可変インフィルの設置・変更における固定インフィルの役割に関する研究 －実験集合住宅 NEXT21「インフィル・ラボ Glass Cube」における実験を通じて－

THE ROLE OF FIXED INFILL WHEN INSTALLING AND CHANGING VARIABLE INFILL
－ Through the experiments in “Infill Laboratory Glass Cube” located in NEXT21 －

土井 脩史*, 高田 光雄**, 安枝 英俊***, 加茂 みどり****

Shushi DOI, Mitsuo TAKADA, Hidetoshi YASUEDA
and Midori KAMO

Infill can be classified as fixed infill or variable infill. It is possible fixed infill to have a role of a guide for variable infill. This paper aims to clarify the effectiveness of the fixed infill role when installing and changing variable infill using data from the experiments of installing and changing infill conducted in the ‘Infill Laboratory Glass Cube’ located in NEXT21.

The results of the experiments are as follows; 1) The fixed infill role was effective when we change the variable infill arrangement without adjusting between the next variable infill. 2) The fixed infill role was effective when not only specialists change variable infill but also non-specialists change.

Keywords : SI housing, Variable Infill, Fixed Infill, Experimental Housing, NEXT21, Movable Storage Furniture

SI 住宅, 可変インフィル, 固定インフィル, 実験住宅, NEXT21, 可動収納家具

1. はじめに

1-1. 研究の背景と目的

集合住宅の計画において、スケルトン・インフィル方式（以下、SI 方式）^{注1)}を適用することは、住まい手の多様な住要求への対応や、長期耐用性のある集合住宅の実現といった意義から有効であるとされている^{注2)}。

インフィルについて言えば、住まい手自らの意思で適切に設置・変更できることが重要である。具体的には、住まい手が専門家に依頼してインフィルを変更する場合と、住まい手自身がインフィルを変更する場合とが考えられ、その両方を住まい手が自らの意思で選択できる技術的条件を整備する必要がある。

上記の条件を実現するためには、ただ単にインフィルの変更可能性を高めるだけで良いのであろうか。インフィルの過度な変更可能性は、接合部の複雑化などを招き、設置・変更作業の専門性を高めてしまい、結果としてインフィルの設計や施工への住まい手参加を阻害してしまう可能性がある。他にも、ほとんど変更しないインフィルに変更可能性を確保することによるコストの増大という経済的な問題や、再使用困難なインフィルの変更による廃棄物の増大という環境的な問題も指摘されている^{注3)}。

インフィルは、住まい手の意思だけで変更できる「可変インフィル」と、住まい手の意思だけでは変更できない「固定インフィル」とに

区分される（図1）。可変インフィルと固定インフィルの区分は一義的に定まるものではなく、これまでもプロジェクトの性格に応じて異なる区分がされてきており、操作可能な概念といえる^{注4)}。固定インフィルは、可変インフィルの自由度を拘束する負の要素となる可能性もあるが、見方を変えれば可変インフィルの変更を合理的にする要素と捉えることもできる。また、インフィルの配置関係を調整することで、固定インフィルに可変インフィル設置・変更の手がかりという役割を持たせることも期待できるのではないかと。本研究では、住まい手の意思によるインフィルの設置・変更を実現するために、固定インフィルの役割を改めて問い直すこととしたい。

本研究の目的は、固定インフィルと可変インフィルの配置関係に着目し、可変インフィル設置・変更の手がかりという固定インフィルの役割が有効に機能しうるのであるかを検証することである。

図1 可変インフィルと固定インフィル

本研究は、2009年度日本建築学会学術講演会で発表した参考文献1に新たな視点を加えて大幅に加筆・修正したものである。

* 京都大学大学院工学研究科 博士後期課程・修士(工学)

** 京都大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

*** 京都大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

**** 大阪ガス(株) 博士(工学)

Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.

Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., Dr. Eng.

Assistant Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., Dr. Eng.

Osaka Gas Co., Ltd., Dr. Eng.

1-2. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、可変インフィル設置・変更の手がかりとなるように固定インフィルを設置した住戸において、実際に可変インフィルを変更させるという施工実験（以下、可変インフィル変更実験）を実施し、その作業性を分析することとした。分析では、（１）インフィルの配置に着目した分析と、（２）インフィルの作業者に着目した分析の二つの分析を行う。前者では、どのようなインフィルの配置であれば固定インフィルが有効に機能するかを検証し、後者では、住まい手のような非専門家に対しても固定インフィルが有効に機能するかを検証することとした。

対象住戸は、実集合住宅 NEXT21（以下、NEXT21）^{注5)} の2階に計画された「インフィル・ラボ Glass Cube」（以下、Glass Cube）^{注6)} である。Glass Cube は、1,700mm × 5,500mm の長方形の平面形状をしており、天井高は 3,000mm の部分と 2,100mm の部分とがある。天井高 2,100mm の部分では、高さ 360mm の固定床と 540mm の吊り天井が固定インフィルとして住戸東側に設置されている（図2）。

住まい手が専門家に依頼して可変インフィルを変更させる場合と、住まい手自身が可変インフィルを変更させる場合のどちらにも対応するために、住まい手自身でも変更可能な機能を持つ可動収納家具を可変インフィルとして使用した。なお、住まい手自身でも可変インフィルを変更させることを想定しているため、施工精度については、可動収納家具が転倒しない程度で良いと考え、遮音性や設備の変更可能性については検討の対象とはしていない。

変更実験における作業性の分析方法として、変更作業の分類を行った。その上で、変更作業における工程分析、並びに工数分析を行った。工程分析では作業のやり直しの有無を分析し、工数分析では本実験における各変更作業同士の比較を行い、どの変更作業に作業者が手間取っているかを分析した。変更作業は、連続観測法^{注7)}によって作業内容並びに作業時間を記録した。また、変更作業完了後には作業者に簡単なヒアリング調査も行い、合わせて分析を行った。

可変インフィルの変更作業には、専門家と非専門家の2通りを設定した。専門家には可変インフィルの変更経験のある施工業者2名を、みなし住まい手となる非専門家には、NEXT21への入居資格を持ち、可変インフィルの変更経験のない40代男性2名を作業者とした。

変更実験は、2009年1月に3日間かけて実施した（表1）。

1-3. 既往研究と本研究の位置づけ

SI方式は、国際的にはオープンビルディング^{注8)}と呼ばれ、近年各地で開発研究が活発に行われている。我が国でも、計画供給論的なアプローチ^{注9)}と生産技術的なアプローチ^{注10)}からSI方式に関する研究が進められてきたと言われている。本研究の対象とするNEXT21は、これら2つのアプローチの統合を目指したものであり、本研究もその議論の延長上にある研究と位置付けられる。

また個別の研究を見ていくと、本研究と同様にインフィルの設置・変更を扱った既往研究は、ソフト・ハードの両面から研究が行われてきた。

インフィルのソフトに関する研究としては、インフィルの供給・管理上の課題を明らかにした齊藤らによる研究^{注11)}や、筆者の所属する研究室で実施したインフィル・マネジメント・システムの開発に関する研究^{注12)}などが挙げられる。これらの研究は、インフィル

の設置・変更を円滑に行うための仕組み作りに関わる研究と見ることができる。

インフィルのハードに関する研究としては、野城らのインフィルを動産化するための床システムの開発^{注13)}、同じく野城らの入居者のカスタマイズを可能にするインフィルの開発^{注14)}、深尾らの床勝ちと壁勝ちの双方の利点を併せ持つインフィルの開発^{注15)}、小見らの可動式家具の開発研究^{注16)}など構法計画分野におけるインフィルの技術開発研究が挙げられる。筆者らが所属する研究室においても、NEXT21の405住戸における可変インフィル変更実験^{注17)}や求道學舎301住戸における可動収納家具の変更実験^{注18)}を通じて、インフィルの設置・変更における住まい手参加の可能性を検討してきた。これらの研究のうち、固定するインフィルに着目したという点では、野城らの研究と関連が深い。しかし、野城らは法的な問題を解決するために固定の床システムを開発しており、本研究のように住まい手参加によるインフィル変更をサポートする役割を期待している訳ではない。本研究のオリジナリティは、これまで筆者らの研究室で行ってきた住まい手参加によるインフィル変更という視点を踏襲しつつ、固定インフィルという動かないインフィルに新たな役割を見出そうとしていることにある。

2. インフィルの配置関係に着目した変更作業の分類

2-1. 固定インフィルの配置に関する考え方

まず、本研究において検討する可変インフィルと固定インフィルの配置関係に関する考え方を整理する。ここでの検討の前提条件として、可動収納家具のように住まい手自身が容易に変更できる機能を備えたインフィルを可変インフィルと想定する。それ以外のインフィルは固定インフィルとみなして検討を進めることとする。

可変インフィルによって空間を分節する場合、間仕切りを1方向

表1 変更実験の日程と作業者

	1回目	2回目	3回目
実験日程	2009年1月9日	2009年1月12日	2009年1月17日
作業者	非専門家	専門家	専門家

図2 Glass Cubeの概要

のみに設置して分節する場合と2方向以上に設置する場合とが考えられる。間仕切を2方向以上に設置する場合、境界の交点部分に可変インフィルの連結が発生してしまう。2方向の可変インフィル全てが連結していると、可変インフィルを変更する際に、一旦全ての可変インフィルの連結を解除してからでなければ変更が難しく、小規模な変更であっても多大な変更作業が必要なる可能性が高い。固定インフィルを間仕切の交点部分に配置すれば、1方向ずつ可変インフィルを変更することが可能となる。さらに、可変インフィルの寸法がスケルトンの寸法と適合しない場合も考えられ^{注19)}、固定インフィルを用いることで、可変インフィルの寸法に合わせて寸法を調整することも可能である(図3)。

2-2. インフィルの配置関係に関する検討

続いて、インフィル同士の配置関係について検討する。固定インフィルに接するように可変インフィルを設置することで、固定インフィルを可変インフィル設置・変更の手がかりとすることができると考えられる。このことに着目すると、可変インフィルが固定インフィルに接する場合と接しない場合とが考えられる。固定インフィルに接する場合には、可変インフィルを固定インフィルに連結させる場合と連結させない場合とが考えられる。また、可変インフィル同士の配置関係についても同様の関係があると考えられ、以上を整理すると図4のようになる。

2-3. 変更作業の分類

変更作業についてもインフィル同士の関係から分類する。まず、可変インフィルの変更手順は、「解除」「移動」「連結」の3つに分けて考えることができる^{注19)}。可変インフィルの設置位置を変更するまでの作業を「解除」、設置位置の変更作業を「移動」、設置位置の変更後から連結完了までの作業を「連結」と定義する。さらに作業内容に着目すると、隣接固定インフィルと関連する作業、隣接可変インフィルと関連する作業、その他の作業に分類できる(図5)。なお、ここでは可変インフィルの手がかりとしての役割を期待しているため、壁の機能を持つ固定インフィルとの関係について検討することとし、床や天井等の固定インフィルに関連する作業は、その他の作業に含まれるものとする。

3. Glass Cubeにおける可変インフィルの変更実験の概要

3-1. 変更実験で使用したインフィル技術

Glass Cubeにおける変更実験では、固定インフィルとして、キッチン・トイレ・ユニットバスといった水廻り設備を用いた。可変インフィルとして用いた可動収納家具は、Glass Cubeの異なる天井高に対応するため、低い天井高と同じ高さ2,100mmのものを使用し、天井高3,000mmの部分では、可動収納家具に高さ900mmの上箱をつけることで対応した。また、天井に連結する必要のない高さの可動収納家具も用いている(図6、表2)。高さ2,100mmの可動収納家具は、天井に突っ張ることで連結する仕組みとなっており、図7のような手順で解除作業を行う。

3-2. 変更実験におけるインフィル配置

変更実験では、固定インフィルが可変インフィル設置・変更の手がかりとなるように、固定インフィルを分散して設置した(図8)。分散して設置した固定インフィルによって交点部分で可変インフィル同士の連結が発生しないようにしている。また、固定インフィル

図3 固定インフィルの配置に関する考え方

図4 インフィルの配置関係の分類

図5 変更作業の分類

	固定インフィル	可変インフィル	
		天井に連結する	天井に連結しない
使用したインフィル	ユニットバス	2,100mmの家具+900mmの上箱 (①-D1-②)	ワークスペース一体の家具 (⑨)
	トイレ	H=2100の家具 (③-⑥-⑦)	高さ1,200mmの家具 (⑧)
	キッチン		

図6 Glass Cubeで使ったインフィル技術

の隙間の寸法は、実験で使用した可動収納家具の寸法に合わせてあり、2つもしくは3つ設置できるようにしてある。

変更を行う可変インフィルの配置は、閉じた個室を作る場合のプランAと閉じた個室を作らない場合のプランBという2種類の配置を用意した(図9)。

3-3. 変更実験の分析について

専門家による変更ではプランAとプランBの変更をそれぞれ行い、非専門家による変更ではプランBのみの変更を行った^{注21)}。プランA並びにプランBの変更のうち、固定インフィルに接するように変更させ、なおかつ最も変更作業が難しいと考えられる3つの可動収納家具が連結された部分の変更作業を詳細な分析対象とした。具体的には、プランAの①-D1-②及び③-D2-④、プランBの①-②-③を指している。変更実験では、距離による影響をなくすため、全て同じ距離1m変更させることとした。また、今回の実験で使用した可動収納家具は隣接固定インフィルとの連結が不要な仕様となっているため、解除・連結の作業では、隣接固定インフィルと関連する作

業が発生しない。隣接固定インフィルと関連する作業が発生する「移動」の作業を中心に工数分析を行うこととした。

実験における具体的な分析は、以下の2点である。

(1) インフィルの配置に着目した分析

専門家による変更実験を対象として、どのようなインフィル配置であれば固定インフィルが有効かを分析する。

プランAの①-D1-②は、片側の固定インフィルに接するように設置している^{注22)}。しかし、D1は隣接可動収納家具に連結する仕組みであるため、①②を先に変更させる必要があり、②には手がかりとな

図8 Glass Cubeにおける固定インフィルの配置

表2 可変インフィルリスト

家具番号	奥行	幅	高さ	連結方法	キャスター
①	300	900	2100	天井・床に連結	あり
②	300	900	2100	天井・床に連結	あり
③	300	900	2100	天井・床に連結	あり
④	300	900	2100	天井・床に連結	あり
⑤	600	900	2100	天井・床に連結	あり
⑥	600	900	2100	天井・床に連結	あり
⑦	600	900	2100	天井・床に連結	あり
⑧	600	900	1500	連結なし	あり
⑨	600	900	1200	連結なし	あり
⑩	600	1200	1200	連結なし	あり
⑪	600	600	1200	連結なし	あり
D1※	—	900	2100	隣接家具に連結	なし
D2※	—	900	2100	隣接家具に連結	なし

※ D1は引き戸ユニット、D2は片開きユニット

図7 可動収納家具の解除手順

図9 変更させる可変インフィルの配置

るインフィルがない。③-D2-④は、両側の固定インフィルに接するように設置している。同様に、D2も隣接可動収納家具に連結する仕組みである。プランAでは、建具付き可動収納家具の変更を通じて、固定インフィルを手がかりとしない可動収納家具を含む配置や両側の固定インフィルを手がかりとする配置において固定インフィルが有効に機能するかを分析する。

プランBの①-②-③は、固定インフィルに接して3つの可動収納家具が連結している。これに関しては、隣接可変インフィル同士との連結解除の有無が変更作業にどのような影響を与えるかを分析するために、全ての連結を解除する場合、一つだけ連結を解除する場合、全ての連結を解除する場合の3通りの変更手順で変更させ、変更手順の違いによる比較分析する。

(2) インフィルの作業者に着目した分析

住まい手に代表される非専門家に対して固定インフィルが有効に機能しているかどうかを分析するために、異なる作業条件で同じ可変インフィルの変更作業を分析した。比較する作業条件については、専門家、非専門家1回目、非専門家2回目、非専門家（1名+作業補助）の4通りを設定した（表3）。プランBの①-②-③を移動させる作業を対象とした。非専門家によるインフィル変更では、数週間あるいは数ヶ月に1回程度発生しうる軽微な変更を想定しているため、短期間で習熟できるのかも含めて検証することとした。作業手順としては、インパクトドライバー等の特別な工具が不要である可変インフィルの連結解除無しで行った。

4. インフィルの配置に着目した分析

4-1. 変更実験全体の結果

変更実験全体の作業工数^{注23)}を見ると、プランBに比べてプランAの方が2倍以上の工数を要している（図10）。また個別の可動収納家具の変更を比べても、①-②-③に要した工数と比べて、①-D1-②と③-D2-④に要した工数が大きくなっている。このことから、閉じた個室を作らないという考え方が可変インフィルの変更容易性を向上させる可能性を持っていることが推察できる^{注24)}。

4-2. プランAの変更作業分析

図11に①-D1-②、③-D2-④の作業工数を示す。①-D1-②は上箱の連結解除と連結作業があるため、解除及び連結の作業工数が③-D2-④に比べて大きくなっている。

①-D1-②の作業工程を見ると（表4）、①及び②の移動をそれぞれ複数回行っていることが分かる。①②のいずれの可動収納家具についても、連結に移行した後に移動を行う作業のやり直しが発生していることも確認できる。また、①と②を連結していない状態で、二つの家具を同時に動かすという移動も見られた。これは、②の移動がどのインフィルにも接しない移動であったために、①と②の設置位置を調整するために発生したものである。また、移動に要した作業工数を確認しても、①②の同時移動が他の工数と比べて多くの工数を要していた（図12）。②のように手がかりとなるインフィルがない

表3 比較する作業者の条件				
	(1)	(2)	(3)	(4)
作業者の分類	専門家	非専門家	非専門家	非専門家
その他の条件		2名/1回目	2名/2回目	1名+補助※

※補助とは、1名で行うことができないと作業者が判断した作業のみを作業者の指示によって行うこと。

図10 変更実験全体工数とその内訳

図11 プランAの変更作業工数

図12 ①-D1-②の移動に関する作業工数

表4 ③-D2-④の作業工程				表5 ①-D1-②の作業工程			
作業手順		作業内容		作業手順		作業内容	
①	D1	②	①-D1-②	③	D2	④	③-D2-④
解除	解除	解除	解除	解除	解除	解除	解除
解除		解除	解除	解除		解除	解除
	解除	解除	解除		解除	解除	解除
解除		解除	解除	解除		解除	解除
	解除	解除	解除	移動		移動	移動
移動		移動	移動		解除	解除	解除
移動	移動	移動	移動		移動	移動	移動
連結		連結	連結	連結	連結	連結	連結
移動		移動	移動		連結	連結	連結
連結		連結	連結	移動		移動	移動
	移動	移動	移動	連結		連結	連結
	連結	連結	連結	移動		移動	移動
移動	移動	移動	移動	連結	連結	連結	連結
連結		連結	連結				
	連結	連結	連結				
連結		連結	連結				

INDEX

移動 1 回目 移動 2 回目以降

隣接固定インフィルと関連する作業 隣接可変インフィルと関連する作業

その他の作業 作業に関与しない

連結解除 連結 接する

可動収納家具を含む配置においては、可動収納家具同士の位置調整が必要となったために、固定インフィルが必ずしも有効に機能している訳ではないことが確認された。

③-D2-④の作業工程を見ると(表5)、③及び④の移動をそれぞれ複数回行っていた。移動作業の内容を見ると、片側の固定インフィルに接するように移動させた後に、反対側の固定インフィルに接するように移動し直していることが分かる。③④のいずれの可動収納家具についても、連結に移行した後に移動を行う作業のやり直しが発生していることも確認された。また、移動に要した作業工数に着目すると、③④の1回目の移動に比べて、2回目以降の移動並びにD2を連結した後に行った移動の方に多くの工数を要していることが分かる(図13)。両側の固定インフィルに接するように可動収納家具を設置したことによって、③と④の間で設置位置の調整が必要となり、可変インフィルの変更容易性が下がったことが確認された。

さらに、プランAの変更を行った専門家からは、「(固定インフィルの)壁や床に歪みがあったためにきれいに建具を取付けるのが難しかった」というコメントが得られた。①-D1-②や③-D2-④の変更作業でやり直しが何度も見られた理由として、固定インフィルの施工精度に影響を受けたことが一つの原因であるということが明らかとなった。①と②、③と④には建具を取付ける必要があり、正確な作業精度が必要であったことも関係していると考えられる。

4-3. プランBの変更作業分析

①-②-③の作業工程を見ると、全ての連結を解除する場合、②の移動を複数回行っていた。また、連結に移行した後に移動を行う

図14 ①-②-③の変更に関する作業工数

図15 ①-②-③の移動に関する作業工数

表9 専門家のコメント

ヒアリング対象者	コメント
専門家1 (planAの変更を担当)	【建具付き可動収納家具の変更にに関して】 本可動収納家具は床・壁・天井に歪みのないことを前提とした商品であるが、実際にそのような住宅はない。この住戸でも、壁や天井に歪みがあったために、建具をきれいに付けることが難しかった。可動収納家具の4隅を別々に調整できるアジャスターがあるとよいと思う。
専門家2 (planBの変更を担当)	【変更手順の違いに関して】 連結解除しない場合の方が断然楽だった。可動収納家具の連結を解除しない場合、インパクトドライバー等の工具を使用する必要がないため、作業内容自体が容易になる。移動時の重さについても特に気にならなかった。

作業のやり直しも確認することができた(表6)。可動収納家具を連結する際に、可動収納家具の位置が少し変わってしまったために、固定インフィルに接するように移動し直す必要があったと考えられる。また、①のみ連結解除する場合にも、①の移動を複数回行っていたことから、同様の問題が発生したことが伺える(表7)。一方で、可動収納家具の連結を解除しない場合は、作業をやり直すことなく変更することができた(表8)。

作業工数を比較すると、解除、移動、連結の作業全てに関して、可動収納家具の連結を解除しない場合の方が作業工数が小さくなっている(図14)。さらに移動に関する作業工数の詳細を見ると、1回目の移動に要した工数は全ての場合でほぼ同じくらいだったが、2回目以降の移動作業が発生した分だけ、可動収納家具の連結解除を行う場合の方が多くの工数を要していた。隣接可動収納家具と関連する作業が少ないほど固定インフィルが有効に機能していると推察できる(図15)。また、可動収納家具同士の連結を解除する場合であっても、プランAの①-D1-②や③-D2-④と比べて少ない工数で移動できている。施工精度が高くない場合には固定インフィルが有効に機能しやすいと考えられる。

プランBの変更を行った専門家からは、変更手順については、作

図13 ③-D2-④の移動に関する作業工数

表6 全ての連結を解除する場合の作業工程

作業手順	作業内容
① ② ③	①-②-③
解除	①-②-③
解除	①-②-③
移動	①-②-③
移動	①-②-③
移動	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③
移動	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③

表7 ①のみ連結解除する場合の作業工程

作業手順	作業内容
① ② ③	①-②-③
解除	①-②-③
解除	①-②-③
移動	①-②-③
移動	①-②-③
移動	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③

表8 連結解除しない場合の作業工程

作業手順	作業内容
① ② ③	①-②-③
解除	①-②-③
移動	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③
連結	①-②-③

業工数や作業工程が示した結果と同様に、「(可動収納家具の) 連結を解除しない方が楽だった」というコメントが得られた。また、可動収納家具 3 つ分の重さや大きさに関しても、「特に気にならなかった」というコメントが得られた。

5. インフィルの作業者に着目した分析

5-1. 作業工数の分析

専門家と非専門家による作業工数を比較すると、全体として専門家による作業工数が小さくなっている。図 16 で示したようにその内訳を確認すると、解除及び連結には、非専門家の方がより多くの作業工数を必要としていた。しかし、隣接固定インフィルと関連する作業である「移動」については非専門家と専門家との間で大きな差はみられなかった。隣接固定インフィルと関連する作業に関しては、非専門家にとっても作業の難易度が高くなかったと考えられる。

非専門家の 1 回目と 2 回目に要した作業工数を比較すると、解除、連結の作業において作業工数が小さくなっており、解除や連結に関しても短期間で習熟できる難易度であると考えられる。移動についてはほとんど変化がなかったため、習熟度には影響されない作業と考えられる。

非専門家 (1 回目) の「連結」が最も作業工数を要しているが、これは可変インフィルのテンションをきつくかけ過ぎたことによって、天井と壁の間に隙間ができてしまうという問題が発生したことによるものと考えられる。このことに関して、非専門家からは、「どこまで回転ハンドルを回し続ければ良いか分からなかった」というコメントが得られ、非専門家が変更の作業内容を完璧に理解していないことによって発生した問題であったといえる。

5-2. 作業人数

非専門家 (1 人 + 作業補助) では、2 人の作業者が対等な立場ではなく、1 人が主な作業者として変更作業を行い、どうしても 1 人ではできない作業をもう一人が手伝うという方法で変更を行った。しかし、一人だけでは変更作業を完了させることが出来なかったため、移動の作業は二人で行った。作業を行った非専門家からも、「一人では安定して移動させるのは難しい」というコメントが得られた。今回の変更では、少なくとも作業員 2 名以上で行う必要があることが確認された。

6. 結論

Glass Cube において可動収納家具を用いた可変インフィル変更実験を行った結果、得られた知見を以下に示す。

(1) インフィル配置に着目した分析

① -D1- ②のように手がかりとなるインフィルがない可動収納家具を含む配置や、③ -D2- ④のように両側の固定インフィルを手がかりとする配置については、可動収納家具同士で位置の調整が必要となったため、作業のやり直しや作業工数の増加につながり、固定インフィルが有効に機能しているとは言えないという結果を得た。D1 や D2 のような建具を取付けるという高い施工精度を求められたことも原因と考えられる。

一方で、可動収納家具同士の位置調整が不要な配置、あるいは必要であってもその作業の難易度が高くない配置については、固定インフィルが有効に機能しうることを示すことができた。

図 16 作業者の違いによる作業工数の比較

表 10 非専門家のコメント

ヒアリング対象者	コメント
非専門家	<p>【可動収納家具を変更させることに関して】</p> <p>マニュアルを見れば変更手順が理解できたので、特に問題はなかった。慣れてくればもっと早くできると思う。</p> <p>【天井と壁に隙間ができたことに関して】</p> <p>回転ハンドル自体は回り続けるので、どこまでテンションをかければ良いか分からなかった。</p> <p>【作業人数について】</p> <p>連結していない可動収納家具であっても、安定して移動させるのは難しかった。作業人数は最低 2 人は必要だと思う。</p>

(2) インフィルの作業者に着目した分析

作業員が 2 名以上で行うという条件下では、非専門家にとっても、隣接固定インフィルと関連する作業の難易度が専門家と比べて大きく変わらなかった。非専門家の場合でも、可変インフィルの手がかりとしての固定インフィルが有効に機能しうるということが検証された。

以上のように、本研究では可変インフィル設置・変更の手がかりという固定インフィルの役割の有効性を検証した。可変インフィルの仕様によっても、手がかりとしての固定インフィルが有効に機能するかどうかは関わってくるため、どのような場合でも固定インフィルが有効に機能するとは言えないが、有効に機能する場合を具体的に確認することができたと言える。一方で、今回の実験では、移動よりも解除や連結に要した作業工数の方が大きく、可変インフィルそのものの改善の必要性も確認することができた。

謝辞

本研究は、京都大学・大阪ガス株式会社・東急建設株式会社・株式会社イトーキにより 2007 ～ 2008 年度にかけて行われた共同研究「少子高齢社会に対応した居住空間における可動収納家具・設備の活用に関する実験」(国土交通省超長期住宅先導的モデル事業採択)における研究成果に追加的な考察を加えたものです。関係者の皆様に心より感謝致します。

注

注 1) SI 方式とは、基幹的・共同的・耐久的な性質を持つスケルトン (躯体等)

と末端的・個別的・消耗的な性質を持つインフィル（内装、間仕切りなど）に区分して建築を供給・建設する方式である。

注2) 前述の二つの意義の他に、2000年頃からスケルトン・インフィル方式に地域のまちづくりの仕掛けとしての役割を求める動きが現れ、「まちづくりへの寄与」という意義が認められ始めた。

注3) 参考文献2

注4) 1982年に建設された泉北桃山台地では、100㎡区画の問題によって水廻り設備を固定インフィルとした。参考文献3。また、1999年に建設されたふれっくすコート吉田では、特定優良賃貸集合住宅として建設されたために、水廻り設備と一室を固定インフィルとする必要があった。このように、固定インフィルと可変インフィルの区分は、技術的あるいは制度的な要因によって、プロジェクトごとに決定するものである。参考文献4。

注5) 実験集合住宅NEXT21は、大阪ガス株式会社により企画・建設され、1993年に竣工した。地下1階、地上6階の鉄筋コンクリート造、18戸の社員用集合住宅である。実際に社員が居住する実験が3階以上の16戸の住戸で行われ、1994年4月より1999年3月までの5年間で第1フェーズ居住実験、2000年4月より2005年3月までの5年間で第2フェーズ居住実験、2007年より2012年3月までの5年間で第3フェーズ居住実験として位置づけられている。参考文献5など。

注6) Glass Cubeは、第3フェーズにおいて少子高齢社会および環境保全に対応する住宅計画を検討するために計画されたインフィルの実験場である。参考文献6～8

注7) 連続観測法とは、移働分析に用いられる観測法の一つであり、観測対象に密着して、作業の流れと時間を逐一観測して記録する方法である。本研究では、記録をとりきれなかった部分に関しては、変更作業をビデオカメラで撮影することによって補完し、記録の信頼性を高めるよう配慮している。

注8) オープンビルディングは、N.J. ハブラーケンのSAR理論が基礎となっており、画一性の弊害が指摘されていたマサハウジングに対する建設的批判として新たな建築生産システムを提案したものである。

注9) 計画供給論的アプローチによる研究には、巽・高田らによる二段階供給方式の開発・実践が挙げられる。参考文献9など

注10) 生産技術的アプローチによる研究には、内田らによるオープンシステムの構法計画研究（参考文献10など）や、住宅公団のKEPや建設省のCHSの開発研究が挙げられる。

注11) 参考文献11

注12) 参考文献12

注13) 参考文献13～15

注14) 参考文献16

注15) 参考文献17

注16) 参考文献18

注17) 参考文献19

注18) 参考文献20

注19) 近年、既存ストックのスケルトンを対象としたSI方式の技術開発も行われている。既存ストックのスケルトンでは、インフィルの寸法に合わせてスケルトンの寸法を計画することができないので、スケルトンとインフィルの寸法が適合しない可能性が高い。

注20) 本研究では、李が参考文献20において分類した解体・移動・固定の定義を踏まえ、変更作業を定義している。インフィル同士の配置関係に着目するために、解体を解除、固定を連結と称することとした。

注21) 個室を作るプランAでは、建具の開閉ができるほど作業に正確性が求められるため、非専門家では変更困難であると判断し、プランAの変更を行わなかった。

注22) 外壁（クラディング）と固定インフィルとの間に可変インフィルを設置する場合には、固定インフィル側に接するように設置し、外壁側からは50mm程度隙間を開けている。

注23) プランB全体の作業工数は、①-②-③を全て連結解除した場合の工数で計算している。

注24) 類似の可変インフィル変更実験を実施した求道學舎で行った可変インフィル変更実験の工数データを見ると、同様に専門家2名で行った場合で276.5(min・人)であった。可動収納家具等の仕様が若干異なる等全く同じ条件で変更をさせた訳ではないので一概に比較は難しいが、プランBは求道學舎の結果より小さく、プランAは求道學舎の結果より大きい。このことから個室を作らない考え方が有効であるということが推察される。参考文献20

参考文献

- 1) 土井脩史, 高田光雄, 加茂みどり, 安枝英俊, 篠倉博之, 豊田將文, 岡本陽平: 実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボGlass Cube」における可変インフィル変更実験 その1・その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集E-2 分冊, pp. 135-138, 2009. 8
- 2) 高田光雄: 利用型ハウジングシステムとしてのスケルトン賃貸型集合住宅の開発: 東大阪・吉田-2 団地での試み, 日本建築学会大会学術講演梗概集E-2 分冊, pp. 377-378, 1999. 9
- 3) 公共化住宅研究会: 二段階供給方式による分譲集合住宅の供給過程- 泉北桃山台プロジェクトにおける調査研究 -, 大阪府住宅供給公社, 1982
- 4) 大阪府住宅供給公社: 「ふれっくすコート吉田」報告書, 2000. 2
- 5) 『NEXT21』編集委員会: NEXT21-その設計スピリッツと居住実験10年の全貌-, 大阪ガス株式会社, 2005. 12
- 6) 高田光雄, 安枝英俊, 加茂みどり, 土井脩史: 少子高齢社会における住宅計画に関する研究その1～その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集E-2, pp. 53-58, 2008. 9
- 7) 加茂みどり, 高田光雄, 安枝英俊: 少子高齢社会における住宅計画の検討課題, 住宅系論文報告集3, pp97-106, 2008. 12
- 8) 土井脩史, 安枝英俊, 高田光雄, 加茂みどり: 居住支援サービスに対応した居住空間における水廻り設備の設置位置に関する考察-実験集合住宅NEXT21「インフィル・ラボGlass Cube」を対象として-, 住宅系論文報告集3, pp107-114, 2008. 12
- 9) 高田光雄: 都市住宅供給システムの再編に関する計画論的研究、京都大学博士学位論文, 1991
- 10) 内田祥哉: 建築生産のオープンシステム, 彰国社, 1977
- 11) 齊藤広子, 高田光雄: スケルトン型賃貸集合住宅に対応した可変インフィルの供給・管理上の課題, 都市住宅学29号, pp70-77, 2000
- 12) 高田光雄, 瀬渡章子, 安枝英俊, 李容圭, 宮脇愛: スケルトン賃貸型集合住宅のインフィル・マネジメント・システム(IMS)の開発と適用に対する居住者の評価-ふれっくすコート吉田における実験・調査を通じて-, 日本建築学会技術報告集 No.18, pp. 235-238, 2003. 12
- 13) 野城智也, 西本賢二, 信太洋行: 既存建物の再生手段としての建築インフィルの動産化の可能性に関する考察, 日本建築学会計画系論文集 No. 577, pp. 135-142, 2004. 3
- 14) 西本賢二, 野城智也, 他4名: インフィルを動産化するための床システムの開発その1、日本建築学会技術報告集 第18号, pp. 347-352, 2003. 12
- 15) 西本賢二, 野城智也, 他4名: インフィルを動産化するための床システムの開発その2、日本建築学会技術報告集 第20号, pp. 245-250, 2004. 12
- 16) 中村孝之, 服部正子, 野城智也: 入居者カスタマイズを可能にする賃貸集合住宅インフィルシステムの開発, 日本建築学会技術報告集 第22号, pp. 429-434, 2005. 12
- 17) 深尾精一, 門脇耕三, 清水陽芳: 床先行スタッド勝ち構法の内装システム, 集合住宅における置床と間仕切のインターフェイスに関する開発研究その1・その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集E-1 分冊, pp. 685-688, 2003. 9
- 18) 小見康夫: 自由連結型可動家具による空間改变手法の研究, 日本建築学会技術報告集 第35号, pp. 361-364, 2011. 2
- 19) 李容圭, 高田光雄: 実験集合住宅「NEXT21」における可変インフィル変更実験, 日本建築学会技術報告集 No. 18, pp. 231-234, 2003. 12
- 20) 李容圭, 高田光雄, 安枝英俊: 非専門家による可動収納家具の設置・変更の施工性に関する研究-求道学舎リノベーション住宅の301住戸を対象に-, 日本建築学会計画系論文集 No. 632, pp. 2017-2024, 2008. 10
- 21) 李容圭, 安枝英俊, 高田光雄: 可動収納家具を用いた「ふれっくすコート吉田」の住み方変化に関する考察 都市住宅学55号, pp. 87-94, 2006. 9
- 22) 国土交通省建築研究所, (株) 市浦都市開発建築コンサルタンツ: 可変型集合住宅に関する調査研究報告書, 2001
- 23) Stephen Kendall 著, 村上心訳: サスティナブル集合住宅-オープン・ビルディングに向けて-, 技報堂出版, 2006. 5

(2012年5月10日原稿受理, 2012年9月27日採用決定)