

早稲田大学大学院 創造理工学研究科

# 博士論文審査報告書

## 論 文 題 目

建築工事における作業プロセスの改善方法に関する研究  
A Study on Improvement Method of Work Process in Building Construction

申 請 者

崔 彰訓

Choi Changhoon

建築学専攻 建築生産研究

2013年2月

建築工事は、工事現場毎に建物仕様、敷地条件、並びに施工条件が異なるため、工事毎に工事方法や作業方法の創意工夫が必要になる。しかし、建築工事は、基礎工事から躯体工事や各種の仕上工事があり改善対象は限りなく存在するため、作業改善のための方法論や手法に基づく効率的な改善方法の確立が望まれている。

現在、工事を大まかに表現する工程ネットワーク手法はほぼ確立されているものの、工事を構成する各種作業の詳細な内容や手順を正確に表現する手法は未だ確立されておらず、作業の内容を明確に図示、資料化することが難しいとともに、合理的な手法に従って複数の代替案を比較して作業改善を行うことは出来ていない。改善手法として、作業の実態調査に基づく作業研究（Work Study）手法や作業の機能分析による VE（Value Engineering）手法があるものの、建築作業を体系的に改善していく手法とはなっていない。

このような背景から、工事計画者は作業内容の模式図や作業手順図を様々な方法で描き、経験的に作業の改善を図っている状況にある。

本論文の著者は、建築工事における作業改善について合理的な手法の必要性に着目し、その手法の開発を目指して、本研究に着手している。

第 1 章は、序論であり、本研究の背景と目的、及び作業改善手法に関連する既往の研究について述べている。既往の研究の調査を通じて、作業改善を合理的に実施するには、①改善対象を選定する手法に関する研究、②建築作業に必要な各種行為の明確化に関する研究、③建築作業を行為の連鎖として表現する作業プロセスの計画手法に関する研究の三つを本論文の研究項目として挙げている。

第 2 章は、「建築工事における作業改善対象選定に関する研究」である。

第 1 節では、全体工事における各工事項目の費用を調べ、その費用の分布から改善対象とする工事を絞り込む方法を示すとともに、各工事項目の機能を洗い出し、その機能について評価を行うことを提案している。

第 2 節では、作業の評価項目を定める場合には、評価項目間において相互に関連する項目が多く発生するため、選定順位は評価項目の単純な平均値に基づいて行うことには問題が多いことを指摘している。そして、これを解決する方法として、複数の評価項目の評価値に基づいて主成分分析を行い、その主成分得点を用いることによって、評価項目間の相関性に配慮した評価が可能であることを示している。

第 3 節は、提案する評価手法を、小規模工事における作業改善対象の選定に適用している。まず、工事概要を示し、その概算工事費の分布に基づき改善対象工事を 13 に絞った上で、それぞれの工事について機能を洗い出し、これを 33 に区分している。

次に、作業の改善対象とするか否かを評価する項目について、建築技術者 20 名にアンケート調査を行い、10 の評価項目を定めている。この結果に基づき、上記の評価項目を用いて、2 名の工事経験者に対して 9 点尺度方式で評価を依頼し、その結果を集計した。

そして、集計データに基づき主成分分析を実施し、三つの主成分によって累積寄与率が 75.8%であることを確認した上で、それぞれ「工事の最適性」、「材料の適切性」、「作業の適切性」と命名することが出来ることを示した。これらの主成分を用いて、①一つ主成分毎に評価する方法、②二つの主成分を用いて 2 次元的に評価する方法、③三つの主成分を用いて 3 次元

的に評価する方法を編み出している。この評価方法に基づき、適用した事例について改善対象とすべき工事の選定順位を明らかにしている。その結果、それぞれの方法によって改善対象とした作業の選定順位が、工事の内容から判断して妥当であることを示し、主成分得点を用いた評価方法が有効であることを示している。

第3章は、「建築工事における作業に関する研究」である。

第1節では、建築作業を大別すると、移動、運搬、保管、計測、加工、接合、解体の七つの行為として分類出来ることを示し、建築作業は、更にこれら行為の連鎖としても表すことが出来ることを明らかにしている。そして、これら七つの行為について、行為の本質を分解・整理して、詳細且つ具体的な行為に分類してそれを纏め上げ、建築作業の本質的な行為の内容を明らかにしている。

第2節では、建築工事で行われる上記七つの行為は、接合行為を中心に様々な行為が連鎖的に必要になることを示している。そして、事例に基づいて複数の建築部材によって構成される部位では、作業は主として接合行為の繋がりによって表現できることを明らかにしている。また、部材の構成の条件によって、作業実施中における各部材の自立性や安定性に基づいて行為の連鎖の順序を図的に示し得ることを指摘している。そして、この図を用いて作業の順序関係、並列関係を表すことを行っている。更に、AHP (Analytic Hierarchy Process) 等の評価手法を併用することによって、部材間の接合行為の優先順序を定めることが出来ることを明らかにしている。

第3節では、これらの考察に基づいて、本手法を鋼製天井下地と鋼製壁下地に適用している。それぞれの部材に対して作業分析を行い、AHPを用いて部材間の接合の優先順序を求めている。これによって、鋼製天井下地作業についてはマクロ的視点から接合の優先順序を明らかにするとともに、鋼製壁下地作業についてはミクロ的視点から接合の優先順序を明らかにし得ることを示している。

第4章は、「建築工事における作業プロセスの作成に関する研究」である。

第1節では、作業の内容を、「行為」と行為の前提条件となる「前状態」、行為の結果となる「後状態」との三つの事象によって、表現することが出来ることを示している。そして、「行為」と「状態」とを正確且つ定型的に表現する方法として、それぞれを名詞、助詞、動詞による記述方式で示すことを提案し、その定式化を行っている。これによって、行為の「後状態」と「前状態」とを定式化された同じ構文によって対応付けて繋ぎ合わせることが可能になり、状態と行為の連鎖を作り上げ得ることを明らかにしている。更に、その連鎖を表す図的表現形式である連鎖図を提案している。

第2節では、「行為」と「状態」の連鎖図を用いて、作業プロセスを表現出来ることを示した上で、これに基づいて、三つの計画方法が可能であることを明らかにしている。すなわち、詳細な計画を必要とする場合には、①「行為」と「状態」から構成される連鎖図を用いる。概略的に計画する場合には、②「行為」のみから構成される連鎖図を用いる、及び③「状態」のみから構成される連鎖図を用いるの二つがあり、計三つの方法があるとしている。そして、これらの三つの計画方法を用いた計画の作成方法について述べている。

更に、「前状態」―「行為」―「後状態」の連鎖を作業のワークパッケージとして表した場合、

これを組み合わせて行くことによって、一連の作業プロセスを作り上げることが出来ることを事例によって明らかにしている。

第3節では、上記で提案する方法を鋼製壁下地作業に適用して、その有用性を検討している。先ず、鋼製壁下地の部材について機能分析を行い、使用される部材の制約条件、接合関係、各部材の機能を述べている。そして、これに基づき、作業プロセス図を行為と状態の連鎖として作成し得ることを示すとともに、前節で示した三つの計画方法を事例に適用し、乾式工法を主とした作業プロセスの計画に用いることが出来ることを明らかにしている。

第5章は「結論」であり、本論文における各章を纏めている。

本論文は、建築工事に対して、改善対象となる工事を効率的に且つ合理的に選定する方法を編み出している。次に、建築作業を七つの行為として分類した上で作業内容を詳細に分析して様々な行為として細分化を行い、建築作業の本質的な行為の内容を明らかにするとともに、作業を表すには、「行為」と「前状態」、「後状態」の三つの事象によって表現することを提案し、これによって作業内容を作業プロセス図として詳細に表現し得ることを示している。そして、この作業プロセス図を作成することによって、作業改善を合理的に進めることが出来ることを、様々な事例を用いて明らかにしている。

以上要するに、本論文は、建築工事における作業改善の方法論を確立する上で必要な作業内容や作業手順を明確にする手法を編み出すとともに、作業改善手法のための基本的な仕組みを明らかにしたものであり、建築生産学の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文は博士（工学）の学位授与に値する。

2013年2月

#### 審査員

(主査)	早稲田大学教授	工学博士（早稲田大学）	嘉納 成男
(副査)	早稲田大学教授	工学博士（東京大学）	小松 幸夫
(副査)	早稲田大学教授	博士（工学）早稲田大学	興石 直幸
(副査)	早稲田大学客員教授	博士（工学）早稲田大学	五十嵐 健