D1-3

建築設備における保全計画の最適化に関する研究
-既往研究の分析と研究の方向性の検討-

A study on the optimization of building equipment's maintenance programs
-Analysis of previous researches, and the consideration of the study process-

○中島章[1]，　井口雅登[2]，　池田耕一[2]，　蜂巣浩生[2]
*Sho Nakajima[1],Masato Iguchi[2],Ikeda Koichi[3],Hiroo Hachisu[4]

Abstract: Repairing and a renewal of the building equipment's keeps increasing with the deterioration of a large amount of buildings constructed from the period of high economic growth in Japan. In recent years, the risk in the business continuity is required to reduce even if it is in a disaster or an emergency, though it is necessary to suppress the maintenance costs as much as possible. So the method to optimize the maintenance program in the building equipment should be constructed to reduce both of the cost in the maintenance operation.　In this paper, the authors have investigated the previous paper and considered the study process.

１．はじめに

わが国では高度経済成長期から大量に建設された建築物の高経年化進み, 補修・更新の需要が増加している[1]. 建築設備の耐用年数は躯体の耐用年数よりも短いため, 計画的・効率的なマネジメントをしないと保全費用が増大する可能性がある. 近年では災害時や非常時においても事業継続に関するリスクを低減することが求められており, なるべく少ない保全費用で建築設備の補修や更新を行って建築設備の信頼性を担保していかなくてはならない. 本研究では建築設備の性能が意図された通り発揮されることで, 企業の事業継続性を確保しつつ保全費用の抑制を実現するための指標を検討する. さらに, あらかじめ建築設備の更新判断基準を明確にすることで保全計画の最適化を図ることを目的としている.

２. 建築設備の修理や更新に関する既往研究

Table1 に今回調査した既往研究文献を示す. 更新判断・耐用年数, 故障傾向・信頼性工学, リスク工学, ライフサイクルコストの４つのキーワードに分類して文献調査を行った. まず, 既往研究のうち建築設備の修理や更新に関する研究についての調査内容をまとめる. 高草木ら(Table1,[2])は, 信頼性工学の立場から耐用年数を導き出し, 初期コストと稼働費で計算した経済寿命との二つの指標を加味した更新時期判断手法を検討している. 原ら(Table1,[3])は, 高草木らが検討していない空調機器のライフサイクルを通した保全費の推移と予測, 影響の研究を行い, 更新判断に関する検討を行っている.

３. リスク(損害)に関する既往研究

続いて, 既往研究のうち建築設備とリスクマネジメントに関する研究についての調査内容をまとめる. 松村ら(Table1,[4])は, リスクベースメンテナンス(以下　RBM 手法)の建築分野への適用について検討している. RBM 手法とはエンジニアプラント分野でよく用いられるもので, 部位が持つ重要度, 緊急度を考慮したリスク査定を行い, 安全重視の過剰設計を防止し, 効率よく設備のリスクを下げることで, コストを削減しようとするものである. 松村らは論文内で被害の大きさ, 故障の起こりやすさを反映させたリスクマトリクス表を用いている. また、松村ら(Table1,[5])は高草木ら(Table1,[6])の主に建築設備を対象とした故障リスクに関する研究をもとに発生確率を検討, 続報として増田ら(Table1,[7])が, 安全性, 経済性に関する被害の大きさによる影響度の検討を行っている.

４. 今後の方向性

既往研究の調査結果を踏まえ, 本研究の方向性を Figure1 のように定めた. まず保全計画は, 建築設備のライフサイクルコストとリスクという２つの指標を用いて最適化するよう考えた. 既往研究調査を行った修理更新とリスクマネジメントを融合させること

1：日大理工・院（前）・建築　2：日大理工・教員・建築

で, 相反する保全費の最小化, リスクの最小化を適切に判断することができ, 建築設備の状況に合わせた保全計画を立てることができる.

建築設備のライフサイクルコストは, 修繕費用構成部品の寿命と修繕費用から算出する. 修繕費用は修繕履歴等を分析し明らかにしていく必要があり, 構成部品の寿命は故障履歴等を分析して傾向を把握し, 適切な数値を設定していく必要がある.

建築設備の故障時におけるリスクは構成部品の信頼度と故障時の影響度から算出する. 信頼度は故障履歴等の分析により故障の発生確率から求めることができる. また, 故障時の影響度を定量化するためには, 被害の大きさを評価しなければならない. 被害の大きさは、建物の用途, 規模, 保全の考え方によって変化するので, 設定方法を検討していく必要がある.

建築設備の更新の判断は, 保全計画で最適化を図るよう今後検討していく必要がある.

5. まとめ

保全費用とリスクを最小化し保全計画を最適化する方法を研究するため、既往研究を分析した上で, 今後の方向性を示した. 今後は, 実際の事務所ビルにおける故障履歴等の分析により故障傾向の把握を行い, 構成部品の寿命や信頼度を算出していく予定である.

6. 参考文献

[1]国土交通省-建設リサイクル推進施策検討小委員会, 「課題の要因となる背景、課題に対する取組み事例等について」 2007 年 8 月

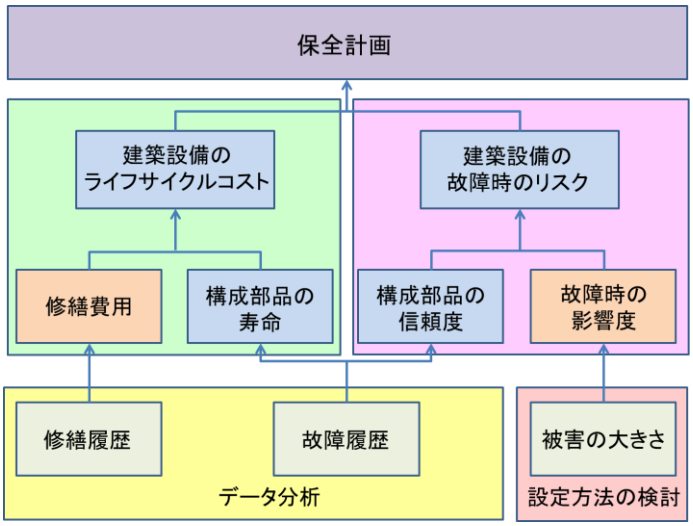

Figure1. 今後の方向性

Table1. 既往文献調査

キーワード	文献
更新判断・耐用年数	[2] 高草木,「空調設備の更新評価に関する理論的研究」(日本建築学会計画系論文報告集, 第435号, pp. 23-31, 1992年5月) (日本建築学会計画系論文報告集, 第435号, pp. 23-31, 1992年5月) [3] 原, 尾島,「事務所建築における空調設備の保全費予測と更新時期の評価手法に関する研究」 (日本建築学会計画系論文集, 第547号, pp. 209-214, 2001年9月) 飯田, 吉田,「オフィスビルの部材・設備の耐用年数の基礎的研究」 (工学院大学研究報告, 第114号, pp. 47-55, 2013年4月) 飯田, 吉田,「オフィスビルの改修記録などから見た主な建築設備の耐用年数の研究」 (日本建築学会学術講演梗概集, pp. 1241-1242, 2010年7月) 関, 大橋,「事務所建物におけるリニューアル実行計画の検討（第２報）」 (空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, 平成17年(3), pp. 1985-1988, 2005年7月) 関, 大橋,「事務所建物におけるリニューアル実行計画の検討（第１報）」 (空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, 平成16年(2), pp. 787-790, 2004年8月) 原, 尾島,「中規模事務所建築設備の保全実態と更新時期算定に関する研究」 (日本建築学会環境系論文集, 第576号, pp. 73-79, 2004年2月) 原, 尾島,「中規模事務所建築における空調システムの劣化率算定手法に関する研究」 (日本建築学会環境系論文集, 第573号, pp. 95-101, 2003年11月)
故障傾向・信頼性工学	[6] 高草木,「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・衛生工学論文集, 第155号, pp. 1-10, 2010年2月) 泉山, 窪田,「吸収式冷凍機の信頼性と初期故障期間に関する事例研究」 (空気調和・衛生工学会論文集, 第107号, pp13-20, 2006年2月) 高草木,「空調機器の信頼度・保全度調査研究」 (日本建築学会計画系論文報告集, 第436号, pp. 1-9, 1992年6月)
リスク工学	[4] 松村, 小松,「建築分野へのリスクベースメンテナンス手法の導入による維持保全の効率化　その1：」 (日本建築学会学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題, pp. 1255-1256, 2011年7月) [5] 松村, 小松,「建築分野におけるリスクベースメンテナンスの活用　その3:」 (日本建築学会学術講演梗概集　2012(建築社会システム), pp159-160,　2012年9月) [7] 増田, 小松,「建築分野におけるリスクベースメンテナンスの活用　その4:」 (日本建築学会学術講演梗概集　2012(建築社会システム), pp. 161-162,　2012年9月) 田中, 薫谷,「維持管理段階における建築環境・設備のリスク回避手法に関する研究」 (空気調和・衛生工学会論文集, 第167号, pp31-39, 2011年2月) 堀, 畑,「リスクを考慮したアセットマネジメント支援システムの開発」 (大成建設技術センター報, 第43号, 2010年) 薫谷, 田中,「建築・設備のリスク管理におけるリスクマップの検討」 (空調調和・衛生工学会学術講演会論文集, 平成19年(2), pp1171-1174, 2007年8月)
ライフサイクルコスト	木本, 斎藤, 荻原, 関, 山本「建築物の長期修繕計画システムおよびLCC算定システムの開発」 (日本建築学会技術報告集, 20号, pp335-338, 2004年12月) 杉田, 藤上, 村川, 西名, 西本「事務所建物における維持管理状況を考慮したライフサイクルコスト算出に関する基礎的研究」 (日本建築学会計画系論文集第540号, pp243-249, 2001年2月) 田島, 角田, 小松,「施設管理におけるライフサイクル計画に必要な更新費の算定手法に関する研究」 (日本建築学会計画系論文集, 540号, pp243-249, 2001年2月) 佐々木, 藤上,「建築設備の維持保全・修繕計画に関する研究」 (日本建築学会学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題1999, pp1059-1060, 1999年7月)