

保全現場における故障・不具合の記録を活かした研究と教育

株式会社NTTファシリティーズ総合研究所
EHS&S研究センター 研究アドバイザー
高草木明

筆者は10年前に東洋大学に入職し、昨年、定年退職したのであるが、大学（建築学科）での9年間、卒論・修論のテーマとしての適合性、すなわち、学生の初めての研究としてのまとめ易さと勉学効果を考え、NTT都市開発、NTTファシリティーズ、日本メックスから事務所ビルと病院建物における保全記録データの提供をお願いし、学生とともに整理・集計・分析してきた。事務所ビルについての研究終盤頃からは名工大の須藤助教（元・総合設備コンサルタント）と共同で、また東洋大学工業技術研究所客員研究員（当時）、NTTファシリティーズおよび日本メックスOBの千明さんも加わって進めてきた。保全記録は、故障・不具合とエネルギー・水使用量に分けられる。筆者の研究室において主課題としていたこれらのデータによる研究のうち、このコラムでは故障・不具合に関する研究と教育をとりあげる。

筆者の卒論のこと

昭和46年度の卒論（早稲田大学尾島研究室）で「高層建築の経常費調査」に参加し、このときビルメンテナンスの現場に接して以来、保全の仕事や保全費用に関心を持ち続けてきた。

筆者の博士学位論文（平成5年）は空調設備のメンテナンスをテーマとしたものである。博士論文につながった研究では、たまたま当時携わっていたNTT建築総合研究所（NTTファシリティーズ総合研究所の前身）の業務に関連し、卒論生のとくと同じようにビルの地下の管理室に一人こもって保全の記録を調べたりした。学位取得後も研究を継続し、研究対象を保全（メンテナンス）だけでなく管理（マネジメント）にも広げ、「建築設備の保全・管理に関する一連の研究」として2003年日本建築学会賞（論文）を受賞した。

筆者らの卒論の経常費調査は、当時、尾島研において主流であった都市環境分野の研究に対して、エネルギー消費量の原単位を提供することに主眼があったように思う。マクロに都市の熱的ポテンシャルを捉えるには、原単位すなわち平均値のデータが有効である。しかし、個々の建物の保全や管理のためのデータとしては、平均値とともにそのばらつき具合が重要である。個々の建物における実務への貢献を研究目的とした筆者は、大学入職のころまでは、平均値データの蓄積というよりも、ばらつきの方にこだわって研究を続けていた。

東洋大学の筆者の研究室に所属した卒論生たちに、ビルの保全記録を調べさせ、まずは、分析よりも生の実態を知ることが重要、と指導してきた。昭和46年当時の尾島先生の言葉そのままの受け売りであるが、筆者なりの確信もあった。

学部での卒論は、筆者のその後にきわめて大きな基礎となったのは、かくの如くである。筆者が、こと意欲的な卒論生・修論生の指導にだけは（だけじゃだめじゃん）誠心誠意取り組んだ所以である。

保全記録

ある程度の規模の建物ではメンテナンス員が常駐し、たいていは、日々、その日にあった故障・不具合を記録している。この記録により、簡単な集計とグラフ化がなされ、リニューアルレポートとしてメンテナンス発注者に提出されている。このレポートは受託したメンテナンスが遂行されたことの証左程度の意味しかもたず、建物所有者、建物管理会社、またメンテナンス会社において活かされることはまずない。

筆者はNTTグループの建物に限らず、多くの民間ビルの管理室を訪れたが、どこも事情はほぼ同じである。

大学在職2年目に学生とともに数多くの建物管理室を訪問し、保全業務についてヒアリング調査をしたことがある。その際、いちいち、かなり詳しいEXCEL上の保全記録があることを実際に見せてもらって確認し、研究のために提供いただけるか訊いたのだが全て断られた。保全記録の著作人格権はメンテナンス会社にあると思うのだが、また、関係する会社にとって守秘対象になるような情報は含んでいないと思うのだが…

ビルメンテナンス会社の立場としては、もし提供するとなると、発注者の了承をとる必要があることは当然だろうが、発注者と余計なコンタクトをとって、万が一にも不興をかうようなことがあってはならない、よって、会社の利益に繋がらないのにリスクをとることはできないというのが共通の応えだった。

筆者の博士論文はNTT建築総合研究所在職時の研究によるのだが、使っているデータは、データ通信用ビルで書き写したものの他、当時、劣化を中心とする調査診断を発注いただいていた某生命保険会社のビル管理者から提供いただいた手書きデータである。このデータには修繕費用も含まれていたのだが、これも使用して、つまり論文に含めてかまわないという許しを得た。後に、この保険会社と同系列の大手商事会社のビルの調査診断を行った際にも詳細な保全費用の手書きの記録を提供していただいた。

以前に、そんなことがあったので、ヒアリング調査に出向いたところでことごとくデータ提供を断られたのには驚いた。結局、メンテナンス会社の立場の問題ゆえに、ビル管理会社か建物を所有する会社にデータ提供を願わなければいけないということがよく分かったのだが、小規模なビル管理会社は役割が不明確で折衝の相手が見出せない場合が多い。大企業の建物所有会社にはアプローチが難しい。つまり、いっきに多数の保全記録を集めようという筆者の企ては断念せざるを得なかった。

今にして思うと、手書きの記録は、それを書いたビル管理者に強い愛着があって、筆者が論文に活かしたことを報告するとたいそう喜んでいただけた。記録がEXCELになってからは、発注者への年次報告が済み、規定の保存期間が過ぎると、消去すべきゴミになってしまうようだ。

結局、その後は、NTTグループの事務所ビルと、その後に病院の保全記録に頼ることになった。研究費はかからず、かなりの数の論文になったし、学生の教育にも有効だった。

大学入職前の保全記録を使った研究

文献1では信頼性設計と予知保全計画とに利用するために主要空調機器の信頼度と保全度をデータ通信局舎の保全記録から求めた。文献2では、保全現場で記録された空調設備の保全費用のデータに基づき物理的劣化を回復するための保全についてモデルを示した。どちらも博士論文の一部である。

その他に、保全記録の効率化と有用性のために、空調設備を対象として保全の記録方法を提案した研究³⁾や、建物管理者から提供された金額を含む保全記録のデータを使用して、事務所ビルのLCCのモデルを作成した研究⁴⁾などがある。

東洋大学高草木研究室における事務所ビルの故障・不具合に関する研究回想

(1) 小松・高草木による先行研究

NTTファシリティーズ研究開発部において小松正佳と筆者は、事務所ビルの保全記録により、不具合発生とそれに対する建物管理者の対応の実態に関する調査研究^{5) 6)}を始めた。保全体制研究の足がかりと位置付けていた。その後もこの研究目的は変わらない。これらの論文は小松の博士論文(早稲田大学)の中核となった。

(2) 研究の展開

大学に転職した筆者が最初に手をつけたのは、NTTグループの外の保全現場の調査やヒアリングにより、建築設備の保全と管理の契約のための業務品質水準設定方法を提案した研究⁵⁾であった。ほぼ同時に、東京都に建つ2件の事務所ビルの保全記録を手に入れ、これにより故障・不具合の研究を始めた。

某大規模事務所建物(Aビル74,827m²)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た⁷⁾。また、別の某大規模事務所建物(Bビル142,759m²)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⁸⁾。

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ともに、信頼性解析を行った結果を報告している⁹⁾。また、これと同じように、AビルとBビルの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¹⁰⁾

Aビル、Bビルの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。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した¹¹⁾。

筆者と須藤（名工大）による病院施設の故障・不具合に関する研究

筆者と名工大の須藤は、平成21年に大規模なA病院（東京）の保全記録を入手した。さらに平成22、23年には、B（大阪）、C（名古屋）、D（松山）病院とE（高松）診療所の保全記録を入手した。

これらのデータの分析結果は、社団法人全国ビルメンテナンス協会平成22年度ビルメンテナンス研究助成事業における採択研究成果として平成23、24、25年度環境管理学会研究発表会で学生らとともに口頭論文10編を発表した。

また、論文12では病院施設における保全特性の把握として、保全記録データ、保全体制、故障・不具合の発生と修復についての総括的分析、建築系医療用設備における故障・不具合に関わるデータの分析を行った。

論文13では、空調設備と衛生設備における故障・不具合に関わるデータの分析を行った。須藤はこの論文で、日本建築学会東海支部の今年度の東海賞を受賞した。論文14は建築要素における、論文15は電気設備における故障・不具合を対象とした分析結果である。

平成24年には新たにT病院（仙台）のデータを入手した。一連の研究の保全記録データ総数はT病院を含めて5万件を超えた。T病院のデータについて、対象病院施設の概要を示し、データの総括的な分析、故障・不具合の発生件数に関する分析、また修復時間に関する分析を行った。これは論文16にまとめた。

千明（NTTファシリティーズ、日本メックスOB）を中心に、比較的大規模なA病院とB病院の保全記録から修復に長い時間を要する故障・不具合について、生じやすい箇所、あるいは現象や原因などの特徴を把握することを目的とする研究を行った。この成果は、論文17に発表した。

筆者と名工大の須藤は、平成24年に愛知医科大学、平成25年には名古屋大学医学部（いずれも附属病院を含む）の保全記録データを入手した。大学医学部としての用途が含まれる点に特徴がある。沢山の故障・不具合の内、室内環境に関わるものだけを抽出した分析などを行っている。

このコラムで紹介した研究には、ほとんど研究費がかかっていない。対象建物には全てに足を運び、メンテナンス担当者と話したので、地方病院調査の旅費、それに論文掲載費

だけである。研究への志のある、しかし研究職に就けない若い人たち—世の中にずいぶん多いことを大学生生活で知った—に、研究費は無くともそれなりに研究はできるということをお願いしたい。最も重要なのは、捨て去られるばかりの保全記録を活かそうというような着眼なのである。

教育効果

このようなテーマの卒論や修論における学生への教育効果は、膨大なデータを扱うことによる根気の涵養ということが挙げられる。ちなみに筆者が学生だったときは、当然パソコンは無く保全の事務所で記録をノートにひたすら書き写した。今は、多くのデータはEXCELデータとして提供されるのだが、多数の保全員による記録の諸々の不統一など修正して分析可能になるまでに整備するには多大な作業を必要とするのである。一部ではあるが、某病院で提供された手書きデータを学生たちがEXCELに入力したこともあった。

次に、専門知識習得であるが、保全記録には、建築と建築設備分野の多くの機器名、部位部材名等が出てきて、いちいちを調べると多くの生きた専門知識が身につく。また、EXCEL利用の技法の習得も意義がある。

建築学科では、建築設計の演習に多くの時間をあてる。このため学生は建築デザインが全てといった偏った認識に陥りやすい。保全記録によって実態を追体験的に知ること、建築についての認識が広がりバランスがとれてゆくのである。

教員の自己満足と言われるかもしれないが、筆者の建築分野での過ぎ来たりしかたの原点を授けてきたつもりなのである。

文献リスト

- 1) 高草木明：空調設備の信頼度・保全度調査研究，日本建築学会計画系論文報告集 NO. 436, pp. 1-9, 1992年6月
- 2) 高草木明：空調設備の物理的劣化の回復のための保全費用に関する調査研究，日本建築学会計画系論文集 NO. 459, pp. 27-36, 1994年5月
- 3) 高草木明：空調設備の保全の記録方法に関する研究，日本建築学会技術報告集 第10号, pp. 183-188, 2000年6月
- 4) 高草木明：賃貸事務所建物経営の収支計画に対応したライフサイクルコストに関する研究 日本建築学会計画系論文集 NO. 496, pp. 145-152, 1997年6月
- 5) 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 NO. 540, pp. 259-265, 2001年2月
- 6) 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. 574pp. 161-168, 2003年12月
- 7) 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

- 8) 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
- 9) 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
- 10) 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
- 11) 千明聰明, 高草木明, 須藤美音, 永峯章: 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, 日本環境管理学会 環境の管理 第73号, pp. 9-17, 2011年11月
- 12) 須藤美音, 高草木明, 千明聰明: 病院施設における保全記録データに基づく保全特性の把握, 日本建築学会計画系論文集 第78巻 第683号, pp. 203-211, 2013年1月
- 13) 須藤美音, 高草木明, 千明聰明: 病院施設における保全記録データに基づく空調・衛生設備に生じる故障・不具合に関する研究, 日本建築学会計画系論文集 第78巻 第690号, 2013年8月
- 14) 千明聰明, 高草木明, 須藤美音: 病院施設における建築要素に発生する故障・不具合に関する調査研究, 日本建築学会技術報告集 第20巻 第45号, 2014年6月
- 15) 須藤美音, 高草木明, 酒井修: 病院施設の保全記録データに基づく電気設備に生じる故障・不具合に関する研究, 日本建築学会技術報告集 掲載決定
- 16) 高草木明, 酒井祐貴, 須田翔吾, 須藤美音, 千明聰明: 某病院(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 環境管理学会, 環境の管理 第77号, pp. 17-26, 2013年11月
- 17) 千明聰明, 高草木明, 須藤美音: 病院施設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, 日本環境管理学会 環境の管理 第77号, pp. 9-15, 2013年11月

(2015年3月2日 高草木明)

※掲載された論文・コラムなどの著作権は株式会社 NTT ファシリティーズ総合研究所にあります。これらの情報を無断で複写・転載することを禁止いたします。また、論文・コラムなどの内容を根拠として、自社事業や研究・実験等へ適用・展開を行った場合の結果・影響に対しては、いかなる責任を負うものでもありません。

ご利用になりたい場合は、当社ホームページの「お問い合わせ」ページよりご連絡・ご相談ください。