

平成 6 年度 農林水産省補助事業
木質資源利用分野開発促進対策事業

プレハブ工法(部品化)住宅部材開発事業報告書

平成 7 年 3 月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

在来軸組構法は、3尺グリッドによる設計システム、改変の容易さ、日本の木材生産方法に適合した材料供給体制など優れた面を備えている。

しかしながら、職人問題や木材供給の変化など多くの問題を抱えている。また昨今は、住宅価格の低減が迫られており、生産供給の変革が求められている。

本事業は、こうした在来軸組構法の抱えている諸問題の改良の意味を込めて、21世紀に向けた住宅工法及びその構造解析並びに部材化の検討を行うものである。

従来、軸組工法の工法開発は、専ら、大手メーカーの役割であり、それらの工法は一般の工務店にとっては、ただちに自分たちが日常的に作っている建物に応用できる技術とは言えない。

そこで、一般の大工・工務店が採用し得るような小規模な工場生産可能な構法の開発を目指すこととし、新しい木造軸組工法開発の基礎とするため、最近の住宅工法の中から、従来の軸組工法の参考になるような提案を抽出して、その工法を分析・検討し、新しい軸組工法の提案を行った。

公私多端の折、広範な調査・検討に労をいただいた委員各位に対し、衷心から感謝申し上げます。

在来軸組構法合理化検討委員会 委員名簿

- | | | | |
|-----|-------|---------------|----|
| 委員長 | 大橋 好光 | 東京大学工学部建築学科 | 助手 |
| 委員 | 吉田 倬郎 | 工学院大学工学部建築学科 | 教授 |
| ” | 源 愛日児 | 武蔵野美術大学建築学科 | 教授 |
| ” | 前川 秀幸 | 職業能力開発大学校建築学科 | 講師 |
| ” | 橋本 久道 | 東京芸術大学美術学部建築科 | |
| ” | 袴田 喜夫 | 袴田喜夫建築設計室 | 代表 |
| ” | 福浜 嘉宏 | 大江宏建築事務所 | |

平成7年3月

(財)日本住宅・木材技術センター
理事長 下川 英雄

要約

本事業は、在来軸組構法の抱えている諸問題の改良の意味を込めて、21世紀に向けた住宅工法及びその構造解析並びに部材化の検討を行うものである。

従来、軸組工法の工法開発は、大手のメーカーによって行われてきたため、一般の工務店がただちにそれらを応用できる技術とは言えない。

そこで、一般の大工・工務店が採用し得るような小規模な工場生産可能な構法の開発を目指すこととし、新しい木造軸組構法開発の基礎とするため、将来の軸組構法のあり方に関するブレーストリーミングを行うとともに、最近の住宅工法についてヒアリングを行い、将来の軸組構法の参考になるような提案を抽出して、その工法を分析・検討し、①反付け真壁パネル構法②外壁耐力パネル構法③軸組パネルを組み込んだ構法④合理化軸組構法を選択した構法等の新しい軸組工法の提案を行った。

キーワード

軸組構法、部材加工、架構ルール、接合部、接合金物、基礎躯体、基礎鉄筋、アンカーボルト、床下換気、床組、壁耐力、小屋組、真壁、パネル、大壁、通気口、プレカット、在来軸組、構造用面材、木製筋違い、

目 次

1	研究の概要	1
1. 1	研究目的	1
1. 2	研究対象	2
1. 3	研究方法	2
2	軸組工法の問題点と提案	3
2. 1	軸組工法と生産	3
2. 1. 1	生産面から見た軸組構法	3
2. 1. 2	軸組部材加工	4
2. 1. 3	関連部材加工	5
2. 1. 4	軸組構法の新しい生産供給の事例	6
2. 2	架構ルールの検討	14
2. 3	接合部	34
2. 3. 1	接合部の合理化の基本的な考え方	34
2. 3. 2	既存提案型構法の接合部—接合金物を中心に—	36
2. 3. 3	木造住宅合理化認定システムにみる提案構法の方向性	62
2. 4	軸組構法と部品—基礎と床	65
2. 4. 1	基礎躯体	65
2. 4. 2	基礎鉄筋	66
2. 4. 3	アンカーボルト	66
2. 4. 4	床下換気	67
2. 4. 5	床組	68
2. 5	軸組構法と部品—壁耐力要素の分類と検討	69
2. 5. 1	軸組構法の耐力要素	69
2. 5. 2	構造用面材	69
2. 5. 3	木造住宅合理化認定システムでの壁パネル	73
2. 5. 4	木製筋違い	87
2. 5. 5	その他鉄筋等の使用	88
2. 6	軸組構法と部品—小屋組についての分析	91
2. 6. 1	始めに	91
2. 6. 2	屋根の形状と勾配と小屋組	91
2. 6. 3	小屋組の部材の種類数と点数および材積	94
2. 6. 4	合理化認定システムの分析	98
2. 6. 5	非構法的な問題の合理化	105

3	新しい軸組構法システムの提案	108
3.1	軸組構法の提案	108
3.1.1	提案構法の条件	108
3.2	提案構法 反付け真壁パネル構法	117
3.2.1	外大壁・内真壁の合理性	117
3.2.2	壁体内結露の防止	118
3.2.3	パネルの構成	120
3.2.4	まとめ	122
3.3	外壁耐力パネルの提案	124
3.3.1	パネルメーカーによる外壁パネル	124
3.3.2	外壁通気工法と壁パネル	126
3.4	小屋組等の提案	128
3.4.1	軸組構法的小屋組の合理化についての提案	128
3.4.2	その他いくつかの提案	132
3.5	軸組にパネルを組み込んだ構法の提案	143
3.6	合理化軸組構法を選択するための一提案	150
4	研究のまとめ	153

1. 研究の概要

1. 1 研究目的

在来軸組工法は、3尺グリッドによる設計システム、改変の容易さ、日本の木材生産方法に適合した材料供給体制など、良い意味で『在来の構法』として優れた面を備えている。しかしながら、同時に、職人問題や木材需給バランスの変化など多くの問題を抱えていることも事実である。また、昨今は、住宅価格の低減が迫られており、生産・供給の変革が求められている。

一方、ツーバイフォー構法は、構造的な明解さばかりでなく、その生産性の高さから、昨今の技能労働者不足に対する解決策の一つとして、優れた特性を有している。しかし、木材の供給や構法を支える職人の「なじみ具合」などから見て、これが一朝一夕に日本の主要な構法となるとは考えられない。木造建物の大部分を占める現在の軸組構法の供給組織を考えると、これからの木造住宅構法は、在来構法との組み合わせで新しい構法を開発していくのが最も実現性が高いと考えられる。

本研究は、こうした在来軸組構法の抱えている諸問題の改良の意味を込めて、将来の軸組工法を睨んだ、新しい躯体工法を探るものである。

従来、軸組工法の構法開発は、専ら、大手の住宅メーカーの役割であった。たとえば、現在、プレカット構法が普及しつつあるが、これは、一般の工務店にとっては、採用するか否かの選択を迫る構法であって、自分たちが日常的に作っている建物に応用できる技術とは言えない。

本研究の目指す構法は、一般の大工・工務店が採用しうるような、オープンな構法である。この場合でも、やはり、躯体構造・各部構造の工場生産化や現場工数の削減が求められることになるが、しかし、単に大量生産する構法を探るのではなく、むしろ、一般の大工・工務店が採用しうるような小規模な工場生産可能な構法を開発を目指している。あるいは、構法によっては、躯体・各部の部品だけを供給する新しい業種の出現が求められることになるかもしれない。

従来、新しい構法や接合金物などは、開発したメーカーなどのパテントが、一般への普及の妨げとなってきた。本研究では、住木センターが主導して行うことにより、提案された工法を一般に開放することができる。また、その金物などは、例えば、Z金物やC金物といった規格に採用できる可能性があり、そうなれば一般への普及の大きな助けとなる。

本研究は、こうした新しい木造軸組構法開発の基礎的な研究として、次のような項目について、検討を行った。

- ① 将来の軸組構法のあり方に関するブレインストーミングを行う。
- ② 最近の住宅構法の中から、将来の軸組構法の参考になるような提案を抽出して、その構法を分析・検討する。
- ③ 以上を踏まえて、新しい軸組構法を提案する。

1. 2 研究対象

軸組構法を開発するに当たっては、どのような住宅をどこで供給するのかを設定する必要がある。本委員会では、次のような地域・構法を設定した。

- ①対象供給地域：都市近郊及び地方県庁所在地
- ②生産者の技能：非熟練技術者でも組立可能な軸組構法
- ③住宅のレベル：プレハブとも競合するような中程度の住宅
- ④基本構法：軸組構法で従来の大工や工務店が施工していく住宅
- ⑤木材の供給者：従来からの木材供給業者を想定する。

また、次の項目は、拘束されるものではないが、参考にしながら委員会を進めることとした。

- ①供給棟数：システム全体で100～300棟/年、
一つの工務店で、数棟～30棟/年
- ②軸組材の加工機械：複雑な加工機械は必要としない程度。
- ③接合金物：オープン部品、または開発した部品をオープン化する方向。
- ④使用する木材：乾燥材や集成材を前提としても良い。

1. 3 研究方法

まず、研究のフレームワークを策定した。研究目標の作成、研究対象の絞り込み、研究方法の検討、研究成果のイメージ作り、などを行った。

次に、調査検討項目を整理した。

①将来の軸組構法についてのブレインストーミング

並行して、軸組構法にこだわらず、新しい木質住宅のシステムについて、ヒヤリングを行った。対象構法は、次の通りである。殖産住宅LWS、旭化成工業HB構法、S×L新桂、積水化学ツーユーホーム、民家型構法。これらについて、構法開発の動機・考え方、構法内容、各部構法、などを把握した。

その後、新しい軸組構法システムの検討を各委員で分担して実施した。特に、日本住宅・木材技術センターの合理化認定構法、ヒヤリングを行った構法、などの情報を基に、これからの軸組構法を提案した。

2. 軸組構法の問題点と提案

2. 1 軸組構法と生産

2. 1. 1 生産面から見た軸組構法

軸組構法は主体構造部が主に柱と横架材から成る木造建築の構法であり、軸組部分はその主要な位置を占めるものであるが、軸組構法全体としては、軸組部分に加え、建築物を構成する各部を加えた一式のものをいう。したがって軸組構法の生産を論じる場合、その対象となる部位としては、本来、軸組部分だけでなく、地業、基礎、小屋組、床組、屋根、床、壁などの下地と仕上げ、開口部、造作、そして各種ビルトインされた設備の機器・配管なども含まれることとなる。

しかしながら、ここでの検討対象の主なるものは、やはり軸組部分であり、それに加え、木材および木質建材を用いた部分となるが、これは一方では木造住宅を扱う工務店が主に手掛ける部分、木材業・木材加工業などが主に扱う部材・部品が用いられる部分を意味する。

但し、主な検討対象の事例には、関連して基礎まわりの構法開発が重要な位置を占めているものがあり、またパネル化には断熱材なども取り込んだ付加価値を高めたものもあり、将来的には、仕上げや設備配管を組み込んだパネルも考えられること、また、高性能を特徴とする構法では設備システムが重要な役割を担っているものがあることについては、十分視野に収めた検討が必要であるということはいうまでもない。

2. 1. 2 軸組部材加工

(1) 軸組部材加工の範囲

軸組部材加工は、従来は他の部材も含め手刻みで行われており、その機械化が今進んでいる。その最も進んだものは、CAD/CAMを導入し監視者以外には人を要しないものであるが、その間には、電動工具や単能機、程度の差は大きいですが、マニュアル部分が含まれた機械プレカットなど、機械化、自動化という面からみて様々なレベルがある。

加工する部材の範囲は、柱、横架材、梁、桁、胴差、土台といった本来の軸組部材のほか、小屋束、棟木、母屋、床束、大引きなどが含まれているものが、一般的であるが、これは主に断面寸法が似通っているもののグループであるといえる。したがって、柱材や梁材について軸組部材加工の範囲としては一定の制約があるのが通例である。

機械プレカット工場の加工内容という点からは、軸組部材加工という範囲を超えて、羽柄材プレカット、パネル製作、造作や階段などの部品加工などを含む例が、近年みられるが、これについては改めて述べる。

(2) 軸組部材の機械プレカットの能力

簡易な電動工具を用いる程度の手刻み加工で、軸組部材加工が1.5人・時間/㎡(床面積)、造作材加工が0.7人・時間/㎡掛かっているという報告(「木造住宅6-施工計画の手引」日本住宅・木材技術センター編 丸善 昭和57年)があるが、これによれば100㎡の木造住宅の軸組部材加工は手刻みだと150人時間、約20人日要することとなる。しかも一定の技能を有する大工の手に依らねばならない。

これに対し、現在最も規模の大きい機械プレカット工場では、20坪(床面積)/時間の加工能力を持っていると聞く。常時の要員数がどのくらいかが問題であるが、CAD/CAMが進んでいけば手刻みよりは格段に少ないはずであり、しかも、大工技能を必要とせず、女性でも可能な業務も多い。

このように、自動化の進んだ規模の大きい機械プレカット工場は、部材加工の量的充足と大工技能者不足への対応という点で、軸組構法住宅の生産供給にとって大きな役割を果たしており、実績を伸ばしている。現在、我が国の機械プレカットの工場数は600を越えているといわれている。

現実には、具体的な生産供給体制や想定される市場の特徴や規模などによって、工場用地や投下資本とのバランスも視野に収めた適正な工場の規模や、自動化の程度などが考えられることとなる。実際各地に造られている機械プレカット工場の多くは規模の大きくないものである。

(3) 軸組加工の種類

現在多くの機械プレカット工場は、手刻み加工の機械化というタイプのものである。この他に、特殊な接合法の開発に対応した機械プレカットもみられるが、それらの多くは、特定の供給体制に対応したクローズドシステムの中で営まれており、今後の展開については未知数のものではあるが、注目できる動きではある。

2. 1. 3 関連部材の加工

(1) 関連部材の種類

軸組部材の機械プレカットとの関連のしかたで他の部材を区分するならば、次のようになろう。

- ・ 軸組部材と同じラインで加工が施されるもの —— 束、母屋、大引、棟木
- ・ 羽柄材 —— 根太、垂木、間柱、胴縁
- ・ パネル —— 面材＋補強材（粹材など）
面材＋補強材＋断熱材
面材＋補強材＋断熱材＋柱
- ・ 造作、階段など
- ・ 窓、出入り口用部品

(2) 関連部材の生産供給のタイプ

機械プレカット工場で加工される部材のうち、軸組部材と同じラインで加工が施されるもの以外のものは、各生産体制の中では、供給内容に加えるかどうか、加える場合工場として軸組加工工場の中で制作するのか、別の独立した工場で作るのか、また、自社工場で作るか、協力工場で作るかといったことについての検討がなされるのである。現状をみるに、羽柄材のプレカットは、やるならば軸組加工工場の一部に装置を設けて、自社工場もしくは協力工場で作っている場合が主であるが、パネル、造作部品、階段部品などは、軸組加工工場とは別の工場で作る、もしくは、メーカーから調達するなど、その様態にはバラエティーが多いようである。

2.1.4 軸組構法の新しい生産供給の事例

(1) 新世代木造住宅にみる軸組構法の実産性向上

新世代木造住宅供給事業は、建設省住宅局の事業として1991年度の提案募集、1992,3年度に至る実用化推進を経て、12システムが実用化された。1994年度からは、この事業は(財)日本住宅・木材技術センターの認定事業として継承され、12システムは第一陣の認定システムとなっている。これらのシステムの概要は「新世代木造住宅供給システム梗概集」に紹介されているが、ここでは、その中から各システムの、生産施工性に関わる事項について分析した結果を示す。

新世代木造住宅供給システムの各システムに示されている生産施工性の特色は、表2.1.1に示す通りである。

これらの中から、現場工事に関する生産性、部材加工に関する生産性、その他生産性と関連する事項との関わりについて抽出し、全体の傾向などについて検討したものを以下に述べる。

システムの多くは表2.1.1に示すように生産性向上の具体的な項目として現場工事の人工数の削減を掲げている。その様子は図2.1.1の通りである。

これらの削減率は各システムの供給者が各々想定している標準的軸組構法に対するものであり、数値のみを相互に比較することには無理があるが、各システム供給者の多くは現場の人工数削減に積極的に取り組んでいる様子を伺うことができる。

各システムの記述の中には、より具体的な事項の指摘もみられる。それらを現場工事関連事項、部材加工関連事項、その他に分けてまとめたものが表2.1.2である。

これから、軸組構法の実産性向上に関する様々な具体的実践をみることができ、工場加工および現場工事の工数削減、工期短縮、コストダウンといった直接生産性に関わる課題に加え、付加価値の高いパネルの実用化に関連したもの、現場の資材管理や工事廃材削減を明確に意識したものなど、幅広い方向での実践は示唆に富んでいるといえよう。

表 2.1.1 新世代木造住宅供給システムの生産施工性の特徴 (その1)

<p>コミュニティー ビルダー 支援システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●合理化システム認定を取得したLWSラージウッド工法により、標準的な在来構法に対して、プレカット材使用により大工工事において約2割の人工数が削減でき(必須事項)、パネル使用により組立、造作工事において約4割の人工数の削減が可能である。(パネルの実用化は平成6年9月以降) (選択事項)
<p>ウッディー ・クリエイト</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●屋根・外壁部分に二重の通気層を形成するのにこの部分が通常の軸組みでは複雑になるため、屋根を通気層・断熱材組み込みのパネルとし、外壁に関しては断熱パネル化した。さらに構造材のプレカット化と床のパネル化をもって施工精度の向上と作業床の確保を求めた。 ●以上をもって標準的な在来構法と比較して、なお大工工事において約5%の人工数が削減できる(当社比)。
<p>住友林業 ビルダーズ システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●一般に、主要構造材である木材は、生材のまま住宅資材として使われているが、施工後、寸法変化を起こし、建付け不良・クロス割れ等のクレームの原因であるだけでなく、部品化の大きな阻害要因であった。 ●当システムで使用する乾燥・精度規制された高精度の構造・羽柄プレカット部材は、これらの問題を解決すると同時に、住宅構成部材の部品化・ユニット化及び各種合理化が期待できる。 ●なお、これらの手法は、当社で既に実証されているものばかりである。
<p>M・S・K ハウジング システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●工期短縮 標準的な在来構法に対して、プレカット材+パネルの使用により、全体において約3割の人工数が削減できる。 ●生産性の向上と作業の効率化 標準的な在来構法に対して、プレカット材+パネルの使用により、大工工事(躯体・下地工事)において約5.8割の人工数が削減できる。 ●施工精度の向上 乾燥木材の使用、工場における軸組およびパネルの高精度加工と品質管理によって品質の安定化を図ることで、施工精度の向上に貢献。 ●作業床の確保 先行足場組立や床パネル敷き込みによって作業床を確保し建て方時および高所作業時の施工安全性を確保。 ●断熱施工の簡略化 断熱壁パネル・断熱床パネルの使用により、現場での断熱施工を省力化。 ●機械使用の減少 加工済み部材の利用で、現場での電動工具の使用が減少。 ●資材置場の減少 加工済み部材・タイムリーな資材供給によって、現場における資材スペースの減少に貢献。 ●現場廃材の減少 プレカット・パネル化によって現場廃材の減少および廃材処理コストの削減が可能。 ●下小屋スペースの減少 プレカット・パネル加工済み部材の利用によって、現場下小屋スペースの減少が可能。
<p>WHSトータル システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●工場生産で現場納品することにより、資材置場及び下小屋スペースの減少が図れる。 ●標準的な在来工法に対してプレカット及びパネルの利用により、全体において2割の人工数が削減できる。 ●パネルに断熱材を工場で充填することにより、断熱施工の簡略化を図り、品質の確保と工期の短縮を推進する。
<p>TEPシステム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●加工済み部品を現場にタイムリーに供給し、現場の資材スペースが減少することで施工性向上を図れる。(必須事項)

<p>サミット ハウジング システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 工期短縮 SHSでは躯体工法に合理化システム認定工法の「HQH工法」を採用し、標準的な在来構法に対して当システムに加え構造材プレカット及び床パネルの採用により、大工工事において約3割の人工数が削減出来る。 ● 施工精度の向上、加工手間の削減 床のパネル化、構造材の工場プレカットにより寸法精度が確保されている。また、ノックダウン工法により端柄材の加工が不要となる。
<p>HI-NET システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 工期短縮……………標準的な在来工法に対してプレカット・パネル等の使用により全体の人工数が約3割強削減できる ● 生産性の向上と作業の効率化……………標準的な在来工法に対してプレカット・パネル等の使用により大工工事において約4割の人工数が削減できる ● 施工精度の向上……………精度基準書に則り厳しい検査管理のもと生産されるプレカット・パネルにより建て方の施工精度が向上 ● 加工手間の削減……………筋違い、火打ち材の省略などによりプレカット加工時間が削減される ● 作業床の確保……………床パネルによる作業床の確保 作業安全性の向上 ● 断熱施工の簡略化……………床断熱材は工場にて1F床パネルに挿入可能。壁は筋違い省略のため容易に断熱材が挿入できる ● 機械使用の減少……………部材の工場生産化により、現場での機械作業が減少する ● 資材置き場の減少……………構造部材の部品化により、現場での資材確保が不要となる ● 現場廃材の減少……………現場加工の削減による ● 下小屋スペースの減少……………部材の工場生産化により下小屋作業は殆ど不要となる
<p>KMS ネットワーク システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 標準的な在来工法に対して、プレカット利用により大工工事において約1.5割の人工数が削減できる。 ● 標準的な在来工法に対して、パネル使用により大工工事において約1.5割の人工数が削減できる。 ● パネル断熱により、断熱施工の簡略化を図ることができる。 ● 工場生産で現場搬入することにより、資材置場・現場廃材・下小屋スペースの減少を図ることができる。
<p>NH-28D システム</p>	<p>標準的な在来構法に対して、プレカット化／パネル化により、大工躯体工事において、約5割の人工数が削減できる。</p>
<p>3Wシステム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 標準的な在来工法に対して3Wシステム利用により全体において約5割の人工数が削減できる。 ● 標準的な在来工法に対してプレカット利用により上棟工事において約6割の人工数が削減できる。 ● 標準的な在来工法に対してプレカット・パネル利用により造作工事において約4割の人工数が削減できる。
<p>FACT-P 供給システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● FACT-P工法は柱と間柱・胴縁・断熱材(枠内発泡ポリスチレンフォーム)構造用合板・エアサイクルボードを一体化した壁パネル、及び根太・断熱材・捨て張り合板を一体化した床パネルを専用工場にて生産し、プレカット部材と合わせて施工する事で、従来軸組建方後に行っていた大工工事を省略できる。(プレカット、パネル化により標準的な在来工法の大工工事において、約1.5割の人工数が削減できる。在来工法には、特徴の一つであるエアサイクルシステムの特異な作業は考慮されていない。)また加工済資材をタイムリーに供給する事で、現場における廃材の減少、下小屋スペース、資材置場の縮小を可能にしている。床先行型の施工方法や外部足場により作業床を確保し、建方時の安全性を考慮している。FACT-P工法設計・施工マニュアルによる適切な現場指導や、研修会を実施する事により、施工品質の確保が可能となる。また、工場における品質・加工管理に基づき製作される部材を主としている為、家全体として施工精度の向上も図れる。(人工乾燥材使用)



図 2.1.1 新世代木造住宅供給システムにみる人工数の削減状況

表 2.1.2 新世代木造供給システムにみる軸組構法の生産性向上項目

区 分	項 目
現 場 工 事	<ul style="list-style-type: none"> * 現場における大幅な工期の短縮。 * 現場作業の簡素化による安全性の向上。 * 現場作業の省力化。 * 職人の熟練を要さなくても、現場作業が可能。 * 現場廃材の大幅な減少。 * 工場生産により、下小屋スペースの減少。
部 材 加 工	<ul style="list-style-type: none"> * 工場におけるプレカット化、パネル化の実現。 * 部材加工においてCAD、CAMの有効利用。 * 部材の乾燥および、防腐防蟻処理の徹底による、品質の安定。 * 端材の転用が可能。 * 部材の歩留まりの向上。
そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> * オリジナル部材の開発。 * 地域の大工・工務店に対する研修講座の開催。 * 見積、積算においてもCADを有効的に利用。 * 営業、設計、施工などに於いてマニュアル、チェックリストを提供。

(2) 木造住宅合理化認定システムにみる軸組構法の生産性向上

木造合理化認定システムは(財)日本住宅・木材技術センターによって行われている、良質で適切な価格の軸組木造住宅の合理化した生産供給システムを対象とした認定事業で、平成6年度には第5回の認定が行われている。認定されたシステムは概要集にその概要が示されているが、ここでは第5回認定システムについての概要集における記載内容から、生産性に関する事項を抽出しとりまとめたものである。表2.1.3は各システムについて、生産性に関する記載を抽出しとりまとめたものである。

出典の性格上、定量的な記載はみられないが、項目としては多くのものが示されており、新世代木造住宅供給システムも合わせて、今後の軸組構法の方向を考える上で大いに参考になるものといえよう。

表 2.1.3 第5回木造住宅合理化認定システムに示された生産性に関する特色
(その1)

システム	生産性に関する特色
5-1	一部を除き自動加工
5-2	熟練工不足対策 軸組材のCAD-CAM パネル化
5-3	工期短縮 断熱パネル化、軸組プレカット、接合金物
5-4	部品化、構造材、羽柄材プレカット、パネル化、 ユニット化、工程管理
5-5	オリジナル金物とパネル化 工期短縮
5-6	プレカット、パネル化
5-7	加工の単純化と施工の簡便性 工期短縮 熟練工不要 パネル化
5H-1	パネル化、プレカット
5H-2	構造材、羽柄材のプレカット 専用金物
5H-3	剛床による作業性向上
5H-4	大作業の分業化 プレカット-構造材、羽柄材 工期短縮

(その2)

5 H - 5	プレカット、部品化、ユニット化 熟練工不要
5 H - 6	構造材プレカット 下地、造作、階段の部品化
5 H - 7	構造材プレカット、造作のプレカット、階段ユニット
5 H - 8	プレカット、CAD/CAM
5 H - 9	プレカット 継手金物開発
5 H - 10	プレカット剛床用合板
5 H - 11	構造材プレカット、パネル化、ユニット化、キット化
5 H - 12	ロケット金物
5 H - 13	コラムベース パネル化
5 H - 14	コラムベース パネル化 プレカット
5 H - 15	マニュアル化、パネル化、部品化
5 H - 16	パネル化、部品化、プレカット化、ユニット化、 施工の概要化
5 H - 18	構造材、羽柄材の機械プレカット 造作材のプレカット化、セット化 架構方法の統一ルール化
5 H - 19	部材断面統一 プレカット

2. 2 架構ルールの検討

1) 合理化認定システムの架構ルール

1-1 ホームストLWシステム（殖産住宅相互隣）

1. 横架材の断面寸法を必要最大寸法に統一（図-2）

これまでの軸組構法では桁、梁、胴差などの横架材の断面を荷重条件に応じて必要最小寸法で設計していたため、横架材が不連続になっていた。本システムでは横架材の断面寸法をその部位毎に必要な最大寸法に統一している。太い横架材が連続したこのシステムは見た目には安心感を与えるだけでなく、応力集中を避けた均質な構造となっている。

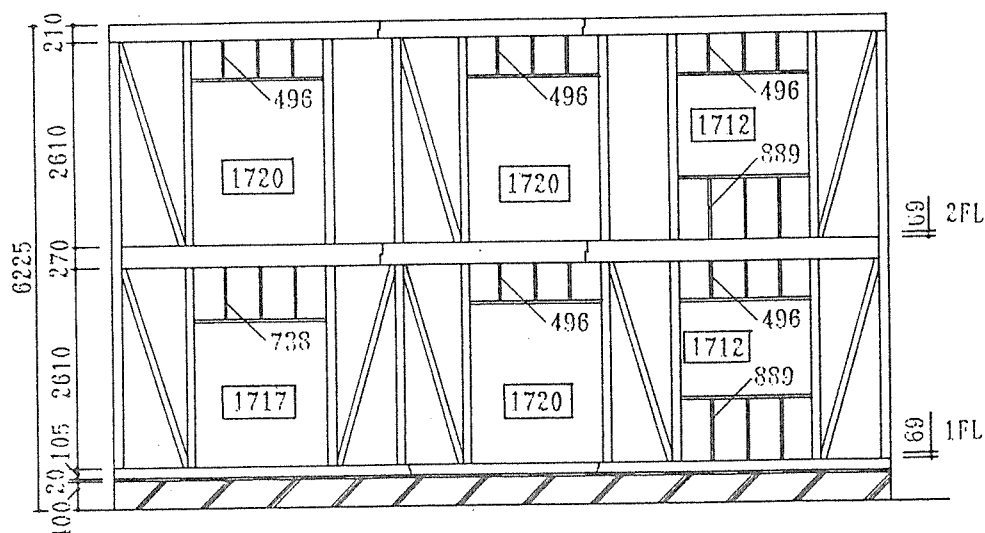


図-2 LWシステムの軸組図

2. 長尺材の有効活用（表-1）

従来構法では3mや4mの定尺材で横架材を構成していたが、継手数が多くなり、継手部分に火打梁が重なる場合も多い。継手は構造的に脆弱な部分である。そこで、継手数を少なくし、火打当たりを避けるため、5mの長尺材を優先的に採用することにした。それにより、継手箇所が従来構法の約半分になることがモデルプランの試算で確認された。

表-1 継手力所の減少（1戸当り）

	従来	新システム
土台	11	4
梁・胴差	9	4
桁・小屋梁	8	5
母屋・隅木	8	5
合計	36	18

3. 2階床梁を91cm（3尺）内外の間隔に均等配置

2階床組の構造は、一般的に単純床梁を182cm（6尺）内外の間隔に配置し、根太を床梁に渡りあご掛けとしている。本システムでは単純床梁を91cm内外の間隔に均等に配置し、かつ根太を床梁に渡りあご掛けとした。本システムは水平構面の剛性を高めるため、木造3階建構造基準の床組を採用している。しかし、その基準では床梁間隔は規定されておらず、現行の182cm内外でも認められている。床梁間隔を91cm内外の間隔に均等配置することにより、さらに床構面を強固にし、かつ床梁を受ける梁の応力の分散を図った。

1-2 八角形住宅HLCシステム（全国HLC会）

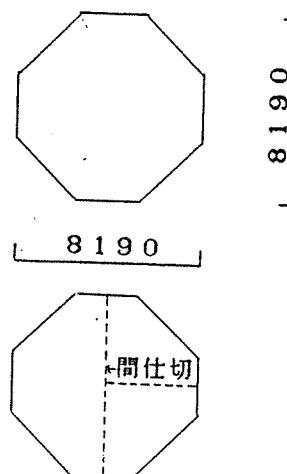
1. 平面計画

八角形基本寸法を8190とし、モジュールを910で統一する。二階建の場合は、総二階を基本とする。

間仕切り壁は、短辺に対し、水平又は、直角に間仕切りとする。これにより、ロスをなくし、従来の910(3尺)の建材で間仕切りすることが可能となる。

基本を右図の寸法としているが、拡大、縮小、八角形の連棟、平屋+二階建て等、変化は自由につけられる。

室内の間仕切りについても同様である。



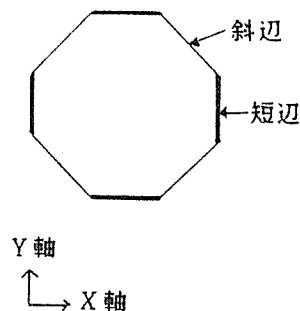
図一 1 八角形の基本寸法

2. 構造計画

耐力壁を均等につりあいよく配置するために、基本的に、短辺を耐力壁として、長辺（斜辺）を開口部と考える。よって、軸組は短辺に対して水平又は、直角をX軸、Y軸として考える。

二階建ての場合も同様に、一階プラン、二階プランを行う。これにより、上下階の耐力壁の位置のバランスを保ちやすくする。

基本を短辺に耐力壁としているが周囲の環境等で短辺に耐力壁が一部とれない場合、不足の壁量は、室内の間仕切りにおいて補強する。



図一 2 面耐力壁の配置

1-3 富士ハウス建築VANシステム（富士ハウス㈱）

架構ルールに関する記述なし。一般の軸組構法に準じる。基本的に自由設計。

1-4 FP軸組工法（松本建工㈱）

壁や床をパネル化。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

1-5 ハイブリッド工法住宅（東日本ハウス㈱）

架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

1-6 NEW FRAME SYSTEM（㈱田中建設工業）

従来の木造建築では断面形状等を分類してみれば、30種類前後の数にのぼっている。これは、材料のロスが多く出るだけでなく、職人も部材の選別や加工に時間がかかり木造住宅の省力化を妨げている大きな要因の一つでもある。当システムでは、これを11種類に減らし現場内での転用をすることにより、構造材を材積で23%減少させている。

工場プレカットにより墨付け刻みは、一日で済ませる。

又、胴差及び2階床梁の成(240mm)、小屋梁及び桁の成(150mm)を統一することにより、全ての管柱の長さが一定である。

1-7 C K S ネットワーク（カナダホーム㈱）

プランニングは原則として2間グリッド×0.5間グリッドを採用する。梁間方向を最大2間までにおさえれば、梁部材が統一でき、それによってプラットホーム工法や、天井下地材の簡略化ができる。故に、このグリッドを組み合わせれば、広い部屋も、低コストで建築可能である。また、増改築もしやすくなる。

断面計画

(1) 総二階建の採用

総二階建という形をとることにより、造作や水切り金属等の特殊な取まりを無くし、材料等のロスや手間を省き、低コスト化を図る。

1-8 コア工法（㈱盛建設）

4間×4間、3間×4間、3間×3間を基本の躯体とし、柱間隔を1間で配置する。外部に面する軸組を基本耐力壁と考えバランスよく配置し、建物中央部に建物の重心が位置するよう計画する。

建物中央部に集中荷重を受けるための柱を配置し、単純支持構造体である静定構造に近付け、力の流れが明確な安定した構造になるように計画する。

1-9 悠々の家（㈱谷川建設）

1. 従来よりおこなわれてきた多様な断面形状の組合せによる耐力の確保から、統一した断面形状の部材で構成することにより、規格化・基準化を可能とし仕口の合理化、工数の合理化を図る。
2. 1間間隔で柱を設けることを基本としたため、梁も1間間隔となり、同一方向かつ同一部材を使用することができる。その結果、従来の多種断面による部材構成から、梁の方向と数種の断面形状および長さをまとめることができ、梁材を統一することが可能である。（参照2-1）
3. 部材使用量は幾分少なくなるが、断面形状をまとめることにより、これまで使用した材の断面より大きな材を使用するケースが増加することになり、材料費が顕著に低減するわけではない。むしろ、工数の減少・工期の短縮により職人不足への対応と人件費の削減により、全体の合理化を図ることに重点をおいている。
4. 2階床部分は2×4工法で用いられるプラットホーム工法を応用したシステムを採用した。従来のプラン変更が構造的変更を伴うのに対し、プラットホーム工法を応用した本システムでは構造的変更なしにプラン変更が可能となる。また、耐力壁を外周部に均等に配置したためバランスのとれた構造計画となりさらに床剛性を高めることや、間仕切り壁のパネル化による作業性の向上にも寄与している。

1-10 テンバーフレームパネルシステム（テンバーフレーム技術開発研究会）

壁床などのパネル化が図られている。架構ルールに関する記述なし。

基本的に自由設計。

1-11 FⅢ工法住宅（エフスリー建築協会）

FⅢ（エフスリー）工法は、910mmモジュールによるプラットホーム形式の改良軸組工法である。Free-Flat-Flame……つまり、フラットな水平構面と在来工法のフレーム（軸組）構造とを合体させ、なおかつ、間取りが自由な空間を形成できる工法である。

そして、それを可能にしているのが、高精度でプレカット加工された部材と、多種多様なオリジナル金物である。FⅢ工法住宅では、在来工法における土台、梁、柱などへの複雑な仕口、継手を全面的に見直し、簡略化、単純化している。

1-12 CHUO システムR-1 (株中央住宅)

架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

1-13 KES SYSTEM (シェルターホーム(株))

1. 日本の在来工法の木構造で一番複雑で技術を要する柱、梁の仕口部分に注目し仕口部分をスチールコネクターにより接合し、施工を簡略化し、生産性と強度を高めた。
2. 基本部材のグレードを上げることにより、吹抜け開口部等の設計の自由度の向上を可能にした。
- イ. 柱、梁、胴差の接合を KES オリジナルコネクターにより行なう。コネクターは4.5mm～9mmの鋼板製で、柱、梁に切り込みを入れて差し込み、スプリングワッシャーつき径12mmボルトで締め付ける。また、複雑な仕口、継手が不要な為作業が簡略化され熟練した技術に頼ることなく、強度も職人の技能によらず標準化する。
- ロ. グリッド用柱には6インチ角のティンバー(140角)を使用する。また、壁は2×6ランバー、4フィート×8フィート12mm厚の構造用合板で構成する。また、耐力壁のスタッドは2フィートピッチを標準とし筋かいは不要である。
- ハ. 断面寸法の大きな大引、土台を使用するため比較的大きなスパンを作りやすく、基礎工事も容易である。また、布基礎と柱を柱脚コネクターで直接に緊結するため地震に対する強度が強い。2フィートピッチで置かれた根太の上で19mm厚の構造用合板を打ち付けるため床剛性も強くなる。

1-14 ノースランドハウジングシステム (株カワムラ)

プレカットの採用、床のフラット工法。架構ルールに関する記述なし。
基本的に自由設計。

1-15 ICHIJO・275 (株一条工務店)

プレカットの採用、柱・梁断面寸法の標準化。

架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

2-1 スミリンSPCシステム (住友林業(株))

架構ルールに関する記述なし。一般の軸組構法に準じる。基本的に自由設計。

2-2 FACT-P工法 (エアサイクルホーム群馬(株))

- (1) 上記の工業化を目指すため、設計自体をある程度規格化(平面、矩計の単純化)し部材を統一する。
- (2) 部材に融通性をもたせ、フリープランにも対応し得る設計とした。

2-3 FACT-P工法 (株北洲)

2-2に同じ。

2-4 F2Wシステム (株エムディアイ)

- (1) 横架材の断面寸法の統一

従来の在来軸組構法では、桁、梁、胴差など横架材の断面は、荷重条件に応じて必要最小寸法で、設計していたため横架材が不連続になり柱、壁パネルの標準化を難しくしていた。このシステムでは、横架材の断面寸法を胴差、2階床梁で105×210mm、桁、小屋梁で105×150mmに統一している。

- (2) 柱の長さの統一

1、2階横架材間の寸法を同一のものとする事によって柱の長さ、及び壁パネルの高さを共通なものにしている。また、こうした寸法の統一により壁パネルの部品化を可能にしている。

(3) 仕口、継手の標準化

仕口、継手の種類を限定することにより、工場生産性の向上と品質の確保をおこなう。

(4) 部材寸法の標準化

従来、30種類あった構造部材の断面寸法を15種類に減少させている。

2-5 オアシス 2 1 (タカノホーム(株))

(1) 住宅の基本的な考え方

(設計) プラン実例集を用い基本プランの早期具現化を図る。

(加工) 部材の統一化を計り架構を単純化する。

(現場) 加工作業を極力減らして取付け作業を中心として省力化を計る。

(流通) 直接取引きとし工場間グループのネットワークを作り、流通の合理化を図る。

(2) 設計意図

多様化している消費者のニーズに答えるようプレカットラインの許す限りフリープランとする。

住宅が家族の加齢に対応出来るように主要軸組を作り、荷重の流れを単純化して梁寸法をまとめ将来予想される模様がえも容易にする。

2-6 H Q H - 0 1 システム (株)日本ホームイング)

1. 架構ルールの設定

本架構ルールでは開口の基準を一間とし、管柱は1間間隔に配置し、構架材断面を1階部、2階部でそれぞれ規格統一した。開口が1間半、2間を必要とする場合、補強梁で対応しその断面を規格統一した。また、横架材継手を柱上部に位置させることにより、柱と梁で構成する架構単位を明確にし、その最大単位を2間×2間半とした。架構単位隅柱は構造柱と呼び管柱と区別し、構造柱と土台又は横架材との接合は柱勝ち接合とする。ただし、架構体を構成する架構単位は出来る限り大きく取ることが好ましく、構造上梁接合箇所は少ない方が望ましい。架構単位の小分割化を避けるため入隅柱は構造柱としない。

2. 架構部材の標準規格部材化

従来軸組構法の梁断面は梁スパンと開口及び荷重で決定され、梁長さは梁伏計画に基づく継手位置の設定で決定している。また管柱の長さは梁断面に対応して決まるので、架構部材を規格化することが困難であった。

本構法では前項で説明した様に、架構ルールを整理した。その結果、架構部材は、土台・半間～2間半の5種、構造柱・1階、2階の2種、管柱・1階、2階の2種、1階梁・半間～2間半の5種、2階梁・半間～2間半の5種、補強梁・1間半、2間の2種で合計21種の標準規格部材となる。

2-7 木下システムハウス 2 1 (株)木下工務店)

部材の標準化が図られている。架構ルールに関する記述なし。

2-8 北国ホームシステム (北国ホームシステムグループ)

部材の標準化。架構ルールに関する記述なし。

2-9 ホームクリエイトシステム「大丈夫' 9 0」工法 (日本電建(株))

部材の標準化。架構ルールに関する記述なし。

2-10 トップハウジングシステム (㈱トップハウジングシステム)

1. 平面計画

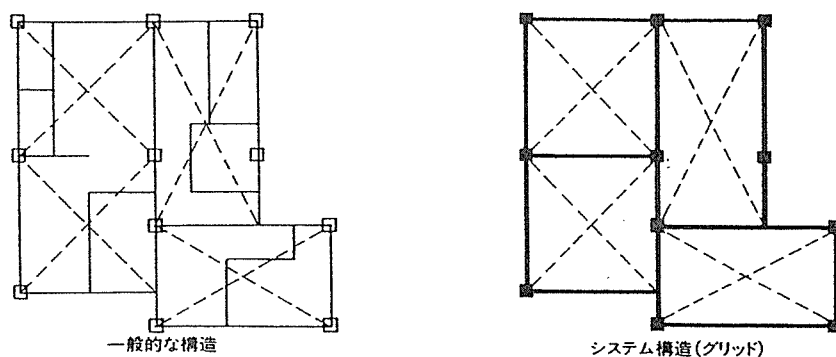


図-1 平面計画(システム構造 グリッド)

平面計画(プランニング)グリッドという考え方で、原則として、2間グリッド×2.5間グリッド以下を採用し、梁間方向の最大寸法はコストのバランスを考え2.5間までとする。このことにより、構造上安定した構造になること又住空間もこのグリッドの組み合わせで、広い部屋をコストをおさえて建築可能になり、ライフスタイルの対応も可能にした。

2. 横架材の断面寸法を統一

現在の軸組構法では、桁・梁・胴差などの横架材の断面が荷重条件に応じて変化し、寸法の最少で設計している為に、不連続な横架材寸法になる。本システムでは、横架材の断面寸法を、最大寸法で統一し均一な構造とし、応力集中を避けた構造体としている。

3. 構造部材の種類の簡略化

在来軸組木造の同規模の建物と比較して材積は増えるが、増加によるコストアップは、部材統一と単純化により十分カバーしている。

(1) 構造部材の種類の簡略化

イ. 柱 1種類 (100×100)

ロ. 梁・桁 1種類 (100×100) 接着重ね梁又は接着重ね透し梁

※ 基本的には構造部材は一種類

4. 仕口・継手の簡略化・単純化

在来工法における、土台・柱・梁等の継手・仕口が多種多様に複雑化されているのを、全面的に工法を変えることにより、簡略化・単純化している。このことにより工場の生産性が高く、部材の品質・性能・耐力を向上させている。

2-11 近鉄SYSTEM HOUSE K-90 (近鉄不動産㈱)

1. 簡明な平・立面を採用、後述する構造

体と組み合わせる事により、材種の減少、部材統一、手間の減少、工程の単純化、施工期間の短縮等を通じてコストダウンを図りながら耐久性・施工精度の向上を目指す。

2. 平・立プランは1,820~3,640の正方形

と、一辺の長さが1,820~2,730他辺は2,730~3,640の長方形の構造コアを一定の法則に従い組み合わせて構成した総2階建の主構造体に平屋建部分を組み合わせ、また2階間仕切り壁を非構造体として自由配置を可能にした。

2-12 C-Wood House システム (㈱朝田組)

柱 2間×2間のグリッド上に主要フレームの通し柱を配置し、柱脚を基礎金物中に埋込とする事により、耐力及び作業の安全をも考慮している。(図-3
メインフレーム 4間×6間)

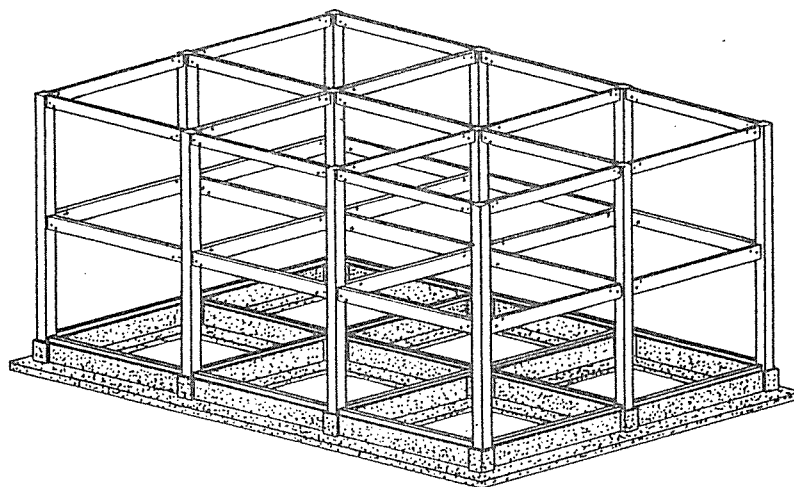


図-3 メインフレーム(4間×6間)

横架材 通常の軸組での横架材は柱の上に乗るものであるが、C-Woodにおいては、鉄骨造の様に連結材として使用する。さらにパネル工法との関連で、梁成を3~4種類に限定している。

3-1 エース工法 (アサヒ住宅㈱)

大断面の構造用集成材の梁と柱を用い、特殊専用金物と建築ボルトにより接合していく。それらをそれぞれ大きなグリッドで構成して軸組を形成していく。その軸組の中に壁下地及び水平力を負担するための壁パネルを組み込んでいく。同様の考え方で床パネルを取り付けていく。さらに品質の安定性・工期短縮という点から屋根部分についてもパネル化を行っている。

上記の主要構造材を生産工場にてプレカットし、指定の特殊専用金物にて建て方工事を行う。主要構造材の最大グリッドは、3640mm×4550mmとし建て方工事は重機等を用いて行われる。主要構造材の組み立て完了後工場生産された屋根パネルを補強金物等により施工を行う。その後床パネル、壁パネルの順に施工していく。

鉛直荷重に対しては主要構造材により負担し、水平荷重に対しては各面材(壁面構造用合板・床面構造用合板)により負担していく。

3-2 INAWA HOME (㈱稲福建設)

- ① 少種類の結合金具と締め付けボルトで木造建築の軸組が完全にできる。
- ② スミ付け、仕口加工も熟練工を不用とし、更に全ての加工を工場で行い、現場で組み立てるだけですむ。
- ③ 間取り、屋根、外観等が自由に設計できる。
- ④ 外圧、台風にも強い構造である。
- ⑤ 内・外壁に独特の空気流通道を設け外気からの輻射熱が壁にこもらない。
- ⑥ 工期の短縮、コストの低減化が計れる。
- ⑦ 木造軸組の完全部材化に成功した。

3-3 三井ハウスGB工法（三井木材工業㈱）

主要な横架材が従来は14種類あったが、本システムでは主要構造材に構造用集成材（米松集成材またはSPF-PBDM）を利用することにより寸法型体を4種類に限定し、各部位に於ける、パネル化、プレカット化、ユニット化を容易とするシステムである。

3-4 P&Pシステム（㈱三ツツ）

プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

3-5 三栄TPL-91システム（三栄ハウス㈱）

1. プレカットによる構造部材の工場加工

構造材の部材加工を自社プレカット工場（AQ認証工場）でプレカットを行い、工期の短縮と製品のバラツキをなくし高品質なものにした。

2. 階段プレカット

階段における平面構成のパターン化と、階高の統一を図り、階段プレカットを実現。

3. 横架材の種類削減

梁・洞差・桁を従来の9種類から4種類に削減することにより、作業性の無駄が少なくなった。

4. 乾燥材の使用

乾燥材を使うことにより、木材の狂いが少なくなり、現場での調整が軽減した。

5. 1階・2階の根太寸法の統一

1階・2階の根太寸法を統一し、同じ工法にしたことにより2階の床鳴りを軽減させ、現場作業を簡略化した。

6. 大引受け独立コンクリート基礎の採用

ツカ部分を省略して大引受けコンクリート柱にすることにより、狂い及びきしみ音が減少し、床下の掃除・配管作業も楽になった。

7. 2階床梁の3尺ピッチ

従来の工法では2階床梁を1間間隔で行っていたが、本システムでは単純床梁を3尺ピッチで行うため、根太の狂いを少なくできた。

3-6 東日本ハウス木造軸組パネル工法住宅（東日本ハウス㈱）

1. 工法の特徴

(1) プレカットした構造軸組にパネル化した各部位を取付ける工法で、主に現場での工期短縮、構造強度の向上、住宅性能の向上を意図している。

(2) パネルを採用している部位は、床、壁、屋根、軒天、天井の5カ所で、特に壁パネルは外壁、内壁に分けられ各々真壁タイプがある。さらに、妻壁もパネル化している。（図-1）

(3) 床パネル、壁パネル、屋根パネルは、軸組と同じく建て方時に取付ける。軒天パネル、天井パネルはその後、工程に合わせて取付ける。建て方は、平均2日間で完了。

(4) 構造軸組には、架構ルールを設定。梁成を4種類に統一し、3尺ピッチに入れる方法をとることによって、パネルの標準化、施工の合理化を図っている。

(1) 架構のルール化によって構造材の部材断面を4種に統一。

(2) 構造区画を設定する。

(3) 2階床梁を3尺ピッチに配列。

3-7 マスターシステム（榎谷木材㈱）

- ①横架材の断面寸法の標準化をはかり 105、180、240、300、360、390mm の 5 種類に標準化する。
- ②横架材の下に柱の立つ場合は、全て240mmの横架材を使用する。
- ③前項の統一により柱、間柱の長さの統一ができる。
- ④仕口・継手加工の標準化。
- ⑤仕口・継手加工の単純化によりプレカット加工機は汎用機での加工が出来る。
- ⑥加工時間の短縮が出来、加工工場の生産性が向上する。
- ⑦以上のことにより横架材、柱、間柱、筋違い、その他構造材の部品化。
- ⑧横架材の統一、仕口・継手加工の簡素化（分かり易く）したため熟練度の高い職方でも同じ加工が出来る。

3-8 MC工法（㈱ムラタ）

1. 柱間隔は、モジュール3.90mを採用しているため従来の建物より大きく自由な空間・間取り・デザインが可能である。
2. 大壁、真壁造りにも対応可能である。
3. 構造部材は、グルーラムティンバー（構造用集成材）・パネル（構造用合板による耐力壁）等のエンジニアウッド（工業化木質材料）を使用しているため性能、品質にばらつきが無く経時変化を生じさせない。特に主要構造部材である柱、梁にはグルーラムティンバーを採用しており、その耐力は一般の製材より1.5倍の耐力があるとともに信頼性が高く、かつ耐火性にも優れている。構造材の仕口が単純化しているため加工が容易。従って特別な熟練を要さない。また、施工の合理化を図るため梁の断面寸法を2種類に、柱材は1種類に統一している。
4. 在来軸組工法、ツーバイフォー工法に比べ、床・壁・屋根・間仕切パネル化しているため現場作業が簡単で迅速かつ安全にできる。

3-9 ハウメッセシステム（㈱シティライフ京都）

架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

3-10 SCS-40（カスタムハウジング グループ）

- (1) 横架材の断面寸法の統一
現行までの軸組構法では、開口部幅や柱感覚・荷重条件に応じて、梁・桁・胴差など横架材の断面は、それぞれ必要最小寸法で設計していたため、横架材寸法は不連続になり、柱・間柱・筋違いの寸法の標準化を難しくさせていた。
このシステムでは、柱間隔を統一し横架材の断面寸法を必要最大寸法で統一した。
- (2) 柱・間柱の長さの統一
1階及び2階の横架材間の距離を統一することにより、柱・間柱の長さを共通なものにしている。
- (3) 柱の仕口・継手の簡易化
仕口・継手の種類を限定する事により、加工作業の標準化を図り生産性の向上と品質の確保を行う。また、柱上下両端の加工を同形状に統一、これにより取付位置や取付方向の限定をなくし、上下階や別の建物との併用を可能にする。
- (4) 部材寸法の標準化
これまでの軸組構法では、30種以上あった構造部材の断面寸法を、10種類に減少させ、根太・たる木などの使用料の多い部材の断面寸法を統一し、他用途併用をはかっている。

4-1 H & C システム (東洋合板工業(株))

(1) 材料・部材において

部材寸法の決め方に一定の基準を設けたことにより部材の大量生産を可能にした。たとえば土台については、高さを120mm・150mm・240mmの3種類とし、長さの基本を「 $910 \times \alpha + 455\text{mm}$ 」とした。梁・桁・小屋梁・大引き等の長さについても同様とし高さは240mmを基本とする。このようにすることで土台や梁の継手部分は910mmピッチで建てた柱と柱の間に位置することになり、戸別の加工が不要になった。また、梁の高さを統一したことにより受け金具も統一された。

同様にパネルの高さも統一できたことにより、木材のムダをなくすと共に生産の合理化を図った。(芯々で910m/mグリット)

(2) 構法について

システムは軸組工法の利点を残し、部材のパネル化・ユニット化を図り現場作業を合理化したものである。

- ①柱と壁パネルを一体にした。
- ②開口部用のパネルは上下のパネルを側板を組み込み1枚のパネルにした。
- ③床・天井のパネルはテーパー付きのパネルを設けた。(敷き易さと気密保持)
- ④断熱材(グラスウール密度35kg)をパネルに工場で充填した。
- ⑤屋根は登梁に改良を加えたもので、トラスで区切られたブロック毎に屋根パネルを敷き込むものと、在来工法の屋根工事の2種類がある。
- ⑥梁類は継手を一種類にし、他の部分では梁受金具を使用するようにした。

4-2 TC-Ⅲ (株)ウンノハウス)

2階床

2階床梁を@1820mmに架構して、梁上端に床根太(45mm×105mm)を取り付け、また2階外壁下部、階段室及び吹抜部の梁・胴差し上部に端根太を設け構造用面材を張り付けて床構面を構成する。尚、2階床面の火打梁(H.B)は省略できる。

床根太に構造用面材を張り付けた床構面を施工することにより床剛性と作業の安全性、ならびに施工能率が向上する。また2階床下地ボードの上に仕上床材を施工するので、遮音性が向上する。

壁

通し柱・隅柱は120mm×120mmとし管柱や土台、間柱のプレカットを行なう。特に間柱(30mm×105mm・30mm×68mm)については、土台と2階床梁、桁及び軒桁までそれぞれの横架材間の距離を同一に設定しているため、間柱も一定の長さの規格部材としてプレカットされる。従って部材ロスが少なく工場の生産効率が向上し現場施工の合理化が図られる。

耐力壁の構成については、筋違(45mm×105mm・30mm×105mm)による耐力壁か、或いは構造用面材による耐力壁かを択一することができる。

4-3 システムホーム21 (株)サンウッド)

部材の標準化、プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

4-4 R I V (リブ) 工法 (ロイヤルハウス F C 本部、新日本住研(株))

1. AQ 認証プレカット工場より出荷された高い精度の乾燥材を使用することによる資材の品質の安定を確保している。
2. 部材の統一化により、横架材を 4 種類 (105mm×180mm・240mm・300mm・360mm) 柱材を 2 種類 (105mm角・120mm角)、羽柄材を 6 種類に整理規格化し、工場及び現場の管理の平準化を図る。
3. AQ 認証プレカット工場により、羽柄材までのプレカット化による現場作業の低減化と、それに伴う電動工具の騒音減少と発生抑制対策としての残屑等の産業廃棄物が減少した。
4. 横架材は必要最大寸法のものを使用するので、耐久性が向上し、スクラップアンドビルドにならず、結果において木材の省資源化を図っている。

4-5 コスモセラミックパネル工法 (コスモホーム・コンポーネント(株))

パネル化、プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

4-6 メタルフィット工法 (メタルフィットグループ、カトウ産業(株))

集成材の採用。

1. 平面計画 (軸組) …平面グリッドを形成することによる合理化

土台高及び 1 階梁桁、2 階梁桁高において、グリッドを形成し、安定した構造と、部材使用の合理性を図っています。(図-1 参照)

2. 立面計画 (軸組) …階高を定めることによる合理化

図-2 のごとく 1 階 階高 (土台天—1 階梁桁) 1=2940

2 階 階高 (1 階梁桁—2 階梁桁) 1=2940

と定めるとともに、横架材の断面寸法も統一 (後術) することにより、多岐にわたり合理化が推進しました。

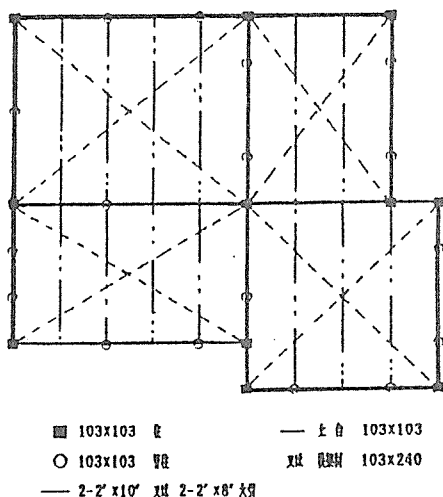


図-1 平面計画 (平面グリッド形成図)

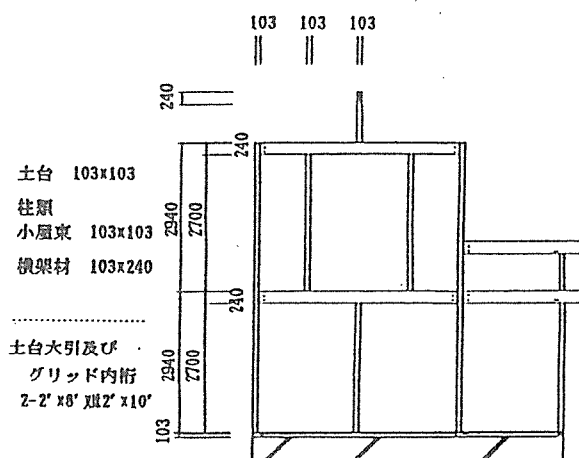


図-2 立面計画

3. 金具接合による加工、施工の合理化

メタット I と称する柱と横架材を接合する金具、メタット II と称する土台柱あるいは柱横架材を接合する金具の使用

4-7 HOPE 976工法（㈱原工務店）

「複雑な荷重の流れにならないような単純な架構」、プレカットの採用。

その他に、架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

4-8 J A P N構法（㈱ナカジマ）

1階床組

床束・大引き・根太等の材料と、取り付け工数削減のため自社開発の大型断熱パネルを下地材に採用、床下断熱工事が同時完了する。

2階床組

大型断熱パネルを採用し、床梁にラグスクリューボルト及びビスで固定する。パネルの強度により、受け梁は最大@1800mmとし、床下地を構成する。

小屋の床組

建物の断熱性能向上と高所作業の安全のために、桁上端に大型断熱パネルをラグスクリューボルト及びビスで小屋梁に固定する。

1・2階軸組

プレカットされた土台・柱・桁材外面に、大型断熱パネルをラグスクリューボルト及びビスで横貼固定し、壁下地を構成する。

外部開口部は直接パネルに取り付ける。

5-1 C-Wood House Pタイプ（㈱朝田組）

柱・横架材

米マツKD材（人工乾燥材）が標準。但し寸法の種類が少ないので、一般製材品と組み合わせる事もあるが、その際は可能な限り人工乾燥を実施。火打材については土台、梁共に金物を使用。

パネル類

前システムでは大型パネルとしていた床、壁、屋根パネルの幅を910と1820の2種類に限定することに変更。

屋根パネルについては、現状ではあまり複雑な形状に対処しきれないので、小屋組の上に垂木、野地板を現場施工で取り付ける事もある。

5-2 ACP工法（山陽住建㈱）

パネル化、プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

5-3 THE在来（㈱住宅気候研究所）

- (1) 当システムは、在来軸組構法のパネル化を図ったもので、土台・柱・梁等の構造材のプレカット及び加工、床・壁・天井・屋根等のパネル化は、全て品質管理された工場で一貫生産する。又、構造軸組材には、全て構造用集成材を用いており強度が大きく、狂いがきわめて少なく、含水率も低い（12%以下）等のメリットがあり、サイズの統一化も図る。又、ジョイント部は全て金物により結合するため、従来のような職人による仕口・継手加工がなく省力化できる。その結果、均一な構造躯体とパネルができ上がり、これらを現場で建て込むだけで、高性能住宅が得られるのである。

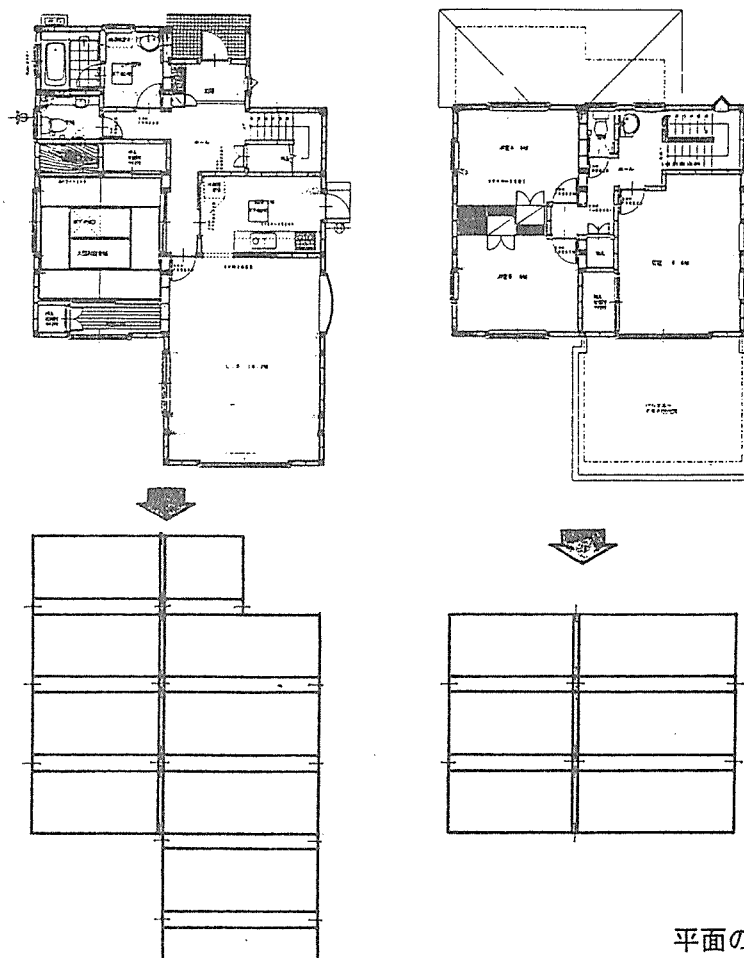
- (2) 開放的な空間や、構造計算により3階建てを考慮し、壁パネルの両面に構造用合板を釘打ちすることにより、壁倍率5倍を可能にした。又、外側に貼られた構造用合板は、気密層の役割もする。壁・天井・屋根の断熱パネルには、断熱材と防湿シートを予め工場にて施工するので、現場でのこれらの工事がなくなり、かつ、均一な精度の良いパネルとなる。
- (3) 床構成は、根太(105×105)を910mmピッチで取付け、その上に構造用合板24mmを釘打ちする。これにより、火打梁が不用となる。又、運搬の点からも根太組床パネルのように、空気も一緒に運ぶのと違い、構造用合板と根太に分けて運べるので、省力化となる。

5-4 SF' 95 (住友林業(株))

1. 構造分割のルール化

本システムでは、計画された建物の構造安全性の確保及びより合理的な構造計画を行うため構造計画の明確化を図っている。

計画された建物は所定のルールに従い、概ね1間×2間又は2間半の構造単位に分割することを前提としている。この考え方は、設計段階の平面計画を行う時点で考慮されることとなり、計画の初期段階から構造計画が検討される。



平面的構造単位分割

5-5 ホームストS Jシステム（殖産住宅相互㈱）

- ①横架材の断面寸法を統一し、1・2階の横架材間距離寸法を同一にした合理的な架構設計システムである。
- ②接合部にはオリジナル接合金物を使用し、継手・仕口加工形状の単純化・共通化を図っている。又、横架材の接合位置が柱面上部に限られているので、軸組部材の種類の削減と、部品化を可能にしている。
- ③梁・桁にエンジニアリングウッドを採用し、構造の品質向上を高めている。又、軸組部材を傷めずに解体することができるので、部材の再利用による木材資源の有効利用が図れる工法である。
- ④オリジナル接合金物による軸組架構と、床・外壁・屋根の部位をパネル化することにより、生産性と建物品質の向上・工期短縮、安全性の確保が図られている。

1. 軸組部材の単純化・共通化

- ①横架材の断面寸法を統一することにより、横架材断面の種類を集約している。又、横架材の接合位置は柱面の延長上に限られているので横架材長さの種類を削減、標準化をしている。(図-1)

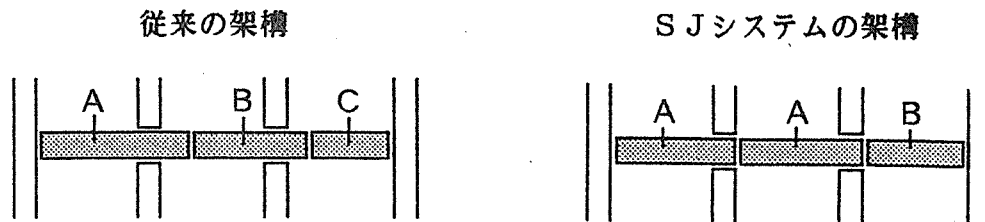


図-1 軸組部材の単純化・共通化

5-6 プレウォールシステム（アピカルグループ、ウエキハウス㈱）

パネル化、プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

5-7 K・I工法（㈱ケイ・アイウツテム）

特殊金物の使用。

部材寸法を標準化することにより、工場での稼働率、現場での作業性を向上させている。

(1) 平面・立面

本システムの特徴である、金具とパネルを使用するが、設計の自由度は高く、すべてのユーザー希望の間取りに対応できる。

工場における合理化、効率化のうえで標準規格を設定してあるが、フリーオーダーの住宅供給が可能である。

(2) 構造計画 図-5

- (1) 柱間隔は、910モジュールを標準とするが、1メートルモジュールまでは対応できる。

(2) 階高 1階 2800ミリ

2階 2743ミリ

を標準とするが、最高階高は3050まで可能である。

- (3) 通し柱間隔は3間までとし、その間は胴差は継がない。

- (4) 通し柱の横には壁を設けることを基本とし、設けられない場合はTU金具の下へ受補強材、もしくはランマパネルにて補強する。

5H-1 木造ホーム小川建美P S O工法（木造ホーム(株)小川建美）

パネル化、プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

5H-2 長建L L構法（(株)長建産業）

集成材、L V Lの採用。プレカットの採用。

架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

5H-3 H Q H構法（(株)日本ホームインググループ）

架構ルールの設定及び構架材継手仕口の改良と接合金物の開発。（実用新案請求中）

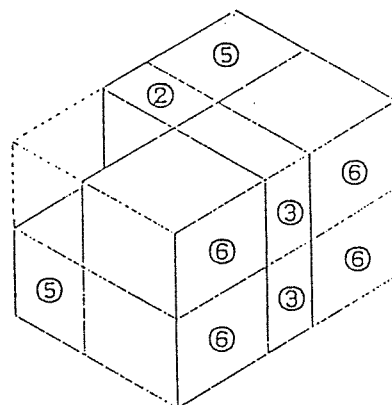
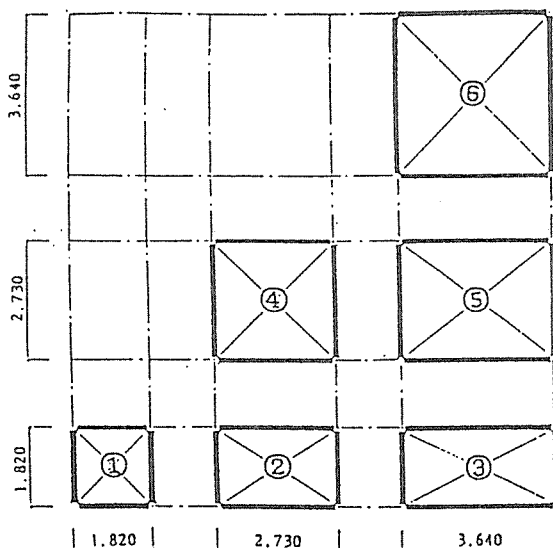
- イ. 架構方法をルール化することにより梁断面を整理し、羽柄材を部材化しノックダウン壁パネルとした。これにより、現場加工による切り屑が出ず、現場清掃時間が省け、近隣問題も減少する。
- ロ. 横架材継手仕口の改良は、架構体の組み勝手を全く自由にすることができるため、上棟時に熟練技能者を必要としなくなる。
- ハ. 横架材の継手は柱の上部に位置し、落し蟻の仕口である。また接合金物は3種の組合せにより直、3又、4又の梁接合に対応することが可能で、接合部は締め勝手である。

5H-4 ポラス剛床工法（(株)中央住宅）

1. 構造強度の向上

- ①横架材（胴差、桁）の断面寸法を必要最大寸法で統一
 - ・横架材の連続性が増し、継手が減少し、応用集中が避けられる。
 - ・仕口、継手が減少するため、プレカットの生産性が向上する。
 - ・柱の長さが統一されるため、プレカットの生産性が向上する。又、間柱、筋かいなどはがら材のプレカットも単純化する。
 - ・材料の種類が減少し、在庫管理等が容易となる。
 - ・通常の3mの柱で天井高が2650mmまでとれる。
- ②グリッドプランによる設計を基本とし、垂直荷重に対し、安定した強度をもつものとする。又、通し柱、すみ柱を120mm角とし、強度・耐久性を増加させる。
 - ・設計者が構造的に不慣れな場合でもプランニングできる。
 - ・構造体以外の壁は非耐力の壁となり、天井工事完了後に取り付ける。

グリッド設計モジュール



○上下グリッドが重なる基本パターン○

5H-5 ポラスSB工法（㈱中央住宅）

- ①プレカット工場の生産性の向上
- ②建て方工事の合理化・簡略化（工期短縮）

構造用合板と床梁（LVI）により根太兼梁材として一体構造の剛性の高い床組とする。根太、大引、床束等を省略する。

- ①最大スパン3740mmに限定し、根太兼梁材として構造用集成材・単板積層材等強度の高い複合部材製品を用い、910mmピッチに組み込む。

5H-6 仙台250（㈱一条工務店仙台）

- (1) 主要構造材（土台・柱・梁・桁・母屋・筋違い・小屋束）の機械プレカット加工
主要構造材を手作業にて加工した場合、60坪の加工に職人2人で15日程かかっていたが、全自動加工機を入れた事により、1日当り60坪に生産性を高めることが出来た。また、主要構造材の標準化をする事により生産工程を横架材加工ライン、柱材加工ライン、小屋束加工ラインの3セクションに分け、専用加工ラインにする事により生産効率を高めている。

- (2) 主要構造部材の寸法統一化、及び種類の削減

柱を全て統一太さにすることと合わせ、基本となる梁・桁類の高さを8寸以上に決めることにより、柱・ホゾの加工においては同時に数本の加工を行うことが出来る。

また、梁の高さにおいては、8寸～11寸の4種類を基本寸法としている。しかも、8寸材を使用することにより1棟の住宅の約7割が同じ長さの柱を使用することが出来、柱加工においては約60%アップの大幅な加工率となった。また、このような軸組構成をする事で、現場工数の削減となる。

- (3) 床組の掛け方、方向の統一

2階床の構成は、その設計者によって違いが有り、ルール化されたものがなかった。

床組梁伏において、方向を統一する事により設計の方法に合理性を増し、未熟練者でも床組の設計が可能となる。機械プレカット加工においても、製材のセットから加工まで寸法種類の低減、加工形状の統一を計ることが出来、生産性の向上を計ることが出来た。また、囲う材の梁背サイズのバラツキを解消するため、二軸モルダーによりサイズ調整加工を行い、その後、プレカット加工する事によって、組立後の2階床面不陸の解消が出来、ただちに2階床の確保をする事も出来るため作業安全性の向上が出来、上棟時の作業性能も速さが20%以上向上している。

5H-7 DIHシステム（㈱大地住販）

- (1) 構造材プレカット及び乾燥材使用による合理化（軸組）

乾燥材を使用する事で木の狂いが少なく、建築中の調整・内装の狂い等が少なくなり、アフターの分が少なくなる。

プレカットする事で誤差が0.6mm以内であるので、組み合わせの強度が増す。

又、部材を工場加工する事により現場での廃材が少なくなり清掃・片付け・運搬費の手間が少なくなる。

- (2) 横架材を5種類にした合理化（軸組）

一階床組にも梁を使用、胴差しも梁材を使う事で横架材の種類を少なくする事により、在庫の調整の簡素化、仕入コスト面の調整ができる。

一階床組で梁を使用する事により束・束石・根がらみ等が不必要になり、労力の簡素化につながり強度的にも有利になる。

又、胴差しの高さをすべて210mmにして積雪に対応するようにしている。

(3) モジュール1,000mmによる合理化（軸組）

製材部品の規格は10尺（3m）13尺（4m）であり、これを利用してモジュール1,000mmにする事により、㎡当り木材の使用量が少なくなり、大工職人が省力される。

5H-8 オアシス21（高耐久性）（タカノホーム㈱）

プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。

5H-9 ジョアシステム（㈱益田建設）

通し柱の廃止。

住宅性能を高めることが一義的に高コスト化に繋がらないように、住宅計画を規模、平面計画、工期、耐久性等トータルな視点から見直した。即ち基本グリッドに3.64m×3.64mを選ぶことで比較的広い空間にも対応可能とし、かつ建て方作業の省略化を図った。さらに耐久性に関しては、乾燥材を用い2階梁下までの全ての部位をCCA加工することにより対処した。

5H-10 リベルテ3HJ（野村ホーム㈱）

1. 2階、3階床にプレカットされた28mm構造用合板（PC合板）を採用。床根太、火打ちが省略でき、3階建の構造的剛床の役割を果たすと同時に、作業床、安全床として現場作業を効率化。
2. 主要な構造材を規格化すると同時に乾燥材もしくは構造用集成材（野村ホームの呼称“センチュリーウッド”）を採用し狂いの無い、高強度な構造とする。

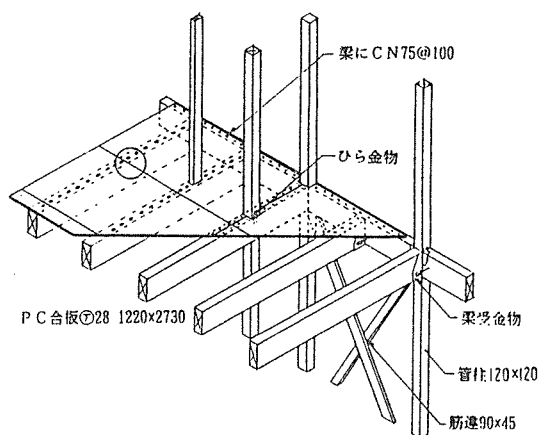


図-1 2・3階床PC合板

3. 外壁には構造用面材（構造用合板又は、高耐力シーディングボード）を貼り、“軸組＋筋違＋面構造”とし高い耐震・耐風性能を発揮する。

5H-11 木下システムハウス21（㈱木下工務店）

集成材、プレカットの採用。架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

5H-12 FFロケット工法（日東木材産業㈱）

1～3階建ての木造建築に、主要部材の構造用大断面集成材と、専用接合金物「ロケット金物」と断熱パネル（外壁・野地）・床パネルの組合わせの合理化システム。省力化・高強度化・高气密高断熱化の実現。余裕ある空間・簡単な間取り変更、木肌を活かすデザイン、高い防火性能を確保。

1階床組・柱建上げ

床パネルの配置と、通し柱の建上げ。大梁の組付け。（図2）

ロケット金物に、ドリフトピンを打ち込むだけで固定完了。

2・3階床組

2階床小梁・床パネル（構造用合板・厚28mm）の組付け。3階の床小梁・床パネルの組付け。作業の安全と、省力化を実現。（図3）

5H-13 FACT-P工法（高耐久性）（フクビ化学工業㈱）

- (1) 上記の工業化を目指す為、設計自体をある程度規格化（平面、矩計の単純化）し、部材を統一する。
- (2) 部材に融通性をもたせ、フリープランにも対応し得る設計とした。

5H-14 FACT-A工法（フクビ化学工業㈱）

大断面の構造用集成材の梁と柱を用い、特殊専用金物と建築ボルトにより接合していく。それらをそれぞれ大きなグリッドで構成して軸組を形成する。その軸組の中に壁下地及び通気層（エアサイクル層）を組込んだ水平力を負担するための外壁パネルをはめ込んでいく。1階床パネルは軸組に先立って取り付ける。更に屋根についても、品質の安定性・工期短縮という点からパネル化を行っている。

上記の主要構造材を生産工場にてプレカットし、指定の特殊専用金物にて建て方工事を行う。主要構造材の最大グリッドは3640mm×4550mmとし、建て方工事は重機等を用いて行われる。

柱・梁を全て大断面の構造用集成材を使用することにより、大スパンが可能となる。

- 1) 接合部の数の減少により、部材のプレカット時間が大幅に短縮される。
更に、現場組立時においても作業時間の短縮が図れる。
- 2) 主要構造部が全て構造用集成材の為、材質の安定度が高く、構造的な狂いがほとんどない。

1. 平面的なグリッドの固定（図-14）

平面的なグリッドをある程度固定し、それを基準として平面計画を行う。また1・2階とも内壁に耐力壁を設けないので、自由に間仕切壁を設定することができる。

<例>

- 4550mm×3640mm
- 4550mm×2730mm
- 3640mm×3640mm
- 3640mm×2730mm

- 1) 柱は全て1・2階通し柱を使用し、接合金物は工場にて取り付け済である。
- 2) 最大グリッドは3640×4550を基準とする。
- 3) 内部の間取りはフリープランとする。

5H-15 H&Cシステム・E（東洋合板工業㈱）

基本的に自由設計。

- ①住宅の性能が数値で表現でき、それに伴って冷暖房機器の容量指導等も可能である。
- ②部材の改良・現場作業の完全マニュアル化により、現場作業の簡素化及び工期短縮を図った。
- ③工場部材の加工及び品質管理をすることで部材の性能は安定し、加えて乾燥材・集成材の使用により、後々までクルイの発生しない、安定した高品質の住宅です。
- ④材料費のムダ・加工費及び輸送費の削減・現場管理費等のコスト削減分が快適仕様に生かされます。
- ⑤壁材は全てパネル造りとなっているので、地震・台風・火災等の災害にも強い構造になっている。
- ⑥基本が在来軸組工法なので、間取りその他はフリープランニングが可能である。

(1) 材料・部材において

部材寸法の決め方に一定の基準を設けたことにより部材の大量生産を可能にした。たとえば土台については、高さを120mm・150mm・240mmの3種類とし、長さの基本を「910×α+455mm」とした。梁・桁・小屋梁・大引き等の長さについても同様とし高さは240mmを基本とする。このようにすることで土台や梁の継手部分は910mmピッチで建てた柱と柱の間に位置することになり、戸別の加工が不要になった。また、梁の高さを統一したことにより受け金具も統一された。

同様にパネルの高さも統一できたことにより、木材のムダをなくすと共に生産の合理化を図った。(芯々で910mm/mグリット)

(2) 構法について

システムは軸組工法の利点を残し、部材のパネル化・ユニット化を図り現場作業を合理化したものです。

- ①柱と壁パネルを一体化した。
- ②開口部用のパネルは上下のパネルを側板を組み込み1枚のパネルにした。
- ③床・天井のパネルはテーパ付きのパネルを設けた。(敷き易さと気密保持)
- ④断熱材(グラスウール密度35kg)をパネルに工場で充填した。
- ⑤屋根は登梁に改良を加えたもので、トラスで区切られたブロック毎に屋根パネルを敷き込むようなものと、在来工法の屋根工事の2種類がある。
- ⑥梁類は継手を一種類にし、他の部分では梁受金具を使用するようにした。

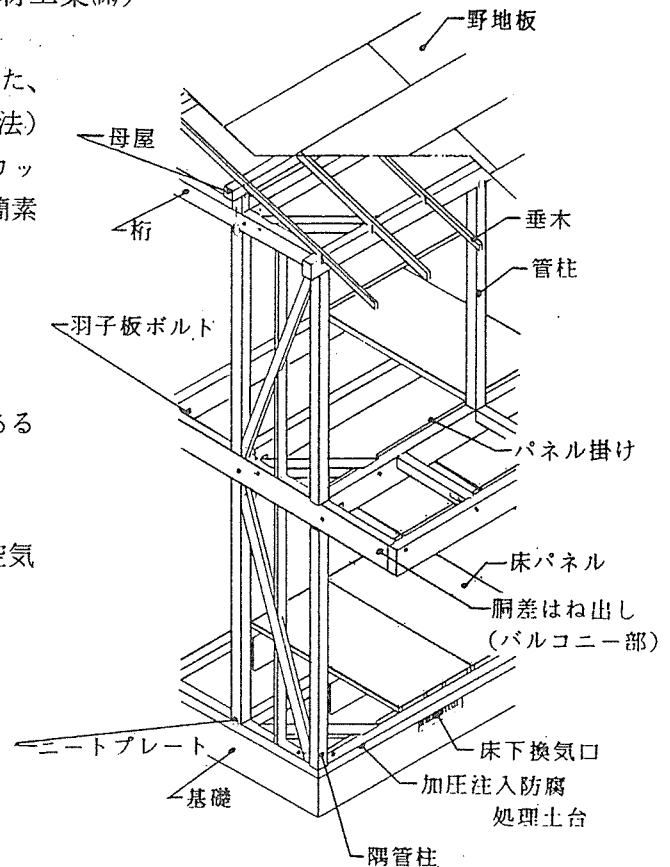
5H-16 三井ハウスグルーラム(三井木材工業株)

システムの概要

主要な横架材が従来は14種類であった、これを少種に限定(4種類の断面寸法)し、各部位に於けるパネル化、プレカット化、ユニット化を図り現場施工の簡素化を容易にするシステムである。

システムの特徴

- (1) 耐圧盤布基礎の採用
- (2) 各種プレカットの採用
- (3) 一般製材品より強度・耐久性のある構造用集成材の採用
- (4) 各種造作材の工場塗装品の採用
- (5) 木部の耐久性の向上を図る為、空気の流れを確保
- (6) 施工の標準化による工期の短縮



5H-18 ICHI JYO 250 / 275 (㈱一条工務店)

プレカットの採用。

架構方法の統一ルール化

従来の架構方法に改良を加え、床のたわみに関する剛性を高めながら梁材のプレカット加工数を合理化していく。部材点数が削減できそれに伴う、加工仕口の数を減らす。柱、梁、屋根等の荷重のかかり方のパターンによって使用する横架材の断面寸法をマニュアル化しておく。

使用する断面寸法の種類を整理し、材料の仕入、管理の合理化を図る。整理することによって現場での作業の手順、手間を簡略化することも可能となる。

5H-19 KHK HLシステム (㈱ケー・エイチ・ケー)

部材の標準化、プレカットの採用。

架構ルールに関する記述なし。基本的に自由設計。

2) 架構方法に関する考察

以上、第5回までの合理化認定システムにおける合理化の傾向は次のようにまとめられる。

- ①プレカットの更なる普及
- ②床や壁のパネル化
- ③横架材せいの統一
- ④構造グリッドの設定
- ⑤オリジナル金物の開発

これらは、特に目新しいものではないが、少なくとも企業による住宅生産の合理化では、これらの項目が採用されていた。

住宅生産に関わる大工手間の、20%は軸組の加工、30%は床や壁などの面を構成する部位の施工とされる。これらが、合理化の主要な対象とされるのは当然の事である。プレカットや金物の開発は前者を対象としたもので、横架材せいの統一やパネル化は後者を対象とした合理化項目である。

一方、④の構造グリッドの設定は、これら両方の項目に関係していると考えられる。ただし、同時に、この項目は構造性能の向上にも役立っている。

さて、上記の木造軸組の合理化の検討項目は、実は、昭和50年のいわゆる「合理化コンペ」の時から変わっていない。すなわち、実際、それに対応した解決策と考えられることが、実際に採用されるようになるのに20年かかったことになる。今後は、架構システムに関しては、これらが、小規模な生産形態にも広がっていくものと考えられる。特に、金物による架構は、プレカットのような大きな設備を必要としない。小規模な生産方式にも広がる可能性がある。

2. 3 接合部

2. 3. 1 接合部の合理化の基本的な考え方

接合部の合理化を考える場合、下記に示すいくつかの要求条件に対して考慮する必要がある。

(1) 製作・流通

- ・プレカット等により木材の加工が容易にできること。
- ・接合金物等の製作が容易であるか、または安価で入手し易いこと。

(2) 建方

- ・軸組の組立が容易であり、かつ建方の精度が確保されること。
- ・部材の組み合わせ方、部品の使い方が簡明で、間違える恐れがないこと。

(3) 強度・剛性

- ・各々の接合部に必要な剛性、強度が確保できること。
- ・木材を欠き込み等によって著しく傷めないこと。

(4) 耐久性

- ・木材の乾燥・収縮により、ゆるみ等の不都合が生じないこと。
- ・木材・接合材料双方の耐久性が確保できること。

(5) 意匠

- ・見えがかりになる場合、意匠性があること。
- ・仕上げ材の施工のじゃまにならないこと。

(6) その他

- ・柱と横架材または横架材間の接合部は引き寄せるメカニズムをもつのが望ましい。

実際に接合部の合理化を行う場合、2つの方向がある。一方は現在の構法の延長にあるもので、継手仕口を基本的なものに整理し（例えば「あり継、あり掛け」や「大入れ」）、金物（形状は新たなものも考えられる）により補強するものである。他方は、接合部の耐力を部材の継手仕口に頼らず（突き付け等）オリジナルな接合金物を用いて、ボルト・ドリフトピン等により負担するもので、木造住宅合理化認定システム等でも多く提案されている。

木造住宅合理化認定システムで提案されている接合部の特徴は、次節で述べているが、比較的共通する接合部等に関連する提案内容の特徴と問題点を以下に示す。

【特徴】

- (1) 精度の確保、乾燥に伴うトラブルの防止の観点から乾燥材（KD材）または構造用集成材を積極的に使用している。
- (2) 部材種類、点数を集約、削減するため部材寸法を整理または統一している。
- (3) 継手仕口を単純化しオリジナル接合金物により耐力を負担させているため、部材の断面欠損を少なくしている。

- (4) 挿入タイプの接合金物では、金物が露出せず、仕上げ材施工のじゃまにならない。
- (5) 剛性の高い床組としている。

【問題点】

- (1) 部材加工が単純化されているが、既存のプレカット機械で加工できない部分がある。
- (2) 部材の位置決め、ドリフトピンの打ち込みに手間のかかるものがある。
- (3) 金物のみによる接合の場合、木材の乾燥収縮、加工精度によって生じるガタに対応し難く、乾燥材または構造用集成材の使用が必要となる。
- (4) 新たな仕口加工機械の設置およびオリジナル接合金物のコストが高いものがある。

これらの特徴の中で、乾燥材または集成材の使用、部材断面の統一、剛性の高い床組等の合理化項目は、現在の構法の延長にあるものであり、大工・工務店の規模等にかかわらず導入効果があると考えられる。

接合部の合理化については、架構法との関連が大きい。例えば、柱と横架材の接合部については、通し柱を用いるか管柱のみとするかにより接合方法が異なる。合理化提案構法では、通し柱に胴差しが2～4方から取り付く場合に対応する接合金物が多く提案されており、接合部の部材加工時間、組立時間等でメリットが多いとしている。一方、実際の2階建て建物では通し柱の本数は数本程度であり、現在多く行われている傾き大入れ短ほぞ差し仕口と比較し、作業効率が大幅に向上する可能性は少ない場合もある。また、新しく提案されている接合金物をみると、横架材を受けるための接合金物の鉛直荷重に対する支持方法、X方向とY方向の金物の垂直位置の精度等の問題も考えられる。接合部に要求される強度条件を整理すると次のようになる。

- ①柱と横架材（鉛直荷重・突き上げに対するせん断、梁材軸方向の引張り）
- ②1階管柱と2階管柱（材軸方向の引張り）
- ③横架材の継手（材軸方向の引張り、鉛直荷重に対するせん断）
- ④横架材の仕口（梁材軸方向の引張り、鉛直荷重・突き上げに対するせん断）

木造在来軸組構法においては、これら接合部にどの程度の強度が必要であるかの規準等は示されていないが、新たな接合金物による合理化をはかる場合、耐久性等も含め十分検討する必要がある。

2.3.2 既存提案型構法の接合部—接合金物を中心に一

ここでは、木造住宅合理化認定システムなどに提案された諸構法のなかから、軸組構法であって、軸組部分の接合部に特徴を持つものを任意に紹介する。

(1)

システムの名称：FⅢ工法住宅（合理化認定システム 1-11）

システム供給者：エフスリー建築協会

架構の特色

- ・プラットホーム工法の採用

横架材勝ち柱負け（構造用合板下地勝ち柱負け、と図より推測できる）

胴指し、床梁、根太を同高に納めるディテール

- ・部材の徹底したプレカット

構造材、間柱、筋違い、造作材

工場ではそれらは検査、梱包され、現場での騒音、端材の散乱を解消

- ・コンピュータを利用した構造計画、構造計算

接合部の特色

- ・上記プラットホーム工法に対応する接合金物

基礎—土台—柱を緊結する特殊なアンカーボルト（図無し）

1階柱、2階柱も同様のボルトを使用か？

横架材同士では、負けた側はこの金物に乗り、柱に支持されていないと推定できる

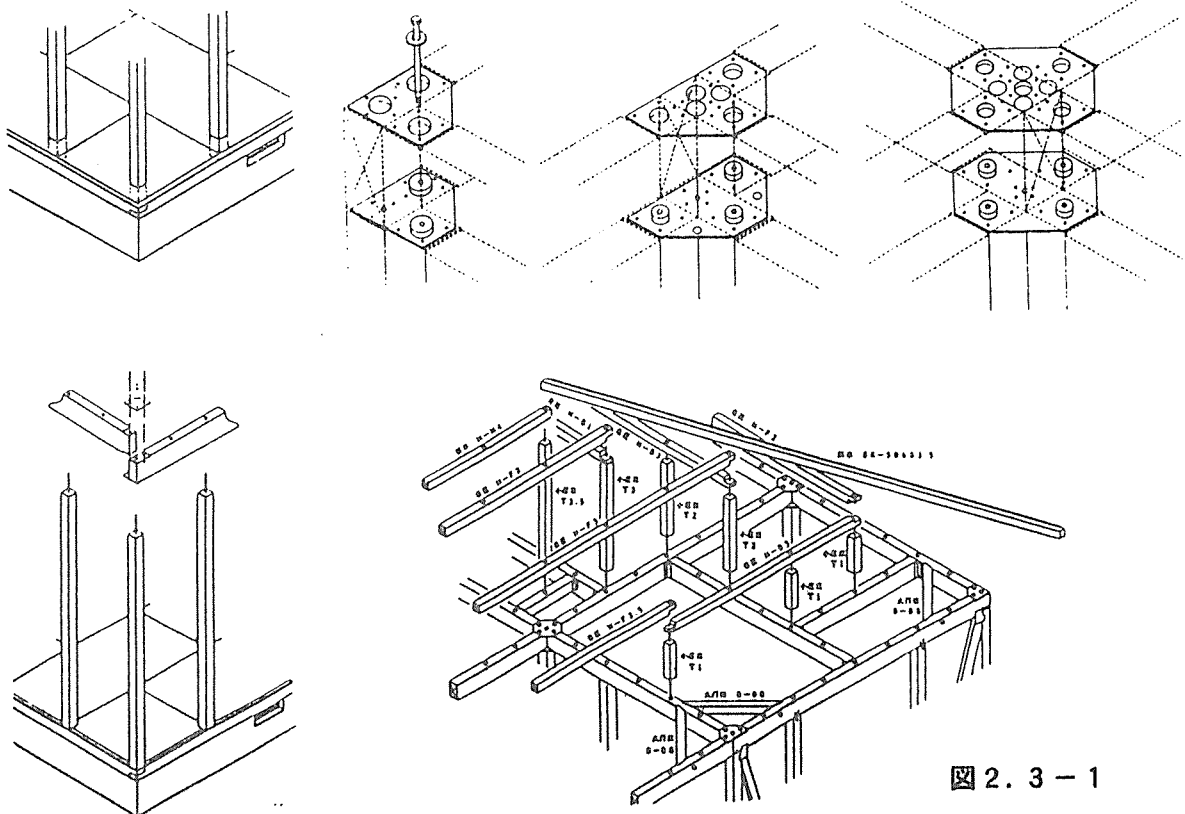


図 2.3-1

(2)

システムの名称：KES SYSTEM (合理化認定システム 1-13)

システム供給者：シェルターホーム (株)

架構の特色

- ・大断面材による軸組工法+2×4材による面工法 (壁、床)

柱は6インチ角、壁は2×6に構造用合板張り、床は2×10などに構造用合板張り
床はプラットホーム状 (全面同高、但し接合金物の都合で柱勝ち床下地負け)

- ・主要構造材のプレカット

接合部の特色

- ・軸組の接合金物

1階柱、胴差し又は床梁、2階柱は直接接合されず、金物を介して接合される
床では既存2×4用根太受け金物を利用

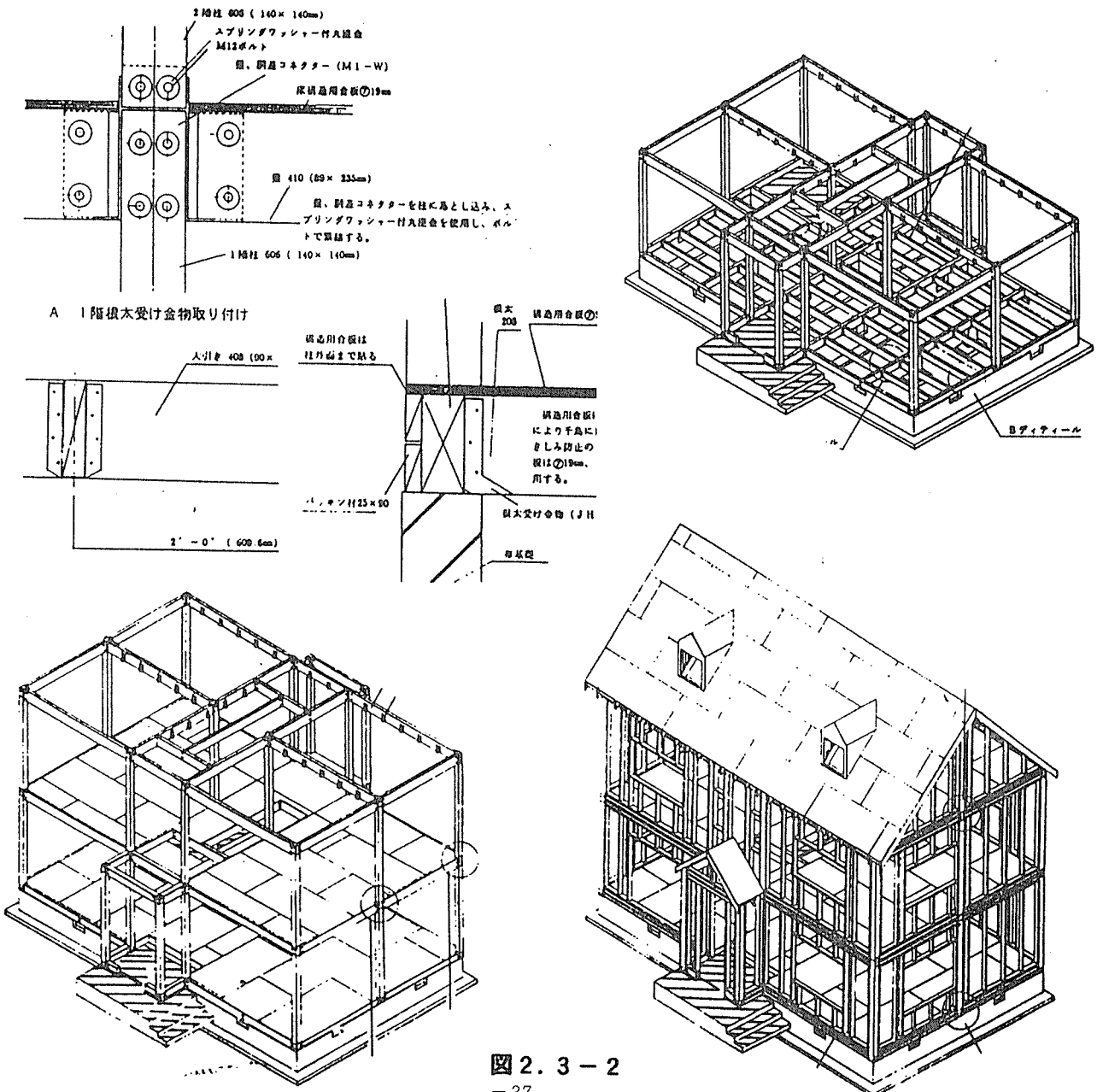


図 2.3-2

(3)

システムの名称：ノースランドハウジングシステム（合理化認定システム 1-14）

システム供給者：（株）カワムラ

架構の特色

- ・軸組に対しプレカット、墨付けコンピュータロボットシステムの採用
- ・床はプラットホーム状（収まり不明、施工順不明、根太は2×4材を利用）
- ・壁はパネル化、建具枠付き壁パネル有り、壁パネルは仕上げ床の上に立つ（図より）

接合部の特色

- ・床組に独自の提案金物有り（軸組の接合部不明）

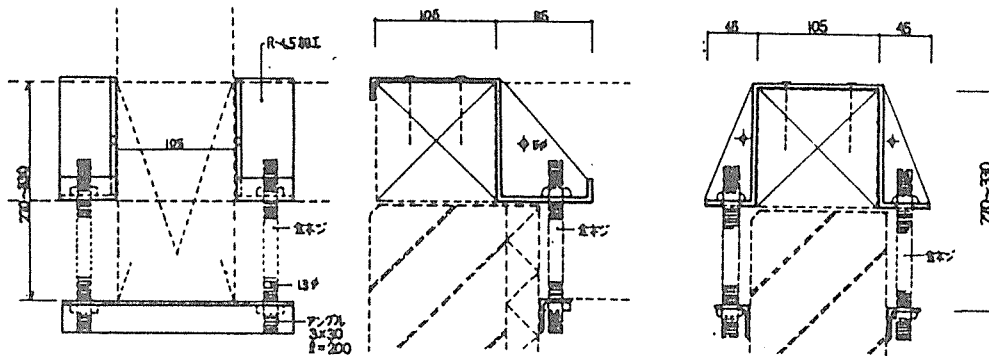


図 2.3-3

(4)

システムの名称：ICHIJYO・275（合理化認定システム 1-15）

システム供給者：（株）一条工務店

架構の特色

- ・軸組部材の寸法の限定（梁成4種、柱径1種、柱長1種）
- ・床梁の方向を統一
- ・プレカットの採用

軸組の継手、仕口のプレカット

間柱、筋違いのプレカット（軸組寸法限定による）

階段、窓、出窓、押入等の半製品化としてのプレカット

- ・下地材のセット化（意味不明）、仕上げの直張り

接合部の特色

- ・独自の筋違い金物（Z認定品、「ブレースボックス」）、梁受け金物

金物が、内外装材を直張りする際に釘打ちを不可能にすることを回避している

梁受け金物は図無し、蟻仕口を使わない

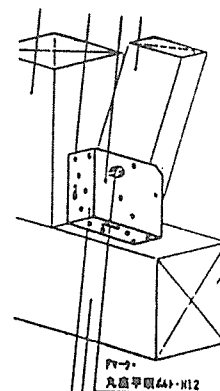


図 2.3-4

(5)

システムの名称：HQH-01システム（合理化認定システム 2-6）

システム供給者：（株）日本ホーミング

架構の特色

・架構を2段階に分ける

1) フレームを構成する柱（120角）、梁（1階梁成210、2階梁成150）

2) 梁を中間支持する管柱（1間間隔、105角）、大開口部の添え梁（成120）

・システム化された接合法（次項参照）

その結果、軸組部材種は21種のみ（長さの種別も含め、仕口の相違は含めず）

そのことから、推察すると横架材上端は同高に納まる

接合部の特色

・システム化された接合法

1次のフレーム材は柱、土台、梁の全てがフレーム交点をまたぎ越す長さを持たない
フレームのスペンが5種類、高さが1、2階各1種に限定されている

・接合部のプレカット

蟻雌刃のみで加工可能な仕口

接合部材の引きつけ金物（3種の金物の組み合わせで、多種の接合形に対応）

継手無し、仕口のみ

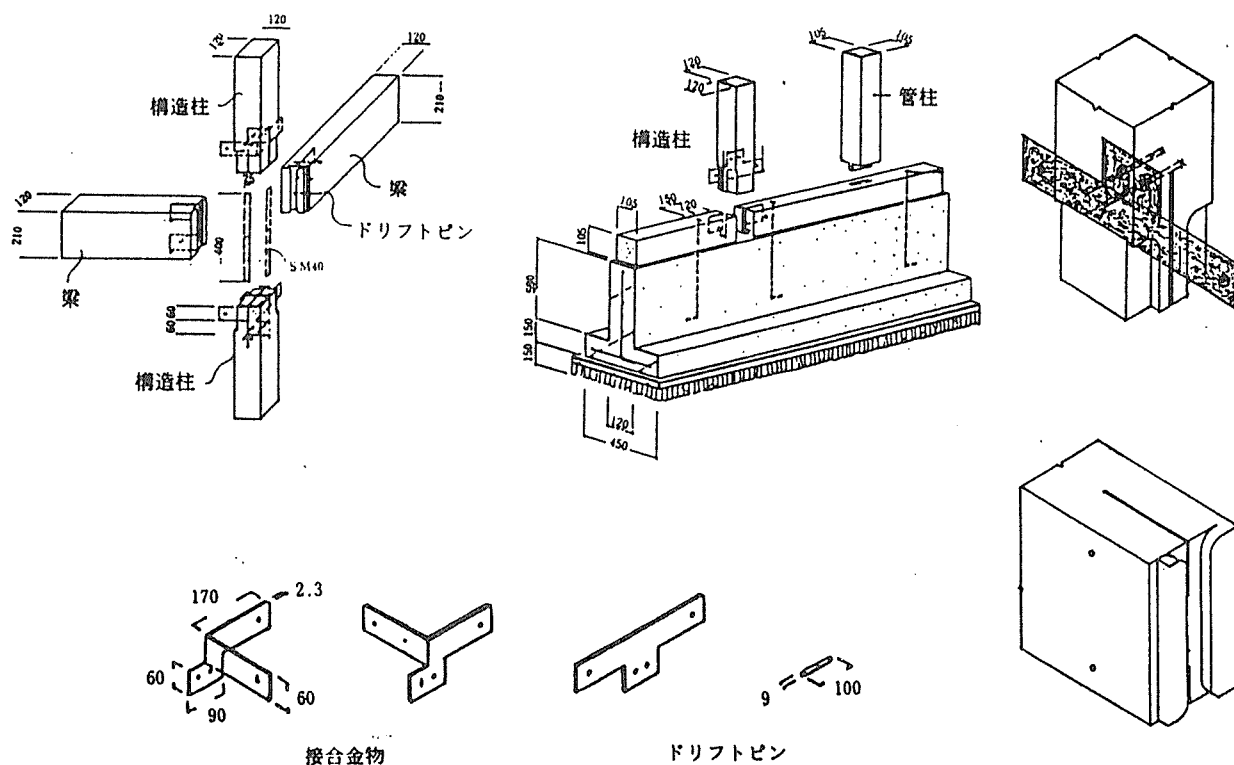


図 2.3-5

(6)

システムの名称：北国ホームシステム（合理化認定システム 2-8）

・システム供給者：北国ホームシステムグループ、（株）入山組

架構の特色

- ・軸組と壁、床パネルの組み合わせ

壁パネル、床パネルともパネル枠を軸組材内に納め、パネル面材を軸組に外付けする
ただし内壁パネルは、図によると、床下地の上に設置されている

- ・部材数の整理

階高の統一（2670）

横架材は柱位置で継手、仕口をつくる（芯継ぎ）

半間間隔の中間柱を建てパネル種を限定、床パネルに関しては半間間隔の小梁
梁、胴差しの種類の限定（多分中間柱の効果）

接合部の特色

- ・柱、横架材の継手、仕口は相欠き、大入れ、ほぞ差しという単純な形の組み合わせ
- ・横架材を同高に納めるための、梁受け金物、根太受け材

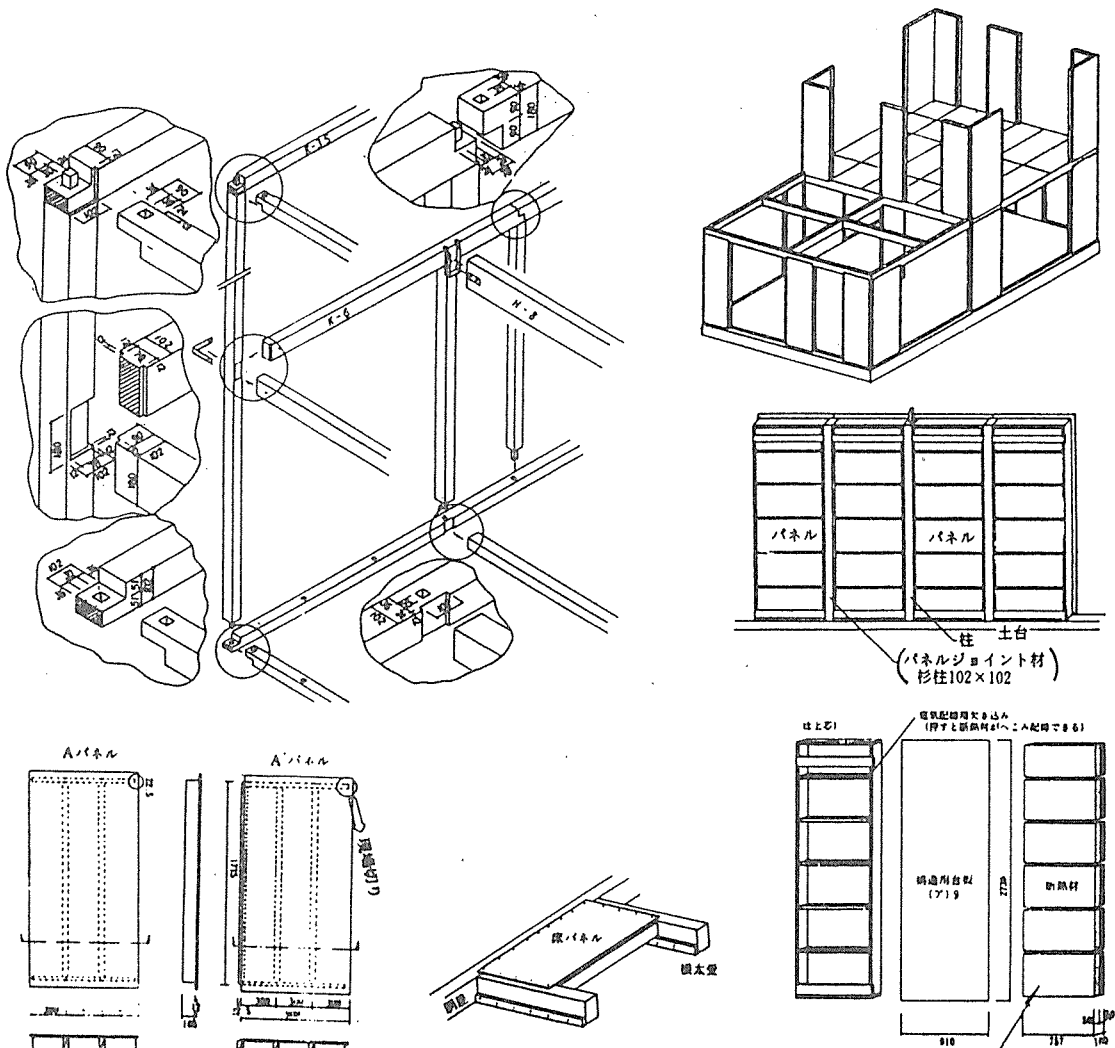


図 2.3-6

(7)

システムの名称：C-WOOD Houseシステム（合理化認定システム 2-12）

システム供給者：（株）朝田組

架構の特色

- ・大断面材（集成材）によるポストアンドビーム構法

「7寸角工法」から出発、柱径202、梁巾120、柱勝ち（通し柱）

メインフレーム（ポスト、ビーム）は標準タイプで2間グリッドに架構される

梁は同高に納める

- ・基礎からカンチレバーで建つ柱

鉄骨造の根巻きのごとくコンクリートで固めている

- ・壁、床、屋根はパネル化

壁パネルは2間のメイングリッド上以外にサブグリッド上にも建ち自由度を確保

壁パネルの外壁、内壁メイングリッド上、内壁サブグリッド上の納まりは不明

水平耐力の分担不明（メインフレーム、カンチレバー柱、壁パネル）

接合部の特色

- ・木製屨ほぞ（横栓打ち）による柱梁の仕口

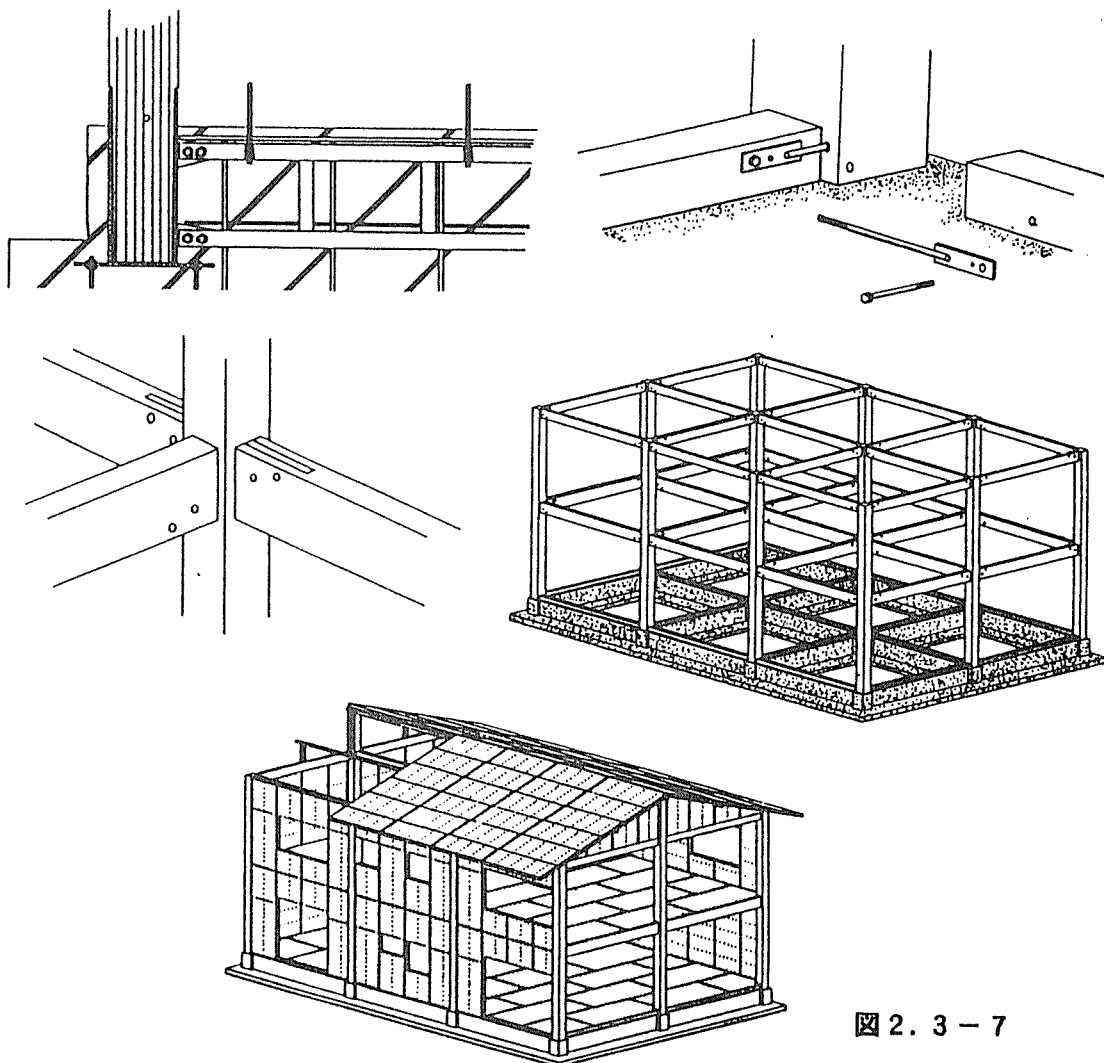


図 2.3 - 7

(8)

システムの名称：エース工法（合理化認定システム 3-1）

システム供給者：アサヒ住宅（株）

架構の特色

- ・ 集成材柱、梁による木造ドミノ風架構

小屋組に到達する通し柱、梁受け

- ・ 壁、床、屋根のパネル化

壁パネルは、外周壁（耐力壁）または内壁（非耐力壁）に区別される

耐力壁はフレーム内に納められ、非耐力壁は床、天井内に納められる

床パネルはI型ビームを使っている

- ・ プレカットの採用

接合部の特色

- ・ 柱、梁仕口はあご掛け金具（クレテック）、土台、柱仕口はホゾパイプによる

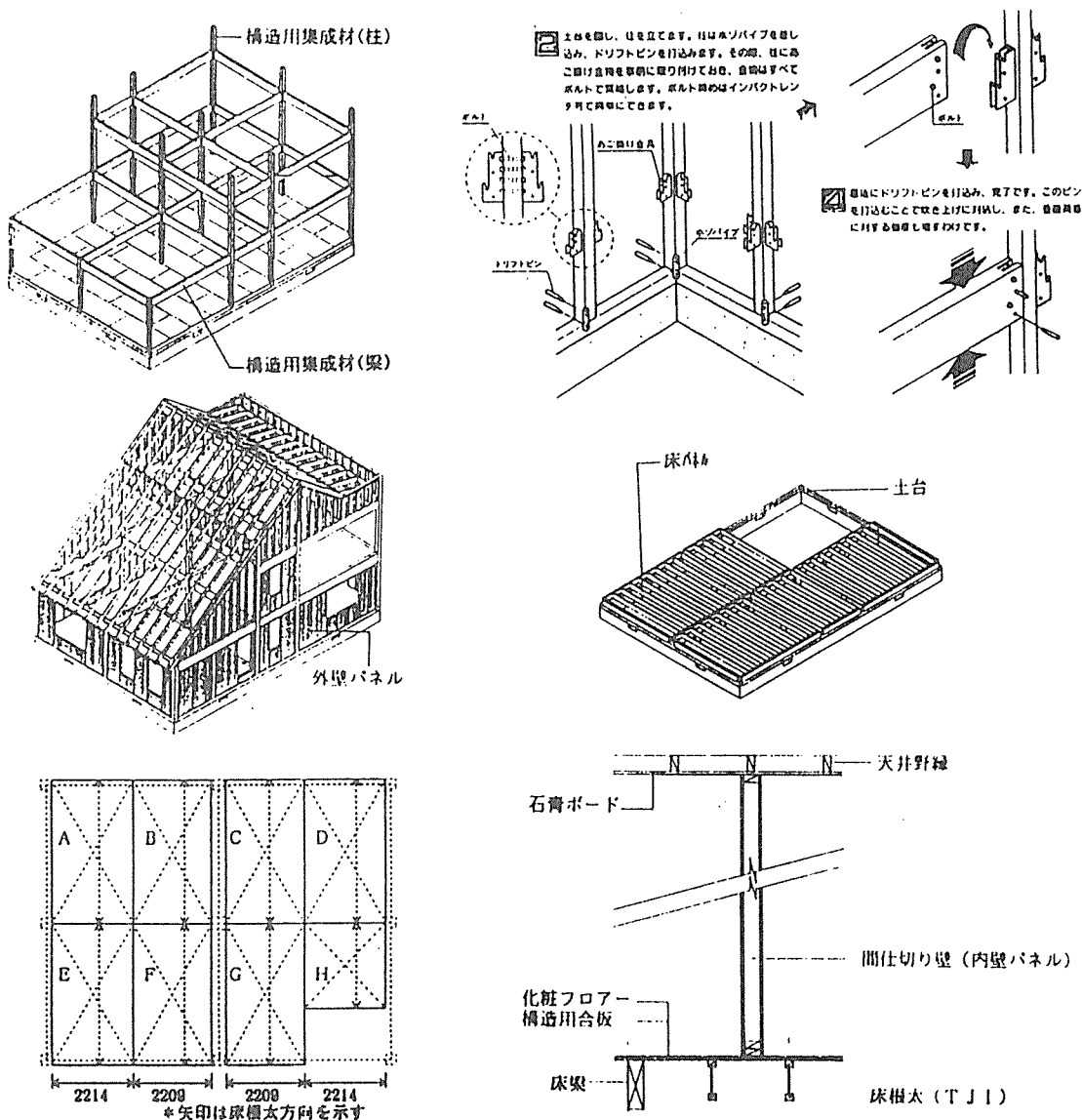


図 2.3-8

(9)

システムの名称： INAWA HOME (合理化認定システム 3-2)

システム供給者： (株) 稲富建設

架構の特色

- ・ 軸組全体の架構上の特色は報告書からは読み取り難い

接合部の特色

- ・ 接合金物、補強金物が多用されている

クレテック (柱梁接合部で柱に取り付ける梁受け金物)

ホソパイプ (1、2階管柱の胴差しを介しての接合、柱土台仕口)

筋違い受け金物

胴貫パイプ など

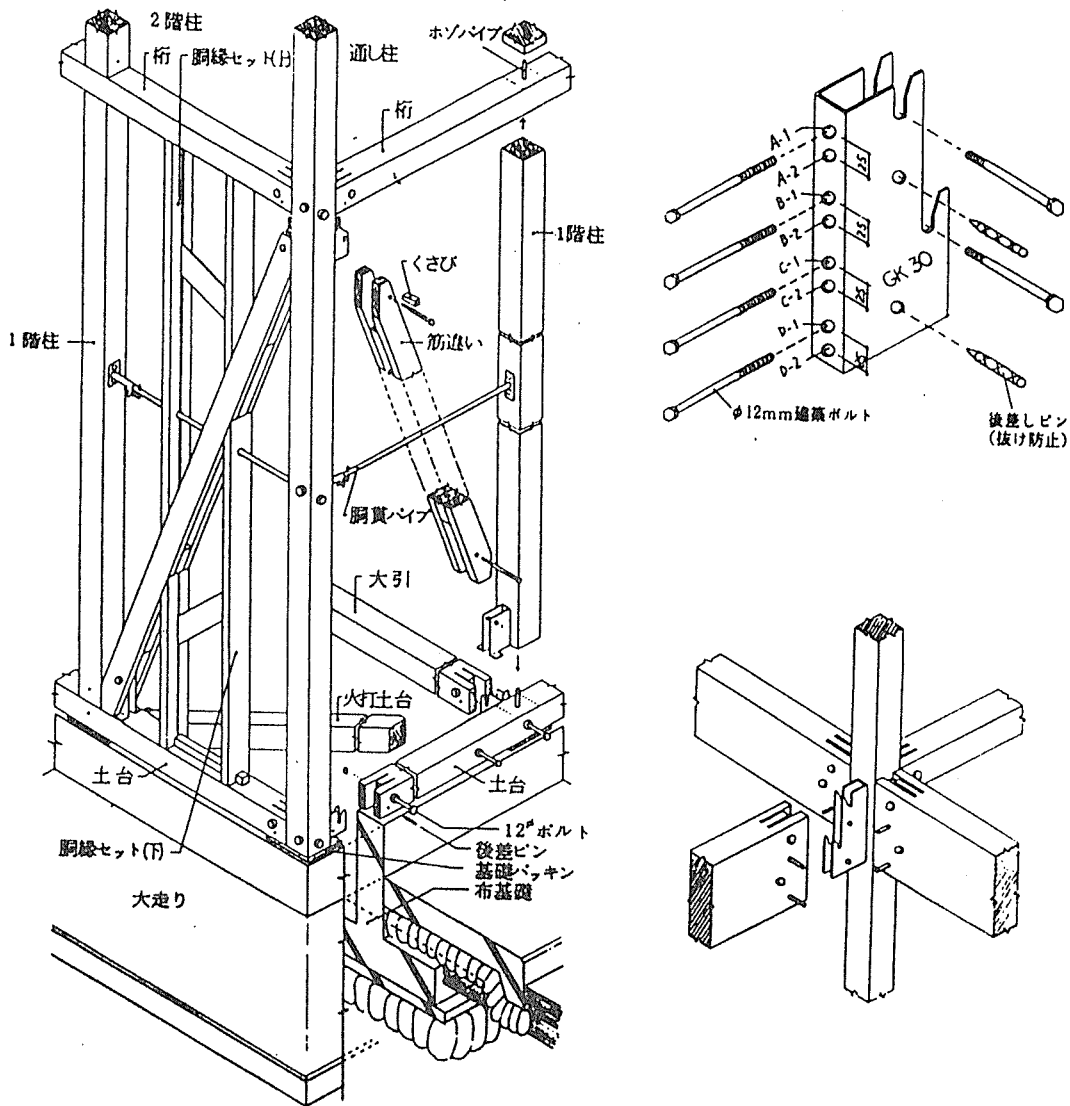


図 2.3-9

(10)

システムの名称：マスターシステム（合理化認定システム 3-7）

システム供給者：栢谷木材（株）

架構の特色

・部材種の整理

横架材断面の限定（成で5種）

管柱、間柱、筋違いの材長を統一（これらを下に持つ梁成を240に固定）

横架材を芯継ぎとする（図から推定）

・間仕切壁のパネル化

接合部の特色

・継手、仕口のシステム化

伝統的な継手、仕口の形にこだわらず、汎用加工機で可能なプレカット

柱、梁の交叉部の仕口を補強する独特の金物（図よりI型、T型の2種と推定）

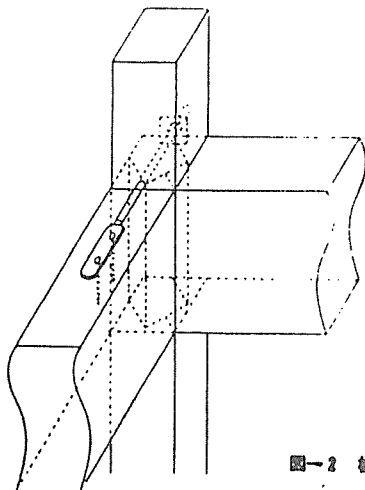
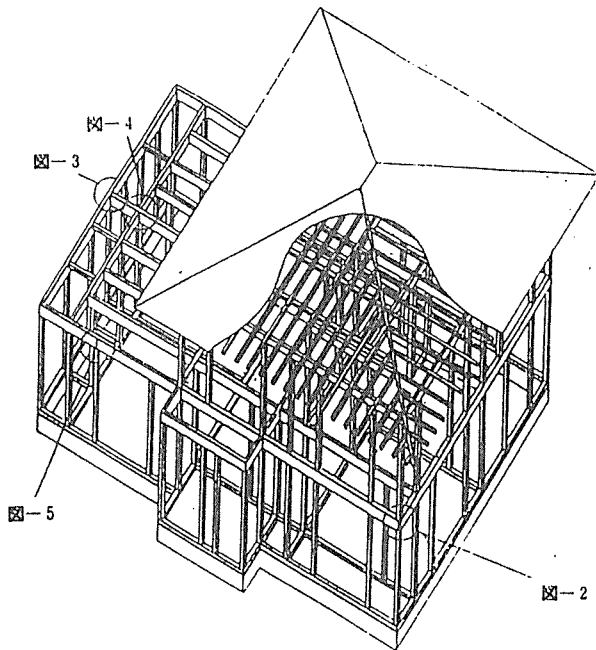


図-3 柱・継手部

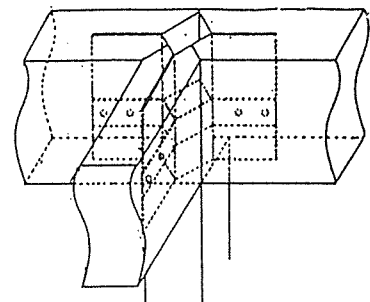


図-4 柱・梁接合部

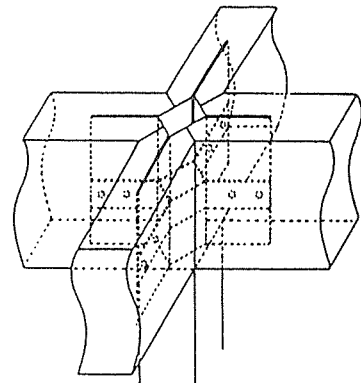


図-5 柱・梁接合部

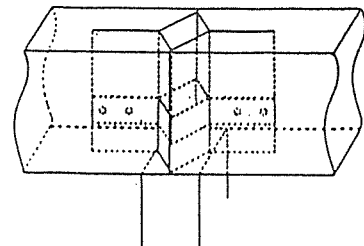


図-6 柱・梁接合部

図 2.3-10

(11)

システムの名称：MC工法（合理化認定システム 3-8）

システム供給者：（株）ムラタ

架構の特色

- ・ 3900モジュールの構造用集成材を用いたポストアンドビーム工法
柱勝ち梁負け、梁長さは1種類のみ
柱、梁とも寸法が極端に限定されている（梁は成の異なる2種類のみ）
- ・ 壁、床、屋根、間仕切のパネル化
床パネルは梁への乗せ掛け（図より）、1スパンをカバーする大型パネルと推測
外壁パネルは1スパンの大型、フレームに対し枠材は内に納め、面材は被せ釘打ち
屋根パネルは棟、桁の2点を支点とする大型パネル

接合部の特色

- ・ 基礎-柱用の金物、柱-梁用の金物を各1種に限定

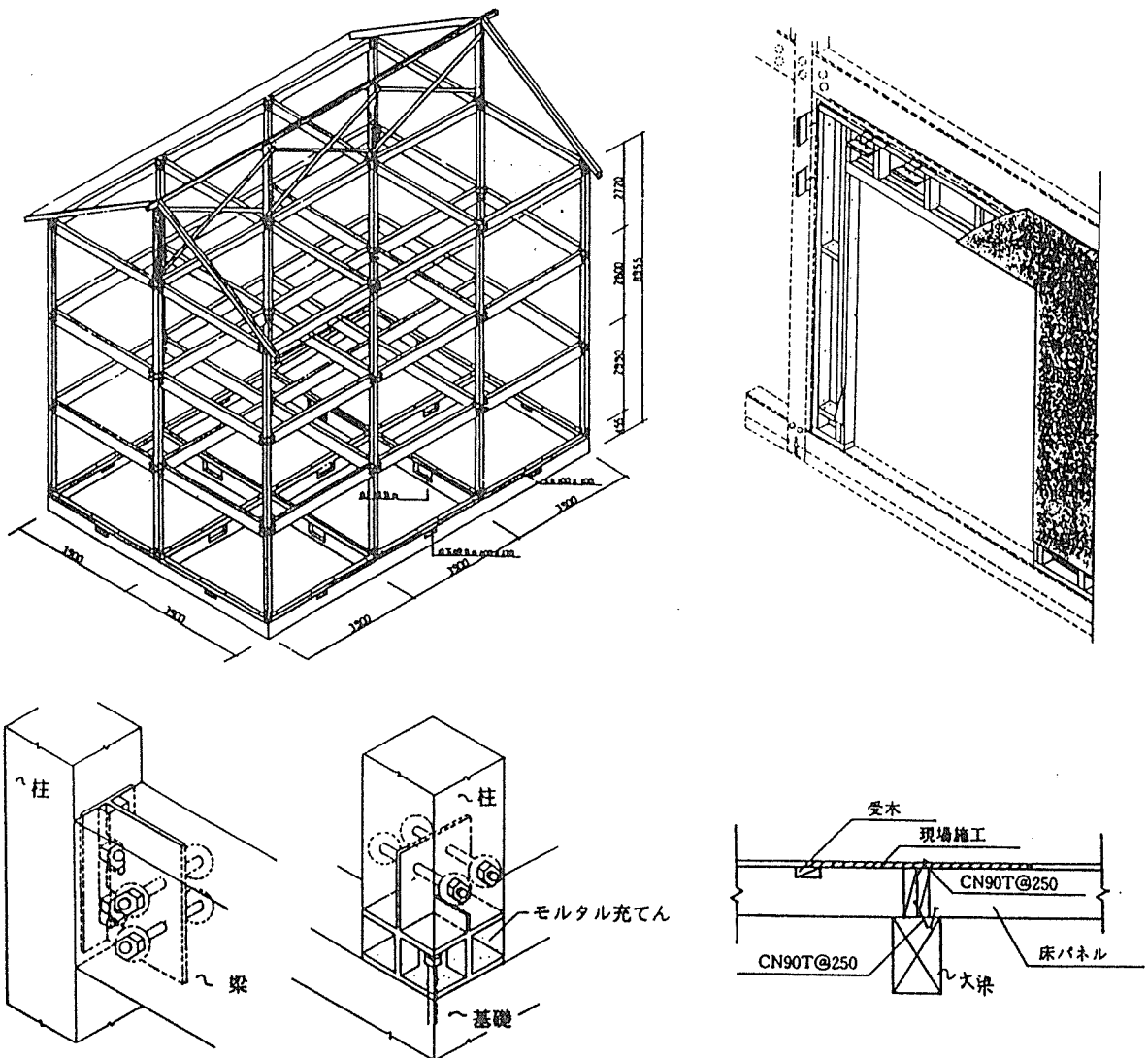


図 2.3-11

(12) H&Cシステム

[木造住宅合理化認定システム4-1：東洋合板工業（株）]

架構の特色

- ・壁は耐力壁パネル、一般パネル、開口部パネルで構成され、床および天井もパネル化される。
- ・柱と壁パネルを一体化するとともに、外壁パネル、1階床パネル、最上階天井パネルには断熱材を工場で充填する。
- ・梁類は継手を1種類にし、梁仕口は梁受け金物を使用する。

接合部の特色

- 横架材間 →土台と大土台間は、ボルトとドリフトピンを用いてオリジナル接合金物（コの字型受け金物）により土台の外面位置で接合。
- 柱と横架材 →不明
- 材料 →柱、梁は集成材とし、他の部材は基本的に乾燥木材とする。土台の高さは3種類（120mm、150mm、240mm）、横架材等の高さは240mmを基本とした。

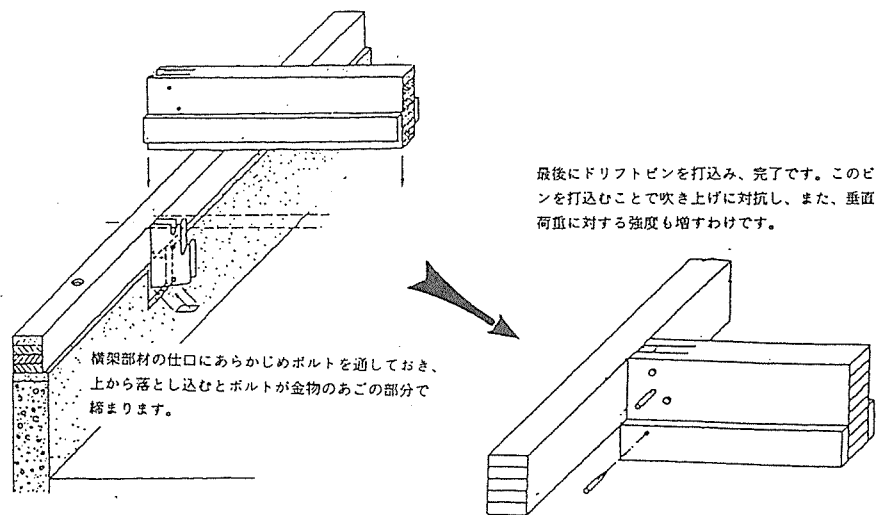


図2-3-12 H&Cシステム接合部納まり

(13) メタルフィット工法

[木造住宅合理化認定システム4-6:メタルフィットグループ]

架構の特色

- ・軸組に構造用集成材を使用し、部材接合部をオリジナル接合金具により結合する。
- ・床・壁・屋根のパネル化により省力化、工期短縮、生産性の向上をはかる。

接合部の特色

- 横架材間 →オリジナル接合金物メタットを用いて、ボルト・ドリフトピンにより結合する。
- 柱と横架材 →同上
- 材料 →軸組は長尺の構造用集成材とし、横架材の断面寸法を103×240に統一する。床パネルにLVLを使用する。

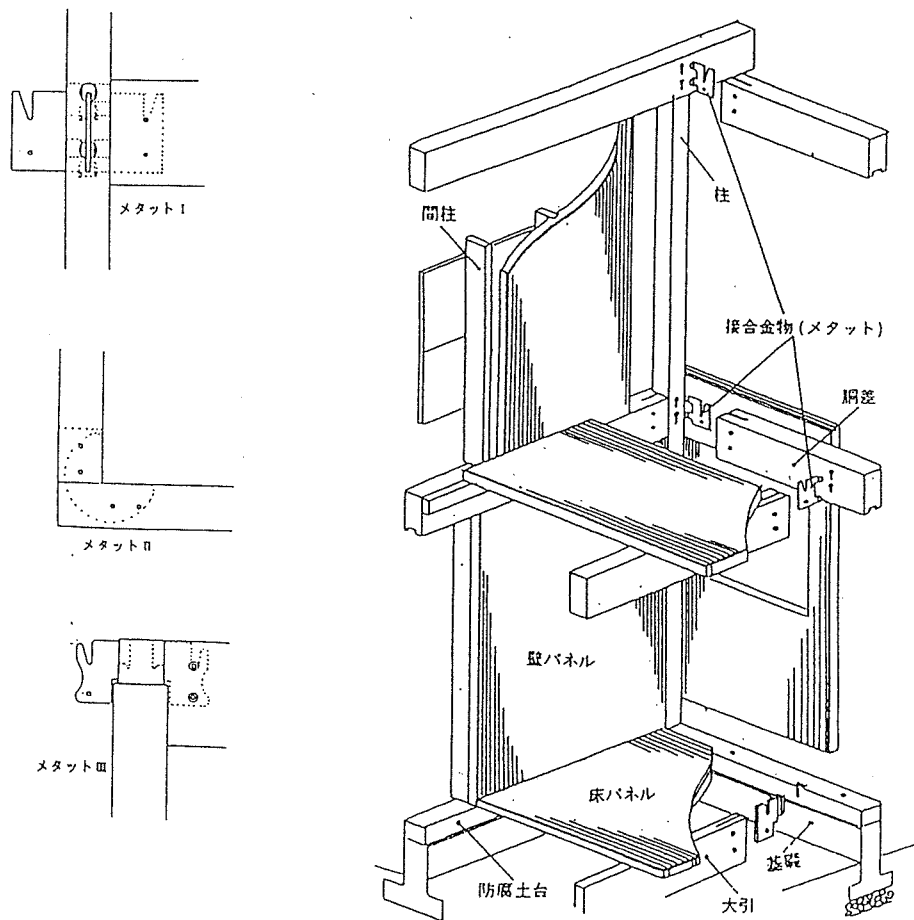


図2-3-13 メタルフィット工法接合部納まり

(14) HOPE976工法

[木造住宅合理化認定システム4-7：(株)原工務店]

架構の特色

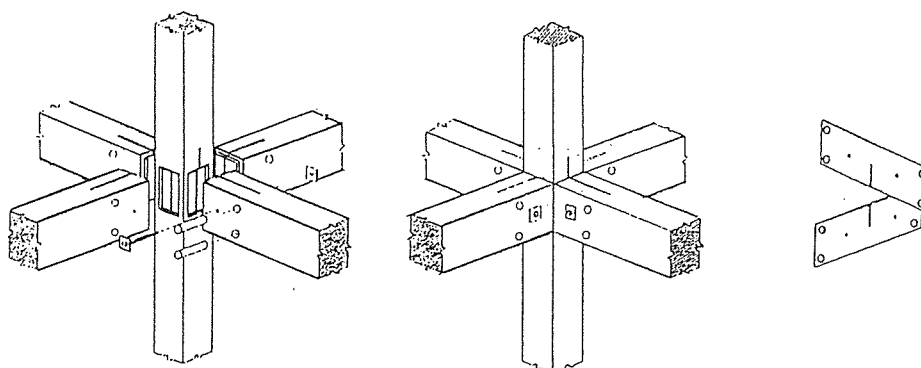
- ・軸組構成部材を規格化することにより、あらかじめプレカット加工しストックすることにより、作業効率の向上と品質管理を図れる。
- ・床・外壁・屋根に断熱材を組み込んだパネル化をはかり、生産性の向上を実現する。

接合部の特色

横架材間 → 梁材取付金物と羽子板ボルトにより結合する。

柱と横架材 → 通し柱胴差し接合部をオリジナル十字型金締金物とボルト、ドリフトピンにより結合する。

材料 → 横架材断面寸法を3種類に統一した。



十字型金締金物

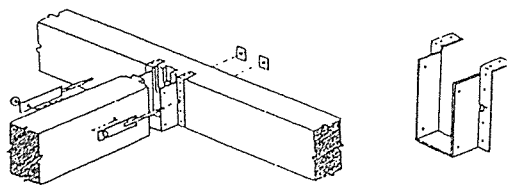


図2-3-14 HOPE976工法接合部納まり

(15) C-WOOD HOUSE Pタイプ

[木造住宅合理化認定システム5-1: (株)朝田組]

架構の特色

- ・ 構造材のジョイントの複雑な継手仕口加工を省略し、リジカル接合金物により結合する。
- ・ 構造材のプレカットは、接合金物の特殊形状にあわせた加工機械（自社開発）による。
- ・ 床・壁・屋根パネルの幅を910と1820の2種類に限定した。
- ・ 小屋梁はツーバイフォー用材の38×140、38×240の2種類を登り梁とする。

接合部の特色

横架材間 →リジカル接合金物

ボルト、ドリフトピンを用いたコの字型梁受け接合金物（荷重により寸法、ボルトおよびドリフトピンの使用本数が異なる）により柱の外面位置で接合

柱と横架材 →ホゾ仕口加工を省略し、ホゾパイプ（ $\phi 24\text{mm}$ ）とドリフトピン（ $\phi 12\text{mm}$ ）により接合

材料 →柱、横架材はベイマツKD材または構造用集成材（柱については120角以上、横架材の幅が120mm以上のもの）

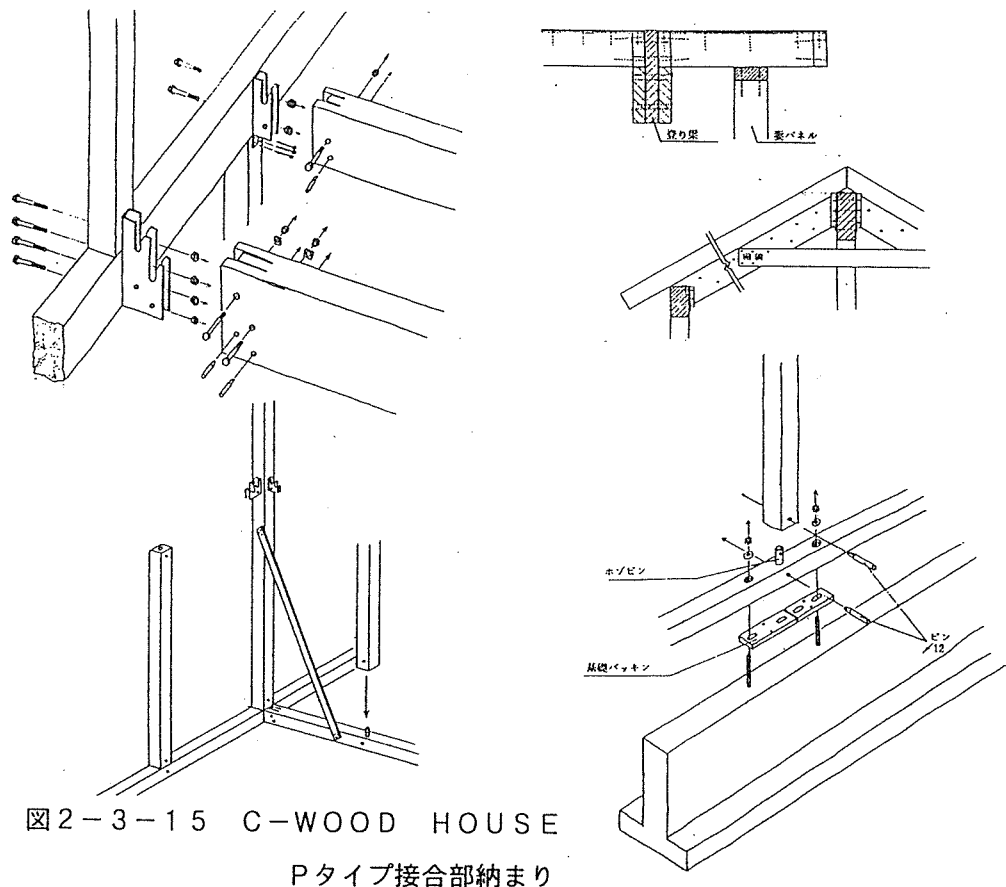


図2-3-15 C-WOOD HOUSE
Pタイプ接合部納まり

(16) THE在来

[木造住宅合理化認定システム5-3：(株)住宅気候研究所]

架構の特色

- ・ 構造材のジョイントの複雑な継手仕口加工を省略し、リジナル接合金物により結合する。
- ・ 構造材のプレカット及び床・壁・天井・屋根等をパネル化し、現場での建て込み工期を2日とした。
- ・ 壁パネルは両面に構造用合板を釘打ちすることにより、壁倍率5倍を可能としている。

接合部の特色

横架材間 →マークカップ座金、ボルト、ドリフトピンを用いたクレテック金物(コの字型梁受け接合金物)により柱の外面位置で接合

柱と横架材 →ホソパイプと打ち込みピン(土台間の緊結を伴う場合、マークカップ座金およびボルトを用いる)

材料 →構造軸組材はすべて構造用集成材

梁サイズ105×105、105×240、105×300の3種類

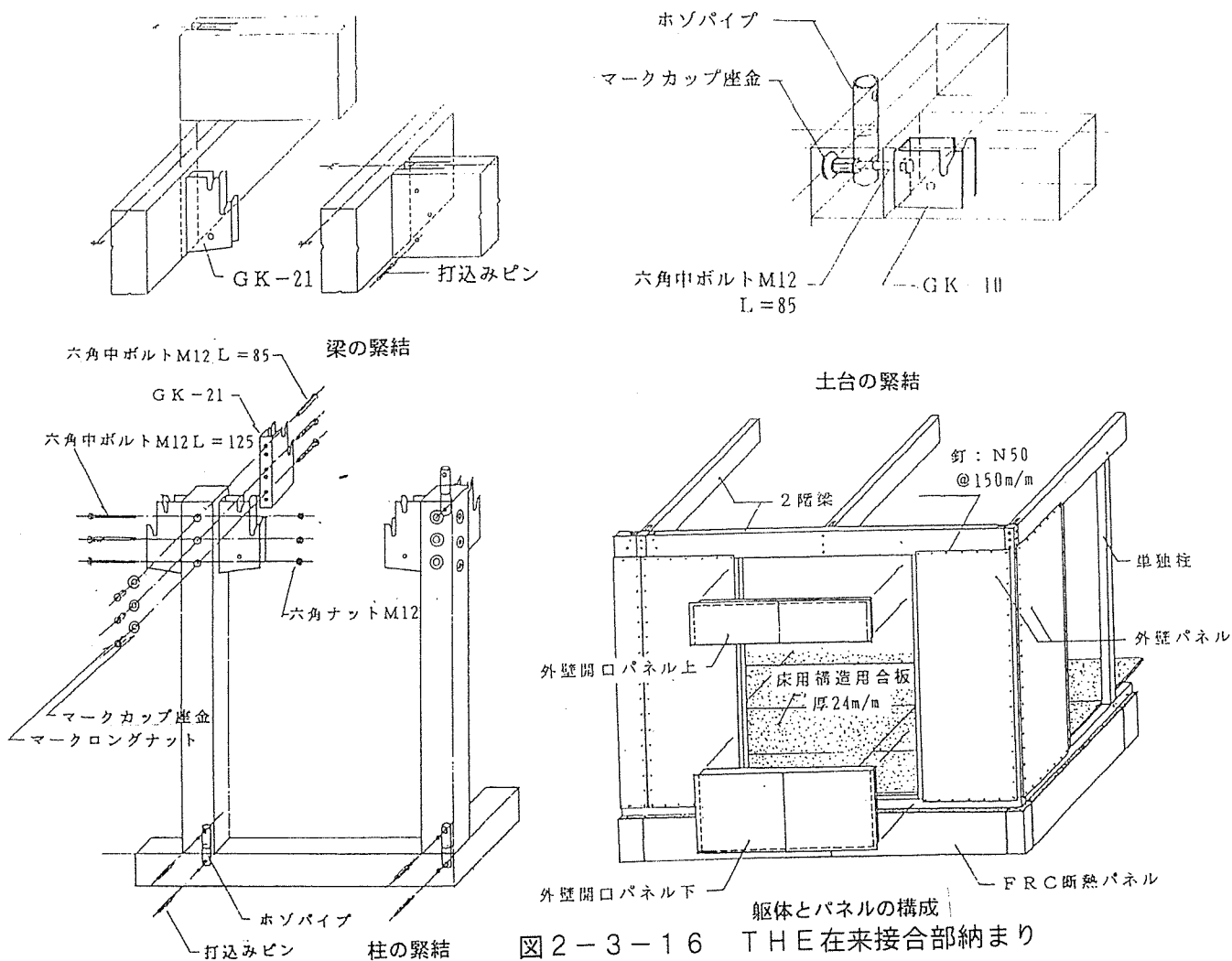


図2-3-16 THE在来接合部納まり

(17) SF '95

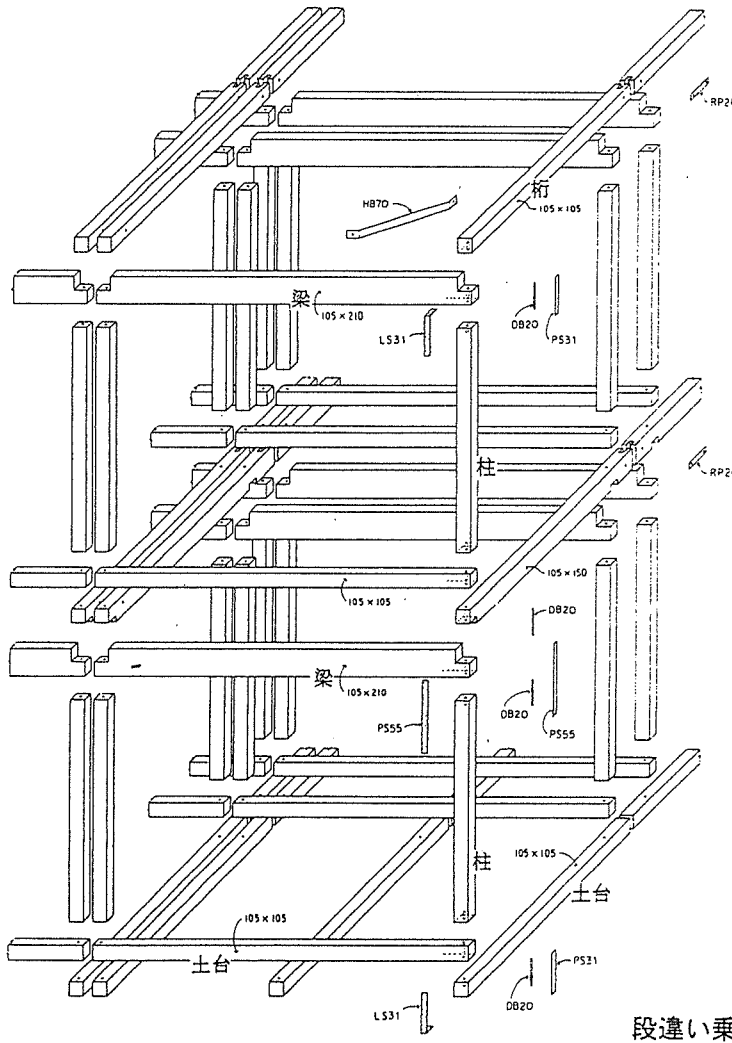
[木造住宅合理化認定システム5-4:住友林業(株)]

架構の特色

- ・設計段階の平面計画において、平面を1間×2間または2間半の各構造単位(ユニット)に分割することにより、梁材、柱材の長さを3種類に統一することが可能となる。
- ・構造材・羽柄材のプレカットと部品化はかり、床、天井、壁をパネル化するとともにユニット化(立体部品化)も可能となる。

接合部の特色

- 横架材間 →横架材間を相欠き状の簡略化した段違い乗掛け構法により接合し、梁と梁の継手部分は補強金物(仕様は不明)を用いて緊結している。
- 柱と横架材 →ホゾ仕口を省略しホゾパイプ(?)状のもので接合
- 材料 →ユニットの接合部分では土台、柱、梁等が二重に配置される。横架材の部材寸法105×105、105×150、105×210の3種類



段違い乗掛け構法の概略パース

図2-3-17 SF '95 接合部納まり

(18) ホームスト S J システム

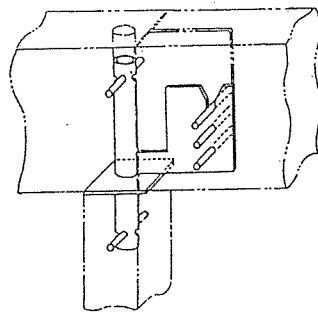
[木造住宅合理化認定システム 5-5 : 殖産住宅相互(株)]

架構の特色

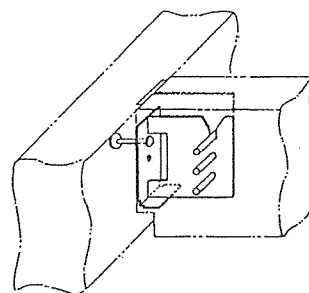
- ・横架材の断面寸法の統一し、横架材間の距離を同一にした。
- ・接合部にオリジナル接合金物 (S J 金物) を使用し、継手・仕口加工形状を単純化・共通化した。
- ・S J 金物には、垂直材と横架材との接合に用いるパイプ金物と通し柱と胴差しおよび横架材間の接合に用いる仕口金物に大別される。

接合部の特色

- 横架材間 → 受け側に挿入タイプの仕口金物を用い、スリットを設けた梁部材 (ドリフトピン挿入済み) を落とし込んで結合する。構造的にはドリフトピンで軸方向の引張り力を、仕口金物の腰掛け部分で鉛直力を負担している。
- 柱と横架材 → パイプ金物をドリフトピンにより結合する。横架材の取り付け方向により数種類用意する必要がある。
- 材料 → 梁・桁にエンジニアリングウッドを採用し、品質と寸法精度が安定している。

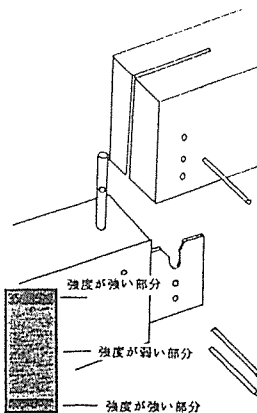


継手部納まり

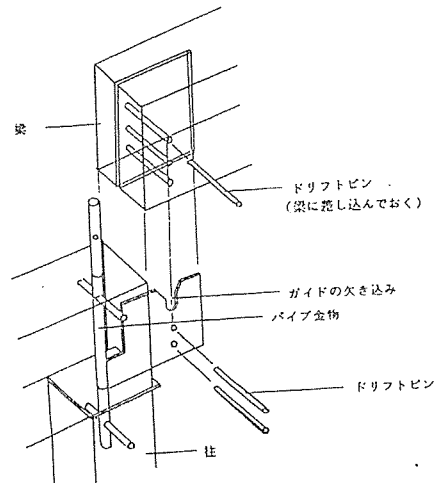


仕口部納まり

ホームスト S J システムの仕口



エンジニアリングウッドに適した仕口



パイプ金物施工構成図

図 2-3-18 ホームスト S J システム接合部納まり

(19) K・I工法

[木造住宅合理化認定システム5-7：(株)ケイ・アイウッド]

架構の特色

- ・仕口・継手を単純な垂直切断加工とし、接合金具により横架材を結合する。
- ・床・壁（無開口、ランマ、腰壁）をパネル化し現場作業の合理化と安全性を計る。
- ・通し柱間隔を3間までとし、その間は胴差しは継がない。

接合部の特色

横架材間 → 継手は両端定尺切断後、木口センターにノコ溝をつけ、十字継手金具により横方向より結合し、両側面より補強金物にて補強する。

仕口は受け側梁に梁受金具（HU金具）を釘止めし、センターにタテ溝を設けた梁材を結合する。

柱と横架材 → 柱と土台、梁は通常のほぞ仕口により結合されるが、通し柱と胴差しは通し柱受金具（TU金具）により結合する。

材料 → 土台、大引き、柱、母屋、束の部材寸法を100×100の共通とする。胴差しは100×145、2階床梁は1間（100×175）、1間半（100×200）、2間（100×240）とする。

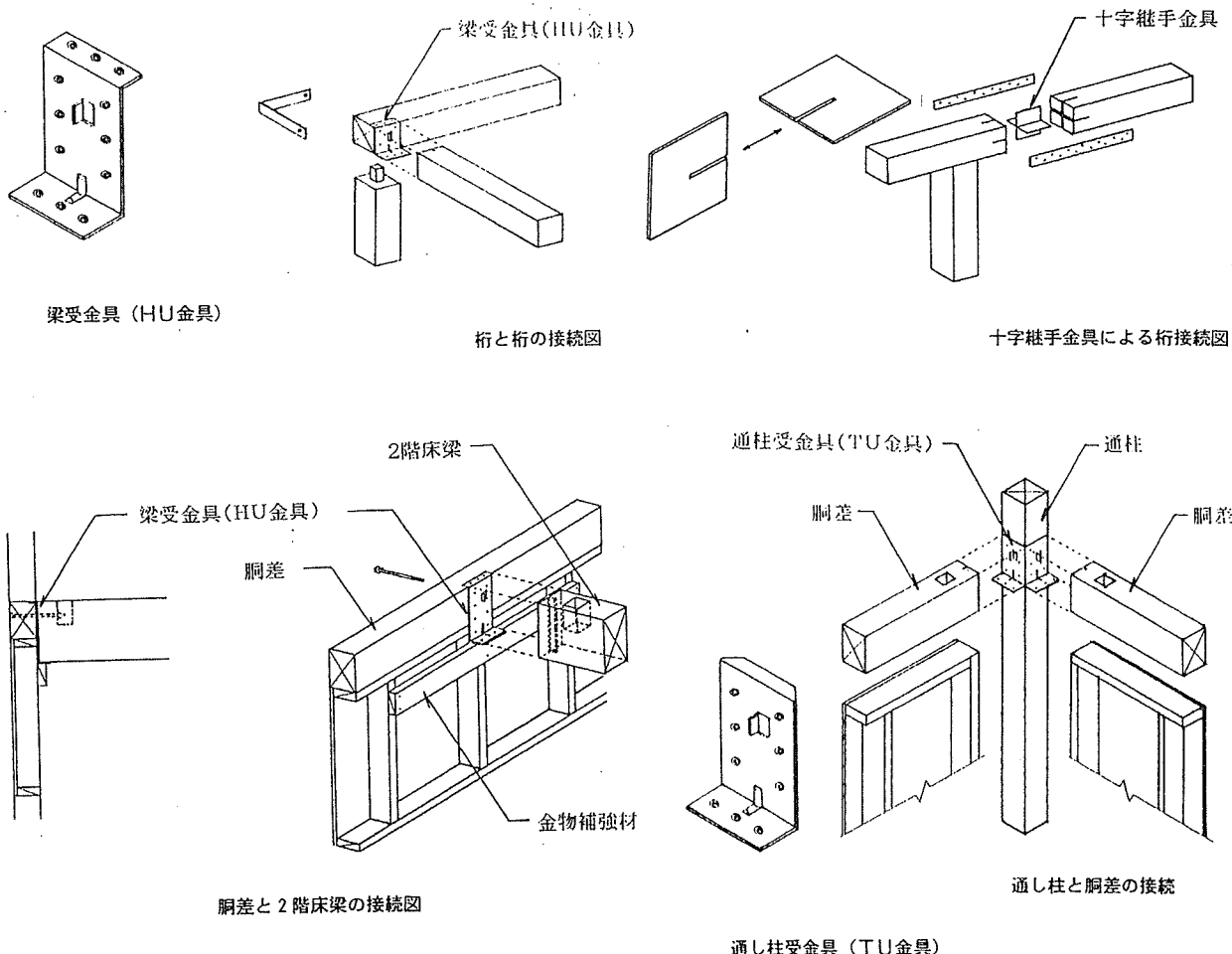


図2-3-19 K・I工法接合部納まり

(20) 長建LL構法

[木造住宅合理化認定システム5H-2：(株)長建産業]

架構の特色

- ・間取りをグリッド化し、横架材の長尺化を計ることにより継手を設けない。
- ・構造材のジョイントの複雑な継手仕口加工を省略し、リジカル接合金物により結合する。
- ・構造材、羽柄材（乾燥材）のプレカットによる省力化。
- ・床は枠組壁工法用製材の床根太を土台、大引き上に載せフラットにしている。

接合部の特色

横架材間 → ボルト、ドリフトピンを用いたクレテック金物（コの字型梁受け接合金物）により梁の外面位置で接合

柱と横架材 → ホゾパイプと打ち込みピンにより結合

材料 → 主要な柱と横架材に構造用集成材を、間仕切り壁下地にLVLを、床根太に枠組壁工法用製材を用いている。

① 工場にて構造材の仕口を加工（土台、柱、梁）

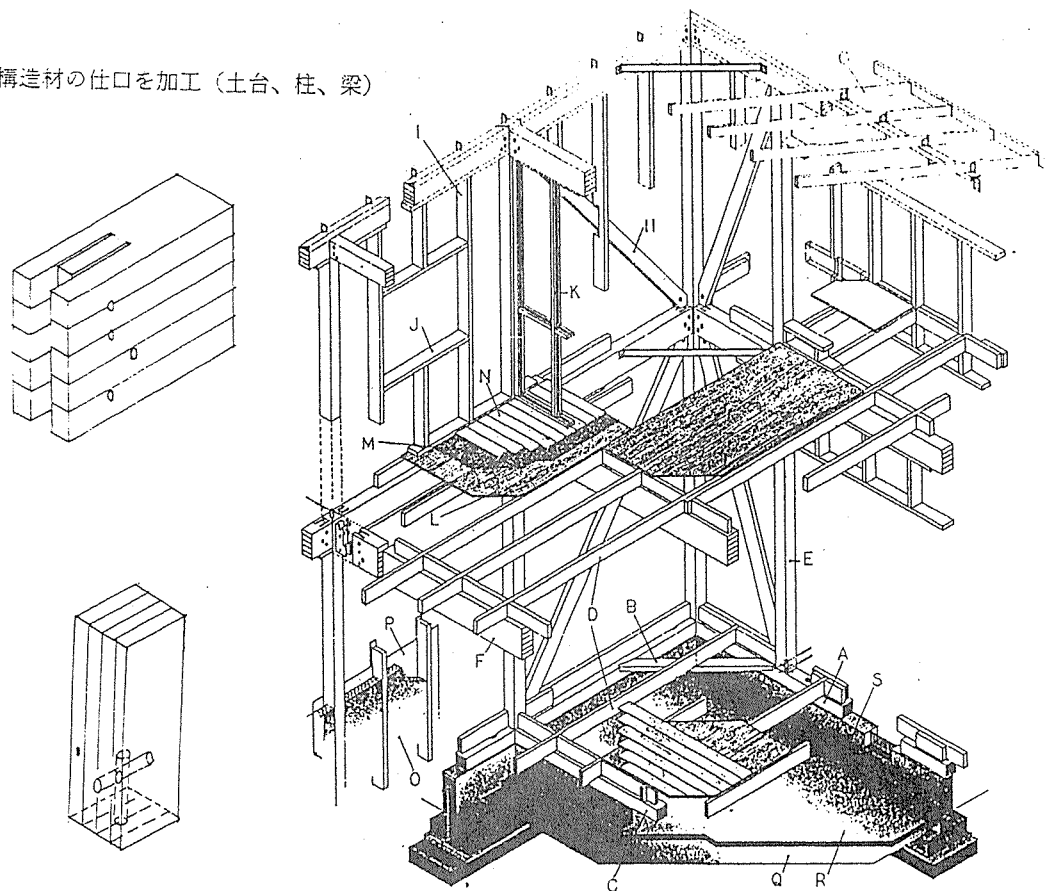


図2-3-20 長建LL構法接合部納まり

(21) HQH構法

[木造住宅合理化認定システム5H-3：(株)日本ホームिंगグループ]

架構の特色

- ・土台およびホールダウン金物を長ナットを介した全ネジボルトを用いて緊結する。
- ・架構ルールの設定により梁断面を整理し、羽柄材を部材化しロックダウン壁パネルとするとともに横架材仕口を落とし蟻仕口とオリジナル接合金物を併用して結合する。
- ・床組を落とし込み方式の剛床パネルとし床先行の工程にすることで安全性と作業効率を高める。

接合部の特色

- 横架材間 →横架材の継手は柱の上部に位置し、横架材の中央部では継手を設けない。
- 柱と横架材 →鉛直荷重は落とし蟻仕口で負担するが、引張り荷重は挿入タイプのオリジナル接合金物とドリフトピンにより負担する。
- 材料 →高耐久性木造の隅柱を高耐久性機械プレカット材とすることで105mm角とし、梁幅も105mm角に統一した。

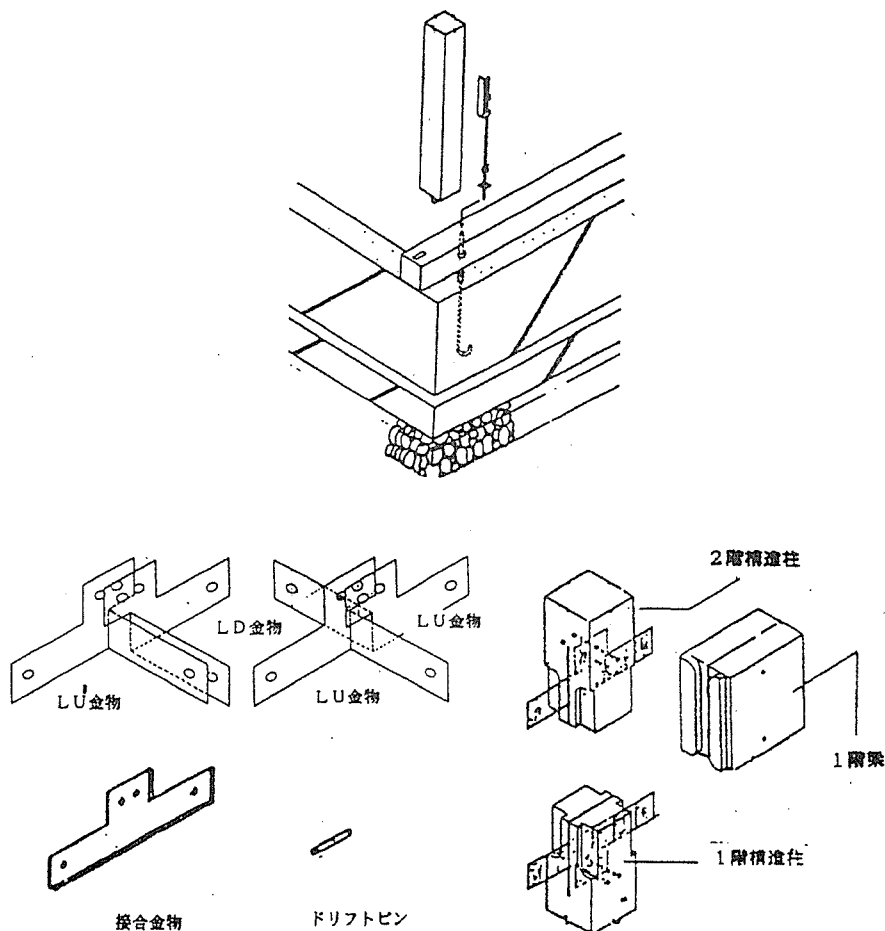


図2-3-21 HQH構法接合部納まり

(22) ポラスSB工法

[木造住宅合理化認定システム5H-5：(株)中央住宅]

架構の特色

- ・910mm間隔の床梁（構造用集成材またはLVL）上に、21mm厚の構造用合板を用いることにより剛性の高い床組とし、根太、大引き、床束を省略する。
- ・床梁は専用の接合金物により接合し、仕口加工を省略する。
- ・基礎をベタ基礎（耐圧盤）とし、建物内部の所定箇所にグリッドポストを用いることにより、建物内部の布基礎を省略する。

接合部の特色

横架材間 →横架材の継手は通常のプレカットによる継手を用いるが、仕口は専用のオリジナル梁受け金物を用いる。

柱と横架材 →通常のプレカットによる仕口

材料 →床根太梁は構造用集成材または構造用LVLを用い、

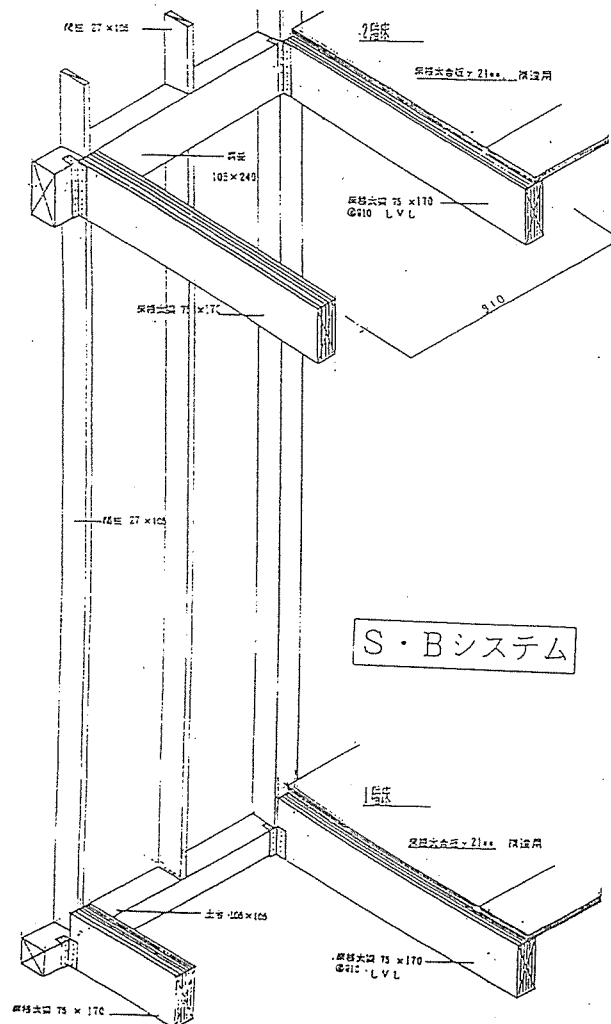


図2-3-22 ポラスSB工法接合部納まり

(23) ジョアシステム

[木造住宅合理化認定システム5H-9：(株)益田建設]

架構の特色

- ・基本グリッドを3.64m×3.64mとし、部材断面の統一化をはかるとともに、架構を単純化している。
- ・通し柱をなくすとともに、仕口を挿入タイプのオリジナル接合金物により結合し、単純化している。

接合部の特色

- 横架材間 →継手は省略し、横架材受け金物により仕口加工も突き付けとし単純化している。
- 柱と横架材 →土台部、胴差し部、桁部にそれぞれBase金物、Middle金物、Top金物等のオリジナル接合金物により結合している。柱と横架材の収まりは基本的に柱勝ちになっており、部材は中央部にスリットを加工を施し、ドリフトピンにより緊結している。
- 材料 →部材断面の統一化をはかるとともに、乾燥材を用い2階梁下までの部位をCCA加工することにより耐久性を高めている。

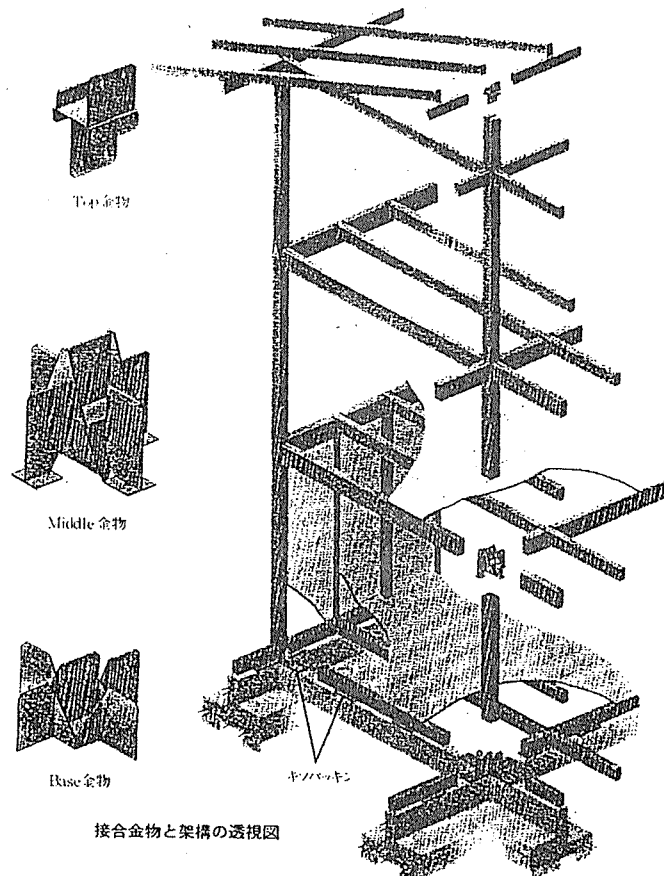


図2-3-23 ジョアシステム接合部納まり

(24) FFロケット工法

[木造住宅合理化認定システム5H-12：日東木材産業(株)]

架構の特色

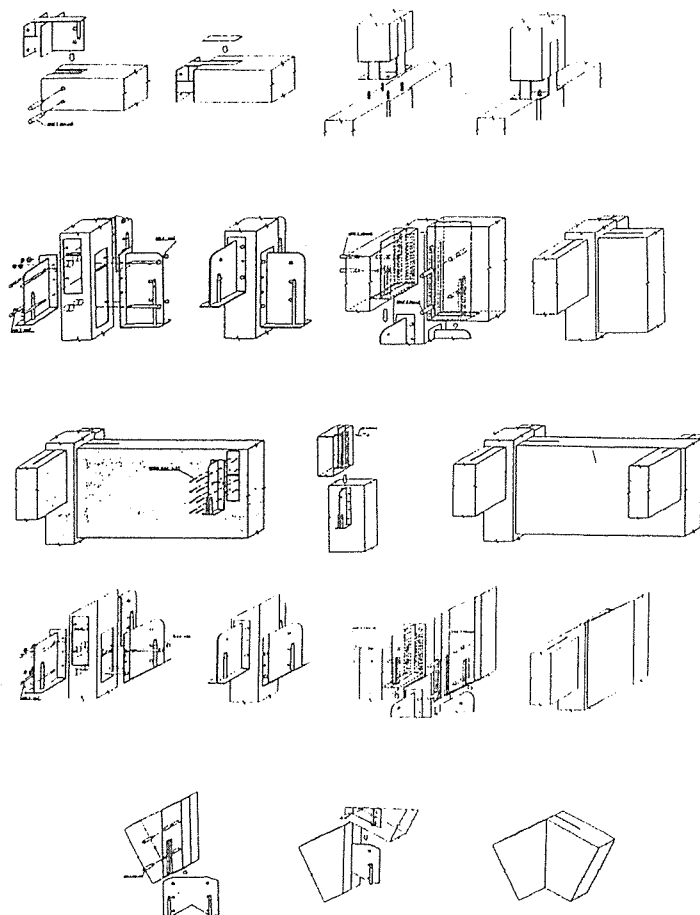
- ・主要構造部材に構造用大断面集成材を用い、専用接合金物(ロケット金物)により結合することにより、1～3階建てに対応可能。
- ・床組をパネル化(構造用合板28mm)し、作業の安全性と省力化を実現。

接合部の特色

横架材間 →受け側の梁材に専用の受け金物を工場にて取付け、現場でドリフトピンを差し込み結合する。

柱と横架材 →同上

材料 →主要構造部材に構造用大断面集成材を用いるとともに、床パネルでは28mm厚の構造用合板を用いることにより、根太を省略している。



FFロケット金物の納り

図2-3-24 FFロケット工法接合部納まり

(25) FACT-A工法

[木造住宅合理化認定システム5H-14：フクビ化学工業（株）]

架構の特色

- ・大断面構造用集成材の柱と梁を用い、大きなグリッドで軸組を構成し、特殊専用金物（クレテック金物）とボルト、ドリフトピンにより接合している。内部の間仕切りを自由に設定できる。
- ・外壁、内壁、屋根は工場でパネル化し、工期短縮をはかっている。
- ・基礎はコラムベース基礎とし、土台下にはパッキン材（天端25）を用い、壁体内通気工法を併用して通風性を確保している。

接合部の特色

横架材間 →ボルト、ドリフトピンを用いたクレテック金物（コの字型梁受け接合金物）により梁の外側位置で接合。

柱と横架材 →柱はすべて通し柱とし、土台および桁はホゾパイプと打ち込みピンにより結合する。柱にボルトを用いてあらかじめクレテック金物（コの字型梁受け接合金物）を取付け、現場にてドリフトピンにより柱の外側位置で梁部材を接合。

材料 →構造軸組材はすべて構造用集成材、床根太にI型梁（TJI）を用いる。

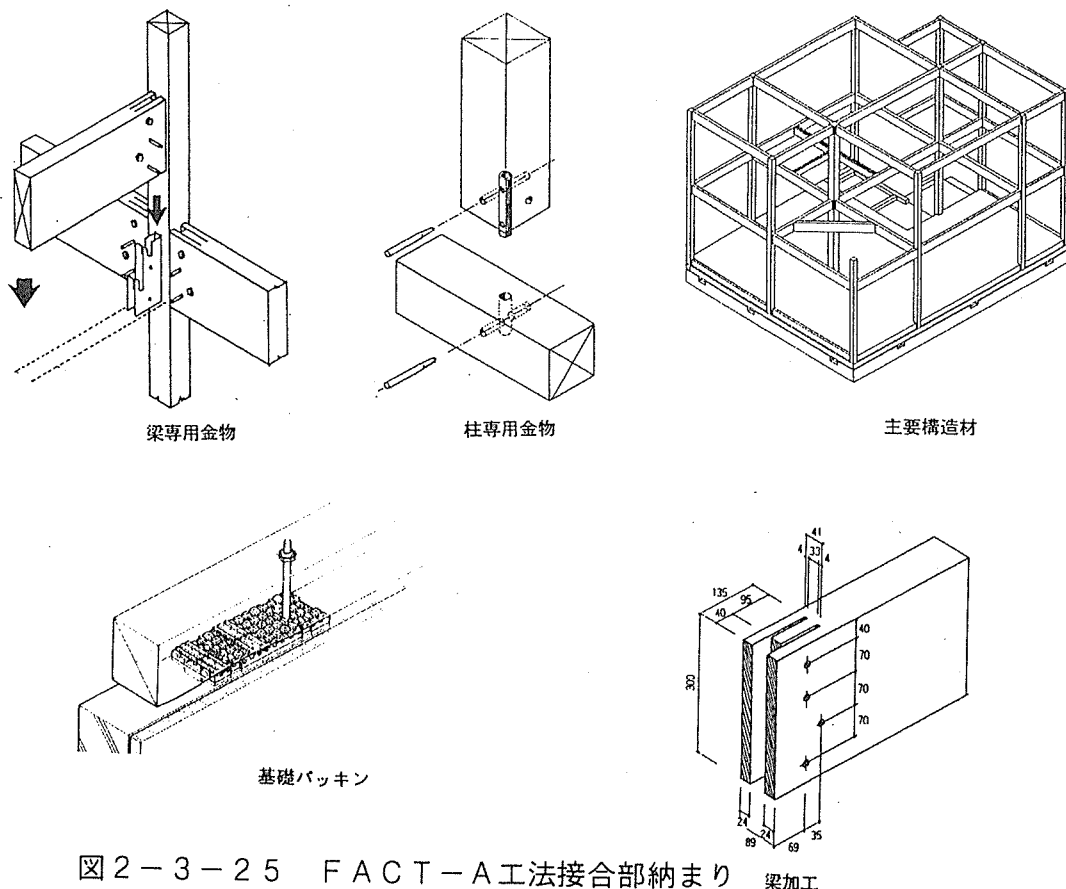


図2-3-25 FACT-A工法接合部納まり

(26) スクラムハウス [ヒアリングした軸組新工法：旭化成工業(株)]

ヒヤリングを行った最新構法の中で、旭化成工業のスクラムハウスは現在の各種の木質構造の長所と短所を整理して、38条認定技術により新しい木質の高耐力構造をシステム化したものである。本システムは下記の特徴を持つ。

- ①新素材・・・パララム、ベイマツ集成材などのエンジニアリングウッド
- ②高耐久性・・・外壁通気構法、和土台
- ③2×4の合理性・・・ディメンションラバーによる床ダイヤラム
- ④高強度接合部・・・高耐力スチールトラスパネル、スチールジョイント、梁勝軸組構法によるHB架構方式

最も大きな特徴は、鋼管を用いたオリジナル高耐力スチールトラスパネル、工場にて先付け可能なスチールジョイント金具、梁勝ち軸組構法等により木造在来軸組構法では困難な、柱のない大開口や柱のないコーナー窓を可能としており、さらに水平耐力が壁倍率6.3と高く、間取り構成に自由度が大きい点である。

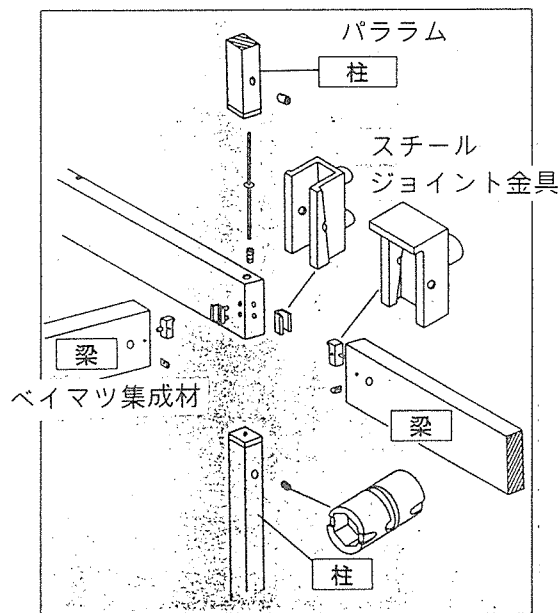


図2-3-26 スクラムハウス接合部の納まり

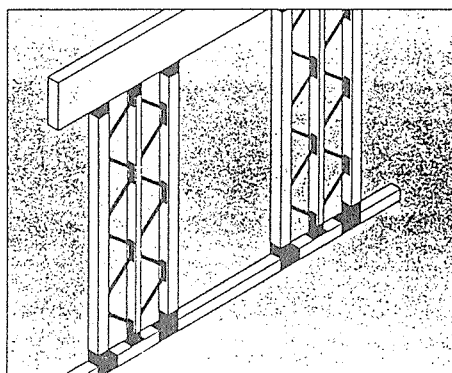


図2-3-27 スチールトラス耐力パネル

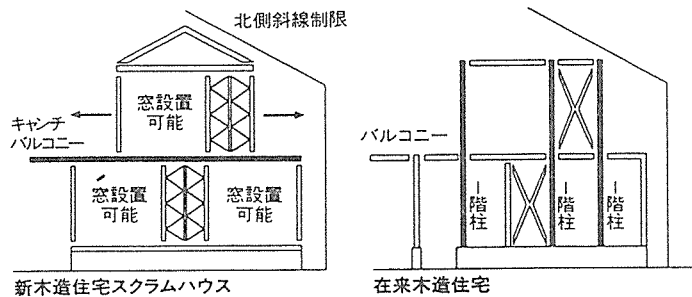


図2-3-28 梁勝軸組構法

(27) 新桂構造 [ヒアリングした軸組新工法：エス・バイ・エル (株)]

中型パネル住宅”新桂”は片面パネル工法であり、脚部の緊結、部材相互の緊結、断熱材の後施工など、現場管理が容易となっている。さらに、工場生産化率を高め、現場作業の単純化を求めた工法として、木質ユニット”コモハウス”がある。コモハウスはユニット(最大の幅1820mm、高さ2830mm、長さ4640mm)相互を直接結合せず、離し置きをしてその間を他の部材で緊結する方式をとっており、ユニット工法とパネル工法の長所を組み合わせたものである。

”新桂”の主要部分の結合方式の例は次の通りである。

- ①土台 : 釘打ち及び脚部緊結金物による固定
- ②壁パネル～胴差～壁パネル : 釘打ち及び脚部緊結金物による固定
- ③壁パネル～桁 : 釘打ちによる固定
- ④壁パネル～結合柱 : 釘打ちによる固定
- ⑤壁パネル～まぐさ、腰パネル : 釘打ちによる固定
- ⑥壁パネル(胴差・桁)～梁 : 梁受け金物を介して胴差、桁に取り付け(下図参照)
- ⑦床パネル～床受け梁 : 床パネル上よりフローアービスによる固定

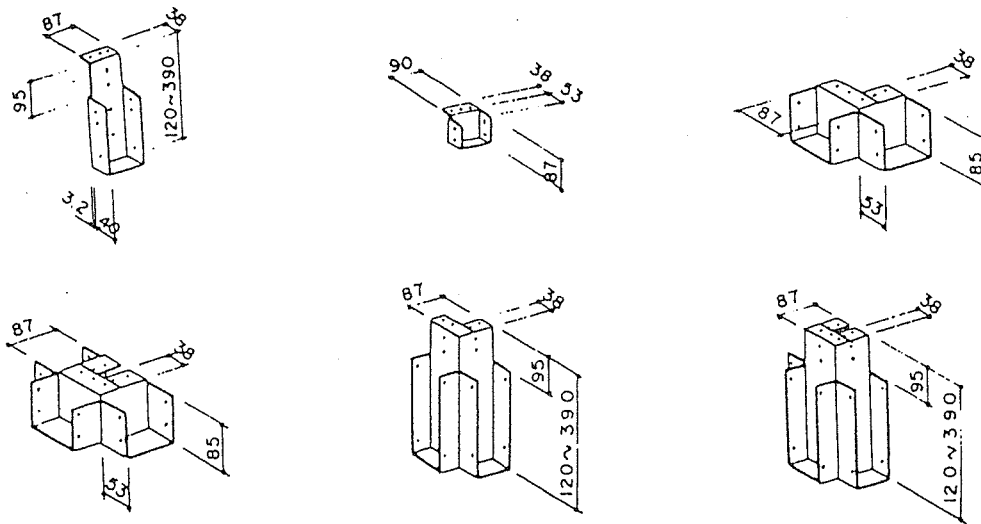


図2-3-29 梁受け金物(壁パネルと梁)

2.3.3 木造住宅合理化認定システムにみる提案構法の方向性

様々な提案構法に関して、ここでは接合部や架構を通して見えてくる提案の方向性について筆者なりの解釈を示し、次いでその方向性に対する直感的に感じている検討項目に触れておきたい。こうした所見は、十分な検討をふまえて記すべきものだが、覚え書きとして、そうした手続き無しに、思いついた範囲で、記している事を了解していただきたい。

(1) 提案の方向性

様々な提案に共通している意図に、施工の複雑さを簡略にして人工数をいかに減少させるか（このことに対し大工技術の低下に即応するという言い方もされている）、木材流通の複雑さを迂回していかに単純化できるか、それらの努力によるコストの削減が期待されているように感じられた。架構に関しては、他に構造の強化などがうたわれているが、そのことが提案の方向付けをしたと言うより、上記の意図にそう提案が結果的に構造強化につながる可能性がある、という関与の仕方であるように感じられた。

前者の施工の簡略化は、下記のような提案にあらわれている。

- ・ 面材のパネル化、標準化
- ・ 接合技術のシステム化
- ・ 部材種（寸法に関する）の限定

後者の複雑な流通過程の迂回は、下記のような提案にあらわれている。

- ・ 自社、関連会社による木材の一括購入
- ・ 部材種の限定による多種小量入手から少種をまとめたの入手
- ・ 集成材、2×4材の利用

以上の提案の結果として架構及び接合部はつぎのような、いくつかの方向性を指向したのであろう。

床、壁、屋根のパネル化をすすめる事で、現場での人工数を大幅に削減できると思われるが、さらにパネルの種類や端部納まりのバリエーションを無くし、標準化することで現場のみならず工場での生産性を向上できる。そのようなパネルを受け入れるために、架構の側で、プラットホーム状の梁構成が提案されているシステムが多い。諸提案の中で採用されているプラットホーム工法は、大工の作業床をつくるために検討されている場合もあるが、パネルの納まりやパネル種の限定のための場合の方が多い。

さらに、プラットホームを構成する梁の成を統一する提案が散見される。これは、部材種を限定する意味でも有効であるが、壁パネルの高さを統一する意味を持つ。ただし、壁パネル寸法は、壁勝ちか、床勝ちかの選択や、外周壁か内壁かの相違、という別の要因で必ずしも統一できない。

接合システムの合理化の方向として、先ず梁、胴差しなどの横架材の持ち出し継ぎを止め、横架材の寸法をモジュールシステムのなかに取り込む事が提案されている。このことで、材長の整理が可能となる。

この方向性を取ると、4方差し、3方差しとなる接合部の継手、仕口が複雑になる可能性がある、まして梁間、桁行の横架材をプラットホームとして同高に納めるとなると尚更である。そこで、こうした複雑さや高度な技術を要求しないものとして接合金物が提案、採用されている。接合金物は一種の雇材（雇ほぞ、だぼなどの）として捉える事ができるが、これは雇材に雄側をまかせ軸材の仕口加工を単純にする提案でもある。プレカットの過程を簡略にする上でも有効であろう。

また、プラットホームを可能にするために、小梁、根太の荷受け金物が多く採用されている。

上記を前提にしながら、クレーンなどを持ち込んで大型化して行く指向を持つものと、在来のスケールを保って行こうとする提案とに分かれる。

前者の場合、集成材を用いたドミノ風のポストアンドビーム工法の方向性を辿る。即ち、2間から4mの平面グリッドのメインフレーム、通柱、プラットホーム床、柱への梁の接合金物、パネルの大型化、外周耐力壁とメイングリッドから自由な間仕切壁という方向性である。

後者では、在来的なスケールのグリッド上の管柱を主体にした軸組、プラットホーム床、大型化しないパネルまたはパネル化なし（この場合も、間柱長さなどは統一され、プレカット化が目指される）、耐力壁の内外壁への分散といった方向性となっている。

（2）提案に対する検討項目

上記で紹介したように、多くの提案構法が、

- ・柱梁の4方差し（接合材の交点が一点に集まっている）の接合形をとっている。
- ・パネル化には工期短縮と別に、2×4的な構造的な耐力の発揮が期待されている。

という特徴をもっている。この点に関して、感覚的にはあるが、構造的な視点から見直してみたい。

提案構法の極端な例では、梁が通る、あるいは柱が通る、ということなく交点に6本の材が交わって仕口を造るような例がある。これは例えるなら、ボールジョイントから突き出た6本の軸材だと見て良いのではないか。これほど極端では無くとも、金具を介しての柱と梁の接合は、ピンジョイントとして見なしたくなる。

次に、パネルと軸組材とのジョイントを考えると、釘が直線に縫うように打ち付けられてはいるが、これも見方によっては、細長い丁番のようなピンジョイントと見なせなくもない。例えば、根太が中央の梁を渡り顎で越えて両端、中央の3点で支持されるような構成をとるのであれば、ピンとは言い難いが、大方のパネルは2点で支持されている。

2×4では、法的にはそうする事が義務づけられていないものの、床パネル、交差する2枚の壁パネルが箱状の形態を造る納まりが多く、このことが2枚のパネルの構成のみ場合のジョイントのピンとしての弱点を打ち消している。一方、在来木造の特色が開放性にあるとすれば、これらの軸組構法の合理化案が2×4と差別化を打ち出して行くには、この特色を捨てる訳にはゆかないだろう。このとき、提案構法のジョイントがピン化して行くことには問題はないのだろうか。

パネルの軸組に対する納め方には、軸組のフレーム内に納める方法、外付けする方法、パネル枠はフレーム内に面材は外付けする方法の3種がある。このうち、外付けでは、ねじれ変形に際し、面外方向に釘が引き抜ける可能性なども検討を要しないだろうか。

次ぎに、経済性の点から考えると、確かにコストに関しては人工数の削減や流通の整理によって減少するのだろうが、木材の消費という点ではどのようになるのだろうか。材種を減らすことは過剰性能になっている部材の存在と裏腹ではないか、またパネル化はパネルをある程度自立させるために枠材などが余分であるようにも思える。さらに、パネル化が促されるにあたって、同時に未熟練工による施工、ということが前提される場合が多いが、その場合パネルとパネル、パネルと軸組材との間に不陸が生じ、調整手間や胴縁を余分に必要とする可能性はないか、と考える。

この問題は、現場や工場での歩留まりの向上と相殺しているかも知れない。その意味では、過剰さはやむを得ないとして、歩留まりの管理が計画できるメーカーであるのかどうか問題として残るのかも知れない。

最後に、ポストアンドビームの方向性をとる構法提案に関して、こうした構法がどのような条件の場所に成立するか、関心が持たれる。ポストアンドビームの場合、耐力壁線が限られているため、提案例も含めて、外周壁に耐力壁を設置することになりがちである。平面計画への予想される制約から、日本の密集住宅地に適した構法ではないように思われる。この報告書の3章では、都市近郊の住宅地に建つ、在来構法の合理化をすすめた構法を提案の条件にしている。そこには、在来構法によって得られる開放性が暗黙に前提されている。そのような条件設定に対して、このポストアンドビームの方向性は何を問いかけているだろうか。

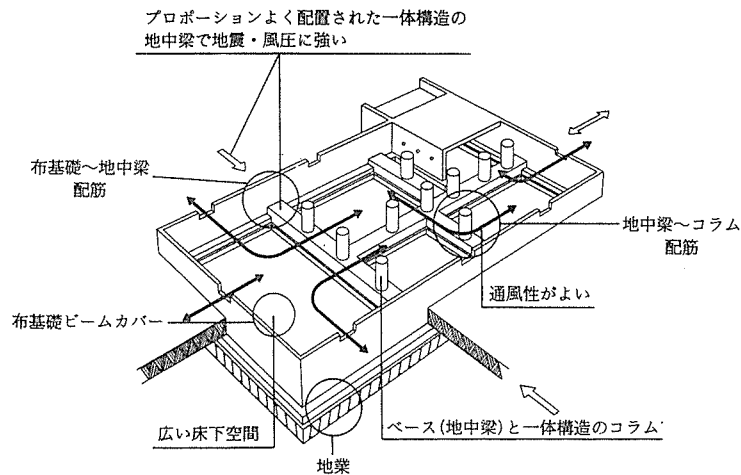
2. 4 軸組構法と部品－基礎と床

2. 4. 1 基礎躯体

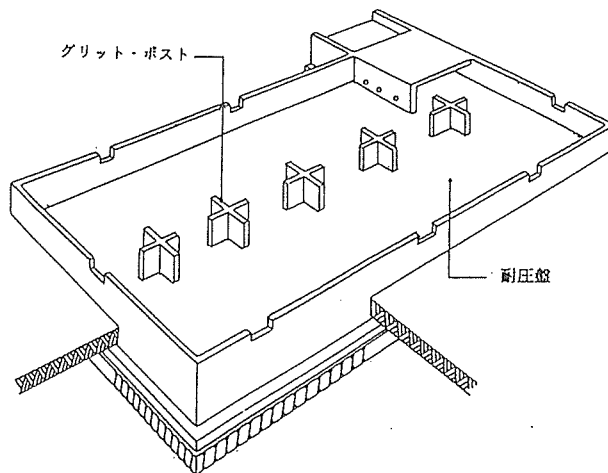
今日では木造住宅の基礎は布基礎が主流であるが、三階建による高耐力化、都市化による低床化、高气密高断熱化でベタ基礎を採用する現場が増えている。基礎を断熱材で覆うことで蓄熱体とする工法も普及しつつあり、OMソーラー協会（静岡県）では躯体蓄熱のパッシブソーラーシステムによる地域工務店のネットワーク作りと啓蒙に力を注いでいる。また、ベタ基礎にすることで精度のいい作業床が得られるので、その後の作業の効率化にもつながる。合理化認定システムでは、75件中5件がベタ基礎を採用している。

間仕切り壁下の布基礎は、床下に淀みを作るので床下換気の障害になる。このため、合理化認定システムでは、コラムベース工法、グリッドベース工法等いくつかの改良工法が試みられている。

布基礎の型枠は、かなり高い比率で反復使用の可能な鉄板製が採用されているが、フーチング周囲の型枠はコンパネ、栈木で作られることが多い。高い精度が不要な部分なので製品化された段ボール型枠等の利用によって合理化できる。



(図2. 5-1) コラムベース工法



(図2. 5-2) グリッドベース工法

2.4.2 基礎鉄筋

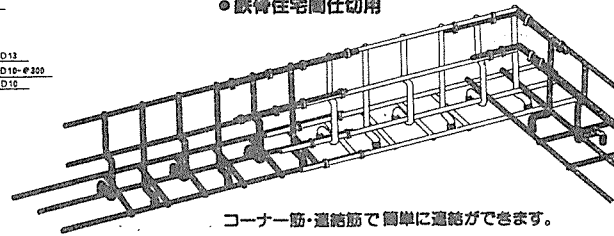
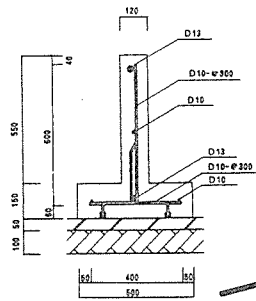
小規模な木造住宅の現場においては、その工程のほとんどを大工棟梁が采配する。地方の現場では特にその傾向が強く、基礎配筋もその中に含まれることがある。しかし、大工の鉄筋コンクリートに対する知識が十分とはいえない場合があり、一部では施工不良がおきている可能性もある。フーチング部、立ち上がり部を一体化した組立済み鉄筋が商品化されているが、これらを使用することで、省力化と知識不足から起こる施工不良を防ぐことが期待できる。三階建等で多様化している基礎寸法に対応できるように布基礎成、フーチング巾が広い範囲で選べるような製品が望ましい。

- 建設大臣官房官庁営繕部
共通仕様書に基づく
- 住宅金融公庫仕様



- ★立ち上り筋がL型になった!!
- ★組立て作業中に倒れることがない!!
- ★スペッサー不用!! (かぶり60mm)
- ★6尺タイプ(軽量)までなので1人で作業可能!!

- (用途)
- 木造住宅基礎用
 - 車庫基礎用
 - 各種プレハブ基礎用
 - ブロック基礎用
 - 鉄骨住宅間仕切用

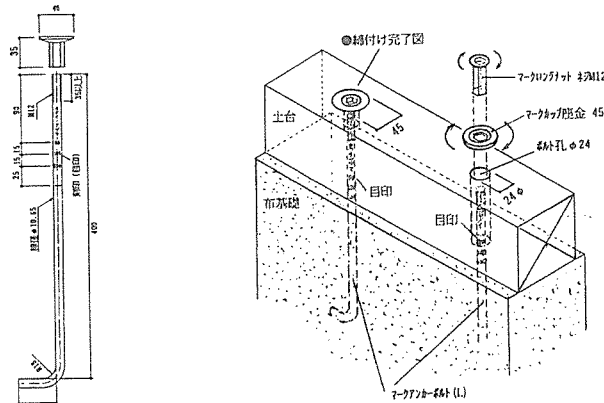


(図2.5-3) 組立済み鉄筋

2.4.3 アンカーボルト

従来アンカーボルトの埋め込みは、基礎コンクリート打設後硬化が始まった段階で埋め込む方法をとるが、期待できる精度が極めて低く問題がある。修正のできない部分であり、かつ三階建の普及でより高い精度を要求される部分なので、位置決め用の治具の利用が望ましい。柱に緊結するタイプのHD金物のボルトはこのような治具無しでは施工できない。

一般のアンカーボルト上端は土台上端から突出してしまうが、内外壁をパネル化するためには、ボルト先端がじゃまになる。土台上に突出しないように改良されたアンカーボルトが製品化されている。

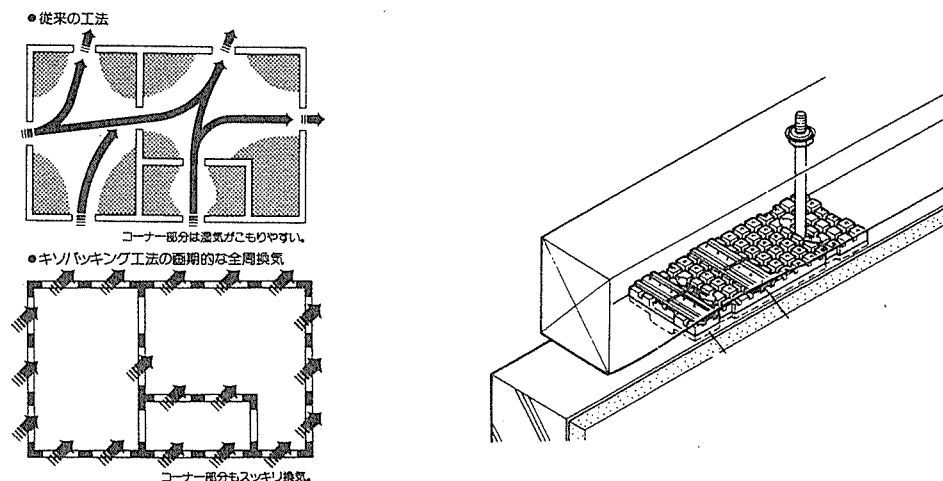


(図2.5-4) 改良型アンカーボルト

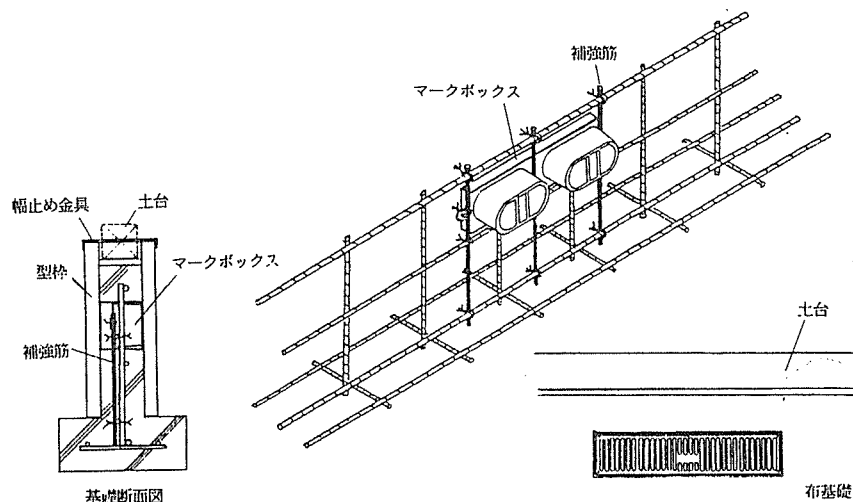
2. 4. 4 床下換気

従来の換気孔にかわり土台と基礎の間に挿み猫間土台にする部品が、樹脂製、ネオプレンゴム製等複数製品化されている。土台の下端を基礎から20ミリ前後浮かせることにより腐朽防止効果があるとともに、基礎全周からの換気が可能なので淀みの部分がなくなり床下の換気に大きな効果がある。建築基準法施行令及び住宅金融公庫仕様書では、それぞれ外壁の床下部分5メートル（施行令）、4メートル（公庫）毎に300平方センチメートル以上の換気孔を付けることを規定しているが、それらの部品を使用することで、その規定以上の開口部を設けることが可能である。木造住宅合理化認定システムでは73件中15件がこの工法を採用している。また、基礎の鉄筋を分断しないので構造耐力の点でも非常に有効である。

基礎側面に開口を設ける換気孔でも配筋を分断しないように工夫をしたものがある。換気孔の場合、冬季間閉鎖できる製品があり、寒冷地で床下換気をとる場合は有効である。強制換気のために、電動ファンを組み込んだ製品も製品化されている。



(図2. 5-5) 既製部品による猫間土台

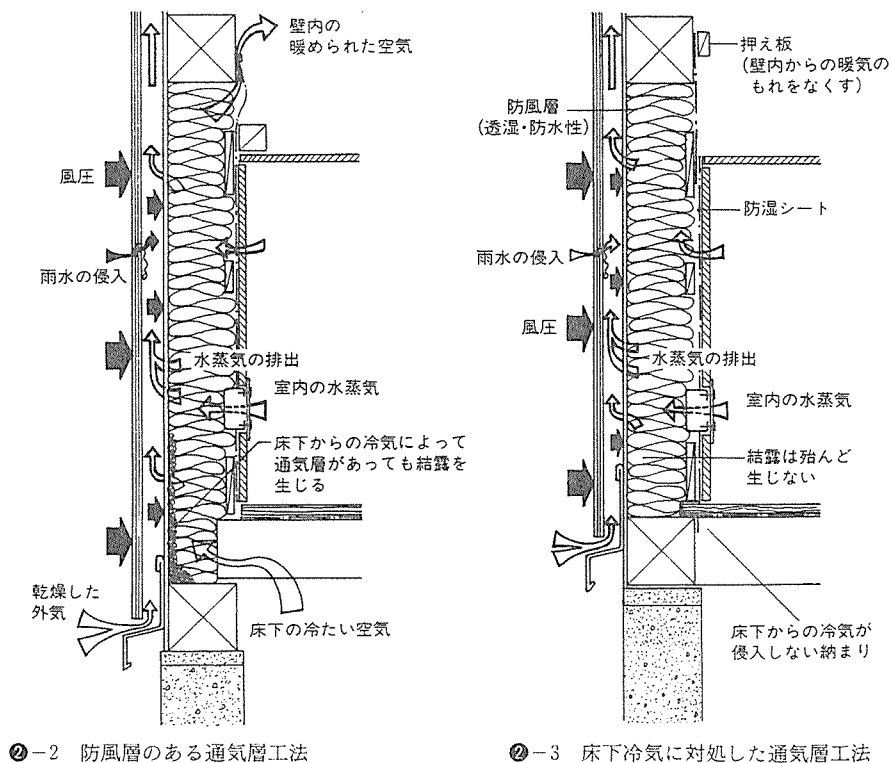


(図2. 5-6) 鉄筋を分断しない換気孔

2. 4. 5 床組

2×4材、2×6材を利用して根太を大型化し均一でフラットな床面をつくり、工事の標準化、材種数の低減、床面剛性の向上、気密性能の向上を目指す傾向がある。また、床のパネル化も進んでいて、合理化認定システムには27件ある。なかでは、壁に先行して床のパネル化に取り組んでいる企業もある。これは、作業床を早く作ることで現場作業全体の効率化を図ることができるからであろう。作業スペースが確保しにくい都市部の現場では特に有効である。また、土台、大引、根太の上端を同面にして合板を張り込むことで床下と外壁を区切ることができるので壁の断熱の点でも有効である。現場での床下の断熱材取付けは工程的に難しいことが多く、その点では断熱材組み込みの床パネルのメリットがある。

大引、根太を大型化することでスパンを大きくして床束を省略するなど床組の簡略化をしている例もある。合理化認定システム（1-14）ノースランドハウジングシステムでは、大引105×270～300スパン3,640、根太2×4材スパン1,365、根太2×6材スパン1,820である。エスバイエル新桂では大引に鉄骨ラチス梁を使用し床束を省略している。また、従来の木の床束にかわる樹脂製の部品が製品化されている。



(図2. 5-7) 床下の冷気に対応した床組

出典：木造建築事典 学芸出版社

2. 5 軸組構法と部品一壁耐力要素の分類と検討

2. 5. 1 軸組構法の耐力要素

軸組構法の耐力壁をつくる方法について分類してみる

- (1) 構造用面材
- (2) 木造住宅合理化認定システムでみられる壁パネル化したもの
- (3) 木製の筋違い
- (4) その他 鉄筋等の使用

2. 5. 2 構造用面材

構造用面材のうち主要な材料についてまとめてみる

(1) ラス下地兼用合板

1) ラスカット (株式会社ノダ)

構造用合板 厚さ7.5mm を基材にしており壁倍率2.5倍。特殊セメント凹凸層2~3mmを基材の上にもち、モルタル下塗りまでの工程をラスカット貼りすることで完了させる。したがって、外壁の仕上げはモルタル塗りか、それを下地とするタイル仕上げに限定される。但し、タイル下地用には厚さ9mmの構造用合板を使用した製品が用意されている。モルタル仕上げの場合厚さ17mmのモルタル塗りで防火構造となるが、1回の塗厚を9mm程度として2回のモルタル塗りで済み、通常のラスモルタル塗りよりラスこすり分だけ工程を省ける。しかしながらモルタル仕上げでは、ボードジョイント部のコーキング処理や更にジョイント部に発生する仕上げ塗りのクラック防止のためのネット張りなどの処理を考慮すると、必ずしも通常のラスモルタル塗りより手間がかからないと言えなくなる。また、外壁通気工法の工夫はしにくい。

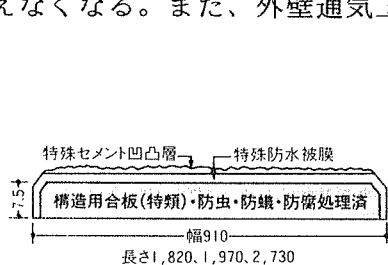


図2.5-1 ラスカット

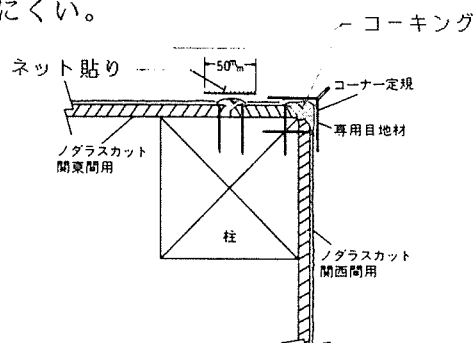


図2.5-2 ラスカットジョイント部の処理

2) ラストップ (日本製紙株式会社)

総厚10mmの製品は基材に構造用合板の5mm厚を、総厚14.5mm、19.5mmは7.5mm厚の構造用合板を使用。壁倍率は2.5倍。基材の上には特殊軽量セメント層をもち、10mm厚のものはモルタル塗り2回の塗厚15mmで、14.5mm厚のものは1回塗りの塗厚7mmで防火構造となる。19.5mm厚のものはモルタル塗

りなしで、そのまま防火構造になる。軽量セメント層は若干の断熱性能も有し、熱伝導率 $0.088 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$ である。モルタル塗りをせずとも、そのまま仕上げ塗装、吹付けの下地にもなるパターン付きのデザインパネルもある。ただし、ラスカット同様ジョイント部のクラックが弱点。基材の合板と軽量セメント層の接着力に不安がある。

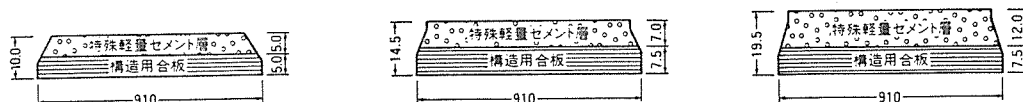


図 2. 5 - 3 ラストップ

(2) シーディングインシュレーションボード

厚さ 12 mm 壁倍率は 1.0 と低いのが難点。高耐力シーディングインシュレーションボードという厚さは同じ 12 mm で倍率が 2.0 倍のものもある。厚さが薄いので熱伝導抵抗は $0.26 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C/Kcal}$ であり、グラスウールの最低レベルの 10K 50 mm での熱伝導抵抗 $1.11 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C/Kcal}$ に比較し断熱性能は劣る。ボードの釘保持力、ラスのステーブルの保持力には不安があり、建材メーカーでは釘頭の大きい SN 釘を推奨している。また、ボードジョイント部は防水テープ貼りが必要になる。

(3) パーティクルボード

厚さ 12 mm で壁倍率は 2.5 ある。熱伝導率は $0.13 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$ で合板の $0.14 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$ と同程度であるが厚みの分だけ断熱では優れる。重さは三六判で約 14 kg であり、硬質木片セメント板よりは軽いが決して作業性の良い重さではない。このため、床下地や、屋根の野地の順に使われているが、外壁下地にはあまり使われていないのが現状である。一部の住宅メーカーでは壁に採用しているが、耐力壁に使用しているかは不明。釘の保持力は合板より良いが、表面の固さのため釘打ちがしにくいという意見を耳にする。モルタル塗りあるいはサイディングのいずれの仕上げにしる、防水紙張りから外壁の仕上げを始める必要がある。シーディングインシュレーションボードと同様の表面に撥水処理をした製品があってもよいかもしれない。

(4) 硬質木片セメント板

厚さ 12 mm で、壁倍率 2.0 倍。 三六判で、20 kg と重く施工性が悪い。断熱性は熱伝導率 $0.13 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$ 厚さ 12 mm で熱抵抗は $0.06 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C/Kcal}$ とパーティクルボード程度である。ラスを容易には留められず、モルタル塗りは困難。硬質木片セメント板でなく、木片セメント板であれば表面に凹凸があり木毛セメ

ント板のように直接モルタルを塗ることも可能で、20mmの塗り厚で防火構造を個別認定で取得している製品もある。但し、木片セメント板では壁倍率がないので耐力要素とならない。

硬質木片セメント板は現在ではサイディングの形で仕上げ材として使用するのが一般的であり、そのようなサイディングの寸法は、働き巾が450mm内外、長さが3,000mm程度であり、この場合は耐力要素にならない。耐力要素としての使用を前提とすると巾910の材料が必要であり、巾910の目止め処理した素板を軸組の外側に貼って耐力壁としつつ、仕上げを塗装または吹き付けとする方法になる。また、仕上げパターンを付けた910mm巾の製品もあり、これを貼れば耐力壁を兼ねつつ、そのまま仕上げにもすることができるが、@150の釘頭や、ボード接合部の処理が問題であり、あまり現実的でない。

(5) 構造用合板

厚さ5mm、外壁は7.5mmで壁倍率2.5倍。外装仕上げは、防水紙張りから始める必要あるが、筋違いと木摺りの組み合わせよりは工程の短縮になる。

大工工務店では、合板を使えば建物が揺れなくなり強くなるのはわかるが、合板だけに頼れないという意見を耳にする。その理由としては、合板を留める釘が経年で錆びてしまわないのかという疑念、また、合板の接着力にも同様の不安を持っていることがあげられる。

(6) 構造用パネル OSB (Oriented Strand Board) 及びウェハーボード

耐力壁とするには、JAS規格品であれば、壁倍率は2.5倍となる。強度は、合板よりやや劣るがパーティクルボードに比べれば、曲げ強度、はく離強度、耐水性の点で優れている。

合板生産の原木供給の問題で、将来的にはOSBの役割は大きくなると考えられている。OSBの材料としての有利な点は、原板サイズが8×24ftと大きいことで、断熱材をOSBでサンドウィッチした、ジャンボパネルは断熱効果があり、かつ工程短縮できることで米国では利用されている。

(7) 石膏ボード

石膏ボードは、厚さ12mmで壁倍率1.0倍となっている。石膏ボードを使用するのは、一般的には内壁であるが、外壁側でサイディング下地に使用されることもある。この場合サイディング材とともに石膏ボードを貼ることで防火構造となることが、石膏ボードが採用される理由と考えられるが、外壁での使用は耐力壁とならない。断熱性能は熱伝導率0.19Kcal/mh℃と期待できない。

石膏ボードが、一般的に内壁に使用されるときは、仕上げの下地用であり、そのような

場合では柱、間柱の上に胴縁を介してのボード貼りとなる。したがって耐力壁としての役割を持たせるには、床仕上げ前に石膏ボードを土台、柱、横架材にじかに取りつけることのできるように、工程上の工夫が必要である。

真壁における石膏ラスボードはじゅらく等の塗り壁下地として使用されるが、ラスボードは耐力壁に利用できない。

(8) サーモプライ (興国ハウジング株式会社)

ダンボール、古紙を原料にした積層ファイバーボードを基材に、表面にアルミ箔またはポリエチレンフィルムを貼ったもの。厚さ4mm 最大寸法1,000mm×3,333mm、壁倍率は2.0倍となっている。施工方法は、柱、土台、横架材にSN40釘@75mmで留めつける。材料の重さは、3.0kg/m²で三六判で約5kg、階高を1枚で貼る場合として三尺×十尺で約8.3kgと軽く施工性は良く、厚さも4mmと他の材料と比較し薄い。

材端部すべてに、防水テープ貼りが必要なことから、基材は水分に弱いようであり、この点については施工上注意を要し、手間がかかる。

外壁の仕上は、サーモプライの上に胴縁を付けサイディング仕上げか、サーモプライの上にラスを張ってモルタル塗ができる。但し、サーモプライは厚さ4mmと薄いため、ラスを留めるステーブルが貫通してしまいラス全体の保持力に不安がある。

断熱性能に関しては、資料がなく不詳。

(9) その他の構造用面材

構造用面材としては、上に挙げたもののほかに次のものが建設省告示第1100号で規定されている。

ハードボード	厚さ12mm	2.0倍
フレキシブル板	厚さ6mm	2.0倍
石綿パーライト板	厚さ12mm	2.0倍
ケイ酸カルシウム板	厚さ8mm	2.0倍
炭酸マグネシウム板	厚さ12mm	2.0倍
パルプセメント板	厚さ8mm	1.5倍
ボード材ではないが	ラスシート	1.0倍

これらの構造用面材の使用は、現在ではあまり一般的ではない。

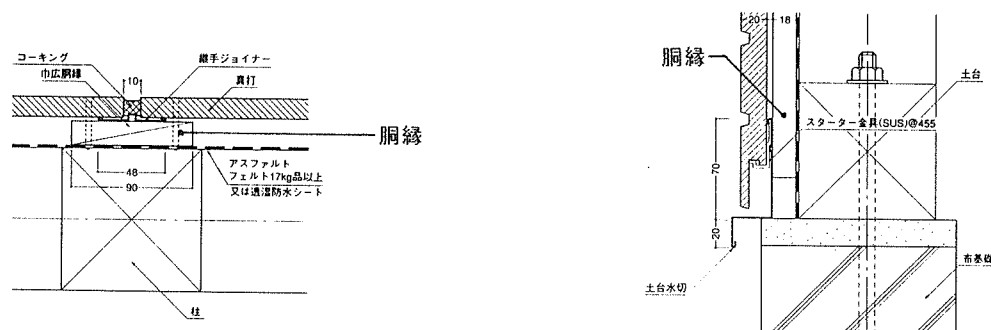
構造用面材を使用することを、合理化の観点よりみても次の点がまとめられる。

- ① ボード材を釘打ちで貼るだけで、確実に簡単に耐力壁が得られる。筋違いのように金物を必要としない。
- ② ボード材を取り付けることで同時に断熱も得られるものとしては、ラストップ、シー

ジグインシュレーションボード、パーティクルボード、硬質木片セメント板などがあるが、いずれも断熱材としては十分な性能といえない。しかし、躯体軸組の外側で隙間なく壁面に貼るこれらボード材は、間柱の間にグラスウールマットやポリスチレン板を入れる工法よりもヒートブリッジができにくい長所がある。

③ 外壁仕上げがモルタル塗りが前提であれば、ボード材を取り付けるだけで外壁下地工程の一部が省略できるものとして、ラス下地兼用合板がある。その他のボード材であっても、ボード面の上に防水紙とラス下地をつくりモルタルを塗れるので、筋違いを入れて更に木摺り、防水紙、ラス張りという従来の工程よりは簡略化される。

④ 外壁がサイディング仕上げの場合は、サイディング取り付けには最低限胴縁と防水紙があれば良く、必ずしも下地ボード材を必要としない。構造用面材を貼ってある場合は、その上に防水紙を貼りサイディングを直に取り付けることができる。(図2.5-4)



2.5-4 サイディング仕上の外壁

⑤ 作業性の点からみると、ボード材は構造用面材としては三六判以上のサイズで使うことになり、現場での取り回しの容易さ、重さや大きさが問題となる。硬質木片セメント板はサイディングとしては普及しているが、構造用面材として現場で取り付ける例はあまりみない。パーティクルボードも同様重さが理由で普及していない。シージグインシュレーションボードは、重さの点では取扱い易いものだが、問題は釘の保持力であろう。

2.5.3 木造住宅合理化認定システムでの壁パネル

木造住宅合理化認定システムの中から壁パネル化を試みているシステムで壁パネルの詳細が明らかにされているものについてまとめてみる。

(1) 認定番号1-4

F P 軸組工法

北海道札幌市 松本建工(株)

パネル構成材は、筋違い、間柱、横胴縁、断熱材。

耐力要素は筋違いであり、筋違いの取付けは、プレートによるボルト締め。釘打ち併用。防水透湿シートをパネルにタイコ貼りにし、内部に注入発泡のウレタンを硬化させ、壁倍

率をアップさせている。(3.9倍)

1階床パネル完了後、1階柱と壁パネルを建て、2階の横架材を架ける。

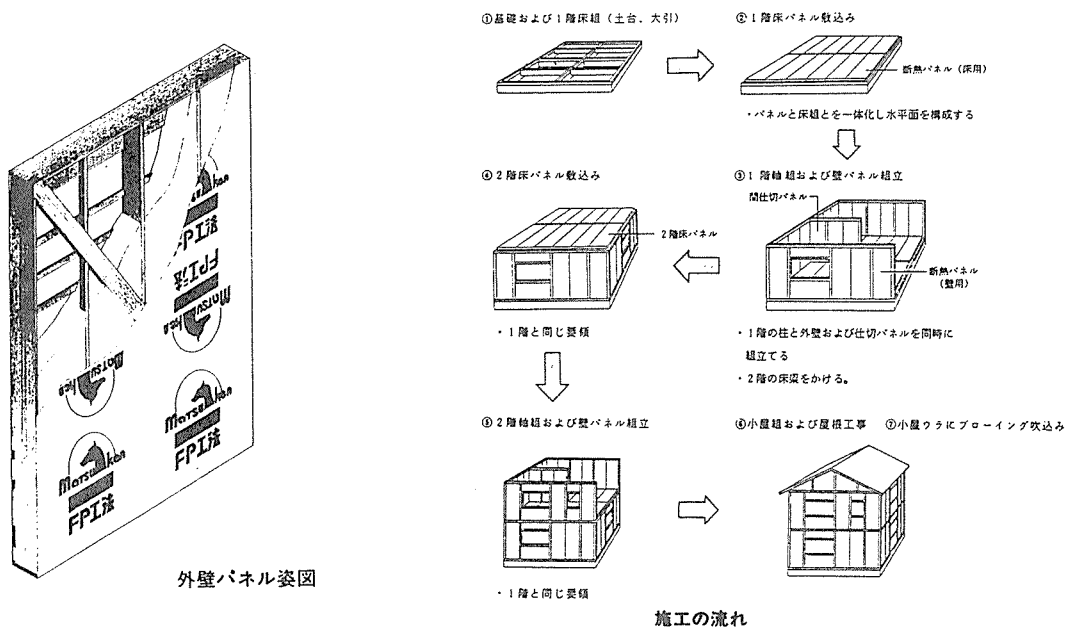


図 2.5-5 FP軸組工法

(2) 認定番号1-7

CKSネットワーク

広島県福山市 カナダホーム(株)

パネル構成材は、構造用合板 厚さ9mmと間柱。これを使用することで、筋違いの使用箇所を減らせることを謳っている。

このシステムの採用しているモジュールよりパネルの幅は900mm程度であるが、高さは階高分ある合板を使用している。

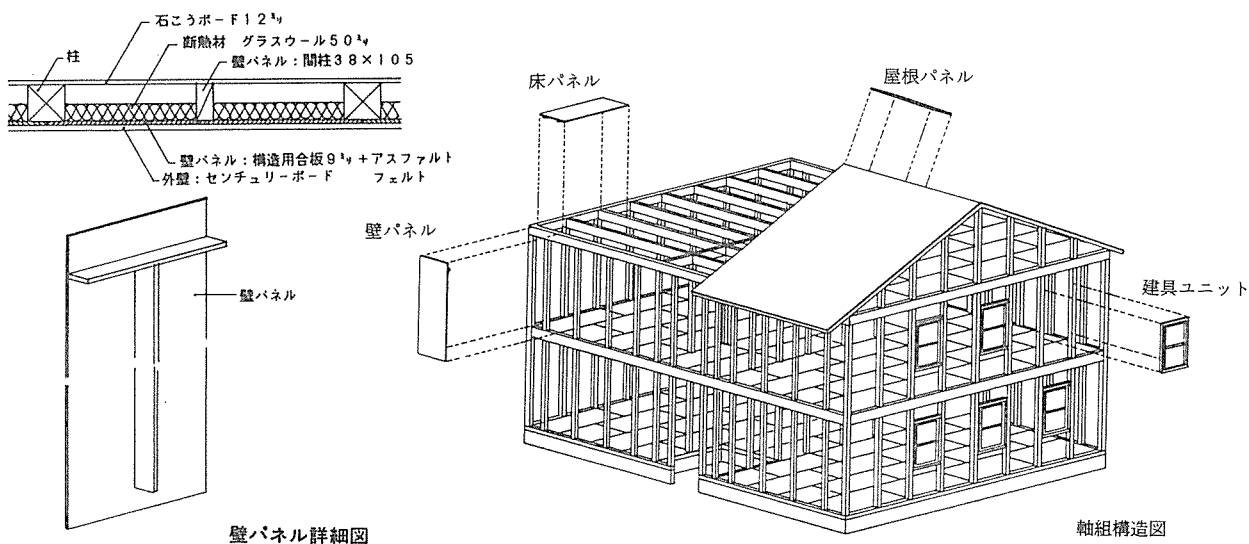


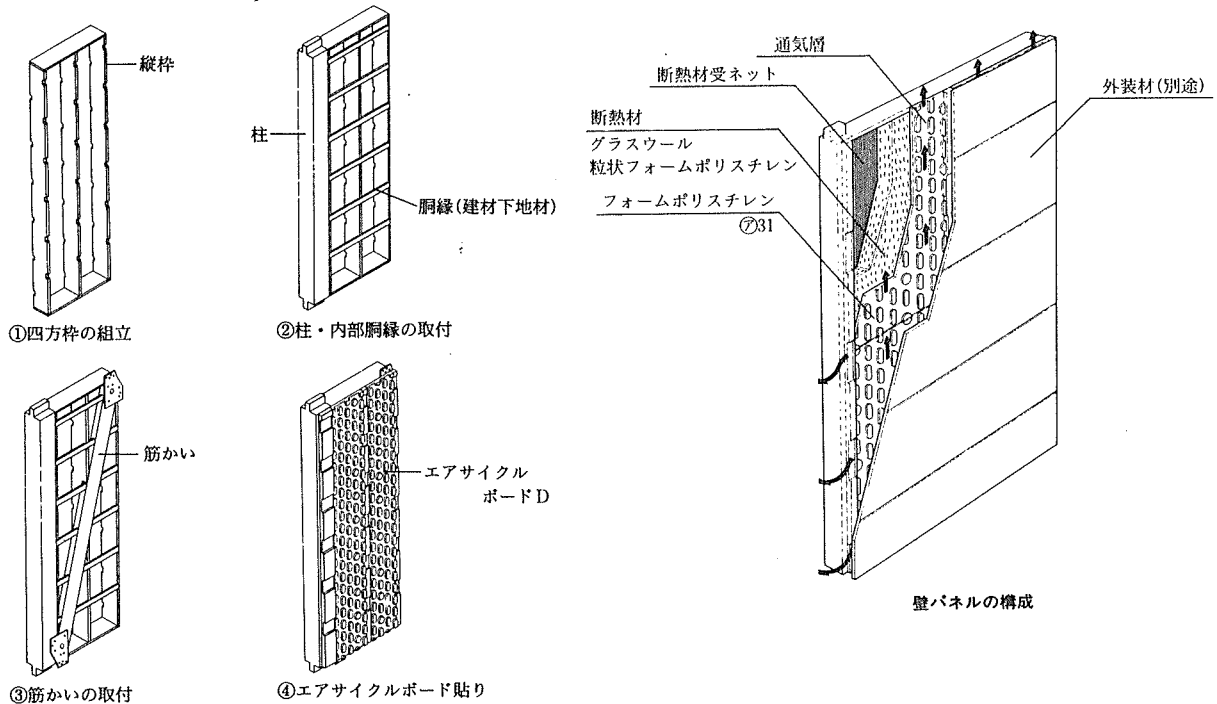
図 2.5-6 CKSネットワーク

(3) 認定番号 2-2、2-3

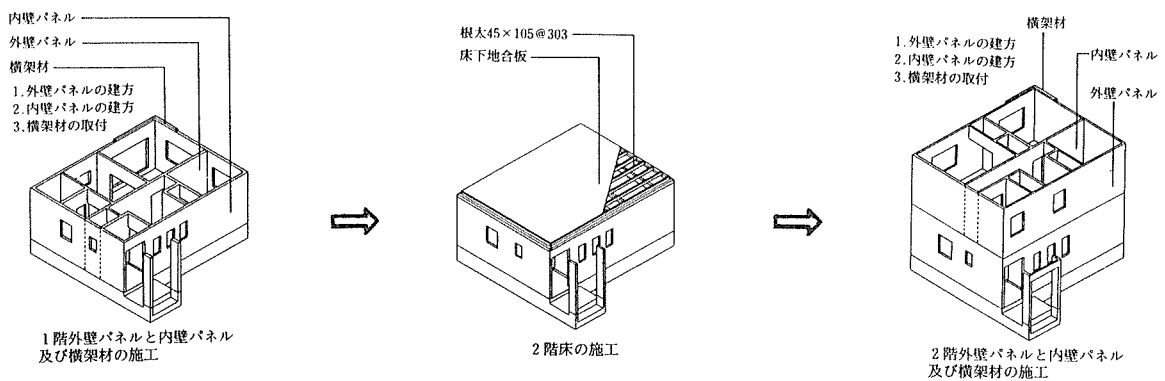
FACT-P工法

フクビ化学工業(株)他

パネル構成は、片側の柱、筋違い(90×36 プレート付)、間柱、胴縁(内装下地)、断熱材(グラスウールまたは粒状フォームポリスチレン)、エアサイクルボード(フォームポリスチレン製 厚さ31mm)、パネルの施工は、1階床施工後、横架材の施工に先立ってパネル建方を行う。パネルの軸組への取り付けは、丸釘45@200で行う。パネルの片側の柱をパネルと一体にしているのが特徴といえる。



壁パネルの組立て



施工の流れ

図 2.5-7 FACT-P工法

(4) 認定番号2-7

木下システムハウス21

東京都 (株)木下工務店

パネルは、ラダーフレームのみを用意する下地としてのパネルであり、ピッチ3尺の外壁の柱間に壁下地パネルを入れる。

耐力要素の筋違い(90×45)は壁下地パネルの外側に、断熱材グラスウールは壁下地パネル胴縁間に後付け。筋違いの取り付けのため土台と胴差に欠き込みを用意している。外壁下地には、ラストップを使用し、仕上げモルタルを1回塗りとすることで施工の合理化を図っている。

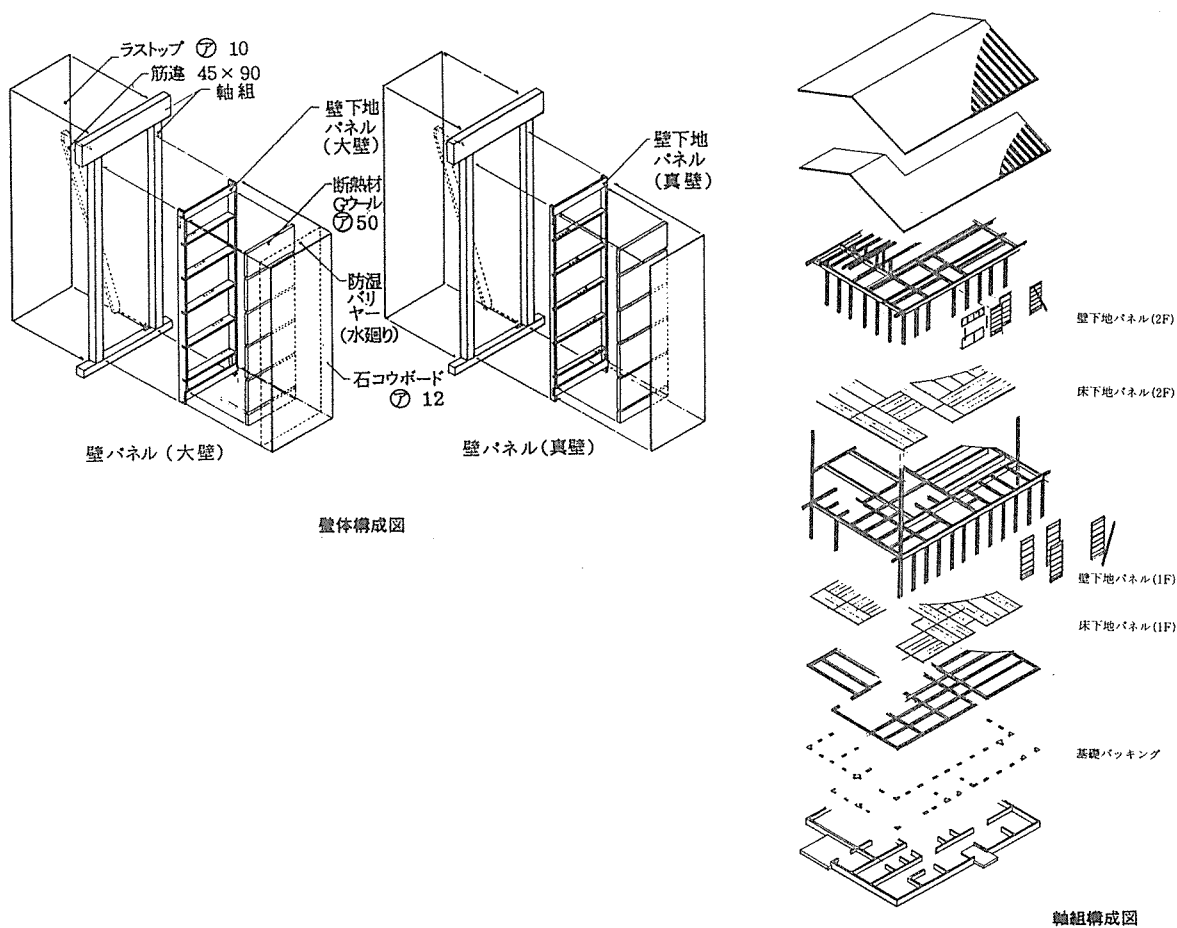


図2.5-8 木下システムハウス21

(5) 認定番号2-8

北国ホームシステム

岩手県北上市 北国ホームシステムグループ

パネル構成は、構造用合板 厚さ9mm、外周枠材(23×102)、胴縁、断熱材(グラスウール厚さ50mmとウレタンフォーム厚さ50mmを積層した厚さ100mm)天井及び床巾木受け下地材。内壁パネルは、構造用合板の代わりに筋違いプレート付きの筋違い(105×45)を使用している。

壁パネルのサイズは2,730×910であり、2枚以上のパネルが連続する場合には

910ピッチで柱が建つ必要はないが、パネルジョイント材と呼ばれる柱と同寸（102×102）の材を介してパネルを建てる。

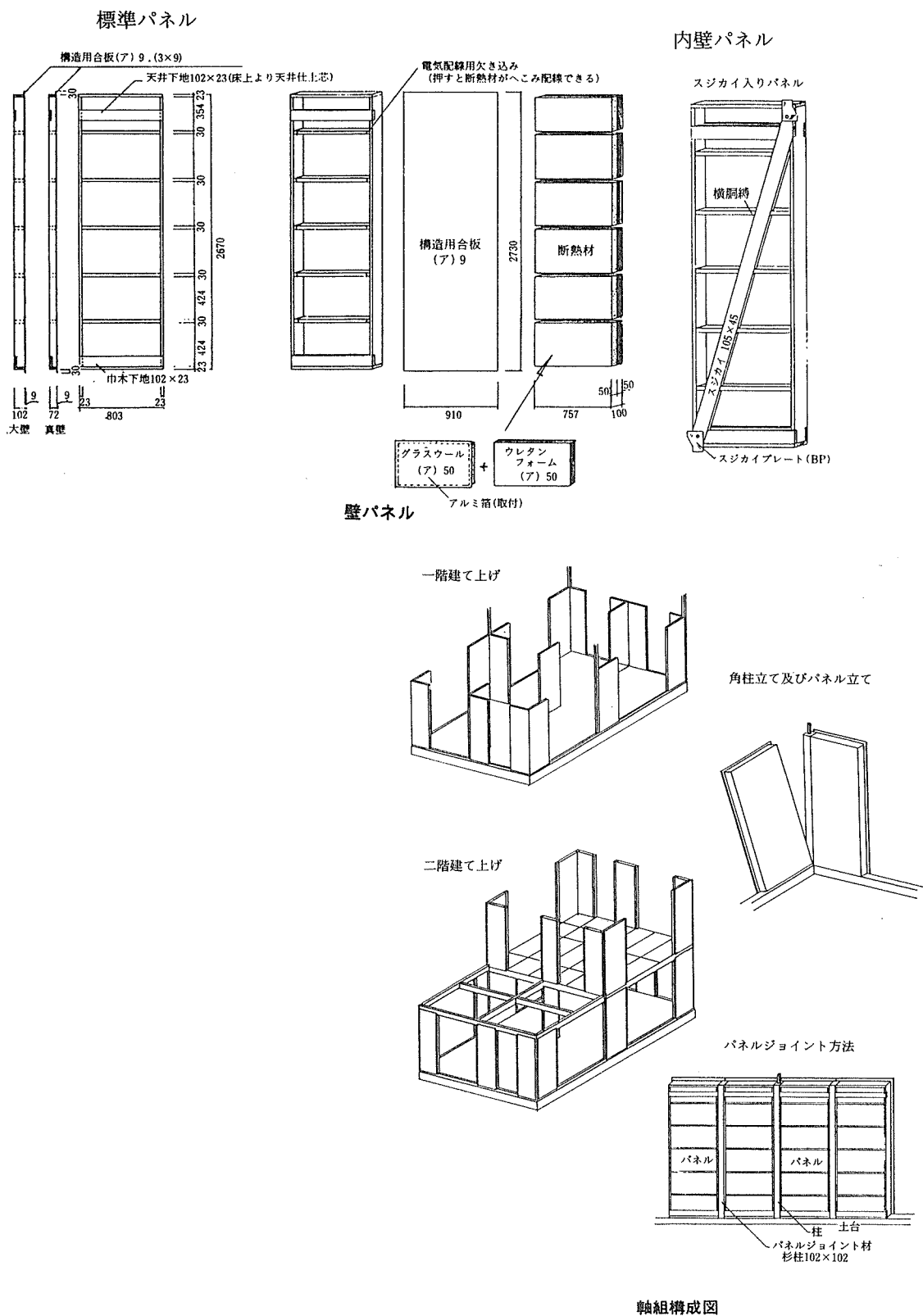


図 2.5-9 北国ホームシステム

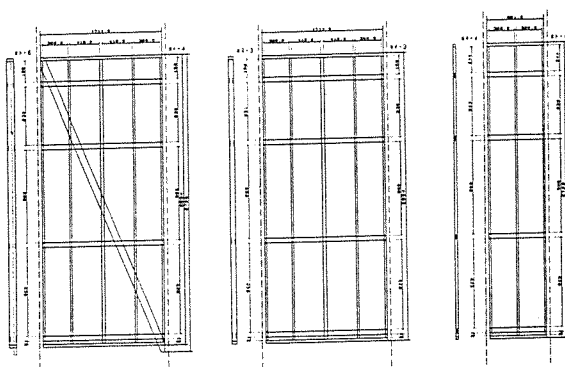
(6) 認定番号 3-4

P & P システム

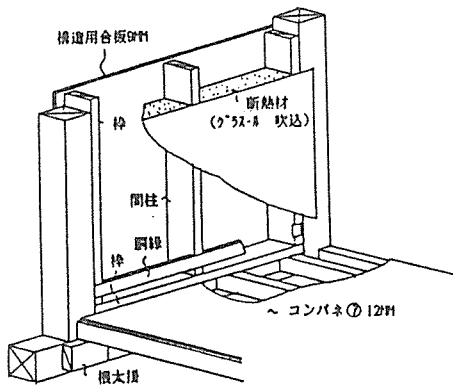
静岡県長泉町 (株) 三ツワ

外壁大壁パネルの構成は、構造用合板 厚さ 9mm、パネル枠 (27×105)、間柱 (27×105)、筋違い (90×45 プレート付き)、胴縁 (45×12)、断熱材 (グラスウール 35K 吹き込み充填)、内壁側防湿シート張り。この他大壁の間仕切パネル、真壁用の外壁と間仕切パネルが用意されている。

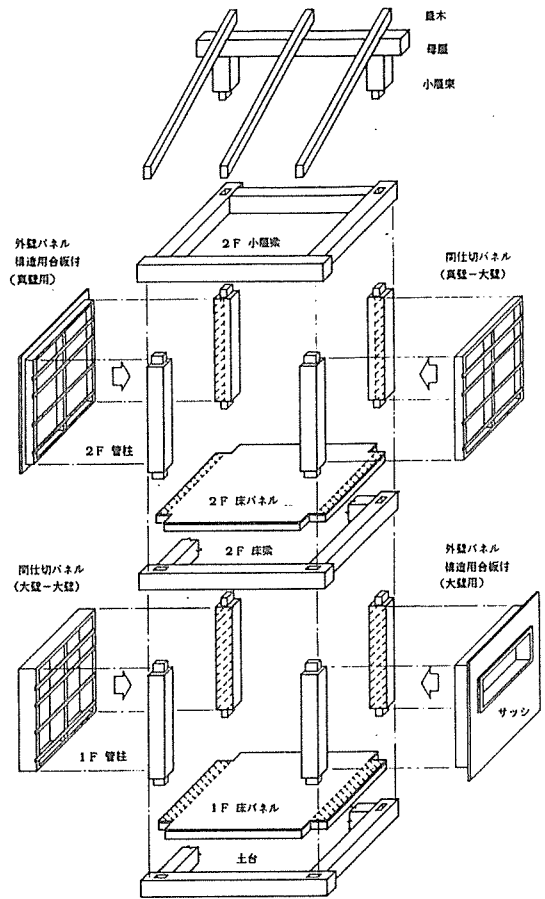
壁パネルは、柱用と筋違い用の欠き込みのある床パネルの上に乗せて建てられる。構造用合板と筋違いを併用することで壁の剛性が容易に上がることを謳っている。



壁パネル



壁パネル納図



軸組構成図

図 2.5-10 P & P システム

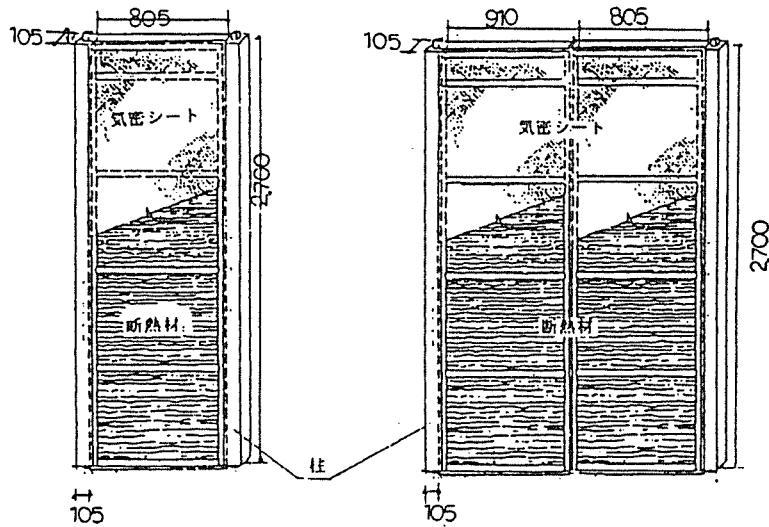
(7) 認定番号 4-1、認定番号 5H-15

H & C システム、H & C システム・E

秋田県秋田市 東洋合板工業 (株)

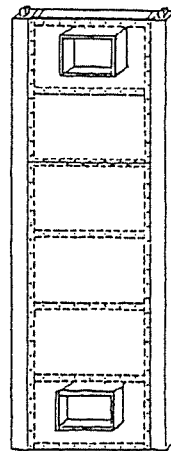
外壁耐力パネルの構成は、巾 805 のラダーフレーム 1 枚または連続させた 2 枚の両側に柱 (105×105) を抱かせたもので、外側に構造用合板厚さ 9mm が打ちつけてあ

り壁倍率は2.5倍、内側は気密シート張り、内部に断熱材グラスウール35Kを工場吹き込みで充填している。耐力パネルに換気扇ボックスや電気配管が必要であれば、予め工場加工が行われる。1階壁パネルの建て込みは、1階床パネル完了後、横架材の取り付けに先立って行われる。

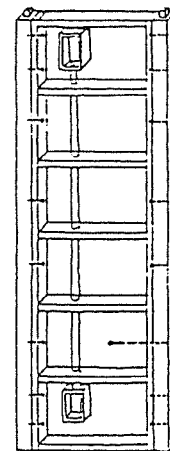


耐力パネルの基本

換気扇その他取付位置



電気配管の必要箇所



耐力パネルの電気配管加工

図 2.5-11 H&Cシステム、H&Cシステム・E

(8) 認定番号4-3

システムホーム21

新潟県中里村 (株)サンウッド

パネルの構成は筋違い(105×45、筋違いプレート付)、間柱(27×117)、胴縁(105×17)断熱材(ウレタンフォーム厚さ40または30 パネルに外付け)防水シート。

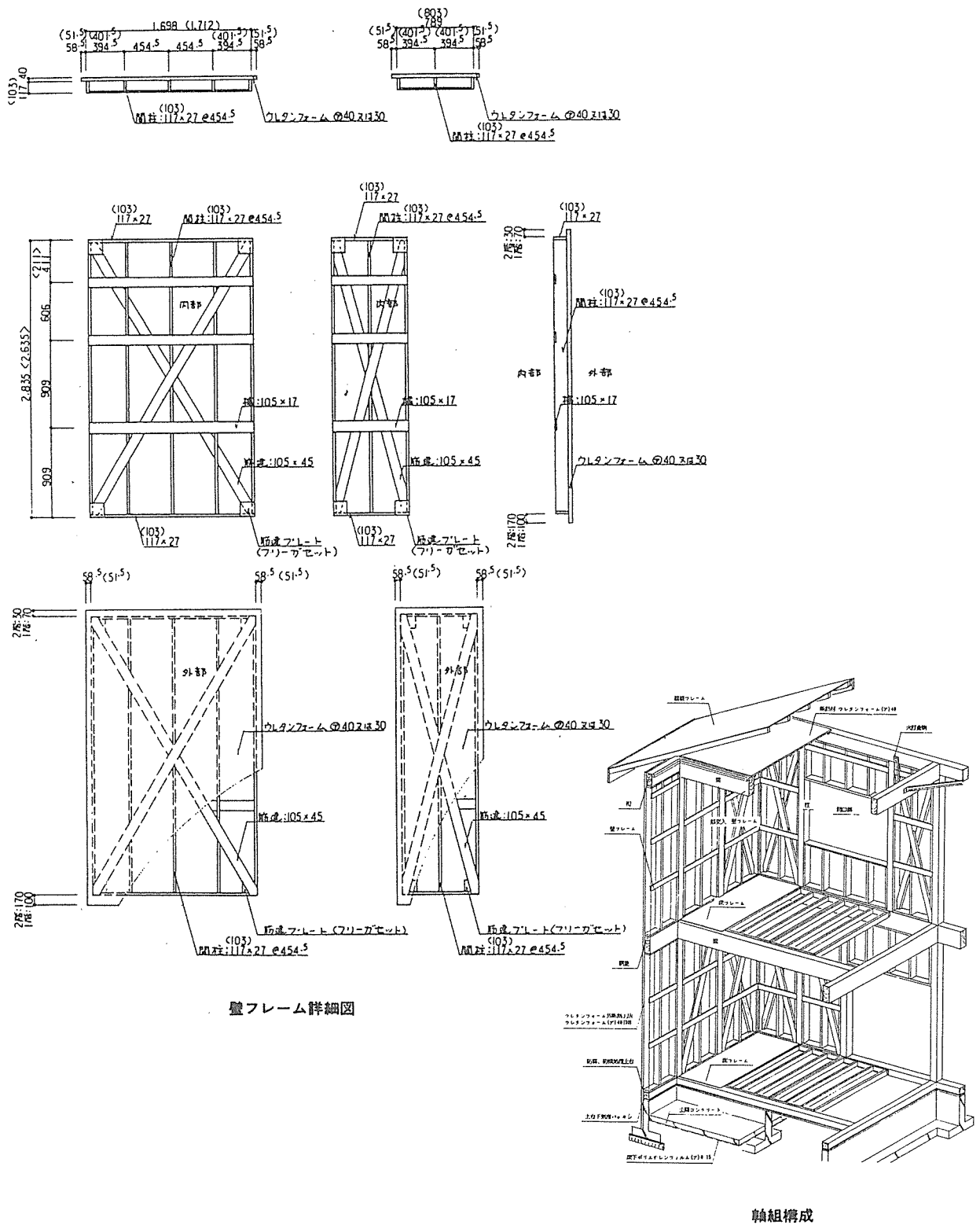


図 2.5-12 システムホーム21

(9) 認定番号4-5

コスモセラミックパネル工法

京都府京都市 コスモホーム・コンポーネント(株)

外壁パネルの構成は、外枠材、筋違い、間柱、胴縁、断熱材で、パネルの周りにはウレタ

ンパッキンの気密材が取り付けられている。断熱材はポリスチレン板で、室内側に珪藻土を吹き付けて壁内に結露が生じない工夫をしている。

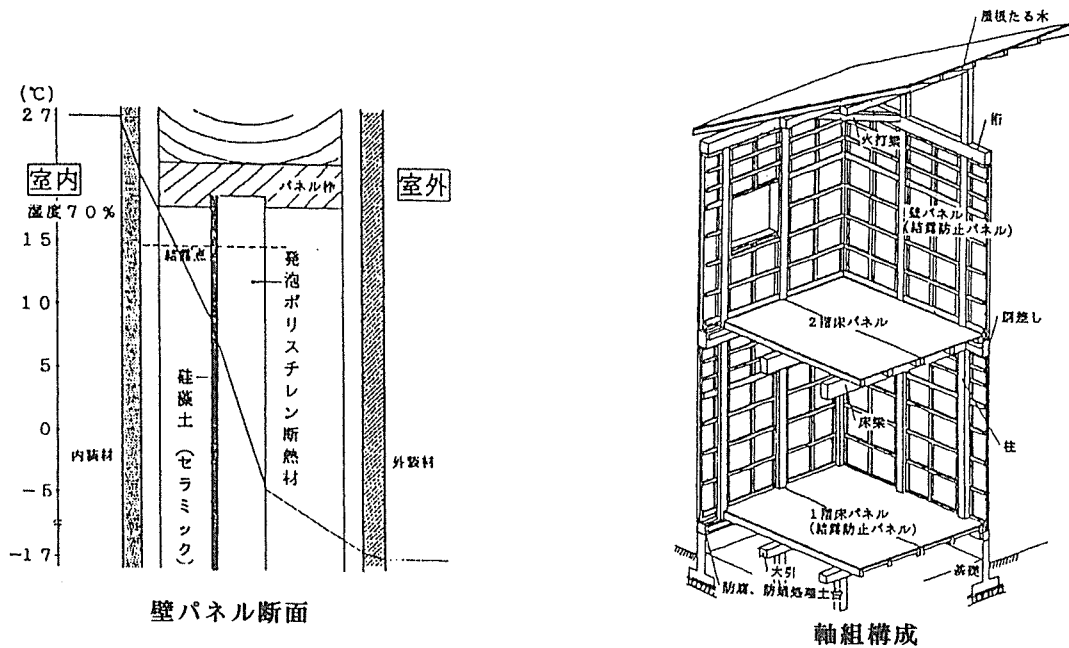


図 2.5-13 コスモセラミックパネル工法

(10) 認定番号4-6

メタルフィット工法

島根県安来市 カトウ産業(株)

壁パネルの構成は筋違い(鉄筋ブレースΦ9mm)または構造用合板 厚さ9mm(発泡ウレタンパネル)

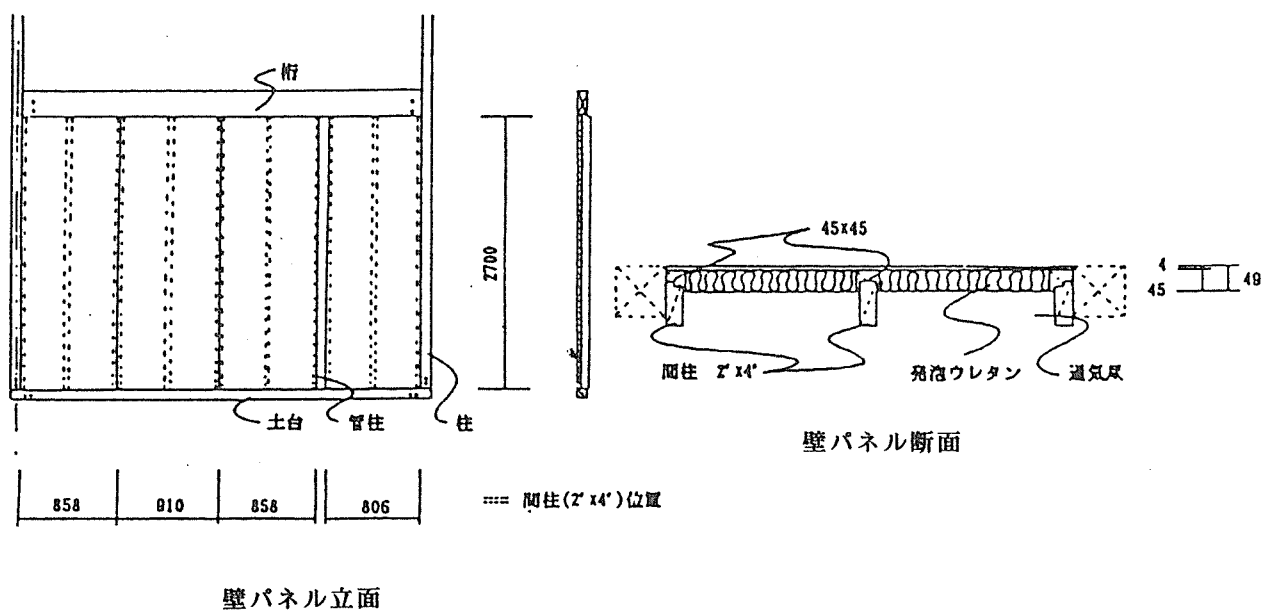


図 2.5-14 メタルフィット工法

(11) 認定番号4-7

HOPE976工法

山口県防府市 (株)原工務店

外壁パネルの構成 筋違い(90×40)、間柱(40×100)、補強金物(筋違いプレート)、断熱材(フォームポリスチレン厚さ60mm)、構造用合板(厚さ9mm)外枠材(25×100)、胴縁からなる。パネルの寸法は幅970、高さ2730。外壁はサイディング材厚さ12mmをパネル外側の構造用合板の上に縦胴縁を介して留め通気工法としている。

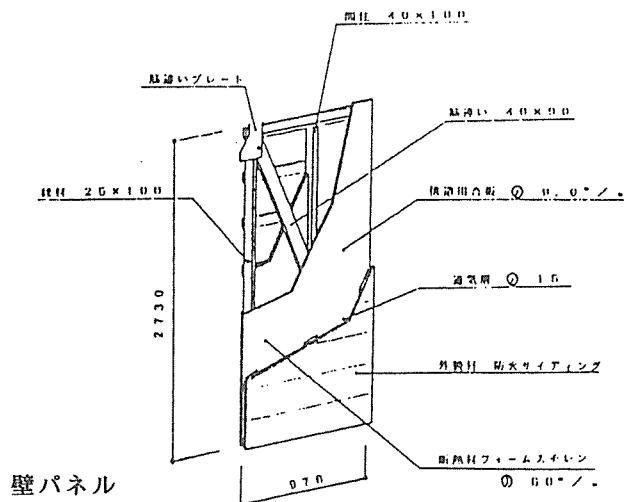


図 2.5-15 HOPE976工法

(12) 認定番号4-8

JAPN構法

長野県佐久市 (株)ナカジマ

大型の断熱壁パネルを軸組外側に横張りする。断熱パネルはOSBとイソシアヌレートフォームのサンドウィッチパネルでOSBは外側厚さ27.5mm、内側12.5mm、イソシアヌレートフォームの厚さは50mmである。パネルのサイズ等は不詳。図よりパネルの内側軸組内に筋違いを使用していることがわかる。

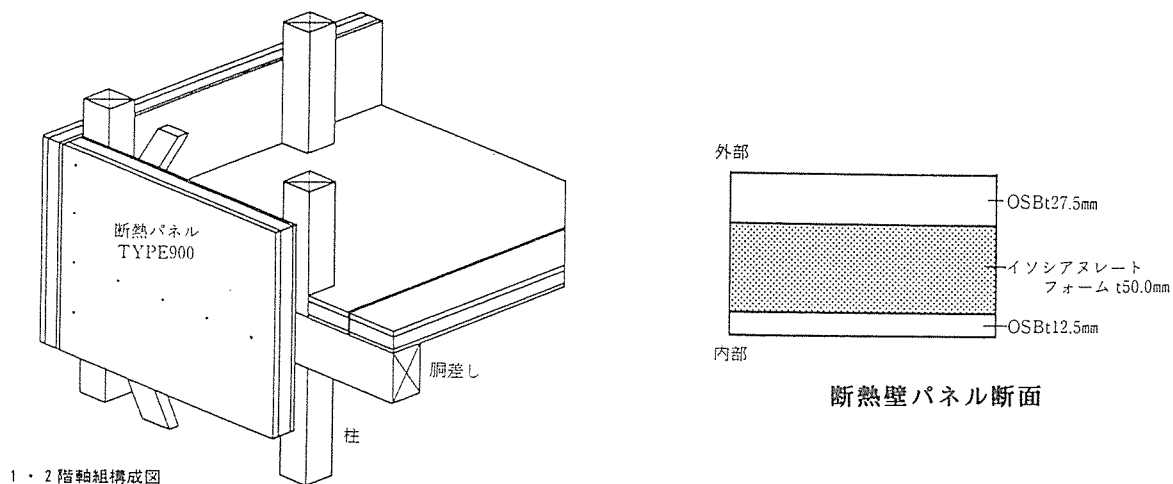


図 2.5-16 JAPN構法

(13) 認定番号5-2

ACP工法

山口県徳山市 山陽住建(株)

外壁パネルの構成は、構造用合板 厚さ9.5mm、間柱(30×100)、外枠材(30×100)、廻り縁受用胴縁・巾木受(45×25)、断熱材(硬質ウレタンフォーム)、構造用合板の継ぎ目には45×100の受け材を用意している。この仕様は、外壁仕上げがモルタル塗りのもので、サイディング仕上げは筋違を使用する。その理由は特に示されていない。室内側石膏ボードは、廻り縁部と巾木部を除き横胴縁でなく間柱に直に打ちつけて取り付ける。

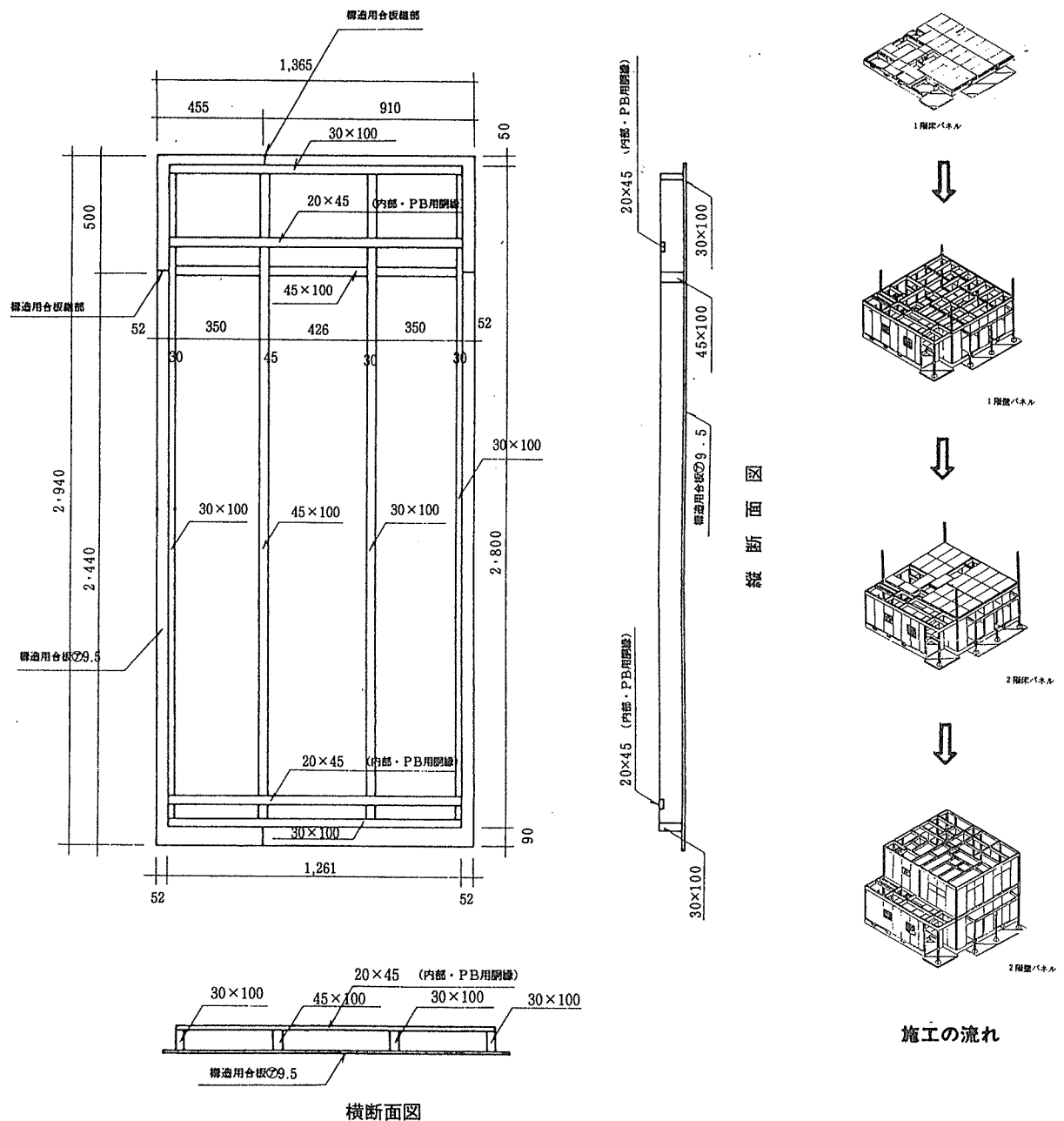


図 2.5-17 ACP工法

(14) 認定番号5-3

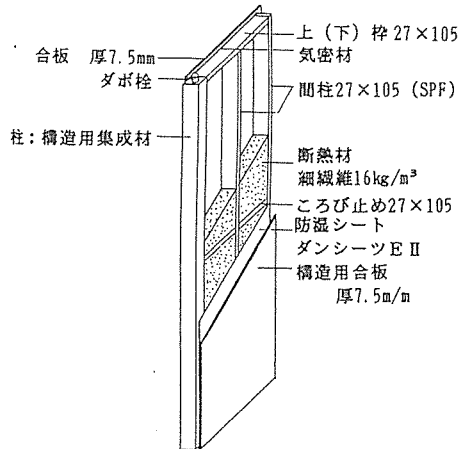
THE在来

東京都 住宅気候研究所

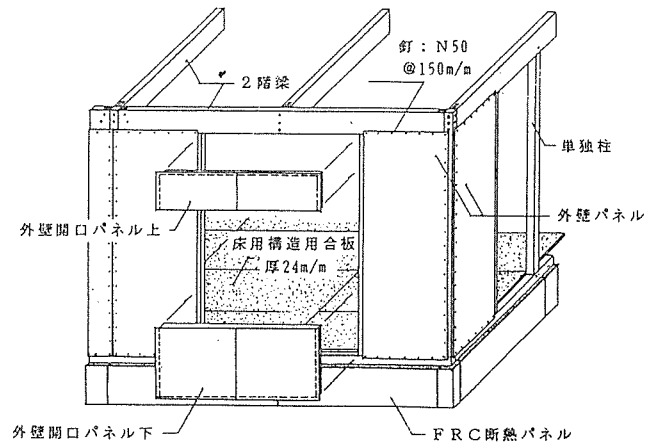
外壁パネルの構成は、集成材柱(105×105)、枠材および間柱(27×105)断熱材(繊維材16K)、内壁側合板下に防湿シート。

構造用合板7.5mmを両面より軸組に釘打ちすることで壁倍率5.0倍。

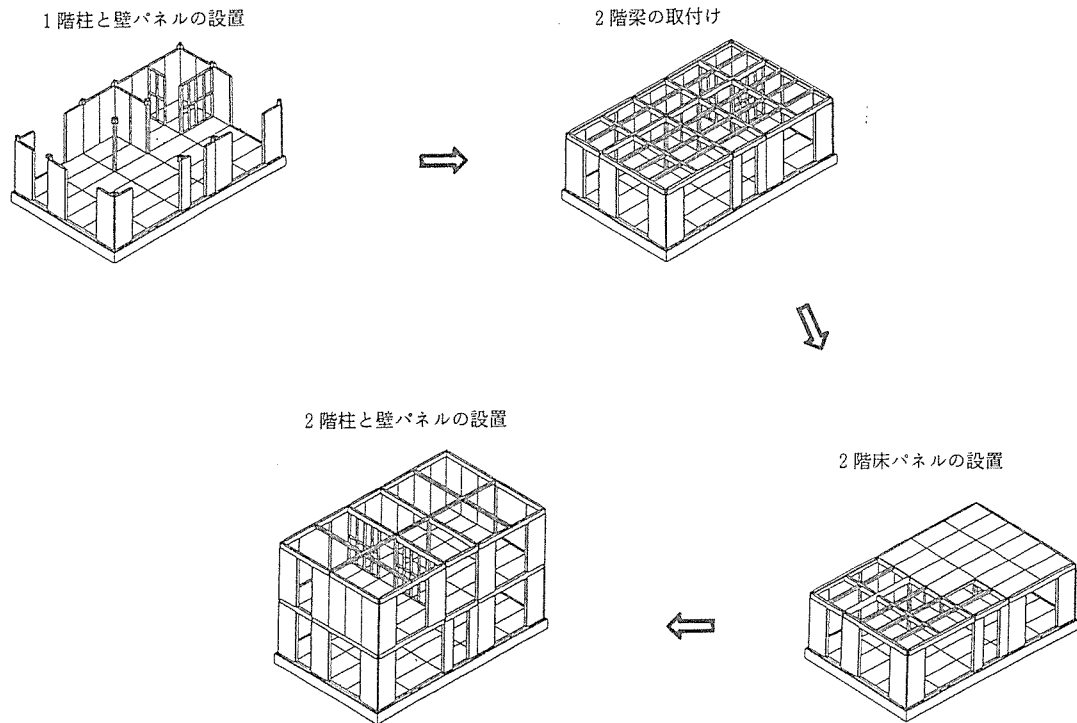
パネルの片側に集成材柱をもち、パネルの建て込みは胴差に先行して行なう。



壁パネル



軸組構成



施工の流れ

図 2.5-18 THE在来

(15) 認定番号5-5

ホームストS Jシステム

東京都 殖産住宅相互(株)

外壁耐力パネル構成は、構造用合板厚さ9mm、間柱、防水シート、断熱材。パネルの取り付けは、土台、柱、梁、桁の屋外部分に釘で止め付ける。その他詳細は不明。

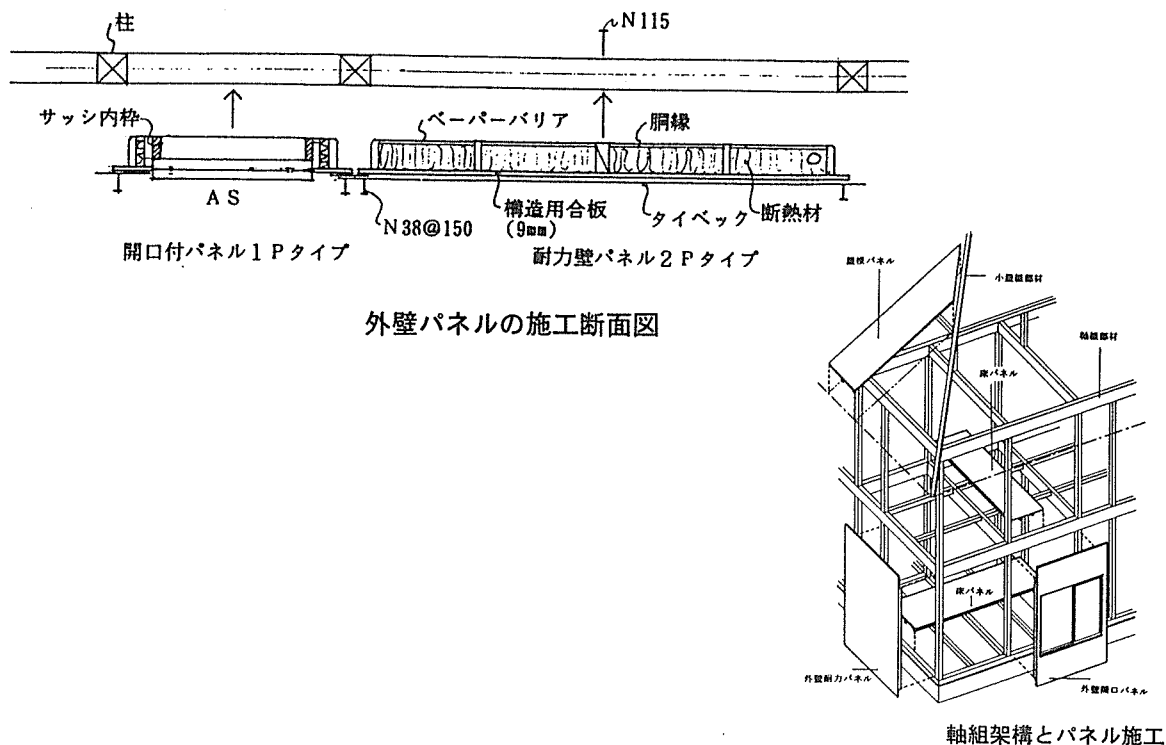


図 2.5-19 ホームストS Jシステム

(16) 認定番号5-6

プレウォールシステム

新潟県高柳町 ウエキハウス(株)

外壁パネルの構成は、構造用合板 厚さ9mm、間柱、内部胴縁、断熱材、外壁通気用胴縁(エアホール胴縁)。断熱材はポリスチレン板を構造用合板の外側に外断熱材として取り付けられる。壁パネルの施工は、床パネルと柱の施工後取り付けられる。

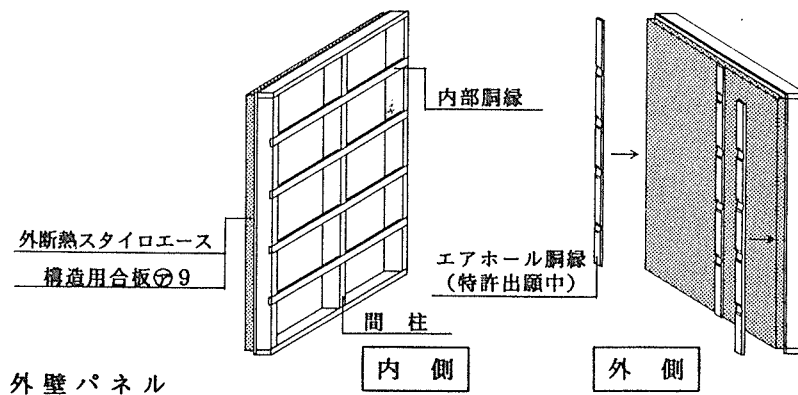


図 2.5-20 プレウォールシステム

(17) 認定番号5H-1

木造ホーム小川建美P S O構法

岡山県倉敷市

木造ホーム(株)小川建美

壁パネルの構成は、間柱(26×100)に胴縁(75×12 @150)を打ちつけて、断熱材(グラスウール厚さ50mm)を入れてある。耐力要素は筋違い(105×45)となっている。パネルの取り付けは、外側間柱を柱に75mm釘@300で留め、中間の間柱上下を釘打ち、筋違いはプレートで留める。

パネルの施工順序は、2階軸組がほぼ完了する時に、壁パネルの大きいものをレッカーを使用して設置する。

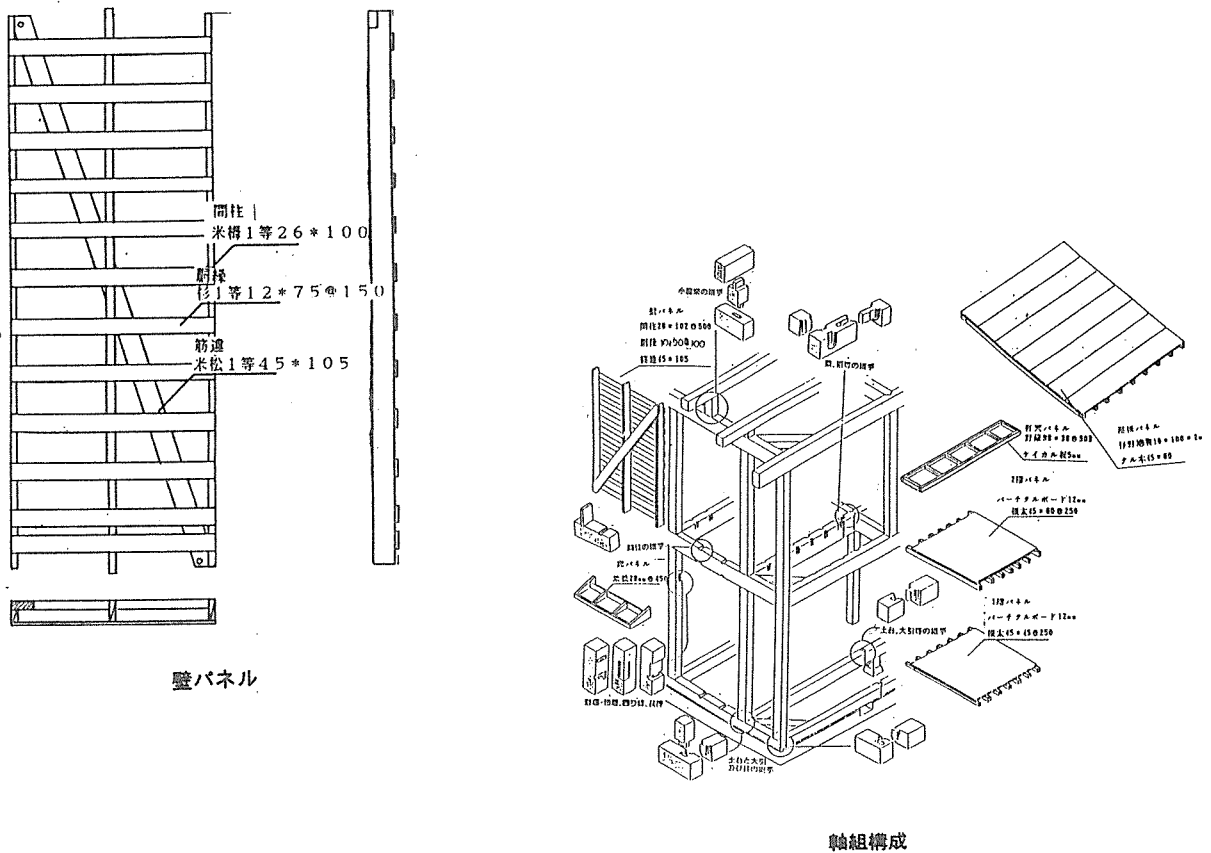


図 2.5-21 木造ホーム小川建美P S O構法

以上の事例より、現場で壁パネルを取り付けることで施工済となる内容についてまとめると

① 耐力壁を得る。

ここで取り上げた17のシステムのうち7つのシステムが耐力壁の構造要素として筋違いを利用し、7つが構造用合板、両者の併用が2、鉄筋または構造用合板の使用が1であった。

② 外壁の下地の一部が用意される。

筋違いを利用するシステムでパネルに外壁下地ボードが貼ってなければ、サイディング仕上げでは胴縁を、モルタル塗りでは木摺りあるいはボード貼りが最低限残っている。

③ 内壁の下地の一部が用意される。

ほとんどのパネルに内壁用胴縁がついている。この胴縁のうえに仕上げボード材を打ちつけるが、各パネルの面が揃う程に躯体軸組からパネル取り付けまでの施工精度が良いのか疑問がある。精度が悪ければ仕上げ面まで影響が出て不陸が生じる恐れがある。

④ 断熱工事を完了する。

一般には、グラスウールマットなどをパネル内にいれるものが多いが、グラスウールの吹き込みあるいはウレタン発泡をつかうシステムもある。またあるシステムではウレタン発泡させた断熱材の硬化で、パネルの壁倍率を割り増しているものもある。

システムの発案側でのパネル化による利点は、概ね次のようにまとめられる。

- ① 工場加工による品質、精度の向上
- ② 現場手間の軽減
- ③ 工期の短縮
- ④ コストダウン

2.5.4 木製筋違い

木製筋違いでは、接合部の金物がZマーク認定品など用意されているが、これらは専ら筋違いが本来の効果を発揮するための必要品である。実際には、これら筋違い金物を使用することは手間が増えることであるためか、多くの現場では金物を使用せずに、筋違いを釘打ちだけして済ませているようである。Zマーク認定品外で軸組面より筋違いプレートのボルト頭が飛び出さないようにして、仕上げ工事の邪魔にならない工夫をしたものもある。(図 2.5-22) 筋違いと間柱の交差部や、たすきがけ筋違いどうしの交差部の加工は手間のかかる部分であるが現在のところそのまま合理化できる良い案はない。

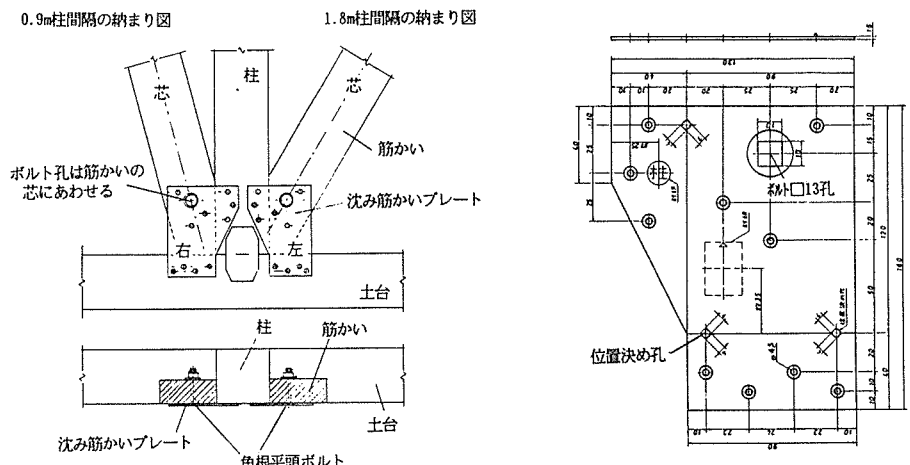


図 2.5-22 ボルト頭の出ない筋違いプレート

[施工例図]

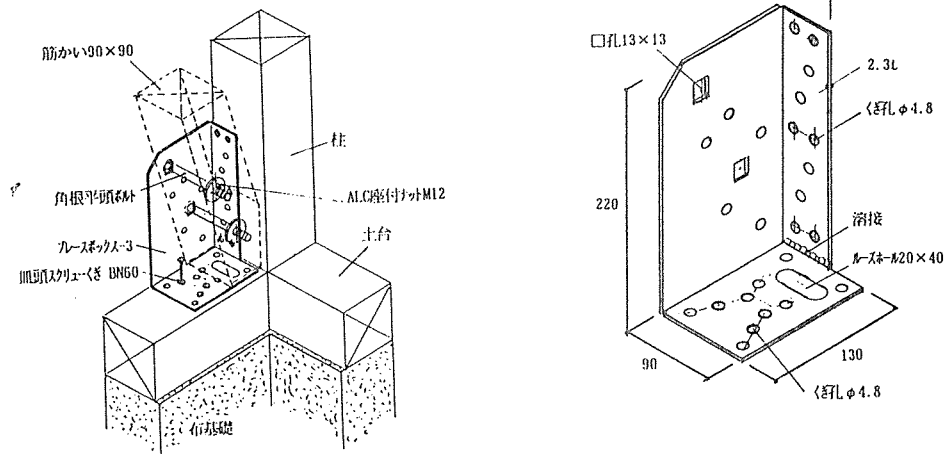


図 2.5-23 Zマーク同等品 90×90mm筋違い用プレート

2.5.5 その他 鉄筋等の使用

(1) 鉄筋

建築基準法施行令第45条では、径9mmの鉄筋が引張筋違いに使用できる。しかし、軸組との接合部の専用金物はないようで、この方法は一般的ではない。増沢 洵氏設計の最小限住宅（1952年）に使われているように、開口部に使うのが鉄筋の特徴を生かした方法といえる。実際この最小限住宅でも壁の部分には木製の筋違いを使用している。鉄筋筋違い端部の接合例として図 2.5-23を示す。

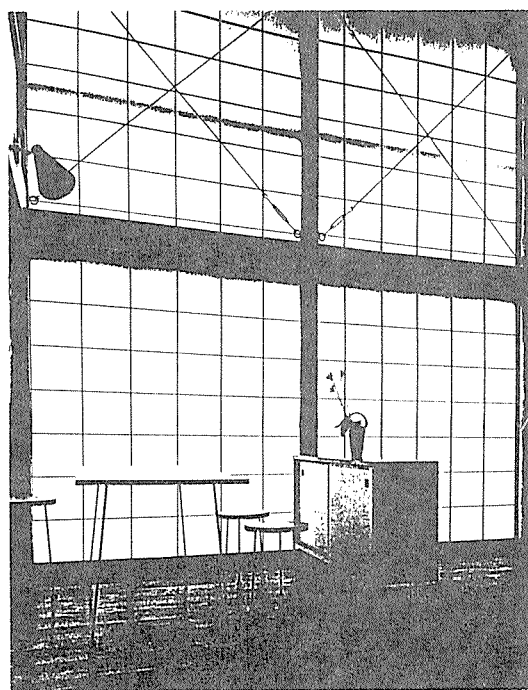
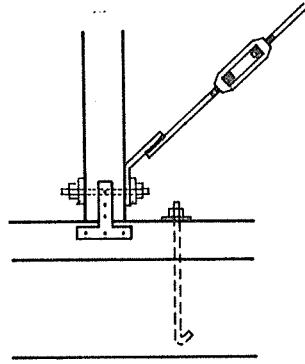


写真2.5-1 増沢 洵設計 最小限住宅



飯塚五郎 蔵著 「住宅デザインと木構造」より

図 2. 5 - 2 4 鉄筋の筋違い端部接合例

(2) ラスシート

ラスシートは角波亜鉛鉄板にメタルラスを溶接したもので、ワイヤラスやメタルラスが下地板、防水紙を必要にするのに対しラスシートは必要としないのが特徴である。建設省告示で他の各種ボード類とともに壁倍率 1. 0 倍が与えられている。しかし、ラスシートも、実際にはあまり使用している例を見ず、製品も少なくなっている。

ラスシートではないが、格子状に溶接した亜鉛メッキ鉄線でクラフト紙をはさみ、全体を防水紙で裏打ちしたボード状左官下地材（ニッテツラス 図 2. 5 - 2 4）がある。また以前には、防水紙の代わりに独立気泡発泡ポリエチレンシート（厚さ 4 mm）を断熱材として裏打ちした製品も同じメーカーであった。断熱材とラスの組み合わせでは硬質ウレタンフォームを基材に防水紙とラスが一体になったボード材（アキレス ワイヤラスボード 製造終了 図 2. 5 - 2 5）があったが、これもニッテツラス同様壁倍率はない。

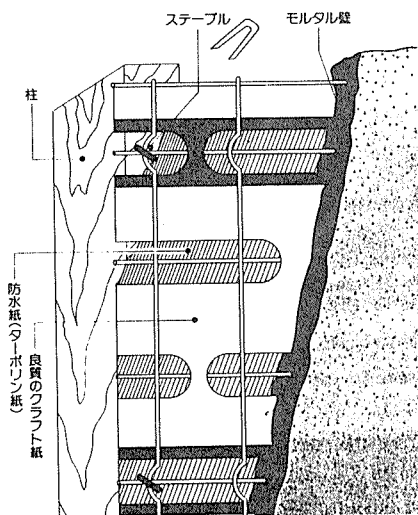


図 2. 5 - 2 5 ニッテツラス

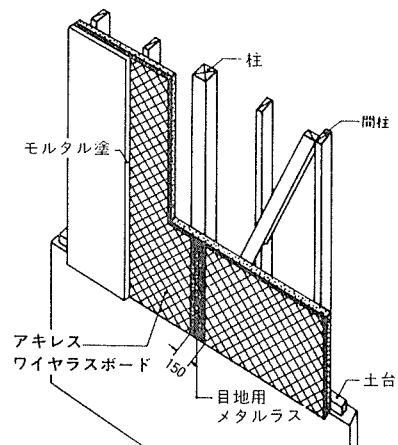


図 2. 5 - 2 6 ワイヤラスボード

(3) スチールトラス (旭化成スクラムハウス)

スクラムハウスで使用しているスチールトラス耐力パネルは柱材 (パララム) のあいだに間柱を一本入れその間をスチールのウェブ (腹材) で構成したスチールトラスで耐力壁をつくっている。メーカーの説明では、下階と上階での耐力壁の配置は在来の軸組工法に比べ自由にできる。

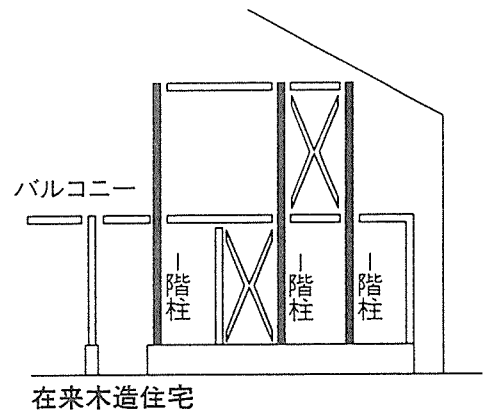
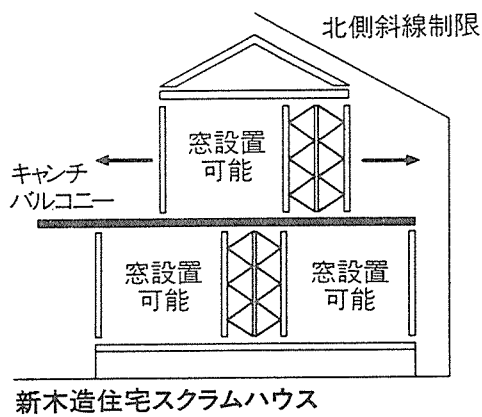
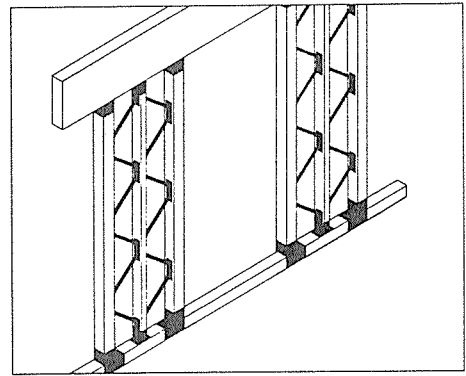


図 2. 5 - 2 7 スクラムハウス

2. 6 軸組構法と部品－小屋組についての分析

2. 6. 1 始めに

小屋組に関する合理化の開発は、軸組、壁パネルや基礎と比較してなおざりにされているようである。壁や基礎や床のように構造的に重要視されていないため、あるいは屋根の形状と勾配が構造システムを強く限定してしまい、部品の汎用性が乏しいと思われるためではあるまいか。少なくとも、小屋組もまた他の部位の開発に供せられた手法によって合理化が進めることが可能である。くわえて、構法体系の統一性から同一の手法が用いられることはより好ましい。つまり他の部位がパネルによって合理化されるならば小屋組もパネル化が図られることが自然である。

2. 6. 2 屋根の形状と勾配と小屋組

(1) 現状把握の目的と方法

既存の屋根の形状には「切妻」「寄棟」「入母屋」「片流れ」「陸屋根」の基本形があり、在来軸組の小屋組と言っても「和小屋」「登梁」「叉首」と幾つかの種類がある。まず、実際に建設されている住宅の例として「合理化認定システム」より立面図が掲載されているものを無作為に抽出し、分析することから始める。屋根形状を概観すると以下の図のようである。なおこれらは他の現代住宅の屋根についての概ねの傾向は示しているのではないかと思う。

図 2. 6—1 住宅例 A

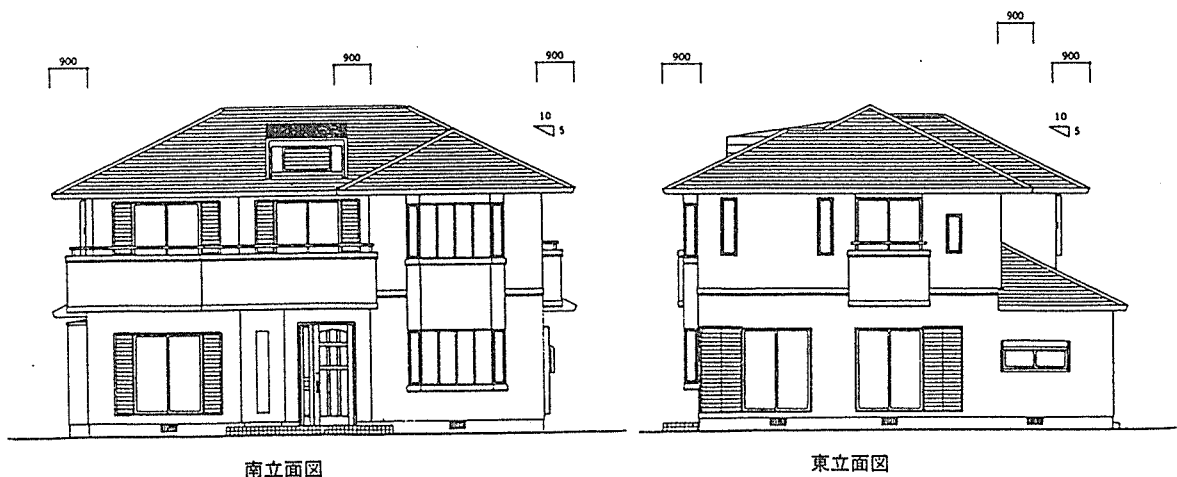


図 2. 6—2 住宅例 B

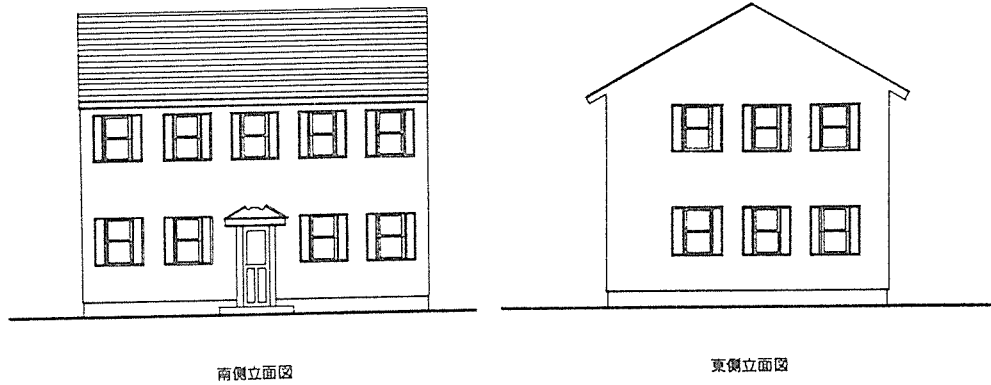


図 2. 6—3 住宅例 C

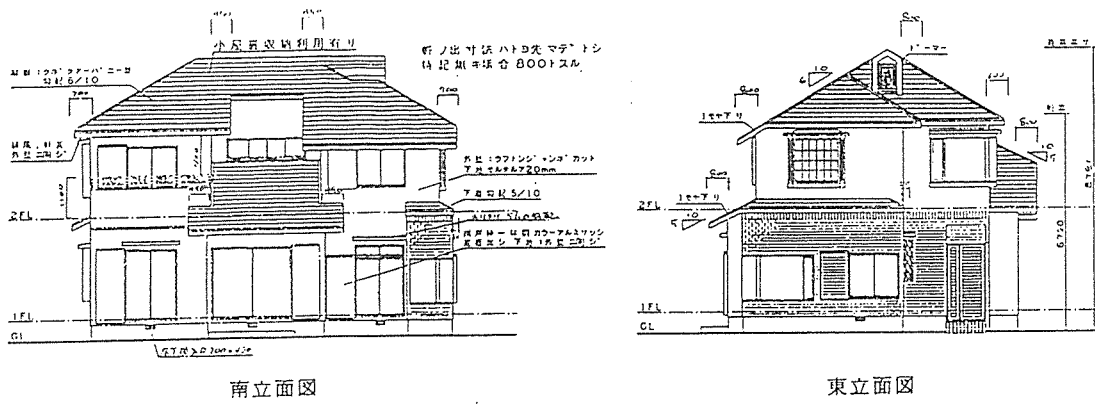


図 2. 6—4 住宅例 D

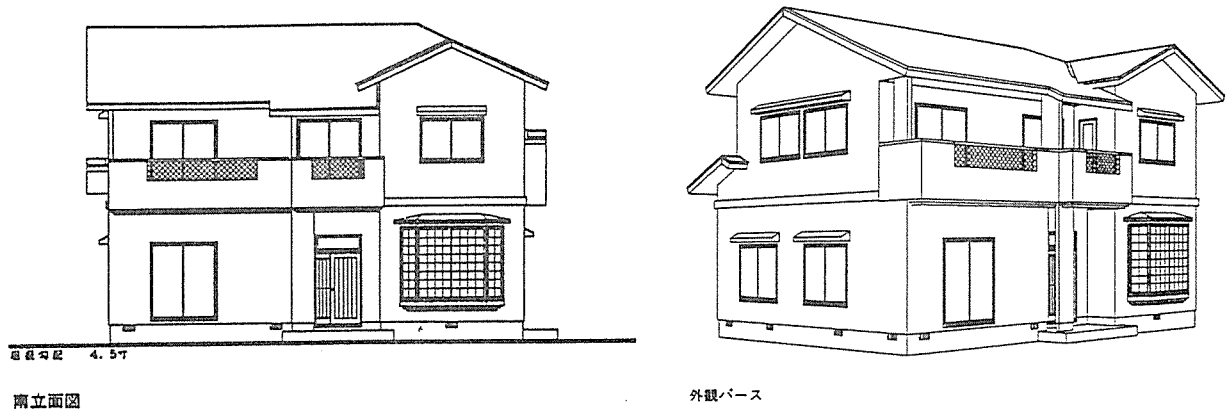


图 2. 6—5 住宅例E

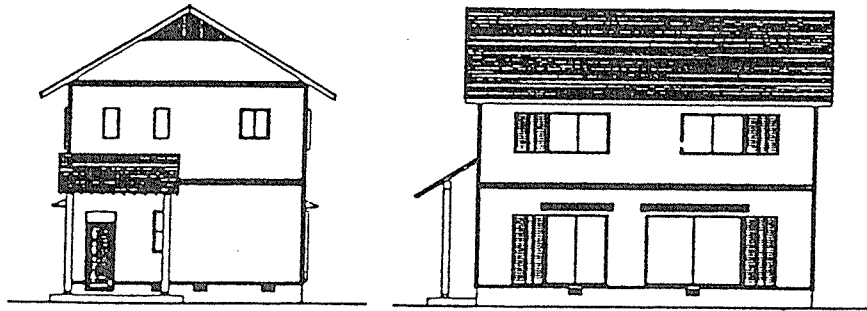


图 2. 6—6 住宅例F

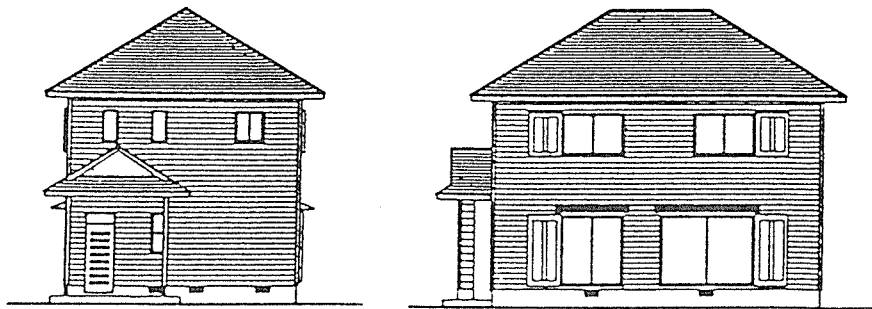
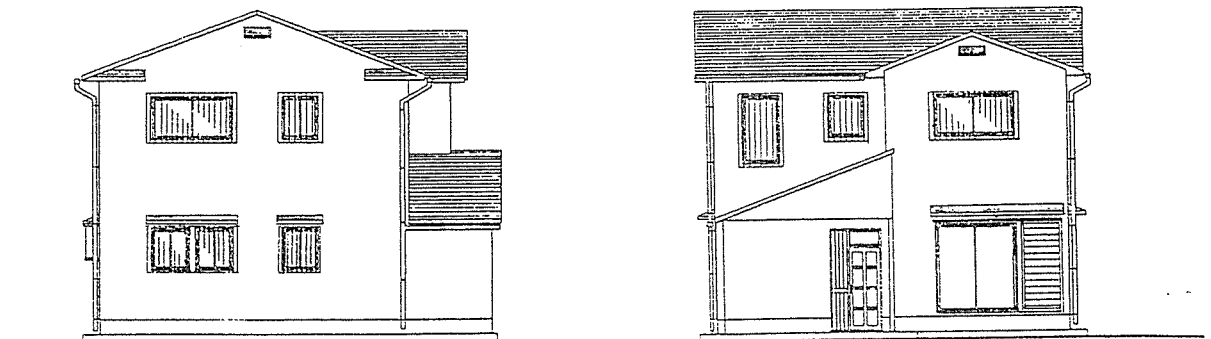


图 2. 6—7 住宅例G



西侧立面图

南侧立面图

図 2. 6—8 住宅例H



(2) 分析の結果

AからHの住宅例の屋根形状、勾配、小屋組の形式を一覧表にしたものを次に示す。屋根形状は小住宅の割には複雑である。勾配は 5.0 ± 1.0 と言ったところである。小屋組は殆ど和小屋である。

表 2. 6—1

	屋根形状	勾配	下屋の形状	勾配	小屋組の形式
住宅例A	寄棟の複合	5.0	寄棟	5.0	和小屋
住宅例B	切妻	5.0	ナシ	—	棟木+パネル
住宅例C	寄棟の複合	6.0	寄棟	5.0	和小屋
住宅例D	切妻の複合	4.5	片流れ	不明	和小屋
住宅例E	切妻	6.0	片流れ	6.0	和小屋
住宅例F	寄棟	6.0	入母屋	6.0	和小屋
住宅例G	切妻の複合	4.0	片流れ	4.0	和小屋
住宅例H	寄棟の複合	4.0	切妻+寄棟	4.0	和小屋+パネル

2. 6. 3 小屋組の部材の種類数と点数および材積

(1) 分析の目的

合理化の方向性として以下の点があげられる。

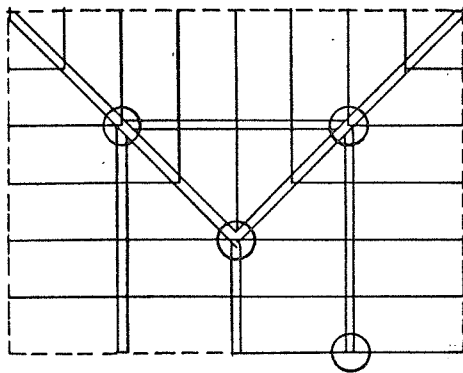
- a 現場における加工を削減する。

- b 部材の種類数を少なくする。
- c 部材点数を少なくする。
- d 材積を少なくする。
- e 工期を短縮する。

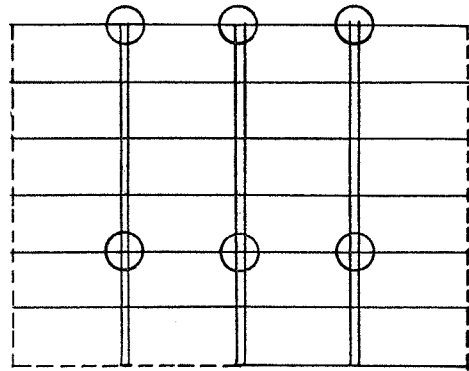
既存構法の合理性（経済性）について b c d について分析を行う。そうすることによって少なくとも既存構法の枠組みの中で合理化される方向性が見えてくるのではないかと考えるからである。この場合特に d については屋根葺材の荷重および外力に関しては考慮に入れていない。

(2) 分析の方法

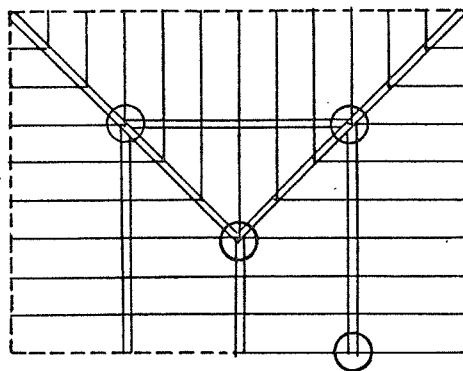
分析する対象は束、母屋、垂木とする。屋根形状 2 種類と垂木の成 2 種類のついでモデルを設定して行う。また、計算を簡略にするために部材の長さはグリッド芯で見えており、通常の積算上の補正はしていない。軒部分は計算に入れていない。



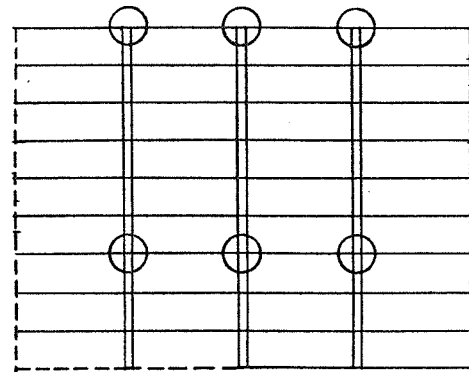
モデル 1



モデル 2



モデル 3



モデル 4

図 2. 6—9 モデル 1～4 小屋伏図

・モデル1

屋根形状	寄棟
勾配	5.5
垂木	45×90 @455
母屋	105×105 @910 (90×90@910)
隅木	105×105
小屋束	105×105
面積	9.937m ²

	種類	点数	総長	材積	材積(1m ² あたり)
垂木	4	18	24.898	0.101	0.0102
母屋	1	4	6.370	0.070	0.0070
隅木	1	2	11.046	0.122	0.0123
小屋束	2	4	2.504	0.028	0.0028
計	8	28	—	0.295	0.032

注) 材積の単位はm³

・モデル2

屋根形状	切妻
勾配	4.0
垂木	45×90 @455
母屋	105×105 @910
小屋束	105×105
面積	9.937m ²

	種類	点数	総長	材積	材積(1m ² あたり)
垂木	1	13	25.483	0.103	0.0104
母屋	1	3	8.190	0.090	0.0091
隅木	—	—	—	—	—
小屋束	2	6	2.912	0.032	0.0032
計	4	22	—	0.225	0.023

注) 材積の単位はm³

・モデル3

屋根形状	寄棟
勾配	5.5
垂木	45×45 @303
母屋	105×105 @910
隅木	105×105
小屋束	105×105
面積	9.937㎡

	種類	点数	総長	材積	材積(1㎡あたり)
垂木	6	28	37.346	0.076	0.0076
母屋	1	3	6.370	0.070	0.0070
隅木	1	2	11.046	0.122	0.0123
小屋束	2	4	2.504	0.020	0.0020
計	10	37	—	0.288	0.029

注) 材積の単位はm³

・モデル4

屋根形状	切妻
勾配	4.0
垂木	45×45 @303
母屋	105×105 @910
小屋束	105×105
面積	9.937㎡

	種類	点数	総長	材積	材積(1㎡あたり)
垂木	1	19	37.240	0.075	0.0075
母屋	1	3	8.190	0.090	0.0091
隅木	—	—	—	—	—
小屋束	2	6	2.912	0.032	0.0032
計	4	28	—	0.197	0.020

注) 材積の単位はm³

(3) 分析の結果

屋根形状では切妻の方が寄棟よりも部材の種類、点数および材積ともに数値が小さく出ている。つまり加工の労賃および材料費で切妻の方が低コストであると言える。モデルの特性も考慮されなければならないが寄棟の場合、隅木の材積中の占める割合が意外に大きい。ただ、切妻の住宅を設計することが合理化であるとは短絡的にむすびつけることは出来ない。システムとしての合理化を提案することにはならないからである。

垂木の成を小さくしてピッチを細かくした場合、部材の材積は寄棟で90%、切妻で86%低減される。ほぼ同じ値と見てよい。実際の施工でこの低減がコストにそのまま反映されることは、材料の断面に違いから言って考えにくく、その上1戸当たり3～6 m³であるから効果は少ないと言える。

部材の種類、点数は寄棟の方が影響を大きく受ける傾向にあるが、垂木の成を小さくすると加工手間は増える。

垂木の成とピッチを変化させて低コスト化を図る方法は、材料費と労賃のバランスで決定される典型的な例である。どうも積極的な合理化の提案とはなりにくいと言える。

表 2. 6—2

	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 4
部材の種類数	8	4	10	4
部材点数	18	13	28	19
材積 (単位面積当り)	0.032	0.023	0.029	0.020
隅木を除いた材積	0.020	0.023	0.017	0.020

注) 材積の単位はm³

2. 6. 4 合理認定システムの分析

(1) 分析の目的と方法

新しく合理化を図ったと言われているシステムについて分析し、現代的意義にのった合理化の方向性を探る。「木造住宅合理化認定システム第1～5回 梗概集」の中で小屋組に言及されているもの、また言及こそされていないが合理化される可能性のあるものについてピックアップして分析する。

なお、前節 2. 6. 3 で扱ったテーマについての分析も加えることが望ましく思われるが、諸条件の制約により今回は見送る。

システムA

小屋組についてはさしたる改良がなされていないが、壁パネルと床パネルについては硬質ウレタンを使用し差別化を図っている。屋根葺材直下の通気層も含めて同様の手法で屋根パネルが提案される可能性はあると思う。

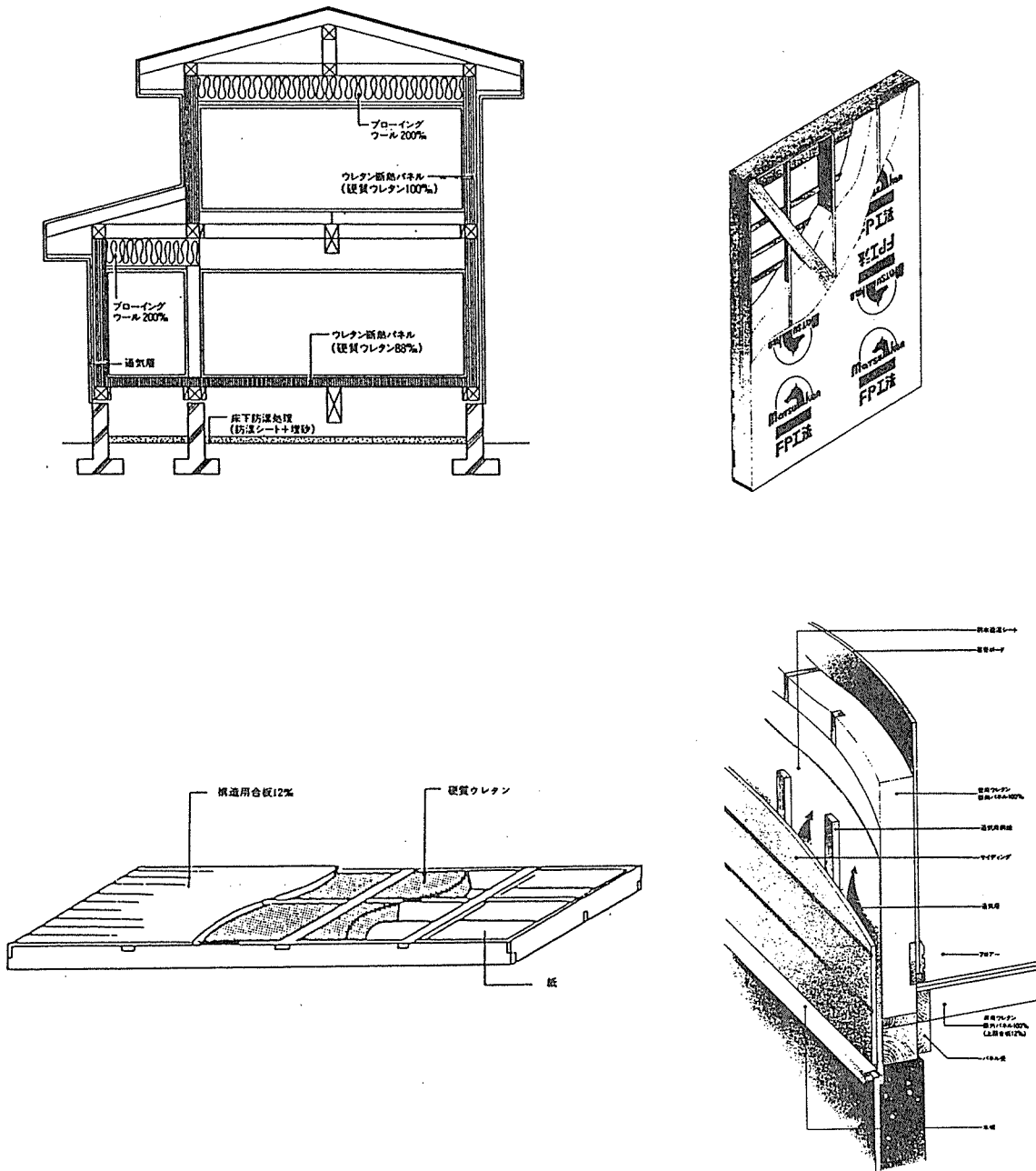


図2. 6-10 システムAの概要 (梗概集より)

システムB

キングポストトラスを用いて、現場の手間を削減している。4間までスパンを支持することが可能であると記されており、住宅設計例の梁間も4間であり、固定化しているのではないと思う。外観図によれば屋根形状は切妻屋根となっている。さらに屋根勾配、軒の出、屋根葺材を工場毎に固定すれば合理化は進む。ただし、図2. 6-11のように陸梁が勝ちになっている場合、出桁として利用すれば有効であるが、そうでなければ図2. 6-12のように合掌材を勝ちにした方が合理的である。図2. 6-13は積雪荷重の大きい地域で軒の出を大きくするために、陸梁を勝ちにして出桁としたものである。

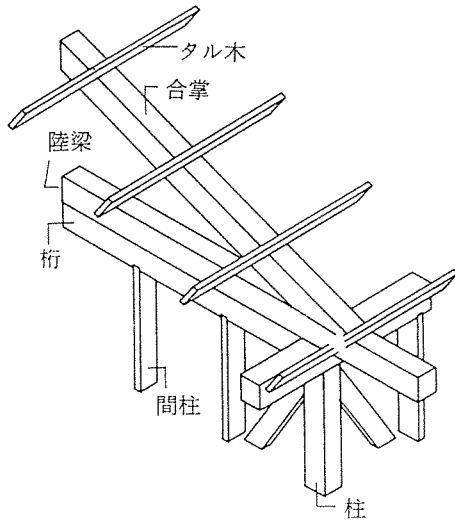


図2. 6-11 システムの概要
(梗概集より)

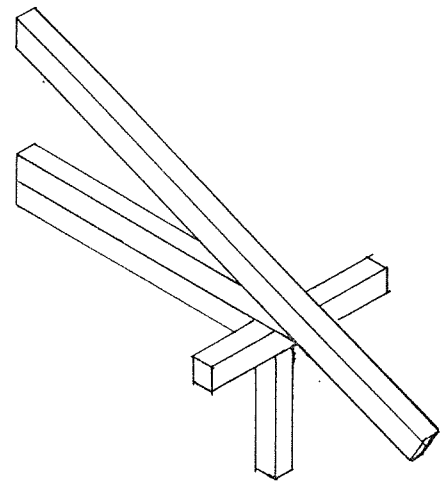


図2. 6-12 合掌材勝ちの収まり

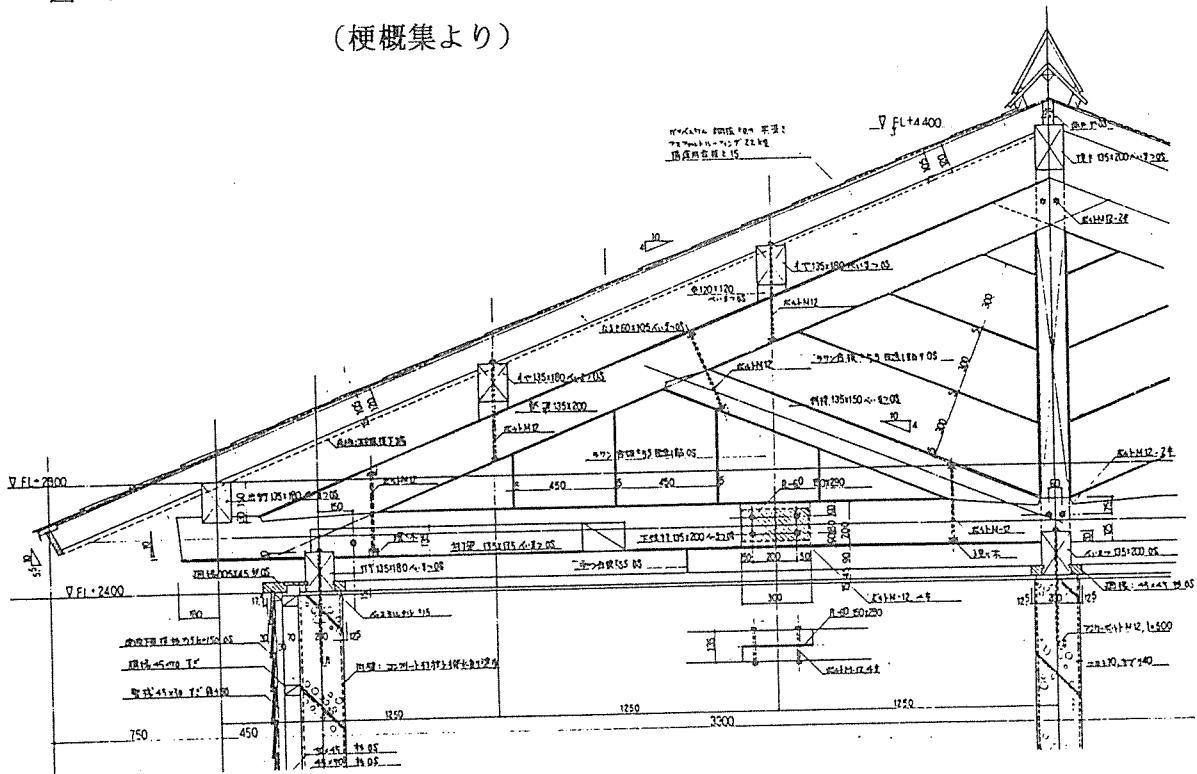


図2. 6-13 出桁形式のキングポストトラス (筆者設計)

システムC

在来軸組の和小屋を改良したものである。この場合隅木をいかに納めるか不明であるが一般の方法を用いると加工手間が大いに要してしまう。このシステムが他の接合部に用いている手法を応用するならば接合金物によることになるのだが提示されていないということは未開発なのかもしれない。

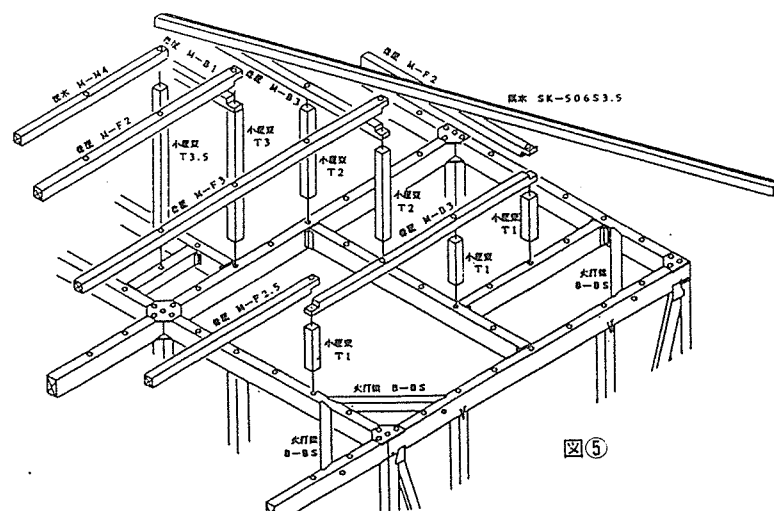
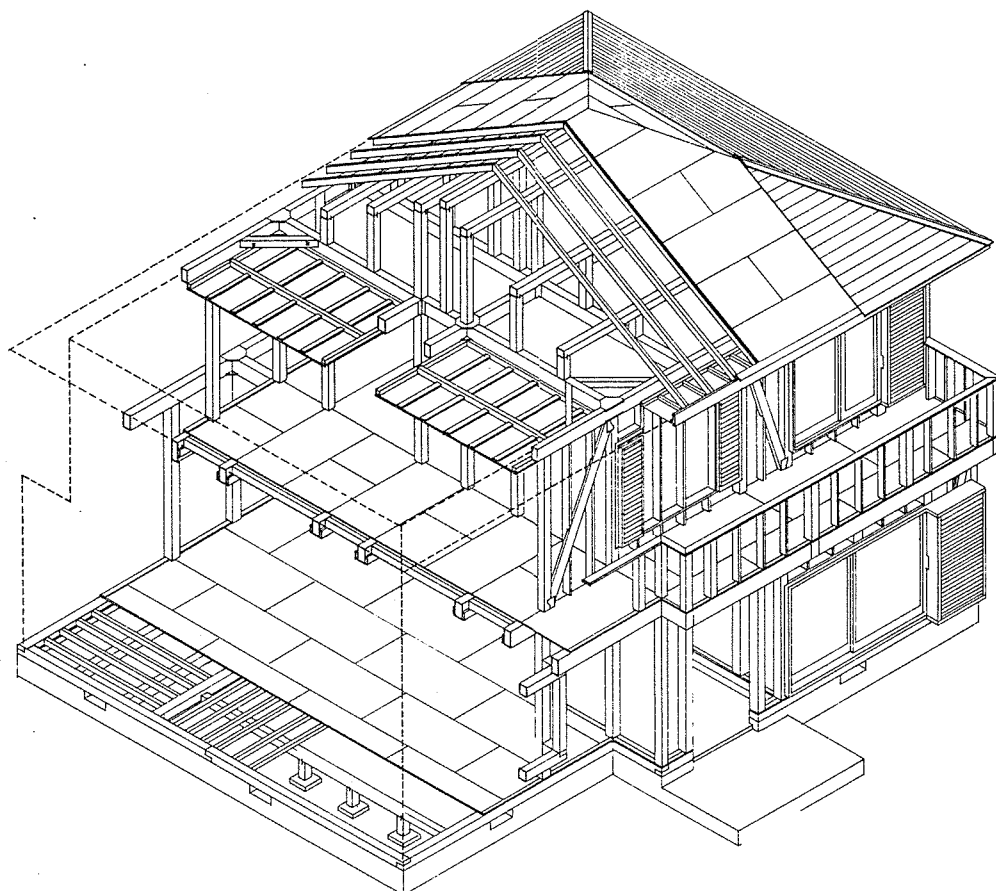


図2. 6-14 システムCの概要（梗概集より）

システムD

1階に床をデッキボードを用いていることに合わせて、小屋組もデッキボードを使用している。登梁と棟木そしてデッキボードのみで構成されており、部材に種類は極めて少なくできている。部品の点数も少なくて済みそうである。但し、図面に記載されたままの架構だと屋根がひらいてしまうので、登梁の下に陸梁を入れるか、図中にある屋根パネルを隔壁の上にも入れる必要がある。ここで言う屋根パネルとは他のシステムとは呼称が異なり、屋切パネルのことである。

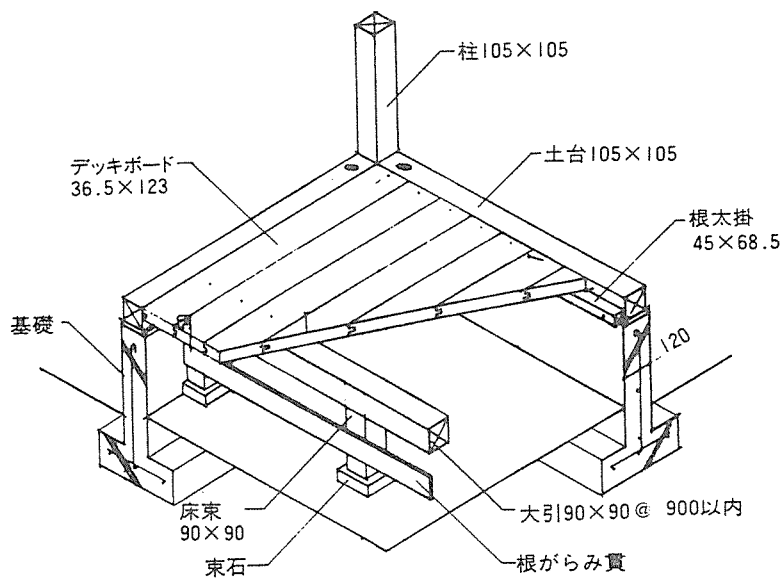
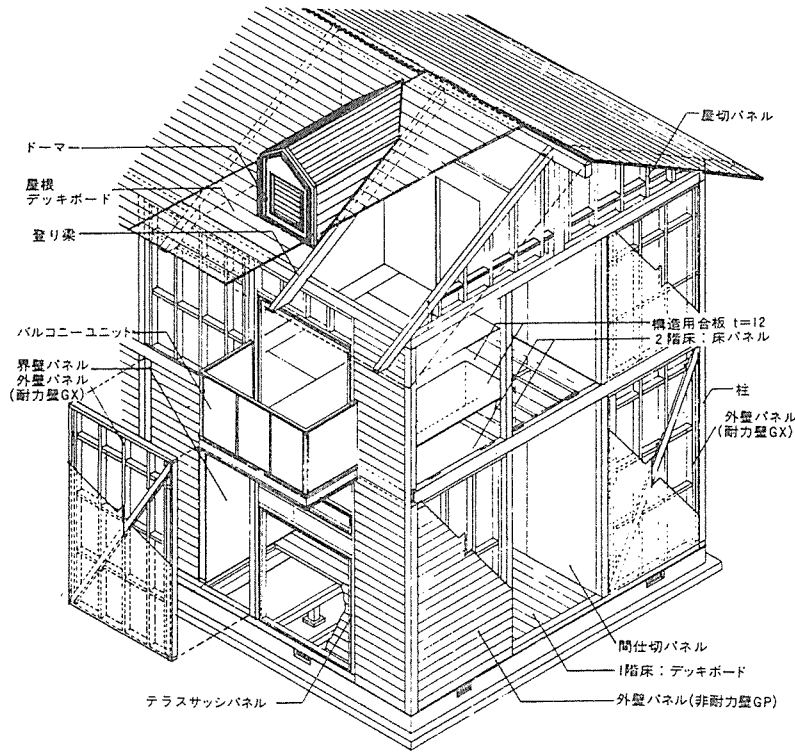


図2. 6-15 システムDの概要 (梗概集より)

システムE

陸梁、束、母屋（棟木）、屋根パネルから構成されている。在来の和小屋の垂木と野地
 板をパネル化したものである。記載文によれば、屋根パネルは母屋に金物で固定すると言
 うことである。図2. 6-16を見るかぎり、屋根パネルどうしも何らかの方法で強固に
 固定する必要がある。さもなければパネル長さごとに母屋を設けることが考えられる。こ
 こで勾配屋根であるが故の問題が生じてくる。それは束のグリッドを優先させるかパネル
 の寸法を優先させるかという問題である。図2. 6-17のように登梁や垂木を用いる構
 造ではパネルの寸法Aは単独で決定でき、パネルの幅は垂木のピッチに一致するのでよい
 が、図2. 6-18のように母屋が平面のグリッドと一致する場合はパネル寸法Bは束の
 間隔Cに左右される。

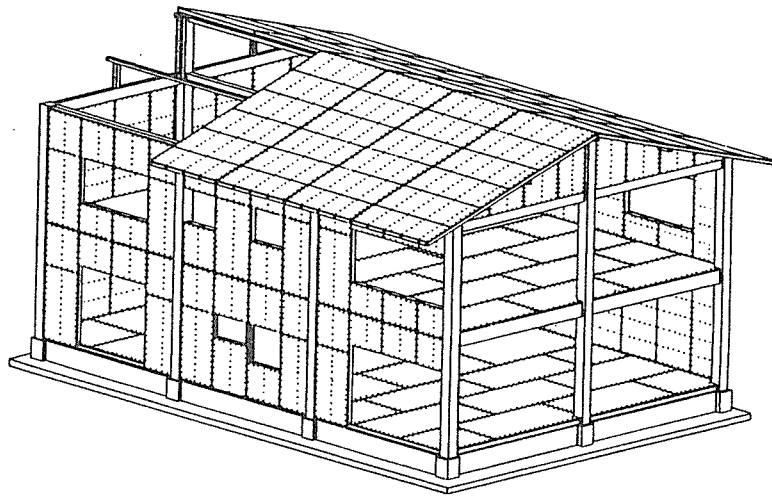


図2. 6-16 システムEの概要（梗概集より）

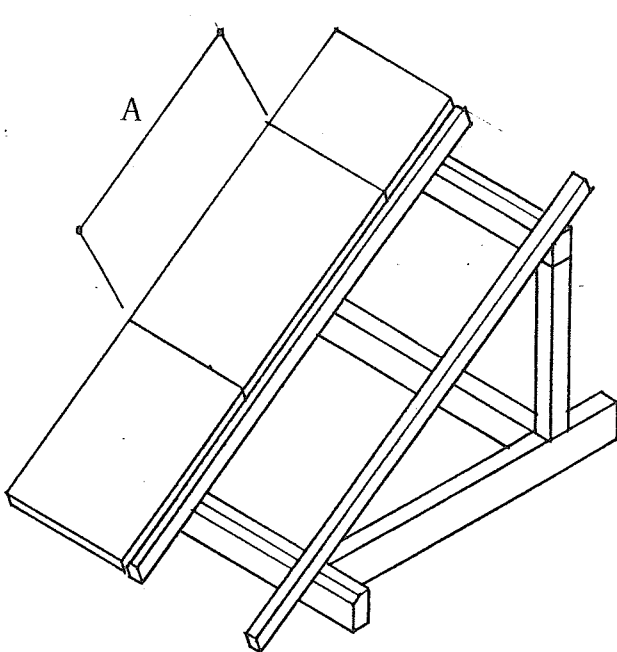


図2. 6-17 垂木と屋根パネル

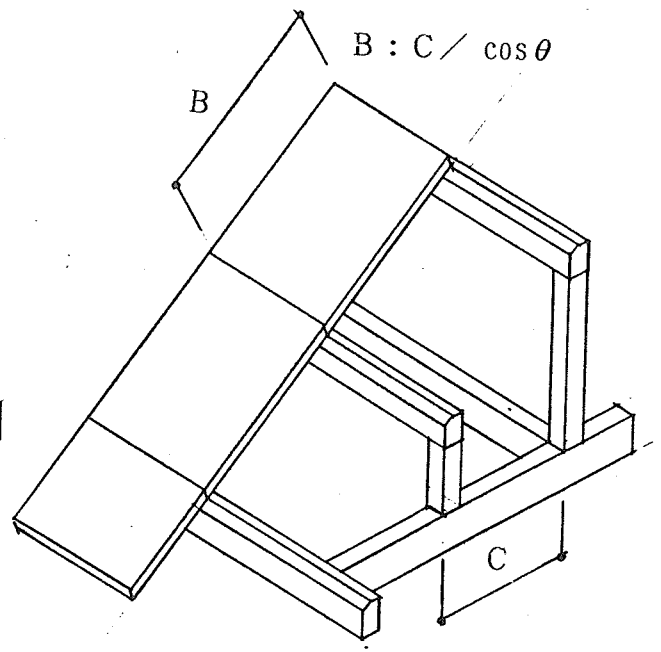


図2. 6-18 母屋と屋根パネル

システムF

枠組垂木と呼んでおり、通常の2×4の手法をパネル化したものであり、実現性は極めて高い。しかしながら図のような構法では切妻のみが可能のようである。

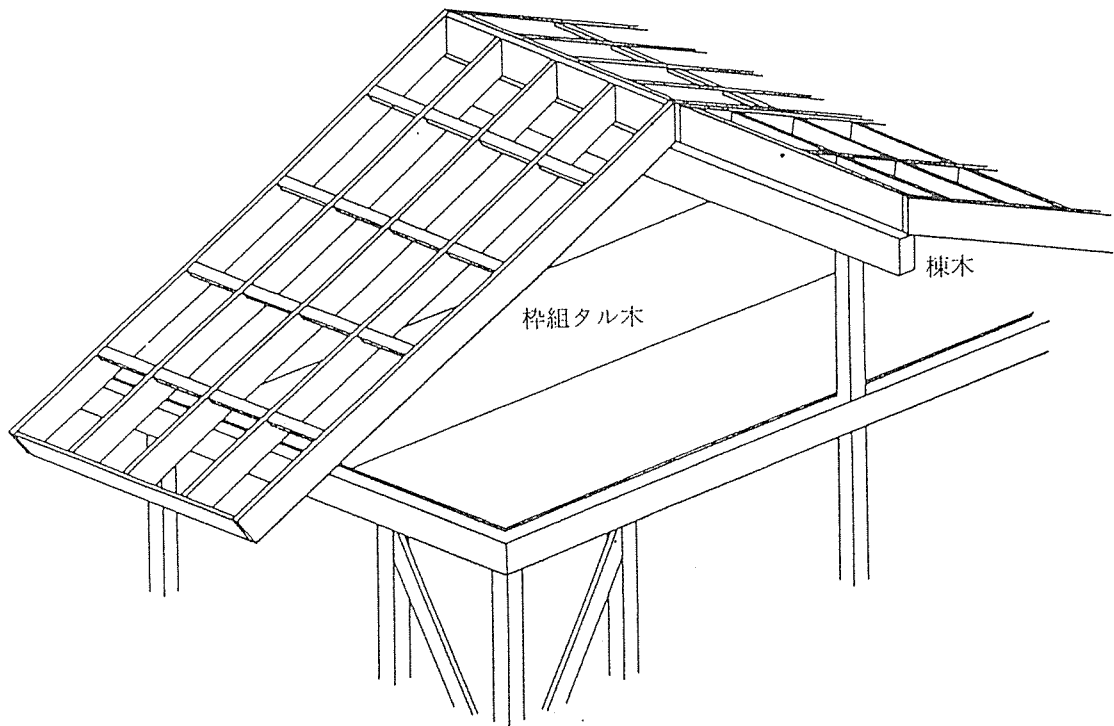


図2. 6—19 システムFの屋根構成（梗概集より）

（2）分析の結果—合理化認定システムの合理化の手法と可能性

前節2. 6. 2の表2. 6—1と比較して分かることは切妻屋根が圧倒的に多くなることであり、複合屋根がないということである。寄棟や入母屋、複合屋根が合理化された手法でなしうるのは困難な課題であったためか、小屋組の合理化に積極的な案の多くは実現されておらず、プロトタイプのまま変化しなかったか、さらには机上の空論のままで立面図を書き起こすまでも至らなかったためではないか。なお表2. 6—1と表2. 6—3で重複している例はない。

表 2. 6—3

システム	小屋組の形式	合理化の手法	合理化の可能性	屋根形状
A	和小屋	なし	パネル化	不明
B	洋小屋	大スパン化		切妻
C	和小屋	接合部の改良		寄棟
D	登り梁	大スパン化+デッキボード		切妻
E	和小屋	パネル化	小屋組の改良	切妻
F	2×4垂木	パネル化		切妻

2. 6. 5 非構法的な問題の合理化

小屋組の合理化を阻害する要因として、複雑な屋根形状があげられる。複雑な屋根になってしまう原因は幾つかあるが、それらにいかに対処するかについてかんがえる。また供給の合理化についても少し言及する。

(1) 供給の合理化

a 屋根勾配を統一する。

屋根勾配を統一することは階高や梁間に垂直距離を統一することの延長であるが小屋組の場合、1棟の住宅だけでは意味をなさず、複数の住宅に建設に関わる範囲、つまり工務店単位あるいは工場単位で行わなければメリットは見出せない。

(2) 複雑な屋根形状とならないために

b 屋根形状の基本形を踏まえる。

屋根形状の基本形を踏まえることは役物が少なくなり部材の種類、点数が削減できることのほかに、設計、施工の手間も軽減可能になる。単純極まりない形態が意にそぐわない場合や平面の形態上不可能である時は、屋根の基本形を崩してまで強引に納めるよりも、次の様な手法によるべきである。

1 基本形を複合する

2 下屋を付加する

試みに2. 6. 3の住宅例Aを例に採ると図2. 6—20のように、不整形な平面に寄棟を複合させて屋根を載せているわけであるが、極めて複雑である。隅木が8本も要して

おり、かつ1つの屋根面が支配する面積は極端に小さい。寄棟の複合形としては、決して大袈裟な数字ではなく屋根の架け方としても正しいのであるが、bの手法の例として、施工の手間を削減するには、図2. 6—21のように下屋を付加することが考えられる。この場合、意匠的なことは考慮していない。

また住宅例Aのように複雑な屋根を和小屋以外の方法で架構するのは難しいと思われるが、和小屋以外の方法を第3章で提案する。

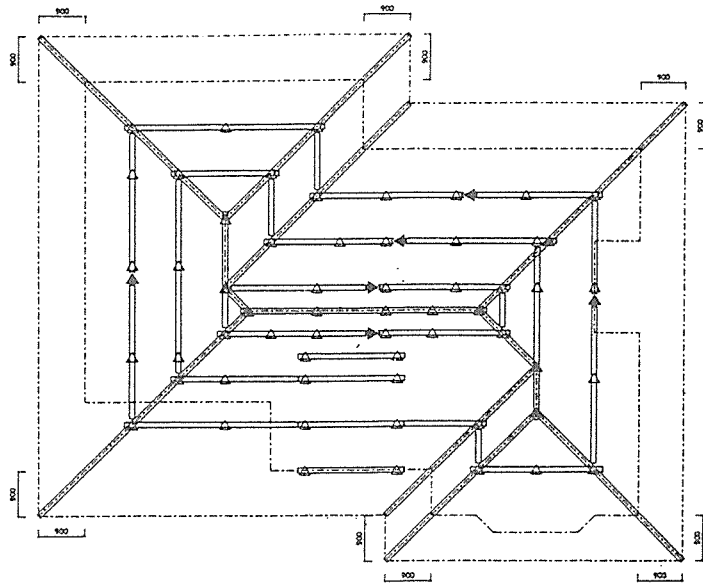


図2. 6—20 複雑な屋根形状の例（梗概集より）

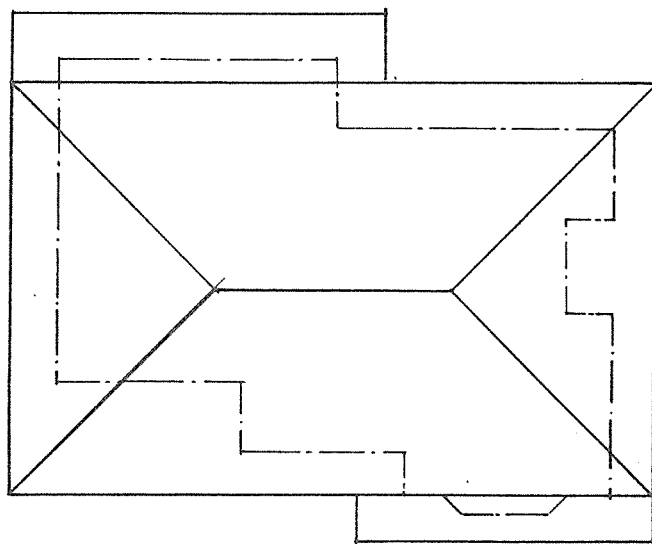


図2. 6—21 同じ平面で単純化した屋根形状

c 平面形状および軸組の構造を単純にする。

小屋組のみの問題ではなく、全体の構造を明快なものにすることが現状の住宅を見て言えることである。これは基本計画まで遡る設計自体の問題でもある。

c' 軸組の構造と小屋組を切り離す。

通常の住宅では2階の梁および桁は軸組の構成要素であり、なおかつ小屋組の構成要素でもある。このことは平面形状によって小屋組および屋根形状が追従を強いられることになる。一般の住宅規模ではcの手法に依ったほうが良いのかも知れないが、プレファブ化を考えれば住宅の規模に関係なく有効な手法となりえるのではないだろうか。

3 新しい軸組構法システムの提案

3.1 軸組構法の提案

3.1.1 提案構法の条件

提案に先立って、提案される構法が、成立する諸条件を決定する事となり、下記のような条件項目が挙げられた。

- ・対象供給地：都市近郊（地方県庁所在地都市規模の都市近郊）
- ・木材供給者：従来の木材供給者
- ・基本の構法：木造軸組構法
- ・住宅レベル：プレハブと競合するレベル
- ・生産者技能：非熟練レベル

その他、下記のような項目も挙げられたが、これらは条件としては決定されなかった。

- ・生産主体：年間数棟から30棟規模の工務店、大工
- ・供給棟数：100から500棟
- ・加工機械：複雑な加工機械は不要
- ・接合金物：既製品（またはオープン部品として成立可能なもの）
- ・使用木材：乾燥材、集成材

システムの供給者、現場での建設者（大工、工務店）が別になるのか、同一であるのかという点は各提案にゆだねられている。また、オープンシステムとして成立し得るものとする、という共通の理解が得られている。

3.1.2 合理化提案

(1) (在来)木造軸組構法の合理化の方向性として、軸材の寸法と接合技術のシステム化、面材のパネル化と標準化が、構法的な側面において目指されているが、2.3.3に触れたようにいくつかの問題点が、直感的に予想される。

その問題点を下記に再び要約しておく。

1) ピン接合化への危惧（軸組材）

- ・接合部に会する、柱、梁、胴指しなどの部材が、「通し」にならず、接合部が材端部となるような接合法となっている（金物による解決？）。
- ・軸組構法では、隅の2面を開口部とする場合が少なくない。このような部位でのピンの接合は、建物全体では剛であっても、部分的な変形を招くのではないか。

2) ピン接合化への危惧（パネル材）

- ・パネルは梁間分の長さで設計されたものが多く、両端の2点による支持となる。
- ・軸材に面材を外付する場合、室内で壁パネルと床パネルの間に勝ち負けが生じる。

3) 歩留りの低下

- ・パネル化、プレカットの採用によって、歩留まりがある面で向上するものの、パネル化自体が、一方において、パネルを構成する上で、材積そのものを増す場合が少なからずあると考えられる。

(2) 以下に提示する案は、合理化の基本的な方向性の中で、上記の予想される問題点を回避するための、基礎、小屋組を除いた軸組構法に対する試案である。すぐに試案の紹介にはいる前に、上記の軸組構法とパネルとを組み合わせることからくる構造的な危惧などの回避、という言い方とは別の意図があることにも、触れておきたい。

多くの提案工法がとっている合理化の方向性は、突き詰めればパネルタイプのプレハブに収斂してゆくように思われてならない（この構法自体の合理化の余地はまだあるとして）。すなわち、提案の方向性である生産性、汎用性、施工性を突き詰めれば、部材、部品の寸法、接合法に限定（スキップフロアなどを試みない限り、壁パネルの高さを1種類とする、といった限定）を加えることになり、更に、壁パネルが面内方向の水平荷重に耐えられるようにつくられたとき、同時に鉛直荷重をも支えてしまうものであるなら、構造上の軸組は無駄ということになり、上記の方向に収斂するのではないか、と思うのである。

であるから、別の意図とは、軸組構法の形式を生かした合理化を考えてみたい、という意図である。しかし、決定的な方向性は見だし難く、残念ながら意図に沿う試案には至っていないように思う。

1) 桁行方向、梁間方向の区別

多くの提案構法は、床をプラットホーム形式に造るために、梁、胴差し、小梁など横架材の上端を同高に納めている。木造構法では、接合部における材の欠損の欠損や、荷重の直接的な支持という意味から、かつてはこうした納まりは避けられてきた。その点、提案構法では、継手、仕口による納まりに替えて、金物を介する間接的な接合に置き換えることによって、同高に納めているものが多い。

床をプラットホーム形式に造る上で、横架材を同高に納めねばならないのだろうか。直接的には、施工性に優れる2×4やパネルタイプのプレハブからの影響があり、間接的には、かつて民家が巨大化する過程で、軸組構法として桁行方向、梁間方向という区別を失ったであろうことを背景に持つのではないか（桁行、梁間は、小屋組に関連して使われる言葉であるが、ここでは便宜的に使っている）。

本提案では、横架材に、鉛直荷重を受ける梁間方向と、軸組を繋ぐ桁行方向に役割を分け（以下では、荷受け方向・荷受け梁、繋ぎ方向・繋ぎ梁という呼び方を採る）、かつその高さを違えて納めることを第一の提案とする。またこのことによって、床レベルを同一高さに揃えることが不可能とはならない。設定条件に沿う住宅の規模や平面の複雑さの範囲では、このような区別を行っても設計上の拘束にはならないだろうと予想している。また、このような区別をした上で、横架材寸法を成、長さの両面で整理し、材種の限定を行う。横架材継手に付いては、下記の第3項のようにし、継手、仕口ともほぞ、大入れ、目違い、渡り顎など簡単な加工形状を目指す（汎用機によるプレカット）。

この提案の利点、欠点について考えておく。

- ・荷受け、繋ぎのいずれ方向の部材であるかによって、材の大きさ、架構の位置関係が異なり、かつその違いを記号によってでなく、視覚的に把握できる。
- ・荷重を受けるか否かで材の成が分けられていて、適正な歩留まりが得られる。
- ・横架材の接合位置は芯継ぎとして考えているが、全ての柱位置で継ぐのではなく、管柱上でまたぎ越す荷受け梁、繋ぎ梁を用い、接合部でのピン接合の数を減らすことができる。また、そのとき接合部での材欠損は適正に納めることができる。
- ・隅柱で交わる2面を開口部とするとき、柱を管柱とするのは、梁に対する柱のピン接合が面材（壁）によって拘束されていないだけに望ましくない。よって通柱とするが、このとき荷受け方向と、繋ぎ方向で柱との接合高さが異なっているので、材欠損（脆弱な接合）を避けることとなる。
- ・梁下端の高さが荷受け方向、繋ぎ方向で基本的に異なり、パネルの種類が増える。

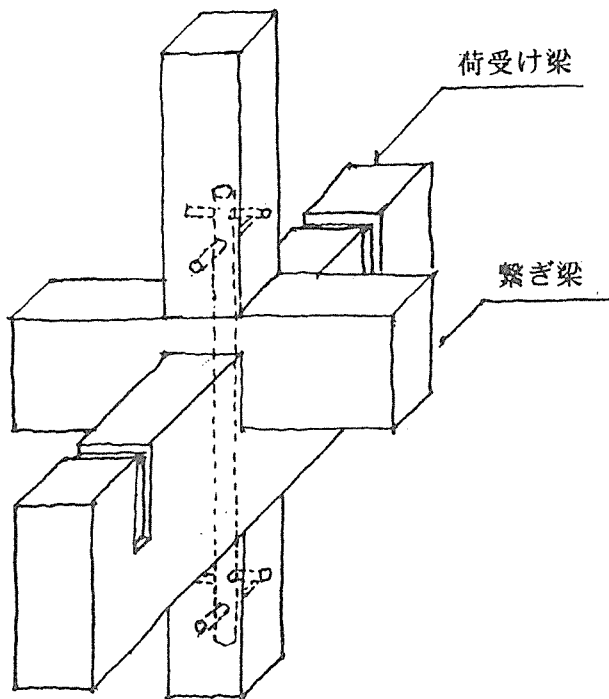


図 3.1-1 管柱の場合

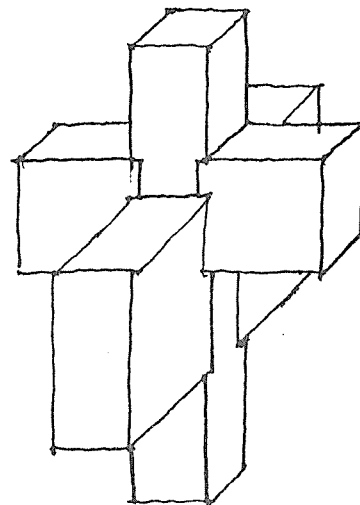


図 3.1-2 通柱の場合

- ・通柱は原則として隅柱
- ・梁の一方のみが芯継ぎの場合は本図参照

2) 床パネル

床パネルに関しては、ピン接合の問題、歩留まりの問題、壁パネルとの勝ち負けの問題を挙げたが、それらに対し次のような提案を試みた。

- ・床パネル枠（床下地材—構造用合板—がその上に張られている）と繋ぎ梁とを同高に納め、床パネルを荷受け梁に根太部で大入れ乗せ掛け、または渡り顎とする。渡り顎部では、パネルが次の荷受け梁まで延び、ピン接合を回避している。床パネル根太は2種類程度の成の材を用い、また根太間隔の異なるものを2種用意し、荷重やスパンの違いに

対する対処とする。梁の根太との仕口部はプレカットしておく。

- ・床パネルは、パネルと隙間が交互にくるように設置し、パネル設置後すみやかに、構造用合板によって隙間を覆い、床版を完成する。繋ぎ梁上部はパネルでなく、隙間となるよう設計する。パネル、隙間を交互に配することで、パネル枠が2重になるムダを無くし、また梁と接するパネルが、一般的にはシステムの中で特殊パネルとなるが、この提案では合板の現場張り（巾はプレカット）とすることで（消極的に）解消する。
- ・壁パネルとの勝ち負けは、壁の耐力をブレースによって発揮させ、壁パネルを非耐力的なものとする事で床勝ちを原則とする。

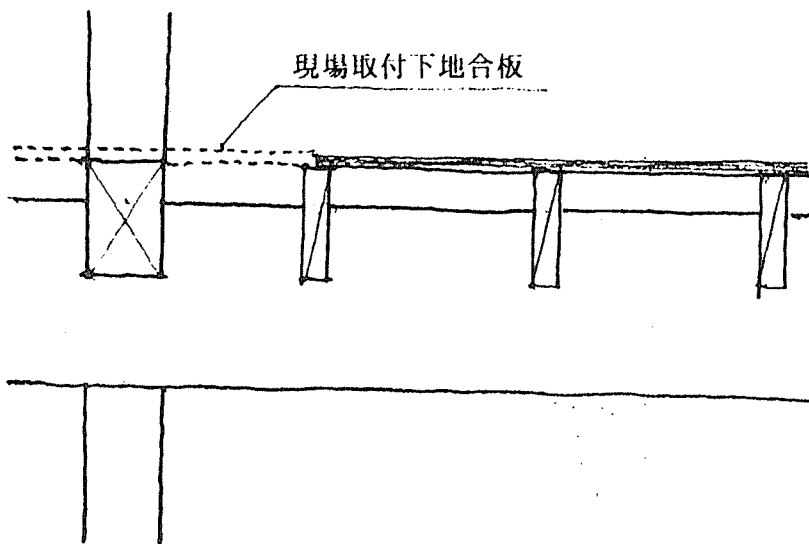


図 3.1-3 床パネル 繋ぎ梁方向断面

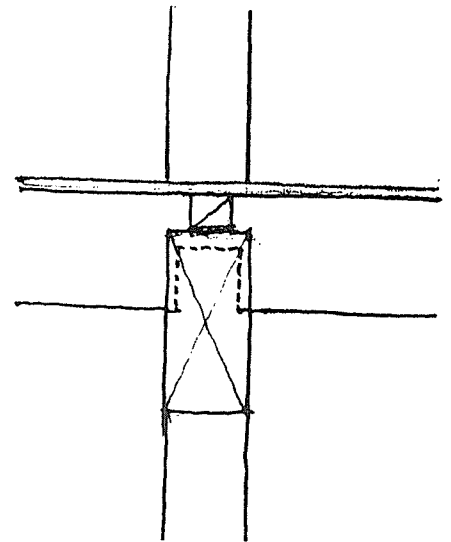


図 3.1-4 床パネル
荷受け梁方向断面

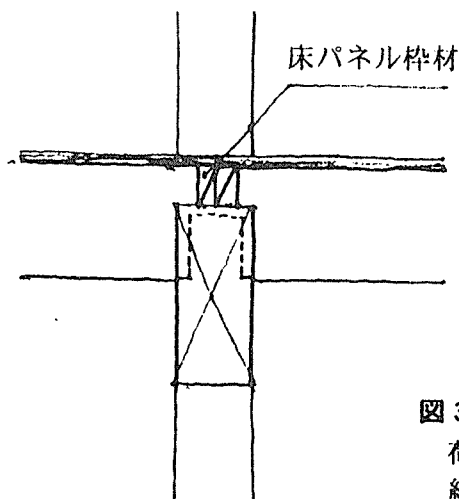


図 3.1-5 床パネル
荷受け梁方向断面
継手をつくる場合

2') 床パネルの別案

上記の床パネルは荷受け梁間を場合によって2梁間分を飛ぶことになる。この長さは搬出入において、クレーンを要する長さで、前提にしている工務店規模を超えている（搬出入をオープン部品としてのパネルのメーカーが行うとすれば問題は生じない）。そこで、小型化した床パネルの提案を加えておく。

- ・小梁を荷受け梁間に、繋ぎ梁と同高に渡し、それらの間に床パネルを掛け渡す。パネルと隙間を交互にとる方法はここでも用いられる。

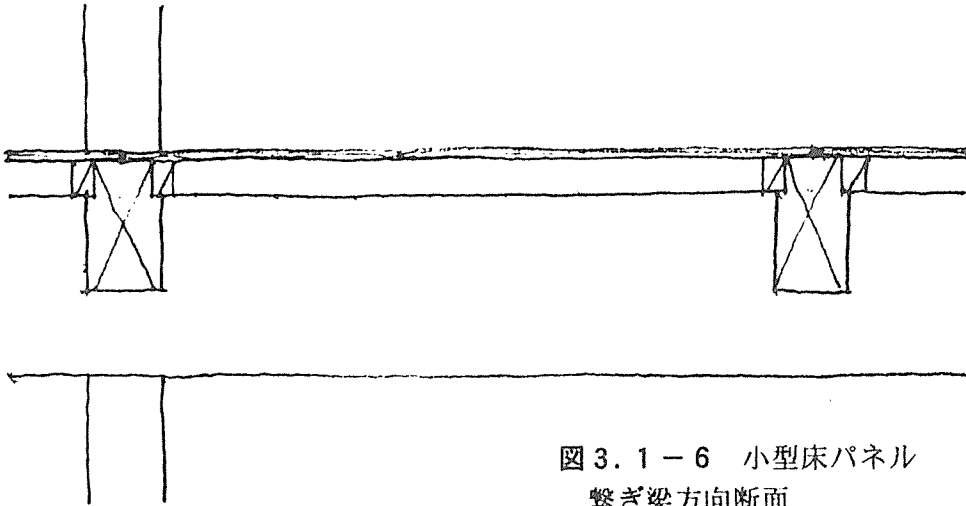


図 3.1 - 6 小型床パネル
繋ぎ梁方向断面

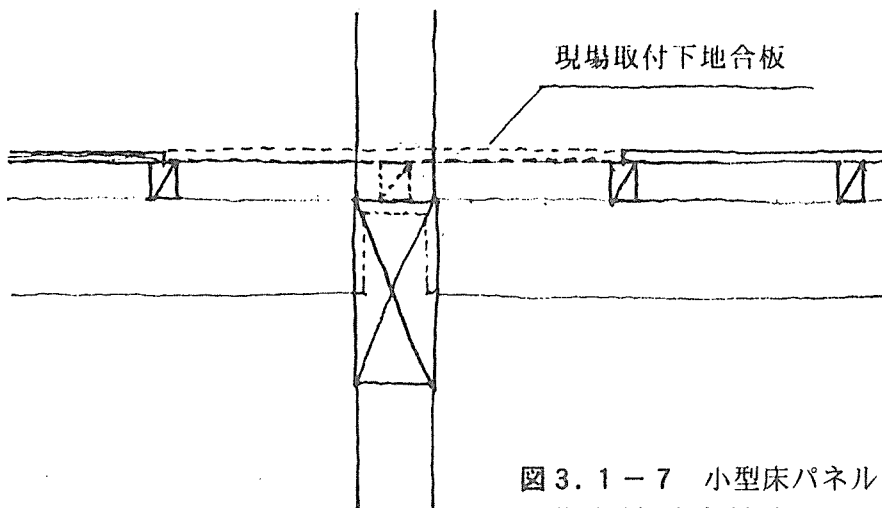


図 3.1 - 7 小型床パネル
荷受け梁方向断面

3) 耐力壁

既に、2)に触れたように、壁の耐力はブレースによって確保することを提案する。軸組工法の軸材のつくる枠内にパネルをはめ込んで行くとき、内壁で床パネルとの間に勝ち負けの問題が生じたり、パネルと軸組のつくる枠との間の施工上の隙間の処理の問題が現れ、すでに書いたように耐力の実効性に疑問を感じる。ブレースの提案は、壁パネルに替えて、水平外力に確実に抵抗するものとして、という意味がある。

また、これも既述のように、軸組の形式を保ちながら合理化を考える上で、パネルを多用することを避けたいという思いが、背景にあつての提案である。その方針は、部品のみを入手し、大工によって取付可能であること、なるべく、厚みの少ないものとし、試みとしてステンレス、またはスチールのワイヤーを使ったブレースを提案する。

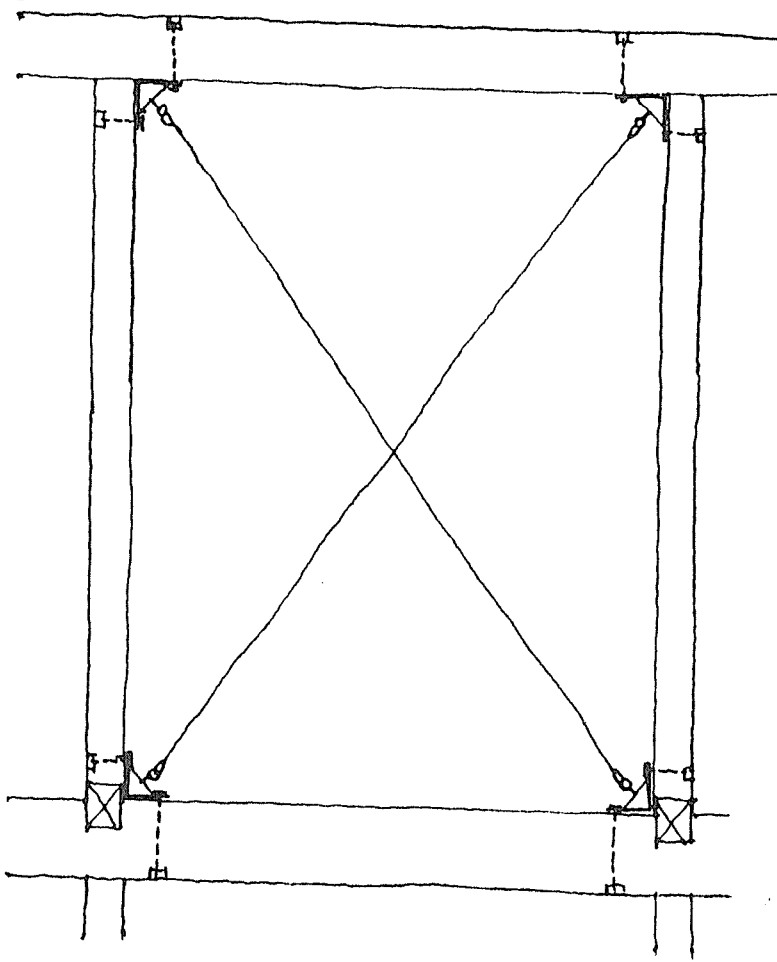


図 3.1-8 ワイヤーブレース
 ・交差部はワイヤーの接触を避けるため、ビニールで被覆



図 3.1-10 ワイヤー
 ・アイエンド（下端）では工場でデンデンボルトを取り付けておく
 ・フォークエンド（上端）では現場で取り付け可能

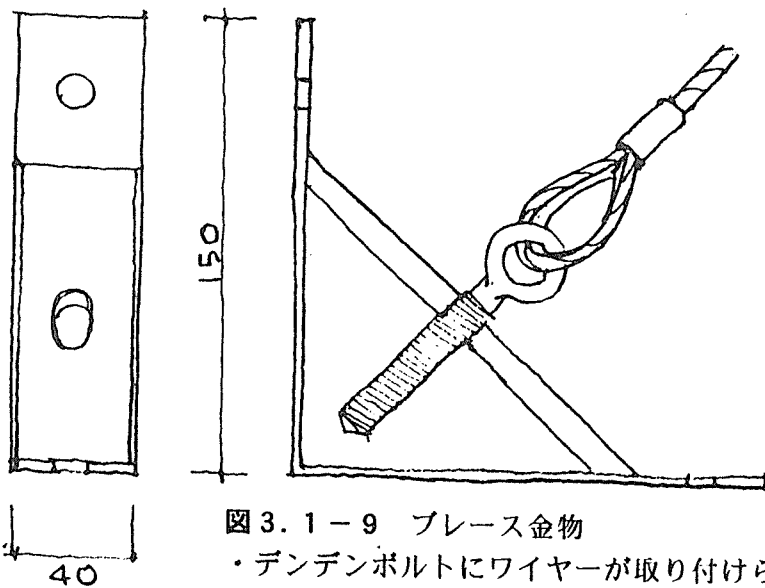


図 3.1-9 ブレース金物
 ・デンデンボルトにワイヤーが取り付けられている。ボルトは上下でネジが逆ネジになっていて、ワイヤーが捻れないようにボルトを均等に回転させて、緊張を与える。

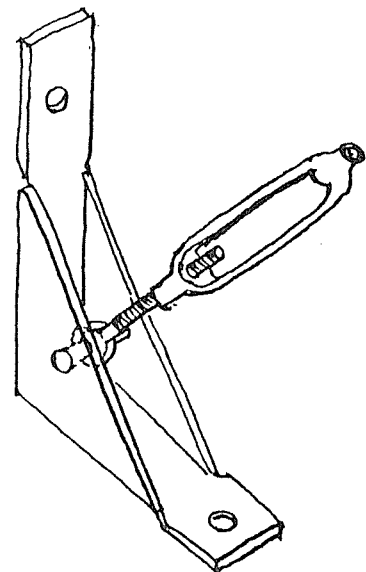


図 3.1-11
 ブレース金物代案
 ・この方法では捻れの発生を手元で押さえながら緊張を与えることができる

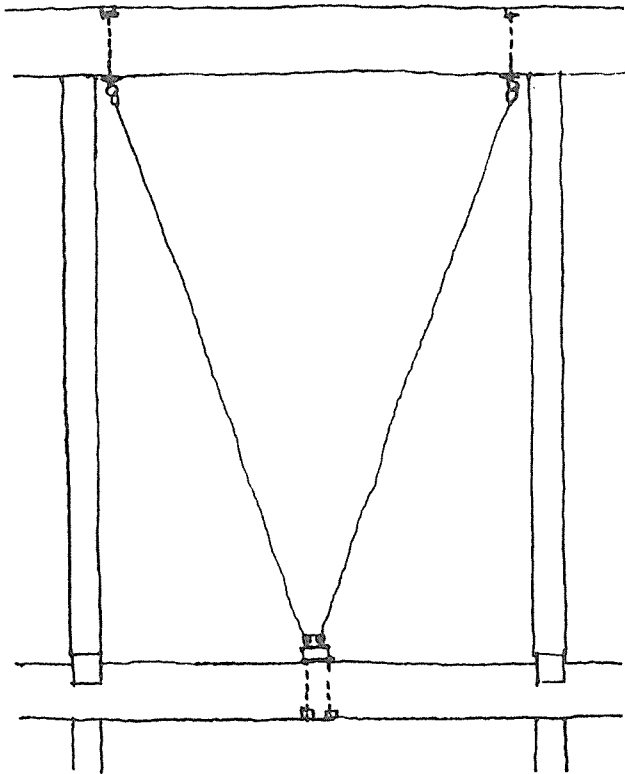


図3.1-12 ワイヤブレース代案

・ワイヤブレースを図のようにとりつける方法もある。床荷重が二層の梁に分担されることにもなる。

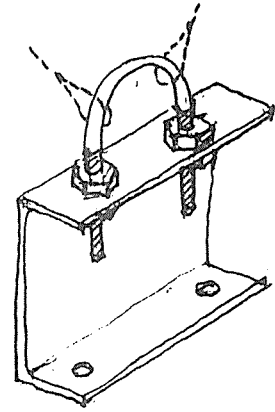


図3.1-13

ブレース金物、Uボルト

・ボルトを固定する二枚のナットによって緊張を調節する。

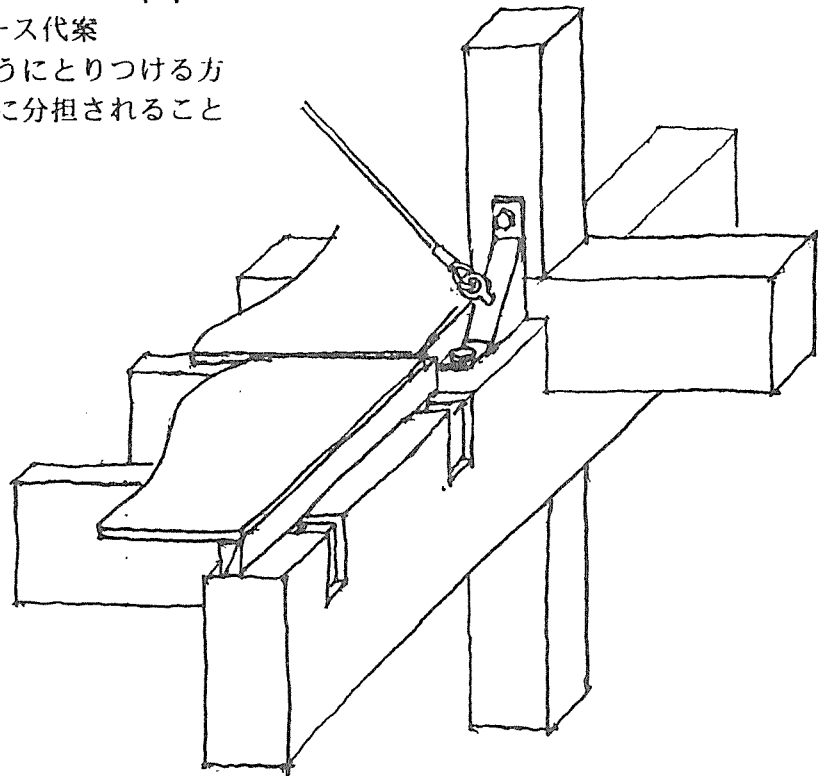


図3.1-14

ブレースと床、壁

・提案では、ブレースの露出は考えていない。壁パネルによって、金物、ブレースとも隠される。

4) 非耐力壁

非耐力壁は、パネル化されて軸組の枠内、あるいは外付け、あるいは軸組とは無関係に建てられる。それらのパネルの高さは、荷受け方向、緊ぎ方向の違いもあって、少しずつ不揃いとなる。そこで、提案するパネルは、現場で高さを調整する半完成のパネルとする事を提案した。

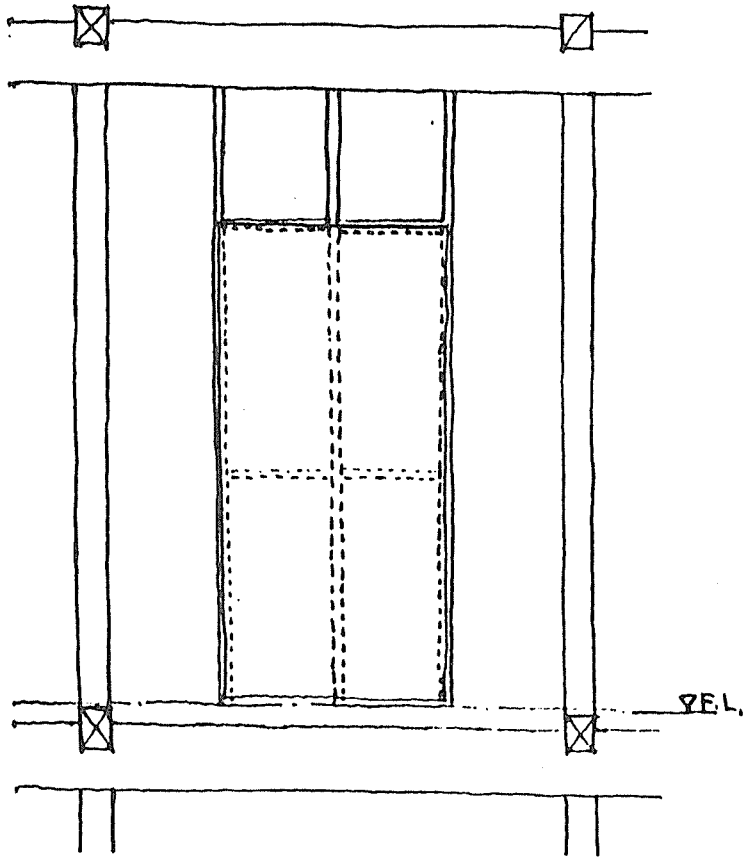


図 3.1-15 壁パネル

・パネル上部は間柱のみが突き出ている、現場で所用長さに切り、据え付ける。

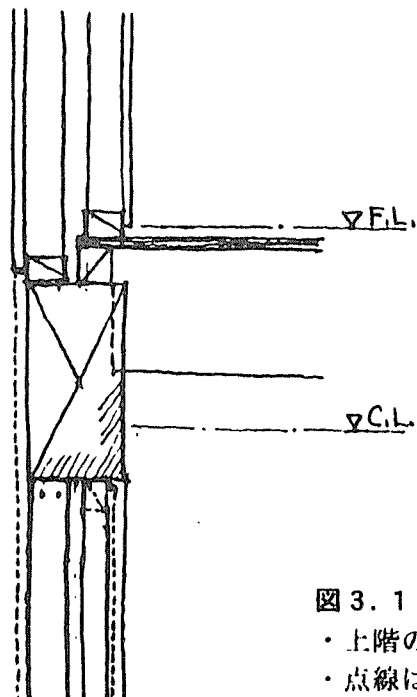


図 3.1-16 壁パネル詳細

・上階の内壁は大壁、下階の内壁は真壁
 ・点線は、現場取付下地材（パネル表面材と同材）

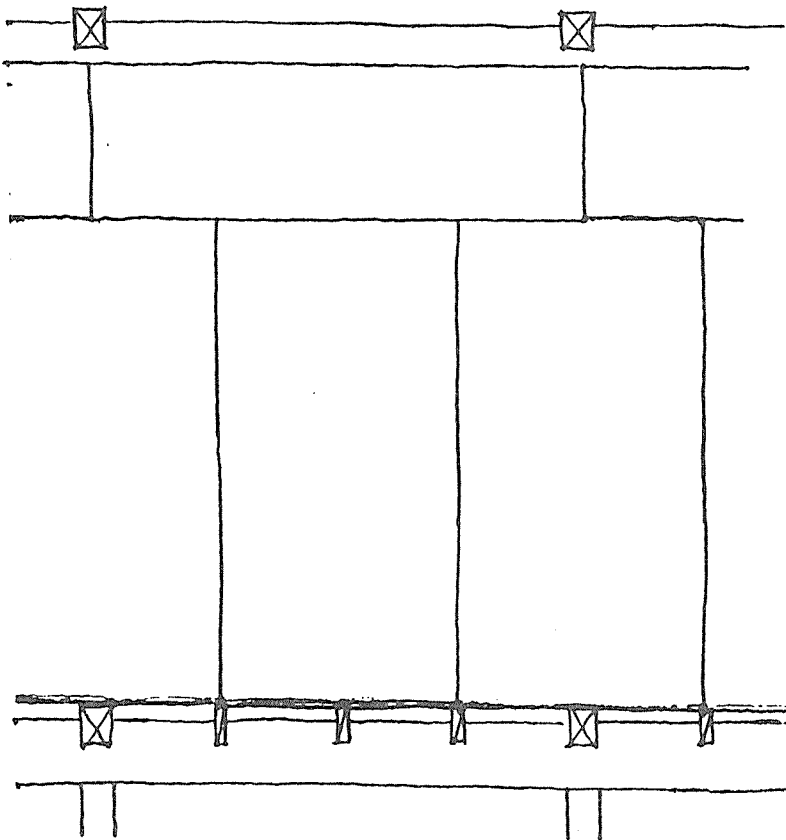


図 3.1-17 パネル割り付け
 ・壁パネルの据え付け後、残余の壁面に下地材を打ち付ける。

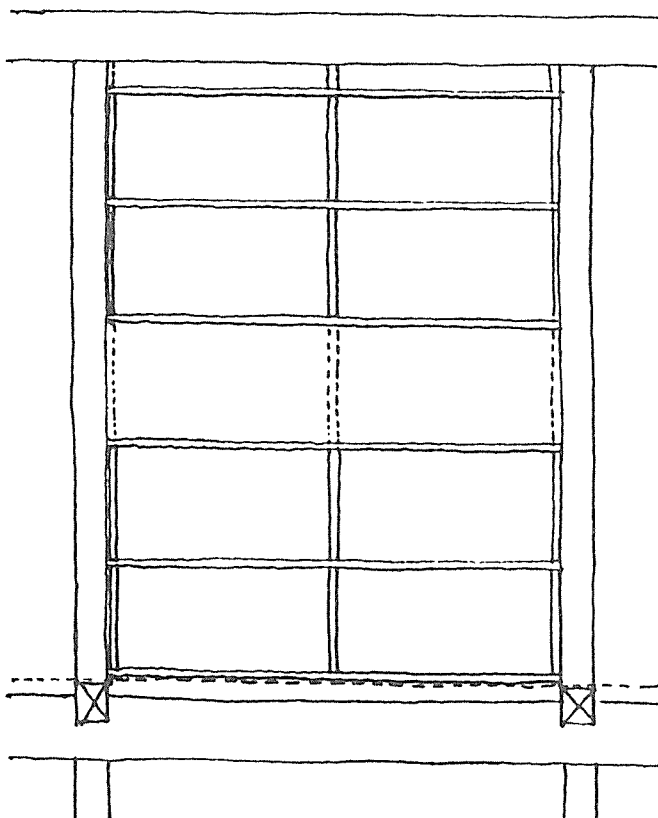


図 3.1-18 壁パネル代案
 ・スキップフロア、吹き抜けなどで階高が変則的になる場合、壁パネルは図のように、柱間に渡すタイプが考えられる。

3. 2 提案構法 半外付け真壁パネル構法

今日、軸組構法の合理化のために、大手ハウスメーカーの商品、または地域工務店による合理化認定システム等で数多くのパネル構法が提案され施工されている。これは、工事の集約化（工場生産による現場作業量の低減）、標準化（部材種数の低減）によって工期の短縮、コストの低減、性能の均一化を目指すものであり、また高気密高断熱化のために面剛性、断熱性能の高い均一な外壁を作ることを目標にしている。また、寒冷地では現場工期短縮により、限られた工事可能期間を有効に使えることが大きなメリットになる。パネルは構造用合板を耐力要素にする合板パネルと筋違いを耐力要素にする筋違いパネルと大きく分けられるが、大きい耐力を利してのプランニングの自由度、パネル製作の標準化の観点から合板パネルのほうがメリットが大きいと思われる。

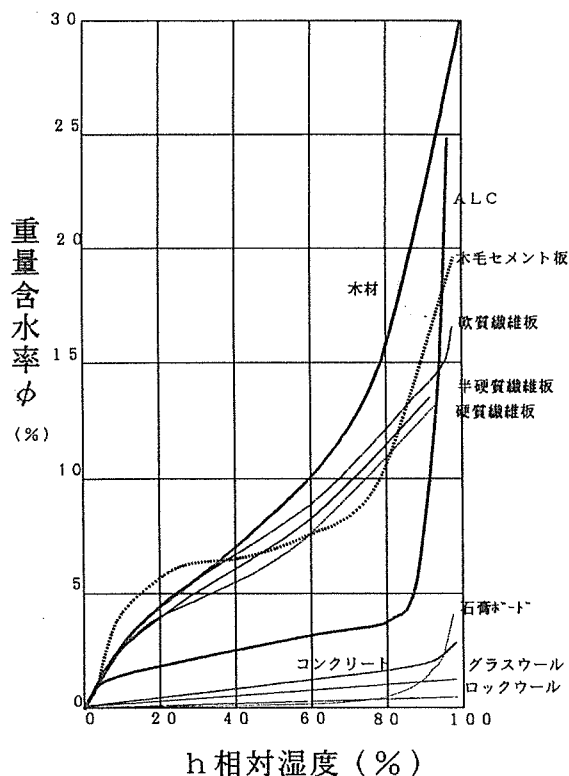
半面、既存のパネル構法のパネルは全て軸組見込内に納まる大壁のため、通年を考えた居住性の確保がむずかしいのではないだろうか。冷房の必要がない寒冷地では問題は少ないが、夏期の冷房が不可欠な本州の都市部では、居住性のみならず壁体内結露の問題も解決できないだろう。

今後、住宅供給の主な対象は、団塊の世代を過ぎて50～60年代生まれの層になっていく。生活のイメージは大きく変わるだろうし、家に対する思い入れも変わるだろう。次世代に受け入れられる住宅とは、どのような住宅だろうか。

本稿は夏期の冷房が不可欠な都市部の小住宅のための、構造用合板を耐力要素とする外壁パネル構法の提案である。

3. 2. 1 外大壁・内真壁の合理性

高温多湿な本州以南の都市部において住宅の室内環境を考えると、調湿は大変重要な問題である。現在、室内空気中の湿気は冷房除湿を行ないエネルギーを消費することで解決している。しかし、木造住宅を構成するほとんどの建築材料は多かれ少なかれ吸放湿特性を持ち、その周囲を調湿している。材料の吸放湿特性は、平衡含水率曲線（図3. 2-1）で示されるが、木材のように相対湿度の変化に応じて含水率を変化させる度合いが大きい材料ほど、優れた吸放湿特性を持っていると言える。約40坪の一般的な木造住宅は、おおよそ15^m前後もの



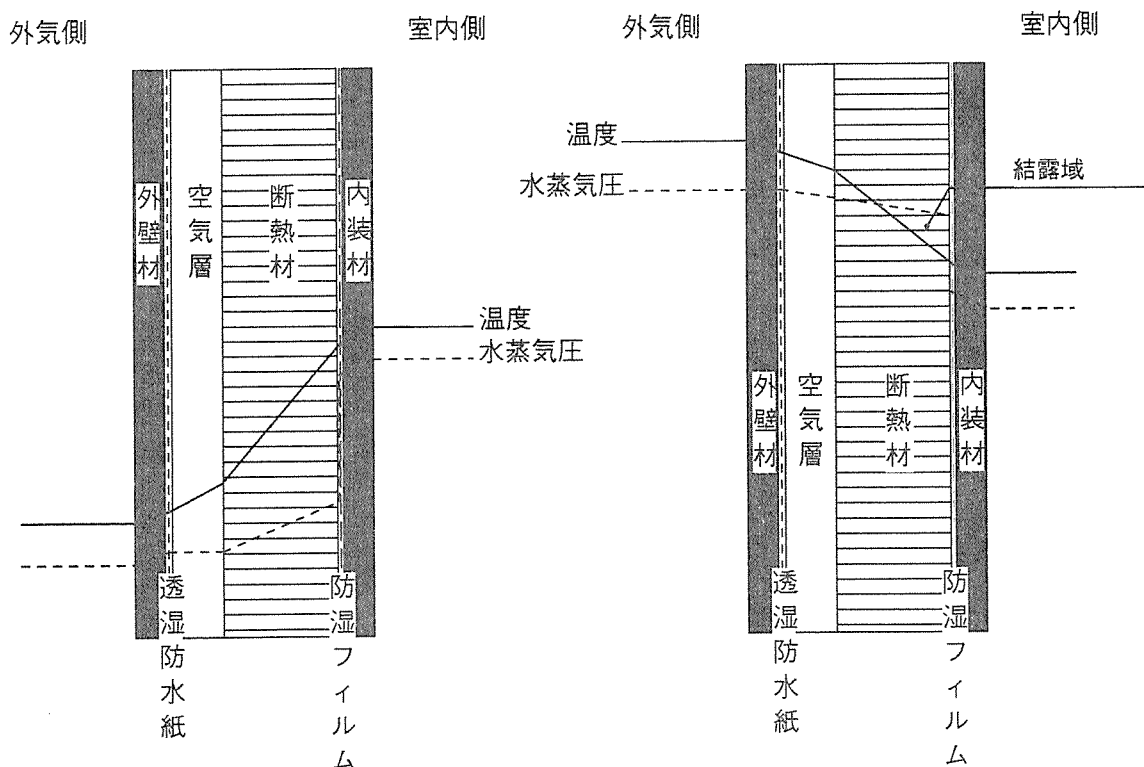
(図3. 2-1) 平衡含水率曲線

体積の木材という優れた吸放湿材料を構造材にしている。これを大壁にして壁内に隠蔽し室内の調湿に利用しないことは、合理的解決とは言えないだろう。

一方、外壁は風雨に対する耐候性はもちろんのこと、都市部では防火性能が必要である。また、密集地もしくは大規模な開発地では、景観統一のために付加的な意匠操作を行える構法であることも必要であろう。この性能を充たすためには大壁構法を取ることが合理的であり、今日の多くの既存構法が外壁を大壁にしていることは自然なことである。

3. 2. 2 壁体内結露害の防止

結露はその材料の温度が周囲の空気露点温度以下になったときに生じる。冬季暖房時の外壁の室内側表面結露の問題は、壁内に断熱材を入れ表面温度を上げることで解決できるが、外壁の外気側に設置される従来の防水層の透湿抵抗がとても高いため、壁内に侵入した室内の水蒸気がそこで凝縮し壁体内結露となり表面結露以上の問題となっている。このために外気側に通気層を設け外気側の透湿抵抗を低くするか、室内側に防湿層を設けて室内側の透湿抵抗を高くする解決策が取られているが、前者の考え方では防風対策が完全でないで冷気が断熱材内に侵入して断熱性能が低下する危険があり、現在では省エネルギーの観点から後者の解決策が合理的であるとされている。但し、いずれの場合も精度の高い施工が前提となっており、特に防湿層（防湿フィルム）の施工は現場作業レベルでは極めて困難である。



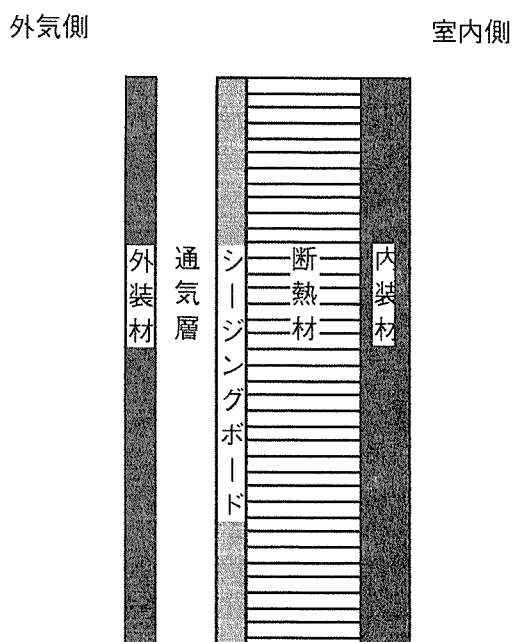
(図3. 2 - 2) 冬季の外壁内の温度、水蒸気圧の状態 (図3. 2 - 3) 夏季

つまり、冬季の壁体内結露を防止するためには、壁を構成する部材を室内側から室外側に向かって透湿抵抗を小さくなるように配置し、精度良く防湿層及び断熱材を施工することで解決できる（図3. 2-2）。この性能要求はパネル構法によって、比較的容易に満たすことができる。なぜならばパネル構法では、現場作業による施工ミスが出やすい断熱材と防湿材の取付けを工場生産にすることで、その取付け精度を大幅に向上させることができるからである。このこともパネル構法が寒冷地に適した構法であることの理由のひとつである。

しかし、冬季暖房時と夏季冷房時は室内外の温湿度環境が正反対になるので、夏季冷房時に壁体内結露をふせぐことはとても難しい。冬季用の対策が夏季冷房時には原因になってしまうからである（図3. 2-3）。特に都市部に建設される小住宅の場合、密閉された小さな気積に対して冷暖房を行うことを前提としなければならないため、問題解決は非常に困難になる。また、夏季は温度が高く腐朽菌の繁殖が活発になるため、問題は冬季より大きいと言える。

このように室内外の温湿度条件が逆転することを条件にいとると、通年で壁体内結露を防止することは不可能といえる。しかし一時的な結露は必ずしも材の腐朽にはつながらない。腐朽菌の繁殖が高まるのは相対湿度90%以上の環境が長時間にわたって保持された場合である。短時間の結露であれば、その総量が材料が含むうる水分の範囲内に留まることが考えられ、その含水率が相対湿度90%の雰囲気における平衡含水率に達しないかぎり腐朽菌が繁殖することはないといわれている。つまり、壁体を構成する材料に吸放湿特性の高い材料を選び、その能力で相対湿度の変化の振幅を小さくして結露状態になる可能性を少なくし、同時に壁体内の湿気の移動を止めないで放湿可能な状態にすることで、腐朽菌が繁殖可能な環境を作ること極力少なくし、結露による被害をなくすことができる。

このためには外壁側の透湿抵抗を十分に低くする必要がある。筋違いパネルは通気層を設けることで解決できるが合板パネルでは困難である。既存の合板パネル構法では、構面である構造用合板の外側に通気用胴縁を外付けして通気層を設けている例が多いが、構造用合板の透湿抵抗が十分に小さくないので問題の解決にならないだろう。提案構法ではパネルの



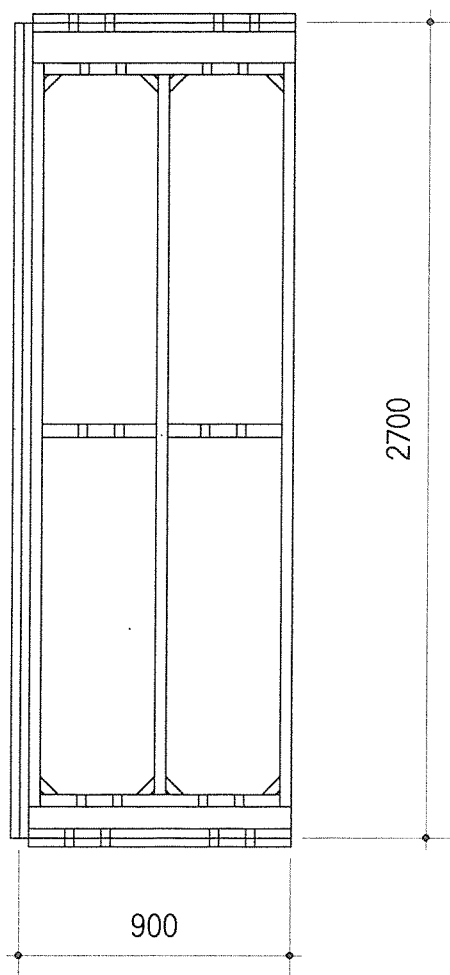
(図3. 2-4) 外壁構成図

見込みの中に通気層を設けることで解決を試みている（図3.2-4）。これは、通気用胴縁と比較すれば、パネル製作自体の合理化の点でも意味がある。なお、この項は、後掲の渡辺一正氏の論文に教示を受けている。正確な理解のために御参照されたい。

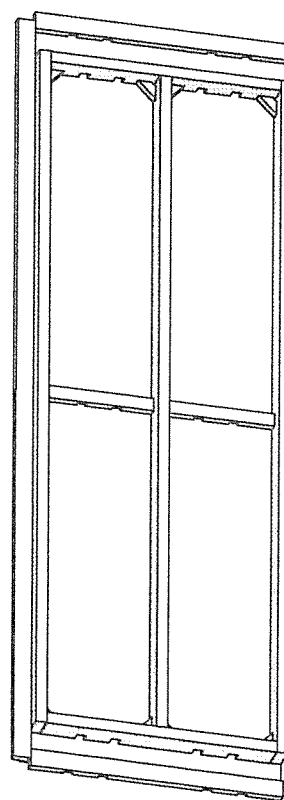
3.2.3 パネルの構成

提案構法は、パネルを30ミリの半外付けにすることによって、105角在来軸組の住宅の外壁を外大壁・内真壁にする構法である。パネルは900×2700の大版構造用合板、及び2×4材を使用し、柱と横架材の外面からの30ミリの出を確保するための受け材（30×60）を、上下及び柱に取り付く辺に取付ける。このパネルでは、構造用合板は柱または横架材の側面に直接取り付かない。真壁を想定した建設省告示1，100号第1の3を根拠にするが、パネル化した場合の軸組との精度については検証が必要である。

これに断熱材保持、防風、吸放湿材としてのシージングインシュレーションボードを固定するために、隅部に受け材、中央部に横胴縁を取付ける。通気層は上下棧に通気用の欠込みをすることで確保する。



（図3.2-5）パネル立面図



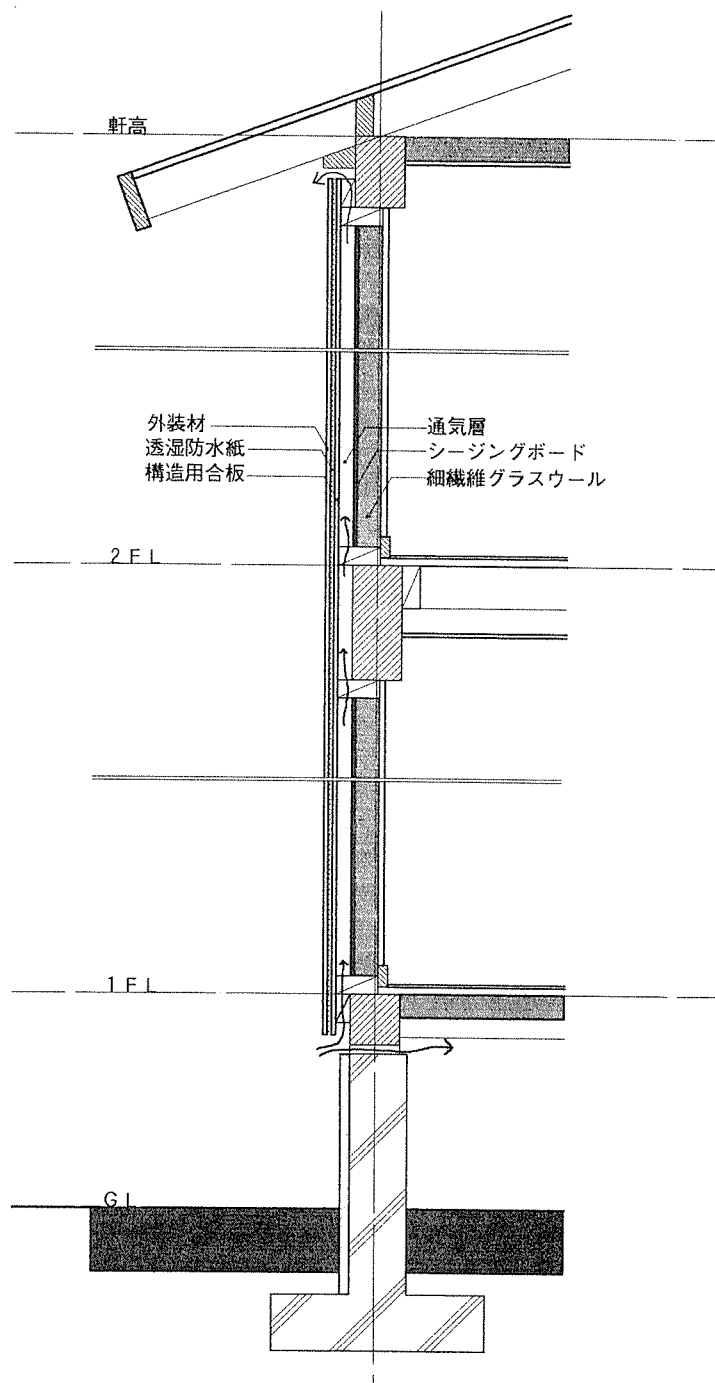
（図3.2-6）見取り図

パネルはこの状態で現場に搬入され、現場にて電気配線、シージングインシュレーションボード、断熱材の取付けを行う。断熱材の取付けを工場で行わないことは高断熱の流れに逆行するが、前述のように壁体を密封する構法ではないので、問題は大きくないだろう。また、量産による作業の習熟、シージングボードと細繊維グラスウールの施工性を考慮すれば必要十分な施工精度が期待できる。

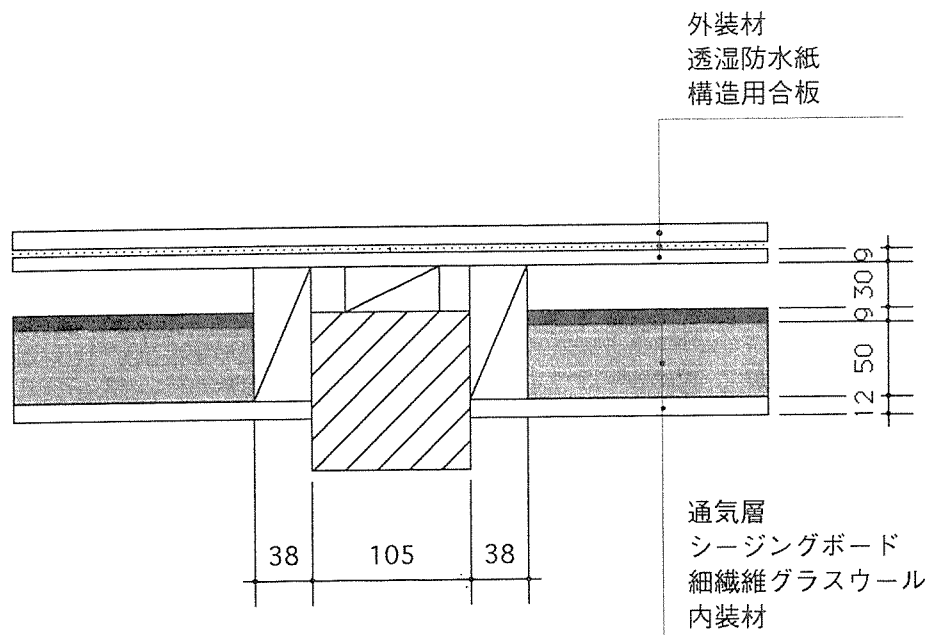
壁の構成は、室外側から外装材、透湿防水紙、構造用合板厚7.5～9、通気層厚30、シージングインシュレーションボード厚9、細繊維グラスウール厚50、内装材（左官材、石膏ボード等）となる。

外装材はサイディング、板金など通気性を持つものが望ましい。軸組との関係で柱に取り付かないパネルがでてくる場合は、構造強度上、面不陸の補正のために、パネル同士を横方向で簡便かつ強固に緊結する金物を開発する必要がある。

従来のパネル構法の場合、外壁部分の層間に電気配線を入れるためには、横架材にそのための欠込みを入れるか、もしくは、配線スペースを確保する必要がある。既存のパネル構法では電気配線、スイッチボックスの取付け等を工場で行うことも試みられている。この方法は部分的な工程の省力化にはつながるが、現場での対応も含む細かな対応に問題があると思われる。提案構法では、パネル建て込み後に横架材と構造用合板との隙間を利用して、容易にその配線を行うことができる。但し、配線はシージングインシュレーションボード、断熱材を貫通するので、その貫通部には塞ぎ材の施工が必要である。



(図3. 2-7) 矩計概念図



(図3. 2-8) 平面概念図

3. 2. 4 まとめ

軸組構法の合理化、低コスト化を考えると、プレカット加工機械の利用を避けて通ることはできないだろう。しかし、現在のプレカット加工機械では真壁の軸組を低コストで加工することはできない。本稿はパネルに関する提案にとどまっているが、今後この提案を可能にするためには、大壁を大前提として進められている軸組の合理化を真壁という切り口から検討していく必要がある。

前述のとおり、パネル構法の目的はコスト、工期の合理化、性能の均一化にあり、軸組架構材の仕口、表面を隠蔽する大壁構法は全体の合理化につながることはまちがいない。しかし、そのために意匠の画一化、ひいては生活、文化の画一化を招いていることも否めない。とくに、意匠に投資するだけのスケールメリットがない地域工務店の作る住宅は、大手ハウジングメーカーの商品と比較して、競争力のない意匠になっているのではないだろうか。

住宅生産は、量を至上目的にしていた時代を過ぎて、多様な価値観から生まれるさまざまなライフスタイルに対応しなくてはならない時代にはいつている。例えば、省エネルギーを考えると、限られたエネルギーをいかに無駄にしないで使うかではなく、いかにエネルギーを使わないで生活するかを考える人達が増えていると思う。さまざまなライフスタイルを持つ人達が納得できる低コストの住宅を供給する体制が必要だ。地域にあって全国

規模の大手に追随し、大多数を対象にする考え方に限界が見え始めている様な気がする。

住宅に必要な機能を満足する構法が、消費者にわかりやすい考え方を示すことができるなら、それは競争力のひとつに成りうるだろう。

低コストのパネル構法にこそ真壁という選択肢があるべきである。

参考文献　：図説木造建築事典「基礎編」　木造建築研究フォーラム編　学芸出版社
 第3章 熱・水分と木造　渡辺一正
 ：結露を止める　山田雅士　井上書院

3.3 外壁耐力パネルの提案

3.3.1 パネルメーカーによる外壁パネル

木造住宅合理化認定システムの中で考案されている外壁パネルは、機能上おもにつきの4つの、つまり①耐力壁 ②外壁下地 ③内壁下地 ④断熱を持たすように考えられている。これらの機能を持たすために、耐力壁のためには筋違いや構造用合板を、外壁モルタル下地のためにはラス兼用合板などを、内壁下地のためには胴縁を、断熱のためには断熱材をそれぞれパネルの中に組み込んで、パネルを作っている。機能を複合してひとつの部材、材料で兼ねている例は、これまで見てきた中では、シーリングインシュレーションボードの防水層、耐力要素、断熱性や、ラス下地兼用合板の耐力要素とラス下地といったものである。これらはオープンな部品、材料であるかぎり、こうした形態が製品として、限度であるように思われる。

仮にこういった、オープン部品の使用の前提を超えて、住宅の供給戸数と採算性も度外視し、1枚のパネルに上にあげた諸機能をできるだけひとつの材料に集約して、できるだけひとつのメーカーで製作できるようにし、工務店ではパネルの組立工場を持たずに現場でパネルの建て込みのみするようなシステムを考えてみる。そのような外壁パネルの案として、軽量気泡コンクリートや、ハードボードを使ったパネルを次に示す。

(1) 軽量気泡コンクリートパネル

このパネルは、軽量気泡コンクリートで作り、パネルのサイズは、巾を半間または1間の柱間寸法に合わせ、高さは階高分とする。(図3.3-1) 断面は、105mmと37mm(既存外壁用板材の寸法)の2枚を合わせた複合板とし、図3.3-1のような形状にする。パネルの取り付けは、片側の柱を建てた状態でパネルをレッカーで建て込んで

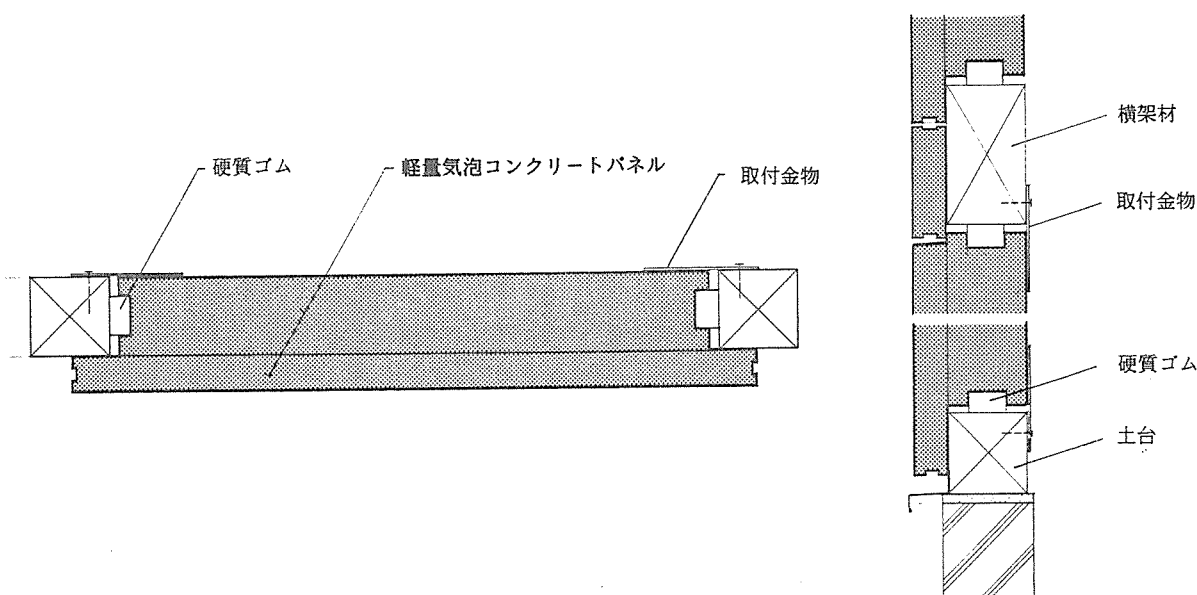


図3.3-1 軽量気泡コンクリート外壁パネル

いく。柱、土台、横架材にはあらかじめ硬質ゴムの受け材を取り付けておき、パネルの位置決めと脱落防止、そして軸組から受ける力を伝える役目をもたせてある。横架材まで建方が終了したところで、パネルと軸組を金物で留めつける。この場合、パネルは耐力壁、断熱材、内壁仕上げの下地、外壁の諸機能を担わせている。内壁の仕上げはボードをGL工法で貼るか、あるいは直に釘で貼ってもよい。外壁は吹付け、塗装で仕上げる。

(2) 成形ハードボードパネル

この案は、ハードボードを過熱加圧成形することでできる成形板を利用してパネルを考えている。(図3.3-2) パネルは柱、土台、横架材で囲まれる間を埋めるサイズとして、これら軸組面内の厚みに納まる成形板と、その外側に貼り合わせるシージングインシュレーションボードとの複合板できている。ハードボードの成形板は厚さが15~20mmとし、たすきがけ筋違い状の成形と、横胴縁状の成形がされている。構造的には、貼り合わせたシージングインシュレーションボードが構造用面材として働くと共に、この筋違い状のリブも圧縮方向の変形に対し抵抗する。横胴縁状のリブは、壁面の面外方向の力を受けると共に、成形板の肉厚で釘も効くため、内壁仕上げのボード貼りも容易にできる。シージングインシュレーションボードは、この材料のもつ機能の通り構造用面材としてのほか、防水層と透湿効果のある外壁下地として利用する。

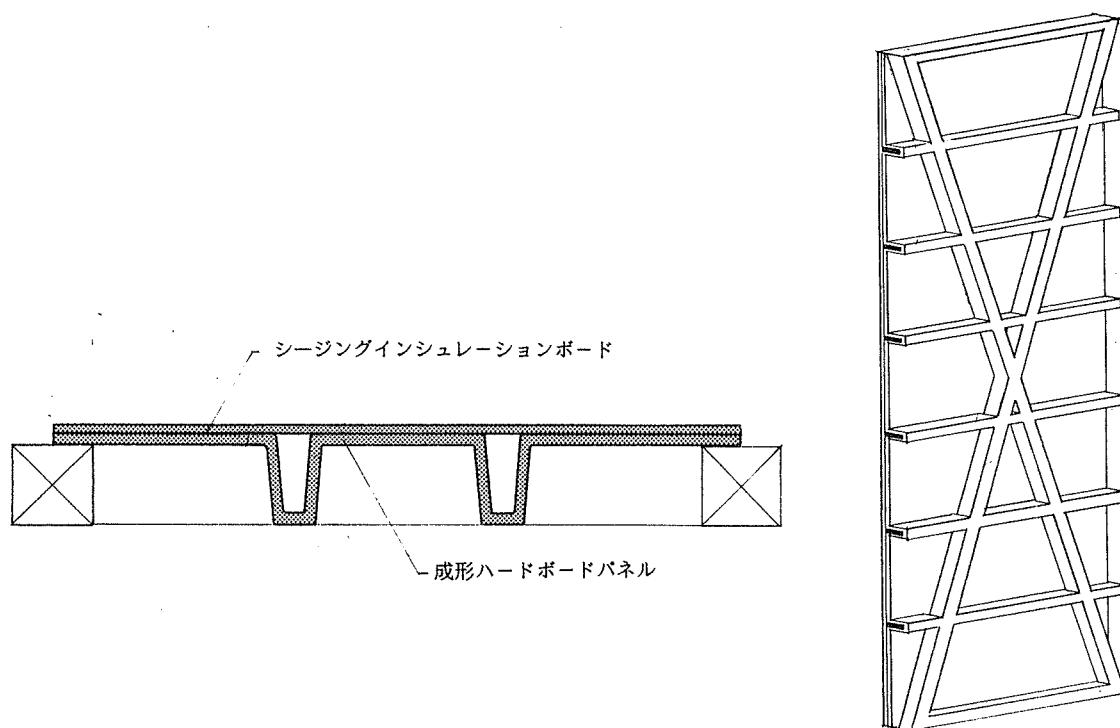


図3.3-2 成形ハードボード外壁パネル

3. 3. 2 外壁通気工法と壁パネル

木造住宅合理化認定システムの壁パネルの中で、耐力要素に筋違いを使用しているものは、先に取り上げた詳細のわかっている17の例のうち9例ある。一般にパネル化した場合、筋違いよりも構造用合板等構造用面材を利用して耐力壁を作った方が、間柱と筋違いの交差部の加工手間などもなく、パネルの取り付けも簡単になるにもかかわらず、筋違いを使っているこれらの例について考えてみる。この9例のパネル外面には、筋違いを入れながらさらに構造用合板を貼った例が2つ、ラストップを貼った例、OSBの大型断熱パネルを使った例、フォームポリスチレン製のエアサイクルボードの例、ウレタンフォーム張りの例、通気シート張りの例が各1ある、残る2つの例は詳細が不明である。構造用合板またはラスカットが貼ってある例は、筋違いと併用で壁倍率を大きく取ろうとしていると思われる。エアサイクルボードと通気シートを使用しているシステムは、外壁通気層を作ることを考えてその通気層に壁内の湿気を移すために透湿抵抗の大きい合板等構造用面材を使わなかったと考えられる。しかし、フォームポリスチレン製エアサイクルボードは製品の詳細はわからないが材料の性質からあまり透湿性能の良いものでなさそうなので、通気層の効果があるか疑問である。一方、通気シートを使用する例は、パネルにタイコ張りしたこの防風透湿シートの上に直に縦胴縁を付けて通気層を作るので、室内側で発生する湿気はよく通気層に移動しそうである。

このように外壁通気工法に着目した場合、軸組の外側に透湿抵抗の比較的大きい構造用合板を張ることを避けなければならない、耐力壁を作るには、次の方法によることになる。

- ① 筋違いで耐力をとる。
- ② 合板の代わりに透湿抵抗の小さいインシュレーションボードなどを貼る。
- ③ 構造用合板で耐力壁を作るが、通気層はその内側にとる。
- ④ その他、軸組面内で透湿抵抗の小さい材料で耐力をとる方法を考える。

このようなことから、ここでは④の方法についての可能性を案をあげて考えてみる。

このパネルは、できるだけ少ない部品点数でパネルを作ることにも念頭において、インシュレーションボードと外枠、間柱のみで作る。(図3. 3-3) インシュレーションボ

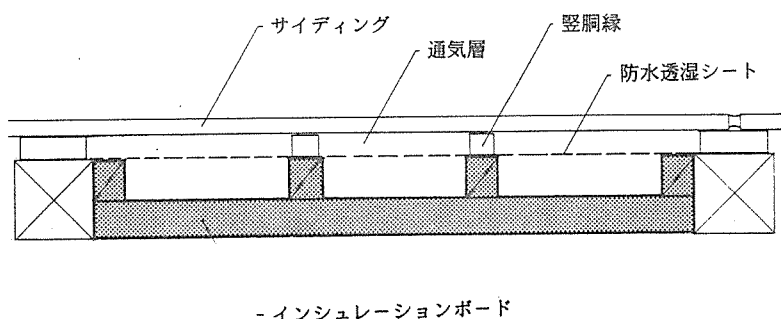


図3. 3-3 外壁通気工法用インシュレーションボード外壁パネル

ードは断熱と耐力要素と内壁下地の機能を兼ねさせている。インシュレーションボードの厚さは50mmと大きくし、軸組面内に入れている。力がかかった時に面外に転倒しようとするのに対しては、間柱にボードを留め付けることで防ぐ。インシュレーションボードの設置位置を内壁よりに行っているのは、内壁の仕上げボードの仕上げを兼ねたり、あるいはもっと程度の良い仕事では、その上に胴縁を作った上で不陸の出にくいようにしてボード張りができるようにしている。インシュレーションボードは厚さ50mmで断熱性はグラスウール10K 50mmと同程度。防風透湿シートを間柱、柱の外面に後貼りして、その上に縦胴縁をつけてサイディング貼りすることで、通気層をつくる。

3. 4 小屋組等の提案

3. 4. 1 軸組構法の小屋組の合理化についての提案

前章2. 6. 4で分析した通り小屋組の合理化の大きな流れとしては「大スパン化」と「パネル化」があった。これらのメリットを十分に引き出すことを考える。

(1) 大スパン化

束の本数を減らすことにより部材の種類、点数を少なくし手間を削減することが考えられる。それにはトラス、登梁を用い、2間程度のスパンは束立てなしで架構することである。このことにより陸梁の成も小さくでき、工期の短縮も期待できる。小屋組を軸組から切離しておけば、平面計画が複雑であっても影響をおよぼされない。

また、現代の住宅の勾配が概ね4寸～6寸であることは2. 6. 2(2)で述べた通りであるが、又首構造を採用し10寸(45°)あるいは17.5寸(60°)の急勾配にすれば又首材の断面を小さくでき、小屋裏の利用にも好都合である。図3. 4-1は神奈川県のある茅葺きの民家の断面である。この又首は梁間距離が3間あり、桁方向に概ね1間ピッチに入っている。使用する木材の量、施工の手間がいかに効率的の優れているか感覚的にせよ容易に理解できよう。

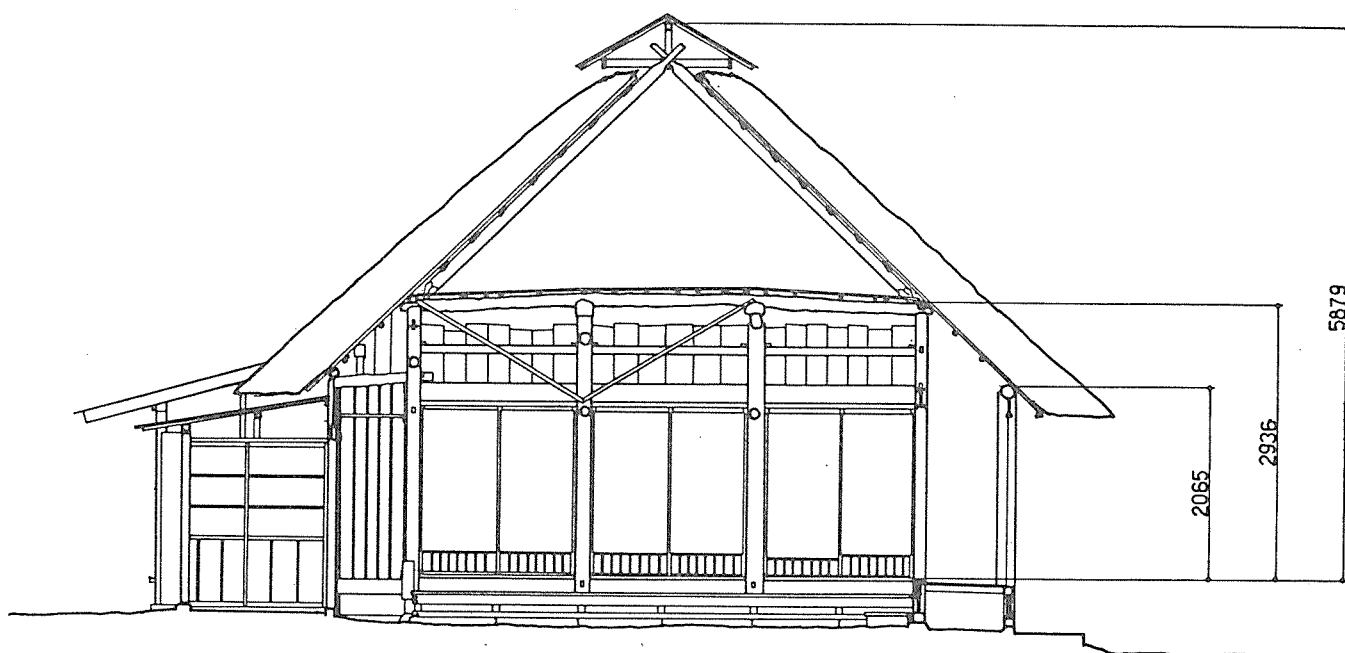
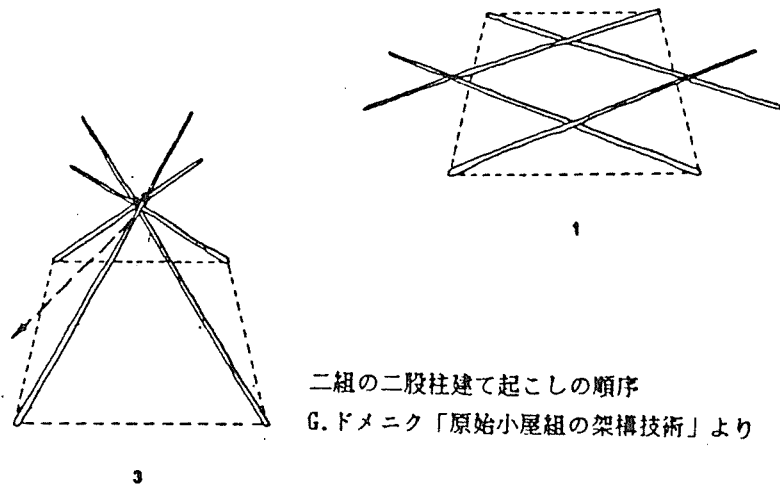


図3. 4-1 又首構造を有する民家の断面図

先に参考として提示した又首は2次元のものである。これを3次元の又首を用いることで、施工性、運搬時の荷姿に優れたものが生まれるのではないかと思う。図3. 4-2のような構造体を2つ並列して棟木を載せるだけで、寄棟の構造体になる。それを図3. 4-3に示す。複雑で高価な接合金物よりも縄締めの方が合理的と言えるかも知れない。



二組の二股柱建て起こしの順序
G.ドメニク「原始小屋組の架構技術」より

図3. 4-2 3次元の叉首

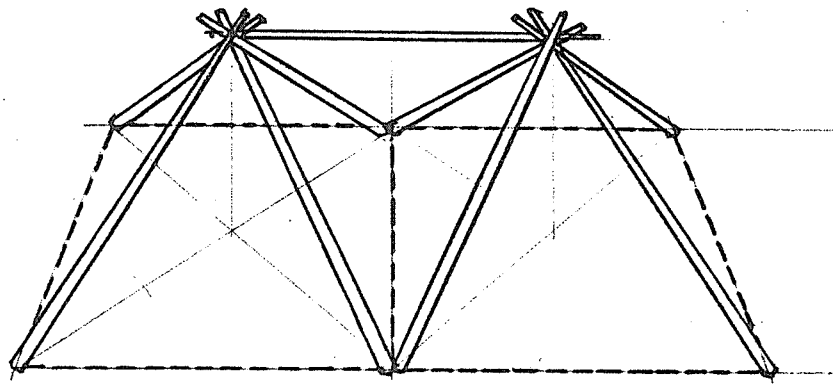


図3. 4-3 新しい寄棟屋根の構造体

(2) パネル化

壁面、および床面をパネル化することが合理化の有効な手法という考えが成立するならば垂木および野地板もすべからずパネル化すべきである。それと同時に束および母屋に相当する部材もパネル化することが必然である。この小屋組のパネル化としては2つの方向が考えられる。1つは、梁行方向のパネル化であり、もう1つは桁行方向のパネル化である。前者は垂木構造、後者は母屋構造を比喩的に発想して得られたものであり、従って前者を「垂木パネル」、後者を「母屋パネル」と呼ぶことにする。

「垂木パネル」、「母屋パネル」で切妻、寄棟を構成してみる。それを図3. 4-4～7に示す。「母屋パネル」の場合2. 6. 4(1)のシステムFで述べた問題が生じてくるが、2つのパネル方式におけるメリット、デメリットは単純な形態の屋根に関してはその位である。

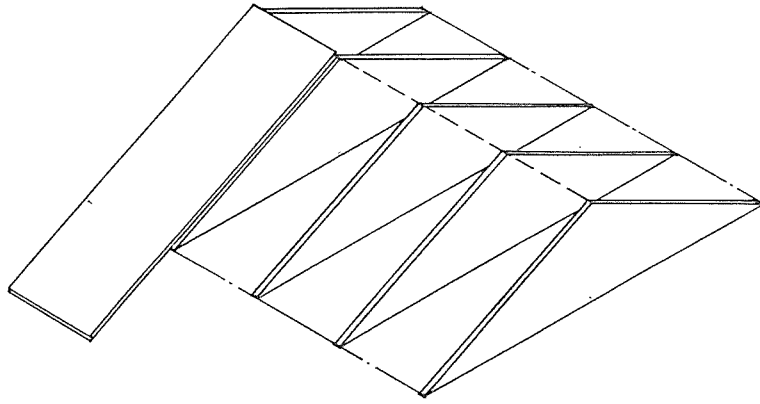


図 3. 4—4 垂木パネルによる切妻屋根

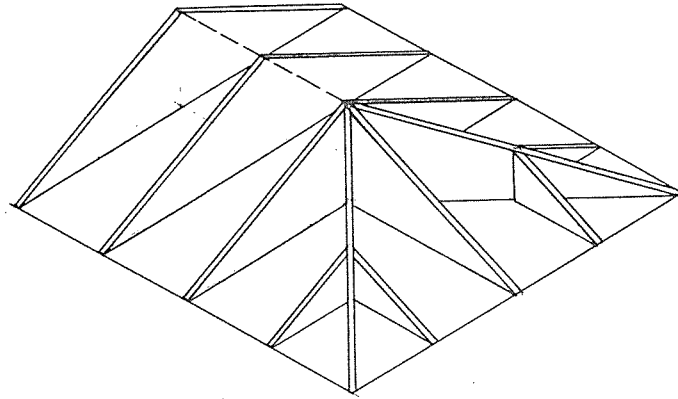


図 3. 4—5 垂木パネルによる寄棟屋根

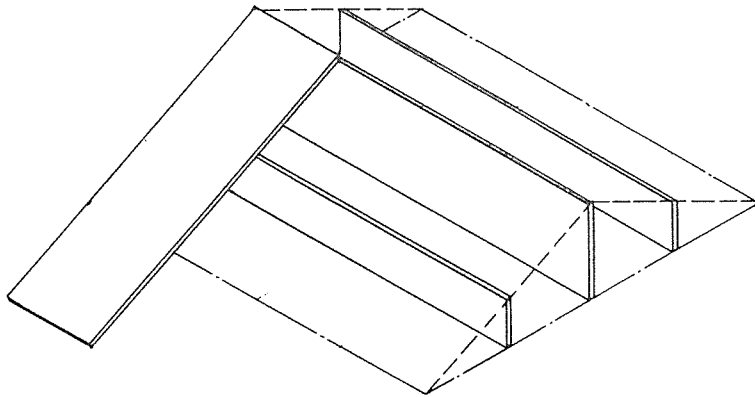


図 3. 4—6 母屋パネルによる切妻屋根

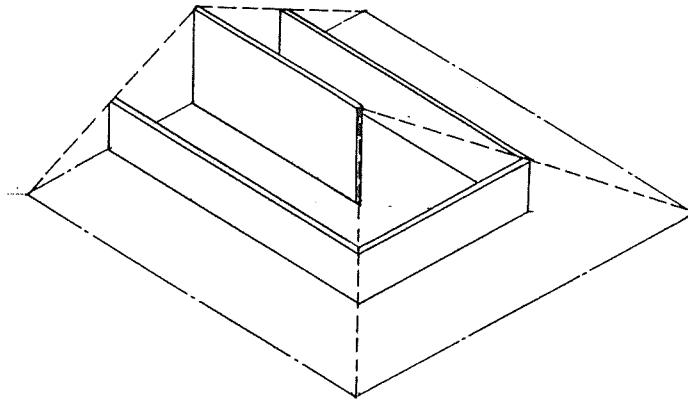


図 3. 4—7 母屋パネルによる寄棟屋根

ところが複雑な屋根、たとえば 2. 6. 5 (2) の b の屋根形状を納めようと思うと、「垂木パネル」では部品の種類が極端に多くなって不合理なものとなる。しかし、「母屋パネル」は少数の部品で複雑な屋根形状に追随していくことができる。それを図 3. 4—8 に示す。屋根形状は 2. 6. 5 (2) の b のままである。

因みに 2×4 や工業化住宅における寄棟の小屋組の多くは平頂トラスを用いている。しかし、これとて複雑な屋根には対応仕切れない。

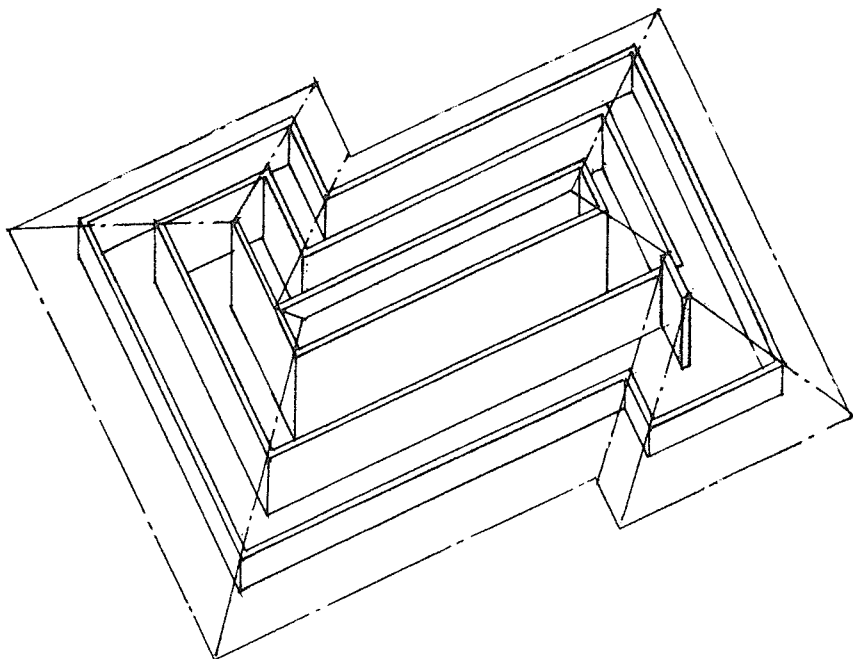


図 3. 4—8 複雑な屋根形状の小屋組のパネル化

3. 4. 2 その他いくつかの提案

大局的に言って、軸組の合理化を目指した改良は3つの方向に集中している。1つは、継手仕口に関するもの、また1つは架構形式に関するもの、最後に壁要素に関するものである。基礎や小屋組は視野から抜け落ちている。小屋組の関しては前節で提案された。基礎に関しては、プレファブ化が出来ないものかと思っている。また基礎パッキングは優秀なアイデアだと感じているが、プラスチック製と言うのが実際の採用をためらう要因である。銅製かステンレス製で同様のものが出来ることを望んでいる。継手仕口、架構形式、壁要素はそれぞれ緩やかな干渉関係にあるので、この章でこれからランダムに提案されるアイデアは取捨選択も可能であるし、同時に使用する事も可能である。また実現化のための具体的なディテールや仕様は今後の検討課題である。

(1) 耳の付いた柱

パネル取り付けの受材となるような部材を、あらかじめ柱に接着することで、真壁がパネル化工法で可能になることを意図したものである。この耳のような部材にはパネルがタイトに付けられるようにテーパをつける必要がある。また構造用合板を外壁の下地としないようにし、内壁に使用するパネルと部品が共通化され、構造用合板の湿気に対する耐久性を向上させることを図っている。

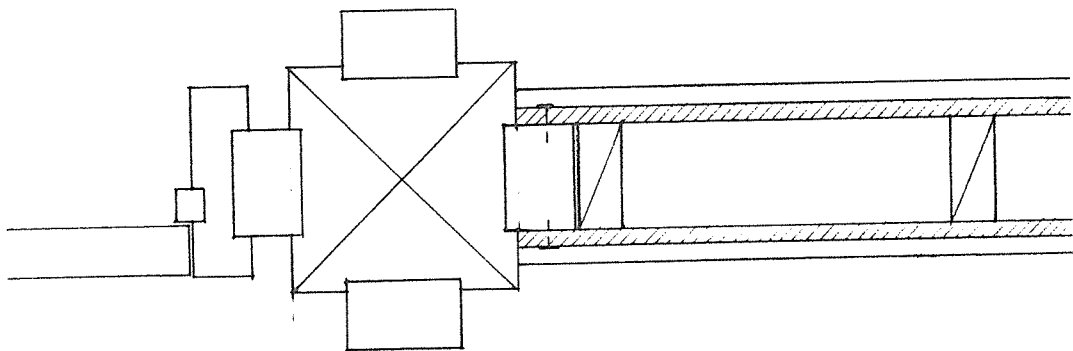


図 3. 4—9 内壁および内部開口部との収まり

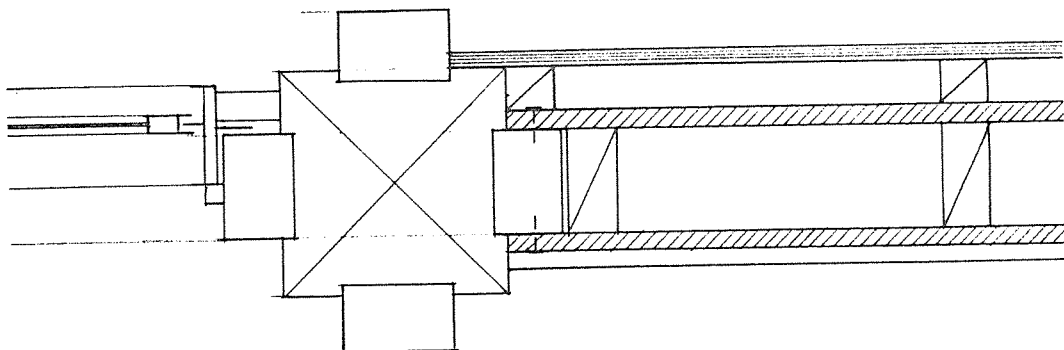


図 3. 4—10 外壁および外部開口部との収まり

また、柱に梁を取りつける場合に、この耳が「ほぞ」の役割をする。梁と重なる部分の両端を欠き取って使うわけであるが、図3. 4-11のような接合金物と組合わせて使用する。柱と梁が木ネジの剪断応力だけで支持されているのと違って安全である。

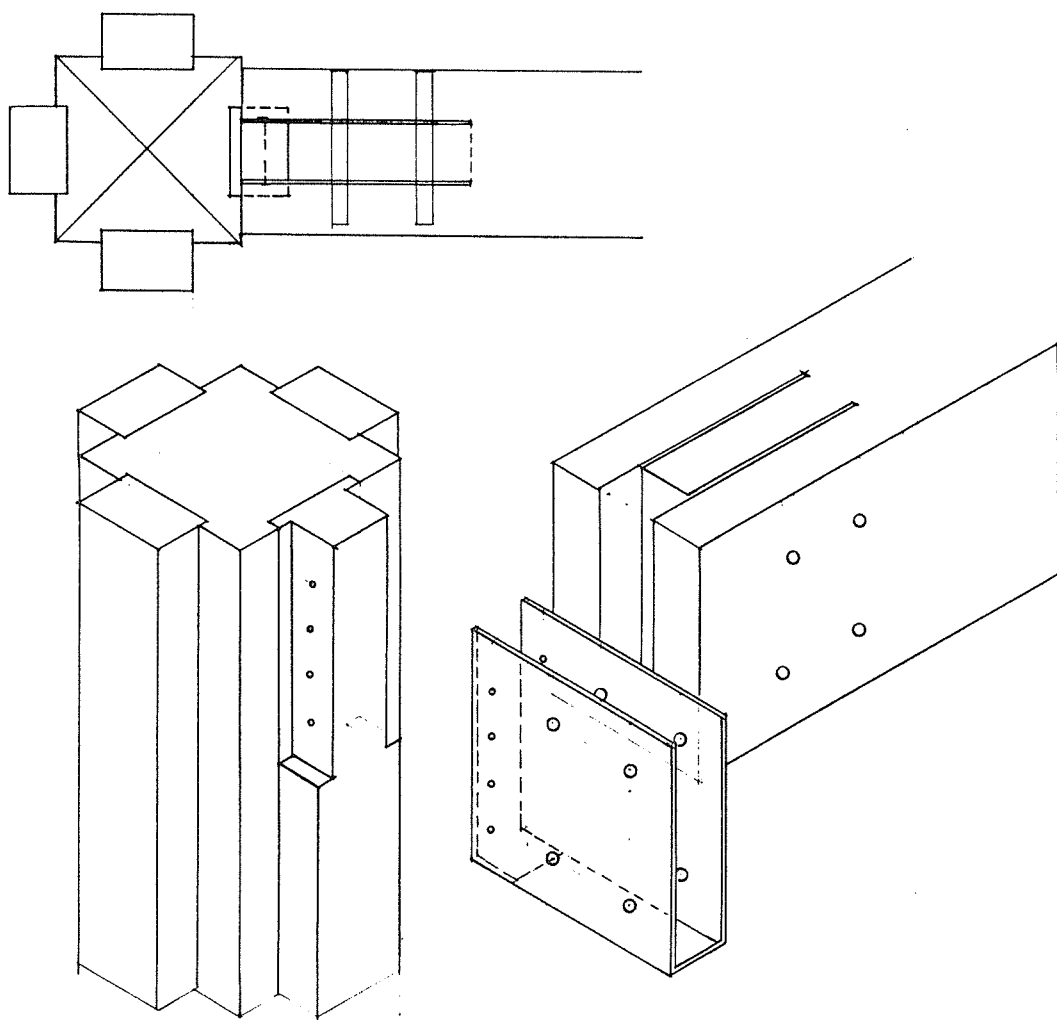


図3. 4-11 柱-梁の仕口のディテールと接合金物

(2) 壁面と垂直なダブルコラム

耐力壁の幅は通常 $910 \times n$ mmの柱間に合わせたの寸法となる。これではグリッドの制約を強く受ける。そして何よりも設計が不自由である。そこで 303mm、455mm、606mmの耐力壁パネルを提案する。耐力壁の両サイドを柱とし、視覚的にダブルコラムのような壁柱とする。幅がないので平面的には融通がきき、通常の耐力壁よりもバランスのよい配置が容易である。また壁柱が梁行方向に設置されるので開放的な空間も創出できる。

厚板を五平材で挟み、接着材で固定するものを提案する。壁柱に挟まれたゾーンは出窓や、収納に利用でき、現代生活に適合する。2つの壁柱が直角に交わる収まりや耐力壁の扱いは今後の課題である。設計例は外壁沿いにしか使用していないが、内部でも当然使用可能である。

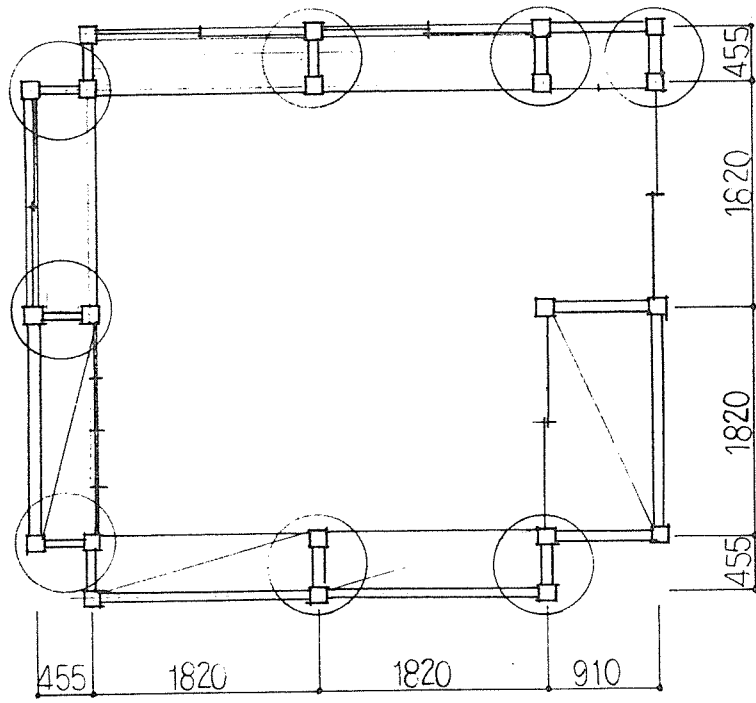


図 3. 4-1 2 ダブルコラムの配置

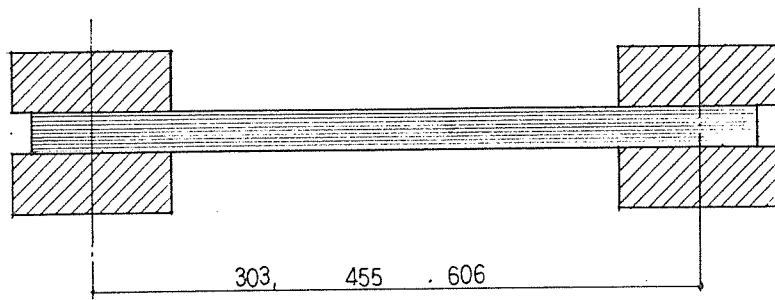


図 3. 4-1 3 ダブルコラムの構成

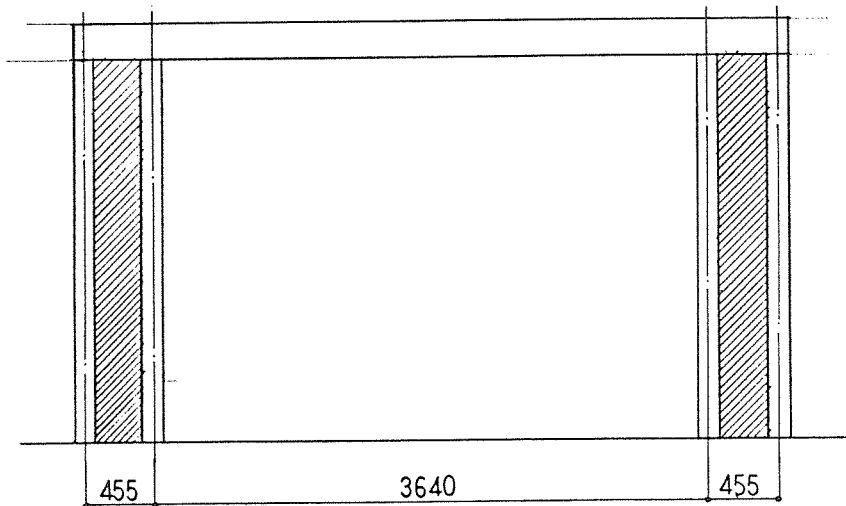


図 3. 4-1 4 ダブルコラムを用いたフレーム

(3) 開口パネル

木造軸組構法の住宅は一見、壁構造のような外観を呈してきた。従来の1間幅の引違いサッシは中途半端に見えるようになってきたためか、450^{ミリ}幅程度の上げ下げ窓が増え始めた。一歩進めて303^{ミリ}、455^{ミリ}の開口部パネルを利用することを提案する。図3. 4—15のような割り付けになる。

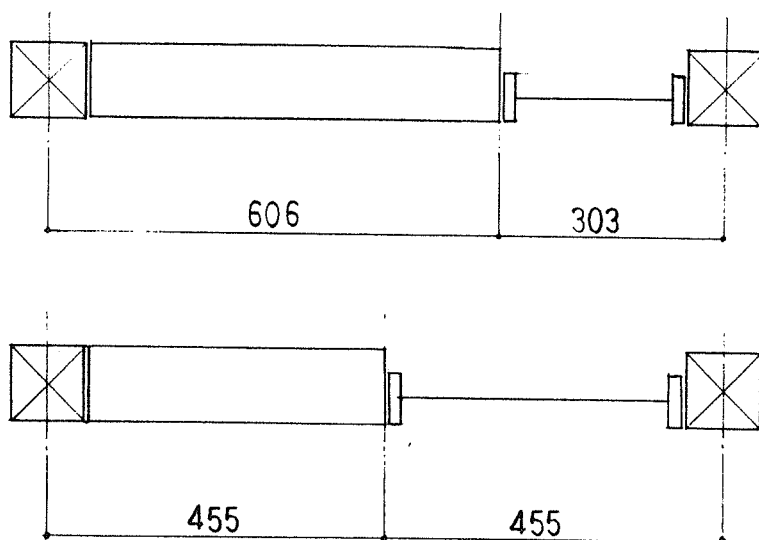


図3. 4—15 開口パネルと耐力壁

このパネルにサッシ枠を工場で組み込むようにしてもよいし、パネルはサッシそのものでもよい。腰壁パネル、垂壁パネルは部品として用意する必要はなく、開口部パネルに組み込んで現場に搬入する。開口パネルの高さは他のパネルと高さになるのである。

また腰壁、垂壁のない天井あるいは床まで開口部にすることによって、同じ開口面積を持つ普通の壁に比して有効な耐力壁長が多くとれる。天井あるいは床の照度が上がるので部屋が明るい、外部に対してプライバシーが良く保たれる等のメリットがある。

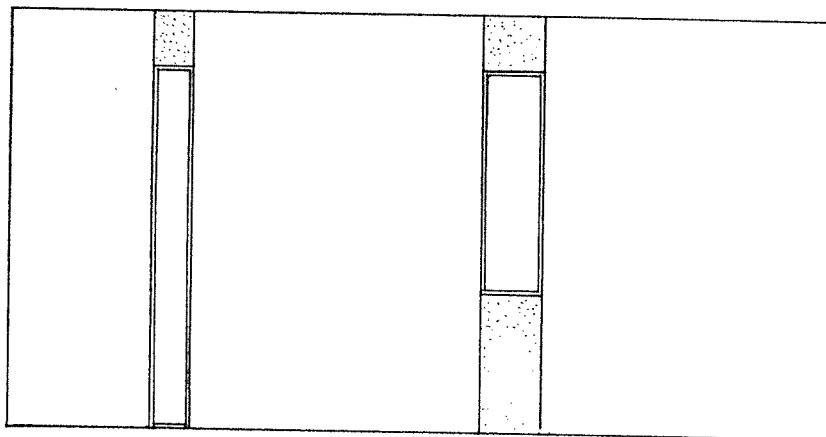


図3. 4—16 開口パネルを用いた住宅の立面

(4) 接合部のための接合金物

柱と梁を接合金物によって接合する場合のパターンを図3. 4-17に示す。○がコネクターであり、一が線材や面材である。ほとんどの接合金物はこの8種類のパターンの組合せで理解される(イ. ロ. ハ×一. ニ) + (ニ. ホ×三)。通柱、管柱の別、梁の本数によって現実には多くのバリエーションがうまれる。機能上留意すべきは部材の3次元方向の移動と軸方向の回転である。移動については荷重によるものと施工のためのものを考慮しなければならないが、これらは大抵の場合矛盾した関係にある。

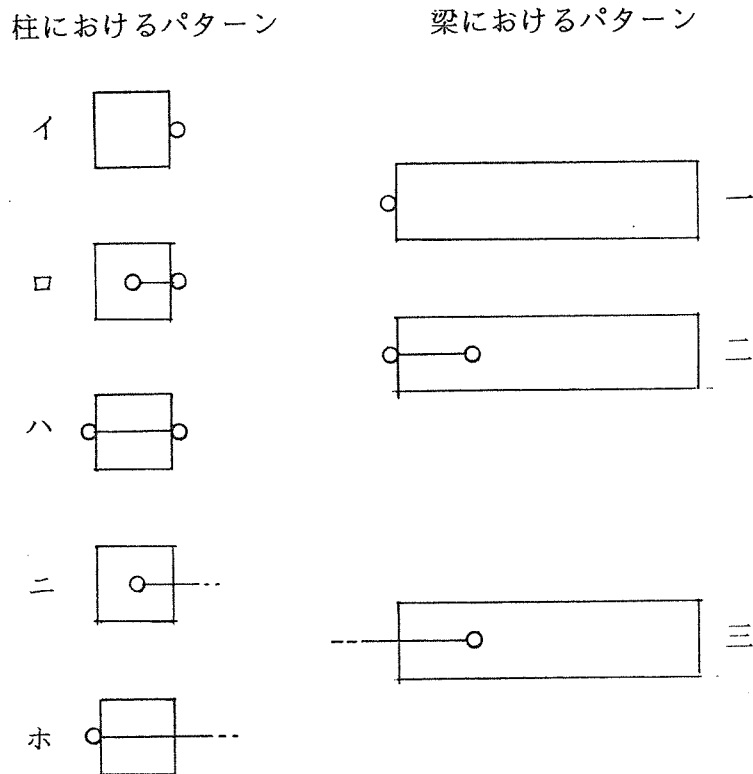


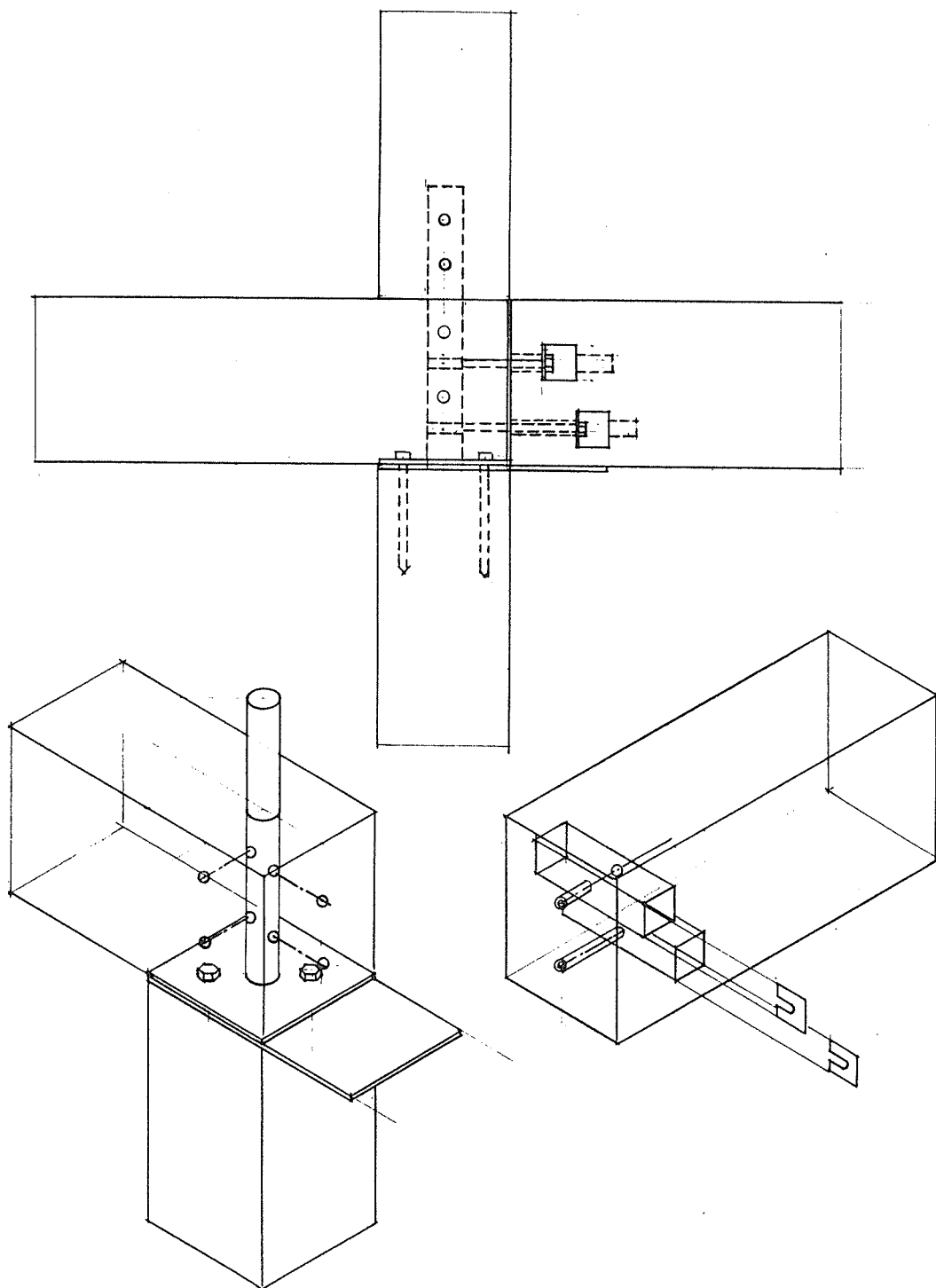
図3. 4-17

1. 鋼棒を用いた接合金物1

柱、梁の断面欠損を少なくすることを考えると、挟込みプレートは住宅に用いられる構造程度の規模の断面には不利である。くわえて、部材どうしを引き寄せることができないので、乾燥収縮に伴い隙間が空きやすい。この欠点を克服するために図3. 4-18のような鋼棒を用いた接合金物を提案する。図3. 4-17の(ニ×三)に相当する。理由は4方向から梁が接続されることを考えたためである。ボルトを使用した場合、梁の回転を防ぐためにボルトを2本使用するか、回転防止のための部品が別途必要になってくる。

鋼棒にはメスのタップを切っており、ボルトは梁の中に仕込んであって柱に接した状態で繰り出してくる。ボルトを梁に仕込むことによって施工のための梁の移動が梁に割り目を入れることなく可能になる。ボルト頭の側を仕込むために穴はボルト径よりも大きくな

る。従ってボルト頭を止める為にコの字型のプレートを用い、必要によってはボルトと穴を充填する部品を使用する。



上：立面図 下：アイソメ図

図3. 4-18 鋼棒を用いた接合金物1

また梁が柱にボルトの剪断だけで支持される状態にならないよう、また施工の際の位置決めが容易なように図3. 4—19に示す補助プレートを用いる。梁の取りつく数によって3種類用意される。

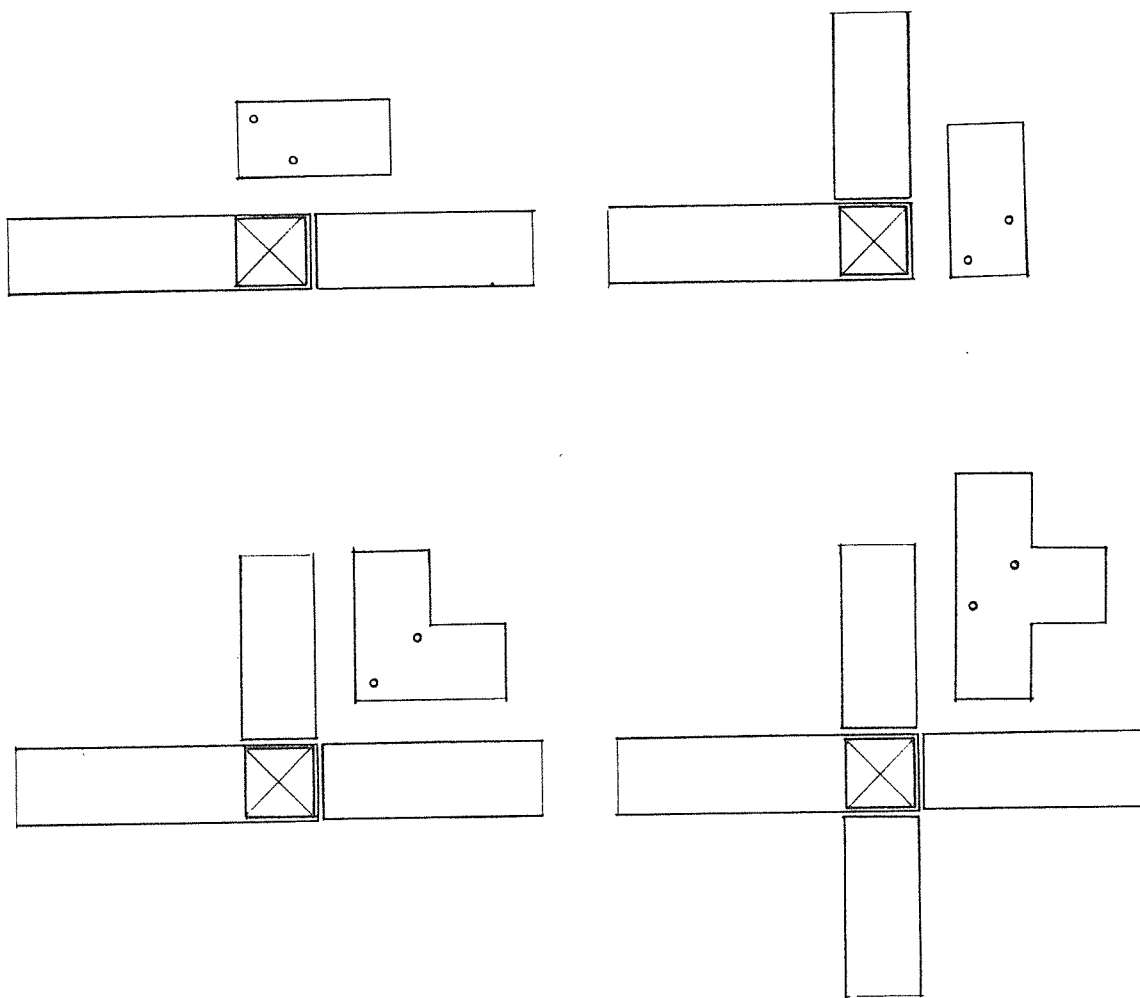
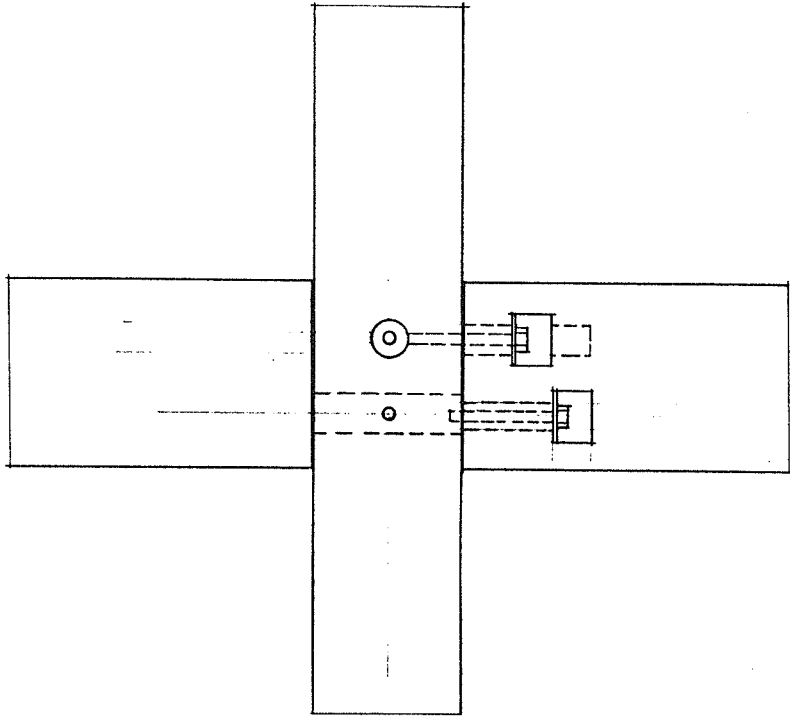


図3. 4—19 補助プレートの種類

2. 鋼棒を用いた接合金物2（通柱）

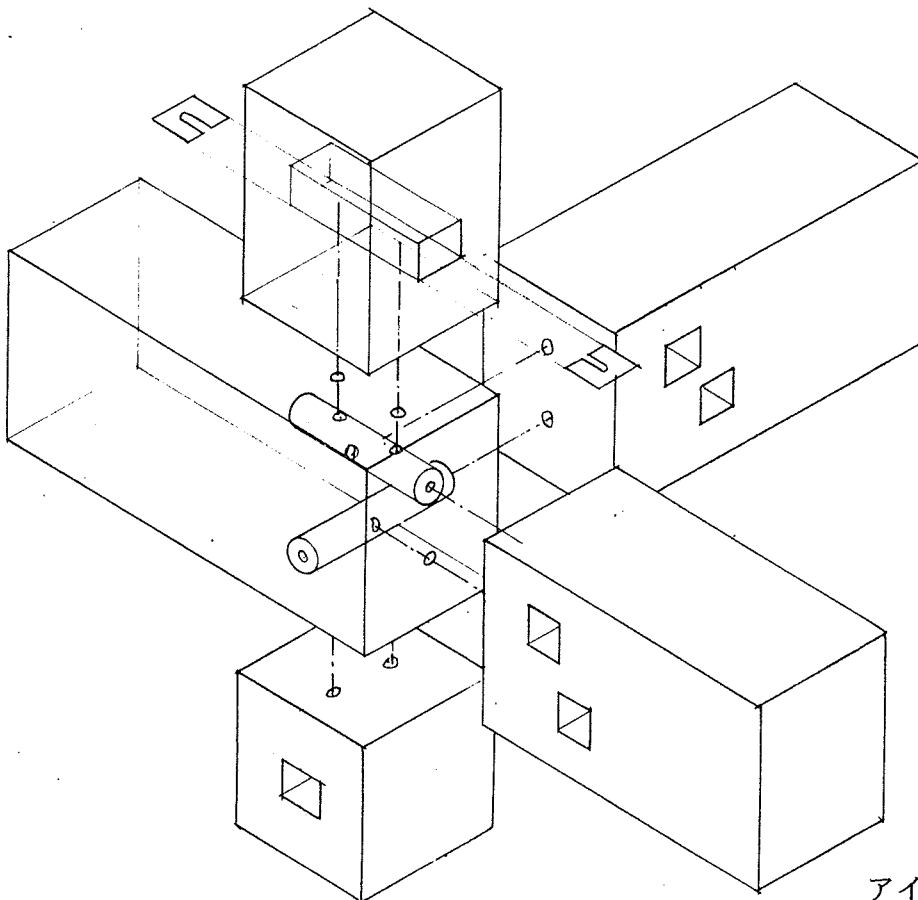
一般的に接合金物を設計する場合は管柱の方が通柱よりも容易のようである。図3. 4—18の接合金物は管柱のみを対象にしており、通柱には転用できない。通柱の場合は図3. 4—18で使用した鋼棒を水平にして使用することを考えた。鋼棒の先端小口面にもタップを切れば2方向の梁が接合可能である。図3. 4—20



立面図

図3. 4-20 鋼棒を用いた接合金物2 (通柱)

また管柱にも使用できることを検討した結果、図3. 4-18よりスマートなものとなった。梁の内部のコネクターは図3. 4-18と同じである。

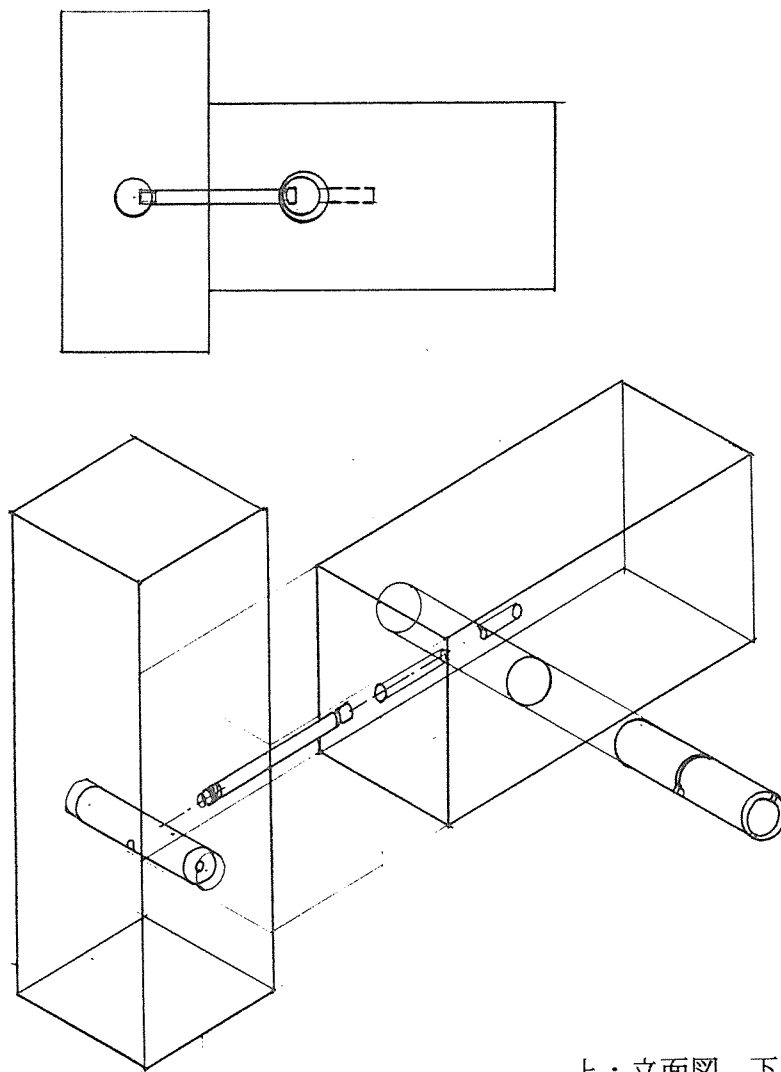


アイソメ図

図3. 4-21 鋼棒を用いた接合金物2 (管柱)

3. 新しく設計したボルトと円筒金物を用いる接合金物

前節の「鋼棒を用いた接合金物」においては既存のボルトを用いたが、「先端のくびれたボルト」と「肉厚に偏向のある円筒」を組合わせた接合金物を改良案として図3. 4—22に提示する。多少複雑な工作機械を必要とするので前節とは別掲した。このボルトを用いれば先端がスリムになった分、六角ボルトを使用していた時のように穴を大きく開ける必要はなくなり、それと同時にコの字型のプレートも必要がなくなる。中空円筒を回転させれば、肉厚の漸増によって梁と柱は引き寄せられる。なお現場において既存の工具でも施工可能であるが、専用の工具が開発できれば望ましい。



上：立面図 下：アイソメ図

図3. 4—22 鋼棒を用いた接合金物3

その他、以下の施工方法の実現および確認がなされると、柱にイケ込む鋼棒が不要になってくる。

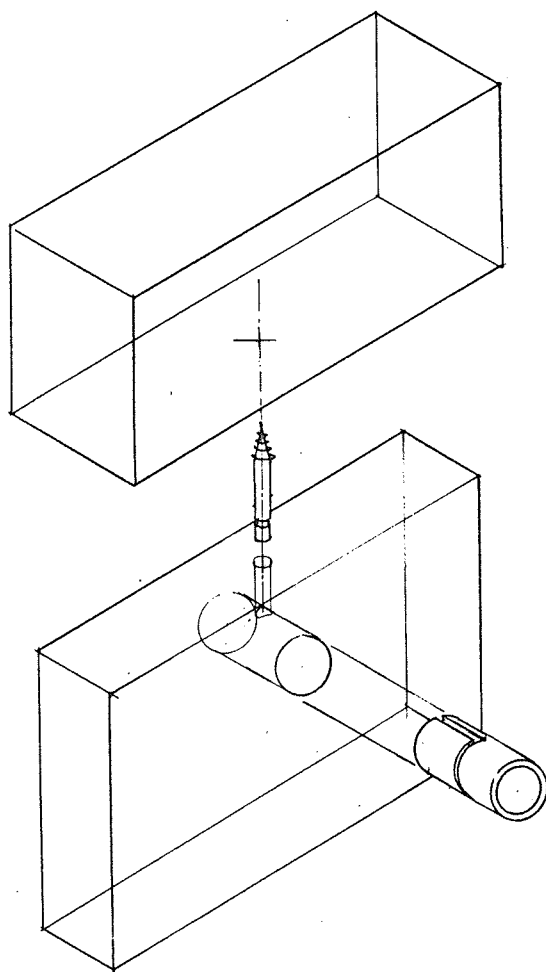
- a 木におけるアンカーボルト
- b 構造的に有効な木ネジ

(5) 着脱可能な構造壁パネル

壁パネルが施工後何年か経って着脱できることの意義は改めて述べるまでもなからう。ただし、建具と違って使用頻度が異なるので高価な金物は使用できない。施工後の着脱の条件下では、梁の上端、下端に金物を取り付けることになるが、全ての箇所につけることは現実的ではないので、アンカーボルトや木ネジの採用が不可欠となる。また構造用合板が両面に張られている場合を想定し、設計しなければならない。

1. 構造壁パネル接合金物 1

(4) で設計した金物の転用「先端のくびれたボルト」と「肉厚に偏向のある円筒」を用いる。「先端のくびれたボルト」はスクリーにしてある。



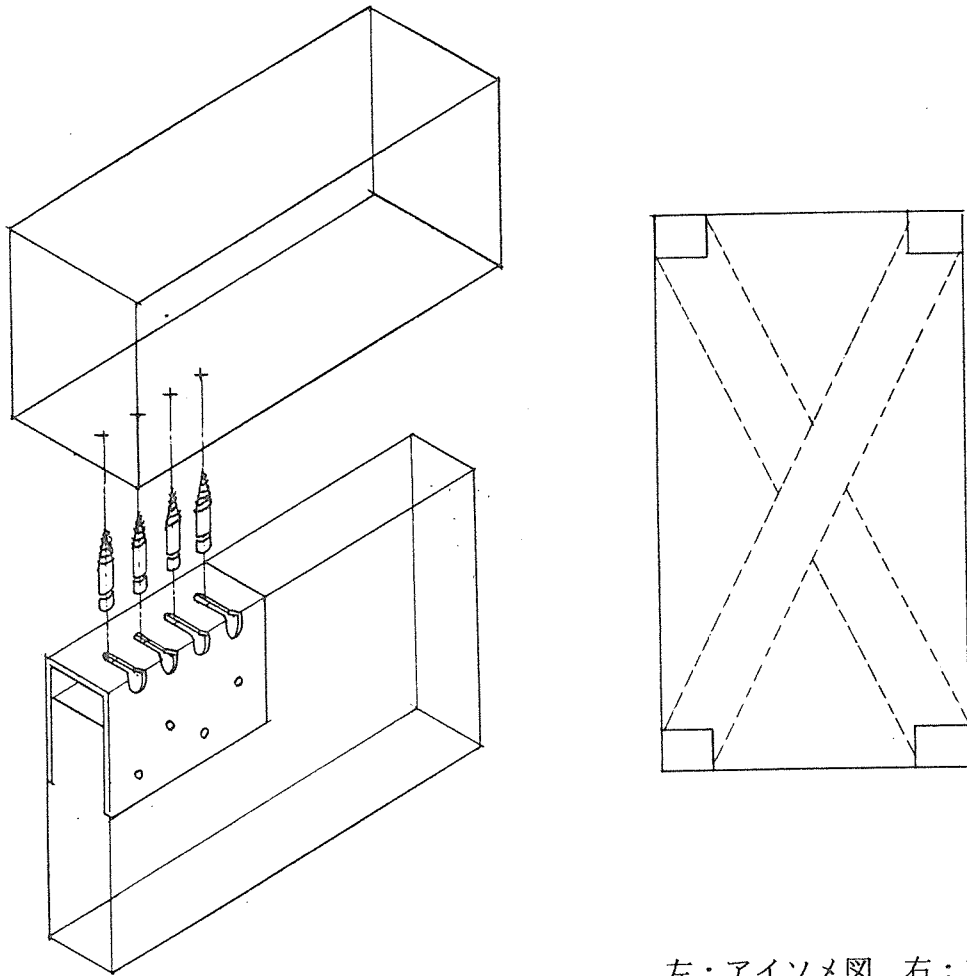
アイソメ図

図3. 4—2 3 構造壁パネル接合金物 1

2. 構造壁パネル接合金物 2

「構造壁パネル接合金物 1」の金物はボルト 1 本に対して手間とコストがかかる懸念があり、構造的に本数が必要な時には不利である。また、円筒にかなりの面積を要することも本数を増やすことにも不利である。そして、仕込みボルトにすることは図3. 4—2 3 のように上向きには難しく、逃げの関係上パネルを梁に接する以前にボルトを梁に付けて

おく必要がある。少なくとも上端、下端のうち、いずれかは「構造壁パネル接合金物1」ではない接合金物とした方がよいようである。そこで図3. 4—24のような金物を提案する。「先端のくびれたボルト」を用いる点では同じであるが、受け金物を変更した。この受け金物は梁の軸方向には耐力的に有効であるが、垂直方向にはパネルが脱落する可能性があり、それを防止する工夫が改めて必要である。1つの案として「構造壁パネル接合金物1」と組合せることも考えられる。また、パネルの全長にわたって金物が付いているのも大袈裟なので4コーナーに付けたものを図4. 4—24の立面図に示す。



左：アイソメ図 右：立面図

図3. 4—24 構造壁パネル接合金物2

3. 5 軸組にパネルを組み込んだ構法の提案

1) 概要

現在の一般的な木造軸組住宅の部材種類、部材点数はおびただしく多く、施工省力化の妨げとなっているばかりでなく、流通システムが複雑化して、必要以上にコストを押し上げている。

そこで、まず、部材の種類や点数を集約、削減することが必要と考えられる。ここで提案する構法の第1の特徴は、部材寸法の統一である。これは、部材寸法をより大きい方に統一することになり、部分的には過剰設計となる。従って、全体の材積は増加することになる。そこで、今後は、部材の種類、点数、材積の3要因の相関を明らかにし、施工の省力化、コスト削減のための最適点を見極める必要がある。

第2は生産の面から、大工職人の減少や技能の低レベル化に対応して、加工場における構造材の寸法取りや加工を、一部を除き大工の手に頼らず、しかもフルラインのプレカット装置がなくてもスピードアップが図れるようなシステムを目指したい。更に、構造材の加工のみでなく、部品生産も分業化することを想定している。こうすることによって、大幅な現場作業の軽減が期待できると考えられる。同時に、現場では、一部の作業を除き、少しの経験でも作業ができるように、「単純化」「共通化」「部品化」を進めることを方針としたい。すなわち、特殊な技能を有していなくても、部材の直角や垂直が自ずと確保できるような構法を目指すこととする。

第3は、現場施工の省力化の一環として、集成材やツーバイフォー材の積極的導入である。従来、一般の軸組構法で用いてきた製材は、含水率の高いものが多く、精度の確保が難しいばかりでなく、乾燥に伴う寸法の変化が大きかった。それが、ボルトの金具の緩みや面の不陸などを引き起こし、トラブルの原因ともなっていた。また、壁下地面材の不陸対策としての胴縁を省略するなど、この問題が解決されれば省力化についての効果も少なくない。そこで、材の諸性状の安定、特に乾燥材としてのツーバイフォー材及び集成材を積極的に採用することとしたい。

具体的な項目は次の通りである。

2) 提案構法の各部構造

ア) モジュールと構造計画

- ・モジュールはシングルグリッドとし、910mmモジュールを踏襲する。
- ・主要な鉛直構面を耐力壁線と設定し、その間隔を2.5間、耐力壁線に囲まれる面積を60㎡に制限する。
- ・耐力壁線上に耐力壁を配置し、その他は全く鉛直力・水平力を負担しない非耐力間仕切りで仕切る。
- ・耐力壁線上には、耐力壁ユニットと耐力壁ではない非耐力ユニットを並べる。
- ・耐力壁線に囲まれる内部は、天井勝ちとして、間仕切りは床と天井との間に建てる。
(従って、非耐力壁には、耐力壁線上の非耐力壁と、天井に負けている間仕切りとがある。)
- ・その他、各部構造は次の通り。

イ) 基礎

- ・原則的にべた基礎とする。ただし、地盤の状況に応じて、従来の布基礎構法もやむを得ない。
- ・基礎は1階の耐力壁線の下部に設け、その他は束石を設ける。
- ・基礎の立ち上がり部分に原則的に換気口は設けない。プラスチック製の基礎パッキンを入れたいわゆる「猫土台」とする。

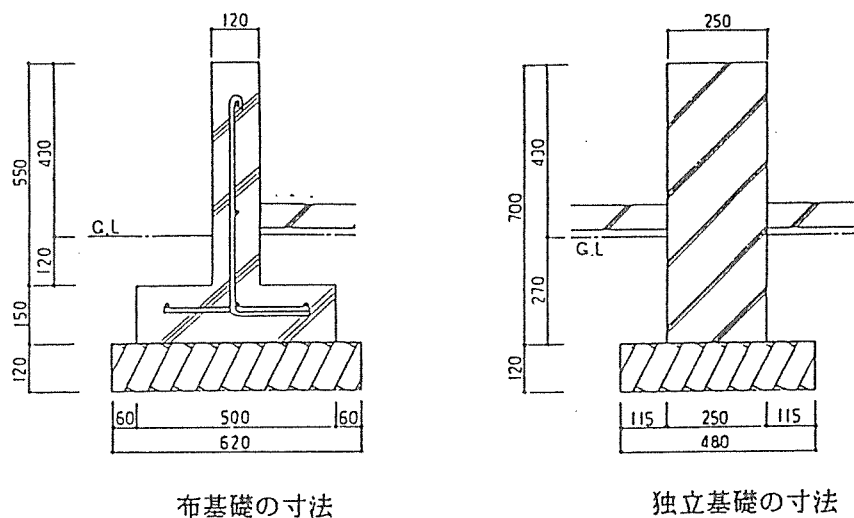


図1 基礎の断面寸法

ウ) 1階床組

- ・大引を910mm毎に配置する。大引受けの束は910mmごとに設ける。
- ・床下地として、910×910又は910×1820のパネルを、大引・土台上に並べる。

- ・パネルは半パネルとして、接着剤と釘で隣接するパネルと接続する。

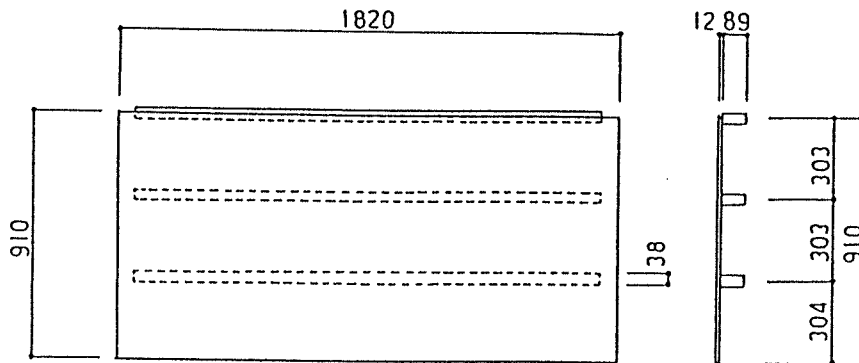


図2 基本的な床パネルの寸法

エ) 2階床組

- ・床梁を1間以内を標準として配置する。ただし、梁のせいを270以内に納めるため、梁に生じる応力が小さくなるように、方向と間隔を考慮して掛け渡す。
- ・床下地として、910×1820のパネルを、胴差し・床梁上に並べる。
- ・パネルは半パネルとして、接着剤と釘で隣接するパネルと接続する。(1階に同じ)
- ・根太には、270のI型のビームを採用してもよい。

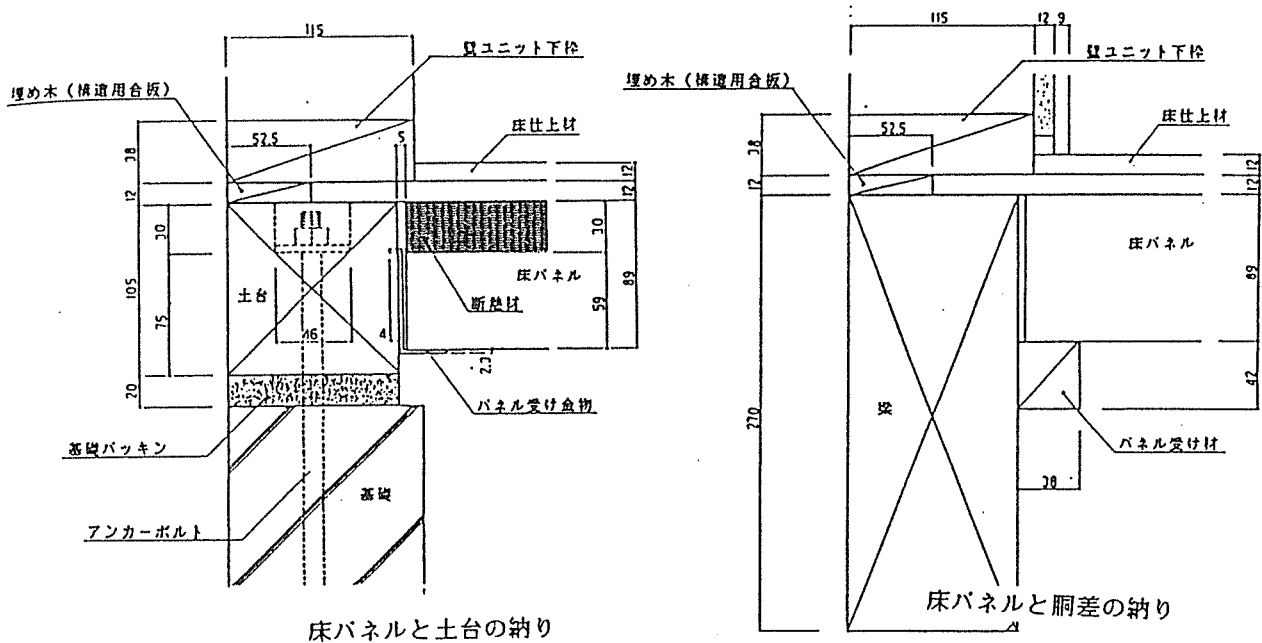


図3 床パネルの納まり

オ) 横架材

- ・胴差し・梁・桁は集成材を用いる。
- ・胴差し・梁を270に、軒桁を210にできる限り統一する。これを越えるも

のは、せいをそれぞれ+60mmとする。その他不整形のものは従来の構法で対応する。

・ 胴差し、軒桁のスパンは、1.5間程度を標準とする。これを越える場合は途中で支柱をどこかに立て、スパンを1.5間程度に納める。

・ 床梁は最大2.5間までとするが、上に柱が載る場合には2間までとする。

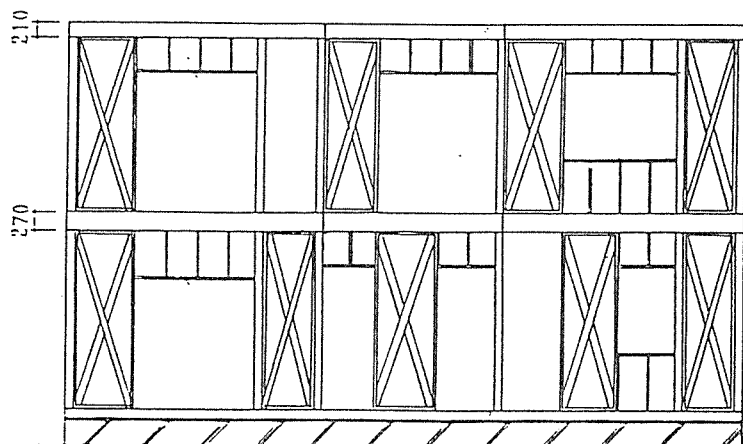


図4 軸組の考え方

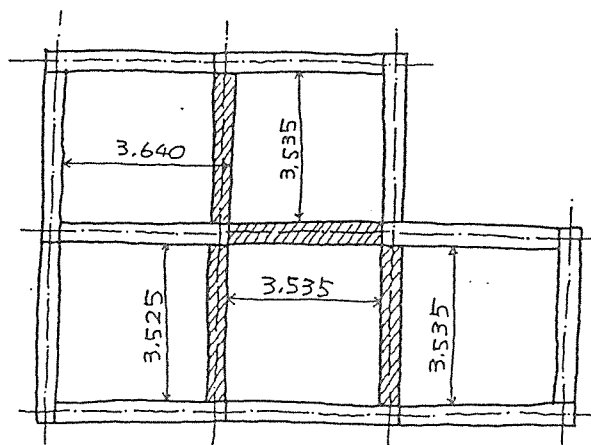


図5 横架材の割付

カ) 横架材の接合部

- ・ 横架材は柱の外側位置で接合する。それ以外の柱の中間部では接合しない。
- ・ 横架材の接合は、梁端部の加工を極力抑えた仕口とし、新しく接合金物を開発する。
- ・ 横架材と柱の接合金物は、せん断力のみを負担し、曲げモーメントを負担する必要はない。

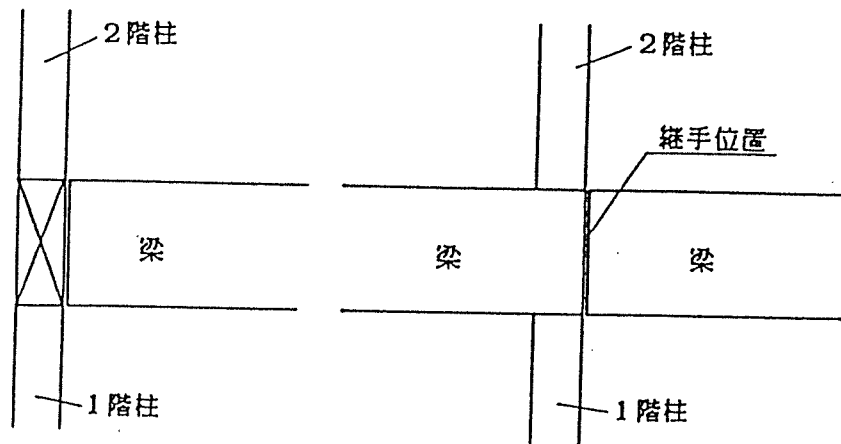


図6 横架材接合部の位置

キ) 柱

- ・柱は原則的に全て管柱とし、通し柱は用いない。
- ・柱の上下は、接合金物を開発して接合する。金物は、横架材に引き寄せる機能を有するものとする。

ク) 耐力壁ユニット

- ・筋かいなどの耐力壁はユニット化し、壁率の考え方に則り、適当な数量を配置する。
- ・ユニットは、その隅角端部で、上下の横架材に金物で接合するものとする。
- ・その接合には、ワンタッチで着脱可能な金物を開発する。
- ・耐力壁は原則として水平力のみを負担して、鉛直力は負担しない。
- ・ユニットは、軸組の組立の後に取り付ける。
- ・ユニットは、オープン部品も想定しているので、以上までをルールとしてユニットの具体的な構成は、複数のタイプがあってよい。

耐力壁ユニットの例)

- ・2×4材で枠を構成する。胴縁は使用しない。
- ・耐力要素としては、筋違いでも合板でも良い。筋かいの場合には、ネイルプレートによる接合を検討する。

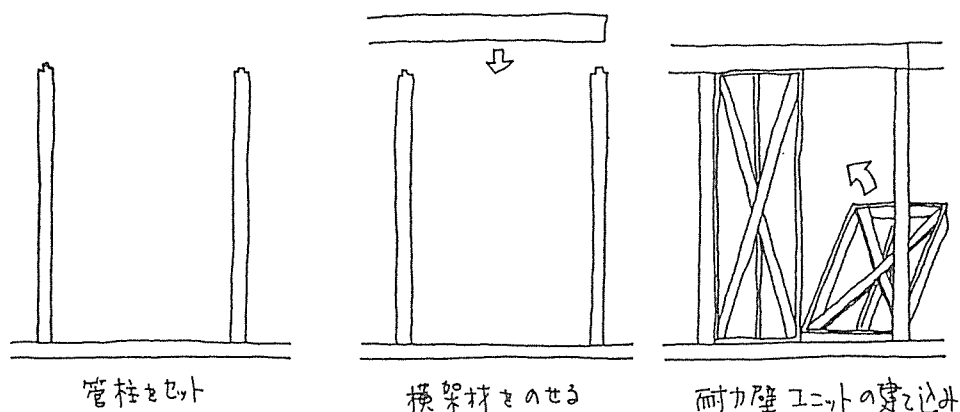


図7 ユニットの取付け寸法

ケ) 天井勝ちシステム

- ・ 内部非耐力間仕切り壁に対しては、天井勝ちとする。
- ・ 非耐力壁は部分的に増改築可能とする。

コ) 非構造間仕切りユニット壁

- ・ 2×4材を用いて枠を構成する。胴縁は使用しない。
- ・ ユニットは、上は天井に、下は床板合板上に止め付ける。
- ・ ユニットは天井下地施工の後に取り付ける。
- ・ 主な部分のみユニット化し、細かいところは現場施工とする。

サ) 外装材

- ・ 耐力壁ユニット、非耐力壁ユニットに外装仕上げ材の直張りを原則とするが、各材料の構法仕様による。

シ) 開口部

- ・ 開口を含んだユニット、または開口上下の小型パネルいずれでも良い。
- ・ いずれをも取り込めるモジュールを検討する。
- ・ パネルはオープン部品化も念頭に入れる。

ス) 天井

- ・ 遮音性向上のため、床梁とは別途、補助部材を入れ、それから天井をつる。
- ・ 既製の天井システムを採用してもよい。

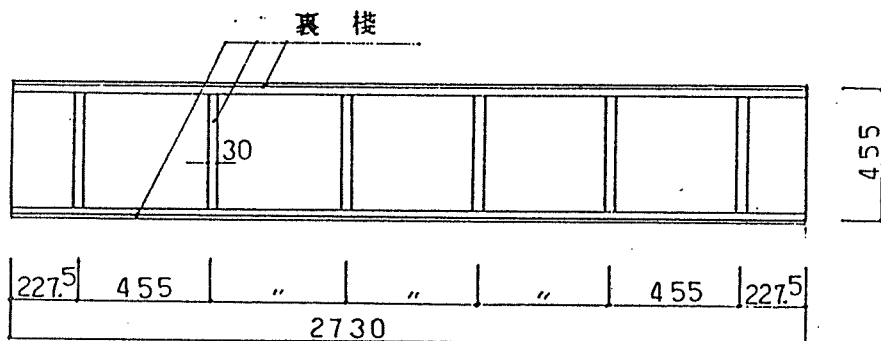


図8 天井パネルの例

セ) 小屋組

- ・ 在来の和小屋、および洋小屋トラスいずれでもよい。双方が採用できる小屋システムを検討する。
- ・ 洋小屋のトラスは、オープン部品を念頭に置く。
- ・ 和小屋の場合、母屋の間隔は半間、スパンは1間（従来型）を標準とする。
- ・ 屋根下地面材は平部分についてはパネル化を検討する。
- ・ パネル化部分と現場納め部分との整合を検討する。
- ・ 中目材の厚板張りも検討する。

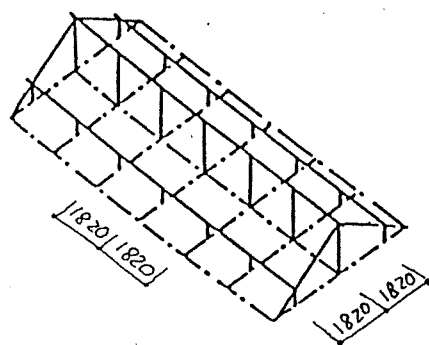


図9 小屋組の構成例

3. 6 合理化軸組構法を選択するための一提案

木材または木質系材料を主要構造材とし、構成部材を工場生産した木質構法として木質プレハブ構法がある。現在生産されているものは、柱、横架材を省略するとともに、壁・床・屋根を工場でパネル化し、現場にて特殊接合金具を用いて組み合わせるタイプのものとしてパネル式木質プレハブ構法と呼ばれている。これに対して現在ではあまりみられないが、軸組式（日本型）木質プレハブ構法と呼ばれるものは、図3-6-1に示すように在来軸組構法と同様の形式をもっており、壁・床・屋根の一部または全部をパネル化するとともに構造部材を工場加工し、継手・仕口を簡略化し接合金物に置き換えた構法である。構造的には、横架材と柱・壁などを一体化するために、図3-6-2に示したような軸ボルトを用いた例もあった。この構法は既存の軸組構法をベースとし、構成部材を規格化・工場生産化・簡略化したものであるが、合理化軸組構法として提案されている項目と共通する点が多い。但し、注意すべき点は木造在来軸組構法が誰もが施工できるオープンなシステムであるのに対し、木質プレハブ構法は特殊な構法として建設大臣の認定を受けたクローズドなシステムであることである。

木造軸組構法の合理化を考える場合、単にコストを低減するだけでなく、一定の品質、構造性能・耐久性能・断熱性能等を満たす必要がある。したがって、合理化軸組構法の具体的な内容については、大工・工務店の規模、大工技能の要求レベル、既存プレカットシステムの導入・利用状況、構造性能・耐久性能・断熱性能等の要求レベルの違いによって、

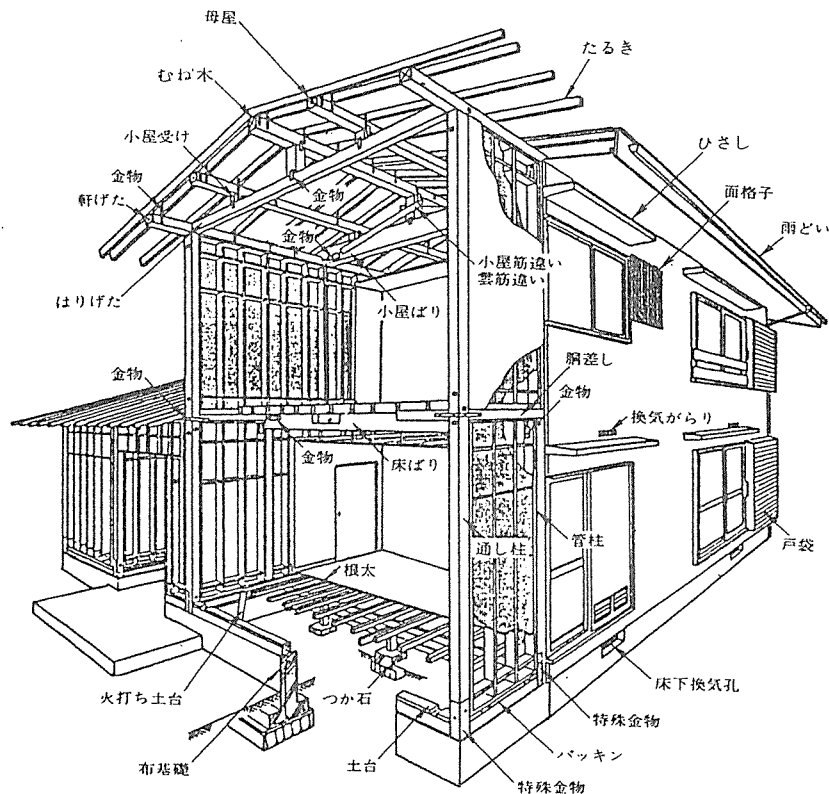


図3-6-1 軸組式（日本型）木質プレハブ構法

合理化をはかるレベルが、部材、部位、接合部、加工方法等に関する合理化手法を個別に導入するか、複数の手法または技術を総合的に導入するかが異なってくる。

今後、木造在来軸組構法を合理化するにあたり、どのレベルにおいても対応すべき共通的な合理化の項目と、合理化をはかるレベルに対応して導入すべき項目を整理した。

(1) 共通的な合理化項目

共通的な合理化項目は、既存の木造在来軸組構法の生産システムの延長上にあるもので、大工・工務店の規模等に関わらず、合理化の効果が期待できるものである。共通的な合理化項目として下記のものが考えられる。

- ①構造材料、下地材料の部材断面寸法を整理、統一する。
- ②架構ルールを整理する。
- ③継手仕口の種類を整理し、プレカット化をはかる。
- ④工程表の見直しを行う。

これらの事項はいずれも一般の小規模な大工・工務店レベルで採用することがたやすく、かつ一定の合理化の効果が見込めるものである。

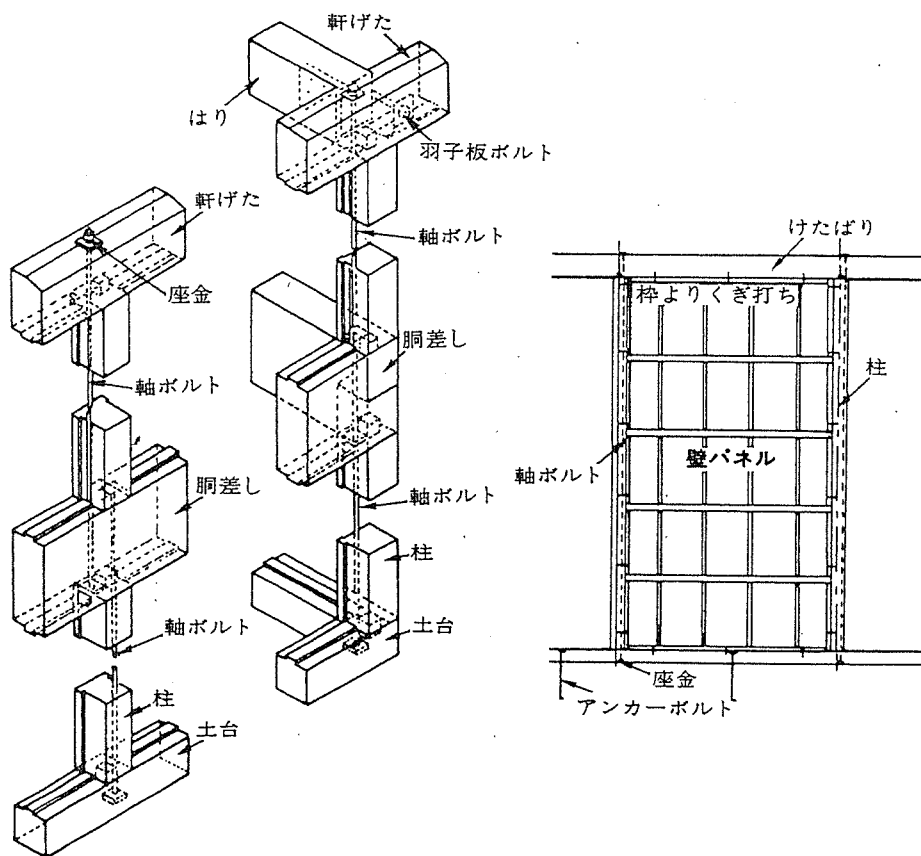


図3-6-2 軸ボルトの使用例

(2) 実状に応じて導入すべき合理化項目

現行の継手仕口に替わる新しい接合金物やパネル化等による合理化手法は、木造住宅合理化認定システムにおいて多くの企業から提案がなされているが、必ずしも一般の大工・工務店で合理化の効果が得られるとは限らない。一定の構造性能を保持した上で、生産性の合理化をはかる項目として下記のものと考えられる。

【構造性能・生産性の合理化】

- ①床組の水平構面剛性を高くし、剛床とするとともに、パネル化をはかる。
- ②構造材料に乾燥材またはエンジニアリングウッド（集成材、LVL等）を使用する。
- ③柱は原則として管柱とするとともに、継手仕口を単純化し、接合金物を用いて結合する。
- ④羽柄材をプレカット化またはノックダウン化する。
- ⑤基礎のプレファブ化また基礎型枠のプレファブ化をはかる。
- ⑥壁、床、屋根等のパネル化をはかる。
- ⑦初土台を用いて基礎換気口回りの強化をはかるとともに床下換気をスムーズにする。

その他、構造性能と生産性の向上を考慮した具体例として、ハードロックがある（図3-6-3）。ハードロックは筋かいとしてターンバックルと平鋼を組み合わせたものを用い、柱・土台・梁接合部をロックピンとボルトを用いたガセットプレートにより緊結するものである。通常の木筋かいは引張る機構を持たないのに対して、ハードロックはターンバックルを締め付けることにより、仮筋かいを省略することが可能であり、建て入れの修正も簡単である。

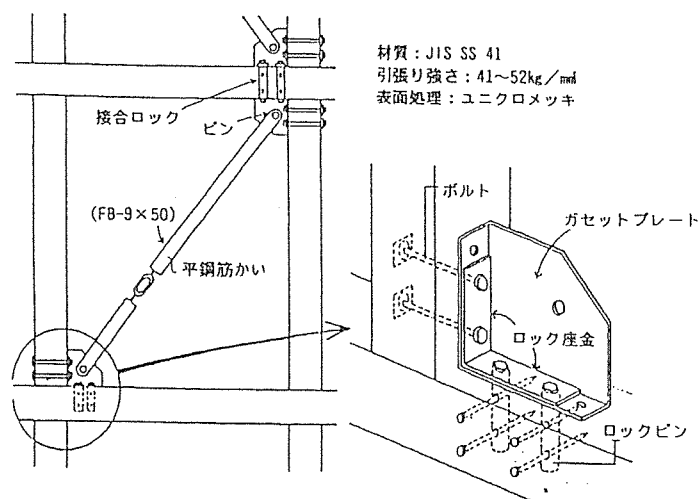


図3-6-3 ハードロック

4. 研究のまとめ

従来、軸組工法の構法開発は、大手の住宅メーカーによって行われてきた。本委員会では、そうした工法についても、ヒヤリングを行って開発の動機とその改良項目を把握した。その結果、それらの中にも、中小規模の生産にも適応可能な技術が見いだせることが分かった。

たとえば、プレカット構法は、一般の工務店にとっては、設備投資の規模から見ても採用は不可能であるが、これに匹敵するような仕口加工機械が相当量普及していることが分かった。また、これらの技術は、現在の蟻・鎌の仕口を前提としているが、これすら変革の兆しが見られることが分かった。たとえば、クレテック金物などの接合金物を用いれば、仕口の加工は、プレカットのような大規模な設備を必要としない簡単な加工で可能である。こうした金物は、中小規模の生産主体にも受け入れられていく可能性が高い。そこで、これらの金物をオープン部品として開発する必要がある。特に、軸組工法に用いられる金物としては、柱・梁接合金物だけでなく、筋交い端部に用いられる金物の開発が必要である。

床・壁などのパネル化は、中小規模の生産主体には採用は難しい。しかし、パネルのみの生産・販売する業態が現れれば実現も可能になろう。これらがオープン部品として市場に普及するようになれば、一般の工務店でも採用可能である。こうした方策を探るのも一つの方向性といえる。

このように、躯体部材に関しても部品化の流れが見られる。それは、狭い地域に大きな住宅需要のある日本にこそ実現可能な住宅の生産方法といえるが、それは、中小規模の生産主体に広まっていく可能性が高い。

本研究では、個々の提案に対するフィージビリティの検証は、不十分に終わったが、ここには、今後の軸組工法の可能性を示す「シーズ」がちりばめられていると確信している。今後は、個々の提案を詳細に検討し、その課題を明らかにすると共に、試作などを通して、実現性のための検証・改良が求められる。