

シミュレーションによる保全計画の解析

尾藤 信 寺本 和幸

Analysis of The Maintenance Policies in Simulations

Makoto BITOH, Kazuyuki TERAMOTO

This paper analyze with optimum maintenance policies for simulation of Monte Carlo methods of maintenance policies model.

The cumulative life curves (Figure 2) can then be used to construct failures model for the random numbers.

1) Choose three random numbers between 000 and 999 by means of a table of random digits (Table 3).

2) Project horizontally the point on the y axis corresponding to this random numbers, until the projection line intersects the cumulative life curves (Figure 2).

3) Write down the value of x corresponding to the point of intersection. This value of x is taken as the failures day digits of x (Table 3).

1. 緒 言

本研究のモデルに使用した資料は、自動車部品を製造しているプレス工場である。おもな工程は、切断・穴明・曲げで、他に部分組立も行っている。そこで本研究ではこのプレス機の点検整備を合理的に行うために、適性点検整備周期を求めた。なお本研究は、プレス機の故障モデルをモンテカルロ法によるシミュレーションによって解析し、適性点検整備周期を求めた。

2. 工場の現状

本工場のプレス台数は第1工場で32台、第2工場で30台である。製造費用に対する保全費の割合は0.7%であり、従業員の保全員が占める割合は2.3%である。日常の点検項目は、注油・ブレーキ・クラッチ・空気もれ・空気圧・

スッピルゆるみ等があり、これは班長が行っている。プレスの種類は、小型20~50トン、中型100~120トン、大型600~800トン、別になっている。定期点検の周期は大型プレスで1年2ヶ月、100トン級プレスで1年である。図1は工場の一部であるが、本研究ではこのプレスについて実験を行った。図1のA・B・Cは製品によって、3種類の工程を流れることを示す。

故障周期と故障の割合は、本工場において記録されている保全修理履歴カードをもとに表1を作成した。これによって、プレスの累積寿命曲線(図2)を描いた。これは解析のところで図2のy軸の累積確率へ乱数を投入して、推定故障日数のモデルを作成するときに使用するためである。また、過去2年間のデータにより故障項目別金額とその割合は表2のごとくである。

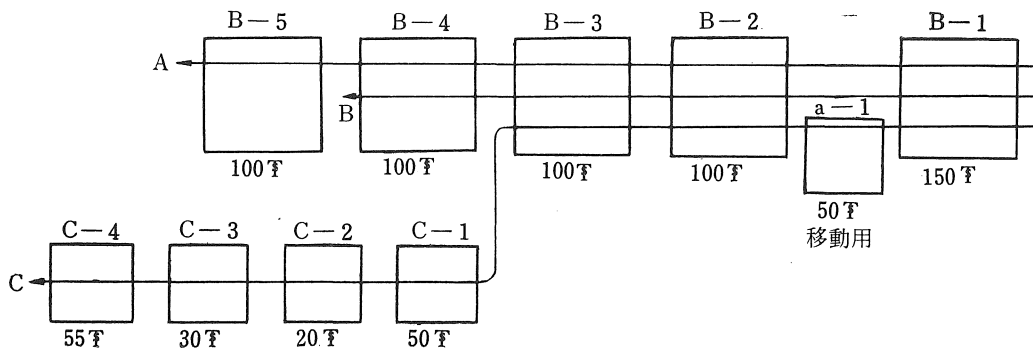


図1. プレスの配置と製品の流れ

表 1. 故障周期と故障の割合

故障 周期	障 回数	百分率	累 積 百分率	故障 周期	障 回数	百分率	累 積 百分率	故障 周期	障 回数	百分率	累 積 百分率
日	回	%	%	日	回	%	%	日	回	%	%
0	5	4.0	4.0	30	0	0	82.0	60	1	0.8	96.4
1	7	5.6	9.6	31	0	0	82.0	61	0	0	96.4
2	6	4.8	14.4	32	3	2.4	84.4	62	0	0	96.4
3	6	4.8	19.2	33	0	0	84.4	63	0	0	96.4
4	6	4.8	24.0	34	1	0.8	85.2	64	0	0	96.4
5	3	2.4	26.4	35	1	0.8	86.0	65	0	0	96.4
6	7	5.6	32.0	36	0	0	86.0	66	0	0	96.4
7	5	4.0	36.0	37	1	0.8	86.8	67	0	0	96.4
8	9	7.2	43.2	38	2	1.6	88.4	68	0	0	96.4
9	3	2.4	45.6	39	0	0	88.4	69	2	1.6	98.0
10	5	4.0	49.6	40	1	0.8	89.2	70	0	0	98.0
11	2	1.6	51.2	41	1	0.8	90.0	71	0	0	98.0
12	4	3.2	54.4	42	0	0	90.0	72	0	0	98.0
13	3	2.4	56.8	43	0	0	90.0	73	1	0.8	98.8
14	1	0.8	57.6	44	0	0	90.0	74	0	0	98.8
15	5	4.0	61.6	45	1	0.8	90.8	75	0	0	98.8
16	1	0.8	62.4	46	0	0	90.8	76	0	0	98.8
17	3	2.4	64.8	47	1	0.8	91.6	77	1	0.8	99.6
18	3	2.4	67.6	48	0	0	91.6	78	0	0	99.6
19	1	0.8	68.4	49	0	0	91.6	79	0	0	99.6
20	1	0.8	69.2	50	1	0.8	92.4	80	0	0	99.6
21	2	1.6	70.8	51	1	0.8	93.2	81	0	0	99.6
22	0	0	70.8	52	1	0.8	94.0	82	0	0	99.6
23	2	1.6	72.4	53	1	0.8	94.8	83	0	0	99.6
24	2	1.6	74.0	54	0	0	94.8	84	0	0	99.6
25	2	1.6	75.6	55	0	0	94.8	85	0	0	99.6
26	1	0.8	76.4	56	1	0.8	95.6	86	1	0.8	100.4
27	1	0.8	77.2	57	0	0	95.6	87	0	0	100.4
28	0	0	77.2	58	0	0	95.6	88	0	0	100.4
29	6	4.8	82.0	59	0	0	95.6	89	0	0	100.4
計									125	100.4	100.4

表 2. 故障項目別金額と故障金額の割合

No.	故障項目	故障金額	割 合	No.	故障項目	故障金額	割 合
		千円	%				
1	定期点検	1681	33.3	11	摩 耗	58	1.1
2	ブレーキ	1094	21.7	12	ダイクシオン	57	1.1
3	クランク	492	9.8	13	安全器	45	0.9
4	主 軸	404	8.0	14	スイッチ	34	0.7
5	ギヤ ー	289	5.7	15	ボックス	32	0.6
6	スライド	230	4.6	16	スベリ止	27	0.5
7	クラッチ	186	3.7	17	給 油	25	0.5
8	エ ャ ー	144	2.9	18	ベ ル ト	25	0.5
9	メ タ ル	123	2.4	19	電 磁 弁	12	0.2
10	モ ー タ ー	110	2.2	20	ボ ル ト	2	0.06
					ラ ム	1	0.03
計						5046	100.0

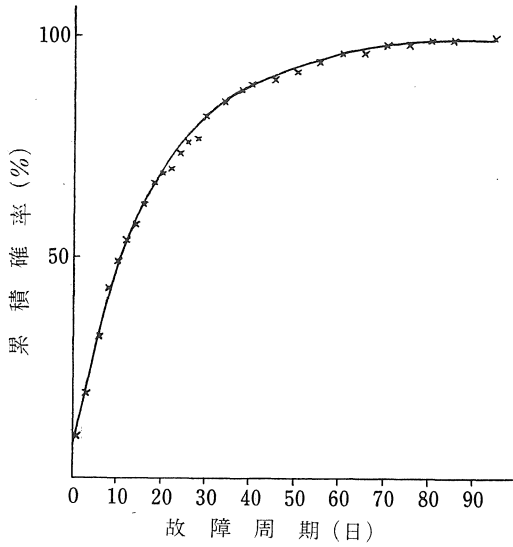


図 2. 累積寿命曲線

3. 解析方法

3-1 推定故障日数のモデル作成

以上のデータをもとにプレスの故障についてのモデルを作ってみる。矩形乱数表から3桁の乱数を取り、図2の累積寿命曲線の累積確率に対応させる。これによって表3の推定故障日数のモデルが各プレス別にできあがる。

3-2 修理方法別故障モデル作成

表3によって得られた推定故障日数のモデルをもと

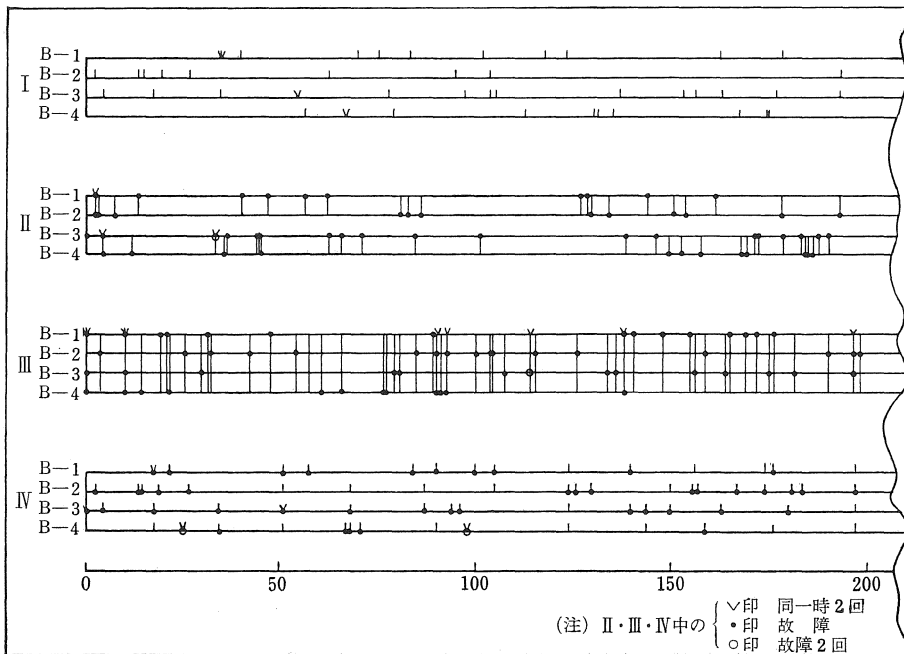
表 3. 推定故障日数のモデル

プレス No.	乱 数				推定故障日数			
	B-1	B-2	B-3	B-4	B-1	B-2	B-3	B-4
1	865	202	005	955	35.2	3.0	0.0	56.6
2	003	534	302	491	0.0	11.5	5.1	9.9
3	276	064	561	016	4.4	0.5	12.6	0.0
4	812	272	652	422	29.2	4.4	17.0	7.8
5	353	424	690	894	6.2	7.9	19.4	39.8
6	781	861	031	634	26.4	34.7	0.0	16.1
7	363	841	743	072	6.4	32.4	23.2	0.6
8	483	893	697	244	9.6	39.7	19.5	3.8
9	314	961	383	842	5.4	59.1	6.8	32.5
10	891	678	112	383	39.3	18.5	1.3	6.8
11	629	143	833	057	15.8	1.9	31.4	0.4
12	923	259	640	828	46.5	4.1	16.4	30.8
13	896	998	258	756	40.3	85.0	4.1	24.3
14	150	376	327	615	2.0	6.7	5.6	15.1
15	904	048	577	827	41.9	0.3	13.3	30.7
16	888	496	641	655	38.6	10.1	16.4	17.1
17	291	399	882	990	4.8	7.2	37.6	76.0
18	633	374	407	757	16.0	6.7	7.4	24.4
19	283	217	721	226	4.6	3.3	21.6	3.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

に、4種類の修理方法について実験を行う。

I. 各プレスを独立に修理する。

II. 2台のプレスを組みにして、一方が故障をした場合、他は点検をする。



(注) II・III・IV中の
 ∇印 同一時2回
 ・印 故障
 ○印 故障2回

図 3. 修理方法別故障モデル

Ⅲ. 4台のプレスを組みにして、1台が故障した場合、他の3台は点検をする。

Ⅳ. 平均故障日数が16.5日であるから、16.5日より長い期間を経過した場合は同時に他の3台も点検をする。

4. 解析結果と考察

以上の解析方法を他のA、C工程についても同様に実験を行う。

その結果B工程について故障回数・点検回数・故障費用・点検費用、を修理方法別に比較してみる。故障回数は表4に示すとおり、Iの方法が比較的少なくてすむことがわかる。またそのちがいは図4からはっきり知ることができる。

表 4. 故障回数及び点検回数

パターン	期間	50日	100日	150日	200日	250日	300日
		故障回数	12回	25回	36回	47回	56回
I	点検回数	—	—	—	—	—	—
	故障回数	18	27	36	54	67	77
II	点検回数	18	27	36	54	67	77
	故障回数	17	33	46	60	77	90
III	点検回数	51	99	138	180	231	270
	故障回数	14	29	37	48	58	71
IV	点検回数	2	8	14	20	25	26

故障費用と点検費用についても表5に示すとおり、同じくIの方法が比較的経済的に良いという結果になった。

表 5. 故障費用及び点検費用

パターン	期間	50日	100日	150日	200日	250日	300日
		故障費用	161	341	490	693	814
I	点検費用	—	—	—	—	—	—
	計	161	341	490	693	814	943
II	故障費用	265	399	520	685	779	917
	点検費用	145	221	297	424	535	605
III	計	410	620	817	1109	1314	1522
	故障費用	200	406	592	781	978	1109
IV	点検費用	133	239	346	467	604	704
	計	333	645	938	1248	1482	1813
IV	故障費用	190	400	512	645	774	971
	点検費用	104	133	200	276	357	458
IV	計	294	533	712	921	1131	1429

以上のことから、故障のたびに修理をするという事故保全の計画が比較的良い結果になった。

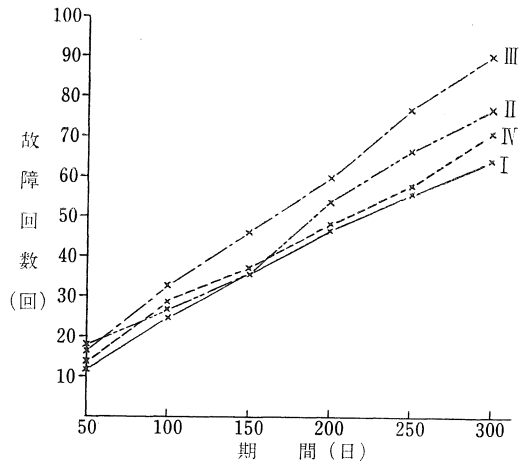


図 4. 修理方法別故障回数の比較

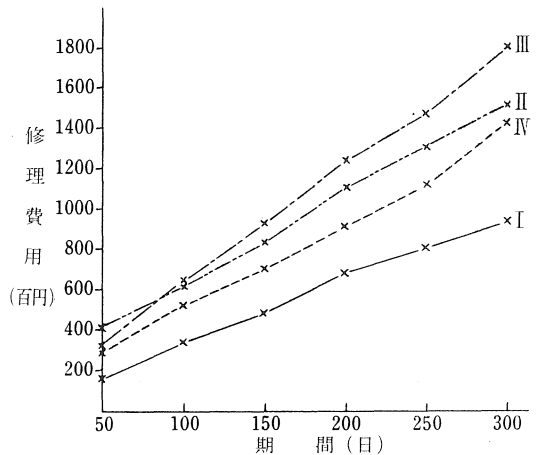


図 5. 修理方法別修理費用の比較

【参考文献】

- (1) 経営科学研究会編 “シミュレーション入門、日刊工業新聞社 1967
- (2) 宮武修・中山隆著 “モンテカルロ法、日刊工業新聞社 1967
- (3) H. Kahn and A. W. Marshall “Methods of Reducing Sample Size in Monte Carlo Computations” ORSA Vol.1 No.5 1953
- (4) R. Barlow and L. Hunter “Optimum Preventive Maintenance Policies” ORSA Vol.8 No.1 1960
- (5) 工藤市兵衛・寺本和幸 “プレス工場における保全計画の事例研究、日本工業経営学会秋季研究発表会報告集 1969
- (6) 中島清一著 “設備保全の進め方、日本能率会 1965

- (7) 山崎喜光著 “信頼性理論に基づく点検整備周期の決め方、インダストリアル・エンジニアリング 10月1967
- (8) 富士通編 “信頼性の理論と実際、(上)(下) オーム社1963