

事務所ビルにおける修復期間の長い故障・不具合の特徴に関する調査研究
Research on characteristics of failures and troubles that take long term for restoration
at office building

*千明聡明 **高草木明 ***須藤美音 ****永峯章
Toshiaki Chigira Akira Takakusagi Mine Sudo Akira Nagamine

keywords : office Building, maintenance, restoration of trouble, term to repair
事務所建物、保全、故障・不具合の修復、修復期間

1. はじめに

建物竣工後の運用時において日常的に、故障や、故障とは呼べないような様々な不具合が発生する。その全容は建築についての基本的な認識のための欠くべからざる要素の一つであろう。しかし、それは建築分野の知見として共有されていない。

建築物の管理業務従事者は、当然、重要な任務の一つとして日々、故障・不具合に対応しており、その全てが記録されている保全現場も少なくない。しかし、それを自ら分析して公表したり、あるいはそれが研究者に提供されるようなことはほとんど無い。

保全現場の実態に関する知見は、設計や施工分野の技術の改善や保全計画の合理化などに貢献すると考えられる。

このような観点からの既往研究として著者らによる論文1~6がある。それぞれの概要は第2章に示す。

これら一連の研究では、保全現場から記録データの提供を受け、故障・不具合発生頻度や修復に要する時間などの数値データに基づく統計的な分析に終始し、個々の故障・不具合の内容にはほとんど立ち入ってこなかった。

これまでの研究過程において論文梗概を関連学会大会等で口頭報告したり、高草木が講演を行ったりして研究成果を紹介してきた。そのような折、度々、特に問題となるような故障・不具合はどのようなものか具体的に示すべきであるとの指摘あるいは要望があった。

これまでの研究に使用した保全記録データには故障・不具合の内容が一件毎に文章で記述されている。その数は一万件を超える。本論文は、これらのデータの中でも特に問題となる故障・不具合（修復に長期間を費やしたもの、居住者からの「申告」によるもの）を中心として分析を行い、故障・不具合における現象および保全処置の特徴を把握する。

2. 著者らによる既往研究

小松と高草木は、大規模建物1例および中小規模事務所建物3例における不具合発生と建物管理者による対応の実態について保全記録に基づく調査分析を報告している^{1) 2)}。

高草木らは某大規模事務所建物（Aビル）の保全記録データから、保全現場における繁忙状況の故障・不具合修復に要する時間への影響を明らかにしている³⁾。また、別の某大規模事務所建物（Bビル）の竣工以来約11年の長期に亘る保全記録データにより、故障・不具合の発生状況を概括するとともに、保全体制の計画上重要な知見として備えるべき故障・不具合の修復業務の外注状況を把握する研究を報告している⁴⁾。

更に、上記AビルとBビルの故障・不具合データから電気設備に関わるものだけを抜き出し、故障・不具合発生の特徴を示すと同時に、信頼性解析を行った結果を報告している⁵⁾。また、これと同じように、空調設備と給排水衛生設備に発生した故障・不具合のデータに基づき、その発生の特徴を分析し、信頼性解析手法により故障・不具合の発生間隔と修復時間についての分布を示している。これらによって、例えば、故障・不具合の発生と修復をシミュレーションすることなどが可能となり、保全計画などに有用な基礎資料となるとしている。また、Bビルのデータは竣工以来のものであり、初期故障期の状況が定量的に捉えられている⁶⁾。

3. 建物概要とデータ概要

調査研究対象建物（Bビル）の概要を表1に示す。

建物には修理系の能動機器の機能に係わる、すなわち信頼性理論の対象となるような「故障」以外に、多くの様々な不具合が発生する。例えば、大便器に携帯電話を落としたというような場合、取り出すのを保全員に頼るため保全員の稼働が発生する。本論文で「故障・不具合」とは、保全記録に残る保全員の稼働が発生した全ての事象を指す。但し、蛍光管

* 東洋大学工業技術研究所客員研究員

** 東洋大学理工学部教授・博士（工学）

*** 名古屋工業大学大学院助教・博士（工学）

**** 東洋大学理工学部講師・博士（工学）

Researcher, Institute of Industrial Technology, Toyo Univ.

Prof. Toyo Univ., Dr. Eng.

Assistant Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

Lecturer, Toyo Univ., Dr. Eng.

表1 対象建物（Bビル）概要

竣工	1996年9月
建物用途	事務所、店舗、ギャラリー、飲食店
所在地	東京都
階数	地下4階、地上34階
延床面積	142,759㎡
データ取得期間	1996年10月1日～2007年6月15日
	3,910日(閏年を含む)
データ数	10,384件

の取替えは別途管理のため含めていない。

図1に設備区分別故障・不具合発生件数を示す。このうち、修復日数が1、2日のものが圧倒的に多いため、図では区別を行っている。設備区分別件数は電気、衛生、空調、建物の順に多く、電気が2,880件で全体件数の28%、衛生が2,628件（25%）、空調が1,834件（18%）、建物が1,577件（15%）である。以上の4区分合計で全体件数の86%を占める。

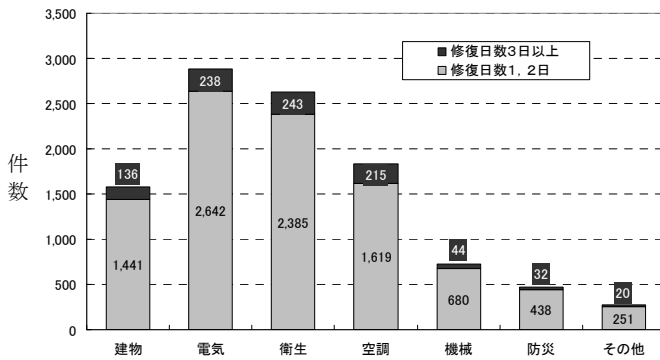


図1 設備区分別故障・不具合件数

事務所ビルの居住環境においては、故障・不具合の修復期間、即ち機能が不完全な期間をできるだけ短くすることが重要な課題である。また、居住者に知覚され、居住者からの「申告」によって建物管理者が気付いた故障・不具合は居住環境面で直接的影響を与えている故障・不具合であるということになる。

よって、居住者の申告によるもので、かつ修復に長期を要するものが保全改善計画などで優先的なターゲットとなると考えられる。そこで、4章では修復に長期を要する故障・不具合を中心とした修復日数の特徴、5章では故障・不具合発見区分の特徴を明らかにするため、分析を行った。

4. 修復日数による区分の分析

4.1 修復日数別件数

修復日数とは故障・不具合の発見・受付から処置または修理等が完了するまでに要する日数である。

修復日数が1日は、8,595件で全体件数の83%、2日は、861件（8%）である。修復日数が3～7日を要するものは、588件（6%）、8～30日では、266件（3%）、31～365日では、73件（1%）であった。図2は、設備区分別に修復日数区間の故障不具合

件数をまとめたものである。ここでは、1～2日の即日対応レベル、1週間レベル（3～7日）、1ヶ月レベル（8～30日）、1年レベル（31～365日）と細分化をし、発生件数を表現した。ただし、1日のデータ数が非常に多いため、ここでは、1日のみ除外した。

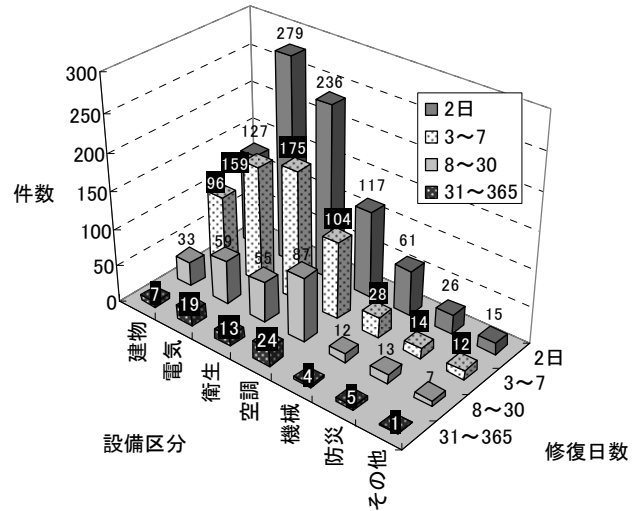


図2 設備区分別修復日数別件数

一般的には、修復期間が1週間を超える場合は、部品や機器の取り替えが生じたり、外部専門業者による対応が必要となるような深刻な問題があることが多い。8日以上修復期間を要する故障不具合は、全体として1割程度を占めており、この中でも空調設備が多い。

4.2 平均修復日数

図3に設備区分別に平均修復日数を示す。修復日数が1日、2日は非常にデータ数が多く、分布に偏りが生じているため、ここでは1、2日と3日以上とを区分し、それぞれの平均修復日数を算出している。

修復期間が短期の故障・不具合は、修復日数が1日および2日を合わせ9,456件（91%）と高い割合となり、平均修復日数は1.1日である。一方、3日以上を要したものは928件（9%）で平均修復日数は13.1日である。

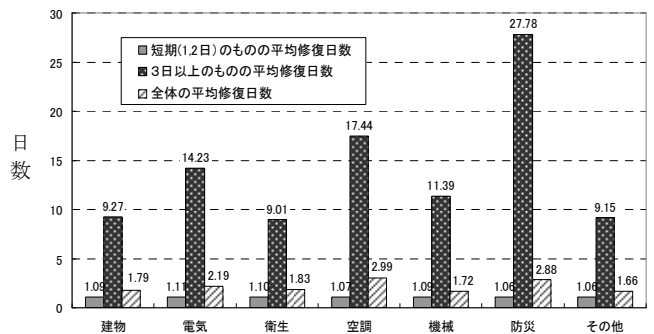


図3 設備区分別平均修復日数

データ全体の設備区別の平均修復日数は、長い順には空調3.0日、防災2.9日、電気2.2日の順になる。3日以上要した故障・不具合では「防災」の長さが目立つが、データ数が少ないため、この差は有意とはいえない。

修復日数は保全現場の繁忙の程度に影響を受ける。高草木らは文献3において日々の繁忙度（その日に取り組まねばならない故障・不具合件数）が、修復の翌日への持越し率に影響することを本論文の調査対象とは別の事務所ビル（Aビル）における保全記録データを用いて実証した。

図4は、Bビルでの年間の故障・不具合発生件数と年毎の平均修復時間との関係である。ここでは1年間のデータが完結している1997年から2006年までの10年間のデータを用いた。

年間の総計において平均修復日数と故障・不具合件数の間には相関性がみられる。このように年単位でもてても件数の多さ（繁忙度）は修復期間に影響するといえる。

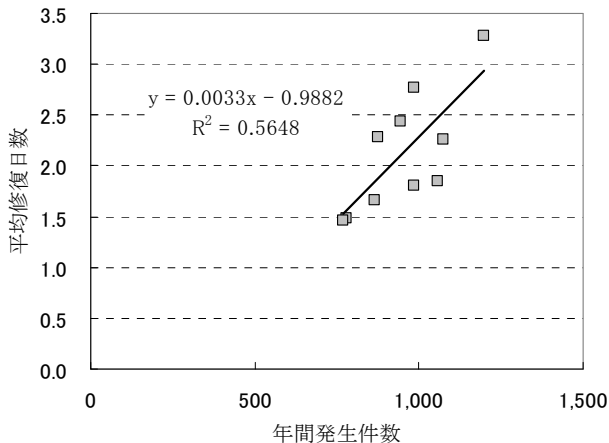


図4 年間故障・不具合発生件数と年毎の平均修復日数との関係

5. 発見区別の分析

故障・不具合の検知方法には、居住者からの申告、BASによるアラーム、点検時の発見がある。

居住者は故障・不具合について適正な改善と維持管理における対応の早さを期待する。よって事務室の居住者の満足度を得るのはこの中での居住者からの「申告」が特に重要であると考えられる。

図5に発見別の故障・不具合件数と平均修復日数を示す。保全記録データを発見別でみると、全体件数10,384件の内、「申告」は、6,779件で全体件数の65%、「アラーム」は、2,318件（22%）、「発見」は1,287件（13%）である。平均修復日数については、「発見」によるものが特に長い。保全技術者の目で点検して発見したものであるから修復が難しいものが多いためと考えられる。

「申告」の設備区別件数及び平均修復日数は、衛生が、2152件、平均修復日数1.7日、電気が、

1589件、同2.3日、建物が、1416件、同1.8日、空調が、845件、2.0日（件数の多い順）。平均修復日数は衛生、建物、機械、空調が短い。長いのは防災、電気、空調である。

「アラーム」により検知される件数は、設備区別には電気が多く、続いて防災、衛生となる。

保全員による「発見」の件数は、電気、空調、衛生が多い。

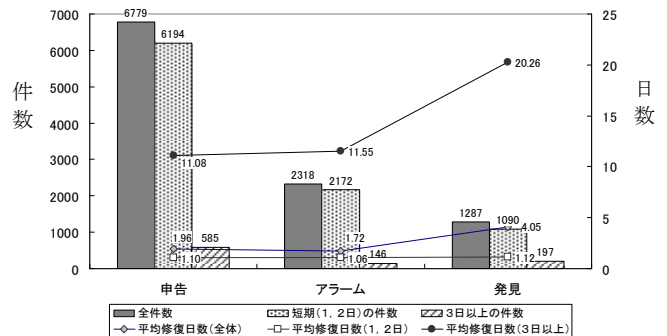


図5 発見区別故障・不具合件数と平均修復日数

6. 申告により検知される故障・不具合の現象と原因

4章では故障・不具合に関する修復日数について分析を行い、修復期間が1週間を超えるような長期にわたるものに関して、発生件数や設備の項目について明らかにした。また、5章では発見区分の分析を行い、居住者の「申告」によるものが多いことが明らかになった。これをふまえ、本章では、特に、「申告」により検知される故障・不具合について分析を行い、その現象と原因について分析を行った。

6.1 修復期間が1週間以内の故障・不具合の場合

ここではBビルにおいて居住者からの「申告」により発見された故障・不具合のうち、修復期間が1週間以内のものの特徴を把握する。

ただし、ここでは、主要な設備区分である建物、空調、衛生、電気のみを対象とした。

平均修復日数は全体が2.2日/件であるのに対して、「申告」への対応による場合、平均修復日数の平均は2.0日/件と短い。「申告」による場合、保全員が見つかる「発見」の場合のような、修復が専門技術的に難しいものが少ないという他に、保全員の対応が早いことがうかがわれる。

申告の場合の1週間以内で修復が完了する故障・不具合の現象と原因は表2のようにまとめられる。

件数が多く目立つのは、生活に密着した衛生設備で、排水栓の排水不良、大便器に関わる溢れ、水が止まらなくなる現象、あるいは詰まりなどである。

建物では、一般扉の件数が多い。扉の開閉不良、異常音、便所ブース扉スライド錠の故障などである。

電気設備では、電気錠の故障、ドア開閉のカードリーダーの不良、コンセントの故障が多い。照明器具の不点灯、ちらつきがこれらに次いでいる。

表2 申告による1週間以内で修復が完了する故障・不具合の現象および原因

設備区分別	分類1	分類2	件数	現象及び原因	件数		
建物	一般扉		534	開閉不良	80		
				閉まらない	71		
				異常音	59		
				ボタン音	37		
				開かない	23		
				ドアクロザ	40	破損	6
						油もれ	5
				レバハンドル	82	破損	14
			回転扉		107	停止	63
						故障	22
	異常音	19					
	自動扉		63	異常音	21		
				動かない	14		
				故障	9		
閉まらない				7			
開かない				6			
便所ブース扉	スライド錠	142	故障	106			
			破損	15			
		(計)	968	577			
電気	電気錠		287	閉まらない	89		
				異常音	42		
				開閉不良	35		
				不施錠	31		
				開かない	22		
				ハンドル破損	9		
				ハンドル故障	9		
		コンセント	256	通電なし	144		
				破損	52		
		照明器具	214	不点灯	176		
				ちらつく	36		
		カードリーダー	156	不良	119		
			扉開かない	23			
	UT	79	故障	58			
			不調	11			
		(計)	992	856			
衛生	小便器		64	水止まらない	47		
				漏水	7		
	洗面台	排水栓	530	排水不良	500		
				動かない	10		
	大便器		987	溢れ	302		
				水止まらない	252		
				詰まり	214		
		ウオッシュレット	58	水出ない	21		
	湯沸室	熱湯栓	116	湯出ない	28		
回らない				22			
故障				21			
破損				18			
湯止まらない				8			
		(計)	1,755	1,450			
空調	空調機械	空調機, 吹出し口	789	暑い	179		
				寒い	180		
				強風	198		
				異常音	43		
					(計)	789	600

空調設備では、暑い、寒い、風が体に当たるなどの苦情が多い。

6.2 修復期間が8日以上故障・不具合の場合

表3は居住者の申告による故障・不具合で、修復に8日以上を要したものの現象および原因である。

修復に特に長期間（8日以上）を要した故障・不具合には、「蛍光灯の不点灯」が多い。「ブラインドが動かない」がこれに続いている。表2、表3から申告により検知される故障・不具合

表3 申告による8日以上を修復に要する故障・不具合の現象および原因

設備区分別	分類1	分類2	件数	最も多い現象及び原因	件数
建物	ブラインド		11	動かない	11
	一般扉	ドアクロザ	4	ねじ外れ	3
			(計)	15	14
電気	照明器具	蛍光灯	18	不点灯	12
			3	不点灯	3
			3	不点灯	3
		ダウンライト	3	不点灯	3
	カードリーダー		7	故障	7
				(計)	31
衛生	衛生機械室	メータ	2	異常値	3
			14	漏水	7
	大便器		19	水止まらない	8
				2	水止まらない
	小便器		2	湯が出ない	2
		湯沸し器	2	湯が出ない	2
	(計)	39	22		
空調	空調機械室	弁	3	暑い	3
			2	水漏れ	2
	空調機	モータ	3	異常音	3
			(計)	8	8

は日常の使用頻度が高い設備に集中していることがわかる。このような設備の修復に長期を要することはビル管理上特に回避すべきことである。

修復に長期間を要する理由には次のような事情があると考えられる。

- ・ 部品・予備品の在庫がなく調達に時間がかかる。
 - ・ 修復業者を手配してもすぐに来ない、または来られない。
- ブラインド、ドアクロザ、大便器、弁などにこれらを理由として修復が長期化するケースが多い。
- ・ 照明器具の作業場所が高所作業となる。
 - ・ 作業する専門員が不在である。
 - ・ 修理工具が特殊で合わない。
 - ・ 複雑な機械類の故障に対する診断の失敗、または技術の不足。

これらの他に、機能が重要でなく、不具合と認知されても放置されることもある。

信頼性工学において、修復時間の分布は対数正規分布を成すことが知られている。これは複雑な修理系の機械類を対象とする知見であるが、故障とはいえないような不具合を含めてもほぼ同様である。修復に長期間を要する故障・不具合の存在は、更に改善を図る余地を示すものである。

表2と表3とから設備区分別に、修復期間が「短期」（1週間以内、表2）で済むものと、「長期」（8日以上、表3）を要するもの、それぞれに主な事象を比較のためにまとめると以下のようである。

(1) 衛生

短期：洗面台の排水不良が500件、大便器の溢れ302件、同じく水が止まらないが252件、同じく詰まりが214件である。

長期：大便器の水が止まらないが8件ある。

(2) 電気

短期：照明器具の不点灯176件、コンセントの通電なし144件、カードリーダーの不良が119件である。

表4 修復期間が長期に及ぶ故障・不具合（衛生）

発生月日	発見区分	現象	確認および応急対応 または対応方針	処置	修復日数
1	7/7	男子トイレ 洗面台の混合水栓の蛇口からポタポタ水が垂れていると清掃センターより申告があった。	左記を確認。	混合栓×4を交換して良好。後日処置完了を確認。	128
2	8/4	電気湯沸器点検中に、29F西、21F西で逃がし弁不良を発見。	左記を確認。後日、メーカー修理予定。	逃し弁取替実施。	121
3	3/27	アラーム 漏水警報発報。	漏水箇所発見できず、リセットしても復旧せず。	漏水検知帯は保護ケース内で漏水により錆が発生していた為、錆を拭き取って正常復帰させた。	83
4	7/1	アラーム 35F衛生機械室より漏水警報。	貯湯槽用熱交換器(HE-O35-1)より漏水を確認。7/2再調査。漏水を拭取り復旧。増し締めし様子を見る。	ガスケット交換及びプレートを清掃し良好となる。	54
5	12/18	申告 1番大便器水が止まらない。	左記を確認。	フラッシュバルブの清掃及び、交換により良好。	52
6	10/13	発見 電気湯沸器の逃がし弁不良発見。(4か所)	左記を確認。	逃し弁の交換にて良好。	51
7	12/22	発見 電気湯沸し器から漏水しているのを発見した。	サーミスター接続部より漏水を確認。	本体交換して直った。	38
8	11/2	申告 飲料水給水管がポンプ停止時に揺れる。	左記を確認。	ラックと配管がせている為、ラックを移動させて良好。	34
9	1/29	申告 水石鹸タンクが漏れる。	水石鹸入れ操作部のスプリングが紛失していた。	部品取付し良好。	34
10	11/20	発見 膨張タンク廻りより漏水有り。	熱交換器入口、蒸気管(タンク上部)バイパス弁付近より漏れている。	フランジ締付け 良好。	33
11	11/30	申告 3番目の洗面台の排水不良。	左記を確認。	排水栓の駆動部のネジを増し締めし良好。	31
12	11/27	申告 26F 男子トイレ 洗面台№1の蛇口からポタポタ垂れると清掃センターより申告があった。	左記を確認。	11/27 工事に手に手配 12/16 混合水栓4個交換して良好となった。	31
13	9/30	申告 湯沸室1の天井から水が漏れていると申告があった。	給湯器の排水管のエルボから漏れている模様を確認。	工事会社手配。修理済み確認。	31
14	4/3	申告 洗いの蛇口部 自在スバウトが外れた。	袋ナット及びリング紛失のため取り付けできず。防災センターの洗いの自在スバウトを仮取りつけ。	該当部品全品そろい、取付を行う。	28
15	6/7	アラーム 喫茶店 漏水警報発生。	現場にて床面が水で濡れているのを確認。床下の漏水検知帯が確認できないため自然復旧を待つ。	自然復旧する。	28
16	12/1	発見 水溜まり発見。	架台と受水槽の間に隙間あり。	増し締めして良好。	27
17	2/8	申告 厨房用給湯量検針値が異常に低い。	1/26と2/8の検針値が同じ。	給湯メーターを交換する。	26
18	2/8	申告 給水量検針値が異常に少ない。	1月が例月の半分の使用量。	給水メーターを交換する。	26
19	12/1	申告 給湯器の湯がぬるい。	電気式湯沸器からお湯がでない。	修理して良好。	26
20	9/12	アラーム 漏水警報が発報した。	シンクから大量の水が溢れていて検知帯に触れていたのを確認。	溢れた水を拭き取って良好となった。	25

長期：照明器具故障による蛍光灯不点灯が12件と多い。

(3) 建物

短期：便所ブース扉のスライド錠の故障が106件、一般扉の開閉不良80件、同じく閉まらないが71件、回転扉の停止が63件である。

長期：ブラインドが動かないが11件と多い。

(4) 空調

短期：「暑い」179件及び「寒い」が180件、「吹出し口の風が強い」が198件あった。

長期：空調機械室の配管からの水漏れが2件、空調機のモータ異常音が3件で総件数8件と少ない。

短期と長期の各項目は、多くが共通している。それぞれに際立った特徴は見られない。

7. 修復期間が長期に及ぶ故障・不具合の状況

修復期間が長期に及ぶ故障・不具合の内、修復期間の長さ上位20件について、現象、保全員による確認状況、処置内容を表4、表5、表6、表7に示す。それぞれ、衛生、空調、電気、建築である。

これらは、保全記録ほぼそのままのものである(但し、企業名は避け、工事会社、メーカーなどとした。また文章を若干整えている)。一旦、処置を行い、後日、最終的に問題が無いか確認していることがあり、このような場合、最終確認日を修復完了日として記録している。このために修復日数が故障・不具合の内容に対して不釣り合いに長いというデータが幾つか含まれている。

修復期間が長期に及ぶ故障・不具合についての基礎的な認識と把握のためには、このような具体的な記述の提示も有効と考えられる。

8. 結論

大規模な事務所ビルにおける保全記録データに基づき、修復期間の長い故障・不具合について、現象面および保全処置の面からの特徴を把握するための調査研究の結果をまとめた。 居住者満足度との関

係から、居住者からの申告による故障・不具合について分析対象として重視した。

本研究により得られた知見は以下のようにまとめられる。

- 1) 修復が1日で完了する故障・不具合は、全体件数の83%を占め、修復日数が2日は8%である。3日以上1週間以内では、6%、8日以上1か月以

内では3%、これ以上が1%であった。

- 2) 修復に3日以上要した故障・不具合に限ると、平均修復日数は、13.1日となる。設備区別にみると、空調、防災の平均修復日数が長い。年間の平均修復日数は、その年の故障・不具合発生件数と相関がみられ、保全現場の繁忙が影響すると思われる。

3) 故障・不具合の見地方法には、居住者からの申告、アラーム、点検時の発見がある。申告によるものはビル管理上重要であり、これは全体の65%を占める。このような故障・不具合は居住者が日常的に接する設備に多く、保全員が優先的に速やかに対処するので平均修復日数は短い。

4) 居住者からの申告により検知される故障・不具合で、かつ修復日数が1週間を超えるもの、すなわち、排除すべき最重点ターゲットをピックアップし、1週間以内に処置が終わるものと現象や原因の面からの特徴を比較した。件数の順

に相違がみられるものの、これらに際立った相違は認められなかった。

- 5) 故障・不具合の記録データで、衛生、空調、電気の別で、それぞれ修復期間の長さにおいて上位20件について、現象、保全員による確認状況、処置内容を一覧表に示した。修復期間が長くなったことについて、事情が推察できるような経緯が記録されているものもある。修復期間が長期に及ぶ故障・不具合について基礎的な認識と把握のためにこのような具体的な提示も有効と考えられる。
- 6) 本研究成果は事務所ビル管理のベンチマークとみれば、SLA/KPI (Service Level Agreement / Key Performance Indicator) における修復日数目標値設定が可能になると考えられる。また、修復に時間を費やす設備の項目やその原因についての具体的事例による知見は修復時間短縮に向けた基礎資料となると思われる。

参考文献

1. 小松正佳,高草木明：事務所建物における不具合発生と常駐管理者による対応の実態に関する調査研究, 日本建築学会計画系論文集, NO.540, pp.259-265,2001年2月
2. 小松正佳,高草木明：中小規模事務所ビルにおける不具合発生と建物管理者による対応の実態に関する調査研究, 日本建築学会環境系論文集, NO.574, pp.161-168, 2003年12月
3. 高草木明,大澤昌志,佐々木有生：大規模事務所建物の保全現場における繁忙状況の故障・不具合修復に要する時間への影響に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, NO.616, pp.145-151, 2007年6月
4. 高草木明,大澤昌志,町田勝美：大規模事務所ビルにおける保全記録データに基づく建築電気設備の信頼性に関する研究, 電気設備学会誌, Vol.28, NO.12,pp.954-961, 2008年12月
5. 高草木明,町田勝美,大澤昌志：大規模事務所建物における故障・不具合の発生件数の特性と外注の場合を含む修復所要日数に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, NO.638, pp.897-904, 2009年4月
6. 高草木明,大澤昌志,吉野大輔,永峯章：大規模事務所ビルにおける保全記録データに基づく空調・衛生設備の信頼性に関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集, NO.155, pp.1-10, 2010年2月