

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

古橋 秀夫

# 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

## 【目次】

### Abstract

## 第1章 序論

- 1-1. 研究の背景と目的 . . . 2
- 1-2. 既往の研究と本研究の位置づけ . . . 17
- 1-3. 研究の内容 . . . 23
- 1-4. 維持管理に関する法規・規制について . . . 26
- 1-5. 本研究における用語の定義 . . . 35

[補注]

[参考文献]

## 第2章 維持管理に関わる建築物の不安定性の実証的な検証

- 2-1. 概説 . . . 48
- 2-2. ビルメンテナンス業における労働災害の発生状況 . . . 50
  - 2-2-1. 今日までのビルメンテナンス業の労働災害の検証 . . . 50
  - 2-2-2. ビルメンテナンス業における労働災害の現状の全体的分析 . . . 53
- 2-3. ビルメンテナンス業務において発生した労働災害の解析 . . . 56
  - 2-3-1. 研究内容 . . . 56
  - 2-3-2. 調査方法 . . . 57
  - 2-3-3. 本調査における労働災害の傾向分析 . . . 58
  - 2-3-4. 事故の発生原因の分析 . . . 60
  - 2-3-5. 「不安全な状態」と「不安全な行動」との関係性の分析 . . . 64
- 2-4. 結果及び考察 . . . 73

[補注]

[参考文献]

## 第3章 日常的な建築空間における利用者・使用者の不安定性の検証

- 3-1. 概説 . . . 80
- 3-2. 調査対象物と研究方法 . . . 81

3-3. 建築物における利用者・使用者の日常的な事故の発生傾向の検証	・・・83
3-3-1. 建築空間における事故の全体的な傾向分析	・・・83
3-3-2. 事故の要素と相互の関係性の分析	・・・88
3-4. 事故事例に基づく建築空間における不安全性の検証	・・・94
3-5. 結果及び考察	・・・100

[補注]

[参考文献]

#### 第4章 維持管理に関する建築物の不安全性の実証的な検証

4-1. 概説	・・・106
4-2. 調査対象物と研究方法	・・・108
4-3. 建築物の不安全性の発生事例の基本的な検証	・・・111
4-3-1. 故障事例の全体的な傾向分析	・・・111
4-3-2. 設備管理業務における建築物の不安全性の検証	・・・114
4-4. 故障モードの傾向分析	・・・120
4-5. 結果及び考察	・・・122

[補注]

[参考文献]

#### 第5章 建築物の不安全性の発生原因と建築生産プロセスとの関連性の検証

5-1. 概説	・・・127
5-2. 調査対象物と研究内容	・・・128
5-3. 建築物の故障事例（不安全性）の発生原因についての検証	・・・129
5-4. 建築物の故障事例（不安全性）の発生原因となる建築生産プロセスの検証	・・・142
5-5. 建築生産プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討	・・・146
5-6. 維持管理業務のバックアップシステムの必要性	・・・154
5-7. 結果及び考察	・・・158

[補注]

[参考文献]

#### 第6章 建築生産プロセスに起因する不安全性と不完全性と維持管理要素との関連性

6-1. 概説	・・・165
6-2. 調査対象物と研究内容	・・・166
6-3. 維持管理から見た建築物の「不安全性」と「不完全性」との関係性	・・・167

6-4. メンテナンスを考慮した建築生産プロセスの考察	・・・171
6-5. フィードフォワード型建築生産プロセスの実証的検証	・・・176
6-5-1. 広島市立舟入病院の実施例と検証	・・・177
6-5-2. 「理想的な建設計画を求めて」建設された事務所ビルの実地調査	・・・182
6-6. 結果及び考察	・・・190
[補注]	
[参考文献]	

## 第7章 総括

7-1. 概説	・・・194
7-2. 各章のまとめ	・・・195
7-3. 結論	・・・197
7-4. 今後の展望と課題	・・・202
写真資料	・・・206
図表リスト	・・・240
研究目録	・・・248
謝辞	

# Basic Study on Relationship between Maintenance/Management Factors and Production Process of Buildings

Hideo Furuhashi

The primary purposes of building construction are to enable the functions to work properly as designed for the building after the completion of construction, and to secure the environment as its performance. Furthermore, it is elemental for the sustenance of the building to ensure the functions and the performance satisfying the demands during the period of use.

It is indeed imperative to adequately execute the building construction process, such as the plan, the design, the construction, and etc, in order to secure the aimed functions of the building (the initial performance).

However, it is not uncommon to experience various problems after the completion of construction. Such troubles do not only include severe and sudden malfunctions and accidents, but also consist of rather day-to-day problems, such as inconvenient and uncomfortable settings for living, difficulties in the maintenance, management, and repair works, high-risk works, unsanitary environments, and high expenses. Due to their intrinsic natures, some of these problems remain unsolved, especially, when they arise long after the completion of construction.

Among these issues that come up after the completion of construction, “incomplete conditions” and “vulnerable conditions” that are potentially dangerous, are serious predicaments, though not well known, that negatively influence the users as well as the maintenance/management workers in their living and work environments.

In order to remove these negative factors, it is most effective to repeat active confirmations in every process of construction, based on the function so-called maintenance.

This study, with the findings described above, clarifies, analyzes, and examines such problems from the point of view of both experienced maintenance workers and construction engineers, especially, in terms of “vulnerability” and “incompleteness” among the incidents, the issues, the subjects, and such that the author has assembled from the actual scenes of building maintenance work.

第 1 章  
序論

## 1-1. 研究の背景と目的

### (1) 建築物の維持管理に関する今日までの背景

建築物は、あらゆる人間活動の基盤であり、個人個人の生活や経済的な活動あるいは文化的な活動等のそれぞれにおいて必須な存在となり、重要な役割を果たしている。

今日のわが国では、高度経済成長期を経て、安定的な成長あるいは低成長の時期に入り、さらに変容する社会を迎えているという考え方が大勢である。

産業構造の変化をみると、技術革新、情報化、国際化の進展、消費者ニーズの多様化や高度化等によってサービス経済化が促進され、各種サービス業の就業人口の増加など産業のソフト化・サービス化の傾向が顕著に現れていることは、産業全体における第三次産業の産業別就業者数が、1961年(昭和36年)の約40%に比べて、2010年(平成22年)は約70%の割合に増加している<sup>1),注1)</sup>ことによって明らかである。

また、労働人口は国富の源泉であるが、わが国では急激な少子高齢化と構造的な労働力の不足という大きな現象が現実となりつつあり、この大きな流れが建築物の在り方においても様々な変化をもたらしつつある。例えば、生産工場、商業施設や情報化社会における知的生産の場でもあるオフィス等の建築物では意匠・構造・設備等においても、大型化・高層化・複合化等の要求とともに、24時間・365日稼働の機能、高機能な情報機器の導入、無柱の大空間や全面ガラスの外壁、屋上緑化・自然エネルギーの活用等の外部要因の大きな影響を受けている現状があり、建築業界においても喫緊の対応が求められてきた。

さらに、こうした流れの中で、建築物に対する利用者・使用者の空間・環境に求める水準も高まっており、建築デザイン及び建築・設備ともに高度な技術の導入による機能・性能の向上化が促進された。建築物の質的な向上には常に設備機器や情報機器等の改修・更新を必要とし、ライフサイクルマネジメント(Life Cycle Management)の一環として常に意識しなければならない状況に至っている。

これに並び、今日の地球環境問題に取り上げられているように産業界における社会的責任に関する事項も認識する必要も挙げられる。

特に、厳しい条件の自然環境の中に、私達が求めている生活環境を人工的に創りだしている建築物は、莫大な資源をエネルギーとして使用し人工環境を制御している結果、環境負荷の低減や資源の問題等を含めた建築物の長寿命化や省エネルギー化など建築物のライフサイクルを通しての維持管理の在り方と建築物の持続性が重視されてきている。環境に対して大きな負荷を継続的に与え続けることになる社会・建築は、いわゆるスクラップ&ビルドの構造的な体質から脱却

し、「フロー」から「ストック」へと変化して、「メンテナンス」を重視する持続可能性を求める構造に転換すべき状況を迎えている。

このような背景の根本には、建築の分野において、設計・施工の建築生産プロセスに力点が置かれ、運用・維持管理などは、竣工後の問題として二の次というように考えられてきた傾向<sup>2),3)</sup>があり、建築物の改修や修繕を含む維持管理の手法に関する分野が後手にまわり、学問的な研究や体系化も整備されないままに今日に至っている。

その結果、わが国の建築の基幹となる建築基準法においても、維持管理に関する記載は僅かで、第1章 総則の中で、第8条 維持保全、第12条 報告、検査等の二つの条文しか記載されていないことから今日の建築物の維持管理に関する社会的関心の低さが背景として挙げられる。

## (2) 建築物の不具合や維持管理に起因して安全性能が損なわれた死亡事故の事例

前述のように、十分な体系化がなされてこなかった現状において、近年では、これらの不備を指摘される事故が発生している。

特に、中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故<sup>注2)</sup>を契機に社会基盤施設の管理の在り方を問われ、<sup>4)</sup>設計・施工時の合理性を含めた科学的な検証を求められている。官民を問わず、トンネル・橋梁等の構築物を始め、膨大な建築物も存在しておりこれらの構築物・建築物等に対する維持管理を含めた全体的な管理の在り方を見直すことの必要性が求められている。

また、建築物の竣工後の運用・維持管理の段階で顕在化し発見される瑕疵に関する裁判事例も多くなり、裁判の過程やその結果が大きく、マスメディアを通じて報道される<sup>注3)</sup>など、建築物の品質は社会的な関心を呼んでいる。

他にも建築物の安全性という最も基本となる性能に関わる事例だけを挙げても、自動回転ドアに男児(当時6歳)が挟まれて死亡した事故<sup>注4)</sup>、清掃員の女性がエレベータに挟まれて死亡した事故<sup>注5)</sup>高齢者福祉施設での火災・死亡事故<sup>注6)</sup>など本来、安全・安心であるべき建築物の日常的な空間において死亡事故が発生しており、安全管理意識の欠如・部品の不良など建築物の維持管理上の問題が推定原因として報道されている。

このような事例の背景には、組織・団体・企業等の財政面や資金面の制約、経済性優先などの方針等から自分たちで限界を設定し、応急的かつ事後処理的な対応だけが実施され、根本的な解決をせずに再度同様の事故を起こすという繰り返しをしている傾向があることも推測される。

前述の自動回転ドアの事故調査報告書における死亡事故発生までの類似事故が繰り返し発生している状況、あるいは建築物の維持管理を主業務とするビルメンテナンス業における労働災害事故の発生状況において、永年に渡り同様な事故が繰り返して発生している状況等からも事実として確認できる。<sup>9)</sup>

これらの安全性を始めとする建築物の機能・性能を維持し合理的に建築物の環境を制御していく為には、維持管理<sup>注7)</sup>(メンテナンス)という行為が不可欠であり、建築物の環境の質即ち機能・性能は維持管理により左右され、その影響を大きく受けることになる。

勿論、その大前提になるのは、建築物が適正に設計・施工され要求される諸機能が確保されていることである。しかし、現実の建築物を竣工後に調査してみると、様々な不具合(支障・故障・トラブル・事故等)が日常的に発生しており、建築物の居住者・利用者をはじめビルメンテナンス業務<sup>注8)</sup>の従事者等の生活環境や労働環境に影響を与えている事実が存在している。

### (3) 維持管理の観点より今後求められる建築プロセスの方向性

前述のような故障や事故だけではなく、建築物においては、設備環境の異変が突発的に発生する問題や日常性の強い問題などが発生している点も挙げられる。

さらに「使い勝手や住み心地の悪さ」「維持管理作業のし難さ」や「改修工事のし難さ」「不安全な作業を強いられる」あるいは「不衛生である」「不経済である」等々建築物の「使用品質」とも言うべき事項や建築物の維持管理に直接的に関わる事項が数多く確認されている。(表 1-1)

建築物は、企画・計画(構想)、設計(基本・実施)、施工(建設)、運用・使用(維持管理・評価)そして解体・廃棄されるまでの一貫した時間軸のなかで、時間の経過や時代の変化に対応して、より最適な状態を目指して、空間軸を対象にして建築物に様々な手を加えて使用し続けその価値を持続していくことが求められている。<sup>23)</sup> 建築物の機能・性能を長期に渡り十分に発揮して行くうえで、初期性能の確認、機能・性能を維持するための日常的な清掃・点検・整備、法令点検・報告、精密点検・診断、修繕・更新・交換、大規模改修工事、環境管理、廃棄物の収集・運搬・廃棄・処分・リサイクル等の継続的な実施と記録・整備、維持管理情報の収集・分析など極めて重要な役割を担っている職域が維持管理業務<sup>16)</sup>であり、一般的にビルメンテナンス業と呼ばれている職業・企業がこれに該当する。

建築物を長期に渡る経営的な視点に立ってみる時、ビルメンテナンスは、企画・設計・施工に続いて一貫した建築思想で実施されるべきであり、建築物の目的とする機能・性能を維持するための根幹をなす重要な業務として位置付けられなければならないものである。ライフサイクルのなかで最も長い時間である、運用・使用の段階では、診断・修繕・交換・更新・模様替えなどが一連の建築行為として繰り返して実施される。建築物の模様替えや再生などを適切に行い建築物の持続性の確保を実現するためには、一貫した建築思想のもとにより専門的な知識や技術を再編し、体系化していく事が必要になっている。<sup>24)</sup> 使用し尽くされた建築物は、やがて解体され、必要な中間処理を経て細分化された建設副産物と変わり、再生資材または最終処分として循環を繰り返すことから、建築物の存在は確実な廃棄物のストックともなり得ることまで認識する必要性がある。

特に、建築物のライフサイクルの中で運用・維持管理の期間が最も永くこの期間が建築物としての目標・目的であるという視点で建築行為を考えると、「運用・使用・維持管理」に焦点をあてた建築物を建設することが最も合理的と考えられることから、「手離れが良い」ことを目標とし、「このように作っておけばこのようになるはずである」という「設計・施工の理論」による体系<sup>25)</sup>から実際に使用する視点からの建築物を利用者・使用者の快適性や満足度を高める建築プロセスを提案し、運転(維持)していく考え方「運転・居住の理論」への変化が必要

となってくる。

以上,背景で述べた喫緊の課題である環境問題,持続可能性の高い社会の実現等を考慮すると,建築物の居住者・利用者・メンテナンス業務従事者等の視点を基盤とする「居住・サステナブルの考え方」への展開が最も有効な方法であると考えられる。

表 1-1 建築物の不具合等の発生に関する主な調査報告及び文献の例

調査・報告・文献等の事例	調査者・執筆者等	調査方法等	調査等の概要	建築関係(例)	設備管理(例)	その他(例)	合計(例)	備考
建築工事の失敗例と対策 <sup>(2)</sup>	熊井康義, 相川, 伊藤, 河辺, 佐野, 竹中, 多羅尾, 辻田, 中川, 中山, 成沢, 橋本, 村井	実体験の収集	施工会社を中心とした施工事例より失敗例を収集	93	37	38	168	建築計画・基礎・躯体・屋根・外装・内装設備(電気・機械)その他(外構・施工管理・支障・トラブル等)
建築・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 <sup>(13)(14)(15)</sup>	木村宏, 前川, 古橋	実地調査	維持管理担当者が管理現場を直接調査	20	44	69	133	その他の内訳は、維持管理作業が40例、環境衛生が29例。関東近県の事務所建築物商業施設が対象
設計・施工べからず集 <sup>(16)(17)(18)</sup>	ビル環境保全研究会 木村宏, 古橋, 森, 今井, 小黒, 興膳, 堀口, 鮫島, 宮田, 吉本	実体験の収集	維持管理会社の実務者が実際の現場で体験した事例	73	101	40	214	(社)全国ビルメンテナンス協会の支援を得て、1998年頃より自主的な研究会として調査を開始。全国的に営業しているビルメンテナンス会社が中心となり自主的に幅広い調査が実施されたのでほぼ全国を対象と考えてよい。
建築設備のメンテナンス性に関する調査研究報告書 <sup>(19)</sup>	建築設備メンテナンスリテリイ研究会 前川甲陽, 坂下, 唐木田, 吉田, 金井, 須藤, 田中, 中村, 福村, 古橋, 前島, 松村	アンケート調査	(社)全国ビルメンテナンス協会の会員を対象に、メンテナンスリテリイに関するアンケートを行い事故事例を収集	-	205	-	205	(社)東京都建築設備設計協会と(社)全国ビルメンテナンス協会が協働にて研究会を設置して研究した。本表の事例数は設備トラブルの件数で、初期故障・漏洩・摩耗故障・傷害(1件)等である。
トラブル事例と解決策・建築物の汚れ <sup>(20)</sup>	「建築物の汚れ」編集委員会 上原正行, 荒川, 大島田, 中, 辻江, 鍋島, 西村, 原田, 山田	施工事例から収集	(社)日本建築協会が企画し、編集委員会を設置し、関西地区を対象に収集	73	-	18	92	「設計の不手際、施工のミスで起こる汚れは出さない」という意識啓蒙を目指した。
建築物の維持管理に関する調査研究報告書 <sup>(21)</sup>	建築物の質の向上に関する検討会 三橋博巳, 坂下, 古橋, 松浦	アンケート調査	(社)全国ビルメンテナンス協会の会員に対して実施した	-	251	-	251	国土交通省が実施した平成20年度住宅市場整備等推進事業(建築基準整備促進補助金事業)「建築の質の向上の関する検討」として調査。47都道府県の主たる用途が事務所である特定建築物で設備管理技術者を対象とした内容となった。
危ないデザイン <sup>(22)</sup>	日経アーキテクチャ	実地調査	実際の事故を徹底して追跡し事故の発生原因を調査	50	5	-	55	建築設計や運用に使える知見を事故に学ぶために、本質的な課題を調査。

#### (4) ビルメンテナンス業における労働災害の実証的解析の必要性

ビルメンテナンス業における労働災害（以下本研究では事故と称す場合もある）<sup>注9)</sup>の現状やその傾向及び特徴を理解するためには、過去の状況を確認し、現在の状況との関連性を明らかにすることが、労働災害の全体的な状況を把握するためには重要な過程の一つである。

建築物の急激な増加や建築設備の高度化が進み、専門的な企業への業務委託の傾向が強くなり、社会全体のサービス経済化の進展と相まって、第三次産業において労働者数が著しく増加した。これに伴い業務上の事故の発生件数も増加してきたため、<sup>1)</sup> <sup>26)</sup>1987年、労働省(当時)の指導によって、中央労働災害防止協会が「第三次産業労働災害原因統計分析研究委員会」を設置し、第三次産業の労働災害原因等を詳細に分析、調査することとした。対象業種として、事故の発生件数の多い業種を重点的に取り上げることになり、ビルメンテナンス業も初年度の対象となった。

筆者らは、従前よりビルメンテナンス業務従事者の作業環境に注目してきたがこれを契機に、建築物室内の作業環境の調査研究<sup>27)</sup>に着手し、ビルメンテナンス業における労働負担調査(清掃作業)等<sup>28)</sup>、安全性、衛生性、健康性に関する研究を統合的に実施し、得られた知見は継続的に公開し、問題点を示唆し続けてきた。

1985年(1月1日~12月31日)のビルメンテナンス業の事故による死傷者数は、2027人(死亡及び休業4日以上)であり、これらを事故の型別および起因物別の関連性に焦点をあて分析した。(表1-2)

事故の起因物の40%近くが「作業面」で占められているが、それに対応する事故の型の大多数が「転倒」「墜落・転落」であり、「建物・構造物」に対しては「はさまれ」「墜落・転落」が多い事が確認できた。<sup>25),26)</sup>

事故の型別では、上位6位までの合計で全体の約85.9%(表1-3)となり、上位6位までの合計死傷者数1747人に限定した型別の比率は図1-1に示した結果となった。

「作業面」が起因物となった事故769件の詳細、「建物・構造」が起因物となった事故220件の詳細は表1-4、表1-5に示した。<sup>26),29)</sup>

この分析によりビルメンテナンス業の事故の傾向と建築物と密接した起因物との関係性が強いことが明らかにされた。

また、事故の具体的な原因として「不安全な状態別」に死傷者数の傾向を分析し、表1-6の結果を得た。この中で建築物・施設、設備機器等に関する事故の主なものは、「物の置き方、作業場所の欠陥」「作業方法の欠陥」「保護具・服装等の欠陥」などであり、事故の原因の約62.8%を占めることが確認できた。<sup>26),29)</sup>

1985年の事故の死傷者数を職種別に分類すると、「清掃作業員」1388人で約

68.5%と最も多い事が確認できた。その他「環境衛生管理作業員」114人(約5.6%)、「設備運転作業員」31人(約1.5%)、「建物・設備点検整備作業員」107人(約5.3%)、「保安・警備員」86人(約4.2%)となっていることが確認される。

この点から、労働災害防止対策が優先的に実施されるべき職種は「清掃作業員」であることが確認される。<sup>29)</sup>

これらの点から、ビルメンテナンス業における労働災害の多くは物的要因が関係して発生原因となっていることが推認できる。事故発生の過程における物的要因即ち「不安全な状態」を明らかにし背後要因としての潜在的危険要素を排除した安全な作業環境が求められる。

表 1-2 起因物別・事故の型別死傷者数の分析<sup>26)</sup>

事故の型	墜 転 落 ・ 転 倒	飛 落 来 下 ・ 激 突	激 突 さ れ	は さ ま れ	そ の 他	件 数 合 計	比 率 (%)		
起因物									
作業面	161	541	1	34	1	3	28	769	37.9
建物・構造物	44	25	11	27	16	79	18	220	10.9
用具	141	24	7	4		3	2	181	8.9
什器・家具	43	24	40	16	5	16	33	177	8.7
清掃機械、器具、資材	7	48	9	2	12	8	28	114	5.6
乗物	7	15	1	5	6	7	39	80	3.9
荷		8	16	1	1	4	46	76	3.7
運搬機	7	5	2	7	6	20	12	59	2.9
その他	10	58	47	23	17	32	164	351	17.5
合計	420	748	134	119	64	172	370	2027	100.0

注:分類は厚生労働省が定めた労働災害原因系統分析実施要領に基づいている。

表 1-3 事故の型別死傷者数上位 6 位の分析

順位	事故の型	死傷者数(人)	比率(%)
第1位	転倒	748	36.9
第2位	墜落・転落	420	20.7
第3位	動作の反動・無理な動作	174	8.6
第4位	はさまれ・巻き込まれ	172	8.5
第5位	激突	119	5.9
第6位	飛来落下	107	5.3
上位6位までの合計		1740	(85.9)
年間の死傷者数合計		2027	100.0

注:分類は厚生労働省が定めた労働災害原因統計分析実施要領に基づいている。

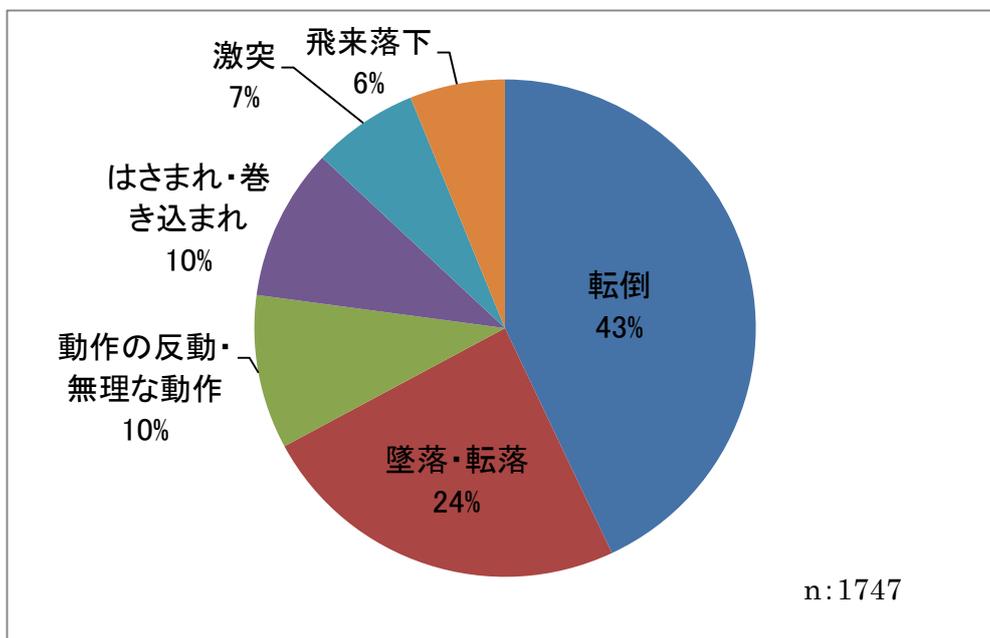


図 1-1 事故の型別上位 6 位 (1747 人) の分析

表 1-4 起因物が「作業面」である事故の分析

起因物		件	比率 (%)
作業面		769	37.4
内訳	屋内作業床	253	12.5
	屋内通路	86	4.2
	屋外作業床	34	1.7
	屋外通路	43	2.1
	足場、仮設足場、通路	8	0.4
	タラップ	11	0.5
	屋根	8	0.4
	階段	210	10.4
	非常階段	8	0.4
	踊り場	6	0.3
	屋上床	8	0.4
	浴場床	25	1.2
	道路	38	1.9
	線路	3	0.1
	溝	16	0.8
	運動場、競技場	1	0.0
その他	11	0.5	

注: 重複回答を含み合計 2050 件,比率は全体に対する比率

表 1-5 起因物が「建物・構造物」である事故の分析

起因物		件	比率(%)
建物、構造物		220	10.7
内訳	建物の戸	83	4.1
	門	2	0.1
	柱	6	0.3
	手すり	8	0.4
	出入り口	10	0.5
	窓(スライド、回転、出窓)	38	1.9
	壁	10	0.5
	天井	3	0.1
	開口部	2	0.1
	防火扉	2	0.1
	タワー、ポール	2	0.1
	ピット	3	0.1
	マンホール、排水溝の蓋	22	1.1
	槽類	4	0.2
	その他	31	1.5

注: 重複回答を含み合計 2050 件,比率は全体に対する比率

表 1-6 不安全な状態別死傷者数の分析

不安全な状態	死者数	
	人数(名)	比率(%)
1、物の置き方、作業場所の欠陥	816	33.8
具体例 ・通路が確保されていない ・作業箇所の間隔、空間不足 ・機械、装置、用具、什器等の配置の欠陥 ・その他		
2、作業方法の欠陥	384	15.9
具体例 ・不適切な機械装置の使用 ・不適切な工具、用具、什器の使用 ・不適切な作業手順 ・その他		
3、保護具、服装等の欠陥	317	13.1
4、防護措置	90	3.7
具体例 ・防護、安全装置がない ・防護、安全装置が不完全 ・区画、表示が欠落または無し		
5、部外的、自然的に不安全な状態	64	2.7
具体例 ・物自体の欠落(部外の) ・防護措置の欠落(部外の) ・その他		
6、物自体の欠落	41	1.7
具体例 ・設計不良 ・構成材料、工作の欠陥 ・老朽、疲労、使用限度 ・その他		
7、その他	702	29.1
合計	2414	100.0

注:重複回答を含み合計 2414 名,分類は厚生労働省が定めた労働災害統計分析実施要領に基づいている。

## (5) 建築環境における維持管理上の経済的課題点

明治時代の初期に西洋建築の手法が導入されて以来、日本の社会は建築物の量的拡大を優先して建築を進めてきた。第二次世界大戦後も経済的な復興を目指して建築は建築物の量的な拡大を進めてきて現在に至っている現実がある。

現在の日本の社会においても、尚、「建築＝建設業」という短絡的かつ狭い視野の見方も残っており、<sup>30)</sup>生産行為を優先する体制・仕組みのなかで、維持管理の重要性は理解されず正当な評価がなされてこなかった。つまり、「建てるまで」が建築であり、維持管理は「竣工後の問題である」として捉えられ、「建築」という行為はフローの概念で成立し発展してきたという事実は否定できない。建築物を造る立場からの研究は数多く行われているが、運用・維持管理に関わる問題については研究されておらず、その為、メンテナンスを無視した設計や施工が存在してきた実情も指摘されてきたが、建築物を使う側の視点から評価するという点さえも実現されていない。

初期投資即ちイニシャルコスト(Initial Cost)偏重のこれまでの姿勢は、建築物の生涯を通して投入される総費用即ちライフ・サイクル・コスト(Life Cycle Cost: 以下 LCC と称す)を重視する考え方への変化の兆しも伺えるが、LCC を合理的に制御していく為には、適正な維持管理費で建築物に組み込まれたすべての機能が効率的に発揮できるように、企画・設計・施工されなければならない。どんなに優れた設計や LCC 計画であったとしても、維持管理が不良で建築物の評価が低下し事業経営に影響することや建築物の真価が問われる事故が発生することなどが発生し、結果として建築物が短命に終わり解体するような事態になれば意味をなさない<sup>16)</sup>。建築物のライフサイクルの中での使用期間は永いが、現在では更に長寿命な建築物で持続性のあることを求められているが、建築物の持続性をどのように確保し維持管理していくのかはあまり議論されることはない。建築物を取り巻く環境や使用条件の変化など不確実性の高い要素が多い事もまた紛れのない事実であり、これらの変化を予測して建築生産過程においてその対策を具体的に建築図面に反映させておくことが理想であるが、全てに対応しておくことは、費用対効果、変化の予測と時機の判断、危機となり得る要素の洗い出し、必要な予算措置と適正な積算等の難しい点もある。建築物の生涯に渡るあるべきシナリオを検討し、リスクアセスメントの考え方にたって必要なバックアップ・システムを準備しておくなど建築生産プロセスにおいてより安全側への工夫をしていくことが望ましい。

## (6) 今後に向けた維持管理の課題

不動産の証券化<sup>注10)</sup>とともにJ-REIT<sup>注11)</sup>が創設されて不動産の流動化が促進された。収益性のみならず焦点をあてたとも思われる建築物の事業経営も散見されているが、「所有と経営の分離」という劇的な転換期を迎え、建築物の所有形態や管理形態も大きく変化させており、所有者の変更、用途の変更、社会情勢の変化、建築物に対する価値観の変化などを伴う時間の経過があっても、建築物はその価値を持続していくことを求められているのが現状である。建築物を長期にわたり維持していくためには、そのライフサイクルの過程において、リノベーション、コンバージョンなどの建築再生行為を繰り返していくが、これらは全て維持管理行為であるが、同時に、建築生産プロセスの中でお互いに関連して反復して実行されていく一連の行為でもある。

建築物を計画的に維持管理するためには、その建築物を企画・設計する段階から維持管理計画の要因を建築物に作りこんでいくことが望ましく、また、わが国の社会は成熟しつつあるが近い将来に向けて、表 1-7 に示した通り現在大きな構造的な変革期を迎えている点が指摘されており、大きな社会構造の変化を前提に、建築物も社会基盤全体の連携に対してバランスの良い合理的な運用・管理が喫緊の課題として求められている。

これらの構造的な変革に伴い、人口減少に起因する経済の低成長も予測されるなかで、人工的な環境を創り出すためのシステムの集合体でもある建築物は十分なメンテナンスなくしては、人間生活の器であり続けるための機能・性能が劣化していくことは自明の理といえる。

スクラップ&ビルド(Scrap&Build)の仕組みから脱却し、ストック&メンテナンスの仕組みへの転換が不可欠である。低成長の経済環境での急激な増加は考え難いが、新築建築物(フロー)への対応は急務であるし、膨大な既存建築物(ストック)は、「リニューアル」・「リノベーション」・「コンバージョン」等の建築物の再生という建築行為を繰り返し、人間の生活形態の変化や資産価値の維持、事業経営上の変化などに対応し続けていかなければならないという足元の問題が迫っている。

しかし、現実の建築物に於いては、建築物の環境を阻害する要因、効率的なメンテナンスや安全な作業の実施を不可能にするような深刻な問題が発生している。これらの問題を回避するためには、現実が発生している問題の実態を直視することが不可欠であり、メンテナンスを意識することが必要である。<sup>24)</sup>これらの問題を収集・分析して単なる応急的処置ではなく、根本的処置としての対策を実施することである。維持管理は複雑で多面的なものであるが、社会的・経済的な重要性および洗練されたマネジメントによって、構想から解体・廃棄に至るまでの間、

一貫した思想で制御されなければならない。

表 1-7 予測されている近い将来の建築環境の変化

- |  |
|--|
| ① 持続可能性の維持と環境負荷の低減 <sup>32)</sup> (循環型社会)        |
| ② 少子高齢化の急激な促進によると人口構成の変化と人口減少 <sup>33)</sup>     |
| ③ 膨大なストックの機能維持と活用持続                              |
| ④ 建設費や人件費の高騰に伴う新規投資の抑制                           |
| ⑤ 気候風土に起因する自然災害や人為的原因による建築物等の信用低下 <sup>34)</sup> |

## (7) 研究の目的

建築物の使用を開始した後に、建築物の環境管理の実務を行っているビルメンテナンス担当者(維持管理担当者)は、建築物のいろいろな場面・断面で建築物の現実の状況を体験している。ビルメンテナンスの実務において日々得られる管理データは、何らかの方法・形態により収集・整理されていくか、全く注目もされず消滅していくかであるが、蓄積された管理データを整理、体系化して維持管理情報として活用する仕組み、システムが必要である。これらの管理データには、建築物の部材、部位、システム等の劣化や損傷に関するものも多く含まれている。また、建築物の使用上の不具合や不安全性、事故、故障、トラブルなど建築図面に示された内容や数字だけでは表すことのできないような様々な事実が確認でき、それらの諸問題が建築生産プロセスに起因する事例が多いことが確認されている。<sup>16)</sup>

従来、建築物の電気設備・空調設備・給排水設備、建築・躯体・仕上げ等の個々についてはその問題毎に認識されていたが、建築物全体が本来の目的である建築物の機能・性能が本当に確保されているのか、全体を理解しそのあるべき姿について正しく方向性を定めているのかが確認される状況には至っていないのが現実であり、「木を見て森を見ず」の例えのとおりである。

建築物のように人工的な環境を創り出そうとするシステムの集合体に於いては構成する要素も多く複雑であり、また複数のサブシステムがその機能が相互に強く連携していることから、綜合体として合成の誤謬を生じないような配慮が必要になる。<sup>16)</sup>

本研究は、建築物の居住者・利用者及び維持管理の実務担当者の視点に立って、現実の建築物の現場で発生している様々な問題を収集・分析し、それらの問題が発生した真因(近因・遠因)を建築生産プロセスに遡及して問題が発生した原因が建築生産プロセスのどの段階(フェーズ)に起因するのかを明らかにすることが目標である。

特に、建築物の不安全な状態を確認して、維持管理業務に影響する背後要因となっている建築物の危険要素(不安全性)がどのような過程によって創りだされるのかその原因を探求し、従事者の安全・安心を確保することが重要な目的である。併せて、建築物において顕在化している不具合、支障・故障・トラブル等の諸問題のうち、維持管理業務のし易さ・効率の良さ等の保守性(メンテナビリティ)を阻害している建築・設備等の不完全性を明らかにし、建築生産プロセスの各段階との関係性を確認するのが目的とする。

## 1-2. 既往の研究と本研究の位置づけ

### (1) 今日までの建築物の維持管理に関する既往の研究

建築物の維持管理に関する分野はその概念規定が確立されているとは言えず、日本建築学会の中でも建築経済、環境管理等の領域が定まっておらず、一つのまとまった分野として独立しているわけでもない。<sup>2)</sup>いわゆる学際的な存在として現在に至っているという歴史があり、従って専門的に研究されている研究者も少ないのが実情であってこの分野の研究事例は少ない。<sup>注13)</sup>

企画・設計・施工、材料、環境工学、建築経済及び法律・行政・衛生など既存の専門的な各領域と維持管理は密接に関連しているが、分散して存在している。(表1-8)しかし、構造・強度の問題は、建築構造学・建築構造力学等の別領域であるが、既存の建築物の構造耐力の耐震診断やコンクリートの中酸化診断等は維持管理業務でもあり、その境界は近接してきている。<sup>2)</sup>建築物の機能・性能は維持管理によって保持されることを考えれば既存の専門的な領域と維持管理は不可分な関係にある。建築関係の学問が断片化する中で、維持管理は「統合知」を必要としている。

小林<sup>35),36),37)</sup>は、建材の減耗調査、鉄筋コンクリートの寿命等について研究されていたが、建築物の維持管理に関しても、修繕費、ビル外装形式の経済性、管理要員と建物面積の関係について、あるいは、建築の資源問題、入口におけるダストコントロールなど維持管理に視点を向けた幅広い研究をされている。この分野の研究の先駆者的な実績であり、後に続く研究活動の方向性を示唆されている。

飯塚ら<sup>38),39),40)</sup>は、計画修繕や修繕時期、最適保全について、清掃方法と塵埃、修繕・改修工事についてなど維持管理の基本的な事項と理論的な構成の研究を発表されている。研究対象は限定された用途が多く、また建築材料の領域が主体ではあるが維持管理に対する基本的な方向性を示されている。

正田ら<sup>41),42),43)</sup>は、ビルメンテナンス業の清掃管理業務に特化して、労働安全、清掃就労者の体力と労働負担及び清掃就労者を取り巻く作業環境の評価に関する研究を行っている。清掃就労者の体力が50歳代以降大きく変化することを、棒反応、握力、長座体前屈等の実験で確認し、体力と事故率との相関関係が高いことを確認した。また、ビルメンテナンス業務の内容分析を行い、清掃就労者の疲労による心理的、生理的ストレスを評価して、高齢者が多い清掃業務において慢性的疲労を訴える傾向が強いことを確認している。

その他、清掃就労者の控室は設備・面積の点で十分とは言えず、60年代から清掃控室・資機材倉庫は殆んど変化していないことを指摘している。これらの研究は、維持管理の実務的な視点に立ち深く分析されたことは大きな貢献であり評価

される。しかし一部を除いては建築物との関係性を分析し改善を提案するまでには至っていない。

高草木ら<sup>44),45),46),47)</sup>も,建築物に発生している不具合について研究しているが,不具合の発生に対する対応実態,不具合の発生実態,修繕に要する修復所要時間,故障・トラブル対応の記録分析等について永年研究されている。しかし,主として維持管理のマネジメント分野であり,本研究のように建築物との関係を探求,分析し建築生産プロセスとの関係を探るという方向には至っていない。

杉田ら<sup>48)</sup>も,公共施設の建物清掃における作業環境の特性と業務災害要因との関連性に着目し,従事者の身体的な疲労等の実態,ヒヤリ・ハットの実態を分析し建築物の類型化を研究している。しかし,清掃場所の重点管理の必要性は指摘されているが,建築物の建築生産プロセスとの具体的な指摘等の改善への提案には至っていない。

木村ら<sup>49),50),51),52),53),54)</sup>は,研究報告書及び論文の中で『筆者は,人間の環境保全を中心に考えた場合として,「安全,健康,快適,便利,経済の5大原則を設定した上で,生存および生活にとってもっともバランスの良い効率的な状態を計画し,維持する為の具体的な処置をとること」を一般的な意味での環境管理としている。従って,環境におけるエネルギーや物質の入,出それらのバランスのチェックあるいはアセスメントも環境管理の対象となる』という定義を示している。

また,環境管理を環境システムの存在意義を保証する行為であると位置づけ,「環境の形成(建設・改変),利用,消滅(解体・撤去,処分・処理)までの全ての過程にまたがる管理を必要とする」と管理行為の重要性を述べている。<sup>54)</sup>

以上述べたように既往の研究・報告の多くは,建築学における専門的な領域に関する維持管理分野であり,その内容のひとつひとつは将来の維持管理に向けての貴重な知見であるが,建築生産過程との関係性に言及し建築生産過程の改善を提案するものには至っていない。

また,今後は,木村らの様に建築物のライフサイクルを通した環境管理の重要性と,時間軸・空間軸を意識した建築生産プロセスの重要性と使用者,利用者,維持管理者の視点にたった一貫した思想に基づく,プログラミングと建築生産プロセスを展開していくことが期待される。

このような背景から本研究は,ビルメンテナンス業務の現場から得られる事象・問題を基にビルメンテナンス業務の実務経験者及び建築技術者の視点から整理・分析することが独自性として挙げられ,その結果より,維持管理の要素を大部分の建築物に適用できる基本条件に体系化し,建築生産過程にフィード・バックするためのシステムを作成する為の基礎資料として資することが本研究の新規性として考慮できる。

研究対象である建築物の維持管理上の諸問題は、多数の要因が挙げられるが、現状では、一部が確認されているだけであるが、その真因（近因・遠因）は建築生産プロセスにあることが確認されている。<sup>50),51),52)</sup>

「既存建築物を合理的に持続させていく」あるいは、「より持続可能性の高い建築物を新築し、維持していく」ことを可能にするため、事前に考慮すべき事項を明らかにする必要がある。

尚、本稿で記述した既往研究者の経歴・所属等を下記に記載した。  
既往研究者の経歴等（本稿における掲出順にて記載）

- 1)小林 清周：元建設省営繕局計画課長,元大阪工業大学教授,工学博士
- 2)飯塚 裕：元日本電信電話公社建築局保全課長,元株式会社巴組鐵工所(現；株式会社巴コーポレーション)取締役,工学博士
- 3)正田 浩三：東京美装興業株式会社技術部部長,博士（工学）
- 4)高草木 明：東洋大学理工学部建築学科,教授,博士（工学）
- 5)杉田 洋：広島工業大学環境学部環境デザイン学科教授,博士（工学）
- 6)木村 宏：日本環境管理学会名誉会長,元日本大学大学院理工学研究科不動産科学専攻教授,工学博士

表 1-8 既往研究事例における研究領域と項目(例)

主な研究領域	主な項目
建築経済	LCC, 管理経費、水道光熱費、省エネルギー効果 他
建築材料	劣化、損耗、耐久性、寿命、塩害、防水の耐久性、他
環境管理	粉塵、照明、換気、緑化、空気質、有害物質 資源問題 他
建築計画	管理用諸室の面積、外壁の維持管理、ガラス清掃技術、支障・故障・トラブル、不具合、廃棄物処理 他
防災	避難、外壁落下、建材落下、防災機器 他
生産・施工	計画修繕、修繕期間、鉄筋コンクリートの施工、工場生産他
都市計画	エリアマネジメント 集中監視システム 他

## (2) 本研究の位置づけ

前述より、建築物の信頼性について時間軸を通して考えると、建築生産プロセスから運用・維持管理まで、設計・施工・材料・設備・管理・利用の要素が挙げられ、従来の建築体系には管理・利用の要素が欠落していたことが木村ら<sup>54)</sup>によって示唆されている。

本研究の最も基本的な新規性はこの点にあり、管理・利用の視点に立ち、維持管理の実務に立脚している点を研究の独自性として挙げている。特に他者の研究事例のなかでは、この視点に立っている研究は正田、杉田らの研究が挙げられるが、本研究との比較をすることにより本研究の新規性、独自性を明らかにしたい。

正田は、 1-2 に示した通り「労働衛生」の観点から、清掃従事者の労働負担、体力調査、労働衛生から見た控室のスペース、作業環境としての温熱環境・空気質・有害物質等についての研究であり、建築物の物理的な条件を分析して問題点を抽出し、建築生産プロセスとの関連性に踏み込んでの解決を目指すという点がなされてこなかった。

杉田は、「環境管理・作業環境」の観点から、建築物の持っている作業環境の特性とその影響による精神的・身体的負担と労働災害の関係を対象にした研究であり、清掃作業に労働災害が多い事から現時点では清掃作業に限定されており、建築物の物理的な条件にまでは踏み込んでおらず、建築物の物理的な条件による影響の大きさを考慮すると、維持管理業務の視点からは不十分な点があることが指摘される。

そこで、本研究は、「建築計画・建築生産」に帰結しながら、建築物の持っている「不安全的な状態」（物的要因）が背後要因として危険要素になっており、「不安全的な状態」が「不安全的な行動」（人的要因）を誘因・誘発しているという実態を実証的に検証しようとするものである。

特に維持管理従事者の労働災害の発生状況、特徴等を分析し、実際に発生した事故を建築物の物的要因とどのように関連していたのかを実証的に検証する。

また、維持管理業務の視点から、建築物の不完全性即ち、不具合、故障・支障・トラブル等の事例を取集し、その実態とこうした問題を生起している建築生産プロセスとの関係性を明らかにすることにより、建築物に作りこまれる潜在的な問題点を抽出して、建築生産プロセスにおいて事前に排除するための基礎的な維持管理情報にしようとするものである。（表 1-9）

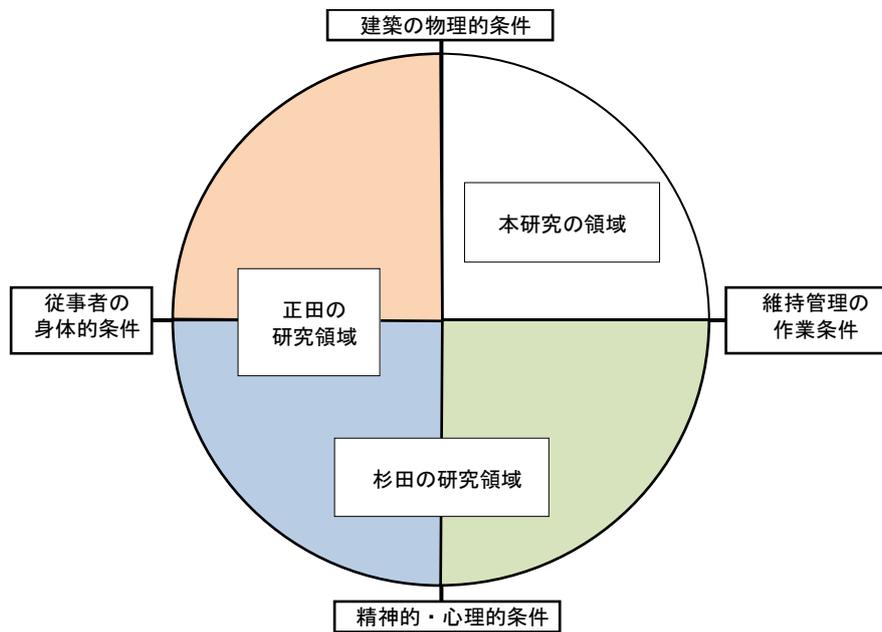


図 1-2 維持管理および維持管理業務従事者に関わる研究領域(正田・杉田と比較)

表 1-9 本研究の位置づけ (正田・杉田との比較)

研究内容	調査・分析方法等	本研究との違い
<p>正田</p> <p>労働衛生の視点から</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・清掃従事者の体力調査</li> <li>・清掃従事者の労働負担調査</li> <li>・清掃作業の環境評価 (温熱・空気質・浮遊細菌他)</li> <li>・清掃控室のスペース調査</li> <li>・清掃作業の対策となる建材の汚染調査</li> </ul>	<p>調査・分析方法等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アンケート調査</li> <li>・ヒアリング調査</li> <li>・実地調査</li> <li>・測定</li> </ul>	<p>本研究との違い</p> <p>(正田) 労働衛生清掃業務を対象として主に従業者の身体的肉体的な問題を検証</p> <p>(古橋) 建築計画・建築生産すべての維持管理業務の対策として建築物の物的条件とその不安定性、不完全性を検証</p>
<p>杉田</p> <p>作業環境と業務災害の要因について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対象建築物の作業環境による類型化 (規模等)</li> <li>・作業環境による精神的・身体的な負荷の調査 (精神的疲労者)</li> <li>・対象建築物に対する清掃従事者の印象</li> </ul>	<p>アンケート調査</p> <p>面談調査</p> <p>ウォード法によるクラスタ分析等</p>	<p>(杉田) 作業環境・環境管理清掃業務の作業環境と精神的心理的な疲労との関係を研究</p> <p>(古橋) 建築計画・建築生産すべての維持管理業務の対策として建築物の物的条件とその不安定性、不完全性を検証</p>
<p>古橋</p> <p>維持管理の立場から建築物の不安定性と不完全性を検証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理業務の労働災害の背後要因となつている建築物の危険要素 (物的原因) の検証</li> <li>・建築物の日常生活空間における事故の検証</li> <li>・建築物の維持管理から見た不完全性の検証</li> <li>・これらの問題と建築生産プロセスとの関連性を探究</li> </ul>	<p>実地調査</p> <p>アンケート調査</p> <p>文献調査</p>	<p>本研究との違い</p> <p>(正田) 労働衛生清掃業務を対象として主に従業者の身体的肉体的な問題を検証</p> <p>(古橋) 建築計画・建築生産すべての維持管理業務の対策として建築物の物的条件とその不安定性、不完全性を検証</p>

< 研究の系統で分類・差異 >

>

研究の独自性・新規性

<

### 1-3. 研究の内容

本論文は、図 1-3 に示したように第1章から第7章によって全体が構成されている。

以下、各章の要旨を記述する。

第1章は、序論であり、本研究の背景について精査し、既往の研究と本研究の位置づけを明らかにして、本研究を行う目的及び内容を明示している。

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、発生状況、原因、特徴等を確認した。

それらの情報を踏まえて、維持管理の現場で実際に発生した事象事例を精査、分析して労働災害の直接原因である「不安全な状態」と「不安全な行動」との関係性、建築要因との関連性について言及する。

第3章では、維持管理作業の環境・場所は、利用者・使用者の為の空間や共同で使用する共用部分においても維持管理作業は行われていることに注目し、建築物の日常的な空間において発生している事故の状況を分析し、検証した。

地震・火災等の非常時以外の状況で発生している事故の分析を行い、日常的な空間の中に「不安全な状態」が潜在していることを検証し、その原因を建築要因との関連性に着目して探求した。

第4章では、建築物に発生する欠陥や瑕疵を、建築物の「不完全性」という視点で捉え、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。

特に、本研究では、維持管理業務の視点からこれらの実情を現場の視点で事例を取集、分析した。これらの建築物の「不完全性」が発生している原因が建築生産プロセスとの密接に関係している可能性が高いという視点で検証した。

第5章では、建築物の「不安全性」や「不完全性」と建築要因との関係性を基礎にして検証し、発生する原因が建築生産プロセスにおいて起因することを検証した。建築生産プロセスにおける維持管理要素の検討が欠落している実情を探求し、建築生産プロセスのどのフェーズ（段階）において問題が作り込まれているのかを分析した。事例の精査をもとに、どのような維持管理要素が欠落しているのかを分析し、不可欠な維持管理要素を抽出、整理し、それらの要素が建築生産プロセスとどのように整合するのかを検証した。

第6章では、「不安全性」と「不完全性」の建築要因を明らかにするとともに、維持管理要素との関連性を探求した。従来の建築生産プロセスにおいて維持管理要素の検討・対策等が欠落していたことを確認し、これらの問題の発生・再発を防止する為の建築生産プロセスの在り方を検討、考察した。この新しい建築生産プロセスの有意性、整合性を実際の建設プロジェクトにおいてシミュレーションして確認することにより、現状における問題点の解決方法について言及する。

本論文については、建築のライフサイクルの中で最も長期に渡り実行しなければならぬ維持管理の視点から、建築物の「不安全性」および「不完全性」に着目し、維持管理の現場から直接的に収集した実例等を基礎に、分析、検証した。

「不安全性」「不完全性」を分析することから得られた維持管理要素は、これらの問題を発生させないための「制御する機能」として有効に働かせて、建築生産プロセスにおいて組み込むべき技術的要因・工学的要因として統合された思想のもとに体系化するための基礎的な研究である。

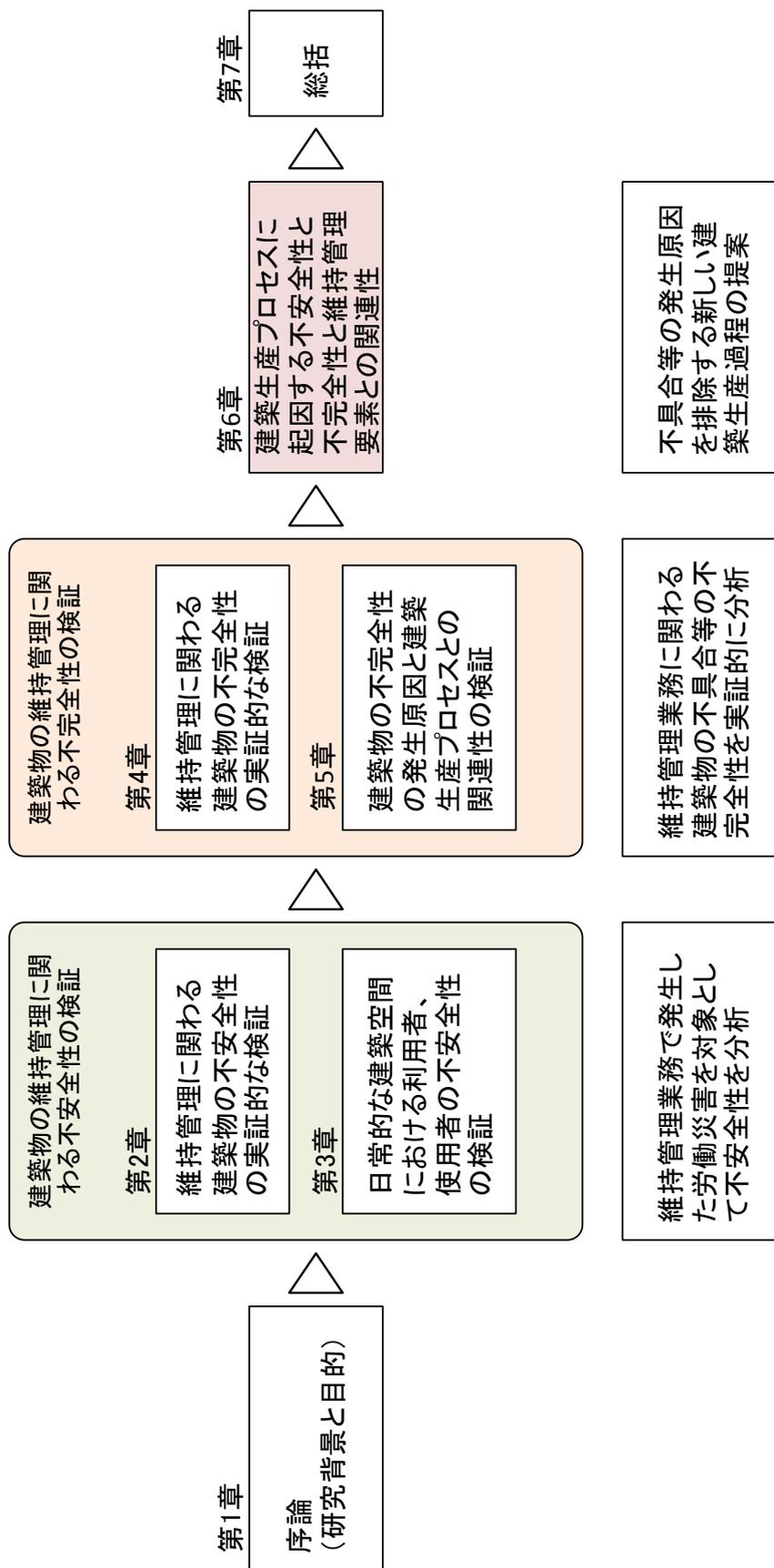


図 1-3 本論文の構成

## 1-4. 維持管理に関する法規・規制について

### (1) はじめに

建築物は、厳しい自然環境から人間の生命や財産を保護して、安全かつ衛生的、健康的な生活空間及びその環境を持続し、より快適な生活・執務等を実現することによって、個人生活は勿論、社会的・経済的活動などの基盤としてその機能・性能を提供しているものであるため、建築物及びその維持管理に直接的、間接的に関係する法規等は数多く存在している。

建築物は建築生産に必要な期間に比べて、運営・維持管理そして解体・廃棄に至る使用・供用の期間が永く、その期間において常に建築物及びその環境等を適法な状態に維持することが求められる。社会環境、経済環境の変化、法律自体の改正などにより、“既存不適格”となるような事態の発生もリスクの一つとして考えられる。建築物の遵法性は、資産としての価値に大きく影響するようになりデュー・デリジェンス(Due Diligence)並びにエンジニアリング・レポート(Engineering Report)など建築物の評価手法の重要なひとつの要素になっている。

維持管理業務におけるコンプライアンスを体系立てて合理的に実行していこうとすれば、維持管理の関係する法律等の基本的な理解が不可欠である。日本に於ける維持管理に関する法律の最も大きな特徴は、縦割行政を背景とした維持管理対象ごとに分散・分離された状況にあることが指摘できる。

本来、建築物は素材、部品、部材、機器、サブシステム、システム等が有機的に構成、統合されて目標とする機能・性能が合成されて完成する人工環境システムであるが、維持管理に関する法律の体系は一本化されたものではない。

本研究で主に対象とした、建築物の不具合、不完全性、支障・故障・トラブル等の原因は、直接的に法律違反となるものばかりではなく、法体系の中で定められている事項でもなく、関係法令を守っていても現実的に発生している現状である。本来的に法律で規制することには馴染まず、建築技術者の常識的かつ普遍的な知識・知恵として、建築生産過程において工学的に最も適切な対応をすることが望ましいと思料する。しかし、これらの諸問題が原因で、その結果として労働災害や事故が発生することがあるとすれば、事故に関わる何らかの責任が問われることもまた事実である。

建築物所有者であれば、賃貸借契約責任、土地工作物責任、安全配慮義務、不法行為責任等が、ビルメンテナンス業者であれば、善管注意義務、請負契約責任、安全配慮義務などが問われている係争事例は新聞報道等で確認されている。

こうした観点から本研究の背景、実情をより実証的に説明するために本項目を記述した。

## (2) 法律体系の概要

日本の法律体系は、憲法を頂点として、法律(国会の議決)、政令(内閣の命令)、省令(各省大臣の命令)、告示(各省の通知)の順に階層的に構成されている。

その他、地方公共団体等も同様に階層順に、条例、規則、告示というように定めている。

維持管理に関する法律は、建築物に直接的に関係する法律(代表的な事例として、建築基準法、消防法など)と建築物に間接的に関係する法律(代表的な事例として、電気事業法、旅館業法など)に大別される。その他維持管理業務の種別毎に分類する方法や、監督官庁毎に分類する方法もある。ここでは、維持管理業務毎に関連する主な法律についてその概要を記述する。

### (3) 維持管理に係る主な法律の概要

#### A. 環境衛生管理業務に係る法律

##### ①建築物の衛生的環境の確保に関する法律(厚生労働省)

この法律は、多数の者が使用し、または利用する建築物の維持管理に関し環境衛生上の必要な事項等を定めることにより、その建築物における衛生的な環境の確保を図り、もって公衆衛生の向上および増進に資することを目的としたものである。

建築物の内部・外部の清掃、空気環境の管理、水質管理、排水管理、衛生害虫の防除等について定めている。建築物内の環境衛生が主たる対象で、維持管理全般を対象にはしていないが、建築確認申請との関係もあり維持管理業務との関係は密接である。

同法施行令第1条に法律の対象となる「特定建築物」を定義している。

##### ②水道法(厚生労働省)

この法律は、水道の布設および管理を適正かつ合理的ならしめるとともに、水道を計画的に整備し、および水道事業を保護育成することによって清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もって公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与することを目的としたものである。上水の適正な供給に関するものであるが、水質管理をはじめ維持管理との関係は深い。

##### ③廃棄物の処理及び清掃に関する法律(環境省)

この法律は、廃棄物の排出を抑制し、および廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、ならびに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全および公衆衛生の向上を図ることを目的としたものである。

建築物との関わりは、産業廃棄物・一般廃棄物等の排出と環境汚染の問題など極めて深く、建築物の永い生涯にわたり関連し、建築物が解体、廃棄される以後も処理・処分、リサイクル等との関連を維持する。廃棄物に係る維持管理業務と建築物の関わりも関連性が深く、本研究における不具合等の事例も確認されている。

##### ④水質汚濁防止法(環境省)

この法律は、工場および事業場から公共用水域に排出される水の排出および地下に浸透する水の浸透を規制するとともに、生活排水対策の実施を推進すること等によって、公共水域および地下水の水質の汚濁(水質以外の水の状態が悪化することを含む)の防止を図り、もって国民の健康を保護するとともに生活環境を保全し、ならびに工場および事業場から排出される汚水および廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定める

ことにより、被害者の保護を図ることを目的としている。

同法で定められている「特定施設」に対する規制である。

⑤その他の法律

- ・下水道法(国土交通省)
- ・特定家庭用機器再商品化法(経済産業省・環境省・厚生労働省)
- ・資源の有効な利用の促進に関する法律(経済産業省・国土交通省他)
- ・ダイオキシン類対策特別措置法(環境省)

## B. 機能管理業務に関わる法律

### ①建築基準法(国土交通省)

この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を、定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もって公共の福祉の増進に資することを目的としている。

建築物個々の安全・衛生・防火等に関わる基準を単体規定として定め、街・都市としての建築物相互の関係等に関する基準を集団規定として定めている。この単体規定と集団規定とを併せて実体規定(建築基準)と言い、実体規定を運用するための規定である制度規定(手続規定)と併せて建築基準法を構成している。

維持管理業務では、第8条で維持保全について、第12条で建築物構造部・設備の点検・定期報告について規定されている。

第12条第1項では、特定行政庁が、指定するものの所有者は、当該建築物の敷地、構造及び建築設備について、定期的に、有資格者による調査及びその結果の報告をしなければならないと規定している。維持管理についての具体的な規定は定められていない。

### ②電気事業法(経済産業省)

この法律は、電気事業の運営を適正かつ合理的ならしめることによって、電気の利用者の利益を保護し、及び電気事業の健全な発展を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用を規制することによって、公共の安全を確保し、あわせて公害の防止を図ることを目的としている。ほとんどの建築物が電気を使用して機能・性能を維持しているので、維持管理業務との関連が深く、危険性を有している電気工作物の安全を確保する必要性からその保安に関する規制が行われている。電気関係の基幹となる法律である。

### ③大気汚染防止法(環境省)

この法律は、工場および事業場における事業活動ならびに建築物の解体等に伴うばい煙並びに粉じんの排出等を規制し、有害大気汚染物質対策の実施を推進し、ならびに自動車排出ガスに係る許容限度を定めること等により、大気の汚染に関し、国民の健康を保護するとともに生活環境を保全し、ならびに大気の汚染に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ることを目的としている。

電気設備や空調設備等に関するばい煙対策と関係してくる。

### ④その他の法律

- ・騒音規制法(環境省)
- ・振動規制法(環境省)
- ・特定製品に係るフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律

(経済産業省・環境省)

- ・ポリ塩化ビフェニル(PCB)廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法(環境省)

## C. 安全管理業務に関わる法律

### ①消防法(総務省)

この法律は、火災を予防し、警戒しおよび鎮圧し、国民の生命、身体および財産を火災から保護するとともに、火災または地震等の災害による被害を軽減し、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資することを目的としている。

同法は、前項の機能管理業務とも関連性が強く、安全管理業務においても防火管理(防火管理者の選任・点検等)、危険物管理(危険物保安統括管理者の選任等)などの管理行為と関係している。

### ②駐車場法(国土交通省)

この法律は、都市における自動車の駐車のための施設の整備に関し必要な事項を定めることにより、道路交通の円滑化を図り、もって公衆の利便に資するとともに、都市の機能の維持および増進に寄与することを目的としている。

建築物の機能と不可分な関係にある駐車場の管理は更に重要性を増しつつある。

D.その他の管理業務に係る法律

- ・エネルギーの使用の合理化に関する法律(経済産業省)
- ・土壌汚染対策法(環境省)
- ・建築物の耐震改修の促進に関する法律(国土交通省)
- ・建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(国土交通省・環境省)
- ・高齢者,身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律(国土交通省)
- ・悪臭防止法(環境省)
- ・景観法(国土交通省)
- ・国等による環境物品等の調達の推進に関する法律(環境省)
- ・健康増進法(厚生労働省)
- ・労働安全衛生法(労働厚生省)
- ・住宅の品質確保の促進等に関する法律(国土交通省)
- ・製造物責任法(内閣府)
- ・文化財保護法(文部科学省)
- ・民法(法務省)
- ・旅館業法・興業場法・大規模小売店舗立地法・建築士法・建設業法他

#### (4) 維持管理に関する法律のまとめ

これらの法律はそれぞれの対象が限定的であり,その目的が異なるが,維持管理に具体的に關わる事項を定めたものは少ない。建築物の維持管理業務全体のどこかでこれらの法律と關わってはくるが,維持管理に焦点をあてたものではないので相互の關連性に乏しく,具体性が欠けており,統一性を求めるまでには至っていない。

特に,日本の行政の大きな特徴である縦割り行政の中に組み込まれており,一つの統合されたシステムである建築物の部位・部分・システムごとに法律の対象が区分されていることは,現状における具体的な課題が多く,維持管理の実行や成果に対してより難しい要因のひとつになっている。

## 1-5. 本研究における用語の定義

### (1) 建築

「目的とする環境・空間を,一貫した思想の基に適切に企画・計画・設計・施工して初期性能を確保し,初期性能即ち「建築の質」を維持しつつ,その空間の使い方や仕組みの一部変更・用途の変更等を行い,社会の変化に対応させつつ社会・組織に共有された価値観を将来にわたって持続させられるよう,統一的かつ計画的に建築物を守り,育て,成長させるための一連の諸活動」。平易に言えば,“いいものを作り,きちんと手入れをして,永く使う”ための全ての事項が包含される幅広い概念で捉えている。

注:「(社)全国ビルメンテナンス協会「維持管理情報のネットワークシステムの構築に関する調査研究報告書」<sup>55)</sup>より引用し,著者が修正,加筆した。

### (2) 建築物

建築基準法(昭和25年法律第201号)第2条(用語の定義)に拠る。建築物とは,「土地に定着する工作物のうち,屋根及び柱若しくは壁を有するもの(これに類する構造の者を含む。),これに附属する門若しくは塀,観覧のための工作物又は地下若しくは高架の工作物内に設ける事務所,店舗,興業場,倉庫その他これらに類する施設(鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関する施設並びに跨線橋,プラットフォームの上屋,貯蔵槽その他これに類する施設を除く。)をいい,建築設備を含むものとする。本研究における建築物はこの定義に準じている。

### (3) 維持管理要素

建築は厳しい自然環境の中に人間にとって都合の良い人工環境を作り,その環境の質を制御しよとするものであり,この人工環境を持続可能にしようとするれば当然,維持管理(メンテナンス)が必要である。

ここでは,「建築の企画・設計・施工,運営・維持管理の全てのライフサイクルに渡り考慮すべき,維持管理の計画・作業・管理等に関わる工学的,技術的な要素をいい,関連するソフトウエア・ヒューマンウエアの要素も含まれる」と考えている。

## (4) 建築物の不安定性

JIS Z8115 には「安全性」に関して、人間を主対象にした概念として「安全とは、人への危害又は資機材の損害の危険性が、許容可能な水準に抑えられている状態」と定義されているが、ここでは「安全とは、人とその共同体への損傷、ならびに人、組織、公共の所有物に損害がないと客観的に判断されること」<sup>56)</sup>という定義に準じている。

本研究では、「建築物の日常的な空間において潜在的な危険の源（ハザード）があると客観的に判断される状態を不安定性がある」と定義している。

地震・台風・火事等の非常時における「安全性」はここでは当然確保されていることを前提にし、日常的な生活空間（維持管理作業を含む）における安全性の欠如について問題にしている。法規が遵守されているかどうかは問わない。

尚、労働災害の原因分析では、直接的な原因となる物的要因を「不安全な状態」として表 1-10 のように分類している。これらの分類・細分類の事例は過去に発生した事故の真摯な検証から得られた情報であり、建築物内の「不安定性」を示している。

表 1-10 労働災害における物的要因の分類

分類	細分類
物自体の欠陥	設計不良、構成材料・工作の欠陥、老朽、疲労、使用限界故障未修理、整備不良、その他
防護措置の欠陥	無防護、防護不十分、接地または絶縁なし・不十分、区分・表示の欠陥、その他
物の置き方、作業場所の欠陥	通路が確保されていない、作業箇所の空間の不足、機械・装置・用具・什器等の配置の欠陥、物の置き方の不適切、物の積み方の欠陥、物のたてかけ方の欠陥、その他
保護具、服装等の欠陥	はき物を指定していない、手袋の使用禁止をしていない、その他保護具を指定していない、その他服装を指定していない
作業環境の欠陥	換気の欠陥、その他作業環境の欠陥
部外部、自然的、不安全な状態	物自体の欠陥（部外の）、防護措置の欠陥（部外の）、物の置き方・作業場所の欠陥（部外の）、作業環境の欠陥（部外の） 交通の危険、自然の危険
作業方法の欠陥	不適當な機械・装置の使用、不適當な工具・用具の使用、作業手順の誤り、技術的・肉体的な無理、安全の不確認（以前の）、その他
その他および分類不能	その他の不安全な状態、不安全な状態がないもの、分類不能

注：分類は厚生労働省が定めた労働災害原因統計分析実施要領に基づいている。

### (5) 建築物の不完全性

建築物の竣工後、運営・使用段階で発生する、支障・故障・トラブル・不具合等、建築物が本来備えているべき機能・性能が充足されていない状態をいう。本研究では主として維持管理業務に関わる事項を対象としているが、利用者・使用者にとっては「使用品質」とも言うべき機能・性能が充足されていない事例が多く、建築物の欠陥や瑕疵が顕在化している事例もある。

日本建築学会では、“建築物をめぐる欠陥・瑕疵の原因となる「不具合」として「不具合」を下記のように定義している。

「受注者が発注者に対して期待した事柄、または受注者が発注者に対して約束した事柄が、各種の作業（知的作業、身体的作業）の成果物（サービス・情報・もの）として備わっていない状態を不具合と言う。」

注：日本建築学会「建築生産における品質確保のための仕組みと業務の現状と課題」建築生産における品質確保のための仕組みと業務の現状と課題特別調査委員会 2008.7<sup>57)</sup>

### (6) 建築生産プロセス

企画・計画、基本設計・実施設計、施工（工事監理含む）の一連の建築行為を言う。本研究では、建築の定義を運営・維持管理の段階における、修繕・大規模改修等の再生、用途変更等まで包含しているので建築生産プロセスの解釈も同様に幅広く解釈している。以下に関連する用語の定義を記す。

#### ・機能

目的または要求に応じてものが発揮する能力を言う。

注：日本建築学会 材料・施工委員会 耐久性一般関連用語より。

#### ・性能

目的または要求に応じてものが果たす役割を言う。

注：日本建築学会 材料・施工委員会 耐久性一般関連用語より。

#### ・劣化

物理的・化学的・生物的要因により、ものの性能が低下すること。ただし、地震や火災などの災害によるものを除く。

注：日本建築学会 材料・施工委員会 劣化・環境関連用語より。

#### ・ライフ・サイクル・コスト（LCC：Life Cycle Cost）

建設費用等の初期投資額および継続的なランニングコストを含む、その建物の

運用期間を通じたトータルコスト」をいう。

注：日本建築設備診断機構・「建築設備の診断・リニューアル」2009.8より。

#### (7) 保全

JIS Z8115 の定義では、「保全（保守）とは、アイテム（信頼性の対象となる、部品、構成品、デバイス、装置、機能ユニット、機器、サブシステム、システムなどの総称またはいずれか）を使用及び運用可能状態に維持し、又は故障、欠点などを回復するための全ての処置及び活動」となっているが、本研究では「建築物（設備を含む）及び諸施設、外構、植栽などの対象物の全体または部分の機能および性能を使用目的に適合するよう維持または改良する諸行為。維持保全と改良保全に分けられる。」という建築学会の定義に拠る。

注；日本建築学会 材料・施工委員会 保全関連用語より。

#### (8) 信頼性

JIS Z 8115 に拠る。「信頼性（信頼性性能）とは、アイテムが与えられた条件の下で与えられた期間要求性能を遂行できる能力」をいう。従来、建築物の安全性（日常的な）・信頼性・保全本性は注目されていないが本研究においては建築物の最も重要な機能・性能として位置づけている。

#### (9) 故障とフォールト

JIS Z 8115 に拠れば、故障とは「アイテムが要求機能を失うこと」でありある時点で発生したイベント（壊れる）である。フォールトは壊れている状態を意味して明確に使い分けられている。建築物の不完全性の場合、故障の事例もあるが、永くその状態が継続している事例が多いので、「フォールト」という表現を使用してもよいが、ここでは、一般的な表現として、故障（故障事例）を用いている。

#### (10) リスクとリスクマネジメント

JIS Q0073 の定義に拠る。「リスクとは、目的に対する不確かさの影響」を言う。本研究では建築生産プロセスの結果、将来生じるかも知れない、「不安全性」や「不安全性」をリスク要因として捉え、これらを事前に排除するための行為をリスクマネジメントの一環として考えている。

「リスクマネジメントとは、リスクについて組織を指揮統制するための調整された活動」を言うと言われているが、一般的には各種の危険による不測の損害を最小の費用で効果的に処理するための経営的手法と広く理解されておいても本研究においても同様な考え方をする。

(11) 修繕

「劣化した部材,部品あるいは機器などの性能または機能を現状あるいは実用上支障のない状態まで回復させること。ただし,保守の範囲に含まれる定期的な小部品の取替えは除く。」という定義に拠る。

注：日本建築学会 材料・施工委員会 保全関連用語より。

(12) 改修

「劣化した建築物の性能,機能を初期の水準以上に改善すること」という定義に拠る。

注：日本建築学会 材料・施工委員会 保全関連用語より。

## 補注

### 1)産業別就業者数

日本標準産業分類の改訂によって、2009年以前では産業の表章が異なっており、接合は行えないため、同白書においても「約7割」と表示している。

尚、経済産業省の産業活動分析（平成23年7月～9月）の「第1次～3次産業別就業者数の動向」（同書 p28）では、「第3次産業就業者数の比率は、19年の67.8%から22年には70.2%と2.4%ポイント上昇している」と記載されている。

### 2)中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故

2013年12月3日、中央自動車道（中日本高速道路会社）の笹子トンネル（山梨県）で発生した事故。トンネル内の天井板を吊る金具のボルトが老朽化により抜け落ちたことが直接原因ではないかと報道されているが、設計・施工・管理の不具合による複合的要因であるとの報告骨子も伝えられている。<sup>4)</sup>

事故の名称は、2012年12月12日付 第2回 国土幹線道路部会資料に準拠している。

3)「2006年6月に発生したエレベータ事故における報道事例」<sup>5)</sup>および「2007年6月に発生した温泉施設爆発事故における報道事例」<sup>6)</sup>。

### 4)自動回転ドア死亡事故

2004年3月26日、六本木ヒルズ（東京都）の森タワービルの正面入口で6歳（当時）の男児が自動回転ドアに頭部を挟まれて死亡するという痛ましい事故。事故の名称は、「自動回転ドアの事故防止対策について」自動回転ドア事故防止対策に関する検討会 2004年6月に準拠している。

### 5)女性清掃員がエレベータに挟まれて死亡した事故

2012年10月31日、ホテル（石川県）で、女性清掃員がエレベータに挟まれて死亡した事故。このエレベータのメーカーの同機種は2006年に東京都港区でも死亡事故を起こしている。<sup>7)</sup>

### 6)認知症グループホーム火災死亡事故

2013年2月8日、長崎県長崎市内の認知症グループホーム「ベルハウス東山手」で火災が発生し、4名が死亡した事故。<sup>8)</sup>

### 7)維持管理

本研究においては、「固定資産である建築物などの経済性、生産性を保持し、また取得、運用、処分すること」という定義（飯塚裕）に基づいている。狭義の維持管理（作業管理）と経営管理まで含めた広義の維持管理がある。現在、明確に定義されたものはなく、維持管理、保全、ビルメンテナンスなどはほぼ同意語として使用されているのが実情である。

### 8)ビルメンテナンス業務



ルサービス他)

(注) 社団法人 全国ビルメンテナンス協会 (現在は公益社団法人) の資料より許可を得て引用し,一部修正加筆をした。

#### 9)労働災害

「労働災害」とは,労働者が業務遂行中に業務に起因して受けた業務上の災害のことで,業務上の負傷,業務上の疾病及び死亡をいう。ただし業務上の疾病であっても,遅発性のもの(疾病の発生が,事故,災害などの突発的なものによるものでなく,緩慢に進行して発生した疾病を言う。例えばじん肺,鉛中毒症,振動傷害などがある。),食中毒及び伝染病は除く。尚。通勤災害による負傷,疾病及び死亡は除く。平成23年労働災害動向調査用語の説明による。

#### 10)不動産の証券化

不動産の証券化とは,投資規模を小口化して多種多様な投資家ニーズに応えた商品提供を行うために,不動産を証券にして流動性を付与したものである。実用不動産市場を金融資本市場に結びつける仕掛けであり,流動性の低い資産をより流動性の高い資産に転換するものである。(国土交通省 不動産証券化の解説より引用)

#### 11)J-REIT

REIT (Real Estate Investment Trust) の略。アメリカ合衆国で導入された公衆から調達した資金を不動産に投資する仕組みを指す。我が国では,「J」をつけてJ-REITと表記される。多くの投資家から資金を集めて複数の不動産を購入,その賃貸収入や売買益を投資家に配分する金融商品で,証券取引所に上場される。我が国では2001年9月より開始。不動産の証券化及び本制度の仕組みにより,不動産の所有と経営が分離され,プロパティ・マネジメントなどの新しい職域・職能が出現した。

#### 12)フィード・フォワード

フィード・バックの反対語として使用されることが多い。問題が発生してから改善するのではなく,問題を予測して問題が発生しないように事前に最善の方法を探しておくことをいう。本研究では,実行する前に発生するかも知れない欠陥を予期することを意味している。“使う側”“守る側”の情報がフィード・フォワードされた建築プログラミングは,建築デザインの基本となるという考え方であり,建築物のライフサイクル全体の基盤であり,中核となる位置づけと考えている。<sup>31)</sup>

#### 13)研究事例の調査について

日本建築学会発表論文等検索システムのデータベースにおいてキーワードにより検索を実施した(2013. 4.22~5.6)。本研究における主たるキーワード「不具合」「不完全性」「事故」「建築生産過程」「ファシリティマネジメント」「維持

管理」「プログラミング」等による検索である。「不具合・維持管理」「不完全性・維持管理」「建築生産過程・維持管理」「建築生産過程・不具合」等は該当事例がなかった。その他、「不完全性」2件、「諸問題」3件、「維持管理・プログラミング」5件、「運営・維持管理」37件等が検索されたが、特定の用途の建築物の特定部位だけに関わるもの、建築材料に関わるもの、マネジメントに視点をおいたものなどが主で、本研究とは異なる視点、内容のものが多いことが確認された。最も多い事例は「事故」の264件であるが、維持管理に関わるもの以外の研究事例が多い事が確認できた。また、日本環境管理学会においては、ビルメンテナンス・維持管理・環境管理等の領域が独立して明確にされていることからこの分野の研究事例・報告もあり、本研究に近い事例も確認できた。

## 参考文献

- 1)平成 23 年版「厚生労働白書」厚生労働省
- 2)飯塚裕：「建物の維持管理」鹿島出版会 1979.11
- 3)岡田光正：「建物のメンテナンスはどうあるべきか」建築雑誌 Vol.98.11, No.1212 1983.10
- 4)読売新聞記事 2013 年 5 月 29 日付 朝刊
- 5)読売新聞記事 2013 年 3 月 11 日付 夕刊
- 6)読売新聞記事 2013 年 5 月 9 日付 夕刊
- 7)読売新聞記事 2012 年 11 月 1 日付 朝刊
- 8)読売新聞記事 2013 年 2 月 9 日付 朝刊
- 9)平成 23 年版「労働者災害補償保険事業年報速報版」“事故の型別死傷者数”厚生労働省 2013.2
- 10)ビル管理ものがたり日本ビルサービス 50 の軌跡：日本ビルサービス株式会社 2002.8
- 11)社団法人全国ビルメンテナンス協会 20 年史：社団法人全国ビルメンテナンス協会 1986.7
- 12)熊井安義編：「これだけは知っておきたい建築工事の失敗例と対策」鹿島出版会 1988.5
- 13)前川甲陽,古橋秀夫,木村宏：「建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その1,建築躯体及び設備」(建築物環境管理に関する研究) 日本建築学会大会学術講演梗概集 1095p-1096p 1988.10
- 14)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：「建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題その2,環境衛生・管理作業および総合的考察」(建築物環境管理に関する研究) 日本建築学会学術講演梗概集 1097p-1098p 1998.10

- 15)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫:「建築計画～施工プロセスの維持管理面からの研究」(建築物環境管理の研究) 日本建築学会学術講演梗概集 1123p-124p 1989.10
- 16)木村宏監修,ビル環境保全研究会編:「ビル環境経営のための設計・施工べからず集 PART 1」オーム社 1990.8
- 17)木村宏監修,ビル環境保全研究会編 「ビル環境経営のための設計・施工べからず集 PART 2」 オーム社 1990.8
- 18)木村宏監修,ビル環境保全研究会編 「ビル環境経営のための設計・施工べからず集 part 3」 オーム社 1992.1
- 19)建築設備メンテナビリティ研究会,前川甲陽,坂下祥一,唐木田義雄,吉田栄康,金井眞,須藤政一,田中俊彦,中村浩,福村登良彦,古橋秀夫,前島秀雄,松村豊:「建築設備のメンテナンス性に関する調査研究報告書」(社)全国ビルメンテナンス協会・(社)東京都建築設備設計協会 2000.5
- 20)「建物の汚れ」編集委員会 編著:「建物の汚れ トラブル事例と解決策」(社)日本建築協会出版委員会 2000.6
- 21)「建築物の質の向上に関する検討会」三橋博巳,坂下祥一,古橋秀夫,松浦房次朗:平成 20 年度住宅市場整備事業等推進事業(建築基準整備促進補助金事業)建築物の質の向上に関する検討「建築物の維持管理情報に関する調査研究報告書」(社)全国ビルメンテナンス協会 2009.3
- 22)日経アーキテクチュア編:「建築設計や運用に使える知見を事故に学ぶ 危ないデザイン」日経BP社 2011.2
- 23)三橋博巳:「建築物の価値とは何か」建築雑誌 日本建築学会 2006.10
- 24)土木学会メンテナンス工学連合小委員会編:「社会基盤メンテナンス工学」東京大学出版会 2004.3
- 25)吉澤晋:「“手離れの良さ”の理論と“運転・居住の理論”」月刊ビルメンテナンス (社)全国ビルメンテナンス協会 1985.8
- 26)中央労働災害防止協会:ビルメンテナンス業における労働災害の分析結果 1987.3
- 27)正田浩三,白杵繁,古橋秀夫,高橋幸夫,新公彰:ビル室内の作業環境の調査研究(その1)第12回建築物環境衛生管理技術研究集会,54p-55p 1984.11
- 28)正田浩三,古橋秀夫,高橋幸夫,新公彰,橋本祥治,池田倫子,栃原裕,中牟田郷美;ビルメンテナンス業における労働負担調査(清掃作業),都市環境工学研究発表会論文集,35p-38p,1986.12
- 29)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫:「建築物維持管理のバックアップシステムについて(その2)ーバックアップシステムについてー」(建築物環境管理に関する研究)日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)1301p-1302p 1992.8

- 30)建築教育研究会：「新版 建築を知るはじめての建築学」鹿島出版会 1p  
2010.5
- 31)ウイリアム・ペーニャ／スティーブン・パーシャル著：「プロブレム・シーキング建築課題の発見・実践方法」彰国社 2003.6
- 32)日本建築学会「地球環境委員会」：「建築物と社会的責任」-「建築とCSR（建築物と社会的責任）」小委員会による提言 2007.3
- 33)国立社会保障・人口問題研究所：「30年後の地域別人口推計」厚生労働省発表資料 日本経済新聞記事 2013. 3.28
- 34)小嶋勝衛：「建築物の価値とは何か」建築雑誌 日本建築学会 2006.10
- 35)小林清周：「管理要員と建物面積について」：庁舎の合同集約化並びに維持管理に関する研究 第3報 日本建築学会研究報告 29-2 99p~100p 1954.10
- 36)小林清周：「修繕費の経済分析：ビルの維持管理に関する研究」第11報 日本建築学会論文報告集 103 401p 1964.10
- 37)小林清周,菅英夫：「入口におけるダストコントロールの研究」日本建築学会論文報告集 40 420p 1965.9
- 38)飯塚裕,真下定人：「計画修繕のための適正な修繕期間」日本建築学会論文報告集 147 55p-59p,73p 1968.5
- 39)飯塚裕,山口寛一：「使用年限を考慮した建物の最適保全について」日本建築学会論文報告集 171 67p~73p,107p 1970.5
- 40)松下清夫,宇野英隆,飯塚裕,西山哲治,志村政昭,遠藤佳宏,「清掃方法と塵埃に関する調査・自動電話交換室の例：建築計画」昭和47年度日本建築学会大会講演梗概集 47 487p-488p 1972.9
- 41)正田浩三,白杵繁,古橋秀夫,高橋幸夫,新公彰,池田倫子,栃原裕,中牟田郷美：「ビル室内の作業環境調査（その1）」第12回 建築物環境衛生管理技術研究集会 54p-55p 1984.11
- 42)正田浩三,古橋秀夫,高橋幸夫,新公彰,橋本祥治,池田倫子,栃原裕,中牟田郷美：「ビルメンテナンス業における労働負担調査（清掃作業）」都市環境工学会研究発表会論文集 35p-38P 1986.12
- 43)正田浩三：「ビルメンテナンス業における労働衛生に関する研究—◆特に清掃業務に注目して◆—」博士論文 名城大学大学院理工学研究科環境創造学専攻 2007.3
- 44)高草木明：「建築設備機器の事後保全の位置づけについて」平成4年度大会学術講演梗概集 1992 1529p-1530p 日本建築学会 1992.8
- 45)高草木明：「事務所建築物における上水使用量,一般廃棄物と衛生設備の故障・トラブル発生件数の実態調査研究」日本建築学会計画系論文集 551 69p-76p 2002.1

- 46)小松正佳,高草木明:「中規模事務所ビルにおける不具合発生と常駐管理者による対応に関する調査」平成5年度大会学術講演梗概集 2003 1227p-1228p  
日本建築学会 2003.7
- 47)須藤美音,酒井祐貴,須田翔吾,高草木明;T病院(仙台)の建物・設備における故障・不具合に関する調査研究」その1 調査対象概要と全体分析 日本環境管理学会大会2013 学術講演梗概集 103p-104p 2013.5
- 48)杉田洋,近藤貴道:「建物清掃における作業環境特性と業務災害の要因に関する研究」日本建築学会計画系論文集 第7巻 第634号 2739p-2746p 2008.12
- 49)木村宏,前川甲陽,古橋秀夫:建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その1,建築躯体及び設備(建築物環境管理に関する研究) 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 1095p-1096p 1988.10
- 50)木村宏,前川甲陽,古橋秀夫:建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その2,環境衛生・管理作業および総合的考察(建築物環境管理に関する研究) 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 1097p-1098p 1988.10
- 51)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫:建築計画～施工プロセスの維持管理面からの検討(建築物環境管理の研究) 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 1123p-1124p 1989・10
- 52)木村宏,前川甲陽,古橋秀夫,斉藤勝,坂本政二,木村榮一,:「昭和62年度建築物内環境の総合評価手法に関する研究報告書」(財)日本環境衛生センター(主任研究員 山中 和) 1988.3
- 53)木村宏:「環境管理序論—その概念と若干の基本的考察—」昭和52年度日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) 313p-314p 1982.10
- 54)木村宏:「厚生労働大臣指定 統括管理者講習会テキスト」—建築物の環境管理— (財)ビル管理教育センター 1996.初版
- 55) (社)全国ビルメンテナンス協会:「維持管理情報のネットワークシステムの構築に関する調査研究報告書」2010.3
- 56)安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会:「安全・安心な社会の構築の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」2004.4
- 57)日本建築学会「建築生産における品質確保のための仕組みと業務の現状と課題」: 建築生産における品質確保のための仕組みと業務の現状と課題特別調査委員会 2008.7

第2章

維持管理に関わる建築物の不安定性の実証的な検証

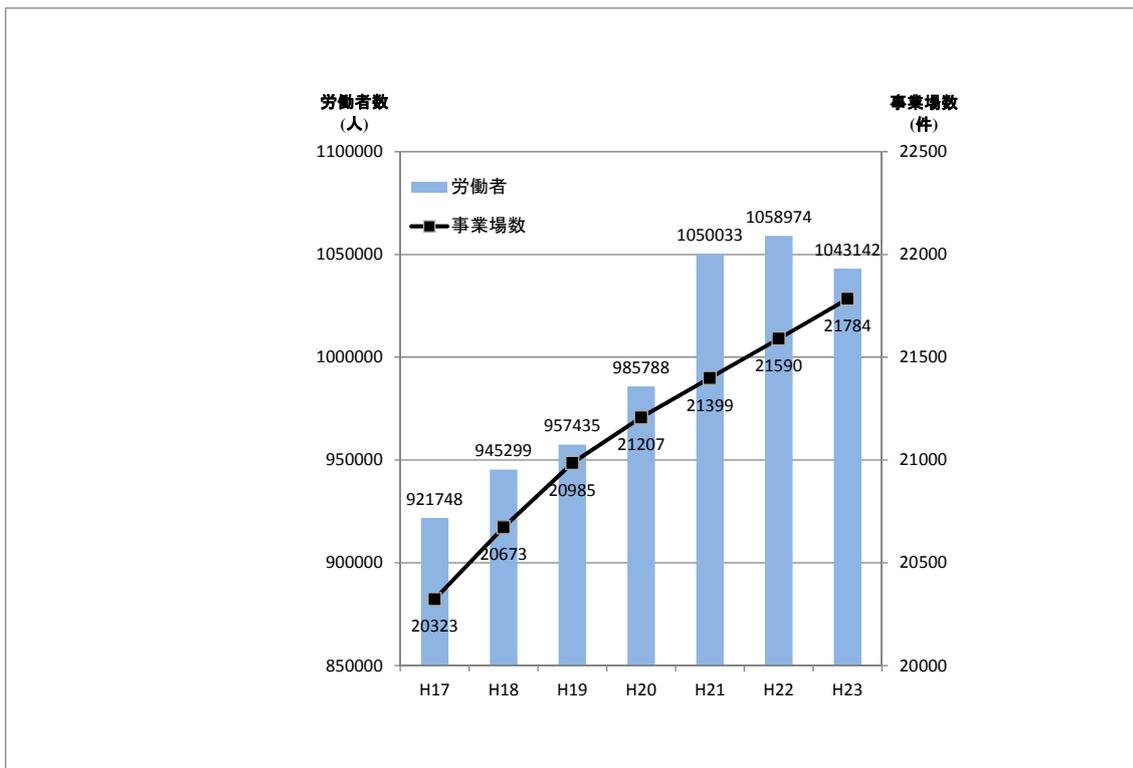
## 2-1. 概説

ビルメンテナンス業の従事者は、建築物内の隅々まで直視できる立場にあり、竣工後の建築物の機能・性能を日常的に体感し評価・判断することが可能である。即ち竣工後における建築物の設計品質や実際に勤務し使用した使用品質までその良否の影響を直接的に受けながら業務を行っている職業でもある。

ビルメンテナンス業は事業場数<sup>注1)</sup>、従事者数ともに増加の基調（図 2-1）にあり、平成 21 年度には従事者数が 100 万人を超えている。ビルメンテナンス業は建築物の安全・快適な環境を維持することを主たる目的としているが、同時に 100 万人を超える従事者自身の安全性、衛生性、健康性をどのように確保するののかという点が課題の一つとして挙げられる。

製造業の工場のように従業員が 1 箇所に集中して業務を行うのではなく、作業対象となる建築物の所在地は離れて点在し、建築物自体の規模・用途・運営条件等がそれぞれ異なっているのが一般的である。建築物が個々に異なることから作業条件、作業環境、作業方法、使用資機材等が異なるなかで各種の業務を実施していることがビルメンテナンス業の特徴であり、事故防止対策上の特徴でもある。

本章では、ビルメンテナンス業全体の労働災害の発生状況から労働災害の発生の形態と特徴を分析し、それを踏まえてビルメンテナンス業務の現場で実際に発生した事故を対象として事故の発生過程における背後要因となっている建築物の物的要因を解明しその原因を明らかにする。



注:労働者災害補償保険事業年報速報版 平成23年版用 労働基準局 2013年2月より作成

図2-1 ビルメンテナンス業の事業場数と従事者数の年度推移

## 2-2. ビルメンテナンス業における労働災害の発生状況

### 2-2-1. 今日までのビルメンテナンス業の労働災害の検証

筆者らは、従前よりビルメンテナンス業務従事者の作業環境の実態に注目してきたが1985年前後より、建築物室内の作業環境の調査研究<sup>1)</sup>に着手し、ビルメンテナンス業における従事者の労働負担調査（清掃作業）等<sup>2)</sup>、作業環境としての安全性、衛生性、健康性に関する研究を統合的に実施し、得られた知見を継続的に公開し、現状の問題点を示唆してきた。

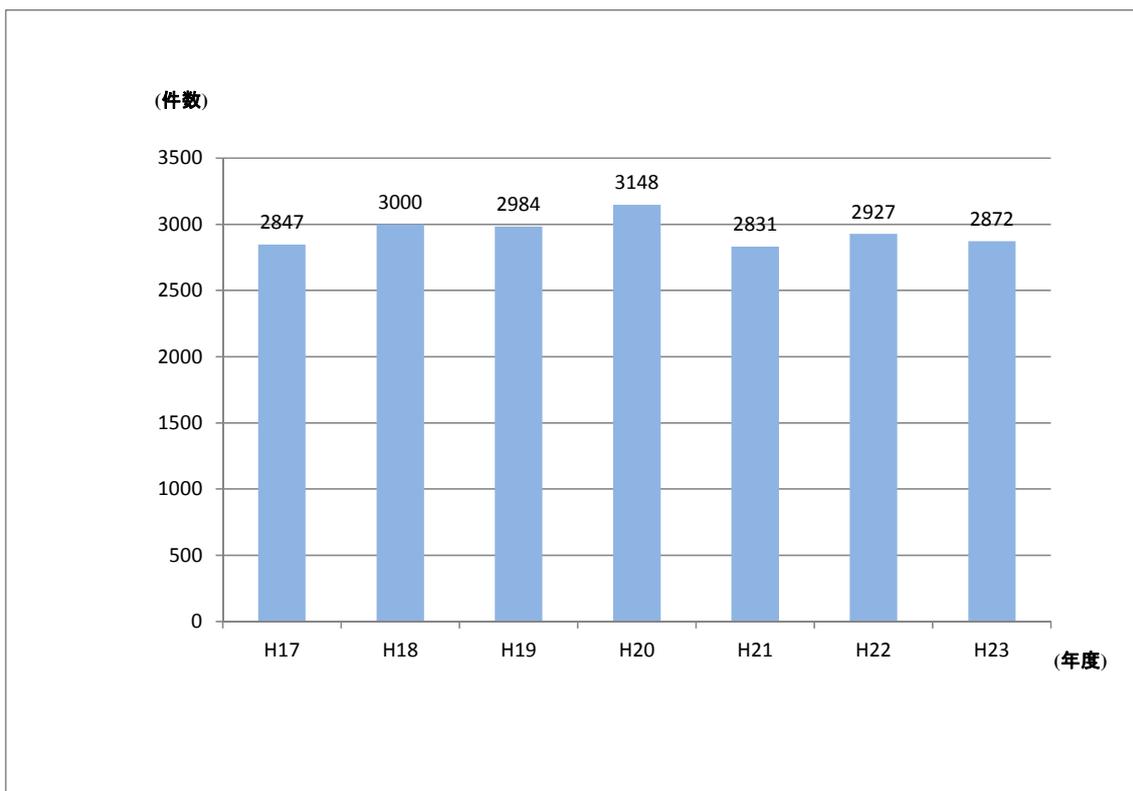
長期的に見るとわが国の全産業における労働災害は減少の傾向を示しているが、ビルメンテナンス業の事故の発生状況は、年間3000人程度（死亡及び休業4日以上）とほぼ横ばいの状況にある。（図2-2）そのうち、死亡災害は21人で平成21年（15人）より増加している。<sup>3)</sup>

全産業におけるビルメンテナンス業の事故の実態を明確にしておくため労働災害率（度数率<sup>注2)</sup>および強度率<sup>注3)</sup>を確認する。現在は「ビルメンテナンス業」単独での統計は実施されていないので、「建物サービス業」として分類された統計数値により、労働災害の頻度と程度（重さ）の視点で比較した。

図2-3が度数率の経年変化を「全産業」「製造業」「建設業」と比較したもので、2010年では、「全産業」に比較して約1.8倍、「建設業」に比較して約1.9倍、「製造業」に比較して約3.0倍と高くなっている状況が確認できる。<sup>3) 4)</sup>

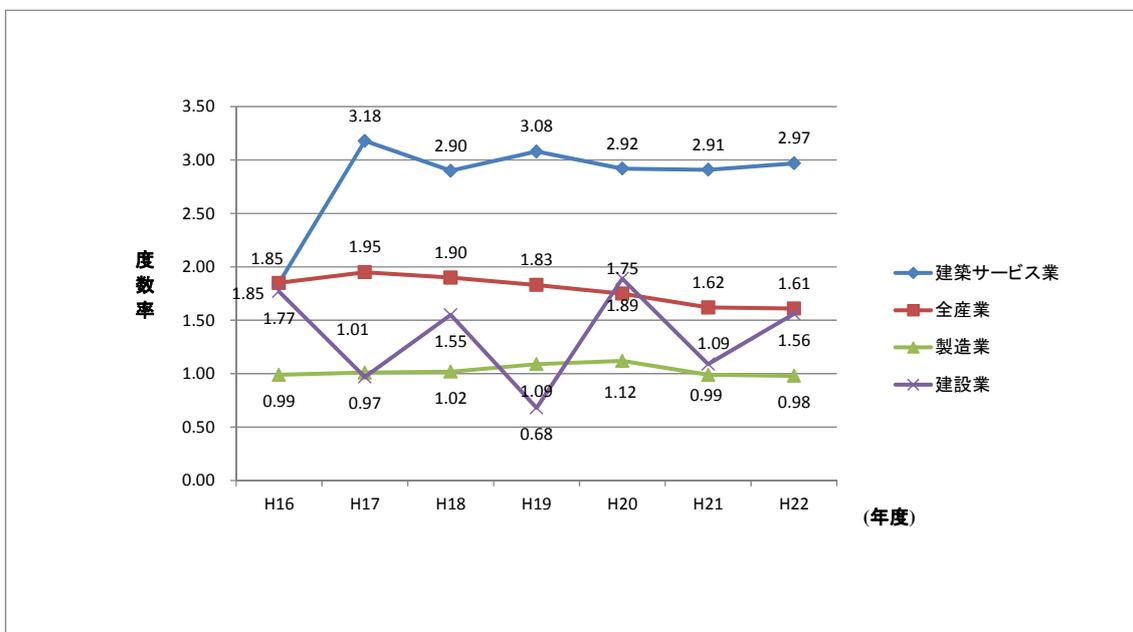
建築物の工事を直接担当する「建設業」より、竣工後の日常的な建築空間の中で作業を実施する「建物サービス業」が業務上の死傷災害の発生頻度が高いことが確認できる、

また、図2-4は強度率の経年変化を「全産業」「製造業」と比較したものであるが、「建物サービス業」の強度率は平成22年で「全産業」に比べて約1.4倍と高いことは、この業種における災害の重大さを表している。<sup>4)</sup>



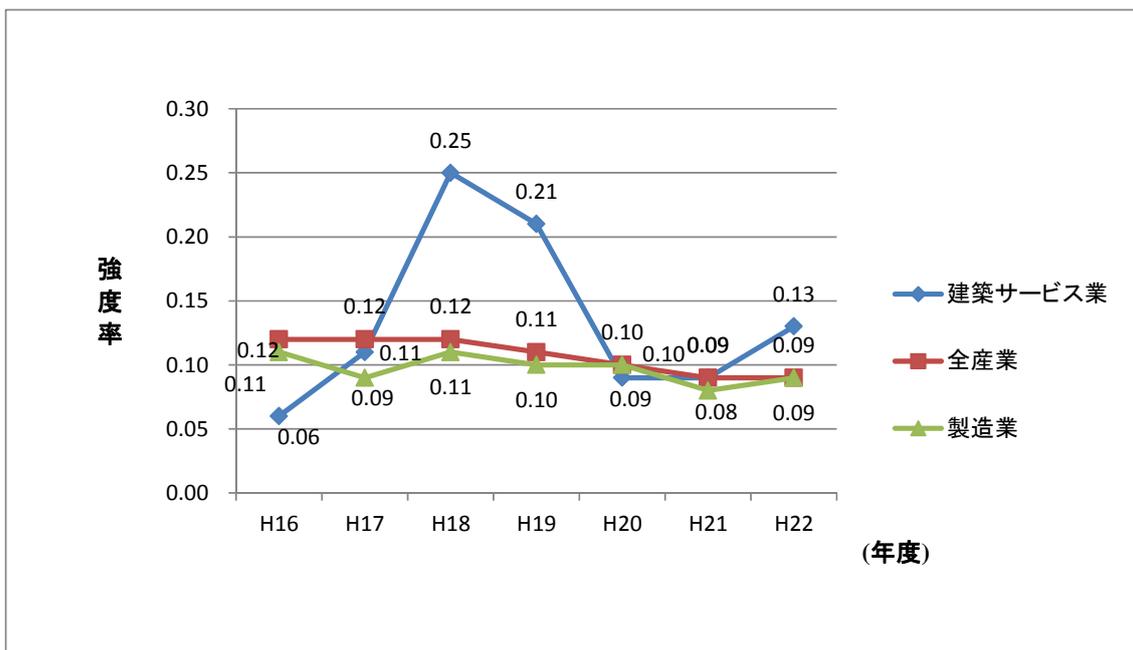
注:労働者災害補償保険事業年報速報版 平成23年版用 労働基準局2013.2より作成

図2-2 ビルメンテナンス業の死傷者数（死亡及び休業4日以上）の年度推移



注:「ビルメンテナンス業における労働災害防止のためのガイドライン」 中央労働災害防止協定より引用

図2-3 ビルメンテナンス業と他産業との度数率の比較と年度推移



注: 「ビルメンテナンス業における労働災害防止の為のガイドライン」 中央労働災害防止協定より引用

図 2-4 ビルメンテナンス業と他産業との強度率の比較と年度推移

### 2-2-2. ビルメンテナンス業における労働災害の現状の全体的分析

平成17年～平成23年（1月1日から12月31日）までに発生した労働災害を厚生労働省の資料に基づいて分析すると、事故の型別死傷者数（死亡及び休業4日以上）の経年変化は、第1位の「転倒」から、「墜落・転落」、「動作の反動・無理な動作」、「挟まれ・巻きこまれ」、「激突」、「飛来・落下」と上位6位までの傾向と順位が固定的かつ継続的に変化しておらず、大きな経年変化は確認できない。（図2-5）「転倒」事故の割合が突出していること（約40.4%～43.7%）が大きな特徴であることが指摘できる。<sup>5)</sup>

全体の死傷者数に占める上位6位までの人数の比率は、単純平均で約88.8%でありこの比率においても変化がなく、若干上昇の傾向にあることが懸念される。1985年の事故の型別死傷者数の上位6位までの状況は前章で述べた通りで図2-5に示した傾向と大差のないことが確認できる。

これより、ビルメンテナンス業における事故の型別の傾向はこの40年間ほぼ変化していないことが確認でき、換言すればこの間実施されてきた事故の防止対策は、その効果が達成されたとは言い難い。したがって、ビルメンテナンス業における事故の防止対策では、「転倒」、「墜落・転落」を始めとした上位6位の事故の防止対策が最優先課題として対応することが重要であり、事故の真因を解明し危険要素を除外することが不可欠であると考えられる。

次に、事故の起因物別の死傷者数（死亡及び休業4日以上）を分析し、事故の発生原因を検証してその比率を示したものである。（図2-6）

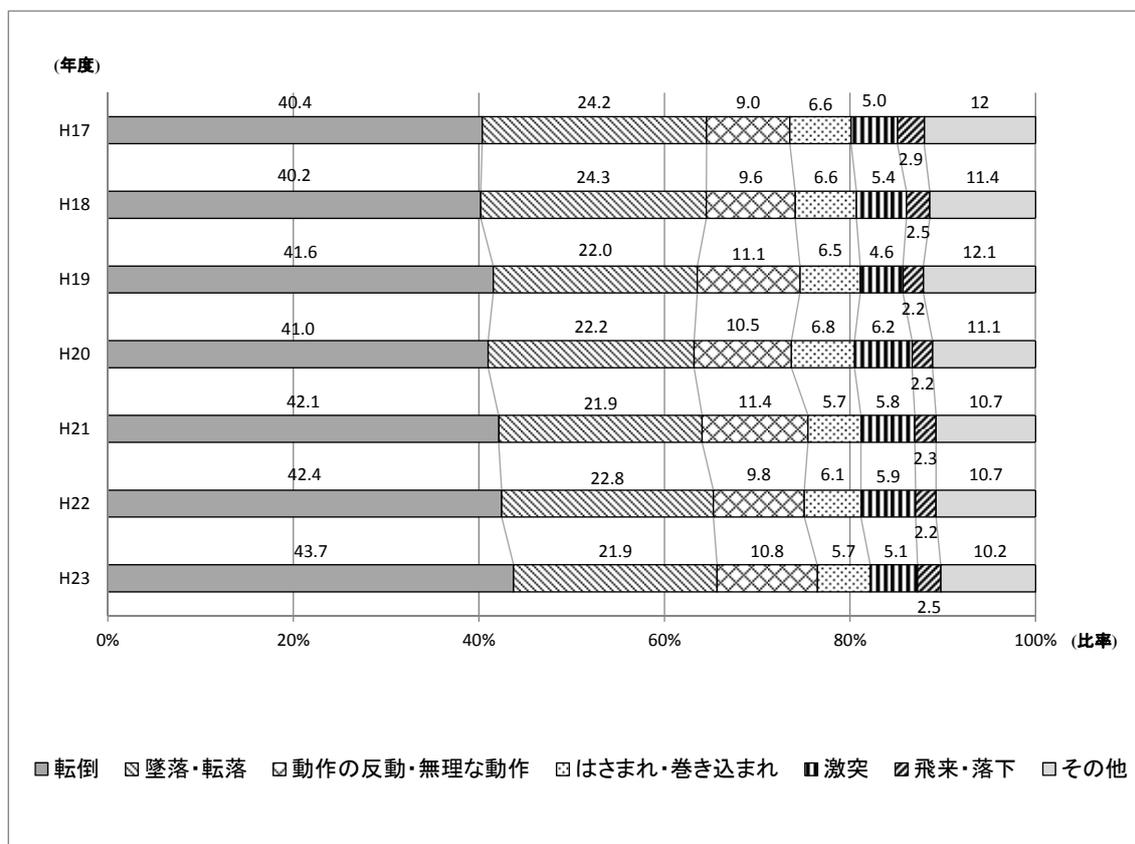
起因物として、「仮設物・建築物・構築物」、「その他の装置」、「物上げ運搬機械」「動力機械」の4項目で50%以上を占めている点が確認でき、「全産業」における「仮設物・建築物・構築物等」の占める比率24.8%の約2倍となっていることが確認できる。<sup>5)</sup> さらに起因物別の傾向も固定的かつ継続的に大きく変化していないことが明らかになったが、この点においても1985年時点の分析値と大きな差異は確認されなかった。

また、従事者に中高年齢者の多い事がビルメンテナンス業の特徴<sup>注4)</sup>であることから、死傷者数を年齢階級別に集計すると、死傷者数は、50歳以上が約73.6%～84.7%と中高年齢者層に集中していることが確認できる。（図2-7）

これらの分析の結果として明らかになった事項により、ビルメンテナンス業における事故の発生状況は、作業環境（物的要因）と事故原因の関係を調査した杉田らの報告<sup>7)</sup>を踏まえると、作業の場所の状態が変化したときや作業の場所の把握が十分でないときなど作業環境即ち物的な状態との関係が存在しているのではないかと推察できる。

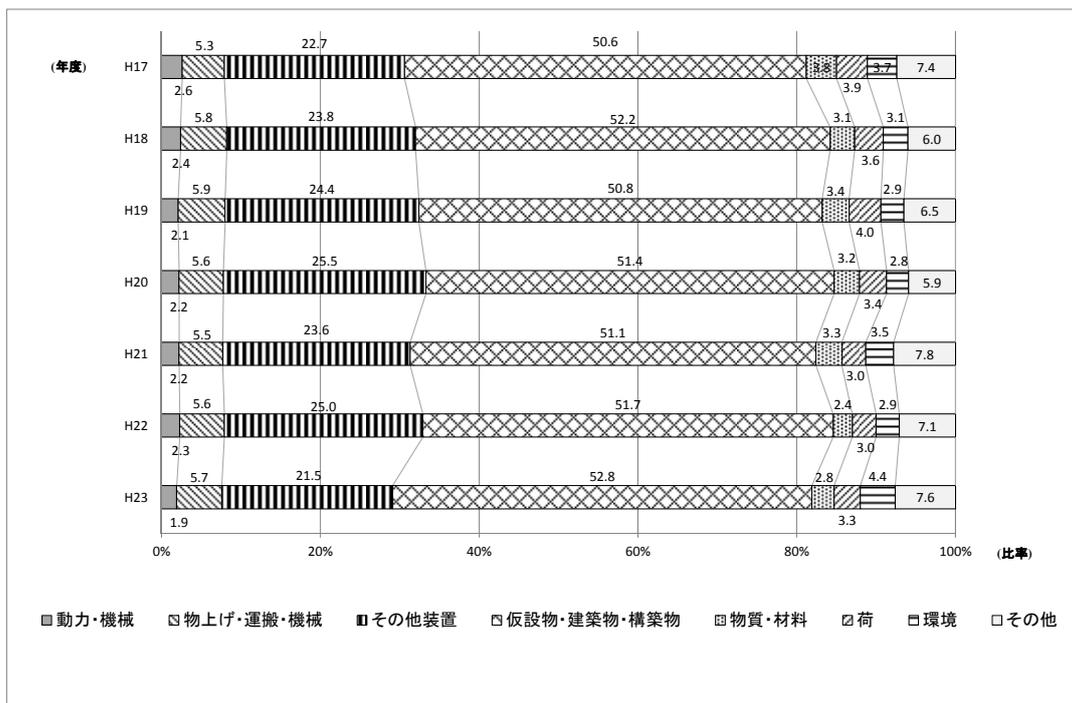
事故の原因の一要素として挙げられるヒヤリ・ハット<sup>注5)</sup>は、危険要素の初期段階として「不安全的な状態」（物的原因）<sup>注6)</sup>と「不安全的な行動」（人的原因）<sup>注7)</sup>

との接触によって発生すると考えられており,<sup>8)</sup><sup>9)</sup>「不安全な状態」の存在が作業行動に関係していることが考えられる。



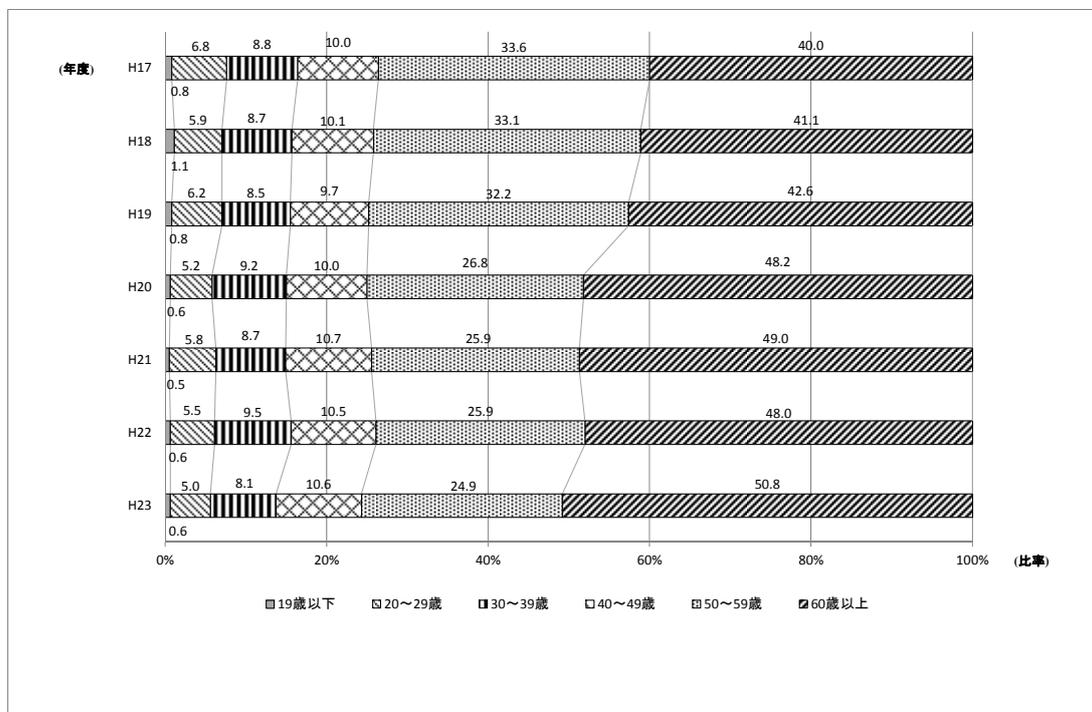
注:労働者災害補償保険事業年報速報版 平成23年版用 労働基準局 2013.2より作成

図2-5 ビルメンテナンス業における死傷者数（死亡及び休業4日以上）の事故型別発生比率と年度推移



注：労働者災害補償保険事業年報速報版 平成23年版用 労働基準局 2013.2より作成

図 2-6 ビルメンテナンス業における事故(死亡及び休業4日以上)の起因物別の比率と年度推移



注：労働者災害補償保険事業年報速報版 平成23年版用 労働基準局 2013.2より作成

図 2-7 ビルメンテナンス業の年齢階級別死傷者数(死亡及び休業4日以上)の比率と年度推移

## 2-3. ビルメンテナンス業務において発生した労働災害の解析

### 2-3-1. 研究内容

本項では、事故の原因（真因、近因、遠因を含む）と作業環境としての建築物との関連性を確認するため、ビルメンテナンス業において実際に発生した事故を調査・分析した。事故の発生過程において建築物の物的要因が従事者の作業行動にどのような影響をあたえたのかを検証したものである。労働災害の背後要因として建築物の「不安全な状態」が従事者の「不安全な行動」を誘発している可能性があるという仮説のもとに、労働災害の直接原因と考えられる物的原因（不安全な状態）と人的原因（不安全な行動）の事故発生過程における関係性を検証することで、事故の予兆とされる「ヒヤリ・ハット」の要因となり得る潜在的な建築物の危険要素の存在を明らかにしようとするものである。

これまでビルメンテナンス業務を対象とした建築物の安全性と労働災害との関係性に関する検証はされていない点があった。研究の構成と範囲を図 2-8 に示した。

従事者の事故の抑制には、ハインリッヒの法則<sup>注 8)</sup>を基に事故の根底的な原因である「ヒヤリ・ハット」を発生させる危険要素の顕在化を事前に防止することが、軽症事故、重大事故を未然に防ぐための最善策であると解釈できる。

〔事故の顕在化プロセス〕を遮断するためには、初期の段階で危険要素を除外することが最も合理的である。したがって、ヒヤリ・ハットを誘発させる背後要因（図 2-8 内で点線で囲んだ部分）の解析は喫緊の問題である。

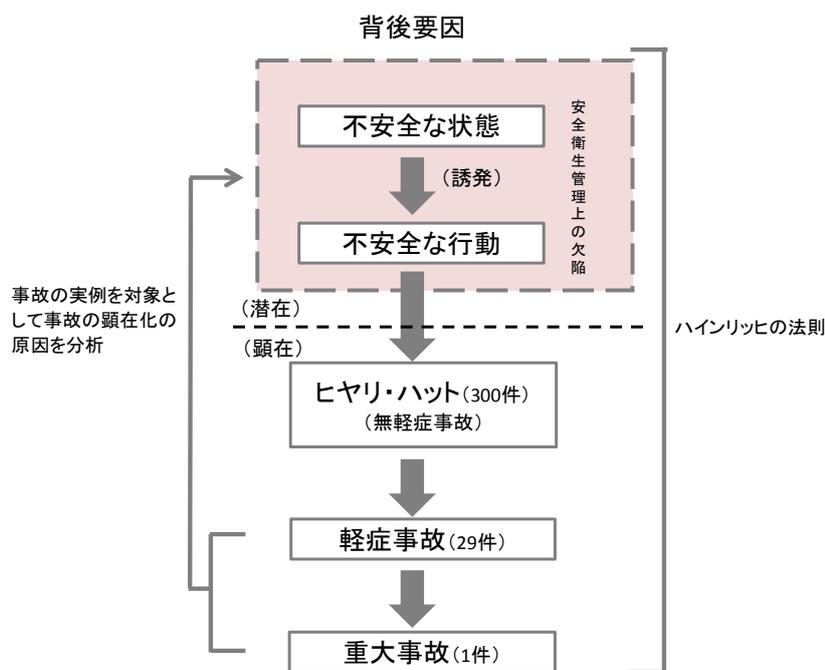


図 2-8 本項の研究構成

### 2-3-2. 調査方法

本調査は、代表的な大手企業A社<sup>注9)</sup>の協力を得て調査、分析した。対象期間は、平成19年度から平成23年度までの5年間で、延べ面積3,000㎡以上の特定建築物<sup>注10)</sup>で発生した事故（休業0日以上）合計202件の、災害・事故報告書、追跡調査に伴う関連資料、現場調査の資料・写真等を対象とし、そのうちの事故の状況等が明確に確認できる191件を対象として分析した。

（全事故事例の分類過程を図2-9に示す）

調査項目は、建築物の用途、階数、発生場所、部位、労働災害の分類（労働安全衛生規則第97条様式第23号に基づく）、業務の種類、行動・動作および負傷の種類等とした。また、厚生労働省が定めた労働災害要因統計分析実施要領に基づく「不安全な状態（物的原因）」、「不安全な行動（人的原因）」により、事例の分類を行い、「不安全な状態」「不安全な行動」を特定した。

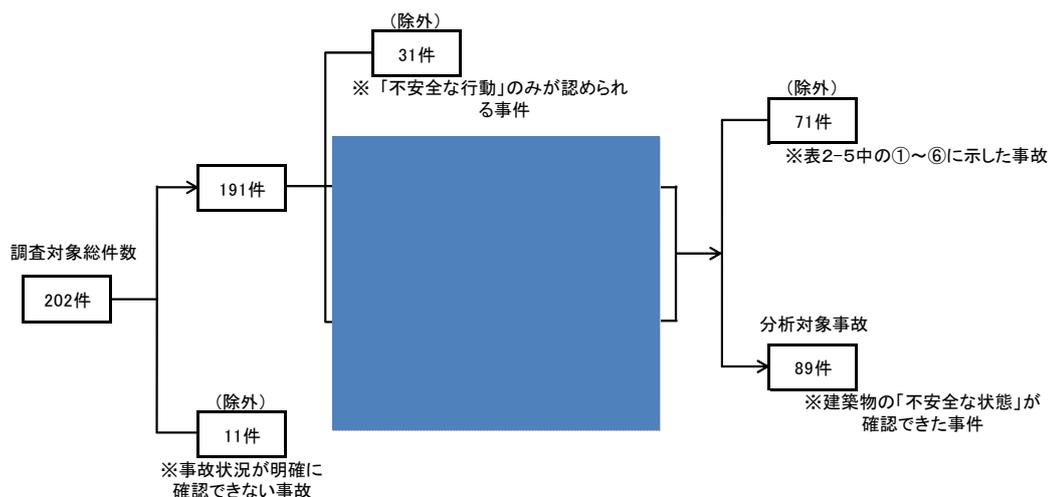


図2-9 全事故の分類と過程

### 2-3-3. 本調査における労働災害の傾向分析

調査結果をまとめると以下ようになった。

- (1) 今回の調査では、労働災害の建築物用途別の発生状況（表 2-1）に有意な差異があるとは断定できなかった。「その他」に含まれる用途には、複合施設、研究所、公共施設、アトラクション施設等があり、事故が特定の用途に一極的に集中している状況ではなく種々の用途の建築物において事故が発生していると解釈される。
- (2) 労働災害の事故の型別分類の傾向分析は、ビルメンテナンス業界全体の事故の型別死傷者数（死亡及び休業4日以上）における「転倒」の比率は、平成17年～平成22年（いずれも1月～12月）の5年間の単純平均で約41.3%であり、今回の調査結果約42.4%と近似している。「転倒」以外の型別の傾向も業界全体の統計数値とほぼ同様である。（表 2-2）
- (3) 事故の作業・業務別の傾向分析は事故が発生した作業・業務は、「清掃管理業務」に集中し、全体の約58.1%となっている。ビルメンテナンス業全体においても女性の被災率が男性の約1.7倍となっているデータもあり、女性の比率が高い清掃管理業務において事故の発生が多い事も確認されている。<sup>3)</sup>（表 2-3）
- (4) 事故が発生した時の行動動作別の傾向分析では、「作業中」「移動中」に事故が集中して発生していることが確認された。ビルメンテナンス業は製造業などと異なり常に、作業対象となる場所・部位等へ移動することが必要な業務であり、歩行動線・作業動線と物的要因との関係性を確認しなければならないことを示唆している。（表 2-4）清掃作業の従事者の例では、就労中の歩行距離が4～8 kmに達するという正田らの報告<sup>9)</sup>もあり、危険な部位があれば歩行の繰り返しにより危険部位と接触する機会は増大し事故発生の可能性が大きくなることが予測される。

表 2-1 事故の建築用途別の傾向

建築用途別	件数(件)	比率(%)
「店舗・商業施設」	41	21.5
「事務所」	36	18.8
「ホテル・宿泊施設」	32	16.8
「医療・病院施設」	27	14.1
「学校・大学施設」	8	4.2
「工場施設」	8	4.2
「その他」	39	20.4
合計	191	100.0

表 2-2 事故の型別の傾向

事故の型別	件数(件)	比率(%)
「転倒」	81	42.4
「接触・ぶつかる」	24	13.0
「はさまれる・巻き込まれる」	20	10.0
「転落・墜落」	17	9.0
「落下」	12	6.0
「刺す」	12	6.0
「その他」	25	13.0
合計	191	100.0

注:分類は厚生労働省が定めた労働災害原因統計分析実施要領に基づいている。

表 2-3 事故の作業業務別の傾向

作業業務別	件数(件)	比率(%)
「清掃管理業務」	111	58.1
「設備管理業務」	43	22.5
「警備業務」	3	1.6
「その他」	34	17.8
合計	191	100.0

表 2-4 事故の行動動作別の傾向

行動動作別	件数(件)	比率(%)
「作業中」	119	62.3
「移動中」	65	34.0
「その他」	7	3.7
合計	191	100.0

#### 2-3-4. 事故の発生原因の分析

労働災害の傾向から得られた結果から、発生原因を詳細に分析すると以下のようになる。

(1) 労働災害原因統計分析実施要領に基づく分類方法により、事故事例に「不安全な状態（物的原因）」「不安全な行動（人的原因）」が存在していたかを分析した。事故における原因の判断は調査対象企業の労働災害分析担当者の判断を基本として、筆者が判断した。（表 2-5）

したがって、「不安全な状態」及び「不安全な行動」の両方が認められる事故は 158 件、全体の約 82.7%となっていることが確認された（図 2-10）。なお、厚生労働省が平成 19 年に行った「労働災害原因統計分析調査（製造業）」では、36,087 件（死亡及び休業 4 日以上）の労働災害を分析し、「不安全な状態」及び「不安全な行動」が認められるものは約 89.2%となっている。（図 2-11）<sup>8)</sup>

(2) 「不安全な状態」が認められる事故（160 件）の分析

「不安全な状態」が認められる事故の分類・件数・比率は表 2-5 に示した。表 2-5 の①から⑥までの事故事例を除外した 89 件の事故事例を物的原因として建築物との関連性が明確に確認できる事故事例を特定して分析をした。

(3) 「不安全な状態」が発生している場所・部位別の傾向の分析

89 件の事故の発生過程において特定される「不安全な状態（物的原因）」の発生箇所を精査すると図 2-12 のようになった。「不安全な状態」が発生している場所別・部位別の傾向は、「床面」、「設備機器廻り・配管等」「建具・扉」「設備機器本体」の上位 4 位で 60%を超えていることが確認できた。この傾向はビルメンテナンス業全体の傾向とほぼ同様であるが、併せて建築物の多岐にわたる場所・部位で事故が発生していることが明らかになった。

ビルメンテナンス業務従事者だけが立ち入る場所や作業部位もあるが、作業対象となる場所・部位の多くは一般の利用者・使用者等の生活空間であり共通性の高い場所であり、ビルメンテナンス業務を対象とした危険要素の排除は、取りも直さず利用者・使用者にとっての安全性が確保されることに寄与する可能性が高いことを示唆している。

「不安全な状態」が発生している場所・部位等の実例を写真で示す。（写真資料；写真 2-1～写真 2-20）

表 2-5 「不安全な状態」が認められる事故の分類(160件対象)

事故の分類		件数(件)	比率(%)
①	針刺し事故(主として病院施設で発生しており原因が明確)	12	7.5
②	自然的な原因による事故(凍結・積雪・蜂に刺される等)	12	7.5
③	「不安全な状態」の原因が明確な事故(床面が希釈洗剤で濡れている・剥離剤が塗布されている等)で建築物との因果関係は確認できない事故	41	25.6
④	作業対象の備品が原因の事故(洗浄対象のガラス器が欠けていた等)	3	1.9
⑤	特殊な作業場の事故(競馬場の特殊な工作物)	2	1.3
⑥	外部の道路に於ける事故(敷地外の工作物)	1	0.6
⑦	上記の①～⑥を除いた建築物との関連性が確認できる建築物の「不安全な状態」が認められる事故	89	55.6
合計		160	100.0

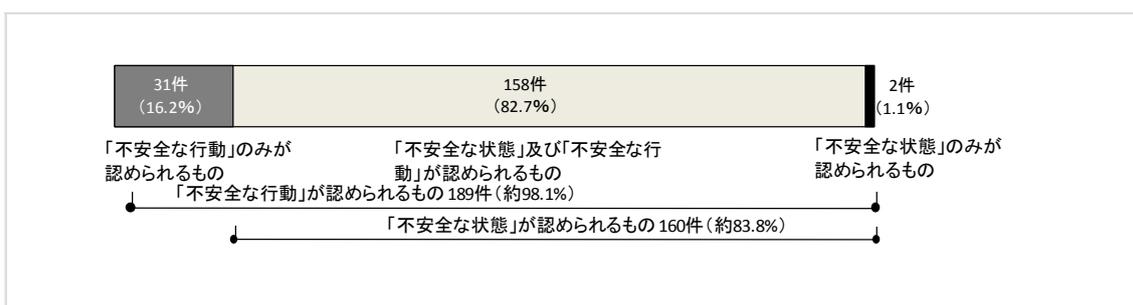
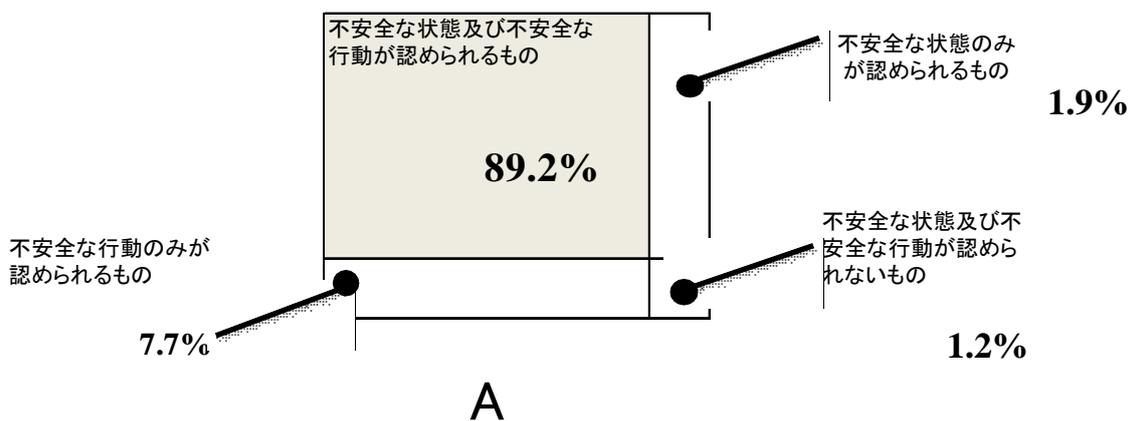
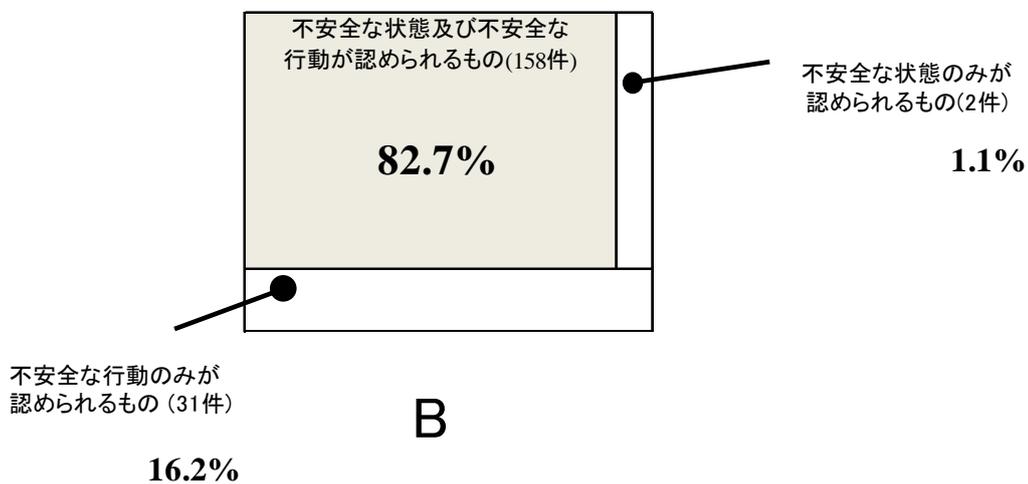


図 2-10 事故の事例における「不安全な状態」と「不安全な行動」の比率



注：(A)厚生労働省が行った休業4日以上労働災害 36087件の分析調査 平成19年「労働災害原因統計分析調査(製造業)」による。安全衛生推進者必携 中央労働災害防止協会編, 発行2012.7より引用



注：(B)本研究における調査対象企業の状態

図2-11 本研究における調査対象事故の事故原因の比率と「製造業」における比率との比較

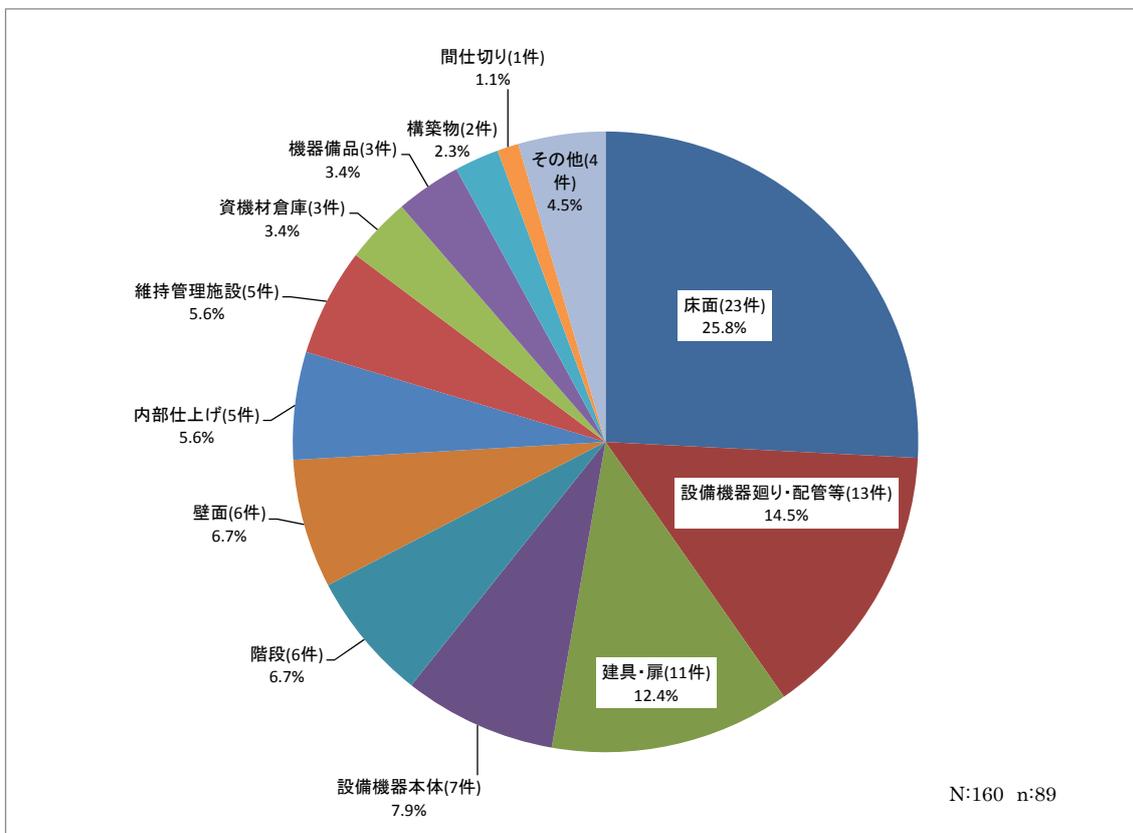


図 2-12 「不安全な状態」が発生している場所・部位別の傾向

### 2-3-5. 「不安全な状態」と「不安全な行動」との関係性の分析

労働災害要因の解明では、バリエーションツリー分析法<sup>注 11)</sup>に挙げられるように、複雑かつ多様な背後要因が存在しているが、本論では建築物の「不安全な状態」が従事者の「不安全な行動」を誘発しているのではないかという点に着目した。「不安全な状態」が認められた 89 件の事例を「不安全な行動」との関係性について分析した。場所・部位別にグループを分けた。(表 2-6)「不安全な状態」の確認された具体的な事実とその分類、「不安全な行動」が確認された具体的な事実とその分類を分析した。

分析方法を例示すれば下記のとおりである。

「手首を捻挫した」という事故事例があり、「本人の不注意・作業ミス」という人的原因で結論づけられていた。しかし、“資機材を積んだ重いカート”を資機材倉庫に格納しようとして、“出入り口の床面の段差”を“乗り越えようとした”が、“無理な体勢をとりかつ手に力を入れすぎ、ハンドルのつかみ方を誤った”という事実が解明された。「出入り口に段差」という物的原因(事実)が「物の置き方・作業場所の欠陥」という「不安全な状態」を生み、その事実が「無理な動作、姿勢をとる」という「誤った動作」を誘発し、結果として「不安全な行動」に帰結したという事故の発生過程における真因ともいべき根底の事実が確認できた。89 件の事故事例をこの分析プロセスによって原因の解明をしたものが表 2-7 (1)~(13)である。

分析の結果として、「不安全な状態」によって誘発されたとされる「不安全な行動」の全体的傾向は図 2-13 に示したとおりである。「その他危険場所への接近」が約 55.1%と最も多い事が確認できた。確認された「不安全な行動」の項目分類は表 2-8 に示したとおりである。

表 2-6 「不安全な状態」が確認された場所別・部位別の傾向

場所別・部位別	件数(件)	比率(%)
床面	23	25.8
設備機器廻り	13	14.6
建具・扉	11	12.4
設備機器(本体)	7	7.9
階段	6	6.7
壁面(内壁)	6	6.7
維持管理用設備	5	5.6
内部仕上げ部分	5	5.6
資機材倉庫	3	3.4
機器部品	3	3.4
構築物	2	2.2
間仕切り	1	1.1
その他	4	1.1
合計	89	100.0

表 2-7 「不安全な状態」(物的要因)と「不安全な行動」(人的要因)の関係性

## (1)床面

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故についての確認事項	分類(注)	事故についての確認事項	分類(注)	
床面が滑り易い(仕上げ材・仕上げ方法)	物自体の欠陥	滑り易いことを認識しても作業のため歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	6
床面に突起物がある	物の置き方・作業場所の欠陥	作業動線上にあり歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	4
出入りに段差がある	物の置き方・作業場所の欠陥	無理な動作、姿勢をとる	誤った動作	4
床面の上に敷物等で段差がある	物の置き方・作業場所の欠陥	認識していても歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	3
床面に微小な段差がある	物の置き方・作業場所の欠陥	認識していても歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	2
床面に凹凸がある	物の置き方・作業場所の欠陥	認識していても歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
滑り難い床材の隣に滑り易い床材	物自体の欠陥	認識していても歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
排水溝のグレーチングが滑り易い	物自体の欠陥	滑り易いが歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
犬走りが滑り易く、踏み外し易い	物の置き方・作業場所の欠陥	避けようとして無理な姿勢・体勢をとる	その他および分類不能	1
合計				23

注；分類は厚生労働省が定めた労働災害原因統計分析実施要領に基づいている（以下同様）

## (2)設備機器(配管含む)廻り

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故についての確認事項	分類(注)	事故についての確認事項	分類(注)	
機器廻り等に危険な部位がある	物自体の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	5
機器廻りに安全に通れる通路がない	物の置き方・作業場所の欠陥	やむを得ず配管の上などを歩く	その他の危険場所等への接近 (不安全な場所に乗る)	2
点検口の位置と点検対象がずれている	物の置き方・作業場所の欠陥	天井内を無理な姿勢で移動する	その他の危険場所等への接近 (不安全な場所に乗る)	1
高所作業となる機器廻りに安全柵がない	防護措置・安全装置の状態	不安感はあるが作業せざるを得ない	その他の危険場所等への接近 (不安全な場所に乗る)	1
配管のフランが突出して危険	物自体の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
危険な部位が張り出している	物自体の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
滑り難い床材の隣に滑り易い床材	物自体の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
排水溝のグレーチングが滑り易い	物自体の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
合計				13

## (3)建具・扉

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故についての確認事項	分類(注)	事故についての確認事項	分類(注)	
ドアとドア枠のすき間に手指が入り易い	その他及び分類不能	隅々まで作業しようとするば手指が入る	その他の危険場所等への接近	3
作業対象が狭くドアノブにぶつかり易い	作業場所の欠陥	屈みこんで作業せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	2
ドアストッパーが外れ易い(すぐ閉まる)	防護措置・安全装置の状態	無理な姿勢でドアを押して作業せざるを得ない	その他および分類不能	2
強風時にドアの開閉が難しい	その他及び分類不能	力を入れて開閉しようとする(無理な体勢をとる)	誤った動作	1
高所作業で重い鉄扉を開閉しなければならない	防護措置・安全装置の状態	力を入れて開閉しようとする(無理な体勢をとる)	誤った動作	1
ゲート扉の下部にすき間があり足が入る	その他及び分類不能	開閉時の体勢で足が入り易い	誤った動作	1
常時開放の扉がぶつかり易い	作業場所の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他および分類不能	1
合計				11

## (4)設備機器(本体)

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
機器内部にすき間があり手指が入る	その他及び分類不能	隅々まで作業しようとするれば手指が入る	運転中の機械装置の掃除・注油・修理・点検等	4
高温水が漏れるが止められない	防護措置・安全装置の状態	誤操作の後の応急手段がとれない	運転中の機械装置の掃除・注油・修理・点検等	1
手元スイッチをOFFにしても危機が動く	防護措置・安全装置の状態	OFFにしたと安心して稼働する危険性がある	安全装置の不履行	1
エアータオルの水滴が飛散しやすく、滑りやすい	物自体の欠陥	作業の為に歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
合計				7

## (5)階段

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
階段の幅が通行量に比べて狭い	物の置き方 作業場所の欠陥	人混みの中で作業せざるを得ない	その他および分類不能	1
階段が直線ではなく、途中から廻っている	物の置き方 作業場所の欠陥	方向感覚を失い易い 中で作業をせざるを得ない	その他および分類不能	1
階段の手摺が途中でなくなっている	防護装置・安全装置の欠陥	不安感を伴っての作業をせざるを得ない	その他および分類不能	1
階段の形状が途中で変化する	物の置き方 作業場所の欠陥	自分の立ち位置を誤認し易い状態になる	その他および分類不能	1
階段と階段が隣接し、蹴上の高さが異なる	物の置き方 作業場所の欠陥	自分の立ち位置が解りずらく迷う	その他および分類不能	1
自転車用スロープと階段部分との境界が踏み外し易い	物の置き方 作業場所の欠陥	狭く、歩きづらいところを歩かざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
合計				6

## (6)壁面(内壁)

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
壁面の突起物が張り出している	物の置き方 作業場所の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	3
展示台(商品台)の端部が突出して危険	物の置き方 作業場所の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他の危険場所等への接近	1
手が届かず作業ができない(安全な足場がない)	物の置き方 作業場所の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	誤った動作	1
出窓の清掃する為の足場がない	物の置き方 作業場所の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	誤った動作	1
合計				6

## (7)維持管理用設備

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
外壁清掃用はしごがあるが、手が届かない場所がある	防護装置・安全装置の欠陥	無理な姿勢、体勢で作業をする	誤った動作	1
昇降用垂直はしごに落下防止カバーがない	防護装置・安全装置の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他および分類不能	1
昇降用垂直はしごに脚立が届かない	防護装置・安全装置の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	誤った動作	1
昇降用垂直はしごの真下に排水口がある(足が入る)	防護装置・安全装置の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	誤った動作	1
架台(基礎)に足を掛けないと垂直はしごに登れない	物の置き方 作業場所の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざるを得ない	その他および分類不能	1
合計				5

## (8)内部仕上げ

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
高所作業になる場所があるが作業なし	物の置き方 作業場所の欠陥	無理な姿勢、体勢で作業をする	誤った動作	2
清掃対象箇所に手が届かない	物の置き方 作業場所の欠陥	無理な姿勢、体勢で作業をする	誤った動作	1
高所作業用の施設がない	物の置き方 作業場所の欠陥	無理な姿勢、体勢で作業をする	誤った動作	1
天井内部に作業用通路がない	物の置き方 作業場所の欠陥	無理な姿勢、体勢で作業をする	誤った動作	1
合計				5

## (9)資機材倉庫

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
作業場所が狭くて作業が困難	物の置き方 作業場所の欠陥	限られたスペースでも作業せざるを得ない	誤った動作	2
資機材倉庫が狭く作業が困難	物の置き方 作業場所の欠陥	限られたスペースでも作業せざるを得ない	誤った動作	1
合計				3

## (10)機材の部品

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
空調機前面のパネルが大きく重い	物自体の欠陥	重くても外さないと作業できない	誤った動作	1
機材の部品が外れ易く、重い	物自体の欠陥	重くても作業せざるを得ない	誤った動作	1
使用されているナットが外せないタイプ(パネル)	物自体の欠陥	無理な姿勢、体勢で作業をせざるを得ない	誤った動作	1
合計				3

## (11)構築物

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
樹木保護用の鉄柵が人の顔の 高さで外に曲がっている	物自体の欠陥	作業動線上にあり、歩行せざる を得ない	その他の危険場所等へ の接近	2
ネット(ゴルフ練習場)の網目に 手指が入り易い	その他及び分類不能	作業対象であり、触らざるを得 ない	その他の危険場所等へ の接近	1
合計				3

## (12)間仕切

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
透明のガラス間仕切に気付か ない	作業環境の欠陥	方向感覚がなくなりガラスの存 在に気が付かない	その他および分類不能	1
合計				1

## (13)その他

物的要因(不安全な状態)		人的要因(不安全な行動)		件数
事故における確認事項	分類(注)	事故における確認事項	分類(注)	
給水栓がなく隣室からホースを 引き、作業に支障をきたす	物の置き方 作業場所の欠陥	狭い場所でも作業せざるを得な い	その他および分類不能	1
入口に設置された履き替用踏み 台が小さく転倒しやすい	物自体の欠陥	作業上、何回も通らざるを得な い	その他の危険場所等へ の接近	1
通路が狭く、ソファの角に足が ぶつかり易い(レイアウト)	物の置き方 作業場所の欠陥	狭いレイアウトでも作業せざるを 得ない	その他の危険場所等へ の接近	1
置場所がなく、通路にゴミ袋を 置いてあり狭い	物の置き方 作業場所の欠陥	狭い通路をよけながら通らざる を得ない	その他の危険場所等へ の接近	1
合計				4

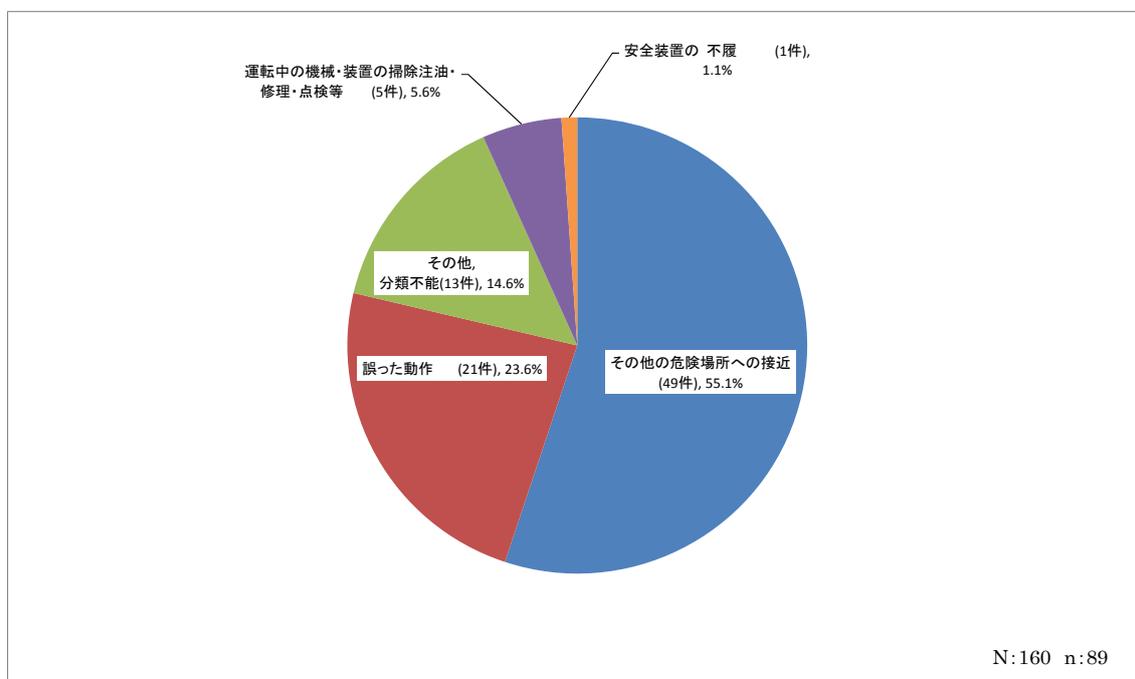


図 2-13 「不安全な状態」によって誘因・誘発されている「不安全な行動」の傾向

表 2-8 「不安全的状態」に誘因・誘発されたと思われる「不安全的行動」  
の分類

その他の危険場所への接近
<ul style="list-style-type: none"> <li>・動いている機械,装置等に接近し又は触れる</li> <li>・危険,有害な場所に入る</li> <li>・不安全的場所に乗る</li> </ul>
誤った動作
<ul style="list-style-type: none"> <li>・物の支え方の誤り</li> <li>・物のつかみ方が確実でない</li> <li>・物の押し方,引き方の誤り</li> <li>・上り方,下り方の誤り</li> </ul>
その他および分類不能
<ul style="list-style-type: none"> <li>・その他の不安全的行動</li> </ul>
運転中の機械,装置等の掃除,注油,修理,点検等
<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転中の機械・装置</li> <li>・加熱されているもの</li> <li>・安全装置の不履行</li> </ul>
安全装置の不履行

注:分類は厚生労働省が定めた労働災害原因統計分析実施要領に基づいている

## 2-4. 結果及び考察

本章で得られた知見を以下に記す。

(1) 本研究においては実際に現場で発生した 119 件の事故を精査し、事故の直接的な原因の中で建築物の「不安全な状態」が確認された 89 件について「不安全な行動」との関係性を検証した。

「不安全な状態」が「不安全な行動」を誘因・誘発している背後要因としての可能性に着目して分析すると、直接的、間接的に従事者に影響を与えていることがより明確になった。

建築物自体の物理的な状況や不具合（本来あるべき状態とは異なる状況）が潜在的な危険要素として「不安全な状態」を生み出し、「不安全な行動」を誘因・誘発している可能性が明らかになった。

89 件の事例の「不安全な状態」を建築物の維持管理の具体的な要素で置き換えてみると図 2-14 のとおりである。建築物の生産過程において「不安全な状態」が発生した推定原因とも考えられる事項であり、重要な維持管理要素とも考えられる事項ばかりである。建築物の「不安全な状態」は維持管理に直接的に影響を与えていることが確認された。

建築物の物理的要因は、従事者にとって「作業環境の持っている固有の固定的な条件・状況」となるが、原則として従事者の意志で安全側へ改修する手立ては限定される。

(2) 「仮設物・建築物・構築物等」に起因する事故が最も比率の高いことが再度確認された。全産業では約 24.8%であるが、ビルメンテナンス業では約 50%を超えている。<sup>10)</sup>

これらのデータ及び本研究の結果から、建築物の物理的な状況、環境が直接的、間接的に従事者に影響を与えて、「不安全な行動」と「不安全な状態」との関係性が成立していることが確認できた。

(3) これらの事故は、従来従事者の「不注意」「焦り」「誤り」などの人的原因として結論づけられてケースが多いが、人的原因が何故発生したのかその真因（近因・遠因）を探求すれば「不安全な行動」を誘因・誘発し、「不安全な状態」を創り上げ危険要素として潜在していることが検証された。

(4) 調査の過程において、被災者本人への口頭によるヒアリングや事情聴取・実地調査等で得られた、事故発生時の本人の印象・感覚についての貴重な意見が労働災害分析担当者を通じて提供され、事実関係の確認に反映できるとともに「不安全な状態」と「不安全な行動」との関係性の一端が確認できた。一部を例示すると表 2-9 のとおりである。

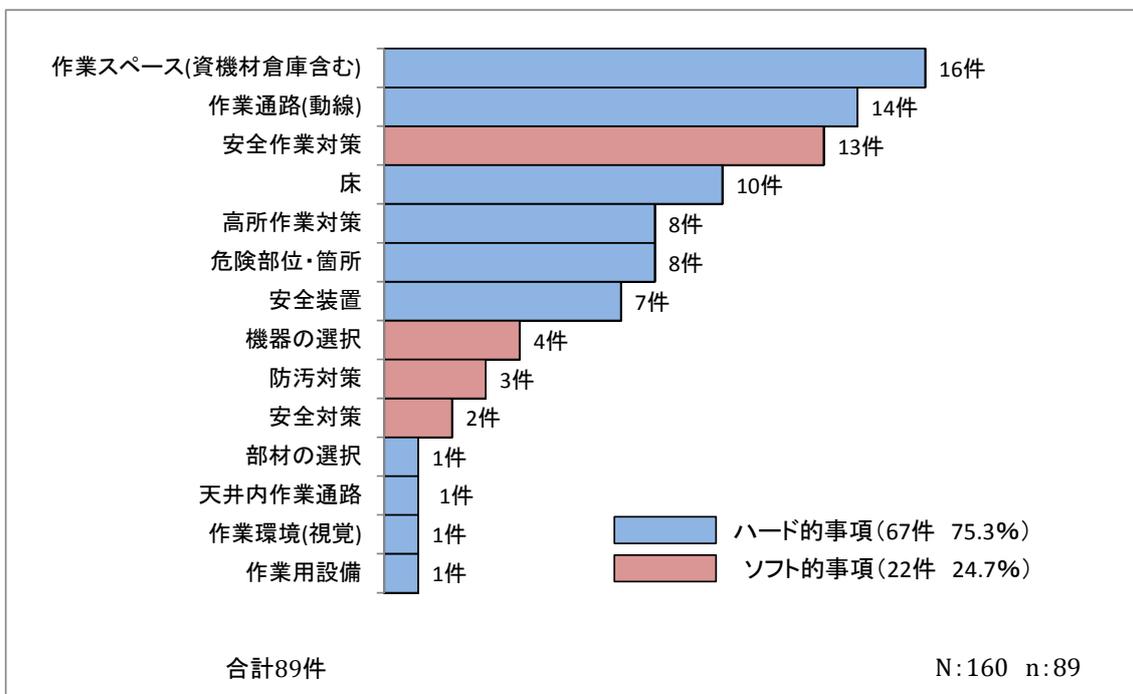


図 2-14 89 件の事例における「不安全な状態」が発生した具体的原因の分析

表 2-9 主な被災者本人の事故発生時の証言例

- ・ある場所から急に床材が滑り易くなった
- ・壁面に鋭利な突起物があり気になっていた
- ・階段が途中から廻り階段になっていて方向がわからなくなった
- ・垂直はしごの落下防止カバーがなくいつも不安を感じていた
- ・透明ガラスの間仕切りで外部だと思った

表 2-9 より,作業の途中で発生する作業環境の変化すなわち建築物の側の物理的な状態・状況(環境)の変化が従事者の心理に微妙に影響しているのではないということが推測できる。日常的に作業している場所であっても作業環境の変化に接触すると従事者の行動に対する影響が発生しているものと推認できる。

労働災害における人的原因の専門的な分析の視点では,巨視的ではあるが人間の行動の5原則の一つとして“置かれた環境の危険を,その環境の中で評価することはできない”という原則があり,ある状態にのめり込んでいる時は,人間の視野が限定され,全体の危険な状態を把握することが難しいという指摘もされている。<sup>11)</sup>

(5) ビルメンテナンス業における事故は,清掃作業のように単純で繰り返しの作業を継続的に行うような環境では,従事者の活力や集中力が低下することもあり,<sup>12)</sup>清掃作業中において作業環境としての建築物が突如変化することがあっても,即応することは困難であり,ヒヤリ・ハットの一要因になっていることも想定される。また,普段から「危ないのでは」と不安を感じているような作業施設しかないような場合も「不安全な状態」と「不安全な行動」が接触するタイミングが生じると事故を発生させている可能性が高い。

更に,中高年齢者の比率が高いビルメンテナンス業の現状に鑑みて,筆者らが予てから指摘しているように,年齢・性別等により従事者の受ける影響の度合いも異なることから事故の発生頻度や負傷の程度などにも少なからず影響してくる。従事者の年齢階層や熟練度あるいは作業の種類,建築物毎の作業環境,勤務する建築物における経験時間などにより従事者の受ける影響度が変わってくる可能性が高い。

したがって事故の発生事象として見ると同じような形態に見えてもその背後要因は異なることが検証できた。背後要因としての物的要因の排除は今後のビルメンテナンス業の事故防止上の解決すべき重要な課題であることが明らかになった。

## 補注

### 1)事業場

労働安全衛生法でいう事業場については行政通達（昭和47年9月18日発基第91号）により、「事業場とは、工場、鉱山、事務所、店舗等のごとく一定の場所において相関連する組織のもとで継続的に行われる作業の一体をいう。したがって、一つの事業場であるか否かは主として場所的概念によって決定すべきもので、同一場所にあるものは原則として一つの事業場とし、場所的に分散しているものは原則として別個の事業場とするものである」と定義されている。ビルメンテナンス業でいえば建築物の棟数を示すものではない。

### 2)度数率

度数率とは、100万延べ実労働時間当たりの労働災害による死傷者数で、災害発生の頻度を表す。本論文で引用した度数率は、休業1日以上及び身体の一部又は機能を失う労働災害による死傷者数により厚生労働省が算出したものを用いた。

「平成23年度労働災害動向調査 用語の説明」による。

### 3)強度率

強度率とは、1000延べ実労働時間当たりの労働損失日数で、災害の重さを表す。

「平成23年度 労働災害動向調査 用語の説明」による。

### 4)ビルメンテナンス業の特徴

業界特有の全般的な特徴としては、「業務が多岐にわたっている」「高年労働者が多い」「就業する場所が顧客の施設である」「就業場所が分散し、かつ少人数で就労する」等の点が挙げられる。<sup>3)</sup>またこれに加えて清掃作業に限定した特徴として、「中途採用者が多く経験が不足している」「個々のビルに固有の条件がある」作業が画一ではない」「時間的制約がある」<sup>6)</sup>という分析もある。

### 5)ヒヤリ・ハット

「ヒヤッとした」「ハッとした」が語源。杉田らは、<sup>7)</sup>作業中に発生する業務災害を誘発する可能性のある経験」と定義している。安全管理の分野では、「傷害も損害も伴わない事故、危険な状態」と考えられている。<sup>8)9)</sup>

### 6)不安全な状態

「不安全な状態」とは、事故・災害を起こしそうな、またはその要因を作り出した物理的な状態もしくは環境のことをいう。<sup>8)9)</sup>

### 7)不安全な行動

「不安全な行動」とは、事故・災害を起こしそうな、またはその要因を作り出した労働者の行動のことをいう。<sup>8)9)</sup>

### 8)ハインリッヒの法則

アメリカの損害保険会社の技術・調査部の副部長をしていたH・W・ハインリッヒが自社が保有している労働災害に関するデータを統計学的に調査・分析し、「1

件の重大事故の背景に 29 件の軽症事故と、300 件の無軽症事故(ヒヤリ・ハット)がある」という事実を社会科学的な経験則として 1931 年に発表した。「1 : 29 : 300」の法則という。

労働災害の発生確率に加えて、更に全ての災害の背後に数千にも達する不安全行動と不安全状態が存在していることなどを指摘した。

#### 9) A 社

調査の対象とした A 社は、昭和 32 年に創立された総合ビルメンテナンス企業である。四国を除きほぼ全国に事業所を有する大手企業であり、従事者数はフルタイマー：2205 名、パートタイマー：4139 名（平成 24 年末現在）。

#### 10) 特定建築物

「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(昭和 45 年 4 月 14 日法律 20 号) の第 2 条及び同施行令第 1 条に定められている。「特定建築物」とは、「興業場、百貨店、店舗、事務所、学校、共同住宅等の用に供される相当程度の規模を有する建築物で、多数のもの者が使用し、又は利用し、かつその維持管理について環境衛生上特に配慮が必要なものとして政令で定めるものをいう。」と定義されている。個々でいう建築物は、建築基準法第 2 条第 1 号に掲げる建築物をいう。

平成 23 年度における特定建築物は、全国で 43,137 棟あり、事務所は 18,342 棟（約 42.5%）で最も多い。

#### 11) バリエーションツリー分析法

認知科学の分野から提案された対策指向型の定性的事故事例の事後分析手法をいう。通常から逸脱した行為の総称である変動要因（ノード）を時系列で整理することにより逸脱の様子を詳細に検討するものである。これにより、排除すべき変動要因・通常から逸脱させた背後要因・連鎖する変動要因の関連を断ち切ることができなかつた環境要因等を明らかにする方法である。<sup>13)</sup>

### 参考文献

- 1) 正田浩三, 臼杵繁, 古橋秀夫, 高橋幸夫, 新公彰：ビル室内の作業環境の調査研究（その 1）第 12 回建築物環境衛生管理技術研究会, pp54－pp55, 1984.11
- 2) 正田浩三, 古橋秀夫, 高橋幸夫, 新公彰, 橋本祥治, 池田倫子, 栃原裕, 中牟田郷美；ビルメンテナンス業における労働負担調査（清掃作業）, 都市環境工学研究発表会論文集, pp35-38, 1986.12
- 3) 「ビルメンテナンス業における労働災害防止のためのガイドライン」：中央労働災害防止協会 2012.3
- 4) 平成 23 年労働災害動向調査（事業所調査（事業所規模 100 人以上）及び総合工事業調査）の概要；厚生労働省
- 5) 労働者災害補償保険事業年報速報版 平成 23 年用版 労働基準局 2012.5

- 6)正田浩三：ビルメンテナンス業における労働衛生に関する研究,一◆特に清掃業務に注目して◆— 博士論文 63p 名城大学大学院理工学研究科環境創造学専攻 ,2007.3
- 7)杉田洋,近藤貴道：建物清掃における作業環境特性と業務災害の要因に関する研究,日本建築学会計画系論文集,第73巻 第634号,2739p-2746p,2008.12
- 8)安全衛生推進者必携：中央労働災害防止協会 第23版第2刷 2012.7
- 9)大関親：新しい時代の安全管理のすべて,中央労働災害防止協会 2012.4
- 10)(公社)全国ビルメンテナンス協会：平成22年業労災保険収支状況,2012.5
- 11)黒田勲：信じられないミスはなぜ起こる—ヒューマンファクターの分析—中央労働災害防止協会,2002.6
- 12)朴美卿,中塚信弘,滝聖子,山中仁寛,川上満幸,：生理指標による職務拡大に関する研究,日本経営工学学会論文誌 vol. 62, No.4, 174p-181p 2011.1
- 13)石橋明：事故は、なぜ繰り返されるのか 中央労働災害防止協会,2011.11

### 第3章

#### 日常的な建築空間における利用者・使用者の不安安全性の検証

### 3-1. 概説

地震等による自然災害への対応（構造安全性等）、あるいは火災（防火・耐火性能・避難計画等）など非日常的な非常時の事故に対する安全性の問題は、社会的な認識も高いことから、建築生産プロセスにおいても法的な対策をはじめ様々な対策が必然的に実施される。

しかし、建築に関連する事故でも、墜落・転落・転倒・ぶつかる等、利用者・使用者の生活や行動などの身近な日常的な生活空間で発生する事故に関しては、建築関係者、利用者・使用者ともに意識が低く、十分な対策が取られているとは言えない状況がある。

前章では、建築の不安全性を維持管理業務の従事者の事故から検証したが、利用者・使用者の視点における建築物の安全性の検証・事故の傾向性という点からの調査・分析は行っていない。

そこで、本章では、日常的な事故について、建築の用途、建築の場所・部位・被災者の分類、傷害の程度・区分等における建築との関係について、維持管理実務者の経験から導きだされた経験値的な考え方<sup>1)</sup>を基に実証的に検証・分析する。また、建築において実際に発生した事故事例を文献<sup>2)</sup>から抽出し、建築生産プロセス（設計・デザイン・建築資材の選択・仕様等）との関わりについてどのような関連性があるのか考察する。

### 3-2. 調査対象物と研究方法

建築に関連する日常的な事故については、マスメディアに取り上げられるような事例があっても、個々の事例に関する報道等はともかく、事故の全体的な状況やその後の経過、原因の特定などが詳しく公開される事例は確認できないのが現状である。特に事故に利害関係のある当事者以外の事故分析・安全工学・建築・法律等の専門家などの客観的な調査や分析・事故の記録や評価等が公開されないことが改善へのプロセスを遅らせていることに関係しているものと考えられる。

そこで、公的機関である国土技術政策総合研究所が公開している「建物事故予防ナレッジベース」<sup>3)</sup>に登録されている事故は、事故種別、建物用途、事故にあった方、場所、建築部位、傷害の程度に関する事故事例が登録されていることから、本研究では、これを基にこれらの事故事例から項目毎の発生の傾向性を分析するとともに、項目相互の関連性を検証し、事故の原因と建築との関連性を明らかにするため本研究の分析対象とした。

なお、分析対象の情報源は特定されているが、それぞれの事例の調査時期・調査期間等は公開されていない。また、内容によっては、データのなかには不明の事項もあり複数回答が含まれている項目もあるので項目毎の集計値が整合していない事項もある。(表 3-1)

平成 25 年 7 月 1 日現在、分析対象 1,299 件の日常的な事故に関する情報が登録されているが、日常的な事故に関するデータは注目されることがないので、収集されることがなく情報にはなり難く、日常的な事故の全体的な構造も明確にされていないことから、不明な事項はあるが日常的な事故の全体的な傾向性を探る為の情報として分析対象とした。

分析対象において、事故にあった被災者の区分<sup>注1)</sup>、傷害の程度<sup>注2)</sup>、事故の型<sup>注3)</sup>等をベースに、建築物における利用者・使用者の日常的な事故の全体的な傾向性を分析する。

加えて、実際に発生した死傷者の発生を伴った大きな事故や甚大な物的被害を発生させた事故など利用者・使用者を始め市民の、建築の安全性への高い期待を大きく裏切る結果を招いている事故事例を文献<sup>2)</sup>から収集し、建築生産プロセスにおける要素と事故の関連性を調査し、分析する。

表 3-1 データベースの情報ソースの内訳

情報ソース	件数(件)	比率(%)
インターネット調査(画像有り)	401	30.9
学校関係団体による収集事例	269	20.7
報道事例	223	17.2
社会資本整備審議会資料	186	14.3
インターネット調査(画像無し)	151	11.6
裁判判例	69	5.3
	1299	100.0

### 3-3. 建築物における利用者・使用者の日常的な事故の発生傾向の検証

#### 3-3-1. 建築空間における事故の全体的な傾向分析

##### (1) 事故の被災者の傾向分析

建築の日常的な生活空間における事故によって発生した被災者分布を図 3-1 に示す。本調査対象では、「子ども」・「高齢者」・「障害者」・「その他」の4つに区分している。

「子ども」が最も多く、265名（約20.4%）である。次いで「高齢者」が68名（約5.2%）であった。「子ども」と「障害者」で約25.6%を占めているが、この4区分であれば人口に占める「13歳～65歳未満の一般成人（健常者）」の比率が最も高く、業務における行動の範囲や利用する建築用途も不特定多数になるため、幅が広く、事故の発生する機会、件数も多い。

また、「子ども」の発生件数が多い事が確認されたが、天窗（トップライト）からの女兒落下事故<sup>注4)</sup>の例のように繰り返して同様の事故が発生している事実もあり解決すべき課題が存在していることが考えられる。

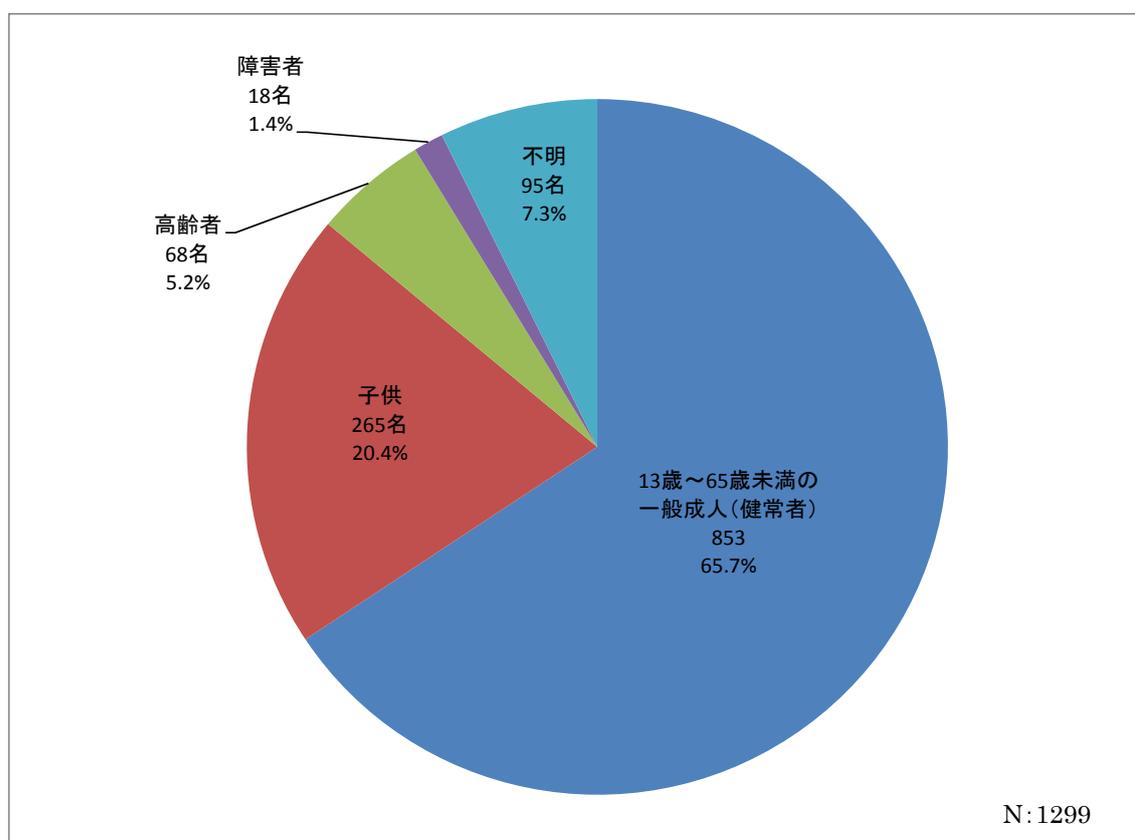


図 3-1 事故被災者の傾向分析

## (2) 発生している事故の型別の傾向

建築の日常的な身近な生活空間における事故の型別の傾向を分析した。

第1位は「墜落」の393件、次いで「転倒」の196件、「転落」の312件、「ぶつかり」の118件、「はさまれ」の79件までが上位5位であることが確認できる。併せて「墜落」「転倒」「転落」の合計で901件（約69.4%）と過半以上の数値を示している。

その他に、「はさまれ」「落下物にあたる」「巻き込まれ」「その他（火傷・感電・閉じ込めなど）」「鋭利物にふれる」「こすり」などの事故が発生していることが確認できる。（図3-2）

竣工後の日常的なごく身近な生活空間においてこれだけ多様な事故が発生している事実は建築の安全性が確保されていない可能性を強く示す事態であり、看過できない。特に、「墜落」「転倒」「転落」のような重度のケガあるいは死亡に至る可能性の高い事故が多い事は、建築の致命的な欠陥や速やかに改善・解決すべき問題があることを示唆している。

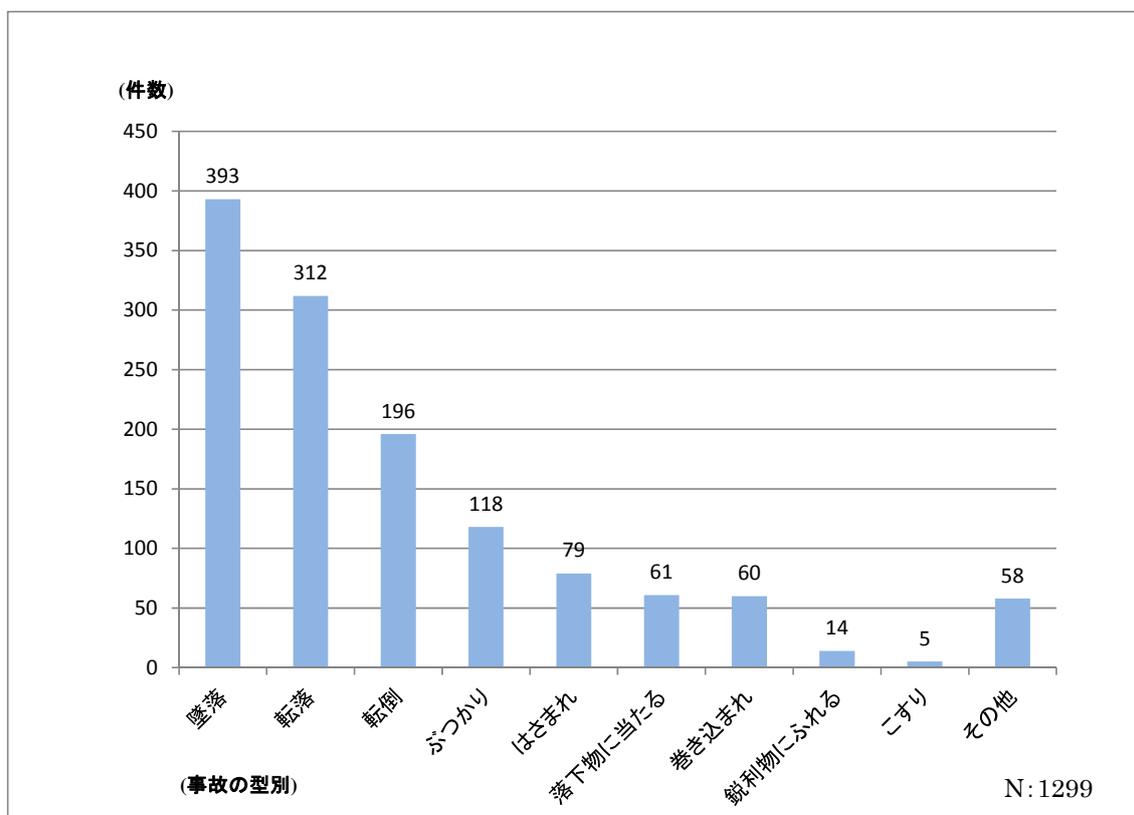


図3-2 発生している事故の型別の傾向

注:その他:火傷・感電・閉じ込めなど

### (3) 建築用途別による事故の発生傾向

建築の日常的な身近な生活空間における事故を建築用途の面から傾向を分析した。第1位は、「学校」の332件、次いで「店舗・娯楽施設等」の268件、「集合住宅の共有部等」の216件、「事務所等」の95件、「公共施設」の73件までが上位5位であることが確認できる。「学校」「店舗・娯楽施設等」「集合住宅の共有部等」の合計で816件（約62.8%）と過半数以上の数値を示しており、「学校」での事故発生件数の多い事が確認されたが、被災者の分類で確認された「子ども」の比率の高さとの関係性が確認できた。

不特定多数の人が比較的自由に利用・使用できることが特徴であることからより高い安全性への配慮が求められている場所の一つでもある「集合住宅の共有部等」を用途別として独立させて区分しているが、事故の発生が多い事が特筆される。「集合住宅」の建設事例が多いなかで日常的な安全性を留意すべき区域として考える必要がある。その他、「ホテル・旅館」「公共施設」「駅・空港」「工場・倉庫等」「その他」等で、ほぼ全ての用途の建築において事故が発生していることが確認できる。（図3-3）

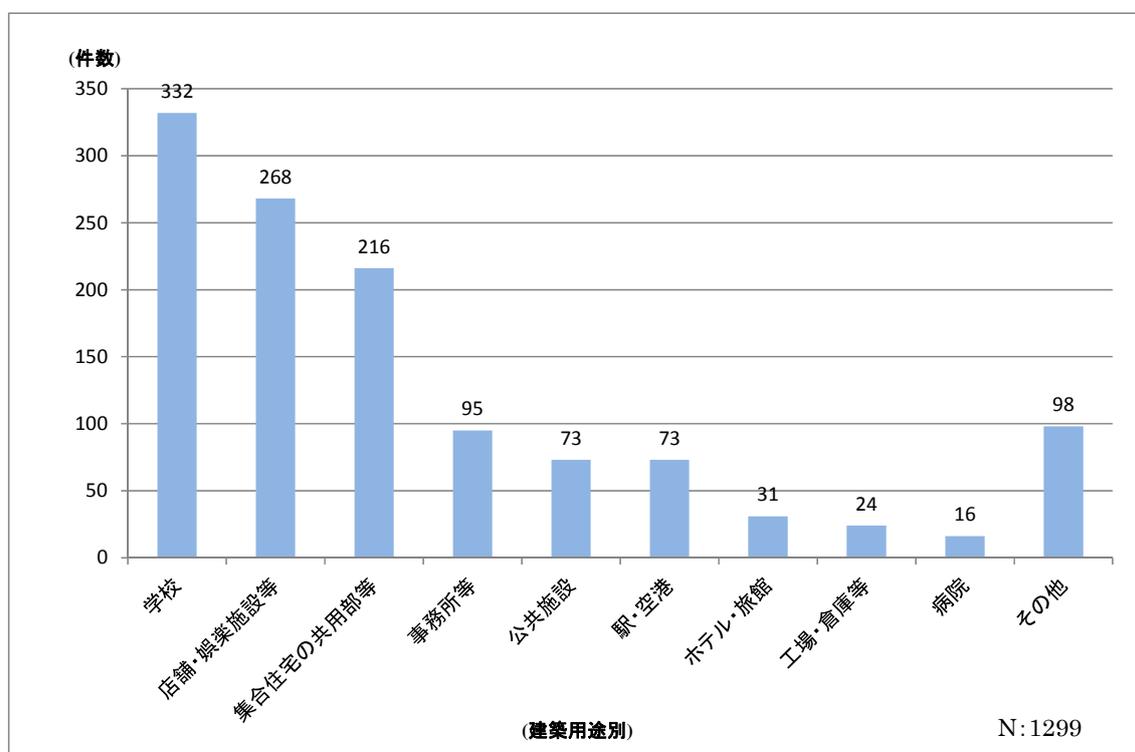


図3-3 事故が発生した建築用途別の傾向

#### (4) 事故の発生場所別の傾向

建築の日常的な身近な生活空間のどのような場所で事故が発生したのか傾向を分析した。第1位は、「その他場所」で、414件、次いで「廊下・ホール」の313件、「バルコニー・屋上・その他高所」で238件、「その他室内」が同じく238件、「出入口」の146件が上位5位である。この他、「外構・アプローチ」「水回り(キッチン・トイレ・風呂)」「駐車場・車路」などで事故が発生していることが確認できる。

「その他場所」の多い事は、本調査対象で特定的に区分した場所以外の建築空間の様々な場所で事故が発生している事実を示しており、この結果を見ると専用部分・共用部分<sup>注5)</sup>を問わず建築のほぼ全域において事故が発生していることが推認できる。(図3-4)

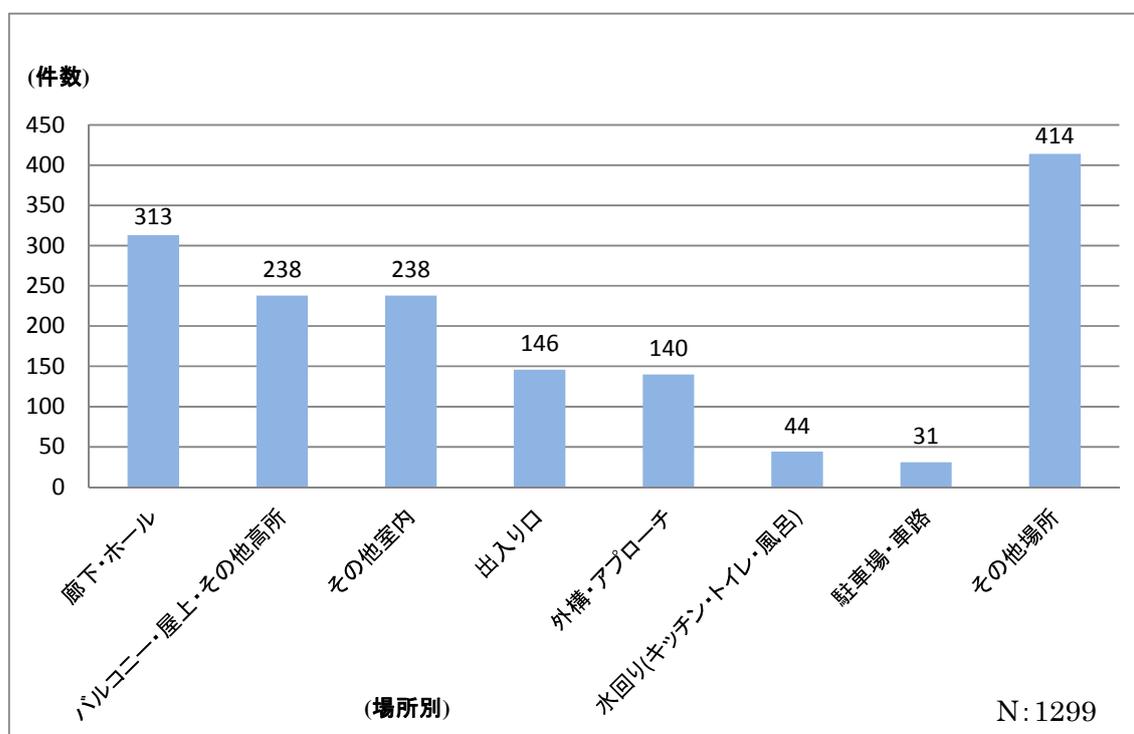


図3-4 事故が発生した建築の場所別の傾向

### (5) 事故が発生した建築の部位別の傾向

建築の日常的な身近な生活空間におけるどのような部位で事故が発生したのか傾向を分析した。第1位は、「階段」の233件、次いで「窓」の218件、「その他」の199件、「エレベーター」の193件、「平坦な床」の168件、「エスカレーター」の141件までが上位5位である。前述した事故の型別の傾向から見て「階段」、「窓」は想定される場所であるが、私達の日常的な生活で常時関わっている「平坦な床」での事故の発生が多いことが確認され、この部位に対する対応の必要性が認識される。また、改めて「エレベーター」「エスカレーター」の事故が多い事も確認できたが、建築物の中で“人が乗って動く”という機械系の安全性確保は現在社会的な課題の一つになっている。<sup>注6)</sup>

この他に、「手すり」「ドア・シャッター」「段差のある床」「スロープ」「柱・壁・間仕切り」等での事故が確認されている。(図3-5)

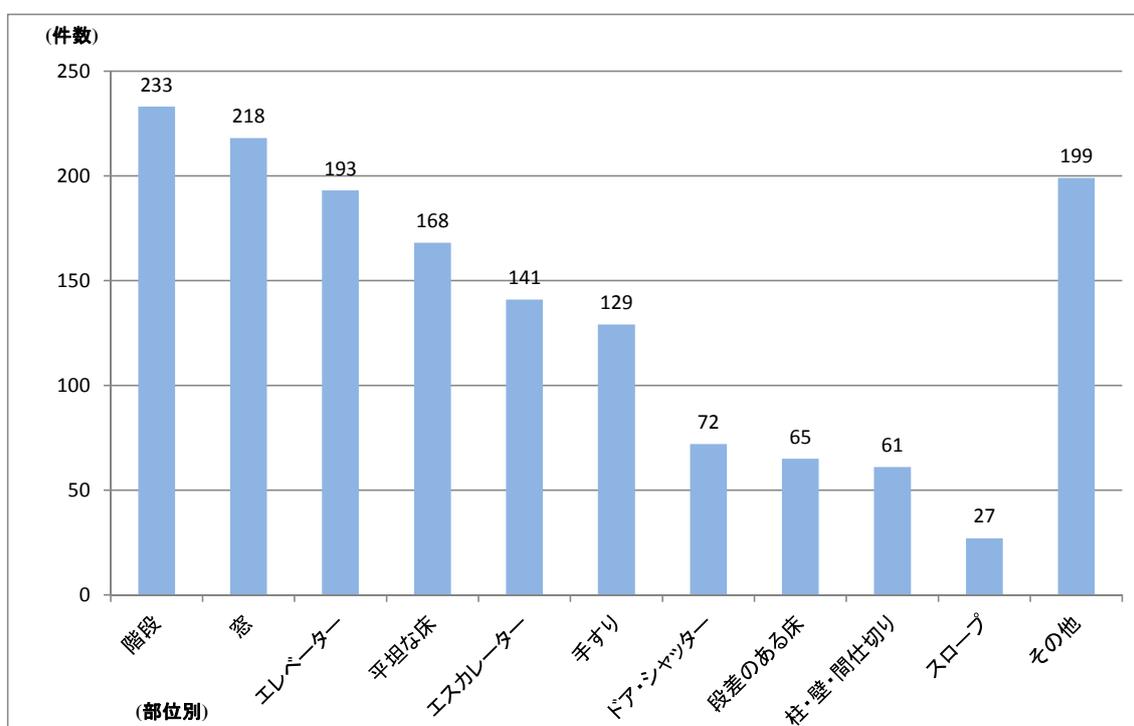


図3-5 事故が発生した部位別の傾向

### 3-3-2. 事故の要素と相互の関係性の分析

#### (1) 被災者の分類と傷害の程度との関係性分析

被災者の分類にそれぞれの傷害の程度毎の発生件数をあてはめて全体の傾向を分析した。

「重度のケガ」「死亡」の合計が445件あり、日常的な生活空間における事故が場合によっては「死亡」に至るような大きな事故になっている事実が確認できる。また、「子ども」の「重度のケガ」「死亡」が170件も発生していることは大きな特徴である。(表3-2)

発生件数の分析でも事故の重大さは認識できるが、事故の真の重さを比較するために、項目毎に重みづけをして総合的に数値化して評価する方法を実施した。この方法はA社技術部が試行的に導入している分析手法の一つでもある。

「子ども」の場合、表3-2より傷害の区分、程度、件数が確認できる。

本研究における傷害の程度(重篤度)による重みづけは、「ビルメンテナンス業界における労働災害防止のためのガイドライン」(中央労働災害防止協会)2012.3において採用されている判断を準用し表3-3に示した基準とした。

また、計算の事例は図3-6に示した通りであるが、「子ども」の場合、「重度のケガ・死亡」の重みが極めて大きいことが確認できる。

以下同様に被災者区分毎の傷害の程度による重みづけを行い、全項目を計算した結果を表3-4に示した。

この結果により、「13歳～65歳未満の一般成人(健常者)」は件数が多いことからポイント数が高く、「子ども」の事故件数は相対的には少ないが、重みづけをして評価するとポイント数は二番目に高くなる。1件当たりの重症度合で見ると、「障害者」が8.5P、次いで「子ども」が7.8Pと重症度合が大きいことが確認できる。重症度合で比較すると「子ども」は「高齢者」の約2.2倍、「13歳～65歳未満の一般成人(健常者)」の約1.8倍である。

事故件数では「子ども」は265件で「13歳～65歳未満の一般成人(健常者)」850件の約3分の1以下であるが、件数毎の傷害の重さを考慮して重みづけして評価すると事故の重さや重症の度合と事故対策の優先度が確認できる。この方法により建築の用途別に評価した危険性の詳細が表3-5である。「学校」「店舗・娯楽施設等」「集合住宅の共有部等」の危険性が高いことが明らかになった。

表 3-2 被災者の分類と傷害の程度との関係性分析

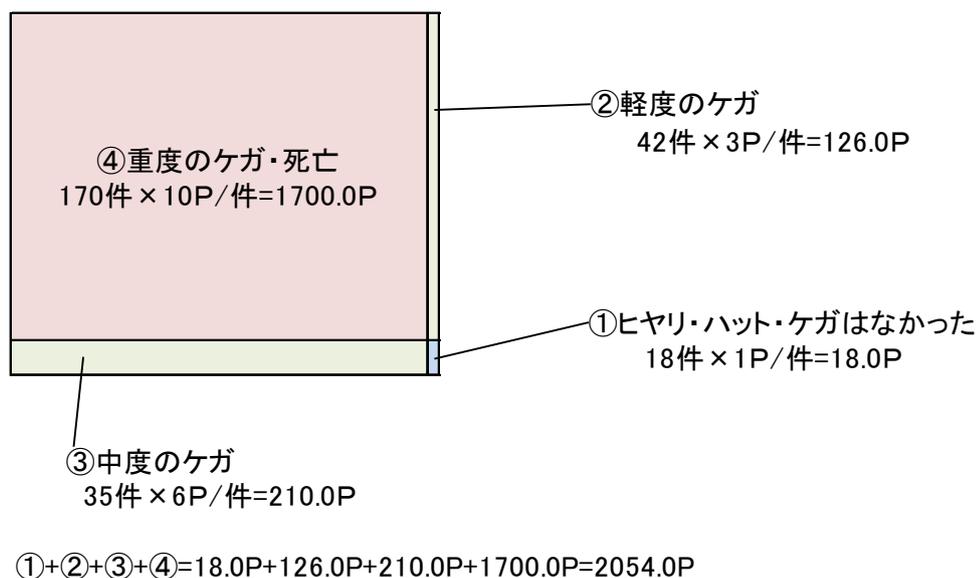
被災者区分	傷害の程度						合計
	ヒヤリ・ハット	ケガはしなかった	軽度のケガ	中度のケガ	重度のケガ	死亡	
子ども	10	8	42	35	101	69	265
高齢者	22	12	19	0	12	3	68
障害者	0	0	1	5	5	7	18
13歳～65歳未満の一般成人(健常者)	291	140	124	47	134	114	850
合計	323	160	186	87	252	193	

注:被災者の分類のうち95件が不明。また,傷害の程度分類のうち98件が不明。

表 3-3 傷害の程度による重みづけ

傷害の程度(重篤度)	ポイント数	災害の程度・内容の目安
重度のケガ(致命傷)	10	死亡や永久的に労働不能につながるけが、障害が残るけが
中度のケガ(重症)	6	休業災害(完治可能なけが)
軽度のけが(軽傷)	3	不休災害(医師による措置が必要なけが)
ヒヤリ・ハット・ケガなし(軽微)	1	手当て後、直ちに元の作業に戻れる微小なけが

注:傷害の程度の区分は,(社)中央労働災害防止協会のガイドラインの「負傷又は疾病の重篤度」によった。



注：P=ポイントの略

図 3-6 傷害の程度による重みづけのポイントの計算例（子供の場合）

表 3-4 傷害の程度による重みづけによる重症度合の分析

分類	項目	頻度 (件数)	重みづけした ポイント数(B)	1件当たりの 重症度合	危険性の程度 の評価
子ども		265	2054	7.8	IV
高齢者		68	241	3.5	II
障害者		18	153	8.5	II
13歳～65歳未満の一般成人(健常者)		853	3751	4.4	IV

注:1件当たりの重症度合は(B)÷(A)で示される

注:評価 IV:リスクがかなり高い(1000以上)

III:リスクが高い(500以上～1000未満)

II:多少問題がある(100以上～500未満)

I:ほとんど問題がない(100以上～500満)

表 3-5 建築の用途別に評価した危険性

	頻度 (件数)	1件当たりの 重症度	重症度合	危険性の程度
店舗・娯楽施設等	259	3.0	777	Ⅲ
事務所等	93	2.3	214	Ⅱ
集合住宅の共有部等	206	3.0	618	Ⅲ
学校	326	8.4	2738	Ⅳ
公共施設	71	3.9	277	Ⅱ
駅・空港	69	3.1	214	Ⅱ
ホテル・旅館	29	7.2	209	Ⅱ
工場・倉庫等	21	4.0	84	Ⅰ
病院	15	5.6	84	Ⅰ
その他	39	5.6	218	Ⅱ

注:調査時点で、傷害の程度が明らかな事故を対象とした。

注:重症度合:1件当たりの重症度合×頻度

注:重症度:(ヒヤリハット・ケガなし×1)+(重度のケガ・死亡×10)の分析÷頻度(件数)

注:評価 I:ほとんど問題がない (100以上~500未満)

II:多少問題がある (100以上~500未満)

III:リスクが高い (500以上~1000未満)

IV:リスクがかなり高い (1000以上)

## (2) 危険性が高い場所別の傾向分析

建築の場所別で事故発生件数の上位5位を対象に前項と同様に重みづけを場所別に用いて評価をすると表3-6の結果となった。

建築の場所別では「バルコニー・屋上・その他高所」の事故が1件あたりの重症度合も高く危険性が高いことが確認された。また、建築の部位別の事故発生件数の上位5位についても同様の分析をした結果、「窓」の危険性が高いことが確認された。(表3-7)

更に、この「バルコニー・屋上・その他高所」と「窓」でどのような事故が発生しているのかを分析した結果が表3-9である。「墜落」が極めて多いことが確認された。

また、どのような建築用途における「バルコニー・屋上・その他高所」「窓」で事故が発生しているのかを分析してみると、用途に関わりなく事故は発生しているが、「学校」が極めて多いことが明らかになった。建築用途別の事故発生件数が最も多い「学校」の安全性に対する課題が示唆されている。(表3-9)

表3-9で示したとおり、「バルコニー・屋上・その他高所」「窓」においての事故では、「墜落」が最も多く、事故全体においても最も比率が高い。危険性の高さについても分析したが危険性の高いことも確認された。(表3-10)

表3-6 建築の場所とリスク度合の関係性分析

建築の場所	項目	頻度(件数) (A)	重みづけした ポイント数(B)	1件当たりの重症度合 C=(B÷A)	危険性の程度 (A×C)
廊下・ホール		313	1266	4.0	1252.0
バルコニー・屋上・その他高所		238	2173	9.1	2165.0
その他室内		238	1178	4.9	1166.2
出入り口		146	265	1.8	262.8
その他場所		414	1971	4.7	1945.8

表3-7 建築の部位と危険性度合の関係性分析

建築の部位	項目	頻度(件数) (A)	重みづけした ポイント数(B)	1件当たりの重症度合 C=(B÷A)	危険性の程度 (A×C)
階段		233	1012	4.3	1001.9
窓		218	1898	8.7	1896.6
その他		199	1528	7.6	1512.4
エレベーター		193	997	5.1	984.3
平坦な床		168	1263	7.5	1260.0

表 3-8 危険性の高い場所と建築用途との関係性分析

建築用途	店舗・ 娯楽施設等	事務所等	集合住宅の 共用部等	学校	病院	ホテル・旅館	公共施設	駅・空港	工場・倉庫等	その他	不明	合計
事故の場所												
バルコニー・屋上・その他高所	8	3	15	197	0	3	7	1	3	0	1	238
窓	6	1	9	187	3	3	6	0	3	0	0	218

表 3-9 危険性の高い場所と発生している事故の型との関係性分析

事故の場所	墜落	転落	転倒	落下物に あたる	ぶつかり	はさまれ	巻き込まれ	こすり	鋭利物に ふれる	その他	不明	合計
事故の型												
バルコニー・屋上・その他高所	228	2	0	4	0	3	0	1	0	0	0	238
窓	208	1	0	2	2	2	0	0	0	1	2	218

表 3-10 事故の型と危険性の度合との関係性分析

項目	頻度(件数) (A)	重みづけした ポイント数(B)	1件当たりの重症度合 C=(B+A)	危険性の程度 (A×C)
事故の型				
墜落	393	3423	8.7	3419.1
転倒	312	667	2.1	655.2
転落	196	640	3.3	646.8
ぶつかり	118	1440	12.2	1439.6
はさまれ	79	397	5.0	395.0

### 3-4. 事故事例に基づく建築空間における不安全性の検証

本項では、浅野ら<sup>2)</sup>が行った建築の生活環境の中で発生した日常的な事故の実地調査結果を対象に分析した。

この調査における事例は、「開口部」「扉」「階段・段差」「床・通路」「屋根・天井」「壁」「内装」「昇降機」に大別されており、調査の対象として取り上げられた事例は、事故として明らかになった時点で利害関係のある当事者ではない浅野らが第三者として現認し、所有者・管理者及び設計者・施工者等の関係者に対する取材を可能な限り積み重ねている事から客観性が高く、公平性のある貴重な資料であると考えている。

また、掲載された事例以外にも数多くの類似事故が時系列的に調査されている。建築物の最も基本的な性能である「安全性」を阻害したこれらの事故では、死亡者の発生や多数の負傷者を伴った重大な事故もあれば、合わせて物的な被害を発生している事例もある。ここでは、建築のあり方に視点を置き、「不安全的状態」が作り出された原因を解明するための建築生産プロセスとの基本的な関連性を分析した。

本論文では、「分析・対策」として示された事例及び構造物（歩道橋）を除いた事例 38 件について FMEA 法<sup>注7)</sup>で分析し、原因系を探索するための基本事項について検証した。（表 3-11 に一部を例示する）

表 3-11 FMEA 法による事故分析例 (一部)

分類 No	(1) 部位 (部品)	(2) 機能	(3) 故障モード	故障の影響		(6) 故障 検知方法	(7) 推定原因	(8) 故障の影響度	(9) 対策	備考
				(4) サブシステム	(5) システム					
1	塔屋 外周	躯体 美観	建材落下 (ガラス)	塔屋外周のガラス破損	安全阻害	事故発生	製品の不良 (不純物の混入)	①又は②	520枚全部撤去 (済)	通行人負傷(1名)
2	外壁 開口部	躯体 採光	建材落下 サッシ・ガラス	サッシ・ガラスの落下 (障子部分)	安全阻害	事故発生	製品交換に伴う 施工不良(推定)	①又は②	点検の実施 (外れ止め未確認) 改修等未定	生徒負傷(1名) 物損発生(1件)
3	腰窓 庇	躯体 遮光	腰窓から庇に 出ようとして 転落	手すりがなく落下	安全阻害	事故発生	転落防止対策の不良 (未設置)	①又は②	調査実施対策は 検討中	2002年以降同県内 で同様事故が9件
4	腰窓 外周	躯体 採光	腰窓から転落 (男児)	窓用手すりがなく落下	安全阻害	事故発生	転落防止対策の不良 (未設置)	①又は②	全戸に窓用手すりを 設置(済)	室内側には手すりを 設置してあった
5	屋上 天窓	躯体 採光	天窓から転落	天窓が割れて女児が転 落(アクリル製)	安全阻害	事故発生	転落防止フェンスの位 置が不良(天窓はフェ ンスの内側)	①又は②	鉄板で覆う(済)	2001年以前に同様 の事故(6件)
6	外壁 換気窓	躯体 換気	換気窓から 転落	サッシにはめたアルミ板 が外れ転落 (男児)	安全阻害	事故発生	クレーム等でガラスを アルミ板に変更(当初 設計は法的問題なし)	①又は②	施設管理の徹底他 4項目(調査委員 会)安産柵設置 (済)	転落の可能性を 認識していた
7	エントランス (通路) 自動ドア	通行制御 美観	来館者が 衝突	来館者が自動ドアの存 在を認識できず	安全阻害	事故発生 (外発)	自動ドアの存在がわ からない(位置不良) 通路のガラスと一体化 して区別できない	②又は③	自動扉の告知(紙) 自動扉センサーの 検知範囲の拡大	同施設では他所でも 同様の事故発生

注:本調査の対象である事故事例(38件)について分析

注:①:決定的重大問題 ②:重要問題 ③:問題である

#### (1) 建築物の用途と事故種別の関連性

用途別に見ると、「学校」をはじめ、不特定多数の方が使用する「商業施設」「スポーツ施設」「複合施設」「事務所」等で事故が発生している。また不特定多数の方が使用しているとは言いがたい「住宅・共同住宅」でも事例が多い。これらの傾向は「建物事故ナレッジベース」とほぼ同様の傾向を示している。事故種別については、原則として事故の型別分類に準じたが、一部特殊な事例もあり記載事例の表現を用いた。「建材落下」「転落」が多いが「転倒」「はさまれ」「衝突」等も発生している。(表 3-12)

表 3-12 事故の分類と発生場所・部位

事故の区分	場所・動作	現象・建材
1 建材落下	①塔屋-外周	ガラス
	②外壁-開口部	サッシ・ガラス
	③屋内-天井(作業場)	サンドイッチパネル
	④屋内-天井(プール)	天井パネル
	⑤屋内-天井(アイスアリーナ)	石膏ボード
	⑥屋外-天井(アーケード)	天井パネル(アルミ)
2 転落等	①腰窓-扉	手摺なし
	②腰窓-外周	手摺なし
	③屋上-天窓	天窓破損
	④外壁-換気窓	窓アルミ板の外れ
	⑤ホール-客席(可動席)	立入禁止場所(施錠なし)
	⑥吹抜け-エスカレーター	手摺に乗る
	⑦ピロティ-屋根	ガラスを踏み割る
3 衝突	①エントランス-自動ドア	自動ドア確認できず
	②エントランス-窓ガラス	西日でガラス判別不可
	③渡り廊下-ガラス扉	ジャンプして衝突
	④中庭-ガラス壁	ガラスの認識なし
4 はさまれる	①通路-防火用シャッター	操作ボタンの位置から死角
	②エントランス-回転ドア	頭をはさまれる
	③エスカレーター-エスカレーター周囲	保護板に頭をはさまれる
	④エレベーター-本体	制御不能
5 転倒	①通路-段差	増築による段差
	②通路-階段	レストラン内部が店毎に床面の高さが違う
	③外周-床面	雨が降ると滑りやすい
	④外周-縁石	雨が降ると滑りやすい
6 剥落	①屋根-内側	仕上げ部分が剥落した
	②外壁-仕上げ材	外壁スレートが落下
	③外壁-仕上げ材	外壁タイルが落下
7 その他	①通路-階段	段差が認識負荷
	②個室プール-居室	避難不可
	③屋上-ヘリポート	野鳥が住みつき被害
	④外壁-ガラス	反射光による光害
	⑤外壁-ガラスタイル	反射光による光害
	⑥外壁-ガラス	凹面ガラスで焼損
	⑦内壁-内光	シックハウス症候群の発生
	⑧内壁-内光	仕上げ材による臭気の発生
	⑨内壁-内光	色彩(白)統一でまぶしさ
	⑩エレベーター-ピット	浸水により地下一階で溺れる

## (2) 建築物の部位と事故種別との関連性

次に建築物の部位と事故種別との関連性を考察した。機械系である「エレベーター」(4件)を除いて「壁」「開口部」(窓を含む)「屋根・天井」「扉」「床・通路」での事故発生が多く、全体的にみても有意な傾向は認められない。しかし、建築物内の各所で事故が発生しているという事実があり、日常的な生活空間の安全性に欠陥があるという事実を示唆している。

## (3) 推定原因と建築生産過程との関連性

事例の分析から推定原因を抽出した。現時点での推定される事故原因を纏めると「安全対策の不備」「建材選択の不備」「安全装置の不良」「施工の不備」等だけで大半（27件 71.0%）を占めている。これらの事例の推定原因の多くは、企画・設計・施工の建築生産プロセスに起因していることが推認できる。特に「安全対策の不備・不良」「安全装置の不良」「安全対策の不良」など最も肝心なところに問題のあることが確認できた。（表 3-13）

表 3-13 事故の推定原因と推定責任の分析

事故の分類	推定される原因	推定される責任者
1 建材落下	①製品不良	設計,製品メーカー
	②交換に伴う施工不良	施工
	①天井材の振れ止めの不良	設計,製品メーカー
	②結露で天井材が重くなる	設計
	③天井パネルの上に鳩の糞(鳩が住める構造)	管理,設計
2 転落,墜落	③転落防止対策の不良(未設置)	設計
	④転落防止対策の不良(未設置)	設計
	⑤転落防止フェンスの位置不良	設計,施工
	⑥クレームでガラスをアルミ板に変更	設計,施工(元設計は順法)
	⑮立入禁止明示されず,施錠せず	管理
	⑯転落防止対策の不良	設計,管理
	⑳転落防止対策の不良	設計,管理
3 衝突	⑦自動ドアの存在が判別できない	設計
	⑧西日でガラスの存在が不明	設計
	⑨フロートガラス(3mm)の為破損	設計(安全設計指針では可)
	⑭中庭に面したガラスが認識できない	設計
4 はさまれる	⑩防火シャッターの操作位置が遠く,見えない(防止装置見設置)	設計
	⑪自動回転ドアの挟まれ防止センサー作動せず	設計,管理(所有者)
	⑰エスカレーターの手摺と保護板の間に頭がはさまれる	法的規則なし
	⑱エレベーターが勝手に作動し体をはさまれた	製品メーカー,管理
5 転倒	⑬増築のために通路に段差	設計,設備
	⑭店舗内の床面が場所毎に異なる	設計
	⑯雨天時に床面(石材)が滑りやすい	設計,管理(所有者)
	⑰雨天時に縁石が滑る	設計
6 剥落	⑮屋根内側のプレキャストコンクリート	施工,製品メーカー
	⑯外壁の仕上げ材が剥落(多発)(粘板岩のスレート)	設計,施工(原因不明)
	⑰外壁の仕上げ材(タイル)が剥落	設計,施工(原因不明)
7 その他	⑩階段の段差が識別不能	設計
	⑱火災により避難できず(改修工事の不良,排煙口を扉で)	設計(法令には可),施工,行政
	⑲ヘリポート下部に鳩が住みつき被害	設計,管理
	⑲反射光による焼損(火災)	設計
	⑳反射光による光害発生(多発)	設計
	㉑外壁タイルに反射光の光害	設計
	㉒内光仕上げ材(水性塗料)より化学物質	設計,施工
	㉓内光仕上げ材(建材)よりホルムアルデヒド発生	設計,施工
	㉔内光仕上げ材を白で統一したが,「まぶしい」という苦情が多発	設計
	㉕豪雨で地下一階が浸水,エレベーターで降りたが溺れた	設計,施工

### 3-5. 結果及び考察

本章で得られた知見を以下に記す。

①建築の日常的な生活空間においても事故が発生していることが確認された。維持管理業務の対象となる空間と利用者・使用者の為の空間とはほぼ重なりあった空間であり、維持管理作業の安全性にとどまらず、安全性が担保されているかどうかは、建築物の品質そのものと言っても過言ではない。

②維持管理業務の労働災害における事故の型では、「転倒」「墜落・転落」「動作の反動・無理な動作」が多い事が確認されているが、日常的な生活空間における事故の型では、「墜落」「転倒」「転落」が多く類似していることが確認できる。「動作の反動・無理な動作」が労働災害に多く、日常的な事故に少ないことは、維持管理業務の作業行動に起因しているものと判断される。

③これらの傾向から「バルコニー・屋上・その他高所」、「窓」が部位別でみると事故の発生件数も多く、事故のリスクも大きいことが確認された。これらの部位は日常的に生活するごく身近に存在する部位であることから、徹底した安全対策の必要性が示唆される。

④用途別では、「学校」における事故の件数も発生した事故の重さも大きく総合的な危険性が高いことが確認されたが、「学校」以外の用途の建築が安全であるとは言えず、様々な用途において種々の事故が日常的に発生している事実を踏まえる必要がある。

⑤大きな事故の分析では、事故の経験が建築設計や運用に使える知見として報告されている事例があるように、事故の単なる現象だけではなく、設計のフェーズや維持管理の段階まで遡及して配慮すべき事項や、事故調査から浮き彫りになった技術的な課題や建築生産プロセスとの関連性の分析までが必要であると考えられる。

データベースより「不安全的な状態」（物的要因）と「不安全的な行動」（人的要因）を抽出、整理し、建築生産プロセスにおける推定責任の所在を検討したものが図3-7である。設計・施工段階との関係性が強いことが確認できる。

⑥38件の事故事例を分析して得られた知見を表3-14に示す。

事故事例の関係者らの調査資料では、事故後の一時的な応急的処置に終わり、根本的な処置が実行されてこなかった事実の裏返しでもあることから、事故情報が共有されず、水平展開がされていないこと及び依然として事故の発生等について隠蔽体質があることが窺え、同様の事故の再発が懸念される。

「日常的な生活環境の中で一般的な利用者・使用者の事故がこれだけ発生している」と言う厳然たる事実を全ての建築関係者や建築関係の研究者等は認識しなければならない。

利用者・使用者側も日常の生活環境の中に建築物の危険要素が存在しているという事を強く認識して、意識のレベルアップを図り、建築生産プロセスにおける危険性の排除を強く主張しなければならないことが認識される。

⑦維持管理を行う作業の空間,利用者・使用者のための生活空間,その両方の機能を持つ空間すべてにおいて事故が発生していることが確認できた。建築には事故の背後要因になり得る物的要因が危険要素として潜在しており、「不安全な行動」と接触することにより、ヒヤリ・ハットで済むこともあれば重大な事故になることもあり、建築物の日常的な安全性は建築生産プロセスにおいて確保されなければならない重要な機能といえる。

⑧今後、日本における総人口は減少していくものと推計されており、45歳以上の人口の比率が増加する傾向にあることから、建築物内の安全性についても高齢化の影響を受けることが予測される。

維持管理業務の従事者についても、加齢に伴う体力の低下や熟練技術者の減少が懸念されているが、建築物を含めて高齢化した社会の構造になるので、日常的な生活空間の安全性がより重要性を増してくる。

高見らの報告<sup>6)</sup>によれば、公共的な建築空間の安全性が何も変化しなければという前提であるが、転倒・転落による死者は、今後年間20人程度増加し続け2015年には4,000人を超える可能性があるとの予測をしている。

その後の増加数はやや緩やかに変化していくが、2028年には5,000人、2034年には5,500人を超えるという報告である。

日常的な生活空間における事故の発生を抑制していくには、建築との関連性をより明らかにし、建築物の危険要素を事前に排除することが条件になる。

「不安全な状態」 (物的要因)	事故の原因となる動作 (人的要因)	推定責任の所在			
		設計者	施工者	管理者	その他
・手すりがない	(転落する)	○			
・すべる素材(建材)	(すべる)	○	○		
・濡れるとすべる素材	(すべる)	○	○		
・凍結	(すべる)				○
・床面の汚れ(ごみ)	(すべる)			○	
・床維持剤がすべる	(すべる)			○	
・蹴上げの寸法が高い	(つまづく)	○	○		
・踏面の寸法が狭い	(つまづく)	○	○		
・蹴上げ・踏面の寸法が不規則	(つまづく)	○	○		
・階段と斜面が交差している	(つまづく)	○	○		
・踊り場がない	(つまづく)	○	○		
・暗い	(つまづく)	○	○		
・踏面が水平でない	(ぐらつく・ふらつく)		○		
・滑り止めが不具合	(ぐらつく・ふらつく)		○		
・勾配が急である	(踏み外す)	○	○		
・踏面の寸法が狭い	(踏み外す)	○	○		
・蹴上げ・踏面の寸法が不規則	(踏み外す)	○	○		
・最初(最後)の一段の形状が異なる	(踏み外す)	○	○		
・滑り止めが不具合	(踏み外す)		○		
・階段と斜面が交差している	(踏み外す)	○	○		
・踊り場がない	(踏み外す)	○	○		
・段鼻が見えない	(踏み外す)	○	○		
・錯覚を起こし易い床面の模様	(踏み外す)	○	○		
・暗い	(踏み外す)	○	○		
・床面の磨耗・破損	(踏み外す)			○	
・見えない死角がある	(人にぶつかる)	○	○		
・階段の幅が狭い	(人にぶつかる)	○	○		
・通行者が多い	(人にぶつかる)	○	○		
・障害物が置かれている	(物にぶつかる)			○	

図 3-7 「不安全な状態」と事故の原因となる動作の関係性分析

注: 「事故の原因」(不安全な状態)及び「事故の原因となる動作」は建物事故予防ナレッジベースの分類を準用し,整理,加筆した

表 3-14 建築空間における事故事例から得られた知見

- ・重大事故の前に同じ施設内で同様の事故が発生している事例がある(改善されない)。
- ・類似事故が多い(繰り返し)。
- ・事故の発生を認識(予感)していた可能性のある事故がある。
- ・以前から予兆となる事故・ヒヤリ・ハットが発生している。
- ・建築基準法等あるいは安全設計指導等を満たしていても事故が発生している。
- ・法律面で未整備な部分も指摘される(例:新しい建築用途の出現においていない)。
- ・行政の対応の不備もある(例:用途変更などを把握しきれていない)。

## 補注

## 1)被災者の区分

本調査対象においては下記の区分となっている。

用語	説明
子ども	乳幼児・小学生
高齢者	概ね 65 歳以上の方
障害のある方	足,目,耳の不自由な方など
その他	概ね 13 歳～65 歳未満の一般成人

## 2)傷害の程度

本調査対象においては下記のとおりである。

用語	説明
ヒヤリ・ハット	事故は起きなかったが、ヒヤリとした
ケガはしなかった	治療を要するようなケガはしなかった
軽度のケガ	自分で治療する程度のケガをした
中度のケガ	通院が必要なケガをした
重度のケガ	入院が必要なケガをした
死亡	治療の甲斐無く亡くなった

## 3)事故の型

本調査対象においては下記のとおりである。

用語	説明
墜落	ベランダなど高所から落下すること
転落	階段やエスカレーターから転がり落ちること
転倒	床の上で転ぶこと
落下物にあたる	上から落ちてきた物にあたること
ぶつかり	建物の部位や人に体をぶつけること
はさまれ	ドアや窓などの可動部やすき間にはさまれること
こすり	壁などで体をこすること
鋭利物にふれる	割れたガラスやとがったものに触れること
巻き込まれ	機械で動くものに巻き込まれること（機械設備のみ該当）
その他	火傷・感電・閉じ込めなど

## 4)天窓(トップライト)からの女児落下事故

2001年9月13日,神奈川県内の小学校において,屋上の天窓が割れ,そこから女児が転落し重体となる事故が発生した。<sup>2)</sup>

## 5)専用部分・共用部分

専用部分とは,建築物の目的とする用途に使用される部分をいう。事務用途であれば,事務室,会議室,及び付属する諸室など専ら事務用途に供する場所。共用

部分は、廊下、階段、玄関ホール、トイレ、エレベータホールなど共同で使用する場所をいう。共有部と表現することもある。

6)建築物における機械系の安全性に関する報道例<sup>4)</sup>

7) FMEA 法

Failure Modes Effects Analysis の略で、故障モード（形態）影響分析をいう。システムを構成する要素あるいはサブシステムの故障がシステムの故障、機能障害、操作上の障害などに及ぼす影響を定性的の解析する手法で、元々アメリカ自動車協会が開発し、信頼性の解析分野で活用されていたが、現在ではヒューマン・エラーのシステムに及ぼす影響などにも活用されている。<sup>5)</sup>

### 参考文献

- 1)木村宏,前川甲陽,古橋秀夫,斉藤勝,坂本政二,木村榮一：「昭和 62 年度建築物内環境の総合評価手法に関する研究報告書」(財)日本環境衛生センター(主任研究員 山中 和) 1983. 10
- 2)浅野祐一他 日経アーキテクチュア編:建築設計や運用に使える知見を事故に学ぶ「危ないデザイン」日経BP社 2011. 2
- 3)国土技術政策総合研究所；建物事故予防ナレッジベース,[www.tatemonojikoyobo.nilim.go.jp/](http://www.tatemonojikoyobo.nilim.go.jp/),2013. 7. 1
- 4)読売新聞記事 2013年6月20日付 朝刊
- 5)大関親：「新しい安全管理のすべて」 中央労働災害防止協会 2011. 4
- 6)高見真二,小野久美子：「建築空間におけるユーザー生活行動の安全確保のための評価・対策技術に関する研究」建設マネジメント技術 経済調査会 2010. 8

第4章

維持管理に関する建築の不完全性の実証的な検証

## 4-1. 概説

地球環境の保全やエネルギー枯渇の問題が現実的となり、持続可能性の高い社会への転換が強く求められるようになった。建築も例外ではなく、基本的な設計の在り方や設備機器の運用等に関して、所有者、利用者、使用者、経営者をはじめ、設計者、施工者、維持管理者等の全ての建築関係者がそれぞれの立場で、より適切な環境形成への努力や建築の維持管理の活動を目指している。

しかし、建築の維持管理を実際に行う現場では様々な問題に遭遇しており、労働災害や設備機器のブレークダウン（Break down）のような厳しい事例だけではなく、維持管理業務に伴う日常的な問題が数多く発生している事実があり、維持管理の視点からは、建築物の初期性能に不完全性が認められる。<sup>1)</sup>

本章では、故障事例の検知から始まる発生過程を知ることにより環境形成における責任の所在を探るという手順<sup>1)</sup>より、下記の2つの研究目的から分析、検証を行う。（図4-1）

①維持管理上の諸問題（不具合・支障・故障・トラブル等）（以下；故障事例）に関するデータを実務の現場から収集し、これらの故障事例を基に、全体的な傾向をはじめ、設備分類毎の傾向、発生部位別、事故の検知の傾向、その及ぼす影響の度合、発生場所の傾向、故障モードの分類等の分析、考察することで、故障原因によって、これらの事象が維持管理業務の活動に与える具体的な影響と発生原因を検証する。

②建築物の初期性能において確認される不完全性は、建築環境の形成の過程即ち建築生産プロセスと密接な関係性を有していることから、その原因を検証する。



図 4-1 研究手順

## 4-2. 調査対象物と研究方法

本研究は、(社)全国ビルメンテナンス協会(以下；全国協会)が設置した「建築の質の向上に関する検討会」<sup>注1)</sup>において実施したアンケート調査(以下；本調査)の一部として行った。

本調査は、全国協会に加盟する47都道府県の維持管理業者を対象として、最も一般的な用途である事務所建築物を対象としており、調査の概要は表4-1に示した。維持管理業者が実際に契約し管理している建築物において確認されている「建築物の故障・不具合の状況」について、自由意志による記述式で回答を求めたものである。

記述内容の一部でも修正しなければならない回答、若しくは現場確認・追跡調査が必要であると判断される事例は検討会の判断により、その回答は削除している。また、回答の中には、同じ建築物の中で複数の事例が記載されているものがあったが、同類のもの(例：照明器具が高所に設置。階段上部および大会議室)は、一つの事例として纏め、その他のものは全ての項目を故障事例として採用した。

なお、本章における用語の定義は検討会において使用された定義を準用している。(表4-2)

収集された故障事例は、管理業務別に5つのグループに分類した。(表4-3)故障事例は、その故障の影響の内容、影響度、故障発見の難易度等によって区分されるが、本研究ではすべての事項をFMEA法によって分析を進めている。(表4-4)なお、表4-4の「故障モード」<sup>注2)</sup>は、アンケート回答者(以下；回答者)の記入した表現を採用し、「故障の影響」は現実に故障が発生しているレベル(サブシステム)<sup>注3)</sup>と、その結果として影響が波及するレベル(システム)を想定して記入した。<sup>2)</sup>

「故障の影響度」は、表4-4の欄外下部に記載している4段階で判定した。

「対策」は、現在の問題を解決するための応急的対策と根本的な問題の解決を目指す根本的対策を現段階における考え方として記載した。

「備考」には、回答者が記載した文章の中から、記載しておいた方が良いと判断される事項について回答者の表現で記載した。これ等を基本として上記の分析を進めた。

表 4-1 調査の概要<sup>3)</sup>

調査期間	平成21年1月～2月
調査方法	アンケート用紙郵送法
配布先及び配布数	(社)全国ビルメンテナンス協会会員企業(維持管理会社)690社に対し,1社当たり2枚配布した。配布した調査表は1,380枚。
回答数	341件(回答率:24.7%)
有効回答数	325件(有効回答率:23.6%)
調査対象の建築物条件	1.主たる用途が事務所であること。 2.設備の常駐管理を行っていること。なお,清掃管理や警備業務も行っていることが望ましい。
主な調査項目	回答企業が管理している調査対象建築物について,建築物の概要及び管理契約,建築物情報・維持管理情報の活用,建築・設備等の故障・不具合事例,維持管理者としての役割と関係者との連携を尋ねた。

表 4-2 本研究における用語の定義<sup>3)</sup>

用語	定義
維持管理	建築物等(建築・建築設備・外構・植物等)の機能・性能を常時適切な状態に維持するために行う保全の諸活動,並びに関連業務を効果的に実施するための管理活動のこと。
維持保全	建築や建築設備の初期性能を維持するために,運転・監視,保守,修繕を行うこと。
予防保全	定められた手順により,計画的に点検,試験,調整,部品の取替えなどを行い,使用時の故障を未然に防止するために行う保全のこと。
事後保全	異常や故障が発生したときに修理・修繕などを行う保全のこと。
設備管理	建築物の設備の機能・性能を良好に維持し,経済的な面も含めて合理的に運用すること。運転・監視,日常点検・保守,定期点検に分かれる。
清掃管理	建築物に付着し,汚染しているほこり,汚れ,土砂を除去し,衛生的な状態にすること。
警備業務	建築物内の安全の確保や,防災・防火の活動を行うこと。
維持管理者	建築物を対象として,清掃管理,設備管理,警備業務を行う者,またはこれらのサービスを一括して請負い,提供する事業者のこと。

表 4-3 管理業務の分類

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・警備業務に関するもの(分類No.1)</li> <li>・設備管理に関するもの(分類No.2)</li> <li>・清掃管理に関するもの(分類No.3)</li> <li>・修繕工事,リニューアルに関するもの(分類No.4)</li> <li>・管理事項に関するもの(分類No.5)</li> </ul> |
|--|

表 4-4 故障事例の FMEA 法に基づく分析例 (一部)

分類 No	(1) 部位 (部品)	(2) 機能	(3) 故障 モード	故障の影響		(6) 故障の 検知方法	(7) 推定 原因	(8) 故障の影 響度	(9) 対策	備考
				(4) サブシステム	(5) システム					
1-15	守衛室 (地下室)	・入退管理 ・警備	守衛室が地下にあるため入退管理が不可能	1階の出入りが管理出来ない	・安全な環境を維持できない ・作業効率の低下	実体験 (目視)	・運営・維持管理に対する知識の不足 ・警備計画の不備 ・設計図の未確認	II	・改修(移設) ・設計へのFB	
2-3	点検口 (パイプ シャフト)	・配管等の点 検・操作	入り口として狭く入り難い	作業が困難 (危険な作業)	・安全作業の阻害 ・維持管理作業の阻害 ・作業効率の低下	実体験	・維持管理に対する知識の不足 ・維持管理作業対策の不備	II	・改修(移設) ・設計へのFB ・設備設計へのFB	
2-22	警報機	・異常の周知 ・警報	警報が出ない区域があった(結線せず)	一部の区域で警報が出ない	・危険な状況を認知出来ない ・安全な環境を維持できない	故障の発生時 (全体検査で発見)	・施工の不良 ・施工管理の不備 ・引き渡し時の確認不備	I	・改修(結線) ・施工管理へのFB ・引き渡し時の確認見直し	
2-34	吹出口 (空調・吹 抜け)	・空調	高い天井面に設置 上下で温度差 (吹出口は2階天井)	上下で温度差発生 (冷房時は良いが、暖房時は2階暑く1階は寒い)	・室内環境の阻害 ・維持管理作業	実体験	・吹出口の設置位置不良 ・設備設計時の検討不足	I	・改修(検討) ・設備設計へのFB ・設計へのFB	
3-14	ガラス面 (吹抜け・ 3階分)	・構造 ・美観	高所のガラス清掃が出来ない(内部)	足場が無く高所(内部)のガラス清掃が出来ない	・安全作業の阻害 ・美観の低下	実体験 (目視)	・高所作業対策の不備(内部) ・維持管理に対する知識の不足	III	・改修(見直し) ・設計へのFB	清掃費用の増加 (足場の組み立て)

注：故障の影響度 I：致命的 II：重大 III：軽微 IV：微小

注：FB：フィードバック

### 4-3. 建築物の不完全性の発生事例の基本的な検証

#### 4-3-1. 故障事例の全体的な傾向分析

##### (1) 調査対象建築物の竣工年と故障事例の発生件数との関係性

調査対象となった建築物の延床面積は「3,000 m<sup>2</sup>以上~10,000 m<sup>2</sup>未満」が全体の約46.6%と最も多く、全体の約96.6%が3,000 m<sup>2</sup>以上であった。「建築物の衛生的環境の確保に関する法律」が適用される特定建築物（用途や延面積により適用されない建築物もある）<sup>注4)</sup>であり、同法により維持管理上の然るべき配慮が求められている規模の建築物がほとんどであることが確認された。

また、回答のあった建築物の竣工年と故障事例とのクロス集計の結果は表4-5である。竣工年次の新しい建築物であっても故障事例が確認されている。

故障事例の件数比率の経年の推移を見る限り減少しているとは認められない。少なくとも、著者らが故障事例について一連の研究<sup>4),5),6),7),8),9)</sup>を開始した1980年の事例と比較しても現在の故障事例が減少しているという事実は確認できない。

表4-5 調査対象建築物の竣工年と不具合件数とのクロス集計<sup>3)</sup>

竣工年	不具合件数		構成比(%)	
	調査対象 件数	不具合 件数	調査対象 件数	不具合 件数
~昭和39年	12	5	3.8	2.0
昭和40年~昭和49年	37	34	11.6	13.5
昭和50年~昭和59年	60	39	18.9	15.5
昭和60年~平成5年	104	67	32.7	26.8
平成6年~平成14年	67	52	21.1	20.7
平成15年~	38	54	11.9	21.5
回答数(n)	318	251	100.0	100.0

## (2) 故障事例の業務別分類の傾向

収集した事故事例は、管理業務別に下記の5つのグループに分ける。

- ・警備業務に関するもの（分類 No.1）
- ・設備管理業務に関するもの（分類 No.2）
- ・清掃管理業務に関するもの（分類 No.3）
- ・修繕工事・リニューアル工事に関するもの（分類 No.4）
- ・管理事項に関するもの（分類 No.5）

グループ毎に通し番号をつけ、表 4-4 に示したとおり、No.1—11（例）のように表示した。

「修繕工事・リニューアル工事に関するもの」には、建築構造に関するものを含めて分析した。今回の調査対象の総合計件数 325 件の内、無効及び無回答の件数 7 件を除いた、318 件の調査対象の建築物の中で 251 件（約 79.0%）の建築物で故障事例の発生が確認された。同じ建築物から異なる内容の故障事例が複数で回答された事例を含めて故障事例は合計 256 件であった。（図 4-2）

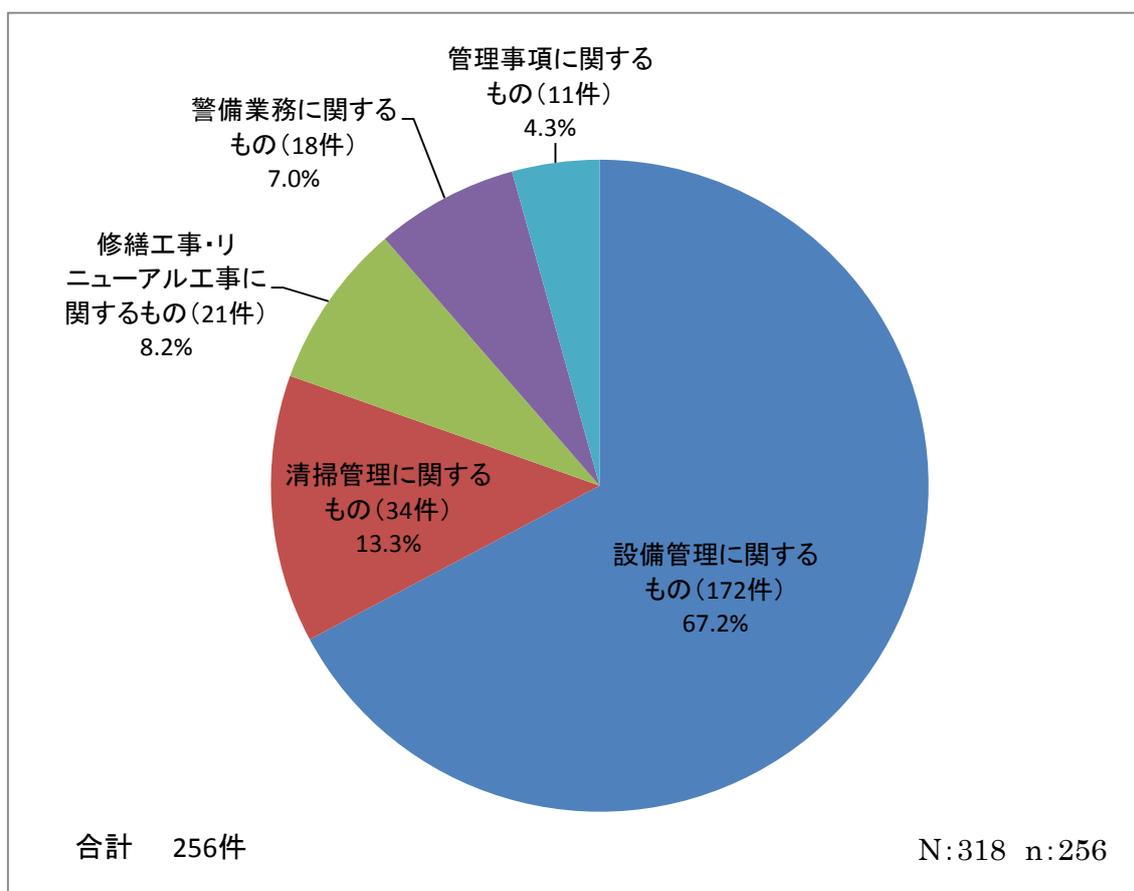


図 4-2 故障事例の業務別分類

## (3) 故障事例の分析結果

業務分類別でみると「設備管理業務に関するもの」が172件（約67.2%）と最も多い事が確認できた。次いで、「清掃管理業務に関するもの」が34件であった（表4-6）。最も故障事例の多い設備管理業務は、専用部分・共用部分に加え管理用部分や外周、外装部分も作業の対象になるので、業務の種類も多く建築物の故障事例と遭遇する機会が多い。また、建築物の機能・性能はその大部分を建築設備が担っており、建築物における重要性が高い点に鑑み、ここでは設備管理業務に焦点を絞り分析した。

表4-6 清掃管理業務に関する事故事例の分析

故障事例の分類	件数(件)
1 高所作業対策の不備・不良 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高所の照明器具</li> <li>・エントランスホール・吹き抜け部分の壁面</li> <li>・吹き抜け空間の天井ガラス面</li> <li>・外壁面(ガラス、カーテンウォール他)</li> </ul>	14
2 作業用スペースの不備・不良 <ul style="list-style-type: none"> <li>・資機材倉庫</li> <li>・ごみ集積所</li> <li>・トイレ廻り各所</li> <li>・塔屋廻り</li> </ul>	7
3 作業用施設の不備・不良 <ul style="list-style-type: none"> <li>・作業用コンセント(位置・数量)</li> <li>・作業環境(換気)</li> <li>・スロップシンク(位置)</li> </ul>	3
4 作業動線の不備・不良 <ul style="list-style-type: none"> <li>・地下階までエレベーターが昇降しない</li> <li>・作業動線が不効率</li> </ul>	3
5 床仕上材の不備・不良 <ul style="list-style-type: none"> <li>・床仕上材が滑り易い</li> </ul>	2
6 その他の事故事例 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外壁(白華現象)</li> <li>・屋上の屋根(鳩が侵入)</li> <li>・トイレ(老朽化による漏水)</li> <li>・廃棄物の計量対策</li> <li>・図面の不整備</li> </ul>	5
合計	34

### 4-3-2. 設備管理業務における建築物の不完全性の検証

#### ①故障事例の設備分類別の傾向分析

空調設備が56件(約32.6%)と最も多かった。次いで、電気設備が45件(約26.2%)、給排水衛生設備が28件(約16.3%)、維持管理業務の関連施設が24件(約13.9%)という結果であった。故障事例の対象がどの設備に関わるものか明確に分類されるものだけで148件(約86.0%)であり、具体的かつ明確な故障事例の多い事が確認された。(図4-3)

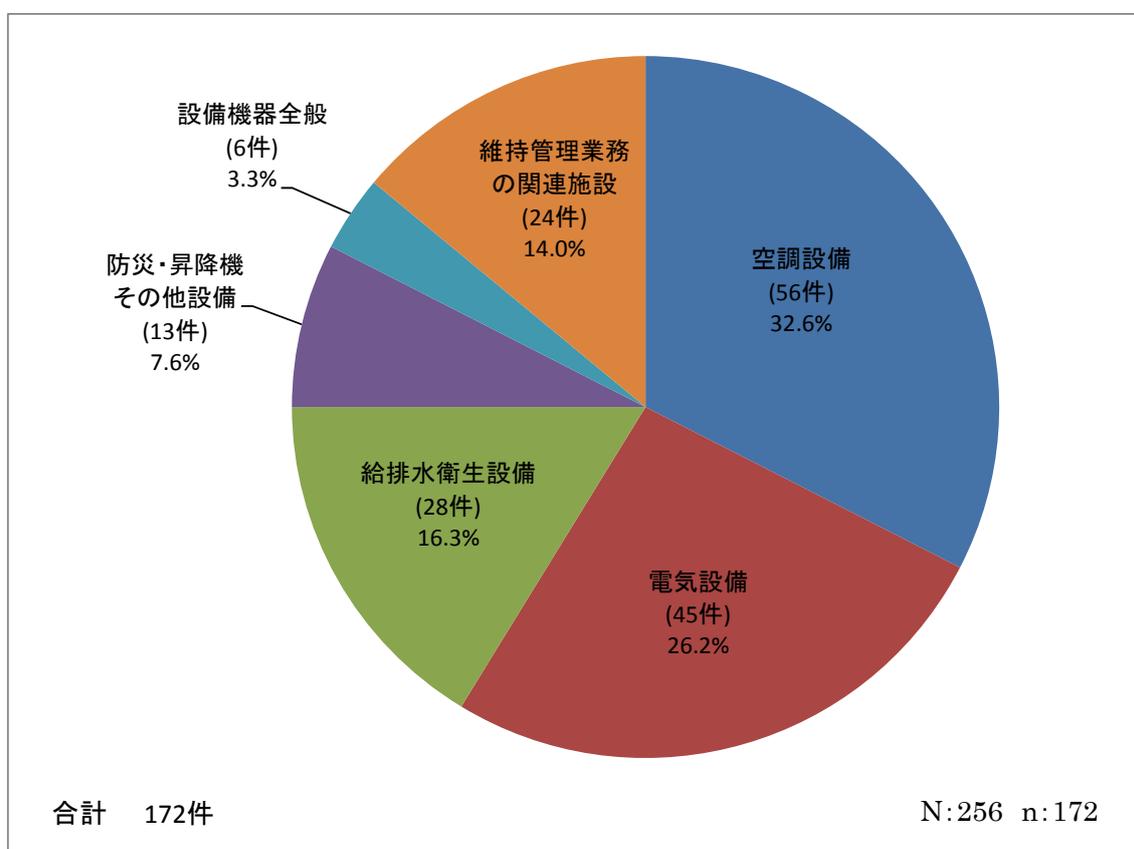


図4-3 故障事例の設備分類別の傾向

## ②故障事例の発生部位別の傾向分析

ここでは、発生部位を分析して区域別との関係で分析した。縦軸に回答者が記載した発生部位、横軸に維持管理業務に最も関係の深い建築物の区域による区分を示した。この4区域による区分は表4-7に例示した。

区域別でみると管理用区域が99件（約57.6%）と最も多く。次いで共用区域の35件（約20.3%）、専用区域が22件（約12.8%）となっている。管理用区域のなかでも、「機械室・管理室・電気室」「中央監視室・資機材倉庫等」「屋上・屋上機械室・塔屋」に集中（83件・約48.0%）していることが確認できた。

その他の区域においても故障事例の発生が確認された（表4-8）。

表4-7 維持管理から見た建築物の区域分類（4区分）

(事務所用途を例として)

区域名	区域の機能と等と例示
専用区域	専ら建築物の用途の目的とする区域:事務室,会議室など
共用区域	居住者等が共同で使用する区域:廊下,階段,玄関,ホール,トイレ,エレベーターホールなど
管理用区域	専ら維持管理業務のために使用される区域:機械室,PS・DS・EPS,管理用諸室など
外周・外装区域	建築物の外周・敷地,建築物の外壁,外壁の開口部など

注 ; PS:パイプスペース DS:ダクトスペース EPS:エレクトリックパイプスペース

表 4-8 故障事例の発生部位別の傾向分析

発生場所	専用 区域	共用 区域	管理用 区域	外周 外装 区域	不明	計
機械室・管理室・電気室			31			31
中央監視室・ 資機材倉庫等			26			26
屋上・屋上機械室・塔屋			26			26
専用部分(天井内含む) ・厨房・会議室・講堂等	22					22
玄関ホール エントランスホール		17				17
PS・EPS			13			13
外周・外構				8		8
階段・外階段		7				7
外壁				4		4
便所		3				3
汚水層・湧水槽・雑排水槽			3			3
不明(未記入)					3	3
共用部分(ELV含む)		2				2
バルコニー・車路・ESC上 部・屋内駐車場・立体駐車 場・庇(玄関)・ドライエリア (各1件)		6		1		7
合計	22	35	99	13	3	172

注 ; ELV:エレベーター ESC:エスカレーター

## ③故障事例の検知方法の傾向分析

故障事例がどのような方法で検知されたのかその傾向を分析した。80%以上が「実体験」により検知されていることが確認された。(表 4-9)

回答者の記載事項からは、「目視で竣工検査しても確認できない」「工事の進行に伴い隠蔽されて発見し難い」「試運転や維持管理業務を開始後に検知された」「ある日突然に問題が発生した」などの実態が記載されている。

表 4-9 故障事例の検知方法の傾向分析

検知方法	件数(件)	比率(%)
実体験	138	80.2
実体験	105	61.0
実体験+目視	29	16.8
設備の作動確認時	1	0.7
クレームの発生時	3	1.7
目視	25	14.5
目視	9	5.1
故障発生時	15	8.7
設備の作動停止時	1	0.7
点検作業中・修繕中・作業時	9	5.3
合計	172	100.0

## ④故障事例の影響度の傾向分析

故障事例の影響度は、表 4-4 の欄外に注記した 4 区分により分析し、その結果は図 4-4 の通りである。故障事例はサブシステムのレベルであったとしてもその影響がシステムレベルまで波及する可能性が高いと判断される事例もある。確認された故障事例の中には、ただ単に「維持管理業務がし難い」「作業性・効率性が悪い」「維持管理費用が嵩む」等のレベルでとどまらない重大な問題を含むと判断される影響度Ⅱに区分される故障事例が最も多く、約 69.2%（119 件）もあることが確認できた。

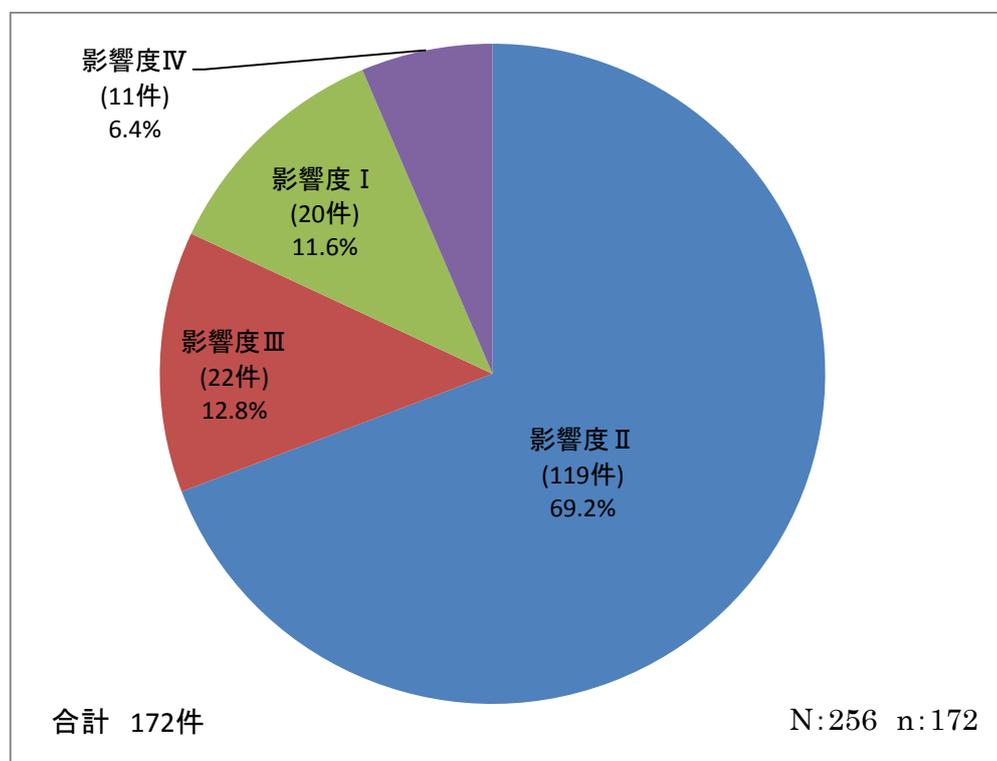


図 4-4 故障事例の影響度の傾向分析

## ⑤故障事例の発生場所の傾向分析

上記の結果から、空調設備・電気設備・給排水衛生設備及び維持管理業務の関連施設に関する故障事例が、合計 153 件（設備管理業務に関する故障事例全体の約 88.9%）もあり、これらの故障事例を対象として、発生場所の分析を行った。故障事例 153 件の発生場所と設備機器との関係性を縦軸に発生場所、横軸に設備機器の分類として分析した。（表 4-10）

表 4-8 に示した縦軸の発生場所の上位 6 位、「天井面・天井内」「機械室等」「屋上・塔屋」「全館」「外部・外周」「PS・EPS・DS」だけで 128 件（約 84.0%）もあり、これらの場所・区域において集中的に故障事例が発生していることが確認された。

表 4-10 故障事例の発生場所と設備機器等の関連性分析

発生場所 \ 設備機器等の分類	空調設備	電気設備	給排水衛生設備	PS EPS DS	点検口 点検扉	管理用 諸室	安全 作業 施設	合計
天井面・天井内	10	17			12			39
機械室等	18	3	5			2		28
屋上・塔屋	9	6	4				3	22
全館	9	4	2					15
外部・外周	6	3	5					14
PS・EPS・DS	2	1	5		1		1	10
階段・階段室		7						7
便所			3					3
専用部分		2	1				1	4
共用部分	1		1					2
吹抜・玄関		1	1				1	3
バルコニー			1					1
ESC		1						1
不明・その他	1			2	1			4
合計	56	45	28	2	14	2	6	153

#### 4-4. 故障モードの傾向分析

##### (1) 故障モードの分類

上記に示した故障事例 153 件について,具体的にどのような故障の内容かを個別に精査し,回答者の記述を尊重して事例毎の主たる故障モードを特定した。

故障事例の特定された故障モードの共通性・類似性を検証し分類・整理すると下記に示す 5 つのグループに集約された。

- ①維持管理対象物への接近・接触が困難 (メンテナンス・アクセス)
- ②設備機器等の位置・配置の不備・不良
- ③備機器等の不備・不良
- ④作業空間等の不備・不良 (メンテナンス・スペース)
- ⑤維持管理業務の為の施設の不備・不良 (メンテナンス・ファシリティ)

##### (2)故障モードの分類と定義

本研究における故障モードの具体的な分類と定義は下記の通りである。

##### ①メンテナンス・アクセスに関する事項 (47 件・約 30.7%)

維持管理の対象となる機器に接近して維持管理作業が容易に行えるかどうかに影響する事項で,点検口・点検扉・掃除口・搬出入口及び安全通路・作業通路 (キャットウォークなど) などが対象となる。据え付けてある設備機器への接近性,機器外部への接近性,機器内部への接近性も含まれる。<sup>3)</sup>

##### ②設備機器の位置・配置等に関する事項 (38 件・約 24.8%)

設備機器・配管・計器等の位置・配置・方向 (向き)・高さ等に関する事項である。設備機器相互の間隔・設備機器と躯体・仕上げ等との間隔,設備機器と配管,ダクト等との間隔,配管の勾配などが含まれる。<sup>3)</sup>

##### ③設備機器・設備系統・設備システム自体に関する事項 (37 件・約 24.2%)

設備機器・設備系統・設備システム自体の欠陥,不良,故障や診断の検出の不備・不良,機能・性能の不備・不良,機種選定の不良,仕様の誤り,設備機器と建築との不整合,など幅広い事項が含まれ,機器の修復性,部品の互換性,部品在庫等の融通性等と関係する。<sup>3)</sup>

##### ④メンテナンス・スペースに関する事項 (18 件・11.8%)

実際に作業を行う為のスペース,資機材を置くためのスペース,安全作業を行うための両足で立つことのできるスペース等をはじめ,DS・PS・EPS,機械室・管理室・休憩室・ロッカー室など維持管理業務を安全かつ適切に実施するために必要な空間に関する事項であり,上記の①,②と関連性が深い。<sup>8)</sup>

## ⑤メンテナンス・ファシリティに関する事項（13件・約8.5%）

維持管理業務を実施するために必要な施設・設備等であり、建築設計に反映されるべき固定的なものを対象とする。業務用の電源（仮設を含む）、照明、換気設備、給水栓、排水溝、昇降設備、ゴンドラ設備、丸環、落下防止用安全柵、落下防止用安全フックなどに関するものである。それ以外の備品・什器は別途扱う。<sup>3)</sup>

このグループ毎に故障モードを分類し、故障モードの要素との関係性を抽出し、故障事例の細目及び件数整理したものが表4-11である。

表4-11 故障モードの分類と要素の関係性分析

故障モードの分類	件数(件)	故障モードの要素
①高所作業の対策がない ②点検口の不備(未設置・位置が悪い他) ③作業足場・作業通路がない ④搬出入口・作業用出入口がない ⑤掃除口がない・取り付け位置が悪い	23 14 5 3 2 (小計47)	・作業対象への接近・接触の 手段・仕組み ・隠蔽部分へ立ち入る方法 ・資機材の搬入経路 ・作業動線の確保・安全作業の 対策
①設備機器の位置・配置等 ②排気口・外気取入口の位置が悪い ③その他(配置の位置が悪い・長さ他)	29 2 7 (小計38)	・設備機器の位置・配置・間隔・ 方向(向き)・高さ ・躯体との間隔 ・配管等の勾配・長さ
①故障の多発・運転異常 ②設備機器の不良 ③設備機器の能力不足・オーバースペック ④取り外しが難しい(重量・専門業者対応) ⑤設備機器の操作が難しい ⑥その他(温度分布の不良・排水不良他)	8 7 5 4 3 10 (小計37)	・設備機器の機種選定 ・設備機器の機能決定 ・設備機器の操作性 ・設備機器の性能判断 ・設備と建築との整合性 ・設備方式の決定
①作業スペースが狭く作業が難しい ②作業スペースがない ③増設スペースがない ④取り付けスペースが狭い ⑤管理室が狭くて作業が難しい	8 5 2 1 2 (小計18)	・作業の為の空間 ・躯体との空間 ・作業用資機材の置き場 ・将来対応・余裕 ・維持管理業務への対応
①昇降施設がない ②安全策(転落防止用)がない ③作業通路(キャットウォーク等)がない ④仮設電源がない・作業用コンセントが少ない ⑤作業空間に換気設備がない ⑥作業用照明設備がない	3 3 3 2 1 1 (小計13)	・安全な移動手段 ・安全作業の対策 ・維持管理に必要な施設 ・安全な作業環境
合計	153	

#### 4-5. 結果及び考察

本章で得られた知見を以下に記す。

(1) 4-3-1. (1)より,竣工後の経過年数が少ない,比較的 新しい建築物でも約21.5%の比率で故障事例のあることが確認された。調査対象の建築物に対する故障事例の発生件数は,昭和39年以前を除き増加の傾向が窺えるが,<sup>3)</sup>竣工年数との関係性は要素が複雑であり,本調査だけでは断定できないことから,今後の研究課題としたい。

(2) 故障事例では「設備管理業務に関するもの」が172件と最も多いことが確認された。

①設備分類別では,空調設備に関するものが最も多く,全体172件のうち56件(約32.6%),以下電気設備45件(約26.2%),給排水衛生設備28件(約16.3%)であった。

②故障事例の発生場所は,全体172件の内,99件(約57.6%)が管理用区域での発生であることが確認された。業務の対象がこの区域に集中していることから発生しているものと考えられるが,その他の区域においても発生している事実が検証された。表4-8に示した故障事例の集中している管理用区域は,「サービス・エリア」とも呼ばれる区域で,設備管理業務の対象となる最も重要な区域<sup>注5)</sup>であるが,最近の傾向として特に賃貸用事務所建築物ではレンタル比との関係で,この区域の面積が削減される傾向もある。維持管理作業に対する計画・設計上の細やかな配慮が求められる区域である。

③故障事例の検知は,約80%が,「実体験」により検知されていることが確認できた。即ち現在最も一般的に行われている目視だけによる竣工検査では,検知できていないことが検証された。同時に維持管理業務に対する配慮などが竣工検査の対象にされていない可能性を示している。

④表4-11に示したとおり,故障事例を分析していくと,類似性・共通性のあることが確認できた。施主・設計者・施工者・規模・竣工時期・建築仕様・建築部材等が異なる多数の建築物で発生する事故事例に,同じような事故事例が,繰り返し,反復して発生している事実が実証された。これは,故障事例が検証されず,失敗の情報が共有されることなく建築生産プロセスが改善されてこなかったことを証明している。

⑤表4-11に示した,故障モードの要素を検証すれば,これらの故障事例が企画・設計・施工の建築生産プロセス以外に起因するとは考え難い。平面計画・立面計画・断面計画・断面詳細・断面矩計図・設備計画・設備設計・配管図及び,維持管理計画・運営計画等と相互に密接に関連している要素であることが

わかる。

(3) 主に設備管理業務を対象として分析したが、清掃管理業務、修繕工事・リニューアル工事、警備業務、管理事項など維持管理業務の全てに渡って事故事例が発生していることが確認できた。これ等の故障事例は、ライフサイクルの時間軸全体に継続的に影響し、維持管理業務の活動を阻害する建築的要因になっている。

(4) 維持管理業務を適切かつ円満に実施することを阻害している故障事例の多くが、建築生産プロセスに起因していることが検証された。建築生産プロセスにその原因が存在するという事は、明らかに人為的な原因により発生したことを認めざるを得ない。

(5) これらの故障事例から得られる維持管理情報のデータを、企画・設計・施工の建築生産プロセスにおける修正要素として機能させ、建築物の維持管理性能としてビルトインさせることが重要で、建築物の機能・性能を期待するレベルに維持して持続性を確保するためには不可欠な構成要素であり、この点において建築物の不完全性が存在している。

## 補注

### 1) 建築の質の向上に関する検討会

平成20年度住宅市場整備等促進事業（建築基準整備促進補助金事業）として国土交通省が公募した「建築の質の向上に関する検討」という研究事業。（社）全国ビルメンテナンス協会が2年連続選出され、より安全で質の高い建築物の整備、及び長期にわたって使用できる建築物のストックの形成を目的とした、平成20年度建築基準整備促進補助金事業「建築の質の向上に関する検討」に対し、「質の高い建築物が備えるべき性能や建築の基本理念、関係者の責務等」を提案するため、本検討会を設置した。

### 2) 故障モード

英文では **Failure Mode** と表記される。故障の状態の形式による分類をいう。故障そのものではなく、その故障が引き起こした不具合事象の様式の分類である。

### 3) サブシステム

本研究では、建築物を「人工環境システム」とであると定義している。建築物は、空間形成システム、設備システム、維持管理システム及び空間利用者から構成されるシステムであり、それぞれにサブシステムが存在しているものと考えている。

### 4) 「特定建築物」の適用

「建築物の衛生的環境の確保に関する法律」では用途と延面積により適用が判断される。本調査の対象である事務所建築物は用途では適用され、延べ面積で判断される。学校は用途で適用されるが、学校教育法第1条に定める学校という条件と延べ面積が8,000㎡以上という条件が付加される。

### 5) レンタブル比

貸室面積比とも言われる。延べ床面積に対する収益部分（賃貸部分）の床面積の割合をいう。設備機器・配管スペース関係のサービスエリアとの兼ね合いで空間設計上のバランスが重要である。法律で規定されている計算方法ではないが、アメリカと日本では計算方法が異なっている事例もある。

## 参考文献

- 1) 木村宏, 前川甲陽, 古橋秀夫: 建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その1, 建築躯体および設備, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 1988. 9 1095p-1096p
- 2) 垂水弘夫: 厚生労働大臣登録 統括管理者講習会テキスト (財)ビル管理教育センター, 2012. 7

- 3)三橋博巳,坂下祥一,古橋秀夫,松浦房次朗：建築物の維持管理情報に関する調査研究報告書 (社)全国ビルメンテナンス協会 2009. 3
- 4)木村宏,前川甲陽,古橋秀夫：建築設計施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その2,環境衛生・管理作業および総合的考察 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) 1988. 9 1097p-1098p
- 5)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：建設プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討(その1) 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)1989. 9 1125p-1126p
- 6)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：建設プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討(その2) 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 1989. 9 1299p-1300p
- 7)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：建築計画～施工プロセスの維持管理上面からの検討 日本建築学会大会学術講演梗概集 1989. 9 1123p-1124p
- 8)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：建築物経営企画における環境管理システムの検討 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国) 1990. 9,1301p-1302p
- 9)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：建築物の運営維持管理要員の保全性設計からの検討 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) 1991. 8,969p-970p

第 5 章

建築物の不完全性の発生原因と建築生産プロセスとの関連性の検証

## 5-1. 概説

ここまでの分析で、竣工後の建築物に不安全性、不完全性等の問題が発生する原因は、大別すれば設計・施工（工事監理を含む）・管理・利用の各々に分散して存在していると考えてよいが、なかでも設計・施工に起因すると判断できる事例が多く、設計・施工の過程は建築環境の形成にとって支配的要因となってくることから、維持管理の視点、利用者・使用者の視点から建築生産プロセスのそれぞれの工程において確認行為を実行する必要性のあることが明らかになった。

前章では、故障事例を分類し、故障の原因を設計・施工（工事監理を含む）・管理・利用のどこに当てはまるかを推定で分類したが、ここではその問題の原因が組み込まれた起点が建築生産プロセスのどこに当てはまるのか、今日までの研究で得られている知見を踏まえて、故障事例の原因を検討し、故障事例の原因が内蔵される（入り込む）原因と建築生産プロセスとの関連性とを検証する。

以上より、得られた知見を踏まえて、維持管理業務を考慮した建築設計の必要性、維持管理業務のバックアップシステム<sup>注1)</sup>等の必要性について考察する。

## 5-2. 調査対象物と研究内容

前章では、維持管理の現場からアンケート調査で収集した故障事例を対象として分析した。

全ての故障事例の中では、「設備管理業務に関するもの」が172件（故障事例全体の約67.2%）と最も多く、「空調設備」「電気設備」「給排水衛生設備」及び「維持管理業務の関連施設」など主な項目だけで合計153件（設備管理業務に関する故障事例の約88.9%）であることから、これらの故障事例を対象として、故障事例が発生する原因と建築生産プロセスとの関係性について検証する。<sup>1)</sup>

また、建築物の故障事例（不完全性）には、設備管理業務以外の業務に関わる事例も含まれているので、全体的な傾向の検証として今日までに得られている知見等と比較し、考察する。

### 5-3. 建築物の故障事例（不完全性）の発生原因についての検証

#### (1) 原因の分類と建築生産プロセスとの関係性

前章では、維持管理に関する故障事例を分類し故障の原因がどこにあるのかを検討し、故障の原因を設計・施工（工事監理を含む）・管理・利用の4つの段階のどこにあてはまるのかを推定した。<sup>2)</sup>

本章では更に原因の分析を進めて、建築生産プロセスのどの工程でこれらの原因が組み込まれたのか分別を試みた。

本研究では、維持管理に視点を置いていることから、永いライフサイクルが特徴である建築物の時間軸も考慮して「建設・運営プロセス」全体との関係を対象とし、企画・基本設計・実施設計・施工（工事監理を含む）・運営・維持管理の6つに細分して原因を検証した。

表 5-1 に示したフォーマットを基本として、分類、整理し、故障事例の現象と発生部位、推定原因等进行分析した。<sup>3),4)</sup>

故障事例の原因には、多くの事例に一時的要因（直接的要因）と二次的要因（間接的要因）とが存在している。原因のなかには特定し難いものもあるが、実務的な体験、経験から判断した。

故障事例を追跡していくと表 5-2 のようになる。多くの場合、一時的要因だけではなく、二次的要因も影響した複合的な要因が働いて故障事例が発生する例もあることから、故障事例一つに対して、発生原因に関係していると思われる建築生産プロセスがあれば、複数にわたってマーキングした。

153 件の故障事例を関連の深い現象（故障モード）毎に分類、整理しての5つのグループにまとめて、維持管理業務の視点における問題点と建築生産プロセスにおける推定責任との関係性について検証したものが表 5-3 である。

この時点における結果としては、故障事例の原因が組み込まれる（働く）主な建築生産プロセスは「基本設計」「実施設計」「施工」であり、特に「実施設計」「施工」のプロセスが強く作用して強い関係性があることが明らかになってきた。<sup>3),4)</sup>

表 5-1 建築物の維持管理に関する故障事例の原因と建築・運用プロセスの推定責任(一部)

分類No.	分類	現象と発生部位	推定原因	建築・運営プロセスの推定責任					
				企画	基本計画	実施計画	施工	運営	維持管理
1-9	設備(防災)	警戒区域の設定が不備	警備計画の不備		○	○			
1-10	構造・設備	中央監視室が狭い	管理計画の不備	○	○	○			
1-15	構造	守衛室が地下にある為入退管理が不可能	警備計画が検討されず	○	○	○		○	
2-3	仕上の内装	入口として狭く入り難い(P5)	維持管理作業に対する知識不足		○	○	○		
2-22	設備(防災)	警報が出ない区域がある	施工の不良など竣工検査の不良			○	○		
2-34	設備(空調)	吹出口を高い天井面に設置,上下で温度差	吹出口の位置不良 設備設計の不備	○	○	○			
3-14	構造・ガラス面	高所のガラス清掃が出来ない	高所作業対策の不備・不良		○	○			
3-26	構造	資機材倉庫がない	維持管理に対する知識不足	○	○	○			
3-31	設備(電気)	作業用コンセントがない	維持管理に対する知識不足		○	○			

表 5-2 一時的要因と二次的要因との関係性(例示)

一時的要因	二次的要因
<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業が難しい設計がなされていた</li> <li>・もともとメンテナンスが困難な建材を使用していた</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理が行き届かない</li> <li>・結果的に適切なメンテナンス法ではなかった</li> </ul>

表 5-3 故障の主な原因と推定責任の概要

区分	故障モードの分類 (主な現象)	件数	主な原因	建築・運営プロセスの推定責任		
				企画	基本設計・実施設計	施工・運営
グループ 1	①高所作業対策がない	23	設計不良		◎	○
	②点検口の不備(未設置・位置が悪い他)	14	設計不良		◎	◎
	③作業足場・作業通路がない	5	設計不良		◎	○
	④搬出入口がない・作業用出入口がない	3	企画・設計の不良	◎	◎	○
	⑤掃除口がない・取り付け位置が悪い	2	設計の不良		◎	◎
グループ 2	①設備機器の位置・配置等が不良	29	設計の不良		◎	○
	②排気口・外気取り入れ口の位置が悪い	2	設計の不良	○	◎	○
	③その他(配管の位置が悪い・高さ他)	7	設計の不良		◎	◎
グループ 3	①故障の多発・運転異常が多い	8	機器の選定		◎	◎
	②設備機器の不良	7	機器の選定		◎	◎
	③設備機器の能力不足・オーバースペック	5	機器の選定	○	◎	◎
	④取り外しが難しい	4	機器の選定		◎	◎
	⑤設備機器の操作が難しい	3	機器の選定		◎	◎
グループ 4	⑥その他(温度分布の不良・排水不良他)	10	設計の不良	○	◎	○
	①作業スペースが狭く作業が難しい	6	設計の不良		◎	○
	②作業スペースがない	5	設計の不良		◎	○
	③増設スペースがない	2	企画・設計の不良	◎	◎	
	④取り付けスペースが狭い	1	設計・施工の不良		◎	◎
グループ 5	⑤管理室が狭くて作業が難しい	2	設計の不良	○	◎	○
	①昇降施設がない	3	設計の不良		◎	◎
	②安全柵(転落防止用)がない	3	設計の不良		◎	○
	③作業通路(キヤットウオーク等)がない	3	設計の不良		◎	○
	④仮設電源がない・作業用コンセントが少ない	2	設計の不良	○	◎	○
	⑤作業空間に換気設備がない	1	設計の不良	○	◎	○
	⑥作業用照明設備がない	1	設計の不良		◎	○

注：◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりあり ◦:関連性が少しある

## (2) 今日までの研究で得られている知見との照合確認

維持管理業務は、設備管理業務以外にも清掃管理業務、警備保安業務、環境衛生管理業務、廃棄物処理業務等その対象範囲が広い。維持管理業務の視点といっても多様な事項が複雑に関係してくることから、故障事例と建築生産プロセスとの関係性の全体的な傾向をより幅広く検証するために、今日までの著者らの研究で得られている知見と比較、検証する。また、時間経過のなかでこれらの事故事例が改善されてきているか今日までの研究で得られている知見と比較、検証する。

「不安全性」の具体的な事例を写真 5-1 から写真 5-34 に示した。(写真資料)

また、工夫された良い事例を写真 5-35 から写真 5-40 に示した。(写真資料)

## ①A社における実地調査の結果から得られた知見

本調査は、維持管理業務の現場において労働災害を始めとする様々な問題が発生し、その解決策が求められていたことから、実務の現場の実情を把握する事を目的に業界に先駆けてその実態調査を行い、著者らが調査対象建築物(表 5-4)に行って直接現地調査を実施したものであり、一連の調査研究として報告<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup>、<sup>6)</sup>しているものの一部である。

この調査においては、故障事例を、「構造(躯体・仕上げ)」「設備」「環境衛生」「管理作業」の4つに分類して分析した。この調査における故障の主な原因と推定責任の関係性を検証したものが表 5-5 である。<sup>2)</sup>

この調査においても、故障の種類・発見の困難度・被害者(直接)・影響度・推定原因・修復(緊急度・困難度等)等について分析し、並行的に代表的な事例については FMEA 法を用いる分析もすすめた。

分析の結果、故障の原因が「基本設計」「実施設計」「施工」の段階で作り込まれており、建築生産プロセスのウエイトが大きいことが知見として得られている。特に、構造(躯体・仕上げ)、設備のハードウェアに関わる問題は主に実施設計以降のプロセスに、管理作業に関わる問題は主に基本設計以前のプロセスに起因していることが確認できる。<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>

本研究においても前項で述べた通り「設備管理業務に関する」故障事例の分析の結果は全く同様に「基本設計」「実施設計」「施工」に故障事例(不完全性)の原因が存在する傾向のあることが確認できた。

## ②文献における調査事例の分析と比較

木村らは「ビル環境保全研究会」<sup>注2)</sup>を組織して、1989年～1992年の約3年間にわたり、現実に発生している維持管理上の諸問題を「ビル環境保全の点から取り除かなければならない環境阻害要因(これを環境ディスタバンスという)」<sup>注3)</sup>と定義して、全国を対象として事例を収集し、調査、分析している。

調査は、著者をはじめ、ビルメンテナンス会社、エンジニアリング会社、外壁・外装専門のメンテナンス会社、(社)全国ビルメンテナンス協会より、自主的に研究

会に参画した専門技術者等により建築用途,規模,竣工年等に拘らず事故事例の収集を行った。

収集された事例は1件毎に整理し研究会にて故障事例の内容について検証して事例を選出した。その結果は、「ビル環境経営のための設計・施工べからず集」part1~part3<sup>7),8),9)</sup>として調査,研究の成果が公開された。

この調査で収集された故障事例の全事例を委員会において精査し最終的に214件を選定して整理,分析した。「建築設備」に関するものが最も多く101件,次いで「建築・構造・躯体」に関する事例が73件,「維持管理」に関するものが40件であった。これらの全事例を「支障・故障・トラブル等の概要」「場所・部位」「主たる責任の所在」等を整理,分析したものが表5-6である。ここでは「主たる責任の所在」は,設計・施工・維持管理・メーカー・利用者・所有者の6つに区分したが,項目の分類方法および表現,建築生産プロセスとの関係性は「ビル環境保全研究会」の判断に準じた。

ここでも,「設計」のプロセスに支障・故障・トラブル等の原因があると判断される事例は159件(約74.3%)で最も多いことが確認できる。また,責任が2つ以上にわたっていると判断される事例も54件あることが確認され,これらの問題の原因が複雑に作用している実態も明らかになった。

表 5-4 調査概要

調査期間	昭和61年7月～昭和61年12月
調査方法	現地における実地調査
調査対象件数	延べ133件
調査対象地域	東京都・埼玉県・千葉県・神奈川県
建築用途	事務所・百貨店
竣工年度	昭和34年～昭和61年
規模(延べ床面積)	約3,000㎡～47,000㎡

表 5-5 今日までの研究で得られている知見-故障の主な原因と責任の概要-

	分類	件数	主な現象	主な原因	建築・運営プロセスの推定責任						
					企画	基本設計	実施設計	施工	運営	維持管理	
構造 (躯体・仕上等)	構造材(物)	4	壁体の亀裂	工事の不備		○	○	◎			
	仕上	内装	9	材料の汚れ・劣化	材料の選択		◎	◎			
		外装	7	部材の損傷,汚れ	工事不備,材料選択		○	◎	◎		
	(その他)	0	浸水,その他	(工事の不備)				(○)			
設備	電気設備	9	浸水,その他	工事の不備		○	○	◎	○		
	照明設備	3	(特定し難い)	(特定し難い)		○	○	○			
	空調設備	10	各種の現象	運営,管理面が多い		○	◎	○	○	○	
	給排水設	給水設備	7	"	工事の不備		○	○	◎		
		排水設備	4	"	設計(実施),工事		○	◎	◎		
	防災設備	5	機能停止,不 작동	運営,管理面が多い			○	○	○	○	
点検口・その他	6	点検不能か困難	設計,工事		○	○	○				
環境衛生	清掃	3	清掃し難い	運営,維持管理					○	○	
	ネズミ・衛生害虫	16	ネズミの侵入	設計(実施),施工			◎	◎	○	○	
	廃棄物	4	ゴミの処理が困難	設計(基本)		◎	○				
	汚れ,かび,錆	5	汚損	設計,運営		○	○		○		
	(室内環境)	1	(コントロール)	(設計)		(○)	(○)				
管理作業	空間	作業スペース	10	作業が困難,危険	設計	○	◎	◎			
		アプローチ	10	作業が困難	設計,施工		◎	◎	○		
		(搬出入)	2	(マシンハッチなし)	(設計)		(○)	(○)			
		メンテ通路	4	通路不十分,危険	設計	○	◎	◎			
	専用スペース	要員室	3	室がない	設計,企画	○	○	○			
		資機材用	3	スペースがない	設計,企画	○	○	○			
	安全	0	(作業が危険)	(設計,施工)		(○)	(○)	(○)			
	(汚れ易い)構造	0	清掃困難	設計		○	○				
	(作業し難い)設備	8	清掃に不便	設計		○	○				
	(その他)	0		(施工,運営)				(○)	(○)		

注:カッコ付きはサンプル数が少ないもの

◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりある ◦:関連性が少しある

表 5-6 文献による事例の調査・分析の結果<sup>7),8),9)</sup>

対象種別	整理番号	支障・故障・トラブル等の概要	場所 部位		主たる責任の所在						合計
					設計	施工	維持管理	メーカー	利用者	所有者	
G-1	1-1	工事終了後の後始末の不備	通路	天井		1					1
G-1	1-2	コンクリート工事の施工不良により天井裏のスラブコンクリートが剥落	通路	天井		1					1
G-1	1-3	窓ガラス清掃作業への配慮不足	外壁	窓	1					1	2
G-1	1-4	点検口まわりの不具合	天井	点検口	1	1					2
G-1	1-5	配管貫通口まわりの充填不良	給湯室	壁面		1					1
G-1	1-6	汚れを考慮していない床材の選択	通路	床面	1						1
G-1	1-7	サッシの施工不良	外壁面	サッシュ	1						1
G-1	1-8	設計時の細かな配慮が不備	外周	床面	1	1					2
G-1	1-9	清掃作業を考えない水まわりの設計	水場周り	スペース	1						1
G-1	1-10	照明器具交換への配慮不足	玄関	天井	1						1
G-1	1-11	屋上出入口への配慮不備	屋上	昇降口	1						1
G-1	1-12	雨じまいへの配慮不備	外壁	窓まわり	1						1
G-1	1-13	改装工事の不良	共用部	天井	1					1	2
G-1	1-14	階段ノンスリップの施工不良	屋外階段	ノンスリップ	1	1					2
G-1	1-15	ゴミ置き場がない設計	通路	ゴミ保管所	1						1
G-1	1-16	資機材置き場の欠落	機械室	機器まわり	1						1
G-1	2-1	外壁仕上げ材の不適切な選定	外周	柱まわり	1						1
G-1	2-2	外壁が汚れやすい設計(1)	外周	外壁	1						1
G-1	2-3	外壁が汚れやすい設計(2)	塔屋	外壁	1						1
G-1	2-4	段差が変わる階段	外周	階段	1						1
G-1	2-5	危ない床の段差	共用部	廊下	1						1
G-1	2-6	手摺にならない手摺	玄関	手摺	1						1
G-1	2-7	雨水が侵入する外部扉	外壁	扉	1						1
G-1	2-8	屋内の床とレベル差がないルーフバルコニー	バルコニー	床面	1						1
G-1	2-9	水抜き穴が不適当な屋外階段	外周・屋外	階段			1				1
G-1	2-10	ビルの設計で考えられていないゴミの処理	外周	屋内	1						1
G-1	2-11	飲食店街で食料品置き場がない	屋内	厨房	1					1	2
G-1	2-12	新聞受けのない郵便局ビル	外周	玄関	1						1
G-1	2-13	建物回りの沈下	外周	床面		1					1
G-1	2-14	ずさんな後施行の排水管	外周	配管		1					1
G-1	3-1	テナントの利便を考えていない照明設計	共用部	照明	1						1
G-1	3-2	見にくい配電系統盤	電気室	配電盤	1						1
G-1	3-3	ブルボックス内に泥水が入る	外壁	ブルボックス		1					1
G-1	3-4	用をなさない照明設備	屋上	照明	1	1					2
G-1	3-5	竣工検査での見落としには十分注意すべきである	地下	水槽		1					1
G-1	3-6	他の部屋の条件で左右される空調	事務室	空調	1					1	2
G-1	3-7	設計ミスで便所が不足	共用部	トイレ	1						1

(次ページに続く)

G-1	3-8	隣接して新しく造られたビルの便所排気が既存ビルの関係者に迷惑をかけた	外周	トイレ排気	1					1
G-1	3-9	剥落した壁面タイル	共用部	壁面	1		1			2
G-1	3-10	不備な設計・施工のためせっかくの植栽も問題のタネとなる	外周	植栽	1					1
G-1	3-11	看板の架台があるため雨水が流れない	外部	庇			1			2
G-1	3-12	緑青で玄関先が汚れる	外部	床面	1					1
G-1	3-13	夏になれば床材も膨張する	出入口	床面		1				1
G-1	3-14	クリーニングメンテナンスを考慮に入れない設計・施工(1)	外壁	ガラス面	1	1				2
G-1	3-15	クリーニングメンテナンスを考慮に入れない設計・施工(2)	外壁	ガラス面	1	1				2
G-1	3-16	これは必要なデザインなのか	外部	庇	1		1			2
G-1	3-17	キャッチフレーズと裏腹の設計	外部	屋根	1					1
G-1	3-18	メンテナンスへの配慮がない屋上まわり	外部	屋根	1					1
G-1	3-19	美しい吹抜け空間に困った問題が	アトリウム	照明	1					1
G-1	3-20	外部看板の位置で管理作業が複雑となる	外部	看板	1					1
G-1	3-21	トップライトの窓ガラスが破損した時、その交換が難しい設計	外部	屋根	1					1
G-1	3-22	屋上ゴンドラ設備の走行路上に航空誘導灯がある	外部	屋上	1					1
G-1	3-23	水の流れて汚れも流れ落ちる	外部	屋根	1					1
G-1	3-24	建材内部から出てくる汚れもある	トイレ	床面	1	1				2
G-1	3-25	時間がたつと思わぬところで汚れが目立つ	共用部	壁面			1			2
G-1	3-26	雨仕舞の不備による汚れか	外部	壁面	1					1
G-1	3-27	雨の日に滑りやすい磨き仕上げの石材	外周	床面	1					1
G-1	3-28	無責任な防水工事	外部	屋根		1				1
G-1	3-29	せっかくコンクリート打放し仕上げとしても、この施工では	内部	壁面		1				1
G-1	3-30	コンクリートの打継ぎ部分から漏水する外階段	外部	階段		1				1
G-1	3-31	亀裂防止対策の不備	内部	壁面		1	1			2
G-1	3-32	フィルタが取り外せない	天井	空調機廻り	1	1				2
G-1	3-33	取付の悪い消火栓ボックス	内部	壁面		1				1
G-1	3-34	なぜドアを小さく設計したのか	内部	休憩室・扉	1					1
G-1	3-35	点検口の位置について配慮が不足	内部	点検口	1	1				3
G-1	3-36	管理作業の安全性を無視した設計	外部	塔屋	1	1				2
G-1	3-37	安全感覚が欠けた設計	外部	塔屋	1					1
G-1	3-38	危ないドア	トイレ	扉	1					1
G-1	3-39	外観のデザインにも一工夫を	外部	床面	1					1
G-1	3-40	面白いかもしれないが危険なデザイン	外部	塔屋	1					1
G-1	3-41	建築の現実性を無視したデザイン	外部	日除け	1					1
G-1	3-42	非常用脱出口への配慮不足	内部	機械室	1		1			2
G-1	3-43	メンテナンス作業員への人間的配慮がまったくない	内部	機械室	1					2
G-2	1-1	サーモスタットの設置場所不良	空調	サーモスタット			1			1
G-2	1-2	空調機械室設計のミス	空調	機械室	1					1
G-2	1-3	空調機ドレンパンへの配慮不足	空調	ドレンパン	1			1		2

(次ページに続く)



G-2	1-45	照明設備の腐食	電気	照明器具			1				1
G-2	1-46	高圧受電引込ケーブルへの配慮不備	電気	配線	1	1					2
G-2	1-47	利用者による無計画配線	電気	配線					1	1	2
G-2	1-48	高圧キュービクルへの配慮不備	電気	キュービクル	1			1			2
G-2	1-49	照明設備の施工ミス	電気	照明器具		1					1
G-2	2-1	ゾーニングを考えない空調設計	空調	屋空	1						1
G-2	2-2	温度上昇が激しいボイラ室	空調	ボイラー室	1						1
G-2	2-3	空調機が煙突の煙を吸入	空調	外気取入口	1						1
G-2	2-4	空調吹出口の設計不良	空調	吹出口	1						1
G-2	2-5	空調吹出口の設計ミス	空調	吸出口	1						1
G-2	2-6	機械室での細かな配慮の不足	空調	機械室	1						1
G-2	2-7	冷却塔の凍結防止対策がなされていない	空調	冷却塔	1						1
G-2	2-8	熱交換器の保温施工の欠陥	空調	配管		1					1
G-2	2-9	水抜きへの配慮を欠いた設計	空調	配管	1						1
G-2	2-10	機器の防振対策が不十分	空調	排気ファン		1					1
G-2	2-11	排気設計の不備で笛吹き現象が起きた	空調	機械室	1						1
G-2	2-12	連鎖的なトラブルを招いた煙突の断熱不良	空調	煙突	1						1
G-2	2-13	ボイラの水位バランスがとれない設計	空調	ボイラー配管	1						1
G-2	2-14	リモートコンデンサの設置位置が不良	空調	機械室	1						1
G-2	2-15	排気ファンベルトを切断のまま運転	空調	排気ファン			1				1
G-2	2-16	機器の更新に必要な開口部がない	空調	機械室	1						1
G-2	2-17	排気口の位置に配慮が不足	空調	排気口	1						1
G-2	2-18	湯沸し室の排気不良	空調	排気口	1						1
G-2	2-19	逆配管されていた冷温水管	空調	配管		1					1
G-2	2-20	予備給水管がない自家発電機の冷却水槽	電気	自家発電機	1						1
G-2	2-21	変圧器二次側の危険な接続	電気	変圧器	1	1					2
G-2	2-22	換気設備がない受水槽室	給排水	受水槽室	1						1
G-2	2-23	給水管にストレーナがない	給排水	受水槽	1						1
G-2	2-24	エア抜きがない揚水ポンプ	給排水	排水ポンプ	1						1
G-2	2-25	設備配管が原因で壁面から異常音が発生	給排水	配管	1	1					2
G-2	2-26	後のことを考えない配管工事	給排水	配管	1	1					2
G-2	2-27	外壁に取り付けられた給湯器	給排水	給湯器	1						1
G-2	2-28	保温されていない冷水ポンプと蒸気管	給排水	冷水ポンプ	1						1
G-2	2-29	排水槽内のライニング不備によるトラブル	給排水	排水槽	1						1
G-2	2-30	雨水排水管のモルタル詰まり	給排水	排水管	1		1				2
G-2	2-31	雑排水管がモルタルで閉塞	給排水	排水管		1					1
G-2	3-1	10シーズンで8回亀裂事故を起こしたボイラ	空調	ボイラー				1			1
G-2	3-2	配慮不足の受変電設計	電気	受変電設備	1						1
G-2	3-3	信用できない防水工事	電気	電気室	1	1					2
G-2	3-4	結露の激しい吹出口	空調	吹出口	1		1				2

(次ページに続く)

G-2	3-5	通気管の結露水が壁面を汚す	給排水	通気管		1						1
G-2	3-6	コンクリート打設時の施工不良による水漏れ	電気	配管		1						1
G-2	3-7	長さが不適当な受水槽の給水配管	給排水	受水槽		1						1
G-2	3-8	揚程の選択を誤った冷却水ポンプ	空調	冷却水ポンプ	1							1
G-2	3-9	危険な管理作業が強いられる高置水槽	給排水	高置水槽	1							1
G-2	3-10	問題のあるクーリングタワー	空調	冷却塔	1							1
G-2	3-11	クーリングタワーで見られたドレン口と補給水口の設計ミス	空調	冷却塔	1							1
G-2	3-12	雨水による外壁面の汚れ	建築	外壁	1							1
G-2	3-13	施工とメンテナンスが不良なため起こった衛生上の危険を放置	給排水	受水槽		1	1					2
G-2	3-14	屋外へ脱出できない避難用の外階段	建築	非常階段	1						1	2
G-2	3-15	安全思想が疑われる非常階段	建築	非常階段	1		1					2
G-2	3-16	苦しまぎれとはいえ、エゴイズムがむき出し	空調	室外機	1							1
G-2	3-17	設備機器配置への配慮不足	電気	非常用発電機	1							1
G-2	3-18	送風機・ダクトの点検口	空調	ダクト	1							1
G-2	3-19	メンテナンスを無視した仕上げ工事	空調	配管		1						1
G-2	3-20	建物では廃棄物が発生するという認識すらないのでは	建築	廃棄物集積所	1							1
G-2	3-21	管理者の意見を尊重すべきである	空調	配管							1	1
G-3	2-1	清掃への配慮が欲しいガラス回り	建築	玄関	1							1
G-3	2-2	不適切な場所に置かれたロッカーが清掃作業を妨げる	建築	通路	1						1	2
G-3	2-3	メンテナンスが難しい照明器具	電気	照明器具	1							1
G-3	2-4	電球交換さえ難しい照明器具(格子天井の場合)	電気	照明器具	1							1
G-3	2-5	電球交換さえ難しい照明器具(シャンデリアの場合)	電気	照明器具	1							1
G-3	2-6	メンテナンスを考えていない装飾天井	建築	天井	1							1
G-3	2-7	危険な外部作業を強いる高層建築のメンテナンス	建築	外壁面	1							1
G-3	2-8	危険な管理作業を強いる設備機器の配置	給排水	高置水槽	1							1
G-3	2-9	維持管理に手間がかかる洗面台	給排水	洗面台	1			1				2
G-3	2-10	駐車場管理者の健康への配慮不足	空調	換気設備	1							1
G-3	2-11	管理作業者のための控室もない	建築	管理用施設	1							1
G-3	2-12	屋内にある室外機	空調	機械室	1							1
G-3	2-13	屋外設置機器のメンテナンススペースへの配慮が不備	空調	室外機	1							1
G-3	2-14	蛍光灯取り換え作業への配慮不足	電気	照明器具	1	1						2
G-3	2-15	受水槽へのメンテナンス通路の不備	給排水	受水槽室	1							1
G-3	2-16	メンテナンススペースのない空調機械室	空調	機械室	1							1
G-3	2-17	メンテナンスへの配慮がない空調機器	空調	機械室	1							1
G-3	2-18	たかが水道メータというなかれ	給排水	計量器	1							1
G-3	2-19	内部の点検ができない膨張タンク	給排水	膨張タンク	1	1						2
G-3	2-20	非常階段が物置に！	建築	非常階段						1		1
G-3	2-21	避難用バルコニーに設備機器を設置	防災	避難用バルコニー	1	1						2
G-3	2-22	防火シャッターを無視して置かれた自動販売機	防災	防火シャッター				1				1

(次ページに続く)

G-3	2-23	不要なダクトが不燃材で塞がれていない	防災	ダクト		1					1
G-3	2-24	漏水の危険がある受電室	電気	電気室	1						1
G-3	2-25	飲料水槽管理の手落ち	給排水	高置水槽			1				1
G-3	2-26	漏水の処置が不備(1)	電気	電気室	1		1				2
G-3	2-27	漏水の処置が不備(2)	空調	配管			1				1
G-3	2-28	厨房排気設備の管理不良	空調	排気設備			1				1
G-3	2-29	不適切な厨房排気設計による外壁の汚損	空調	排気設備		1	1				2
G-3	2-30	伸びてしまったカーペット	建築	床面仕上材			1				1
G-3	2-31	不適切な清掃作業	建築	階段			1				1
G-3	3-1	常設ゴンドラの点検不備によって事故が発生	建築	ゴンドラ設備			1			1	2
G-3	3-2	設備空間を物置にして事故を招いた	電気	電気室			1		1		2
G-3	3-3	ビルには正しい使い方がある	空調	給気口			1		1	1	3
G-3	3-4	機械室の排気を駐車場の給気に利用しようとしたのだが	空調	排気設備	1						1
G-3	3-5	ビル前面道路の駐輪	建築	外周					1	1	2
G-3	3-6	空気が流れる場所は汚れやすい	建築	通路・階段	1		1				2
G-3	3-7	メンテナンスが良くない地下通路	建築	通路			1				1
G-3	3-8	設備に無知なテナントによる悪い使われ方	空調	居室					1		1
G-3	3-9	メンテナンス不良による汚れ	建築	床面仕上材			1				1
合計					159	54	31	4	7	17	272

注；対象種別 G-1：建築・構造・躯体,G-2：建築設備,G-3:維持管理

### (3) ここまでの建築生産プロセスとの関係性の検証

ここまで、建築物の支障・故障・トラブル・不具合等の発生原因を調査・分析して建築生産プロセスとの関係性を検証してきた。ここでは下記の①～③の知見、調査結果を比較、照合して、同様の結果を確認している。

- ① 今日までに得られている知見（A社における実態調査・事例数 133 件）<sup>2),3),4),5),6)</sup>
- ② 文献の調査事例の調査分析（ビル環境保全研究会・214 件）<sup>7),8),9)</sup>
- ③ 「設備管理業務に関する」調査分析<sup>1)</sup>
- ④ 日常の維持管理業の実体験等で得られた知見・考察
- ⑤ 現場から報告される事故例

次のステップとしては、建築生産プロセスの詳細な部分に関係性を求めることになるので上記の④、⑤の情報も加えながら考察した。

#### 5-4. 建築物の故障事例（不完全性）の発生原因となる建築生産プロセスの検証

上記の分析,検討によって,建築物の維持管理に関する故障の原因が,大枠として主に「基本設計」「実施設計」にあることが明らかとなった。しかし「基本設計」「実施設計」は対象となる領域が広く,要素・要因が相互に関連して複雑に建築物の機能を構成していることから推定原因のレベルから更に遡及して原因を特定するためには,「基本設計」と「実施設計」を更に細分化していく必要性がある。<sup>10)</sup>

最も一般的な運営・建築生産プロセスは,図 5-1 のように示される。本研究においてはライフサイクルを通して運営・維持管理の視点を重視しているので,最も永い運営・維持管理の期間においては,必然的に更新・交換・修繕等の建築行為が繰り返し実行され持続されていく。「企画⇒基本設計⇒実施設計⇒施工」のプロジェクトが運営・維持管理の段階でも実行され,サイクルが回っていることを図中に示しているが,運営・維持管理の段階は,企画・設計・施工に続く重要な建築行為の一部であることが理解できる。

ここでは新築時のプロセスにおいての問題点を対象として分析する。図 5-1 の中で示した点線の枠内が建築生産プロセスの主な工程であり,ここまでの分析の結果,故障事例の原因と推定される「基本設計」「実施設計」の機能の細目は図中に示した通りである。

本研究においても,「基本設計」を配置・空間・意匠・構造・設備・生産・コストの7つの項目に,「実施設計」を詳細図・仕様書に大別して加えた。さらに,詳細図は一般・構造・設備に細分化して原因との関係と建設・運営プロセスにおける推定責任を検証したものが表 5-7 である。<sup>5),6),10)</sup>

この分析の結果,「設備管理業務に関する」故障事例の原因は,「基本設計」においては「設備」「空間」「配置」に多い事が確認でき,「実施設計」では,「設備」「仕様書」に多い事が確認できる。また「施工」のプロセスも密接に関係していることも併せて明らかになった。また,維持管理業務に関する故障事例は,「基本設計」以前のプロセスに起因している傾向も確認された。<sup>4),5)</sup>以上の検討結果から,「基本設計」では,「空間計画」・「設備計画」「配置計画」が,「詳細設計」では「設備詳細」「仕様書」そして「施工(工事監理含む)」が建築生産プロセスにおける重要な段階であることが検証された。<sup>4),5)</sup>

ここまでの検討,検証によって,維持管理業務に関わる諸問題の原因が建築生産プロセスの「基本設計」「実施設計」「施工」のプロセスに起因し,内蔵されていることが明らかになった。しかし,これらの問題が今もなお現実に多数発生している現状に立って建築生産プロセスを見直すと,従来の「基本設計」「実施設計」の段階において「維持管理に関する検討プロセス」が全く欠落していたことが

大きな問題として指摘できる。<sup>11)</sup>

換言すれば、ハードウェアとしての建築空間は作れば終わりなのではなく、その空間の持っている機能・性能こそが建築に期待するものであり、建築の本質はそこに存在しそれが建築の使命である考えられる。「使い易く、居心地がよい」「設備の運転がし易く、手入れもし易い」「更新も交換もし易い」「安全に作業できる」「機器メーカーのサポート体制が手厚い」などを一つの言葉で全体を表現することは難しいが、建築物を持続的に使用していくための基本的な性能即ち「使用品質」ともいうべき「働き」を建築物に備えるための重要なプロセスが建築生産プロセスにおいては欠落していたということである。<sup>11),12)</sup>

こうした視点からの反復した確認行為と綿密な相互の情報交換が建築生産プロセスの各工程で実施されるように改善されなければ、多くの故障事例（不完全性）が未解決のまま既存建築物に存在しつづけ維持管理業務を安全かつ円滑に実施することを阻害する可能性がたかく、新規建築物においてさらに新しい故障事例（不完全性）が継続的に生み出されてくることが確実となる。

この事実は、建築物の初期性能が確保されず、期待する機能・性能が確保されない可能性を示し、建築物の資産価値の維持、向上だけではなく、建築物自体の持続性の確保に大きく影響することにもなりかねないことを示している。



表 5-7 維持管理上の問題点(設備管理業務に関するもの)と運営・建築生産プロセスの関係性

区分	故障モードの分類 (主な現象)	運営・建築生産プロセスの推定責任														
		企画	基本設計					実施設計			施工 (管理)	運営	維持管理			
			配置	空間	意匠	構造	設備	生産	コスト	詳細図				仕様書		
									一般	構造	設備					
グループ1	①高所作業対策がない		○	○	○		○	○			◎	○	○	○		
	②点検口の不備(未設置・位置が悪い他)		○	○	○		○		○		◎	○	◎			
	③作業足場・作業通路がない		○	◎	○	◎	○		◎	◎	○	○	○			
	④搬出入口がない・取り付け位置が悪い	◎	○	○	○		○				◎		○	○		
	⑤掃除口がない・取り付け位置が悪い		○	○	○		◎		○	○	◎	○	◎			
グループ2	①設備機器の位置・配置等が不良		○	○	○	○	◎		○	○	◎	○	○			
	②排気口・外気取り入れ口の位置が悪い	○	○	○	○		◎			○	◎	○	○			
	③その他(配管の位置が悪い・高さ他)			○	○	○	◎				◎	○	◎			
グループ3	①故障の多発・運転異常が多い						◎	◎				◎	○	◎		○
	②設備機器の不良						◎	◎				◎	○	◎		
	③設備機器の能力不足・オーバースペック	○		○			◎	○				◎	○	◎		
	④取り外しが難しい						◎					◎	○	◎		○
	⑤設備機器の操作が難しい													◎		○
	⑥その他(温度分布の不良・排水不良他)	○	○	○		○	◎							○		
グループ4	①作業スペースが狭く作業が難しい		◎	◎	○	◎			○		○	○	○			
	②作業スペースがない		○	◎	○	◎			○		○	○	○			
	③増設スペースがない	◎	○	○	○	○	◎		○		○	○	○			
	④取り付けスペースが狭い	○	◎	◎	○	○	◎						○			
	⑤管理室が狭くて作業が難しい	○	○	○	○	○	○		○		○	○	○	○		
グループ5	①昇降施設がない		○	○	○		○		○	○	◎	○	○			
	②安全柵(転落防止用)がない		○	○	○	○	○		○	○	◎	○	○			
	③作業通路(キャットウォーク等)がない		○	◎	○	◎	○		○	○	◎	○	○			
	④仮設電源がない・作業用コンセントが少ない	○	○	○	○	○	◎		○	○	◎	○	○			
	⑤作業空間に換気設備がない	○	○	○	○	○	◎		○	○	◎	○	○	○		
	⑥作業用照明設備がない		○	○	○	○	◎		○	○	◎	○	○	○		

注 ; ◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりある ◦:関連性が少しある

## 5-5. 建築生産プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討

本研究では、建築物の使い方（管理・利用）の立場から、建築物の作り方（設計・施工）の各段階で検討し、建築物に組み込まれるべき維持管理要素を抽出した。

今日までの研究の知見として、主としてハードウェアとしての要素を対象として分析し、「運営」「基本的作業」「設備管理」「清掃管理」「警備防災管理」「保全管理（躯体・構造・仕上）」「竣工時処置」の大項目に区分した多様な維持管理要素が得られている。<sup>5)</sup>

調査研究事例（133件）で得られた知見をベースに、その後、定められたフォーマットによって維持管理現場における実体験や不具合・トラブル等の事例を継続的に収集し、発生原因と関係する要素を抽出して小項目を選びだし建築生産プロセスとの関係性を検討したものが、表5-8である。

シミュレーションとして現時点で抽出されている維持管理要素と建設・運営プロセスとの関係性をマーキングしているが、これらの83項目との関係でみると、全体的な傾向としては、「基本設計」「実施設計」に関係するものが多い事が確認できている。基本設計では、「配置計画」「空間計画」「設備計画」に関わる項目が多く、実施設計では、「一般」及び「詳細」では「意匠」「設備」に関わる項目が多い事が確認されている。「企画」「基本設計」は、建築物の維持管理に関わる不完全性の発生に強く大きな影響をもち、この段階における維持管理の検討が必要なことを裏付けている。<sup>5),6)</sup>

故障事例の原因を分析し、建築生産プロセスとの関係性を明らかにしたが、その結果として導きだされた維持管理要素を、建築生産の側にたって建築生産プロセスとの整合性を照合・確認するとほぼ整合することが確認できた。

現実の建築物では、現在も、所有と経営の分離、ファシリティマネジメントの導入など維持管理に影響を与える変化が進み、ハードウェアの要素だけでは建築物の運営・維持管理が合理的に機能していない事例も確認される。

そこで、上記の知見を踏まえて、建築物を長期にわたり運営あるいは経営していくためには、ハードウェアに主体を置いた維持管理要素に加えて、運営管理、経営管理上の要素も必要性が高いという研究の知見<sup>13)</sup>、実務の現場における実態もあり、ファシリティマネジメント<sup>注4)</sup>やプロパティマネジメント<sup>注5)</sup>を実施している現場から得られた実体験等の事例を検討し、更に文献による関連事項の検証も併せて行い、拡大した視点から考察を加えた結果、次のような知見も得られたので、これらに関連する必要な項目を順次加えた。

- 1)維持管理システムの主な対象は,人(要因・組織),モノ(資材・機材),そしてコストである。<sup>14)</sup>
- 2)ビルディングマネジメントの主な対象はモノ(設備等),空間(ビル空間),コストである。<sup>15)</sup>
- 3)ファシリティマネジメントの主な対象を考えると,人(人間・組織),モノ(設備・OA機器・家具等),空間(建物・フロア)である。<sup>16)</sup>
- 4)ファシリティマネジメントの立場からは,上記3)に「コスト」を加える。<sup>17)</sup>
- 5)ファシリティマネジメント・サービスという見地から考えると,上記4)に更に建築物内で提供されるサービス(建築・環境関連・設備関連・情報通信関連・業務支援関連)が加えられる。<sup>18)</sup>

縦軸には,基本的検討事項,個別的・具体的検討事項及び小項目,横軸は,ハードウェアだけではなく,維持管理の現場の実情も勘案してソフトウェア,ヒューマンウェアの項目も加え3項目に分類した。ここでの合計項目数は現時点で156件であるが,これらの項目は固定的なものではなく,建築に対する社会的な要求の変化や建築の使い方の変化,新しい建築材料の出現等により随時変化することが予測される。(表5-9)<sup>5)</sup>

表5-8 建築生産プロセスと維持管理要素との関係性(1)<sup>4),5),6)</sup>

維持管理要素		建築生産プロセスの推定責任													
		企画 (基本計画)	基本設計						実施設計			施工 (監理)			
			配置	空間	意匠	構造	設備	生産	コスト	一般	詳細 意匠 構造 設備				
運 営	運営方針(機能分析)	◎	○	○			○		○						
	使用方法(用途の確定)	◎	○	○											
	将来対応の検討(用途変更他)	◎	○	○		○	○	○	○						
	維持管理コストの試算	○	○		○	○	◎		◎						
	ライフサイクルの設定	◎	◎			○	○	○							
	管理体制(組織)	◎	○	○											
	特殊用途部分の対策	◎	○	○	○	○	○	○	○						
	隣接区域への対応	○	◎												
基 本 的 作 業	維持管理作業の安全性(作業環境含む)			◎	○		○			○	○		○	○	
	維持管理作業の効率性(経済性を含む)			◎			○		○	◎	○		○		
	メンテナンススペースの確保	○	○	◎	○	○	○			◎	◎	○	◎	○	
	メンテナンス通路(動線)の確保	○	○	◎	○		○			◎	◎		◎	○	
	管理要員諸室の確保	○	◎	◎			○			◎	○		○		
	搬出入対策(資機材他)	○	○	◎	○	○	○			◎	◎		◎	○	
	管理用資機材倉庫の確保	○	○	◎	○		○			○	○		○	○	
	保全用設備の確保			○	◎		○		○	○	◎		○	○	
	館内連絡の体制	◎	○	○			○						○		
設 備	設備監視システム(運転・監視・記録・制御)	○					◎		○				◎		
	運転管理体制(資格者)	◎					○						○	○	
	設備システム(機種他)	◎					◎		○				◎		
	管理情報の集中化	○	○	○			◎						◎		
	エ ネ ル ギ	管理対策						◎		○				○	
		負荷変動対策	○	○	○			◎						○	
	計量体系(方法)	○					◎						◎		
	管理機能測定用設備	○					◎						◎		
	ス ペ ー ス	機械室スペース(レイアウト含む)			◎			○			◎	◎		○	○
		ダクト(レイアウト含む)			◎			○			◎	○		◎	○
		配管(レイアウト含む)			◎			○			◎	○		◎	○
		配線(レイアウト含む)						◎			○	○		◎	○
	点検口・マンホール掃除口 (床・天井・PS・DS・ダクト他)				○			◎			◎	◎		◎	○
	更新・交換対策(ユニット化対策含む)	○		○		○	○			○	○	○	◎	○	
	増設・変更対策	○		○		○	○			○	○	○	◎	○	
	引込対策		○				○						◎	◎	
浸水・溢水対策			○						◎			○	○		
床面設置設備の防水対策 (ローテーションボックス他)						○			○			◎	◎		
埋設物対策(躯体打込含む)		○					◎					◎	◎		
地盤沈下防止対策					○						○	○	◎		

注: ◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりある ◦:関連性が少しある

(次ページに続く)

表 5-8 建築生産プロセスと維持管理要素との関係性(2) <sup>4)</sup> <sup>5)</sup> <sup>6)</sup>

維持管理要素	建築生産プロセスの推定責任													
	企画 (基本計画)	基本設計						実施設計			施工 (監理)			
		配置	空間	意匠	構造	設備	生産	コスト	一般	詳細 意匠 構造 設備				
環境衛生	空気環境管理の対策		○			○				○	○	◎	○	
	空気汚染防止対策(外気取入口他)	○	○	○		○				○	○	◎	○	
	給水管理の体積(受水槽・給水管他)			○		○				○	○	◎	○	
	排水管理対策			○		○				○	○	◎	○	
	臭気対策(汚水槽・便所他)			○		○				○	○	◎	○	
	廃棄物処理対策(ゴミ集積所他)	◎	○	◎	○	○				○	○	○		
	廃棄物搬出対策(トラックステーション他)	◎	○	◎	○	○				○	○	○		
	防ゾ対策									○	◎		○	○
	衛生害虫防止対策									○	◎		○	○
	照明対策			○		◎							○	
騒音対策(内外部)		○	○		○				○	○	○	○	○	
清掃	内装材の防汚対策(床・壁・天井・その他)	○			○		○			◎	◎	○	○	
	外装材防汚対策	○			○		○	○		◎	◎	○	○	
	外装清掃(窓ガラス含む)対策	○			○		○	○		◎	◎	○	○	
	高所作業対策	○		○		○	○	○		◎	○	◎	○	
	清掃作業阻害要因防止						○	○		◎	◎	○	○	○
	予防清掃対策	○			○		○	○		◎				
	清掃作業の機械化	◎			○	○	○	○		○	○		○	
	廃棄物館内運搬対策	○		◎		○							○	
	衛生消耗品対策	◎	○	○						○				
	植栽管理の対策(内外部)	○	○	○						◎	○		○	○
警備防災	警備システムの検討(機械化)	◎	○	○		○		○		○	○	○	◎	○
	警備体制の検討	◎												
	防災システムの検討	◎	○	○		◎	○	○		○	○	○	◎	○
	防災管理の体制	◎												
	防災センターのレイアウト	○		◎						◎				
	緊急連絡の体制(館内)	○				◎							◎	
駐車場管理の体制	◎	○	○		○	○	○		○	○		○		
保全(躯体・構造・仕上)	内装材の保全対策(落下防止・更新他)				○		◎			◎	○		○	
	内装材の防湿対策	◎					○			◎	○		◎	
	内装材の結露防止対策	◎					○			◎	○		◎	
	床材等の静電防止対策				○		○	○		○	○		○	
	貫通部分の閉塞確認					○	○	○		○	○		◎	
	外装材の保全対策(落下防止・更新他)					○		◎		◎		○	○	
	外部付帯設備の保全対策(落下防止他)					○	◎			○	○	○	◎	
	内部間仕切の想定			◎	○		○	○		○	○		○	
	建築・設備の取り合い部分・納まりの確認					○				◎	◎		○	◎
	躯体部分の保全対策(亀裂防止他)					○		◎				◎		○
竣工時処置	水場廻りの防水対策				○	○	○	◎		◎	○	○	○	○
	金属材の防錆対策(内外部)				○	○	○	○		◎	○	○	○	○
	日常災害防止の対策		○	○		○				◎		○	○	
	初期状態の確認(施工の適否性能その他検査)									○	○	○	○	◎
引渡し確認(残材・処置他)													◎	
補修用仕上材の確認	○												◎	
建築の使用方法	◎												○	
管理用図書の設備									○	○	○	○	◎	

注；◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりある ◦:関連性が少しある

表 5-9 建築（物）の維持管理要素の抽出<sup>4),5),6)</sup>

区分		ハードウェア	ソフトウェア	ヒューマンウェア
1 基 本 的 検 討 事 項	(1) 運 営 系 対 策	⑦将来対応予測(用途変更他) ⑧特殊用途部分の対応  ⑩内部間仕切の想定	①運営方針(機能分析) ②使用方法(用途確定) ③ライフサイクルの設定(計画修繕) ④コストアナリシス (イニシャル・ランニング) ⑤管理方針策定(基準・評価) ⑥運営・管理組織	⑨テナントサービス (テナントビルの場合) ⑩隣接区域・地域対応 ⑪アメニティ対策
	(2) 管 理 組 織 系 対 策	⑥管理関係諸室の確定 ⑦管理用資機材倉庫の確保 ⑧館内連絡体制の確保 ⑨将来の般出入対策 ⑩将来の仮設対策(足場)	①運営管理組織(詳細) ②管理条件の確認(制約) ③維持管理方法の策定 ④維持管理基準(評価基準を含む) ⑤ランニングコストの試算(詳細)	
	(3) 維 持 管 理 作 業 系 対 策	①維持管理作業の安全性 (作業環境含む)  ③管理用設備の確保(固定) ④管理用機器の確保(固定) ⑤メンテナンススペースの確保 ⑥メンテナンス通路の確保  ⑧維持管理作業方針の確認 ⑨維持管理作業制約条件の確認 ⑩維持管理作業阻害要因の確認	②維持管理作業の効率性 (経済性含む)  ⑦維持管理作業方法の検討	

(次ページに続く)

区分		ハードウェア	ソフトウェア	ヒューマンウェア
2 個 別 的 ・ 具 体 的 検 討 事 項	(4) 設 計 ・ 施 工 系 対 策	①内装材の保全対策(防汚を含む) ②内装材の結露・湿気防止 ③床材の静電気防止 ④外装材の保全対策 ⑤金属材の防錆対策 ⑥躯体部分の保全対策 ⑦水場廻りの防水対策 ⑧建築・設備の取り合い部分の納まり確認 ⑨躯体・仕上げの取り合い部分の納まり確認 ⑩仕上げ・仕上げの取り合い部分の納まり確認 ⑪設備・仕上げ取り合い部分の納まり確認 ⑫貫通部分(壁・梁・床等)の閉塞確認 ⑬隠蔽個所の確認 ⑭建築生産プロセス毎の確認(基本計画・基本設計)(実施設計・施工他) ⑮地盤沈下の防止対策 ⑯外部に設置する設備機器等の保全対策		
	(5) 設 備 工 ネ ル ギ ー 機 器 系 対 策	①設備システム全般の確認 ②設備管理システムの確認(運転・監視・記録・制御) ⑤維持管理情報の集中化・処理方法 ⑥エネルギー管理対策 ⑦エネルギー負荷変動対策 ⑧計量体系とその方法 ⑨性能測定装置の検討 ⑩機械室のスペース(レイアウト含む) ⑪ダクト廻りのスペース(レイアウト含む) ⑫配管廻りのスペース(レイアウト含む) ⑬配線廻りのスペース(レイアウト含む) ⑭点検口・マンホール・清掃口の確認(床・天井・壁・PS・DS他) ⑮事故・故障時対策 ⑯電気等の引き込み対策 ⑰浸水・溢水対策 ⑱床面等設置設備の防水・防湿対策 ⑲埋設物対策(地中・躯体部分他) ⑳高所作業対策 ㉑安全作業対策 ㉒作業環境対策	③維持管理組織の確認 ④運転管理体制の確認(資格者等) ㉓管理用設備・備品の検討 ㉔管理用消耗品・在庫品の管理対策	㉕テナントの要望対策

(次ページに続く)

区分		ハードウェア	ソフトウェア	ヒューマンウェア
2 個 別 的 ・ 具 体 的 検 討 事 項	環境系対策 (6)	①空気環境の管理対策 ②空気汚染防止対策 (外気取入口他) ③給水管理の対策 ④排水管理の対策 ⑤臭気防止の対策 ⑥廃棄物処理対策 (ごみ集積所・中間処理他) ⑧廃棄物搬出対策 ⑨防鼠対策 ⑩防虫対策 ⑪照明対策 ⑫騒音管理対策(内外) ⑬植栽管理対策 ⑭近隣等の影響対策(反射光他)	⑦分別・リサイクル対策	⑮サニタリーメンテナンス対応
	清掃系対策 (7)	①内装材の防汚対策 (建材・ディテール対策) ②外装材の防泥対策 ③外壁清掃対策 ④窓ガラス清掃対策 ⑤高所作業対策(内外部共) ⑥清掃作業阻害要因の防止 ⑦予防清掃の対応 (設備・備品他) ⑧清掃作業の機械化対策 ⑨清掃作業条件の確認 ⑩清掃作業動線の確認 ⑪廃棄物の館内運搬対策 (動線の確認) ⑫清掃関連設備の確認 (コンセント・給水栓他)	⑬清掃関連備品の確認	
	安全管理系対策 (8)	⑤警備システムの検討 ⑥防災システムの検討 ⑨防災センターの機能分析 ⑩関連諸室の検討(レイアウト他) ⑪館内緊急連絡体制の検討 ⑫安全管理情報の集中化対策 ⑬事故・故障時対策 (バックアップシステム他) ⑯日常災害の防止対策 (スリップ・転倒他) ⑰関連設備機器の確認 ⑱非常時対策の確認	①危険要素の把握(被害予測他) ②セキュリティゾーンの確定 ③管理方針の確認 (セキュリティ・グレード他) ④管理組織の検討(詳細) ⑦防災管理体制の検討 ⑧防災システムの維持管理体制・組織の検討 ⑭事故・故障時のシミュレーション ⑮駐車場管理体制組織の検討 ⑰官公署との連絡体制確認 ⑱近隣・区域・地域との連絡体制の整備 ⑳関連備品の確認 ㉑BCPの準備	

(次ページに続く)

区分		ハードウェア	ソフトウェア	ヒューマンウェア
2 個 別 的 ・ 具 体 的 検 討 事 項	(9) 竣 工 時 対 策		①初期状態の確認(施工の適否他) ②初期性能の確認(同上) ③建築物の使用方法的確認 ④設備機器等取扱説明等確認 ⑤試運転の実施・確認 ⑥引き渡し時確認(残材処理他) ⑦補修用仕上げ材の確保 ⑧設備関連部品等の確保 ⑨管理用図書の確保 ⑩竣工図書の確保 (竣工図との照合確認)	
	(10) 改 修 時 対 策	①設備機器等の増設対策 ②設備機器等の変更対策 ③設備機器等の更新対策 ④配管等の維持管理対策 ⑤大型機器の搬出入対策 (開口部・マシンハッチ他)  ⑦工事制約条件の確認  ⑨建築物機能停止の防止対策 ⑩道連れ工事の防止対策 (スケルトン&インフィル)  ⑭内部間仕切の想定  ⑯ゾーニングの想定 (空調設備等との関連)  ⑰仮設計画の想定 (将来の保全対応他) ⑱工事方法の検討	⑥改修コストの事前予測  ⑧予測される条件の抽出整理  ⑪専用部における工事対策  ⑬テナント変更時の対策  ⑰中長期修繕計画の策定	⑫テナントとのコミュニケーション (テナントビルの場合)  ⑮賃貸方法の確認 (テナントビルの場合)
	(11) 更 新 時 対 策	③部材等の更新・交換対策 (ユニット化他)  ⑧工事方法の検討 ⑨工事制約条件の確認 ⑩仮設計画の想定 ⑪建築物機能停止の防止対策 ⑫配管・配線・ダクトルート対策 ⑬管理用スペースの確認 ⑭共用区域需要区域の確認 ⑮仕上・躯体・設備等の取り合い・廻り確認	①ライフサイクルの設定 (耐久性・更新時期他) ②ライフサイクルコストの予測  ④建築物の用途変更対策 ⑤長期の事業計画・運営計画の確認 ⑥管理基準の確認 ⑦診断判定基準の確認	⑯テナントとのコミュニケーション 対策(テナントビルの場合) ⑰管理部門との連携対策

## 5-6. 維持管理業務のバックアップシステムの必要性

### (1) バックアップシステムの基本的考え方

建築物の維持管理業務を安全かつ円滑に実施していくためには、構造・躯体、下地・仕上げ、設備等において多重のバックアップシステムが必要になる。維持管理業務においては人的な要因（従事者の高齢化・熟練技術者の減少等）との関係で今後益々バックアップシステムの重要性が増してくるものと考えられる。<sup>19)</sup>

労働災害の面では、建築物の「不安全な状態」即ち「物の置き方。作業場所の欠陥」「作業方法の欠陥」「保護具・服装等の欠陥」など、建築物の施設、設備に起因していることが指摘された。<sup>1)</sup>

事故の原因としては、作業面での安全性の不備、建築・構造物での施設の不備、作業スペースの不足、不適切な位置・配置、安全装置・安全用具の不備などが指摘されており、事故を防止するためには、建築物が本来保有すべき性能として建築物の諸機能を維持するための維持管理作業をバックアップするシステムが必要であることが明らかである。

本研究で明らかにしてきたように、建築物には「不安全性」「不完全性」が存在しており、維持管理上の問題をはじめ様々な問題が発生している。これらの多くは、設計をはじめとする、建築生産プロセスにおいて維持管理思想が欠落していたために発生したものと判断できる。<sup>19)</sup>

ここでは、これまでの研究において検証された、労働災害の事例、故障事例、文献における事例等を基礎にして、ごく基本的なバックアップシステムの構成案について考察し表 5-10 に示した。この表では、各要素の設定や取得がどのような範囲（位置づけ）で実施されるのかをⅠ～Ⅳに分けて表示している。空間や移動に関しては建築、運転・監視・制御については設備、スペースと安全については維持管理のための設備としての捉え方をするものが多い。<sup>19),20)</sup>

これらを全体的に検討すると建築物の建設段階までに計画され、設置されるⅠ～Ⅲまでの入る要素が大部分であることが明らかになり、バックアップシステムにおいても、建築生産プロセスにおける作り込みの重要性が確認された。

表 5-10 維持管理業務に関わるバックアップシステムの基本的な構成<sup>19),20)</sup>

分類		例 示	設置の方法				
			I	II	III	IV	
保 全 (点検、保 守、整備)	作業用 ツール	作業用装置	ゴンドラ、ガイドレール、丸環	○		○	
		作業用機器、器具	清掃機器、ロボット、高所作業器具				○
		作業用設備	電源、給水栓、洗い場、排水設備		○	○	
	開口部	作業用開口	点検口、測定孔、掃除口		○	○	
運 転 監 視 通 信	運 転 監 視	操作、設定	(自動)運転システム		○		
		検(感)知、警報	遠隔監視システム		○		
		計測、計量	自動検針システム		○		
	制 御	日常運転制御	自動制御システム		○		
		非常時制御	火災時制御システム		○		
		機能別制御	省エネ制御、最適化制御		○		
通 信	放送	館内放送システム		○			
	通話	インターホン、トランシーバー			○	○	
搬 送	移 動	動線	作業用通路、配管・配線スペース	○	○		
		出入口	自動扉、マシンハッチ	○			
	運 送	人員用	エレベーター、リフト			○	
		資機材用	ダムウェーター、リフト、運搬車		○	○	
空 間	室	常駐室	ステーション、準備室			○	○
		設備室	機械室、電気室、(中央)監視室	○			
		リフレッシュ室	更衣室、仮眠室、シャワー室	○			
	スペース	作業スペース	作業場所	○			
		周囲スペース	機器周り、計器周り、配管周り	○			
		保管用スペース	倉庫、貯留庫、(ごみ)集積所		○	○	
	区画	作業用間仕切り、区画壁	○		○		
安 全 防 護	安 全	防災	安全柵、(火災)感知器、標識			○	
		防犯	入退館管理システム、CCTV		○	○	○
	侵入防止	生物用	センサー、警報システム防そ構造	○		○	
		非生物用	漏電(水)感知装置			○	
	防 護	装着品	作業服・靴、カバー、シート				○
環境調整	作業管理	(作業)室内環境	換気・冷暖房・照明装置			○	
	汚染等処理	処理装置	水処理装置、ごみ中間処理施設			○	

注； I～IVは次の範囲で設けることを示す

I：建築 II：設備 III：維持管理の為の設備 IV：備品・器具

## (2) バックアップシステムの事例

これまで分析してきた通り、維持管理業務は建築の構造・設備・デザインなど建築側の条件により強く影響を受けていることが確認できる。近年、流行している全面ガラス張りの外装を設けた建築や、大空間のアトリウムを設けた建築などは良い点もあるが、一方維持管理の視点に立てば、特殊なデザインに力点がおかれている建築物の場合、維持管理の難しい場所や部位等も必ず存在するため、維持管理のためのバックアップシステムは特に留意されなければならない。一般論としても建築物の質の良否は、運営・維持管理過程におけるバックアップシステムのグレードによって大きく左右されると言ってもよい。<sup>19),20),21)</sup>ここでは、ビルメンテナンス業において墜落・転落事故の発生事例が多い「外壁・ガラス清掃作業」についてバックアップシステムの視点から分析したものが表5-11である。

ここでは、バックアップシステムのレベルを0から3までの4段階に区分し、0をミニмумレベル3を推奨レベルとした。維持管理作業に関連する項目は、清掃作業の様態、清掃対象、作業スペース、作業員の熟練度、予防清掃対策に区分しそれぞれに対応するバックアップレベルを示した。<sup>19),20)</sup>

例えば、設計で“はめ殺し窓”を採用すれば、窓ガラスの外側清掃は、室内側から行うことができないので、ブランコ作業<sup>注6)</sup>かゴンドラ作業（常設又は仮設）による作業が必要になる。しかし、建築物の高さによってはブランコ作業は実施できない。

もし、“引違い窓”であれば、室内側からの作業が可能であるが、この場合は作業者が両足で立つことのできるような場所と、落下防止のための安全帯用のフックなど、さらにバックアップすることが必要になる。

また、“ベランダ”が設置されていれば、ガラス清掃作業はより安全（安全帯用のフックは必要）かつ効率的に実施することが可能になる。この他、自動窓ふきゴンドラ（一般的には窓ふきロボットと呼称）による作業もあるが、建築物の規模、費用対効果等の課題がある。

この表で示されている事項は、建築物の竣工後に備品として購入することが可能な項目もあるが、殆んどは建築生産プロセスにおいて検討し、建築図面に反映しなければ実現できない項目であり、この事例ひとつをみても建築生産プロセスにおける維持管理要素の検討の重要性が確認できる。

表5-11で確認できるとおり、バックアップシステムが単純でミニмумレベルに近づくほど作業員には高い熟練度が要求され、作業場の危険度も増してくる。

作業員の高齢化が進み、熟練した作業員の減少に伴い経験年数が短い作業員の比率が高くなる傾向<sup>22)</sup>が認められる今日の現状を考えると、労働災害の防止、合理的な効率の良い作業の実施等の点だけではなく、建築の持続性を維持する有効

な手段としてもバックアップシステムの重要性は一層高まるものと考えられる。

表 5-11 バックアップシステムの具体的事例(外部ガラス清掃作業対策等)

バックアップシステムのレベル		0(ミニマムレベル)	1	2	3(推奨レベル)
維持管理作業関連要素	窓ガラス清掃	はめごろし窓	引違い窓	回転窓(縦軸・横軸)	ベランダ
	外壁清掃 (外壁保全作業)	丸環(プランコ作業)	丸環(仮設ゴンドラ作業) 安全作業を行える場所 安全帯用フック ゴンドラ用フック	常設ゴンドラ ゴンドラ用ガイドレール又はゴ ンドラ用フック	自動窓拭きゴンドラ 自動窓拭きロボット 常設ゴンドラ(保全用)
	維持管理専用設備 (屋上・外周等)		専用電源 給水栓・排水設備	専用電源 給水栓・排水設備	専用電源 給水栓・排水設備
	作業用スペース	建物周囲に人が移動可能な スペースが必要	建物周囲にゴンドラの組立 可能なスペースが必要	直下に安全なスペースが必要	直下に安全なスペースが必要
作業	作業用通路	安全通路・安全柵	安全通路・安全柵	安全通路・安全柵	安全通路・安全柵
	アトリウム・硝子屋根等の清掃	丸環 専用昇降路	丸環 スライドハシゴ 専用昇降路	キャットウォーク チェア型ゴンドラ 専用昇降路	専用ゴンドラ 自動窓拭きロボット 専用昇降路
作業用スペース	吹抜内部	スペースはあっても作業が 困難	高所作業用ポールなどで作 業が可能	ローリングタワー・パワーリフ ター等が使用可能	専用固定施設がありかつ安 全なスペースがある
	1~2階外廻り	高所作業用車両でしか作業 できない	高所作業用ポールなどで作 業が可能	ローリングタワー・パワーリフ ター等が使用可能	どのような作業も可能かつ安 全なスペースがある
別途対策	予防清掃対策				防汚コーティング剤 (ガラス用) 撥水剤(石質材等) 防錆コーティング剤 (金属材等)
作業用員	作業従事者	熟練作業員要 (作業の危険度大)			熟練作業員でなくても可能 (作業の危険度小)

## 5-7. 結果及び考察

本章で得られた知見を以下に記す。

(1) 本研究における調査・分析および今日までの研究で得られた知見を基本に建築物の維持管理に関わる故障事例（不完全性）の主な現象を大項目・中項目で整理すると表 5-12 に示したとおりになる。<sup>11)</sup>

これらの項目の中のひとつひとつに建築生産プロセスに起因する建築要因があり故障事例（不完全性）が発生している構造が明らかになった。

(2) 建築物に発生する維持管理に関する故障事例（不完全性）の原因は、建築生産プロセスに起因していることが確認できた。推定原因の分析でも、「設計」「施工」に起因しており、「基本設計」「実施設計」に起因する故障事例が多い事が確認された。

(3) ここでは、「基本設計」「実施設計」の工程を更に細分化して検証をした結果、基本設計では、「配置計画」「空間計画」「設備計画」に、「実施設計」では、「一般」及び、「詳細」の「意匠」「設備」に故障事例の原因が求められることが明らかになった。

(4) 特に、維持管理業務に関わる故障事例（不完全性）は、「基本設計」以前の工程に起因している傾向が強いことが確認され、「企画」「基本設計」の段階における維持管理に関する検討が必要であることを裏付けている。

(5) 本研究において、維持管理の現場から収集した故障事例（不完全性）の分析、今日までの研究で得られた知見、日々の維持管理業務の体験から得られた知見等を基礎にして検証した維持管理要素は、建築生産側に立った建築生産プロセスとの関係性の確認でもほぼ整合した結果がえられることが確認された。従って、維持管理業務を考慮した建築設計が必要であることが明らかである。

(6) 建築物の維持管理業務を安全かつ円滑に実施するためには、「不安全性」や「不完全性」を、建築生産プロセスにおいて原因の発生を徹底的に排除することが根本的な解決策であるが、建築生産システムの改善には時間が必要である。しかし、これらの「不安全性」や「不完全性」が明らかに存在している状況のなかで維持管理作業を実施している現実を考えると、現行の建築生産プロセスの可能な範囲のなかで、躯体・仕上げ・設備等の面で多重のバックアップシステムを早急に備えていくことは十分に可能であり、その為には所有者・建築関係者等の維持管理情報に対する感度と相互の情報交換の密度が求められる。

(7) 本研究では、維持管理業務に関する故障事例と、今日までに得られている知見、文献の事例に対する調査、分析した結果との照合、確認を行った。維持管理に関する故障事例は建築物の「不完全性」のほんの一部であり、建築物の故障事例（不完全性）による影響や被害は所有者・利用者・使用者をはじめ相当幅広いこと

が推測される。建築物の「不安全性」とともに速やかに解決すべき重要な問題の一つである。

(8) これらの問題はいわば工学的な失敗であり、建築生産プロセスにおいて同じ失敗を繰り返している事実がある。中尾は、「繰り返して失敗は起きているのか」を定量的に知る為に機械学会会員のエンジニア（90名）と一緒に実験した結果を報告<sup>注8)</sup>しているが、「64%は失敗知識データの中に類似した事例を見つけ出すことができた」と述べている。従って、失敗事例のデータベースを作れば3分の2の確率で失敗の防止に役立つ類似データが抽出できることを検証した。つまり、失敗事例の構造化により、失敗を予測出来る可能性が高いと指摘している。<sup>23)</sup>

表 5-12 維持管理に関する故障事例の主な現象<sup>11)</sup>

1. 部位・部品の機能・品質に関わるもの	
①劣化しやすい・劣化の進行が早い	
②汚れ易い・腐食しやすい・カビが生じやすい	
③損傷しやすい	
④機能の低下が早い	
⑤故障が早く起きる・故障が多い	
⑥寿命(耐用年数)が短い	
2. メンテナンスのための条件、環境に関わるもの	
①メンテナンス作業に手間が多くかかる(作業量が多い)	
②メンテナンス作業が行い難い	
③メンテナンス作業の効率が悪い	
④メンテナンス作業に危険が伴う	
⑤メンテナンスに費用が多くかかる	
⑥メンテナンス作業時に周辺的环境に影響する(例:騒音)	
3. 機器、部品、システムの機能・品質に関わるもの	
①点検、検出、保守が困難	
②運転、操作が行い難い	
③監視、制御が難しい	
④検査、診断が困難	
⑤取付、分解、組み立てが難しい	
⑥故障が早い、故障が多い	
⑦補修、修理が行い難い	
⑧交換(取り替え)、更新が難しい	
⑨エネルギーの消費量大きい	
⑩オーバースペック(機器容量が大きすぎる)	
⑪寿命(耐用年数)が短い	

注；前川甲陽が整理したものを参考にして著者が加筆修正した

## 補注

### 1)維持管理業務のバックアップシステム

建築物の維持管理業務を安全かつ円滑に実施するために必要な建築物側の仕組み,システム,施設(固定的な)及び備品等をいう。

### 2)ビル環境保全研究会

木村宏(当時 日本環境管理学会会長 工学博士)が中心となって,建築物の支障・故障・トラブル等の現状を調査するために設置した組織で,1989年～1992年の間継続して研究した。今井義和,小黒隆二,鮫島正治,古橋秀夫,宮田晋,吉本薫,興膳慶,堀口弘,佐々木秀季が自主的に参加した。

### 3)環境阻害要因 (Environmental Disturbance)

環境ディスタージャンスとは,環境システムの機能維持にとって何らかのネガティブな影響を与える要因をいう。外部と内部(系内)とがある。

建築環境システムの機能は,ディスタージャンスを効率よく抑制できるポテンシャル(可能性,力,強さ,特質など)をどの程度保有しているかによって評価されるべきものと考えられる。(定義:木村宏)財団法人 ビル管理教育センター 編集・発行 「統括管理者講習会テキスト」2012.7より引用。

### 4)ファシリティマネジメント

Facility Management (FM)。各種の定義はあるが,最も一般的な定義は日本ファシリティマネジメント推進協会(JFMA)の定義である。

「FMは企業,団体などの全施設および環境を経営的な視点から統合的に企画・管理・活用する経営管理活動」である。

### 6)プロパティマネジメント

Property Management (PM)。一般的に投資目的である不動産の物件管理に限定され,もっぱら土地,建物といった不動産の効率的な運営管理を契約によって受託する事業をいう。

契約によっては,テナントの募集や賃料の回収,維持管理業者の選定など不動産経営の代行を行うケースもある。

### 7)ブランコ作業

建築物の外壁,外装ガラス(アトリウム等内部の場合もある)の清掃を行う作業方法のひとつである。建築物の屋上に降下用のメインロープ(もう1本ライフラインを用意)をセット(丸環などに固定)し,木製(若しくはアルミ製)のブランコに乗り込み(座って)降下しながら作業する方法である。

足場などを組む必要がなく最小限の経費で作業が行える為,外壁の簡易な修繕工事などにも採用される。しかし,残念なことに平成22年だけでブランコ作業にお

ける死亡災害が5件発生している(中央労働災害防止協会 安全衛生情報センター調べ)作業方法でもある。

#### 8)中尾政之らの実験

本当に自分が感じているリスクと類似した事例・シナリオが,失敗知識データや失敗百選(24)の中に含まれているかどうかを定量的に知るため,機械学会のエンジニア90名と一緒に実験した。

90名のエンジニアに203件のリスクを書いてもらい,それらと類似した事例が検索できるか「連想検索エンジン(国立情報学研究所)」を使用して検索した。その結果,リスクとして入力したエンジニアのデータの内,64%は失敗知識データベースの中に類似事例を見つけることができた。また,63%は,失敗百選の本文の中に類似シナリオを見つけることができた。つまり,定量的に3分の2の失敗は事例やシナリオが見つかることを実証したものである。

## 参考文献

- 1)古橋秀夫,宮崎隆昌,宮原俊介,正田浩三：「建築物の危険要素がビルメンテナンス従事者の作業行動に与える影響に関する一考察」日本建築学会技術報告集第19巻,34号 1143p-1147p
- 2)前川甲陽,古橋秀夫,木村宏：「建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その1,建築躯体及び設備」(建築物環境管理に関する研究)日本建築学会日本建築学会大会学術講演梗概集 1095p-1096p 1988. 10
- 3)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：「建築設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題その2,環境衛生・管理作業および総合的考察」(建築物環境管理に関する研究),日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集 1097p-1098p 1989. 10
- 4)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：「建築計画～施工プロセスの維持管理面からの研究」(建築物環境管理の研究)日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集 1123-1124p 1989. 10
- 5)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：「建設プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討」その1 日本建築学会 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 1125p-1126p 1990.10
- 6)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：「建設プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討」その2 日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集(中国) 1299p-1300p 1990.10
- 7)木村宏監修,ビル環境保全研究会編：「ビル環境経営のための設計・施工べからず集 PART 1」オーム社 1990. 8
- 8)木村宏監修,ビル環境保全研究会編 「ビル環境経営のための設計・施工べからず集 PART 2」 オーム社 1990. 8
- 9)木村宏監修,ビル環境保全研究会編 「ビル環境経営のための設計・施工べからず集 PART 3」 オーム社 1992. 1
- 10)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：「建築計画～施工プロセスの維持管理面からの検討」日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集(九州) 1123p-1124p 1989.10
- 11)前川甲陽：「建築物維持管理状況の分析に基づく環境管理総合システムの体系化に関する研究」東京美装興業(株)技術開発室 1993.8
- 12)吉澤晋：「“手離れの良さ”の理論と“運転・居住の理論”」月刊ビルメンテナンス社)全国ビルメンテナンス協会 1985. 8
- 13)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：「建築物経営企画における環境管理システムの検討」日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集(中国) 1301p-1302p 1990.10
- 14)日本建築学会：「新建築学体系 49, 維持管理」彰国社 1983.7
- 15)建設省ビルマネジメント研究会：「ビルマネジメント報告書」1988.3

- 16)日本建築学会建築計画委員会：「ファシリティ・マネジメントは建築計画とどう係るか」日本建築学会大会研究協議会資料 1988.10
- 17)(社)日本ニューオフィス推進協議会編：「ニューオフィスと経営革新,ファシリティ・マネジメントの実際」日本経済新聞社 1990.4
- 18)前川甲陽：「ビルメンテナンスとFM, FMガイドライン部会報告書」日本ファシリティ・マネジメント協会 1990.5
- 19)前川甲陽,古橋秀夫,木村宏：「建築物維持管理のバックアップシステムについて(その2)ーバックアップシステムの構成についてー 日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集(北陸) 1301p-1302p 1992.8
- 20)古橋秀夫,木村宏,前川甲陽：「建築物維持管理のバックアップシステムについて(その1)ー外壁清掃作業等のバックアップシステムー 日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集(東北) 971p-972p 1991.9
- 21)工藤恭丈,前川甲陽,古橋秀夫,正田浩三：「ビルメンテナンスのためのバックアップシステム(その1)ー清掃作業についてー」日本建築学会 日本建築学会学術講演梗概集(関東) 469p-470p 1993.9
- 22)(公社)全国ビルメンテナンス協会：「ビルメンテナンス情報年鑑 2012」[第42回実態調査報告データ集] 2012.2
- 23)中尾政之：「失敗を予測できるかー失敗知識の構造化ー」(財)建築保全センター Re, No,156 2007.10
- 24)中尾政之：「失敗百選」森北出版 2009.11

**第6章**

建築生産プロセスに起因する不安全性と不完全性と維持管理要素との関連性

## 6-1. 概説

前章まで維持管理の視点に立って、建築物の「不安全性」、「不完全性」を主な対象として、その発生原因が建築生産プロセスにあることを明らかにしてき、維持管理に関わる事項は、基本設計以前の建築設計プロセスに強く影響されていることを確認した。

本章では、「不安全性」と「不完全性」との関係を分析するとともに、建築物の「不完全性」が機能・性能にどのような影響をしているのか検証し、従来の建築生産プロセスにおける問題点を改善するため、工業製品の設計の分野における信頼性・安全性を確保するための設計・生産プロセスを参考にして、建築生産プロセスの新たな仕組みを構築し、検証するものである。

この新しい建築生産プロセスの考え方が建設工事に適応するものか、実際の建設工事に適応させた事例および維持管理要因を考慮し、建設プロジェクトの基本方針として建設された建築物の建築生産プロセスの分析、検証の結果について述べる。

## 6-2. 調査対象物と研究内容

ここまで確認されてきた建築物の「不安全性」と「不完全性」との関係に注目して、建築生産プロセスとの関係性を分析、検証する。

これまでの研究で得られた知見に基づき、従来の建築生産プロセスにおける問題点を改善するための新しい建築生産プロセスを検討して示した。

ここで、提案されている建築生産プロセスが実際の建設工事において機能するのか、実際の適応事例の結果分析および、維持管理要素を核にした建築生産プロセスを採用して建設された建築物(賃貸用事務所)の企画段階から竣工 26 年後の現在まで継続的に調査し続け、現在までに得られている知見を総合的に検討し本研究において提案している新しい建築生産プロセスとの整合性・実行性・有用性等について検討した。

### 6-3. 維持管理から見た建築物の「不安全性」と「不完全性」との関係性

本研究では、建築物の安全性・信頼性の重要性に鑑み、これまで維持管理業務の労働災害および利用者・使用者の日常的な空間における事故について分析し、竣工後の建築物において、「不安全的な状態」が存在し、危険要因となっていること即ち「不安全性」があることを確認しその原因が建築生産プロセスにあることを明らかにした。

また、維持管理の視点から、建築物には、故障・支障・トラブル・不具合など本来建築物が備えていなければならない建築物を運営・維持管理していく上で必要な機能・性能が不備または不良な状況にあることを明らかにした。

「不安全性」と「不完全性」は個別に存在するものではなく、「不安全性」は「不完全性」のなかに含まれることは論を俟たないが、安全性は建築物の機能・性能のなかで最も優先される基本的かつ本質的な建築物の有すべき要素であり、維持管理担当者にとっても不可欠な要素であるが現実には問題のあることを示してきた。

本研究において確認された建築物の「不安全性」(不安全的な状態)と「不完全性」(不完全な状態)の建築要因を左右に分けて列挙し、相互に関係ある項目を直線で結ぶと図 6-1 に示した通りになる。

この図をみれば、「不安全性」と「不完全性」とは密接に関係して建築物における事故や支障・故障・トラブル・不具合等の複合的な原因となっていることが確認できる。

建築生産プロセスは、企画（基本計画）、基本設計（配置・空間・意匠・構造・設備・生産・コスト）、実施設計（一般・意匠詳細・構造詳細・設備詳細）、仕様書、施工(工事監理)と複雑なプロセスと関係者、多数の職種が関係する建築行為であり、必要な情報の交換も複雑になってくる。

また、使用する部材・建材等の種類も多く、素材・部品・部材・機器・機器サブシステム・機器システム等を用いて、ビルディングエレメント（屋根・壁・床といった建築物の各部分）の集合体であり、それによって空間(内部空間)の質を制御しようとするものであり<sup>1)</sup>、ひとつひとつの機能が確実に果たされなければ全体の機能は果たされないことから、本研究の対象である「不安全性」や「不完全性」が発生する可能性が高いことになる。

図 6-1 に示したとおり「不安全性」と「不完全性」の関係は相互に強い関係をもっており建築行為のなかで複雑に働いていることは明らかである。

安全性と完全性が確保される状態が最も望ましく、「不安全性」があり「不完全性」のある状態も許容されず、完全性は確保されているが「不安全性」が確認できる状態も許容されるべきではない。「不完全性」は、本来あってはならない状態

ではあるが事故事例の内容を見るとその影響の対象や影響項目等に差異があり、「不完全性」の程度（レベル）が存在していることが解る。また維持管理者にとっての「不完全性」が利用者・使用者にとっては「不完全性」と認識されない事例もあることから、「不完全性」が結果的に見過ごされている現実が認識される。建築物に現出する「不完全性」や「不安全性」には多様な組み合わせがある。（表 6-1 に示す）

「不安全性」と「不完全性」は相互に密接に関連していることが確認されているので、建築生産プロセスにおける「不完全性」の排除は安全性の確保にも結びつく建築行為であり、矛盾する条件を調整する重要な建築行為のひとつであることが検証された。

優れた企画・基本設計・実施設計であったとしても施工の段階での工事上の単純なミスひとつで機能・性能が損なわれることもあれば、設計図面通りで建材も仕様書通りの施工がされても「建材の選択ミス」（設計の不良）で、「雨天時の床仕上げ材の滑り易さ」が原因で第三者の通行人が転倒事故を起こすという事例もある。

「不安全性」を含む「不完全性」は維持管理業に関わるものだけでなく、その実態は幅が広く深く、潜在化した問題や例え顕在化されてもその多くは公にされていない実態がある。

本研究の過程で得られた故障事例や調査対象の事例等から確認された建築物の支障・故障・トラブル・不具合等がどのような人に影響を与え、どのような点で影響を与えているかを整理、分析したものが表 6-2 である。

その結果をみると「安全性」「作業性」「耐久性」「機能性」「保全性」「美観性」に影響している事例が多い事が確認されている。

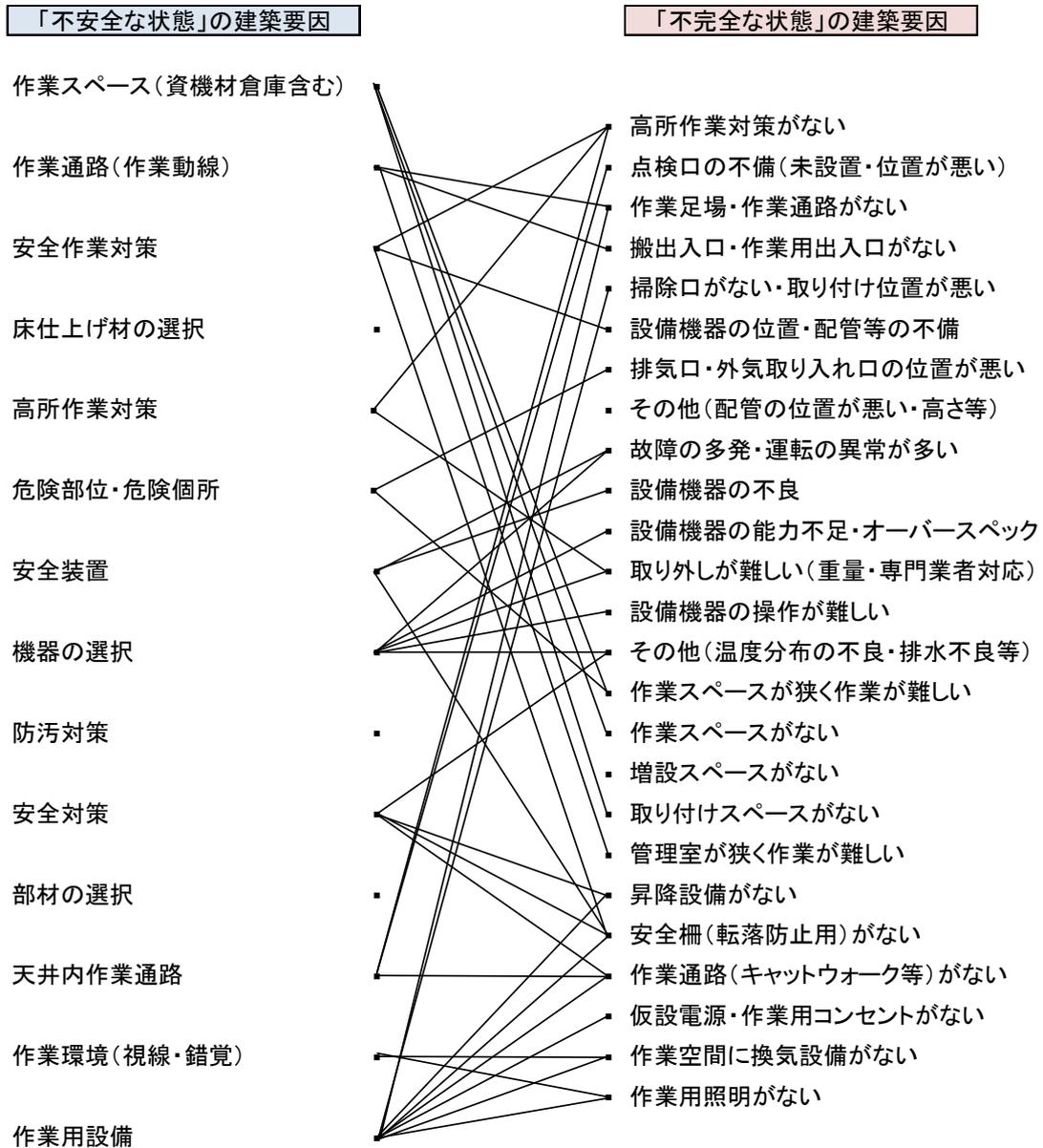


図 6-1 「不安全な状態」の建築要因と「不完全な状態」の建築要因の関係性

表 6-1 「不完全性」と「不安全性」の関係

	安全性	不安全性
完全性	◎	×
不完全性	△又は×	×

◎：本来あるべき望ましい状態

△：発生している故障事例の影響度合いにより判断される状態（ない状態の方が望ましい）

×：あってはならない状態

表 6-2 「不安全性」「不完全性」が与える影響の分析

影響を与えている相手	影響している事項
主として維持管理担当者に与えている影響	作業性・保守性・効率性・安全性
主として施主・所有者等に与えている影響 (構造・躯体・仕上げ等)	耐久性・防食性・防汚性・保全性
主として利用者・使用者に与えている影響	美観性・環境性・健康性・衛生性
ほぼ全ての人に影響を与えている影響	利便性・経済性・信頼性・防災性・機能性

#### 6-4. メンテナンスを考慮した建築生産プロセスの考察

##### (1) 保全性の概念の導入

建築物は工業製品ではないが、人工環境システムであることを前提にすると、工場生産される数多くの部品・部材・機器等には工業製品が多用され、工業製品に近い点が認められる。一般に、工業製品の設計ではユーザーからの要求事項あるいは製品の開発計画に基づいて、製品の持つべき機能や性能の検討が最初に実施される。検討する要素としては、使用中の故障等によってその機能が停止・中断することや破局的な現象や破壊が起こらないように、信頼性と保全性が先ず検討され、並行的に安全性、操作性、経済性を始めとするその他の項目が相互に関連性を持って反復して検討される。<sup>2),3)</sup>

建築生産プロセスにおいても、安全性・健康性・快適性・効率性・利便性・経済性等の特性、耐久性・省エネルギー性等についても検討されるのが一般的である。しかし、保全性については従来検討課題として取り上げられることはなく、今日に至っている。今後は保全性の考え方を取り入れた設計(保全性設計)の在り方を指向することが必要であると考えられる。

保全性の技術は、高い稼働率とともにその製品の使用目的を達成しようとする技術のひとつで、信頼性技術、安全性技術などと密接な関係をもっており、製品の設計における主要な要素の一つである。<sup>4),5)</sup>

保全性設計を取り入れることにより、製品の永い使用期間における故障の発生を防ぎ、保全作業を行い易くして、結果として保全コストの低減を図ることを目標として実施されるが、これらの働きは建築物にも通じる面が多い。

これまでの考察をもとに、建築生産プロセスの各段階において行われるべき維持管理要素の検討項目を示し、機械系の信頼性・保全性設計及び運営のプロセスと対比して考察した。<sup>6)</sup>

ここに示した3つのプロセスはフェーズ毎に検証するとの業務の流れが比較的によく対応しており、建築生産プロセスにおける維持管理要素の項目は、機械の設計・製造・運営プロセスにおける信頼性・保全性の項目と対比して考察できる。機械系の信頼性設計・運用プロセスには、各種信頼性設計手法<sup>注 1),6)</sup>やデザインレビュー、クレーム・故障・使用情報など、また保全性設計・運用プロセスには、故障の検出と診断・接近性・保全性支援システムなど建築生産プロセスには明示されていない独特の項目が示されている。<sup>6),7)</sup>

これ等の項目は、建築生産プロセスにおいて検討すべき維持管理要素として含めて考慮する必要があることが知見として得られた。

## (2) フィードフォワード型建築生産プロセスの提案

ここまでの考察及び前項の分析による知見を加えて、維持管理要素を考慮した設計の要因を検討した結果が図 6-2 である。

ここまで検討してきた建築物の維持管理要素に竣工後の運営に関する要素を加えて、要約すると

- ① スペース
- ② 設備
- ③ エネルギー
- ④ 室内環境条件
- ⑤ 安全
- ⑥ 建築部材
- ⑦ 内装
- ⑧ 運営方式
- ⑨ 機器・備品
- ⑩ 人・組織
- ⑪ 提供するサービス
- ⑫ コスト

の 12 項目となる。上記の①～⑧は主として維持管理業務に直接的な関わりが深い事項であり、⑨～⑫は運営・維持管理上の要因として関係が深い。

建築物のライフサイクルで最も永い運営・維持管理は建築生産プロセスの中で切り離して考えるべきではなく、企画・設計・施工に続く建築行為として運営・維持管理を捉え、これらに関係する項目を検討、考察して加えた。

建築物竣工後の主要な運営・維持管理要素と従来の建築生産プロセスとの関連性を考察した結果が表 6-3 である。<sup>8)</sup>

表に示した建築生産プロセスには、「管理」というステップが存在しない。このプロセスでは、運営・維持管理要素の検討が設計など各フェーズにおいて欠落する可能性が高い。その結果が本研究における「不安全性」や「不完全性」の現実となって建築物に現出することになる。

これに対して、表 6-4 のように「管理」のステップを加えて建築生産プロセスを機能させた場合には、運営・維持管理に関する検討が各フェーズで、それぞれの重要度や関連度に応じて実施することが可能になる。

即ち、運営・維持管理要素を建築生産プロセスにフィードフォワードする建築生産プロセスである。このようなステップを設定することにより、従来の建築生産プロセスには欠落していた運営・維持管理要素の検討を初期の段階から順次適切に行うことが可能になることが期待される。

この検討の結果に基づいて、運営・維持管理の見地から取り入れておくべき事項を、プロセスの各フェーズで計画・設計・施工等に組み込むことができる。

また、工業製品の設計・生産のプロセスで確認できる「デザインレビュー」<sup>注2)</sup>、「設計審査」というチェック機能を建築生産プロセスに加えて新しい建築生産プロセスを提案したい。<sup>2),3)</sup>

製品が機能・性能・安全性・信頼性・経済性などについて、顧客のニーズに合致したもののものなるかどうかは、設計に大きく依存している。建築生産プロセスにおいて、建築の安全性に対する利用者・使用者の要求条件が相互に矛盾するケースも現実存在する。例えば、避難階段と防犯対策との条件も矛盾するし、バリアフリー性能の条件と日常的な安全性の条件にも矛盾が存在する。対立した矛盾する点がある相互の関係や真の目的を理解して統合的に判断しなければならない。<sup>9)</sup>従って、設計の各段階で、これらの品質特性に対応する生産プロセスを進めていく必要があるが、更に設計した内容が要求事項を満たしているか否かを広い視野と専門知識を基に点検、検討することが重要である。<sup>6),7)</sup>

大項目	中項目	小項目
維持管理計画	維持管理対策・方式	維持管理必要機器特定
		劣化に対する許容値の検討
		予防保全等の方式・周期
		将来対応(用途変更含む)
保守性 (維持管理作業の作業性、確実性)	故障検出・診断	検出方法・表示・警報装置
		点検口(検査口)
		試験点・試験片・測定機
		診断方式・自己診断
	接近性	スペース(作業空間・周囲空間)
		外部接近性(据え付け場所・機器外部)
		機器内部の接近性
		接近経路(通路・出入口・周囲条件)
	修復性	取り付け方法(プラグイン等)
		分解・組み立て容易さ
		互換性
		標準タイプの機器(標準化)
		ユニット化・モジュール化
		バイパス・二重化
	ヒューマンエラーの低減	接続・組み立てミスの防止
		複雑な作業の排除
		生理的・心理的影響の排除 (環境条件の整備)
維持管理体制	維持管理支援システム	維持管理支援計画
		維持管理支援用機器・システム・施設
		維持管理技術者教育
		維持管理マニュアル
		維持管理チェックリスト
		維持管理情報マネジメント
維持管理コスト	コストマネジメント	LCCの検討・予算化
		LCCの低減化(VE提案)
		維持管理データの保有と活用
		道連れ工事の防止対策・施工の徹底
		計画修繕

図 6-2 維持管理要素を考慮した設計の要因

表 6-3 建築生産プロセスと運営・維持管理要素との関連(1)<sup>8)</sup>

運営・維持管理要素	建築生産プロセス 企画 〈基本 計画〉	基本設計							実施設計			施工 (管理)	
		配置	空間	意匠	構造	設備	生産	コスト	一般	意匠	構造		設備
1 スペース	◎	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 設備	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○
3 エネルギー	○		○		○	◎		○			○	○	
4 環境条件	○	○	○	○	○	◎		○	○	○		◎	
5 安全	○				○		○		○		○	○	○
6 建築素材	○			◎	○		○	○	◎	◎	○		○
7 内装	○		○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○
8 機器・備品	○		○	○		○		○	○	○		○	
9 人・組織	◎		○				○						
10 提供されるサービス	○												
11 運営方式	◎												
12 コスト	◎			○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○

注；◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりある ◦:関連性が少しある

表 6-4 建築生産プロセスと運営・維持管理要素との関連(2)<sup>8)</sup>

建築生産プロセス 運営・維持管理要素	企画(基本計画)		基本設計								実施設計				施工 (管理)	
	一般	管理	配置	空間	意匠	構造	設備	生産	コスト	管理	詳細					
											一般	意匠	構造	設備		管理
1 スペース	○	◎	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	◎	○
2 設備	○	○		○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○
3 エネルギー	○	○		○		○		○	○	◎		○	○	○	○	○
4 環境条件	○	○	○	○	○	○	◎		○	◎	○	○		○	◎	
5 安全	○	○				○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○
6 建築素材	○	○			◎	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	○	○
7 内装	○	○		○	◎	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
8 機器・備品	○	○		○	○		○		○	○	○	○	○	○	○	○
9 人・組織	○	◎								○					○	
10 提供されるサービス	○	◎								○					○	
11 運営方式	○	◎								○					○	
12 コスト	○	○			○	○	○		◎	○	○	○	○	○	○	○

注；◎:関連性が大きい ○:関連性がかなりある ◦:関連性が少しある

## 6-5. フィードフォワード型建築生産プロセスの実証的検証

前項で述べた、メンテナンスを考慮した建築設計プロセスへの改善や運営・維持管理の要素を取り入れた建築生産プロセスの構築を図る為に、ここで考えている仕組みが機能するのか実際の建築工事のプロジェクトにおいて検証した。

著者は、1975年より、維持管理の立場より建築生産プロセスに関与して建築のより良い在り方を実現するための調査、研究を開始した。建築技術者としての経験も併せて有していることから表 6-5 に示した 9 件のプロジェクトのメンバーとして参画し、そこから得られた貴重な情報を活用して考察を加え、本研究において提案するフィードフォワード型建築生産プロセスを実際の建設工事に置いて試行を重ね、並行的にシミュレーションを継続してきた。

表 6-5 に記載したプロジェクトの事例（⑨を除く）は、全て企画・基本設計・実施設計・施工それぞれの段階でデザインレビューを行っている。

ここでは、これらのプロジェクト事例の内、情報開示が許されている事例であり、公共性のある官庁物件でのシミュレーションの結果について述べる。

表 6-5 本研究にて提案している維持管理の視点によるデザインレビューを実施した主な事例

プロジェクト名称	用途	延べ床面積(m <sup>2</sup> )	竣工年月	備考
①某製薬本社ビル	事務所	11,883.3	1975.09	竣工直前より、竣工検査実施。維持管理担当者の視点で全館調査。総合管理担当。
②某製薬東北工場	製薬工場	8,865.0	1987.05	敷地購入時よりプロジェクトチームに参加。企画・設計・施工のすべての段階でデザインレビューを実施。ファンリティマネジメント担当。
③某製薬札幌大通ビル	事務所	3,731.2	1988.10	基本設計時よりプロジェクトチームに参加。基本設計・実施設計・施工の全ての段階でデザインレビューを実施。総合管理担当。
④某製薬中央研究所・1期	研究施設	16,234.5	1989.03	基本設計時よりプロジェクトチームに参加。基本設計・実施設計・施工の全ての段階でデザインレビューを実施。ファンリティマネジメント担当。
⑤某製薬中央研究所・2期	研究施設	31,208.6	1993.03	同上
⑥(社)東京ビルメンテナンス協会・(ビルメンテナンス会館)	事務所・研修施設	2,973.8	1994.06	敷地選定時点よりプロジェクトチームに参加。企画・基本設計・実施設計・施工のすべての段階でデザインレビューを実施。
⑦某製薬西新宿ビル	事務所・賃貸用	13,568.3	1990.03	基本設計時よりプロジェクトチームに参加。基本設計・実施設計・施工の全ての段階でデザインレビューを実施。プロパティマネジメント・ファンリティマネジメント担当。
⑧某製薬RG本社ビル	事務所	22,224.0	1997.12	基本設計時よりプロジェクトチームに参加。基本設計・実施設計・施工の全ての段階でデザインレビューを実施。ファンリティマネジメント担当。
⑨広島市立舟入病院	病院(公立)	12,667.1	1997.10	基本設計終了時点で広島市より、(社)全国ビルメンテナンス協会がデザインレビューの依頼を受ける。プロジェクトチームの責任者として維持管理面からの意見書を作成。竣工1年後に関係者が現地に集合し実地検証を実施。

### 6-5-1. 広島市立舟入病院の実施例と検証

#### (1) 実施例の概要

施主である広島市は、1991年に施設の老朽化・狭隘化が著しい舟入病院の建て替えを決定。その後、基本計画の策定を経て基本設計を終えた1994年、ライフサイクルコストを考慮した施設の建設、施設の適正な管理、運営管理コストの削減を目的に、(社)全国ビルメンテナンス協会にメンテナンス側からみた設計上の留意点について意見を求めた。<sup>10)</sup>

その要請に対して全国協会では著者を中心としたグループで検討を重ねた。既に基本設計が出来上がった後であり、施主の担当者や設計の担当者と直接的な話もできる状態ではなく、得られる情報としては「基本設計説明書」だけの状況であったが、「基本設計に対する意見書」を完成させて提出した。<sup>10)</sup>

#### (2) シミュレーションの内容と結果

「基本設計説明書」を維持管理の視点から精査し、基本設計に対するデザインレビューを実施したが、維持管理の視点から改善すべき課題（病院運営そのものに関する事項を除外して計102件）と、意匠・構造・設備・外装・内装及び将来対応などの建築要素との関係性を検証したものが図6-3である。

項目は「基本設計説明書」順番に沿って確認し、デザインレビューを行っているため項目の順序は要素ごとに整理されたものではない。

維持管理の視点からだけでも幅広い分野で相互に関係する課題が存在していることが確認されるが、設計(意匠)、構造、設備に関しての指摘項目が多いが、特に建築の時間軸を考慮しない将来対応の分野が欠落していることが確認できる。

従来の建築生産プロセスにおいて施主側の要求条件を満たしたはずの基本設計においても、維持管理の視点からデザインレビューすることにより、これだけの項目が課題として検出された。もし、医師・看護師を始めとする病院関係者の意見を基にしたデザインレビューを別に行えば別の視点・角度からの項目が出てくるはずである。実施設計に進む前の段階でこれらの問題が発生することを事前に抑制できるとすれば、実施設計における手戻り・設計変更、それらに関わる経費や時間、手間の無駄を防ぐことができ、潜在的な問題点を内蔵した建築物の完成を防ぎ、建築の質をより向上することに貢献できることが確認できた。

基本設計の終了時におけるデザインレビューのシミュレーションではあるが、本研究において検討している新しい建築生産プロセスが、建築物の不安定性や不完全性をはじめとする維持管理上の問題発生を排除することに対しての有効性が確認できた。

このシミュレーションにおいては、竣工5か月後、広島市の担当者（7名）、病院

側の責任者（2名）、設計担当者（1名）、全国協会（役員・著者計2名）、維持管理担当者（2名）が参加して、「基本設計に対する意見書」が実施設計にどれだけ反映されたのか実地調査で検証した。<sup>注3)</sup>

併せて各担当者からのヒアリングも実施されているが、設計担当者は、「メンテナンスの意見は70%程度しか盛り込めなかったが、この成果を今後の設計に生かしていきたい。数年後に再びこの建物を検証したい」というものであったが、<sup>9)</sup>維持管理の立場からのデザインレビューは、設計担当者にとっても有益性のあることが理解できる。こうした実例を積み上げることにより更に密度の高いデザインレビューが可能になるものと期待したい。

本件プロジェクトは官庁物件ではあるが、施主側の維持管理に対する重要性の認識が極めて強く、貴重なシミュレーションの結果が得られたものと思料する。同市は、この後、広島港沖合の埋め立て地に、物流・国際交流・観光の拠点を目指して大規模な港湾整備プロジェクトを進めており、「メッセ・コンベンションホール」の建設を予定していた。（その後中止が決定された）<sup>10)</sup>広島市経済局観光コンベンション推進室より、全国協会に対して同施設の基本設計に対する意見書の提出が求められており、デザインレビューの実行性は施主側から見ても理解されていると思われる。

	意匠	構造	設備	外装	内装	将来対応
・屋内の屋根面清掃対策	○				○	
・柱面の照明・管球交換対策	○		○		○	
・ゾーニングに伴う床面仕上げ材の色分	○				○	
・修繕時の作業動線・資機材搬入動線	○					○
・ゾーニング毎の空気洗浄度による壁面色分け	○				○	
・ドライエリアまでの大型車両の動線	○					○
・メンテナンス・スペースの不足	○	○	○		○	○
・メンテナンス・アクセスが不備	○		○		○	
・更新・交換のし易さ			○			○
・内壁面の汚れ難さ・汚れの除去性	○				○	○
・放射線部門の将来対応	○	○	○		○	○
・同防御壁のフレキシビリティ		○				○
・外壁の塩害対策と汚れの除去性	○	○		○		○
・外壁の防汚対策(雨仕舞)	○	○		○		○
・外壁の目地廻りの防汚対策	○	○		○		○
・設備機器廻りの余裕度	○	○	○			○
・外壁の白樺防止対策		○		○		○
・外壁の剥落防止対策		○		○		○
・メンテナンスし易いドレインの位置	○		○			○
・メンテナンスし易い掃除口の位置	○		○			○
・廃棄物集積所の位置(車両がつけ易い)	○	○	○			○
・縦方向のパイプスペースに予備スペース	○	○				○
・同予備の貫通口		○	○			○
・天井内のメンテナンス・スペース		○	○		○	○
・メンテナンス作業を考慮した設備機器の位置	○		○			○
・外壁窓ガラス面の清掃対策	○			○		
・防災センターと館内各所との連絡方法	○		○			
・エレベーターの開口寸法(移動手段として)	○		○			
・マシンハッチの検討		○			○	○
・トイレ廻りの配管等の配置・更新対策	○	○	○		○	○
・メンテナンス担当者の動線・出入口	○		○			
・貨物用エレベーターの有無(共用か)	○		○			
・地下機械室・中央監視室・屋上間の連絡			○			
・掃除従業者の休憩室・更衣室等	○		○		○	
・掃除用の資機材倉庫	○		○			
・外部に面した出入口のセキュリティ対策				○		
・各出入口の除塵対策	○		○			
・救急受付けのドアの位置(警備)	○	○				
・吹き抜け廻りの窓ガラス清掃対策	○			○	○	○
・特別な洗浄区域	○			○	○	○

(次ページに続く)

図 6-3 島市舟入病院改築に関するデザインレビューの項目  
(基本設計完了時)<sup>10)</sup>

	意匠	構造	設備	外装	内装	将来対応
・光庭の清掃対策	○			○	○	○
・トプライトの清掃対策	○			○		○
・全面的に収納スペースが少ない	○				○	
・清掃用のユーティリティルームの必要性			○		○	
・階段踊り場にコンセント	○		○			
・ベランダで作業できない項目の検討	○		○	○		○
・エレベーターは全てのフロアに着床可能		○	○			○
・メンテナンス・アクセス(点検口等)の不備	○		○		○	○
・塔屋の作業用電源・給水栓・排水口		○	○			○
・斜路は廃棄物取集車の通行が可能か						
・焼却物の置き場	○		○			
・廃棄物積み込み用のステーション	○		○			
・廃棄物貯留システムの検討	○	○	○			
・貨物専用のエレベーターの必要性	○	○	○			
・外壁窓面の位置	○			○		
・車両の回転スペース	○					○
・空調機械室の出入り口の位置・大きさ		○				○
・ドライエリアの昇降設備	○		○			○
・ドライエリアのセキュリティ対策	○		○			
・通路等の段差解消	○	○			○	
・交換し易い(メンテナンス・し易い)機器			○			○
・衛生性が維持できる床仕上げ材	○				○	
・手術室の床仕上げ材	○				○	
・出隅部分の破損対策					○	○
・入り幅木の検討	○	○			○	
・入隅部分のアール加工	○	○			○	
・配管スペースの余裕度	○	○	○			○
・予備配管スペース	○	○	○			○
・機器取り付け位置は作業しやすい場所			○			○
・管球交換し易い照明器具	○		○			○
・メンテナンス作業用コンセントは別回路			○			○
・仮眠室・シャワールーム・休憩室	○		○			
・機器の位置・高さ・方向			○			○
・ポンプ等の機器・配管は複数			○			○
・配管にバイパス		○	○			○
・排水系統の配管の掃除口の位置			○			○
・給水栓等はシンプルで掃除し易い			○			○
・廃棄物焼却炉の散水設備			○			○
・同2基設備の検討			○			○
・清掃作業用のコンセントの位置・数量			○		○	
・廻り階段下の通行者安全対策	○	○				

(次ページに続く)

	意匠	構造	設備	外装	内装	将来対応
・エレベーター台数の再検討	○		○			
・風除室の防塵対策	○		○		○	
・ドライエリア内の清掃対策	○			○		○
・屋根のメンテナンス用出入り口(大きさ)	○	○		○		
・丸環の設置	○	○		○		○
・屋根の利用形態(避難用・休憩用)	○		○			
・サービス用車両の駐車スペース						○
・同上・回転スペース(柱の位置)	○					○
・防災センターの視野	○	○				
・ダクトスペース・パイプスペースの余裕度	○	○	○			○
・メンテナンス用資機材の搬入経路(長物)	○	○	○			○
・低層階の外部清掃対策	○			○		○
・掃除用の昇降設備	○	○	○			
・パラペットの耐力(仮設ゴンドラ用他)	○				○	○
・吹抜内部の清掃対策	○	○		○		○
・吹き抜け内部のキャットウォークの検討	○		○		○	○
・屋上への経路・出入り口	○	○		○	○	○
・機械室への作業動線	○		○			○
・設備機器の更新・交換対策	○	○	○			○
・資機材の搬入(重量物・長物)	○	○	○	○	○	○
・地下への揚重対策(医療機器他)	○	○	○	○	○	○

## 6-5-2. 「理想的な建設計画を求めて」建設された事務所ビルの実地調査

## (1) 実地調査の概要

本研究において指摘しているように建築の性能を左右する企画・設計の段階の重要性を検証するとともに、運営・維持管理要素を考慮して設計することの有用性を確認する必要がある。その為に、実際に建設され、賃貸用不動産として経営の最前線にある建築物の建築生産プロセス工事を遡ることにより、建築生産プロセスにおいてどのような維持管理に対する検討がなされて建築に作り込まれてきたのか検証した。

対象とした建築物は、「本郷瀬川ビル」(以下 HSB と略す)で建築概要等は表 6-6 に示した。調査対象建築物の選択理由及び調査の方法は表 6-7 の通りである。特筆される点は、HSB の建設にあたって 1985 年 9 月に「建設企画委員会」(以下委員会と略す)<sup>注4)</sup>を設置し、約 1 年 3 か月の間、「基本思想の確認と実現」、「基本的な建設理念の構築」、「設計思想の確立」を共通認識の目標と定めた定例会議を実行し徹底した議論を行った点である。

著者は、木村らのもとでプロジェクトの支援を担当し、企画・基本設計・実施設計・施工の全ての段階を確認し、竣工後より現在まで 26 年間ほぼ 2 ヶ月 1 回程度の周期で建築物の状態を現認し続けてきた。

表 6-6 調査対象建築物の概要

本郷瀬川ビル(HSB)の概要	
所在地	: 東京都文京区本郷2丁目35番10号
用途地域	: 住居地域、防災地域
竣工年月日	: 昭和63年7月1日
用途	: 事務所・店舗
構造	: 鉄骨鉄筋コンクリート造(耐火構造)
階数	: 地下1階、地上7階、塔屋1階
敷地面積	: 1,087.76㎡
延床面積	: 3,703.9㎡
容積率	: 340.5%
建築面積	: 704.67㎡
賃貸面積	: 平成7年7月迄 2,204.33㎡
	: 平成7年8月から 2,161.30㎡

表 6-7 調査対象建築物の選択理由及び調査方法等

<p>(1) 調査対象建築物の選択理由</p> <p>① 明確な建築思想を持って建設された建築物である。</p> <p>② 従来とは異なる建築生産プロセスを採用した建築物である。</p> <p>③ 企画の段階から事業主・設計者・施工者・維持管理者が参画した建築物である。</p> <p>④ 実験的に建設されたものではなく、経営(賃貸用)に供している実在の建築物である。</p> <p>⑤ 事業の発想段階から企画・設計・施工に関わる資料、維持管理関係の資料がほぼ完全な状態で保管されている建築物である。</p> <p>⑥ 調査に全面的な理解が得られ、公開する事の了解が得られた。</p>
<p>(2) 調査の方法</p> <p>① 保存資料の現地調査 建設企画委員会議事録、定例会議事録、これら会議等の提出資料、参考資料他</p> <p>② 聞き取り調査 事業主、同社管理担当者、その他関係者</p> <p>③ ビルの現状確認 竣工以来現在まで定期的にビルを訪問し現状の確認(目視)及び経年に伴う変化等の情報収集他</p> <p>④ 参考文献等の確認 事業主他が書かれた文献等</p>
<p>(3) その他留意事項</p> <p>① 保存されている資料を確認し、事業主の建築思想及びHSBに対する期待値等を整理した。事業の発想の段階まで遡り、建築生産プロセスにおいて検討・討議された事項を洗い出し、どのように設計図面に反映され実現されたのかを検証した。併せて、関係者への聞き取りを並行的に実施し、書面に記載されていない部分等の補完を行った。</p> <p>② HSBの建築生産プロセスが従来のプロセスと異なる点を明らかにし、現状における問題、問題点を考察した。</p>

## (2) HSB の基本計画の主な特徴

### ①事業主が明確な建築思想や期待値を提示している。

施主より示された原案は文章で記述されているが、検証のやり易さを考慮し、具体的な項目に分解し、「建物の目標」「個別の目標」等とともに整理し、表 6-8 に示した。<sup>11)</sup>

これらを検証すると、「耐用年限」「建築思想」「建物の目標・個別の目標」が相当早い時期に具体的に示されているが、施主の建設事業における本来あるべき責任の重さが認識される。

ここでは、「建築設備に関する事項」「メンテナンスの対策」「将来の変化への対策」に比重がおかれていることが確認できる。

### ②本事業に対する建築関係者の基本姿勢が明確で、確実な情報伝達の手法を導入している。

基本姿勢についての全員確認事項として「建築・設備・ビル管理、それぞれの面から検討し統合する。設備は色々な方法とコストを明らかにして検討する」（第1回委員会議事録）と核となる方向性が明示されている。<sup>11)</sup>このプロジェクトの進め方の優れた点は下記のように指摘できる。

- ・全関係者が参画して事業計画・建築企画書（プログラミング）を作成した。
- ・建設思想・基本方針が全員に浸透し、かつ繰り返して確認されている。
- ・必要な情報が双方向（多重な）で必要な相手先に確実に伝達され、相互に確認されている。
- ・検討の各フェーズで必要な事項が必ず確認されている。
- ・検討事項の決定に際し、検証する仕組みを導入した。
- ・建築思想・基本思想等の情報が記録され、後工程の関係者にも確実に伝達される。

これらの特徴から判断されるのは、事業主を頂点とする垂直一方向型の情報伝達ではなく、事業主を中心とする水平双方型の情報交換であることが確認できた。

### ③HSB 建設計画における維持管理要素の位置づけ

HSB では、委員会の検討と併せて、施主、設計事務所、施工会社及び設備工事会社、維持管理会社等を構成員とする定例会議（分科会歳して構造・意匠も設置）を実施していることが、残されている議事録・参考資料等の分析から確認された。

建設プロジェクトにおける定例会議の設置は特別なことではないが、維持管理会社がメンバーである点と、建設思想・建設目標・設計コンセプトを常に明確に意識しながら、運営・維持管理要因の検討を深化させ建築図面等に具体的

に反映している点がこの建設計画の特質である。

検討過程のステップを分析したものを表 6-9 に示した。

このステップによる検討では、全ての建築関係者が揃っての検討なので必要な情報が伝達すべき相手に確実に伝達され、他の関係者も同時に情報の内容を全員が同時に確認できる仕組みであることが明らかになった。

具体的な検討事例として給排水衛生配管の維持管理要因の検討過程の主な点を表 6-10 に示した。その結果として採用されたトイレ廻りのパイプスペースの詳細図を図 6-4 に示した。男女便所の間にパイプスペースを設け、床上配管で何時でも男女問わず誰でも維持管理作業が安全かつ効率的に実施できる。

外壁部分に開口部を設け、パイプスペースの入り口のドア・専用部事務室の入り口のドアと位置の芯を合わせて、将来、配管の交換工事をする場合に長い材料が出し入れできるように設計されている。

これらの分析から、維持管理要素は建築生産プロセスにおいて具体的に作り込むことが必要であることが確認できた。

また、HSB では、施工の段階において工事の管理に細心の注意を払い、施主及び特別に依頼した工事監理者を配置して徹底した工事監理を行っていることも工事資料から確認された。

#### ④HSB における建築生産プロセスの現時点における評価

建築物は竣工直後にデザインだけを対象にして評価されることが通例であるが、建築物は竣工後、利用・使用された一定の時間において評価されるべきであると思料されるが、現在、その為の明確な基準、標準も確認できない。また、HSB と比較できる情報を公開している建築物の事例もないことから、ここでは著者が施主(事業主)から直接ヒアリングした結果を記述する。

- ・期待値の達成度はほぼ 70%程度。建築基準法、消防法等の問題もあり、やりたくてもできないケースがあった。
- ・大変うまくいったと思う。理由は、維持管理費用が低減されたこと、特に「道連れ工事」の発生がないことが大きく影響している。
- ・建築生産プロセスにおいては、基本設計確定後、経費を伴う設計変更は一度も発生していない。
- ・不具合・故障は 3 件（外壁のラスタータイルに西日が当たり反射光が発生・斜壁で雨仕舞の不良・ガラス清掃のブランコ作業でロープがシーリングを損傷する）が確認されている。

本調査では、維持管理要因が技術的要因であること、基本設計・実施設計へと進む前の工程で議論・検討されなければ維持管理要因は建築図面に反映されない

可能性が高いこと,従来の建築生産プロセスでは相互の維持管理情報の交換・伝達が欠落していた可能性が高いことなどが確認できた。

表 6-8 HSB 建築設計において示された建築思想・期待値の整理

<p>1. 事業計画</p> <p>2. 建築思想(事業主)</p> <p>(1) 建設企画委員会提示事項</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 建物躯体の LC と建物設備の LC の合致</li> <li>2) LC の違いを建築及び設備設計の中で吸収</li> <li>3) 内装を含む建物に影響を与えず改修・交換等が可能な事</li> <li>4) 情報化社会への発展に対応する為 OA 機器に対応し得る設備及び内装の設計</li> <li>5) 近隣住民等地域社会との強調を図る為、外観仕様の検討・地域の耐火、防災の為の設備設計</li> <li>6) 竣工後、その設計性能・竣工時の実性能を把握できる</li> <li>7) 経年による機能の劣化を検証し得るシステムを開発実行する</li> </ol> <p>(2) 建物の目標</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 省エネルギー・LCC を十分に考慮したビル建設</li> <li>2) 地域社会・景観等に十分配慮すると共に地域全体の都市計画をも考慮したビル</li> </ol>
<p>3. 個別目標</p> <p>(1) 省エネルギー対策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) OA の熱交換システムの開発       <ol style="list-style-type: none"> <li>① 設備機器の発生熱利用</li> <li>② 地中熱・地下水等の利用</li> </ol> </li> <li>2) 雨水利用によるトイレ洗浄水、散水用及び防火用水確保</li> <li>3) 窓の開閉機能(中間期対策)</li> <li>4) コンピュータの利用       <ol style="list-style-type: none"> <li>① メンテナンス費用の削減</li> <li>② 予防管理の実行</li> </ol> </li> </ol> <p>(2) ライフサイクルコスト対策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 建物躯体と設備の分離       <ol style="list-style-type: none"> <li>① 配管の露出対策</li> <li>② 道連れ工事の防止</li> </ol> </li> <li>2) 設備機器の余裕率確保</li> <li>3) 動線の無駄排除(入居者・管理者等)</li> <li>4) エマージェンシー管理システムを考慮した躯体及び設備計画</li> <li>5) 躯体強度維持の為建物利用限度(入居者)</li> <li>6) 作業基準(管理マニュアル)作成基準書</li> </ol> <p>(3) 地域問題</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 北側斜傾斜対策</li> <li>2) 南側傾斜区に対する景観対策</li> <li>3) 将来予想される地域の変化に対処できる外観の維持</li> </ol> <p>(4) 入居者対策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 入居テナントの業種又は使用形態等について建物の目的として決めておく</li> <li>2) 室内は可能な限り住の空間とする</li> <li>3) 窓は開閉可能なようにする(中間期対策・風速、流し対策)</li> <li>4) 外気取り入れ口付近に植樹</li> <li>5) 可能な限り既存の樹木・地面を残したい</li> <li>6) 貸会議室・有効な貸貸スペースを検討</li> </ol> <p>(5) 設備関係(全般)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 配管は可能な限り露出とする</li> <li>2) 天井点検口は 1 箇所/1 スペース</li> <li>3) 電気配管類も埋め込みせず、ラック等を検討する</li> <li>4) 天井内コログシ配線はマーク・色等で識別可能にし、ケーブルは吊金具等にて整然と配線する</li> <li>5) 電気設備は、一般系統(電灯・動力)、非常系統(非常電源)、電力系統(コンピュータ電源等)それぞれ個別系統を確保する</li> <li>6) 夜間無人対策として軽負荷回路の高圧側カットを検討する</li> <li>7) 電気室には夏期居室レタランの導入を検討する</li> <li>8) 電気室の焼然利用を検討する</li> <li>9) 居室レタランを利用し給気温度の調整を検討する</li> <li>10) ガスは原則として使用しない</li> <li>11) 予防管理の考え方を導入した設備設計とする</li> </ol> <p>(6) 管理関係</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 管理運営用コンピュータシステムを検討する(開発を検討する)</li> <li>2) 遠隔中央制御</li> <li>3) エマージェンシー管理(危機発生時対応)</li> <li>4) 予防管理</li> <li>5) 竣工図とは別に管理用図面を作成する</li> </ol> <p>(7) 安全対策</p> <p>安全対策を十分に考慮した計画とする</p> <p>(8) 採算性確保</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) オーナー側の事業効率、経営採算性に寄与する項目       <ol style="list-style-type: none"> <li>① 機能の利便性</li> <li>② 管理システム(ライフサイクル及びライフサイクルコスト)</li> <li>③ 建物のイメージ</li> <li>④ エネルギーの合理化(ランニングコスト及びライフサイクルコストを考慮)</li> </ol> </li> <li>2) 建物ライフサイクルに寄与する項目       <ol style="list-style-type: none"> <li>① 機能の再生産性</li> <li>② 管理システム(ライフサイクルコスト)</li> <li>③ 建物のイメージ</li> <li>④ 環境の適合性(社会環境あるいは技術革新に対応)</li> </ol> </li> </ol>

表 6-9 HSB における維持管理要素の検討過程(例)

ステップ1	建築・設備の期待年数の明示
ステップ2	建築・設備・システムの評価・選択
ステップ3	日常管理の対策検討
ステップ4	定期管理の対策検討
ステップ5	故障時の対策
ステップ6	更新・交換の対策検討
ステップ7	更新・交換工事の対策検討
ステップ8	テナント対応の対策検討
ステップ9	設計図面への反映
ステップ10	反映された設計図面による検討
ステップ11	ディテールのチェック

表 6-10 HSB における給排水衛生配管に関する維持管理要素の具体的な検討過程

ステップ1	排水管・20年で全面改修
ステップ2	加工・取り扱いの簡略化・縦、横、屋外、屋内等に分けて選定・流水率の良否・腐食対策
ステップ3	メンテナンスのやり易さ・一部ピット内配管・PS内部配管・人通口等
ステップ4	配管周りスペース(作業形態との関係)・水漏れ対策
ステップ5	露出床上配管・埋設しない
ステップ6	予備スリーブ・機能停止時間の短縮
ステップ7	道連れ工事の防止・躯体、内装との位置関係
ステップ8	設備スペースを専用部に設けない
ステップ9	上記の設計への取り込み・PS内部での接続・水場廻りの集中等
ステップ10	委員会・定例会での反復確認
ステップ11	図面による再確認・PSの幅の見直し・接続部の位置、方向等の指示

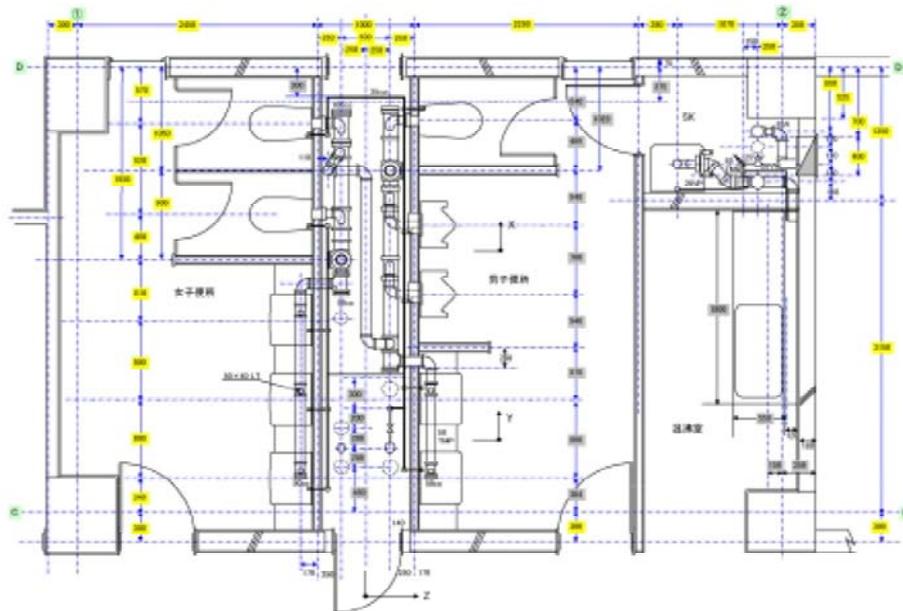


図 6-4 HSB のトイレ廻りのパイプスペース詳細図  
 ((株) 昌平不動産総合研究所 坂下洋一氏作成・提供)

## 6-6. 結果及び考察

本章で得られた知見を以下に記す。

(1) 建築物の「不安全性」と「不完全性」の関係を考察し、二つの項目の建築要因にはその原因に共通している事項が多く、建築生産プロセスに起因していることを検証した。

「不完全性」を排除することは「不安全性」の排除にも有用であることから、運営・維持管理要素の建築生産プロセスにおける検討は建築物の質の向上に貢献することは明らかである。

(2) 建築生産プロセスに於いて検討すべき運営・維持管理要素の大項目・中項目・小項目が知見として得られた。(図 6-2)

(3) 工業製品の機械系の設計・生産プロセスを分析して、建築生産プロセスにない事項を抽出し、必要な事項を考察した。これらの要因を基に新しい建築生産プロセスのあり方を検討し考察した。

(4) 本研究において検討した新しい建築生産プロセスの実効性、有用性を確認するため実際の建設プロジェクトでシミュレーションを行い検証した。

また運営・維持管理要素を具体的に取り込んだ建築物の建設プロジェクトの実態調査を実施し、検討した新しい建築生産プロセスと対比、考察し、実効性・有用性のあることを確認した。

## 補注

## 1)信頼性設計手法

工業製品の機械設計の分野では信頼性設計の要因を下表のように分類している。信頼性と保全性は車の両輪のようなもので、この両者を含めて広義の信頼性（又は信頼性工学）と呼んでいる。これはまた「固有の信頼性（メーカーで作りこまれる信頼性）＋使用の信頼性（実際に使ったときの信頼性）」と表すこともできる。<sup>6)</sup>

単純化と標準化	使用部品の種類,数の低減・構造の簡素化・実績ある標準品の採用
安全と余裕 負荷軽減の設計	安全率・余裕率 ディレーティング
冗長化	予備機の設置・機能の多重化
フォルトトレランス	フェイルソフト フェイルセーフ セーフライフ
環境適合化	耐環境性 環境防護・環境調節
人間工学・保全性への配慮	人間工学的設計 フェールプルーフ 点検,調整,交換の容易さ
設計修正アクション	デザインレビュー・設計解析 信頼性データ収集・解析

## 2)デザインレビュー（設計審査）

“Design Review (DR) ” JIS Z8115 では下記のように定義されている。

「信頼性性能,保全性性能,保全支援能力,合目的性,可能な改良点の識別などの諸事項に影響する可能性がある要求事項及び設計中の不具合を検出・修正する目的で行われる,既存又は提案された設計に対する公式,かつ,独立の審査」

## 3) 広島市立舟入病院の現場検証

現場検証の具体的な内容は参考文献を参照のこと。<sup>10)</sup>

## 4) HSB の建設企画委員会

HSB 建設計画にあたり,建設企画委員会が設置された。この委員会は下記の委員により構成され,定例的に委員会は開催された。

施 主：昌平不動産株式会社 代表取締役 瀬川昌輝

企画統括：KDS 木村宏環境研究所所長 木村宏（日本大学理工学部教授・工学博士）

同上補佐：環境設備工学研究所所長 曾我部 繁

基本設計：大西英輔建築設計事務所所長 大西英輔（監理含む）

実施設計：三井建設株式会社建築部設計長 山本正平

施 工：三井建設株式会社東京建築支店

以上5名を建設企画委員会の主要メンバーとして、下記の人員を適宜加えて委員会を開催した。

- ・KDS 木村宏環境建築事務所所長及びKDS セミナー会員
- ・大西英輔建築設計事務所所長及び関係者
- ・三井建設株式会社社員及び関係者
- ・第一整備株式会社 ※維持管理業務の発注予定会社

注：(株) 昌平不動産総合研究所の了解を得て関係者氏名・役職（当時）を開示。

## 参考文献

- 1) 綜建築研究所編著：「建築入門あなたと建築家の対話」（株）講談社 1971.7
- 2) 前川甲陽, 木村宏, ※古橋秀夫：「建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題（その6）」日本環境管理学会誌 環境の管理 Vol.12 63p-66p 1993.11
- 3) 前川甲陽：「建築物維持管理状況の分析に基づく環境管理総合システムの体系化に関する研究」東京美装興業(株) 1993.8
- 4) 岸本幸雄：「設計の方法 創造的設計へのアプローチ」日科技連出版社 1988.7
- 5) 瀬口靖幸他共編：「機械設計工学2」培風館 1989.11
- 6) 小野寺勝重：「保全性設計技術」日科技連出版社 1992.10
- 7) 川崎義人；「信頼性・保全性総論」日科技連出版社 1991.4
- 8) 前川甲陽, 木村宏, ※古橋秀夫：「建築物経営企画における環境管理システムの検討」日本建築学会 日本建築学会大会（中国）1301p-1302p 1990.10
- 9) 国土技術政策総合研究所：吉村英祐「事故を防ぐための解説・提案」建物事故ナレッジベース <http://www.tatemonojikoyobo.nilim.go.jp/kjkb/learning/index.php>, 2013年4月1日閲覧
- 10) 月刊ビルメンテナンス誌 （社）全国ビルメンテナンス協会編集部 1998.12
- 11) 瀬川昌輝：「21世紀のビル経営 競争に負けないビル経営の戦略本」（株）にじゅういち出版 2007.7

第7章  
総括

## 7-1. 概説

本章では、前章までに得られた建築の維持管理に関わる「不安全性」「不完全性」が発生する原因が建築生産プロセスに起因していることを明らかにし、その原因系を探求した。従来の建築生産プロセスにおいて維持管理の視点からの検討が欠落している事実を検証し、維持管理情報を建築生産プロセスにフィードバックするための新しい建築生産プロセスを検討・考察した。

新しい建築生産プロセスを実際の建設プロジェクトに適用して、シミュレーションを行い、新しい建設計画を導入した実際の建築物を対象に実地調査を実施し、本研究における検討の結果と照合、比較し、その有用性を確認したので得られた知見を整理した。

また、運営・維持管理要素としてのハードウェアを整理し、建築の信頼性・安全性の確保という視点で必要な設計の要素についても検討し、併せて今後の展望及び課題を述べた。

## 7-2. 各章のまとめ

第1章は、序論であり、研究の背景および目的、既往研究の分野・内容を踏まえて、研究の内容とその範囲および本研究の有意性を述べ、特に維持管理業務の現状と背景、労働災害の歴史的な状況等を述べ本研究の指向性を明確にした。

第2章では、維持管理業務において発生している労働災害について、先ずビルメンテナンス業界全体の発生状況について分析した。「全産業」、「製造業」、「建設業」と比較するとともに、事故の型別、起因物別等の検証からビルメンテナンス業における労働災害の実態を明らかにした。

更に実際に起こった労働災害を調査分析し、労働災害の直接原因である「不安全な状態」と「不安全な行動」を更に検証することにより、労働災害の多くが建築物の危険要素により「不安全な行動」が誘因・誘発されている可能性があることに注目し、事故事例の検証を行い、建築物に「不安全な状態」が存在していることをつきとめ、それが原因・遠因・近因として「不安全な行動」の発生に関係していることが確認できた。

第3章では、維持管理作業の作業環境にとりして、利用者・使用者の空間や共用部においても作業は行われることに着目し、利用者・使用者の日常的な事故を対象に分析した。

これらは、非常時以外の建築空間における事故の発生状況（日常的発生）から、建築の用途、場所、部位、事故の型、負傷の程度等を総合的に分析し、事故の原因には、建築物との関係が深い事例が多い事を確認するとともに建築の日常的な空間にも「不安全な状態」が存在している事を確認した。

また、様々な用途の建築において、日常的な事故が発生しており、死亡事故を始めとする重大な事故も多い事が確認できた。

第4章では、建築物に発生している、支障・故障・トラブル・不具合等の「不完全性」の実態を調査し、維持管理業務に関するものを対象に全国47都道府県のビルメンテナンス業者が管理する現場から直接にアンケート調査を実施して実情を探求した。

結果として、建築物の機能を司る建築設備管理業に関わる事例が多く、これらを中心に分析した。維持管理業務に関わる日常的な問題が数多く発生している事実が現認され、維持管理作業からみた建築の「不完全性」が確実に存在していることが確認された。

第5章では、建築物の「不完全性」や「不完全性」の発生原因を分析した。結果として、建築生産プロセスにおける維持管理業務に関する検討の欠落によって作り込まれている点が挙げられた。これらは、維持管理業務に関わるものが、基本設計以前の工程に強く影響されていることから、基本設計・実施設計の工程を

更に細分化して、どの工程に起因するのか検討した。

また、検討内容と知見の整合性を判断し、対象事例と整合性を並行して検証し、これらの知見と建築生産プロセスとの関係性を検討し「不完全性」の発生原因を特定した。

第6章では、これまでの知見を基に、従来の建築生産プロセスにおいて欠落していた維持管理要素を整理した。特にハードウェアの要素に注目して従来の設計の各フェーズにおける検討の内容を、工業製品の機械設計の生産プロセスと比較して、必要と思われる項目を特定した。

特に、建築物の信頼性・安全性という概念を導入することの必要性を述べて、建築生産プロセスの各フェーズに於いて「管理」というプロセスを付加し、デザインレビューを実行するという新しい建築生産プロセスを提案した。

この新しい建築生産プロセスの有用性を試行するため、実際の建設プロジェクトにおいて適用して確認した。また、「理想的な建設計画を求めて」という明確な目的をもって建設された建築物の発想・企画段階から竣工後までの建築生産プロセスを実地調査した結果と照合を行い、整合性を確認した。

### 7-3. 結論

本研究は、建築物の維持管理の視点から、建築物の「不安全性」「不完全性」に注目して、建築物の維持管理の現場で発生している諸問題の事例を収集・分析し、維持管理要素を抽出して建築生産プロセスの各フェーズで検討すべき設計要因とし体系化し位置付けるための基礎的な資料としてまとめたものである。

具体的には、建築物の最も重要かつ本質的な機能・性能である安全性に視点をおき、ビルメンテナンス業務の現場で発生している労働災害の発生状況・発生件数・事故の特徴等が、時系列的に観察すると大きく変化していないことを明らかにしその真因を検証した。更に原因を特定するため実際に発生した事故事例を分析して、真の原因ともいえるべき「不安全的状態」が存在していることを確認し、「不安全的状態」は建築物のもつ物理的な状態から発生している事実を検証した。一般に「不安全的状態」と「不安全的行動」が事故の直接原因であると定義されているが、「不安全的行動」が「不安全的状態」によって誘因・誘発されて事故が発生している事実が多い事も確認した点からハインリッヒの法則に示されているヒヤリ・ハットの原因となる危険要素が数多く建築物に潜在していることを明らかにした。

「ヒヤリ・ハットは報告する必要もない些細な情報である」とか「本人の行動や動作にミスがあったことが主たる原因」と判断されるなど、ヒヤリ・ハットの情報は注目されることはなく、積極的に収集され分析されることもなかった。しかし、ハインリッヒの指摘のように潜在的な危険要素として「不安全的状態」を生み出し、無数に存在していることの一部が明らかになった。<sup>1)</sup>

また、建築物の日常的な空間の中で発生している事故事例を対象に分析して、現在の建築物において日常的な事故が多数発生し、これらの事故も建築の持つ要素・要因と密接に関係している事実であるといえる。

建築物の「不安全性」も「不完全性」の一部であるが、建築物の維持管理の視点で見ると、建築物の支障・故障・トラブル・不具合等の日常的な問題が存在し、維持管理担当者をはじめ所有者・利用者・使用者等に影響を与えていることを予てより指摘してきた。

その点より、維持管理の現場から直接収集したこれらの事例を対象にし、主に設備管理業務の視点で故障事例の分析を行った結果、FMEA法による故障事例の解析、建築生産プロセスにおける責任の推定などその原因に遡及するプロセスを検証した。その結果、故障事例の原因の多くが建築生産プロセスに起因することが確認された。これまでの知見とも照合、確認し、設備管理業務以外の管理業務においても同様の傾向があることを確認できた。

また、これらの原因が建築生産プロセスのどこに起因するかを明確にするため、

「基本設計」「実施設計」を細分化する検証を行い、「不完全性」が発生する建築生産プロセスについて探求した。

「基本設計」では、「配置計画」「空間計画」「設備計画」に、「実施設計」では、「一般」及び「詳細」の「意匠」「設備」に故障事例の原因が多い事を明らかにし、維持管理業務に関わる故障事例の原因は「基本設計」以前に原因があることを確認した。このことは、「基本設計」以前に維持管理要素を検討しなければ、建築生産プロセスにおいて維持管理要素が欠落することを意味しており、新たな建築計画における初期の段階で検討すべき点であるといえる。

さらに、文献の故障事例を対象に同様の分析を行ったが、故障事例の推定責任として「設計者」であることが特定された。これらの建築生産プロセスにおいて作り込まれる原因によって発生している問題により、安全かつ円滑な維持管理を実施することが阻害されている構造を明らかにした。

「不安全性」と「不完全性」は相互に密接な関係にあり、その原因となっている建築要因には共通するものが多い事が確認された。完全性と安全性の二つの要素が確保されることが原則であるが、故障事例を分析していくと二つ要素が備わっていないことから、建築物の信頼性・安全性は担保されていない事例が多く、その前段階の潜在的な欠陥が生起されている建築生産プロセスの課題が確認された。

なお、本研究では、維持管理要素のうち、特に「保守性」に注目してきた。「保守性」のうち「接近性」は下記の4つの条件から構成されている。

- ① スペース（作業空間・周囲空間）
- ② 外部接近性（据え付け場所・機器外部）
- ③ 機器内部の接近性
- ④ 接近経路（通路・出入口・周囲条件）

ここでは、「スペース」を事例とし、建築生産プロセスにおいて「スペース」に関する維持管理要素の検討が欠落して、「作業スペースの不備・不良」が発生し、「不完全性」が確認され、「不安全性」が生み出されたのかをプロセスを追って例示した。（図 7-1）

図中の点線内に示した具体的な「不完全性」の事例は、技術的・工学的に十分解決できるような原因ではあるが、解決されずに建築物のなかに潜在的な危険要因となって存在しつづけ、作業従事者の「不安全な行動」と接触することにより、事故として顕在化する。

「作業スペースの不備・不良」がヒヤリ・ハットを生むハザード（潜在的な危険の源）のとして存在し、あるいは事故として顕在化されることにより「不安

全性」と認識される。

ヒヤリ・ハットの源を建築生産プロセスにおいて排除することは、労働災害防止の観点から「不安全な状態」を機能しないようにすることであり、永い期間にわたり建築物を維持管理するビルメンテナンス業者にとっては自らの意志だけで改善は出来ないが、リスクマネジメントとしてのコントロールが可能な対象であることが確認できた。(表 7-1)

ここまでの研究の結果、建築生産プロセスに於いては、信頼性・安全性・保全性の概念が明確ではないことに注目し、工業製品の機械設計の生産プロセスを検証して、建築生産プロセスと比較、検討を加え、維持管理要素に必要な項目を再検討し、生産プロセスにおいて欠落しているフェーズを検討し、新しい建築生産プロセスを考察した。<sup>2),3),4)</sup>

「フィードフォワード型」の新しい建築生産プロセスでは、各フェーズにおいて「管理」というプロセスを加え、「デザインレビュー」を行うというものである。メンテナンスの合理性で建築のデザインは決定されるものではなく、優れたデザインは、メンテナンスの機能が蓋然的に包含されていくものであり、建築生産プロセスにおける管理思想の存在により左右されるものであることが検証された。<sup>5)</sup>

新しい考えを取り入れた建築生産プロセスは、検討の過程で並行的にシミュレーションを繰り返し、必要な検討、検証の過程を実行してきた。実際の建築物の建設においても繰り返し適応し、見直しを重ねてきたが、公的な建築物で客観性のある評価が行われた事例でのシミュレーションにより有効性・有意性が確認された。

また、「理想的な建設計画を求めて」建設された実際のプロジェクトにおける実地調査との照合、比較により維持管理要素を考慮した建築生産プロセスの実効性、有意性も確認された。

これらの知見から、建築における維持管理要素と建築生産プロセスは密接に関連しており、維持管理要素を体系化して、技術要因、技術要素として建築行為の中で明確に位置付けるべきであることが明らかになった。

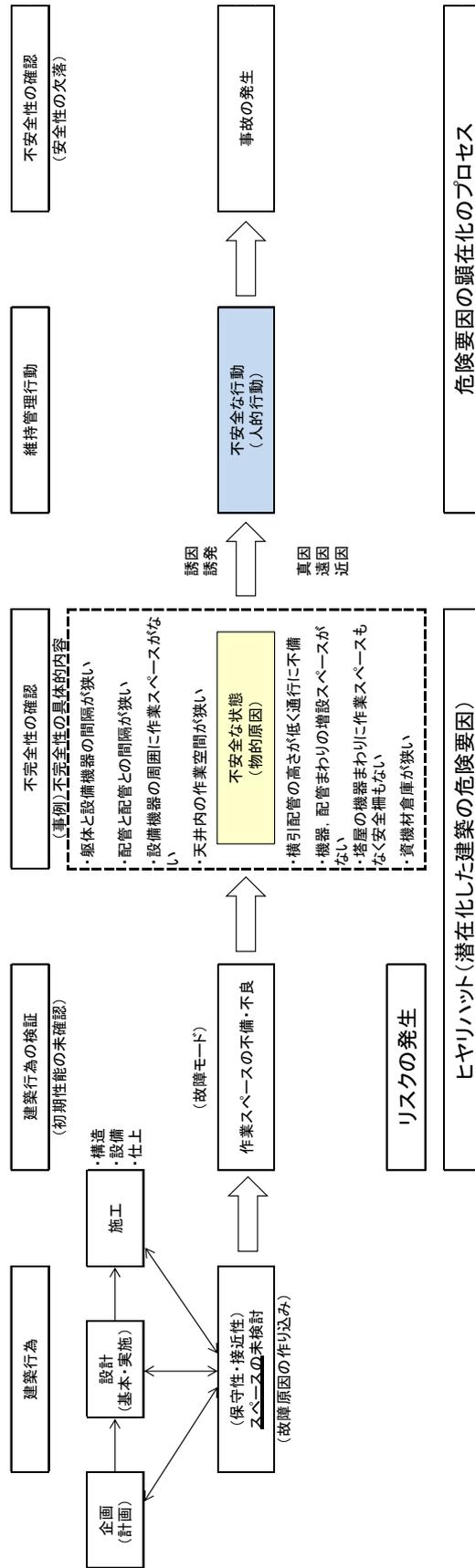


図 7-1 「不完全性」と「安全性」の関係と生起するプロセス(例)

表 7-1 「作業スペースの不備・不良」の原因となる建築生産プロセスの関係者と推定される原因

作業スペースの不備・不良(設備)	建築生産プロセスの主な関係者	欠落した維持管理要素	推定される原因
躯体と設備機器の間隔が狭い	構造・意匠・設備設計・設備工事	作業方法・使用機材の未検討	どんな作業があるか知らない
配管と配管の間隔が狭い	意匠・設備設計・設備工事	作業方法・使用機材の未検討	どんな作業があるか知らない
設備機器の周囲に作業スペースがない	意匠・設備設計・設備工事	作業方法・使用機材の未検討	どんな作業があるか知らない
天井内の作業空間が狭い	構造・意匠・設備設計・設備工事・仕上げ工事	作業方法・作業動線の未検討	天井内における作業を理解していない
横引配管の高さが低く通行に不備	構造・意匠・設備設計・設備工事	作業行動・作業動線の未検討	管理技術者の行動・動線を理解していない
機器・配管廻り増設スペースがない	施工・企画・構造・意匠・設備設計	将来対応(交換・更新・増設等)の対策	機器の交換・更新あるいは増設のことを考えていない
塔屋も機器廻りに作業スペースがなく、安全柵もない	構造・意匠・設備設計	作業方法・安全対策の未検討	作業の危険性を理解していない
資機材倉庫が狭い	構造・意匠	管理方法・使用機材の未検討	必要な資機材等を知らない

#### 7-4. 今後の展望と課題

本研究に関して、今後更に研究を継続し深耕する為の展望と課題について以下に述べる。これらについては今後研究を継続し進める所存である。

我が国においても、循環型社会の形成に関する施策が総合的かつ計画的に推進、実行されている現在、建築においても環境に関わる問題に極めて強く影響され、持続可能性の高い社会を目指していかなければならない中で、人間の生活の器である建築は、現在および将来の健康で文化的な生活が継続的に求められることから、必然的に建築の持続性は不可欠な要素になっている。<sup>6,7)</sup>

過去（発想・企画・設計・施工）、現在（運用・維持管理・改修・再生等）、そして未来（機能消滅・解体・廃棄）は、独立したものではなく、時間軸・空間軸を通して一つに繋がっている一連の建築行為であり、切り離して考えるべきものではない。

建築物の特質・性格、機能（使い勝手、居住性、維持保全の難易等）は建築物が生まれたときには、既に決定的な状態であり、竣工後の運営、維持管理でこれを改善することは容易ではなく、不可能な事例が多い。

建築生産プロセスにおいて、建築物を生産にわたり円滑に運営するために必要な維持管理がどの様に行われるのかを科学的かつ的確に把握し、十分に実行が可能なように予め維持管理要因を慎重に検討し、具体的に建築行為に反映することが重要である。建築は個人の所有物であったとしても、固定的かつ長期間にわたり空間・環境を占有し、周囲に決定的な影響を与えている存在である。

その存在は社会的な側面が強く、従って、維持管理は極めて重要な設計思想として位置付けられねばならないものであり、建築自体の社会性を根本的に問われる問題の一つである。<sup>8)</sup>

メンテナンスという概念は、建築物の竣工後に行われる維持管理作業・業務のみを対象とし意味していると考えられがちであるが、建築は本来もう一つの重要な役割を有していることを所有者や建築関係者全員が理解すべきである。

現在、建築において発生している様々な問題を直視し、最大限に生かすにはどうすれば良いのかと問う姿勢こそが建築関係者の責務である。<sup>8)</sup>

建築生産プロセスの在り方では、プログラミング（建築企画書）の作成が実行されている例もあるが、設計・施工の理論に基づくプロセスから、利用者・使用者の真の建築物に対する期待や思い、使用品質等が基本となって構成される仕組みが求められる。“良い建築”を作るためには必要な条件を確実に達成するための全体的かつ総合的な視野に立った体系的な統合された知識と生産工学（応用工学）を通じた新しいマネジメントが不可欠である。<sup>8)</sup>

従って、建築生産プロセスの中に、維持管理の考え方を組み入れた科学的な根

拠に基づいた設計（管理設計）及び各フェーズにおけるデザインレビューの仕組みとその実行をどのように定着させていくかが課題の一つである。<sup>4),5)</sup>

そのためには、次の研究段階として、維持管理要素をさらに建築の要素に分解して維持管理との関係をより明確にすることが求められる。

維持管理要素と最も関係の深い、ハードウェアに関する事項を、意匠系・計画系、構造系・生産施工系、環境系・設備系、維持管理系・運用系などの分野を体系化<sup>8)</sup>したひとつの「統合知」として建築工学をはじめとする建築の各分野と調和・融合させることが必要であり、それらの知見と建築要素との関係を明確にした科学的・技術的な理論の構成を検証し、建築関係者の普遍的・本質的な技術・技能・知識として、「維持管理工学」とも言うべき分野を確立し発展させていくとともに、建築の各分野と有機的に相互補完的に結合させていかなければならない大きな課題である。

## 参考文献

- 1)建物事故予防ナレッジベース：「事故を防ぐための解説・提案」吉村英祐, [www.tatemonojikoyobo.nilim.go.jp](http://www.tatemonojikoyobo.nilim.go.jp), 〈最終アクセス日 2013年4月1日〉
- 2)前川甲陽,木村宏,古橋秀夫：「建築物の運営・維持管理要因の保全性設計からの検討」,日本建築学会,日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）,pp.971-972 1991.9
- 3)岸本行雄：「設計の方法-創造的設計へのアプローチ-」,日科技連出版社,1992
- 4)瀬口靖幸,尾田十八,室津義定：「機械設計工学 2-システムと設計-」,培風館,2003.4
- 5)市田嵩,牧野鉄治著：「デザイン レビュー」,日科技連出版社,1984
- 6)デニス・L・メドウズ他著：「成長の限界-ローマクラブ「人類の危機」レポート-」,ダイヤモンド社,1972.5
- 7)オリオ・ジアリーニ/ヴァルター・R・スタヘル著：「不確実性と人類の未来」日科技連出版社,2000.5
- 8)木村宏：「厚生労働大臣指定 統括管理者講習会テキスト」,ビル管理教育センター,1996.8



写真資料(第2章)



写真 2-1 2007年6月28日報告  
基礎コンクリート架台(高さ40cm)に設置された配管の支持金物が露出し突出している

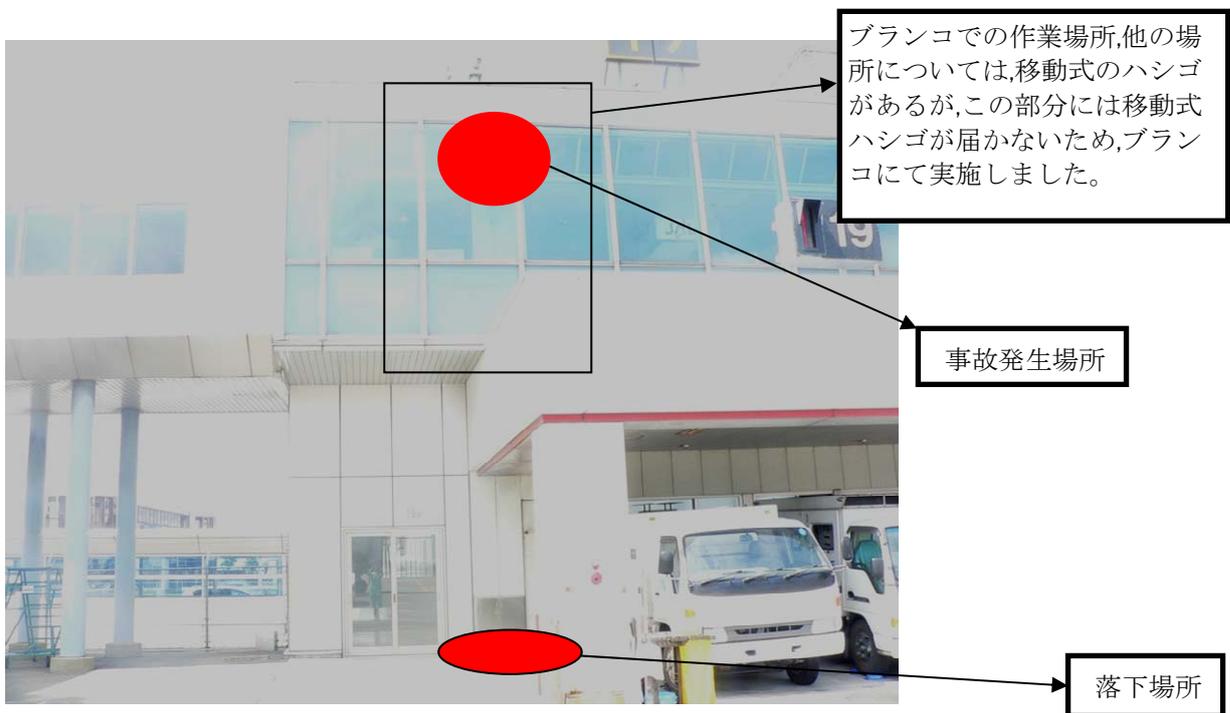


写真 2-2 2007年6月25日報告  
移動式はしごが設置されているが、写真で示した部分だけに手が届かずロープ作業を実施したが、作業中に墜落した

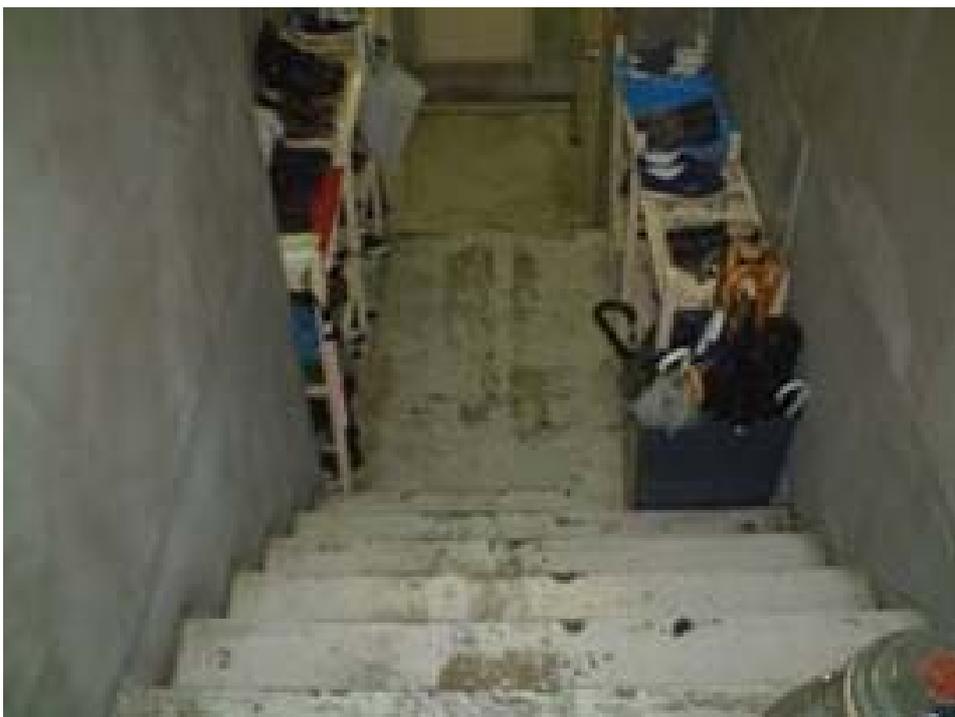


写真 2-3 2007 年 5 月 8 日報告  
ノンスリップの設置されていないモルタル仕上げの階段で5段下まで滑り落ちた



写真 2-4 2007 年 8 月 24 日報告  
冷却等の清掃作業中、配管上から冷却塔本体に移動中に転落  
(安全通路がないため。配管の高さは 1m)



写真 2-5① 2007 年 4 月 5 日報告

脚立から乗り移らないと昇れないタラップ(垂直はしご)



写真 2-5② 2007 年 4 月 5 日報告

タラップの丸パイプ(ステンレス)で足を滑らせた



写真 2-6 2008 年 2 月 8 日報告

壁面に取り付けた備品(下部の高さが床面より約 150cm)の角(赤線丸印)が壁面より出ているために頭部をぶつける



写真 2-7 2008 年 1 月 22 日報告

パーティションを解体したがネジ(点線の丸印)が残置され床面より突出していたため躓いて転倒事故



写真 2-8① 2008 年 10 月 30 日報告

廻り階段で手摺が設置されていない部分があり通行者を避けようとして転落  
(立て看板があり狭い。土足厳禁で通常は素足で作業)



写真 2-8② 2008 年 10 月 30 日報告

当事者が 4 段目より転落。

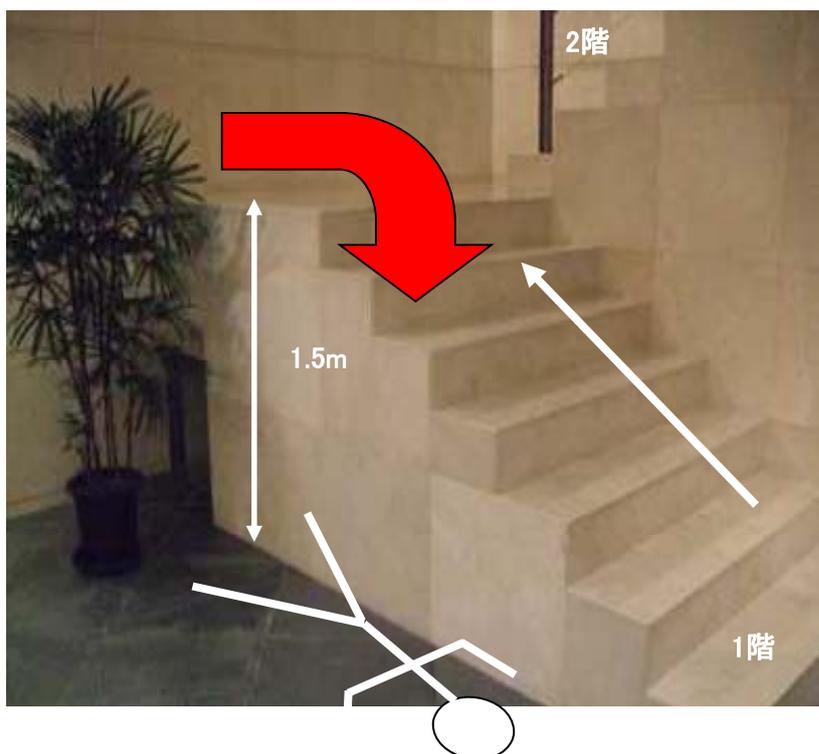


写真 2-9 2008 年 5 月 7 日報告

階段の途中から手摺が設置されておらず転落



スロープを下っていたところ、  
雨により濡れていた排水溝の  
金属蓋部分で足を滑らし転倒  
し、右手をついたところ、右手首  
骨折(ヒビ)

写真 2-10 2008 年 4 月 11 日報告

地下駐車場への滑り易い斜路の途中に設置された側溝のグレージングが、歩く方向でさらに滑り易く転倒



写真 2-11① 2008 年 5 月 7 日報告

空調用ダクトの支持金物のアングル部分の角(赤線の矢印)に頭部をぶつけた。作業の歩行動線によっては避けることが可能



写真 2-11② 2008 年 5 月 7 日報告(拡大写真)



写真 2-12 2009 年 12 月 22 日報告  
空調用ダクトの接続部分のアンクル金物(床面からの高さ約 130cm)に頭部をぶつける



転倒時に頭部をぶつけた流し台下扉

15cmの段差に躓く。

写真 2-13 2009 年 11 月 26 日報告  
廊下と給湯室との入口に段差(15cm)があり, 躓いて転倒

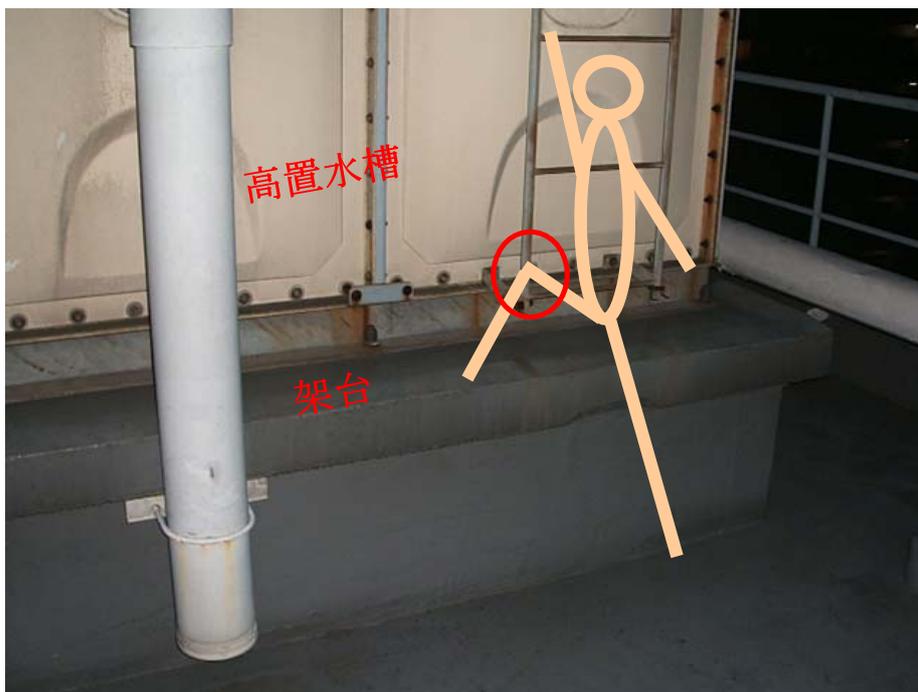


写真 2-14 2009 年 10 月 30 日報告

屋上塔屋の高架水槽のコンクリート架台に足をかけて、タラップに昇ろうとして  
左足膝を捻挫



写真 2-15 2010 年 11 月 24 日報告

防水堤(高さ 1m)より降りたところタラップ直下の床面排水溝に足が入り足首捻挫

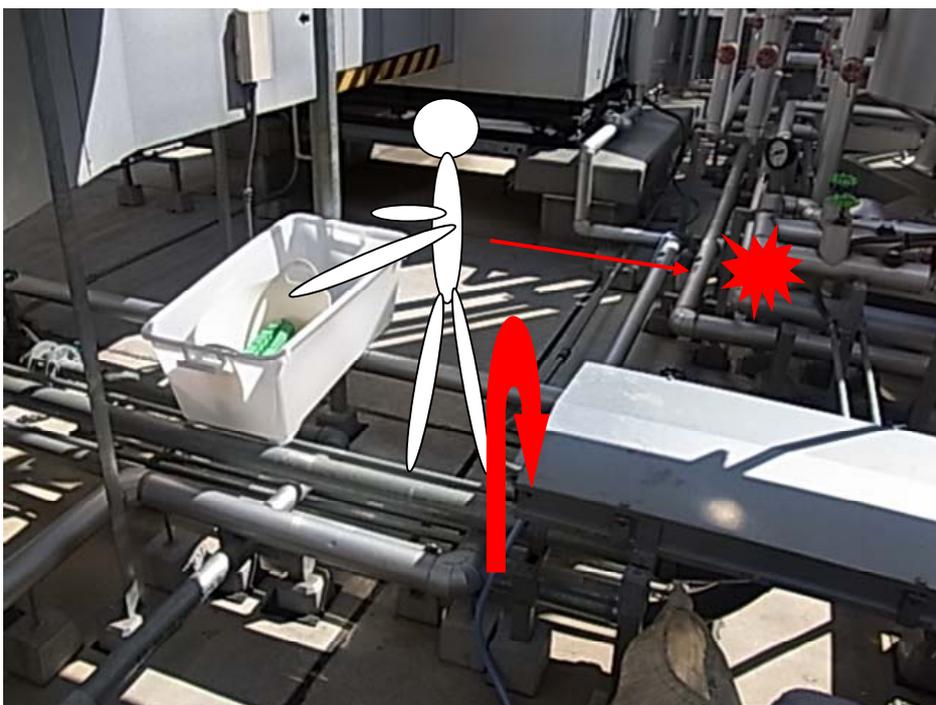


写真 2-16 2011 年 3 月 4 日報告

安全通路がないため荷物(ボックス)を両手で持って、配管を跨いだ際に配管に躓き転倒

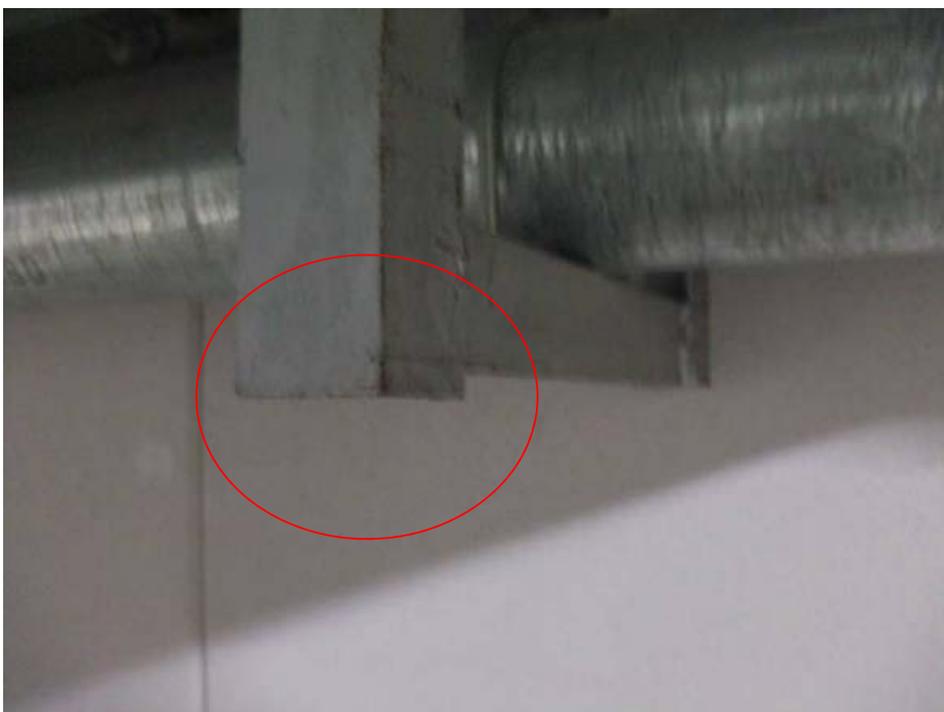


写真 2-17 2010 年 9 月 13 日報告

配管の支持金物のアングルの角(赤線の矢印)に頭部をぶつける。作業通路の上部あたる

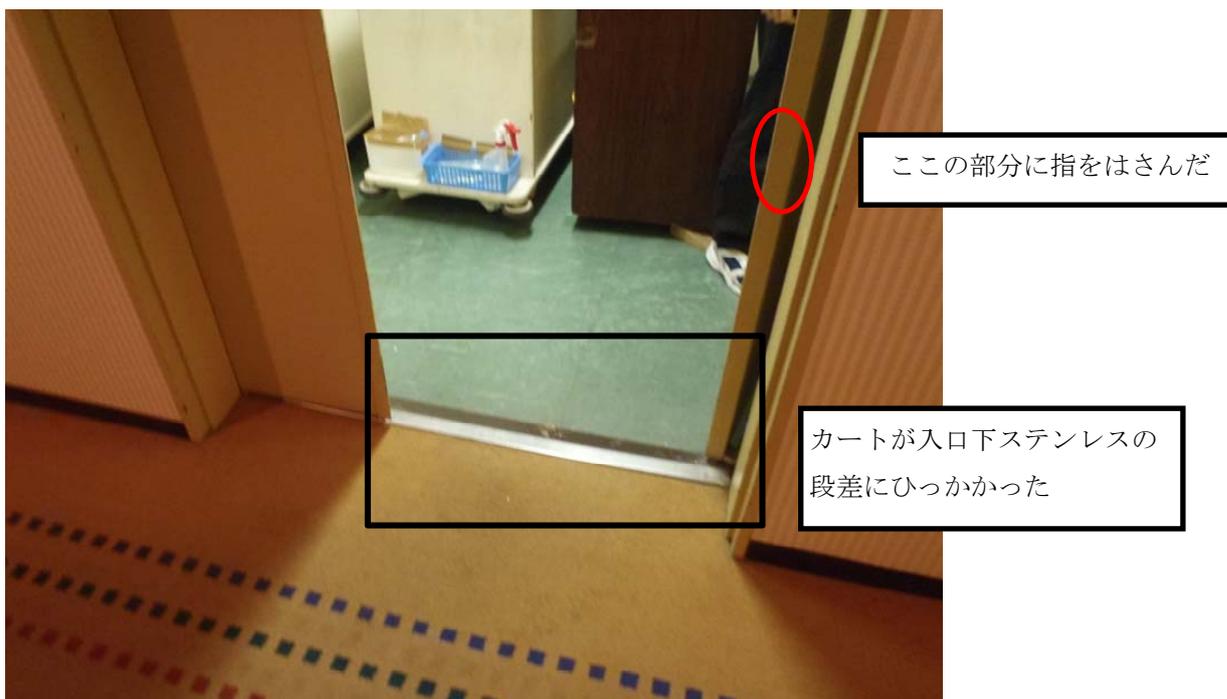


写真 2-18 2011 年 11 月 2 日報告

作業用カートが入口下部の沓摺(ステンレス)に引っ掛かり、強く押したところカートとドアの間に手の指を挟んだ



写真 2-19 2011 年 5 月 9 日報告

入出ゲートが突風にあおられて、足がゲート下部(路面と約 10cm の隙間)に挟まれた



スロープと階段の境目

写真 2-20 2011 年 11 月 5 日報告

階段と自転車用スロープが兼用であり、階段部分とスロープとの境界部分で足首捻挫

写真資料(第5章)



写真 5-1 外壁 雨仕舞、水切りが不良で汚損 著者撮影



写真 5-2 外壁 厨房の排気対策の不良で汚損 著者撮影



写真 5-3 外装(アトリウム天井) 作業用出入口がなく清掃ができないガラス面  
著者撮影(ドイツ)



写真 5-4 外装(屋根) 屋根面に作業者が乗ることができないガラス面  
著者撮影(フランス)



写真 5-5 外装 風除室の上部と2階スパンダレルの間にすき間があり、鳩の巣になっており汚損 著者撮影



写真 5-6 外装(屋根) 内側・外側に清掃対策がされていないことから清掃費用が増加, 結果として清掃回数が減少  
ビル環境保全研究会 提供



写真 5-7 外壁 屋上周辺の目隠し用のフェンスに付着した粉塵等が  
雨水で流れて汚損 著者撮影

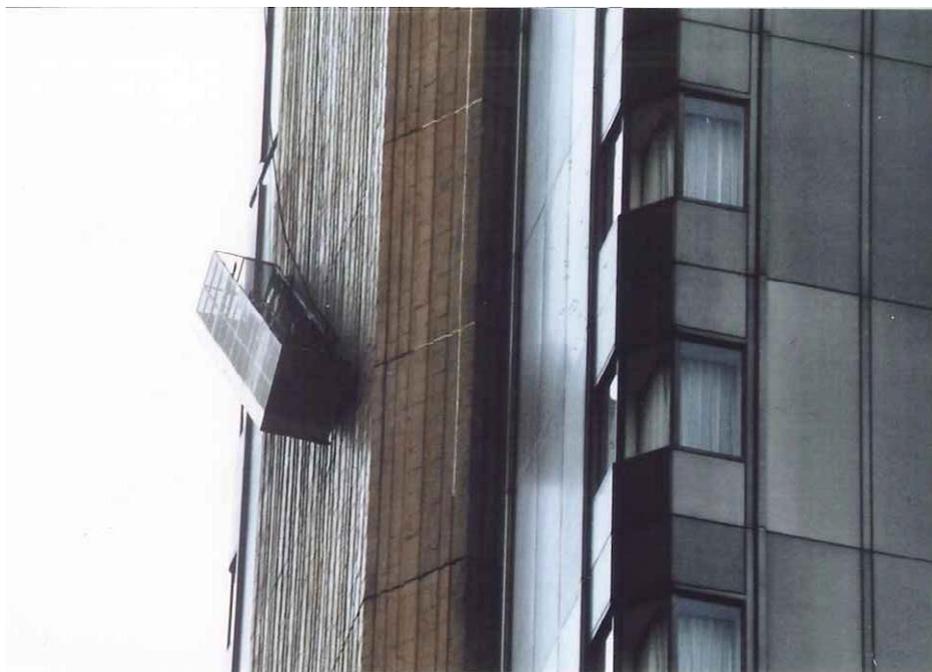


写真 5-8 外装(作業用設備) 外壁清掃中ゴンドラのワイヤーが切断  
ビル環境保全研究会 提供



写真 5-9 屋上(塔屋) 高架水槽の周囲に全く作業スペースがない  
著者撮影



写真 5-10 マンホール(床面) 汚水槽の上部に設置されたマンホールだが、  
密閉型でなく、臭気が流出 著者撮影

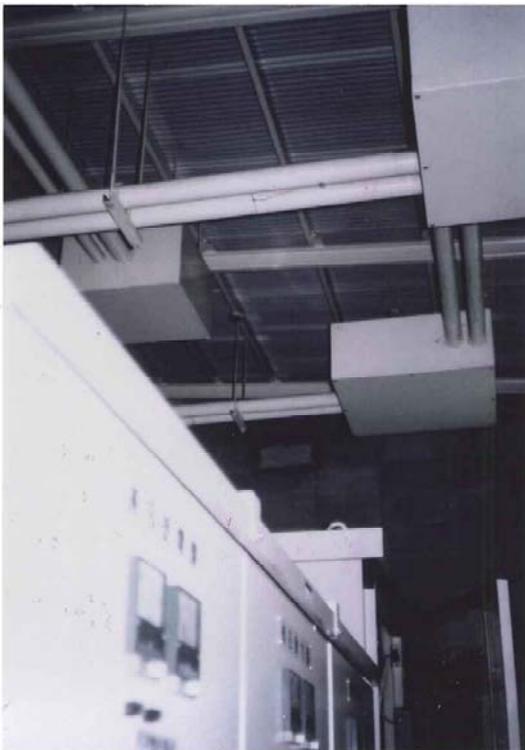


写真 5-11 電気室(地下) 上部より漏水(原因不明)の為屋内に屋根を設置  
ビル環境保全研究会 提供



写真 5-12 膨張タンク 上部の点検口の上に構造物を設置した為に  
点検口が使用不可 著者撮影

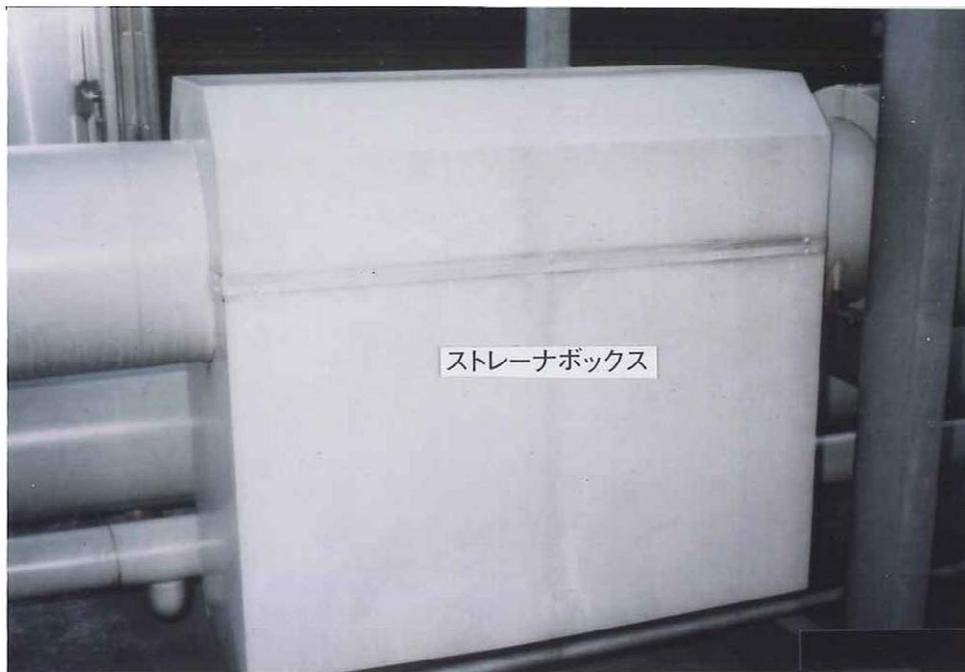


写真 5-13 ストレーナボックス 省エネルギーの為に機器まわりを金属板でおおいメンテナンス作業が不可能 著者撮影

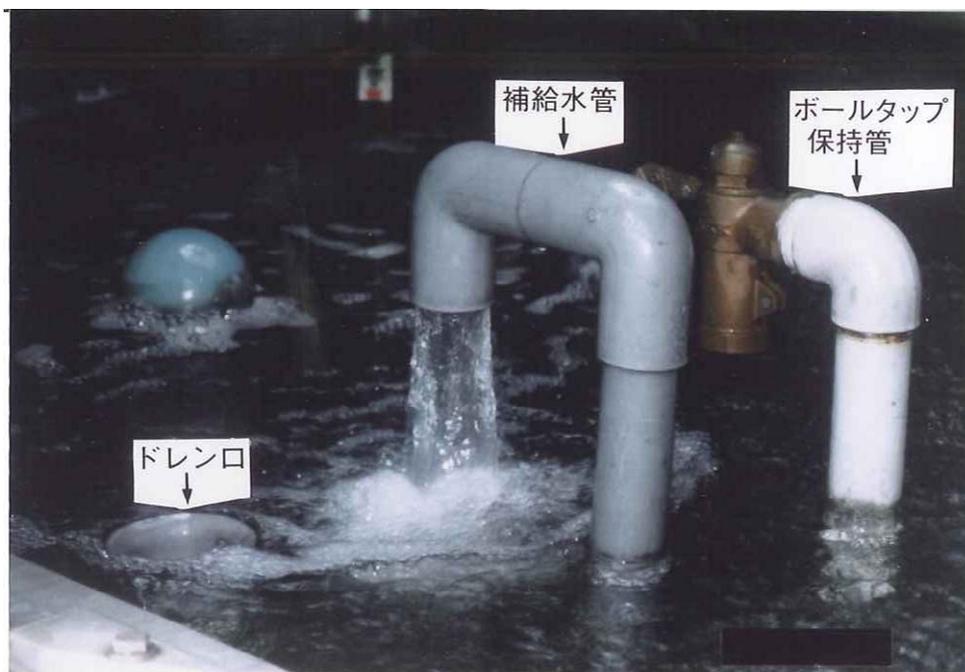


写真 5-14 水槽 補給水管のすぐそばにドレン口を設置. 新鮮な水がそのまま排出  
ビル環境保全研究会 提供



写真 5-15-① 空調機(天井内) 天井下地が当たって、部品の取り出しができない  
著者撮影

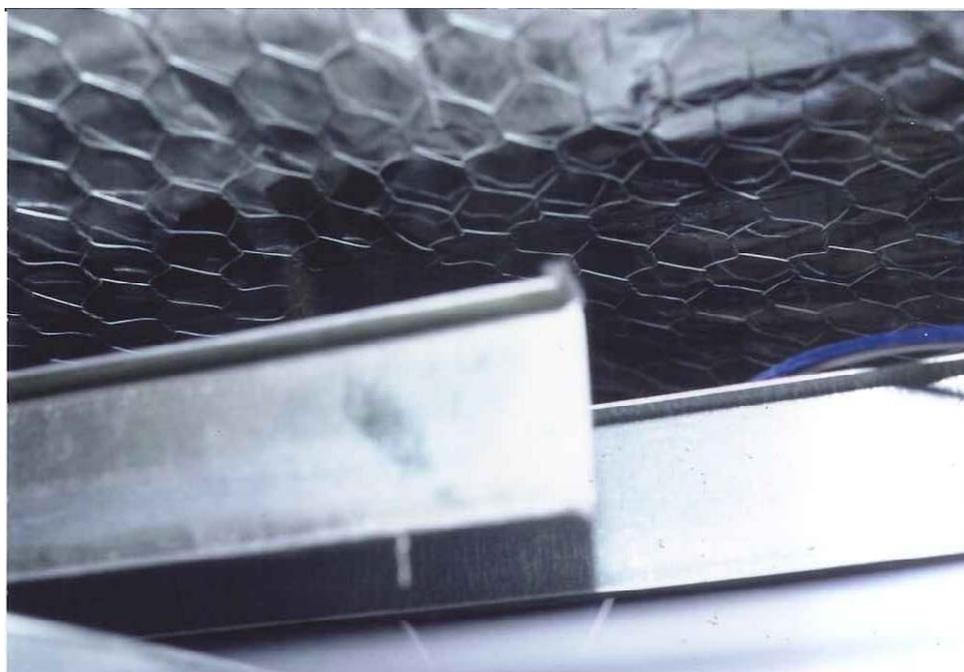


写真 5-15-② 空調機(天井内) ダクト廻りを含めて手の入るすき間がない  
著者撮影



写真 5-16 受水槽 揚水配管の錆びている状況(管理不良)  
A 社設備管理部 提供



写真 5-17 屋上(塔屋)クーリングタワーが並べて設置されているが安全柵がない  
著者撮影



写真 5-18 屋上 外周ぎりぎりに設置された機器・配管  
安全柵はあるが落下の可能性が大きい 著者撮影



写真 5-19 屋上 排気口の直前に燃料タンクが配置されている  
ビル環境保全研究会 提供

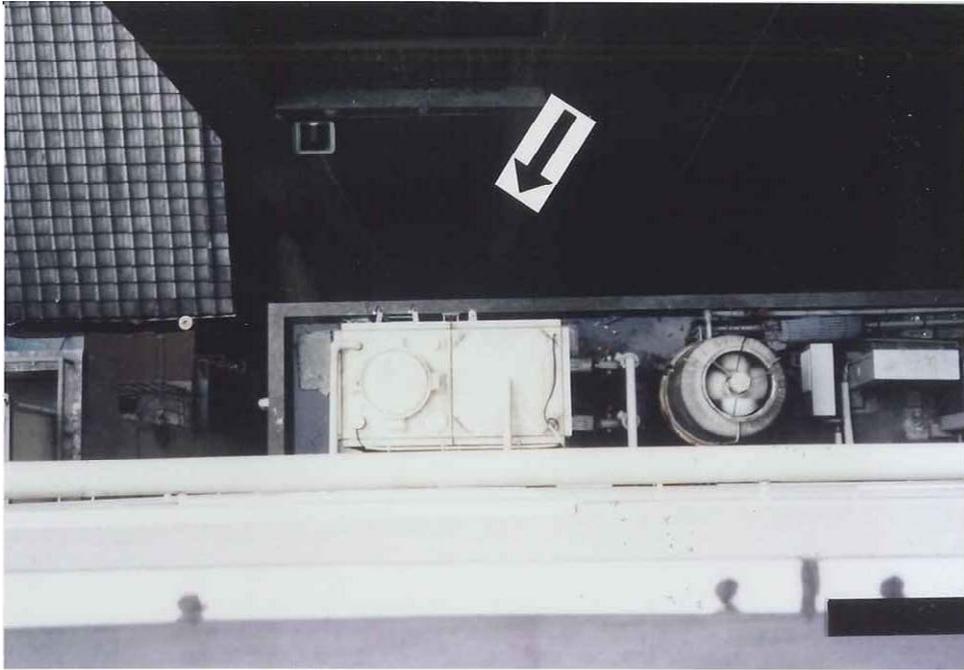


写真 5-20 空調機器 セットバック部分の屋根に設置この場所に行く手段がない  
著者撮影



写真 5-21 照明器具(天井) 点検口の上に照明器具を設置点検口が使用不可能  
A社設備管理部 提供



写真 5-22 配管(機器) 上下に全く同じ位置にメータが設置されているため  
確認作業が難しい ビル環境保全研究会 提供



写真 5-23 配管 配管の設置された高さが中途半端で作業が難しい  
ビル環境保全研究会 提供



写真 5-24 受水槽室 周囲の壁は出入口がなく、壁面に開けられた点検口  
(カメラの置いてある部分)で出入りする. しかも梁の下で位置が高い  
著者撮影



写真 5-25 空調機(外部) 外壁部分に設置された空調機のメンテナンスが  
目隠しのパンチングメタルの設置で作業が難しい  
著者撮影



写真 5-26 アトリウム(ガラス面) アトリウムに装飾用のパイプが組み立てられ  
ガラス面までの作業通路が不備 著者撮影



写真 5-27 アトリウム(照明設備) 1階より最上階まで吹抜け空間となっており、  
つり下げられたシャンデリア(写真下左側)の清掃が不可能  
著者撮影(台北)



写真 5-28 屋上(防水層) アスファルトシートの下に残った水分が膨張して、防水層を破った(雨天時の作業が原因) 著者撮影



写真 5-29 休憩室(出入口) 狭く小さい出入り口のため通行が困難  
著者撮影



写真 5-30 床面(建材) 冬期に施工した床仕上げ材が夏期に膨張した  
著者撮影



写真 5-31 外壁(階段室) 梁と柱の取合い部分に亀裂. 躯体とブロック壁の間に  
目地を設置せず 著者撮影



写真 5-32 駐車場(ポール) ポールの下部のケース(鉄製)に水抜き穴がなく、  
雨水がたまり錆が発生。ポールを上下するたびに、錆を含んだ水が流出  
著者撮影



写真 5-33 非常用階段 非常用階段の1階出口に表側から施錠し、  
避難が不可能(所有者の責任) 著者撮影



写真 5-34 外周(床面) 屋根の仕上げ材に化学薬品で緑青を発生させたが、  
雨水、雪で緑青が流れて床面を汚損 著者撮影



写真 5-35(良い事例) 外壁(窓) 外部への出入りが可能な開口部を設置し、  
安全帯用のフックが取り付け可能なハンドルも設置  
著者撮影



写真 5-36(良い事例) 屋根(アトリウム) ピラミッド型の屋根(ガラス)を清掃する  
為の移動はしごが設置されている 著者撮影



写真 5-37(良い事例) 外壁(窓面) 上下左右に移動できる足場を常設してある  
著者撮影(ドイツ)

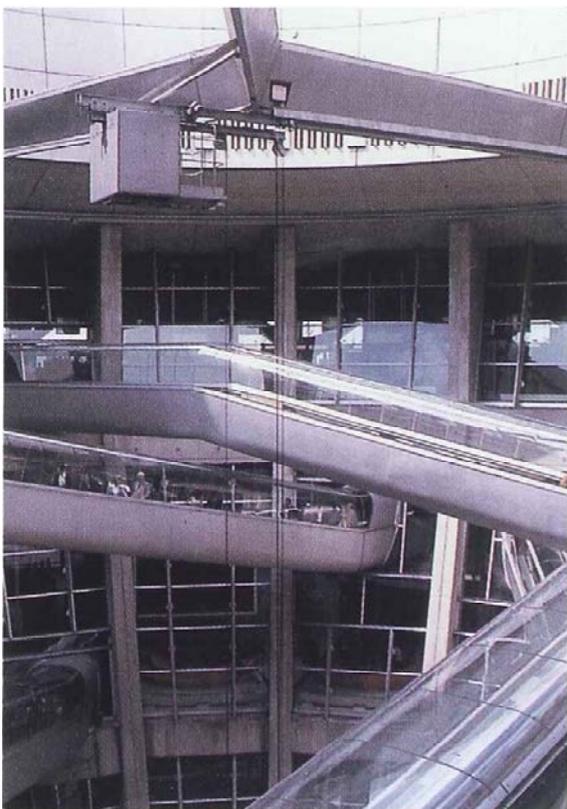


写真 5-38(良い事例) 内部吹抜 空中にあるエスカレーターやガラス(斜面)の  
清掃の為にゴンドラが設置されている  
著者撮影(フランス)



写真 5-39(良い事例) 外壁(窓) 縦方向にも横方向にも開放できる窓,  
内部より清掃作業も可能 著者撮影

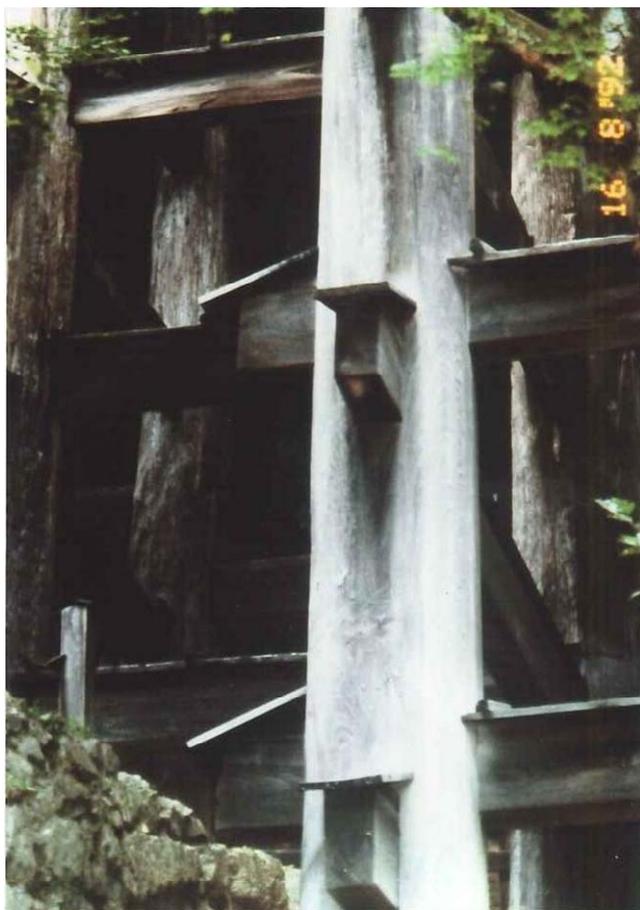


写真 5-40(良い事例) 柱, 梁(取合) 腐食し易い梁部分に, 雨水除けの部材を設置し, 梁の交換対策を実行している  
著者撮影

## 第 1 章

- 表 1-1 建築物の不具合等の発生に関する調査報告及び文献の例
- 表 1-2 起因物別・事故の型別死傷者数の分析
- 表 1-3 事故の型別死傷者数上位 6 位の分析
- 図 1-1 事故の型別上位 6 位（1747 人）の分析
- 表 1-4 起因物が「作業面」である事故の分析
- 表 1-5 起因物が「建物・構造物」である事故の分析
- 表 1-6 不安全な状態別死傷者数の分析
- 表 1-7 予測されている近い将来の建築環境の変化
- 表 1-8 既往研究事例における研究領域と項目（例）
- 図 1-2 維持管理および維持管理業務従事者に関わる研究領域  
（正田・杉田と比較）
- 表 1-9 本研究の位置づけ（正田・杉田と比較）
- 図 1-3 本論文の構成
- 表 1-10 労働災害における物的要因の分類

## 第 2 章

- 図 2-1 ビルメンテナンス業の事業場数と従事者数の年度推移
- 図 2-2 ビルメンテナンス業の死傷者数（死亡及び休業 4 日以上）の年度推移
- 図 2-3 ビルメンテナンス業と他産業との度数率の比較と年度推移
- 図 2-4 ビルメンテナンス業と他産業との強度率の比較と年度推移
- 図 2-5 ビルメンテナンス業における死傷者数（死亡及び休業 4 日以上）の事故型別発生比率と年度推移
- 図 2-6 ビルメンテナンス業における事故（死亡及び休業 4 日以上）の起因物別の比率と年度推移
- 図 2-7 ビルメンテナンス業の年齢階級別死傷者数（死亡及び休業 4 日以上）の比率と年度推移
- 図 2-8 本項の研究構成
- 図 2-9 全事故の分類と過程
- 表 2-1 事故の建築用途別の傾向
- 表 2-2 事故の型別の傾向
- 表 2-3 事故の作業業務別の傾向
- 表 2-4 事故の行動動作別の傾向
- 表 2-5 「不安全な状態」が認められる事故の分類（160 件対象）
- 図 2-10 事故の事例における「不安全な状態」と「不安全な行動」の比率
- 図 2-11 本研究における調査対象事故の事故原因の比率と「製造業」における比率との比較
- 図 2-12 「不安全な状態」が発生している場所・部位別の傾向
- 表 2-6 「不安全な状態」が確認された場所別・部位別の傾向
- 表 2-7 「不安全な状態」（物的要因）と「不安全な行動」（人的要因）との関係性（1）～（13）
- 図 2-13 「不安全な状態」によって誘因・誘発されている「不安全な行動」の傾向
- 表 2-8 「不安全な状態」に誘因・誘発されたと思われる「不安全な行動」の分類
- 図 2-14 89 件の事例における「不安全な状態」が発生した具体的原因の分析
- 表 2-9 主な被災者本人の事故発生時の証言例

## 第3章

- 表 3-1 データベースの情報ソースの内訳
- 図 3-1 事故被災者の傾向分析
- 図 3-2 発生している事故の型別の傾向
- 図 3-3 事故が発生した建築用途別の傾向
- 図 3-4 事故が発生した建築の場所別の傾向
- 図 3-5 事故が発生した部位別の傾向
- 表 3-2 被災者の分類と傷害の程度との関係性分析
- 表 3-3 傷害の程度による重みづけ
- 図 3-6 傷害の程度による重みづけのポイントの計算例（子供の場合）
- 表 3-4 傷害の程度の重みづけによる重症度合の分析
- 表 3-5 建築の用途別に評価した危険性
- 表 3-6 建築の場所とリスク度合との関係性分析
- 表 3-7 建築の部位と危険性度合の関係性分析
- 表 3-8 危険性の高い場所と建築用途との関係性分析
- 表 3-9 危険性の高い場所と発生している事故の型との関係性分析
- 表 3-10 事故の型と危険性の度合との関係性分析
- 表 3-11 FMEA法による事故分析例（一部）
- 表 3-12 事故の分類と発生場所・部位
- 表 3-13 事故の推定原因と推定責任の分析
- 図 3-7 「不安全な状態」と事故の原因となる動作の関係性分析
- 表 3-14 建築空間における事故事例から得られた知見

## 第 4 章

- 図 4-1 研究手順
- 表 4-1 調査の概要
- 表 4-2 本研究における用語の定義
- 表 4-3 管理業務の分類
- 表 4-4 故障事例の FMEA 法に基づく分析例（一部）
- 表 4-5 調査対象建築物の竣工年と不具合件数とのクロス集計
- 図 4-2 故障事例の業務別分類
- 表 4-6 清掃管理業務に関する事故事例の分析
- 図 4-3 故障事例の設備分類別の傾向
- 表 4-7 維持管理からみた建築物の区域分類（4 区分）
- 表 4-8 故障事例の発生部位別の傾向分析
- 表 4-9 故障事例の検知方法の傾向分析
- 図 4-4 故障事例の影響度の傾向分析
- 表 4-10 故障事例の発生場所と設備機器等の関連性分析
- 表 4-11 故障モードの分類と要素の関係性分析

## 第 5 章

- 表 5-1 建築物の維持管理に関する故障事例の原因と建築・生産プロセスの推定責任(一部)
- 表 5-2 一時的要因と二次的要因との関係性(例示)
- 表 5-3 故障の主な原因と推定責任の概要
- 表 5-4 調査概要
- 表 5-5 今日までの研究で得られている知見  
—故障の主な原因と責任の概要—
- 表 5-6 文献による事例の調査・分析の結果
- 図 5-1 一般的な運営・建築生産プロセス
- 表 5-7 維持管理上の問題点(設備管理業務に関するもの)と運営・建築生産プロセスとの関係性
- 表 5-8 建築生産プロセスと維持管理要素との関連性(1)(2)
- 表 5-9 建築(物)の維持管理要素の抽出
- 表 5-10 維持管理業務に関わるバックアップシステムの基本的な構成
- 表 5-11 バックアップシステムの具体的事例(外部ガラス清掃作業対策等)
- 表 5-12 維持管理に関する故障事例の主な現象

## 第 6 章

- 図 6-1 「不安全な状態」の建築要因と「不完全な状態」の建築要因の  
関係性
- 表 6-1 「不完全性」と「不安全性」の関係
- 表 6-2 「不安全性」「不完全性」が与えている影響の分析
- 図 6-2 維持管理要素を考慮した設計の要因
- 表 6-3 建築生産プロセスと運営・維持管理要素との関連 (1)
- 表 6-4 建築生産プロセスと運営・維持管理要素との関連 (2)
- 表 6-5 本研究にて提案している維持管理の視点によるデザインレビュー  
を実施した主な事例
- 図 6-3 広島市舟入病院改築に関するデザインレビューの項目  
(基本設計完了時)
- 表 6-6 調査対象建築物の概要
- 表 6-7 調査対象建築物の選択理由及び調査方法等
- 表 6-8 HSB 建築設計において示された建築思想・期待値の整理
- 表 6-9 HSB における維持管理要素の検討過程 (例)
- 表 6-10 HSB における給排水衛生配管に関する維持管理要素の具体的な  
検討過程
- 図 6-4 HSB のトイレ廻りのパイプスペース詳細図

## 第7章

- 図 7-1 「不完全性」と「不安全性」の関係と生起するプロセス（例）  
表 7-1 「作業スペースの不備・不良」の原因となる建築生産プロセスの  
関係者と推定される原因

## 研究業績（１）

学術論文名または著書名	発表または発行年月日	発表誌，発表学会または発行所等の名称	備考
<p>1 学協会誌等掲載研究論文</p> <p>1) 建築物の危険要素がビルメンテナンス業務従事者の作業行動に与える影響に関する一考察 (※古橋秀夫、宮崎隆昌、宮原俊介、正田浩三)</p> <p>2) 建築設備の維持管理業務を阻害する建築的要因に関する研究 (※古橋秀夫、宮崎隆昌、宮原俊介)</p>	<p>平成25年10月</p> <p>平成24年10月</p>	<p>日本建築学会技術報告集，19巻，34号，pp.1143～1147</p> <p>日本環境管理学会，環境の管理 No. 74，pp.25～31</p>	<p>関連 (第2章)</p> <p>関連 (第4章)</p>
<p>2 国際会議における講演発表</p> <p>1) A Study Regarding Logistic of Disaster Waste Disposal in Tohoku Costal Area (※Hideo FURUHASHI, Takamasa MIYAZAKI, Shunsuke MIYAHARA)</p>	<p>2012年12月</p>	<p>PACON, PACON2012 Abstracts, p. A44</p>	<p>関連 (第1章) (第7章)</p>
<p>2) On The Backup System For Building Maintenance (Koyo MAEKAWA, ※Hideo FURUHASHI)</p>	<p>1995年11月</p>	<p>The 5th International Symposium on Building and Urban Environmental Engineering and Management Proceedings, pp101-109</p>	<p>関連 (第5章)</p>
<p>3) Introduction of Maintenance And management Planning Steps To Building Design Process (Koyo MAEKAWA, ※Hideo FURUHASHI)</p>	<p>1993年10月</p>	<p>The 4th International Symposium on Building and Urban Environmental Engineering and Management Proceedings, pp95-100</p>	<p>関連 (第5章)</p>
<p>4) Evaluation on The Process of Building Construction Based on The Environmental Management (Koyo MAEKAWA, Hiroshi KIMURA, ※Hideo FURUHASHI)</p>	<p>1991年11月</p>	<p>The Third International Symposium on Building and Urban Environment Engineering and Management Proceedings, pp. 95-102</p>	<p>関連 (第5章)</p>

## 研究業績（２）

学術論文名または著書名	発表または発行年月日	発表誌，発表学会または発行所等の名称	備考
3 学協会等における講演発表			
1) ビルメンテナンス業の労働災害に関する基礎的研究 (※古橋秀夫，宮崎隆昌，宮原俊介)	平成 25 年 8 月	日本建築学会，2013 年度日本建築学会大会学術講演会，pp. 143-144（北海道）	関連 (第2章)
2) 建築解体事例における構造躯体別建設副産物の静脈) 物流に関する研究 (宮原俊介，宮崎隆昌，※古橋秀夫)	平成25年5月	日本環境管理学会大会2013，学術講演梗概集，d第25回研究発表会，pp. 15-18	関連 (第1章) (第7章)
3) 宮城県における災害廃棄物処理の物流ネットワークに関する研究 (齊藤伊智朗，※古橋秀夫，宮原俊介，宮崎隆昌，中澤公伯)	平成 25 年 5 月	日本環境管理学会大会2013，学術講演梗概集第25回研究発表会，pp. 11-14	関連 (第7章)
4) ファシリティマネジメントの考え方にに基づく建築 企画・設計の調査・研究 (※古橋秀夫，宮崎隆昌，宮原俊介)	平成 24 年 12 月	日本大学，第43回日本大学生産工学部学術講演会講演概要，pp. 947-950	関連 (第6章)
5) ファシリティ・マネジメントに基づいた建築物のLCCに関する研究（その2） (※古橋秀夫，宮崎隆昌，宮原俊介)	平成 24 年 8 月	日本建築学会，2012年度日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 147-148（東海）	関連 (第6章)
6) ファシリティ・マネジメントに基づいた建築物のLCCに関する研究（その1） (宮原俊介，宮崎隆昌，※古橋秀夫)	平成 24 年 9 月	日本建築学会，2012年度日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 145-146（東海）	関連 (第6章)
7) 建築の再生・更新の実情と問題点 (※古橋秀夫，宮崎隆昌)	平成 23 年 12 月	日本大学，第42回日本大学生産工学部学術講演会講演概要，pp. 755-758	関連 (第1章) (第7章)
8) ライフサイクルを通じた建築物の保全性に関する研究（その1） (※古橋秀夫，宮崎隆昌)	平成 23 年 8 月	日本建築学会，2011年度日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 1189-1190（関東）	関連 (第6章)
9) ビルメンテナンスのためのバックアップシステム(その2) (工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，大塚誠生)	平成 6 年 11 月	日本環境管理学会誌，環境の管理，第14号，第7回研究発表特集，pp. 75-78	関連 (第4章) (第5章)
10) ビルメンテナンスのためのバックアップシステム（その2）－設備管理作業について－ (工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三)	平成 6 年 9 月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp. 1425-1426	関連 (第4章) (第5章)

### 研究業績（3）

学術論文名または著書名	発表または発行年月日	発表誌、発表学会または発行所等の名称	備考
1 1) 建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題（その6） （前川甲陽，木村宏，※古橋秀夫）	平成5年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 12，pp. 63-66	関連 （第5章）
1 2) ビルメンテナンスのためのバックアップシステム（清掃作業について） （工藤恭丈，※古橋秀夫，前川甲陽，正田浩三）	平成5年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理，第6回研究発表特集，pp. 45-48	関連 （第3章） （第4章）
1 3) ビルメンテナンスのためのバックアップシステム（その1）－清掃作業について－ （工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三）	平成5年9月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp. 469-470	関連 （第3章） （第4章）
1 4) 建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題（その5） （※古橋秀夫，木村宏，前川甲陽）	平成4年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 9，第5回研究発表特集，pp. 35-38	関連 （第1章） （第4章）
1 5) 建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題（その4） （前川甲陽，木村宏，※古橋秀夫）	平成4年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 9，第5回研究発表特集，pp. 31-35	関連 （第1章） （第4章）
1 6) 清掃業における労働災害の分析 （工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，小林徳生，坂本倫子，大塚誠生，垣鏝直）	平成4年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 9，第5回研究発表特集，pp. 73-76	関連 （第2章） （第3章）
1 7) ビルにおけるクリーンクルーステーションの実態調査（その4） （小林徳生，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，工藤恭丈，坂本倫子，大塚誠生，垣鏝直）	平成4年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理No. 9，第5回研究発表特集，pp. 13-16	関連 （第2章） （第3章）
1 8) 建築物維持管理のバックアップシステムについて（その2）－バックアップシステムの構成について－ （前川甲陽，木村宏，※古橋秀夫）	平成4年8月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp. 1301-1302	関連 （第5章）
1 9) ビルにおける清掃控室及び資機材倉庫の実態調査（その3） （橋本祥治，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，小林徳生，工藤恭丈，垣鏝直）	平成3年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 7，第4回研究発表特集，pp. 63-66	関連 （第2章） （第3章）

## 研究業績（４）

学術論文名または著書名	発表または発行年月日	発表誌，発表学会または発行所等の名称	備考
20) 建築物維持管理のバックアップシステムについて(その1) - 外壁清掃作業等のバックアップシステム - (※古橋秀夫，木村宏，前川甲陽)	平成3年9月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）， pp. 971-972	関連 (第5章)
21) 建築物の運営維持管理要因の保全性設計からの検討 (前川甲陽，木村宏，※古橋秀夫)	平成3年9月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）， pp. 969-970	関連 (第1章) (第4章)
22) ビル室内の作業環境の調査研究(その7) 清掃控室及び資機材倉庫の実態調査その2 (工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，小林徳生，橋本祥治，垣鏝直)	平成3年1月	(財)ビル管理教育センター，第19回建築物環境衛生管理技術研究集会抄録集， pp. 36-37	関連 (第2章) (第3章)
23) 清掃作業方法に関する調査研究(その2) 微生物除去の効果について (澤一美，※古橋秀夫，正田浩，三橋本祥治，工藤恭丈)	平成2年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理， 第3回研究発表特集， pp. 93-96	
24) 建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題(その3) (※古橋秀夫，前川甲陽，木村宏)	平成2年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理， No. 5， pp. 39-42	関連 (第5章)
25) ビルにおける清掃控室及び資機材倉庫の実態調査(その2) (工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，小林徳生，橋本祥治)	平成2年11月	日本環境管理学会誌，環境の管理， No. 5， 第3回研究発表特集， pp. 37-38	関連 (第2章) (第3章)
26) ビル管理業務における中高年齢者の事故防止に関する研究(その1) 清掃作業における労働実態調査 (正田浩三，※古橋秀夫，新公彰，栃原裕)	平成2年10月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集，（中国）， pp. 787-788	関連 (第2章)
27) ビル室内の作業環境の調査研究(その6) 清掃控室及び倉庫の実態調査 (工藤恭丈，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，小林徳生，橋本祥治)	平成2年10月	(財)ビル管理教育センター，第18回建築物環境衛生管理技術研究集会， pp. 37-38	関連 (第2章) (第3章)
28) 建築物経営企画における環境管理システムの検討(建築物環境管理に関する研究) (前川甲陽，木村宏，※古橋秀夫)	平成2年10月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）， pp. 1301-1302	関連 (第1章) (第5章)

## 研究業績（５）

学術論文名または著書名	発表または発行年月日	発表誌，発表学会または発行所等の名称	備考
2 9) 建設プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討（その２）（建築物環境管理に関する研究） （※古橋秀夫，木村宏，前川甲陽）	平成2年10月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），pp. 1299-1300	関連 （第5章） （第6章）
3 0) ビルにおける清掃控室及び資機材倉庫の実態調査（その１） （小林徳生，前川甲陽，※古橋秀夫，正田浩三，新公彰）	平成元年12月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 3，第2回研究発表特集，pp. 81-82	関連 （第2章） （第3章）
3 1) 清掃作業方法に関する調査研究（その１）（剥離洗浄作業における床面のPH値について） （橋本祥治，※古橋秀夫，正田浩三，新公彰）	平成元年12月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 3，第2回研究発表特集，pp. 83-84	
3 2) 建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題（その２） （※古橋秀夫，木村宏，前川甲陽）	平成元年12月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 3，第2回研究発表特集，pp. 33-34	関連 （第5章） （第6章）
3 3) 建築物における飲料水の水質の実態調査 （澤一美，※古橋秀夫，正田浩三，新公彰，橋本祥治）	平成元年12月	日本環境管理学会誌，環境の管理，No. 3，pp. 89-92	
3 4) 建築計画～施工プロセスの維持管理面からの検討（建築物環境管理に関する研究） （前川甲陽，木村宏，※古橋秀夫）	平成元年11月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），pp. 1123-1124	関連 （第5章） （第6章）
3 5) ビルメンテナンス業における労働負担調査（清掃作業その２） （橋本祥治，臼杵繁，※古橋秀夫，高橋幸夫，正田浩三，新公彰，栃原裕，大中忠勝）	平成元年11月	（財）ビル管理教育センター，第17回建築物環境衛生管理技術研究集会抄録集，pp. 47-48	関連 （第5章） （第6章）
3 6) 建設プロセスにおける維持管理要素の位置づけに関する検討（その１） （※古橋秀夫，木村宏，前川甲陽）	平成元年10月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp. 1125-1126	関連 （第5章） （第6章）
3 7) 建築物設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その２. 環境衛生・管理作業および総合的考察（建築物環境管理に関する研究） （木村宏，前川甲陽，※古橋秀夫）	平成元年10月	日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp. 1097-1098	関連 （第5章） （第6章）

## 研究業績（6）

学術論文名または著書名	発表または発行年月日	発表誌、発表学会または発行所等の名称	備考
38) ビル室内の作業環境の調査研究 (正田浩三, 前川甲陽, ※古橋秀夫, 新公彰)	平成元年10月	日本建築学会, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp. 655-656	関連 (第2章) (第3章)
39) 建築物の環境管理からみた設計・施工・運営に起因する諸問題 (※古橋秀夫, 木村宏, 前川甲陽)	昭和63年10月	日本環境管理学会誌, 環境の管理, Vol. 1, pp. 5-6	関連 (第5章) (第6章)
40) 建築物設計・施工・運営に起因する維持管理上の諸問題 その1. 建築躯体および設備(建築物環境管理に関する研究) (木村宏, 前川甲陽, ※古橋秀夫)	昭和63年10月	日本建築学会, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp. 1095-1096	関連 (第5章) (第6章)
41) ビルメンテナンスの基盤業務をめぐる周辺分野の諸問題 (前川甲陽, ※古橋秀夫)	昭和63年6月	日本環境管理学会誌, 環境の管理, Vol. 1, pp. 1-4	関連 (第1章) (第5章)
42) 設備の保全と劣化診断に関する考察 ビルメンテナンスのシステム化に関する研究 (前川甲陽, ※古橋秀夫, 高橋幸夫)	昭和62年12月	都市環境工学会, 都市環境工学研究発表会論文集, Vol. 18, No. 3, 第5号, pp. 13-16	関連 (第4章) (第7章)
43) ビル室内の作業環境の調査研究(その4) (正田浩三, 白杵繁, ※古橋秀夫, 高橋幸夫, 新公彰, 橋本祥治, 井上貴彦, 池田倫子)	昭和62年11月	(財)ビル管理教育センター, 第15環境衛生管理技術研究集会抄録集, pp. 63-64	関連 (第3章)
44) ビルメンテナンス業における労働負担調査(清掃作業) (正田浩三, ※古橋秀夫, 高橋幸夫, 新公彰, 橋本祥治, 池田倫子, 栃原裕, 中牟田郷美)	昭和61年12月	都市環境工学会, 都市環境工学研究発表会, 論文集, Vol. 7, No. 3, pp. 35-38	関連 (第2章) (第3章)
45) ビル室内の作業環境の調査研究(その3) (新公彰, 白杵繁, ※古橋秀夫, 高橋幸夫, 正田浩三, 橋本祥治, 池田倫子)	昭和61年11月	(財)ビル管理教育センター, 第14回建築物環境衛生管理技術研究集会抄録集, pp. 19-21	関連 (第2章) (第3章)
46) ビル室内の作業環境の調査研究(その1) (正田浩三, 白杵繁, ※古橋秀夫, 高橋幸夫, 新公彰)	昭和59年11月	(財)ビル管理教育センター, 第12回建築物環境衛生管理技術研究集会抄録集, pp. 54-55	関連 (第2章) (第3章)

## 謝辞

本論文は、著者が40数年に亘る施工監理、運営・維持管理業務等の実務経験を通して得られた経験、知見、研究成果及び日本大学大学院生産工学研究科建築工学専攻博士後期課程在学中に行った研究成果を纏めたものであります。

指導教官である日本大学生産工学部建築工学科教授 宮崎隆昌博士には、論文作成の全ての段階におきまして的確な御教示を賜りました。加えて、研究に取り組む心構え、姿勢などの基本を始め、研究テーマの背景に関わる幅広い視点での考え方など有益かつ示唆に富む数多くの御助言を戴きましたことに衷心より感謝を申し上げます。

本論文の審査をご担当戴きました建築工学科教授 川岸梅和博士、湯浅昇博士には、貴重な御指導、御意見を賜りましたことに深く感謝を申し上げます。

本論文の研究活動にあたり、日本大学生産工学部創生デザイン学科准教授 中澤公伯博士の御協力、御支援に対しまして篤く御礼を申し上げます。

本論文の作成に当たりましては、日本大学生産工学部客員研究員 宮原俊介博士（株式会社アーバン設計）の労を惜しまない御支援、的確な御教示が本研究の成果に結実したものと深く感謝致しております。また、宮崎研究室の齋藤伊智朗君、伊藤隼也君、及川宏樹君、古谷侑君を始め、大学院生・学部生の皆様には様々な場面で御世話になりましたことをここに篤く御礼を申し上げます。

著者が本研究を遂行できましたのは、八木秀記様(東京美装興業株式会社・代表取締役)、正田浩三博士(同社・技術部部長)を始め、所属先の皆様の情報提供や御協力、御支援に拠るところが大きく深く感謝を申し上げます。

また、公益社団法人 全国ビルメンテナンス協会の興膳慶三様(専務理事)、中村孝之様(事業部長)、長澤智子様(事業部事業企画課・主任)をはじめ職員の皆様には、貴重な資料の提供や研究の場の提供を始め、永年に渡って御支援、御協力を賜り心より御礼を申し上げます。

そして、環境管理の視点から建築の維持管理の重要性を論理的に御教示いただき、著者に研究活動への契機を与えて戴いた木村宏博士(日本環境管理学会名誉会長)、永年にわたる共同研究を通じて様々な御教示を戴きました故 前川甲陽博士(東京美装興業株式会社・元取締役)に心より御礼を申し上げます。

末筆ではありますが、本論文の研究の端緒となる維持管理の工学的な根拠の必要性を指摘し、研究・開発の為に筆者をビルメンテナンス業界に招いて戴きました、故 八木祐四郎様(東京美装興業株式会社・創業者)の慧眼に深甚なる敬意を表し、研究に対する御理解、御支援に対し衷心より御礼申し上げます。

古橋秀夫