集合住宅における木製軸組下地による間仕切と 天井の施工性からみた構法特性

THE CONSTRUCTIONAL CHARACTERISTICS OF PARTITIONS AND CEILINGS WITH WOOD BACK-UP STRUCTURES IN APARTMENT HOUSES

王 英健*, 深尾精一**

Yingjian WANG and Seiichi FUKAO

Through 5 case studies, the constructional characteristics of partitions and ceilings with wood back-up structures in apartments' interior were compared. As results, the following facts have been found: the partition's back-up structure plays a central role in influencing the constructional efficiency of whole interior finish work, the construction method of ceiling's back-up structure is the one which needs improvement urgently, the relation between the Element Density and Man·Minute value of one element in ceiling's back-up structure is inverse proportional, and corresponding movement between partition and ceiling's back-up structures appears in the Man·Minute/m².

Keywords: interior finish work, constructability, man-minute, ceiling, partition, wood back-up structure

内装、施工性、工数、天井、間仕切、木製下地軸組

1. はじめに

集合住宅の室内の生活空間を実際に構成する天井、床、間仕切は、集合住宅の内装における三つの主要素である。三要素のそれぞれの構法についての適用性（フィージビリティ）と相互の適合性（コンパティビリティ：間仕切と天井、床との取合いなど）に関する問題は、集合住宅の内装を向上させる上での重要な課題である。従来、の大多数の集合住宅の内装は、間仕切と床を主体としており、天井の大部分は、構造スラブの下面に直接仕上げ材を貼っていた。集合住宅の住戸に二重天井を全面的に導入した内装工事は少数例にとどまっていた。しかし、近年、住生活水準の向上と集合住宅の住戸平面の多様化によって、集合住宅の内装工事は、間仕切、天井、床を全面的に用いる例が増えてきている。

間仕切、天井、床構法を完全に併用する場合は、三者（間仕切、天井、床）がシステムとして統合され、各構法が適切に調整され、室内施工環境に対して内装構法全体

として適応していることが重要である。現在、一般的に用いられている各構法、特に天井構法は、今後このまま使用されるには、以上の点に関し多くの疑問点を抱えている。

集合住宅の内装構法に関する既往の研究では、間仕切、天井、床の三つの構法のそれぞれについて、様々な調査が行われている¹⁾。しかし、現実の集合住宅の内装工事は、多様な条件下で行われており、構法の特徴と施工特性を全体として把握することは容易ではない。その中でも、天井構法については、施工性などの構法特性が明らかになっていない。間仕切と天井は、下地形状が類似しているなど、構法面での共通点が多く、施工上の関係も緊密である。間仕切と天井の施工に関し、問題点を適切に解明し、施工効率を向上させるためには、両者を同時に検討対象とする必要がある。

本研究は、現在の集合住宅の内装に最も一般的に使われている木製軸組間仕切と天井構法に着目し、二つの構

本調査研究内容の一部は、日本建築学会大会（東海）（1994.9）で発表した。

* 東京都立大学工学部建築学科 大学院生・工修

** 東京都立大学工学部建築学科 助教授・工博

Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Technology, Tokyo Metropolitan Univ., M. Eng.

Associate Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Technology, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.

法の実態と併用する場合の問題点を明らかにし、両者を比較検討することとともに、それらの施工性・施工量及び相互関係などを把握することにより、二重天井を現状より広い範囲に導入する集合住宅の内装工事を、より合理化、効率化する方法を導き出すための資料を作成することを目的としている。

2. 集合住宅の木製軸組間仕切と天井の基本特徴

現在の集合住宅の内装構法の種類は様々である。その中で、よく使用されているものは、間仕切、天井の場合は、木製・金属製（LGS）下地軸組にボード類を張ったもの、床の場合は、発泡スチロール床下地、置床パネル、木製下地軸組に合板を張ったものなどである。構法の属性、材質、施工方法などを配慮して、集合住宅の同一住戸の中に使われる間仕切構法と天井構法は、同類のもの（例えば、間仕切の下地に木製軸組を用いる時は、同一住戸の天井下地も木製軸組構法を用いる。）を採用することが多い。木製軸組間仕切と天井は、材木の加工のし易さ、配管・配線・設備機器との取合いの柔軟さ^{註2)}、複雑な住戸平面と断面形態への対応などの面でメリットをもち、現在の集合住宅において広範に使用されている。しかし、二重天井を全面的に張る構法はあまり多くなく、間仕切との取合い上の問題は明らかになっていない。また、間仕切と天井を併用する場合の木製軸組間仕切と天井構法の適合性と取合いに関する諸特性や問題点を比較・把握することは、木製軸組構法だけでなく、LGS下地など他の内装構法を改良する上でも、重要である。

間仕切と天井の施工は、一般的に、木製軸組下地の施工とボードの張付の二つの作業で構成される。本研究は、構法の骨組部分、つまり、木製軸組の施工に焦点を当てている。

間仕切と天井の相対的な位置関係には、主に間仕切勝ちと天井勝ちの二種類があるが、間仕切壁と天井の強度、遮音性、階高、経済性などの配慮の結果、間仕切勝ちが現在の集合住宅内装の主流となっている。また、下地軸組を用いた天井を張っている部分がまだ少ないという現状も、間仕切勝ちを一般的な構法としている。

間仕切勝ちの場合の間仕切、天井の下地軸組の施工プロセスと代表的な構成を図1に示した。調査対象の現場状況、施工者などの違いによって、内装の施工プロセスには多少の相違が存在するが、間仕切の下地軸組の組立を最初に行うことが一般的である。その次に天井下地軸組の下地回り縁や床下地の端根太を間仕切の下地軸組、または、躯体壁に固定して、天井下地軸組の施工を行う。間仕切、天井のボードを張り付ける工事が完了した後、最後に、床の下地パネルを敷設する（床勝ちの場合を除

*場合によって、端根太と束の施工を天井軸組が完成した後に行うことがある

図1 間仕切と天井の木製軸組構法の施工プロセス

く）。

間仕切勝ちの場合の間仕切、天井の木製下地軸組は、配管・配線・設備機器に対して、主に、軸組の部材配置方式を変更したり、材木の一部を切る方法、または附加材を添加する方法で対応している（参考文献1を参照）。

3. 施工性調査の概要

間仕切及び天井の木製下地軸組の施工実態及び相互の関係を把握するために、1992年9月10日～10月15日（調査Ⅰ、Ⅱ）と1993年10月13日～1994年1月15日（調査Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ）に、四つの集合住宅の建設現場の五つの内装工事（合計5戸）において施工性調査を行った。調査対象は、多摩ニュータウンに建てられた住宅・都市整備公団の共同住宅である。それぞれの構造方式は、壁式ラーメン構造（調査Ⅰ）、ラーメン構造（調査Ⅱ、Ⅳ、Ⅴ）、大型P C a版壁構造（調査Ⅲ）である。それらのうち、調査Ⅰ、Ⅱ、

図2 調査対象の平面

Ⅲは、3LDK、調査Ⅳ、Ⅴは同一のプラン（4LDK）で、調査Ⅴは最上階住戸であり、ほぼ全面に天井が張られている。（図2）

施工性調査は、内装（間仕切、天井の下地軸組）の施工プロセス、間仕切、天井の軸組の製作にかかる工数、軸組を構成する部材の本数、各部位の施工量などを記録した。

4. 調査結果と分析

表1は、5つの調査結果の一覧である。なお、本調査研究では、工数（人・分）を、職人一人による間仕切、天井の下地軸組を作成する（床の場合は、下地パネルを敷設する）実作業（軸組を作成する際の採寸、部材加工・固定作業等）にかかる時間の累積ととらえている。それ以外の集中的な部材運搬、部材選択・加工、墨出し、及び現場打ち合わせ、休憩などの時間は含めていない。調査は専任調査員が部材ごとに作業を分単位で計測する方法をとった。

表1 調査結果一覧

	調査Ⅰ	調査Ⅱ	調査Ⅲ	調査Ⅳ	調査Ⅴ	平均
間仕切軸組部分の面積	72.40	62.70	38.98	83.24	83.24	68.11 ㎡
間仕切軸組の構成部材数	447	643	348	836	805	615.8 本
間仕切軸組部分の工数	372	527	348	888	902	607.4 人・分
天井部分の面積*	11.1	9.4	11.8	12.9	40.7	17.2 ㎡
天井下地軸組の構成部材数	60	63	69	73	202	93.4 本
天井下地軸組部分の工数	104	106	108	156.5	503.5	195.6 人・分
床面積**	64.54	48.07	51.47	67.93	68.15	60.03 ㎡
床下地工数***	213	183	190	195	202	196.6 人・分

注：* 和室を除き、下地軸組のある部分 ** 畳床下地パネルを使っている部分（和室を除く）
*** 「***」の範囲内の工数

調査対象の間仕切、天井、床のそれぞれの施工見付け面積をみると、住戸の中における施工見付け面積は、間仕切の軸組部分が最も大きく、平均すると下地パネルを敷設する床（和室を除く）の面積の1.1倍である。天井（下地軸組のある部分、和室を除く）の施工見付け面積は、5つの調査例において、間仕切面積の約1/4、最上階の調査Ⅴを除いた場合は、調査Ⅰ～Ⅳの合計で間仕切面積の約1/5であり、三つの構法の中で最も少ない。

図3 間仕切、天井の木製軸組と床パネル構法の施工量と工数の内訳

図4 間仕切と天井の木製軸組の面積当たりの工数

図5 間仕切と天井の木製軸組の面積当たりの部材本数

5つの調査例の間仕切、天井のそれぞれの施工にかかる工数をみると、間仕切の軸組部分が最も大きく、三要素の下地工数の合計の60.8%を占めている。天井の下地軸組部分の工数は全体の19.5%を占めているが、調査Ⅰ～Ⅳの合計では14%である。（図3）

間仕切、天井下地軸組の面積あたり（間仕切壁は施工見付け面積、天井は下がり天井の垂直部分などを含む施

工見付け面積)の工数を比較・検討すると、間仕切軸組の平均「人・分/㎡」値は、8.80である。天井下地軸組の平均「人・分/㎡」値は、10.86であり、すべての調査で、間仕切軸組より高くなっている。また、調査Ⅳと調査Ⅴはほぼ同じ結果となっている。(図4)

間仕切、天井の下地軸組を構成する線状部材の面積あたりの本数は、間仕切についてみると、調査Ⅱが10.26本/㎡で最も多く、調査Ⅰが最も少なく6.17本/㎡である。このことが施工性の良さにつながっていると考えられる。5つの調査の全体平均値は、9.04本/㎡である。天井の場合は、調査Ⅱの「本/㎡」が6.70で最も多く、最も少ないのは、調査Ⅴの4.96であり、全体平均値は、5.44本/㎡である。間仕切と天井の下地軸組を比較すると、間仕切の軸組の部材配置は、天井よりかなり細かいことが分かった(図5)。さらに、間仕切、天井の軸組を構成する部材の平均長さを比較すると、間仕切軸組の全体平均値は1.06m、天井の全体平均値は、1.36mで、上述の軸組を構成する部材密度の傾向(間仕切の軸組の

部材配置は天井より細かいこと)とほぼ一致している。間仕切の軸組の部材配置は、天井より複雑であることが明かとなった。

図6は、間仕切、天井下地軸組の一本の部材を取り扱うためにかかる工数を示したものである。天井軸組の場合

図6 間仕切と天井の木製軸組の一本の部材を取り扱うためにかかる工数

図7 間仕切と天井軸組の施工特性に関する比較

図8 間仕切、天井軸組と床下地パネルの「工数/㎡」に関する比較

合は、平均1.92（人・分／本）であり、間仕切軸組の0.97（人・分／本）のほぼ2倍となっており、長さの違いの比よりはるかに大きくなっている。このことは、天井軸組の構成材を取り扱う方法が上向き作業となること、部材を保持しながら作業することなどが理由として考えられる。

図7のAの(1)は、5つの調査例の天井軸組の面積当たりの部材本数を密度順に並べたもの、Aの(2)は、その順序で天井軸組の平均部材長さを示したものである。Aの(1)と(2)を比較すると、天井軸組の部材密度が高くなると、軸組を構成する部材の平均長さが短くなることが分かる（ここでいう軸組構成材の平均長さは、軸組を構成する線状部材長さの算術平均値である。軸組を構成する各部材長さの分布については、図9を参照）。Aの(3)の一本の部材の施工にかかる工数は、(1)の部材密度とほぼ逆の傾向を示しており、これらの結果は、天井の面積当たりの部材本数を減らすことは工数の削減にはつながらないことを示している。間仕切についても、同様に、軸組の部材密度と部材平均長さについて図7のBに示した。(1)の軸組の面積当たり部材本数と(3)の「工数／本」との間には、Aの(1)と(3)のような関係が見られない。これらのことは、天井軸組と間仕切軸組それぞれの施工特性を反映するとともに、現行の天井軸組の施工においては「長い部材を取り扱うことが短い部材より困難であること」を示している。

図8の(1)は、5つの調査例の間仕切軸組の平米あたりの工数を順に並べたもので、図8の(2)は、同じ順に天井軸組の面積あたり工数を示したものである。間仕切の施工性と天井の施工性には、ある程度、連動する傾向がみられる。ここで、参考として、同じ順番の床下地パネルの面積あたり工数値（図8の(3)）を(1)、(2)の図と対照すると、床は、間仕切、天井工事が完了した後、間仕切、天井の施工者と異なる職人による行われる独立した工事であることが反映されている。同一住戸の内装工事において、間仕切と天井の施工速度が同じ傾向を示すという結果は、同一住戸内の間仕切、天井軸組工事の施工者が同一であり、施工者の技能レベルからの影響が同じ程度であることが一因であろう。間仕切、天井軸組の構成方式が住戸ごとにほぼ同じであることも影響していると考えられる。

図10は、間仕切の木製下地軸組の組立から天井軸組の施工が完了するまでに、間仕切、天井の下地軸組の施工に携わる大工職以外の各職種がそれぞれの工事に介入する頻度を示したものである。間仕切、天井下地軸組の殆どは、大工職の職人で施工されている。配管・配線類工事は、間仕切の下地軸組の施工と交錯することが多く、

図9 軸組を構成する部材の長さの内訳
(間仕切軸組、調査Ⅳ)

注：数字軸の単位は、間仕切、天井の下地軸組と床下地のそれぞれを施工している間に、木工職種以外の職人が、作業のため、内装現場に入る回数を示すものである。30分の作業時間を一回と設定した。図中の回数は本研究で対象とした5つの調査の平均値である（小数以下を省略（切り捨て））。

図10 内装施工と配管・配線。設備機器工事等とのかわり（調査Ⅰ～Ⅴの平均）

天井の下地軸組は主に、空調・換気設備と関わっている。現状では、集合住宅の天井の施工量は一般に少なく、天井の木製下地軸組と関わっている配管・配線・設備機器類が多くない設計となっているため、配管・配線・設備機器などの工事が天井の施工性に与える影響はそれほど大きくない。しかし、今後、導入される設備が増加し、集合住宅の天井の施工量が増えると、天井軸組と配管・配線・設備機器類との関わりが施工上のネックになる可能性が高い。将来の変化に対応するためにも、現行の天井軸組構法のもつ問題点を検討しておく必要があろう。

5. まとめ

今回の調査結果を比較・分析した結果、木製軸組間仕切と天井の施工特性について、以下のようにまとめることができる。

集合住宅の間仕切の下地軸組は、内装下地の施工にかかる工数のかなりの部分（工数の6割）を占めている。一つの理由は、間仕切軸組の施工量が大きいことであり、今回の調査の場合は間仕切、天井軸組、床の3部位の合計の46.9%を間仕切が占めている。いま一つの理由は、多くの配管・配線・設備機器と取り合うため、間仕切の軸組の部材配置が複雑なことである（参考文献1を参照）。集合住宅住戸平面の多様化、住宅供給方式の変化、また、住生活レベルの向上に従う室内配管・配線量の増加によって、間仕切軸組の工数は、今後、益々増えていく可能性がある。間仕切の施工性を向上させることは、内装構法全体の施工性を改善する上で、中心的な課題といえることができる。

次に現行の木製軸組天井の施工性が比較的低いことがあげられる。天井下地軸組の施工効率は、間仕切軸組より低く、本研究の調査の場合は、天井軸組の面積当たりの工数の平均は間仕切軸組の約1.3倍である。施工上の支障を引き起す主な原因は、天井軸組の位置であると言える。すなわち、高い場所で線状の水平部材を取り扱うことが困難な作業であるためである。特に、部屋の広さが軸組用部材の一本の長さを超えた場合は、途中で接続することになるが、つなげた部材の撓みが大きいと、持ち上げて職人一人で施工することが困難な作業となる。また、できあがる軸組全体の撓みをおさめ、平面性を確保するために、補強のための野縁受と吊木を設置しなければならない。その他に、構造躯体の梁も、天井軸組を組む作業の施工性に影響を与えている。特に設計天井高さが現場で梁の寸法と合わなかったり、躯体構造の精度が低いときには、天井軸組の部材配置は職人の現場判断に任せられることとなり、結果として、職人技能への要求が厳しく、施工の質と効率を確保することが難しくなる。現状では、殆どの集合住宅が住戸面積のごく一部に下地軸組を組む天井構法を用いているが、今後は、新しい空調設備・換気設備の導入などにより、天井の施工量が増える傾向にあると考えられる。上述のような現行の木製軸組天井構法が間仕切構法に比べて問題点を抱えていることは益々明瞭化すると予測される。

6. おわりに

現在一般的に行われている集合住宅の間仕切、天井の木製下地軸組構法は、多種多様な施工環境や室内の配管・配線・設備機器に対応する高い適応力をもっている。これらの長所を維持することを前提として、現行の間仕切の施工効率を改善するとともに、天井の下地軸組の構成を検討することが、今後の内装構法にとって重要である。

本調査を行うにあたり、御協力下さった住宅・都市整備公団、青木建設、熊谷組、東急建設、東急工建の方々及び阿部尚子さん（当時東京都立大学大学院生）に深く感謝します。

注：

- 1)：但し、それらの多くは人工を日単位や時間単位でとらえるものが多く、本論文のような詳細なデータを記録しているものは少ない。参考文献4)、5)、9)などは詳細なデータをとっているが、調査の目的が異なっている。
- 2)：参考文献1のP115の図14、P116の図15を参照。

参考文献

- 1) 王 英健、深尾精一：集合住宅の木製軸組間仕切の施工性に関する調査研究、日本建築学会計画系論文集 No. 457, pp. 111～116, 1994, 3
- 2) 中村嘉樹、安藤正雄、深尾精一、小島浩土：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その1 構法の分類、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) 昭和58年9月、pp. 1607～1608
- 3) 小島浩土、深尾精一、安藤正雄、中村嘉樹：多様な間取りをもつ集合住宅の内装工事に関する調査研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 昭和59年10月、pp. 1375～1376
- 4) 高橋 暁、小島浩土、深尾精一、安藤正雄：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その4 在来構法内装工事における木工事の分析、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 昭和60年10月、pp. 451～452
- 5) 小島浩土、高橋 暁、深尾精一、安藤正雄：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その5 間仕切壁構法におけるパネルの効果について、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 昭和60年10月、pp. 453～454
- 6) 中村嘉樹、安藤正雄、藤澤好一、小島浩土、高橋 暁、深尾精一：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その6 内装工事工程の標準化に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 昭和60年10月、pp. 455～456
- 7) 高橋 暁、深尾精一、安藤正雄、戸倉健太郎：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その9 間仕切壁構法の施工性比較、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) 昭和62年10月、pp. 655～656
- 8) 竹之内崇昌、深尾精一：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その12 超高層集合住宅の内装構法、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 1989年10月、pp. 667～668
- 9) 阿部尚子、深尾精一、王 英健：集合住宅の内部構成材に関する調査研究 その17 二重天井構法の施工性について、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 1994年9月、pp. 939～940
- 10) 内田祥哉(監修)：構法計画ハンドブック、朝倉書店 p. 614

(1994年9月8日原稿受理、1995年2月15日採用決定)