. : man hour.

各部材ごとの考察

(1) 屋根パネル (P-1)

組立作業でも問題になった (K-1), (K-2) の金具の取りはずしがやはり解体でも多少むずかしい点になった。(K-2) はボルトをはずしてたたげ下に落ちるが, (K-1) は指を入れて取ることがむずかしいため, (P-1) を反対側から斜めに持ちあげながら, (P-1) の間を開くように引つばることでもとりはずすことができる。また, 場所によつて, (P-2) のボルトが長すぎて普通のボックススパナーではボルトの頭がつかえてナットをはずすことができず, そのうえスパナーを入れるゆとりもないため, ドライバーの先をナットにあててハンマーでたたきながらまわすようなこともあつた。

(2) 肩桁 (B-2, 2') ・袖壁 (P-5) ・妻パネル (P-7) ・出入口天井パネル (P-2) ・靴づり (B-4)

これらの部材については別にとりたてて不都合な点はなかつた。

(3) 壁パネル (P-3) ・棚パネル (P-4)

すでに組立の項にのべたように、(P-3)、(P-4)の結合ボルトをはずすのに大分手間がかかった。改善すべき点なども前述したとおりである。

(4) 床パネル (P-6)

これも同様に組立で問題になったボルトはずしに困難性がみられた。

(5) 湾曲梁 (S-1)・棟木 (B-1, 1')

左右の(S-1)の頂上のつき合せ部と棟木のとりつけ部の十字金物(K-13, 14)のボルトはずしに多少のむずかしさがみられたが、この場合、ナットをはずしてからボルトを反対側からたたき、ボルトより多少細めの鉄棒でたたかないと抜けなかつたが、地面へ落としてしまえばよいので、まだよかつた。しかし脚部の木杭、床桁(B-3)の結合用ボルトは抜きとる作業に相当の工数をとられた。

(6) 総括

結局全体としてこの建物の解体は、さほど問題となる点はなく、組立の場合よりも相当短時間に作業を完了することができることが明らかである。一部困難を認められた点も、組立の項においてのべたとき改良が施されれば、さらに時間は短縮される見込みである。

3. 2 B型家屋の作業分析

a) 組立作業

期間 36.12.7~11, 人員 4~6名(大部分の作業は4名)

この作業時間の観察は、第2回の組立に関するものであつて、すでにのべたように細部の作業時間の分析を行なわず、部材ごとに求めた作業時間に解体に要した細部分析を参考にして求めたもので、これもA型と同様に、建築予定地に湾曲登梁(S-2)の取りつけられる木杭がすでに打ちこまれ、ボルト穴があいているという時点から実施した。終了もA型同様、床回りのコンクリートブロック積みを行なう前までの作業時間の観察結果である。作業時間の詳細は Table 20 に示した。

Table 20. B型組立工数表
Work time for operations of assembly at B type house.

名 称 Name of parts	記号 Mark of parts	数量 Number	作 業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび 余裕時間 Idle time of allowance (m.h.)	実 際 作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
湾曲登梁 Curved laminated beam	S-2	8	部材運び Handling	0.747	1.747	1.053	2.800
			部材定置 Setting	0.321			
			ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.679			
リップ付パネル Panel with rib	S-3	16	部材運び Handling	0.789	5.856	2.144	8.000
通直登梁 Straight laminated beam	S-1		部材定置 Setting	3.201			
			ボルト・ナットしめつけ Jointing	1.866			
床パネル Floor panel	P-6	28	部材運び Handling	0.490	8.856	4.644	13.500
湾曲壁パネル Curved wall panel	P-5		部材定置 Setting	3.078			
壁パネル Wall panel	P-4		(K-3)しめつけ Jointing of (K-3)	4.346			
窓パネル Window panel	P-3		(K-4)しめつけ Jointing of (K-4)	0.942			

名 称 Name of parts	記 号 Mark of parts	数 量 Num-ber	作 業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび 余裕時間 Idle time of allowance (m.h.)	実 際 作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
床 目 板 Floor batten	B— 4	40	部材運び、とりつけ Handling and setting	1.425	1.425	0.175	1.600
間仕切パネル Partition panel	P-8, 8'	4	部材運び Handling 部材定置 Setting ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.320 1.600 0.200	2.120	0.880	3.000
妻 パ ネ ル Gable panel	P— 7	8	(K-3) とりつけ Setting of (K-3) 部材運び Handling 部材定置 Setting (K-3) しめつけ Jointing of (K-3) (K-4) しめつけ Jointing of (K-4)	0.667 0.640 2.449 3.998 0.533	8.287	1.313	9.600
天井パネル Ceiling panel	P— 2	24	部材運び Handling 部材持ちあげ定置 Setting ボルト・ナットしめつけ Jointing (K-3) しめつけ Jointing of (K-3)	0.906 3.360 0.699 1.117	6.082	2.718	8.800
屋根パネル Roof panel	P— 1'	4	部材運び Handling 部材持ちあげ定置 Setting ボルトしめつけ Jointing	0.151 0.960 0.859	1.970	0.430	2.400
屋根パネル Roof panel	P— 1	22	部材運び Handling 部材持ちあげ定置 Setting 瓦棒とりつけ Setting of (K-5) ボルト・ナットしめつけ Jointing	0.880 1.907 8.067 7.095	17.949	6.051	24.000
天 蓋 Hood	P— 10, 10'	4	部材運び Handling 部材持ちあげ定置 Setting 止め具とりつけ Jointing	0.160 0.960 0.200	1.320	0.680	2.000
そ の 他 Other one			その他の部材とりつけ Handling, setting and jointing	2.000	2,000	1.600	3,600
合 計 Total					57,612	21,688	79,300

m. h. : man hour

各部材ごとの考察

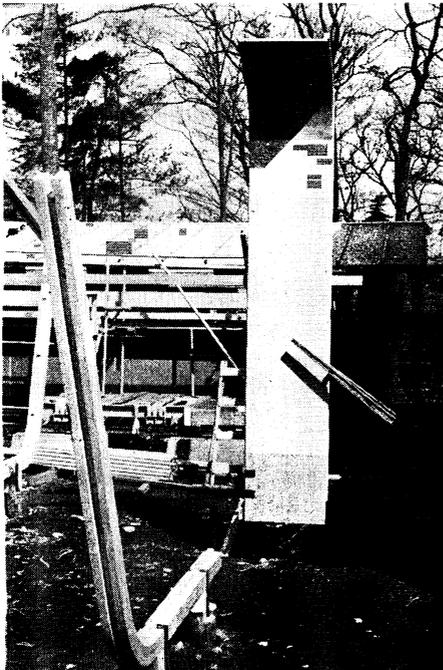
(1) 湾曲登梁(S-2)

1本の(S-2)を2名の作業員が運びこんで、木杭のホゾにはめこみ、1名が(S-2)を支えているうちに、他の1名が帯金(K-6)をかぶせて、(K-6)のボルト穴を杭のそれに合わせて、ボルトを通し、スパナーでナット締めすることでこの作業は終わる。この作業の支障となる点は、ボルト穴の適合が、なかなかうまくゆかない場合があつたことであり、一方、この方式では杭のホゾと(S-2)の溝を合わせることで一応の位置ができるため作業性がよく、またボルトを通すまで、(S-2)を一時的にさきえておくのにも楽であつた。

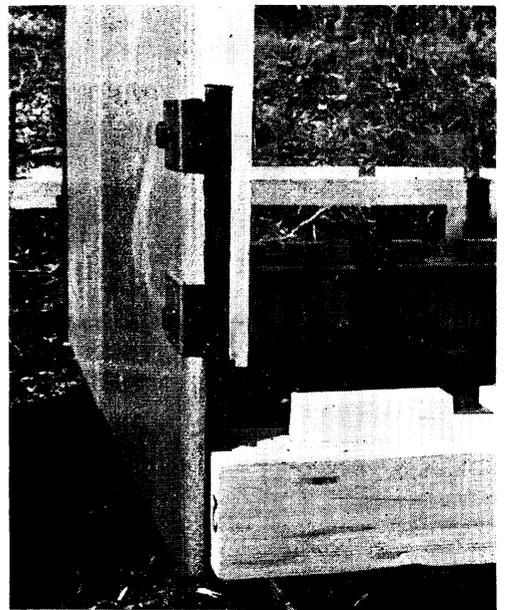
(2) リブ付パネル(S-1)・通直登梁(S-3)

これは、8本の(S-2)の舟の竜骨のように立ちあがつた中央部、建物としての中央土間に面した部分に4本の床パネル(P-6)をさきに固定し、(S-2)の端部にボルトじめした直角金物(K-1)にリブ付きパネル(S-1)を取りつけ、その2枚が建物の中央、棟の部合でつきあつたところに金具(K-2)をつけると同時に通直登梁(S-3)をこの上に取りつける。一方(S-3)の反対側端部を(S-2)の上端につけた直角金具(K-1)にボルトじめして作業を終わる。リブ付きパネルは、相当の高さのあるものだが、1枚だけでは非常に弱々しく、左右2枚が頂上でぶつかり、(S-3)との接合がすむまでは作業上に危険を感じた(Phot. 23, 24)。1枚だけで、床部分としめつけただけで、もう少し強くなる構造が作業上望ましいと考える。この頂上部の(K-2)、(S-1)、(S-3)の同時締めつけ作業もボルト穴の適合に相当の困難がともなつた。

(3) 床パネル(P-6)・湾曲壁パネル(P-5)・壁パネル(P-4)・窓パネル(P-3)



Phot. 23



Phot. 24

この4種類の部材の構造は同様で、各部材間の接合は帯状金具(K-4)および(S-2)との接合は(K-3)でなされ、同じ作業のくりかえしのため、作業性は非常によかつた。これら2種の金具は妻パネルあるいは天井パネルにも使用され、締具の共通な利点をみることができた。しかし、(K-4)はボルトがさびつくと、ドライバーでは回すことができなくなり、そのため山がくずれて、使用不能になるし、2枚の部材を合わせるときにこの(K-4)をうまく入れるのに熟練を要する。そこで、もし(K-4)を使うなら、(K-4)を片方の部材に常にとりつけておくか、(K-4)をやめて、やといぎねによる接合などの工夫が考えられる。また(K-3)も下側から1名が押さえておかなければならないが、床の場合は困難性がともなうから、(S-2)にあらかじめ固定しておくことも考えられる。

(4) 床目板(B-4)

これは(P-3~6)の接合部の凹部に順にはめ込んでゆくのであつて、すき間をなくすよい方法のように思われ、作業上も別に問題はみうけられなかつた。

(5) 間仕切パネル(P-8, 8')

これはほぼ三角形に近いパネルであつて、これを舟底形にとりつけられた壁、窓、湾曲壁、床の面と、リップ付パネル(S-1)との間に上下2枚重ねて、はめこんで取付けが終了する。この部材はB型の各部材の中では妻パネル(P-7)について重く(Table 24)、形がひらべつたく大きいために、あつかいにくく、後からとりつける上側の(P-8')のはめこみには、相当の労力をついやした。しかし作業上あまり支障になる問題はみうけられなかつた。

(6) 妻パネル(P-7)

これは間仕切パネル(P-8, 8')とほぼ同形の部材だが、外装部材であるため、(P-8, 8')より重量が大で、ボルトをしめ終わるまでは2~3名が支えていなければならない。この点(P-8, 8')より取り扱いにくく、特に、ボルトは(K-3)にしめつけるわけだが、(K-3)を壁・床パネルなどにはめこんでそれにボルト穴を合わせる作業が多少複雑であつた。

(7) 天井パネル(P-2)

これはつぎつぎに(P-2)を(S-3)上に並べておき、(S-3)の溝の下から(K-3)をはめこみ、下の作業員がこれを支持している間に上からボルトでしめつけるものであつて、前にのべたように(K-3)が(S-3)にあらかじめとりつけられていると、作業は相当容易になるものと考えられる。

(8) 屋根パネル(P-1')

これは、屋根パネル(P-1)とほとんど同様の構造だが、(P-1)と破風が一体になつたもので、妻パネル(P-7)にボルトで結合される部分が(P-1)とは異なつている。この側面の破風の溝と(P-7)とをうまく適合させるために多少の困難がみとめられたが、それほど問題になる点はなかつた。

(9) 屋根パネル(P-1)

これは、天井パネル(P-2)と直角、すなわち屋根の傾斜の方向に長い部材で、この2枚の(P-1)の合せ目にある6個のボルト穴と(P-2)の合せ目との間にあるボルト穴を合わせて、ボルトで接合するものである。このボルトは2枚の(P-1)の合せ目の上にのせたコンブリバンドとその上にL型アングルを用いた瓦棒を乗せて同時にしめつける作用をしている。この作業で(P-2)のときのように、部材を全部のせてから、瓦棒をのせて、ボルトでしめるというような作業工程をとることができないのが大きな支障になると考えられる。すなわち、ボルトで2枚の(P-1)が(P-2)にしめつけられるまでは

P-1はただP-2の上に乗っているだけのため、その上に作業員がのれば一緒に滑りおちることになる。そのため作業は1枚の(P-1)をのせてはボルトじめ作業を行ない、それが終わってから次の(P-1)の持ちあげを行なつて作業を続けることになる。ボルト通しの作業もまた固定された(P-1)の上からしか作業できないため、作業性が落ちる結果となる。この対策としては(P-1)が1枚だけで落ちないように引つかかりを作つて天井に一時引つかけておく工夫がのぞましい。防水用の瓦棒の下のコンプリバンドもべたついて作業しにくい点のほかに、瓦棒を一方から順におさえてくるうちに横に逃げてふたたび葺棒の下に押しこむ作業が必要になり、完全な仕上りを期待しにくいように感じた。対策としては特に名案もないが、コンプリバンド、またはそれに類したものを2本を瓦棒の下にはさむのではなく、幅広の1本を2枚の(P-1)のあわせ目にのせて上から同時に瓦棒でとめるなどが一策かと思われる。

(10) 天蓋 (P-10, 10')

これは、棟の部分に乗せるだけで4枚の(P-10, 10')の間に細い帯鉄板をさしこんで押えればよいので、風・雨・空気洩れの関係で支障がなければ、別に問題はない。

(11) その他の部材

他の部材(出入口鴨居, 敷居, 戸当りなど)は取付けが容易であつて、別に改善の余地はみあたらなかった。

(12) 総括

作業性だけからみると、一部を除いて特にむずかしいところもなく、しめつけ方法などが統一され作業上やりやすい印象があつた。金具のおもなものは(K-3)および(K-4)であるが、すでに各部材の項でのべたような多少の改良を加えれば、相当作業性は向上するものと考えられる。しかし、(S-1)の取りつけ、(S-3)の取りつけ法には困難な点がみられた。

b) 解体作業

期間 37.5.25~26, 人員 4名

この作業時間の観察は、第2回の解体に関するもので、細部の作業時間を測定し、各作業時間を合計し各部材ごとに正味作業時間と手待ちおよび余裕時間を算出したものであつて、Table 21に示した。この作業は建具類をのぞき組立と逆の順に各部材を取り除き、床回りのブロック積みの前で終わっている。

Table 21. B型解体工数表
Work time for operations of disassembly at B type house.

名称 Name of parts	記号 Mark of parts	数量 Number	作業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time and allowance (m.h.)	実際作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
天蓋 Hood	P-10, 10'	4	部材はずし, 運び Setting off and handling	0.256	0.256	0.444	0.700
屋根パネル Roof panel	P-1	22	ナットはずし Unjointing	1.870			
			瓦棒はずし, 運び Setting off and handling of (K-5)	0.140			
			部材はずし, 運び Setting off and handling	1.240	3.250	1.284	4.534

名 称 Name of parts	記 号 Mark of parts	数 量 Num-ber	作 業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time and allowance (m.h.)	実 際 作業時間 Actual work time(m.h.)	
				(m.h.)	Total (m.h.)			
屋根パネル Roof panel	P-1'	4	ボルトはずし Unjointing	0.153	0.713	0.154	0.867	
			部材はずし, 運び Setting off and handling	0.560				
天井パネル Ceiling panel	P-2	24	(K-3) はずし Unjointing of(K-3)	0.150	1.919	1.014	2.933	
			ボルトはずし Unjointing	0.144				
			(B-7) とのボルト・ナットはずし Unjointing	0.143				
			部材はずし Setting off	0.576				
			部材運び Handling	0.906				
出入口パネル Entrance panel	P-9	2	ボルトはずし Unjointing	0.266	0.342	0.158	0.500	
			部材はずし, 運び Setting off and handling	0.076				
妻パネル Gable panel	P-7	8	(K-4) はずし Unjointing of (K-4)	0.200	1.749	1.718	3.467	
			(K-3) はずし Unjointing of (K-3)	0.429				
			部材はずし, 運び Setting off and handling	1.120				
間仕切パネル Partition panel	P-8, 8'	4	ボルトはずし Unjointing	0.100	0.600	0	0.600	
			部材はずし運び Setting off and handling	0.500				
窓パネル Window panel	P-3	28	(K-4) はずし Unjointing of (K-4)	0.573	2.217	0.300	2.517	
			壁パネル Wall panel	(K-3) はずし Unjointing of (K-3)				0.641
			湾曲壁パネル Curved wall panel	部材はずし Setting off				0.513
			床パネル Floor panel	部材運び Handling				0.490
出入口敷居鴨居 Sill and head jamb at entrance	B-1	4	部材はずし, 運び Setting off and handling	0.066	0.066	0	0.066	
出入口戸当り Door stop at entrance	B-2	4	ボルトはずし Unjointing	0.158	0.191	0	0.191	
		部材運び Handling	0.033					
床目板 Floor batten	B-4	40	部材はずし, 運び Setting off and handling	0.950	0.950	0	0.950	
床板鼻隠 Fascia board of floor	B-5	4	部材はずし, 運び Setting off and handling	0.067	0.067	0	0.067	
面 戸 Opening stopper	B-7	4	ボルトはずし Unjointing	0.217	0.283	0	0.283	
			部材はずし, 運び Setting off and handling	0.066				

名 称 Name of parts	記 号 Mark of parts	数 量 Number	作 業 Operation	正味作業時間 Select time		手待ちおよび余裕時間 Idle time and allowance (m.h.)	実際作業時間 Actual work time(m.h.)
				(m.h.)	Total (m.h.)		
通直登梁 Straight laminated beam リップ付パネル Panel with rib	S—1 S—3	16	ボルトはずし Unjointing 部材はずし Setting off 部材運び Handling	1.244	3.100	0	3.100
				1.067			
				0.789			
湾曲登梁 Curved laminated beam	S—2	8	ボルトはずし Unjointing 部材はずし Setting off 部材運び Handling	0.275	1.129	0.121	1.250
				0.107			
				0.747			
合 計 Total				16.832	5.193	22.025	

各部材ごとの考察

(1) 天蓋 (P-10, 10')

ほとんど問題になる点はなかつた。

(2) 屋根パネル (P-1, 1')

ここではコンプリバンドがべたつき、瓦棒が (P-10, 10') とはなれにくく、(K-5 B) のボルトを引き抜くにも困難を感じた。組立のとき支障となつた各 (P-1, 1') がボルトをとると、自然にずり落ちていく点は、今回も作業上支障となつた。このほかに、部材そのものが長さの方向にたれさがり湾曲の変形を生じ、瓦棒も同様に曲がつたため、とりはずしたあとでこの補修を行なわなければ、1カ所に積みあげることができなかつた。また、コンプリバンドが (P-1, 1') または葺棒 (K-5 A) にくつついてしまい、これを取りのぞくにも工数がかかつた。

(3) 天井パネル (P-2)

これも (P-1) と同様に長さ方向に湾曲変形を生じた。また、雨洩りの水がこの部材にたまつていたのが数カ所見うけられた。解体作業の場合の (K-3) は非常に具合がよく、ボルトをはずすだけで落下し、あとで (K-3) をひろいあつめればよかつた。これ以外に、とくにのべることはない。

(4) 妻パネル (P-7)

金具 (K-4) のボルトの頭とドライバーの当たる溝が欠けやすく、作業上難点となつた。そのほか、重量が大きいため特に上側の妻パネルを取り除くときは困難性がともなつた。

(5) 間仕切パネル (P-8, 8')

形が大きく比較的重いために作業がやりにくい点を除くと、とくに支障となつた点はなかつた。

(6) 窓パネル (P-3) ・壁パネル (P-4) ・湾曲壁パネル (P-5) ・床パネル (P-6)

ここでも (K-4), (K-3) についてのトラブルが起こつた。とくに床の部分の (K-4), (K-3) は錆づいた部分が多く、はずすために困難を感じた。(K-4) のドライバーによる着脱には組立のときと同様問題があると思われるのでねじの頭をスパナーで回すように改良するなどが考えられる。

(7) 通直登梁 (S-1) ・リップ付きパネル (S-3)

リップ付きパネル（S-3）の頂上の突き合せ部分のボルトをはずして（S-1）を取り除くのだが、このときに（S-3）がふわふわして危険であるので、（S-3）の腰を強くするか、（S-3）の突き合せ接合と（S-1）の取り付けを別にする方がよいと思う。

(8) 彎曲登梁（S-2）

解体については別に問題はないが、帯金（K-6）と木杭の接合ボルト穴に余裕がないため、ボルトの反対側から、やや細い棒でたたかないと取り除くことができなかつた。そのため作業時間はあまり短縮できなかつた。

(9) その他の部材

その他の部材の解体には、作業上にほとんど問題がなかつたように思われる。

3.3 作業時間

正味作業時間についてはすでにのべたように、各個別作業を合計して求めたものであつて、各部材ごとの所要時間からこの正味作業時間を差し引いた時間は、余裕時間と手待ち時間とからなつている。所要時間に含まなかつた時間としては、たとえば、屋根パネルのとりつけ中に、半分まで済んだところで次のパネルのボルト穴がどうしても合わなくなり、もう一度全部のボルトをゆるめてははじめからやりなおすような、作業のやりなおしに要した時間とか、1日の作業中になされた、午前・昼・午後の休憩時間の合計約2時間についてである。

また、作業そのものの速さは、不当に速くも遅くもなかつたと考えられるので、今回の正味作業時間には平準化などの考慮をとくにはならなかつた。

つぎに、余裕時間について考えてみると、今回のような作業においては、組余裕、用達余裕、作業間の移動余裕、工程間の準備余裕などを考慮する必要があるように思われる⁷⁾。一般にいわれる疲労余裕は、機械加工作業のような、単純繰返し作業でないので、別に考慮する必要はないと考える。また、工程中におこるどうしてもさけられない余裕、たとえば釘打ち作業などにみられる100本に何本かは釘が曲がつて打ちなおさなければならないというような作業余裕についても、今回はとくに考慮せずに、手待ち時間に含ませて資料を整理した。

そこで、さきにのべた4つの余裕を今回の場合、どのくらいに見積つたらよいのであろうか。組余裕については、4名の作業員のうち1名が10%程度の余裕を常に持つていたと考えるならば、全体としては2.5%が、今回のようなグループ作業の組余裕と考えられる。用達余裕は手洗・水飲み・汗ふきなどの余裕で5%くらいが適当と思われる。つぎに作業間の移動余裕であるが、これはたとえば、同一工程のなかで1つのナットをしめ終わつて、次のナットしめ作業に移るときの余裕で、全作業を通じて大体10%と考えればよいと思われる。以上が正味作業時間に対して考えられる余裕率で、合計17.5%となる。このほかに、1つの部材作業を終わつて次の部材作業にかかる間に生ずる工程間の準備余裕を考えねばならない。

この余裕時間の推定は、作業をおもないくつかの工程にわけて、それらの工程と工程のあいだに何分間かの余裕をみればよいと考え、今回は、平均1回3分ときめてみた。この場合の工程の数はA型12工程、B型11工程のように、つづけて作業する似た施工の部材をそれぞれをまとめることができる。そうすると

A型	組立	$12 \times 3 \text{名} \times 0.05h = 1,800h \text{人}$
	解体	$12 \times 4 \text{名} \times 0.05h = 2,400h \text{人}$
B型	組立	$11 \times 4 \text{名} \times 0.05h = 2,200h \text{人}$

解体 $11 \times 4 \text{名} \times 0.05 \text{h} = 2,200 \text{h}$ 人

のような余裕時間となる。

全体の余裕時間は、正味作業時間の17.5%の時間と、この工程間の余裕時間を加えたものとなる。もちろん、これですべてのものを網羅したとはいえないかもしれないが、定期的におこるものとしてはこの程度でよいのではないかと考え、各型別に Table 22 に余裕時間を示した。

Table 22. 余 裕 時 間
Allowance

		正味作業 時 間 Select time (m. h)	余 裕 時 間 Allowance				合 計 Allowance (m. h)
			組 余 裕 2.5% Group allowance (m. h)	用 達 余 裕 5% Personal allowance (m. h)	作 業 間 の 移 動 余 裕 10% Allowance of travel in operation(m.h)	工 程 間 の 準 備 余 裕 Setup allow- ance at pro- cess interval (m. h)	
A型	組 立 Assembly	28,633	0.716	1.432	2.863	1.800	6.811
	解 体 Disassembly	17,439	0.436	0.872	1.744	2.400	5.452
B型	組 立 Assembly	57,612	1.440	2.881	5.761	2.200	12.282
	解 体 Disassembly	16,832	0.421	0.842	1.682	2.200	5.146

以上のようなことから Table 18~21 に示した手待ち時間と余裕時間を含んだ時間のうち、Table 22 に示した余裕時間を差し引いた残は、実際の作業に不必要な時間であつて、別にトラブルがなければ取り除くことのできる時間であるということが出来る。この実際の作業に不必要な手待ち時間の内訳は、部材を接合するとき各部材間のゆとりが適正でないために、各部材のひきよせ、押しこみに要する時間、結合金具の設計が不適当なためにおこる異常な作業のおくれ、ボルト穴にボルトがスムーズに通らないためにおこる一部の人工の遊びなどであると思われる。この無駄な時間を全部除くためには、部材と部材、または部材と金具とのゆとりの適正化を十分に考慮し、組立作業の手順および作業標準の確立、工具の改良と工具の十分な配備などを考慮する必要が考えられる。

すでに述べてきたように、各部材の改善をはかり、正味作業時間の短縮をはかり、同時に、不必要な手待ち時間をなくすように努力すれば、作業時間短縮の限界においては、わずかに1日で組立を完了することも可能であろう。従来の組立式家屋についての作業性は明確な報告が見られないが、解体移築が6日間で完了し、当時の経費にして1,100円を要した報告⁴⁾から見ても、本試作家屋はきわめて短時間で、したがつて安価に移設しうるものということができよう。

次に適正な作業員の数について考えてみると、今回は大体4名で実施したわけであるが、かりに10~20名でやれば2~3時間で完了するというものでもなく、4名以下でもやはり作業は実行しにくいものと考えられる。総合的に判断して、作業員の数は6名とし、時によつて2名ずつ、あるいは3名のグループで実際の作業を行なうのが適当のように考えられる。この場合の前提条件はやはり、作業に適した工具類が充足され、6名の中の1名、または6名のほかに1名の監督者があつて、仕様書、または説明書によつ

て、この作業の手順、規準を十分に理解して、作業をスムーズに進める必要があり、製造面からは各部材の接合順序・位置・金具などに番号の明示または色わけなどで一目でわかるような工夫がのぞましいものとする。

3.4 A・B両型の工数の比較

A・B両型の組立・解体の正味作業時間・余裕時間・標準作業時間・実際作業時間・手待ち時間をTable 23に示した。この表には、組立標準作業時間を1.00としたときのA・B両型別の解体標準作業時間との割合、標準作業時間とおのおの手待ち時間との割合も同時に記載した。

これらによると、標準作業時間は、組立作業ではB型がA型にくらべて約2倍の工数を要し、解体作業ではA・B両型にはほとんど差はなく、組立に比し、むしろB型の方が短い時間で実行できることを示している。A型は組立作業の65%で解体作業が終わるが、B型は約1/3の時間で解体できるということであつて、B型はとくに解体作業に便にできているということができ、この効果のでているところはおもにB型金具の(K-3)、(K-4)に負うところが大きいものと考えられる。

つぎに、標準時間と手待ち時間との比は、A型が組立：0.47、解体：0.42であり、B型は組立：0.14、解体：0.02となつた。このことは、A型においては、組立も解体も大体標準時間の45%くらいの不必要の時間があり、B型では組立に14%、解体では2%のむだな時間があつたということであつて、B型の方が部材の取扱い、金具の取扱い上であまりむずかしい点がなく、平均化したはやさで作業を進めることができたが、A型では、作業上所々で同じ作業でありながら、同じ工数でおさめることのできない部分が生じていて、しかも、その発生割合は組立でも解体でも大体同じとなつたということがいえる。

つぎにB型解体の手待ち時間が、0.047 h人と非常に少なかつたことについて考えてみると、2つの理由が考えられる。すなわち、1つはトラブルが全然なく、解体に適した設計がなされているために、無駄な手待ちがなかつたということと、他の1つは、余裕時間の割りあてが多すぎたのではないかということである。いずれの理由もトラブルがない点、および余裕時間がいらぬという点で、作業がやりやすかつたのだということが出来る。Table 23の標準時間と手待ち時間の比(e)/(c)が組立で0.14、解体で0.02となることから、解体の0.02が少なすぎるといふことも出来る。組立でおこつたトラブルが同じようにお

Table 23. 標準作業時間と実際作業時間の対比
Comparison between standard time and actual work time.

		標準作業時間 Standard time				実際作業時間 Actual work time (d) (m.h.)	手待ち時間 Idle time (e) (m.h.)	比 Ratio (e)/(c)
		正味作業時間 Select time (a) (m.h.)	余裕時間 Allowance (b) (m.h.)	標準作業時間 Standard time (c) (m.h.)	標準作業時間 の比 Ratio			
A型	組立 Assembly	28.633	6.811	35.444	1.00	52.250	16.806	0.47
	解体 Disassembly	17.439	5.452	22.891	0.65	32.400	9.509	0.42
B型	組立 Assembly	57.612	12.282	69.894	1.00	79.300	9.406	0.13
	解体 Disassembly	16.832	5.146	21.978	0.31	22.025	0.047	0.02

これば、もう少しこの比が大きくなつてもよいと思われる。B型解体の余裕時間の見積りが大きくなつた理由としては、作業の進行速度が大で、部材数が多く、仕事の量が同時にたくさんあるために、組余裕があまりおこらず、また作業間および工程間の2つの余裕もあまりいらなかつたのではないと思われる。しかし、今回は Table 23 にある余裕時間をそのままにしておくことにする。

総体的にいえば、A型は部材の数は少ないが、全体的に部材の重量が大きく、金具に適切を欠くものがみられ、部材の取付順序に多少難解なところが見られる。しかしこれらの改善がなされれば、安定した作業がえられるものと考えられ、B型は、妻パネルを除くと各部材の重量は平均化し (Table 24)、金具に共通のものが多く、作業者の習熟がはやく、作業が容易に進められるが、部材の数が多いため全体としての作業時間は多くなる傾向がある。しかし、これらの金具または部材の構造から解体には非常に時間を短縮することができた。

Table 24. 主要部材の重量
Weight of parts.

A 型 A type house			B 型 B type house		
部 材 名 称 Name of parts	記 号 Mark of parts	重 量 Weight kg	部 材 名 称 Name of parts	記 号 Mark of parts	重 量 Weight kg
床 桁 Floor joist	B-3	17.6	リブ付きパネル Panel with rib	S-3	36.9
湾曲梁 Curved laminated beam	S-1	28.2	通直登梁 Straight laminated beam	S-1	22.0
棟 木 Ridge piece	B-1	23.6	床パネル Floor panel	P-6	36.8
"	B-1'	13.0	湾曲壁パネル Curved wall panel	P-5	47.6
床パネル Floor panel	P-6	54.8	壁パネル Wall panel	P-4	37.1
壁パネル Wall panel	P-3	46.6	窓パネル Window panel	P-3	28.9
棚パネル Shelf panel	P-4	26.8	間仕切パネル Partition panel	P-8	44.4
妻パネル Gable panel	P-7	73.4	"	P-8'	40.0
肩 桁 Edgeways purlin	B-2	14.5	妻パネル Gable panel	P-7	59.3
"	B-2'	10.9	天井パネル Ceiling panel	P-2	30.4
屋根パネル Roof panel	P-1	54.6	屋根パネル Roof panel	P-1	24.3
湾曲登梁 Curved laminated beam	S-2	24.1	" (破目材とも) " (with verge board) (破目材 (B-9) は 36.3kg)	P-1'	48.7

要 約

木造家屋の Pre-fabrication 化を促進し、木造建築を合理化するためには、その設計を十分に検討しておかなければならない。移設が容易にたびたび行なわれることが望ましい林野作業員宿舎を対象として、組立式宿舎の設計、組立解体の作業性分析、価格分析、強度的性能および居住性試験をおこなった。第1報には、設計、価格構成、作業性について報告する。

設 計

1) フレーム構造に重点をおいた温暖地向宿舎 (A型)、パネル構造に重点のある寒冷地向宿舎 (B型) を設計した (Fig. 1~21)。

2) 両家屋とも組立方式をとり、内外装とも木材または木質の材料を使い、金具で固定する方式をとった (内外装 Table 1, 2)。

3) A型はパネル (P) および構造内材材 (B) の種類が少なく、金具 (K) の種類が多い。B型はこれに反し、部材が細分化されていて部品数量はA型より2~4割多い (Table 5, 6)。

4) パネルは単純化された方がよいが、この程度の家屋では大型パネルでも作業性に支障はなかつた。金具は種類が少ないほどよい。

5) 隙間の処理については、機能上十分に検討を要する。コーキング剤やコンプリバンドの使用は不便である。

6) 用材の農林規格寸法が市場に普及していないことは、プレファブ化にはなはだ都合が悪い。

7) 部材寸法は割出寸法よりやや小さめに製造しないと、組立に困難を生じる。その程度は部材辺長の1/2000~1/4000程度である。

8) ハードボードは破裂強度が弱く、裏打ちがないと組立家屋には不適當である。

経済的評価

9) 建具を除いた木材消費量はA型で $0.128m^3/m^2$ 、B型で $0.136m^3/m^2$ であり、建坪の増すにしたがつて低下する (Table 9, 10; Fig. 22)。この量はかなり少ないものである。

10) 木材消費量は設計の合理化により、さらに低減せしめることができ、 $0.1m^3/m^2$ 程度以下になしうる可能性も考えられる。

11) 試作家屋の価格はA型16,935円/ m^2 、B型21,014円/ m^2 であり割高であるが、建坪の増加とともに低下する (Table 17b, Fig. 23)。

12) 部材中価格構成のもつとも複雑なものは、パネルであるが、その中で接着剤、釘、断熱材などの価格比率は小さく、枠材の価格、これについて加工費の価格の比率が大きい (Table 15, 16)。

13) 総価格中パネルの価格がもつと大きく、60%以上を占めている。集成材の価格は割合小さく、とくにA型の場合は少ない (Table 11, 12)。

14) 建具価格の比率は少なく、建具を節約することはあまり意味がない (Table 11, 12)。

15) 金具の価格は相当大きく、合理化により節約の余地が大きい (Table 11, 12)。1,000~1,500円/ m^2 まで低下させることが可能である。

16) 価格を引き下げるためには、金具のほかにパネル枠材の節減、内装材料の節約 (合板を薄くしたり、

ハードボード・ハニカムを他の材料にかえるなど)が大きい効果がある。加工費は量産の場合には相当の低減が見込まれる。

17) このような点から設計を合理化してゆくと、両型とも価格は12,000円/m²程度までは低減することが可能である。ただし、価格の検討はすべて昭和36年春を基準とした。

作業性

18) 作業時間の測定は、部材ごとの実際作業時間と各要素作業別の正味作業時間を測定した(Table 18, 19, 20, 21)。

19) A・B両型別、組立作業・解体作業別に、実際作業時間の合計と、正味作業時間の合計を算出した。これらの時間の差は、余裕時間と手待ち時間とからなり、後者は作業上不必要な時間である(Table 22, 23)。

20) 手待ち時間は作業が標準時間で済まずに遅れたことにより生じ、設計上に問題点があるものと考えられる。

21) A・B両型は同じ建坪であるが、組立にはB型がA型の約2倍の時間を要し、解体ではほとんど差がなかった。

22) 組立と解体の比はA型が1:0.65、B型は1:0.31であり、とくにB型は解体が容易であった。

23) 標準作業時間と手待ち時間の比は第23表に示したように、A型組立が0.47、A型解体が0.42、B型組立が0.13、B型解体は0.02となり、A型は組立、解体いずれの作業にも約45%の無駄な時間があり、B型はわずかに組立に13%であった。このことは、同一部材の作業を行なうにも作業時間のムラが、A型においていちじるしいことを示している。

24) 部材の重量は、A型にとくに重いものがあり、B型は比較的重量の偏差が少なく、部材の運搬上は容易であった(Table 24)。

25) 全体としてみると、B型の方が部材の数量が多いため、組立時間は多くかかったが、工法あるいは金具の共通のものが多く、作業は容易であった。

26) とくに改善を要する箇所は、A型では、屋根パネルの緊結金具・棚パネルの工法・床パネルの緊結法であり、B型では、金具(K-3, K-4)の改良と屋根パネルの工法および瓦棒の緊結法であるように考えられる。

27) 以上のべたような問題点を改善することによつて、工数は約20%程度減少せうものと考えられ、また、解体を要しないpre-fabrication化した住宅を考えるならば、金具の多くは不必要なものとなつて、釘着で作業を進めることが可能となる。この場合もまた工数の低減をはかることができるものとする。

文 献

- 1) 林業機械化協会：作業員住宅と宿舍，林業機械シリーズ，9，(1959)
- 2) 鳴海 寛：労務宿舍の改善について，青森営林局直営生産事業研究調査報告集，1，(1954)
- 3) 相沢 泰・阿部正一：移動式労務者宿舍について，青森営林局直営生産事業研究調査報告集，1，(1954)
- 4) 戸村実男：パネル式組立の移解築について，帯広営林局直営生産事業研究発表論文集，3，(1957)
- 5) 先崎喬一：パネル式組立建築について，帯広営林局直営生産事業研究発表論文集，5，(1959)
- 6) 平井信二ほか：住宅建築用材に関する調査，演習林，12，(1957)
- 7) 遠藤健児ほか：作業測定，金原出版株式会社，(1962)
- 8) 並木高矣編：工程管理の実際，日刊工業新聞社，(1962)

- 9) 日本建築学会：木構造計算基準・同解説，(1961)
 10) 沢田 稔ほか：木造組立家屋に関する研究 第2報，林試研究報告，(1962)

Studies on Prefabricated Wooden Houses 1.

Trial manufacture and assembling of model houses for forest workers.

Takeshi UYEMURA and Makoto UMEHARA

(Résumé)

The construction design of wooden houses has not been rationalized in Japan, and prefabrication technic of wooden houses is inferior to that of houses in which other materials are used. We have taken up studies of design, assembly, cost, mechanical properties, and other properties of prefabricated houses on two model houses for forest workers.

In this report, we describe the design, cost analysis, and working times for the assembling and disassembling of these houses.

Design and cost analysis

1) One of the houses was designed for use in warm districts and has mainly a frame construction (type A); the other was designed for use in cold districts and has mainly panel construction (type B). Design of the two houses are shown in Fig. 1 to Fig. 21. The houses are made of wood and wood-based material, and assembled with newly designed metal fittings (Table 1, 2).

2) Type A house has few sorts of panel and structural timbers, but many sorts of metal fittings. The number of parts in type B house is bigger by about 20 to 40%, than in A type but their dimension is smaller than in A type. The large panels of A type gave no trouble in the assembling.

3) The panels must be manufactured smaller in their dimension than specified dimension to allow for ease in fitting together the parts when assembling. The specified dimension must be reduced about 1/2000 to 1/4000 of the parts length and breadth. But there must be no slits between two parts, as the house has to be protected against heat loss, sound leak, and rain-water penetration.

4) Total volume of consumption of wood and wood-based materials of these houses is shown in Table 9, 10 and Fig. 22. It is somewhat small than in normal wooden houses. The larger the floor space is, the smaller the consumption of wood per unit area is.

And the total consumption may be decreased with subsequent rationalization of the design, and become less than $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

5) Cost of A type house is $16,935 \text{ ¥}/\text{m}^2$ and B type house is $21,014 \text{ ¥}/\text{m}^2$, which decrease proportionately according to increase of floor space (Table 17b, Fig 23).

6) Cost of panels is most complicated; cost of panel frame is the largest integral in the cost of the completed panel; processing cost is next, cost of adhesive, nails, and insulation are smaller in that order.

7) The panel cost is largest in cost of all the separate parts considered collectively. It is about 60% of the total cost. Cost of laminated arches or beams are comparatively small, particularly for type A (Table 11, 12).

8) Cost of windows and doors is small. For obvious reasons the windows and doors

are extremely simplified. Cost of metal fittings is comparatively high. It may be decreased from 1,000 to 1,500 ¥/m² by rationalization of design.

9) By the rationalization of metal fittings design, frames and facing plywoods of panels, and replacing of hardboard honeycomb with other material, the total cost can be reduced to less than 12,000 ¥/m².

Working times for assembly

10) The working times for the assembly and the disassembly of these houses were measured as actual work-time of each operation and process (Table 18 to 21).

11) The actual work time is composed of standard time and idle time. The standard time is composed of select time and time allowance. The select time means productive time when standard work is being done. The idle time is delay of work time, which originate in assembly design.

12) Disassembly time of test house does not differ much from one type to the other, but the assembly time of B type is about two times as long as A type.

The ratio of assembly time to disassembly time in the case of type A house is 1 : 0.65 and in the case of type B house 1 : 0.31. The B type is very easy to disassemble.

13) Ratio of idle time to standard time is shown in Table 23. Working time of A type was attended by large loss.

14) There is no difference in weight of each panel in B type, and they are easy to handle. The number of panels in B type is larger than in the A type, but work operations are easier, though metal fittings and affixing them are similar in both types.

15) The jointing methods to be improved so as to shorten the work time are that of P-1 to P-1, P-4 to other panels, P-6 to P-6 and S-1 in A type, K-3, K-4, K-5, and setting method of P-1 in B type.

16) The working time may be shortened by more than 20% with these improvements. In cases in which house is to be erected for permanent use on one site, the provision for knock down or disassembling system is not necessary; consequently the construction design can be simplified, and parts assembled by nailing, in which case the work time would be decrease still more.