

## 審査の結果の要旨

氏名 松元建三

住宅を生産するプロセスにおいては大量のエネルギーが使用され、地球環境保全に無視しがたい影響を与えている。持続可能性の向上の資するような住宅生産システムを構築するためには、その生産プロセスにおいて考えられうる地球環境保全対策の選択肢別に、エネルギー使用量を定量的に予測評価し、これらの選択肢を比較考量しながら、より資源使用量、エネルギー使用量の少ない住宅生産方法を探索していくことが必要になる。しかしながら、住宅・建築の生産プロセスは、多種多様かつ大量の構成材が、多岐にわたる業種の技能者によって、様々な方法でアッセンブルされている個別性の強いプロセスであり、そのプロセス全てを詳らかに記述し、エネルギー使用量を評価するためのインベントリを作成するには膨大な作業を要する。そのため、従来研究においては、住宅の構成材の embodied energy を積算することによって住宅の生産プロセスにおける使用エネルギーを推定する方法がとられ、構成材の輸送に伴う使用エネルギー、アッセンブル作業をする人々の通勤に伴う使用エネルギー、建築現場における使用エネルギーなどは殆ど評価されてこなかった。結果として、例えば、構成材生産工場ですべて高度にサブアッセンブルして現場でのアッセンブル作業を抑制した生産方法と、逆に、現場での加工・アッセンブルを主とする生産方法のいずれをとることが、住宅生産プロセスにおける使用エネルギーを抑制することになるのか、定量的に比較をしたり、使用エネルギーを抑制するための管理要素を抽出したりすることが困難であった。

本論文は、このような既往研究の状況を踏まえて、一戸建の住宅生産のプロセスを、エネルギー使用の観点からの詳細なインベントリが作成可能なモデル化したうえで、そのモデルを試用して様々な住宅の生産方法の評価をすることによってモデルの有効性を検証するとともに、生産プロセスにおけるエネルギー使用量を評価するうえでの卓越要素を明らかにすることによって、個々の生産プロセスを設計するにあたっての技術者の意思決定支援ができるような略算法についても考察したものである。

具体的には、本論文では、まず、一戸建の住宅の生産プロセスをエネルギー使用の観点から、1) 建設現場までの部材の移動、2) 加工場での部材の再加工、3)加工場までの作業員の移動、4)加工場からの副産物の移動、5)加工場から発生する副産物の処理、6)建設現場での仮設電力、7)建設現場までの重機の移動、8)建設現場での重機の稼働、9)建設現場までの作業員の移動、10)建設現場からの副産物の移動 11)加工場からの副産物の処理の11段階に分類した(これらの段階におけるエネルギー使用は既往研究では殆ど考慮されてこなかった。)次に、測定範囲(system boundary)の一貫性・整合性、データ入手性を考慮しつつ、これらの11段階におけるエネルギー使用算出のためのインベントリを作成したうえで、インベントリごとにエネルギー使用量を算出するための数値モデルを作成した。

そのうえで、全く同じプランをもった同一規模住宅を、異なる4種類の生産方法(構工法)で建設すると仮定して、仮想設計図書を作成するとともに、その仮想生産計画を仮想的に立て、これをもとに、4種類の生産方法それぞれについて、上記の11段階におけるインベントリを作成し、工場・建築現場・輸送プロセスにおける要素作業にかかわる実態調査から得られたデータを前述の数値モデルに代入することによって、4種類それぞれの生産方法における使用エネルギー総量を試算した。

この試算結果を相互比較することによって、数値モデルの有効性を確認するとともに、インベントリのどの要素が卓越するのかを検討することによって、使用エネルギー量を算出するための略算法も検討している。この略算法を用いれば、物流の拠点集約による輸送効率の向上、加工機器の機器効率向上、施工の作業員移動削減効果などについて検討することができる。

本論文はさらに、開発した数値モデルを、住宅の解体プロセスの評価手法に適用することも検討している。具体的には、住宅生産のプロセスから発生する副産物のリユース・リサイクルが、エネルギー使用の観点から見てメリットがあるのか否かを検証した。リユース・リサイクルのためには、在来のやり方以上に細かな分別が必要になったり、リユース・リサイクルが可能な高度施設を保有した工場まで長距離輸送が必要になる場合もあり、かえってリユース・リサイクルすることがエネルギー使用量を増加させる可能性もある。本論文は、開発した数値モデルを用いてこれらのトレードオフ関係を議論した。そして、仮に、リサイクル材を使用した住宅におけるバージン資源の投入量の削減効果も評価範囲に入れて評価するならば、大都市圏に立地する住宅の徹底したリユース・リサイクルを進めることは、住宅の生産プロセス(部材製造も含む)解体・廃棄プロセスでのエネルギー使用量が20%程度削減できると評価できることを示した。

このように、本論文で開発された一戸建て住宅の生産プロセスにおける使用エネルギーの評価手法は、既往研究では看過された要素も考慮した詳細包括的なものとして学術的意義をもつとともに、提案された略算法は、実務的技術的意義及び社会的意義をもっていると考えられる。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。