

## 단거리전용통신방식 노변기지국의 예비부품수 및 교체시기 산정

### The Estimation of the Number of Spare Parts and the Changing Time about DSRC Road Side Equipment

한대희\*  
(Daehee Han)

이청원\*\*  
(Chungwon Lee)

#### 요 약

현재 국내 ITS는 현장장비 유지관리에 대한 연구 및 고장관련 DB가 부족하여 예비부품수 및 교체시기 산정에 대한 규정이 없는 실정이다. 이에 본 연구는 실제 고장이력자료를 갖고 신뢰성 분석을 실시하여 단거리전용통신(DSRC)방식 노변기지국(RSE)의 예비부품수 및 교체시기를 산정하였다.

전체 수집기간동안의 고장자료는 욱조곡선의 형상을 나타내어 우발고장기간의 자료로 신뢰성 분석을 실시하였으나 고장 수명분포중 적합되는 분포가 없었으며, 이러한 사실은 본 연구대상 노변기지국(RSE)의 경우 통계적 모형에 의한 예방정비가 어려움을 의미한다. 따라서, 본 연구는 실증적인 방법으로 하자보수기간 1~2년동안의 수리비용 및 고장빈도 이력 자료를 활용하여 노변기지국(RSE)의 교체여부를 결정하는 방법 및 필요 예비부품수를 산정하는 방법을 제안하였다. 향후에는 노변기지국(RSE) 외에 다른 ITS 장비에 대한 신뢰성 분석이 필요하다.

#### Abstract

There are not many studies on the maintenance and replacement for the ITS equipments. Most of ITS center has no comprehensive regulation on the equipment replacement. This study was focusing on estimation of equipment replacement period and the number of spare parts in stock using the actual failure data of Road Side Equipment (RSE) by Dedicated Short Range Communication (DSRC).

The failure data showed a type of bath-tub curves. The data, however, did not fit to any probability distribution curve, which means that the preventive replacement cannot be strongly applied for the RSE. In the aspect of practical strategy, this study suggest that repairing cost and failure frequency be used for decision of replacement of RSE after the 1 or 2 year warrant period. The future study needs to include more RSE failure data as well as other equipments of the ITS.

**Key words** : Spare parts, replacement time, reliability analysis, bath-tub curve, DSRC, Road Side Equipment (RSE)

\* 주저자 : 대전광역시청 교통국 교통정책과

\*\* 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과, 조교수(교신저자)

† 논문접수일 : 2007년 11월 7일

## I. 서론

2000년도 첨단교통모델도시건설사업을 계기로 지능형교통체계(ITS)가 국내에 본격 도입된 후 이제는 정보연계-통합을 통한 편리한 서비스를 창출해야 하는 한편 구축된 시스템을 신뢰성 있게 가동시키는 운영 및 유지관리에 비중을 두어야 하는 시점이 되었다. 이를 위해서는 일정수준 이상의 예산투입과, 장비운영의 신뢰성(Reliability)을 담보할 수 있는 정책수립이 필요하다.

단거리전용통신(Dedicated Short Range Communications ; DSR C)방식은 노변기지국(RSE)과 차량통신장치(OBE)간의 통신내역을 갖고 통행속도를 산정하는 구간수집체계로 대전광역시와 교통정보시스템, 버스정보시스템에 기반기술로 적용되었으며 한국도로공사의 Hi-pass에 적용되면서 향후 국내 ITS에서 중요한 역할을 수행할 것으로 예상된다. 기술의 컨셉상 도로상에 다수의 노변기지국(RSE)과 차량통신장치(OBE)를 필요로 하기 때문에 정확한 정보를 제공하기 위해서는 수집체계인 노변기지국(RSE)과 차량통신장치(OBE)의 성능관리 및 품질유지가 필수적이나 이들 장치를 포함한 ITS 현장장비에 관련된 국내 연구가 부족한 실정이다. 특히 많은 시간과 비용을 필요로 하는 현장에서의 신뢰도 시험의 경우는 연구결과가 전무하며 예비부품수 및 교체시기에 관한 관련 기준도 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내외 최초로 단거리전용통신방식 노변기지국(RSE)의 실제 고장이력 DB를 갖고 신뢰성 분석을 실시하여 데이터에 기반한 예비부품수와 교체시기를 산정하고자 한다

## II. 유지관리 및 신뢰성 분석

### 1. 유지관리 필요성

유지관리의 종류는 크게 무보수, 사후유지관리, 예방유지관리로 나눌 수 있으며 유지관리가 필요한 이유는 유지관리가 안된 ITS 현장장비에서 수집된

자료는 신뢰할 수 없으며 유지관리 수준에 따라 장비수명에 차이[1]를 보이기 때문이다.

### 2. 신뢰성 척도

신뢰성(Reliability)이란 제품의 시간적 품질을 의미한다. 즉, 일정한 시간이 경과한 후에도 당초의 목표된 기능을 수행할 수 있는 능력을 의미한다. 이러한 신뢰성을 평가하는 척도인 신뢰도는 시간 t의 함수로 확률이라는 수치로 정량화 하고 있다. 그 밖에 신뢰성을 나타내는 척도로는 수리하지 않는 시스템에서 고장까지의 동작시간 평균을 의미하는 평균고장시간(MTTF : Mean Time To Failure), 수리하는 시스템에서 인접하는 고장간의 동작시간 평균을 의미하는 평균고장간격(MTBF : Mean Time Between Failure) 등이 있다 (자세한 사항은 참고문헌 2을 참조바람).

#### 1) 수명자료의 종류

신뢰성 분석에 이용되는 자료는 수명자료와 성능자료로 구분된다. 수명자료는 고장까지의 기간의 척도(예: 시간)로 표현되는데 관측중단방법에 따라 완전자료(complete data), 관측중단자료(censored data) 등으로 분류된다(자세한 사항은 참고문헌 2를 참조바람). 성능자료는 시간이 경과됨에 따른 제품의 성능저하를 측정할 자료로서 정해진 수준까지 성능이 저하될 경우 고장으로 판정하는 자료이다.

#### 2) 신뢰도와 고장률

제품의 신뢰도 R(t)는 시스템의 수명(사용개시후 고장이 발생할 때 까지의 시간)을 나타내는 확률변수 T가 t보다 크게 되는 확률과 같다 [2].

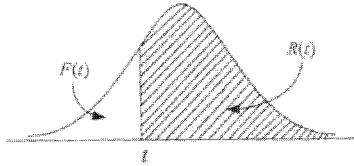
$$R(t) = Pr(T > t) = 1 - F(t) \quad (1)$$

수명 T의 누적분포함수 또는 불신뢰도 함수 F(t)는 아래와 같다.

$$F(t) = Pr(T \leq t) = 1 - R(t) \quad (2)$$

따라서 두 함수는 다음의 관계를 갖는다.

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (3)$$

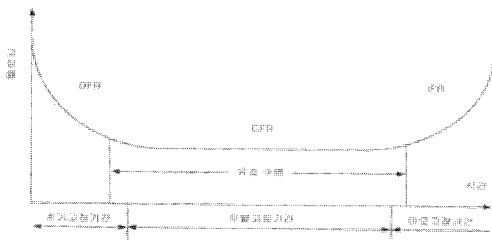


### 3) 욕조곡선(Bath-tub curve)

제품의 고장률 곡선은 시간의 경과에 따라 일반적으로 욕조의 형태를 따르고 있으며 이를 욕조곡선이라고 부른다. 제품의 사용 초기에 고장이 감소(DFR)하는 기간을 초기고장기간이라고 하고, 중간부분의 고장률이 낮고 일정(CFR)한 기간을 우발고장기간이라고 하며, 시스템의 마모 등으로 고장률이 증가(IFR)되고 있는 기간을 마모고장기간이라고 한다 [3].

### 3. 기존연구 고찰

ITS 현장장비와 관련된 연구는 많지 않다. 송영환이청원[3]은 개별장비의 이력이 없고 모듈별로 집계된 총괄자료만 있는 경우에 Stochastic Process의 Pooled Process를 적용하여 MTBF를 구하는 방법을 제시한 바 있다. 이청원 외 3인[4,5]은 임계치(Tolerance) 개념을 도입하여 비용최소화(disutility minimization) 방안을 적용하여 영상검지기 교정에



<그림 1> 욕조곡선  
<Fig. 1> Bath-tub curve

사용되는 비용과 시간에 따라 신뢰도가 감소하는 영상검지기 자료로 인한 손실비용을 비교하여 영상검지기 교정주기를 제시한 바 있다.

타 분야의 최근 신뢰성분석 연구사례를 보면 문정환 외 4인[6]은 LCD Projection TV램프의 수명을 와이블 등 8개 고장수명분포의 적합성 검토후 Anderson-Darling 값이 가장 낮은 loglogistic 분포를 이용 수명시간을 예측한 바 있다. 이태구 외 4인[7]은 고속팬용 밀폐구조형 BLDC 모형의 열 내구성 분석에 고장분포 모형, 가속수명 모형을 판단하고 주기 온도차에 따른 수명주기를 예측한 바 있다. 또한, 산업자원부 기술표준원 [8]은 2000년 7월부터 5개분야에서 선정된 품목을 대상으로 다양한 장비의 신뢰성 평가 인증을 수여하는데 5년간의 1단계 실적으로 301개 평가품목을 지정하여 288개 평가기준을 제정하였으며, 97개 품목 174개 업체를 인증하였으나 신뢰성 인증은 부품소재가 대상이므로 ITS 현장장비를 구성하는 일부 부품(LED 모듈 등)에 대하여는 인증이 진행되었지만 본 연구대상 장비를 구성하는 부품에 대한 기준은 없는 실정이다.

## Ⅲ. 신뢰성 분석

### 1. 수집자료 개요

#### 1) 자료의 내용 및 수집방법

- 수집기간 : 2002. 8 ~ 2006. 12
- 수집내용 : 대전광역시 단거리전용통신(DSRC) 방식 노변기지국(RSE) 640대 부품별 수리내역
  - 증상(장애유형)과 수리내역중 수리내역(이하 "고장건수")으로 분석

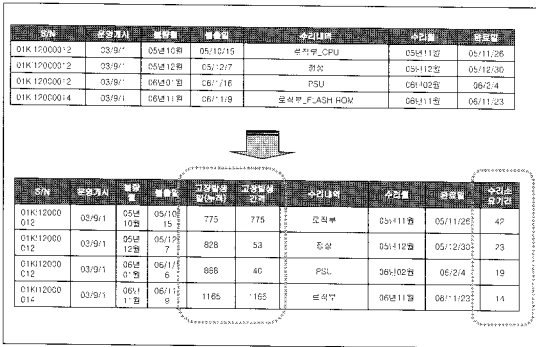
#### 2) 고장자료 DB구축

최초 수집자료를 이용하여 고장발생간격, 수리내역 등 고장자료로 <그림 2>와 같이 DB화 하였다. 고장일은 불출일(유지관리업체가 제조사로 수리의뢰) 기준이며 수리내역은 26가지 종류가 있으나 기

<표 1> 우발고장기간 고장건수

<Table 1> The number of failure for DFR period  
(단위 : 건/일)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
'03년									24	11	5	0	40
'04년	6	18	13	6	15	17	4	15	4	9	9	16	132
'05년	38	6	9	6	12	17	12	26	10	25	16	15	192
'06년	22	20	19	28	27	44	57	28	41	19	12	19	336
계	66	44	41	40	54	78	73	69	79	64	42	50	700
고장률	700 / ((365*3+ 30*2 + 31*2) = 0.575185건/일												



<그림 2> 고장자료 DB구축 (예시)

<Fig. 2> A example of failure data DB building

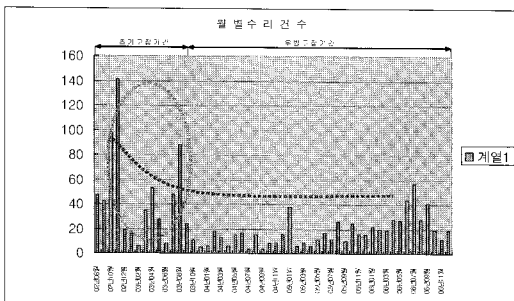
존자료의 한계로 대분류(전원부, 로직부, RF부, 기타)로 집계하였다. 부품(모듈) m의 고장시간 자료(T)는 고장발생 시점간의 시간간격으로 산출하였다.

$$T^m = T_n^m - T_{n-1}^m \quad (4)$$

### 3. 고장자료 분석

#### 1) 전체기간자료 분석

일반적으로 장비의 고장은 육조곡선의 형태를 나타내고, 전자부품은 일정한 고장률을 보이므로[2] 육조곡선의 초기고장기간에 해당하는 자료를 제외하고 안정화가 된 기간인 우발고장기간 자료를 갖고 분석하는 것이 타당하다. 다음의 <그림 3>은 월별 고장건수를 나타내는 것으로 현장설치 및 시험운영 기간(2002년 8월~2002년 12월)과 서비스 개통후 초기안정화 기간(2003년 1월~8월)까지의 고장건수가 매우 많았음을 알 수 있다.



<그림 3> 월별 고장수리건수

<Fig. 3> All the equipment's monthly failure number

#### 2) 우발고장기간자료 분석

우발고장기간인 2003년 9월부터 2006년 12월까지의 고장건수는 총 700건이며 1일 평균 0.575185건의 고장이 발생하였다.

장비 수리에 소요되는 기간은 부품의 종류를 구분하지 않을 경우 장비 1대당 평균 16.43일이 소요되고, 전원부 14.51일, 로직부 23.06일, RF부 7.17일, 기타 18.63일, 정상판정 12.25일이 소요되었던 것으로 분석되었다.

<표 2> 부품별 수리기간

<Table 2> The repairing time by part

구 분	전체*	전원부	로직부	RF부	기타	정상
평균수리기간(일)	16.43	14.51	23.06	7.17	18.63	12.25
고장건수(건)	700	196	244	90	48	122
비 율	100%	28.0%	34.9%	12.9%	6.8%	17.4%

\* 부품의 종류를 구분하지 않은 전체 건수 기준

<표 3> 장비별 고장건수

<Table 3> The number of equipment by the number of failure segment  
(단위 : 대)

구분	수리 회수	0회	5회 이하	10회 이하	15회 이하	20회 이하	20회 초과	계
우발 고장 기간	장비 대수	363	248	18	8	3	0	640
	비율	56.7%	38.8%	2.8%	1.3%	0.5%	0.0%	100%

장비별 고장건수는 우발고장기간중 56.72%(363대)는 고장이 한건도 없었으며, 5회 이하가 38.75%(248대)의 비율을 보여 분석기간중 5회 이하의 고장건수가 전체의 95.47%인 것으로 분석되었다.

### 3. 신뢰성 분석

#### 1) 자료의 특성

연구대상 노변기지국(RSE)은 1개의 장비가 전원부, RF부, 로직부로 구성되며 이들중 어느 한부분에 고장이 나도 장비의 기능을 수행할 수 없고, 부품 고장시 신품으로 교체가 되고 있어서 장비로 보아서는 수리가능 시스템이다. 따라서, 본 연구에서는 개별장비의 고장시간자료를 수리가능시스템의 첫 번째 고장자료로 간주하였다. 우발고장기간(2003년 9월 ~ 2006년 12월) 자료이지만 고장난 장비에 대해 고장날짜를 정확하게 파악할 수 있으므로 완전자료[2]이다.

#### 2) 적합도 검정(goodnees-of-fit test)

신뢰성 분석을 위해서는 본 연구대상 수명자료가 어떤 분포를 따르는지에 대한 적합도 검정이 필요하다. 일반적으로 장비의 수명시간 분포는 와이블, 지수, 대수정규분포 등이 잘 맞는 것으로 알려져 있다 [2,9]. 따라서, 본 연구대상 수명자료가 신뢰성분석에 많이 활용되는 어떤 분포를 따른다는 가정으로 와이블, 대수정규, 지수, 대수로지스틱 4개 분포에 대하여 모수적 방법으로 적합도 검정을 실시하였다.

검정통계량으로 K-S검정법, 카이제곱 검정법 보다 검정력이 우수한 Anderson-Darling 검정값 [2,9,10](이하 A-D)을 이용하였다. A-D값이란 경험적 누적분포와 이론적 분포함수와의 차이를 측정하는 값으로 적합(fitting)된 직선과 도시된 점과의 가중한 제곱거리를 구한 값이며 Anderson-Darling 검

<표 4> 적합도 검정 결과  
<Table 4> The result of Goodness-of-fit Test

구분		전체*	전원부	로직부	RF부	기타
Weibull	A-D	20.672	11.763	9.613	1.133	1.838
	P-value	P<0.010	P<0.010	P<0.010	P<0.010	P<0.010
Lognormal	A-D	18.424	12.159	9.677	2.243	1.276
	P-value	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005
Exponential	A-D	103.515	20.074	36.423	2.805	21.819
	P-value	P<0.003	P<0.003	P<0.003	P<0.003	P<0.003
Loglogistic	A-D	18.716	11.351	9.280	2.076	1.213
	P-value	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005

\* 부품의 종류를 구분하지 않은 전체 건수 기준

정은 아래와 같이 정의[2]된다.

모수의 추정에는 최소제곱법(Least Squares Estimation (LSE))보다 통계적 성질이 우수한 최우추정법(Maximum Likelihood Estimation)[11,12]을 이용하였다.

적합도 검정결과 <표 4>와 같이 부품의 종류를 고려하지 않은 전체기간, 전원부, 로직부, RF부, 기타고장 간격 모두 귀무가설( $H_0$ : 어떤 분포를 따른다)에 대한 A-D 통계량값이 크고 귀무가설을 지지하는 정도인 P값이 작으므로 기각영역에 해당되어 적합되는 고장 수명분포가 없는 것으로 분석되었다.

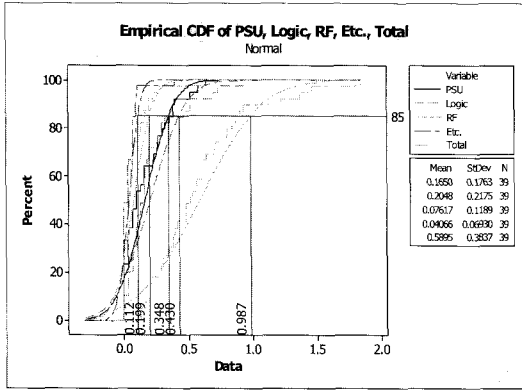
따라서, 경험적 자료에 의한 신뢰성 분석을 <그림 4>와 같이 실시하였다. 이를 위해 월별고장건수 자료를 월별 운영일수로 나눈 1일 평균고장률(건/일)을 갖고 경험(empirical)자료에 의한 누적분포함수(CDF)를 이용하여 신뢰성을 분석하였다.

누적확률 85%를 만족하는 고장률을 기준으로 하였으며 결과는 아래의 <표 5>와 같이 부품종류 미구분한 전체 0.987건/일, 전원부 0.348건/일, 로직부 0.430건/일, RF부 0.199건/일, 기타 0.112건/일로 분석되었다.

- $H_0$ (귀무가설) : 자료가 어떤 분포를 따른다
- $H_a$ (대립가설) : 어떤 분포를 따르지 않는다.

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln F_0(x_{(i)}) + \ln(1 - F_0(x_{(n-i+1)}))]$$

단,  $x(1) < x(2) < \dots < x(n)$ ,  $F_0$  : 적합하고자 하는 귀무가설의 누적분포함수



<그림 4> 경험적 누적분포함수(CDF)에 의한 고장률

<Fig.4> The failure rate by empirical CDF

<표 5> 경험적 누적분포함수(CDF)에 의한 고장률  
<Table 5> The failure rate by empirical CDF

(단위 : 건/일)

구분	전체*	전원부	로직부	RF부	기타
샘플수	39	39	39	39	39
평균	0.5895	0.165	0.2048	0.07617	0.04066
표준오차	0.3837	0.1763	0.2175	0.1189	0.0693
80%	0.912	0.313	0.388	0.176	0.099
85%	0.987	0.348	0.430	0.199	0.112
90%	1.081	0.391	0.484	0.229	0.129

\* 부품의 종류를 구분하지 않은 전체 건수 기준

#### 4. 예비부품 및 교체시기 산정

본 연구대상 장비는 수리에 소요되는 기간이 평균 16.44일 이므로 최초 수리의뢰된 장비가 입고되는 시점까지는 예비부품으로 운영이 되어야 한다. 수리기간을 감안하여 확보해야할 예비부품수(완제품)는 최소 17대 이상인 것으로 분석되었다.

$$\begin{aligned} \text{예비품} &= 0.987 \text{ 건/일} \times (1 \text{ 일 고장건수} \times 16.44 \text{ 일(고장 수리기간)}) \\ &= 16.22 \text{ 대} \approx 17 \text{ 대} \end{aligned}$$

본 연구대상 장비는 고장이 나면 부품의 신제품체로 성능복구를 하는 수리계 장비이므로 현재까지의

관측된 자료로 내구년한을 결정하기는 어렵다. 따라서, 현재의 장비를 10년간 수리하면서 운영할 때와 신제품으로 교체하여 10년간 운영할 때의 비용분석을 통하여 교체시기를 분석하였다.

아래의 <표 6>은 노변기지국의 신제품구입비용(설치비용 포함)과 평균고장건수인 1년에 1.09건(335일 당 1건)의 고장이 발생하였을 때 총비용이다. 10년을 기준으로 할 경우 평균적으로 386.8만원의 비용이 소요되는 것으로 분석되었다.

하자기간(일반적으로 2년)이 끝나고 운영자가 운영한 시기(2년~3년)의 고장자료를 분석하면 장비별로 연평균 고장건수를 구할 수 있다. 연평균 고장건수가 앞으로도 지속된다는 가정을 하게 되면 향후 운영기간동안의 고장 수리비용은 아래의 <그림 5>, <표 7>과 같이 산정된다. 10년을 기준으로 비교할 경우 정상적인 장비는 386.8만이 소요되므로 연평균 3건(가동률 86.03%)이 발생하는 장비는 앞으로 10년을 운영하여도 386.8만원이 소요되지 않아 고장발생시 계속 수리하면서 사용하는 것이 경제적인 것으로 분석되었다.

<표 6> 신제품구입 및 운영시 총 누적비용(10년)

<Table 6> Total cost of a new equipment for 10 years

(단위 : 만원)

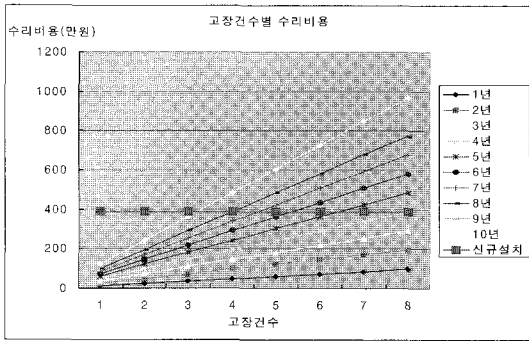
구입 및 설치	하자기간 (2년)	운영기간							
		3년	4년	5년	6년	7년	8년	9년	10년
275	275	308.6	319.7	330.9	342.1	353.3	364.5	375.7	386.8

자료 : 수리비용은 대전광역시 내부자료

<표 7> 연평균 고장건수별 향후 10년간 수리비용  
<Table 7> The total repairing cost by Annually failure for 10 years

(단위 : 건/년, 만원)

고장 회수	향후 운영기간									
	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년	8년	9년	10년
3	36.3	72.6	108.9	145.2	181.5	217.8	254.1	290.4	326.7	363
4	48.4	96.8	145.2	193.6	242	290.4	338.8	387.2	435.6	484
5	60.5	121	181.5	242	302.5	363	423.5	484	544.5	605



<그림 5> 고장건수에 의한 비용곡선  
<Fig.5> Total cost curve by the number of failure

<표 8> 고장건수에 따른 가동률 분석  
<Table 8> Availability by the number of failure and repairing time

고장회수	수리소요	운영중단	가동률
4	16.4	65.7	81.99%
5	16.4	82.2	77.49%

고장건수에 의한 가동률을 점검해 보면 1년에 4건의 고장발생시 가동률이 81.99% 수준이다.

아래의 식 (5)를 만족하는 10년간의 고장건수를 산정하면 교체시기를 산정할 수 있다.

$$12.1\text{만원} \times \text{고장건수} \geq 386.8\text{만원} \quad (5)$$

10년을 기준으로 할 경우 31.97건(년평균 3.2건) 이상의 고장이 발생하는 장비는 교체하는 것이 더 경제적이다. 본 연구의 우발고장기간이 40개월이므로 환산하며 10.67건/40개월 이상의 고장이 발생한 장비는 교체가 경제적인 것으로 분석되었으며, 이 기준에 해당되는 장비는 11대이다.

<표 9> 교체필요 고장건수  
<Table 9> The criteria number for changing a new equipment

구분	10년	1년	40개월
기준 고장건수	31.97건 이상	3.20건 이상	10.67건 이상

## IV. 결론 및 향후 연구과제

### 1. 종합 결론 및 시사점

본 연구에서는 국내의 최초로 노변기지국(RSE)의 고장자료를 갖고 신뢰성 분석과 경험적 누적분포함수를 이용하여 필요 예비부품수 및 교체시기를 산정하였다.

고장자료 분석결과 본 연구의 전체기간 고장자료는 욱조곡선의 형상을 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 전자부품은 일반적으로 고장률이 일정하고 초기고장은 디버깅이 덜 된 장비의 설치 등이 주요 원인[2]이므로 안정화된 상태에서의 고장자료(우발고장기간)로 분석하는 것이 타당하다. 따라서, 본 연구는 우발고장기간의 자료로 신뢰성 분석을 실시하였다.

신뢰성 분석을 위한 적합도(goodness-of-fit) 검정결과 부품종류를 구분하지 않았을 때와 부품별로 구분 하였을때 모두 일반적으로 많이 사용되는 4개(와이블, 대수정규, 지수, 대수로지스틱)의 수명분포중 적합되는 분포가 없었다. 따라서, i)장비가동률과 ii)경험적(empirical) 누적분포함수(CDF) 곡선을 이용한 장비의 고장률(건/일)을 감안하여 예비부품수를 산정한 결과 발주처 또는 유지관리업체는 16.22개 이상의 노변기지국(완제품)을 확보하여야 하는 것으로 분석되었다. 하자보수기간(2년)후 일정기간(2~3년)이 지난 시점에서 향후 10년간에 대하여 수리하면서 사용하는 경우와 신제품구입시의 총비용을 비교하여 산정한 교체시기는 40개월 운영기간동안 10.67건 이상의 고장이 난 장비이며, 대상장비는 11대이다.

시사점은

첫째, 초기설치부터 시험운동을 포함한 13개월 동안은 고장건수가 높았다. 따라서, 발주처가 (특히 신개발) ITS 장비를 설치시 하자보수기간(무상수리기간)을 최소한 1년 이상으로 정하는 것이 타당함이 확인되었다.

둘째, 발주처가 신뢰성 있는 시스템 유지관리를 위해서는 하자보수기간(즉, 준공후 1~2년간의 초기 고장기간)의 고장자료 DB화 및 신뢰성분석이 필요

하다. 국내에서는 하자보수기간동안의 고장자료는 제조사의 입장에서는 공개시 발주처의 클레임에 걸릴 것을 우려하여 일반적으로 제공하지 않으며, 발주처는 하자보수기간동안은 시공사가 유지보수까지 하는 것이 일반적이므로 고장이력 관리에 노력을 기울이지 않아 준공후 초기고장기간의 자료를 DB하는 것이 매우 어렵기 때문이다.

셋째, IT분야의 장비교체 시기는 장비의 내구년한에 의한 판단 외에 고장이 안난 휴대폰을 교체하는 사례와 같이 필요기능 또는 서비스에 의해서도 판단되어지므로 발주처는 고장자료에 의한 신뢰성 분석결과와 기술 및 서비스 동향 등을 감안하여 판단하는 것이 필요하다.

## 2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구 수행결과는 다음과 같은 한계를 갖고 있다. 첫째, 연구대상 수명자료를 모수적 분석방법으로 적합도 검정을 실시하였으나 적합되는 분포를 찾지 못하였고, 비모수적 방법으로 적합도 검정을 실시하지 못하였다. 둘째, 신제품구입과 10년간의 운영비용 비교에 의한 교체시기 산정은 초기에 고장이 많이 발생하는 장비가 향후에도 고장이 많이 발생한다는 가정에 기반하나 이러한 가정을 입증하지는 못하였다.

따라서, 향후에는 이러한 한계를 분석하기 위해 분석대상 기간 이후의 자료를 추가후 적합도 검정 및 신뢰성 분석을 실시하여 통계적으로 적합 되지 않은 원인이 자료수집 기간 부족인지 아니면 연구대상 제품의 품질차이 때문인지 분석하는 것이 필요하며, 수리가능 제품의 동적현상을 나타내는 stochastic process로 모형화 해보는 것이 필요하다. 또한 다른 ITS의 장비(CCTV, VMS 등)에 대한 신뢰성 분석 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 건설교통부, 한국도로공사, *국도ITS의 효율적인 유지관리에 관한 연구용역*, p. 25, 2004. 12.
- [2] 서순근, *Minitab 신뢰성분석(개정판)*, 이레테크, 2006. 5.
- [3] 송영화, 이청원, "Pooled Process를 활용한 ITS 현장장비의 MTBF 산정방안," *한국ITS학회 추계학술대회 논문집*, pp.192~197, 2004. 11.
- [4] 이청원, 송영화, 백남철, 장진환, "영상검지기 교정주기 설정방안", *대한교통학회지*, 제23권 제5호, pp. 177~185, 2005. 8.
- [5] 송영화, *이분산성을 고려한 영상검지기 정확도 감소함수 추정*, 석사학위논문, 서울시립대학교, 2006. 8.
- [6] 문정환, 이상섭, 정주혁, 이재현, 함중걸, *LCD Projection TV 램프의 열신뢰성 분석에 관한 연구*, 한양대학교 신뢰성분석센터 홈페이지-지식센터 분석연구사례(<http://www.rarc.or.kr>).
- [7] 이태구, 박병강, 허진, 이재현, 송병석, *고속편용 밀폐구조형 BLDC 모터의 열내구성 분석*, 한양대학교 신뢰성분석센터 홈페이지-지식센터 분석연구사례(<http://www.rarc.or.kr>).
- [8] <http://reliability.ats.go.kr> :산업자원부 기술표준원
- [9] 조건호, "계단충격가속수명시험에서의 지수분포에 대한 적합도 검정," *한국데이터정보과학회지*, 제5권, 제2호, pp. 75-85, 1994. 12.
- [10] 이우동, 조건호, "가속수명시험에 대한 적합도 검정에 관한 연구," *한국데이터정보과학회지*, 제7권, 제2호, pp. 37-46, 1996. 9.
- [11] 이우동, "임의중단모형에서 최소제곱법을 이용한 와이블분포의 모수추정," *한국데이터정보과학회지*, 제7권, 제2호, pp. 263-272, 1996. 9.
- [12] 웹: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35e.htm>
- [13] 대전광역시, *ITS 3차사업 노변기지국(RSE) 시방서*, 2005. 8.
- [14] 대전광역시, *ITS 1차사업 실시설계보고서*, 2002. 12.

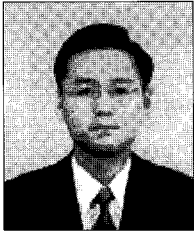


저자소개



한 대 회 (Daehee Han)

2007년 8월 : 서울시립대학교 도시과학대학원 공학석사(교통관리전공)  
1996년 2월 : 한양대학교 공학대학 공학사(교통공학 전공)  
2004년 ~ 현재 : 대전광역시청 교통국 교통정책과(전임나급)  
2001년 ~ 2004 : (주)유신코퍼레이션 교통시설연구실  
1995년 ~ 2001 : (주)선진엔지니어링종합건축사사무소 교통계획부



이 청 원 (Chungwon Lee)

1998년 : The University of Texas at Austin, PhD in Transportation Engineering  
1988년 : 서울대 토목과 교통공학석사  
1986년 : 서울대 토목과 공학사  
2004년 ~ 현재 : 서울시립대 교통공학과, 조교수  
1999년 ~ 2004년 : 서울시정개발연구원, 연구위원