



2008

도시철도 노선개편 실행방안

- 5, 9호선 직결을 중심으로 -

Network Reshuffle for Seoul Metro

- Focusing on Direct Link between Line 5 and 9 -

손 기 민



도시철도 노선개편 실행방안

— 5, 9호선 직결을 중심으로 —

Network Reshuffle for Seoul Metro

— Focusing on Direct Link between Line 5 and 9 —

2008

연구진

연구책임 손 기 민 • 도시기반연구본부 연구위원
연구원 백 은 주 • 도시기반연구본부 연구원

자문위원 김 훈 • 현대건설 사업개발실
정 하 준 • 현대로템 국내영업2팀
정 재 영 • (주)정은테크 대표
이 규 승 • 대우엔지니어링 철도사업부

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

1. 서론

- 고유가, 지구온난화 등 환경문제의 시급성 등으로 인해 대중교통 중심의 도시교통체계를 완성하기 위해서는 특히, 도시철도의 경쟁력을 높여야 하는 과제가 있음.
- 장기적인 의미에서 도시구조 변화에 대처하는 미래 도시철도망 구상의 기초개념으로서 도시철도 노선개편(Network Reshuffle)안의 실제 적용 가능성을 입증함.
- 2005년 기본연구과제인 「도시철도 노선개편 방안」에서 제시한 도시철도 노선개편안을 현재 여건에 따라 다시 검토하고, 핵심쟁점인 실행 가능성에 대해 면밀한 분석을 시행함.
- 또한, 경전철 계획인 「서울시 도시철도 10개년 기본계획(안), 2007」에서 배제된 지역을 위한 도시철도 대책으로 노선개편안의 적용 가능성을 타진함.
- 5, 9호선 직결사업을 중심으로 노선개편안의 실현을 위해 구체적인 건설·운영 방안 및 사업추진 방식 등을 면밀하게 검토하는 것을 연구의 목적으로 함.

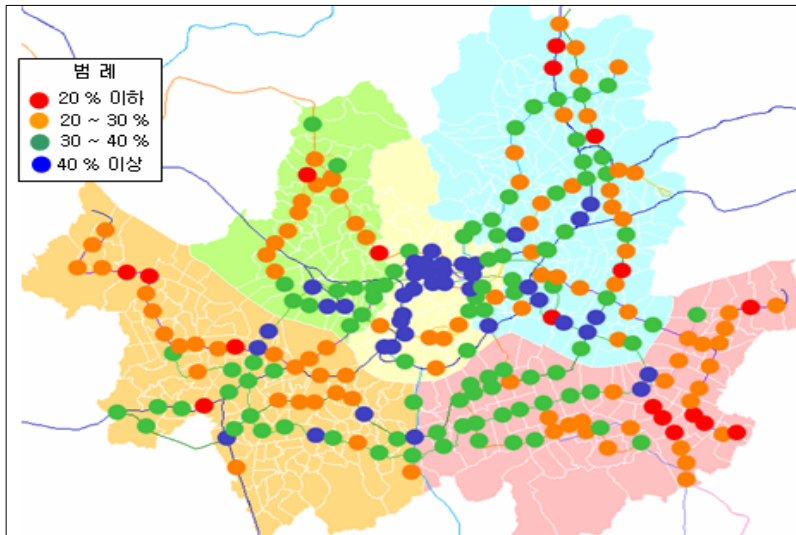
2. 도시철도 노선개편안 검토

1) 서울시 도시철도 문제점

- <그림 1>에서 보는 바와 같이, 역세권 500m 반경에서 발생하는 총통행량 중 도시철도 이용률을 지역별로 조사해보면, 역 접근성이 모든 지역에서

동일한 수준임에도 불구하고, 높게는 50% 가까운 통행자들이 도시철도를 이용하는 역세권이 있는가 하면 도시철도가 외면당하는 역세권의 경우 불과 20% 미만의 통행자만이 도시철도를 이용하는 불균형이 존재함.

- 이와 같은 문제는 도시철도 노선과 시민 통행축의 불일치, 노선의 굴곡, 잦은 환승을 요하는 노선망과 환승 시 불편 등 현재 서울시 지하철 노선의 효율성 저하에서 오는 것으로 판단됨(참고 문헌 : 손기민 외 3인, 「서울시 도시철도 이용에 영향을 미치는 요소를 반영한 노선 조정 효과 분석」, 대한교통학회, 2007).

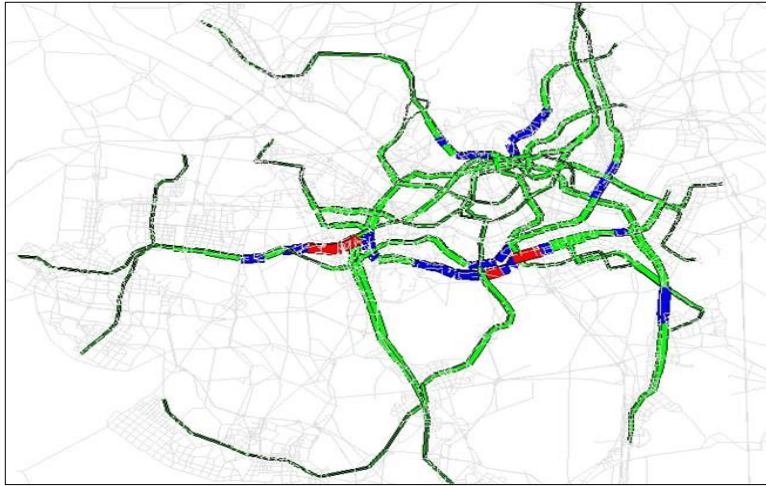


자료 : 서울시 10개년 도시철도 기본계획(안)(서울특별시, 2007)

<그림 1> 역세권 도시철도 수단분담률

- 그러나, 지역별 도시철도 이용률의 편차가 커서 전체적인 이용효율이 떨어짐에도 불구하고, 일부 도시철도 구간에서는 침투시(출퇴근 시간) 심각한 혼잡을 겪고 있음. <그림 2>에서 보듯이, 서울시 도시철도망에서는 도시철도 계획·설계의 기준으로 통용되는 150% 혼잡도를 초과하는 구간이

다수 존재하며, 심각한 서비스 수준으로 인식되는 200%의 혼잡도를 웃도는 구간도 있음.

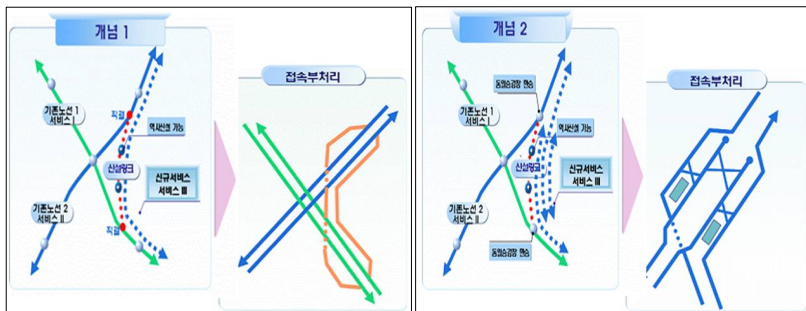


자료 : 서울시 10개년 도시철도 기본계획안(서울특별시, 2007)

<그림 2> 서울시 도시철도 구간별 혼잡도(오전 첨두시)

2) 도시철도 노선개편(Network Reshuffle) 개념

- 2005년 서울시정개발연구원에서 제시한 노선개편안의 기본 개념과 내용을 정리하면 다음과 같음.



<그림 3> 노선개편(Network Reshuffle) 개념

- 개념1은 기존의 수직환승 체계를 직결화하는 것으로 적극적인 노선개편안으로 볼 수 있으며 환승역의 혼잡 완화와 통행시간 단축에 효과가 클 것으로 예상됨.
- 개념2는 기존 노선 간을 연결하여 도시철도 노선의 접근성을 향상시키는 보다 광의의 개념임.
- 개념2는 노선 간 상호직통운전이 여의치 않을 경우 환승을 통해서라도 연결성을 확보하려는 대안임.
- 이때 기존 환승체계와의 차이는 가능한 수직 환승을 배제하고 동일 승강장에서 환승(cross-platform transfer)을 할 수 있다는 것임.
- 개념2에서 신규 링크의 양쪽 분기지점에서 직결 없이 모두 환승 처리하는 경우, 경전철로 서비스하는 것도 고려함.

3) 서울시 도시철도 발전 방향

- 도시철도 노선개편안은 1~2기 지하철 사업과 경전철 도시철도망 계획 이후의 장기적인 도시철도 발전방향을 제시함.
- 기존 노선의 조정을 통한 노선망의 효율화가 앞으로 도시철도 계획의 중심이 되어야 함.



<그림 4> 서울 도시철도 발전방향

4) 도시철도 노선개편안 및 시범사업 선정

- <표 1>에서 보듯이 후보대안별 평가지표 할당을 상(+1), 중(0), 하(-1)의 3 단계로 제한하였으며, 후보대안별 평가 결과는 연구책임자와 연구진, 전문가가 상의하여 합의에 의해 도출함.
- 평가결과 강동~강남 직결 대안인 5, 9호선 직결사업이 승용차 이용억제 효과, 수송수요, 환승횟수 감소효과, 시공 가능성, 기존운행에 미치는 영향 등에서 좋은 점수를 얻어 가장 실현가능성이 높은 안으로 나타나 시범사업으로 선정됨.

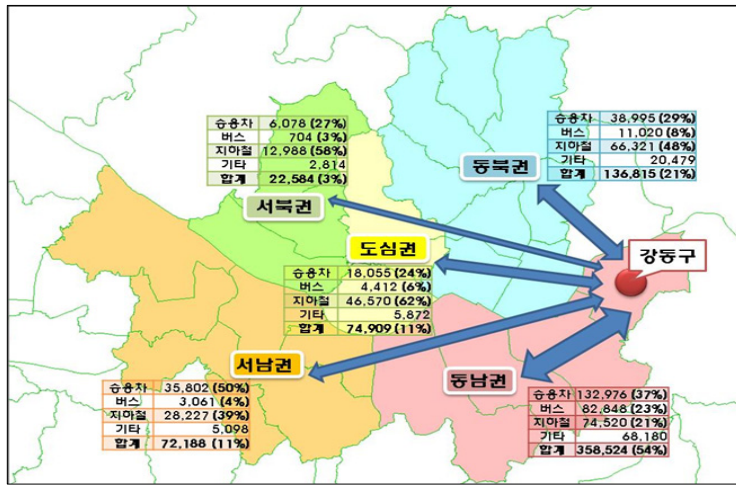
<표 1> 시범사업 선정

평가지표	서북~서남 직결(3,4호선)	동북~강남 직결(3,4호선)	서북~동북 연계	서북~서남 연계	서남~동남 직결(2호선 3선)	강동~강남 직결(9,5호선)
승용차 이용 억제 효과	+1	+1	0	0	+1	+1
수송수요	+1	+1	0	-1	+1	+1
환승 횟수 감소 효과	+1	+1	0	0	0	+1
혼잡도	+1	+1	-1	0	+1	0
시공 가능성	-1	-1	+1	+1	0	+1
기존 운행에 미치는 영향	0	0	+1	+1	+1	+1
계	3	3	1	1	4	5

3. 5, 9호선 직결사업 타당성 검토

1) 강동지역 교통 현황

- 총통행량 기준으로 강동지역 발생·유입 통행의 지역 분포를 살펴보면 강남·서초를 포함한 동남권 방면이 54%로 가장 높음.
- 반면, 지하철 5호선의 연결은 도심을 향하고 있어 수요와 공급의 축이 일치하지 않는 심각한 문제를 가지고 있음.



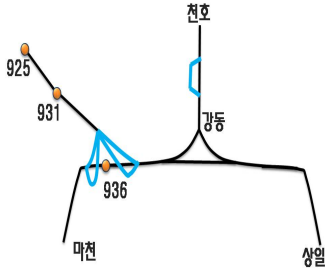
<그림 5> 강동지역 발생·유입 통행 지역분포

2) 5, 9호선 노선개편 대안 설정

<표 2> 5, 9호선 직결 대안

대안1-1	대안1-2
• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운영을 위해 상일방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용 • 강남방향은 길동역→둔촌역 구간 연결선 신설(단선) • 9호선 열차가 5호선 상일역까지 운행, 강동구 주민의 9호선 이용편의 제공(강남지역으로 접근성 향상)	• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운영을 위해 상일 방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용, • 강남방향은 사유지 및 건물 저촉 최소화를 위하여 상일동역→둔촌역까지 연결선(단선) 신설

<표 계속> 5, 9호선 직결 대안

대안1-1	대안1-2
• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운영을 위해 상일 방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용 • 강남방향은 5호선 강동역 회차선을 이용 둔촌역 방향으로 운행 • 5호선 운행 시격 조정 없이 9호선 운영을 위해 5호선 강동역에 별도의 연결선을 추가 설치	• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운영을 위해 상일 방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용 • 강남방향은 5호선 강동역 회차선을 이용 둔촌역 방향으로 운행 • 5호선 운행 시격 조정 없이 9호선 운영을 위해 5호선 강동역에 별도의 연결선을 추가 설치 • 5호선 마천 방향도 9호선과 직결
	

3) 경제적 타당성 분석 결과

- 9호선 2단계 1구간(925~931)만 이미 건설·운영됨을 전제(시나리오 2)한 경제성 분석결과는 <표 3>과 같음.

<표 3> 시나리오 2 경제성분석 결과

구 분	대안 1-1	대안 1-2	대안 2	대안 3
총수요(명/일)	125,079	125,079	120,579	131,772
승용차 수단전환량(명/일)	22,693	22,693	21,200	23,675
총 사업비(억원)	12,177	12,324	10,445	11,789
총 할인편익(억원)	13,704	13,704	13,309	14,296
총 할인비용(억원)	11,474	11,699	10,428	11,357
B/C	1.19	1.17	1.28	1.26
NPV	2,230	2,005	2,881	2,939

- 대안별로 경제성을 분석한 결과, 대안 2(상일→강남방면 강동역 회차안)를 최적 대안으로 선정함.
- 이러한 경제성 분석의 결과를 직관적으로 해석하기는 힘든 면이 있으므로 최적 대안(대안 2)이 실제 구현되었을 경우 어느 정도의 교통혜택을 주민들이 체감할 수 있는가를 제시함(<표 4>).

<표 4> 최적대안(대안2)의 통행시간/환승횟수 감소효과

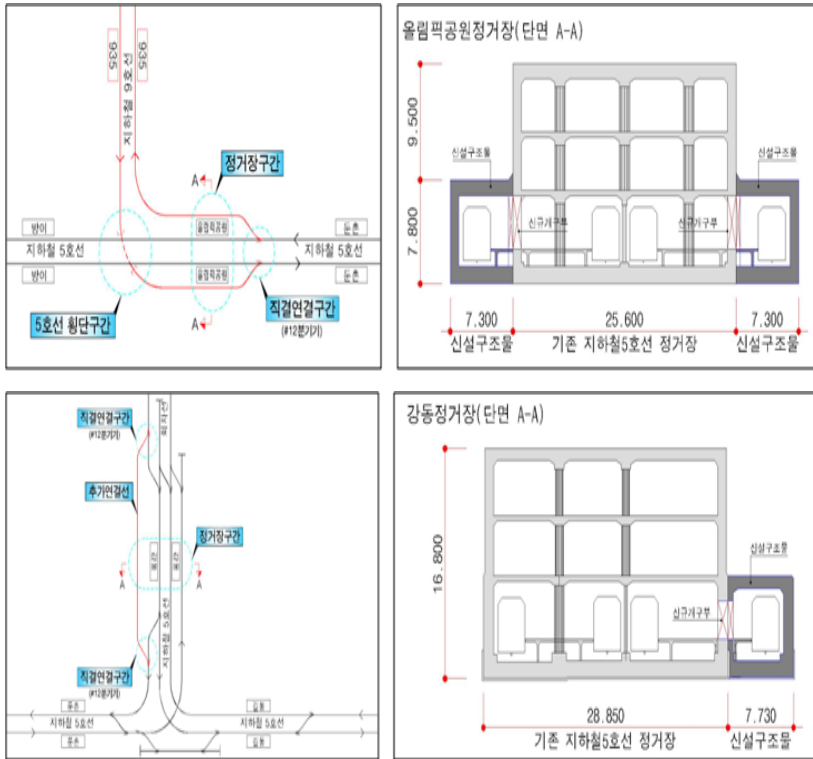
O/D		현재(9호선 미연결)	9호선 기존안	9호선 직결(대안 2)
상 일	종합운동장	40 분 / 2 회	36 분 / 2 회	28 분 / 0 회
	강남	48 분 / 2 회	48 분 / 2 회	37 분 / 1 회
	고속터미널	43 분 / 1 회	43 분 / 1 회	40 분 / 0 회
	김포공항	79 분 / 0 회	71 분 / 3 회	66 분 / 0 회

- 직접적인 도시철도 통행시간과 환승횟수 절감 편익 이외에도 통행자들이 승용차에서 철도로 이용수단을 전환함에 따라 도로 혼잡 완화에 효과가 있음. 이를 반영하는 효과적도로 승용차 수단전환량을 분석해 보면, 5, 9호선 직결이 실현될 경우 하루 평균 2만 1,200대의 승용차 감축효과가 있을 것으로 예상됨.

4. 건설운영 방안 및 사업추진 방식

1) 건설운영 방안 검토

- 올림픽공원역(936), 강동역에서의 건설방안은 <그림 6>에서 보는 바와 같음.

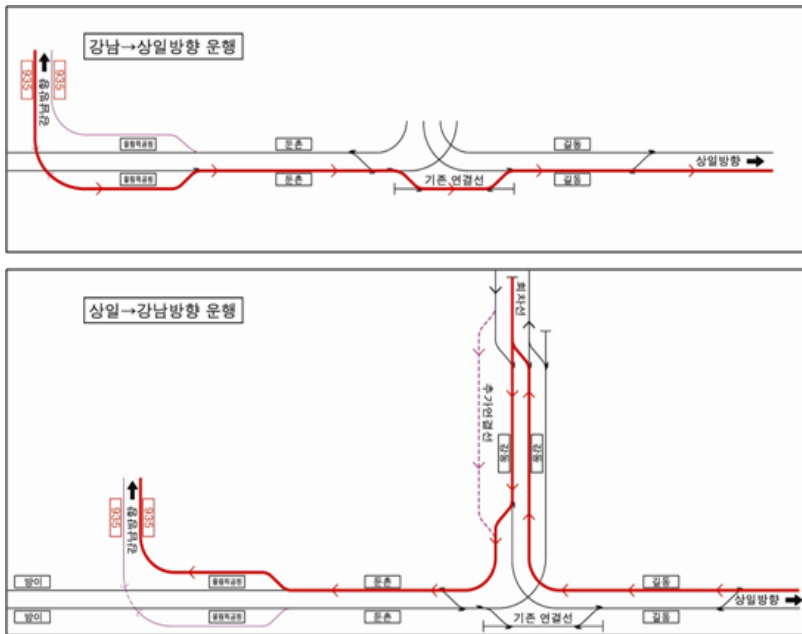


<그림 6> 올림픽공원역, 강동역 직결 및 추가 연결선 설치구간

- 신설구조물 설치 후 기존정거장 벽체를 ‘다이아몬드 와이어쏘(Diamond Wire Saw)’를 활용한 단계별 개축으로 구조물 및 열차운행에 안전성을 확보함.
- 5호선 횡단 시(개착BOX) 언더피닝공법을 적용하여 구조물의 안전성을 확보함.
- 9호선과 5호선이 직결되는 궤도부의 분기기는 분기횟수 및 열차 운행 속도를 고려하여 개량이 필요하며, 둔촌→길동 방향 운행에 이용될 기존 삼각선에 포함된 분기기도 개량이 필요함.

2) 운영방안

- 5, 9호선 직결 열차의 운행 흐름도는 <그림 7>과 같음.
- 둔촌역→길동역구간은 기존 연결선(삼각선)을 이용하며, 그 외 구간은 기존 5호선을 이용함.
- 5호선 상일역에서 강남방향 열차는 강동역 회차선을 이용하여 회차 후 둔촌역으로 진행하고, 기존 5호선 방화→마천 방향 열차는 추가된 연결선을 이용함.



<그림 7> 열차운행 흐름도

- 상기한 목표시격을 지키면서 안전한 운행이 가능한가를 타진해보기 위해 열차운행선도(열차운전 다이어)를 작성함(본문 참조).

3) 사업추진 시 고려사항

- 9호선 직결 운행으로 5호선 구간에 교통수요가 감소하여 운임수입이 감소하나, 운영비 분담 및 선로이용료 수입으로 이를 차감할 수 있을 것으로 기대됨.
- 강동지역 주민들의 요구사항은 5, 9호선의 직결보다는 3호선 또는 9호선의 연장을 통한 신규 노선의 확보이지만, 이는 막대한 사업비 때문에 실현 가능성이 떨어지므로 기존 5호선에 새로운 강남방면 간선기능을 부여하는 직결안에 대한 주민설득이 필요함.
- 사업추진방식에 대한 고려가 필요한데 재정사업으로 추진할 경우 조속한 사업 추진이 불리하지만 통합요금제에 따르는 저렴한 요금 책정이 가능하고, 민자사업으로 추진하면 신속한 사업 추진이 가능하지만 요금이 비싸질 수 있고 기존 지하철과의 운임 정산이 복잡해짐.
- 운영부문만 고려한다면, 동일한 노선에 여러 운영주체가 섞여 있는 것은 효율적 운영이 되지 못하므로 동일한 운영주체가 9호선의 모든 구간을 운영할 수 있도록 하는 방안을 강구할 필요가 있음.

II. 정책건의

- 이 연구는 향후 변화하는 도시구조에 부응하기 위한 도시철도망 개편의 의의와 개념을 정립하고 5, 9호선 직결을 중심으로 실행방안을 제시함.
- 또한 5, 9호선 직결의 최적 방안을 도출하기 위해 3가지 대안을 설정하고 수송수요 예측, 편익 산정, 사업비 산출을 통해 경제성 분석을 수행함.
- 경제성 분석 결과에 따라 토목 건설을 최소화하는 강동역 회차안을 최적 대안으로 제안하였으며, 강동역 회차안은 기존 9호선 기본계획에 비해 주요 기·종점 간 통행시간 및 환승횟수를 현격히 감소시킬 수 있는 안으로 판명됨.

- 그리고 이 연구에서는 5, 9호선 직결을 위해 선결되어야 할 기술적 쟁점들을 건설, 운영의 세부 분야별로 검토하고 해결책을 제시함.
- 기술적 쟁점 이외에도 기본계획 변경, 기존 5호선의 영업 손실, 강동지역 주민요구사항, 사업추진 방식 등에 대한 검토를 수행함.
- 이 연구에서 제시하는 5, 9호선 직결 사업은 미래지향적인 도시철도망 개편의 시발점으로써, 이를 토대로 보다 많은 노선개편안들의 추진이 실현될 수 있도록 서울시 정책방향을 설정해 주길 기대함.

목 차

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 범위 및 내용	3
1. 공간적·시간적 범위 설정	3
2. 연구의 내용	4
 제2장 도시철도 노선개편안 검토	7
제1절 서울시 도시철도 문제점	7
제2절 도시철도 노선개편 개념	11
제3절 서울시 도시철도 발전 방향	12
제4절 도시철도 노선개편안 및 시범사업 선정	14
1. 기존연구 검토	14
2. 후보대안 설정	15
3. 검토대상 시범사업 선정	18
 제3장 5, 9호선 직결 사업 타당성 검토	23
제1절 사업 개요	23
1. 9호선 계획 및 5호선 운영 현황	23
2. 강동지역 교통 현황	25
제2절 대안 설정	27
1. 기존 노선 연장안 검토	27
2. 환승대안 검토	28
3. 5, 9호선 노선개편 대안 설정	35

제3절 경제적 타당성 평가	40
1. 경제적 타당성 평가 방법	40
2. 수송수요 예측	41
3. 편익 추정결과	44
4. 비용 추정결과	47
5. 경제적 타당성 분석 결과	50
제4장 건설운영 방안 및 사업추진방식	57
제1절 건설운영방안 검토	57
1. 건설방안	57
2. 운영방안	59
제2절 사업추진 시 고려사항	63
1. 기존 5호선 영업에 미치는 영향	63
2. 강동지역 민원 해소 방안	63
3. 사업추진 방식 검토	64
제5장 결 론	67
참고문헌	71
영문요약	75

표 목 차

<표 2-1> 역세권 도시철도 수단분담률	9
<표 2-2> 서울시 도시철도 구간 혼잡도 상위 30개 구간	10
<표 2-3> 2005년 「도시철도 노선개편 방안」 제시안	14
<표 2-4> 시범사업 선정	19
<표 3-1> 강동지역 지하철 역 이용승객수 비교	27
<표 3-2> 환승대안 3 수송수요	33
<표 3-3> 환승대안 3 편익추정	33
<표 3-4> 환승대안 3 사업비 추정	34
<표 3-5> 환승대안 3 운영비 추정	34
<표 3-6> 환승대안 3 경제성분석 결과	35
<표 3-7> 5, 9호선 직결 대안	39
<표 3-8> 대안 1 수송수요	42
<표 3-9> 대안 2 수송수요	43
<표 3-10> 대안 3 수송수요	44
<표 3-11> 토목분야 건설사업비	48
<표 3-12> 토목 외 분야 사업비	49
<표 3-13> 운영비 추정결과(운영기간 30년 합계)	50
<표 3-14> 시나리오 1 경제성분석 결과	52
<표 3-15> 시나리오 2 경제성분석 결과	52
<표 3-16> 시나리오 3 경제성분석 결과	53
<표 3-17> 최적 대안(대안 2)의 통행시간/환승횟수 감소효과	54
<표 4-1> 사업추진 방식별 장·단점	64

그림목차

<그림 2-1>	서울 대 동경 수단분담률 비교	7
<그림 2-2>	역세권 도시철도 수단분담률	8
<그림 2-3>	서울시 도시철도 구간별 혼잡도(오전 첨두시)	11
<그림 2-4>	노선개편(Network Reshuffle) 개념	11
<그림 2-5>	서울특별시 10개년 도시철도 기본계획(안)	13
<그림 2-6>	서울 도시철도 발전방향	14
<그림 2-7>	도시철도 노선개편 후보대안	17
<그림 3-1>	서울시 지하철 9호선 계획	24
<그림 3-2>	서울시 지하철 5호선 노선도	25
<그림 3-3>	강동지역 발생·유입 통행 지역분포	26
<그림 3-4>	9호선, 3호선 강동지역 연장(안)	28
<그림 3-5>	환승대안 1	29
<그림 3-6>	환승대안 2	30
<그림 3-7>	환승대안 2	32
<그림 3-8>	대안 1(길동→둔촌 또는 상일→둔촌 간 단선 터널을 신설)	36
<그림 3-9>	대안 2(강동역 연결선 설치)	37
<그림 3-10>	대안 3(대안 2 + 마천방면 직결)	38
<그림 3-11>	시나리오 1 대안별 편익 산정결과	45
<그림 3-12>	시나리오 2 대안별 편익 산정결과	46
<그림 3-13>	시나리오 3 대안별 편익 산정결과	47
<그림 3-14>	경제성 분석과정도	51
<그림 4-1>	올림픽공원역 직결구간	58
<그림 4-2>	강동역 추가 연결선 설치구간	59
<그림 4-3>	열차운행 흐름도	60
<그림 4-4>	열차 운행선도	61
<그림 4-5>	강동역 하선측 열차처리(강동→둔촌 또는 길동방면)	62

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 내용

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

현재 서울시는 고유가, 지구온난화 등 환경문제의 시급성 등으로 인해 대중교통 특히, 비용효율적이고 환경 친화적인 도시철도 중심의 도시교통체계를 구축해야 할 과제를 안고 있다. 도시철도의 경쟁력을 높이기 위해서는 장기적으로 도시철도망에 대한 혁신이 필요하다. 이에 따라, 변화하는 도시구조에 부합하는 미래 도시철도망 구상의 기초개념으로서 도시철도 노선개편(Network Reshuffle) 안의 실제 적용 가능성을 검토하는 것이 이 연구의 목적이다. 이러한 맥락에서, 2005년 기본연구과제인 「도시철도 노선개편 방안」에서 제시한 도시철도 노선개편안을 현재 여건에 맞추어 다시 검토하고, 핵심쟁점인 실행 가능성에 대해 면밀한 분석을 시행하였다.

또한, 경전철 계획인 「서울시 도시철도 10개년 기본계획, 2008」에서 배제된 지역을 위한 도시철도 대책으로 노선개편안의 적용 가능성을 타진할 필요가 있다.

5, 9호선 직결사업을 중심으로 노선개편안의 실현을 위한 구체적인 건설·운영 방안 및 사업추진 방식 등을 면밀하게 검토하는 것을 연구의 목적으로 한다.

제2절 연구의 범위 및 내용

1. 공간적·시간적 범위 설정

서울시 전역의 도시철도망을 연구의 공간적 범위로 하고, 5, 9호선 직결 시범사업의 경우 서울시 동남권인 강동지역을 직접 영향권으로 한다.

또한 서울시 도시철도 노선개편(안)을 서울시의 장기 도시철도 계획으로 제안하고, 그중 5, 9호선 직결 시범사업을 가장 실현가능성이 높은 사업으로 추천한다.

2. 연구의 내용

전반부에서는 서울시정개발연구원에서 2005년 발표한 「도시철도 노선개편 방안」에 대해 변화된 여건을 반영하여 다음과 같은 내용을 재검토한다.

- 서울시 도시철도의 문제점을 교통망 차원에서 분석
- 도시철도 노선개편 개념을 제시
- 노선개편을 중심으로 서울시 도시철도의 발전방향을 제시
- 제시한 노선개편들에 대한 평가를 통해 시범사업을 선정

선정된 시범사업인 5, 9호선 직결사업을 중심으로 다음과 같은 내용의 노선개편 사업타당성에 대한 상세 분석을 수행한다.

- 5, 9호선 직결사업의 배경 및 필요성
- 5, 9호선 직결에 대한 대안을 설정하여 비교함으로써 최적 대안을 구함
- 대안별 수송수요 예측
- 대안별 교통편익 및 사업비를 추정하여 경제적 분석 시행

마지막으로 5, 9호선 직결사업을 실현하기 위한 건설·운영상 쟁점 및 사업을 추진할 경우 고려사항에 대해 검토한다.

제2장 도시철도 노선개편안 검토

제1절 서울시 도시철도 문제점

제2절 도시철도 노선개편개념

제3절 서울시 도시철도 발전 방향

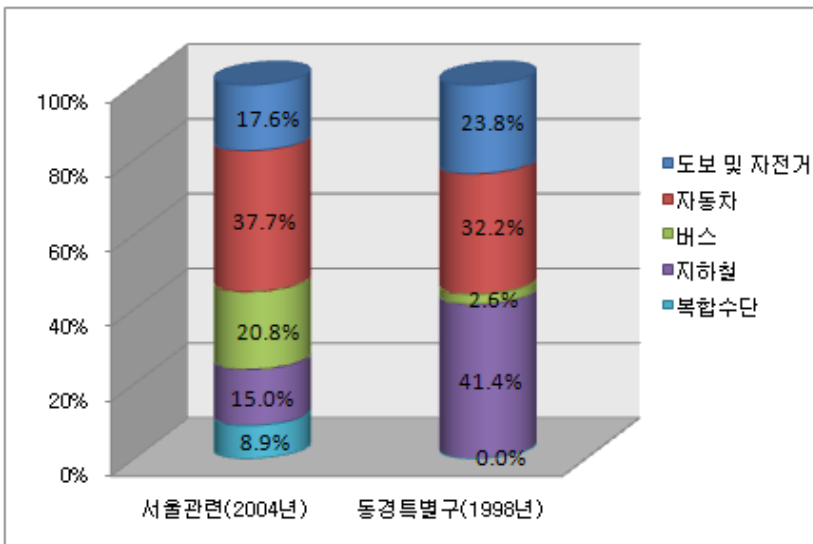
제4절 도시철도 노선개편안 및 시범사업 선정

제2장 도시철도 노선개편안 검토

제1절 서울시 도시철도 문제점

서울시 도시철도는 1, 2기 지하철 완성으로 약 287km의 영업선을 가지고 있다. 그러나 이를 건설하고 운영하는데 막대한 비용이 소요된 반면, 그 이용률 및 효율은 높지 않은 실정이다.

<그림 2-1>에서 보는 바와 같이 서울시 관련 통행에서 도시철도의 수단분담률은 도시철도 선진 도시인 일본 동경에 크게 못 미치고 있다.



자료 : 2006 수도권 가구통행실태조사(안)(수도권 교통본부, 2008)

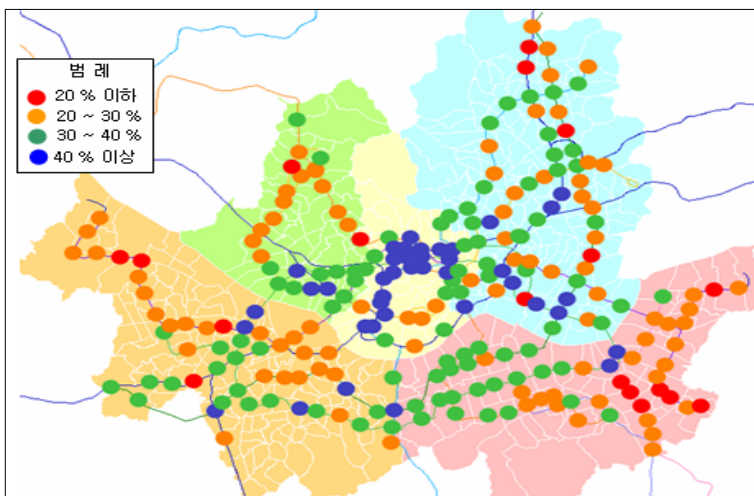
주 : 지하철 수단분담률은 국제도시와 비교를 위해 환산된 수치임(<표 2-1>, <그림 3-3>과 동등 비교 불가).

<그림 2-1> 서울 대 동경 수단분담률 비교

또한, 역세권별 도시철도 이용률을 조사해 보면 상당한 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 지역별로 동일하게 도시철도 역을 보유하고 있다 하더라도 그 이용률은 크게 차이가 났다.

<그림 2-2> 및 <표 2-1> 에서 보는 바와 같이, 역세권 500m 반경에서 발생하는 총통행량 중 도시철도 이용률을 지역별로 조사해보면, 역 접근성이 모든 지역에서 동일한 수준임에도 불구하고, 높게는 50% 가까운 통행자들이 도시철도를 이용하는 역세권이 있는가 하면 도시철도가 외면당하는 역세권의 경우 불과 20% 미만의 통행자만이 도시철도를 이용하는 실정이다.

이와 같은 문제는 도시철도 노선과 시민 통행축의 불일치, 노선의 굴곡, 잦은 환승을 요하는 노선망과 환승 시 불편 등 현재 서울시 지하철 노선의 효율성 저하에서 오는 것으로 분석되고 있다(참고 문헌 : 손기민 외 3인, 「서울시 도시철도 이용에 영향을 미치는 요소를 반영한 노선 조정 효과 분석」, 대한교통학회, 2007).



자료 : 서울시 10개년 도시철도 기본계획(안)(서울특별시, 2007)

<그림 2-2> 역세권 도시철도 수단분담률

<표 2-1> 역세권 도시철도 수단분담률

수단분담률 상위 25개 역		수단분담률 하위 25개 역	
역 이름	도시철도 수단 분담률(%)	역 이름	도시철도 수단 분담률(%)
삼각지	51.2	응암	20.5
남영	49.0	마장	20.5
안국	48.9	도봉산	20.2
회현	48.7	신정네거리	20.1
이수	46.4	방이	20.0
광흥창	46.1	방학	19.9
성내	45.1	구일	19.9
신용산	44.8	고덕	19.8
신이문	44.8	뚝섬	19.6
가리봉	44.6	하계	19.6
왕십리	42.6	시흥	19.2
당산	42.3	도봉	18.9
신림	42.2	석촌	18.3
대흥	41.9	송파	17.5
옥수	41.8	가락시장	17.0
안암	41.7	오금	16.9
지축	41.5	양평	16.8
성수	40.5	마천	16.6
혜화	40.0	개농	15.8
군자	39.6	장암	15.6
낙성대	39.5	용마산	15.5
봉천	39.3	발산	15.2
구파발	38.7	마곡	15.2
신설동	38.1	독립문	14.9
행당	38.0	구산	14.7

자료 : 서울시 10개년 도시철도 기본계획(안)(서울특별시, 2007)

주 : 자료는 2002년 가구통행 실태조사를 근거로 한 도시철도 역별 반경 500m 이내의 집계자료

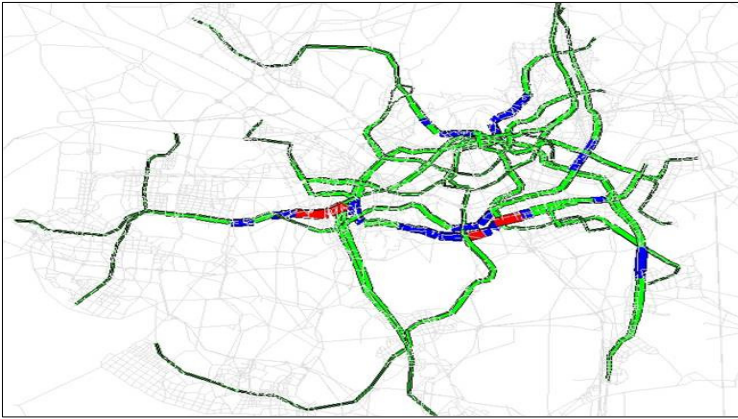
그러나, 지역별 도시철도 이용률의 편차가 커서 전체적으로 이용효율이 떨어
짐에도 불구하고, 일부 도시철도 구간에서는 침두시 심각한 혼잡을 겪고 있다.
<표 2-2>, <그림 2-3>에서 보듯이, 서울시 도시철도망에서는 도시철도 계획·설

계의 기준으로 통용되는 150% 혼잡도를 초과하는 구간이 다수 존재하며, 심각한 서비스 수준으로 인식되는 200%의 혼잡도를 웃도는 구간도 있는 것으로 조사되었다.

<표 2-2> 서울시 도시철도 구간 혼잡도 상위 30개 구간

호선	구간		혼잡도(오전 첨두시)
	시점	종점	
2호선	사당	방배	225.4%
2호선	교대	강남	206.0%
2호선	서초	교대	204.0%
2호선	방배	서초	201.8%
2호선	낙성대	사당	200.7%
2호선	서울대입구	낙성대	196.4%
2호선	봉천	서울대입구	182.3%
2호선	강남	역삼	180.7%
7호선	중곡	군자	179.0%
7호선	군자	어린이대공원	178.4%
7호선	용마산	중곡	178.0%
7호선	어린이대공원	건대입구	177.2%
7호선	사가정	용마산	176.0%
4호선	성신여대	한성대입구	174.5%
7호선	이수	내방	174.3%
7호선	면목	사가정	171.0%
4호선	한성대입구	혜화	169.5%
6호선	망원	합정	168.8%
7호선	내방	고속터미널	167.3%
5호선	신길	여의도	167.3%
4호선	길음	성신여대	166.4%
6호선	창신	동묘앞	165.0%
2호선	잠실	신천	164.4%
7호선	남성	이수	164.4%
6호선	동묘앞	신당	163.5%
4호선	혜화	동대문	162.4%
5호선	마장	왕십리	161.5%
2호선	도림천	신도림	161.0%
7호선	상봉	면목	160.0%
5호선	답십리	마장	158.3%

자료 : 2005년 서울메트로, 서울도시철도공사 구간별 PHF 자료

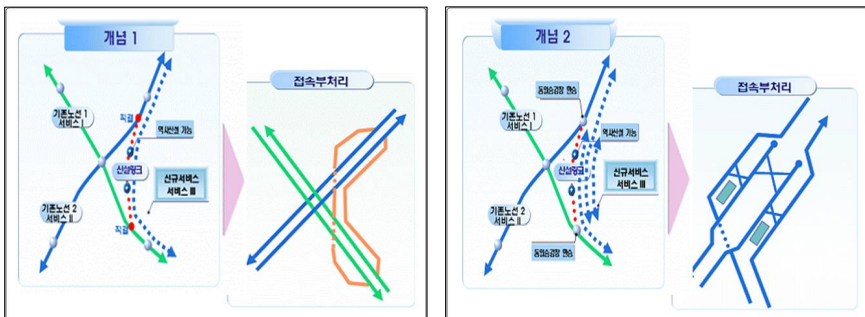


자료 : 서울시 10개년 도시철도 기본계획(안)(서울특별시, 2007)

<그림 2-3> 서울시 도시철도 구간별 혼잡도(오전 첨두시)

제2절 도시철도 노선개편 개념

1절에서 지적한 서울시 도시철도의 문제점을 해결하기 위한 방안으로, 2005년 서울시정개발연구원에서 제시한 노선개편안의 기본 개념과 내용을 정리하면 다음과 같다. 제시한 노선개편안에는 <그림 2-4>에서 보듯이 크게 두 가지 개념의 노선 조정안이 있다.



<그림 2-4> 노선개편(Network Reshuffle) 개념

개념 1은 기존의 수직환승 체계를 직결화하여 새로운 기·종점 서비스노선을 제공하는 것으로 적극적인 노선개편안으로 볼 수 있으며 환승역의 혼잡 완화와 통행시간 단축에 효과가 크다. 하지만 개념 1의 실현을 위해서는 우선 단거리 링크 건설의 토목사업이 수반되며 기존 영업선에서 분기공사를 시행해야 하는 기술적으로 큰 부담이 따른다.

개념 2는 기존 노선 간을 연결하여 도시철도 노선의 접근성을 향상시키는 보다 광의의 개념이다. 이는 노선 간 상호직통운전이 여의치 않을 경우 환승을 통해서라도 연결성을 확보하려는 개념인데, 이때 기존 환승체계와의 차이는 가능한 수직 환승을 배제하고 동일 승강장에서 환승(cross-platform transfer)을 할 수 있다는 것이다. 개념 2에서 신규 링크의 양쪽 분기지점에서 직결 없이 모두 환승 처리하는 경우, 경전철로 서비스하는 것도 좋은 대안이 될 수 있다.

제3절 서울시 도시철도 발전 방향

1974년 1호선 개통을 시작으로 1999년 8호선 개통에 이르기까지 서울시 도시철도망 구축사업은 1~4호선의 1기(1970~1985년)와 5호선~8호선의 2기(1989~2001년)로 나뉘어 추진되었다. 2009년 1단계 개통, 2016년 2단계 개통을 목표로 공사 중인 9호선 사업이 마무리되면 서울시의 간선 중량전철 사업은 사실 상 완성된다고 볼 수 있다.

최근 「서울시 10개년 도시철도 기본계획, 2008」을 통해 도시철도 서비스 취약지역을 대상으로 <그림 2-5>와 같이 7개 경전철 노선의 건설을 확정함으로써 중량전철 사업 이후의 도시철도망 계획을 수립하였다. 그러므로 공식적으로 명명되지는 않았지만 서울시 전역에 걸친 지선 경전철 계획을 3기 지하철 계획으로 간주하는 것은 타당한 논리이다.

이 연구에서 제안하는 도시철도 노선개편안은 1~3기 도시철도망 계획 이후

의 장기적인 도시철도 발전방향을 제시한다. 중량전철망과 경전철망을 통해 도시철도의 간·지선 체계가 구축되고 도시철도 서비스 소외 지역이 사라지고 나면 도시철도에 대한 투자는 끝난 것으로 생각할 수 있다. 그러나 도시의 구조는 항상 변화하게 마련이고 이에 따라 시민의 통행 패턴 또한 변하기 때문에 기존 노선의 조정을 통한 노선망의 효율화가 향후 도시철도 계획의 중심이 되어야 한다.

이러한 관점에서 이 연구에서 제시하는 도시철도 노선개편안을 4기 지하철 계획으로 명명할 수 있다.



<그림 2-5> 서울특별시 10개년 도시철도 기본계획(안)



<그림 2-6> 서울 도시철도 발전방향

제4절 도시철도 노선개편안 및 시범사업 선정

1. 기존연구 검토

도시철도 노선개편 개념에 입각하여 2005년 시정개발연구원 기본연구과제인 「도시철도 노선개편 방안」에서는 <표 2-3>과 같이 장기적인 구상으로서 신설링크 대안과 이에 따라 가능한 신규 서비스노선을 제시한 바 있다.

<표 2-3> 2005년 「도시철도 노선개편 방안 제시안

신설 링크	신규 서비스 노선	직결노선
독립문~서울역	구파발~사당	3, 4호선
길음~약수	당고개~수서	3, 4호선
사기정~마장	장암~방화	5, 7호선
낙성대~남부터미널	신도림~수서	2, 3호선
안국~한성대	안국~한성대	3, 4호선
안국~보문	안국~보문	3, 6호선

이미 제시된 구상들은 그간의 도시철도 혼잡해소와 신규수요 창출의 두 가지 관점에서 개략적인 분석을 통하여 개별 사안으로 사업 추진 가능성을 타진해 본 결과이다. 하지만, 상기 구상이 제시된 후, 「서울시 10개년 도시철도 기본계획, 2008」이 새롭게 수립되었고 「2006 서울시 교통센서스」 결과 발표 등으로 최신 교통여건의 파악이 가능해졌으므로 이에 대한 재검토가 필요하다.

2. 후보대안 설정

이 연구에서 제안하는 6개의 도시철도 노선개편 후보대안은 <그림 2-7>에서 보는 바와 같다.

1) 서북~서남 직결 및 동북~강남 직결 대안

3,4호선을 교차하여 직결운행시키는 대안으로, 2005년 시정개발연구원 기본연구과제인 「도시철도 노선개편 방안」에서 제안한 안을 수용한다.

서북~서남 직결의 경우, 구파발~사당 간 직통 열차 운행이 가능하며 대안의 신설 링크의 양 끝단 연결역사를 3호선 독립문역과 4호선 숙대입구역으로 정한다. 동북~강남 직결의 경우, 창동~수서 간 직통열차 운행이 가능하며 대안의 신설 링크의 양 끝단 연결역사를 4호선 길음역과 3호선 금호역으로 정한다.

2) 서북~동북 연계 대안

「서울시 10개년 도시철도 기본계획, 2008」에서 경전철 후보노선으로 검토되었으나 경제성·재무성 등 우선순위 평가에서 다른 노선들에 뒤져서 배제된 대안이다. 하지만, 서울시의 권역 간 교류 활성화 차원에서 현재 침체되어 있는 서북권역과 동북권역 간의 통행을 유도하기 위해 이를 교통대안으로서 제안한다.

3호선 홍제역과 4호선 길음역의 연결노선을 신설하는 것으로, 경전철로 연결

하는 것도 대안이 될 수 있으나 장기적인 관점에서 권역 간 간선도시철도의 개념으로 본다면 중량전철의 도입이 타당하다. 또한 직결 연결보다는 <그림 2-4>의 개념 2를 적용하여 환승을 전제하는 것이 타당하다.

3) 서북~서남 연계 대안

현재 서울시 지하철 노선 중 이용 효율이 떨어지는 노선 중의 하나인 6호선의 활성화 방안으로 제시한다. 서울시의 서북권역과 서남권역은 지리적으로 가까운 이점이 있음에도 불구하고 대중교통 연계가 미흡하여 인적·물적 교류가 활발하지 못하다. 그러므로 이 대안은 향후 수색·상암지구의 부도심권 부상과 양천·강서 지역의 잠재적 위상을 감안한다면 양 권역 간의 통행권 확보차원에서 필수적이다.

6호선 월드컵 경기장역과 5호선 오목교역의 연결노선을 신설하는 것으로, 6호선 월드컵 경기장 쪽은 직결 연결이 유리하고 5호선 오목교역에서는 직결 연결보다는 <그림 2-4>의 개념 2를 적용하여 환승을 전제하는 것이 타당하다.

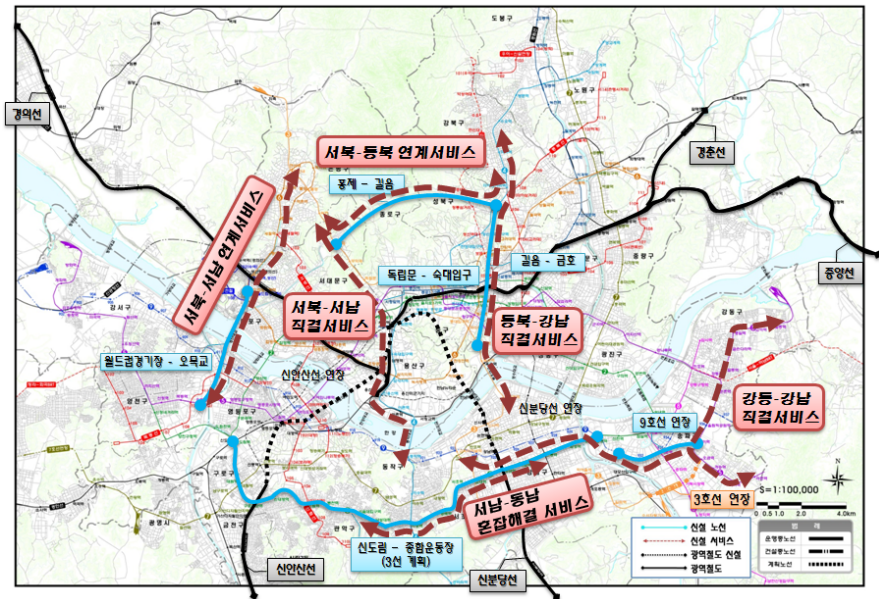
4) 서남~동남 혼잡해결 대안

서울시 도시철도 운행 구간 중 침두시 혼잡도가 가장 높은 2호선 사당~교대 구간의 혼잡을 해소하는 방안으로 제시하며, 이에 따라 2호선 신도림역~종합운동장역간 단선 노선을 지하에 건설한다.

연결되는 양 끝단 역인 신도림역과 종합운동장역에서는 배선 및 회차시설을 추가하여 침두 시간에 따라 방향별로 운행할 수 있는 체계를 갖추는 것이 관건이다. 또한 양 끝단 역에서는 동일승강장 환승이 되어야 효과가 클 것으로 예상된다.

5) 강동~강남 직결 대안

「서울시 10개년 도시철도 기본계획, 2008」의 7개 경전철 사업의 영향권에서 배제된 지역인 강동지역은 대부분 주 통행축이 강남임에도 불구하고 5호선 도시철도가 도심으로 연결되어 있어 강남방면 통행의 도시철도 이용이 불편하다. 이에 따라, 5호선 오금역까지 연장되는 3호선을 강동지역으로 추가 연장해야 한다는 요구와, 9호선 2단계를 강동지역까지 연장해야 한다는 요구가 지속적으로 제기되고 있으나 경제적 타당성이 낮아 조기실현이 어렵다. 그러므로 기존 5호선 올림픽 공원역에서 9호선을 직결함으로써 상일~강남(925)간 직결 운행을 제공하는 대안을 제시한다.



<그림 2-7> 도시철도 노선개편 후보대안

3. 검토대상 시범사업 선정

이 연구에서 제안하는 6개의 도시철도 노선개편 후보대안은, 7개 경전철로 구성된 3기 도시철도계획의 후속 계획으로 장기 계획안이다.

타당성 조사 및 사업 우선순위 결정은 면밀한 분석을 통해 전체 도시철도망 차원에서 종합적으로 분석되어야 하나, 도시철도 노선개편이라는 새로운 계획개념을 제안하는데 있어, 현 시점에서의 실행가능성을 검토해야 하는 것도 매우 중요하므로 이것을 이 연구의 주요 목적으로 한다.

이 연구에서는 정성적인 개략 평가지표를 선정하여 6개 후보대안 중 가장 실현 가능성이 높은 대안을 선정하고, 선정된 사업에 대해서는 개략적인 사업 타당성 조사를 수행하기로 한다.

선정된 평가지표에 대한 설명은 다음과 같다.

- 승용차 이용억제 효과는 현재 쟁점이 되고 있는 대기환경 개선 및 에너지 절감과 직접적인 관련이 있는 지표로, 각 후보대안이 얼마나 많은 승용차 이용자를 도시철도로 전환시킬 수 있는가에 대한 평가를 가능케 한다.
- 수송수요는 사업의 경제적, 재무적 타당성을 암시하는 지표로, 후보대안의 수송수요가 클수록 사업의 타당성이 높다고 판단할 수 있다.
- 환승횟수 감소효과는 후보대안의 실현을 통해 담보할 수 있는 환승불편의 해소가 어느 정도인지를 나타내는 지표이다.
- 혼잡도 개선효과는 후보대안의 실현이 기존 혼잡구간의 해소에 얼마나 기여하는가를 평가하는 지표로, 수송수요와 더불어 경제적 타당성 분석의 사회적 편익을 창출하는 원천이 된다.
- 시공가능성 지표는 시민들에게 주는 편익이 큰 후보대안이라 할지라도 기술적으로 실현이 어렵거나 당장 실현하기에 사업비 소요가 큰 경우, 이를 고려하여 평가할 수 있는 지표이다.

- 마지막으로 도시철도 노선개편은 기존 노선에 새로운 서비스 노선을 추가하는 개념으로 기존 노선의 선로용량이나 최소운전 시격 등이 새로운 열차운행 수요를 받아줄 수 있는지 여부가 사업시행에 관건이 될 수 있다. 그러므로 이를 평가하는 지표로서 기존 운행에 미치는 영향을 포함하였다.

앞서 설명한 바와 같이, 이 연구의 목적과 범위는 도시철도 노선개편안이 단순 구상에서 그치는 것이 아니라 실현 가능한 대안이 될 수 있는지를 검토하는 것이다. 따라서 시범사업으로 어느 대안이 되더라도 그 사업의 실현가능성 검토는 동일한 목적이라고 볼 수 있다. 다만, 연구의 신빙성을 높이기 위해서 주관적 이나마 정성적 평가를 통해 검토 대상사업을 결정하는 것이 타당하다. 이 평가가 반드시 절대적인 기준은 아니지만 단기 정책과제를 수행하는데 있어 최소한의 합리적 기준을 가지고 평가를 수행하였다.

<표 2-4>에서 보듯이 후보대안별 평가지표 할당을 상(+1), 중(0), 하(-1)의 3단계로 제한하였으며, 후보대안별 평가 결과는 연구책임자와 연구진, 연구 자문 위원들이 상의하여 합의된 결과이다.

<표 2-4> 시범사업 선정

평가지표	서북~서남 직결 (3,4호선)	동북~강남 직결 (3,4호선)	서북~동북 연계	서북~서남 연계	서남~동남 직결 (2호선 3선)	강동~강남 직결 (9,5호선)
승용차 이용 억제 효과	+1	+1	0	0	+1	+1
수송수요	+1	+1	0	-1	+1	+1
환승 횟수 감소 효과	+1	+1	0	0	0	+1
혼잡도	+1	+1	-1	0	+1	0
시공 가능성	-1	-1	+1	+1	0	+1
기존 운행에 미치는 영향	0	0	+1	+1	+1	+1
계	3	3	1	1	4	5

평가결과 강동~강남 직결 대안인 5, 9호선 직결사업이 승용차 이용 억제효과, 수송수요, 환승횟수 감소효과, 시공가능성, 기존운행에 미치는 영향 등에서 좋은 점수를 얻어 가장 실현가능성이 높은 안으로 선정되었다. 5, 9호선 직결사업의 효과 및 사업 타당성은 3장에서 자세히 설명하기로 한다.

제3장 5, 9호선 직결사업 타당성 검토

제1절 사업 개요

제2절 대안 설정

제3절 경제적 타당성 평가

제3장 5, 9호선 직결사업 타당성 검토

제1절 사업 개요

1. 9호선 계획 및 5호선 운영 현황

도시철도 노선개편(Network Reshuffle) 검토 대상사업으로 선정된 5, 9호선 직결 사업은 현재 계획 중인 9호선 2단계 2구간과 5호선을 올림픽공원역에서 직결하여 상일~강남(925) 간 직통 열차운행 서비스를 제공하는 대안이다.

그러므로 5, 9호선 사업의 타당성을 검토하기에 앞서 기존 9호선 계획과 5호선 운영현황을 살펴볼 필요가 있다.

1) 9호선 계획 개요

9호선의 사업구간은 1,2단계로 나뉘는데 1단계는 김포공항(901)~논현동(925)까지이며, 2단계는 다시 1구간인 논현동(925)~종합운동장(931)과 2구간인 종합운동장(931)~방이동(937)까지로 나뉜다.

1단계는 2001년 사업을 시작하여 2009년 개통을 앞두고 있고 2단계는 2007년 사업을 시작하여 2016년 개통을 목표로 하는데, 2단계 구간 중에서 우선 시행구간(1구간)은 2014년 개통될 예정이다.

사업규모는 총 연장 38.0km로 1단계가 25.5km, 2단계가 12.5km이며, 2단계 구간 중 우선시행 구간(1구간)은 4.5km이다. 정거장은 총 37개소로 1단계 25개소, 2단계 12개소로 계획되었으며, 2단계 구간 중 우선시행 구간(1구간)은 5개소이다. 사업비는 총 4조 6,046억원 중 1단계 3조 2,544억원, 2단계 1조 3,502억원이며 2단계 구간 중 우선시행 구간(1구간)은 5,591억원이 소요될 예정이다.

1단계는 2009년 개통될 예정이고 2단계 2구간은 2014년 개통을 목표로 건

설사업자가 선정되어 사업이 추진 중이다. 그러나 5, 9호선 직결 사업과 직접 관련된 2단계 2구간[종합운동장(931)~방이동(937)]은 기본계획만 수립되어 있고 아직 구체적인 사업추진 움직임이 없는 상태이다.

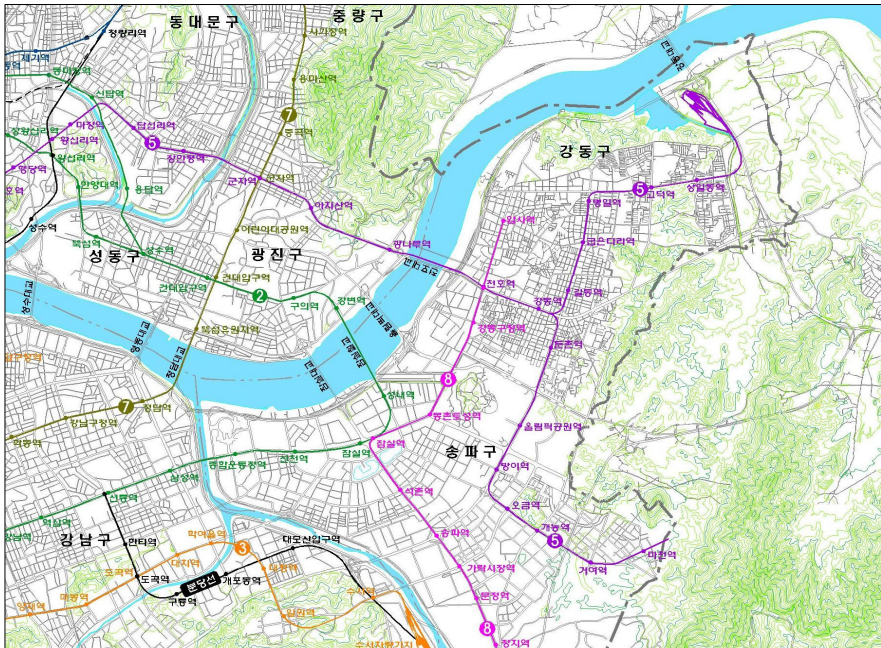


<그림 3-1> 서울시 지하철 9호선 계획

2) 5호선 운영현황

1990년 6월 착공하여 1996년 12월 개통하였고 총 사업비는 3조 215억원이 소요되었다. 방화~상일, 방화~마천 간 두 가지 운행 서비스를 제공하며 총 영업 거리는 52.3km이다. 역은 총 51개이며 운행 소요시간은 방화~상일 간 83분, 방화~마천 간 87분이다. 보유 차량수는 608량이며 8량 1편성으로 운영되고 있다. 차량의 표정속도(정차시간을 포함한 평균 운행속도)는 32.7km/h이고 방화~강동 구간의 운행시격은 첨두시에 2.5분 비첨두시에 5분, 상일~길동, 마

천~둔촌구간은 침두시 5분 비침두시 10분이다. 운행횟수는 평일 496회, 토요일 489회, 일요일·휴일 430회이고, 2007년 기준으로 이용 승객수는 연간 297,274천명, 일평균 814천명이다.



<그림 3-2> 서울시 지하철 5호선 노선도

2. 강동지역 교통 현황

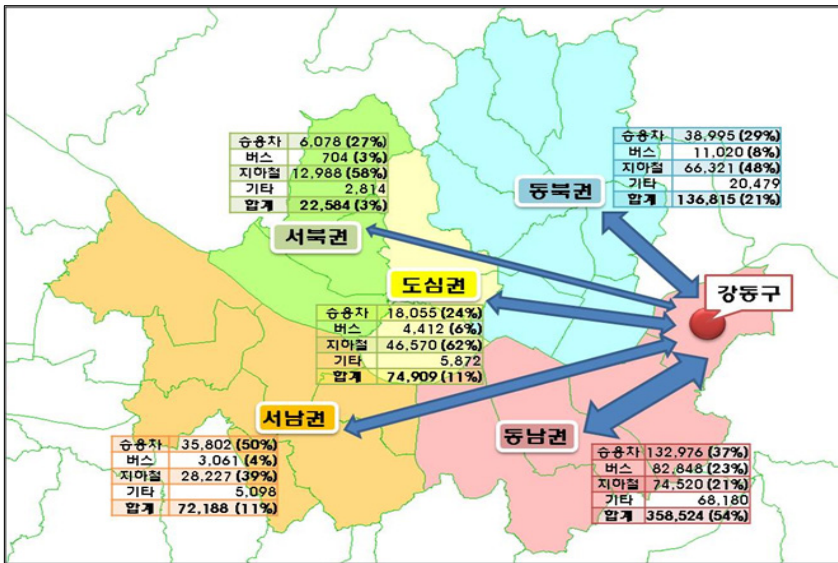
「서울시 교통센서스, 서울시, 2007」의 조사 결과를 바탕으로 강동지역의 통행패턴을 살펴보면 <그림 3-3>에서 나타낸 바와 같다.

총통행량 기준으로 강동지역 발생·유입 통행의 지역 분포를 살펴보면 강남·서초를 포함한 동남권 방면이 54%로 가장 높고 다음이 21%인 동북권 방면이며 도심과 서남권 방면이 각각 11%로 비슷한 수준이다. 강동지역 총 통행 중 동남권과 서남권 방면을 합친 동서축 통행이 65%를 차지하여 강동지역 통행의

주축이 되고 있으나, 지하철 5호선의 연결은 도심을 향하고 있어 수요와 공급의 축이 일치하지 않는 심각한 문제를 가지고 있다.

강동지역에서 강남으로 지하철을 이용해 통행하기 위해서는 최소 2번의 환승이 불가피하며 꼭 거쳐야 하는 환승역 중 하나인 잠실역 환승거리는 환승통로 길이만 200m를 상회하는 열악한 수준이다. 이러한 불일치의 결과로, 강동지역 통행에서 지하철이 차지하는 비율은 강남 방면이 21%로 저조하고 서남방면도 39%로 도심의 62%, 동북방면의 48%에 크게 못 미치는 실정이다.

반면, 승용차 의존 비율이 강남 방면은 37%, 서남방면은 50%로 지하철 서비스가 효율적인 도심(24%)이나 동북방면(29%) 통행에 비해 현저히 높은 수준이다.



<그림 3-3> 강동지역 발생·유입 통행 지역분포

강동지역의 지하철 이용 기피현상은 5호선 강동지역 역들의 수송인원을 통해서도 확인할 수 있다. 주거지역에 입지한 역사 중 승객수요가 많은 상위 5개 역과 강동지역 5호선 역들의 하루 이용객수를 분석해보면 평균적으로 강동지역의 역당 승객 수는 상위 5개역 평균의 15% 수준에 불과하다(<표 3-1> 참조).

지하철 5호선의 계획 당시인 1980년대의 서울시 도시구조는 도심 집중현상이 강했으므로, 이를 기반으로 계획된 지하철 5호선이 현재 강남으로 중심축이 옮겨진 강동지역의 통행구조를 지원하지 못하는 것은 자명한 현실이다. 이에 이 연구에서는 지하철 5호선을 9호선과 직결함으로써 대중교통의 중심축을 강남방면으로 돌리고자 한다.

<표 3-1> 강동지역 지하철 역 이용승객수 비교

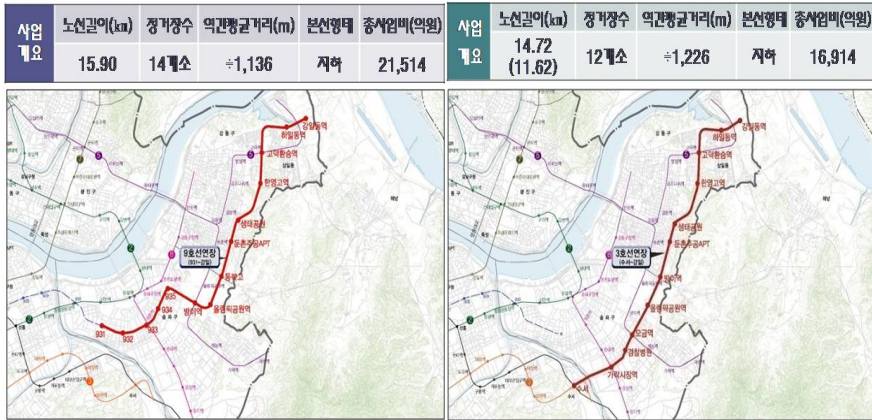
강동지역 역		상위 5개역	
역명	승객수(명/일)	역명	승객수(명/일)
상일	8,264	신림	72,269
고덕	8,298	강변	58,992
명일	9,563	구로디지털	52,871
굽은다리	9,355	서울대입구	49,336
길동	7,775	수유	46,239
평균	8,651	평균	55,941

제2절 대안 설정

1. 기존 노선 연장안 검토

강동지역의 통행패턴과 도시철도 축의 불일치 문제를 해결하기 위한 가장 적극적인 방법으로 우선 새로운 도시철도 노선을 건설하는 것도 방안이 될 수 있다.

이미 「서울시 10개년 도시철도 기본계획(안), 2007」에서는 기존 3호선 또는 건설중인 9호선을 강동지역까지 연장하여 건설하는 안을 검토한 바 있다. 그 결과 비용편익비(B/C)가 3호선 연장의 경우 0.67, 9호선 연장의 경우 0.55로 두 사업 모두 사업 추진의 기준이 되는 1을 넘지 못하는 것으로 분석되었다. 따라서 이 연장안은 막대한 사업비를 충당할 만한 교통편익이 발생하지 못하는 것으로 판명되어 사업추진이 연기되었다.



<그림 3-4> 9호선, 3호선 강동지역 연장(안)

2. 환승대안 검토

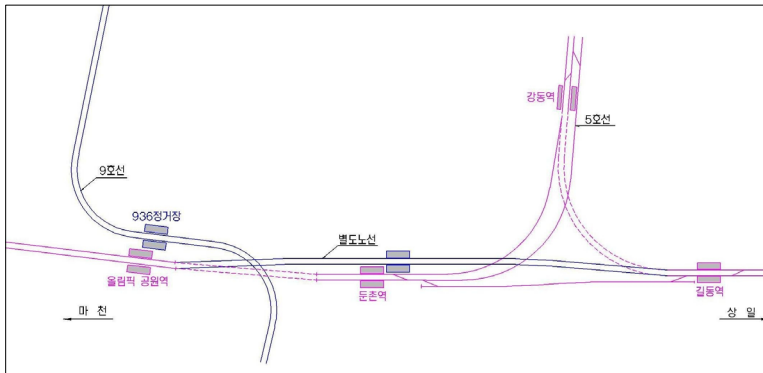
기존 5호선 운영주체인 서울도시철도공사를 비롯한 서울시 관계기관과 5, 9호선 직결 노선개편안에 대해 협의한 결과, 장기적인 노선개편안의 검토 이전에 현실적인 대안을 검토할 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 이 연구에서는 그 의견을 반영하여 3가지 환승대안에 대한 검토를 추가하였다. 환승대안이란 기존 노선의 연장 및 조정을 하되, 직결연결이나 동일승강장 환승이 아닌 일반적인 수직환승을 통해 서비스를 개선하는 방안을 통칭한다.

관계기관 의견을 고려하여 3가지 환승대안을 설정하고 그 타당성 및 효과를 검토하였는데 결과는 다음과 같다.

1) 환승대안 1

환승대안 1은 5호선의 지선(상일방면, 마천방면)을 직결하여 상일~마천 간 왕복 서비스 운행을 추가하고, 강남방면 이용객은 올림픽공원역, 도심방면은 둔촌역에서 환승하도록 하는 대안이다.

- 5호선은 둔촌역까지 기존노선 사용
- 별도노선은 길동역 시점부에서 올림픽공원 종점부까지 신설하여 연결
- 9호선은 기본계획노선대로 건설
- 5호선은 둔촌역, 9호선은 올림픽공원역에서 환승계획



<그림 3-5> 환승대안 1

환승대안 1에 대해 건설계획측면에서 검토한 결과는 다음과 같다.

- 5호선 지선 직결을 위한 연결구간 시공 및 시운전기간에는 5호선 지선의 운행이 중단되어야 하는 문제가 있다.
- 시공노선내 지하지장물(광역상수도, 고지배수로 등) 및 기존 지하철 시설물(환기구, 외부출입구 등)이 매설되어 시공이 복잡하다.

환승대안 1에 대해 운영계획측면에서 검토한 결과는 다음과 같다.

- 기존 5호선 이용객이 5호선 노선을 이용할 경우 환승에 따른 불편으로 민원 발생이 예상된다.
- 5호선 구간 최적 시격인 2.5분 운행을 위해 둔촌역 회차선 보완이 필요한바, 전방 건널선으로는 2.5분 시격 운행을 위한 회차가 불가능하며, 후방

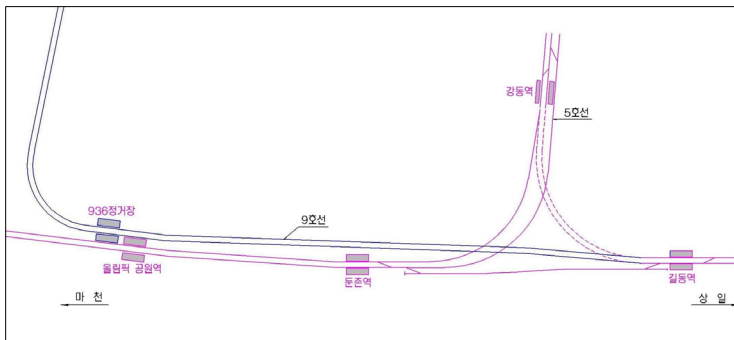
건널선을 추가하거나 전방 건널선을 시저스로 변경할 필요가 있다.

- 5호선 종착역인 둔촌역에서 차량기지로의 입·출고선이 별도로 설치되지 않은 상태에서는 첨두시간 전 차량출고나 첨두시간 종료후 차량 입고 시 일부 구간에서 열차 간의 혼잡이 예상된다.

2) 환승대안 2 검토

환승대안 2는 5호선을 두 개의 서비스 노선으로 분리하는 대안이다. 5호선 상일방면과 9호선을 길동역에서 직결하여 강동~강남 간 서비스를 추가하고 기존 5호선은 마천 ~ 김포공항 노선으로 개편한다.

- 5호선(김포공항 ~ 마천)은 기존노선을 사용
- 9호선은 일부 5호선과 나란히 설치하고, 길동역 시점부에 직접연결
- 5, 9호선은 올림픽공원역에서 환승계획



<그림 3-6> 환승대안 2

환승대안 2에 대한 건설계획측면에서 검토한 결과는 다음과 같다.

- 9호선과 상일동행 지선 직결을 위한 연결구간 시공 및 시운전기간에는 길동역에서 상일역까지 지하철 운행중단이 필요하다.

- 시공노선내 지하지장물(광역상수도, 고지배수로 등) 및 기존 지하철 시설물(환기구, 외부출입구 등)이 매설되어 시공이 복잡하다.

환승대안 2에 대한 운영계획측면에서 검토한 결과는 다음과 같다.

- 강동지역(상일동) 주민이 기존 5호선을 이용할 경우 환승에 따른 불편으로 민원 발생이 예상된다.

- 5호선 열차(마천행)가 유치 및 경정비를 위해 고덕차량기지로 입·출고 시 9호선 배차간격 사이에 열차투입은 어려울 것으로 예상된다.

3) 환승대안 3 검토

환승대안 3은 9호선 기본계획의 노선을 변경하여 935정거장에서 올림픽공원 하부를 통과하여 5호선 강동역에 연결하여 환승할 수 있도록 하는 대안이다.

- 9호선 935정거장에서 올림픽공원 하부를 대심도 터널(심도 40m 이상)로 통과하여 길동역사거리에 접근시키는 노선이다.

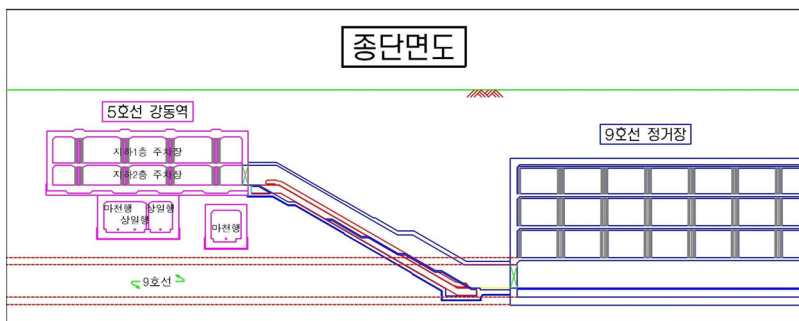
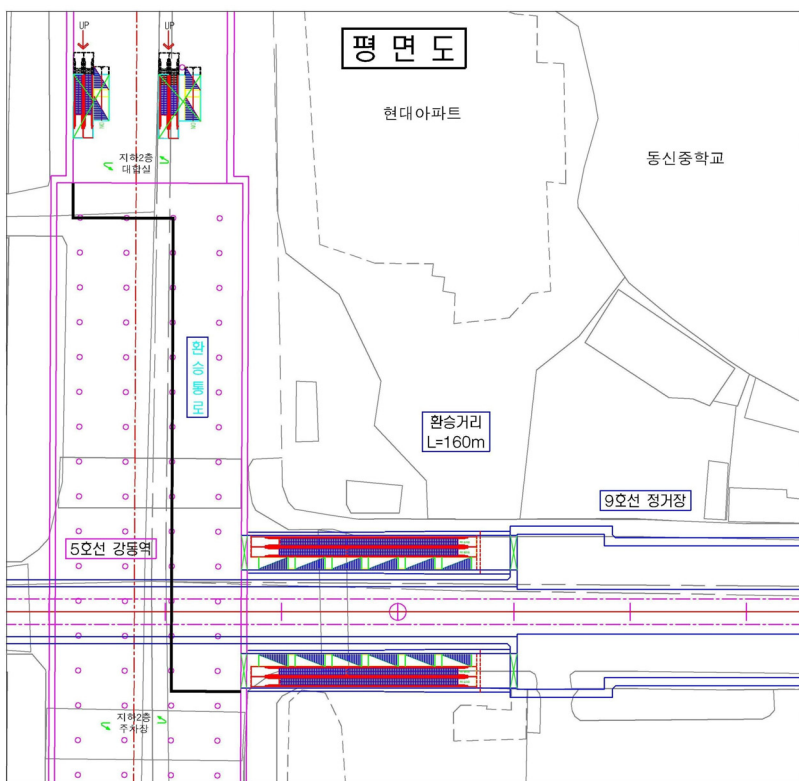
- 5, 9호선 환승 이용객은 강동역에서 처리한다.

환승대안 3에 대한 건설계획측면 쟁점은 다음과 같다.

- 통과하는 노선내 몽촌토성(사적 297호) 사적지와 인접하여 통과함에 따라 관계기관의 협의가 필요하다.

- 기존 5호선과 교차통과하는 강동역사거리부분에 대한 시공 시 기존 5호선에 미치는 구조적인 영향이 우려된다.

환승대안 3에 대한 운영계획측면 쟁점은 5, 9호선의 환승거리가 160m로 비교적 멀다는 점이다.



<그림 3-7> 환승대안 2

환승대안 3에 대해서 수송수요 예측 및 경제성분석을 수행하였는데 그 결과는 다음과 같다.

-9호선 기준으로 변경된 노선에 따른 수송수요는 2015년 기준 총 30만 9,700명 수준으로 분석되었다.

<표 3-2> 환승대안 3 수송수요

(단위 명/일)

승차역	2015년		2025년		2035년	
	순승차	환승승차	순승차	환승승차	순승차	환승승차
925	10,091	10,726	10,687	11,298	11,080	11,665
926	30,168	-	31,980	-	33,183	-
927	10,793	55,444	11,533	59,093	12,042	61,575
928	19,828	-	22,447	-	24,195	-
929	18,784	-	19,951	-	20,733	-
930	4,703	27,002	5,031	28,739	5,257	29,913
931	10,426	-	11,124	-	11,601	-
932	12,610	-	13,283	-	13,714	-
933	12,865	37,468	13,672	40,483	14,214	42,626
934	18,413	-	19,513	-	20,243	-
935	5,786	-	6,117	-	6,335	-
강동역	4,635	20,028	4,835	21,147	4,954	21,875
총계	159,102	150,668	170,173	160,760	177,551	167,654

주 : 925역의 경우 1단계 방면의 승차량은 제외하였음.

- 추정된 수요에 따른 편익 예상은 30년간 할인된 가격으로 1조 6,354억원에 이를 것으로 추정되었다.

<표 3-3> 환승대안 3 편익추정

구 분	총수요(명/일)	승용차 수단전환량(통행/일)	총 할인편익(억원)
환승대안 3	309,770	60,525	16,354

주 : 수요 및 수단전환량은 2015년 기준임.

- 총사업비 및 30년간 운영비 추정결과는 <표 3-4>, <표 3-5>와 같다.

<표 3-4> 환승대안 3 사업비 추정

(단위 억원)

구 분		사 업 비
공 사 비	토 목	5,904.37
	건 축	313.84
	궤 도	318.95
	기 계	708.64
	전 기	461.12
	신 호	416.14
	통 신	243.67
	차 량	1,489.00
부 대 비		942.94
보 상 비		46.80
합 계		10,845.49

<표 3-5> 환승대안 3 운영비 추정

(단위 억원)

구 분	인 건 비	경 비	전 력 비	유지관리비	대체투자비	합 계
운영비	5,740.80	2,881.50	1,546.50	2,838.60	2,286.00	15,293.40

- 환승대안 3에 대한 경제성을 분석한 결과, 경제적 타당성을 확보할 수 있는 것으로 분석되었다.
- 이는 기본계획상 노선에 비해 환승대안 3의 노선 연장이 짧은 반면, 상일 지역의 강남방면 통행을 한 번의 강동역 환승으로 처리할 수 있는 장점이 있기 때문인 것으로 판단된다.
- 수직환승을 배제하고자 하는 노선조정 방안의 취지와는 부합하지 못하는 단점이 있으나, 환승대안 3은 아직 구체화되지 않은 노선조정보다 현실적인 면에서 유리한 대안일 수 있다.

<표 3-6> 환승대안 3 경제성분석 결과

구 분	총 사업비 (억원)	총 할인비용 (억원)	총 편익 (억원)	총 할인편익 (억원)	B/C	NPV
환승대안 3	26,382	13,580	49,756	16,354	1.2	2,774

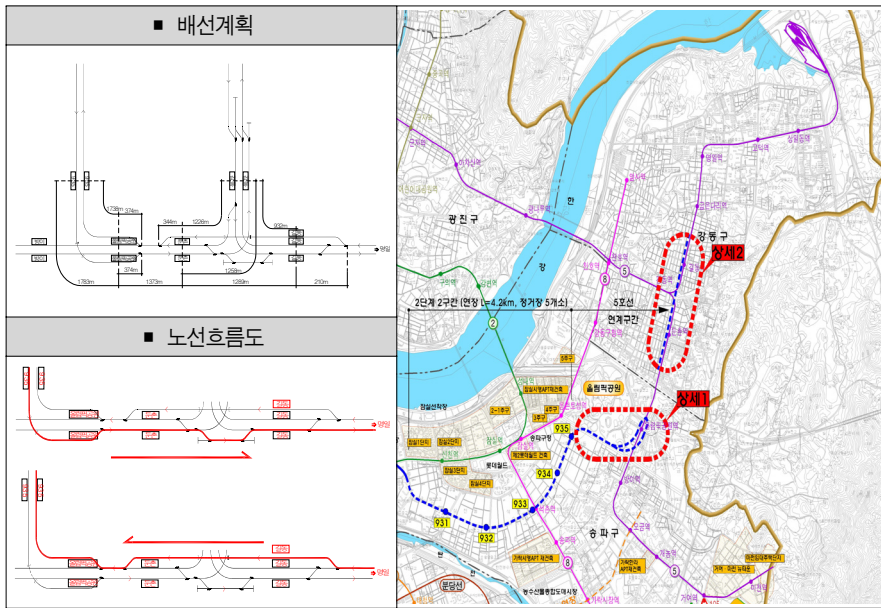
3. 5, 9호선 노선개편 대안 설정

강동지역 주민들을 위한 강남방면 도시철도 직결 서비스를 제공하기 위한 방안인 5, 9호선 직결사업의 세부 건설대안은 5호선 길동역과 둔촌역 사이의 양방향 열차 통행을 어떻게 처리하는지가 관건이다. 다행히 둔촌역→길동역 방향은 마천 쪽 차량들이 고덕 차량기지로 오가기 위한 연결 삼각선이 존재하므로 모든 대안에서 이를 이용하는 것으로 전제하였다. 반면에 열차가 길동역에서 둔촌역으로 나오기 위해서는 조치가 필요하며, 이 통행권을 어떻게 확보하는가 하는 것과, 마천방면 또한 9호선과 직결할 것인가 여부에 따라 세 가지 대안을 구성하였다.

1) 대안 1

대안 1은 길동→둔촌 또는 상일→둔촌간 단선 터널을 신설하는 적극적인 대안으로 구체적인 설명은 아래의 내용과 같다(건설대안은 길동→둔촌 신설을 대안 1-1, 상일→둔촌 신설은 대안 1-2로 정함).

-9호선을 935역에서 5호선 올림픽공원역으로 접속한다. 상일행은 둔촌~길동간 삼각선을 이용(연결선 분기개량 및 속도향상 필요)하고, 상일→올림픽공원행은 길동(또는 상일)→둔촌 간 단선터널을 별도로 시공하는 대안이다. 열차 흐름이 간단하고 왕복 운행시간의 균형을 맞출 수 있는 장점이 있으나, 단선터널의 합·분류 지점이 이미 시가지화되어 있어 막대한 보상비의 소요가 예상된다. 단선터널은 기존 5호선과 같은 레벨에서 분기하여 기존선의 하부 심도로 건설하는 방안이 타당하다. 기존 5호선 서비스인 상일~방화, 마천~방화 노선의 운영에는 전혀 지장이 없도록 하는 대안이다.



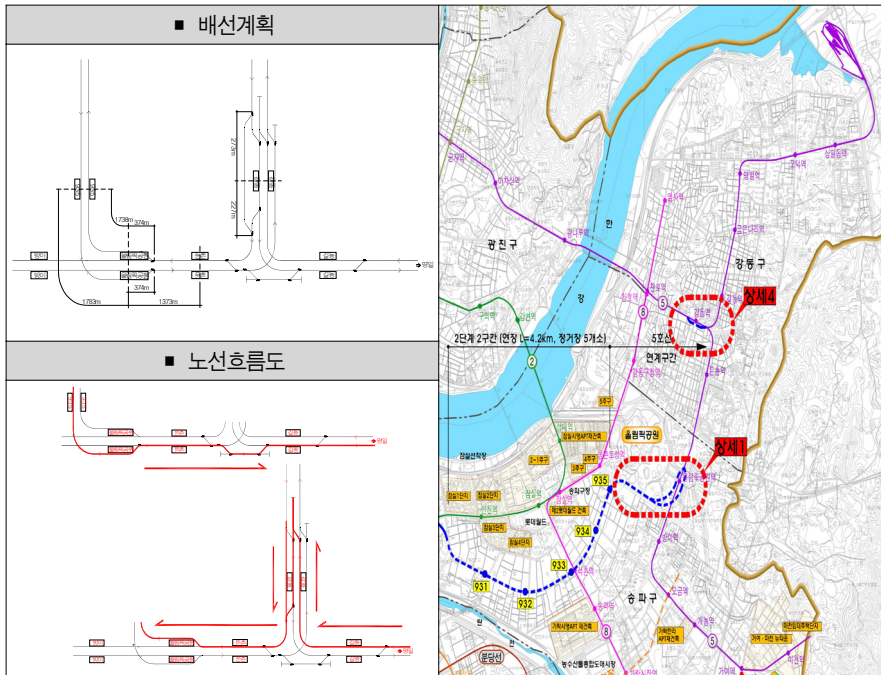
<그림 3-8> 대안 1(길동→둔촌 또는 상일→둔촌 간 단선 터널을 신설)

2) 대안 2

대안 2는 다소 소극적인 안으로 길동→둔촌 또는 상일→둔촌 간 단선터널 건설 없이 강동역 배선을 보강하여 열차를 회차시키는 방안이다. 대안 2의 구체적인 설명은 다음과 같다.

- 9호선을 935역에서 5호선 올림픽공원역으로 접속한다. 상일행은 둔촌~길동 간 연결 삼각선을 이용(연결선 분기개량 및 속도향상 필요)하고, 상일→올림픽공원행 열차는 강동역에 정차한 후 유치선으로 들어갔다가 회차하여 열차의 앞뒤를 바꾸어 거꾸로 둔촌방면으로 진입하는 방안이다. 강동역에서 회차한 9호선 열차의 추가운행을 담보하기 위해 강동→둔촌 방향 배선을 신설하여 5호선 차량과 9호선 차량의 마천방면 진출을 분리함으로써 열차운행 성능개선 및 안전을 확보하는 대안이다.
- 강동역 승객을 유치할 수 있고 사업비 측면에서 유리한 장점이 있으나, 상

일→강남 방면 운행에서만 강동역 정차가 가능해 양방향 통행의 운행시간 및 정차패턴에 불균형을 초래하고, 상일→강남 방면 열차의 경우 강동역 회차를 위한 지체 발생이 우려된다. 그러나 기존 5호선 서비스인 상일~방화, 마천~방화 노선의 운영에는 전혀 지장이 없도록 하는 대안이다.



<그림 3-9> 대안 2(강동역 연결선 설치)

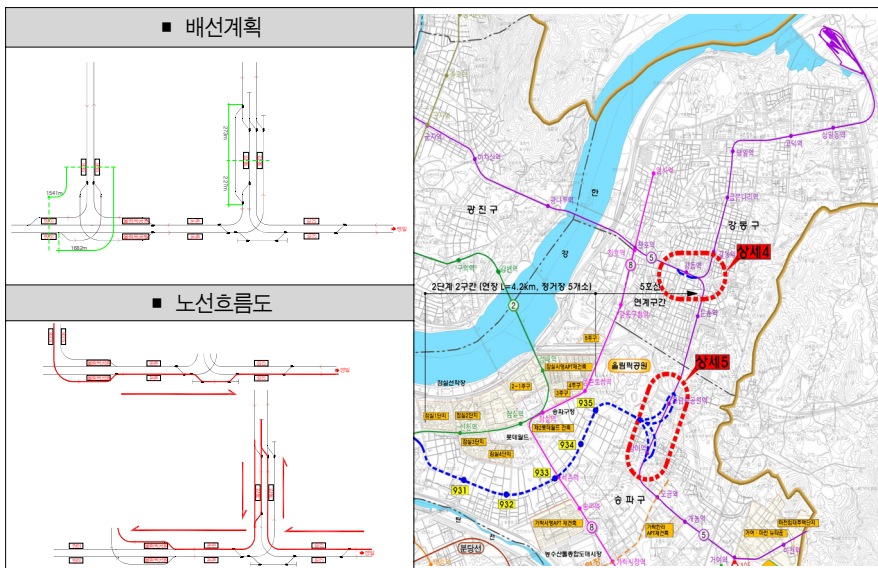
3) 대안 3

대안 3은 상일→올림픽공원행 열차의 처리는 대안 2에서 제시한 방안을 그대로 적용하고 여기에 5호선 마천방면도 9호선과 직결하는 대안이며, 그 구체적인 설명은 아래의 내용과 같다.

- 마천방면 직결선이 없을 경우 마천방면에서 강남으로 통행하려면 올림픽

공원역에서 환승이 필요한데, 이를 직결할 경우 환승 없이 바로 강남방면으로 통행이 가능한 장점이 있다.

- 반면에 5, 9호선 직결을 통해 마천방면에서 강남으로 통행할 경우 우회거리가 길어져, 현재 공사 중인 3호선 연장사업이 끝나면 오금역 환승을 통해 3호선으로 접근하는 것이 거리상 유리할 수 있다. 또한, 상일과 마천방면 차량이 9호선 노선으로 합·분류하는 올림픽공원역 구간의 선로 용량의 한계로 인해, 기존 5호선 서비스에 지장을 주지 않기 위해서는 마천→강남(925)과 상일→강남(925) 방면 차량의 운행시각이 목표시각인 침두시 5분을 유지하기 어려울 것으로 판단된다.



<그림 3-10> 대안 3(대안 2 + 마천방면 직결)

설정된 대안을 요약, 정리하면 <표 3-7>과 같다.

<표 3-7> 5, 9호선 직결 대안

대안 1-1	대안 1-2
• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운행을 위해 상일방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용, • 강남방향은 길동역→둔촌역 구간 연결선 신설(단선) • 9호선 열차가 5호선 상일역까지 운행, 강동구 주민의 9호선 이용편의 제공(강남지역으로 접근성 향상)	• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운행을 위해 상일 방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용, • 강남방향은 사유지 및 건물 저촉 최소화를 위하여 상일동역→둔촌역까지 연결선(단선) 신설
대안 2	대안 3
• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운행을 위해 상일 방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용 • 강남방향은 5호선 강동역 회차선을 이용 둔촌역 방향으로 운행 • 5호선 운행 시격 조정 없이 9호선 운행을 위해 5호선 강동역에 별도의 연결선을 추가 설치	• 9호선을 5호선 올림픽공원역 후방에 직결 연결 • 둔촌역~길동역 구간의 9호선 열차 운행을 위해 상일 방향은 기존 연결 삼각선(단선) 활용 • 강남방향은 5호선 강동역 회차선을 이용 둔촌역 방향으로 운행 • 5호선 운행 시격 조정 없이 9호선 운행을 위해 5호선 강동역에 별도의 연결선을 추가 설치 • 5호선 마천 방향도 9호선과 직결

제3절 경제적 타당성 평가

1. 경제적 타당성 평가 방법

설정된 대안을 평가하기 위해 철도 사업의 타당성 조사에 통용되는 경제성 분석을 수행하였다. 경제성 분석은 특정 사업의 사회적 비용과 편익을 비교하여 국민경제 차원에서 투입된 비용을 산출 가능한 편익으로 상쇄할 수 있는지 여부를 과학적으로 분석하는 과정을 포함한다. 이를 위해서 우선 사회적 비용과 편익을 산출해야 한다.

철도 사업의 사회적 비용은 건설비, 운영비 등을 포함하며 가장 큰 비중을 차지하는 건설비는 다시 토목분야와 토목외 분야(건축, 궤도, 전기, 신호, 기계, 통신, 차량)로 나누어 산출한다.

철도사업의 사회적 편익은 통행시간 절감편익과 운행비 절감편익, 기타 환경 편익, 교통사고 절감 편익 등으로 나눌 수 있으며, 이중 가장 큰 비중을 차지하는 통행시간 절감 편익은 철도망과 도로망에서 발생한다. 철도망의 통행시간 절감 편익은 새로운 철도 서비스가 제공됨으로써 얻어지는 철도 이용객의 통행시간 감소분을 화폐가치로 환산한 값이다. 도로망의 편익은 철도 서비스의 증대로 기존 도로교통이용자가 철도로 통행수단을 전환함에 따른 도로상의 혼잡완화를 계량화한 값이다. 또한 운행비 절감 편익은 도로망에서 발생하는 차량의 유류소모 및 감가상각의 절감분을 의미하고, 환경 편익과 교통사고 절감 편익은 도로상에서 발생하며 운행비 절감분에 대한 원단위로서 계산할 수 있다.

철도망과 도로망의 편익을 계산하기 위해서 가장 기본이 되는 것은 정확한 수송수요 예측이다. 철도사업의 편익을 계산하기 위해서는 철도사업의 시행여부에 따라 사업 미시행 시와 사업 시행 시로 나누어 수요예측을 수행한다. 우선 기준이 되는 사업 미시행 시 도로망과 철도망에 대한 각각의 교통수요를 연도별로 구축한다. 그리고 철도사업을 시행할 경우 대안별 도로망과 철도망에 대한 교통수요를 연도별로 도출하고 미시행 시와 통행시간을 비교하여 그 차분으로 시간절감

편익을 산출한다. 같은 맥락으로 사업 미시행 시와 시행 시의 비교를 통해 도로상의 운행비용 절감편익을 계산하고 이를 토대로 환경편익과 교통사고절감편익을 산출한다.

2. 수송수요 예측

수송수요 예측을 위해서는 전통적인 4단계 수송수요예측 방법을 적용한다.

전통적 4단계 즉, 통행발생, 통행분포, 수단분담, 통행배정 중 첫 두 단계인 통행발생과 통행분포는 이미 발표된 공식자료를 이용하고 철도 서비스의 변화에 따른 수단분담과 통행배정을 별도로 분석한다. 기초자료인 사업 미시행 시 연도별, 수단별 기·종점(O/D) 통행량은 「서울시 장래교통수요예측 및 대응방안 연구 (2004), 서울시」에서 제공한 자료를 적용하였다.

수단분담은 철도사업으로 인한 수단분담률의 변화를 분석하는 단계이다. 철도 사업의 중요 편익 중 하나는 철도서비스 제공을 통해 달라진 수단분담비율에서 나온다. 즉, 도시철도 통행시간이 줄어들면서 기존 승용차 통행자가 승용차를 포기하고 도시철도를 이용하게 됨으로써 도로망의 혼잡이 완화되어 생기는 통행시간 절감 효과를 말한다. 이를 분석하기 위해서는 사업 미시행 시 수단별 O/D 자료의 갱신이 필요하며 이때 적용하는 모형이 수단분담 모형이다.

대표적인 수단분담 모형으로 로짓모형을 들 수 있으며, 이 연구에서는 점진적 로짓(Incremental Logit) 모형을 적용하였다.[Kumar, A (1980) 참조] 점진적 로짓(Incremental Logit) 모형은 사업 미시행 시 수단별 분담비와 사업 시행으로 변경된 통행시간, 통행비용 등 효용 구성변수 값들만으로도 수단분담률의 변화를 구할 수 있는 구조를 가진다.

신규철도 서비스의 영향으로 인한 수단분담비 변동 예측에 적용한 점진적 로짓(Incremental Logit) 모형은 다음과 같다.

$$P_2(i) = \frac{P_1(i) e^{\Delta V_i}}{\sum_{\forall j} P_1(j) e^{\Delta V_j}}$$

여기서, $P_1(i) : i$ 수단의 사업 미시행 시 교통수단분담률
 $P_2(i) : i$ 수단의 사업 시행 시 교통수단분담률
 $\Delta V_i : i$ 수단의 통행속성자료 변화율

통행배정은 위에서 도출한 수단별 Q/D 를 각각 철도망, 도로망에 배정하여 수송수요를 도출하고 통행시간을 분석하는 과정이다. 이 연구에서 적용한 통행배정 수행방법은 보편적인 방법이라고 여겨지는 철도망의 최적전략 통행배정법과 도로망의 사용자 평형 기법이다.

통행배정 결과는 철도망의 경우 노선별 역 승·하차 인원과 구간 재차인원이며, 도로망의 경우는 도로구간의 교통량을 도출하는 것이다. 이 연구에서는 편의 산출을 위한 도로망 통행배정의 중간 결과는 생략하였으며, 사업의 시행에 있어 가장 중요하고 직관적으로 이해하기 쉬운 5, 9호선 직결 노선과 기존 5호선 구간의 대안별 승·하차, 재차인원을 제시하였다.

<표 3-8> 대안 1 수송수요 (단위 명/일)

승차기준		2015년		2025년		2035년	
		5,9호선직결	기존5호선	5,9호선직결	기존5호선	5,9호선직결	기존5호선
5호선	올림픽공원	4,576	3,406	4,819	3,613	4,974	3,751
	둔촌	30,412	9,138	31,976	9,766	32,966	10,198
	길동	14,420	3,092	15,156	3,339	15,622	3,514
	굽은다리	4,251	6,867	4,476	7,364	4,620	7,710
	명일	6,895	7,324	7,247	7,836	7,471	8,190
	고덕	9,308	8,034	10,296	8,996	11,038	9,770
	상일동	5,223	4,600	5,447	4,916	5,579	5,132
소계		75,085	42,461	79,417	45,830	82,270	48,265
9호선	931~935	89,737	-	95,369	-	99,163	-
	925~930	255,450	-	272,104	-	283,407	-
총계		420,272	42,461	446,890	45,830	464,840	48,265

대안 1(길동→둔촌 또는 상일→둔촌간 단선 터널 신설) 수송수요 예측결과, 2015년을 기준으로 5호선 상일~올림픽공원 구간의 5, 9호선 직결 이용객은 75,085(명/일), 기존 5호선 승객은 42,461(명/일)로 분석되었다(<표 3-8> 참조).

대안 2(강동역 연결선 설치)의 수송수요 예측결과, 2015년 기준으로 5호선 상일~올림픽공원 구간의 5, 9호선 직결 이용객은 89,040(명/일), 기존 5호선 승객은 54,806(명/일)로 분석되었다.

대안 2는 강동역을 거치지 않고 바로 운행하는 대안 1에 비해 통행시간 면에서 불리한 점이 있으나 상일→강남(925) 방향 운행은 이용승객이 많은 강동역을 거치므로 승객유치에서 다소 유리한 것으로 분석되었다.

<표 3-9> 대안 2 수송수요

(단위 명/일)

승차기준		2015년		2025년		2035년	
		5,9호선직결	기존5호선	5,9호선직결	기존5호선	5,9호선직결	기존5호선
5호선	올림픽공원	4,576	3,406	4,819	3,613	4,974	3,751
	둔촌	17,663	9,113	19,383	9,635	19,981	10,064
	강동	46,108	10,897	48,952	11,735	50,875	12,326
	길동	1,616	3,248	1,695	3,503	1,744	3,682
	굽은다리	3,320	7,053	3,503	7,559	3,622	7,909
	명일	5,348	7,633	5,630	8,160	5,812	8,522
	고덕	6,468	8,600	7,138	9,626	7,637	10,448
	상일동	3,941	4,856	4,110	5,183	4,210	5,406
소계		89,040	54,806	95,230	59,014	98,855	62,108
9호선	931~935	89,675	-	104,062	-	108,447	-
	925~930	254,505	-	273,346	-	284,734	-
총계		433,220	54,806	472,638	59,014	492,036	62,108

대안 3(대안 2 + 마천방면 직결)의 수송수요 예측결과, 2015년 기준으로 5호선 상일~올림픽공원 구간의 5, 9호선 직결 이용객은 97,873(명/일), 기존 5호선 승객은 62,482(명/일)로 분석되었다.

대안 3은 마천방면의 승객을 포함한 결과로 다른 대안들에 비해 수요가 가장 크게 예측되었으나 그 차이는 크지 않았다. 이는 마천 방면이 오금역에서 3호선과 환승 연결되므로 강남방면 통행이 분산되기 때문인 것으로 판단된다.

<표 3-10> 대안 3 수송수요

(단위 명/일)

승차기준		2015년		2025년		2035년	
		5,9호선직결	기존5호선	5,9호선직결	기존5호선	5,9호선직결	기존5호선
5 호선	올림픽공원	4,576	3,406	4,819	3,613	4,974	3,751
	둔촌	8,291	7,893	9,563	8,361	9,887	8,756
	강동	46,108	10,897	48,952	11,735	50,875	12,326
	길동	1,616	3,248	1,695	3,503	1,744	3,682
	굽은다리	3,320	7,053	3,503	7,559	3,622	7,909
	명일	5,348	7,633	5,630	8,160	5,812	8,522
	고덕	6,468	8,600	7,138	9,626	7,637	10,448
	상일동	3,941	4,856	4,110	5,183	4,210	5,406
	방이	1,207	1,107	1,283	1,171	1,327	1,215
	오금	4,817	1,311	5,108	1,392	5,301	1,447
	개농	6,503	3,517	6,872	3,707	7,112	3,829
	거여	3,466	2,010	3,663	2,119	3,791	2,190
	마천	2,212	951	2,336	1,004	2,418	1,039
소계		97,873	62,482	104,672	67,133	108,710	70,520
9 호선	931~935	92,931	-	107,538	-	112,056	-
	925~930	254,848	-	273,639	-	285,041	-
총계		445,652	62,482	485,849	67,133	505,807	70,520

3. 편익 추정결과

대안별 편익을 추정하기 위해서는 앞서 설명한 바와 같이 사업 미시행 시와 시행 시의 비교가 필요하다. 즉, 사업 미시행 시를 어떻게 설정하는가에 따라 사업의 편익이 다르게 결정될 수 있다.

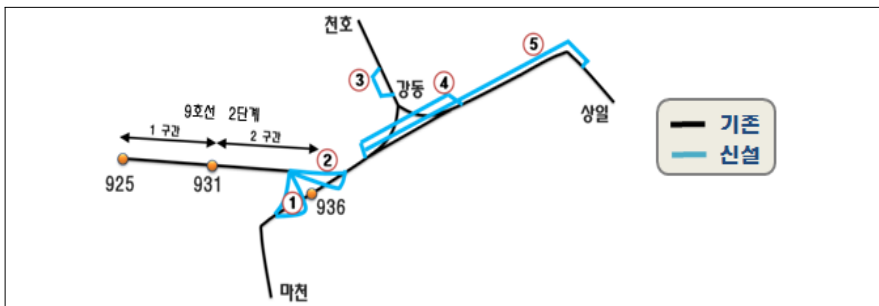
5, 9호선 직결 사업의 경우 9호선 사업이 아직 완결되지 않았기 때문에 사업미시행 시를 설정할 때, 9호선 사업의 단계를 어디까지 포함하는가에 따라 편

익 산정이 다를 수 있다. 그러므로 이 연구에서는 9호선 사업 단계를 3가지 시나리오로 나누어 사업 미시행 시를 설정하여 분석함으로써, 9호선 사업 진행의 불확실성을 감안하고자 하였다.

- 시나리오 1 : 9호선 2단계 1, 2구간(925~936까지) 모두 이미 건설·운영됨을 사업 미시행 시로 전제
- 시나리오 2 : 9호선 2단계 1구간(925~931)만 이미 건설·운영됨을 전제
- 시나리오 3 : 9호선 1단계까지만 사업 미시행 시로 하고 5, 9호선 직결과 함께 2단계 1, 2구간 모두 신설하는 것을 전제

1) 시나리오 1 : 9호선 2단계 1, 2구간(925~936까지) 모두 이미 건설·운영됨을 전제

2015년을 기준으로 대안별 총 수요를 비교해보면 대안 3이 가장 크고 대안 1, 대안 2 순으로 수요가 작아진다. 또한 사업의 편익에 영향을 주는 승용차 수단전환량에서는 대안 3, 대안 1, 대안 2 순으로 영향이 크며, 총 편익은 수단전환량의 영향을 받으므로 수단전환량 순위대로 편익이 산출된다.

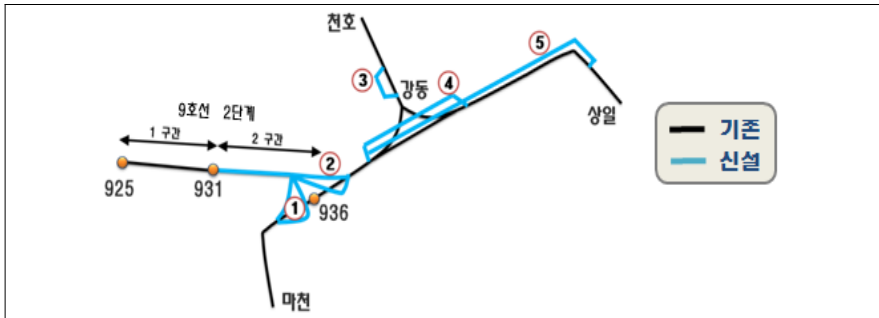


구 분	대안 1-1 ②④	대안 1-2 ②⑤	대안 2 ②③	대안 3 ①②③
총수요(명/일)	75,085	75,085	70,597	79,430
승용차 수단전환량(명/일)	13,548	13,548	12,201	14,191
총 할인편익(억원)	5,413	5,413	4,991	5,704

<그림 3-11> 시나리오 1 대안별 편익 산정결과

2) 시나리오 2 : 9호선 2단계 1구간(925~931)만 이미 건설·운영됨을 전제

시나리오 1에 비해 건설해야 할 노선이 길어지므로 전반적으로 수요와 편익이 증가한다. 2015년 기준으로 대안별 총 수요를 비교해보면 대안 3이 가장 크고 대안 2, 대안 1의 순으로 수요가 많으며, 승용차 수단전환량과 총 편익도 대안별 승객수요와 같은 순위이다.



구 분	대안 1-1 ②④	대안 1-2 ②⑤	대안 2 ②③	대안 3 ①②③
총수요(명/일)	125,079	125,079	120,579	131,772
승용차 수단전환량(명/일)	22,693	22,693	21,200	23,675
총 할인편익(억원)	13,704	13,704	13,309	14,296

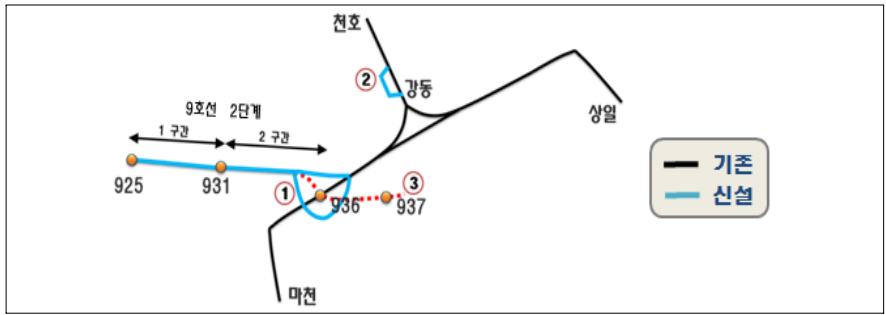
<그림 3-12> 시나리오 2 대안별 편익 산정결과

3) 시나리오 3 : 9호선 1단계까지만 사업 미시행 시로 전제

시나리오 3의 사업 시행 시는 9호선 2단계건설을 모두 포함하므로 9호선 2단계 기본계획과 5, 9호선 직결사업을 비교할 수 있다. 시나리오 3에서는 직결사업의 대안들 중, 다음 절의 사업비 추정에서 가장 유리한 대안으로 판명된 대안 2에 대해서만 비교하였다.

비교결과 시나리오 1, 2보다 건설해야 할 노선이 가장 길어서 전반적으로 수요와 편익이 증가했다. <그림 3-13>에서 보듯이 5, 9호선 직결사업을 추진한다

면, 당초 기본계획에서 제시한 936~937구간(점선으로 표시된 부분)의 건설이 생략되므로 해당지역의 반발이 예상되지만, 전반적으로 5, 9호선 직결이 기존 사업에 비해 수요, 승용차 수단전환, 편익 면에서 훨씬 유리한 것으로 분석되었다.



구 분	대안 2 ①②	9호선 기본계획안 ③
총수요(명/일)	239,698	184,920
승용차 수단전환량(명/일)	42,384	33,094
총 할인편익(억원)	23,816	18,298

<그림 3-13> 시나리오 3 대안별 편익 산정결과

4. 비용 추정결과

1) 건설사업비

(1) 토목분야

토목분야 건설사업비 추정결과는 <표 3-11>과 같다. 상월~둔촌 간 단선터널을 포함하는 대안 1-2와 마천방면 연결로를 포함하는 대안 3의 사업비가 높게 추정되었다. 또한 대규모 터널공사 없이 강동역 연결선을 추가하는 대안 2의 토목사업비가 가장 낮은 수준으로 추정되었다.

<표 3-11> 토목분야 건설사업비

(단위 : 억원)

구 분	대안 1-1 상일 직결, 길동~둔촌 신설	대안 1-2 상일 직결, 상일~둔촌 신설	대안 2 상일 직결, 강동역 연결선 설치	대안 3 상일~마천 직결, 강동역 연결선 설치
직결연결선 (935~올림픽)	1,293.9	1,293.9	1,293.9	1,660.4
5호선 3선	919.3	2,034.9	-	-
직결연결선 (935~방이)	-	-	-	802.2
직결연결선 (강동~둔촌)	-	-	759	759
소계	2,213.2	3,328.8	2,052.9	3,221.6
9호선 본선 (931~935)	4,009.2	4,009.2	4,009.2	4,009.2
총계	6,222.4	7,338	6,062.1	7,230.8

(2) 토목외 분야

토목외 분야 사업비 추정결과는 <표 3-12>과 같다. 도시철도 사업은 토목분야 외에도 건축, 궤도, 기계, 전기, 신호, 통신, 차량 등 여러 분야가 복합적으로 연계되어 있는 종합사업이다.

5, 9호선 직결을 위한 토목외 분야 사업비도 토목분야와 같이 대안 1-2가 가장 크고 대안 2가 가장 작으며, 신규로 투입되는 토목외 비용과 더불어 직결 운행을 위해 기존 5호선 구간의 케이블이설, 궤도, 신호, 통신 등 시설을 보완하는 비용도 포함한다.

<표 3-12> 토목 외 분야 사업비

(단위 : 억원)

구 분		대안 1-1 상일 직결, 길동~둔촌 신설			대안 1-2 상일 직결, 상일~둔촌 신설			대안 2 상일 직결, 강동역 연결선 설치			대안 3 상일~마천 직결, 강동역 연결선 설치		
		9호선		5호선	9호선		5호선	9호선		5호선	9호선		5호선
		925 ~931	931 ~936		925 ~931	931 ~936		925 ~931	931 ~936		925 ~931	931 ~936	
신설	건축	-	222	45	-	222	105	-	222	25	-	222	45
	궤도	97	161	76	97	161	113	97	161	61	97	161	81
	기계	-	583	78	-	583	136	-	583	53	-	583	63
	전기	148	228	109	148	228	199	148	228	71	148	228	81
	신호	164	155	126	164	155	152	164	155	124	164	155	127
	통신	100	131	58	100	131	112	100	131	30	100	131	40
	차량	592	148	666	592	148	592	592	148	740	592	148	666
소계		1,101	1,628	1,158	1,101	1,628	1,409	1,101	1,628	1,104	1,101	1,628	1,103
기존	케이블 이설	-	10	-	-	10	-	-	20	-	-	20	-
	신호	-	339	-	-	329	-	-	349	-	-	359	-
	궤도	-	4	-	-	4	-	-	4	-	-	4	-
	통신	-	32	-	-	32	-	-	32	-	-	32	-
소계		-	385	-	-	375	-	-	405	-	-	415	-
합계		4,272			4,513			4,238			4,247		

2) 운영비

도시철도 사업의 소요비용 중 건설되고 난 후, 30년간 운영할 때 소요되는 비용에는 운영인력의 인건비, 제반경비, 전력소모에 따른 비용, 시설 유지관리비, 대체투자비, 선로이용료 등이 있다. 이 중 대체투자비는 시설 또는 차량의 내구연한이 운영기간 30년 이내에 끝날 경우 재투자하는 비용이고, 선로 이용료는 9호선 2단계 열차(1단계 열차분까지 포함하면 57억원 추가)가 5호선 선로구간을 이용하기 위해 5호선 운영주체인 도시철도공사에 지불해야 하는 비용을 의미한다.

<표 3-13> 운영비 추정결과(운영기간 30년 합계)

(단위 : 억원)

구 분	대안 1-1 상일 직결, 길동~둔촌 신설			대안 1-2 상일 직결, 상일~둔촌 신설			대안 2 상일 직결, 강동역 연결선 설치			대안 3 상일~마천 직결, 강동역 연결선 설치		
	9호선		5호선	9호선		5호선	9호선		5호선	9호선		5호선
	925 ~931	931 ~936		925 ~931	931 ~936		925 ~931	931 ~936		925 ~931	931 ~936	
인건비	2,941	1,304	1,217	2,941	1,304	1,217	2,941	1,385	1,400	2,941	1,356	1,324
경비	1,655	598	791	1,655	598	791	1,655	577	893	1,655	568	841
전력비	901	669	156	901	669	156	898	698	172	898	674	143
유지관리비	1,507	1,174	43	1,518	1,174	43	1,507	1,198	47	1,507	1,175	40
대체투자비	1,242	1,034	-	1,242	1,034	-	1,242	1,070	-	1,242	1,036	-
선로이용료			27			27			29			24
합계	8246	4,779	2,234	8,257	4,779	2,234	8,243	4,928	2,541	8,243	4,809	2,372
총 운영비	15,259			15,270			15,712			15,424		

5. 경제적 타당성 분석 결과

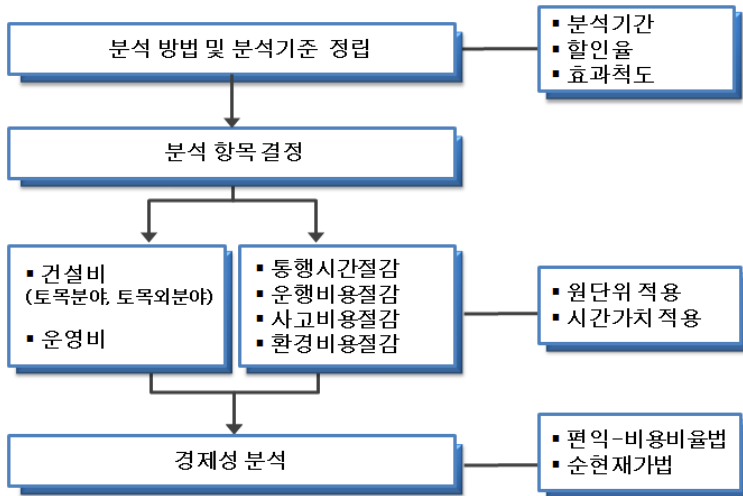
앞서 추정한 대안별 연도별 비용과 편익을 기초자료로 경제성을 분석하는 절차는 <그림 3-14>과 같다.

경제성 분석의 기준과 효과척도는 다음과 같다.

우선 분석기간은 향후 사업의 민자유치 가능성을 감안하여 민자철도 사업에서 적용하고 있는 개통연도부터 30년을 평가기간으로 설정하였다. 그리고 장래에 발생될 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 환산하기 위해 「도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제4판), 한국개발연구원, 2007.4」에서 제시하고 있는 5.5%를 기준할인율로 적용하였다.

효과척도인 편익/비용 비율(Benefit/Cost Ratio, B/C)은 장래에 발생될 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 수치로, 일반적으로 이 값이 1이상이면 경제성이 있다고 판단한다.

효과적인 순현재가치(Net Present Value, NPV)는 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인하여 총편익에서 총비용을 차감한 값이다. 일반적으로 이 값이 양(Positive)인 사업은 자본비용을 회수하고도 잉여가 발생한다는 것을 의미하므로 투자 타당성이 있는 것으로 판단한다.



<그림 3-14> 경제성 분석과정도

앞서 편익을 산정할 때 설정한 시나리오별로 각 대안에 대한 경제성을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1) 시나리오 1 : 9호선 2단계 1, 2구간(925~936까지) 모두 이미 건설·운영됨을 전제

상일→강남(925) 방면 열차를 강동역에서 회차시키는 대안인 대안 2가 비용/편익 비율(B/C)과 순현재가치(NPV) 척도에서 모두 가장 유리한 것으로 분석되었다.

<표 3-14> 시나리오 1 경제성분석 결과

구 분	대안 1-1	대안 1-2	대안 2	대안 3
총수요(명/일)	75,085	75,085	70,597	79,430
승용차 수단전환량(명/일)	13,548	13,548	12,201	14,191
총 사업비(억원)	6,039	6,131	4,335	5,651
총 할인편익(억원)	5,413	5,413	4,991	5,704
총 할인비용(억원)	5,211	5,394	4,136	5,083
B/C	1.04	1.00	1.21	1.12
NPV	203	20	855	621

2) 시나리오 2 : 9호선 2단계 1구간(925~931)만 이미 건설·운영됨을 전제

9호선 2단계와 별도 사업으로 추진하는 개념인 시나리오 1에 비해 9호선 2단계 2구간 사업과 5, 9호선 직결 사업을 연계하는 시나리오 2가 경제성이 더 높은 것으로 분석되었다. 또한 9호선 2단계 2구간과 직결 사업을 연계하는 경우에도 강동역 회차대안인 대안 2가 비용/편익 비율(B/C) 척도에서 가장 유리한 것으로 분석되었다.

반면, 순현재가치(NPV)로 따졌을 경우는 마천방면 연결까지 포함하는 대안3이 다소 높게 분석되었다. 이는 향후 상일방면 연결이 완공되고 나서 단계적으로 마천방면 연결도 추진할 수 있는 가능성을 시사한다고 볼 수 있다.

<표 3-15> 시나리오 2 경제성분석 결과

구 분	대안 1-1	대안 1-2	대안 2	대안 3
총수요(명/일)	125,079	125,079	120,579	131,772
승용차 수단전환량(명/일)	22,693	22,693	21,200	23,675
총 사업비(억원)	12,177	12,324	10,445	11,789
총 할인편익(억원)	13,704	13,704	13,309	14,296
총 할인비용(억원)	11,474	11,699	10,428	11,357
B/C	1.19	1.17	1.28	1.26
NPV	2,230	2,005	2,881	2,939

3) 시나리오 3 : 9호선 1단계까지만 사업 미시행 시로 전제

시나리오 1, 2에서는 경제적인 측면에서 최적으로 판명된 대안 2(상일→강남방면 강동역 회차안)와 9호선 2단계 기본계획안을 상호 비교하였다.

당초 9호선 2단계 기본계획에서 결정된 노선은 올림픽공원역에서 5호선과 환승시킨 후 방이(937)역까지 연결하는 대안이다. 그러나 <표 3-16> 결과에서 보듯이 5, 9호선 직결이 9호선 2단계 기본계획안보다 비용/편익 비율(B/C)과 순현재가치(NPV) 척도 모두 유리한 것으로 분석되었다.

<표 3-16> 시나리오 3 경제성분석 결과

구 분	대안 2	9호선 기본계획안
총수요(명/일)	239,698	184,920
승용차 수단전환량(명/일)	42,384	33,094
총 사업비(억원)	16,602	15,540
총 할인편익(억원)	23,816	18,298
총 할인비용(억원)	17,872	16,668
B/C	1.33	1.10
NPV	5,945	1,630

시나리오 대안별로 면밀하게 경제성을 분석한 결과, 대안 2(상일→강남방면 강동역 회차안)가 최적 대안으로 선정되었다.

이러한 경제성 분석의 결과를 직관적으로 해석하기는 힘든 면이 있으므로 최적 대안(대안 2)이 실제 구현되었을 경우 어느 정도의 교통혜택을 주민들이 체감할 수 있는가를 제시하기 위해, 대표적인 기·종점들을 대상으로 통행시간과 환승횟수의 변화를 분석하였다. <표 3-17>에서 보듯이, 상일에서 종합운동장까지 통행할 경우 현재는 2회 환승에 40분이 소요되지만 5, 9호선 직결사업이 실현된다면 환승 없이 28분이면 통행이 가능해진다. 또한 기존 9호선 계획대로 올림픽 공원역(936)에서 5호선과 환승이 이루어진다고 하더라도 2회 환승이 불가피하고 통행시간도 36분으로 직결안에 비해 불리하다.

5, 9호선 직결안의 편익은 통행시간 절감에도 크게 기여하지만 이보다 더 큰 효과는 환승횟수의 현격한 감축에 있다.

<표 3-17> 최적 대안(대안 2)의 통행시간/환승횟수 감소효과

O/D		현재(9호선 미연결)	9호선 기존 안	9호선 직결(대안 2)
상 일	종합운동장	40 분 / 2 회	36 분 / 2 회	28 분 / 0 회
	강남	48 분 / 2 회	48 분 / 2 회	37 분 / 1 회
	고속터미널	43 분 / 1 회	43 분 / 1 회	40 분 / 0 회
	김포공항	79 분 / 0 회	71 분 / 3 회	66 분 / 0 회

직접적인 도시철도 통행시간과 환승횟수 절감 편익 이외에도 통행자들이 승용차에서 철도로 수단을 전환함에 따라 도로 혼잡 완화에 효과가 크다. 이를 반영하는 효과적으로 승용차 수단전환량을 분석해 보면 5, 9호선 직결이 실현될 경우 하루 평균 2만 1,200대의 승용차 감축효과가 있을 것으로 추정된다.

제4장 건설운영 방안 및 사업추진방식

제1절 건설운영방안 검토

제2절 사업추진 시 고려사항

제4장 건설운영 방안 및 사업추진방식

제1절 건설운영방안 검토

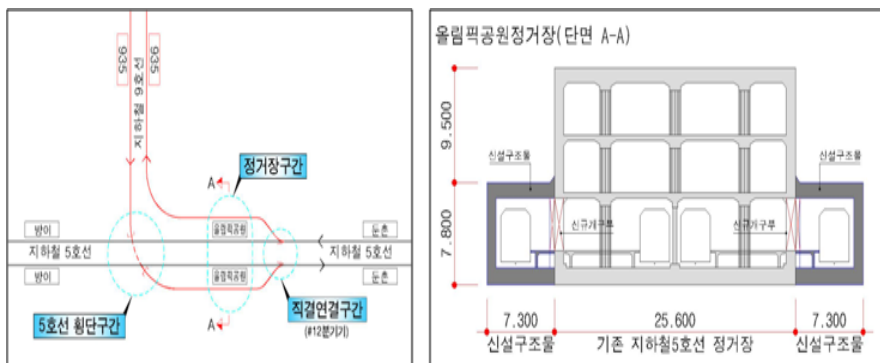
2005년 서울시정개발연구원의 기본연구과제로 도시철도 노선개편(Network Reshuffle)이 제안된 이래 그 실행가능성에 대한 여러 가지 비판적인 견해가 있어 왔다.

이 장에서는 5, 9호선 직결 사업을 대상으로 하여 그 간 제기되었던 건설 운영상의 문제를 검토해 보고 해결방안을 제시하여 도시철도 노선개편의 실행가능성을 입증하였다. 또한 최적 대안인 대안 2(상일→강남방면 강동역 회차안)에 대한 구체적인 건설방안 및 운영방안을 제시하였다.

1. 건설방안

5, 9호선 직결 사업에서 건설분야의 핵심쟁점은 올림픽 공원역에서의 두 노선 간 연결공사와 강동역 연결선 설치이다. 운영 중인 노선에서 다른 노선을 분기 또는 합류시키기 위해서는 제약이 있으며, 특히 지하구간에서 이러한 공사가 이루어지기 위해서는 세심한 기술적인 배려가 있어야 한다. 노선 간 연결을 역구간(올림픽공원역)에서 수행하는 것은 역구간이 대부분 개착구간이어서 시공이 용이하고 분기기 설치 후 유지관리가 수월하기 때문이다.

올림픽공원역(936)에서의 노선 간 직결 방안은 <그림 4-1>에서 보는 바와 같다. 5, 9호선 직결은 5호선 올림픽공원역 전방에서 연결하며, 개착구간으로 열차운휴시간을 활용하여 단계별 시공 시 5호선 열차의 안전운행을 확보하도록 한다.

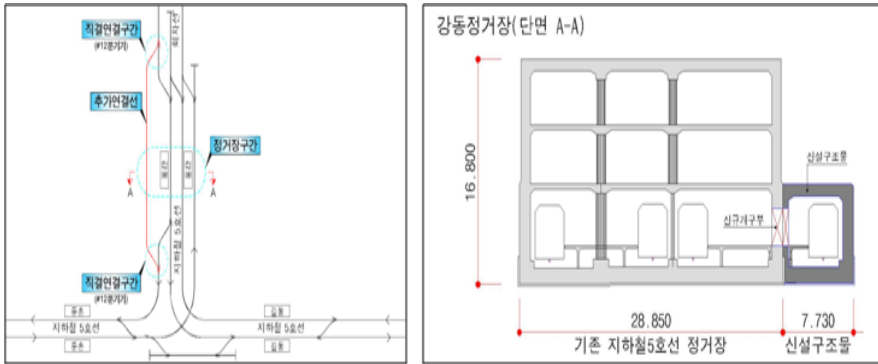


<그림 4-1> 올림픽공원역 직결구간

정거장구간은 현재 상대식으로 운행 중인 올림픽공원역 승강장을 쌍섬식으로 변경하며, 신설구조물 설치 후 기존정거장 벽체를 ‘다이아몬드 와이어 쏘’를 활용한 단계별 개축으로 구조물 및 열차운행에 안전성을 확보한다. 또한 5호선 횡단 시(개착BOX) 언더피닝공법을 적용하여 구조물의 안전성을 확보한다.

올림픽공원정거장 연결구간은 남부순환도로(폭 50m)를 경유하게 하여 사유지 저촉이 없고 지장물 간섭을 최소화하도록 한다.

강동역에서의 추가연결선 설치 방안은 <그림 4-2>에서 보는 바와 같다. 기존 5호선 운행시각 유지를 위하여 추가로 연결선을 설치하며, 현재 편측 섬식 정거장인 강동역을 쌍섬식으로 변경한다. 또한 신설구조물 설치 후 기존정거장 벽체를 ‘다이아몬드 와이어 쏘’를 활용한 단계별 개축을 통해 구조물 및 열차운행에 안전성을 확보한다. 기존 5호선은 개착BOX구조물로 개착과 언더피닝공법을 병행 적용하여 구조적 안전성 또한 확보한다. 추가연결선 설치구간은 천호대로(폭 50m)를 경유하게 하여 사유지 저촉이 없고 지장물 간섭을 최소화하도록 한다.



<그림 4-2> 강동역 추가 연결선 설치구간

연결부 궤도 분기기는 성능 증대가 필요하다. 9호선과 5호선이 직결되는 궤도부의 분기기는 분기횟수 및 열차 운행 속도를 고려하여 개량이 필요하며, 둔촌→길동 방향 운행에 이용될 기존 삼각선에 포함된 분기기도 개량이 필요하다.

2. 운영방안

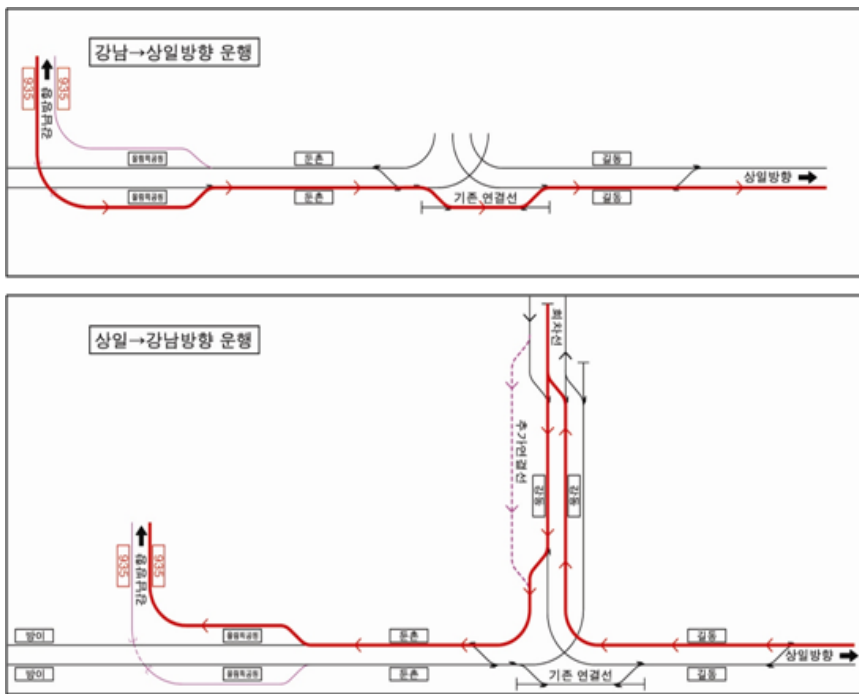
기존 5호선의 운행시격은 침두시 기준으로 상일↔방화, 마천↔방화 각각 5분이다. 여기에 상일↔김포공항(902) 직결 서비스의 침두시 목표 시격인 5분이 추가되면 상일→강동 구간과 올림픽공원→상일 구간의 구간 평균 운행시격이 2.5분이 된다. 이는 5호선 토목시설 및 열차제어 시스템이 처리할 수 있는 최소운전시격인 2분 이상으로 이론적으로는 운전에 무리가 없다. 다만, 실제 운영을 하려면 이론적으로 고려할 수 없는 현장의 제반 여건을 충분히 감안하여야 한다.

9호선 차량이 5호선 구간으로 운행할 경우 다음과 같은 운행원칙을 가진다.

- 5호선 구간에서는 모든 열차가 역마다 정차 운행하며, 9호선은 급행과 완행이 1대 1 배차 조건으로 침두시 시격 2.5분까지 처리할 수 있는 운행 조건인데, 이 중 완행 차량만 5호선 직결 운행으로 가정한다. 또한 인천공

항철도 차량은 5호선 직결운행에서 제외하며, 9호선 차량 중 5호선에 직결하지 않는 차량은 931 정거장에서 회차한다.

5, 9호선 직결 열차의 운행 흐름도는 <그림 4-3>과 같다. 둔촌역→길동역구간은 기존 연결선(삼각선)을 이용하며, 그 외 구간은 기존 5호선을 이용한다. 5호선 상일역에서 강남방향 열차는 강동역 회차선을 이용하여 회차 후 둔촌역으로 진행하고, 기존 5호선 방화→마천 방향 열차는 추가된 연결선을 이용한다.

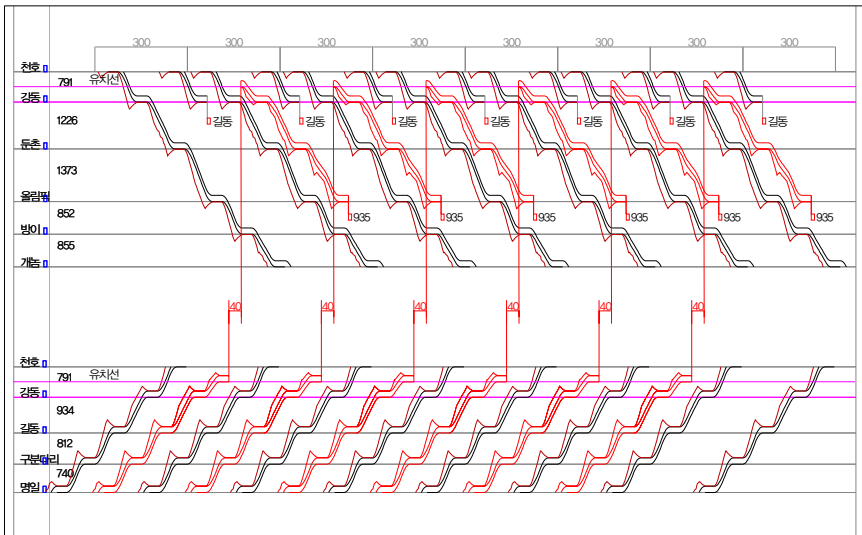


<그림 4-3> 열차운행 흐름도

상기한 목표시점을 지키면서 안전한 운행이 가능한가를 이론적으로 타진해 보기 위해 <그림 4-4>와 같이 열차운행선도(열차운전 다이아)를 작성하였다.

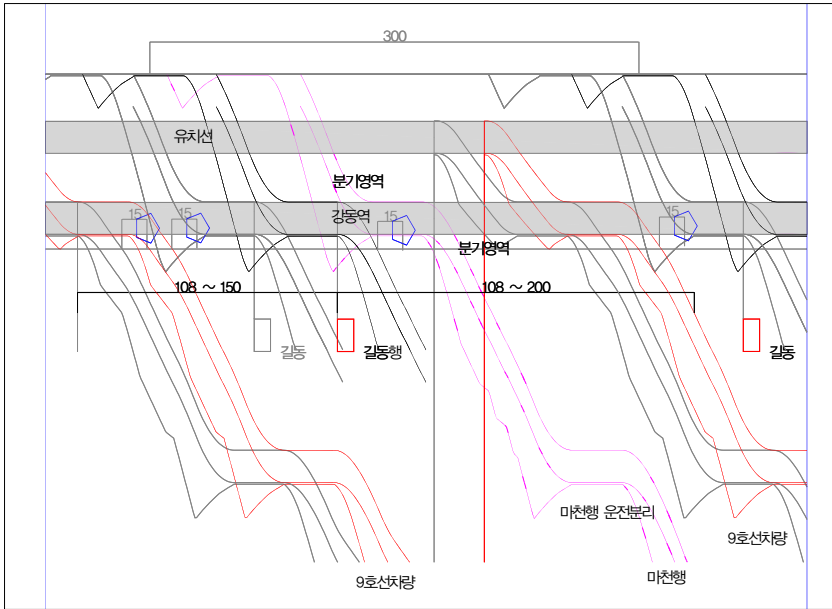
열차운전 다이아에서 하나의 열차는 3개의 선으로 표현되는데 열차의 꼬리 와 머리 및 머리 위 안전정지선으로 구성된다. 9호선 열차는 3개선 모두 붉은

색으로, 기존 5호선 열차는 머리와 꼬리는 검은색, 안전거리는 붉은색 선으로 표시했다. <그림 4-4>의 하단부에 있는 운행선도는 5호선 상일→방화 운행열차와 9호선 상일→강동 운행열차가 번갈아 운행되는 명일→천호 구간의 운행상태를 나타낸다. <그림 4-4>의 상단부에 있는 운행선도는 5호선 방화→상일 운행열차, 5호선 방화→마천 운행열차, 9호선 강동→강남 운행열차가 반복적으로 운행되는 상태를 나타낸다. 강동역에서 5호선 방화→마천 운행열차가 5호선 방화→상일 운행열차 및 9호선 강동→강남 운행열차와 시간적으로 근접할 수 있는 것은 5호선 방화→마천 운행열차가 신설되는 강동역 연결선을 별도로 이용하기 때문이다. 또한 하단부의 9호선 상일→강동 운행열차가 회차에 필요한 일정시간이 지난 후 상단부의 강동→강남 운행열차로 연계되는 과정이 5호선 열차들과 상충 없이 진행될 수 있음을 나타내고 있다. 강동역 회차를 이용한 열차 운행에서 가장 부담이 되는 부분은 9호선 강남방면 열차가 강동역에서 소비하는 지체시간(2~3분)이다.



<그림 4-4> 열차 운행선도

<그림 4-5>는 5, 9호선 직결 후 강동역의 열차운행처리를 5호선의 기존 운행 시(회색으로 나타낸 열차선)와 비교하여 정밀하게 보여준 것이다.



<그림 4-5> 강동역 하선측 열차처리(강동→둔촌 또는 길동방면)

열차운행 처리와 더불어 조치가 필요한 사항은 각기 다른 열차제어체계를 가진 두 노선(5, 9호선)의 상호 인터페이스 문제이다. 그러므로 직결구간 지상시스템에는 변동이 없도록 조치가 필요하다.

9호선과 5호선의 차상신호는 Distance to go ATP/ATO 방식(Arstom사)과 Speed code ATP/ATO방식(Union Switch사)을 각각 따른다. 그러므로 9호선과 5호선의 공동운행을 위해서는 호환 시스템을 차량에 장착해야한다. 또한 5, 9호선 전환 정거장인 올림픽공원역에서 정차 시 시스템 절체(switch)가 가능해야 하며 직결운행을 위해 차상신호의 이중탐제가 필요하다.

제2절 사업추진 시 고려사항

경제적 타당성이나 기술적인 쟁점들 이외에도 5, 9호선 직결 사업의 추진을 위해서 고려해야할 사항들이 있다.

1. 기존 5호선 영업에 미치는 영향

5, 9호선 직결이 기존 5호선 영업에 미치는 영향을 검토하여 만약, 5호선 영업수지에 부담을 줄 경우 이를 정확히 파악하여 직결 사업의 당사자가 배상할 수 있도록 한다. 9호선 직결 운행으로 인하여, 기존 5호선의 강남지역 및 공항 이용 승객에 대한 수요 감소분은 2015년 기준으로 약 2,630명/일로 예상된다. 반면 5호선 직결구간에 운영비 분담 및 선로이용료 수입이 예상된다. 즉 교통수요가 감소하여 운임수입이 감소하나, 운영비 분담 및 선로이용료 수입으로 이를 차감할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 강동지역 민원 해소 방안

강동지역 주민들의 요구사항은 5, 9호선의 직결보다는 3호선 또는 9호선의 연장을 통한 신규 노선의 확보이지만 앞서 살펴본 바와 같이 이는 막대한 사업비로 인해 실현 가능성이 떨어진다. 그러므로 효율성이 떨어지는 기존 5호선에 새로운 간선기능을 부여함으로써 강동지역의 도시철도 이용률을 극대화하도록 한다.

강동지역 주민들에게는 강남 접근성이 현격히 개선되는 점을 충분히 설명하여 지역 주민 설득이 필요하다. 또한 기존 9호선 계획에 포함되어 있던 방이역(937) 주변 주민들의 불만을 해소하기 위한 조치도 필요하다. 장기적으로는 방이역(937)까지 9호선 연장도 검토할 필요가 있다.

3. 사업추진 방식 검토

5, 9호선 직결 사업의 추진은 재정사업 또는 민자유치 사업의 두 가지 추진 방식을 취할 수 있다.

두 가지 사업의 추진방식에는 <표 4-1>에서 보듯이 장·단점이 있을 수 있다.

재정사업으로 추진할 경우 조속한 사업 추진에 불리하지만 통합요금제에 따르는 저렴한 요금 책정은 가능하다. 반면에 민자 사업 추진 시에는 신속한 사업 추진은 가능하지만 요금이 비싸질 수 있고 기존 지하철과의 운임 정산이 복잡해진다.

운영부문만 고려한다면, 동일한 노선에 여러 운영주체가 섞여 있는 것은 효율적 운영이 되지 못하므로 동일한 운영주체가 9호선의 모든 구간을 운영할 수 있도록 하는 방안을 강구할 필요가 있다.

<표 4-1> 사업추진 방식별 장·단점

구 분	민간투자사업	재정사업
사업비 (공사비)	• 공사비 증가에 대한 리스크가 민간으로 이전	• 설계변경 절차를 통하여 공사비 증액 우려
사업기간 (공사기간)	• 확보된 재원을 통한 신속한 사업 추진	• 발주처의 자원확보에 따라서 사업기간 결정 • 발주기관의 사업추진 의지에 사업기간 결정
운영측면	• 기관 간 운임수입 정산 문제 복잡 • 요금차별 가능성	• 운임수입 정산 비교적 수월 • 기존 지하철과 동일 요금 수준의 통합요금제

제5장 결 론

제5장 결 론

이 연구는 향후 변화하는 도시구조에 부응하기 위한 도시철도망 개편의 의의와 개념을 정립하고 5, 9호선 직결을 중심으로 실행방안을 제시하였다. 또한 5, 9호선 직결의 최적 방안을 도출하기 위해 3가지 대안을 설정하고 수송수요예측, 편익 산정, 사업비 산출을 통해 경제성을 분석하였다.

경제성 분석 결과에 따라 토목 건설을 최소화하는 강동역 회차안을 우선검토 대안으로 제안하였으며, 강동역 회차안은 기존 9호선 기본계획에 비해 주요기·종점 간 통행시간 및 환승횟수를 현격히 감소시킬 수 있었다.

그리고 5, 9호선 직결을 위해 선결되어야 할 기술적 쟁점들을 건설, 운영의 세부 분야별로 검토하고 해결 대안을 검토하였다. 기술적 쟁점 이외에도 기본계획 변경, 기존 5호선의 영업 손실, 강동지역 주민요구사항, 사업추진 방식 등에 대한 검토를 하였다.

이 연구에서 제시하는 5, 9호선 직결 사업 검토는 미래지향적인 도시철도망 개편의 시발점으로써, 이를 토대로 노선개편안에 대해 보다 많은 검토가 이루어지고, 해당 의사결정기관의 보다 많은 관심을 모을 수 있게 되기를 기대한다.

참 고 문 헌

참고문헌

- 조도형 · 손기민 · 김대현 · 김익기, “서울시 도시철도 이용에 영향을 미치는 요소를 반영한 노선 조정 효과 분석”, 『대한교통학회』, 2007.
- 손기민, 『서울시 지하철 노선개편방안』, 서울시정개발연구원, 2005.
- 도시철도공사, 『도시철도 수송계획』, 실적보고서, 2005~2008.
- 서울메트로, 『지하철 수송계획』, 실적보고서, 2005~2008.
- 서울시, 『서울시 10개년 도시철도 기본계획안』, 2007.
- 서울시, 『2006 수도권 가구통행실태조사(안)』, 서울시정개발연구원, 2008.
- 서울시, 『서울시 장래교통수요예측 및 대응방안연구』, 서울시정개발연구원, 2004.
- 한국개발연구원, 『도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제4판)』, 2007. 4.
- Kumar, A, *Use of incremental form of Logit models in demand analysis*, Transportation Research Record, Issue Number : 775(1980), pp.21~27.

영문요약(Abstract)

Network Reshuffle for Seoul Metro

- Focusing on Direct Link between Line 5 and 9 -

Kee Min Sohn · Eun Ju Baek

Like most global metropolitan cities, Seoul also faces challenges of oil price and global climate changes. Thus, in the field of transportation, Seoul Metropolitan Government(SMG) has to take a measure to reduce car use and to encourage transit use. Rationalizing metro system is a good candidate for accomplishing this. SMG has fairly good infrastructure of urban railway compared to international competing cities. However, its utilization is not at satisfactory level. Metro stations with the same size of catchment area and similar development intensity do not attract the same number of passengers. On the other hand, several segments of Seoul Metro lines suffered from severe congestion in peak hour every day. This discrepancy is due to a network problem such as irrational line alignment and inconvenient transfer. In 2003, Seoul Development Institute(SDI) proposed a solution to sort out the problem, so called the network reshuffle of Seoul metro. The network reshuffle is characterized by physical connection between different two metro lines and provision of a new direct service across them. It is true that so far, various negative issues with regard to implementing the network reshuffle have been raised from experts in the field of urban railways.

This study aims at verifying that the network reshuffle for Seoul metro can be implemented practically. Among several candidate plans of network reshuffle, the direct connection of line 5 and 9 was chosen as a pilot study. Residents in Kangdong area of Seoul, who the pilot study directly affects, are suffering from discrepancy between their trip destinations and metro line's alignment. While line 5 covering Kandong area is heading for the old center

of Seoul, most commuters has their office in Kangnam in the west of Kangdong. Fortunately, a new metro line(line 9) is under construction, which will connect Kandong and Kangnam areas. However, even after provision of line 9 service, commuters from Kangdong to Kangnam will have to go through transfers more than twice. In this context, direct connection of the two lines is essential for enhancing transit utility and reducing car-using commuters. The network reshuffle connecting line 5 and 9 can change the situation that most people in Kangdong area turn down metro as their commuting mode.

Three alternatives were established to carry out economic feasibility study for the pilot study. All alternatives include a two-way link connecting line 5 and 9 at Olympic park station. The first alternative assumes that a one-way tunnel is constructed, which links Sangil(or Kildong) to Olympic park. The second alternative installs a short siding at Kangdong station to accommodate newly added trains running from Sangil to Olympic park. The third alternative is the same as the second alternative except it includes a connection to Machon as well. It turned out that the benefit to cost ratio(B/C) exceeded the critical value of 1 for each alternative. The second alternative with the largest value of B/C was chosen to be optimal.

There are several technical issues for implementing the optimal alternative. The construction issues arise because it is very hard to make a branch from an metro line operated in an underground tunnel. Construction methods such as diamond wire saw or underpinning make it possible to do that. There are also operational issues of whether newly added trains can be accommodated properly without changes in operation of an existing line. It was found from a fine-tuned train schedule that trains across the two different lines can be operated with 5 minute headway.

Besides the above technical issues, there are also institutional or other considerations for implementing the optimal alternative. Master plan of line 9 should be revised, which requires consensus of several parties such as citizen, officials, and experts. In addition, an agency of line 9 operation would

indemnify the agency in charge of operation of the existing line 5 for the loss of its revenue. The project can be funded by public finance(PF) or private public partnership(PPP). While PPP is preferred to expedite the construction process, PF has an advantage when stressing a single operation across both metro lines.

In conclusion, this study verified that implementing the network reshuffle proposal is both economically and technically feasible. It is strongly suggested that SMG accept the network reshuffle proposal as a future plan for Seoul metro.

Table of Contents

Chapter 1 Introduction

1. Background and Purpose
2. Scope

Chapter 2 Network Reshuffle for Seoul Metro

1. Challenges
2. Concept of Network Reshuffle
3. Long-term plan for Seoul Metro
4. Choice of Pilot Study

Chapter 3 Direct Link Between Line 5 and 9

1. Introduction
2. Establishing Alternatives
3. Economic Feasibility Study

Chapter 4 Implementation Guidelines for Construction and Operation

1. Construction and Operation
2. Other Considerations for Implementation

References

Appendices

시정언 2008-PR-14

도시철도 노선개편 실행방안
— 5, 9호선 직결을 중심으로 —

발 행 인 정 문 건

발 행 일 2008년 5월 31일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

값 5,000원 ISBN 978-89-8052-620-8 93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.