建物劣化診断・整備提案 システムの開発

桑原 滋 ———*1
大住博宗 ———*2

A DEVELOPMENT OF BUILDING MAINTENANCE SYSTEM

Shigeru KUWABARA
Hirosumi OHSUMI

To provide facility management service, the Building Maintenance Planning System, a comprehensive expert system supporting inspection and diagnosis of building elements, rehabilitation planning and proposal had been developed and is being introducing. By using the system, current deterioration level and deterioration projection of inspected building elements are diagnosed and appropriate renovation specification are selected automatically. And finally, a rehabilitation proposal with renovation cost and performance recovery information is prepared for building managers. The concept and main structure of the system are based on accumulated results of research and development in building maintenance area conducted in NTT for last forty years.

キーワード：
維持保全，劣化，診断，改修，FM

Keywords :
maintenance, deterioration, diagnosis, renovation, facility management

1 はじめに

建築維持保全の技術テーマは、これを利用する組織の経営課題、建築資産の所有形態、維持保全を実施する部門の位置付け等に大きく影響されるため、開発された技術の理解にはその背景や位置付けを理解することが重要である。電気通信用建物のための建築維持保全関連の研究開発も社会・技術、経営的ニーズによりいくつかの変遷を経てきている。本報告では、建築維持保全技術の研究開発とその背景の変遷を概観し、この間の技術的蓄積を総合化して開発された「建物劣化診断・整備提案システム」の概要、導入結果等を報告する。

2 電気通信用建物のための維持保全研究開発の変遷

電気通信用建物のための維持保全に関する技術開発は、組織の経営課題やこれを実施する部門の位置付けにより次の3つの時期に分けて捉えることができる。

第1期：公社としての発足時から1970年代中期まで

第2期：1970年代後期から民営化まで

第3期：民営化から今日まで

第1期は、電話利用希望者の要望に応えるべき掲げられた「積滞解消、即時通話」の経営目標に基づく電気通信用建物の大量建設の時期であった。建築維持保全領域では電気通信用建物の性能確保のための資料整備と、建設された建物や建築部材の耐久性調査に重点をおいた研究開発が行われた。一例を図1に示す。

第2期は、INSの構築とこれに向けた経営基盤の確立が経営課題とされた時期であり、建築的には新築物件の減少とともに、大量の電気通信用建物の建設が一段落し、これらの建設ストックの経年劣

化が顕在しはじめた時期である。建築維持保全領域では、将来大きな業務となる建設ストックの維持保全の経済化が技術テーマとして注目され、建築維持保全実施体制の強化による予防保全への移行と建物診断技術・建物改修技術の開発に重点が置かれた。一例を表1に示す。

第3期では、日本電信電話公社の民営化に伴い、建物経営の地域分権化が進んだ。さらにそれまで公社内部の建築組織が行っていた建築関連業務の多くを社外で分担実施する会社が分離発足し、建物経営と建物の計画・設計・維持管理・技術開発業務の分離が明確化された。建築維持保全業務の分担会社への移行に伴い、建築維持保全領域ではファシリティマネジメント（以下、FMと表現）の発想に立った現状把握とデータ蓄積、経営判断を支援するための建物整備計画作成と提案の効率的実施に力が注がれている。

3 FMとしての建物維持保全

FMを「組織体の全施設及び環境を経営的視点から総合的に企画・管理・活用する経営管理活動」（FM推進連絡協議会による定義）とすれば、電気通信サービスの中期経営計画に基づき、電気通信ネットワークの拠点としての電気通信用建物の建設・運営維持管理を実施してきた建築関連業務はFMそのものであったといえる。

電気通信サービスをあまねく国内に提供するため、NTTは約440万m²の土地と約2100万m²の通信用建物を所有しており、建設からの平均経過年数が約25年となるこれらの建物を事業展開に対応して有効活用することが要望されている。ストックされた電気通信用建物を中心基盤とし、将来の電気通信技術の変化に対応しつつ高度な電気通信サービスの提供を支援するため、図2に整理される業務が、「通信の信頼性向上」「土地・建物からなるファシリティ

*1 (株)NTT ファシリティーズ研究開発部

*2 (株)NTT ファシリティーズ研究開発部

*1 NTT Power and Building Facilities Inc. Research and Development Department

*2 NTT Power and Building Facilities Inc. Research and Development Department

図 1 鉄部塗装の減耗率調査結果

表 1 修繕周期・修繕率表

区分	工 種 別	修繕区分	単 位	修繕率 (%)	備 考
内 部	アスファルト防水層 (4層)	全 面	10	15	設計・施工の条件によるもので一概にいえませんが10年で半数以上の層が剥離しており、所費り率として統計的にみると10年100%となる。防水層減耗率は4(c)-2.000.8となり、寿命は30年と推定される。経費的耐用期間は、18~22年である。
	エキスパンションジョイント (仕上材)	部 分	3	15	シーリング材の劣化、はく離は3年ぐらいから起る。10年では半数の層が数回になる。
	モルタル2回塗り	全 面	25	100	電線が腐食とともに劣化する傾向がうかがえ、10年以上になるとほとんどが50%以上いたため、寿命は10~20年の間と推定される。建物は10年で数回になったものが多い。
	クリンカータイル貼	部 分	10(5)	10	おもに壁地で用いており、10年未満のものが多いが、特例を除いてほとんどが剥離していない。
外 部	モルタルブロック (厚3cm、30cm角)	部 分	8(5)	15	おもに壁地で用いており、10年未満のものが多いが、特例を除いてほとんどが剥離していない。
	タイル貼 (4.7cm角)	全 面	25	100	剥離は非常に少なく、25年ぐらいまで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20%剥離した例がある。また施工不良のため、敷きくともはく離が主で5~6年から起れる。タイル仕上げは劣化が少なく、電線が腐食が起るため、寿命は10年~20年でやり替える例が多い。
	モルタル塗り	部 分	8	15	使用例が少ないが、ほとんど剥離が起れていない。25年以上の層があるが、剥離などが5%以下である。
	吹き付け仕上げ	全 面	25	100	使用例が少ないが、ほとんど剥離が起れていない。
壁 紙	人差石張り	部 分	10	15	使用例が少ないが、ほとんど剥離が起れていない。25年以上の層があるが、剥離などが5%以下である。
	石貼り (花崗岩)	部 分	25	15	使用例が少ないが、ほとんど剥離が起れていない。
	ボード壁貼	部 分	7	10	3年ぐらいの調査例しかないが、ほとんど剥離が起れていない。
	塗装 (合成樹脂系) コンクリート面	全 面	8	100	ばく剥離では5~6年で、ほとんどの試験体がチョーキングをおこしている。

(注) カッコ内は壁紙の場合を示す。

図 2 FM 業務の構成

図 3 FM の目的と付加価値

図 4 電気通信用建物のライフサイクルコスト構成

ィの有効活用」「建物関連コストのミニマム化」を目的として提供されている (図3)。

建築維持保全は図2に示す業務の中で「信頼性向上・老朽更新」業務に相当するが、この業務は電気通信用建物のライフサイクルコスト検討では図4に示すようにその35%に関連することが分析されており、経営へのインパクトも大きい。ライフサイクルコストの低減を図りながら、建物の信頼性を確保し、効率的に運用するためには、建物現状を客観的に把握したデータの整備と計画に基づいた業務実施が必要とされる。さらに、「信頼性向上・老朽更新」への投資に関する意思決定が建築技術知識の少ない建物経営者によりなされるため、適切な時期に適切な方法で建物整備が行われるよう、専門技術的な内容を理解しやすい形でまとめた建物整備計画提案を行う必要がある。

4 建物劣化診断・整備提案システムの開発

本システムは上記「研究開発の変遷」の第2期後半に開発が行われた。開発のニーズとしては以下の3項目に整理される。

- ① 建物の劣化診断や整備計画の作成は、専門知識とともに実務経験が必要とされるが、組織としては担当者のスキルの多寡に影響されることなく、一定のレベルを確保した劣化診断や整備計画作成が要望された。
- ② 建物の劣化診断や整備方法の検討、整備コストの算出には多くの稼働が必要とされる。時機を得た整備提案を行うためには効率的な業務実施が要求された。
- ③ 建築技術知識の少ない建物経営者が建物の劣化を理解し、整備時期・整備投資の適否についての的確な判断を行うための判りやす

い資料作りが要請された。

これらのニーズを解決するため、それまでの社内における建築維持保全に関わる研究開発の蓄積と改修・修繕工事の設計・監理経験、外部の耐久性研究成果を統合して「建物劣化診断・整備提案システム」の開発を行うこととした。

5 建物劣化診断・整備提案システムの概要

(1) 概要

本システムの概要を図5に示す。主な技術的特徴は以下の通りである。

- ① 「建物部位劣化進行」「整備工法」「整備工法単価」のデータベースを持つ。また、データ入力に用いる画面上に劣化現象に応じて診断すべき点検項目と各点検項目に対する評価基準を表示する機能を有し、診断担当者を支援する。
- ② 診断担当者が選定した診断すべき建物部位について、劣化現象・劣化の程度、劣化数量の点検結果を入力することにより、自動的に劣化の評価を行い、劣化レベルの計算、劣化進行の予測を行う。
- ③ 建物の将来利用計画情報や劣化レベル、劣化数量をもとに建物

部位ごとに要求される整備レベルを検討し、整備工法の選択、整備実施による劣化の回復計算、整備コストを計算する。

④ 整備すべき主要な建物部位を選択することにより、上記の劣化と整備の情報をもとにした整備計画提案書、整備仕様書、工事概算書を作成する。

⑤ 本システムが提供する各種情報により、建物経営者が整備計画提案書に示された建物部位の劣化状況、整備時期、整備投資と劣化回復の突き合わせ情報により建物整備事業計画を検討出来るほか、FM 担当者が建物劣化定期点検の実施や修繕・改修工事発注の参考資料作成を効率的に行うことができる。

(2) システムの構成

① 診断建築部位：本システムは図6に例示するものを含めた95建築部位を対象としており、これら各建築部位とこれまでの電気通信建物用建築工事仕様書の中で指定してきた仕上げ材料を組み合わせた約230の診断建築部位を設定し、点検情報入力のための劣化評価シートを用意している。

② 劣化現象：各診断建築部位に発生する劣化現象は図7に例示するように一般的な劣化現象を想定しているが、整備は建築部位別に行うため躯体・下地・仕上げのような建築部位を構成する要素と各要素に発生する劣化現象に重み付けを行い、建築部位としての劣化現象を構成している。

③ 劣化レベル：建物経営者の理解を容易にするため、本システムでは劣化評価値、劣化レベルを設定している。劣化評価値は建築

部位としての劣化現象における重み付けを利用し、建設当初時の劣化評価値を0とし、その建築部位に期待される性能の劣化が限界に達した時を100とした定量的表現である。また、この間を4分割した劣化レベルにより劣化の程度を定性的に表現している。

④ 劣化進行予測：診断建築部位の各々について、これまで社内で実施してきた建物材料・部位の耐久性調査、改修・修繕工事の設計・監理経験、社外の建築材料耐久性検討データをもとに劣化進行予測曲線を想定している。この予測曲線では建物が立地する環境の影響を考慮し幅を持たせた劣化予測を行っている。また、この劣化進行曲線をもとにして時間経過とともに劣化評価値も悪化することとしている。

⑤ 整備レベル：整備工法の選択の前処理として整備レベルを設定している。整備レベルは劣化レベルと直接的に対応するものではなく、図8に示すよう耐用年数、将来の建物利用計画等も合わせて考慮されており、整備レベルの確定によって、建物用途計画に応じた劣化の判断、今後の整備工事への取組みの程度を整理している。

⑥ 整備工法：整備工法もこれまで電気通信建物の整備工事で仕様化してきたものを用意し、各建築部位における各整備レベルに応じた複数の整備工法をデータベースとして用意している。

(3) システムの利用

本システムを使用した作業フローを図9に示す。

① 劣化評価シート：現地調査では図10に示す劣化評価シート画面を利用する。ここでは、各診断建築部位別に診断すべき劣化現象と各劣化現象毎に4段階の評価基準が表示される。診断担当者はこれらのガイドに従い、劣化判定結果と劣化数量を入力する

図5 建物劣化診断・整備提案システムの構成

図6 診断建築部位例

部位	屋上（防水）	外装タイル	塗り・吹付け仕上
劣化現象	変退色	汚れ	汚れ
	白亜化	浮き	変色
	ふくれ（浮き）	剥落	退色
	ひびわれ	ふくれ	白亜化
	剥がれ（剥離）	欠損	減耗
	欠損・破断・損傷	エロレション	ひびわれ
	減耗	ひびわれ	ふくれ（浮き）
	砂落ち	さび汁	剥がれ（剥離）
	植物の繁殖	破損	さび
	ドレインの詰まり	凍害	
	伸縮目地の異常	目地劣化	

図7 劣化現象例

図8 整備レベル判定フロー

図 9 建物劣化診断・整備提案システムを利用した作業フロー

ことができる。また、データ入力に伴い劣化評価値が計算されるため、劣化状況を定量的に把握することも可能となる。

② 劣化進行シミュレーション：劣化進行予測曲線画面では、始めに診断時の建築部位の劣化評価値と劣化進行予測曲線が表示されるが、整備工法を選択することにより劣化進行予測曲線が整備終了後の劣化評価位置に移動する。整備工法を自由に選択し直すことにより建物用途計画に応じた適切な整備工法の選択をシミュレートすることができる（図 11）。

③ 整備コスト：整備コストの集計は診断した全建築部位について 2 つの将来時点を選択して行うことができる。整備コストの算定を終えると、劣化レベル・整備レベル・整備工法・整備コスト・費用区分を一覧することができる（図 12）。

④ 整備計画：整備計画の検討は診断した建築部位の中から、整備を急ぐもの、整備コストが大きいものなどを判断し、主要 10 建築部位を選択して行う。各建築部位について 2 つの時点での劣化回復状況と整備コストの比較ができ、整備投資とその効果についての判断材料を提供できる（図 13）。

建物経営者へは図 14 に示す整備計画提案書が提出される。

(4) システムの導入効果

本システムを使用した 3 千～1 万 m²建物における 34 例の建物劣化診断・整備提案業務の実施稼働分析を図 15～図 17 に示す。

① 実施状況：診断した建築部位数は建物規模との相関は低い、診断建築部位数（作成劣化評価シート数）は 5～約 55 枚に分布し、平均で 28 建築部位/建物である。これは診断担当者が仕仕上げ種類、建物経年、劣化状況等により診断建築部位を判断しているためと考えられる。

② 必要稼働時間：診断建築部位当たりの稼働時間は診断建築部位数が 10 程度以上となると、約 80 分/建築部位となる。

③ 稼働構成：全稼働のうち、図面・情報収集、診断建築部位の面積算出、調査計画などの準備作業に稼働の約 40%が、現地調査に約 16%が、データ整理・積算に約 23%が、提案書作成に約 18%が使用されている。同程度の建物を本システムを使用せずに劣化診断し、整備提案を作成した場合に比べ、現地調査、データ整理・積算、提案書作成作業を中心に稼働削減が達成されている。また、この分析は初回のシステム利用データであり、データベースが整備されることにより診断建築部位の面積算出などの基礎的作業が省略できるため、2 回目以降のケースでは、一層の稼働削減が期

図 10 劣化評価シート画面

図 11 劣化進行予測曲線画面

図 12 整備計画一覧画面

図 13 整備計画グラフ画面

待できる。

6 おわりに

既存建物ストックの利活用が叫ばれている。このためには、建物の現状を的確に把握し、維持保全データベースを整備し、中長期計画のもとに建物更新を図ることが重要である。これは、建築維持保

写真

整備計画提案書作成例

図14 整備計画提案書例

図15 調査建物規模と劣化評価シート作成枚数

図16 建物劣化診断・整備提案業務の実施時間

図17 建物劣化診断・整備提案業務の稼働構成

全業務が建築技術領域内のみに止まることなく、FM的発想に立つて経営へ参画すること、経営をサポートすることが要求されていることを意味する。専門的な経験や知識、蓄積された調査研究データを活用し、建物部位構成や劣化現象など様々な要因を総合的に取りまとめ、建物経営者に対し信頼される技術力とデータの裏付けをもって整備工事への投資とその効果を判りやすく提案することが必要である。

「建物劣化診断・整備提案システム」では、永年にわたり培ってきた建築維持保全関連の調査研究データと設計・監理経験を総合し、建物の劣化を診断(CHECK)⇒計画(PLAN)⇒整備(DO)といったサイクルで捉え、劣化診断から建物整備計画までを一連のシステムとしてまとめている。そして、本システムの導入により建物の維持保全業務では効率化とレベル確保が達成されており、また、建物経営者に対し管理建物の劣化状況と整備時期・整備投資についての情報を提供でき、的確な経営判断のサポートが可能となっている。

参考文献

- 1) 桑原 滋, 山下武則, 大住博宗: 建物劣化診断・整備提案システムの概要, 日本建築学会第16回情報システム利用技術シンポジウム予稿集, pp. 527~532, 1993
- 2) 飯塚 裕: 建築維持保全, 丸善, 1990

[1995年6月30日原稿受理 1995年8月25日採用決定]