

## 論文の内容の要旨

氏名：古 橋 秀 夫

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：建築の維持管理要素と建築生産プロセスの関係についての基礎的研究

循環型でサステナブルな社会の形成を目指している現状において新築の建築物及び既存建築物を持続的に使用可能な状況にするための研究や対策は喫緊の課題である。

持続可能な建築物を実現するためには、必然的に維持管理（メンテナンス）という行為が不可欠であるが、維持管理行為だけでは必要条件であり、十分条件とは成り得ない。持続可能な建築物を合理的に実現するためには、持続可能なデザイン（企画・設計・施工等）がメンテナンスの合理性とともに構成されていなければならない。

しかし、現状の社会においては、著名な建築物が僅か40年程度の短い寿命で解体される事実もあり、大量の産業廃棄物が生み出される原因として指摘され、「スクラップ&ビルド」の反省も生かされてはならず、建築物は持続させることができるのかという不安や懸念もある。

このような現状のもと、現在の建築物では、建築物の欠陥や瑕疵が問題にされる事例が増加している。特に建築物を実際に維持管理している現場からは、作業の安全性に対する懸念や不安感、作業のし難さや交換のし難さ、作業環境の不備など適切な維持管理を実行するために必要な条件が整っていないなどの切実な建築物の実態が確認できる。

建築物の維持管理の現場で発生している、支障・故障・トラブル・不具合等の事例は、特異な事例ではなく日常的に発生している事実が確認できることから、毎日の作業において接触する可能性が高い現状がある。

維持管理を主たる業務とするビルメンテナンス業は、サービス業の分野の中でも、労働災害の発生が多く、他産業と比較して「墜落」「転落」などの重大事故が発生していることが指摘されている実情がある。また実際の建築物においては、維持管理作業のし易さ、交換のし易さ等に配慮した建築物の建設事例が乏しく、これらの諸問題が、社会的なニュースになるような重大事故にでもならない限り、表出して議論されることもない。従って、これらの諸問題が応急的な処置だけで済まされ、根本的な解決がなされずに放置されることが多い。真剣に議論されて諸問題が発生しないように根本的な改善をしないことが、同じような事故を繰り返す原因になっている。

特に、本研究で対象とした「不安全性」と「不完全性」は相互に関係が深く、建築物においては指摘される事例が極めて多い事が確認できる。これらの「不安全性」「不完全性」の発生する原因を探求し、何故これらの諸問題の原因が建築生産プロセスにおいて作りこまれるのか明らかにする必要がある。

本研究では、この問題の解決策として、従来の建築生産プロセスにおいては維持管理の思想が欠落し、維持管理の視点からみた建築生産プロセスの各段階における維持管理要素の検討がなされていないことを実証的に検証し、維持管理要素を考慮した建築生産プロセスを実現するための新しい仕組み・システムを検討・考察し、建築物の安全性・信頼性・保全性に着目して、建築生産プロセスの各段階において「管理」の視点から検討・考察し、「デザインレビュー」を行うというプロセスを検討した。

また、この新しい建築生産プロセスの有用性・実効性・整合性等を確認するために、実際の建築プロジェクトにおいて試行を繰り返すことで、必要な普遍的かつ共通性の高い維持管理要素を抽出し、技術的要因・工学的要因との整合性を図り、体系化に向けた研究を行ったものである。

本論文は全部で7章より構成されており、各章の要旨を以下に述べる。

第1章は、本研究の背景になっている維持管理の現場における実情を精査し、維持管理の課題を整理・把握し、維持管理の法的規制に触れながら、本研究の位置づけを明確にするとともに、研究の目的、内容を述べて、研究の指向性を明示した。

第2章では、建築物の維持管理業務の実務を担当しているビルメンテナンス業界における労働災害の実情を検証した。発生状況、原因、事故の特徴等を踏まえて、実際の現場で発生した労働災害（事故）を精査、検証して、事故の発生過程を分析してハインリッヒの法則との照合をした。維持管理現場における事故事例から事故の直接的な原因として建築物の「不安全性」が存在して、「不安全な行動」を誘因・誘発している可能性について言及した。

第3章では、維持管理作業の対象となる場所・部位が、利用者・使用者の日常的生活空間とほぼ一致している状況から、利用者・使用者の日常的生活空間における事故の発生状況に着目して、事故の型、部位、場所等の分析を行い、事故の頻度（回数）、傷害の過程などの要素を加えて事故の重み付けによる分析をおこない、建築物の場所・部位、事故の型等と建築要因との関係性に言及した。

第4章では、建築物に発生している欠陥や瑕疵を、建築物の「不完全性」という視点で捉え、維持管理の現場から収集した事例をもとに、支障・故障・トラブル・不具合等の発生状況について検証した。

維持管理に関わる業務は、清掃管理業務、設備管理業務、警備業務等その範囲が広く、多種多様である。本研究では、建築物の機能・性能に最も関係が深い設備管理業務を主たる対象として分析し、「不完全性」を検証した。「不完全性」の発生原因と建築生産プロセスとの関係を探求しながら、原因が作り込まれるプロセスを特定した。

第5章では、建築物の「不安全性」と「不完全性」との関係の建築要因を特定することで、原因を探り、併せて建築生産プロセスにおける問題との関係を検証した。

維持管理要素を大きな枠の中で集約して、再度整理をおこない必要な事項を抽出した。この段階における一つの解決策として、現状の建築物において維持管理業務のバックアップシステムが必要であることに言及した。

第6章では、本研究の主要な対象である建築物の「不安全性」と「不完全性」が密接に関連していることを検討、考察した。従来の建築生産プロセスにおいて維持管理要素に関する検討が欠落している事実を指摘し、検討すべき維持管理要素を整理、抽出し、これら検討を含む新しいフィードフォワード型ともいえるべき新しい建築生産プロセスに言及している。この新しい建築生産プロセスの有用性、整合性等を検証するために、実際の建築プロジェクトにおいて適用し、シミュレーションを繰り返して実行した。

以上、本研究の成果として得られた知見を下記に示す。

1) 建築物には潜在的に「不安全性」（不安全な状態）が存在し、危険要因としてリスクになっている事実を確認した。労働災害の原因分析では、「不安全な状態」と「不安全な行動」が接触することにより事故が発生すると定義されており、「不安全な行動」が「不安全な状態」により誘発・誘因されて事故が発生している事実が多いことから、ハインリッヒの法則に示されているヒヤリハットの原因（源）となる危険要因が建築物に潜在していることが確認できた。

2) 建築物の竣工後の日常的空间においても事故が発生しており、建築物の日常的安全性についても十分配慮されていない事実を検証したことにより、建築物の「不安全性」が維持管理の現場だけではなく建築物内に広く存在していることが確認された。

3) 建築物の支障・故障・トラブル・不具合等の諸問題即ち「不完全性」が確認され、それらの原因が建築生産プロセスにおいてその検討が欠落していることが明らかになった。検証の結果、維持管理に関わる事項は「基本設計」以前に関係していることが確認され、建築生産プロセスの早い段階（初期段階）での検討が必要であることが確認できた。

4) 「不安全性」と「不完全性」の事例を分析した結果として、二つの要素は相互に密接な関連性を有し、様々な建築要因と関連して入り込むことが明らかになった。これらの点から検討すべき維持管理要素が抽出し、関連事項を含めた検討・項目・考察から必要な維持管理要素を加えて特定した。これらの要素を建築生産プロセスのどこと関係が深いかに分析して相互の関連性を確認し、建築生産プロセスに「管理」という視点・項目が欠落していることが確認できた。

5) 工業製品の設計・生産プロセスとの比較により、建築生産プロセスには、安全性（日常的な）・信頼性・

保全性の概念が存在しておらず、「使用品質」の視点が欠落していることが確認できた。この検証で建築生産プロセスにおいて検討項目で欠落していた項目を加え、「デザインレビュー」の工程を加えることの有意性・有効性が確認できた。

6)この結果、従来の建築生産プロセス（企画・基本設計・実施設計・施工等）の各段階において「管理」の項目を加え、「デザインレビュー」を行う新しい建築生産プロセスを検討し、考察した。

7)維持管理要素の検討は、「不安全性」や「不完全性」の制御、排除をする働きがあることが確認され、日常的な建築空間の質の向上にも寄与できることが確認できた。

以上述べたように、建築物の現場で発生している「不安全性」や「不完全性」の事例を調査、分析して、その原因の多くが建築生産プロセスにおいて生起されていることを検証した。

維持管理を竣工後の問題として捉えるのではなく、企画・設計・施工に続く建築行為の一環として捉えて、建築生産プロセスにおいて適切に検討されることが重要である。

メンテナンスの合理性はデザイン（企画・設計・施工等）を規制するものではなく、メンテナンス機能をデザインの中に取り組み同化させたものが優れたデザインであり、持続性の高いデザインが持続性の高い建築と言われる状況がすぐそこに到来しており、その為の工学的体系化を可能にするための基礎資料として解明した。