

竣工記録に基づいた事務所建物の寿命調査

LIFE TIME ESTIMATION OF OFFICE BUILDINGS BASED ON
GENERAL CONTRACTORS CONSTRUCTION RECORDS

小松幸夫*, 島津護**

Yukio KOMATSU, Mamoru SHIMAZU

This study is an estimation of office buildings lifetime from general contractors construction records. The method used here is based on the one developed by Kaplan and Meier, though some modification was applied in the data processing. The results of the estimation are as follows; the lifetime, which we define as the time the remaining rate curve needs to reach 50%, of office buildings in the central area of Tokyo is about 40 years. The floor area of a building and its structural type have considerable affection to the lifetime. The wider the floor area is, the longer lifetime is. The steel construction buildings tend to have shorter life than those of reinforced concrete or similar construction.

Keywords: *Lifetime, Office buildings, Tokyo, Kaplan-Meier's method*

寿命, 事務所建物, 東京, カプラン・マイヤー法

1 研究目的および方法

建物寿命の実態に関しては、小松がこれまでに固定資産台帳のうち家屋除却台帳から資料を得ていくつかの調査を行ってきた。建物の寿命推計値は、その時々々の経済状況の影響を受けることは明らかであり、また調査方法によっても違いを生じる可能性がある。本研究は、過去の調査結果との比較を試みるため、東京都内の事務所ビルの寿命実態に関して、建設会社に対する竣工建物に関するアンケート調査を行ない、その結果に基づいて新たな推計方法による分析を行ったものである。

2 調査概要

社団法人建築業協会（以下 BCS）に所属する 85 の建設会社すべてに対して、2000 年 7～8 月にかけて 2 種類のアンケート調査、すなわち「オフィスビル竣工建物寿命調査」（以下寿命調査）と「オフィスビル解体理由調査」を行なった。本報ではそのうちの寿命調査の結果とそれに基づく分析結果について報告する。調査は、BCS 会員全 85 社が東京都の港区、中央区、千代田区、新宿区の 4 区に 1945 年以降に竣工させたオフィスビルを対象とし、アンケートによって各社に上記に該当するすべての自社施工物件についての情報を求めた。回答内容は個別の物件について、施主の官民別、竣工年、構造、

建物階数（地上、地下）、延床面積および 2000 年現在での現存状況である。もし物件が解体済（決定のものを含む）であれば解体年も同時に回答してもらった。なお対象物件の現状を明確に把握していない場合には、現存状況は「不明」として回答を得た。不明のケースについては、回答された所在地や建物名称を頼りに、まず住宅地図（「ゼンリン住宅地図 2000」）上で存在の有無を調べ、それでも分からない物件に関しては現地調査を行って存否を確認することとした。なお本調査において対象とする建物がオフィスビルであるかどうかは以下の基準によった。事務所ビル（本社ビルを含む）、計算センター、テナントビル、銀行の単独店舗（本社ビルを含む）、金融機関の本店・支社・支店、新聞社の本店・支社・支店、会館ビルのうち事務所主体のもの。なお複合用途の場合は、過半の面積を占める用途がオフィスである場合のみ取り上げることとした。また調査対象から除外するものは以下のとおりとした。議事堂、裁判所、警察署、消防署、議員会館、大使館、公使館、保健所、電報電話局、学校の研究所、テレビ局、放送局、スタジオ、工場付属の事務所棟、証券取引所、新聞社の専売所、会館ビルのうちホール・宿舍他の用途が主体で事務所部分が少ないもの。調査時点では施主の官民判定基準についても検討したが、本論文ではこの項に関する分析結果には言及しないので省略する。

*早稲田大学理工学部建築学科 教授・工博

**鹿島建設建築設計エンジニアリング本部 技師長・工修

Prof., Dept. of Architecture, School of Science and Engineering, Waseda Univ. Dr. Eng.

Senior Supervisory Architect, Architectural and Engineering Design Division, Kajima Corporation M. Eng.

3 調査対象の概要

本調査で得た物件総数は 8,353 件（回答は 62 社）であった。なお会社別の竣工数の最大は 999 件、最小 2 件であった。

(1) 現況

表 1 において調査時状況の欄で「不明」となっているものは、建設会社が現況を把握していないもののうち、地図上や実地での調査によっても存在が確かめられなかったものである。調査は建設会社が回答したデータのうち、ビル名称と住所を頼りに行ったが、名称が仮称のままであったり、住所が現行の表記と異なるものが少なからずあった。そのために、解体済である可能性は高いものの発見できなかったものが存在している可能性も捨て切れないので、不明として扱うことにした。なお調査により存在が確認できたものは現存に含めている。

表 1 調査状況

所在地	アンケート結果				調査時状況			合計
	未記入	現存	解体済	不明	現存	解体済	不明	
中央区	14	1958	164	479	2211	164	240	2615
港区	13	2046	146	242	2138	146	163	2447
千代田区	45	1606	88	331	1783	88	199	2070
新宿区	14	946	40	201	1034	40	127	1201
未記入等	1	5	2	12	5	2	13	20
合計	87	6561	440	1265	7171	440	742	8353

(2) 竣工年

不明分を除いて竣工建物全体を竣工年次別に 5 年毎にグループ化した建物棟数を表 2 に示す。1980 年代後半から 90 年代前半にかけての建設量が非常に多い。竣工年の平均値は 1980 年強で、これは調査が 2000 年であるので経過年数として 20 年弱が平均であることを示す。また 1950 年から 60 年にかけての竣工数が非常に少なくなっているが、理由として当時の経済水準から考えて竣工数が少なかったこと、会員会社の当時の経営状況の違い、および当時の竣工物件情報が十分に残されていない可能性が考えられる。

表 2 竣工年次別棟数

竣工年	存在	解体済	不明	合計
2001	1	0	0	1
1996-00	331	0	7	338
1991-95	1301	4	36	1341
1986-90	2141	17	72	2230
1981-85	982	17	66	1065
1976-80	581	24	65	670
1971-75	768	49	140	957
1966-70	458	77	101	636
1961-65	386	100	106	592
1956-60	152	87	90	329
1951-55	45	54	55	154
1949-50	4	11	0	15
合計	7150	440	738	8328

竣工年別にみた建物属性についての傾向の概略は以下のとおりであった。建物規模については、竣工年が新しくなるほど地上階数は高くなる傾向があるが、延床面積に関しては必ずしも新しいほど大きくなるとは限らない。80 年代までは徐々に大きくなる傾向が見られるが、80 年代後半に小さくなった後、90 年代には再び大きくなっている。東京の 4 区を調査対象としているが、各区ごとの違いは

明確には見られない。構造種類は、複合構造のものも含めて主要な構造の種類によって、鉄筋コンクリート造（RC 造）、鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC 造）および鉄骨造（S 造）に分類した。年次別の竣工数の推移は、RC 造と SRC 造では似たような傾向にあるが、S 造に関しては 90 年代になって数が増えている点特徴的である。

(3) 延床面積

不明分を除いた竣工建物の延床面積を、各区分に含まれる件数が大きく異ならないように 7 つの区分を設けて分類した。集計結果を表 3 に示す。50000 m²超の区分のデータ数が少ないことを除けば、区分ごとのデータ数は十分解析にたえる範囲と考えられる。全体の平均値は 4820.27 m²であった。延床面積に対して所在地別、構造別にそれぞれクロス集計を行なった結果を表 4、5 に示す。所在地の地域差（表 4）という点で顕著な違いは見られないが、50000 m²を超えるような物件については千代田区や新宿区で比較的高い割合になっている。構造種類別では（表 5）、SRC 造が延床面積の大きい物件に適用される傾向がはっきり読み取れる。RC 造と S 造では延床面積の分布における違いは少ない。

表 3 延床面積別棟数

延床面積	存在	解体済	不明	合計
500m ² 以下	789	109	146	1044
500～1000m ²	1392	121	187	1700
1000～2000m ²	1687	95	163	1945
2000～5000m ²	1640	55	118	1813
5000～10000m ²	727	17	34	778
10000～50000m ²	564	17	23	604
50000m ² 超	108	0	5	113
合計	6907	414	676	7997

表 4 各区分・延床面積別棟数

延床面積	中央	港	千代田	新宿	不明	合計
500m ² 以下	336	310	239	159	0	1044
500～1000m ²	533	480	413	274	0	1700
1000～2000m ²	609	552	514	266	4	1945
2000～5000m ²	584	542	420	266	1	1813
5000～10000m ²	259	218	200	100	1	778
10000～50000m ²	189	213	151	50	1	604
50000m ² 超	18	31	43	21	0	113
合計	2528	2346	1980	1136	7	7997

表 5 構造種類別・延床面積別棟数

延床面積	RC造	SRC造	S造	その他	合計
500m ² 以下	552	85	323	29	989
500～1000m ²	884	454	312	6	1656
1000～2000m ²	659	970	238	9	1876
2000～5000m ²	350	1176	176	11	1713
5000～10000m ²	89	575	60	2	726
10000～50000m ²	41	436	78	7	562
50000m ² 超	11	66	20		97
合計	2586	3762	1207	64	7619

(4) 存続年

存続年とは、解体済物件で解体年が分かっているものに関しては解体年から竣工年を引いた年数とする。また現存している物件に関しては、調査時点である 2000 年から竣工年を引いた値とする。

現存か解体済か不明なものに関しては、現存していると見なして存続年を計算している。なお解体済物件で解体年が分からないものは、存続年の最大値を想定するというので、現存のものと同じように2000年から竣工年を引いた値とする。

表6に面積別の存続年を示すが、ほとんど差が見られない結果となっている。また竣工年別の存続年の平均値を求めてみたところ、ほとんど現存物件の存続年の値に等しい結果となった。

表6 延床面積別存続年

延床面積	平均値(年)	件数	標準偏差
500㎡以下	20.04	1042	11.87
500～1000㎡	18.00	1700	10.47
1000～2000㎡	18.06	1940	10.53
2000～5000㎡	18.26	1811	11.01
5000～10000㎡	19.87	777	11.39
10000～50000㎡	21.39	603	12.06
50000㎡超	17.49	113	11.15
合計	18.77	7986	11.07

そこで解体済の物件のうち、解体年と竣工年が分かっている物件を取り上げ、存続年、すなわち実際の寿命値の分布をヒストグラムに表したものが図1である。またこの場合の平均値、すなわち平均寿命は25.1年ということになり、非常に短い値となっている。これは調査対象の物件が戦後に建てられたものであるため、寿命の上限値が50年ということがあり、この値をそのまま全体の寿命とみなすことはできない。またこの方法で解析したものはわずか70件という非常に少ない数であること、およびある年次に竣工された建築物が、調査時点で全て解体されているわけではないことを念頭に置く必要がある。

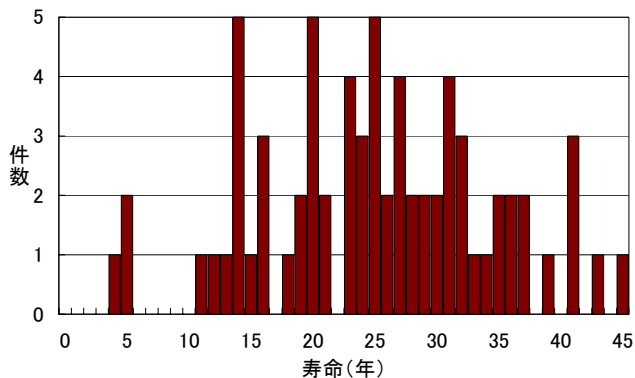


図1 解体済物件の存続年数

4 寿命分析

(1) 残存確率の推計

アンケートの回答結果に基づいて、オフィスビルの寿命推測を行うが、以下に、本調査で用いる建物の残存確率推計方法について述べる。基本的にはデータを解体済物件と現存物件の2つに分けた上で、まず年次別の竣工数に対する残存件数の割合をみる方法がひとつである。この場合、存否が不明となっている物件の扱いが問題になるが、本研究では、不明物件はすべてが既に解体されていると見なすケースと、不明物件は2000年現在で存在していると見なす2通りのケースのデータをつくることとした。

まず不明物件は、時点を問わずにすべて解体されたと見なして

$$\text{現存率} = \text{現存数} / \text{竣工数}$$

を定義する。この計算を竣工年毎に行い、調査時点を2000年1月1日として、その時点における経過年数と現存率の関係を求める。

不明物件を仮に全てが存在していると見なす場合は、現存物件の割合を最大に推計することになる。そこで本研究では、

$$\text{非解体率} = (\text{現存数} + \text{不明数}) / \text{竣工数}$$

を定義する。真の現存割合は上記の現存率と非解体率の間にあることになる。

以上とは別の方法として、不明物件はすべて調査時点の2000年で解体されたと見なした分析を行なうこととする。この仮定は実際にはもっと以前に解体済であると思われる不明物件(多数と推測される)の寿命を長く計算することになる一方で、現存する可能性のあるもの(少数と推測される)の寿命を短く設定することになる。この操作によって、個々の物件について存続年数と存在状況の区別が明確になったデータが出来上がることになるが、具体的な分析の考え方(カプラン・マイヤー法)については次項で述べる。これらのデータから経年に応じた残存確率を推計し、過去の研究経緯にあわせてその値が50%を下回った時点を建築の寿命と見なすこととする^{注1}。

(2) カプラン・マイヤー法

まず一般的な寿命試験においては、一定数の試験体について同時に試験を開始し、個々の試験体の故障時点を記録していく。試験結果が時系列的に区間分けされたデータとして得られた場合、各区間ごとの残存数と故障数から区間における残存確率を求めて、それらを時系列的に順次掛け合わせるにより、各時点における信頼度を求めることができる。

カプラン・マイヤー法(以下KM法)は、区間の途中で試験を打ち切った試験体がある場合に適用される方法である(参考文献1)。ここで N_i を区間 i (時点は t_i から t_{i+1} までとする)のはじめにおける残存数、 w_i を区間 i において中途打ち切りになった数、 d_i を区間 i において故障した数とする。このとき、次の関係が成り立つ。

$$N_{i+1} = N_i - d_i - w_i$$

q_i を区間 i (t_i から t_{i+1} の直前まで)における故障確率とする。 q_i は時点 t_i まで故障がなかった試験体数 N_i に対する、区間 i で故障する数 d_i の比で直観的に推量することはできる。しかし N_i 個のすべてが区間 i において稼働し続けたのではなく、 w_i 個は中途打ち切りとなっている。そこでこの打ち切りが平均として区間 i の中間時点で生じたものとして

$$q_i' = d_i / (N_i - 0.5w_i)$$

により、 q_i を推定する。 q_i に関してはさまざまな推定法が提唱されているが、一般には q_i' で十分であるとされている。

一般的なKM法における解析手順を示す。

手順1 故障データ・打ち切りデータの両者を含めて、観察結果の時間データを小さい方から昇順に、すなわち時系列順に並べる。

手順2 各故障時点の直前におけるデータ数 N_i を求める。故障データ同士のタイ(同順位)がない場合は、形式的に最大のデータからの逆順位が N_i を与える。タイがある場合は、その時点の小さい方の逆順位が N_i を与える。

手順3 各故障時点における故障数 d_i と打ち切り数 w_i を求める。

手順4 故障時点のみに対して、 $p_i' = 1 - q_i' = 1 - (d_i / (N_i - 0.5w_i))$ を求める。

手順5 故障時点のみに対し p_i' を上から（時間の短い方から）順次掛けあわせ、最後の故障時点までこれを続ける。この値が、各故障時点における信頼度(残存確率)を与える。

本報告では、竣工年の異なる建物をすべて同じ時期に竣工したとみなし、また調査時点で現存しているものは中途打ち切りデータとみなしてこの方法を適用し、調査対象の残存確率（残存率）を推計する。本来の方法とはデータの扱いが異なるので、解析方法をこれ以降「変形 Kaplan-Meier (KM) 法」と呼ぶこととする。調査結果の解析手順の一部を表7に示す。

表7 調査結果の解析手順（一部省略）

年数	現存	解体	不明	合計	Ni	di	区間減失確率	区間残存確率	区間始残存率
0	16			16	8327		—	—	1
1	60		1	61	8311	1	0.0001	0.9999	1
2	77		3	80	8250	3	0.0004	0.9996	0.9999
3	88		1	89	8170	1	0.0001	0.9999	0.9995
4	90	1	2	93	8081	3	0.0004	0.9996	0.9994
5	97	2	4	103	7988	6	0.0008	0.9992	0.9990
6	157		4	161	7885	4	0.0005	0.9995	0.9983
7	258		6	264	7724	6	0.0008	0.9992	0.9978
43	16	13	15	44	249	28	0.1162	0.8838	0.4141
44	14	23	11	48	205	34	0.1717	0.8283	0.3660
45	13	10	13	36	157	23	0.1528	0.8472	0.3031
46	9	11	12	32	121	23	0.1974	0.8026	0.2568
47	7	7	13	27	89	20	0.2339	0.7661	0.2061
48	9	4	11	24	62	15	0.2609	0.7391	0.1579
49	7	10	6	23	38	16	0.4638	0.5362	0.1167
50	3	11		14	15	11	0.8148	0.1852	0.0626
51	1			1	1	0	0.0000	1.0000	0.0116

総計 8327

(3) 寿命推計結果

現存率と非解体率の推計結果を図2に、変形KM法による残存率推計結果を、経年50年までのデータによる回帰曲線^{注2}とともに図3に示す。また本研究で平均寿命としている残存率が50%となる時点と90%から10%になるまでの年数を表8に示す。

平均寿命の値は、非解体率に基づく場合は49.19年、現存率に基づいた場合は40.87年であったが、不明分2000年解体として変形KM法を適用した場合は40.25年という値になった。すなわち現存率による場合と変形KM法による場合では、両者についての結果の数字がほぼ同様のものとなったものの、非解体率に関してはかなり大きな数字になった。その理由として、非解体率では実際には解体されている物件を現存として含んでいる可能性が大きいことが考えられる。現存率については経年が大きくなると物件数が少なくなり、数値のぶれが大きくなるため、分析方法としては変形KM法が妥当であると考えられる。したがって以下ではこの方法による値を中心に検討を進めることとする。

寿命がどのような要因によって大きく影響を受けているのかを調べるため、以下、構造別・面積別等でデータを区分し、変形KM法による寿命の推計を行う。構造に関しては、RC造、SRC造、S造の3種類とする。延床面積は前述の面積別の集計に準じて7つに区

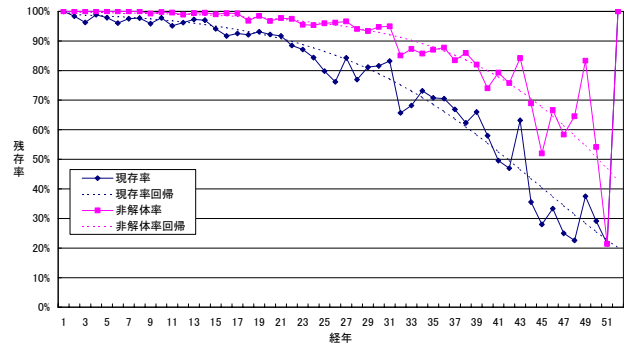


図2 現存率と非解体率

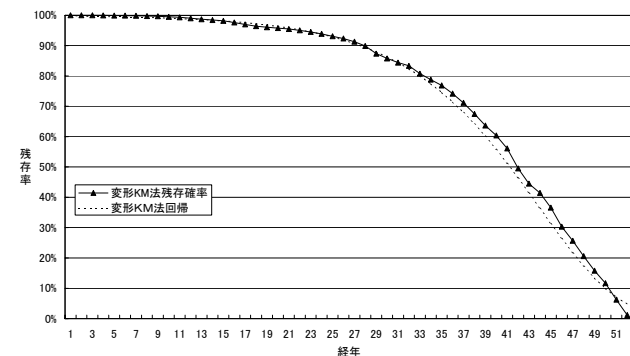


図3 変形 KM 法による残存率

表8 各残存率到達推定年数（全体）

残存率	変形KM法		参考回帰分析	
	調査	回帰	現存率	非解体率
90%	26.07	26.55	20.82	32.22
80%	31.67	32.01	28.39	38.98
70%	35.56	35.42	33.39	43.20
60%	38.37	38.03	37.38	46.44
50%	40.21	40.25	40.87	49.19
40%	42.63	42.28	44.16	51.71
30%	44.39	44.26	47.45	54.17
20%	46.39	46.37	51.05	56.78
10%	48.50	48.98	55.63	60.01

分する。また地域差の有無を見るために所在地別の分析も行なう。

(1) 構造種類別の分析

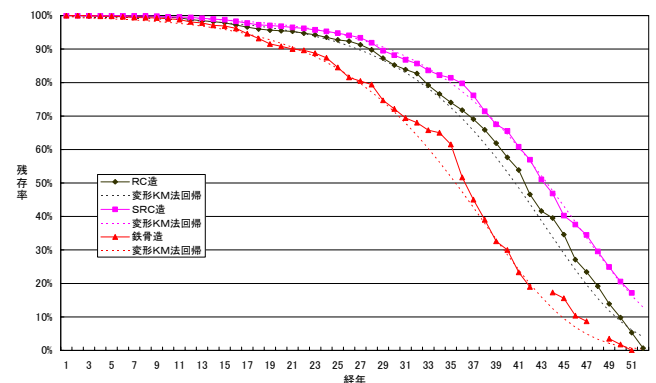


図4 構造種類別の残存率

図4に構造種類別の残存率曲線を示す。S造（鉄骨造）の寿命が最も短く、ついでRC造（鉄筋コンクリート造）、SRC造（鉄骨鉄筋コンクリート造）の順に長くなるが、S造との比較においてみれば、RC造とSRC造についてさほど大きな違いは見られない。元の曲線にややばらつきが見られる点を避けて、回帰曲線によって残存率が50%に達する年数を平均寿命とすれば、RC造は39.68年、SRC造は42.49年であるのに対して、S造は34.41年ということになる。

(2) 面積別の分析

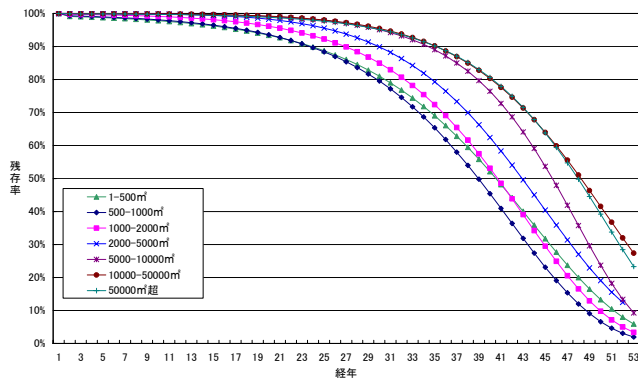


図5 延床面積別の残存率

延床面積別の残存率曲線（回帰）を図5に示す。面積値の大きいものほど平均寿命は長いという傾向が見える。ただし2000㎡以下では平均寿命にあまり差はなく、2000㎡、5000㎡あたりを境として平均寿命の違いを生じている。

(3) 所在地別の分析

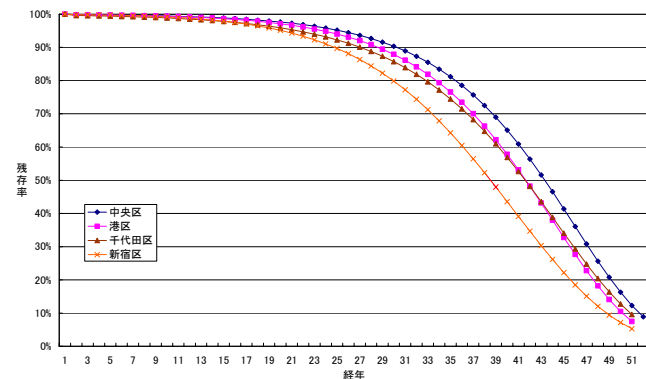


図6 所在地別の残存率

データを物件の所在地によって分類した結果（回帰曲線）を図6に示す。4区の中では中央区の物件が若干長く、新宿区における物件の寿命が若干短いといえるがさほど顕著な差ではない。ちなみに各区ごとの物件の延床面積平均値を求めてみると、中央区4002.27㎡、港区5181.29㎡、千代田区5374.48㎡、新宿区4924.98㎡という結果であった。したがって地域による平均寿命の差を物件の延床面積の違いに帰することは難しく、たとえばそこで展開される業務内容や形態の違い、所有者や居住者の移動頻度など、ここではとりあげていない他の要因による影響があると考えられる。

5 まとめ

文献2)の調査は、固定資産家屋台帳に基づく1991年時点の東京都千代田区、港区、新宿区、台東区における事務所建築を対象としたもの（以下91年調査）で、寿命推計を含んでいる。本調査との比較では調査対象および寿命推計にいたるデータ解析方法が異なるほか、地域としては91年調査では中央区の代りに台東区が含まれていた。また平均延床面積は2405.95㎡で、本調査の4820.27㎡と比較して建物規模は小さいものが多くなっている。本研究において「変形 Kaplan-Meier 法」を用いて解析した結果によると、平均寿命の推計値は40.25年で、91年調査における推計値の36.20年と比べると若干長めの値となった。この理由として考えられるのは1991年と2001年における経済情勢の違いもあるが、第一には調査対象建物の規模が違う点である。91年調査においても本調査においても、延床面積が大きいほど建物の寿命が長くなる傾向が確認されていることから、この結果の違いを説明できよう。次に考えられるのはアンケート回答の信頼性であるが、記録の不備等により既に解体されている物件を現存していると回答した可能性も皆無とは言えないであろう。ただその可能性は小さく結果への影響は少ないと考えられるが、事実の確認は容易ではない。

表9 50%残存率への到達推定年数

分類		変形KM法	回帰式
全体		40.21	40.25
構造	RC造	39.67	39.68
	SRC造	42.25	42.49
	S造	34.49	34.41
面積	500㎡以下	39.91	39.54
	500～1000㎡	37.68	37.95
	1000～2000㎡	39.68	39.69
	2000～5000㎡	41.20	41.91
	5000～10000㎡	45.47	44.64
	10000～50000㎡	48.11	47.22
	50000㎡超	46.64	46.95
地域	中央区	42.42	42.32
	港区	40.75	40.64
	千代田区	40.50	40.60
	新宿区	38.19	37.53

本研究でいうところの平均寿命を示した表9の結果を見ると、寿命に影響を及ぼす要因に関しては、構造種類や建物の所在地域よりも延床面積の影響が比較的大きいと考えられる。延床面積が大きいほど、建築の寿命は長いという結果であるが、その理由の一つとして、規模の大きな建築物は経済的、環境的な側面から簡単には解体しにくい存在であるということが考えられる。また構造種類別では特にS造の寿命が短いという結果が得られたが、この点も91年調査の結果と一致している。SRC造のものは延床面積の大きな建物が多く、寿命が長いという結果になった。S造とRC造を比べると、今回の調査では若干S造のほうが延床面積が小さい傾向はあるものの、大きな傾向の違いは認められない。したがってS造とRC造の構造種類別による寿命の違いを延床面積で説明することはできず、S造の建築物はRC造のものとは比べて何か解体されやすい固有の理由があると想像される。ただしS造といっても大は超高層から、小はペンシルビルと称されるかなり小規模なものまでその範囲が広

い。数としては後者が圧倒的に多いことは容易に想像できるので、S造の寿命は後者のような建物にひっぱられているとも考えられる。やや感覚的な言い方になるが、比較的小規模なS造であれば、手軽に造れる一方で手軽に壊せると考えられているようにも思われる。また小規模な建物では、売買などによる敷地の所有権移転が生じやすいため、それに伴う解体事例も少なくないと考えられる。

以上を総合すると、今回の調査の結果と91年調査の結果には大きく矛盾する点はないと考えられる。結論として東京の主要部における事務所建築の寿命は約40年程度であり、延床面積の小さなものあるいはS造(鉄骨造)の寿命が短くなる傾向にあるといえよう。

また従来筆者が行ってきた文献3)に示す寿命推計法(区間残存率推計法)は、調査時点における各新築年次別の現存数と滅失数がデータとして必要であったが、この種の資料が得られるのは調査が行き届いていてサンプルサイズも大きいという特別な場合に限定される。ここで提案した「変形 Kaplan-Meier 法」にはそうしたデータの制約がなく、竣工時点の記録と滅失時点または現存していることの記録があれば寿命推計が可能となるので、今後はさまざまな場面で応用されていくものと期待される。

謝辞

本調査におけるアンケートは、社団法人建築業協会・建物長寿命化特別委員会における活動の一環として実施されたものであり、各会員会社からの多大なご協力を得た。ここに記して建築業協会ならびに会員各社に感謝の意を表したい。

注1

本研究で残存率が50%に達した時点を実平均寿命としているのは、残存率曲線をひとつの指標で代表させるための便宜的な方法であり、格別の決まりがあるわけではない。生命表による平均余命の場合は残存率曲線の積分値に相当するものを用いているほか、高信頼度が求められる電子部品などのように、目的によっては90%や80%などもっと大きな残存率に達する時点を実平均寿命とみなす場合もある。

注2

この研究で用いている回帰分析の方法は、信頼度関数 $R(t)$ をワイブル分布(位置パラメータなしとありの2種類)としたもの、および故障密度関数を正規分布、対数正規分布としたものの4種類について、データから求めた現存率、非解体率あるいは残存率の各点に対して、最小自乗法により分布形を決定するパラメータを求め、得られた結果による残差自乗和がもっとも小さい関数を採用するという方式によっている。詳細については参考文献3)に示した。今回の分析では各回帰曲線はすべて位置パラメータを含んだワイブル分布となった。関数の式と、一例として図3に示す回帰曲線のパラメータ値は以下のとおりであるが、パラメータ値は結果的にかなり桁数の大きな値となっている。これについてはプログラムの数値計算上の理由によるものか原因は定かではないが、とりあえず実用上の支障はないと判断している。

・位置パラメータ δ を含むワイブル分布

$$R(t) = \exp \left\{ - \left(\frac{t - \delta}{\eta} \right)^m \right\}$$

・図3の曲線について、パラメータ値を示す(浮動小数点の倍精度表示)

$$m = 0.7024719182692274D+04$$

$$\eta = 0.5107531966851668D+05$$

$$\delta = -0.5103240610059758D+05$$

参考文献

- 1) 信頼性の分布と統計、市田嵩・鈴木和幸著、日科技連、1983
- 2) 東京4区における事務所建築のストック調査と寿命推計、小松幸夫・加藤裕久・三橋博巳、日本建築学会計画系論文集第465号 pp.123~132、1994.11
- 3) 建物寿命の年齢別データによる推計に関する基礎的考察、小松、日本建築学会計画系論文報告集第439号 pp.91~99、1992.9