J. Korea Saf. Manag. Sci. Vol. 16 No. 1 March 2014
http://dx.doi.org/10.12812/ksms.2014.16.1.139

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)

家庭用 가스 보일러의 保證期間內 修理率에 關한 實證的 硏究(Ⅰ)

한 재 훈* · 김 봉 선*
*인하대학교 산업경영공학과

An Empirical Study on the Repair Rate of Domestic Gas Boiler within Warranty Period(Ⅰ)

Jae-Hoon Han* · Bong-Sun Kim*
*Inha University Industrial Engineering

Abstract

As Crosby notes, the most companies spend 15 to 20% of their sales dollars on quality costs. Generally the most effective way to manage quality costs is to avoid having defects in the first place.

In this paper we have studied about the repair(service) problem of domestic gas boiler within warranty period. We develop a system, which man could find the cause of the problem at an early stage and could devise a countermove to the problem under supposing that the service(repair) rate follows exponential distribution and the product is manufactured lot-for-lot continually.

Using the developed early sensing system. it is expected to improve the reliability of the product, to save expenses of company and to improve customer's satisfaction. And the system will be expended to incorporate information technology, which can detect the repair rate automatically.

Keyword : Warranty period, Repair rate, Quality Cost, Reliability

1. 서 론

무결점 운동의 창시자인 Crosby는 품질비용이 전체 매출액의 10-20% 수준이 보통이라고 진단한 바 있다. 기업에서의 품질비용은 예방비용, 평가비용, 실패비용으로 나뉘고, 실패비용은 다시 내부 실패비용과 외부 실패비용으로 구분된다. 제품이 제조되는 과정을 설계단계, 검사단계, 고객사용단계로 나누어 품질비용의 증가추세를 보면 '1:10:100'의 법칙이 존재한다고 한다[3].

품질문제의 조기해결은 기업경영에 크게 영향을 주리라는 것은 너무나도 당연한 얘기이다. 본 연구의 목적은 가정용 가스 보일러의 수리율에 대한 패턴을 이해하고 수리발생의 근본적인 원인이 무엇인지 찾아 그 해결방안을 찾고자 함이며, 나아가 시장에서 발생된 문제점이 더 확산되지 않도록 동일 생산 로트를 조기에 감지하여 문제의 원인이 된 부품을 개선하는 것을 목적으로 하고 있다. 여기서 수리율이라 함은 제조 및 생산업체가 무상으로 제품 보상을 해주는 기간 동안 발생된 A/S율과 클레임율의 집계를 그 기간에 생산된 제품의 수량으로 나눈 값으로 '무상수리율'이라고도 한다.

† 본 연구는 부분적으로 인하대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음.
† Corresponding Author : Jae-Hoon Han, Sejung Art A/ 401,14, Munhwaseo-ro 61beon-gil, Namdong-gu, Incheon. M · P : 010-2245-5732, E-mail: hjh-6305@hanmail.net
Received January 20, 2013; Revision Received March 11, 2013; Accepted March 11, 2013.

본 연구에서는 제품이 생산을 시작하여 일정한 생산수량을 유지하고 있다는 것을 가정하고, 제품 또는 부품에 문제점이 발생했을 경우 여러 가지의 수리율 패턴을 조기에 감지하여 주의, 경고 또는 위험의 신호를 보내어 그 문제의 근본적인 대책을 수립하고 개선하기 위한 조기감지시스템을 구축하는데 있다.

제품수명 기간 동안 제품의 하자를 보장하고 수명을 유지하는 것이 기업의 관점에서 매우 중요하다고 볼 수 있다. 또한 일반적으로 기업에서는 내용수명기간 중에서 고장율이 낮은 범위를 무상기간으로 채택하고 있으며 이에 적합한 수명분포로는 지수분포가 가정된다[4].

문헌을 통하여 본 연구의 주제에 대한 선행연구를 조사한 결과, 지난 60년대 이후로 제품보증에 대한 매우 많은 연구가 진행되어 왔음을 문헌 조사[9]를 통하여 알 수 있었다. 많은 연구가 보증기간, 보증비용[7] 보증 정책[2][8] 등에 집중되어 있음을 볼 수 있었으나, 본 연구에서 제시된 서비스 실패의 조기감지와 관련된 연구는 문헌 조사에서 발견 할 수 없었으며, 인용된 논문들은 본 논문과의 비교나 평가가 아닌 참고 논문으로 활용되었다.

2. 조기감지한계선의 이론적 배경

본 연구에서는 기간별 생산 판매량의 차이를 확인하기 위하여 X관리도가 활용되며, 서비스 수리율의 이상상태를 감지하기 위하여 조기감지한계선($ESLL$: Early sensing limit line)의 개념을 제안하였다.

X관리도에서 평균으로부터 표준편차의 ±3배의 거리 안의 구성 확률은 99.73%이다. 만약 공정의 산포가 우연원인에 의한 산포로만 구성된다면 $E(X)\pm 3D(X)$를 벗어나는 확률이 0.27%에 불과하게 된다는 데에 관리도는 기초를 두고 있다[4].

만일 목표 수리율이 p라고 하면, i시점에서 기대되는 서비스 건수의 하한선을 말하는 조기감지한계선은 95% 신뢰범위를 적용하면 다음의 식으로 설명될 수 있다. $\sqrt{p(1-p)}$는 베르누이 확률변수의 표준편차이다[1].

$$ESLL_i = \hat{y_i} - \hat{y_i}(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}\sqrt{p(1-p)}) = \hat{y_i} - \hat{y_i}(2\sqrt{p(1-p)})$$

$\hat{y_i}$: 어떤 제조로트의 i시점에서 추정되는 총 서비스 건수

p: 목표 수리율

(단, $\alpha = 0.05$ 일 때 $Z_{0.975} = 1.96$ 이므로 2로 하였음)

조기감지한계선은 목표 수리율 p를 얼마로 설정할 것인지가 중요하다. 또한 수리율의 분모에 해당된 총 보증대수 Q의 크기에 따라서 $ESLL$은 직접적인 영향을 받게 된다.

총 보증대수 Q를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$Q = \sum_{i=1}^{m} X_i = m\overline{X}$$

X_i : i시점에서의 생산판매수량

$\overline{X}$: 평균 생산판매 수량

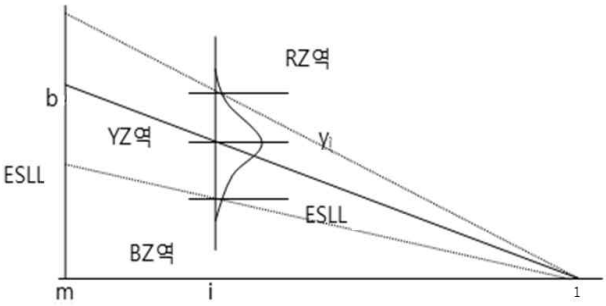
m: 보증기간

보증기간 내 목표 서비스 건수 FS_o는 [Fig. 1]을 참조하면 다음과 같다.

$$FS_o = \frac{1}{2}\times mb$$

m: 보증기간

b : 목표종착서비스건수



[Fig. 1] $ESLL$ according to target repair rate

종착 서비스 건수 b는 지속적으로 생산 판매되는 어떤 제조로트가 목표 수리율 p에 의해 보증기간 만료된 시점에서 추정되는 총 서비스 건수를 의미한다.

[Fig. 1]에서 $BZ(Blue\,zone)$은 목표수리율 p의 95%신뢰구간을 하회하는 영역으로 안전지역을 말하며, $RZ(Red\,zone)$은 목표수리율 p의 95%신뢰구간을 상회하는 영역으로 위험지역을 뜻한다.

$YZ(Yellow\,zone)$은 두 영역의 사이에 놓이는 구간으로 관망영역이라 규정한다.

목표 수리율 p는 결과적으로 보증기간 내 목표수리건수 FS_o를 총 보증대수 Q로 나눈 값과 같다.

$$p = \frac{FS_o}{Q}$$

$ESLL$을 정하기 위해서 목표 수리율 p와 i시점에서

의 생산판매량 X_i는 중요한 요소이다. 그 이유는 목표 수리율 p에 따라서 $ESLL$의 기울기가 결정이 되고 생산판매량 X_i의 크기에 따라 $ESLL_i$의 위치가 달라지기 때문이다. 목표 수리율 p는 전략적으로 결정이 되며 일정한 값을 유지하게 되지만 생산판매량은 시장의 여러 가지 사정과 주문량에 따라 달라 질 수 있기 때문에 각각의 시점마다 생산판매량의 변동성을 확인해야 한다.

X관리도에서 생산판매량의 변동성을 감지하는 관리한계선은 다음과 같다[4].

$$UCL = \mu + 3\sigma = \overline{X} + 2.66\overline{R}s$$
$$LCL = \mu - 3\sigma = \overline{X} - 2.66\overline{R}s$$

UCL: 관리상한선, LCL: 관리하한선

X관리도를 통하여 생산판매량의 변동성이 있는 것으로 나타났을 때, 즉 생산판매량이 관리한계선을 벗어난 경우 그 시점에서의 $ESLL$에 생산판매 변동 가중치 $\omega_i = X_i / \overline{X}$ 를 적용한다. 따라서 i시점에서 조기감지한계선 $ESLL_i$는 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$ESLL_i = \omega_i \hat{y_i}(1 - 2\sqrt{p(1-p)})$$

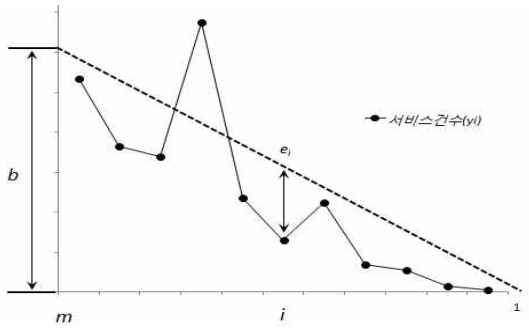
X관리도에서 생산판매량의 변동성이 없는 것으로 나타났을 때 $ESLL$을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$ESLL_i = \hat{y_i}(1 - 2\sqrt{p(1-p)})$$

3. 목표 수리율 p에 의한 조기감지시스템

3.1 조기감지한계선의 산출

목표 수리율은 기업이 목표로 삼는 지표이다. 일반적으로 신제품 개발 및 생산, 설비 구입 등의 투자가 발생된 상황에서 투자회수율과 고객의 만족도를 충분히 감안하여 설정하는 것이 바람직하다.



[Fig. 2] Target repair rate and number of services

[Fig. 2]에서 i시점의 총 서비스 건수는 제품 생산판매량에 따라 결정되며 다음의 식으로 설명될 수 있다.

$$y_i = b \times \frac{i}{m} + \epsilon_i$$
$$\hat{y_i} = b\frac{i}{m} = 2p\frac{Q}{m} \times \frac{i}{m} = 2p\overline{X} \times \frac{i}{m}$$

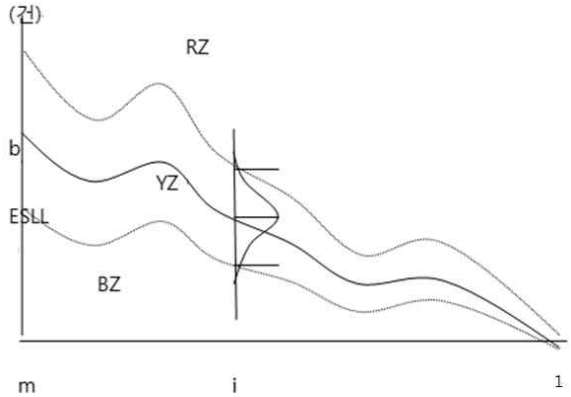
아래의 관계식으로부터 위의 $\hat{y_i}$의 결과를 얻을 수 있다.

$$Q = \sum_{i=1}^{m} X_i = m\overline{X}$$
$$b = 2p(\frac{Q}{m}) = 2p\overline{X}$$
$$FS_o = \frac{mb}{2},\ b = \frac{2 \times FS_o}{m}$$
$$p = \frac{FS_o}{Q}$$

일반적으로 서비스 건수 전체에 대하여 수리가 요구되는 것은 아니다. 간단한 손질로 처리되거나 방문 설명으로 해결되는 경우는 서비스 건수에서 제외한다. 또한 총 서비스 건수에서 부품별로 교체나 수리된 서비스 건수를 부품별 수리비율 η라고 정의 한다.

$ESLL$ 산출식을 적용하여 목표 수리율 p에 따른 $ESLL$을 다음과 같이 구할 수 있다(Fig. 1 참조).

$$ESLL = \hat{y} \times (1 - 2\sqrt{p(1-p)})$$
$$= 2p\overline{X}\frac{i}{m} \times (1 - 2\sqrt{p(1-p)})$$



[Fig. 3] $ESLL$ with respect to variation of production volume

생산변동 가중치 ω_i와 부품별 수리비율 η_j를 적용하여 [Fig. 3]과 같은 제품과 부품의 $ESLL$은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$ESLL(\text{제품}) = 2\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m} \times (1-2\sqrt{p(1-p)})$$

$$ESLL(\text{부품}) = 2\eta_j\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m} \times (1-2\sqrt{p(1-p)})$$

$$\eta_j = \frac{\text{보증기간내 부품}j\text{의 총 서비스 건수}}{\text{보증기간내 총 서비스 건수}}$$

$$\text{단 } \sum_{j=1}^{n}\eta_j = 1(j=1,2\cdots,n)$$

3.2 제품에 대한 실증분석

<Table 1>과 <Table 2>의 자료는 H(주)의 2013년 5월에 수집된 자료에 의한 가정용 가스 보일러의 제조연월별 서비스 건수를 분석한 결과이다. 보증기간 m은 '12개월'로 하고 목표 수리율 p를 2.68%로 가정한다. 생산판매 변동 가중치 ω_i를 결정하기 위하여 [Fig. 4]와 같이 X관리도를 작성하였다. [Fig. 4]에서 보는 바와 같이 2012년 11월은 생산량이 증가했고, 2013년 4월은 생산량이 감소하였기 때문에 이들에 대한 생산 변동 가중치를 적용하여 $ESLL$을 산출한 결과 [Fig. 5]와 같다.

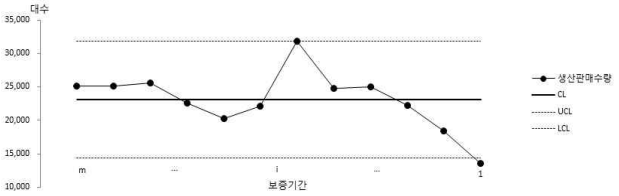
2012년 12월과 2013년 1월에서 목표 수리율를 저해하는 요소가 잠재적으로 내재되어 있으나 목표 수리율을 크게 저해하고 있지는 않음을 [Fig. 5]에서 볼 수 있다. 전체 수리율에 영향을 주는 요인은 다양하다. 해당 제조기간의 제품을 구성하는 부품의 품질 및 신뢰성 등의 요소에서 원인을 찾아 개선하는 것이 중요하다.

<Table 1> Monthly number of services and X control chart of domestic gas boiler(H Inc.)

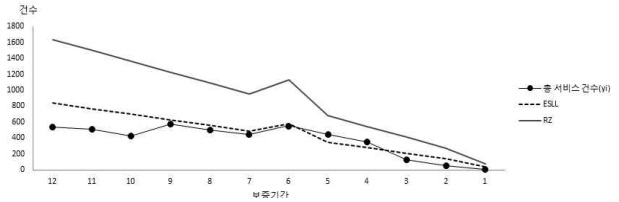
제조연월 / 항목	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304
i	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
총 서비스 건수(y_i)	536	506	423	579	502	448	552	444	349	130	55	3
생산판매수량	25,094	25,181	25,614	22,614	20,331	22,099	31,884	24,842	25,074	22,265	18,473	13,552
Rs		87	433	3000	2283	1768	9785	7042	232	2809	3792	4921
평균Rs	3287	3287	3287	3287	3287	3287	3287	3287	3287	3287	3287	3287
CL	23085	23085	23085	23085	23085	23085	23085	23085	23085	23085	23085	23085
UCL	31827	31827	31827	31827	31827	31827	31827	31827	31827	31827	31827	31827
LCL	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343

<Table 2> $ESLL$ according to target repair rate of domestic gas boiler(H Inc.)

제조연월 / 항목	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304
i	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
총 서비스 건수(y_i)	536	506	423	579	502	448	552	444	349	130	55	3
목표 수리율 p	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268	0.0268
i/m	1	0.91667	0.83333	0.75	0.66667	0.58333	0.5	0.41667	0.33333	0.25	0.16667	0.08333
$\hat{y}_i$	1237	1134	1031	928	825	722	854	516	412	309	206	61
ESLL	838	768	698	628	558	489	578	349	279	209	140	41
RZ	1637	1501	1364	1228	1091	955	1130	682	546	409	273	80



[Fig. 4] X control chart according to variation of monthly production



[Fig. 5] *ESLL* with respect to variation of monthly production

3.3 부품에 대한 실증분석

부품별 수리비율 η_j는 총 서비스 건수에서 그 부품이 차지하는 상대적 비율이다. <Table 4>의 부품별 수리비율 η_j는 <Table 3>으로부터 집계된 것이다. 부품별 수리비율 η_j는 항상 일정한 것은 아니다. 품질이 개선되었거나 또는 새로운 품질문제가 발생된다면 부품별 수리비율 η_j는 달라진다. [Fig. 5]에서 나타난 것과 같이 서비스 건수가 2012년 12월과 2013년 1월에 제품 *ESLL*을 초과했다. 만일 이를 방치하게 되면 목표 수리율을 초과할 위험이 있으므로 어느 부품이 이상 변동을 발생시키는지를 지속적으로 관찰하여야 한다.

부품별 분석대상으로는 서비스 건수가 상대적으로 높은 Main PCB, 3-way valve, Pump, Remocon 을 선정하였다.

Main PCB의 *ESLL*의 결과는 <Table 5>, [Fig. 6]과 같다.

Main PCB는 2013년 1월부터 현재까지 유의 관찰 대상이지만 목표 수리율을 위협하지 않으므로 현재의 공정상태를 지속적으로 유의 관찰한다.

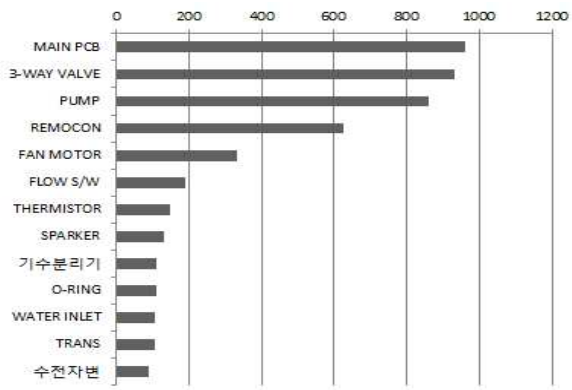
3-way valve의 *ESLL*의 결과는 <Table 6>, [Fig. 7]과 같다.

<Table 3> Monthly frequency of repair by the parts

순위	제조연월 / 부품명	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304	총합계
1	MAIN PCB	93	95	59	60	57	26	35	30	40	31	23	5	960
2	3-WAY VALVE	150	201	83	27	24	15	12	14	13	10	10	1	930
3	PUMP	57	40	25	25	17	18	24	29	10	15	13	6	859
4	REMOCON	65	46	32	33	43	23	26	27	21	23	26	8	624
5	FAN MOTOR	29	30	21	15	14	17	16	7	7	5	7		331
6	FLOW S/W	36	47	26	10	8	4	7	3	2	4	7	38	192
7	THERMISTOR	17	15	11	5	5	12	9	5	10	14	26	21	150
8	SPARKER	34	18	10	14	6	8	6	4	1	7	5	18	131
9	기수분리기	18	23	13	15	3	4	5	4	5	4	10	7	111
10	O-RING	15	12	9	5	9	4	6	5	11	11	12	10	109
11	WATER INLET	11	29	14	10	8	2	3	6	2	6	6	11	108
12	TRANS	9	11	10	12	5	9	7	7	11	9	8	8	106
13	수전자변	8	6	10	3	4	6	5	2	8	12	9	18	91

<Table 4> Frequency of repair rate by the parts η_j

부품명	
MAIN PCB	960
3-WAY VALVE	930
PUMP	859
REMOCON	624
FAN MOTOR	331
FLOW S/W	192
THERMISTOR	150
SPARKER	131
기수분리기	111
O-RING	109
WATER INLET	108
TRANS	106
수전자변	91



No.	부품명	건수	η_j
1	MAIN PCB	960	11.63%
2	3-WAY VALVE	930	11.27%
3	PUMP	859	10.41%
4	REMOCON	624	7.56%
5	FAN MOTOR	331	4.01%
6	FLOW S/W	192	2.33%
7	THERMISTOR	150	1.82%
8	SPARKER	131	1.59%
9	기수분리기	111	1.34%
10	O-RING	109	1.32%
11	WATER INLET	108	1.31%
12	TRANS	106	1.28%
13	수전자변	91	1.10%

<Table 5> Main PCB *ESLL*

Main PCB

제조연월 / 항목	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304
i	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
총 서비스 건수(yi)	93	95	59	60	57	26	35	30	40	31	23	5
η	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163	0.1163
ESLL	97	89	81	73	65	57	67	41	32	24	16	5
RZ	190	175	159	143	127	111	131	79	63	48	32	9

<Table 6> 3-way valve *ESLL*

3-way valve

제조연월 / 항목	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304
i	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
총 서비스 건수(yi)	150	201	83	27	24	15	12	14	13	10	10	1
η	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127	0.1127
ESLL	94	87	79	71	63	55	65	39	31	24	16	5
RZ	184	169	154	138	123	108	127	77	61	46	31	9

<Table 7> Pump *ESLL*

pump

제조연월 / 항목	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304
i	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
총 서비스 건수(yi)	57	40	25	25	17	18	24	29	10	15	13	6
η	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041	0.1041
ESLL	87	80	73	65	58	51	60	36	29	22	15	4
RZ	170	156	142	128	114	99	118	71	57	43	28	8

<Table 8> Remocon *ESLL*

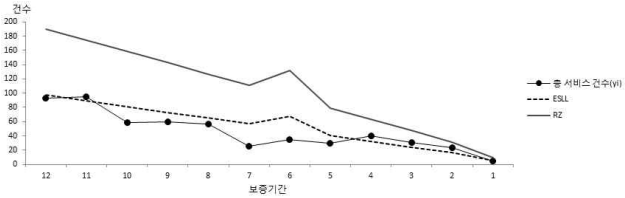
Remocon

제조연월 / 항목	201205	201206	201207	201208	201209	201210	201211	201212	201301	201302	201303	201304
i	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
총 서비스 건수(yi)	65	46	32	33	43	23	26	27	21	23	26	8
η	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756	0.0756
ESLL	63	58	53	47	42	37	44	26	21	16	11	3
RZ	124	113	103	93	83	72	85	52	41	31	21	6

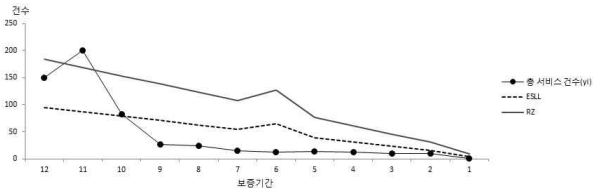
[Fig. 7]의 2012년 6월에 발생한 3-way valve의 서비스 건수는 제품 *ESLL*을 초과하지 않은 구간에서 발생된 것으로 목표 수리율 저해 요인에 영향을 미쳤다고 볼 수 는 없지만, *RZ*영역으로 넘어갔으므로 해당 제조로트에 대하여 그 원인을 분석하니 누수 문제가 발견되었고, 이에 대한 공정개선 조치를 취한후에는 *BZ*영역에서 안정적으로 관리되고 있음을 [Fig. 7]에서 볼 수 있다.

Pump의 *ESLL*의 결과는 <Table 7>, [Fig. 8]과 같다. [Fig. 8]에서와 같이 Pump는 매우 안정적이다.

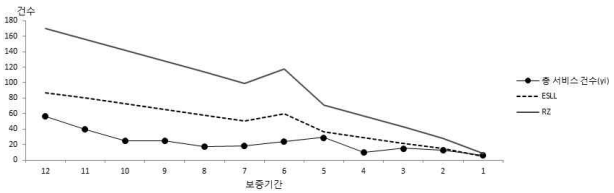
ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)



[Fig. 6] Main PCB $ESLL$ with respect to variation of production



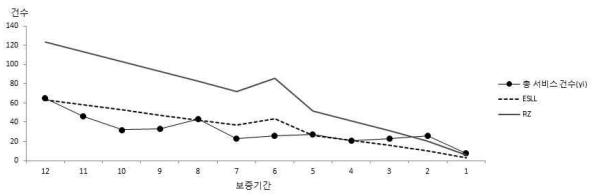
[Fig. 7] 3-way valve $ESLL$ with respect to variation of production



[Fig. 8] Pump $ESLL$ with respect to variation of production

Remocon의 $ESLL$의 결과는 <Table 8>, [Fig. 9]와 같다.

Remocon의 경우 2013년 3월과 4월에 RZ영역으로 넘어갔지만 제품전체의 수리율이 이상 징후를 보였던 기간은 아니다. 따라서 목표 수리율에 직접적으로 영향을 미치게 한 요인은 아니지만 해당 제조로트에 대하여 그 원인을 분석하고 대비하여야 한다.



[Fig. 9] Remote control $ESLL$ with respect to variation of production

4. 조기감지한계선 평가기준

본 연구에서는 각 단위기간 동안 발생된 서비스건수가 $ESLL$이하이면 안정형, $ESLL$이상이고 RZ미만이면 관찰형, RZ이상이면 위험형이라고 정의 하였다. 안정형인 경우 목표 수리율을 달성할 수 있는 수준이므로 지속적으로 추이를 지켜보면 되지만, 관찰형은 목표 수리율을 저해할 수 있으므로 안정형보다는 세심한 관심을 가지고 관찰해야 하고, 위험형은 발견 즉시 근본원인을 찾아 해결해야 한다.

다음은 생산량이 일정한 경우와 일정하지 않은 경우에 대하여 제품 $ESLL$, 부품 $ESLL$의 평가기준을 정리하였다.

1) 제품 $ESLL$ 평가기준

① 생산량이 일정하지 않은 경우

- 안정형(BZ : Blue zone)

$$y_i < 2\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)}$$

- 관찰형(YZ : Yellow zone)

$$2\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)}) \le y_i < 2\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 위험형(RZ : Red zone)

$$y_i \ge 2\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)})$$

② 생산량이 일정한 경우

- 안정형

$$y_i < 2p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 관찰형

$$2p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)}) \le y_i < 2p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 위험형

$$y_i \ge 2p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)})$$

2) 부품 $ESLL$ 판단기준

① 생산량이 일정하지 않은 경우

- 안정형

$$y_i < 2\eta_j\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 관찰형

$$2\eta_j\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)}) \le y_i < 2\eta_j\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 위험형

$$y_i \ge 2\eta_j\omega_i p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)})$$

② 생산량이 일정한 경우

- 안정형

$$y_i < 2\eta_j p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 관찰형

$$2\eta_j p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)}) \le y_i < 2\eta_j p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1-2\sqrt{p(1-p)})$$

- 위험형

$$y_i \ge 2\eta_j p\overline{X}\frac{i}{m}\times(1+2\sqrt{p(1-p)})$$

5. 결 론

본 연구는 가정용 가스 보일러를 대상으로 보증기간 내 서비스율의 추이를 분석하여 서비스 발생 원인을 조기에 제거함으로 기업 비용부담을 줄이고 동시에 고객만족도를 증진시키는 것을 목적으로 하고 있다.

본 연구에서는 제품의 지속적인 생산판매가 보장된 상황에서 무상수리기간 동안의 서비스(수리율)를 조기 감지하고, 서비스의 원인을 파악하여 회사차원에서 이를 전략적으로 공략할 수 있는 조기감지시스템을 구축하였다. 본 연구의 의의는 기업이 시장에서 발생된 제품의 문제를 자발적으로 인식하여 문제의 심각성에 따라 그에 맞는 조치를 취하는 기준을 제공하고, 또한 지속적인 제품의 품질향상을 위한 개발노력과 공정개선을 촉진시키는 데에 있다.

향후 연구과제로 목표수리율이 정해지지 않은 경우와 제품의 보증력을 정량적으로 지표화 시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 사료되며, 본 연구 결과가 유사한 산업분야에 활용됨으로써 수리율 개선과 기업의 경쟁력 향상에 기여할 수 있기를 바란다.

6. References

[1] Kim, Bong Sun; Park, Sang Gyu; You, Young Kwan; Jung, Soo Il(2011), “Probability & Statistics for engineers & Scientists”, Pearson education-Korea Inc.

[2] 나명환, 손영숙, 김문주(2005), “주기적 예방보전의 최적정책에 관한 연구”, International Journal of Reliability and Applications, 한국신뢰성학회 학술대회논문집, 2005.6, pp 115-120

[3] Park, Sung Hyun; Park, Young Hyun; Lee, Je Young(2005), “Understanding of Statistical Quality Control Through MINITAB Analysis”, Minyoungsa

[4] Park, Sung Hyun; Park, Young Hyun; Lee, Myoung Joo(2005), “Statistical Process Control ”, Minyoungsa

[5] 이상용(2009), “신뢰성 공학”, 형설출판사

[6] 이희복, 위신환, 박동규(2011), “전장품의 신뢰성 향상을 위한 HALT기법 연구”, International Journal of Reliability and Applications, 한국신뢰성학회 학술대회논문집 2011.6, pp 55-60

[7] Ki Mun Jung(2012), "Cost analysis of RRNRW from the manufacturer's perspective", International Journal of Reliability and Applications, Vol.12, No. 4. pp.255-263

[8] Park, Minjae(2011), “Warranty cost modeling using the parametric method”, Journal of the applied reliability, Vol.11, No.1, pp 43-57

[9] Wang, L.; Cheng Z.; Gao F. Ye W.; Wang K., “Survey on Research and Development of Product Warranty”, ICCASM 2010, V14_137-141

저 자 소 개

한 재 훈

인하대학교 공학대학원 산업경영정보공학과에서 석사 학위를 취득하였으며, 연구 및 관심분야는 통계적 공정분석을 통한 공정개선과 시스템 신뢰성 등.

주소: 인천광역시 남구 인하로 100 인하대학교 산업경영공학과

김 봉 선

인하대학교 산업공학과에서 학사 및 석사학위를, 독일 칼스루헤대학교 경제학부에서 산업공학으로 박사학위를 취득하였고, 현재 인하대학교 산업경영공학과 교수로 재직하고 있음. 연구 및 관심 분야는 생산시스템의 분석, 경제성 분석, 통계적 공정관리, 시뮬레이션 모델링 등.

주소: 인천광역시 남구 인하로 100 인하대학교 산업경영공학과