

輕金屬組立住宅

星野昌一(建築)

輕金屬を住宅に活用して、輕量性と難燃性との特性を生かして、都市から住宅難と火災の脅威を輕減しようとして、輕金屬組立住宅の設計を研究したもので、電力時代に即應したこの新しい材料は建築に新しい様式を生み出すことは必然で、木造やコンクリートの觀念から切りはなされた、輕金屬の特性を生かした基本設計が當然生まれるべきである。著者が最近研究試作したものは、經濟的の點で骨格には軟鋼を使用しているが、近い將來には比強度の大きい輕合金に代るべきものであり、外装、建具、家具等は輕量、耐用性、美觀の上からも是非輕金屬を用いるべきで、統一された簡易な折曲加工材による工場組立部分を増加することによって、勞力の節約をはかり、自重の輕減と相俟つて材料の高價性をカバーしなければならない。ここに高能率で、快適、難燃、組立簡易、耐震、耐風性にすぐれ、耐用年限から考へて、木造よりも經濟的な輕金屬住宅設計の研究結果を示して一般の参考に供したい。

1. 金屬住宅の必要性

終戦後の未曾有の住宅難(現在なお不足であると推定されるもの300萬戸)を打開するのに現状を放置すれば、舊時代的な手工業的生産法である大工仕事による粗悪な木造住宅が汎濫し、今後10餘年を経ない間に、一時に耐用性の限度が来る可能性がある。また火災による木造家屋の損失は、毎年新築住宅の數割に達し、その損害は年に數100億圓を超え、家屋と共に貴重な文化資料や生活資材と、多くの人命の犠牲を繰り返すことを續けなければならない。これではいつまでたつても經濟力の蓄積ができないので、これが又粗末な木造住宅しかできない状態をまねくという悪循環をくりかえすことになり、それでは永久に一流の文化國家として立つ資格を失つてしまうことになる。

これを斷ち切つて、新しいスタートをするには今が絶好の機會で、これをはずせばいつまでも改善の機會はめぐつて来ないであろう。幸い我國の現状では、金屬材の生産に比較的餘力があり、有効需要がこれに満たない状態で、新しい持續的な、かつ大量な消費によつて有効需要を定まないと、現存の生産施設を保持してゆくことが困難な状態である。特に輕金屬材の生産力は、これから我國が豊富な電力を利用して、東洋の先進國として工業的に自立する上に、是非必要なものであるのに、現在は著しい需要不足の状態であるから、この際輕金屬の新しい需要を起すことが適切であり、それには最大の消費量をもつ建築によつて持續的な有効需要を起し、國民生活の向上と再生産の手段とすることが、將來の我國の發展

の上にも、是非必要なことと考えられる。それで新しい建築材料—輕金屬—によつて建築することは、“住宅の質の向上”と“都市の大火災の防止”と“輕金屬材の有効需要の喚起”という三つの大きな利益をもたらすものとして、直ちに取り上げなければならない問題であると考えられる。ところが従來、殊に戦時中は、輕金屬は住宅には使えないものときめてかかつていたために、このような現状であるにもかかわらず、金屬住宅が一般化しない傾向がある。これは、又一つには技術的に金屬材料、殊に輕金屬に對する住宅設計上の適切な形式がまだ確立していないことも見逃せないことで、これを根本的に研究して適切な設計が得られれば、建設費の單價では木造よりもいくぶんか高價でも他の材料では得られない優秀な性能が得られて、結局は經濟的となり、高層建築への適用と相まつて輕金屬構造の洋々たる前途が開けるものと思われる。

2. 輕金屬住宅の特質

輕金屬住宅を設計する場合に、輕金屬の特性に適つた設計をとり入れなければならないことは當然であつて、従來の木造住宅やコンクリート住宅の構造から生れた計畫をそのまま用いてはならない。輕金屬住宅の特質は、

(1) 單位容積の價格が比較的大であるから、まず住宅全體を最少な容積となるように計畫し、又構造材各部の斷面を最少にするように合理的で均等な骨組配置をとり、極力部材寸法の引下を圖らなければならない。

(2) 輕金屬は他の材料に比べて、はるかに比強度が大であるから、部材の寸法の觀念を根本的にあらためるこ

と。しかし有効な深さをあまり少くすると、曲げや扭曲に弱くなるから、肉の厚さと断面の形状とに特殊な考慮を要する。

(3) 現場の要求に応じて一つ一つ形をちがえることは他の材料にくらべて困難であるから、部材の種類を極力へらして、簡単な形式の組合せで、各種の要求に應じるものを組み立てるように考慮することが必要である。

(4) 接合に特殊の設備や工作を要するから、できるだけ接合法を単純化し、又なるべく多くの部分を設備のとのつた工場で加工できるような構造法をとること。

(5) 薄板を使用した場合、引張りに充分耐えても、一寸した衝撃や曲げに弱いから、そして復型が困難であるから、簡単な加工で曲げの強度をますような断面を必要とし、曲面を利用すると有効である。

(6) 設備があれば成型は自由であるから、曲面を充分利用することは好ましいが、これを濫用すると接合に困難性をまし、精密な加工が必要となり、又部品を運搬したり、収納するのに不利な点が多くなる。

(7) 仕上り後の模様替えや腐蝕の加工が困難であるから、当初から綿密な計画によつて充分な装備を興えて、實際の使用上に遺憾のないようにしなければならない。

(8) 軽金属材料は熱伝導率が大きであるから、経済的に有効な断熱材の使用によつて、この缺點を補う必要があるが、可燃材を使用すると、軽金属の利點の一つである不燃性という最大の長所が失われる危険があるから、断熱には特別な考慮をはらわねばならない。

(9) 表面の反射が大きいから輻射による受熱と熱の損失が少くなる。

(10) 軽金属は熱による伸縮が相當大きいから、その断面や接合部にこれを調節するような特殊な考慮を要する。

(11) 普通の場合には雨水にたえる程度の耐蝕性を持ち、海岸地帯では特に鹽風などの腐蝕に耐える材料を用いるか又は特殊な表面仕上げを選択して用いる必要がある。

(12) 他の材料に比べて比熱が小さいので、外界の温度に近く変化し易いから、コンクリートのように表面に著しい結露を來すことは少ないが、暖房などによつて内外に温度差を生じると結露する危険が大きく、壁を適當に流す工夫、又は表面を結露しない材料で覆うとか、他材料との接觸部分の防蝕を特に考慮することが必要である。

(13) コンクリートとの接觸部分は特に防蝕上の注意を要する。

3. 設計上の要旨

以上の各特質を考慮して、新に提案された軽金属組立住宅は次のような要旨によつて設計した。

(1) 住宅床面積を極力切り下げるために、利用率の高

い住宅平面を採用する。

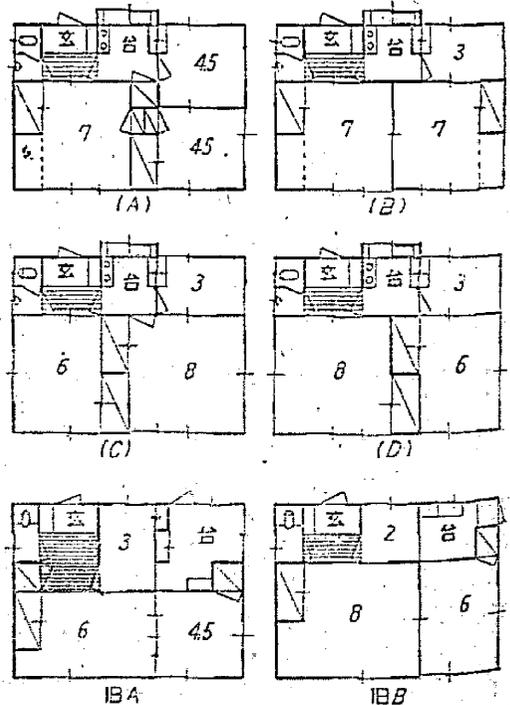
住面率（居室面積を全體の面積で割つた價を100分率で示す）は普通の住宅では55%程度であるが、この住宅では70%近くにまで高め、これによつて同じ面積の普通の住宅よりも30%有利になるような平面を考案した（第1表一住面率参照）。12坪の標準平面について従来のものと比較すると次のようになる。

第1表 12坪住宅諸元比較表

形 式	A	B	C	D	舊A	舊B	
疊 敷 住面率	帖 %	16 67	17 71	17 71	17 71	13.5 55	16 67
人 員 住人率	人 人/坪	5.5 0.46	6 0.50	5.5 0.46	5.5 0.46	4.5 0.37	4.5 0.37
押 入 収納率	間 間/坪	3 0.25	2 0.17	2 0.17	2 0.17	2 0.17	1.5 0.13
壁面長 壁面率	間 間/坪	28.5 2.38	27.0 2.25	26.5 2.21	26.5 2.21	29 2.42	25.5 2.13
種 類 變形率	種 種/間	6+3 0.32	6+3 0.33	6+3 0.34	6+3 0.34	7+6 0.45	7+5 0.47
動線長 動線率	間 間/坪	412 34.2	404 33.5	401 33.4	402 33.4	448 37.4	444 37.0

— 良 値 不良値

一方そのために居室のみの増大をはかつても、物品収納容積を不足させてはいけなないので、適當な収納率（押入間敷を床面積でわつた價をいい、ここに示すものは



第1圖 12坪住宅平面

0.17 程度で普通のものより 10% 有利) をもつように考慮した。(第 1 表—収納率参照, 舊 B は過少) そして各室が完全な独立性を保つことに留意して, 従来の住宅の缺點である襖だけで仕切られた 2 寝室が並ぶような弊害をなるべくさけるようにした(第 1 圖—平面参照)。又實際に多くの人が住みよいように住入率(寝室に就寝し得る人員を容積から割り出したものを床面積でわつたもの)をよくし(提示案では 0.46 人/坪で, 普通の例である 0.37 人/坪程度よりも 30% 有利である) 又使いよさの程度を数値的に示すデータとして動線率(家人が日常の動作で各室を往復する距離と回數から求めた標準動線長の和を面積で割つたもの)の低下をはかり, 提示案ではこの値は 33.4 となつている(これは普通の 40~50% に比べて 30% 位有利である)。又同一空間を囲むのに壁面の延長を最少化することが有利であるが, この案は無駄な凹凸を極力少くし, 壁面率(壁延長回數を坪數でわつたもの)は 2.2 で, 普通の標準である 2.4~2.5 に比べて 10% 位有利である。(第 1 表壁面率参照, これがあまり少いと収納率がわるく住宅としての機能が失われる)。

(2) 壁厚の標準を構造部 60mm, 仕上共 90mm とし普通の木造の 100~120mm に比べて 10% 位縮少した。(コンクリートの 150~200mm に比べると 50% 程度有利である)。しかしあまりこれを低下させると壁面の垂屈

の點で不利となるし, 建具の挿入ができなくなる。建具の断面は極力簡易化して材料と加工の節約簡易化をはかつた。構造材はチャンネルを骨格とし, チャンネル補助材を用いてパネル式に構成する。屋根パネルは同じ厚さのアンゲル材によつて組立てる。

(3) 造作材にも特殊な型材を用いず, 各部分をすべて同じ厚さの板を折り曲げたチャンネル及びアンゲルによつて構成し, 雨仕舞, 水切り上已むぬ所だけに特殊形態に折り曲げた板材(3 種類に統一)を使用した。又パネルの種類を極力へらして, 外壁 6 種, 内壁 3 種に大別できるように統一して, 大量生産に適し, 又相互の融通性に富むように考慮した(第 1 表のようにパネルを延長でわつた)。變形率は 0.34 であり, 普通の 0.5 に比べて 30% 以上有利である)。そしてその組合せによつて, 9 坪から 15 坪程度まで(勿論それ以上も自由であるが)各種の平面の構成が可能であるように, 壁面パネルの種類, 形式に工夫がこらされている(第 2 圖—9~15 坪平面圖参照)。

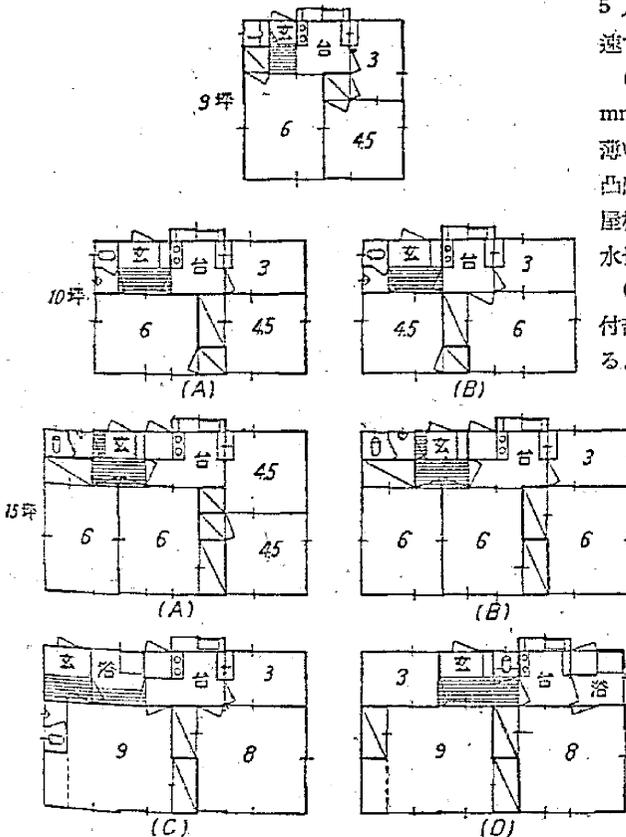
(4) 運搬や収納上の考慮から壁面を 6'×9' のパネルを標準として(特殊開口部の 9'×9', 強度壁は 9'×3') 屋根は全部 12'×3' 及び 6'×3', 6'×6' に統一し, 現場でこれをボルト締で組立てるようにした。この結果, 骨格の組立は非常に簡単であり, 特殊の機械を用いなくても 5 人で 4 時間, 7 人で 3 時間程度で組立が完了する位迅速である。

(5) 外壁は特殊な断面をもつた軽金属の波板(厚 0.5 mm)を用い, 曲げと衝撃につよく, 接合が目立たず又薄い平板を用いた場合にどうしてもさげられない不整凹凸感をなくすようにした。屋根板も同形のものを使用し屋根面として是非必要な曲げの強度を増加させ, 接合と水切りを有利にした。

(6) 波形を普通の生子板の程度の大いさにすると, 取付部分の間隙のために防風, 防水, 防塵等の工作を要するようになるので, 波形を小さくし, 特に空際部分のできる山の部分を狭くなるようにして間隙を少くする工夫がしてある。

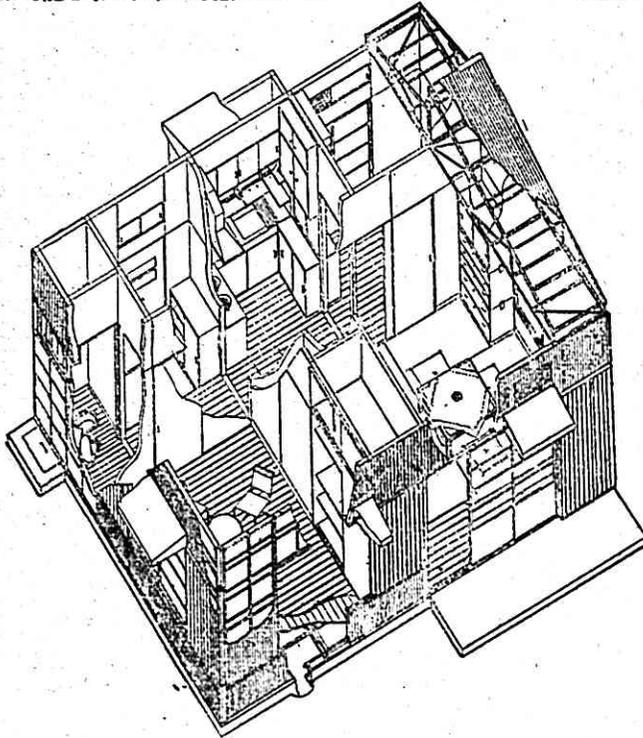
(7) 臺所の調理關係の部分は, 特に後から棚や釘を必要とするのが普通であるが, 最初から充分密着な計畫によつて, 各部の形状・寸法や家具から棚の配置に至るまで細かい點を考慮し, 臨時の工作を加えないで, 殆んど坐つたままでも, 各種の動作が行い得るように非常に便利に考案されている(第 3 圖—室内等測圖参照)。そのために臺所, 配膳, 玄関, 便所等の特殊部分のセットは, いろいろな形式の平面にも, すべて共通のもので間に合うように考慮されている(第 1 圖及第 2 圖参照)。

(8) 壁面は内装に木毛セメント板(引火性の



第 2 圖 9~15 坪 住宅 平面

少い場所ではテックス、ベニア)を使用し、簡単な装飾で断熱性が高く又引火性の少い壁體が構成できるようにし、更に壁體の空隙部にアルミ薄板を挿入して特殊な断熱が可能となるように考慮している。



第3圖 室内等測圖

(9) 外装には耐蝕性があつて反射能の高いアルミ合金(3S, 4S) 波板を使用して輻射を遮ぎり、夏季の強い太

陽熱や冬季の熱損失を防ぐようにした。屋根面にはゆるい勾配を附して小屋裏の換気を充分にし、又雨水及び結露の流下を円滑にした(第4圖参照)。金屬屋根では屋根面を瓦葺のような勾配にする必要はない。勾配が必要以上に急であると風圧が大となり、小屋裏に無駄な空間ができる。

(10) 屋根面と外壁の接合は、波板の重ねつきとして熱による伸縮を加減しうるように考慮した。

(11) 特に腐蝕しやすい部分には耐蝕性合金の使用を考慮している(53S, 57S, 61S 又はクラッド材)。

(12) 異種金屬の接觸部分たとえばボルトナット、座金、骨格と外装との接合部には適当な鍍金又は塗装を考慮している。結露に対しても適当にこれを流出し、接觸部には防蝕上の考慮をほらつている。

(13) 土臺大引のチャンネルと基礎のコンクリート・ブロックとの接觸はタール性塗料による防蝕を考へている。

4. 設計上の特長

この輕金屬組立住宅の特長として挙げられる點を列記すれば、

(1) 簡易で凹凸の小さい平面で、しかも能率がよく、各室の獨立性と機能性が十分に發揮できていること。

(2) 間仕切が簡易で、壁の配置は構造的な要求によく適合していること。

(3) 各部分の寸法、形狀を標準化し少い種類の部品で各種の平面が共通的に構成されるように考慮されていること。

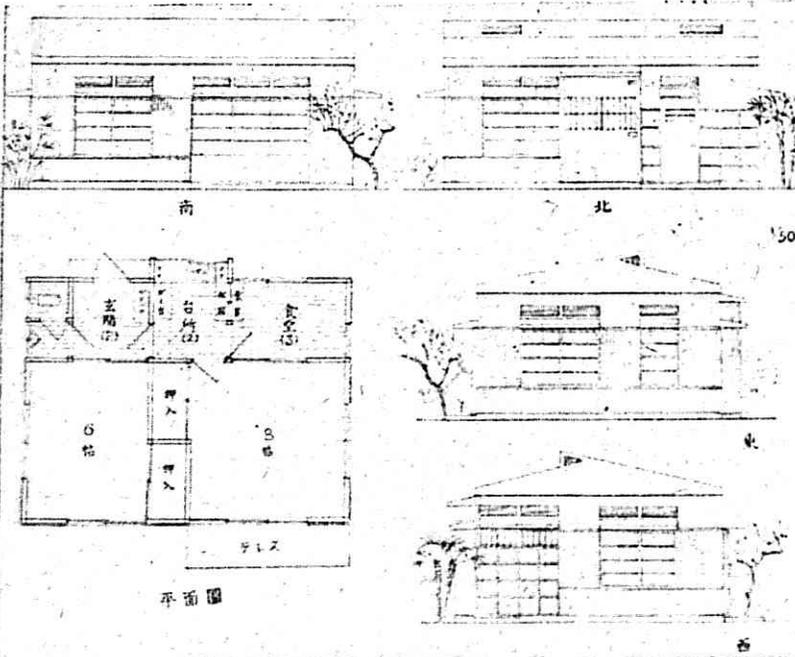
(4) 屋根裏の勾配を少くして空間を節約し段差をつけて小屋裏の換気を有利にしたこと。

(5) 軒の出をなくして屋根重量を軽減し風壓を少くし、一方開口部上部には庇を設けて雨天時の使用に差支えなく日照の調節を有利にしたこと

(6) 外壁及び屋根に小型の特殊波板を使用して、曲げの強大、外觀の美接合の容易、雨仕舞の良好などの利點を得たこと。

(7) 構造材を輕量、簡易、統一化し工場加工及び組立を簡單化したこと。

(8) 窓出入口の建具を金屬化して雨仕舞、密閉性、耐用性をよくし、輕金



第4圖 立面及び平面圖

風雨戸をつけ延焼防止と、防盜上の考慮をはかつたこと。

(9) 各部分をできる限り金属化して可燃物を少なくし、火災の發生と延焼の危険を少なくしたこと。

(10) 明快な外観と能率的な装飾とによつて、文化的で健全な國民生活を容れるのに適させたこと (第 4 圖参照)。

(11) 光澤の強い外装材によつて輻射を防ぎ、かつ通風の良好な屋根と壁パネルによつて、夏季の熱を充分放散し、冬季も充分な保温力を保ちうるように考えられている。

(12) 組立が簡易迅速で移築、改築、増築、解体が自由である。

(13) 輕量で材料の運搬が容易である (上部構造 3.3ton, 基礎 4.5ton)。

(14) 大部分が工場加工で、特殊な現場勞力を要しない。(第 5 圖参照)

(15) 上部が輕量であるから、耐震的には最も有利でその他耐風、防盜性にすぐれている。

(16) 價格比較的低廉である。即ちコンクリートの木造の數割 (約 40%) 増して、耐用年限が數倍であり、延焼による損耗の危険が殆んどないから、維持、消却を考えれば非常に有利となる。

5. 各部の構造

(1) 基礎～布石コンクリート・ブロックは高さ 25cm, 巾 15cm, 長さ 90cm を標準とする。隅部は現場打として風による浮き上りと耐震力をますようにした。

東石～90cm 間隔に高さ 25cm のコンクリート柱を立てる。

テラス、ポーチ～同形のコンクリート・ブロックを並べて用い、モルタル仕上とする。

玄関、土間～コンクリート板を並べ、モルタル仕上とする。

(2) 土壁と大引～チャンネル 2 枚併せとし、壁パネル下は根太掛をかねるよう配置する。大引の端部は水切板で連結する。

(3) 壁パネル～縦樞と横樞はチャンネルを用い鉄打の上熔接し 180cm×270cm を標準として、強度壁は 90cm×270cm とする。下樞と基礎はボルトで連結する。チャンネル材の間柱と胴差を配して剛性を與える。

(4) 屋根パネル～合掌、陸梁、東方杖、火灯等は折曲アングル材を鉄打の上熔接し、360cm 及 180cm の 2 種のスパンに對し 90cm 及 180cm 巾を單位として構成したパネルとし、母屋、梁もこのパネルに一體として構成される。

(5) 外装～壁及屋根とも 3S 耐蝕性合金を強変と美觀上の考慮から、特殊小波形に成型したものを骨格に亜鉛鍍金のビス止めとし接觸腐蝕を防ぐ。妻及軒庇の部分

は平板を用いて雨仕舞を有利にする。

(6) 内装～木毛セメント板 (180cm×90cm 及び 180cm×60cm) を木製胴差又は野縁にとりつけ、表面色モルタル吹付として、防火性と意匠上の効果を高める。

(7) 造作～金属構造の特性を生かして窓枠、鴨居、縦樞等を骨格に熔接して一體として作用するようにし、構造上の有利性を高める。これらはチャンネル又は簡易な断面として、加工勞務を輕減するように考慮されている。

(8) 外面建具～窓外部には壁と同じ程度の防火性を與え、また断熱性、防盜性を考慮して、輕合金板をかけた金属製の引戸を雨戸として配し、窓が防火上の最大弱點となるのを防いだ。欄間の引戸も同じ構造であり、玄関出入口にも金属サッシ、輕合金フラッシュ張りとして意匠と防盜、防火性に富むようにした。

(9) 内面建具～其他窓、間仕切建具もすべて輕合金製とするのが我々の理想であるが、現在の段階では、經濟上の點から木造建具を用いることも考えている。

(10) 床及び敷居～床は捨又はサワラ本変刻フローリングを用いて隙間風と狂いをふせぎ、タタミ敷の部分は松板を用い根太に釘打とする。

6 所要材料

試作家屋では經濟上の點から骨格に軟鋼折曲板を用いているが、構造材として輕金属を用いる場合には 24S 又は 14S を使用し、窓枠には耐蝕性と強度を併存する材料 (53S, 57S, 61S) 又はアルクラッドを用い、外装板は 3S を用いる。その他一般の材料の所要量を示せば次の如くである。

使用箇所	材種	1戸當り (12坪)	(1坪當り)
骨格及造作	鋼 (輕金属)	1,550 kg (500 kg)	112 kg (42 kg)
外装	輕金属	300 kg	35 kg
内装	木毛板	42 坪	3.5 坪
床(敷居、胴差共)	木材	4.2 石	0.35 石
	タタミ	10.5 枚	0.9 枚
建具	木材	0.5 石	0.04 石
	ガラス	110 平方尺	9 平方尺
	ペニア	3.2 坪	0.3 坪
基礎	セメント	400 kg	33 kg
	(コンクリート)ブロック	1.8 m ³	0.15m ³

所要勞務表

種別	1戸(12坪)	(1坪)
骨格及造作加工	500 時間	40 時間
木工事、内装	150 時間	12 時間
組立	80 時間	6.5 時間

7. 試作の実施

この軽金属組立住宅は、終戦後間もなく、航空機工業の再轉換から思いつた金属の建築への應用によつて具體化し、試作家屋1號が日本建鐵工業株式会社の手によつて昭和22年に完成したが、其後の金属使用制限によつて實現の運びに至らず、本24年春、金属使用制限の解除に伴つて、日米金属建物株式会社が米人マーシュ氏の下見板のクリップ留めの特許によつて新たに金属家屋の實施を計畫するに及び、共同製作を引受けた日本建鐵K.K.が、再び我々の參訓を要請したので、その間木造による組立家屋の平面、構造を考究中であつた筆者の立案によつて、日米式の2號の試作について、その改良案として、全然従來の形式によらない独自の立場によつて研究し、計畫されたこの設計を3號試作家屋として實現し、その一部を東大生産技術研究所の開所式に展示して、一般學界、工業界の批判に訴え、G. H. Q., C. I. E., 中國代表團、文部省、軽金属協會その他一般の注意を引いたこの家屋の基本計畫から細部設計まで筆者がこれに當り構造計算は坪井教授、實施圖面に日本ポリテク工業、試作加工組立は日本建鐵羽木技師が擔當して、今後の製作は日本建鐵K. K.の手によつて行われる豫定である。

なお、金属家屋特有の斷熱、通風の問題は我々の東大生産技術研究所の勝田、江口兩助教授(建築及物理工學)が主としてこれに當り、防蝕上の見地からする材料の選擇や防蝕處理の問題は加藤助教授(冶金)又塗裝の問題は増野教授(應用化學)の擔當によつて、各種の専門分野を動員して総合的な軽金属組立構造の研究を繼續して、金属材料による建築の新しい形式の確立に科學的な基礎を與えようとしている。

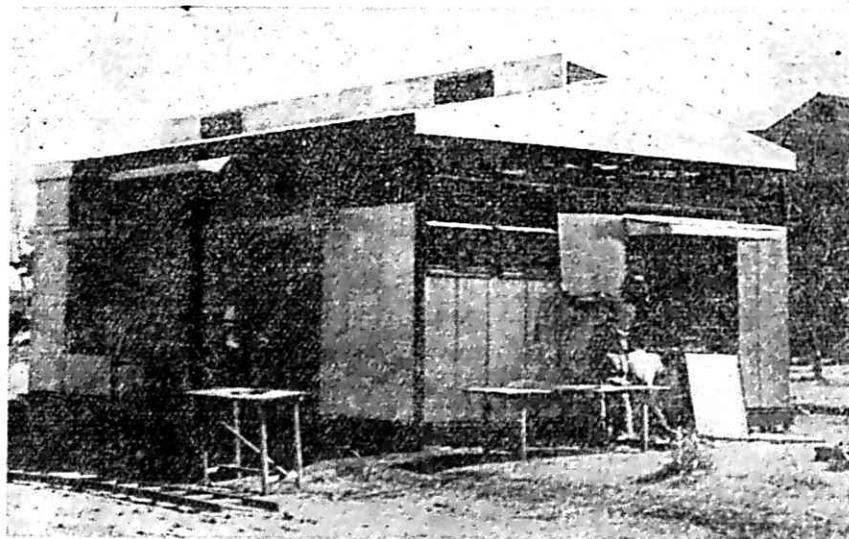
そして近い將來に於て、筆者が職時中特に南方住宅を實地に調査して得られた貴重な體驗を生かして、バスの

ボデーなどと共に有望な輸出工業として、深刻な住宅難に悩んでいる臺灣や比島をはじめ戦後の復興にとりかかっている南方向け輸出住宅の設計を進める豫定である。

8. 軽金属組立構造の應用

この金属板の折曲げ材で構成したパネル組立構造はこの程度の普通の住宅の骨格として好適であるのみならず不燃材のみの輕快な構造を必要とするガレージには極めて好都合なものであり、内装材を必要としないから更に簡單で經濟的である。又間仕切の少い學校や倉庫にも經濟的に應用され、其他時々移設を必要とし、又不便な土地に一時に大量に建設する必要の起る鑛山住宅などには多少單價が高くても結局有利となるものと考えられる。勿論、工場の附屬住宅や縣營市營等の公營住宅のように一地區に一時に大量に同型のもが建てられる場合には木造よりはるかに現場の手間が少いので、煩雜な建設關係勞務者の假場のような施設の節約にも役立ち、迅速短期間の工事が可能となる。

今後産業復興の進展にともなつて、都心附近の密集の傾向は益々増大するのであらうが其の際當然問題となる高層建築や現存ビルディングの増階等の問題が起つた場合、地質の軟弱な我國の主要都市で、地震力に安全にするにはどうしても壁面の輕量化ということが問題となるから、骨格に輕量で強度の大きい超デュラルミンのような輕合金が使用され、外装はもとより、内装から建具、家具の類までもできるだけ輕金属化した設計が採用されることは必然の勢であり、この研究成果が、資源の乏しいために外國で許されることでもなかなか實現しない我國にとつて、手のとどく程度の簡易性があつて、しかも我國の積年の悲願ともいふべき“都市建築の不燃化”という大事業の一助ともなれば幸いと考え、研究試作を今後も繼續してゆく考である。(25・1・31)



第5圖

組立作業中の金属住宅骨格の組立が終つて屋根板と外板の取付作業中の状況で、特殊な用具を用いなくて數人で簡単に作業ができる。近距離の地域に建設する場合には、工場内で外板を張つたものを組立ることが、現場作業の節約上當然のことである。