



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|------------------|---|
| Title | 北海道における木造住宅の現場施工作業量 |
| Author(s) | 平井, 卓郎; HIRAI, Takuro; 上田, 恒司 他 |
| Citation | 北海道大学農学部 演習林研究報告, 54(2), 232-252 |
| Issue Date | 1997-09 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/21419 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 54(2)_P232-252.pdf |



北海道における木造住宅の現場施工作業量

平井卓郎* 上田恒司*

Amount of Site Work for Timber Houses in Hokkaido

by

Takuro HIRAI* and Koji UEDA*

要 旨

北海道において一般的な規模の、在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル構法住宅の躯体施工作業量について現場調査を実施し、以下のような結果を得た。

総現場作業量は在来軸組構法と枠組壁工法ではほぼ同程度、木質パネル構法ではその3/4弱であった。床および小屋組の施工に要する作業量は木質パネル構法が他の2構法に比べて少なく、パネル化の効果がはっきり認められた。しかし、壁の施工に要する作業量には、構法間にあまり大きな差が無く、顕著なパネル化の効果は認められなかった。この理由は、木質パネル構法では壁躯体部分の作業量は少ないものの、パネル間や開口部まわりの防水・コーキング処理等に多くの作業を要するためであることがわかった。

現場作業のうち、構造耐力上主要な部分について比較すると、在来軸組構法の作業量は枠組壁工法よりかなり少なかった。特に壁の構造躯体に関する作業量は、3構法中在来軸組構法が最も少なく、在来軸組構法における現場施工では、建物の構造耐力に有効に寄与する部分の割合が相対的に低いことがわかった。

キーワード：現場施工効率、在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル構法

1. 緒 言

我が国の木造住宅構法には、在来軸組構法^{1,2)}、枠組壁工法^{1,3)}、各種の木質パネル構法¹⁾、丸太組構法^{1,4)}、大断面木造（集成材構造）^{1,5)}などがある。このうち、丸太組構法と大断面木造

1997年3月31日受理。Received March 31, 1997

*北海道大学農学部森林科学科木材工学講座

Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

（集成材構造）は敷地面積（防火規制）や建築コスト、構法特性などから、現状ではやや特殊なものと考えられ、在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル構法の3種類が主要な住宅構法となっている。ただし、木質パネル構法は一般に建築可能な構法ではなく、建築基準法第38条^{*)}によって、特定の建築業者に個別に認可された構法である。

上記の各構法は、それぞれの構法名で括られてはいるものの、その実際的な構造形式や施工システムには大きな幅があり、必ずしも一律に捉えられるものではない。特に在来軸組構法は、詳細に見れば、各地方、各建築業者毎に異なる上に、時代とともに変遷しつつあり、むしろ在来軸組型各種木造建築構法と呼ぶ方が現実に近いかも知れない^{6,7)}。また、各構法の改良・多様化が進むにつれ、その基本的な構造形式や施工システムなど実質的な観点から見ると、構法間の明確な違いが減少し、相互に融合が進みつつあるようにも思われる。

一方では、建築法規自体も仕様規定から性能規定へ、すなわち基本的構法、使用材料や接合法などに一定の規準を設けて性能を確保しようとする考え方から、構法や材料、接合法を問わず必要な性能が満たされれば良いとする考え方に移行しつつある。このことは、現在建築基準法第38条に基づいて認可されている各種の改良構法も、将来は信頼出来る実験データや構造計算書の添付を条件として、現在よりも容易に建築が認められるようになる可能性を示している。この流れは、木造建築構法の多様化や融合をより加速するかも知れない。

特に、北海道は寒冷な気候条件に対応して、構法によらず比較的開口部が小さく壁面の多い住宅が多いこと、伝統的な構法に対するこだわりの少ない社会的土壌などにより、外観を一見ただけでは簡単に構法を特定出来ない住宅が、現在でもかなり多い。この北海道の現状と上記のような我が国全体の流れから考えると、今後北海道の木造建築は在来軸組構法、枠組壁工法ともに、より一層構法や施工システムの多様化や融合化に向かい、その過程で現場施工の合理化が指向されて行く可能性が高いように思われる。しかし、現場施工の合理化は、焦点を誤ると一方で住宅性能の低下をもたらすばかりでなく、施工効率の向上という本来の目的にも沿わないことがある。また、完成した住宅の性能に応じて相応の代価を支払うという考え方で住宅を見れば、施工に多くの労力と時間を要しコストが上昇したとしても、それ以上の性能向上と耐用年数の増加が保証されるなら、必ずしも非効率的な施工法だとは言えないように思われる。したがって、現場施工の合理化を考えるにあたっては、それが部分的な施工の効率化だけでなく、加工工場におけるプレカットや部品生産などから住宅の完成に至るまでの全体的な流れのなかで、実質的な効率化をもたらすものであるかどうか、またそれが住宅性能とどのように関係するかを適切に把握しておく必要があるように思われる。

この研究では、北海道において一般的な規模の、在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル

^{*)} 建築基準法第38条「この章の規定又は、これに基く命令若しくは条例の規定は、その予想しない特殊の建築材料又は構造方法を用いる建築物については、建設大臣がその建築材料又は構造方法がこれらの規定によるものと同等以上の効力があると認める場合においては適用しない。」

構法各1棟、計3棟の木造住宅について現場施工工程調査を実施し、その作業量分析を行って見ることにした。

なお、我が国では「構法」、「工法」2種類の表記が混用されているが、以下では法的規定を考慮して、枠組壁工法については「工法」を、その他の構法と構造方式、構造形式を示す一般的用語としては「構法」を用いることにする。

2. 調査方法

札幌市近郊の宅地造成地において施工された、在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル構法、各1棟ずつの木造住宅を調査対象とした。在来軸組構法は北海道でごく一般的な大壁造の2階建てである。枠組壁工法はRC造の地階部分を持ち、また1階の一部が車庫、その上の中2階部分が居間となった2階建てである。木質パネル構法は枠組壁工法と同様なプラットフォーム構法を基本とし、構造躯体の構成要素を工場生産による両面パネルとする構法である。各調査家屋の床面積と特徴を表-1に、またそれぞれの平面図と立面図を図-1から図-3に示す。今回の調査では、土台から外壁および小屋下地までの木造躯体部分の施工工程を対象としており、内装工事その他の調査は行っていない。

施工現場における工程調査は、作業員2ないし3名に対して調査員1名を配置し、作業の内容とそれに要した作業時間を各作業員毎に分単位で記録し、調査終了後、作業内容毎に各作業員の作業時間を集計する方法をとった。

今回調査対象とした住宅はそれぞれ床面積が異なっているので、集計結果を取りまとめるにあたっては、各作業に要した人工数（延べ作業時間数）を人・時間/坪（3.3m²）または人・分/坪（3.3m²）の形で整理した。その際、表-1に示される枠組壁工法住宅では、1階床面積に車庫部分（壁は布基礎上面と同レベルまでRC、その上は木造壁枠組で中2階まで、中2階

表-1 各調査住宅の床面積と特徴

| | | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
|--------------------------|-----|--------------------|----------------------|---------------------|
| 床面積 (m ²) | 1 F | 63.13 | 99.36* | 59.41 |
| | 2 F | 43.88 | 77.01 | 42.64 |
| | 計 | 107.01 | 176.37* | 102.05 |
| 主要な断熱法 | | グラスウール挿入 (大作業) | グラスウール吹き込み (専門業種) | パネル内にグラス ウール組み込み |
| 外 | 壁 | 防火サイディング (専門業種) | 同 左 (同 左) | 同 左 (同 左) |
| 屋 | 根 | 長尺カラー鉄板 | 同 左 | 同 左 |
| 小屋組形式 | | ドーマー付き切妻 | 急勾配妻壁 | 無落雪 |

*車庫20.70m²を含む。また、延べ床面積の他に地階（RC）37.67m²。

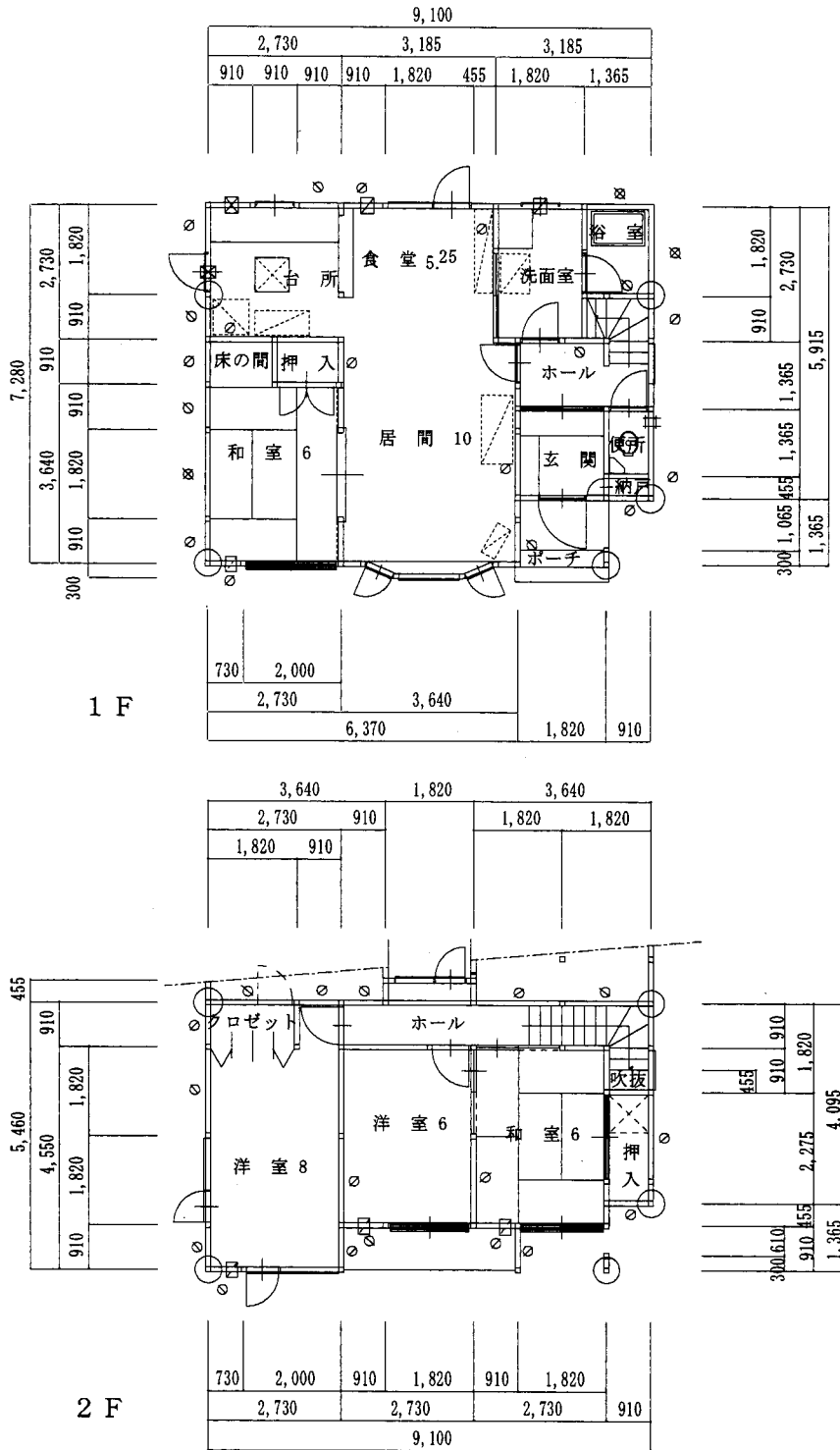


図-1(a) 在来軸組構法住宅平面図

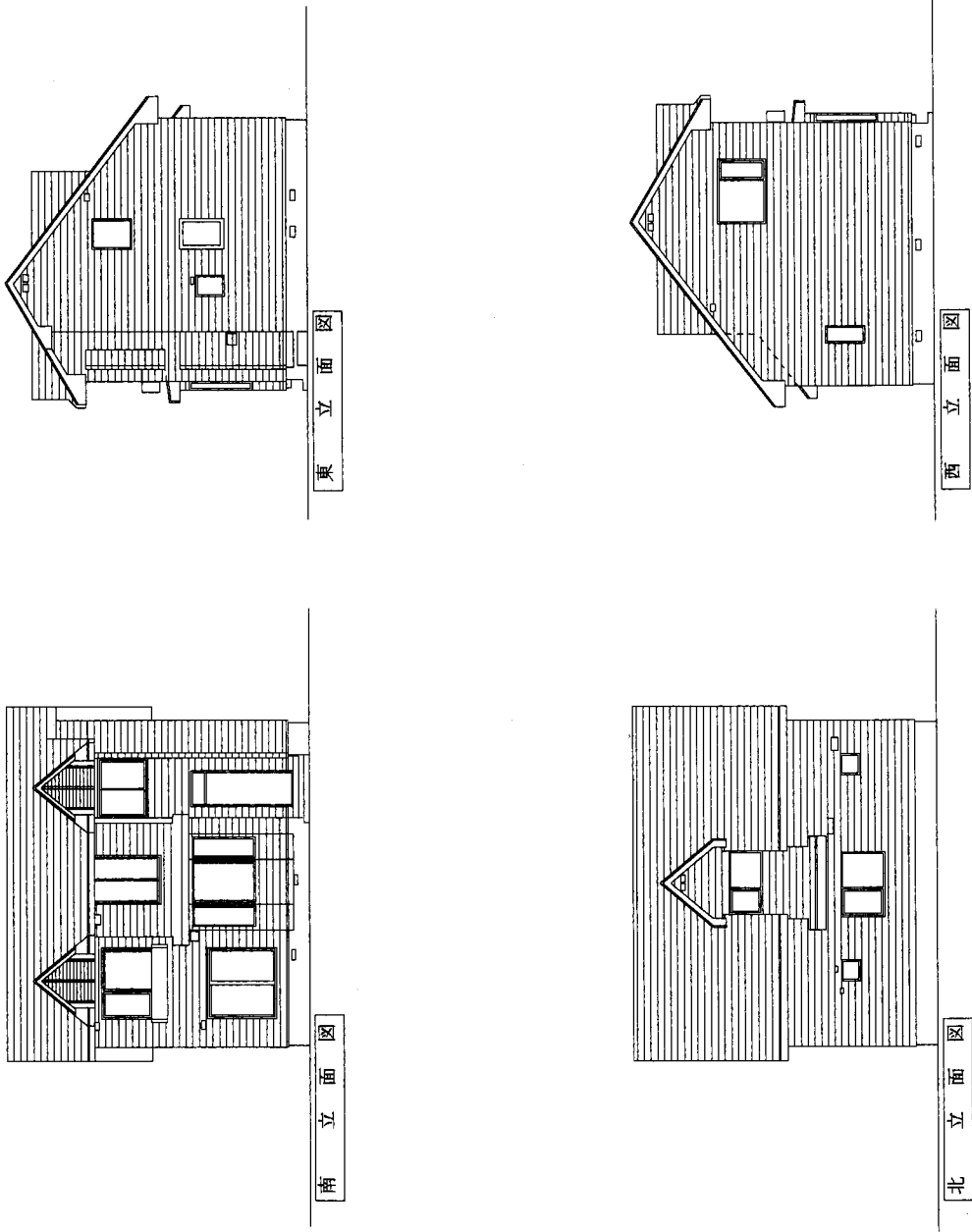


图-1(b) 在来軸組構造住宅立面图

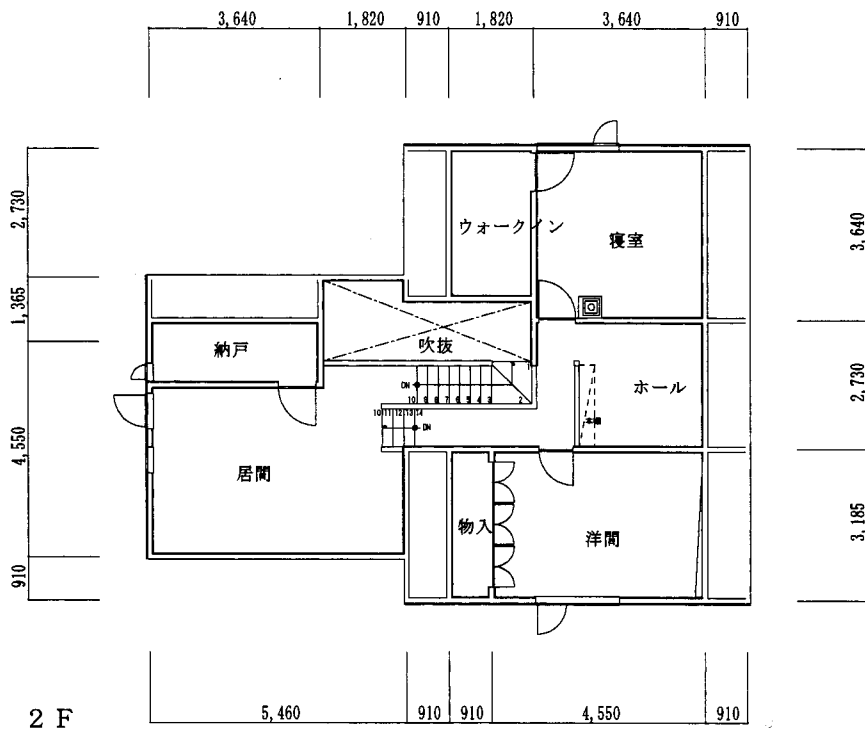
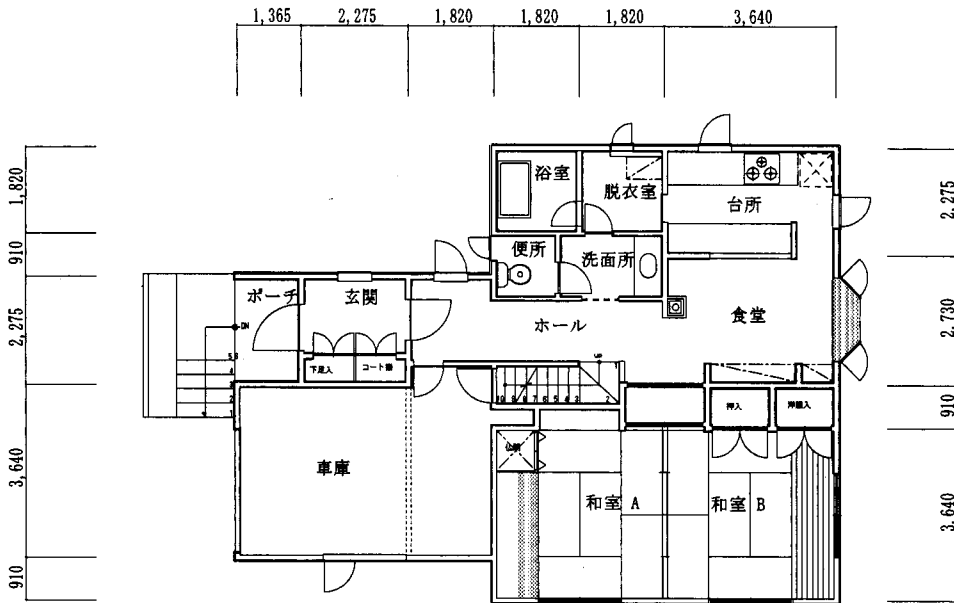


図-2(a) 枠組壁工法住宅平面図

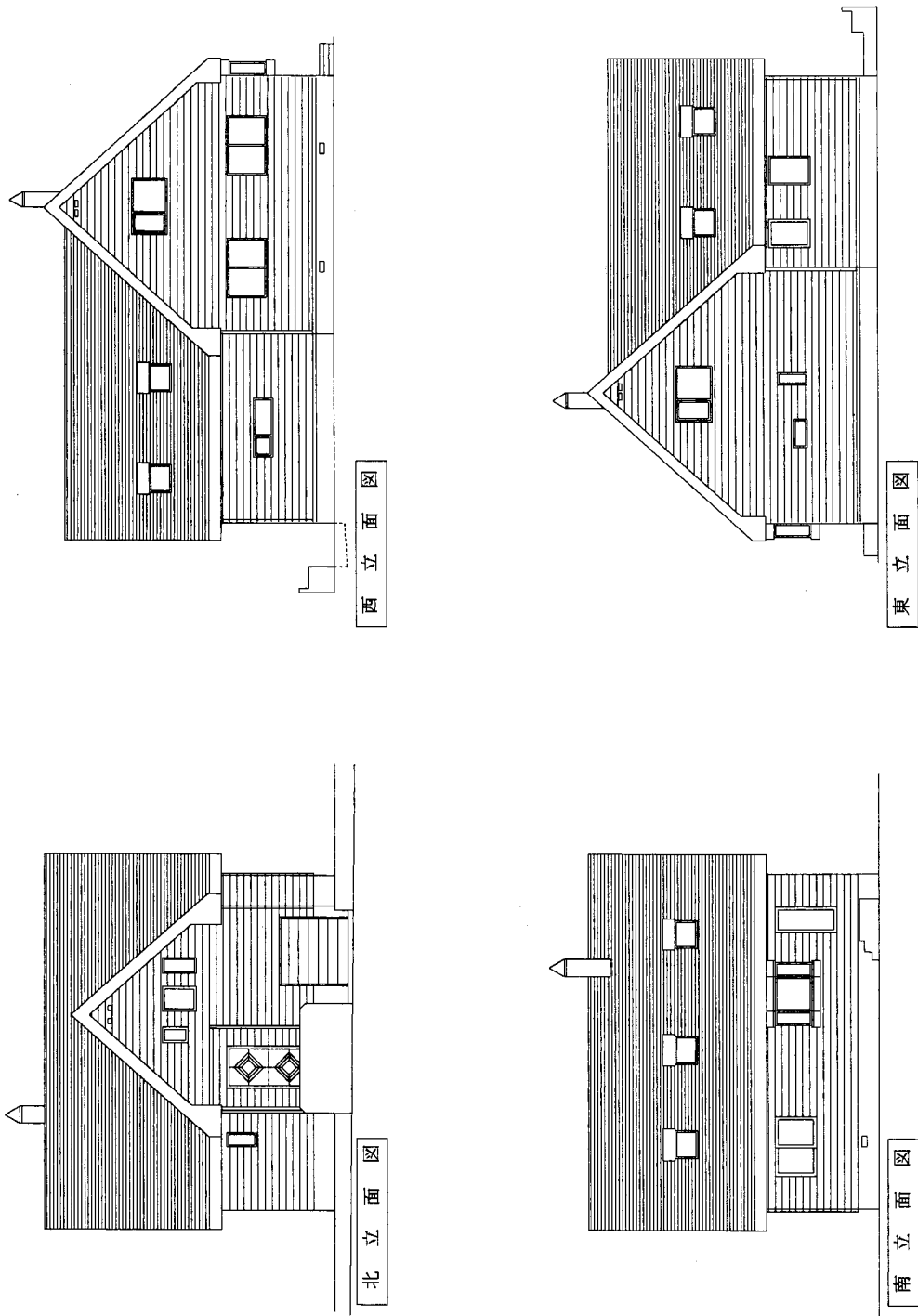


图-2(b) 枠組壁工法住宅立面图

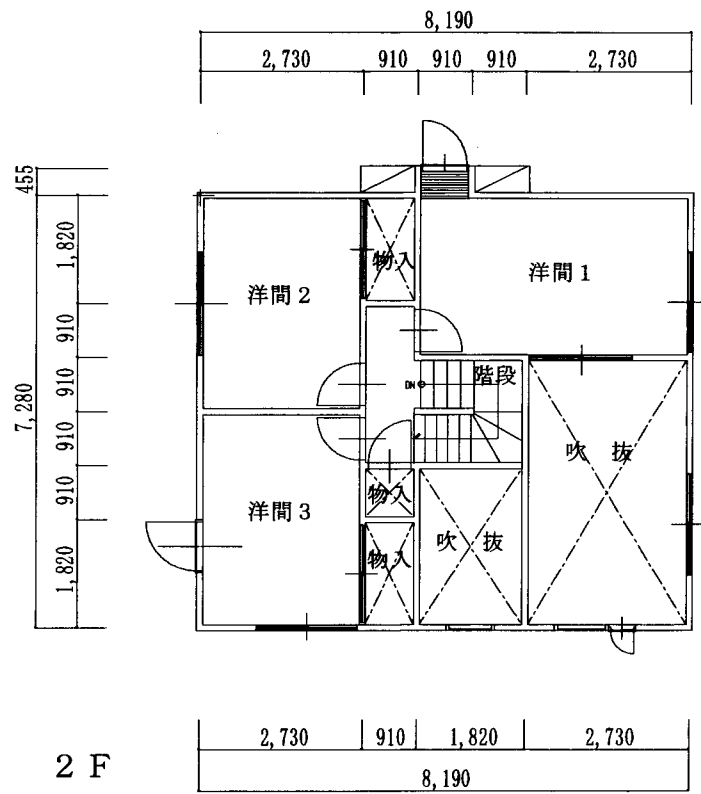
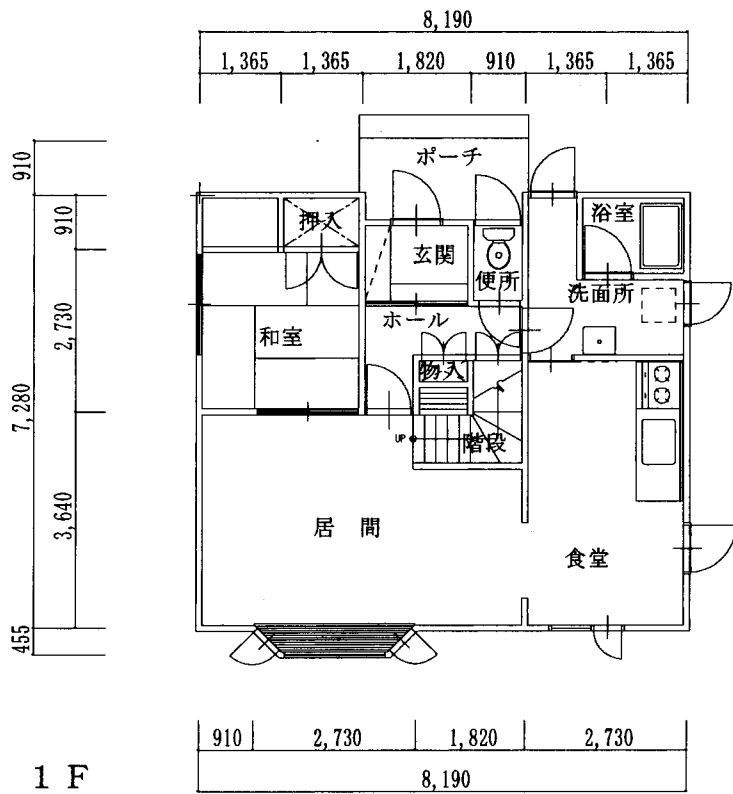


図-3(a) 木質パネル構法住宅平面図



図-3(b) 木質パネル構法住宅立立面図

床は木造床枠組）が含まれているが、ここではこの面積も含めて延べ床面積としている。そのため、枠組壁工法については、坪あたり作業時間が若干少なめに計算されていることになる。また、枠組壁工法の施工現場では、一部の作業に職業訓練校の実習生が参加していた。この実習生の作業については、作業の進行状況から総括的に判断して、材料運搬、枠組建て起こし補助、片付け等単純作業に関しては1/2人工、部材加工、釘打ち等技術を要するものに関しては1/4人工と見なすことにした。同様に、在来軸組構法の施工現場では、見習い期間中と思われる若い作業員も作業に従事していたが、これについては集計上特に考慮はしなかった。

3. 結果と考察

今回調査対象とした3棟の住宅は、小屋組形式を初めとしてそれぞれ基本設計が異なっており、施工工程の定量的な比較を目的とする調査対象としては必ずしも適当ではない。この種の比較調査を行うにあたっては、可能な限り床面積、外観等の似通った調査対象を選ぶのが望ましいことは言うまでもないが、今回の調査対象は調査実施上の制約もあり、限定された範囲からの選択となった。調査結果の信頼性に関しては次のような問題点もある。1) 現場検査の日程、施工業者の業務状況等のために、同じ延べ作業量であっても、比較的少人数で日数を要している現場と、短期間に集中的に作業を行った現場があった。2) 一般的に見て、作業員の技術レベルにはある程度上下の開きがあるものと思われる。3) 調査の進行につれて、施工内容に関する調査員の理解度が増し、調査開始時点と終了間際では記録の正確さに多少の差が生じた可能性がある。したがって、各構法について得られた集計結果の数値そのものを細部にわたって比較検討するのは必ずしも妥当ではなく、それぞれかなり大きな変動幅を持つものと理解すべきであるように思われる。

また緒言でも触れたように、同じ構法であっても実際の施工法には大きな違いがあり、調査結果を一概に各構法の特徴と考えることは出来ないという点も認識しておく必要がある。以下では記述の都合上、在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル構法という呼び方で比較検討を行うが、上記の点を考慮すると、今回の調査結果は各構法間の比較という側面の他に、たまたま調査対象とした3棟の住宅および建築業者間の比較という側面も同時に持っていると言えるようにも思われる。

各住宅に対する調査結果の概要を表-2に示す。表-2中の下拵えの項目は、実測値ではなく、施工業者からのヒアリングによる参考値であるが、在来軸組構法と枠組壁工法を比較すると、一般的に推測される通り、かなり大きな差が認められる。坪あたり現場作業人工数についてはほぼ同程度となっているので、この下拵えに要する作業量の差がそのまま総作業人工数の差となるようである。在来軸組構法では、近年機械加工によるプレカットの比率が増加しつつあるが、この調査結果からもその有効性が推測される。木質パネル構法では、床、壁、屋根に使用する両面パネルを工場生産しているため、その製造工程においてかなりの作業量が見込ま

表-2 調査結果概要

| 〔下拵え〕 | 坪 (3.3m ²) あたり作業人工数 (人・時間/坪 (3.3m ²)) | | |
|-----------------|---|--------------------|--------------------|
| | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
| 〔下拵え〕 | 6.91* ¹ | 0.22* ² | —* ³ |
| 〔現場作業〕 | | | |
| 運搬・準備等 | 0.86 | 0.90 | 0.69* ⁴ |
| 土台 (a) | 0.27 | 0.20 | — |
| 床 (b) | 1.18 | 1.17 | 0.60 |
| (a)+(b) | 1.45 | 1.37 | 0.60 |
| 壁 (c) | 1.02 | 2.08 | 1.70 |
| 断熱材・胴縁 (d) | 0.86 | 0.41* ⁵ | — |
| (c)+(d) | 1.88 | 2.49* ⁵ | 1.70 |
| 開口部 (e) | 0.90 | 0.35 | 0.83 |
| (c)+(d)+(e) | 2.78 | 2.84 | 2.53 |
| 外壁下地 (f) | 0.63 | 0.54 | 1.01 |
| (c)+(d)+(e)+(f) | 3.41 | 3.37 | 3.40 |
| 小屋組・小屋下地 | 2.21 | 2.38 | 0.88 |
| その他作業 | 0.85 | 0.82 | 0.78 |
| 計 | 8.78 | 8.84* ⁵ | 6.50 |

*¹ 柱・梁等墨付け・切り込み, その他部材加工。

*² まぐさ等一部部材加工, 合わせ部材加工。

*³ 壁・床パネルの製造, 梁その他部材加工。資料無し。

*⁴ 一部クレーン使用。

*⁵ 断熱材は専門業種による別途工事となっており, 今回は調査出来なかったもので, 在来軸組構法で要した時間をそのままあてはめてみた。

れるが, 今回は資料が入手出来ず不明である。

坪あたりの総現場作業人工数は, 在来軸組構法と枠組壁工法では上述のようにほぼ同程度, 木質パネル構法ではそれらの3/4弱となっている。推測される通り, 木質パネル構法の総人工数が最も少ないが, 相対的に見ると意外に多くかかっているという印象を受ける。以下では, この点も念頭において, 各作業項目について検討を加えて行くことにしたい。

3. 1 運搬・準備等

この項目は, 資材搬入後の現場内での材料運搬や工具類の準備, 作業員の移動等に要する坪あたり人工数 (人・時間/坪 (3.3m²)) を総計したもので, 資材搬入時の作業については, その他作業の項に含めてある。表-2を見ると, この作業に要している人工数は各構法とも総人工数のざっと10%程度である。木質パネル工法は他の構法と比べ人工数が少なくなっているが, この現場では2階床パネルの運搬等にあって一部小型クレーンを使用している。その点を考慮すると, この作業項目に関しては実質的にどの構法もほとんど差がないと考えられよ

う。

もちろん、上記の結論は現場内での材料運搬を主として人力に頼ることを前提とした場合で、今後住宅建築においても機械力の導入を積極的に進めようとするなら、適切なパネル化、ユニット化によって、部材の重量は増えても部材数を減じた方が有利になるように思われる。ただし、住宅の現場施工における機械力の導入に関しては、敷地面積、周辺の道路状況とも密接に関係し、都市部の住宅密集地域と土地に余裕のある地域では自ずと事情が異なる。このあたりについては、日本全国一律の考え方ではなく、各地域の実状に応じた技術開発の可能性も残されているように思われる。

3. 2 土台・床の施工

今回調査した木質パネル構法では、枠組壁工法の端根太、側根太に相当する半土台と呼ばれる部材は使用していたが、いわゆる土台に相当する部材はなく、布基礎上面に薄いプラスチック製台輪を敷いた上に直接1階床パネルを乗せる施工法となっており、その分だけ作業時間が短縮されている。表-2の床（1階床と2階床の合計）の部分を見ると、在来軸組構法、枠組壁工法に比べ、木質パネル構法ではそれらの半分近くまで人工数が減っているのがわかる。この結果から判断すると、床部分の現場施工の効率化に関しては、工場におけるパネル化の効果が大きいと言えよう。

表-3は土台と床の施工をもう少し細かく分けて比較してみたものである。ただし、表-3では作業人工数を人・時間/坪（3.3m²）ではなく人・分/坪（3.3m²）で示してある。表-2と表-3以下の各表では数値に若干の違いが見られる場合があるが、これは表-2の各項目には打ち合わせ、図面チェック、片付け、雑作業等の時間数が含まれているのに対し、表-3以下の各表では主要作業のみが整理されているためである。表-3で、在来軸組構法と枠組壁工法とを比べると、坪あたり総人工数はほぼ同じとなっている。しかし、枠組壁工法ではRC造の地階

表-3 土台・床の施工

| | 坪（3.3m ² ）あたり作業人工数（人・分/坪（3.3m ² ）） | | |
|-----------|--|-------|---------|
| | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
| 土台 | 16.28 | 11.79 | — |
| 大引・梁・根太 | 30.66 | 55.44 | 2.68 |
| 床下地合板 | 21.48 | 16.84 | — |
| 断熱処理 | 16.45 | — *1 | — *2 |
| 床パネル（含台輪） | — | — | 22.24 |
| 開口部 | — | — | 7.95 |
| 計 | 84.87 | 84.07 | 32.87 |

*1 枠組壁工法の調査住宅はRCの地階上に1階床枠組が乗っており、断熱処理を行っていない。

*2 パネル内に断熱材組み込み。

部分を持つために1階床に断熱処理を行っていない。この点を考慮して同条件で比較すれば、枠組壁工法の方が所要人工数が多くなるものと思われる。試みに、枠組壁工法でも在来軸組構法と同じだけの断熱処理作業を要したと考えると、土台と床の総人工数は100.52人・分/坪(3.3m²)となり、在来軸組構法より18%ほど多くなる。木質パネル構法は枠組壁工法と同様な構造形式を基本としているので、この両者を比較してみると、木質パネル構法の所要人工数は枠組壁工法の約33%まで減じており、パネル化の効果が大きいことがわかる。なお、木質パネル構法では、1階床パネルには製造段階で断熱材が組み込まれている。

3.3 壁および壁まわりの施工

壁の構造躯体部分とそれに付随する断熱処理や開口部のおさめ、外壁下地といった項目について整理すると次のようになる。初めに、表-2に示される壁面に関係する項目、すなわち壁(c)、断熱材・胴縁(d)、開口部(e)、外壁下地(f)の合計を見ると、各構法ともほとんど同じ結果となっている。ただし、枠組壁工法では断熱工事が専門業種による別途工事となっており、今回は実測データが得られなかったため、仮に在来軸組構法の数値と同等と見なすことにした。また、木質パネル構法の外壁パネルには、1階床パネルと同様に、製造段階で断熱材が組み込まれている。この集計結果を見ると、床の場合と大きく異なり、少なくとも現場作業量の低減という点から見る限り、壁体パネル化の効果はあまり現れていないように思われる。以下、特にこの点に注目しながら、順を追って検討を加えて行くことにしたい。

3.3.1 壁の構造躯体部分と断熱材・胴縁

表-4に壁の構造躯体部分と断熱処理、内壁面の胴縁(在来軸組構法の場合)に関する作

表-4 壁の施工

| 坪(3.3m ²)あたり作業人工数(人・分/坪(3.3m ²)) | | | | | |
|--|--------|--------------------|--------|--------------------|-------|
| 在来軸組構法 | | 枠組壁工法 | | 木質パネル構法 | |
| 柱・横架材・仮筋 かい取り付け | 19.24 | 壁位置・2F原寸 妻壁墨出し | 16.34 | 壁位置墨出し | 2.33 |
| 垂直調整 | 9.68 | 枠材加工・枠組組 み立て | 62.50 | 各壁単位毎の パネル接合 | 38.19 |
| 金物等取り付け | 8.92 | 建て起こし・釘打 ち・仮止め等 | 32.24 | 建て起こし・釘打 ち・仮止め等 | 50.36 |
| 筋かい取り付け | 12.17 | 断熱材入れ | 24.79* | 内外壁接合部等補 強釘打ち | 8.34 |
| 間柱取り付け | 9.68 | | | | |
| 断熱材入れ | 24.79 | | | | |
| 胴縁取り付け | 25.51 | | | | |
| 計 | 109.98 | 計 | 135.87 | 計 | 99.22 |

* 在来軸組構法の作業時間と同等と見なした。

業項目をまとめてある。土台・床と同様に、基本的な構造形式が似かよった枠組壁工法と木質パネル構法の結果を比較してみると、木質パネル構法の人工数は枠組壁工法の人工数の約73%となっており、土台・床に比べると少ないものの、この項目に関してはそれなりの現場作業の効率化が認められる。この作業低減量のうち約2/3は断熱処理に関する部分であり、残りが構造躯体の施工に関する部分である。ただし、枠組壁工法では内装工事に入った段階で、内壁面に石膏ボードその他の内壁下地材を打ち付ける必要があるが、木質パネル構法で用いられる壁パネルは両面パネルとなっているのでこの工程が不要である。したがって、実質的には更に大きな現場作業量の低減が期待出来るものと考えられる。在来軸組構法との比較では断熱処理を含めても10%程度の作業量低減に留まっているが、この場合も内壁下地材の施工工程まで含めて考えれば、もう少し大きな作業低減が期待出来よう。

表-4で、枠組壁工法と木質パネル構法に関する調査結果をもう少し細かく比較してみると、次のようになる。枠組壁工法では1階または2階のプラットフォーム上で適当な単位の壁枠組を組み立てるが、木質パネル構法でも工場で製造された壁パネル単体を、数枚ずつ連結していくつかの壁単位とする工程がある。このパネル単体どうしの接合は、突き合わせ面に接着剤を塗布した後、専用工具とスクリーナ釘を併用して行うが、枠組壁工法における枠材加工・枠組組み立ての60%程度の作業量を要している。また、各壁単位毎の組み立てが終わった壁枠組あるいは連結された壁パネルの建て起こしや、釘打ち・ボルト締め・接着等隣接する壁単位や床組との接合、あるいは仮留め・仮筋かい打ちといった作業に関しては、むしろ木質パネル構法の方が50%以上作業量が増えている。これらの作業工程は構造耐力上重要な部分なので、いたずらに作業時間の長短のみを論じるべきではないが、この集計結果を見ると、パネル化の効果が現れにくい部分だと理解することも出来ようし、また一方では今後の改善の余地が大きく残されている部分だと見ることも出来よう。なお、今回調査した枠組壁工法住宅では2階プラットフォーム上に2階妻壁用の原寸墨出しを行い、それに従って壁枠組を組み立てている。

在来軸組構法では、内壁面の胴縁取り付けに全体の約23%にあたる25.51人・分/坪（3.3m²）を要しているのが目につく。一方、表-4の金物等取り付け（火打ち梁取り付けを含む）と筋かい取り付けに要している作業量は21.09人・分/坪（3.3m²）となっており、これらの構造上重要な作業と比較すると、胴縁取り付けに関しては何らかの合理化が望まれるように思われる。

3. 3. 2 開口部まわり

表-2には窓、玄関等の開口部まわりの施工作業量が示されているが、一般に開口部まわりの施工工程にはかなり大きな幅があり、必ずしも簡単に人工数の比較出来ない場合が多い。そこで、今回の調査結果のうち、玄関、出窓、天窗を除いたその他の窓と形式の簡単な勝手口のドアだけについて所要人工数を整理してみたのが表-5である。ただし、表中では、坪あた

表-5 窓（出窓・天窗等を除く）の施工

| | 1個あたり作業人工数（人・分/個） | | |
|-----------|-------------------|-------|---------|
| | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
| 窓枠加工・取り付け | 41.86 | 4.08 | 15.05 |
| 窓サッシ取り付け | 34.85 | 11.47 | 13.54 |
| 計 | 76.71 | 15.55 | 28.59 |

りではなく窓1個あたりの人工数を人・分/個で表してある。表-5を見ると、窓枠加工・取り付け、窓サッシ取り付けともに在来軸組構法の作業量が特になくなってきているが、壁枠組を組み立てる段階で開口部がほぼ決まってしまう枠組壁工法と、壁軸組の大枠が出来上がってしまうから開口部まわりが施工される在来軸組構法との施工手順の違いがあるので、単純な比較は難しいであろう。

そこで、枠組壁工法と木質パネル構法の比較に焦点を絞って表-5を見ると、窓枠加工・取り付けの工程において両者に大きな差のあることがわかる。これは次のような理由によるものと思われる。枠組壁工法ではプラットフォーム上で壁枠組を組み立てる段階で、かなり正確に開口部寸法を仕上げておくことが出来る。また、この段階で窓サッシを取り付けてしまうことも可能である。更に付け加えれば、比較的狭い間隔で配列された縦枠によって壁枠組が構成され、必要に応じて釘打ちによる合わせ部材の作製（例えば縦枠材の2枚釘着、縦枠材と構造用合板の釘着等）も容易な枠組壁工法は、基本的にそのような開口部を現場調整し易い施工方式であると言えるかも知れない。一方木質パネル構法では、開口部や各壁パネル間の取り合い部分の寸法出入りにひとつひとつ対応してパネルを製造しようとする、その種類が増えすぎてしまい、工場生産ラインの合理化が難しくなる。そこで、施工現場において寸法調整用部材を別に取り付ける場合が多くなってしまう。これは木造建築の工業化を進めようとするときの重要な課題の一つで、一方で施工の効率化、工場生産の合理化を進めようとする、それを実現するために他方ではそれまで不要であった新たな工程を作り出してしまう場合がある。この点は、枠組壁工法、在来軸組構法どちらを基本構造形式として施工法の合理化を考える場合にも共通の課題であろう。この問題に関しては、工場における部材生産から内装工事を含む現場施工まで全体を見渡して総合的な判断を下さないと、施工の合理化が机上の計算のみに終わってしまい、実質的な効果をもたらさないことにもなりかねない。

3. 3. 3 外壁下地

表-2に戻って壁、断熱材・胴縁、開口部の合計、(c)+(d)+(e)を見ると、それほど大きな差ではないが枠組壁工法が最も作業量が多く、木質パネル構法が最も少なくなっている。ところが、次の外壁下地の項はその順序が全く逆で、特に木質パネル構法は他の構法に比べてかなり

表-6 外壁下地の施工

| | 坪 (3.3m ²) あたり作業人工数 (人・分/坪 (3.3m ²)) | | |
|--------------------------|--|-------|---------|
| | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
| 換気口処理 | 3.64 | 0.67 | 14.94 |
| 防水・コーキング処理* ¹ | 3.83 | — | 19.83 |
| 防水下地取り付け* ² | 10.40 | 15.06 | 9.02 |
| 水切り土台取り付け | 2.13 | 5.05 | — |
| 胴縁取り付け | 17.82 | 11.49 | 13.62 |
| 計 | 37.82 | 32.27 | 57.41 |

*¹ 開口部まわり防水テープ貼り，突き合わせ部分コーキング等。

*² ハウストラップ（在来軸組構法），シーリングボード（枠組壁工法），アスファルトフェルト（木質パネル構法）取り付け。

多くの作業量を要している。そのため、これらを合計すると上記のようにどの構法もほとんど同じという結果になってしまっている。そこで、この外壁下地について整理した表-6を見ながら、その内容を検討して行くことにしたい。

表-6からは、換気口処理と防水・コーキング処理に要している作業量に、各構法で大きな違いのあることが一見してわかる。初めに、換気口処理について見ると、在来軸組構法では下拵えの段階で予め作っておいた換気口用の枠組を現場で取り付けする方法を採用し、現場作業の合理化を図っているが、枠組壁工法ではそれと比べてもずっと作業効率の良いことがわかる。この理由は、開口部の部分でも触れたように、枠組壁工法では比較的狭い間隔で縦枠が配列されているので、このような壁面の小さな開口部は、縦枠と縦枠の間隔を利用して、簡単に納めることが出来るため、この構法の長所のひとつと言えよう。

一方、今回調査した木質パネル構法は、他の構法に比べてこの作業に要している人工数が飛び抜けて多い。この構法で用いられている壁パネルは、内側に断熱材が挿入され、両面に面材の張られた無開口パネルで、換気口は外壁面がすべて組みあがった後から作られる。そのため、外壁パネルの面材に換気口用の孔をあけ、必要に応じて補強材を取り付けるという作業工程が必要となる。この作業は、既に断熱材が入られ両面に面材の張られた後から行う分だけ、他の構法よりも多くの作業時間を要するようである。この作業工程は、現場施工ではなく工場でのパネル製造の段階で行うことももちろん可能であるが、この住宅メーカーとしては、パネル製造段階で加工工程を複雑にするよりも、現場施工で対応した方が総合的に得策だと判断しているものと推測される。いずれにせよ、開口部の項目で触れたように、このあたりの施工工程をどのように捉えるかが、木造住宅施工の合理化を進めて行く上での重要点のひとつとなるように思われる。

次に表-6の防水・コーキング処理の項を見ると、同様に木質パネル構法が際だって作業量が多い。この作業内容は、在来軸組構法では開口部まわりの防水テープ張り、木質パネル構法

では同じく開口部まわりの防水テープ張りや外壁パネル突き合わせ部分のコーキングである。この工程は完成した住宅の居住性能や耐久性能に大きく影響すると考えられる。今回調査した3棟の住宅の中では、木質パネル構法が最も丁寧な施工をしていたと見ることも出来るので、一概に作業量の多少だけから施工効率を論じることは出来ないであろう。ただ、一般的な理解としては、木質パネル構法ではパネルどうしまたはパネルとその他の副次的な構造部材との接合部分が、パネル自体の性能と比べ、構造性能だけではなく、居住性能、耐久性能に関しても弱点部となりやすく、特に丁寧な施工が必要となることは事実であろう。

表-6のその他の項目、例えば防水下地取り付けの部分には各構法で多少の差が見られるが、表の脚注に示されている作業内容を含め、基本的な構法の差と言うよりも、各建築業者の採用している施工法や施工手順の違いによって、サイディングボード取り付けまでの工程が異なっているので、細かい比較はあまり意味を持たないように思われる。

3.4 小屋組・小屋下地の施工

表-7に小屋組・小屋下地に関する集計結果を示す。今回調査対象とした3棟の住宅は、表-1および図-1, 2, 3に示されているように、それぞれ小屋組の形式が異なっている。そのため、この項目については比較が大変難しいが、参考までに調査結果を概観してみたい。まず、構造躯体部分である小屋組から野地合板の張り込みまで（ただし、木質パネル構法では屋根パネルの取り付けまで）を比較してみると、作業量は枠組壁工法、在来軸組構法、木質パネル構法の順となっている。木質パネル構法は他と比べてかなり作業量が減少しているように見えるが、この住宅で採用している陸屋根形の無落雪方式は、本来パネル化に適した小屋組形式だと推測されるので、この数値をそのまま評価することは出来ない。しかし、小屋梁の取り付け、屋根パネルの設置という施工工程はどちらかと言えば壁組よりも床組に近いと考

表-7 小屋組・小屋下地の施工

| | 坪 (3.3m ²) あたり作業人工数 (人・分/坪 (3.3m ²)) | | |
|-------------|--|---------------------|---------------------|
| | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
| 小屋組(a) | 40.26* ¹ | 60.72* ² | — |
| 野地合板取り付け(b) | 19.83 | 21.67 | — |
| (a)+(b) | 60.09 | 82.39 | 23.00* ³ |
| 破風・軒天処理 | 68.33 | 45.67 | 18.18* ⁴ |
| 防水・断熱処理 | — | — | 8.36 |
| 計 | 128.42 | 128.06 | 49.54 |

*¹ 束、母屋、筋かい、垂木等取り付け。

*² 束、棟梁、筋かい、垂木、天井根太等取り付け。

*³ 小屋梁、屋根パネル、側根太等取り付け。

*⁴ パラベット部分を含む。

えれば、表-7がやや極端な調査結果を示しているとしても、小屋組・小屋下地は部材のパネル化が効果的な部分のひとつであることは確かであろう。

破風・軒天処理等については、設計形式の違いに加え、各建築業者独自の納め方もあるものと思われ、今回の調査結果を見ただけでは結論は下せない。ただ、陸屋根形の無落雪方式を採用している木質パネル構法を除いた他の構法、特に在来軸組構法では、この部分の作業量が非常に多くなっており、出来れば何らかの施工法の改良が望まれるところであろう。

3.5 その他作業

施工現場では上記の作業の他に、打ち合わせ、作業足場の組み立てと取り外し、基礎手直し、一部部材の現場防腐処理、仮留め・仮筋かいの取り外し、片付け・ゴミ処理、ユニットバス据え付け、郵便受け取り付け、スノーダクト排水口まわり処理（無落雪形式）等様々な作業が必要となる。個々の作業内容には各現場で多少異同があるものの、全体としては表-2に示されるようにどの構法もほぼ同程度だと考えて良いようである。

3.6 主要な構造部分の施工

以上の各項では、各調査対象住宅の現場作業量について、部位毎にまとめて比較してみたが、そのうち主要な構造部分に関する施工項目だけを抜き出してみると表-8のようになる。

在来軸組構法では、下拵え（墨付け・切り込み）に要する作業量が非常に多い。しかし、現場作業量は全体的に見ても、枠組壁工法の約64%に留まっており、木質パネル構法と比べても20%程多いに過ぎない。更に、形式の違いから比較の難しい小屋組を除いて、土台・床と壁（表中(a)+(b)）だけに注目すると、主要構造部分に関する在来軸組構法の現場作業量は枠組壁工法の約60%程度、木質パネル構法と比べてもほぼ同程度となっている。特に壁に関する作業

表-8 主要構造部分の施工

| | 坪 (3.3m ²) あたり作業人工数 (人・時間/坪 (3.3m ²)) | | |
|---------|---|-------|---------|
| | 在来軸組構法 | 枠組壁工法 | 木質パネル構法 |
| 〔下拵え〕 | 5.58 | 0.22 | —* |
| 〔現場作業〕 | | | |
| 土台・床(a) | 1.14 | 1.40 | 0.55 |
| 壁(b) | 0.99 | 2.10 | 1.65 |
| 小屋組(c) | 1.00 | 1.37 | 0.38 |
| (a)+(b) | 2.14 | 3.50 | 2.20 |
| 現場作業計 | 3.14 | 4.87 | 2.58 |
| 総計 | 8.72 | 5.09 | —* |

* 資料無し。

量については、在来軸組構法が最少である。

在来軸組構法では現在、大地震を契機とした構造耐力への関心の高まりを背景とし、全国的に金物による接合部補強等の施工法改善が進みつつある。また、北海道を初めとする寒冷地域では、近年は筋かい軸組に代わる面材張り耐力壁の採用も増えつつある。

これら構造耐力の向上につながる施工法の推移は、当然一方では現場作業量の増加をもたらすことになる。在来軸組構法では現在、様々な接合法や接合金物が開発されているが、それらは耐力性能、作業効率両面から見ていわば玉石混交状態にあるように思われる。このような場合、ともすれば施工が容易で作業効率の良いものだけが生き残りがちである。しかし、主要構造部分について見れば、上記のようにこれまでの在来軸組構法の現場作業量は相対的に少ない。この点を考えれば、多少の作業量増加とそれによるコスト上昇は容認しても、構造耐力向上を優先することも必要なのではないだろうか。

試みに、表-8に示される在来軸組構法と枠組工法の壁の部分だけを取り出して比較し、坪あたり人工数の差に在来軸組構法の床面積を掛けてみると、約36人・時間の差となる。一方、この住宅には約60本の主要な柱（ただし、通し柱は2本の管柱に換算）と約40本の筋かいが使用されているので、それぞれの端部を全く別個に加算した場合、壁部分には約200箇所の構造上重要な接合部があることになる。この接合部1箇所あたり、10人・分だけ作業量を増し、より確実な施工を行ったとしても、総作業増加量は約33.3人・時間となり、上記の差を越えない。これを坪あたり人工数に換算すると、1.03人・時間/坪（3.3m²）となるが、これは破風・軒天処理に要している時間より幾分少なく、胴縁取り付けや断熱材入れに要している時間の2.5倍程度、また構造部分の下拵えに要している時間の約1/5程度である。

このような単純な数値比較が現実的な意味を持つかどうかはともかくとして、いずれにせよ今後の木造住宅施工の合理化は、緒言でも述べたように、耐力性能、耐久性能、居住性能など、完成した建物の性能との関係で捉えて行かなければならないように思われる。性能を基本に見据えた合理化と、単なる作業量の低減とは似て非なるものであることを十分認識しておく必要がある。

現在、住宅購入者の多くは構造安全性や室内環境の安全性など、製品としての住宅の性能に高い関心を持っており、性能と価格の関係が適正で正しい情報提供が行われさえすれば、それなりの理解が得られる状況が生まれつつあるように思われる。このような現状に対する理解が遅れているのは、むしろ住宅生産者側ではないだろうか。

4. 結 論

在来軸組構法、枠組壁工法、木質パネル構法に関する現場作業量分析の結果得られた結論をまとめると次のようになる。

- 1) 総現場作業量は在来軸組構法と枠組壁工法ではほぼ同程度、木質パネル構法ではその

3/4弱であった。一方、ヒアリングによって概算した下拵え（仕口の切り込み等）の作業量を見ると、在来軸組構法が枠組壁工法に比べかなり多くなっており、この差がそのまま両構法の総作業量の差となっており、プレカットの有効性が推測される。

2) 現場内での運搬・準備等に要する作業量は、構法に関わらず総現場作業量の10%程度であった。

3) 土台・床の施工に要する作業量は木質パネル構法が他の2構法に比べてかなり少なく、パネル化の効果がはっきり認められた。

4) 壁および壁まわりの施工に要する作業量には、構法間にあまり大きな差が無く、床とは逆に顕著なパネル化の効果は認められなかった。この内容をもう少し詳しく見ると、木質パネル構法では壁躯体部分の作業量は少ないものの、パネル間や開口部まわりの防水・コーキング処理、換気口処理等に多くの作業を要していることがわかった。

5) 小屋組・小屋下地に関する作業量は木質パネル構法が少なく、床と同様にパネル化の効果が認められた。

6) 破風・軒天処理にはかなりの作業を要しており、特に在来軸組構法では作業量が多かった。

7) 現場作業のうち、構造耐力上主要な部分について比較すると、在来軸組構法の作業量は枠組壁工法よりかなり少なかった。特に壁の構造躯体に関する作業量は、工場生産パネルを使用している木質パネル構法も含め、3構法中在来軸組構法が最も少なく、在来軸組構法における現場施工では、建物の構造耐力に有効に寄与する部分の割合が相対的に低いことがわかった。

謝 辞

現場調査を行うにあたり、当時北海道大学農学部林産学科木材加工学講座（現森林科学科木材工学講座）所属の学生諸氏のご協力を得た。ここに記して深謝の意を表したい。

文 献

- 1) 日本木材学会編（1991）：木材の工学。文永堂出版，p.123
- 2) 住宅金融公庫建設サービス部（1995）：木造住宅工事共通仕様書。住宅金融普及協会
- 3) 住宅金融公庫建設サービス部（1995）：枠組壁工法住宅工事共通仕様書。住宅金融普及協会
- 4) 住宅金融公庫建設サービス部（1995）：丸太組構法住宅工事共通仕様書。住宅金融普及協会
- 5) 日本建築センター編（1988）：大断面木造建築物設計施工マニュアル。日本建築センター
- 6) 日本住宅・木材技術センター編（1979）：木造軸組工法の改良と合理化。日本住宅・木材技術センター
- 7) 日本住宅・木材技術センター編（1982）：木造住宅 1 これからの木造住宅。丸善

Summary

We investigated the amount of work required on the building site for several types of timber houses built in Hokkaido. We selected three typical light timber constructions: a Japanese traditional post and beam construction, a platform frame construction originally developed in North America, and a prefabricated wooden panel construction, which are popular in Hokkaido, for this study. The amount of site work required in fabricating several elements of the building frames of them were counted by man·hour/3.3m² or man·minute/3.3m².

Both the Japanese traditional post and beam construction and the platform frame construction required almost the same amount of total site work. The prefabricated wooden panel construction required a little less than three quarters of the site work needed for the other constructions. The amount of site work used to fabricate the construction elements, floor, wall or roof frames, sheathing or openings etc., was counted separately.

We obtained the following results. The prefabricated wooden panel construction clearly required less work for the floor framework in comparison with the other constructions, which showed the practical efficiency of prefabrication of floor units being predicted reasonably. Similar efficiency also was observed for the framework of prefabricated roofs.

The prefabricated wooden panel construction, however, required nearly the same amount of work as the others for the framework of the walls. The principal reason which prevented the expected improvement of efficiency by the prefabrication was an increase in the amount of work needed for waterproofing or caulking the gaps between separate wall units or fringing openings.

The amount of site work applied to fabricate the major structural elements of the Japanese traditional post and beam construction was less than that of the platform frame construction. The Japanese traditional post and beam construction, in particular, devoted the least amount of site work to fabricate the structural wall frames.