

# 保全方式決定のための数量化手法の適用検討 －保全上の重要度の定量的検討（その1）－

## Maintenance Importance Evaluation Using Mathematical Method, Part 1

三菱重工業株式会社	熊野 哲嗣	Tetsuji KUMANO	Member
秋田県立大学	笠井 雅夫	Masao KASAI	Member
元(株)普遍学国際研究所	岩見 裕	Hiroshi IWAMI	
東京電力株式会社	設楽 親	Chikashi SHITARA	Member

This paper provides the first part of the study on maintenance importance evaluation using a typical mathematical method called 'Klee method'. Klee method is a quantitative method and the results of the evaluation are compared with the conventional qualitative method. Actual evaluation is performed on typical auxiliary pump parts of a nuclear power plant. As a conclusion of this study (Part 1), additional way is considered as a better way against multiplicative way of Klee method where the final conclusion is to be made with the Part 2 study.

**Keywords:** Maintenance Importance Evaluation, Mathematical Method, Klee Method

### 1. 緒言

原子力発電所の安全性・信頼性をより一層向上させるためには、発電所の設備機器を『重点指向型保全』の考え方に基づき、それら設備機器の“重要度”に応じた適正な保全を行うことが大切である。重要度分類やクラス区分には設計の観点からは種々あるが、保全に関する具体的な評価、規格基準等は現状ではない。そこで本検討では保全に着目し、新たに“保全上の重要度”という概念を導入する。本検討では、保全実施の最小単位となる「部品」の保全上の重要度を評価する手法として、定量的な検討が行える代表的な手法を選定し、具体的な機器部品に対して保全方式決定のための数量化手法の適用検討結果を紹介する。「その1」では、既存の工学的判断に基づく定性的手法による保全上の重要度の検討内容（既存評価）並びに代表的な数理化手法を用いて新たに評価した場合（新規評価）の内容について紹介する[1], [2]。

### 2. 既存の定性的手法による検討

保全方式決定のための数量化手法の適用検討を行う

連絡先:熊野哲嗣、〒652-8585 神戸市兵庫区和田崎町  
1-1-1、三菱重工業株式会社、電話: 070-6508-9382、  
e-mail: tetsuji\_kumano@mhi.co.jp

前にまず、既存の工学的判断に基づく定性的手法により機器部品の保全上の重要度を、ポンプを例に評価を実施した。その結果を表-1に示す。

### 3. 数量化手法による保全上の重要度検討

#### 3.1 検討に用いる数量化手法

本検討で用いるクリー法は、評価項目間の重要度の定量的な判断が可能な場合に有効な手法である。本手法によるウェイト付けの手順は以下の通り。

- (1) 評価項目を任意の順に並べる。
- (2) 最初の評価項目から順番に次の項目と比較して、重要度が何倍であるかを設定する。
- (3) この作業を最後から2番目の項目まで行う。
- (4) 最後の項目の重要度の点数を1として、順次前の項目の重要度の点数を計算し直す。
- (5) 上記c, d項で求めた点数の合計を求め、これで各評価項目の重要度の点数を規格化しウェイトとする[3]。

#### 3.2 保全上の重要度の定量化の検討手順

検討の手順は以下に示す通り。

- (1) 既存の定性的手法による評価
- (2) 機能の重要度評価
- (3) クリー法による新規評価

表-1 既存の工学的判断に基づく定性的手法による機器部品の保全上の重要度の評価結果（ポンプの例）

機能	部品	重要部品	評点	経年変化事象	故障モード	発生の可能性	故障の影響	評点	検知の容易性 (検知可能性)	評点	規制関連	評点	総合評点	部品レベル重要度
送水	主軸	◎	10	摩耗	軸振動大	中	大	40	普通	20	—	1	71	A
			10	疲労割れ	主軸損傷	小	小	10	困難	30	—	1	51	C
	羽根車	◎	10	腐食	吐出圧力低下	中	大	40	普通	20	—	1	71	A
	羽根車リング	—	1	腐食	吐出圧力低下	大	中	40	困難	30	—	1	72	A
	ケーシングリング	—	1	腐食	吐出圧力低下	小	中	20	困難	30	—	1	52	C
	軸受	◎	10	摩耗	軸振動大	大	大	50	容易	10	—	1	71	A
耐圧	ケーシング	◎	10	腐食	変形	小	小	10	困難	30	○	10	60	B
			10	疲労割れ	冷却材漏えい	小	大	30	普通	20	○	10	70	A
	ケーシングカバー	◎	10	腐食	冷却材漏えい	小	大	30	容易	10	○	10	60	B
			10	疲労割れ	冷却材漏えい	小	大	30	普通	20	—	1	60	B
	取付ホルト	◎	10	腐食	軸振動大	小	大	30	普通	20	○	10	70	A
	メカニカルシール	—	1	摩耗	シール水漏れ	大	小	30	容易	10	—	1	42	C
	シール水クーラ	—	1	腐食	シール水漏れ	小	小	10	普通	20	—	1	32	E
支持	ベース	—	1	腐食	機器振動大	小	小	10	容易	10	—	1	22	E
	基礎ホルト	◎	10	腐食	機器振動大	小	大	30	容易	10	—	1	51	C

表-2 ポンプ部品の保全上の重要度評価結果（新規評価）

機能	部品		新規評価				既存評価結果 [参考]	
			評点-1(注)		評点-2(注)			
送水	主軸	摩耗	67.0	A	67.0	A	71	A
		疲労割れ	53.0	A	66.0	A	51	C
	羽根車	腐食	63.8	A	65.9	A	71	A
	羽根車リング	腐食	47.2	B	57.6	A	72	A
	ケーシングリング	腐食	26.0	D	42.5	B	52	C
	軸受	摩耗	51.0	A	55.9	A	71	A
耐圧	ケーシング	腐食	36.4	C	46.9	B	60	B
		疲労割れ	27.4	D	40.9	B	70	A
	ケーシングカバー	腐食	22.2	D	34.5	C	60	B
		疲労割れ	25.2	D	36.5	C	70	A
	取付ホルト	腐食	19.9	E	31.2	C	70	A
	メカニカルシール	摩耗	12.0	E	36.2	C	42	C
シール水クーラ	腐食	13.3	E	28.4	D	32	E	
支持	ベース	腐食	11.9	E	28.3	D	22	E
	基礎ホルト	腐食	16.5	E	30.4	C	51	C

(注) 評点-1: 評価の際、項目間で乗じた場合。  
 評点-2: 評価の際、項目間で加算した場合。

### 3. 結言

本検討では、機器部品（ポンプ部品）の重要度を、まず既存の工学的判断に基づく定性的手法によって評価した。一方、独立した形で、数理化手法の内の

クリー法を採用し、新たに評価を行った。表-2に示すように、新規評価で行った乗算方式と加算方式のそれぞれの結果と、既存評価結果を比較した場合、「評点-2」の加算方式の方がより既存評価結果に近い値となった。ただし、このことだけで、クリー法は加算方式の方が適切と結論づけるのは早計であり、「その2」の検証評価の結果を踏まえ、いずれの方式（乗算方式、加算方式）がより現実的に適用性があるかどうかを判断することとする。

### 謝辞

本検討は基本的に、(社)日本機械学会 RC177 軽水型原子力発電所保全研究分科会で実施した検討成果を再構成したものであり、関係者の方々に感謝する。

### 参考文献

- [1] 熊野哲嗣他、“保全方式決定のための数理化手法の適用検討－保全上の重要度の定量的検討（その1）－”、保全学 Vol.3, No.4 (2005)、pp.35-40.
- [2] (社)日本機械学会研究協力部会 RC177 “軽水型原子力発電所保全研究分科会（フェーズ2）” 研究報告書、2002年3月31日発行、添 pp.2-22. 添 pp.4-1-4-11.
- [3] 中村嘉平、浜岡尊、山田新一著、新版システム工学通論、朝倉書店、pp.24-25.