

家屋の耐用年数に関する基礎知識

昭和 54 年 3 月

財団法人 資産評価システム研究センター

は し が き

現在地方自治体においては、社会経済の変化に対応し、地域における資産を適切に評価し、その状況を的確に把握することが、とくに重要な課題となっている。

当財団法人資産評価システム研究センターは、地方自治体の強い要請にこたえ、資産評価に関する総合的な調査研究と評価事務に関する研修を実施する機関として、昨年5月発足した。

当センターは、以来その目的とする調査研究事業を推進するため、自治省や関係研究機関の職員さらに学識経験者を構成員として、土地研究委員会、家屋研究委員会及び償却資産研究委員会の三委員会を設け、鋭意、研究、討議、実地調査等を重ねてきたが、ここに第1年度の研究事業の成果として、この研究報告をまとめ、公表することとした。

この研究報告が、当センターの会員である地方公共団体をはじめ関係機関において活用され、また、とくに資産評価関係職員の評価事務の一助ともなれば幸いである。

この機会に、ところよく執筆をお引き受けいただいた研究委員各位に感謝申しあげるとともに、実地調査にご協力をいただき、また、当センターの運営についても日頃種々ご協力を賜った地方自治体関係者の方方に心からお礼を申しあげる次第である。

なお、この調査研究は、財団法人日本船舶振興会からの事業補助金を受けて実施したものであり、改めて深く感謝の意を表するものである。

昭和54年3月

財団法人 資産評価システム研究センター

理事長 石川 一郎

家屋の評価にあたっては、家屋の経過減価と利用価値との相関関係を的確に把握することが、重要な事項とされている。

このため、当センターの家屋研究委員会においては、本年度における研究テーマの一つとして、「耐用年数に関する理論的研究」をとりあげ、上記の相関関係を建物の耐用年限の解析という観点から解明しようとした。この資料は、その研究結果を体系的にまとめたものである。

なお、明年度以降においては、この研究成果を基礎としてさらに解析を進めることとしている。

研究組織

家屋研究委員会

- (委員長) 松下清夫 東大名誉教授
- (委員) 加藤裕久 小山工業高等専門学校助教授
- 宍道恒信 宍道建築設計事務所長
- 西沢博 電々公社建築局専門調査役
- 江口禎 武蔵工業大学教授
- 吉田倬郎 工学院大学講師
- 楊逸詠 東大大学院内田研究室
- 黒田隆 三井建設(株)建築工事部次長
- 斉藤順男 清水建設(株)設備部部長
- 関根繁夫 (株)大林組建築本部設備部次長
- 吉住俊彦 自治省府県税課長
- 渡辺功 " 固定資産税課長
- 吉田隆一 " 固定資産税課固定資産鑑定官
- (専門員) 飯田久雄 " 固定資産税課家屋第一係長
- 山元幸一 " " 家屋第二係長
- 白井守 (財) 資産評価システム研究センター調査研究部長
- 松原延治 自治省固定資産税課家屋第一係

目 次

はじめに

I	建物の耐用年限の考え方	1
1.	建物の性能による耐用年限の考え方	1
2.	建物の耐久性の考え方	18
3.	建物の経済性による耐用年限の考え方	20
II	建物の除却・建替理由	28
1.	建物の除却理由	28
2.	官庁々舎の建替理由	30
III	各種構造物の耐用年限	34
1.	各種構造物(躯体)の寿命	34
2.	鉄筋コンクリート造の耐久性	42
3.	腐朽による木造住宅の沈下について	48
IV	内外装の耐用年限	51
1.	建物のよごれ	51
2.	経済性による内外装の耐用年限	60
3.	内外装の耐用年限の実例	64
V	建築設備の耐用年限	70
VI	耐用年限の実例	76

はじめに

固定資産家屋評価基準における経年減価率表は、家屋の価格決定において非常に重要なものである。家屋の耐用年数と一口にいうが、実際の建物が耐用年数に達する条件は建物個々により異なるといつてよいほど多種多様であり、画一的に家屋の耐用年数を決めることは困難である。

最近の建物は、従来の構法の建物に比べ建物の寿命が短いのではないのかという意見もあり、現行の経年減価率表に若干の疑問を持たれる方もいられるのではないかと思われる。現に最近の建物を構成する資材も工業化製品がかなり用いられており、その構法も当然のことながらこれらの影響を受け変化している。また建物を取囲む環境も、自動車の排気ガス公害、一棟当りの敷地面積の減少などの例のように悪化してきている。

これらの事柄は、建物の耐用に大きな影響を与えていると考えられる。

資産評価システム研究センターでは、このようなことから日本建築学会に、最近の建物の耐用に関する基礎的研究として「家屋の利用価値と経年減価率との関係に関する調査研究（建物の耐用・耐久に関する研究実態の調査）」の調査研究の委託をした。

（財）資産評価システム研究センターでは、同センターに設置した家屋研究委員会で上記の委託調査研究報告書を検討した結果、同報告中「研究文献からみた建物の耐用・耐久に関する考え方の現状」すなわち建物の耐用・耐久に関する研究文献の集録の中から、建物の耐用・耐久に関する基本的考えが比較的まとめられているもの、耐久年数の提案がなされているものなどの文献を抽出し、引用、抜粋しまとめたものに若干の手をくわえ、関係者の参考資料として役立つさせるために本稿を編さんしたものである。（なお、以下の文献中「建物」「耐用年限」等の用語については、建築学上の用語をそのまま引用してある。）

附 記

本研究をまとめるにあたり資料提供に協力して下さった関係諸機関、また特に論文の引用・転載をこころよく承諾下さった岸谷東京大学教授、山田法政大学教授、橋本工学院大学教授、宇野千葉工業大学教授、斉藤大阪市立大学助教授、三機工業株式会社 藤原氏、小松東京大学工学部助手、故新海悟郎氏に感謝するものである。

I 建物の耐用年限の考え方

1. 建物の性能による耐用年限の考え方 (松下清夫・その他)

(1) 初期性能の劣化と耐用年限 耐用計画の意義

建物は竣工当時は、まず初期性能は満足していると仮定しておこう。実際には自分が考えた建築空間が得られなかった、ということも、かなり多いにちがいないが、一応でき上った建物は意図した性能を具備しているものと考えたい。ところで建物に対する人の希望は建てた時も、それから、建て終ってから、さらに年月が経過してからも、普通では、そう変わらないのが常識であるが、建物の方はそうは行かない。始めのうち、十分われわれの希望にそえた建物であっても、年月の経過するうちに、腐ったり、こわれたり、よごれたりして、その性能は劣化して行く。そしてこの現象は初期性能のときに問題にした、光・音・熱・水・力などについての諸性能もすべて劣化して行くと考えて良いのである。さらにこの劣化の状態を分析して見ると非常に複雑であることが知られる。それは、対象を水の問題にしぼって考えてみると、水がかかるとには十分耐えているのだが、その水によって、材料の成分が洗い流されて、材料のねばりがなくなり、すっかり強度が落ちているといった場合はよくある。それゆえ、初めは、十分耐える外力にも永い間水がかかっているうちに自然と、もろくなって破壊してしまうということがある。水には耐えているのに、力でこわれてしまったことになる。結局、建物が耐えるか、耐えないかということは、着目する対象物は、ただ一つではなくて、初期性能で考えた、すべての外部からの刺激を総合して考えなくてはならないというところにむずかしさがある。それゆえ、構法や材料の耐用性試験といわれるもので現在、確実性を持ったものは残念ながら一つもない。どの程度持つだろうか、という質問には、まったく経

験によって答えなければならない状態なのである。そこで、いろいろな外部刺激を総合するとなると話が、複雑になるので、ここでは、耐用という意味を明確にするために初期性能を考えたときのように対象を一つにしぼって見よう。図1-1は、横軸に時間を、縦軸に性能を取って、

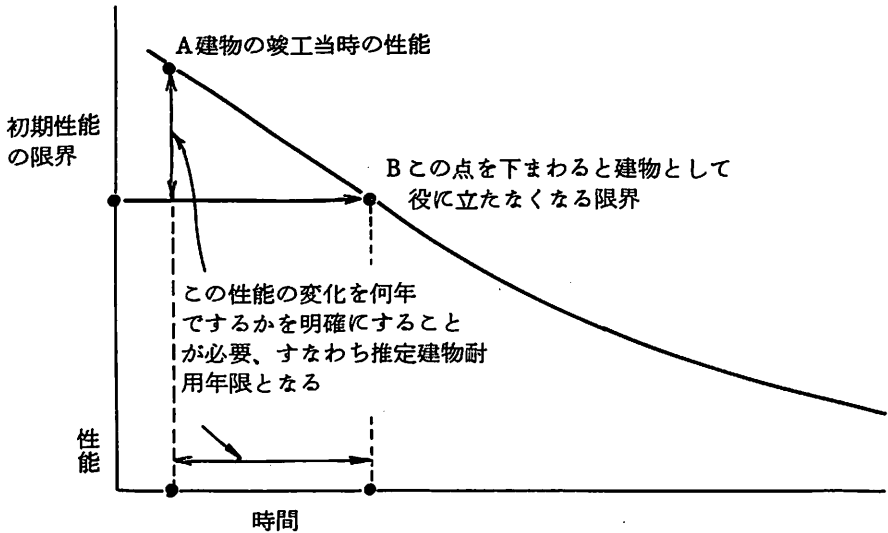


図1-1 推定耐用年限の考え方

時間の経過によってある性能の変化を図示したものである。大概時間が経過するにつれて性能は劣化して行くものであるが中には、時間が経過すると向上する性質のものもある。しかし一般的には性能は時間が経過すれば劣化するのが常識であるので時間と性能との関係は、性能の劣化曲線と呼んでもよいであろう。時間の経過に従って、性能が劣化して行く状態は正確に把握することは大変むずかしい。この劣化曲線が明確につかめればいわゆる耐用計画は、かなり正確に立てることができるのである。しかし、この劣化曲線を求めることは、耐用試験法、すなわち、時間を短縮して、実際の長い時間経過したのと同様な効果を起こさせる試験方法が確立しないと、求めにくいことはいうまでもない。それ以外

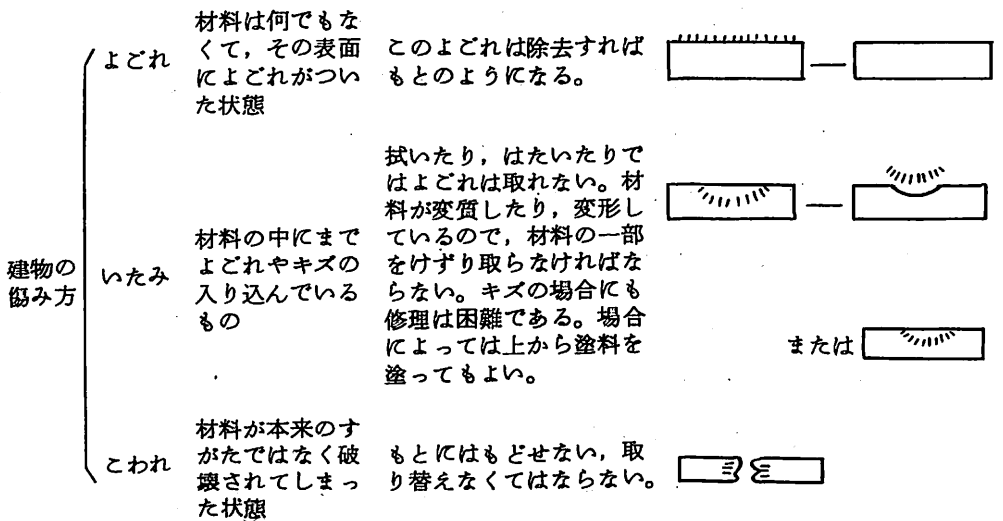
には結局、長い年月をかけて自然暴露のような形で観察をせざるを得ないことになるのである。したがって、この劣化の度合を正確に把握しておかないと危険をとまらう構造材料では、コンクリートの中酸化と年月の関係、鉄のサビと年月の関係、木材の腐食の進行状態などいくつかの代表的な性能についてはすでに研究結果が発表されている。

今、建物は、竣工当初は、この劣化曲線の中でどの位置にあるかを考えて見よう。初期性能と呼ばれて、各構法は、その性能ぎりぎりですべて選ばれたとしよう。そうすれば、ちょっと時間がたつと、もう材料なり構法の性能は劣化して初期性能の期待値を割ってしまうことになる。それゆえ、初期性能というなかには、すでに、この材料や構法の劣化の度合も併せ考えておかなければならないことになる。今、自分が、予想している性能を10年間だけ確保することを希望したとするならば、どの程度の安全を見込んでおかなければならないか、すなわち初期性能にどの程度余裕をもたせなければならぬかということが重要な意味をもってくる。ここでかなり正確な構法や材料の劣化曲線が必要になるのだが、前述のごとく、この曲線は、まず今日では求まっていない。したがってその代用ともいふべき、材料や構法の寿命を各種の経験から割り出しその結果を総合して、各構法の寿命を推定する方法がある。耐用計画と呼ばれるものは、まず第一に、建物を予定した期間もたせるための合理的な計画のことであって、予定する年限以上にもつのも無駄であり、また、それ以下で崩壊するのは建物としての意味をなさないことになる。予定する年限を予定する性能を確保して建物が建っていること、これが理想的な耐用計画であろう。しかし、このように建物の耐用年限を設計当初において左右することは、現在では、むずかしいため建物の寿命をできるだけ長く延ばそうとする努力があたかも耐用計画のごとく誤解さ

れているのが現状である。建築を経済的に、合理的に設計するためには、真の意味での耐用計画を取り入れる必要があることはいうまでもないことである。

(2) 建物のいたみ方と耐用年限の判定

一口に建物が傷んだといってもその傷み方にはいろいろある。その状態をまとめてみると次のごとくなる。



建物が傷んでもう使えないという場合、必ずしもすべてがこわれてしまって使用不能になったとは限らない。例えば接客を主体とするビルなどでは、ほんのちょっと、床が摩耗(すなわちいたむ)しても、もう床を新しく貼りかえようとするが、普通の事務所などでは、実用に不便を感じない限度までは、我慢するものである。目で見えた時の耐用と実用上の耐用とは、その程度からいって相当異なっていると考えて良い。しかし建物が使用に耐えない限度を耐用年限とするならば、その建物の用途別によって、その耐用の判定は、それぞれ異なって来ることになる。も

ちろんそのようなことは、それぞれの建物を設計するときの初期条件の中に当然含まれていなければならないのであるが、ここでは見方を変えて耐用の判定の仕方としてまとめて見よう。

視覚的な判定

きたなくなつたので取りかえようという場合。見た目にくたないというだけで取りかえの理由になり得る。この場合まず、掃除か、クリーニングをするが、それでも、よごれがとれなくなつたとき、または、材料表面が損傷されて見にくくなつたときには、取り替えを必要とする場合がある。この程度での取り替えを必要とする建物は前述のように、来客や接客を主体とする、保険会社・銀行・店舗・デパートの接客部分など建物を美しく保つことで会社などの利益を上げ得る建物に限られる。これは、保守に必要な費用がかなりかさんでも、それを上まわる利益が当然見込まれる場合に限り実行されるものである。

経済的な判定

予算が組まれているから取りかえよう、または予算がないからちょっとまとうという場合。建物がかなりいたんでいろいろのところに支障を来たして来ても、それを、補修する費用が確保できないとき、そのよごれやいたみは、しかたなくそのままにされる。しかし逆に予算が組まれているときには、多少奇麗でも修理される場合がある。例えばビルのガラスのよごれなど、官庁関係では、主として年に1回または2回専門の清掃業者に拭かせているのに対して、銀行などでは、毎月1回程度を専門業者に拭かせている例

をみてもわかる。これはガラス拭きに要する費用の取り方が、官庁と民間企業とでは、当然異なることを証明するもので、ガラスに限らず、サッシの取り替え、内装仕上げの塗装のぬりかえ等々、すべて予算が主体となって、補修時期が決定される。

構造耐力上の判定

こわれるから直そう、あぶないから直そうという場合。建物で一番基本的な性能は、建物が安全に建っているということであろう。構造耐力は、その意味で基本的な性質といえることができる。竣工当時には十分安全であった建物も、木造の場合には、腐食、鉄の場合には、錆、コンクリートの場合には中性化と、その構造耐力を劣化させる原因は、実に多い。この構造耐力が劣化してもはや建物の耐力がなくなったときには、いままでもなく中に住む人々は危険にさらされることになる。予想される外力に対して、この構造耐力が欠如したとき、好むと、好まざるとにかかわらず、補修をするかまたは、建物を取りこわして、新しく建て直さなければならなくなる。また建物の部分でも破壊したり、大きな変形が出て、使用に耐えなくなったとき、または柵、手すりなど期待する強度を確保できないときにも取り替えは必然となる。本来の意味で建物の耐用年限と呼ばれるものは、ほぼこのような型のものである。

陳腐化による判定

古くさくなったので取りこわそうという場合。建物のデザインは日々変化している。あるデザインは人々が見あき

て、さらに新しいデザインを要求するようになる。いわゆるデザインの陳腐化によって、どうしても新しいデザインにしたいと考えるときこの建物は耐用年限が来たことになる。例えば鉄筋コンクリートの寿命は、100年と考えられているが、現在、コンクリート造の建物は約40年程度で取りこわされているものがある。これは、外観が古くなって商業建築としては、あまりにも時代遅れとなり、客をよせたり、事業の信頼を客等に表現するためには十分でないと考えられるために、新しい形の近代的な建物を建てるために取りこわされるのである。デザイン上の問題と同時に見のがせないのは、建築設備の発達である。暖冷房の発達は非常に急速であって、数年前の設備は今日ではもはや古くなってしまふ。新しい形式の暖冷房を設備しようとするれば古い形の建物では配管、その他がうまくゆかず、どうしても建物全体を建て替えようということになる。このような原因も商業建築としての価値を失わせる大きな要素となりうるのである。このように建物の陳腐化による耐用年限の判定によって取り壊される建物は、永久建築と呼ばれる鉄筋コンクリート造や鉄骨鉄筋コンクリートの発達した今日、意外と多いのである。

建物の構法や材料の性能が時間の経過とともに変化して、遂に初期条件を満足しなくなったとき、その建物は耐用年限すなわち寿命が来たと判断してよい。しかしこの判断はなかなか複雑な内容を持っていて簡単には結論が出せない。この原因は前述のごとく、建物の劣化の状態が正確に把握できないことばかりではないのである。竣工当時は初期条件と

して、当然満足していたものであっても、その初期条件自体も時代とともに変化して行くことに注意すべきである。結局設計当時の初期条件が時間の経過するうちにそれだけでは十分でなくなることがある。初期条件の変動がこれであって、大正時代に建物へ要求したことと、昭和の今日建物へ要求することとは当然異なるであろう。したがって陳腐化による耐用年限は、その他の構造耐力の劣化や、その他の性質の劣化によるものと異なり、時代の要求の変化に原因するものであるから、どうしても避け得られない内容を持っている。したがって、建物への初期条件も、この意味において十分吟味して、時代の変動に耐えられるような自由度を持ったものとしたい。建築設備の発達なども、このような初期条件の変動を多少とも緩和する役目をはたすことは事実であるが、それよりも陳腐化を促進することのほうが残念ながら大きいようである。

(3) 耐用年限と維持管理

材料や構法は自然に放置しておくとその環境によって性能は変化して来る。その変化は多くの場合劣化すると考えるのが当然である。この一途劣化の状態をたどる構法をできるだけ長もちさせて、耐用年限を延長しようとするのは当然であろう。メンテナンス(Maintenance)と呼ばれるものの主な内容は、建物を上手に保守、管理して建物の寿命を長く、きれいに保たせることを目的としている。図1-2は一つの構法の劣化の状態を仮定したものであるがA曲線は何の手入れもしない場合、C曲線は1年目ごとに手入れをする場合、B曲線は4年目ごとに手入れをする場合で、この3つの場合を考えて見てその手入れの状態によって性能の劣化の度合いが各々異なることを示している。

もっとも、この図は仮定上の話である。この手入れによってどの程度性能が回復するかは手入れの状態にもよるのであるが、まったくもとに

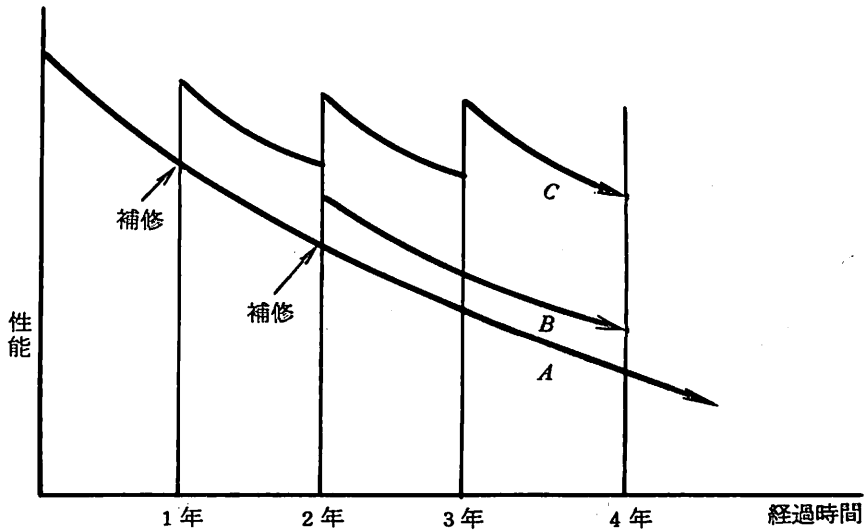


図1-2 補修することにより耐用年数は延長させることができる。この補修時期が適切であることが大切である。

もどる状態は取り替えが行なわれた時であり、電灯などの劣化耐用限度の来たものなど、電球を取り替えることによってまったく、もとの状態に回復する。また塗りかえをする場合もほぼ同様である。ただし、部分的な取替えでは見た目に見にくいこともある。クリーニング、その他掃除によるものは、よごれを除去して、このよごれよりさらにいれみに進む状態をできるだけ阻止する方法であるが、完全にはもとの状態には回復していない。長い間には全体のよごれが目立ち、また部分的には腐食するのが普通である。取り替え、塗り替え、と日常の掃除との中間でいろいろな補修作業が行なわれるが、その損傷に適した補修の仕方をすることが大切である。この損傷に適した補修というのはその主要な条件は経費の問題であって、保守にどのように費用をつぎ込んだら最も得策かを判定するのが第一のようである。耐用年限と経済性の関係は耐用計画を立てる上に一番考慮しなければならない事項といえよう。

(4) 劣化の基礎知識

材料のもつ固有な性能，それら材料が組合されて構成される部位としての性能，さらに部位によって構成される建物の性能，これらはいずれも使用条件に応じ時間的に変化し，その多くは経年とともに劣化することが多い。性能の経年的劣化の内，主たる現象は材質的变化であり具体的には物理，化学，生物的变化に伴う断面欠損，各種強度の低下などである。

性能の低下が使用に耐えうる下限値に達したときをその材料，構法，あるいは建物の耐用年限と称しているわけであるが，耐用年限を論ずる場合は当然のことながら性能劣化のメカニズムを明確にしておかなければならない。

建物には多くの無機質，有機質の材料が使われる。これらは自然的あるいは人為的の刺激を常時受け，その作用によって初期に保持していた性能が劣化する。刺激すなわち劣化の因子の作用は，化学反応を伴う変化，物理的な変化，生物の繁殖に伴う材質変化などに分類される。すなわち劣化とは各種因子の作用による材質的变化であり，その多くは物理的の性能の低下となる。ここに建築に使用される主な材料について，化学的，物理的，生物的にその作用を分類して劣化の代表的なパターンを示せば図1-3～1-5のようなものである。

図に示されたように，劣化の因子が単独に作用するものは少なく，その多くは他の因子と共に作用し，共存することによって劣化作用が進められる。例えば鉄がさびるという劣化現象について考えてみれば鉄の酸化には水と酸素が必要であり，それらが共存することによって酸化作用が行なわれ，それらのいずれかが欠けてもその作用は起こりえない。したがって劣化現象を因子の作用として明確に把握しておけば，因子の除

劣化の代表的パターン

主として化学的変化によるもの

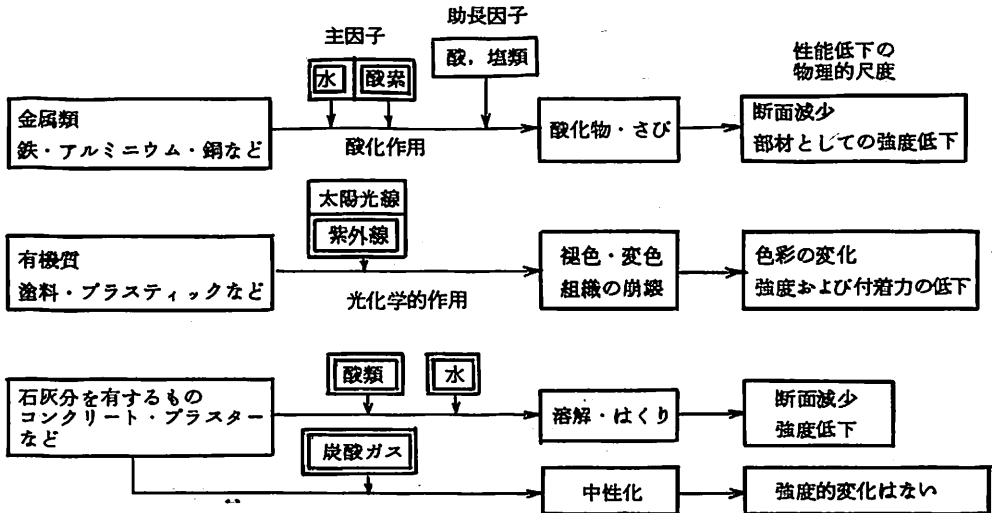


図 1 - 3

主として物理的作用によるもの

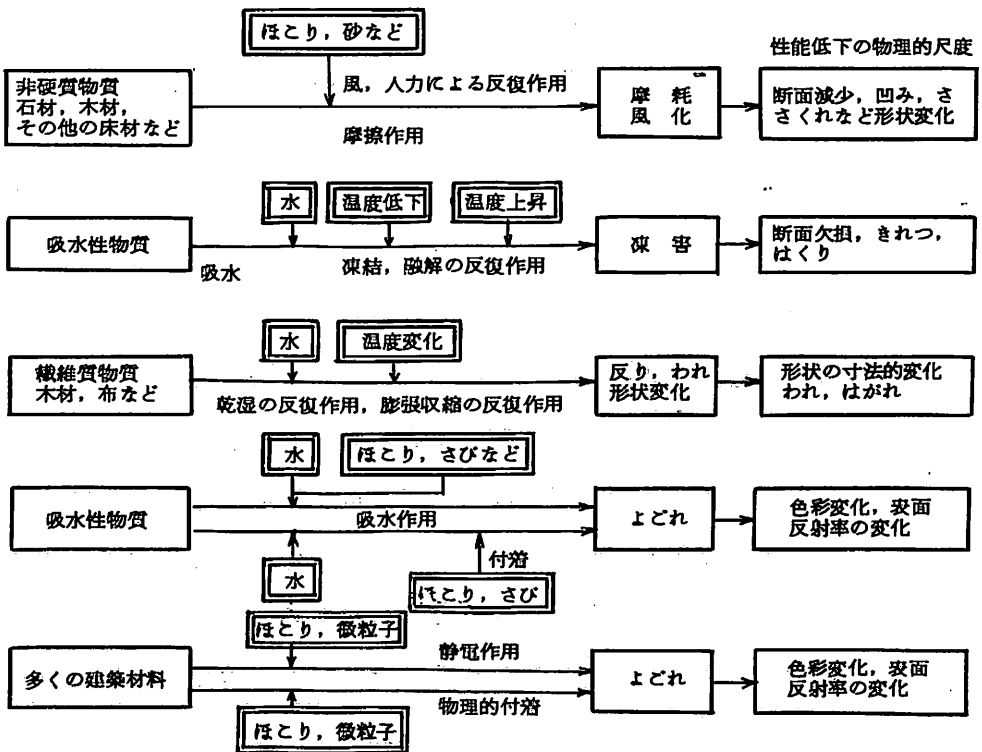


図 1 - 4

主として生物的作用によるもの

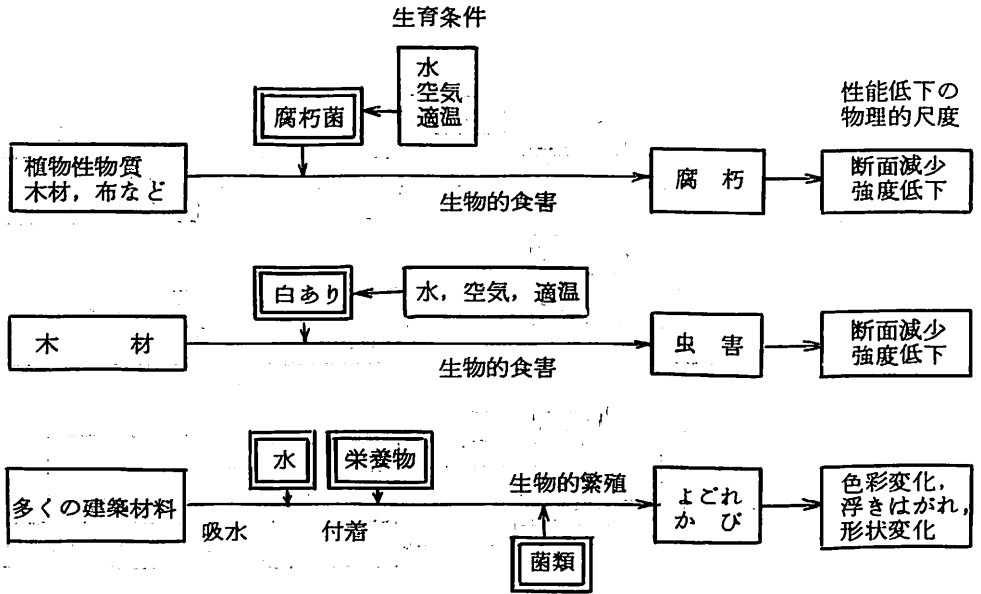


図 1 - 5

去ということが劣化の防止につながるものであり、耐用計画の基本的原理となるわけである。

次に劣化の進行速度について考えてみれば、劣化因子と物体との接触頻度が高いもの程劣化の進行は早い。さらに劣化因子の作用は条件によってその速度が異なる。例えば木材の腐朽現象において腐朽菌という劣化因子は適温（ 20°C 前後）の環境下でないと繁殖の速度がにぶり、低温（ 3°C 以下）となれば腐朽菌は生存しえても繁殖はしえない。

したがって劣化の進行速度は因子の接触頻度、環境条件によって支配されるものであり、かつそれに伴う性能の低下も経年的に一律の速度とは限らず、材質別に著しく異なるものである。

性能の低下を経年的に図化することができるなら、それはいわゆる劣化曲線である。劣化曲線を明確に把握することの耐用計画上の利点につ

いては前章で述べられているようにきわめて有用であり，ここにそれらの代表的な形について考察してみたい。

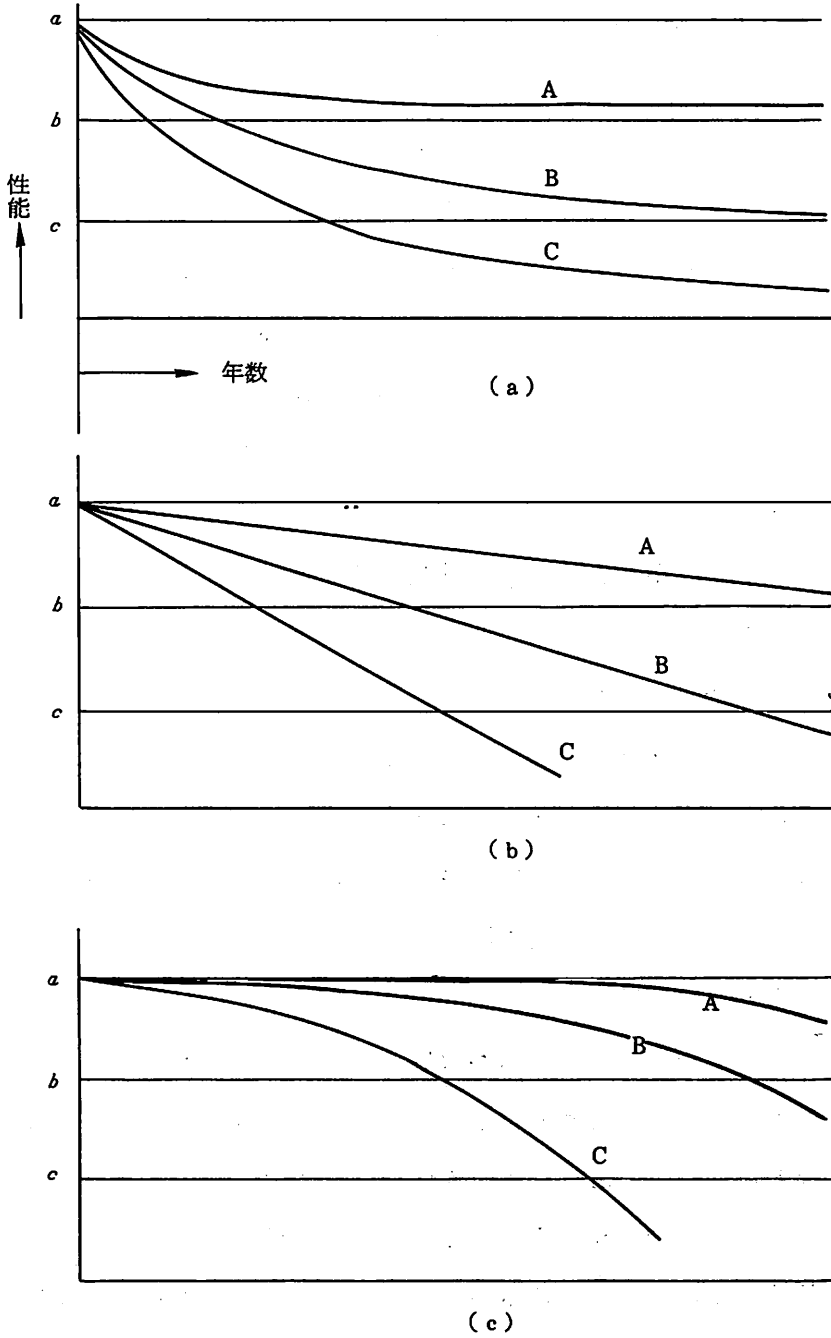


図 1 - 6

図1-6(a)は初期において劣化が進み、性能が急に低下しその後は徐々に進行速度が遅くなる形のもので、多くの金属の酸化作用にみられる現象である。銅アルミなど酸化膜が保護作用をなす場合、また外壁面のよごれは初期において目立ちその後はあまり目立たないような場合も、このような劣化パターンに属すると考えて良い。

図1-6(b)は直線型で比例的に性能が低下する例であるが、無被覆の低炭素鋼などはほぼこの型に属すると考えてよい。一方連続的な反復作用による摩耗、風化などもこの型に属する。

図1-6(c)は初期における性能低下が少なく、ある時期から急に劣化が進む型であり、塗膜の鋼材に対する防錆効果はこれに属する。鉄筋コンクリートのようにコンクリートの中酸化そのものは性能の低下にはならないが、鋼材表面まで中性化すると鋼材が発錆しコンクリートにきれつが生じ、その後の劣化速度がきわめて早いような場合は明らかにこの型に属するものである。

図中に示された相似図形のA, B, Cは同質であっても環境条件の違いによって速度勾配が異なることを表現している。環境条件とは主に地域条件(気象条件, 大気中の劣化因子の存在量, など)および使用条件(建物の使用頻度, 室内で取扱う有害物質の存否, その量, 保守管理の状態など)に分けられる。

かくして一つの劣化曲線が求められれば、われわれは許容される性能の下限値を設定することによってその値と曲線の交点における年数をもつることができる。この値がいわばその材料あるいは構法の耐用年限である。ここでいう許容される性能の下限値とは、その材料、構法の使用目的によって変化するものであり、例えば構造材料であれば当然強度が主性能となり、安全限界において下限値を設定しなければならない。

また数種の材料が組合される場合には、それら各々の材料について異なったパターンの劣化曲線が存在するので、総合的にはそれらの重なったものとなるが、その部分における耐用年限は、そこに求められている主目的の性能について算出されることは当然である。

(5) 建物の耐用年限

建物を構成する各種の材料についてその環境条件に応じた劣化曲線が求められ、かつ許容される性能の下限値が与えられれば耐用年数を算出できることはすでに述べたとおりである。しかし耐用年限とは建物の初期に固有に与えられ、かつ使用年間において変化しないものでは決してない。耐用計画という建築設計、あるいは維持管理の一つの手法においては、耐用年限とはわれわれが推定するものであり、かつそれをコントロールしうるところに意味が存在する。すなわち一つの建物について目的に応じた要求使用年数を設定し、その年間性能が維持できるような材料、構法を選び出すという順序こそ耐用計画の基本的思想であり、かつ取替え、修理という中間的な操作によって耐用年限をコントロールすることによって要求使用年間性能を維持することもできるわけである。

- 取替え，修理ができないような場合（例えばR. C 造のような構造物）

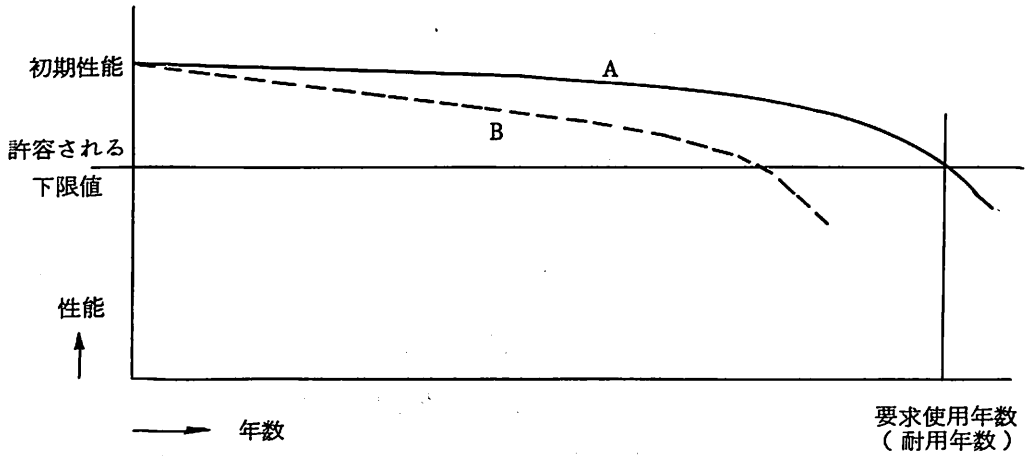


図 1 - 7

一般的な設計で B 曲線が推定される場合には，さらに材質の改善，保護対策を考慮し劣化の速度を低減して A 曲線となるよう設計，施工時にすでに考えられていなければならない。

- 取替え，修理が可能な場合

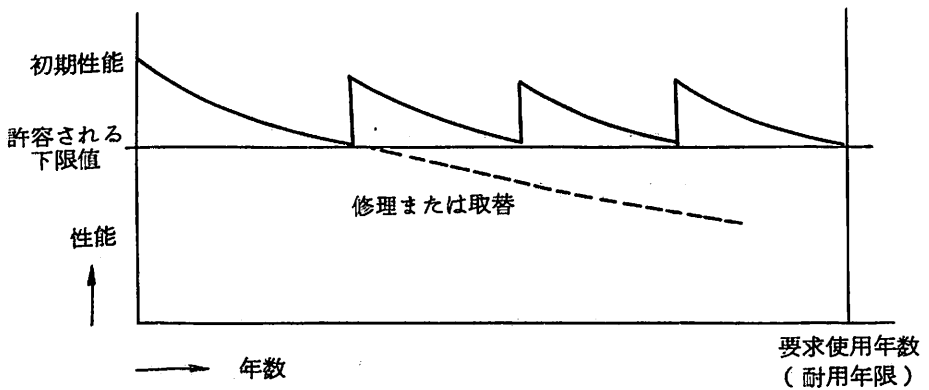


図 1 - 8

鋼材の塗膜による防錆処置の場合は再処置をくり返すことによって図1-8のように劣化の進行を要求使用年数まで引き延ばすことができる。設計当初から再処置を計画しておくで、適時点検を行なって再処置の時期を決めても良い。

また使用年間の途上において要求使用年数が変更になってもそれに応じることは可能である。

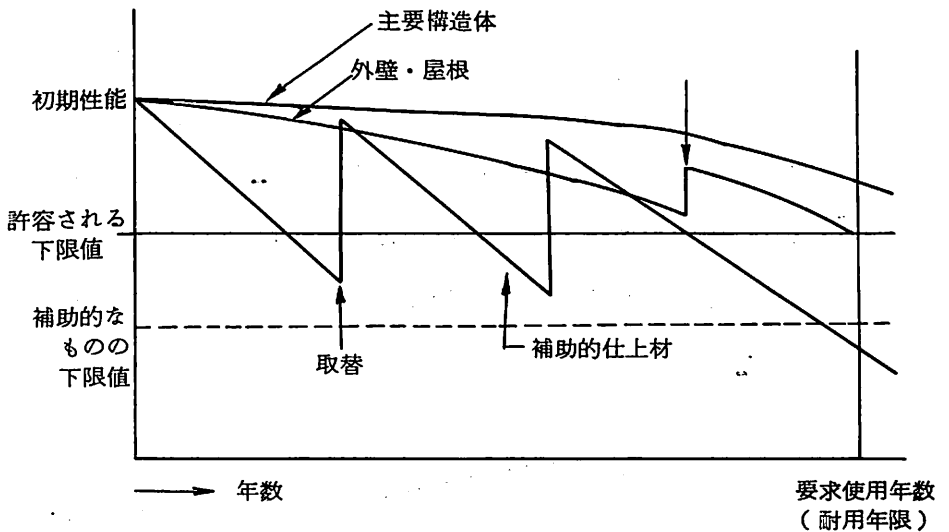


図1-9

一般に建物の場合には部位別に各種の性能があり、その劣化の状態も複雑であるが、図1-9に示すような要領で、性能を要求使用年間維持する例が多く、耐用計画の代表的パターンとなっている。

以上引用文献：松下清夫・(宇野，加藤，矢道)その他，「建築耐用計画」鹿島出版会

2. 建物の耐久性の考え方 (小松幸夫)

「耐久性」とは、別の言葉で表現すれば「どのくらいもつか」ということになるが、この「もつ」とか「もたない」という言葉は、非常に曖昧であって、もっと正確に表現すれば「どのくらいの期間、使用に耐えるか」ということになる。従ってこの意味で、「耐久性」をむしろ「耐用性」という言葉で表現することもある。もう少しこのことについて細かく考えてみると、「使用に耐えるか耐えないか」を判断するためには、建物をある尺度で測り、その結果を自分の持つ基準に照らして判断することが必要である。建物をある尺度で測った結果を「性能」という言葉で表現すれば、一般的には性能は時間の経過に従って劣化し、建物の使用者の耐え得る最低限度(要求条件の最低限度)を割ることになる。この時点が「耐用限界」であり、建物の竣工からここに至るまでの時間が「耐用年数」といわれるものである。これを模式的に描くと図1-10のようになる。

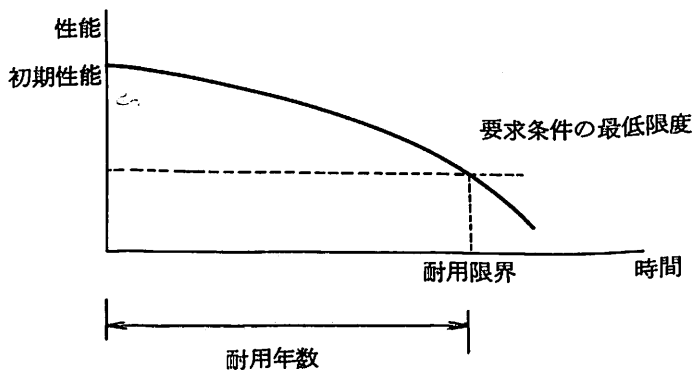


図1-10

実際には、性能の劣化のしかたは建物の置かれた環境や使用条件によって様々であろうし、要求条件の最低限度もまた、使用目的などによって様々なレベルが考えられよう。

それを考慮すれば図 1-11 のように、耐用年数にも幅がでてくること
が考えられる。

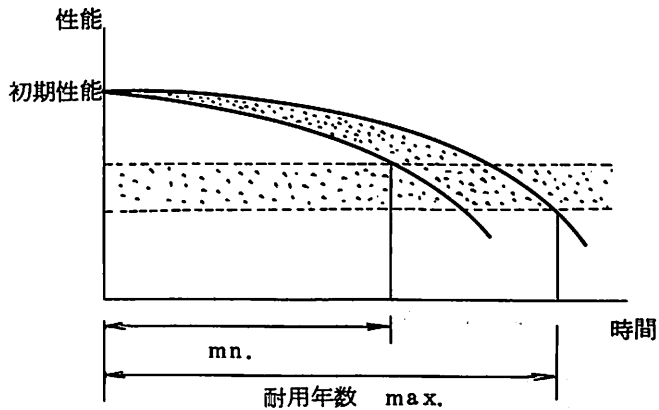


図 1 - 11

また、これらとは逆に性能は劣化しなくとも時代とともに要求条件の最低限度が段々高くなって、いわば相対的な性能の劣化（陳腐化）を招く場合もある。

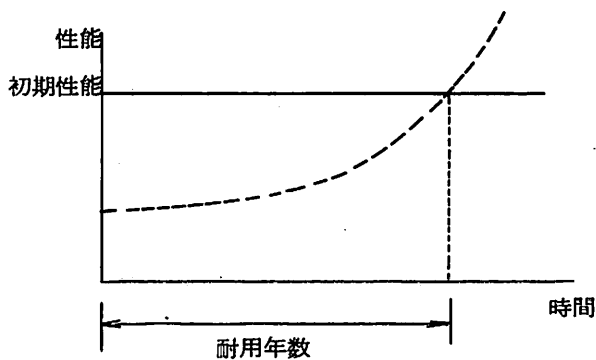


図 1 - 12

実際の建物が、「使用に耐えない」として補修が行われたり取り壊される場合についてみると、その主な理由として次のようなことが考えられる。

- ① 構造的耐力の低下
- ② 経済的観点からの判断
- ③ 機能の低下,あるいは陳腐化
- ④ 視覚的な判断

これらの理由は,互いに重なりあう部分も多い。

以上引用文献:小松幸夫(東京大学工学部助手)GA(Glass & Architecture)
1976年4月号

3. 建物の経済性による耐用年限の考え方 (松下清夫・その他)

(1) 経済的耐用年限

ア. 経済的な耐用年限を定めることの意味

経済的な面から耐用計画を考える場合。経済学あるいは経営学としての立場から,主として使用価値を中心としての耐用計画と,建築学的な立場から,主として,技術的に過剰性能を少なくすることにより,経済的な負担を少なくしてゆくことを中心とした耐用計画との,二つの面から考えてゆく必要がある。

経済学的な面からの耐用計画としては,

- ① 企業投資の際の資本回収計画の資料として
- ② 資産としての評価,鑑定,あるいは徴税対象物としての価値の算定における減点要素として

主として,採算計算に基礎がおかれており,一方,建築学的な面からの耐用計画としては,

- ① 過剰性能の防止を目安として
- ② 各部構法間の耐用性のバランスを考える目安として

主として,無駄のない耐用計画を行なうことを目標としている。

こうした経済的な耐用計画から求められる耐用年限は,性能劣化の

面から定められてゆく物理的な耐用年限にその基礎を置くものの、実際の建物の計画に際しては、むしろ優先的に考慮される場合が多く、本節では、耐用計画を経済的に考えてゆくために必要と思われる、いくつかの事柄について説明をする。

建築することは一つの経済行為であり、一つの建物を一定期間使用するためには、その使用予定期間内の経済計算を必要とする場合が多い。こうした経済的な意味での使用期間は、人為的に定め得る期間であり、性能の劣化によって求められる物理的な耐用年数とは、その考え方が大きく異なっている。すなわち、経済的な面からの建物の耐用年限は、採算の合う耐用年数を定めることが問題であり、使用期間中の必要性能の確保と残存価値（取引上における処分価格）が条件となる。したがって必ずしも物理的な耐用年限の長さが第一条件とはならない。

イ. 経済的な耐用年限を定めるために考慮される諸要素

経済的な耐用年限が人為的に定め得るということは、耐用年限の考え方をできるだけ長くとするように考える方向（消費的な方向）と、できるだけ短くとするように考える方向（資本回収的な方向）という相反する要素が考えられる。一方、物理的な耐用年限が、主として設計された、材料、構法およびそれらの使用条件などから定められてゆくものに対して、経済的な耐用年限は直接建物に関係する要素以外に多くの建物を取りまく環境的な要素によって影響をうける場合が多い。

今、こうした経済的な耐用年限を左右すると思われる諸要素をまとめると次のようになる。

(ア) 近隣の状況の変化

- a 一般環境の変化……スラム化、都市化、などによる在来建物の使用価値の変化

- b 交通量の変化……道路の出現（バイパス，高速道路など）道路の拡張，などによる交通量の変化が与える在来建物の使用価値の変化
 - c 公害……工場の出現，誘致などによって生ずる在来建物の使用価値の変化
- (イ) 社会的な現象を要因とするもの
- a 流行……流行おくれ，陳腐化などによる，店舗の改造，オフィスの外装の改装等
 - b 公共施設の設置の動向……公共施設の新設，移転などによって生ずる，近隣建物の使用目的の変化
- (ウ) 経済的な現象を要因とするもの
- a 技術革新と産業構造の変化……内部施設の旧式化による機能低下によって生ずる工場などの建て直し。旧式設備による商品価値の低下を防ぐための貸ビルなどの改修。
 - b 金利，税負担の動向による建て替え時期などの変化
 - c 建設費の動向による建て替え時期の変化
- (エ) 行政的な現象を要因とするもの
- 土地利用計画，防災，税制，補助金などの政策如何による，法律改正などによる建て替え時期への影響

ウ. 経済的な耐用年限の特色

経済的な耐用計画は，ある程度将来の経済的予測の上にも求められることが多い。予測の技術は，年々進歩し，使用される情報量もコンピュータの使用を必要とするほど，増大，複雑化しているものもあるが，予測はあくまで予測であり，特に経済的な予測は不確定な要素からの推定部分が多く，こうした予測は，情報の変化を敏感にとらえな

から修正してゆく必要がある。特に予定した経済的耐用年限以内に、企業収益が悪化し始める場合、あるいは予定した耐用年限以内に、さらに収益が増加する投資計画が生ずる場合などにあつては、建物の存在価値そのものが大きく変化し、過去の耐用計画に無関係に取りこわし、あるいは改造などが行なわれる場合がある。

一方経済的な耐用計画を建築的に考えれば、経済的耐用年限内における、物理的耐用年限の保証と、過剰性能を防ぎ、初期投資を少なくし、維持管理費、残存価値をも含めて、総投資額を最少にすることであり、むしろ、消費面な面での、無駄をはぶくといった面に特色がある。

(2) 経済的価値と建物の性能。

建物のもつ性能は、厳密に言えば、その建物固有の性能であり、設計段階において、その大部分は計画的に設定されるが、実際に建物の持つ固有の性能は、その完成時に有する初期性能を頂点とし、経年的劣化が始まるのが普通である。一方建物の経済的な価値は、1.工事金(建設費) 2.再建築費 3.設備投資、といった面において価値の測定が可能であるが、この両者の組み合わせにおいて、性能の定量的測定が、単純な経済的価値、例えば材料の質による cost の変化といった測定に終り、本質的な設計上の計画性能に関する評価の方法が未だに明確にされていない。このことは逆に、経済的な比較計算、例えば、見積合わせの際の見積金額の比較に際しては、常に同一性能の建物の建築費であるという前提条件が必要であるべきであるが、こうした性能条件の示し方が、現行の設計図書においては不明確な場合が多い。

性能の定量的な表現と測定方法の実用化は、いろいろと未解決の問題が多く、一部を除いて未だ一般的な普及に至っていない。すなわち建築

の性能と cost の関係は、一般に複雑で比例的ではない部分が多い。特に総合的な性能と cost の関係を明確にすることは困難であるが、理想的な設計状態^{注)}においては、次のような仮定を定めることができる。

○同一性能の材料、工法の採用に関しては、常に最低の cost のものから検討し優先させる、という条件のもとで「予定価格が上昇するということは、そのプロジェクトの総合性能が、どこかで必ず上昇していることを示している」

一般に、建築の性能と cost の関係は、次のような3つの場合に分けて考えられる。

- (ア) 性能と cost が連続した関係にあるもの、図1-13(1)
- (イ) 性能と cost が不連続ではあるが正の関係*にあるもの、図1-13(2)
- (ウ) 性能と cost が厳密な意味での一定した関係にない場合、図1-13(3)

*正の関係 性能の上昇により cost が一定あるいは上昇する関係

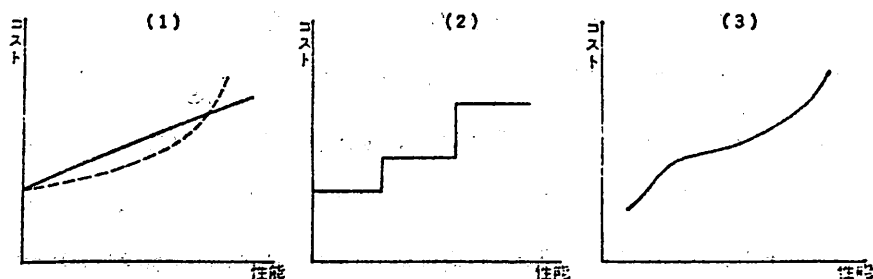


図1-13

耐用計画において必要な、経済的な考慮の第一は最も経済的な cost と性能の関係をj知ることによって耐用計画における過剰性能による不経

注) 理想的という意味はここでは cost と性能の関係がきわめて合理的に考えられ、現実的な様々な障害、例外があり得ない状態における設計という意味で使用している。

済の防止、あるいは必要以上の高価格のチェックを行なうことであるが、こうした必要な性能を満足する最少限の cost を考える、あるいは同一 cost の中での最大の性能を求めるといった V. A. (Value Analysis) その他の経営学的方法論にみられる手法の建築学における応用が期待される。

価格と耐用年限

今、 P を物理的な耐用年限、 E を経済的な耐用年限とした場合、一般的には、 P と E のいずれか小さな値で耐用年限が定まり、大きい方の耐用年限を小さい方の耐用年限に近づけるための作業が必要となる。例えば、 E が P より少ない場合は、 E を満足する耐久性能があればよいので、 P を E に近づける方法すなわち耐久性能を落すことによって価格を引き下げる方法の開発が必要となる。

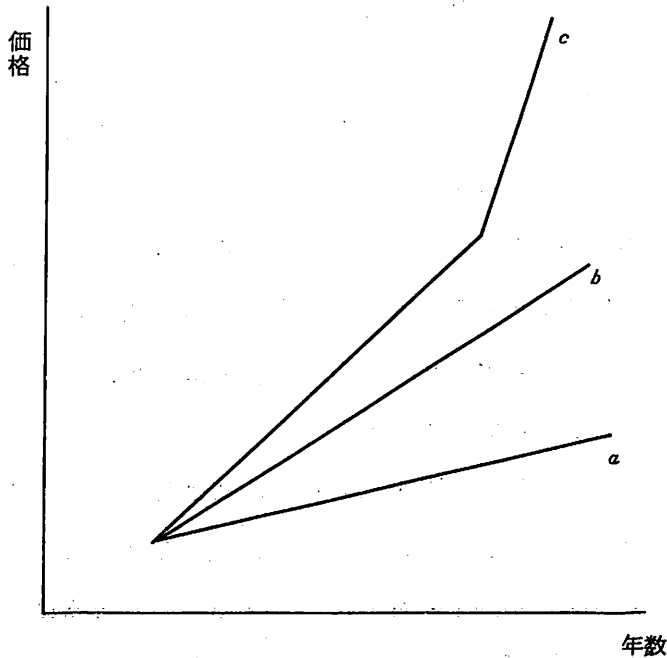


図 1 - 14

ここで、価格と耐用年限との関係を考えてみると、図1-14における a 、 b 、 c の関係が考えられる。すなわち a は、価格が耐用年数の増減に対して余り変化しないもの、 b は、大きく変化するもの、 c は、ある程度以上の耐久性の増加が困難なものを示し、それぞれ耐用計画に際しての考え方が異なってくる。

(3) 建物の経済的な価値としての耐用年限の使われ方

建物を評価する場合に、対象建物が評価する時点において、その価値がどの程度減少し、あとどれだけ価値が残っているのか推定する要素として、残存率および損耗率などと共に耐用年限が使用されている。

この場合の耐用年限は、価値の減少原因すなわち物理的・経済的な原因により定まるものである。しかし建物は、構造または用途などによって多種多様であり、その価値の減少程度も各々により異なったものとなり、耐用年限も千差万別なものとなる。

また評価上においても、その目的のちがいににより、耐用年限を算出するための主要減少原因の取り方が各々により異なる。例えば、企業会計における減価償却の評価は、建物を収益財として考えており、したがってその年限は経済的な価値の減少原因を主要因としたものとなるが、固定資産税の基準とする評価は、財産税たる性格上むしろ建物の構造的性能に着目した考えであり、その耐用年限は物理的な価値の減少原因を主要因としたものとなっている。

このように、耐用年限を求めるためには種々の要素を考慮する必要があり、すべての評価において、一様に定めることはできない。かつ実際には価値の減少原因を数量的にとらえることも非常に困難である。

現在建物を評価する為に使用されている耐用年限には、企業会計における減価償却のためのもの、固定資産税を算出するためのもの、火災保

険の保険料および損害査定するためのものなどである。

確率として認識できる物理的原因により、まず建物の構造および用途別に定めておき、これに経済的原因を加味して求められている。

以上引用文献：松下清夫。(宇野・加藤・宍道)その他、「建築耐用計画」鹿島出版会

Table with 2 columns: Text on the left (likely a list of building types or materials), and Text on the right (likely corresponding values or categories). The text is very faint and difficult to read, but the structure is a table.

II 建物の除却・建替理由

1. 建物の除却理由 (新海悟郎)

一般に建物の除去理由は様々の要因を持っている。すなわち建物譲渡により所有者の変更を機会に改築されたり、用途変更に際して改築が行われたり、また土地売却により上物が立退かされ取除かれる場合もあるし、企業整理などにより建物の除却が行われることもある。

また最近のような都市改造の盛んな都市にあっては、区画整理や道路拡幅などの都市計画事業の実施に際し、除却が余儀なくされる場合もあるし、河川改修・鉄道工事・地下鉄工事・ダム工事、あるいは学校・官公庁の敷地買収など公共事業による除却もある。

さらにまた、不幸にして火災による焼失、台風による倒壊、洪水高潮による流失、地震による倒壊、多雪・雪崩による倒壊など不慮の災害による滅失もある。

以上のようなさまざまな理由により建物の一生は終るものである。

いま建物の除却滅失の理由を表示すると、表2-1のように分類できる。

表2-1 除却理由

グループ別	除却内容
1. 老朽陳腐化	老朽・損傷のため 建物空間・間取り・設備・デザインの陳腐化などのため
2. 譲渡用途変更	所有者変更・転居・移築・売却・企業整備のため 用途変更のためおよび土地売却による立退きなどのため
3. 公共事業	区画整理・道路拡張などの都市計画事業 河川改修・鉄道工事・地下鉄工事・ダム工事および学校・官公庁敷地買収など公共事業のため
4. 災害滅失	火災焼失・台風倒壊・洪水高潮流失・地震倒壊 多雪・雪崩倒壊などのため

このように現実の建物耐用年限は、社会的なまた経済的なあるいは自然的な理由により左右されており、とくに社会的理由による場合が大勢を占めているため、現実の耐用年限を社会的耐用年限と称している。

(1) 木造建物

木造建物の除却理由は種々雑多であり、用途によりもちろん異なるし、都市によっても性格を異にし、また同一都市内でも都心地とでは相異がある。

これをグループ別に整理してみると、①老朽・陳腐化、②譲渡・用途変更、③公共事業、④災害滅失、の4つに大別できるのであろう。

このうち、①老朽・陳腐化、②譲渡・用途変更に含まれる建物除却理由は、いずれも建物および建物所有者の物理的、または経済的理由、すなわち、自主的理由によるものであるが、③の公共事業と④の災害滅失とは他動的理由によるものであり、①②および③④は根本的に性格を異にするといえる。

各都市により、この建物除却理由比率は異なるが、概観したところ、専用住宅にあっては老朽75%、譲渡17%、公共事業5%、災害滅失3%前後となり、農家にあっては老朽によるもの85%、譲渡10%、公共事業1.5%、災害滅失3.5%となる。

すなわち、専用住宅より農家の方が老朽によるものの比率は高く、譲渡の比率は低くなっており、その建物のもつ性格がよくあらわれている。

これに対し事業用建物である旅館にあっては、老朽によるものは17%であるのに、様式などの陳腐化が原因で営業不振に陥り建替えたもの23%、また木造から鉄筋コンクリート造などに建替えた構造の陳腐化によるものもあり、これらを含めて陳腐化によると認められるものは、58%の過半を占めている。また経営者の変更により譲渡に際し建替え

たものも多く15%を占めており、その他公共事業によるもの6%、災害滅失4%の割となっている。

(2) 非木造建物

非木造の建物除却理由は、木造の場合と同様に、陳腐化・老朽化・建物の拡張・設備更新・用途変更・建物移転・建物売却・土地売却・公共事業・災害滅失・企業整備など種々雑多であるが、3大都市における事業用建物にあっては、構造的耐用年限まで使用したと思われるような老朽を理由とするものは皆無であり、その大半は、規模・平面計画・設備・デザインなど設計上の陳腐化によるものである。

とくに工場建物にあっては急激な技術革新に伴ない、製造機械装置の更新と、工場空間の拡張などによる建物の改築が目立って多い。

また都市別にみると、名古屋市のように過去において急激な都市改造のおこなわれた都市にあっては、道路の拡幅など公共事業による除却がかなりみられる。

以上引用文献：新海悟郎、「建築経済（耐用年限の実態）」日本建築学会（昭和42年）

2. 官庁々舎の建替理由（橋本正五）

官庁々舎の建替調査により建替理由を究明したものである。

(1) 庁舎建替理由の分類方法について

ア. 理由を次の10項目に分類する。即ち

- (ア) 老腐朽 土台柱基礎等主要構造部が腐朽して修繕のきかないもの、その他物理的命数のつきたもの。
- (イ) 狭あい 定員の増加等により、庁舎が狭くなり、事務に支障をきたし、且つ敷地が狭く増築余地のないもの。

- (ウ) 借用返還 敷地や建物の明渡しを要求されているもの。これは厳密な意味で建替といえるか疑問であるが、結果的には庁舎としての使用を放棄して、新庁舎を建てざるをえないので一応こゝでは含めることとする。
- (エ) 分散 庁舎が2ヶ処以上に分散しており、連絡が不便なため業務に支障をきたしているもの。
- (オ) 都市計画の関係 計画実施のため立退を必要とするもの。
- (カ) 立地条件の不良 地盤条件がわるく建物に被害のあるもの。環境のわるいもの、位置が不適當で不便なもの。
- (キ) 施設の不備 事務所として不適當で改良の余地のないもの。施設が不十分で敷地狭く完備できないもの。
- (ク) 衛生条件の不良 日照採光通風が不十分で敷地の関係上改良できないもの。
- (ケ) 行政上 官庁の集中統合移動等主として行政上の理由によるもの。
- (コ) 事故 風水害地震火事等による滅失または大破。

イ. 理由の分類集計方法としては、ある庁舎の建替に際して、理由が2以上あれば庁舎1件を理由の比重に応じて分割し、理由が一つの場合は1件と数え、以下逐次庁舎ごとに理由10項目に分けて集計する。更にこれをわかりやすく百分比であらわす。木造と非木造では建替理由に大きな違いがみられるので初めから分離して扱う。

ウ. 以上により群別木造非木造別に表を作成する。

表 2 - 2 各群別庁舎建替理由百分率表

非木造庁舎は建替件数が少いので各群合計の E 群のみ表示する。

建替理由	A 群 (木造)	B 群 (木造)	C 群 (木造)	D 群 (木造合計)	E 群 (木造合計)	E 群 (排木造合計)
	件数比 122件 m' (125,100)	件数比 15件 m' (10,100)	件数比 21件 m' (9,800)	件数比 11件 m' (52,100)	件数比 169件 m' (197,100)	件数比 12件 m' (29,100)
a	76.3%	71.9%	59.1%	66.4%	73.1%	27.5%
b	4.8	2.7	16.7	16.3	6.8	20.0
c	1.0	0.	8.6	5.5	2.1	0
d	1.4	0.	2.4	0	1.3	3.3
e	3.4	2.7	4.8	0	3.3	4.2
f	6.4	5.3	6.7	0	5.9	4.1
g	0.7	2.8	1.0	1.8	0.9	12.5
h	4.1	4.6	0.	1:8	3.5	2.5
i	0.3	10.0	1.0	8.2	1.8	19.2
j	1.6	0	0.	0.	1.2	6.7
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
備考	a 老腐朽, b 狭あい, c 借用返還, d 分散, e 都市計画, f 立地条件 g 施設不備, h 衛生条件, i 行政上, j 事故					

(2) 庁舎建替理由に関連する問題について

ア. 木造庁舎は老腐朽による建替が圧倒的に多く、各群とも全理由の 59 ~ 76 % をしめている。以下順位は群によって多少違いが、比率は一段下って狭あい・立地条件・行政上衛生条件等となっており、何れも団栗のせいくらべである。

イ. 非木造庁舎はこれと全く異った傾向を示している。即ち建替理由が分散しており、一つで 30 % 以上をしめているものがない。老腐朽・狭あい・行政上等の順にがん行しており、率に大差がない。要するに老腐朽のみでなく、狭あいや陳腐化や立地条件行政上等の理由が重要な建替の原因となっており、近年この傾向が強まっているようである。

ウ. なお資料集めの段階において気のついたことであるが、次の現象が

目立つ。即ち一般に重要な立地条件のもとにある重要な庁舎は昔から非木造が多い。例え木造であったとしても早い機会に各種の理由が与えられて、非木造に建替られている。ところがかゝる庁舎は業務活動が活発でそれに伴う改造が非木造では困難なこと、庁舎の陳腐化による不便が強く感ぜられること、定員の都市集中の傾向から狭あいとなること等のために老朽をまたず度々建替られる傾向がある。

エ. 次に建替理由と土地との関係を見る。建替理由10項目のうち、土地問題と無関係のものは老腐朽と事故だけであり、最も関係の深いものは狭あい・分散・立地条件・衛生条件であり、借用返還・都市計画・行政上・施設不備も土地と無関係ではあり得ない。結局木造庁舎にあっては約25%, 非木造庁舎にあっては実に66%前後のものが土地に関する何等かの原因によって建替られている。

オ. 以上によって感ぜられることは、社会的経済的および行政的諸力の影響を強く受ける庁舎は、その影響に応じて常に庁舎としての効用を保持できるように、土地とも関連して予め考慮しておくことが望ましいようである。例えば将来増築の余地を敷地内に残すとか、駐車場や車庫を地下に充分とるとか、土地の立地条件や将来のその変化等を見透し、建物自体にも増築余地を残し、改造模様替のできやすい構造とすること等である。

以上引用文献：橋本正五（工学院大学教授）「官庁々舎の耐用年数と建替理由について」日本建築学会論文報告集第106号 昭和39年12月

Ⅲ 各種構造物の耐用年限

1. 各種構造物（躯体）の寿命（山田水城）

先ず構造物としての建築の寿命を考える前に、寿命とは何かを定義づけておかねばならない。一般にはそれに与えられた機能がある時点において失われる場合それまでの年数を寿命と呼んでいる。しかし「機能が失われる」という判断が、複雑な構成体であればある程むずかしい。例えば建築の場合において、構造体を取り上げてみても、そこにある基本的な機能、すなわち構造耐力（建築空間を維持する機能）の時間的変化をとらえておかねばならない。なぜならば機能の喪失は突発的に起りうるものでなく、ほとんどが経年的に低下するからである。次に寿命と判断する限界点をいかに考えるかということが重要な名題となる。各種の材料で構成される構造体は一般的に経年とともに耐力が減退することが知られている。いわば許容応力度内にある部材の応力度が徐々に増大する（主として断面の減少による）か、使用材料自身の強度の減退によって変形の増大、キレツの発生、さらに一部破壊から全体破壊へとつながる。その進行過程は、材料の種類、その構法、および建物の環境条件、使用条件、などによって異なるもので、非常に複雑な過程となる。

すなわち機能の完全な喪失である倒壊に到るまで、当然それを予想しうる時間帯があるわけである。単純に寿命というものを以上の極点に置いてしまう考え方もあるが、建築である以上使用目的の第一義である居住者の安全確保が完全に保障される時点までを問題としなければならない。安全の保障とは例えば部材の応力度の増大が徐々に破壊応力度に近づくとき、その限界点を定め、そこに達した時を寿命と考えるのが妥当であろう。

しかし以上の限界点についてもその定義が明らかでないし、また構造の種類、型式によって当然異なるものであり、今までにおいて明確な定説も存在し

ていない現状である。

したがってこの機会に建築における代表的な構造種別について、この問題を考えてみよう。

木造建築においては構造体の耐力の減退は主として木材の腐朽、虫害による。菌類による腐朽、しろありによる虫害は物理的には木材の強度低下としてとらえられる。強度低下による現象としては、接合部のめり込みによる変形、脱落が主たるもので、放置すれば建物の一部あるいは全体の変形に発展する。しかし腐朽にしろ、虫害においても全部材に一樣に進行するものではなく、概して多湿となり易い柱脚、土台部分に集中する。それも外壁の種別によっても異り、屋根を通じて壁体内に雨水が浸入する場合など、短期間のうちに腐朽が進行する。特に雨仕舞の欠陥は直接腐朽の程度、進行速度につながるものと判断されている。

次に一つの木造建築を取り上げてみれば、例えば雨仕舞の欠陥について各所一樣に存在するとは限らないし、柱脚、土台も全部にわたって同程度に進行しているとも限らないが、一部の腐朽が建物全体の変形の要因ともなり、それによって構造物としての安全性が保障されないことにもなりうる。このように構造物の場合には一部の耐力減退によって、その他の材料が健全であっても、構造物としての架構保持の機能を失うことがあり、事実こういうような例の方が多い。

以上のような傾向は鉄骨造建物においても同様である。鉄骨造の場合には耐力の減退は鋼材のさびによる断面減少による。さびの進行速度は、鋼材の組成、形状、構法別、さらに地域条件、防せい処置法の別などによって支配され、一つの建物についてみれば、木造と同様水分や塵埃のたまりやすい水平部材、柱脚部などさびの進行が早く、部分的な弱点によって架構全体の耐力が減退する例が多い。

次に鉄筋コンクリート造について考えてみれば、コンクリートの中性化、総じて内部の鉄筋の発せいということで耐力の減退をとらえている。コンクリートは空気中の炭酸ガスによって表面から徐々に中性化するが、中性化されたコンクリートの強度はほとんど変化しない。問題となるのは鉄筋表面まで中性化され発せいをみた以後のことであり、発せいによるさびの膨張力によって被覆コンクリートにキレツが生じ、やがては剝離する結果となり、明らかな断面欠損が生じる。

木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の代表的構造について、耐力減退の過程について概説したわけであるが、寿命という年数の表現には、どうしても耐力減退の過程において、その減少率を数値的におさえ、寿命の限界点を明確に定義づけておかねばならない。

今までに寿命（いわゆる耐用年数）に関するいくつかの数式による提案が行なわれている。ここでそれらを一つずつ取り上げてみて、その表現法、安全の限界の定義づけを考察してみよう。

(1) 木造建築の耐震的耐用年限判定法

$$X = A \left(\frac{L - 120}{L - S} \right) \dots\dots\dots 1 \text{ 式}$$

X：耐用年数

A：強度測定時における新築後の経過年数

L：土台および柱の最大圧縮強度の平均値（kg/cm²）

S：土台および柱の最小圧縮強度の平均値（kg/cm²）

1式は十代田三郎博士の提案されたものであるが、実際に家屋各部の使用木材の圧縮強度を非破壊試験法の一つであるくぎの引抜試験法で求め、耐用年数を推定する方法である。この式の特長は簡単な非破壊試験によって、最大と、最小の圧縮強度を測定することにある。例えば部分

的な極度の弱点も、またほとんど腐朽の進行していない部材についても、それらの強度が式の中にもりこまれるということは構造体としての耐用を論ずる場合に有用であることは間違いない。

寿命の押え方としては圧縮強度が短期の許容応力度（スギ，120 kg/cm²）に達するまでとされている。すなわち短期の応力度を割るということは、それ以後の変形増大が加速されること、および風、地震などの水平力に耐ええないという判断によるものであり、強度を寿命判定式の主要素とする場合には妥当な考え方であろう。

(2) 統計的調査による木造建物の耐用年数

$$d = 1.65 X^{0.1} \dots\dots\dots 2-1 \text{ 式}$$

d : 柱の径 (cm) X : 耐用年数

$$b = 1.12 X^{0.3} \dots\dots\dots 2-2 \text{ 式}$$

2つの式は関野克博士によって統計的調査の結果提案されたものである。

木造建築は使用される柱材の径によって、けた、はり、などの他の部材の断面が決まる場合が多く、径が大きければ当然単位面積当りの木材使用量は多くなる。木造建築においては木材使用量の多寡が構造耐力の余力を支配するものであり、同時に建物全体の程度を表わす一要素でもあり、ここに着目された上式の提案は実用的に有用と考えられる。

(3) 鉄骨造建物の耐用年限

$$X = \frac{d}{2} \left[1 - \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_u} \right)^{1/n} \right] \frac{1}{A} \dots\dots\dots 3-1 \text{ 式}$$

X : 耐用年数 d : 部材の厚さ (cm)

σ_0 : 新築時における部材の応力度 (kg/cm²)

σ_u : 鋼材の降伏点応力度 (kg/cm²)

n : 断面の形状、応力の種別による値

$n = 1$ 引張材, $\lambda_0 < 100$ の圧縮材

$n = 2$ 曲げ材

$n = 3$ $\lambda_0 > 100$ 圧縮材

A : 平均年間減厚 (さびによる) cm

3式は筆者によって提案された鉄骨造建物の耐用年限を推定する式である。

基本的な考え方としては、新築時に存在する部材の応力度が、さびの進行にもなり減厚によって残存断面の応力度が増大し、その値が降伏点に達する時を限界点としている。すなわち降伏点を越したあとは僅かに応力度の増大によって大変形が起りうるとし安全が確保できないという考えである。

さらに断面の形状、応力の種別による相違を式の中に入れたことは、残存断面における応力度の増大率が、断面の形状、応力の種別によって材料力学的に異なるからである。

3-1式中に示されている平均年間減厚 A は次式より求めることを提案している。

$$A = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot A_0 \dots\dots\dots 3-2 \text{ 式}$$

α : 地域差を表わす係数

β : 部材の状態を表わす係数 ($\beta_1 \cdot \beta_2$)

γ : 防せい処置を施して減厚を抑制する割合

A_0 : 無処理鋼材の標準年間減厚 (0.01 cm/year)

すなわち年間平均減厚は部材それぞれの条件によって異なるものであることを式の中に盛り込んだものであり、木造における1式の提案のようにある時点で実測によって減厚を測定し、平均減厚を求める方法もある。もちろん構造体としての寿命を考える場合には、構成部材の力学的に主要なものについて、減厚を求め、それによって寿命を算出すればよい。

表 3 - 1

α 表

α	地 域 別
0.1	空気清浄な寒冷地方
0.2 ~ 0.3	空気清浄な温暖地方
0.3 ~ 0.4	田 園 地 方
0.6 ~ 0.7	一 般 都 市
0.8 ~ 1.2	工業都市 海岸近接地
1.2 ~ 3.0	化学工業地帯

β₁ 表

β ₁	屋内外の別
0.2 ~ 0.3	普通建物の屋内部材
0.6	工場建物の屋内部材
1.0	屋 外 部 材

β₂ 表

β ₂	部材の位置別
0.4 ~ 0.5	柱 中 間 部
0.6 ~ 0.9	斜 材
1.0	水 平 材
1.1 ~ 1.2	柱 脚 部

(4) 鉄筋コンクリート造建物の耐用年限

$$X = A \cdot x^2 \dots\dots\dots 4式 \dots$$

X : 耐用年数 (鉄筋表面まで中性化する年数)

A : コンクリートの材質、状態、地域条件などによって異なる係数

x : 鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚 (cm)

4式は古くから内田祥三、浜田稔両博士によって提案されたものであり、近年岸谷孝一博士、筆者らによっていろいろな条件におけるA値の提案がなされている。

この式の基本的考え方は前にも述べたように、埋込まれた鉄筋が発せいすることは、それ以後の構造的欠陥が急速に起りうるとしたものであり、1式3式と比較して部材の応力度をとらえる点では相違するが、二種の材料の組合せという特殊性からみれば、中性化深さを一つの尺度とするのは

妥当であろうが必ずしも絶対的な考え方とはいえないであろう。

4式における主要な係数 A は理論的に空気中の炭酸ガス濃度、セメント中の CaO 含有量、コンクリートの空げき率によって支配される。

A の値は炭酸ガス濃度の増大、 CaO 含有量の減少、空げき率の増大によって減少する。

すなわち高品質のコンクリートほど A は大きくなると考えてよい。さらに骨材および混和剤の種別によっても異なることが知られている。しかし主要素としてはセメントの品質、および空げき率を支配する水セメント比にほられるようである。表3-5は筆者の計算による使用セメントと水セメント比別の A 値の一覧である。

表3-2 A値(仕上なしの場合)

水セメント比 (%)	早強ポルトランドセメント	普通ポルトランドセメント	高炉セメント	珪酸セメント
70	6.4	5.3	2.1	1.1
65	8.6	7.2	3.9	2.0
60	12.0	10.5	4.1	2.2
55	19.0	15.2	5.6	2.7
50	33.0	26.6	8.3	4.0

しかし鉄筋コンクリート造建物の多くはコンクリート表面に仕上を施した例が多く、当然仕上材の保護効果も考えねばならない。さらに水分との接触ひん度、大気中の有害成分など鉄筋の発せいを加速する要素も忘れてはならないし施工時およびしゅん工後の条件によっても大きな影響をうけるので、数値的に一つの式でとらえることはむずかしく、当後今後の調査研究によって次々と補足されてゆくことが望まれる。

終りに、寿命というものを数値的にとらえる意味についてもう一度考えてみよう。前出のように各種の構造物について、一応の根拠をもった耐用

年限に関する数式が提案されているが、その式ですべてが表現しうるものではない。それは建築というものが、あまりにも多くの部材の集合体であり、その形状も、立地条件もすべて異なるという極めて複雑なものであるからである。

しかしある程度にしろ数値的にとらえられるということは、耐用年限を支配する各種の要素を分析することによって人為的に耐用年限を変化させることが可能となり、いわば耐用計画というものを設計の段階から一つの手法としてとり入れることができることおよび施工、しゅん工を経て使用期間中の保守管理の指針となることに大きな意味をもつと考える。

今や必ずしも建築において、構造体の寿命を伸ばせばよいとは限らない。建築全体としての寿命を考える場合には、当然、構造体、外内装、などについての物理的尺度による寿命と、経済的あるいは機能的観点からみた寿命とを有機的に結びつけてゆくことが必要である。いわば建築においては、その寿命はわれわれの手で制御しうるものであり、決して一つの建築に固有なものではない。すなわち建築における時間とは存在するものではなく存在させるものであると考える。

資 料

- 1) 十代田三郎博士による木材腐朽に関する一連の研究
- 2) 浜田 稔、岸谷孝一両博士によるコンクリート防しよくに関する一連の研究
- 3) 筆者らによる学会設計計画パンフレット「建物の耐久設計」1および2

以上引用文献：山田水城（法政大学教授）「各種構造物の寿命」建築雑誌昭和44年11月号 日本建築学会

2. 鉄筋コンクリート造の耐久性（岸谷孝一）

鉄筋コンクリート造の耐久力は半永久的と考えられ、事実その寿命はきわめて長いものである。しかし、材料、施工、環境などの条件が悪い場合には意外な短命に終わるものもあることが知られている。

鉄筋コンクリートの耐久性は、コンクリートが健全であるかぎり、鉄筋はさびないということに基づいている。したがって、なんらかの作用でコンクリートの強度が低下したり、コンクリートが破壊されたりするか、あるいは鉄筋の保護条件が破れてさびが開始したりすれば、その構造物の構造的基盤が失われ、きわめて危険な状態に至るのである。

一般に建物の寿命ということはむずかしいことであって、デザイン、効用性、構造など各面から検討しなければならないが、終局的には、構造上安全かどうかという問題になる。倒壊寸前までが寿命と考えられるが、実はもっと以前に危険になっているのであって、老朽限度というものを考えれば、鉄筋が大部分さびだしたときをもって寿命と考えるべきであろう。

構造的に考えても、鉄筋の短期許容応力度は $2,400 \text{ kg/cm}^2$ であって、実際の平均値はこれを少し上回るが、建築でよく用いる規格外の鉄筋などはこれを下回るものさえある。鉄筋のさび発生によって部分的にせよ断面が減少したならば、短期で定まった部材では地震時に危険となる。したがって鉄筋がさび始めたときが危険の始まりであるわけである。ただこの時期に十分な手入れをすれば寿命を更新できることはいうまでもない。

少しでも耐久性のある建物を造るには、材料、施工すべてにわたって、十分の注意と検討が必要であって、一般環境条件下では鉄筋を保護するということが第一である。

鉄筋コンクリート造の耐久対策と関連要素を列記すれば次のとおりとなる。

一般環境下では

① 中性化のおそいコンクリートを作ること。

セメント種類，骨材種類・粒度，混和材，水セメント比，調合，空気量，施工程度など。

② 材料中に有害成分を含まないこと。

骨材不純物，骨材化学成分，混和物など。

③ 施工の欠陥に注意すること。

ジャンカ，キレツ，打継ぎ，分離，沈下など。

④ かぶり厚さを正確にとること。

配筋，鉄筋固定，配管との関連，型わくなど。

⑤ 外部から作用する原因に注意すること。

大気，雨，流水，漏水，滞水，塩分，電食，化学薬品など。

特殊環境下では環境に応じて

⑥ 凍結融解に強いコンクリートを作ること。

セメント組成，骨材，混和物，水セメント比，調合，施工，養生など，

⑦ 化学的抵抗性の強いコンクリートを作ること。

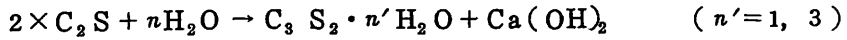
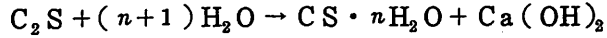
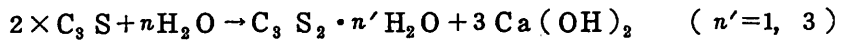
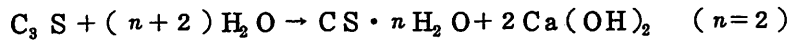
セメント種類，骨材品質，混和物，調合，施工，養生など。

⑧ 化学的腐食作用を受ける場合は適当な保護対策を行なうこと。

本論文は，以上の項目のうち主として①，②，③の場合について実験的方法によって研究し，さらに実例老朽建物の調査結果と比較対比することによって，鉄筋・鉄骨コンクリート造建物の耐久性を増進させるための基本的かつ具体的な方策を求めるところを目的とする。

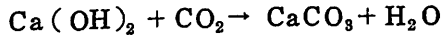
(1) コンクリートの中性化

硬化したコンクリートは，セメントの水和生成物である水酸化石灰のため，強いアルカリ性を示すことはよく知られている。これはだいたい次のように考えられている。



したがってセメントが完全に水和されると、最高35% くらいの水酸化石灰が遊離され、硬化に重大な役割りを果たすものである。

硬化したコンクリートは表面から空気中の炭酸ガスの作用を受け、徐々に水酸化石灰が炭酸石灰になっていく。すなわち



となって、アルカリ性が失われてしまう。古いコンクリートの一部をはずり取って、断面にフェノールフタレインのアルコール溶液を塗布すると、炭酸塩化した部分は全然変色しないが、アルカリ部分（健全部）は赤く着色することによって、判然と見分けることができる。

このように水酸化石灰が炭酸石灰になって、アルカリ性を失うことを中性化するという。

〔注〕 中性化というかわりに、従来は風化ということばが用いられていたが、ここでいうような内容では、風化ということばは適当でないように思われる。また別の意味で、コンクリートの風化ということばが使われるので（混合セメントコンクリートのように、炭酸ガスの作用で表層のごくわずかな部分が分解されて、ほこりのでる現象）、中性化というほうがはっきりする。

(2) 中性化と鉄筋のさび発生との関係

コンクリートが健全なかぎり鉄筋がさびないのは、アルカリ性溶液では鉄がさびにくいということである。これはアルカリ性溶液中で鉄の表面に保護的な被膜ができ、しかも鉄はイオンとして溶解することがないからである。鉄の腐食阻止に必要な水酸化石灰の限界濃度は0.5~1.0%であるといわれており、コンクリート中の水分は水酸化石灰の飽和溶液

であるから、コンクリート中では鉄はさびない。

コンクリートが中性化すれば鉄筋保護の条件がくずれて、水分と炭酸ガスによって鉄筋が腐食される。

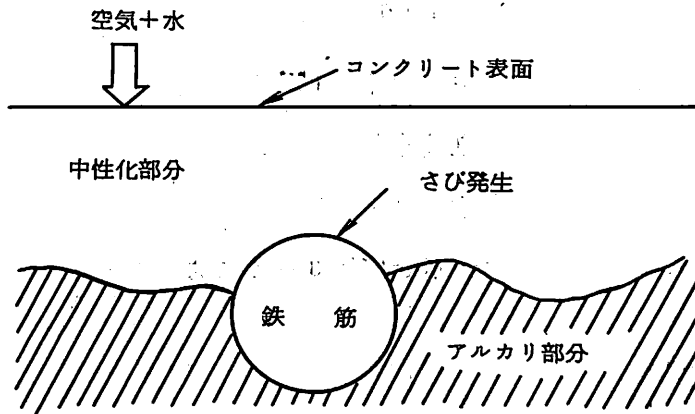
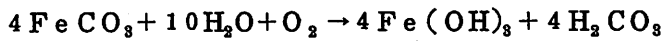
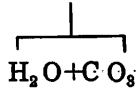
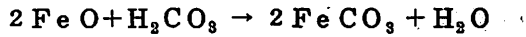
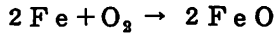


図3-1 中性化と鉄筋のさび発生

また炭酸による鉄の腐食は、炭酸石灰の存在のもとではさらに加速されるから、中性化部分にある鉄筋は必ずさびるものである。図3-1に示すように、鉄筋より少し内側まで中性化した場合を考えると、中性化部分にある鉄筋面はさび始めるがアルカリ部分にある鉄筋面はまださびない。

鉄筋にさびが発生すると、さびの体積は著しく大きくなるから、かぶりコンクリートを破壊し、鉄筋に沿ってキレツがはいる。キレツから水、

空気はいり、ますます鉄筋の腐食が進行する。

すなわち中性化と水セメント比に関して次のように提案する。

普通ポルトランドセメントを用い川砂・川砂利・プレシコンクリートにおいて、

ア. 水セメント比 60 % 以上の場合は

$$t = \frac{0.3 (1.15 + 3w)}{(w - 0.25)^2} x^2 \dots\dots\dots (4.1.2)$$

イ. 水セメント比 60 % 以下の場合は

$$t = \frac{7.2}{(4.6w - 1.76)^2} x^2 \dots\dots\dots (4.1.3)$$

ここに x : 中性化深さ (mm)

t : 期間 (年)

w : 水セメント比

この両式をグラフで示せば図 3 - 2 のようになる。

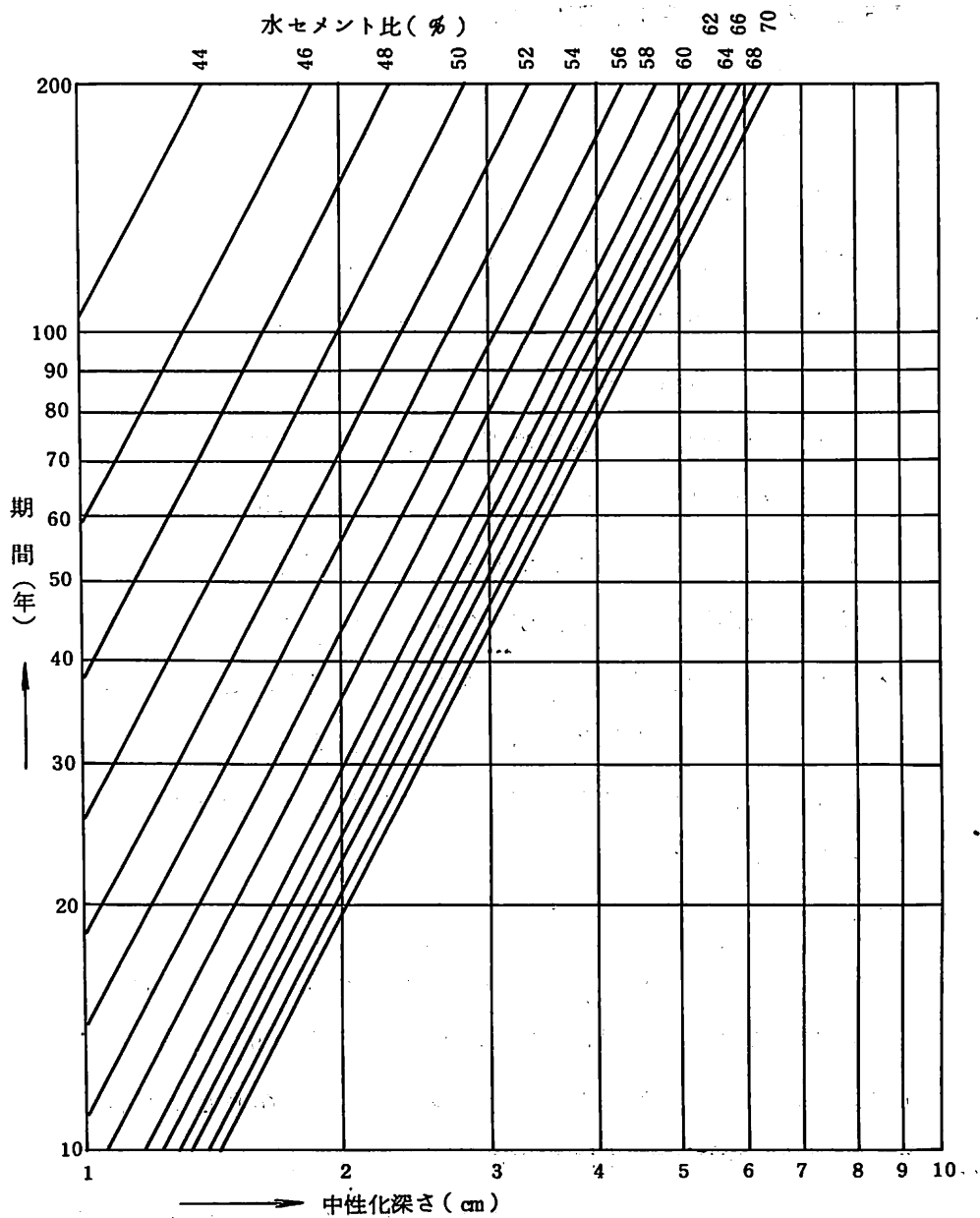


図 3-2 水セメント比, 中性化深さ, 期間との関係
(普通ポルト・川砂・川砂利・プレコンクリート)

以上引用文献：岸谷孝一（東京大学教授）「鉄筋コンクリート造の耐用性」鹿島建設出版部

3. 腐朽による木造住宅の沈下について (齊藤 昇)

(1) はじめに

木造住宅の経年的な構造のゆがみの原因は色々ある。例えば地盤・基礎の沈下、柱・土台・束の腐れによる欠損等々である。その内木材の腐れには風化、菌害、虫害等が含まれるが、我が国の気候風土から見て腐朽菌による腐れが最も大きいようである。(地域によっては蟻害の方がきわめて大きい所もある)

柱脚・土台の欠損は軸部の沈下を招いて構造的に危険になり、根太・大引・束の欠損は床面の沈下を来して生活を不快にさせる。

腐朽菌が生物であり、木材が自然的のため腐朽量を定量的に推定することはなかなか困難であったが、筆者は数年来これを一種の拡散現象であると見て拡散一般式を応用して腐朽式をつくり、これと実験結果とを照合して 腐朽量を定量的につかむことが出来た。

これを基礎にして、各条件下の木材の腐朽厚さ(沈下量)を算出したものを報告する。

(2) 腐朽厚さ

腐朽菌はワタグサレダケ、材種は杉・松・桧、気温は大阪地方の月平均について温度がそれぞれ100%、95%、90%、80%の場合の腐朽厚さを計算したものが表3-1である。5cm角、10cm角は大体同じものになるので松、桧については5cm角のものだけ示す。

一番腐朽しやすい床下部に含まれる土台・柱脚・大引・根太等はいずれもその腐朽は2次的に進行していると見て計算した。

(3) 実験の照合

腐朽が進行した部分の程度の差及び健全部との区別は肉眼では判別しにくい、又実験槽内に静置している間は腐朽がかなり進行しても容易に

は剝離することはないし、水分を相当含んでいるから体積も余り変化しない槽外に出した場合、多少の外力・振動で腐朽部分は剝離し水分を放出して急速に変形する。

(4) おわりに

木造住宅の床下部が換気口の不備、その他の湿気が多くなると6, 7, 8, 9の4ヵ月間に腐朽が進行する。

腐朽厚さが一番多いのは杉材、湿度100%の時に1年間に約1.7mm位である。しかし各材は両側面から腐朽が進行するから、結局1年間で約3.4mm位の腐朽厚さになる。

通常各部分には常時荷重や振動が加わっているから腐朽した部分は容易に剝離するからその分だけ沈下すると見てよい。

東・大引を松、根太を杉とすれば最悪の場合1年間に床面が約6mm沈下することになる。又この状態が続けば根太(杉材、5cm角)の強度は2.1カ年で許容強度に達するがその時床面は約1.2cm位沈下する。

表3-3 杉(5cm角)単位mm

(月)℃ 湿度	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	Total
100%	4.1	4.4	7.4	13.1	18.1	22.1	26.7	27.7	23.7	17.1	11.7	6.8	1.59
95%	0	0	0	0	0	0.05	0.20	0.23	0.15	0	0	0	0.63
90%	0	0	0	0	0	0	0.04	0.05	0.01	0	0	0	0.10
80%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
杉(10cm角)													
100%	0	0	0	0	0	0.18	0.63	0.70	0.3	0	0	0	1.81
95%	0	0	0	0	0	0.05	0.23	0.28	0.13	0	0	0	0.68
90%	0	0	0	0	0	0	0.05	0.08	0.03	0	0	0	0.16
80%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3 - 4 松 单位 mm

(月)℃ 湿度	(1) 4.1	(2) 4.4	(3) 7.4	(4) 13.1	(5) 18.1	(6) 22.1	(7) 26.7	(8) 27.7	(9) 23.7	(10) 17.1	(11) 11.7	(12) 6.8	Total
100%	0	0	0	0	0	0.09	0.19	0.20	0.11	0	0	0	0.59
95%	0	0	0	0	0	0.04	0.11	0.13	0.09	0	0	0	0.37
90%	0	0	0	0	0	0	0.03	0.04	0.01	0	0	0	0.08
80%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3 - 5 檜 单位 mm

(月)℃ 湿度	(1) 4.1	(2) 4.4	(3) 13.1	(4) 13.1	(5) 18.1	(6) 22.1	(7) 26.7	(8) 27.7	(9) 23.7	(10) 17.1	(11) 11.7	(12) 6.8	Total
100%	0	0	0	0	0	0.00	0.08	0.09	0.04	0	0	0	0.25
95%	0	0	0	0	0	0.01	0.04	0.05	0.01	0	0	0	0.11
90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

以上引用文献：斉藤昇（大阪市立大学助教授）「腐朽による木造住宅の沈下について」

日本建築学会大会論文 梗概集昭和37年日本建築学会

IV 内外装の耐用年限

1. 建物のよごれ (宇野英隆)

建物の仕上面にしみができていたり、色が変わったりしているのを見ると、誰しも不快な感じをいただくものである。このよごれを防止するには、まずよごれのメカニズムを知っておくと大変都合がよい。ここには、よごれのいろいろな機構をやさしく説明するとともに、よごれと深い関係を持つ建築材料の諸性質をあげている。

壁や天井がすすけていたり、床材料が古くなってはがれていたりするのを見ると、誰でも不愉快な気分になるであろう。建物は、いつでも竣工当時の真新しい状態であって欲しいと思うのは、その建物を使用する者の常に願うところである。戦後建物が不足していた時代には、どんな建物でもあれば幸い、という気持が先に立って、そのきたなさ等は問題にすること自体がぜいたくなことであった。最近次々に建つ近代的な建物に刺激されて古い建物に生活している人々は、自分の建物のきたなさに不満を持つようになってきた。また建物がそんなに古くなくても、壁や天井が部分的によごれる現象は、特に人目につきやすいので、今日までにも各方面でその原因やよごれを除去する方法を研究しているが、建物全体についてのよごれの原因、除去等を究明したものはないようである。

よごれの原因が判明すれば、設計当初からそれを予防するように考慮することもできるし、また、掃除のしやすい材料であらかじめ仕上げておくこともできるわけである。

一般的にいう“よごれ”について一番研究が進んでいるのは、衣類の洗浄を専門にしているクリーニング、洗剤等を取り扱う油化学や家政学の分野である。衣類と建物とでは、“よごす”側の物質が多少異なり、“よごされる”

材料にいたってはだいぶ様子が違うので、建物内部のよごれを究明するために、この分野の成果をそのまま利用するわけにはゆかないとしても、その研究方針とよごれ方の機構等は、建物にもそのまま応用できるのでわれわれが建物のよごれを解明するうえで非常に参考となっている。

ここではまず、建物のよごれがどのような機構で、建物のどの場所に、またどのくらいの範囲に起こるのかについて述べ、さらにそれを予防し、また除却する建築的対策にふれたいと思う。

建物のよごれとは —— 定義 ——

主人は黙って日の出を輪に吹いて吾輩にはそんな勇氣はないと言わん許りの顔をしている。美学者はそれだから面をかいても駄目だという目付きで「然し冗談は冗談だが画というものは実際むずかしいものだよ。レオナルド・ダ・ヴィンチは門下生に寺院の壁のしみを写せと教えた事があるそうだ。なる程雪隠林に這入って雨の漏る壁を余念なく眺めていると、中々うまい模様画が自然に出て居るぜ。君注意して写生して見給え屹度百白いものが出来るから。

—— 「吾輩は猫である」から ——

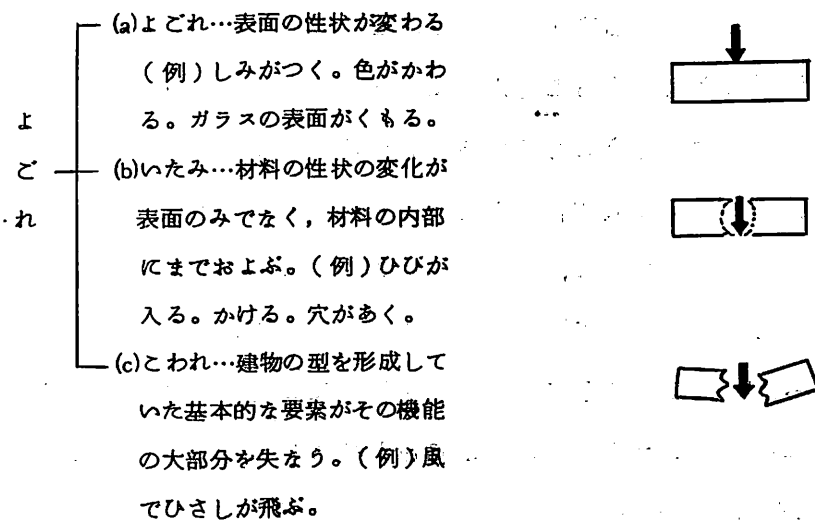
白い漆食の天井に雨もりがしてしみができるとき、これはよごれの一つであることに間違いはない。しかしキャンパスに絵の具で描いた同じ形は、或いはよごれではないかもしれない。このように人の見る立場によって、よごれとも模様ともとれる関係を漱石を百白く書き出している。同じように、住宅が古くなって柱・長押等が黒ずんでくると多くは陰気で不愉快なものであるが、寺院や仏像等が年月を経たものはまた美しく感じるのと同じであるう。

結局よごれという概念は、醜^{みにくい} ← → 美^{うつくしい}との間を左右するものであって、一

概にこれ、といて定義づけることはむずかしいものである。そこで、これから取り扱う建物の“よごれ”というものにたいして、次のような定義をあたえておこう。

建物が意図された型にたいして、なにか不都合とみなせたり、または人に不愉快に感じられたりする現象を、よごれという。

以上のように定義すると、床仕上げ材料がはがれたり、壁に孔があいたりしているものも、よごれの一種と考えることになる。このようなよごれは一般的には、“いたみ”“こわれ”等と呼んでいるもので、結局よごれは次のように分類できよう。



今回は主に、(a)のよごれについて述べることにする。“よごれている”という場合を考える前に、色の退色という問題について考えてみよう。

いま、壁面全体が一樣にむらなく退色した場合、この壁を見る人は色が退色したと気付くであろうか。おそらくよほどはげしく退色したのであれば気付かないことが多かるう。はじめに塗られた色を知らない人は、はじめから現在の色に塗られていたと思うからである。ところが掛時計の跡が太陽光線にあたらなため退色しないで、塗った当時の色彩がそのまま残ってい

る場合には、あきらかに他の部分は退色したことが誰にも感じられ、それを見る人は退色しない部分が不都合に目にうつり、不快な気持ちになる。すなわち、壁面のよごれとして感じとられるわけで、それゆえ一概に汚物が付着したからよごれているのだ、とはいいきれないわけである。

よごれのメカニズム

よごれ物質の接近の原動力となるものは何か

— 接 触 機 構 —

建物がよごれるためには、かならずよごれの原因となる物質、例えば空気中のほこり、手についた油等が存在して、この物質が建物（明確には建築材料の表面）に近づき接触することが必要であることはいうまでもない。その接近するための原動力となるものをあきらかにしておくことは、今後建物のよごれを防止するうえで大変都合がよいことである。このようなメカニズムを接触機構といい、次のように分類することができよう。

直接ふれることによるよごれ 人通りの多い壁、出入口のハンドル等、人が直接さわる所は人の手や足に付いた泥・油等によってよごれている。このように材料に直接よごれを持った物が接触してよごれるとき、直接付着によるよごれという。

重力沈着によるよごれ 空気中に含まれているごく細かなごみは、空気が流動しているときには常に浮遊しているが、空気が静かに落ち着いたときには次第に降下する。そのとき降下をさえぎる場所があれば、そこに積もる。障子の棧、棚の上等にほこりが積もるのは、このような理由による。漆食・プラスター等の塗仕上げでその仕上げ方がむらであると、そのごくわずかな凸凹の上面にも同じようにごみがたまり、壁面全体がこのためによごれることも多い。

材料表面の温度差によるよごれ 材料表面に温度差があると、その近くにある空気中の塵埃の細かい粒子は、空気と材料との温度差が原因となって材料表面に接触すると考えられている。その実例としては、木摺下地・プラスター塗り壁、または天井等に年月がたつとシマ模様にしみが出ることのあるのは、木摺りの影響を受けて壁の表面温度に差ができるからと解釈されている。この研究は、イギリスの建築研究所、N. S. Billington, D. G. R. Bounell 両氏の執筆された建築の模様しみ (Pattern Staining in Buildings) にくわしくその原因と対策とが述べられているので、その原因の部分を要訳してみると次のような内容である。

木摺下地プラスター塗りの仕上げ面に、木摺りの位置と同じ濃淡のシマ模様が現われることが多いが、これはラジエーターを取り付けた壁の背面上部のよごれとは、根本的にそのよごれの機構は異なるものである。これと同じ現象は、空胴れんが造りの屋根スラブの下の天井、根太に打ち上げた石こうボード天井、空胴れんが積みの間仕切り壁等にも現われる。はじめこの現象は、プラスターの戸過作用によるものと考えられて、一面から一面に空気が透過し、プラスターの表面に塵埃が残留して付着すると解釈されていたが、この透過を防止するため、プラスター面を艶有ペイント、紙または鉛箔でおおって試験してみたが、この発生を防止することはできなかった。現在ではこの現象は塵埃の熱付着によると解釈されている。熱付着は塵埃を含んだ空気が、空気より冷たい表面に接触したときに起こって付着の程度は表面と空気の温度差の大きい場合ほど大きい。反対に空気よりも暖かい表面は、塵埃の付着をはばみ、清潔であるといえる。冷却面の温度が均等でない時には、暖かい面よりも冷たい面に多くの塵埃を付着し、よごれのまだらを生じてシマ模様となる。

空気の移動によるよごれ 空気が動いているとき、例えば送風器による空気の流出口に当たる所の付近や、電球等によって空気が暖められて対流を起こすような所では、空気中のよごれの粒子はその空気とともに材料にぶつかり、よごれることになる。

トランスポートベロシチ Transport Velocity というのは、建築的には出入口扉の召合せ部分にごみがたまる現象を説明するのに利用されている。図のように、はじめ V の速度で移動していた空気が急に広い所に出ると速度が落ちることは流体力学の教えるところである（ベルヌーイの定理）。

そのとき $V > V'$ であるから、 $V \sim V'$ の速度の変化で運びきれない重さのよごれの微粒子は落下することになりそこに蓄積することになる。

静電気によるよごれ 建築材料の中には、静電気を帯びるものが多く、プラスチック系の床材料がよごれやすいのは、空気中のよごれの微粒子がプラスチックの表面の静電気によって吸い着けられ、さらにその上を足等で圧縮、摩擦してふみかためられるためである。X線室の壁面等、高電圧の配線がしてある部屋では、特に壁面の静電帯電がはげしく、このため炭素微粒子がこの壁面に吸い着けられて、壁・天井が真黒になる。

化学物質によるよごれ インキ・水等が飛散して建築材料に付着すると、その部分は変色する。強い薬品、例えば酸・アルカリ等が付着しても、その所は損耗される。さらに湯わかしなどがあって蒸気が多量に発生する所に壁や天井があると、水蒸気と熱とのために多くのボード類は膨脹したりよごれたりする。直接ふれる場合とちがって、建築材料が化学的な変化によってよごれるときに、これを特に化学的よごれということもある。

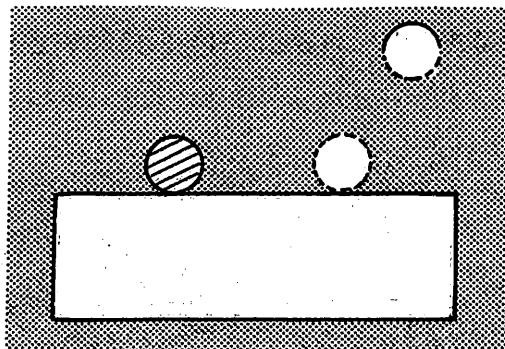
物理的ないたみ

よごれの粒子や物質が材料にどうして付着しているか

保持機構

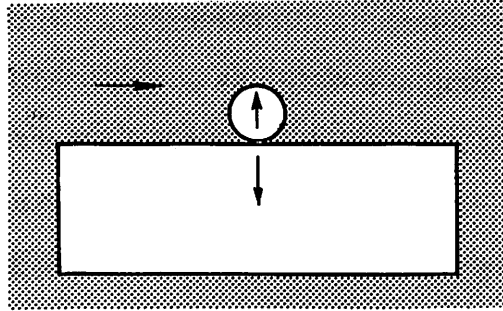
保持機構というのは、よごれ粒子またはよごれ物質が建物の一部分に接触したときに、その材料とよごれ粒子またはよごれ物質がどうして接触するかを説明するために必要なことである。実際の建物で、どんなによごれが接触しても、この保持が行なわれなければ建築材料は、すこしもよごれないからである。またよごれを予防し、除却するためにも、大切なことであることはいうまでもない。ところが、よごれの実体を調査するとき、或るよごれがどのような保持機構によってよごれているかを区別することは簡単には決定しにくいし、またただ、よごれの種類によって解決できるものではない。

次に分類した保持機構は、いろいろと問題もあろうが今後の調査実験にぜひ必要であるので、一応分類を試みたわけである。

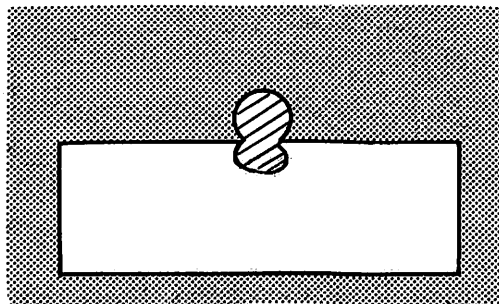


付着 している 材料の表面に塵埃が重力沈着などで のっているとき、外から風を送るとその塵埃は飛んでしまう。純粹には、このような

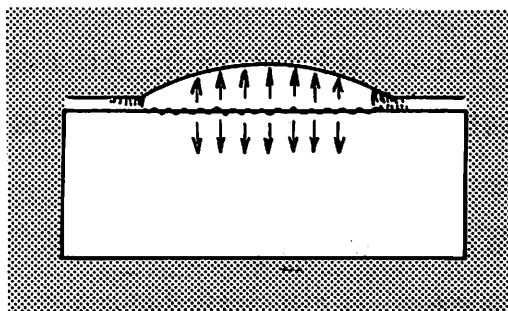
状態をいうが、実際には材料表面は凸凹が多く、その内に入りこんだ型で塵埃が存在することが多い。表面の凸凹のはげしいもの、漆食・石材の表面のあらいものなど、この原理で塵埃が付着している。



引着 吸いついている 重力沈着のように、棚の上面や凹凸にたまる塵埃は重力の影響で外からの力が加わらなければ静止しているけれども、この引着は静電気や磁気による引力などのように、建築材料とよごれ物質とのどちらか、または両方に吸引力が働いて引き合っている状態で、多少の外力では飛散せず、そのうえ空気中の微粒子は材料表面に吸引される傾向にあるのでよごれが一層はげしい。また飛散しないので、その吸引された上に圧力や摩擦力が加わると、材料内部にまでよごれが達し除却しにくい。



吸着　　吸いこんでいる　　化学的なよごれでは一般に液体が材料面にまで付着し、さらにそれが材料の表面から吸い込まれる。例えばインキなどは材料表面をふいても取れないし、材料自体をけずり取らないとそのよごれは取りされない。これは材料を色素によって変色させるからで、このようなよごれは吸水性の材料に多く、漆食・プラスターなど、その良い例である。



粘着 — べたついている — アメのように粘性のあるものは、材料がそのものを吸い込まなくても表面にくっつく。吸着と粘着とは同時に起こる場合が多い。

建築材料とよごれとの関係

よごれ物質または粒子の接近の原動力と、その保持する形体とによって、よごれの形が異なることはすでに述べた。そして、その保持の機構は材料と密接な関係を持っていることはいうまでもない。次に、よごれに影響のある材料の諸性質を掲げてみよう。

〔力〕 衝撃強さ、表面硬さ（ショアー、プリンネル）複原性能、摩耗性

〔熱〕 比熱、熱伝導率、安全使用温度、耐熱性能、軟化温度、タバコによるこげあと

〔火〕 耐火性能、燃焼にたいする抵抗性、引火しやすさ

〔水〕 含水にたいする性能，吸水にたいする性能，透水にたいする性能，

接触角，水滴によるしみ，蒸気にたいする強さ

〔薬品〕 酸にたいする性能，アルカリにたいする性能，薬品にたいする性能

〔油〕 油にたいする性能

〔電気〕 電気抵抗，静電気にたいする性能など

〔光〕 透明度

〔物〕 ネズミによって害をうける度合，虫によるよごれの度合など

以上に掲げた諸性質のほか，建物のよごれと特に関係が深いと思われるものは，材料の表面の性質である。

材料表面の性質は，①表面あらさ，②表面かたち，③表面かたさ，にわけて考えるのが便利である。よごれの微粒子は非常に小さいものがあるので，材料の表面の凹凸はよごれに影響することが大きい。また表面かたちや表面かたさも，よごれを究明するためにはあきらかにしておかなければならない性質である。

以上述べた事項は，建物のよごれを知るうえに基礎となる部分であるが，その一つ一つについて見るならば，これから大いに研究をしなければならないことは当然であるが，1日も早く，実在の建物への応用という要求も大切である。

以上引用文献：宇野英隆（千葉工業大学教授）「建物のよごれ」建築技術1961年7月号

2. 経済性による内・外装の耐用年限（松下清夫・その他）

早期修繕と末期修繕といずれが経済的であるかを算出により比較するため，まず図4-1のように t 年ごとの早期修繕を繰り返す場合を考えてみる。

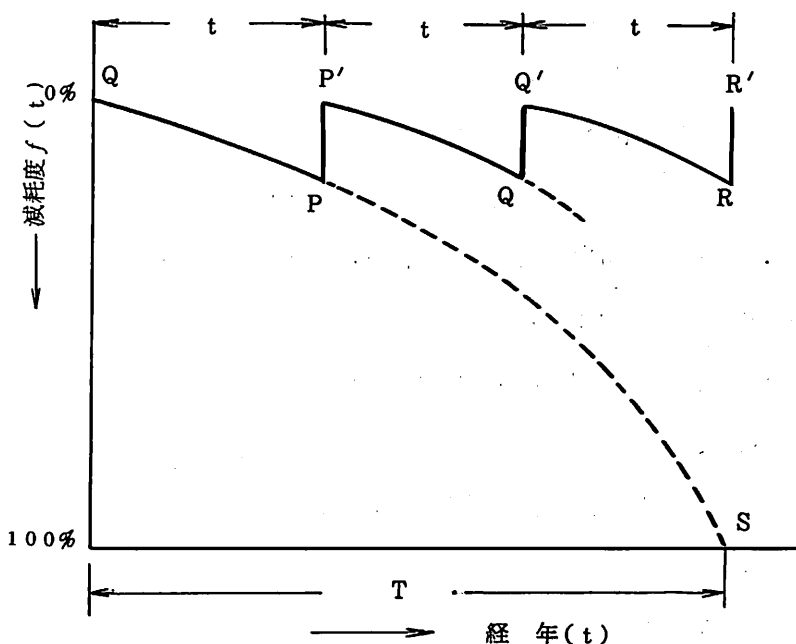


図 4 - 1 早期修繕の繰り返し(単一材)

簡単のためまず単一材の場合を取り上げ、かつ計算の便宜上種々の仮定をたてるが、それらを列記する。

(1) 減耗曲線は得られたとし、経年 t の関数として $f(t) = ct^m$ であらわされたとする。

ただし、 c, m は常数。

(2) t 年ごとに修繕したら減耗は 0 に回復し再び前と同じ曲線で減耗する。

(3) 修繕費 r は工費と経費との和とする。工費は減耗度に比例した額とし、経費は工費に比例するものと工費に関係のない一定額の和とする。
すなわち、

$$r = af(t) + \{ b + sa f(t) \}$$

ただし、 a 、 b 、 s は常数

(4) 金利を k とし、各修繕費を当初の建設時における割引値をもって比較し、毎年の複利計算とする。

以上の仮定により、早期修繕を t 年ごとに繰り返した場合の修繕累計と、 T 年後に末期修繕した場合の取替え費とを比較してその比率を縦軸に、 t/T を横軸にとり、一般的な例として $b=0\sim 0.1$ 、 $s=0.13$ 、 $T=5\sim 50$ 年、 $m=1.5$ 、 $K=0.06$ として計算し作図すると、 T (寿命) が 20 年以内のときに t/T が 0.3 ~ 0.5 近辺で最小値が存在することが認められている^{注)}。

一例として鋼製建具の塗装についていえば、実態調査の結果、減耗曲線は、

一般地では、

$$f(t) = 3.37t^{1.31}, T = 13 \text{ 年}$$

海岸地では、

$$f(t) = 5.42t^{1.31}, T = 9 \text{ 年}$$

が得られている(図4-2)。いま建築工事複合単金表(66年度版)を用いて修繕実価、仮設費、経費、金利(年7分)などを計算して、各修繕周期における修繕費累計額を求めてその比率を図表に表わすと、図4-3のごとくなる。

最適修繕時期は一般地では約5年($t/T=0.4$)、海岸地では約4年($t/T=0.5$)であり、そのように修繕すれば寿命に達してから修繕するよりも一般地では57% ($0.5/0.88$)、海岸地では60% ($0.66/1.10$)の費用で済むことになる。

引用文献：松下清夫・〔宇野・尖道・加藤〕その他「建築耐用計画」鹿島出版会

(注 小林清周：建築物の経年減耗とその修繕に関する研究，昭36.10)

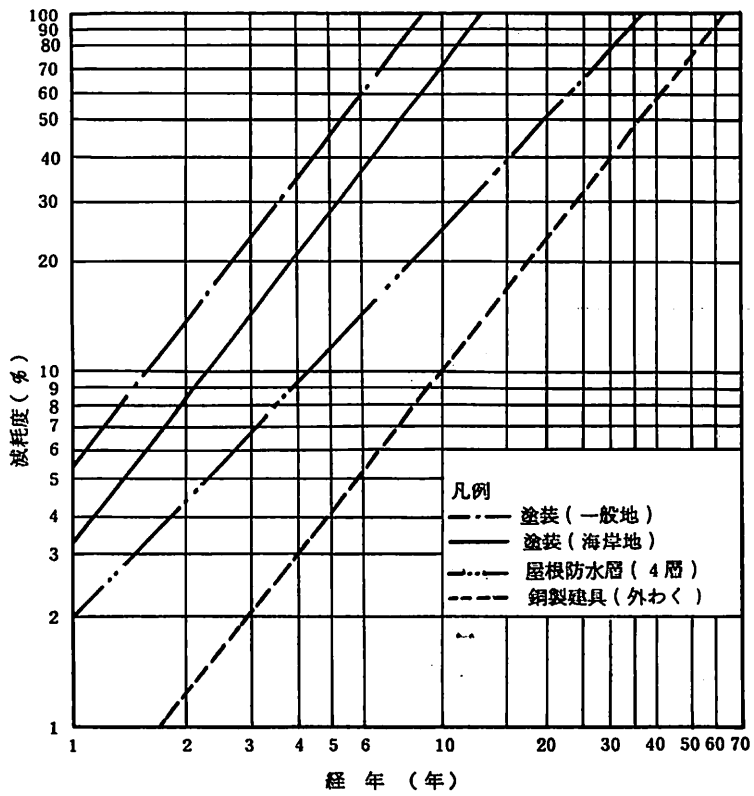


図 4 - 2 各種材料の減耗度

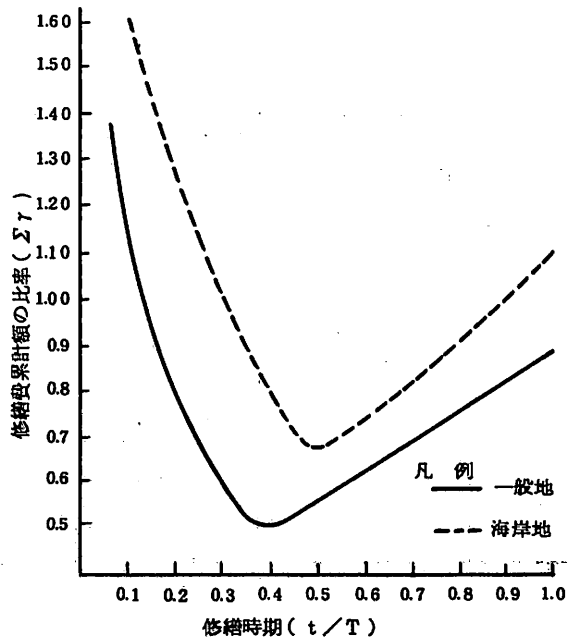


図 4 - 3 修繕時期と修繕費累計額比率との関係 (塗装)

3. 内・外装の耐用年限の実例

日本電信電話公社：建物および工作物の維持管理実施要領(基準)・昭4 2.7.

修繕周期・修繕率の標準値

区分	工種別	修繕区分	周 期 (年)	修繕率 (%)	備 考
屋	アスファルト防水層(4層) (押えシンダーを含む)	部 分 全 面	10 25(20)	15 100	設計・施工の条件によるもので一概に いえないが10年で半数以上の局が雨も りをしており、雨もり率として統計的 に見ると、 $f(t)=10t^{0.7}$ となり、10年で 50%、26年で100% 雨もりすること になる。防水層減耗度調査では減耗度 は $f(t)=2.0t^{1.08}$ となり寿命は30年と 推定される。経済的取替時期は、18～ 22年である。
	エキスパンションジョイント	部 分 全 面	3 25	15 100	シール材のきれつ、はく離は3年ぐら いから現われ、10年では半数の局が駄 目になり、それ以後ではほとんどが駄 目になる。
	〔仕上材〕 モルタル2回塗り	部 分 全 面	5 15(10)	15 100	きれつが経年とともにふえる傾向がう かがえ、10年以上になるとほとんどが 50%以上いたみ、寿命は10～20年 の間と推定される。寒地では10年で駄目 になったものが多い。
根	クリンカータイル貼り	部 分 全 面	10(5) 25	10 100	おもに寒地で用いており、10年未満の ものが多いが、特例を除いてはほとん ど減耗していない。
	モルタルブロック (厚3cm; 30cm角)	部 分 全 面	8(5) 25	15 100	10年ぐらいまでの資料では減耗は5% ぐらいで、多くとも20%止りである。 ブロック自体は相当丈夫だが、目地の 故障はある。
外 壁	タ イ ル 貼 り (4.7cm角)		10 60	5 100	減耗は非常に少なく、25年ぐらいまで で、5%以下である。10年以上の調査 例が少なく、寿命までのものはつかみ 難いが、25年で29%修繕した例がある。 また施工不良のため、新しくともはく 離する例もある。

区分	工種別	修繕区分	周 期 (年)	修繕率 (%)	備 考
外	モルタル塗り } リシン仕上げ } 吹付け仕上げ	部 分	8	15	きれつが主で5~6年から現われるが、15年くらいまでではほとんどが10%以下である。 リシン仕上げはやや減耗が少ないが、きれつが認め難いためもある。 吹付けは10年から20年でやりかえる例が多い。
		全 面	25	100	
		吹 付	10	100	
壁	人 造 石 洗 出 し	部 分	10	15	使用例が少ないが、ほとんど減耗が現われていない。26年以上の局があるが、きれつなどが4%以下である。
		全 面	30	100	
	石 貼 り(花崗岩)	部 分	25	15	
	ポ ー ド 類 貼 り	部 分	7	10	
	塗 装 (合成樹脂系) コンクリート面 モルタル面 ポ ー ド 類 面	塗 替	8	100	
内	プ ラス タ ー 塗 り(コンクリート下地) モルタル塗り(コンクリート下地)	部 分	5	10	主にきれつで4~5年からややふえるが、25年くらいまでは、25%以内であり、寿命に達した例はほとんどない。主に亀裂で、5~6年で20~30%に達するものもあり、プ ラス タ ー よりもやや大きく表われているが寿命に達した例はほとんどない。
		全 面	30	100	
		部 分	5	10	
		全 面	35	100	
	ベ ニ ャ 板 貼 り } 板 貼 り(スギ)	部 分	7	10	
	全 面	30	100		
ポ ー ド 類 貼 り	部 分	10	10	9年で3%, 14年で40%破損した例もあるが、調査例が少ない。	
	全 面	25	100		
壁	人 造 石 研 出 し タ イ ル 貼 り	部 分	7	10	モルタル塗りと似ているが、3~4年からはく離が現われている。はく離、きれつを合わせて、10年くらいは10%以下で、25~35年になってもあまり変わらない。
		部 分	10	10	
	布 貼 り	部 分	5	10	
		全 面	10	100	主にはく離で、10年で25%くらいいたんでいるが、5~7年で駄目になった例もある。

区分	工種別	修繕区分	周 期 (年)	修繕率 (%)	備 考
内 壁	コンクリート面、木部面等の塗装(合成樹脂系)	塗 替	一般室10 浴室・便 所 5	100 100	内部スクリーンについて調査したところによると、5年で約半数が2の段階になり、10年ではほとんどが2以上になる。
	モルタル塗り(コンクリート下地) 吹付け仕上げ	部 分 全 面 吹 付	7 30 10	10 100 100	主にきれつで、3年ぐらいから現われ、10年ぐらいで30%に達するものもあるが、大体10%以下である。
天 井	ベニヤ板貼り 板 貼 り	部 分 全 面	7 30	10 100	4年で11%破損した例があるが、調査例が少ないのでよくわからない。
	テックス貼り	部 分 全 面	5 15	10 100	破損と、雨水などによる腐食が主で、5~6年で5%位の局もある。そのつど取り替える場合も多い。
	ボード類貼り	部 分 全 面	5 25	10 100	6~8年で5~10%破損が現われている局が二、三ある。
床	モルタル塗り	部 分 全 面	5 20	15 100	主にきれつで、3年ぐらいから現われ、4~5年からめだつようになるが、バラツキが大きい。5~10年で駄目になるものも2、3ある。経年の傾向はやや認められる。
	タイル貼り	部 分 全 面	7 30	10 100	3年ぐらいから現われているが、30年ぐらいまでで、15%以下である。経年の傾向はほとんど認められない。
	人造石研出し	部 分 全 面	10 30	15 100	モルタル塗りと同様であるが、減耗はやや少ない。
	縁甲板貼り	部 分 全 面	8 30	15 100	腐食が主で3年ぐらいから現われ、10年で駄目になっているものも二、三ある。20年以上で約半数が破損しているがばらつきが大きい。38年で腐食の局もある。
	リノリューム貼り	部 分 全 面	10 25	10 100	リノリュームは5~6年から減耗が現われ9~10年でめだってくる。修繕資料などから命数は15~30年ぐらいにわたっている。
	ビニル系タイル貼り アスファルトタイル貼り リノリュームタイル貼り	部 分 全 面	6 20	10 100	ビニル系タイル、アスファルトタイルなど 年以下の資料だが、5~6年でもかなり減耗が現われているものがある。

区分	工種別	修繕区分	周期 (年)	修繕率 (%)	備考
床	た た み	裏替 表替 取替	2	100	修繕周期は2年ごとに裏返し、表替えを実施しているものが多い。
			4	100	
			20	100	
建 具	a) 鋼製建具 外部窓 引 違 い す べ り 出 し 上 げ 下 げ 外部とびら 両開き, 片開き 同上, A. T. 引違い, 片引き戸	金物取替 わく修理 建具修理 わく取替 建具取替	6	15	対象の分類法は、わく(窓・とびら共通)障子(窓建具), とびらに分け、それぞれ内部, 外部に分けたが、建具金物は内外に分けていない。 わくは4年ぐらいから腐食、ひずみ等が現われ、10年ぐらいで約半数が40%以上いたみ、30年でほとんどが70%以上減耗している。精密調査では減耗度は $f(t) = 0.5t^{1.3}$ となり、寿命は65年と推定される。風圧等の関係で残存率40%の時点、すなわち40年目で取替えることが望ましい。 .. 障子: 9年ぐらいから腐食が見られ、10年で40%ぐらいの局もあるが、一般に少なく、大体5%以下である。統計的に破損始期は13年以降である。 とびら: 4年ぐらいから腐食が現われ、10年ぐらいまで20~30%いたんでいる局が二、三ある。14年ぐらいから大部分が40%以上いたんでいるが、取替えを要する場所はベントハウスまたは北側などの特殊部分に限定されている。 建具金物: 種類別に求めたが、錠前、蝶番、ドアチェック、あげ落とし、戸当り、手掛などの故障がめだつ、取り替えている場合が多い。
			15	20	
			15	15	
			40	100	
			50	100	
	外部シャッター 窓シャッター 入口シャッター	部分修理 取替	5 60	10 100	レールの腐食が主であるがあまり現われていない。開閉具合は4~5年から不良が現われる。
	外部鋼製建具 塗 (合成樹脂系)	塗替	一般地 雨かかり面 4 一般地 (その他) 5	100 100	ガラス面を境として外面, 内部に分けてしらべ、内面は外面より3~4年のずれがあるが、3の段階を塗替期とすれば、外面については、海岸地・工業地では3年、一般地では4~5年である。なお減耗度の尺度で修繕費で置き替え、4の段階を命数として曲線を求めると海岸地では9年、一般地では13

区分	工種別	修繕区分	周期 (年)	修繕率 (%)	備考
建	内部窓 引違 上げ下げ 内部とびら 両開き, 片開き 引違い, 片引き戸		海岸・工業地 3	100	年となり経済的塗替時期は2の段階で、海岸地では3.5~4年、一般地では約5年である。 わく: 15年までのものはほとんど減耗が現われていないが23年以上では10%内外現われている。 障子: ほとんど表われていない。 とびら: 同上 建具金物: 外部建具の項参照
			6	15	
			20	20	
			20	15	
			60	100	
内部鋼製建具装 塗 (合成樹脂系)	塗替	一般地 8	100	海岸および山間地では7~8年でほとんどが3の状態になる。 一般地では10年ぐらいでほとんどが3以上になる。	
		一般地 浴室・便所 5	100		
		海岸・工業地 4	100		
b)木製建具 (内部のみ) 内部窓 引違 内部とびら 両開き, 片開き 引違い, 片引き戸	金物取替 わく修理 建具修理 わく取替 建具取替	6	20	わく: 主に腐食で、8~9年ではほとんどが15~20%いたんでいる。 障子: ほとんどいたんでいないが、二、三の局で狂いがみられる。 とびら: 主に腐食で3~4年から現われ、8~9年で約半数が10%ぐらいあらわれている。 建具金物: 外部鋼製建具の項を参照	
		15	20		
		10	20		
		30	100		
		30	100		
内部木製建具装 塗 (合成樹脂系)		一般地 10	100	地域別には分けなかったが、3年で2の段階になるものが約半数あり、6年で3になるものがかなりある。特に浴室では3~4年で3になるものが多い。一般室では5~6年で2になるものがある。	
		一般地 浴室・便所 5	100		
		海岸・工業地 4	100		
		5	100		
ガラスパテ	取替	5	100	5年できれつが生じている。各局の実例から推量して平均命数は5年程度。	

区分	工種別	修繕区分	周期 (年)	修繕率 (%)	備考
建具	コーキング	取替	10	100	9年で表面硬化皮膜の厚さは最大0.5mm程度である。特殊な場所では部分的に欠損し、防水的効果を満足していないものがある。実例から推察して平均寿命は10～15年と考えられる。
	床 ビニル系タイル貼り アスタイル貼り	部 全	分 面 5 18	15 100	きれつが主で、4～5年から現われ、10年で10～15%に達するものもあるが、一般人造石床に比べて特に多いということはない。
階段	ノンスリップ (ビニル入り)		5 15	15 100	ビニルの摩耗や収縮は多く、年ぐらいで駄目になる例がいくつかある。全面取替えの例は5年、20年、27年がある。
	鉄製手すり	部 全	分 面 5 15	15 100	ほとんど現われていないが、外部で8年で腐食している例もある。
雑	ブラインド ベネシヤン ロール	部 全	分 面 4 10	20 100	ひも切れ、ギア不良、テープ切れが主で1～2年から故障するものが多く、7～8年で全部駄目になるものもあるが、取扱局でそのつど取替え、修繕項目の上位を占めている。
	一部鉄部塗装 油性ペイント系 合成樹脂系	塗 替	外 部	100	塗替期を3の段階とすれば外部(屋上手すりおよび外部階段)では海岸地で2～3年、一般地で4年ぐらいである。内部(階段)では10年ぐらいで、地域差はあまりない。
			一 般 地		
海 岸 ・ 工 業 地			3		
内 部	8	100			

注) 周期欄のカッコ内は寒冷地の場合を示す。

V 建築設備の耐用年限

三信ビルに見る建築設備の寿命 (藤原孝紀)

今なお都心のオフィスビルとして、その機能をじゅうぶんはたしている三信ビルの設備は、いくたびかの新陳代謝を経て、今日に至っている。昭和の初期に建築されたこのビルは明治の様式建築に新しい構造技術の合理性と経済性を採入れた商業建築として生まれた。1～2階は柱・梁・天井などが造形的に装飾が豊かな店舗風であり、3階以上は機能的建築空間を構成したオフィス建築である。当時の建築設備は暖房で換気が主であり、かつそれは近代ビルとして必需設備であった。当時出現した大々的貸ビルのほとんどは暖房換気設備および照明・エレベーターなどの設備を有しビル機能の良さを競っていた。そこで三信ビル開館当時から現在に至るオフィスビルの機能面を中心に冷暖房設備・電気設備・給排水設備がどのような変遷をたどってきたか次に紹介する。まず暖房方法は蒸気による直接暖房方式であり、地下室にボイラを設置し、これから出る蒸気を建物全体へパイプで送り、室内に設けたラジエータで暖房していた。当時(昭和5年)のボイラは鑄鉄製セクショナルボイラ(アメリカンラジエータ社製)で燃料は重油を使用していた。重油は煤煙の発生も少なく、点火力の調節が容易であり、貯蔵場所も小さく、缶の効率も石炭に比し10%内外良くなる事等利点も多く経常費も石炭と同等もしくは低廉であるという理由で一時大建築にほとんど用いられた。やがて、わが国の為替相場下落により重油の価格が騰貴し、経済上石炭におよばなくなり昭和12年に重油焚から石炭焚(自動式粉炭燃焼装置)に変更している。当時の大部分の建物が事務室は直接暖房だけで換気設備をもっていなかったが、当ビルでは直接暖房と強制換気の併用による温湿度調整を行なうという当時としては高度な設備をもっていた。換気設備は2階以下と、3階以上の

ラはまだ機械的な寿命は十分残っていたが撤去され、温熱源は、冷熱源と同じく三井ビルの重油焚水管ボイラより供給されている。外気の入力は、すでに事務室の換気設備があるのでこれが転用された。換気設備はじゅうらいのものを使用しているため外気風量として十分とはいえない。役員室・電子計算機室など特殊用途の空調用として単独に冷凍機を屋上に設置し、中間期或は冬期にも冷房可能な設備が設けられた。この様にして一応不十分ながら既設ビルの屋内気候条件に改良が加えられ、時代の要求に応じてきた。しかし新築あるいは改造の当時としては画期的な装置であっても、科学技術の進歩は日進月歩で、新しい機器・設備が急速に普及して、新しいビルに取り入れられ、社会的にも新しい設備レベルの性能があたりまえのこの様になってしまふ。

このため当ビルの設備も今日では多数の改善すべき点をかかえているのが実状である。

たとえば①冷暖房が行なわれていても各階毎、あるいは建物の方角別のゾーンニングがよく行なわれていない。②店舗部分は営業時間が一般オフィスと異なること、また負荷変動が大きいなどの理由から単独設備によるべきである。③冬期の冷房装置がないため、窓を締切にしておくと日照の影響を受け西南の室など相当高い温度になることもある。④冷房器（ファンコイルユニット）の吹出方向は可変でないため、ドラフトを感じる所がある。自動制御がなく、手動でファンスピードを変える様になっているが多人数の事務室では、調整する責任が不明確になるので、十分に調節が行なわれない。またファンスピードによる制御では低回転したときに空気分布が悪くなるなど、温度分布の均一化を欠くことがある。以上の観点より今後の問題点を列挙すると次のごとくなる。(1)冷房負荷の増大（電子計算機ならび各種事務機による発熱増大、事務室照度の増大など）、(2)ゾーンニング（方位別・各階別、

および用途別コントロール), (3)外気量の不足, (4)年間空調をどうするかなどである。これらに対処する設備の更新もやがて行なわなければならないであろう。

この様に空調設備では機器の機械的寿命によるよりも, 社会的な設備性能に対する要求の変化によって設備が更新されてきた。これは戦後の20年間に急速にわが国の空調設備の変遷が行なわれたためであり, その影響が当ビルにおいても上記の様な経過をたどらせたのである。

次に電気設備はどの様な変遷をいただろうか。開館当時(昭和5年頃)の電気設備の主要なものは照明設備・電話設備・受変電設備・エレベータ設備などであろう。照明には白熱電灯が使用され, 熱損失は非常に大きく, 光として利用される部分は極めて少ない, 低効率のものであった。1938年GE社のJrman氏によって一般の照明用として蛍光放電灯が開発された。これは白熱電灯に比べて2~3倍の効率があり, 消費電力は同じ照度をうるのに $1/2 \sim 1/3$ で済むわけで経済的であるところから, 昭和16年頃より数年がかりでほとんどの白熱灯は蛍光灯に取替えられた。照明器具はほとんど吊下式のもので, 照度も要求がしだいに明るくなって行くので, 追加追加で器具も不統一に並べられている現状である。

受変電設備は地下の電気室に3,300 Voltの普通高圧の供給を受け変圧器で動力用(200 Volt)電灯用(100 Volt)にそれぞれ降圧して全館に供給した。開館当初(昭和5年)の受電容量は330kW程度で電力消費量も比較的少なかった。昭和 年当館の米軍接收解除と同時に外国商社にオフィスとして貸与するに当って電力需要が増大し受電設備を約5割増設する。その後電子計算機ならびに事務機の導入および照明器具の増設など電力負荷は増大の一途をたどって来た。すでに現在の容量は一杯で, 今後の需要増に対する設備更新が必要に迫られている。

開館当時のエレベータは牽引型で交流二段速度式、あるいはマイクロ水平着床式を付けたものが多く、通常昇降速度 100m/min 以下で用いられた。運転制御方式も手動操縦式で運転手が操縦器のコントローラを操作し、速度調節にも技術を要した。その後1台毎に電動発電機を据付けエレベータには直流電動機を使い、エレベータの速度を自由に変化できる可変電圧式が発達し多くの新築ビルに用いられるようになった。本式は精密着床と円滑起動が可能であり、昇降速度 100m/min 以上の高速運転でも運転効率がよいなど利点が多い。当ビルのエレベータはすでに老朽化し保守点検で停止する頻度も多くなって来たため、昭和40年には全面的に更新し本格的群管理方式を採用した。今日ではエレベータの高速化ならびに全自動化は時代の要求であり、大規模超高層建築などでは 300m/min の高速エレベータが整然と群管理運転されている。

給排水設備では開館当時の姿と現在のそれとでは根本的に大きな変遷はない。主要設備は給水設備、排水設備、給湯設備、消火設備等である。給水には、井水と水道水を併用し井水は主に雑用水として便所洗浄撒水靴洗、空気洗滌などに使用された。当時は現在のような規制はなかったが、井水の使用には限度があり、主要給水は水道水であり、井水は補助的に使用された。排水設備では一般排水（手洗や流し、浴槽から出るもの、雨水）と排便污水を分け、排便污水の排除機としてニューマチック、エジエクターを使用した。これは圧力で污水を押し上げ排出するので污水と直接触れる機械部分がないため腐蝕性がない利点から用いられたと思われる。

給湯方式はセントラル方式で貯湯槽にボイラの蒸気を通気し、加熱された温水はポンプで全館に給供される。これは開館当時から今日迄基本的に変わっていない。次に消火設備は地下の井水貯水槽より消火ポンプで全館各階に設置された消火栓に送水される屋内消火栓設備を有し、昭和29年地下2階～2

階に各階 2 か所 3 階～ 8 階に各階 1 か所消火栓が増設された。その他昭和 35 年頃各階便所の一部が改修され和風大便器が取替えられた。また配管材料では給水管に亜鉛鍍鋼管が主に使用され、屋外地下埋設用大口径のものには鑄鉄管、またヒューム管を小口径のものには鉛管を使用した。また屋内用として高級の設備には主管以外の配管を全部に真鍮管を用いている場合もある。

給湯用配管には内面錫鍍の銅管または真鍮管が使用された。耐蝕性は劣るけれども白ガス管が高級でない建物には使われた。排水または下水管には地下埋設用に鑄鉄管・鉄筋コンクリート管・エタニット管などが用いられ、屋内下水管では大口径に鑄鉄管を、小口径には白ガス管を捻り接ぎして使用した。しかし排便管用として便器とつなぐ岐管には排水用鉛管を使用するのが普通であった。以上給排水の配管材料について記したが、現在でも開館当時のまま健在で生き続けているものも多いが配管の腐食も相当進行しているので、取替えも計画されている。

オフィスビルを機能的面から時代を追って展望してみると今後の問題点も多くあるけれどもこれらの問題を解決してゆくならば構造物として寿命がある限り、これから先商業建築として、機能をはたしつつ建築が生き続けることであろう。

以上引用文献：藤原孝紀（三機工業（株）冷暖房工事課）「三信ビルに見る建築設備の寿命」

建築雑誌 昭和 44 年 11 月号日本建築学会

二系統に分け、地下と屋上にそれぞれ空気調和装置を設置し、建物各室に柱形状のダクトスペースを設け送気ならびに還気をおこなった。空気調和装置は、空気加熱器と空気洗浄器・送風機を備えた換気を主としたものだった。

人間の為の快感状態を作る空気調整は初めは産業用の冷凍・加湿・除湿装置として開発され、発展してきた。戦後冷房がビルにもしだいに取り入れられるようになり、まず、デパート・ホテル・レストランなどが冷房を始めるようになった。当ビルでも一部の銀行・喫茶店・レストランなどにルームクーラ、またはパッケージ型空調機による冷房が設置された。日本経済の急速な発達にもない、オフィスビルの需要が増大し、昭和30年代のビルラッシュを迎えるようになった。同時にビルの内容も時代が進むにつれて、複雑にして多目的になってきた（すなわち各種事務機の導入、電子計算機の利用増加、会議室・役員室など特殊用途室の増加、さらに事務所照度の増大など）。このようなビル内部の人員の増加、発熱の増加により、従来の暖房・換気を主とした設備では、とうてい現代ビルとしての機能を充足することが不可能になった。これらの条件を満たすと共に、快適・保健・能率向上を目的とし全館の冷房設備が必要になった。昭和30年頃から新築ビルの大部分には空調設備が用いられ、既設のビルでも冷房を追加する改修工事が行なわれるようになった。当ビルでも全館の冷房が計画されたが、機械室面積の不足などにより、隣接の三井ビルとあわせて計画されることになった。

これにより昭和35年冷房工事が開始された。

各室に当時やっと本格的に開発が始められたばかりの床置型のファンコイルユニットを設置し、それに冷温水供給用配管を施工した。

昭和36年隣接三井ビルの建築にもない当ビル三井ビル共用冷熱源としてターボ冷凍機を三井ビル地下機械室に設置し、地下連絡配管により冷水は三井ビル側より供給され全館の冷房が開始される。同時にじゅうらい使用の暖房用ボイ

VI 耐用年限の実例

1. 各種材料の耐用年限 (松下清夫・その他)

各表は、部位別、材料別に建築における標準的な使われ方を対象として、多くの実例からあるいはその材料のもつ物理的、化学的、生物的特性を勘案して最小、平均、最大の耐用年数を推定したものである。

表中のA、B、C、D、の4つのグレード化も試みている。

グレード	最小	平均	最大
A	30年	40年	100年以上
B	15	25	35
C	8	12	20
D	1	6	10

次表中、ABとあるのはAとBとの中間を示す。その他も同じ。

最大値に?のあるのは新材料のため最終的な耐用年数を確認できないもの。

2. 各部位の耐用年限

屋根、壁体、床、天井など、建築を構成する各部位は数種の材料が組み合わされてつくられているのが普通である。

建築の各所に使用される材料の材質的特性によって耐用年数はいろいろと異なるものである。したがって耐用年数の異なる数種の材料で構成される一つの部位について、その耐用年数を算定する場合には、そこに使われている材料の中で最も耐用年数の短いものからその部位としての耐用に及ぼす影響をまず考えてみなければならない。例えば外壁を構成する金属板が構造体とボルトという接合具で接合されている場合、その三者の中でボルトの耐用年限が最も短いとすると、ボルトの耐用年数に至ったとき破

断あるいは変形が生じ、材料としては十分な耐用性を未だ保持している金属板も一緒に脱落、あるいは変形を生じる結果となり、外壁としての機能は劣化し、部位としての耐用の限界点と査定されるであろう。

以上のように各種の材料が組合わされている場合には、放置されているときは原則的にそこに用いられている最低の材料の耐用年数で決まるわけであるが、材料各々についてその施工条件も加味しながら部位の耐用に与える重要度を考慮しつつ、維持、管理条件も含めて総合的に判定するのが常識的な方法であろう。

構 造 材

級	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 ^年
A	コンクリート (現場)			30				70			
AB	気泡コンクリート (現場)		10		35			60			
A	コンクリート 補強ブロック		10			45		70			
A	P. C (版) 厚さ 4 cm		15		40			60			
A	同厚さ 8 cm			25			55		80		
A	同厚さ 12 cm			30				70			
A	ALC (版)		15		40			60			
A	鉄		15				50				100
AB	軽量鉄骨		8		35				80		
AB	木		10		35				80		

屋 根

級	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
BC	Zn 鉄板 (現場塗装)	5		20		40					Zn鉄板…亜鉛メッキ鋼板
BC	樹脂 Zn 鉄板	8		20		40					
A	ステンレス		20		40			?			
B	Al 板	10		25		40		?			
A+	Cu 板		20					60			
C	セメント瓦	5	15	30							
B	厚型スレート (石綿入)	10		25		40					
AB	石綿スレート	10		30		50					
A	瓦(粘土)	10			35			60			
A+	瓦(うわぐすり)		15			40					
DC	合成樹脂 塩ビ	2	5	8							
D	FRP	3	8	15							
C	アクリル		7	15	20						

防 水 層

級	材 料		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
BCD	セメント	モルタル	5	20	40							
AB	アスファルト	アスファルトA (コンクリート 押えあり)		15	40	70						
BC		アスファルトB (豆砂利押え)	10	20	30							
C		アスファルトC (押えなし)	5	15	25							
C	合成樹脂	樹脂A(シート)	5	15	25							
C		樹脂B(液状)		10								

種

級	材 料		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
BC	セメント	石綿セメント	8	20	30							
BCA	金属	鉄(厚)	5	25	40							
C		鉄(薄)	4	12	20							
A		銅			25	50	100					
C	ブチラック	ビニール	5	10	?							

外 壁

級	材 料												
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
A+	石 材	みかけ石								50			
A		大理石			20								
AB		大谷石			15				40				
B		テラゾー板			15	25							
A	粘土セメント	タイル			15								
CB		モルタル(しっくい)	5			20							
AB	石綿スレート			10			30				50		
BC	金 属	Zn鉄板(現場)	5			20							
BC		Zn鉄板(工場)	8			20							
A		珪瑯鉄板			10	25							
A		ステンレス			20								
B		Al板			10	25							
A+				20				60					
BCA	木 材	木材板	5			20				50			
BC		合板(I)			10			20					
D	合 成 脂	塩ビ	2	5	8								
CD		FRP	5	10	15								
CB		アクリル			10			25					
CA		メラミン	8	12	20								

内 壁(含天井)

耐用	材 料																			
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100									
+A	みかげ石									50										
+AB	大理石				20															
+AB	大谷石				20															
BAC	モルタル (しっくい)	5				25						60								
AB	セメント 石綿スレート			15				40											80	
BCD	石膏ボード	2			20				40											
AB	粘土 タイル				20				40											
BA	テラゾー			15			30												70	
B	樹脂 無機セメント 保温材		10			25			40											
+AB	ステンレス				20															
BA	金 珐瑯鉄材			15			30												60	
BAC	Zn鉄板(現場)	5				25													60	
BAC	Zn鉄板(工場)		10			25													60	
AB	属 Al板			15			30												70	
+AB	Cu板			15																
BA CD	木 木材板	5				30													80	
BAC	材 合板(I, II)		10			30													70	

内 壁

耐用	材 料										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
D	紙 布	和紙	1	5	10	和風住宅での伝統的使い方の場合					
DC		加工紙	3	8	20						
DC		布	2	6	15						
CB	織 維	硬質繊維板	3	20	30						
CD		軟質繊維板	1	15	25						
CB		パーティクル	3	15	25						
C	樹 脂	塩ビ	5	10	20						
B		FRP	10	20	30						
B		アクリル	15	25	40						
B		メラミン	4	20	30						
B		発泡樹脂板	10	20	30						
B		発泡樹脂	3	5	25	40					
B		有機繊維材 保温	5	20							
C	木 毛 板	木毛板	2	15	30						
BC		木片セメント板	4	20	40						
CD		無機繊維板	3	15	25						

床

級	材 料		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	石	天然石		20			50					
B		人造石	10	25	40							
AB	粘土製品	れんが	10		30					80		
AB		セラミック	10		30						80	
BC	セメント	モルタル	5	20		40						
B		リグノイド	10	25	40							
AB	鉄	鉄板	5		30					80		
AB	木	堅木		15	35					80		
BA		軟木・ラワンを含む	10		30				60			
BA		コルク	10		30		45					厚型コルク
DC	繊維製品	チップボード	4	8	15	20						
CD		硬質繊維板	4	8	15	20						
D		たたみ表	1	4	6							
CDB		じゅうたん	5		20	30						厚手, 上足利用
B	プラスチック製品	天然ゴム		10	20	35						厚型
CD		アスファルト	3	10	20							
C		プラスチック	5	15	20							
CD		リノリウム	5	15	30							

建 具

級	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	金 スチール(内)		20					70			100
AB	スチール(外)	10		30		50					
A+	ステンレス		20					?			
A	属 アルミ		20					?			
A+	ブロンズ		20								
AB	木 木製(障子, 襖 の骨組を含む)		15		35					80	--
BA	木製(外)	10		30		50					

接 合 材 I

耐用	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	接合金物										
BCA	釘 鉄	3	20					60			
BCA	Zn 鉄	10	25					60			
AB	ステンレス		20		40		?				
B	Al	10	25		40						
A+	Cu		20					60			
A+	真鍮		20					60			
A+	ビス・ボルト・リベット 鉄	10		30							
A+	Zn 鉄		15		35						
A+	ステンレス			30				?			
B	Al		15		30			60			
A+	Cu			30				60			
A+	真鍮			25							
BCA	目地 鉄	5		25							
A+	Zn 鉄		10		30						
A+	ステンレス			20		40		?			
B	Zn 鉄		10		27			60			
A+	Cu			20				60			
CD	合成樹脂	2	10	20							

接 合 材 I

耐用	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	コーキング										
D	ガラスパテ	3	5								
D	樹脂ガラスパテ	4	5	8	10						
CD	油性コーキング	5	10	15							
C	チオコール		10	15	20						
C	シリコン		10	15	20						
	ガスケット										
CD	合成ゴム	5	15	20							
D	天然ゴム	5	8	10							
CD	塩ビ	5	10	15							
CD	コンブリバンド	5	10	15							
	接着材										
CD	ゴム 天然ゴム	2	15	20							
D	合成ゴム	2	10	15							
DC	樹脂 澱粉	1	10	20							水のかからぬ場所の使用
D	アスファルト	1	10	15							

接 合 材 II

耐用	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
D	カゼイン	2	6	12							
B	樹 フェノール		10	25	40						
B	レゾシノール		10	25	40						
C	メラミン		8	12	20						
C	脂 尿素		5	15	20						
D	醋ビ	2	6	10							
AB	エポキシ		10	30							?
AC	セメント モルタル	1	20	40							

設備（建物に組込むもののみを扱う）

級	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
AB	水 管 類	陶管	10	30	90						
BCD		鉄	5	20	30						
A		銅	20	40	80						
A		鉛	20	40	80						
ABC		ヒューム管	10	30	70						
C		ビニール	5	15	?						
BC		水管付属品	5	20	30						
BA		風	人造石	10	25	40					
BA			タイル	10	30	50					
BA			陶磁器	10	30	40					
A+	鉄		40								
B	呂		10	25	40						
CD	木		3	8	15						
C	プラスチック	8	10	?							
A	水 槽	RC	20	60							
B		鉄	10	80							

設 備

級	材 料	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
BA	衛器 生具 陶 器		10	30	40						
BA	電 気 コンジェット ・チューブ			20	30	40					
CBD	器具類 スイッチ etc.	3	15	30							
A	ガ ス ガス管			20	40				80		
A	レンガ, 陶管			20	40				80		
C	煙 石綿セメント管	5	12	20							
B	コンクリート		8	25	40						
B	突 鉄板(厚)		10	20	30						
D	鉄板(薄)	2	5	10							
B	ダクト Zn 鉄板		15	25	40						

以上引用文献：松下清夫(宇野・宍道・加藤)その他「建築耐用計画」鹿島出版会

