

## 建物の寿命について

小松幸夫

信頼性工学は製品の寿命を工学的に扱う分野であり、故障という概念が重要でなる。本稿ではこの故障の概念を建物の建築部分(床・壁・天井など)と、設備部分(給排水・電気・空調など)に適用して、寿命判断における問題点明らかにしたい。次に減価償却の耐用年数として法律に規定されている内容と建物の実際の寿命の違いを述べ、さらに建物が寿命を終える場合の要因となるものを物理的、社会的、経済的という分類にしたがって考察する。最後に実際の建て替え例をとおして、建物の長寿命化とはどういうことかについて読者とともに考えてみたい。

### 1. 設備の寿命と建物の寿命

世の中が変わって建物の長寿命化が求められている。その寿命について筆者は「建物の寿命とはその建物が存続した時間の長さをいう」と定義して言葉を使用しているが、これは後で説明するように、耐用年数と区別するための便宜的なものである。建物の寿命を工学的に判断せよといわれても容易ではないが、たとえば電球のようなものであれば、その寿命がパッケージに表示されていることも多い。電球の寿命の判断は単純で、通電しても光を発しなくなれば寿命が尽きた状態となる。こうした状況は一般には「故障」とされ、もし可能であれば修理が行われるが、電球の場合には修理するまでもなく廃棄されて寿命が尽きたということになる。

構成部品の数が増えてシステムとして複雑になってくると、寿命の判断はだんだん難しくなる。システム全体の故障は、システムが予期した出力(効用)を生じなくなったときがその状態とされる。自動車であれば十分に走らなくなったとか、冷蔵庫であれば冷却能力が低下したとかの状態が故障ということになる。システムとして故障を生じたとしてもすぐに寿命が尽きるわけではない。損傷した部品を交換するなどして故障を回復すれば使用を継続できるので、システムとしての寿命はまだ尽きていないということになる。交換不能な部分が損傷した場合や、交換部品がなく修理不能に陥ったときにシステムとしての寿命が尽きるということになる。

建物の寿命の表示が難しい理由は、建物の故障や寿命が尽きた状態を明確に示せないからである。電球や自動車はなにか入力がありそれを効用に変換するという動作をする。電流を光に変えるとか、エネルギーを消費して位置を移動させるなどである。建物の場合は何が入力で何が効用かということがそれほど明確ではない。有体と言えば「そこにある」というだけの存在である。もっとも建物は柱や壁や床といった「建築」の部分と、給排水の設備や照明、空調、エレベーターなどの「設備」の部分に分けることができ、設備部分のみを取り出せば電球や自動車と同様に考えられるが、建築の部分は、ただそこに存在するだけのものなのである。

建築と設備の違いを整理しておきたい。設備は動作を伴う。つまり入力と効用が明確であり、究極的には動く・動かないで故障かどうかを決めることができる。しかしながら建築では、窓や出

入り口の扉など一部を除いて明確な動作というものがない。したがって故障の概念が明確になりにくい。建物の故障とされるものの代表に雨漏りがある。本来は室内に入るはずのない雨が何らかの経路で室内に到達することである。雨漏りがなぜ困るかという、壁や天井を汚す、内部にある家具などを傷める、木材を腐らせるなどの理由が考えられるが、最大の要因は居住者の不快感であろう。もし粗末な掘っ建て小屋に住まざるを得ないとなれば、多少の雨漏りは誰も問題にしない。建物で致命的とされるのは構造強度の低下であるが、この点については後に述べることにする。

近年建物に占める設備の重要性は増すばかりである。とくに建物の規模が大きくなるほど機能を設備に依存する度合いが高くなる。そのため建築の部分の問題なくとも、設備に問題を生じたために建物としての寿命が尽きるという事例も少なくない。設備の改修ができないので建て替えるという場合である。建物の設計段階で設備の改修を想定していればこうした事態もある程度は回避できるように思われるが、将来の設備や内装の改修を設計段階で考えるようになったのは、実はやっと最近のことなのである。

## 2. 寿命と耐用年数

表-1 財務省令による耐用年数

構造又は用途	細目	1998年改正	1989年改正
鉄骨鉄筋コンクリート造 又は鉄筋コンクリート造	事務所用等	50年	65年
	住宅用等	47年	60年
金属造（骨格の肉厚が4mm を越えるもの）	事務所用等	38年	45年
	店舗用、住宅用等	34年	40年
金属造（骨格の肉厚が3mm を越え4mm以下のもの）	事務所用等	30年	34年
	店舗用、住宅用等	27年	30年
金属造（骨格の肉厚が3mm 以下のもの）	事務所用等	22年	24年
	店舗用、住宅用等	19年	20年
木造又は合成樹脂造	事務所用等	24年	26年
	店舗用、住宅用等	22年	24年

初めに触れたようにここでは寿命と耐用年数を区別して扱う。まず耐用年数について若干の説明を加えておく。周知のように企業会計では減価償却ということを行う。わが国では財務省令により減価償却のための「耐用年数」が規定されているが、これは税法上の必要から対象物を何年間で償却するかを定めたものである。償却済み、すなわち耐用年数に到達したとしても、実際にはそのものが使用不能になることはないのであるが、一般には耐用年数を過ぎると使えないと理解されている向きも多いように思われる。これは減価償却という概念が十分に理解されていないことも一因であろうが、「耐用年数」という用語自体が誤解の元かもしれない。むしろ「償

却年数」のような言葉の方が適切ではなからうか。その「耐用年数」であるが、表-1 に示すように時勢に応じてしばしば改訂されている。

筆者は建物が実際に存続した(するであろう)年数を寿命と称して、その実態を探る研究を続けている。最近の成果を表-2 に示すが、寿命は先程の耐用年数とはかなり異なっている。調査の方法をごく簡単に説明すると、人間の平均寿命(正確には0歳児の平均余命)を求めるのと同じような考え方によっている。

表-2 建物の平均寿命についての調査結果

構造・用途	1997		2005
	全国(除東京)	東京特別区	全国
RC造専用住宅	49.94	41.00	56.76
RC造共同住宅	45.26	43.23	45.17
RC造事務所	45.63	45.61	51.39
鉄骨造専用住宅	40.56	35.04	51.85
鉄骨造共同住宅	41.00	35.25	49.94
鉄骨造事務所	32.95	29.70	41.70
木造専用住宅	43.53	33.75	54.00
木造共同住宅	37.73	33.10	43.74

### 3. 建物寿命の尽き方

建物の寿命を物理的寿命、社会的寿命、経済的寿命のように分類することがある。物理的寿命とは材料が劣化して、構造強度をはじめ建物の諸性能が低下して寿命が尽きる場合、社会的寿命とは建物の保有する機能が社会からの要求に適さなくなる(陳腐化する)場合である。経済的寿命とは収益や維持管理費用等の経済的観点から見たときに建物としての価値が失われる場合に使われている。この区分は過去の研究者が示した分類をそのまま継承しているようである。筆者には建物が使われなくなる要因にはこれらの要素が複雑に絡み合っているように思われ、建物寿命をこのように分類する意味は薄いと考えている。しかしながら、建物の寿命を考える場合の基本的要因を示すということでは優れた観点であるので以下に簡単な解説を試みる。

#### 3-1. 物質的な劣化

建築に使われるほとんどの物質は自然環境のなかで時間の経過と共に変化する。その変化が人間にとって好ましくなければ劣化とみなされるが、伝統的な建築ではそれを「わび」「さび」と称賛することもある。建築材料の劣化は、それが使われている場所により意味合いが異なる。たとえば内装材料などは劣化して交換するのは当然とされるし、屋根葺き材や防水材料なども一定の時間が経過すれば劣化を生じるとして計画的に交換される。建築には多種類の材料が使用されるが、これらのひとつでも劣化すればそれによって建物全体の寿命が決定されるとは考

えにくい。むしろ多くの材料は劣化による交換が想定されていると考えるべきであり、もし材料の劣化が直接建物の寿命に影響するとすれば、それは構造体を形成している材料の強度低下に限ってよいであろう。

まずコンクリートは、鉄筋と組み合わせた鉄筋コンクリート(以下、RC)として建造物に使われる場合が多い。RCは火に強く耐震性があるということで、戦後は木造に代わってその使用が推奨されてきた。コンクリートに鉄筋を組み合わせるという発想は絶妙ともいえるもので、この両者がそれぞれの欠点を相補う形で構造が成立している。とくにコンクリート(セメント)のもつアルカリ性により鉄筋がさびにくい状態(不働態という)なるという現象がある。このコンクリートのアルカリ性の元になる物質は、空気中の二酸化炭素により中性の物質に変化する。これを「コンクリートの中性化」とよび劣化現象の主要なものとしてされている。その理由はコンクリートのアルカリ性が失われると、内部の鉄筋が不働態ではなくなってさびやすくなるためである。誤解のないように説明しておく、コンクリートは中性化しても強度が低下するわけではない。また中性化が進行しても鉄筋が必ずさびるとは限らないこと(水と酸素がなければ鉄はさびない)、またもし一部の鉄筋がさびたとしても、建物全体の強度にどの程度影響するかは不明確であるということがある。RC造の場合は構造が力学的に複雑なので、部分的に部材の強度が失われたとしても全体への影響は小さいことも考えられる。いずれにせよ施工不良がなく折々に補修が行われているならば、RCの劣化はさほど心配する必要はないと筆者は考えている。

木材は日本では大昔から建物を構成する主要な材料であり、我々の建物についての原風景である。長年のつきあいから、我々は高温多湿となる日本列島の環境では「木材は放置すれば必ず腐朽する」ということを知っている。先述のように戦後はRC造など非木造の構造が推奨されてきたものの、戸建住宅では木造のシェアは高いままに維持され続け、我々は相変わらず木材の腐朽を身近に感じている。木が腐るという現象は腐朽菌、水分、酸素、温度条件がすべて揃って生じる。これらの要件がひとつでも欠けると木材は腐らないのであるが、わが国の自然環境は幸か不幸かこうした条件をびったり揃えている。ただし現在では薬剤処理などで木材を腐らないようにすることは可能であり、また雨や湿気を近づけない工夫さえあれば木材はそう簡単に腐るものではないことも知っておくべきであろう。よくいわれることであるが世界最古の木造建築である法隆寺は千年を優に超えて存続している。

鋼材、すなわち鉄は酸化した状態が安定なので錆びるのが自然であるが、鉄骨造に関しては一部の肉厚の薄い鋼材(軽量形鋼)を除くと、錆が問題にされたことはほとんどなかった。現在では防錆処理技術が確立しており、鋼材の厚さにも十分な余裕があることが多いので錆が問題視されることはない。

以上、建物に用いられる主要材料の劣化を見てきたが、それによる物理的寿命がはっきり推定できるわけではない。仮に材料が劣化したとしても適切に補修することは可能であり、補修を重ねていけば物理的寿命は尽きないことになる。もっとも補修の費用が莫大になり、補修費用の割りには効用が得られないとなれば、そこで使用をやめる(寿命が尽きた)という判断も成立する。このあたりは経済的寿命と関わる部分であるが、個別の判断はできても一般論として予測するこ

とは困難である。

### 3-2. 機能の陳腐化

建物の場合には物理的なことよりも、使い勝手のように人間の都合から建物をどうするかが判断されるケースが多いように思われる。

建物の機能で最も影響が大きいと思われるのは広さ、すなわち床面積である。かつて筆者が行った複数の調査の結果では、延床面積の大きな建物ほど寿命が長いという結果が得られた。裏を返せば、床面積の小さな建物ほど寿命が短いということになるが、その理由として使い勝手を変えたくても面積が小さいと融通が利かない、小さいものは壊しやすく建てやすいというようなことが影響していると考えられる。また建物に可能な最大延床面積は、敷地の大きさとその場所に適用される法律の規定によって決定される。影響が大きいのは法律の規定であり、たとえばある時点では敷地面積の3倍までが最大の床面積とされていたのが、法律が変わって4倍まで可能になったとするとそれだけで建て替えが発生したりする。立地条件のよい場所には常に潜在的な需要があり、床面積の増加が可能になれば潜在需要を取り込もうとする意図が働く。こうしたこともまた建物の寿命に影響しているであろう。

さらには設備機能の陳腐化という問題もある。建物に装備される各種の設備はかつて建築附帯設備と呼ばれていた。今から半世紀も前であれば設備といえば給排水関係と照明器具やコンセント用の電気配線設備程度であり、オフィスビルなどでさらに蒸気暖房やエレベーターがあるくらいであった。その程度であれば設備の故障や不備は多少不便だということにはなっても、建物全体の使い勝手にまで影響するという事は少なかったであろう。また当時は設備機器の交換ということもあまり考慮されないままで、スペース節約のために配管類を壁の中に埋め込んでしまうなどが当たり前に行われていた。最近の建物ではたとえば停電や空調機器の故障が発生すると途端に建物内での活動に支障が出るというように、設備の故障や不備は建物全体の機能に大きく影響するようになってきている。特に業務用の建物では、設備の故障が事業面での損失を発生させる危険がある。また最近は何をするにもコンピュータが必須になり、その関連の設備が重要になりつつある。古い建物ではコンピュータのための電気容量を確保できなかったり、配線を収納する場所がなかったりするとそれだけで利用価値なしと判断される例もあると聞く。ならばそうした設備を増設すればよいではないかという声も聞こえてきそうであるが、建築的にはそう簡単にいかない場合も多い。たとえば電気容量を増やすとなると受変電機器類の交換や新設、幹線ケーブルの交換が必要になるが、それが建築の構造上不可能という事例も少なくない。

### 3-3. 経済的寿命

物質的な劣化や機能の陳腐化を貨幣価値に置き換えて考えるのが経済的寿命の判断である。外観が汚れていたり、雨漏りがする、あるいはコンピュータが使えないような建物では住まい手に嫌われるので、賃料を低くせざるを得なくなり収益性が悪くなる。そうした状況を改善しようと

すればそれなりの出費が必要になるので、将来予想される収入と出費のバランスを考えて建物の寿命、すなわちいつまで使うかを判断することになる。これを経済的寿命と呼ぶことがあるが、実は物理的寿命と社会的寿命を貨幣価値という次元に翻訳して見ているだけだというのが筆者の見解である。

以上の考察から、建物については寿命を決める要因が大きく材料劣化と機能の陳腐化にあることは理解いただけたと思うが、いずれも単独では決定的な要因とはなり得ないと考えられる。もっとも地震・風水害や火災などの災害が原因で寿命を終えるものもあるが、全体からみるとそれほど大きな割合にはならない。つまりは工学的な見地から建物の寿命を予測することは現状ではかなり難しいということである。建物の寿命が尽きるのはそれを所有する人間が建物を取り壊すからであり、所有者がなぜそのような判断をするのかについては残念ながらまだ十分な説明はなされていない。

#### 4. ある庁舎の事例を通して

筆者は最近ある庁舎の建て替え問題に関わる機会があった。この庁舎は昭和 26 年の竣工ですでに 60 年を経過している。以前より建て替えの話はあったが、諸般の事情により現在まで使用が継続されている。建て替えの必要性についての論拠は次の通りである。まず古い設計なので現行の耐震基準を満足していない。この庁舎は災害時等には中心的活動拠点となるべきものなので、耐震性能の不足は大きな問題である。耐震改修も検討されたが効果に限界があり、また補強のために壁などを増やすと内部の使い勝手が悪くなることが予想された。また設備面で不足するものが多く、エレベーターが少なく利用者に不便であること、電気容量が不足するので中庭側の壁面に配線を増設してきたが、現状では系統が不明の配線も多く管理上の問題があること、床面積の大幅な不足により庁舎機能が外部へ分散して不便なことなどである。

昭和 26 年といえば敗戦後まもなくで日本はまだ貧しかったころである。この庁舎のプランをみると中庭を大きくとり、部屋の奥行きを狭くして窓からの通風や採光に配慮した形になっている。いわゆる日の字型とか田の字型とよばれる平面形態で、人工照明や空調設備がなくとも室内環境がある程度までは維持できるように考えられていた。経済が高度成長し、敷地に対する建物の面積効率が重視されるようになると、一般のビルは中庭をやめて人工照明や空調に依存するようになる。また容積率が増大されて建物が高層化すると、エレベーターや給水ポンプなどが必須となって建物機能の設備への依存の度合いが高まっていく。また幾度かの地震災害を通して構造強度の規定も強化されてくる。現代の建物に比べると、この庁舎はいかにも効率が悪く安全性も低いものとして目に映ることになる。建物自体の物理的な劣化もあちこちにあるが、それはどちらかといえば維持保全の不足の結果で、構造上の致命傷とはいえない。結局は時代が求める機能水準に庁舎の現状では対応ができなくなってしまった故の建て替え判断ということになる。このことは将来の建物を考える上で示唆的である。この庁舎の新築当時には当然と考えられていた社会環境が、時代が変化して当然ではなくなったのが現在である。では今度新しい庁舎がで

きるとして 60 年後はどうなっているであろうか。現在では設備機器とエネルギー(特に電力)を多用して建物の機能を維持することが、多少は省エネに配慮するとしても、設計上では当然の選択である。わが国の将来人口はこのままでは確実に減少する。また化石燃料を主体とする現在のエネルギー源の確保も永続的に可能とは思われない。60 年後にエネルギー源が逼迫し人口が減少しているとすれば、広い執務空間をもち大量の電力なしでは使えないようなオフィスビルに果たして需要があるのだろうか。そのころには再びかつてのような自然通風、自然採光を主体とした建物のほうが好まれる可能性もある。そうなれば、今の時代に材料の質や設備機器の交換などに十二分に配慮し 200 年の長寿命をめざした建物であっても、60 年後には「使えない」と判断されてしまうかもしれない。

建物は竣工したときの姿のまま使われ続けるものではない。もし竣工時のまま変わら(れ)ない建物があったとすればおそらく短命に終わるであろう。もし使い手が自分の都合にあわせて自由に改造できるような融通無碍な建物があれば、激変する世の中を生き抜けるかもしれないと思うのである。