

## 입환기관차의 LCC 평가분석

### Life-Cost-Cycle Evaluation Analysis of the Shunting Locomotive

정종덕\* · 배대성\*

Jong-Duk Chung · Dae-Sung Bae

#### Abstract

The deterioration of a shunting locomotive was characterized for the lifetime assessment. The locomotive has been used for shunting works in steel making processes, and in this investigation, various types of technical evaluation methods for the locomotive parts were employed to assess the current deterioration status and to provide important clue for lifetime prediction. Unlike other rolling stocks in railway applications, the diesel shunting locomotive is composed of major components such as diesel engine, transmission, gear box, brake system, electronic devices, etc., which cover more than 70 percent of the total price of the locomotive. Therefore, in this paper, each part of major components in the diesel locomotive was analyzed in terms of the degree of deterioration.

The life-cycle-cost (LCC) analysis was performed based on the maintenance and repair history as compared with economical cost to provide the cost-effective prediction, i.e., to assess either repair for reuse or putting the locomotive out of service based on cost-effective calculation.

**Keywords** : LCC(Life-Cycle-Cost), NPV(Net Present Value), RAMS(Reliability, Availability, Maintainability and Safety)

#### 1. 서론

노후된 철도차량을 계속 사용할 경우 안전에 큰 문제가 발생할 수 있으므로 차량에 대한 잔존수명평가를 실시하여 차량을 연장사용하기 위해 보수를 실시할 것인지 또는 신차로 교체를 할 것인지를 결정하여야 한다. 이렇게 노후화된 차량의 잔존수명을 결정하는데 차량의 안전성 측면에서는 차체 및 대차 등의 주요 골조에 대한 안전이 직접적인 영향을 미치게 되고 경제성 측면에서는 차량의 노후화로 인한 부품의 수선이나 소모품의 교환이 잦아짐에 따라 유지보수비용이 증가하므로 이러한 유지보수비용에 지배적인 비중을 차지하는 항목들이 경제적 측면의 고려대상이 된다.

사용내구연한 연장에 대하여 해외사례를 비추어 판단할 때 내구사용 연장을 위해서는 차량구매가의 1/3수준을 투입하여 내구연한의 1/3정도 연장하는 것이 경제성이 있다는

의견을 제시하는 사례가 있다. 최근 일본에서는 차량의 Life-Cycle을 고려한 단수명 차량의 개념을 도입하여 중간 보수 및 점검 없이 13년을 사용하고 보수공사를 위해 정비창에 입고되었을 때 폐기를 시킬 것인지, 연장 사용을 위한 보수를 할 것인지를 결정할 수 있도록 추진하고 있다[1, 2, 3, 4]. 이는 수명연장에 따른 부품의 단종에 대한 두려움과 기술발전예 따른 유지보수의 최소화, 운영비 절감 등을 전혀 기대할 수 없기 때문에 차량입찰시점부터 LCC를 요구하고 있다.

신규로 투입되는 차량은 안전성 강화와 수송능률 향상이 됨으로서 차량 초기 구입비용 증가가 불가피할 것으로 예상된다. 그러나 신뢰성 있고 고장정비가 용이한 신규 부품의 도입, 효율적인 정비체계 및 고효율장치를 적용함으로써 운영비를 절감할 수 있을 것으로 본다.

차량 구입은 단순히 초기 구입비용만으로 결정되어지는 요소가 아니고 초기 구입비용 및 차량 수명 기간 동안의 운영비용 전체를 고려하여 결정되어야 하며 이러한 비용 추정을 목적으로 차량 수명주기 비용이 적용된다.

철도차량의 LCC는 입찰단계에서는 제안된 차량의 경제

† 책임저자 : 정희원, 한양대학교 대학원 정밀기계공학과 및 한국철도 기술연구원

\* 정희원, 한양대학교 정밀기계공학과 교수

성을 평가하는 도구로, 설계단계에서는 비용 효율적인 대안 설계를 위한 도구로 활용되고 있으며 운영처에서는 이를 기반으로 유지보수체계를 갖추어 업무 효율을 높이는데 적용되고 있다.

본 연구에서는 입환기관차의 구입과 유지, 보수에 대한 LCC 분석을 하여 차량 노후화에 따른 신규 도입과 수리 후 재 사용시 예상되는 비용을 검토하고 운영처 입장에서 비용에 대한 효율적인 적용 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 철도차량 수명 주기 비용(LCC) 기본 개념

철도차량 LCC와 상호 연계되는 분야는 신뢰성(Reliability), 정비성(Maintainability), 비용분석(Cost Analysis), 정비(Maintenance), 정비 도구·장비 최적화, 예비품 수량 최적화이다.

철도차량 LCC의 구성요소는 차량구입가격, 정비비용, 운영비용, 기타 비용 등으로 구분되며, 상세 내용은 Table 1과 같다. LCC 검토에는 연간 인플레이션과 금리차이를 고려하여 순현

가(NPV, Net Present Value)를 적용한다. 미래에 발생할 현금 흐름(Cash flow)을 현재의 시점에서 평가한 가치를 말하며, 현가(現價)로 줄여서 부르기도 한다. 이러한 목적으로 널리 사용되는 개념은 순현재가로서, 이는 미래에 투입되는 예상비용을 현재의 시점에서 평가한 가치를 뜻한다[5].

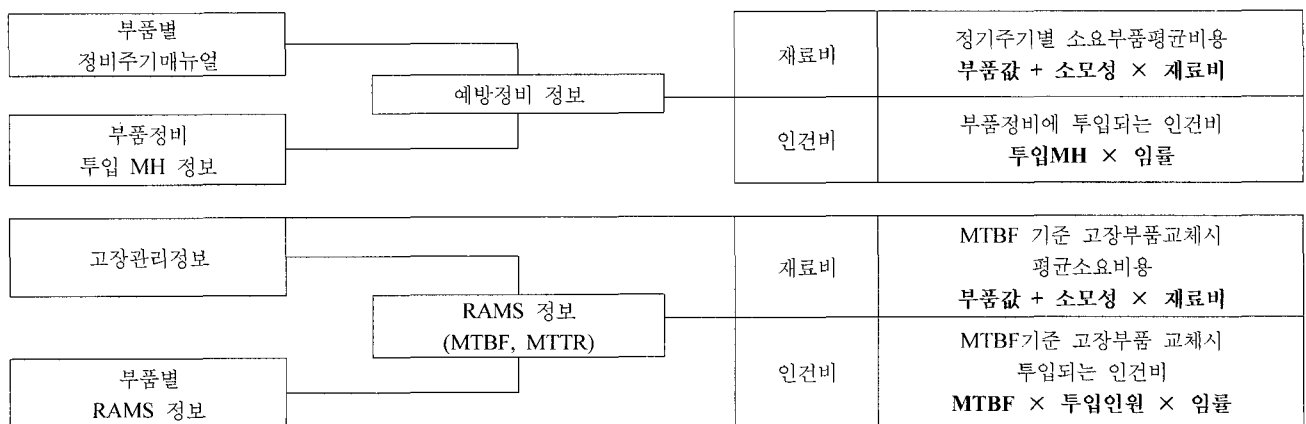
차량의 LCC는 차량 수명 기간 동안 예상되는 각 구성요소 비용의 합이며 다음 식으로 표현된다.

$$LCC = \text{차량구입가격(A)} + \text{차량정비비용(B)} + \text{운영비(C)} + \text{기타비용(D)}$$

여기서 차량정비는 예방정비와 수리정비로 구분되는데 예방정비는 차량의 성능 및 기능을 유지하기 위하여 시행되는 정비로서 주기적으로 발생하는 비용이므로 일반적으로 차량의 고장수리에 기인하는 수리정비 비용보다 차량 LCC에 미치는 영향이 크다. LCC에서 예방정비 비용은 Fig. 1과 같이 구성된다.

Table 1. LCC 구성 요소 상세 내역

구성요소	항목	재료비	인건비
차량구입가격(A)	차량가격, 부품 검사장비 등 비용	○	
차량정비비용(B)	예방정비	○	○
	수리정비	○	○
	수명교체	○	○
운영비(C)	전 력 비		
	보 선 비	○	○
기타비용(D)	세척청소	○	○
	기지운영		○



범례 : RAMS(Reliability, Availability, Maintainability and Safety)  
 평균고장간격(Mean Time Between Failure : MTBF)  
 평균수리시간(Mean Time To Repair : MTTR)

Fig. 1. LCC 예방정비 비용

### 3. 입환기관차 LCC 분석

#### 3.1 개요

차량 LCC는 초기 차량 구입가와 더불어 차량 수명기간 동안 차량의 예방정비 및 고장정비를 수행하는데 소요되는 비용을 계산하여 사용기간 동안의 비용을 효율적으로 적용하는데 활용목적이 있다.

#### 3.2 LCC 평가기준 및 방법

LCC 계산에 적용된 기준과 내용은 Table 2와 같다. 적용 data는 설계자료, 검토자료(차량운영자료) 및 철도차량 부품 수명에 대한 관련 자료와 정밀진단 결과를 기준으로 하였다 [6, 7, 8, 9, 10].

#### 3.3 입환기관차 유지보수비 집행현황

'92년 12월에 도입되어 사용 중인 입환기관차의 유지보수비 사용내역은 Table 3과 같으며 이 실적 데이터는 5년('97년부터 '01년까지)동안의 유지보수비 집행현황을 정리한 것

이다. 이 기간내 차량 1량당 평균 유지보수비용은 2,785만원이 집행되었음을 알 수 있다[11].

#### 3.4 LCC 분석

대상차량에 대한 LCC 분석은 다음 2가지 방안으로 구분하여 제시하고자한다. 각 방안에 대해 현가화(NPV, Net Present Value)적용 및 가동손실비용을 적용하여 LCC분석을 수행하였다.

▶ 제1안 : 수리사용(부품교체)

부품제작사에서 제시한 내구사용년수와 정밀진단 결과를 기초로 주요 노후 부품을 교체 후 차량 수명을 추가로 15년, 약 30년 사용하는 방안(Table 4 수리사용시 LCC 분석)

▶ 제2안 : 신차도입

사용 14년차에서 16년차 사이의 노후차량 부품 교체를 대신하여 16년 차에 기존차를 폐기하고 신규차량을 구입, 신규 15년을 사용하는 방안(Table 5 신차도입시 LCC 분석)

Table 2. LCC 분석에 이용된 데이터

부품명	신품비용	예방정비(수리)	사용내구년수
1. 엔진	1.4 억원	- 신품은 5년후, 3년마다 3회 정비(정비비 : 0.3 억원/1회)	만 14년 적용
2. 변속기	1.5 억원	- 신품은 7년마다 1회 정비(정비비 : 0.4 억원/1회)	만 15년 적용
3. 감속기	1.0 억원	- 신품은 7년마다 1회 정비(교환비용 : 0.4 억원/1회)	만 15년 적용
4. 차륜	-	- 5년마다 신품으로 교환 - 교환비용 : 0.094 억원/1량(정비비 : 0.0118 억원×8개=0.094 억원)	만 5년 적용
5. 차체(외피)	-	- 도색작업 : 7년마다 차체도장(도색비용 : 0.05 억원/1회) - 외피수리 : 차량 재사용시 차체 상판전면교체(외피 비용 : 0.3 억원)	만 15년 적용
6. 전자제어	1.0 억원	- 신품은 4년후, 4년마다 2회 정비(정비비 : 0.3 억원/1회)	만 12년 적용
7. 대수리(공기관/전선관 및 실내설비등)	2.0 억원	- 노후화에 따른 공기관, 전선, 부품취부용 브라켓트 등 전면적인 대수리	만 15년 적용
8. 기타설비	-	- 각종 밸브류, 전기장치, 실내설비 등(교환비용 : 0.250 억원/년, 최초)	-

Table 3. '92년 도입분 입환기관차 유지보수비 현황

단위 : 백만원

구분	수량	97년	98년	99년	00년	01년	누적	평균
엔진	9량	140.00	140.00	118.37	140.25	124.00	662.62	132.52
변속기	9량	20.50	20.54	18.00	18.00	100.00	177.04	35.41
전자제어	9량	24.00	28.91	24.83	30.00	45.00	152.74	30.55
전기장치	9량	16.00	16.00	16.00	16.00	18.00	82.00	16.40
대차 및 기타장치	9량	35.00	43.00	32.00	28.88	40.00	178.88	35.78
누계	9량	235.50	248.45	209.20	233.13	327.00	1253.28	<b>250.66</b>
평균	1량	26.17	27.61	23.24	25.90	36.33	139.25	<b>27.85</b>
기계		195.50	203.54	168.37	187.13	264.00	1018.54	203.71
전기		40.00	44.91	40.83	46.00	63.00	234.74	46.95

차량의 LCC 분석을 위해 NPV 적용 기준을 금리(Interest)는 5%~6%, 물가상승률(Inflation Rate)은 4%로 가정하였고 금리와 물가상승률의 차이인 Discount Rate는 1%~2%로 LCC를 분석하였다.

차량 운용 과정에서 예상되는 가동률은 차량 사용기간에 따라 저하가 예상되며, 수리사용과 신차도입에 따른 차량운용 30년 동안의 가동률은 기존 차량 운영가동률을 기준으로 추정한다.

수리사용의 경우, 14-15년차 주요 부품의 교체로 가동

률이 일시적으로 향상되나 20년 이후 미 교체 부품 고장에 기인하여 신차구입 가동보다 상대적으로 낮은 가동률이 예상된다.

차량 가동률 저하에 따른 가동손실은 Table 6의 가동손실 비용 계산 기준에 따라 필수가동률 85%를 기준으로 예상가동률이 필수가동률 미만인 경우 손실이 발생한다고 가정하고, 가동손실에 따른 가동손실비용은 해당 수송비용의 손실분으로 계산된다.

Table 4. 수리사용시 LCC 분석 (Discount Rate : 1% : Discount Rate : 2%)

단위 : 억원

차령	년도	가동률 (%)	수리비용								Discount Rate : 1 %				Discount Rate : 2 %					
			엔진	변속기	감속기	WHE EL	차체 (외피)	전자 제어	공기 전선관	기타 설비	가동 손실 비용	합계	년간 비용	누적 비용	NPV 적용 누적 비용	가동 손실 비용	합계	년간 비용	누적 비용	NPV 적용 누적 비용
신규 (92.12)											8.700					8.700				
1	1993년	100								0.000	0.000	0.000	8.700	8.700	0.000	0.000	0.000	8.700	8.700	
2	1994년	100								0.000	0.000	0.000	8.700	8.700	0.000	0.000	0.000	8.700	8.700	
3	1995년	95								0.000	0.000	0.000	8.700	8.700	0.000	0.000	0.000	8.700	8.700	
4	1996년	95							0.250	0.000	0.250	0.250	8.950	8.950	0.000	0.250	0.250	8.950	8.950	
5	1997년	93						0.300	0.250	0.000	0.550	0.800	9.500	9.498	0.000	0.550	0.800	9.500	9.495	
6	1998년	92	0.300			0.094			0.250	0.000	0.644	1.444	10.144	10.134	0.000	0.644	1.444	10.144	10.124	
7	1999년	90							0.250	0.000	0.250	1.694	10.394	10.370	0.000	0.250	1.694	10.394	10.345	
8	2000년	88		0.400	0.400		0.050		0.250	0.000	1.100	2.794	11.494	11.453	0.000	1.100	2.794	11.494	11.412	
9	2001년	87	0.300					0.300	0.300	0.000	0.900	3.694	12.394	12.325	0.000	0.900	3.694	12.394	12.258	
10	2002년	85							0.300	0.000	0.300	3.994	12.694	12.589	0.000	0.300	3.994	12.694	12.487	
11	2003년	83				0.094			0.300	0.208	0.603	4.597	13.297	13.153	0.208	0.603	4.597	13.297	13.014	
12	2004년	80	0.300						0.300	0.520	1.120	5.717	14.417	14.228	0.520	1.120	5.717	14.417	14.048	
13	2005년	78						1.000	0.300	0.728	2.028	7.746	16.446	16.202	0.728	2.028	7.746	16.446	15.969	
14	2006년	75							0.375	1.041	1.416	9.161	17.861	17.542	1.041	1.416	9.161	17.861	17.239	
15	2007년	80	1.400				0.300		0.375	0.520	2.595	11.756	20.456	20.049	0.520	2.595	11.756	20.456	19.664	
16	2008년	90		1.500	1.000	0.094			2.000	0.375	0.000	4.969	16.726	25.426	24.905	0.000	4.969	16.726	25.426	24.414
17	2009년	90							0.375	0.000	0.375	17.101	25.801	25.118	0.000	0.375	17.101	25.801	24.475	
18	2010년	85						0.300	0.375	0.000	0.675	17.776	26.476	25.629	0.000	0.675	17.776	26.476	24.834	
19	2011년	85							0.469	0.000	0.469	18.245	26.945	25.928	0.000	0.469	18.245	26.945	24.980	
20	2012년	83	0.300						0.469	0.208	0.977	19.221	27.921	26.733	0.208	0.977	19.221	27.921	25.631	
21	2013년	80				0.094			0.469	0.520	1.083	20.305	29.005	27.636	0.520	1.083	20.305	29.005	26.376	
22	2014년	78					0.050	0.300	0.469	0.728	1.547	21.852	30.552	28.994	0.728	1.547	21.852	30.552	27.570	
23	2015년	75	0.300	0.400	0.400				0.469	1.041	2.609	24.461	33.161	31.400	1.041	2.609	24.461	33.161	29.802	
24	2016년	73							0.610	1.249	1.858	26.320	35.020	33.031	1.249	1.858	26.320	35.020	31.238	
25	2017년	70							0.610	1.561	2.171	28.490	37.190	34.959	1.561	2.171	28.490	37.190	32.958	
26	2018년	65	0.300			0.094		1.000	0.610	2.081	4.085	32.576	41.276	38.781	2.081	4.085	32.576	41.276	36.558	
27	2019년	63							0.610	2.289	2.899	35.475	44.175	41.380	2.289	2.899	35.475	44.175	38.900	
28	2020년	60							0.610	2.601	3.211	38.686	47.386	44.264	2.601	3.211	38.686	47.386	41.507	
29	2021년	55	0.300				0.300		0.793	3.122	4.515	43.201	51.901	48.423	3.122	4.515	43.201	51.901	45.366	
30	2022년	50							0.793	3.642	4.435	47.636	56.336	52.461	3.642	4.435	47.636	56.336	49.067	
합계			3.500	2.300	1.800	0.472	0.700	3.200	2.000	11.353	22.060	47.636	56.336	52.461	22.060	47.636	56.336	49.067		
년 평균비용			0.117	0.077	0.060	0.016	0.023	0.107	0.067	0.378	0.735	1.588	1.878	1.749	0.735	1.588	1.878	1.636		

Table 5. 신차도입시 LCC 분석 (Discount Rate : 1% : Discount Rate : 2%)

단위 : 억원

차령	년도	가동율 (%)	수리비용							Discount Rate : 1 %				Discount Rate : 2 %					
			엔진	변속기	감속기	WHE EL	차체 (외피)	전자 제어	기타 설비	가동손실비용	합계	년간 비용	누적 비용	NPV 적용 누적 비용	가동손실비용	합계	년간 비용	누적 비용	NPV 적용 누적 비용
신규 (92.12)											8.700					8.700			
1	1993년	100							0.000	0.0000	0.000	8.700	8.700	0.000	0.0000	0.000	8.700	8.700	
2	1994년	100							0.000	0.0000	0.000	8.700	8.700	0.000	0.0000	0.000	8.700	8.700	
3	1995년	95							0.000	0.0000	0.000	8.700	8.700	0.000	0.0000	0.000	8.700	8.700	
4	1996년	95						0.250	0.000	0.2500	0.250	8.950	8.950	0.000	0.2500	0.250	8.950	8.950	
5	1997년	93						0.300	0.250	0.000	0.5500	0.800	9.500	9.498	0.000	0.5500	0.800	9.500	9.495
6	1998년	92	0.300			0.094			0.250	0.000	0.6444	1.444	10.144	10.134	0.000	0.6444	1.444	10.144	10.124
7	1999년	90							0.250	0.000	0.2500	1.694	10.370	10.370	0.000	0.2500	1.694	10.370	10.345
8	2000년	88		0.400	0.400		0.05		0.250	0.000	1.1000	2.794	11.494	11.453	0.000	1.1000	2.794	11.494	11.412
9	2001년	87	0.300					0.300	0.300	0.000	0.9000	3.694	12.394	12.325	0.000	0.9000	3.694	12.394	12.258
10	2002년	85							0.300	0.000	0.3000	3.994	12.694	12.589	0.000	0.3000	3.994	12.694	12.487
11	2003년	83				0.094			0.300	0.208	0.6025	4.597	13.297	13.153	0.208	0.6025	4.597	13.297	13.014
12	2004년	80	0.300						0.300	0.520	1.1203	5.717	14.417	14.228	0.520	1.1203	5.717	14.417	14.048
13	2005년	78						1.000	0.300	0.728	2.0284	7.746	16.446	16.202	0.728	2.0284	7.746	16.446	15.969
14	2006년	75							0.375	1.041	1.3406	9.086	17.786	17.467	1.041	1.3406	9.086	17.786	17.164
15	2007년	70							0.375	1.561	1.5609	10.647	28.047	27.640	1.561	1.5609	10.647	28.047	27.256
신규도입																			
16	2008년	100							0.000	0.000	0.0000	10.647	28.047	27.451	0.000	0.0000	10.647	28.047	26.885
17	2009년	100							0.000	0.000	0.0000	10.647	28.047	27.263	0.000	0.0000	10.647	28.047	26.521
18	2010년	95							0.000	0.000	0.2500	10.897	28.297	27.328	0.000	0.2500	10.897	28.297	26.415
19	2011년	95							0.250	0.000	0.2500	11.147	28.547	27.392	0.000	0.2500	11.147	28.547	26.310
20	2012년	93						0.300	0.250	0.000	0.5500	11.697	29.097	27.755	0.000	0.5500	11.697	29.097	26.508
21	2013년	92	0.300			0.094			0.250	0.000	0.6444	12.341	29.741	28.208	0.000	0.6444	12.341	29.741	26.796
22	2014년	90							0.250	0.000	0.2500	12.591	29.991	28.263	0.000	0.2500	12.591	29.991	26.684
23	2015년	88		0.400	0.400		0.05		0.250	0.000	1.1500	13.741	31.141	29.218	0.000	1.1500	13.741	31.141	27.475
24	2016년	87	0.3000					0.300	0.300	0.000	0.9000	14.641	32.041	29.913	0.000	0.9000	14.641	32.041	27.999
25	2017년	85							0.300	0.000	0.3000	14.941	32.341	30.000	0.000	0.3000	14.941	32.341	27.913
26	2018년	83				0.094			0.300	0.208	0.6025	15.544	32.944	30.390	0.208	0.6025	15.544	32.944	28.131
27	2019년	80	0.3000						0.300	0.520	1.1203	16.664	34.064	31.293	0.520	1.1203	16.664	34.064	28.863
28	2020년	78						1.000	0.300	0.728	2.1184	18.783	36.183	33.186	0.728	2.1184	18.783	36.183	30.578
29	2021년	75							0.390	1.041	1.4306	20.213	37.613	34.372	1.041	1.4306	20.213	37.613	31.571
30	2021년	70							0.390	1.561	1.9509	22.164	39.564	36.066	1.561	1.9509	22.164	39.564	33.065
합계			1.800	0.800	0.800	0.377	0.100	3.200	6.720	8.177	22.164	39.564	36.066	8.177	22.164	39.564	33.065		
년 평균비용			0.060	0.0267	0.0267	0.0126	0.0033	0.1067	0.224	0.273	0.739	1.319	1.202	0.273	0.739	1.319	1.102		

#### 4. LCC 검토 결과

차량의 내구사용년수를 30년으로 정하여 부품 교체 후 계속(수리)사용과 신차 도입에 대한 LCC 평가를 수행하였다. Table 7과 Fig. 3을 살펴보면 주요부품 교체 후 수리 사용하는 경우 LCC 누적비용 및 현재화(NPV) 비용이 신차도입차량보다 많이 발생됨을 알 수 있었다.

Fig. 4는 신차도입과 수리사용의 사용기간내 LCC 연간

투입 예상 비용으로 기존 입환기관차를 수리하여 계속 사용하는 경우에는 엔진계통, 변속기, 제어장치, 제동장치 및 차체의 외피 등의 노후화에 따른 성능저하, 안전성 문제를 고려하여 대략 15년을 기점으로 2년 동안 전면적인 교체가 요구된다. 특히, 이 시점에서 차량가격의 약 70% 이상이 보수비용으로 투입됨에 따라 차량을 교체하여 사용하는 것이 바람직하다.

Fig. 5는 신차도입과 수리사용의 사용시 기간내 가동손실

Table 6. 가동손실비용 계산 기준

구분	내용
수송비용	32대/년 : 33,299백만원
	1대당/년 : 104,058천원
년간 가동률(%)	필수 가동률 : 85%
손실비용 (대당/년)	104,058천원(필수가동률-실가동률) 예시) 104,058천원×(85-80)실가동률 80% 적용시

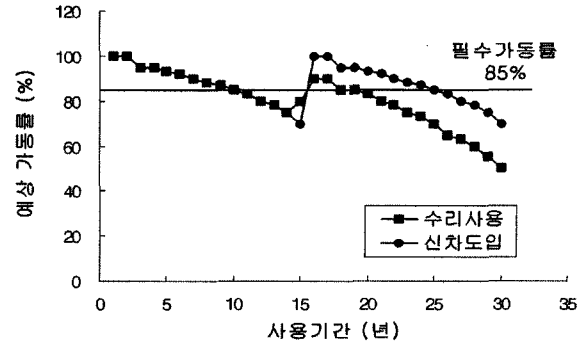
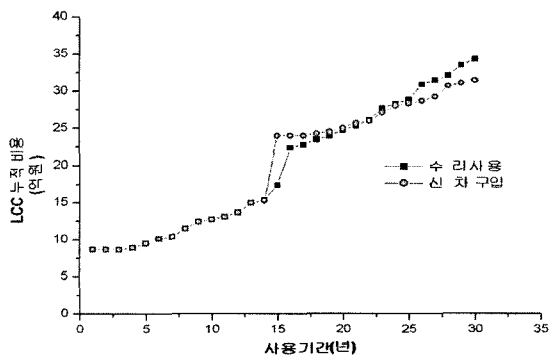


Fig. 2. 차량운용 30년 동안 수리사용 및 신차도입 예상 가동률

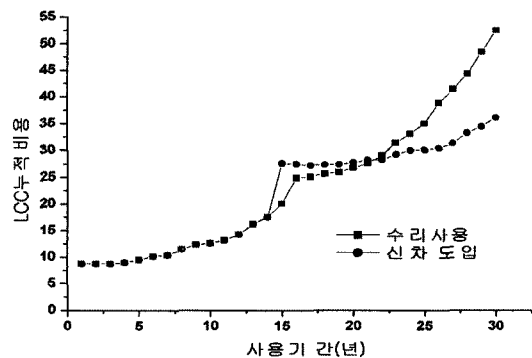
Table 7. LCC 누적 예상 비용

단위 : 억원

구분	LCC 누적비용		A-B	
	수리사용시 (A)	신차도입시 (B)		
NPV未적용, 가동율未적용	34.275	31.488	2.787	
(1) NPV 적용 (2) 가동손실, 비용未적용	Discount Rate : 1%	31.439	28.607	2.832
	Discount Rate : 2%	28.992	26.177	2.815
	Discount Rate : 3%	26.876	24.094	2.782
	Discount Rate : 4%	25.044	22.308	2.736
	Discount Rate : 5%	23.453	20.773	2.680
(1) NPV 적용 (2) 가동손실, 비용 적용	Discount Rate : 1% 필수 가동률 : 85% 기준	52.461	36.066	16.395
	Discount Rate : 2% 필수 가동률 : 85% 기준	49.067	33.065	16.002



(a) NPV 및 가동손실비용 미적용시



(b) NPV (Discount Rate : 1%) 및 가동손실비용 적용시

Fig. 3. 신차도입과 수리사용(부품교체)의 사용기간내 LCC 누적 예상 비용

예상비용으로 차량 운영시 예상되는 가동률 저하에 따른 30년 가동 손실 비용은 필수가동률 85%를 기준으로 예상비용을 산출한 결과 수리 사용의 경우, 신차 도입에 비해 약 16 억원이 더 소요되는 것으로 계산되었다.

LCC 검토결과, 수리 사용시, LCC 누적비용 및 순현재가화(NPV) 비용이 신차도입보다 많아 경제적이지 못하고, 또한,

교체품 외 일부 부품의 노후화 등으로 고장 및 차량 가동률 저하가 지속적으로 예상되는 반면, 신규 구입시 고장 감소로 차량의 가동률이 높다는 점을 고려한다면 신규 차량 도입이 비용 효율 측면과 운용 측면에서 최적의 대안이라 판단된다.

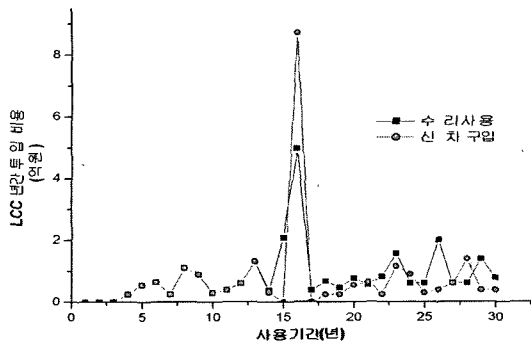


Fig. 4. 신차도입과 수리사용의 사용기간내 LCC 연간 투입 예상 비용

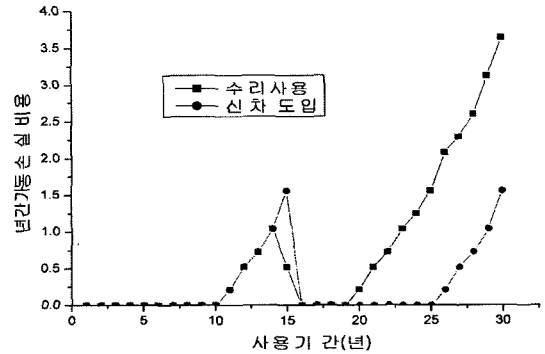


Fig. 5. 신차도입과 수리사용의 사용 기간내 가동손실예상비용

### 5. 결론

기존차를 노후화된 주요 부품들만 교환하여 더 사용하는 방안을 검토해 본 결과 15년을 기점으로 차량가격의 약 70% 이상의 보수비용이 발생됨에 따라 경제성이 없는 것으로 판단된다.

이상에서와 같이 차량의 내구년한 설정은 차량 도입단계에서부터 LCC를 고려하여 차량 발주가 되어야 하겠고 차량 제작사는 각 부품에 대한 신뢰성 있는 자료제시와 비용을 산출하여 운영처에 제시하여야 하며, 운영처는 이를 토대로 계약이 이루어져 이에 대한 유지보수체계를 갖추는 것이 차량의 내구 수명을 결정하는데 무엇보다 중요하다고 하겠다. 운영처가 유지보수 체계를 잘 갖추면 운행 중 일어날 수 있는 사고를 미연에 방지할 수 있으며 조업능력 향상과 경영 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### 후기

본 연구는 POSCO의 수탁연구사업에 의하여 수행되었으며, 관련자에게 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 서울지하철 1호선 전동차 안전진단, 서울특별시 지하철공사, 1995.10
2. 서울지하철 전동차 폐차처리방안 연구, 한국산업관계연구원, 1998.6
3. 지하철전동차 대차 수명관리방안 연구, 한국기계연구원, 1999.3
4. 철도청저항제어 전동차 정밀진단결과보고서, 한국철도기술연구원, 2002.12
5. LCC 평가기법연구, Rotem, 2004
6. STX 커민스 엔진 운전 및 정비 지침서
7. KT-KTA19 Locomotive Parts Catalog
8. VOITH TURBO Transmission L3r2 V2, Instructions for Assembly and Disassembly
9. VOITH TURBO Transmission L3r2 V2, Workshop Manual
10. KNORR Distributor Valves, Maintenance and Overhaul Instruction
11. POSCO 입환기관차 통계자료, POSCO, 2004