

試論：中国独自の住宅工業化の発展戦略

範悦（大連理工大学建築・芸術学院）

葉明（住宅都市農村建設部住宅産業化促進センター）

概要 / 住宅工業化の概念を明らかにし、国内外の発展過程を振り返ったうえで、生産方式転換型発展期における我が国住宅工業化の発展方を述べ展望を提示した。

キーワード/ 住宅工業化 プレキャストコンクリート 組立式 生産方式 転換型発展

中国の住宅産業は驚異的発展を経て、現在まさに重要な発展段階にある。如何にして土地本位の大規模な既存の単一開発モデルから脱却し、住宅産業をより理性的で秩序ある形で発展させ、効率と品質をより重視させるか、これは中国住宅の持続可能な発展に関わる問題である。各国の経験が示すように、根本的打開策は住宅工業化を実現し、住宅産業を一つの包括的一体的な工業生産システムに構築することである。住宅工業化は西側先進諸国では既に半世紀以上の発展の歴史があり、それぞれ成熟し特色ある産業と技術を形成している。本稿は住宅工業化の概念を明らかにし、国内外における発展過程を振り返ったうえで、我が国の新時代における住宅工業化について建設的意見と展望を具体的に提示した。

1 住宅工業化について

住宅工業化は住宅産業化と混同されやすく、ともに英語では **Housing Industrialization** である。しかしこの二者の概念には大きな違いがある。まず工業化は一種の技術手段（生産方式）であって、実際の取扱いにおいてはしばしば「**Prefabrication**」という語が使われる。即ち **Pre**（予め）と **fabricate**（製造する）の合成語であって「予め生産する」ことにより現場で機械化・組立化施工を行うことである。一方「産業化」という語は我が国では広い意味で使われており、建築・住宅分野において進んだ技術で合理化された生産の状態を総合的に表す。

一国の住宅（建築）工業化水準を測るときよく使われる指標は、セメント総消費量に占めるプレキャストコンクリート（**Precast Concrete**、以下国際慣例により **PCa** と略す）用セメント量の割合である。この指標はある程度その国のプレファブ生産および組立化施工の水準を反映しうる。図 1 の如く北歐三国はいずれも高水準（フィンランド 42%、デンマーク 41%、スウェーデン 30%）だが、もともと **PCa** 大国だった例えばフランスや日本はともに 20%以下で、ドイツやイギリス（26%、25%）は中間に位置している。^[1] 第二次大戦後、各国とも工業化に力を入れてきたが、指標が示すように、半世紀を経て **PCa** に代表される工業化水準に何故このような差が出たのか？海外の住宅工業化はそれぞれどのような歩みと段階を経てきたのか？

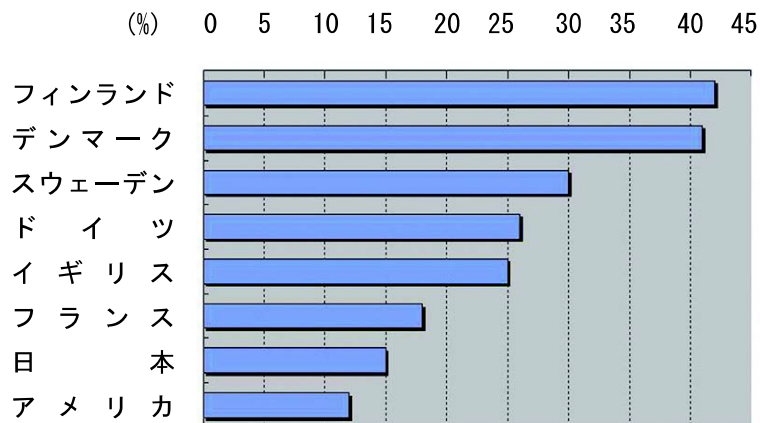


図1 各国セメント消費中に占めるPCa用セメント量の割合

2 海外の住宅工業化の歩み

PCaの起源は19世紀のヨーロッパにある。1875年に最初のPCa特許がイギリスで出された。1903年、有名な「フランクリン大通りのアパートメント」がパリに建てられた。1920年代にアメリカで建築の巨匠ライトが模様入りのプレファブリケイテッドブリック工法を創作した。同年代、建築表現のコンクリート Earley Process がアメリカで確立された。2008年7月ニューヨーク現代美術館（MOMA）の Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling 展ではこの百有余年の工業化思想の軌跡と創意に富んだ組立式システムを回顧した。ここには現代建築の巨匠たちの思想的原点としての設計作品もあれば現代都市建設に影響を与えた工業化居住システムもあった。^[2]

ヨーロッパでは、PCaが実際に運用され発展した時期は第二次世界大戦以後であり、特に各国で大量の住宅不足を緩和するため行われた公的住宅建設の時期で、Mass Housing 期ともいわれる。国によって多少の違いはあるものの一般には1960年代初めから1973年の第一次石油ショック収束までの期間を指す。この時期の主な課題は大量の中層集合住宅を短時間で建設することであったため、在来工法に替わる手段を見つける必要があり、RC (Reinforced Concrete) /PCa 技術には一定の蓄積もあった。こうして各国とも標準設計に基づくPCaのラージパネル工法をごく自然に選択した^[3] (図2・3)。

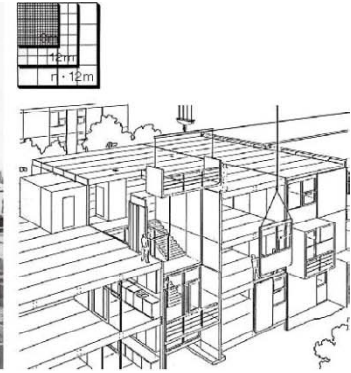
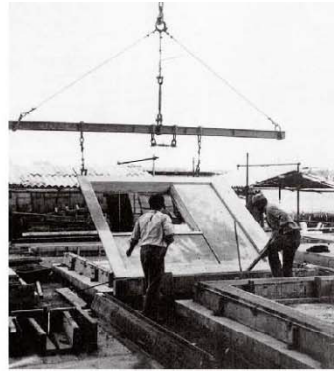


図 2 1963 年フランス PCa 住宅施工現場 図 3 1960 年代末 PCa 構法^[3] 図 4 フィンランド BES 工業標準システム^[1]

政府は早い時期に工業化を進めるうえで主導的役割を發揮した。具体的に二つの面に表れ、一つは優遇政策や基準（モジュール等）制定・技術認定等により育成と誘導を行い、その次は公共住宅建設計画によって工業化構法を実際に採用し普及させた。デンマークでは 1960 年に工業化の統一基準 Danish Open System Approach を制定し、凡そ政府が投資する住宅建設事業は必ずこのアプローチで設計と施工を行うと定めた。大規模な住宅建設に適用するためフィンランドでは 1960 年代中期に政府と民間企業とが共同で工業化部品の汎用システム（BES）を開発し^[1]（図 4）、これを全国に普及させた。フランスは最も早くコンクリート技術を持った国で、第二次大戦後 PCa 工業化の発展のため重要な役割を果たした機構が二つあった。一つは CSTB(建設科学技術センター、1947 年設立)で、主に工業化技術の開発と評定を担った。もう一つは半官半民の HLM(適正家賃住宅機構)であり、政府はこうした機構の力を借り、融資と政府助成によって積極的に工業化を進めた。

Mass Housing 期は PCa 工業化の黄金時代と言うことができ、代表的な国や先進的な工場が現れた。1960 年代は PCa 技術開発のため多くの国がフランスやデンマーク等 PCa 先進国に人を派遣し経験を学んだ。しかし各国の工業化構法はその多くが Closed System の大型工法が中心で、システム間の互換性は低かった。例えばフランスの Camus ラージパネルシステムは一種の「荷重構造」の Closed System であって汎用設計には適合しなかった。当時は建設規模が大きく住宅千戸以上の部材を一度に生産するため、プレファブ工場は反復生産を行うに十分なロットを獲得できた。

しかし 1973 年の第一次世界石油危機で世界の経済環境に大きな変化が起こった。この時、それまでの住宅不足も大規模建設によって解消され、多くの国で「一世帯一住宅」の目標を実現していた。こうして、政府主導の工業化に大きな変化が生じた。多くの国が 1973 年を境に公的集合住宅の建設量を減らし始めたため、PCa 業界は政府関係の大量注文を失うこととなり、大型パネル式工法をベースとした産業は崩壊に向かった。それと同時に、標準設計と重複生産により建設する集合住宅そのものも厳しい批判を受けた。

1970年代以後各国の住宅建設は、細かな部分で若干違いはあるものの、基本的形状変化の大きな傾向は、高層から低層へ、単調な外観から多様な外観へ変化してゆく過程であった。建設規模の分散化・小型化傾向により、新しい情勢のもとで住宅工業化の発展と多様化を図るべく、多くの国ではアーキテクトとの協力もしくは全国的または地域的な技術コンペによる方法で優秀プランを形成し、且つこのようなプランを各地の建築プロジェクトに推薦するという試みを行った。例えば 1972 年からフランスでは「ニューモデルハウス」(Modele Innovation) 計 25 種を選び出し、1973 年・1974 年・1975 年にそれぞれ 1.6 万戸・2.08 万戸・1.28 万戸を建設した。¹⁵⁾

PCa の使用法も 1980 年代に変化が生まれ、標準設計に適した前期の大型パネル式工法とは異なり、多様化の試みが行われて、各地域に根ざした技術的特色が徐々に形成されていった¹⁴⁾ (図 5・6)。

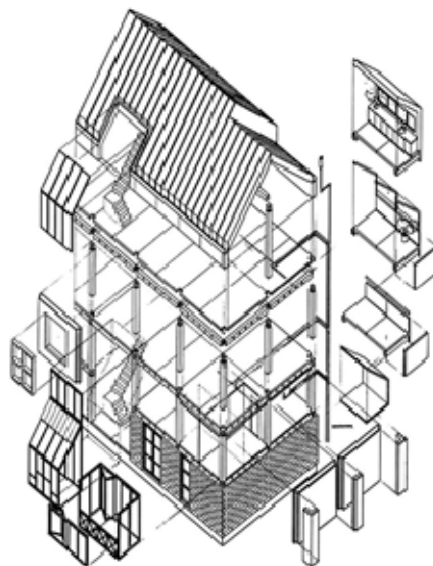


図 5 低層 PCa 住宅及び工業化部品組合せ例(デンマーク)

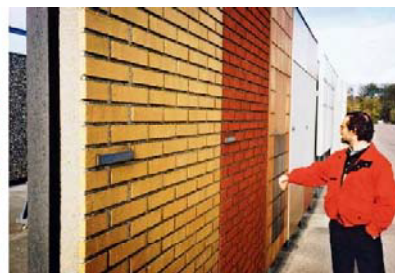
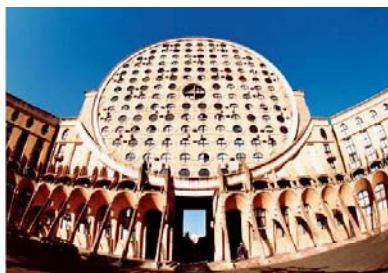


図 6 中層 PCa 住宅-フランスピカソ広場(設計:ルネ・ヤヌスキー) 図 7 デンマーク PCa 工場製品の展示

3 我が国の住宅工業化発展の歩み

建国後、国は工業建設の必要から、標準設計を旧ソ連に学び工業化・モジュール化を推進するとの方針を打ち出したため、工業化・標準化に関する討論と実践が行われた。しかしその後の文化大革命と十年の動乱によって工業化の発展は思わしくなかった。

1970～1980年代に工業化がまた重視され始め、工業化に関する学術交流活動もある程度増えるとともに、経験を学ぶ対象も旧ソ連中心から諸外国に広がり、主なモジュール基準はみなこの時期に制定又は改訂された。

1980年代以前は我が国の家屋構造は組積造が中心で、従って部材のプレファブ化も急速に発展し、中空スラブ・階段・梁等を製造した。モジュール基準の形成と工業化との関係は密接であった。建国後我が国のモジュール制と応用は主に旧ソ連を参照したシステムである。1987年に我が国は『建築モジュラーコーディネーション統一基準』を制定しているが、基準は主に構造部材を対象としたモジュラーコーディネーションであった。モジュール数列にモジュール統一基準が現れており、3Mを中心としさらに6M・12M等拡大もあるシステムを既に形成していたことが見て取れる。

1980年代、中国の住宅供給システムは大きく変化し、全面市場化が実施されて、住宅建設の量的規模が徐々に拡大したものの、計画的住宅建設は減る一方となった。我が国は住宅供給方式の転換を果たしたが、住宅建設の生産方式は未だ大きな変化がなかった。それでもこの段階では貴重な試みも少なくなかった。1990年代初めに「中日小康住宅の共同研究」〔訳注：日本側名称は中国都市型普及住宅研究協力事業〕が行われ、小康住宅汎用システムがこの時期に形成された。1990年代以前には「経済適用住宅」〔訳注：都市部中低所得層向け分譲住宅〕において工業化手法を運用した設計や研究の成果が少なくなかったが、様々な要因で必ずしも適切に誘導または採用されていなかった。

1990年代以降、住宅産業化および部品レベルの工業化（集成化）が強調されるようになった。住宅工業化という言い方と違って住宅産業化の定義は明らかにもっと広範で、中国の発展の現状或いは実状に適している。部品および集成化というのは我が国では1990年以降住宅分野に現われた概念であり、主体構造の施工の工業化（組立化）に対し、主体構造以外の局部的「工業化」のほうがより際立つし早い。我が国独自の工業化生産方式を模索中であることを示している。

1999年に建設部による国家康居住宅モデル事業が始まり、先進的実用的トータル技術と新製品・新材料をモデル事業で採用するよう奨励し、住宅の全面モデルチェンジへ誘導し促進した。我が国特有の都市化ニーズと土地等資源不足の現状に適応するため、2004年に政府は省エネ省土地型住宅の開発要件、即ち「四節一環保」〔訳注：省

エネ・省土地・節水・節材と環境保護]を打ち出し、且つ新版の『住宅建築規格』『住宅性能認定基準』『グリーン建築技術ガイド』の中で具体的詳細な説明を行った。⁶⁾

4 我が国の住宅工業化発展の方策と展望

戦後半世紀における西側諸国の建築生産の歴史を振り返ると、事実上それは工業化の発展史であり、大量の住宅不足解消手段であろうと建築業の原始的手工業生産方式から脱却する技術手段であろうと、工業化は避けて通れない道であった。

4.1 我が国住宅工業化の段階性と経験的教訓

我が国は住宅工業化のスタートは割合早かったものの、当時の体制や低生産力の影響を受け、その道は平坦ではなかった。先進諸国では1950～1970年代初めの大規模建設時代に工業化PCa ラージパネル住宅を推進し、住宅不足解消と同時に程度の違いはあれ建設業界の生産方式の転換を果たした。我が国では1970～1980年代にPCa ラージパネル工業化工法を運用した量産化住宅建設が流行ったこともあり、当時海外のラージパネル工法の技術はすでに非常に成熟していたものの、舶来品であって、しかも当時我が国の素地が薄く工業化生産の各段階が不完全であったために、うまく「消化と吸収」が行われず、さまざまな品質問題を生じた。工業化住宅は人々の念頭に良くない印象を残したのみならず、産業生産力のレベルアップの貴重な機会を失った。

4.2 政策誘導の役割を發揮、新時代の住宅工業化実現へ邁進

住宅の需給関係がほぼ調整され住宅産業が正規に向かうときに、住宅工業化問題を改めて考え直し外国の発展過程における経験と教訓を汲み取り我が国新時代の工業化の道を探求することは極めて喫緊且つ重要である。各国の経験が示すように、工業化の発展は住宅産業ないし建築業の生産方式が変わるといふ、社会全般に関わる問題で、政策の誘導的役割について疑問の余地はない。

1) 工業化について大いに宣伝し研究して、工業化に対する、産業・技術・生産方式を変えることの重要な役割に対する社会全般の認識を広く高めること。教育や研究の手段を試み専門的人材を育成すること。もう一方で工業化住宅の製品価値を宣伝することによりその商品市場における認知度と地位を上げること。つまり、我が国の住宅が「衣食問題解消型」から徐々に「中流型または快適型」に向けて邁進する今日、産業のグレードアップや生産方式の改変およびより高い居住ニーズ対応への重要な基礎的条件がまさに工業化である。

2) 持続的効果的な政策サポートによって優れたノウハウ或いは企業を育て、工業化への産業配置調整を推進し、産業チェーンを整備すること。例えば、市場流通段階

の流れを良くし、工業化部品及び一貫システムの開発生産能力を持つ専門住宅企業を重点的にサポートし増やすことによって、既存デベロッパーが自ら住宅工業化の研究開発を行うという市場リスク及び単一孤立のパターンを改める。

3) 工業化技術製品や優良企業の開発能力を政策誘導および支援・育成することによって、これらに市場競争力を持たせると同時に、保障性住宅の公共住宅建設としての公益性と計画性を発揮させ、単一アイテムまたは一連のトータルな優れた工業化技術を積極的に採用し且つ普及させ、好ましいノウハウが汎用技術に昇格するようサポートして、標準化と量産化により工業化生産方式のメリットを十分に発揮させる（図7・8）。

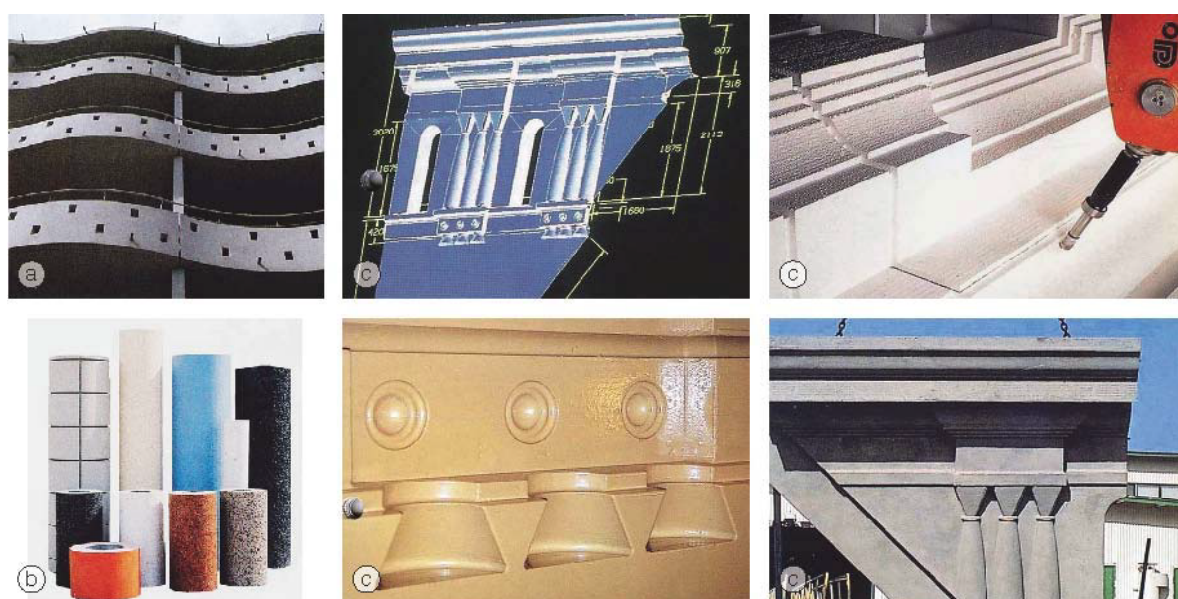


図8 北欧の多様なPCa技術と応用^[1](a:曲線バルコニー/b:表情豊かな装飾柱/c:デジタル3D製作)

4.3 住宅工業化発展における我が国の特殊性と必然性

海外で早期に住宅工業化が発展したのは主に二つのニーズに基づいており、一つは住宅の大量建設ニーズで、もう一つは労働力資源の不足である。そして後期になると、住宅の品質(価値)に対する要求と労働力コスト等の要因が海外の住宅建設の高度な工業化の産業基盤となった。^[7]我が国では近年、住宅建設が急成長した結果、居住水準が大きく改善され、保障性住宅を除けば、分譲住宅の大量建設ニーズはあるけれども集中はしていない。それと同時に居住品質への要求と労働コストが日増しに高まっている。我が国の工業化の全体レベルは海外先進諸国と比べると大きな差があるとはいえ、多くの都市で今後の住宅建設と製品に対する高品質・高精度・高耐久性・高附加価値の要求の方は世界のレベルに迫り続けている。このようなニーズはどれも在来の手作業工房や現場生産方式では到底対応しきれないものであり、したがって我が国の

生産企業は生産方式の変換を急ぎ産業のグレードアップと持続可能な発展を実現しなければならない。

4.4 グローバル化における住宅工業化発展の好機と試練

我が国は世界最大の分譲住宅市場と層の厚い開発能力を既に擁し、グローバル化を背景に、世界の先進的工業化生産モデルと技術システムを導入し消化することは完全に可能である。事実、一部の企業はすでに様々なレベルで国際協力や試みを展開し、世界の先進的工業化技術を擁し、且つ消費者に喜ばれる製品を徐々に提供している。したがって中国住宅工業化の新時代の展開は海外の早期における工業化モデル或いは我が国1970・1980年代のラージパネル住宅量産化のパターンを繰り返す必要は無く、同時代の国際工業化文明を背景として、吸取消化および自主開発の能力を強化し我が国のさまざまな消費階層に対応する多元的住宅工業化システムを構築することが必要である。

4.5 多元的・地域的特色の工業化路線をゆく

我が国の面積は広大で地域間の差が大きい、ということは住宅工業化も多元的で地域的特色や地方基準に適応する多段階の工業化路線を歩むべきである。フィンランドはPCa工業化レベルが高い国で、早い時期に工業化方式を開発した動機は労働力不足を補うため生産効率を高めること以外に、気候が寒冷で冬季が長く現場施工の時間が短いことにも因る。我が国は南北の気候が大きく異なるため、地域ごとに適切な工業化システムを開発するべきである。例えば北方の厳寒地区の状況はフィンランドと似ているので住宅工業化が進めば冬季の施工効率を上げることができ、相対的に重厚なPCa方式を採用すれば保温断熱の条件に有利である。反対に気候温暖な南方では鋼構造システムやHighbrid Structure等軽量構造の工業化システムを採用するのが合理的である。

研究で明らかのように、建築業の工業化は資源の浪費を相当程度減らし、グリーン・エコを促進することができる。グローバルな気候温暖化で社会全体の資源環境に対する危機意識が高まるなか、中国の住宅工業化発展は消費者・企業および産業にとって重要な低炭素アクション或いは対策であり、世界に対する重要な貢献でもある。したがって後期工業情報化社会の発展と技術的特徴とを結び付け、グリーン・エコをテーマとして設計・製造・建築・保守サービスを一体化した住宅工業化システムを構築することが、転換型発展期における我が国住宅工業化の発展目標であり使命であろう。

参考文献

- [1] Olavi Tupamaki. Towards Components System Building[J]. Betonwerk and Fertigteil-Technik (Wiesbaden). 1993,59(1): 86-92.
- [2] Barry Bergdoll, Peter Christensen. Home Delivery: Fabricating the Modern Dwelling[M]. 1 ed. New York: Birkhäuser Architecture, 2008.
- [3] CSTB. Panorama des techniques du batiment 1947-1997[M]. CSTB, 1997.
- [4] Marius Kjeldsen. Industrialized Housing in Denmark[M]. Danish Building Centre, 1988.
- [5] 婁述渝, 林夏. 法国工业化住宅的设计与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986.
- [6] 劉東衛. 建国六十年以来我国住宅工业化与技術發展 [M]//国家住宅与居住环境工程技术研究中心. 跨世紀中国的住居. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [7] 範悦. 可持續住宅工业化的世界[M]//董悦仲, 等. 中外住宅產業对比. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.