

수인선의 전동열차 운영방법에 관한 연구  
A Study on the Way of Operation of EMU  
in Suwon-Incheon Line

김희곤†                      오종업\*                      이원순\*\*                      신택현\*\*\*  
Kim, Heui-Kon              Oh, Jong-Eop              Lee, Weon-Soon              Shin, Tack-hyun

ABSTRACT

Suin line is expected to be opened completely in 2015 by three stages. And the line between Suwon and Incheon(54.0km) is under construction to supply the users of southwestern area transportation convenience. The route of Suin line will be constructed to share partly with Ansan line and connect directly with Bundang line to the east and Kyeongin line to the west. That's why a lot of difficulty in train and rolling stock operation is expected. This paper proposes an alternative plan of train operation when the line is opened partly and completely and makes an optimally alternative plan through the analyses of transportation demand, the change of human resources of operation sector according to train operation plan by an alternative proposal and operation cost.

EMU : Electrical Multiple Unit

1. 서 론

수인선은 수원-인천역간(54.0km) 서남부 이용객의 교통편의를 제공하기 위하여 건설되는 노선이다. 수인선의 노선은 한대앞역-오이도역간은 안산선과 공용하고 동쪽으로는 분당선, 서쪽으로는 경인선과 직결된다.

이 노선은 광역철도의 기능을 주로하고 화물열차운행을 병행할 수 있도록 건설된다. 수인선이 완전 개통 이후 열차운영 할 때 연결노선의 상이한 신호시스템, 차량편성을 고려해야 한다.

이번 연구에서는 2013년까지 개통되는 오이도-인천역간 노선을 대상으로 대안을 선정하였으며, 이용자에게는 편리한 교통서비스를 제공하고 운영자는 운영비용을 최소화하여 수인선이 완전히 개통되었을 때 신호시스템이나 차량운영, 열차운영의 문제점을 해소하여 운영효율성을 높이고자 한다.

건설계획에 따라 단계별로 개통할 때와 수원-지하인천간이 완전히 개통되었을 때 운영 가능한 3개 대안을 경험적인 방법을 이론적인 체계를 통하여 설정하였다. 따라서 본 연구는 각 대안별 열차운행횟수 산정, 차량구입비, 운영비등을 분석하여 운영자의 운영비를 분석하였고, 이용자의 시간절감 편익을 분석하여 최적의 열차운영 대안을 제시하고자 하였다.

† 책임저자 : 정희원, 서울산업대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 석사과정(한국철도공사 광역철도사업본부 차장)  
E-mail : rhs62@korail.com  
TEL : (02)3149-3638 FAX : (02)3149-3743  
\* 비회원, 한국철도공사 광역철도사업본부, 부장  
\*\* 정희원, 서울산업대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 석사(한국철도공사 광역철도사업본부 수송팀장)  
\*\*\* 정희원, 서울산업대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 교수

## 2. 수인선 건설계획

### 2.1 수인선 노선현황

수인선은 수원-인천역간은 3단계로 나누어 개통할 예정이다. 오이도~송도('11년 개통), 송도~인천('13년 개통), 수원~한대앞역('15년 개통)간으로 나누어 개통이 이루어진다.

수인선은 지하인천역에서 경인1선과 연결되고 오이도역에서는 안산·과천선·지하철4호선이 연결되며, 고색역에서 분당선, 경부선과도 연결된다. 또한 인천지하철 1호선 월인제역과 수인선의 승기역에서 환승되며, 안산선 공단역에서 소사-원시선과 환승된다. 노선현황은 그림 1과 같다.

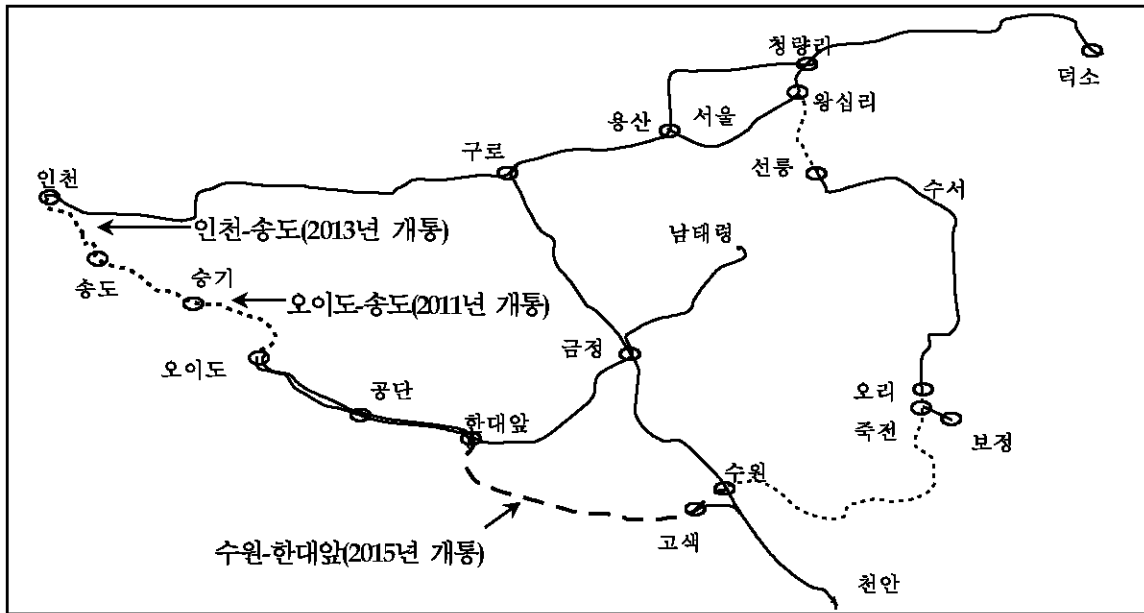


그림 1. 수인선 노선약도

### 2.2 열차운영 제약요인

수인선과 연결노선인 분당선은 차량은 6량 편성 교류전용(AC)이며 차상신호시스템(ATC)구간이다. 안산·과천선은 10량 편성 교·직류 겸용(AC/DC)이며 차상신호시스템과 지상신호시스템(ATC, ABS)이 병용하는 구간이다. 경인선은 10량 편성 교·직류 겸용이며, 지상신호시스템(ABS)으로 연결되는 노선간 시스템의 차이가 있다. 노선별 선로 및 시스템 비교는 표1과 같다.

표 1. 노선별 선로 및 신호시스템 비교

구분	분당선	안산선	수인선	경인선(내선)
운행구간	선릉~오리(14역)	한대앞~오이도(8역)	고색~지하인천(16역)	용산~동인천
운행키로(km)	25.1	12.8	54.0	33.6
열차운용	전동차전용	전동차 + 화물열차	전동차 + 화물열차	전동차+화물열차
선로용량(편도)	228	216	216	288
신호시스템	차내폐색방식[ATC]	자동폐색방식[ABS]	자동폐색방식[ABS]	자동폐색방식[ABS]
사용동력	AC 전용	AC, DC겸용	미정	AC, DC겸용
차량편성	6량	10량	미정	10량

또한 종착역인 지하인천역의 회차선 설비가 수인선만 회차할 수 있도록 한 쪽에만 설치되고 부분선이 설치되지 않아 수인선의 회차는 가능하나 경인선 열차가 회차 할 수 없도록 되어있다. 수인선 지하인천역 선로배선은 그림2과 같다.

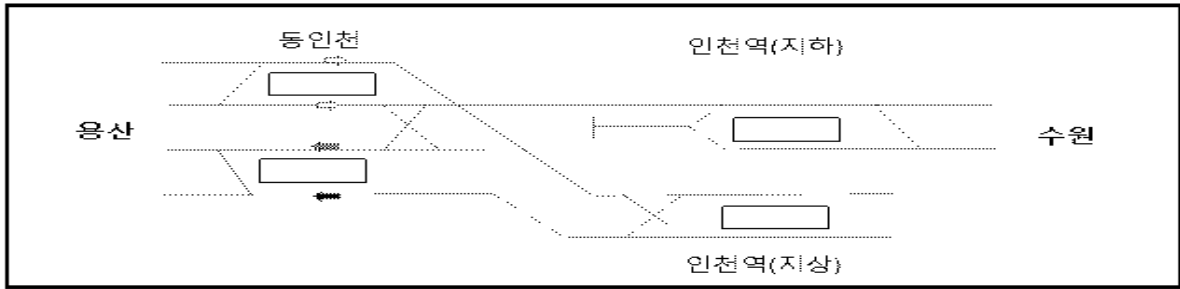


그림 2. 수인선 인천역(지하) 배선도

### 2.3 수송수요

본 연구에서 수송수요의 예측은 별도로 시행하지 않았고 건설 계획할 때의 교통영향평가를 적용하였다. 그 결과 오이도-인천역간 수송수요는 2013년 1일 승하차인원 265,920인/일, 침두시 최대재차인원 남동→승기역간의 10,511인/시로 예측하였다. 1일 승하차 및 침두시 재차인원은 표2와 표3과 같다[1].

표 2. 1일 승차인원 및 침두시 재차인원 총괄표

구 분		2013년	
일일 (인/일)	승차인원	인천→오이도	149,654
		오이도→인천	116,266
		합계	265,920
침두시 (인/시)	최대재차	인천→오이도	10,511(남동→승기)
		오이도→인천	9,587
		적용	10,511

표 3. 1일 역별 승하차 인원 및 침두시 재차인원 (2013년도)

정거장	수송인원(1일/명)				침두시 수송인원(인/시)					
	인천→오이도		오이도→인천		인천→오이도			오이도→인천		
	승차	하차	승차	하차	승차	하차	재차	승차	하차	재차
달월	1094	965	1208	498	153	135	8950	169	70	7900
월곶	9533	9439	11303	7200	1335	1321	8936	1582	1008	7999
소래	8094	9448	9598	7207	1133	1323	9126	1344	1009	8573
논현역	7667	10797	9445	7883	1073	1512	9565	1322	1104	8908
논현	9581	13609	11802	9937	1341	1905	10129	1652	1391	9126
남동	6812	9540	8390	6966	954	1336	10511	1175	975	9387
승기	16154	13886	12038	20441	2262	1944	10193	1686	2862	9587
연수	20284	9982	9163	14694	2840	1397	8750	1283	2057	8411
송도	26399	13083	11925	19259	3696	1832	6886	1669	2696	7637
용현	10594	6997	12821	16651	1483	980	6383	1795	2331	6610
남부	13121	2409	2166	12584	1837	337	4883	303	1762	6074
터미널	10114	3572	3567	9096	1416	500	3967	499	1273	4615
인천	10207	13132	12840	7626	1429	1839	2538	1797	1345	2496
합계	149,654	116,859	116,266	140,042	20,952	16,361	-	16,276	19,883	-

자료 : 한국철도시설공단(2004) 수인선 오이도-인천간 복선전철건설사업 교통영향평가

## 3. 열차운행 방안

### 3.1 대안설정

수인선 열차운행 방법은 크게 2가지로 생각할 수 있다. 첫째는 수요를 고려하지 않고 현재 운행열차를 연결 운행하는 방안, 둘째는 수송수요를 고려하여 열차당 수송단위를 줄여(10량→6량) 셔틀열차를 운행하여 운행 빈도를 늘리는 방안이다. 또한 1호선과 4호선을 연결하여 운행하는 방안이 있으나 차량, 신호 등 시스템 등이 서로 상이하여 많은 비용과 시간이 소요됨으로 이번 연구에서는 제외하였다.



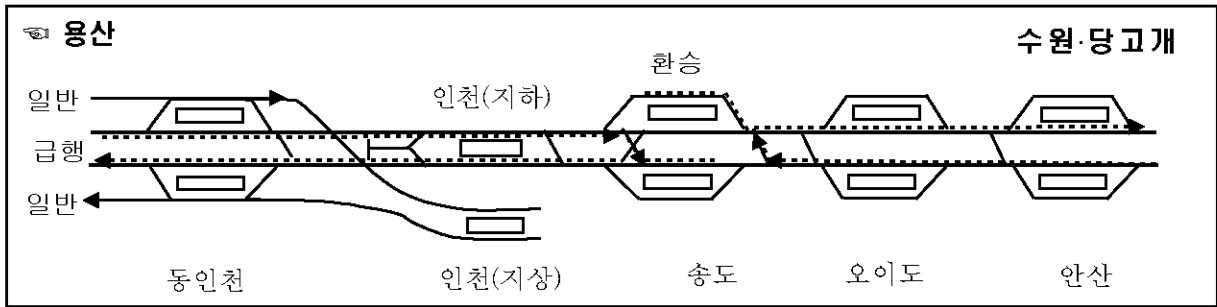


그림 4. 오이도-송도간, 동인천-송도간 연장운행(1, 2단계 개통시)

전동차는 현재 경인선과 안산선에서 운용중인 10량 편성차량이 연장하여 운행하게 됨으로 송도역에서 안산선과 경인선 양쪽방향으로 회차가 이루어져야 하고 여객도 송도역에서 환승하게 된다.

#### 나. 서틀전동열차 운행

##### [2-1안] 오이도~송도역간 운행

2011년 오이도~송도 구간이 개통되면 안산선과 수인선은 오이도역과 송도역에서 회차 운행하게 되며 여객환승이 이루어지도록 그림 5와 같이 오이도~송도간은 서틀전동열차를 운행한다.

2013년 인천~송도 구간이 개통되면 오이도~송도간을 운행하는 서틀전동열차를 연장하여 지하인천까지 운행하여 지하인천에서 회차한다. 경인선 열차는 2.2(제약요인)에서 설명한 바와 같이 지하 인천역에 회차 할 수 있는 설비가 없어 현재와 같이 동인천역에서 회차하여야 하며, 경인선 또는 수인선 이용객은 인천역에서 환승하여야 한다. 오이도-인천역간 2단계 개통시 서틀전동열차 운행은 그림 6과 같다.

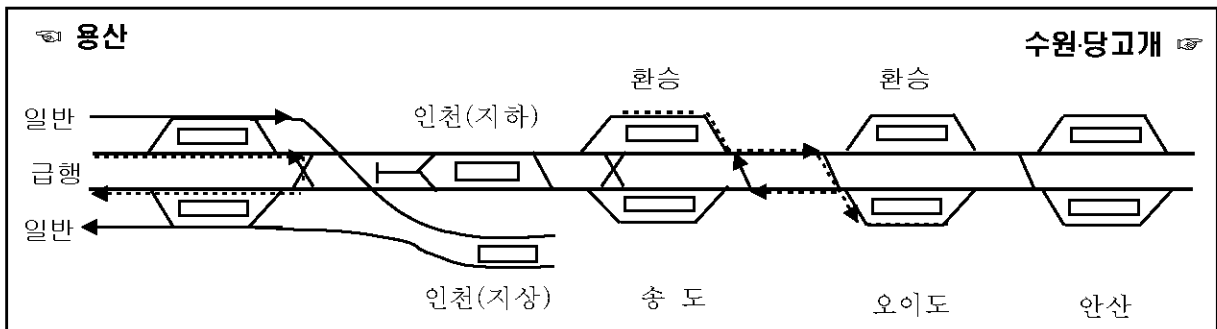


그림 5. 오이도-송도역간 서틀전동열차 운행(1단계 개통시)

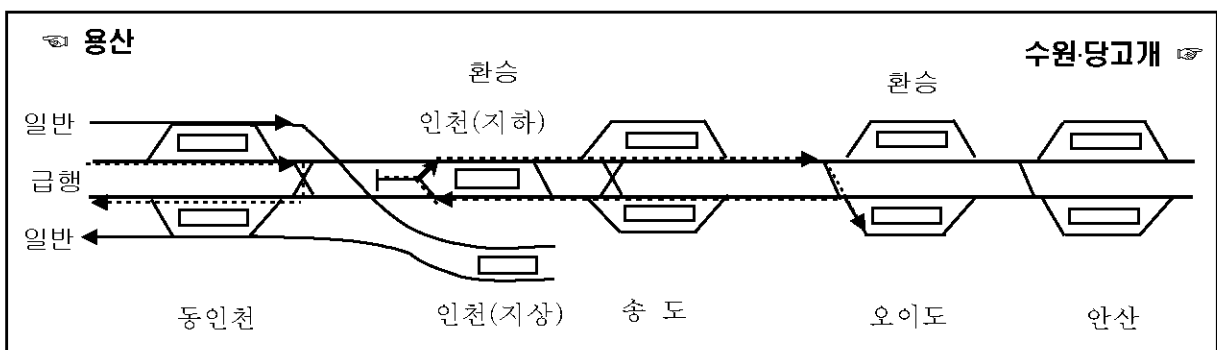


그림 6. 오이도-인천역간 서틀전동열차 운행(2단계 개통시)

[2-2안] 안산~인천간 서틀전동열차 운행

2011년 오이도~송도 구간이 개통되면 서틀전동열차의 운행효과를 높이기 위해 기존영업노선인 오이도~안산까지 운행구간을 확대하여 안산~오이도~송도역간 서틀전동열차를 운행하여 열차배차간격이 높은 안산역에서 회차 및 여객환승이 이루어진다. 안산-송도역간 1단계 개통할 때 서틀열차 운행계획은 그림 7과 같다.

2013년 인천~송도 구간이 개통되면 안산~송도역간을 운행하는 서틀전동열차를 연장하여 지하인천까지 운행한다. 이때 서틀전동열차는 지하인천에서 회차되며, 여객환승이 이루어지며 경인1선은 현재와 같이 동인천역에 회차되며 수인선과는 연결되지 않는다. 안산-인천역간 2단계 개통할 때 운행계획은 그림 8과 같다.

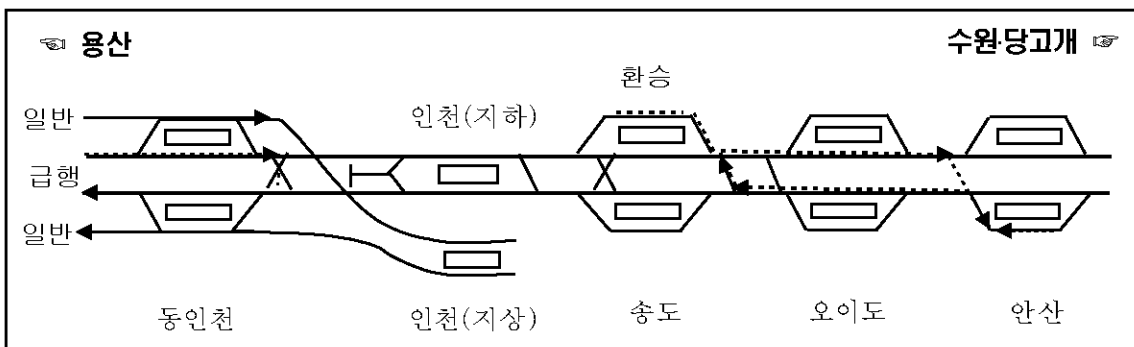


그림 7. 송도-오이도간 서틀전동열차 운행(1단계 개통시)

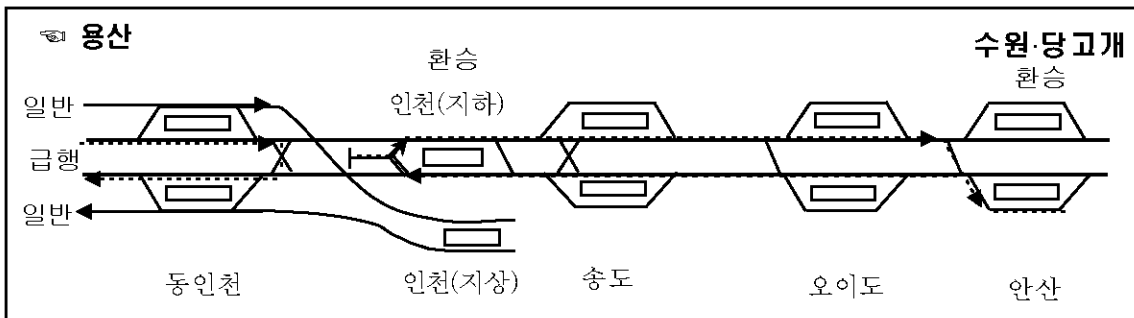


그림 8. 안산-인천간 서틀전동열차 운행(2단계 개통시)

3.3 대안별 열차운행횟수, 운영인력, 차량소요

3.3.1 열차운행 횟수

열차횟수는 수인선 오이도-인천역간 복선전철건설사업 교통영향평가에서 제시한 1일 편도 이용인원을 열차 당 수송량 나누워 총 열차횟수를 산정하였다. 열차운행 횟수는 열차 편성(수송량)에 따라 증가 또는 감소한다. 이용자의 승차대기시간을 줄이기 위하여 전동열차의 수송량을 줄여(10량→ 6량) 운행 빈도를 늘려 서비스수준을 늘리는 방안이 있다. 전동차 열차편성 및 승차정원은 표5와 같다.

표 5. 전동차 편성 및 승차정원

편성	구분	정원	승차율(혼잡율)		편 성 내 용									
					Tc	M1	T1	M1	M2	Tc				
6량 3M3T	차종		100%	150%	Tc	M1	T1	M1	M2	Tc				
	정원	936	936	1,404	148	160	160	160	160	148				
	좌석	312	312	312	48	54	54	54	54	48				
	입석	624	624	1,092	100	106	106	106	106	100				
10량 5M5T	차종		100%	150%	Tc	M1	M2	T1	M2	T2	M1	T1	M2	Tc
	정원	1,576	1,576	2,364	148	160	160	160	160	160	160	160	160	148
	좌석	528	528	528	48	54	54	54	54	54	54	54	54	48
	입석	1,048	1,048	1,836	100	106	106	106	106	106	106	106	106	100

여기서 열차횟수 산정은 수송수요 및 1열차당 수송량(1열차당 수송가능인원)에 따라 다음 식에 의하여 계산하였다. 첨두시 승차율은 150%를 오전, 오후 각 2시간으로 하였으며, 평상시는 승차율 100% 적용하여 산출하였다. 산출결과는 표 6과 같다.

$$\text{열차횟수 } N = \frac{\text{첨두시 수송수요}}{\text{첨두시 1열차당 수송량}} + \frac{\text{평상시 수송수요}}{\text{평상시 1열차당 수송량}}$$

표 6. 열차운행횟수, 차량소요량, 소요인력 세부산출내역

대 안	구간	편성량수	운행거리	운행시간	운전시격		열차횟수	비고
					R.H	N.H		
1안	오이도-송도(2011년)	10량	12.4	17.0	12	18	140	안산선 연장
	송도-동인천(2013년)	10량	9.5	14.5	15	22.5	112	경인선 연장
2-1안	오이도-송도(2011년)	6량	12.4	17.0	8	12	224	서틀열차
	송도-인천(2013년)	6량	7.6	11.0	8	12	224	"
2-2안	안산-송도(2011년)	6량	18.9	25.5	8	12	224	"
	송도-인천(2013년)	6량	7.6	11.0	8	12	224	"

### 3.3.2 차량소요

각 대안별 열차횟수는 아래 식에 의하여 산출하였다, 산출결과는 2013년 오이도-인천역간 개통시 차량소요량이다. 대안별 차량소요는 표7과 같다.

$$N_v = \frac{(t_0 + t_1)}{h} \times 2$$

$N_v$  : 전동차 소요 편성수

$h$  : 배차간격

$t_0$  : 편도 운전시간

$t_1$  : 회차시간

표 7. 오이도-인천간 개통시 대안별 차량소요량 산정

구 분	열차횟수 $N_i$	운전시간 $t_0$	회차시간 $t_1$	배차시간 ( $h$ )	차량소요	비고
1안	140	31.5	10	12	80	10량 편성
2-1안	224	28.0	10	8	72	"
2.-2안	224	36.5	10	8	72(52)	(기존열차 운행조정 으로 20량 감소)

### 3.3.3 운영인력

현재 각 운영기관(코레일, 서울메트로, 서울도시철도 등)에서는 운영비용을 절감하기 위하여 기관사 1인승무(차장승무생략)를 추진하고 있다. 차장승무를 생략하려면 기관사가 차장이 수행하던 업무를 하여야 해야 한다. 따라서 편성 량수가 적고 혼잡이 적은 노선에서 시행하고 있다. 현재 최대 8량 편성까지 차장승무를 생략하고 있다. 본 연구에서는 셔틀열차 운행시 위 요건이 충족됨으로 차장승무를 생략하여 운영비용을 줄이는 것으로 하였다.

운영인력(기관사, 차장)은 주 40시간(월 165시간)을 기준으로 예비율 8.5%를 적용하여 구하면 각 대안별 운영인력은 표8과 같다.

표 8. 오이도-인천간 개통시 소요인력 산정(2013년)

구 분	총 운전시간	열차횟수	운전시간	회차시간	소요인원			비고
					기관사	차장	계	
1안	2,905	140	31.5	10	39	36	75	
2. 1안	4,255	224	28.0	10	57	-	57	6량
2. 2안	5,208 (858)	224 (202)	36.5 (8.5)	10 (0)	69 (Δ11)	- (Δ10)	69 (47)	(기존운행열차 조정 안산-오이도)

## 4. 효과분석

본 연구에서는 수인선 열차운행 대안별 효과를 두 가지 측면에서 분석하였다. 첫째는 운영자측면의 초기 투자와 운영비용을 분석하였고, 둘째는 이용자 측면에서 시간단축과 배차간격 증가 등에 따른 편리성 등을 분석하였으며, 세 번째는 2013년 수인선이 완전개통 하였을 때 수원-인천역간 열차운영의 효용성을 분석하였다.

### 4.1 운영비

#### 4.1.1 인건비

열차운영시 발생하는 비용 중 열차운행에 따라 발생하는 관제비용, 역 관리비용, 유지보수비용 등은 열차운행 패턴에 따른 변화가 거의 없는 고정비용(fixed cost)제외하였으며, 열차운행 빈도 또는 편성량 수 변경에 따라 변동되는 초기 투자비용에 대하여 분석하였다.

인건비는 기획재정부에서 알리오 시스템(<http://www.alio.go.kr/>)에 경영공시한 2007년도 철도공사 직원평균임금(18년 근속)을 적용하여 하였다[2].

오이도-인천간 2단계 개통을 기준으로 1안은 75명, 2-1안은 57명, 2-2안은 47명이 소요되며, 산정된 소요인력에 직원 임금을 곱하여 산출하였다. 인건비는 1안은 42억원, 2-1안은 32억원, 2-2안은 26억 원으로 2-2안이 가장 적은 것으로 분석되었다. 세부 산출결과는 표9와 같다.



표 9. 안산-인천역간 2단계 개통시 인건비 산정

구분	1안	2-1안	2-2안	비고
인건비(백만원)	4,200	3,192	2,632	

#### 4.1.2 동력비

동력비(전기사용료)는 전동열차가 운행할 때 발생하는 전기사용료로 동력비에는 냉방비와 난방비를 모두 포함하여 다음 식에 의하여 동력비를 구하였다[3]. 연간 동력비는 1안은 29억원, 2-1안은 26억원, 2-2안은 22억 원으로 2-2안이 가장 적게 산출되었다. 산출결과는 표10과 같다.

$$C_m = M_{total} \times W \times 75\text{원}(1\text{kw 당 단가})$$

$$M_{total} : T_{km} \times n$$

$M_{km}$  : 차량키로(1개의열차가 주행한 영업 거리(km)에 그 열차에 연결 량수를 곱한 값)

$T_{km}$  : 열차키로(1개의열차가 주행한 영업 거리(km)에 그 열차가 운행한 횟수를 곱한 값)

$C_m$  : 동력비

$W$  : 전력소비량(차량 1량이 1km 영업하는데 소요되는 전력량 3.50kw)

$n$  : 1열차에 연결한 차량수(6량, 8량, 10량)

표 10. 대안별 동력비 산출내역 산정

구 분	열차키로	차량키로	km당 전력소비	동력비(백만원)	비고
1안	1,119,090	11,190,900	3.50	2,937	
2. 1안	1,635,200	9,811,200	3.50	2,575	
2. 2안	2,166,640 (1,682,650)	12,999,840 (8,159,840)	3.50	2,142	( )기존 오이도-안산열차 감축

#### 4.2 차량구입 비용

차량구입비는 차량소요량에 2008년 차량구입비용은 2008년 전동차구입비용을 적용하였다.

결과 차량구입을 위한 초기투자비는 1안은 960억원, 2-1안은 864억원, 2-2안은 552억 원으로 소요되는 것으로 분석되어 2-2안이 가장 적게 소요된다. 차량구입비 분석결과는 표 11과 같다.

표 11. 차량구입비(초기 투자비)

(단위 : 억원)

구분	1안	2-1안	2-2안	비고
차량구입비	960	864	552	

#### 4.3 시간단축 효과

##### 4.3.1 대기시간 산출

시간단축 효과 분석은 대안별 운행 빈도 차이에 따른 이용자의 대기시간, 환승에 따른 환승시간의 증가 등을 분석하였다. 본 연구에서는 시간단축 효과를 분석함에 있어 건설노선임으로 기종점간 자료(Origin-Destination)를 확보할 수 없어 교통영향평가에서 예측한 역별 승하차 및 재차인원 자료를 활용

하여 다음과 같은 방법으로 산출하였다.

여기서 대기시간은 열차의 배차간격에 따라 달라지므로 평균대기시간은 배차간격의 절반으로 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.[4]

$$S_k = \frac{h_k}{2}$$

$S_k$  :  $k$  정거장에서의 평균 대기시간

$h_k$  :  $k$  정거장의 배차간격

환승대기시간은 수인선과 안산선의 배차간격의 차이로 환승역에 도착했을 때 안산선을 갈아타기 위한 대기하는 시간으로 도착 홈에서 안산선 출발 홈으로 이동하는 시간( $t_1$ )과 안산선 열차에 승차 후 차내에서 대기한 시간( $t_2$ )의 합으로 나타낸다. 이를 산출하기 위하여 가상열차다이아(Virtual Train Diagram)를 작성하여 도착열차와 출발열차의 배차간격 차이에 따른 평균 대기시간을 표12와 같은 결과를 도출하였다.

$$T_k = t_1 + t_2$$

$t_{k1}$  : 승강장 이동시간(3분)

$t_{k2}$  : 출발전 차내 대기시간

표 12. 도착열차와 출발열차 배차간격 차이에 따른 평균 대기시간 비교(2-1안 오이도역)

배차간격	서틀열차	4분	5분	6분	7분	8분	9분
	오이도역		10분	10분	10분	10분	10분
$t_1(k_1)$		3	3	3	3	3	3
$t_2(k_2)$		3.75	2.5	2.8	4.2	3.3	3.0

표 13. 도착열차와 출발열차 배차간격 차이에 따른 평균 대기시간 비교(2-2안 안산역)

배차간격	서틀열차	4분	5분	6분	7분	8분	9분
	안산역		5분	5분	5분	5분	5분
$t_1(k_1)$		0	0	0	0	0	0
$t_2(k_2)$		1.9	0	1.8	2	1.9	1.9

1역당 대기시간을 각 안별로 비교하면 환승객의 경우는 1안은 송도역에서 승차대기시간 6분과 환승을 위한 이동시간 3분을 더하여 9분 소요되는 것으로 분석되었다. 2-1안은 승차대기시간 4분에 환승을 위한 이동시간 3분과 출발대기시간 3.3분을 더하여 10.3분이 소요되고, 2-2안은 승차대기시간 4분과 차내 대기시간 2분을 더하여 6분 소요된다. 비 환승객은 1안 6분, 2-1안과 2-2안 모두 4분 발생한다.

따라서 환승객은 1안은 2-1보다 1.3분 적게 소요되고 2-2안보다 3분 더 소요되며, 비환승객은 1안은 2-1안과 2-2안 보다 2분 더 소요된다.

#### 4.3.2 대기시간 산출결과

대기시간은 각 역에서 승차하는 인원에게 대기시간을 곱하여 각 안별로 총 대기시간을 산출하였으며, 환승대기 시간은 환승예상인원에 환승대기시간을 곱하여 산출하였다. 환승인원은 코레일에서 운영 중인 노선 중 5개 노선에서 20개역을 random하게 표본 추출하였으며, 2008년도 O/D자료를 분석하였으며 이용자가 승차하여 한번이상 환승하는 비율이 507.%로 분석되었다. 대기시간은 환승할 때와 환승하지 않을 때를 구분하여 산출하였다. 편익은 각 안별로 총 절감시간에 시간단가를 곱하여 산출하였으며, 시간단가

는 철도승객의 시간가치 중 일반철도의 비업무 통행의 시간단가를 적용하였다.[5]

산출결과는 표14에 나타난 바와 같이 연간 총 대기시간은 1안은 연간 1,220만 시간, 2-1안은 1,164만 시간, 2-2안은 762만 시간이다. 2-2안의 절감이 가장 많은 것으로 분석되었다. 1안보다 455만 시간 적고, 2-1안보다는 402만 시간 절감효과가 있다.

표 14. 대안별 1일 대기시간

(단위 : 만시간)

구분	역 대기시간	환승시간	총 대기시간	비고
1안	971	246	1,217	
2-1안	647	517	1,164	
2-2안	606	156	762	

이를 비용으로 환산하면 표15에 정리된바와 같이 1안이 307억원, 2-1안은 294억원, 2-2안은 203억원의 대기비용이 발생하는 것으로 분석되었다.

표15 대안별 총 대기비용

(단위 : 억원)

구분	총 대기시간	시간당 단가(원)	총 비용	비고
1안	12,166,569	2,524	307	
2-1안	11,637,751	2,524	294	
2-2안	7,621,991	2,524	203	

대안별 대기비용을 비교한 결과 1안이 2-1안보다 13억, 2-2안보다는 104억원 더 소요되는 것으로 분석되었고, 2-1안이 보다는 91억 더 소요되었다. 따라서 2-2안이 가장 적은 것으로 분석되었다. 분석결과는 표16과 같다.

표 16. 대안별 총 대기비용 비교

단위 : 억원

구분	1안	2-1안	2-2안	비고
1안	-	Δ 13	Δ 104	
2-1안	13	-	Δ 91	
2-2안	104	91	-	

## 5. 결 론

지금까지 수인선이 3단계로 개통됨에 따라 발생하는 열차운영상의 문제점과 수인선이 경인선, 안산선, 분당선과 직결운영 할 때 발생하는 문제점을 분석하였고 각 안별로 운영비용 절감효과와 이용객의 대기 시간 절감 효과를 분석하였다.

각 안별로 분석한 결과 열차당 연결량수를 줄여(10량⇒6량) 서틀전동열차를 운행함으로써 배차간격 단축(12분⇒7.5분)이 가능하다. 또한 연간 승차대기시간 1안이 1,217만시간, 2-1안은 1,164만시간, 2-2안은 762만 시간으로 2-2안이 대기시간이 가장 적었다. 이를 비용으로 환산하면 1안이 307억원, 2-1안은 294억원, 2-2안은 203억원의 대기비용이 발생하므로 2-2안이 대기비용이 가장 적은 것으로 분석되었다.

운영비용은 1안이 79억원, 2-1안 62억원, 2-2안은 69억원이 각각 소요 되어 2-2안이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이를 종합하면 이용자 편익과 운영비용, 수인선 수원-인천간 개통시 열차운영 환경 등을 감안하면 수인선 2-2안(안산-인천)간 서틀열차운행이 운행이 효율적인 것으로 판단된다.

수인선이 완전 개통하는 시점에는 수원(교색)-인천간 서틀전동열차를 연장운행하고, 서틀열차운가 운행함으로써 발생하는 환승의 불편을 줄이고 표정속도 향상을 위하여 수인선과, 경인선, 분당선을 연결하는 급행전동열차를 운행함으로써 환승의 불편을 해소하고 이용시간을 단축하는 방안을 병행하는 것이 바람직 할 것이다.

향후 수요변화에 대한 분석과 설비개선 등을 통한 직결운행 또는 편리한 환승 등 열차운행방안에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] 한국철도시설공단(2004), 오이도-인천간 복선전철건설사업 교통영향평가
- [2] 교통개발연구원(1995), 수도권 전철과 지하철의 운임제도 개선 및 연락운임 정산방안 연구
- [3] 기획재정부(2007), 기관별 경영공시(지원임금)
- [4] 원제무,황준환(1997), “급행 지하철의 시간절감 효과분석 연구”(126p)
- [5] 국토해양부(2007), 교통시설투자 평가지침