

일산선 및 경의선 급행추진을 위한 방향성 및 타당성 검토



김성진
(주)렉스이엔씨 CEO
sjk1004@rexenc.com

1. 서론

수도권 광역철도는 서울지하철 1호선을 중심으로 경부선, 경인선, 경원선이 개통된 이후로 꾸준히 노선이 확장되어, 수도권의 중추적인 대중교통수단으로 자리 잡았다. 그러나 열차운행방법에 있어서 운행시간이 많이 걸리는 완행위주 운영을 하기 때문에 통행시간 측면에서는 타교통수단과의 경쟁력이 약화되고 있는 실정이고, 도로교통을 철도로 유인하는데 한계가 있기 때문에 급행열차 운영을 확대 운영해야 한다는 사회적 요구가 지속되고 있다.

특히 수도권 서북부(고양, 파주) 방면은 대도시 생활권 확대에 광역교통수요 증대에 따른 교통혼잡 가중 및 교통문제가 심화됨에 따라 통행시간 증가 등 사회적 비용이 과다 발생하고 있어 서울도심을 연결하는 급행 기능의 대중교통망체계가 필요하다. 현재 고양시를 경유하는 철도노선은 일산선(3호선), 경의선 및 교외선이 있으며, 서울메트로가 운영주체인 일산선은 1996년 1월에 개통하여 지축~대화역까지 총10개역에 4~10분 간격의 운행시격으로 운행되고 있으며, 영업거리는 19.2km이다. 한국철도공사가 운영 중인 경의선은 1905년 11월에 개통하여 서울~문산까지 총 23개역이 운영되고 있고 있으며, 영업거리는 46.3km이다. 운행시격은 20~60분 간격이고 급행열차가 일 2회 운행되고 있으며, 현재 복선화 사업이 진행 중으로 2009년 7월 문산~디지털미디어시티까지 1차구간을 개통하였으며 2012년 12월 디지털미디어시티~공덕구간을 개통하였다. 향후 용산~문산간이 개통되면 기존 경의선 구간인 수색~서울역구간의 선로용량 부족을 해소할 것으로

예상되나, 효창정거장 주변 용지매입지연으로 공덕~용산역 구간은 2015년 이후로 개통지연이 예상된다. 따라서 기존 경의선 구간인 수색~서울역구간을 활용하기 위해 국가기간교통망계획에 2019년 목표로 포함되었으며 대도시권 광역교통기본계획에 추가 검토사업으로 선정되어 있다. 교외선은 능곡~의정부구간을 1963년에 개통되어 운행되다가 이용객 감소로 2004년 4월 1일부터 여객열차 운행이 중단되고 현재 능곡~일영구간만 왕복 1회 화물열차가 운행 중이며, 원릉역, 백제역에서는 부정기적으로 군화물 임시열차가 운행하고 있다. 교외선(능곡~의정부) 구간의 경우 국가기간교통망계획(2000~2019)와 국가철도망구축계획(2006.3)에서는 2020년 이후 교외선(능곡~의정부) 복선 전철화 사업을 검토대상사업으로 분류되어 있지만 최근에 서해선과 직결되는 원시~소사~대곡 사업이 민간투자사업(BTL)형태로 사업이 추진되고, 교외선이 통과하는 고양시, 양주시, 의정부시 내 택지개발사업 등 통행여건의 변화와 교통네트워크의 확충에 대한 요구가 발생함에 따라 국토해양부는 운행이 중단되었던 교외선의 운행재개와 함께 기존 단선철도를 서해선 및 원시~소사~대곡과 연계한 고속운행이 가능하도록 전철화 하는 사업을 계획하였다. 주무관청은 교외선 활성화를 통해 일반철도 및 도시철도망이 상대적으로 부족한 수도권 서북부지역에 경의선, 소사~대곡선 등과 연계를 통한 전철서비스를 제공함으로써 남북철도 및 대륙철도 연계기반 구축을 위한 기반시설 확충의 효과가 있을 것으로 기대하고 있다. 따라서, 상기와 같은 교통여건 변화에 따라 고양시를 경유하는 일산선, 경의선, 교외선의 운영현황 및 여건

을 조사·분석하고, 급행 및 특급열차 도입이 가능한 노선에 대한 타당성 여부와 운행방안을 제시하였다. 그로인해 속도향상 등을 통한 고양시 일원 지역주민들의 출퇴근 통행시간 절감과 이용효율성을 극대화하여 승용차 및 버스와 경쟁력 확보로 도시철도의 대중교통역할 증대 및 승용차이용 감축을 도모하는 등 쾌적한 교통환경을 조성하는데 의의가 있다.

2. 일산선 및 경의선 급행열차 도입 방향성 설정 방식

정차역 설정에 따른 시나리오별 교통수요 분석 결과와 기술적 검토 및 정책적 분석을 아래 단계로 수행하여 타당성 여부를 판단한다.

2.1 급행열차 도입시 쟁점 파악단계

- 도입 배경 및 목적, 기대효과 등 과업에 대한 기본적인 사항, 최초 사업이 추진 되어 타당성 검토 단계에 이르기까지의 상세한 추진 경위, 현재까지의 진행 현황, 이전 단계까지 축적된 자료 현장방문등의 보완조사를 통한 기초자료를 분석하며, 도입 목적의 적절성 검토와 관련한 쟁점, 추진전략의 적절성 검토와 관련한 경제성 분석 및 정책적 분석과 관련된 과업의 기술적 타당성 검토, 구조물 형식의 선택 등 총사업비 추정적 적절성 검토와 관련된 쟁점을 파악한다.

2.2 급행열차 도입에 따른 적절성 검토 단계

- 도입목적의 적절성은 과거 추진당시와 변화된 환경을 감안하여 도입의 필요성 및 도입으로 인한 효과 등이 고양시 경제적 관점에서 추구하여야 할 가치가 있는 목적인가를 검토한다.
 - 도입 추진방식의 적절성은 도입 목적을 달성하기 위한 수단으로서 도입이 유일한 대안인지 여부, 더 효과적인 대안 및 추진 전략이 있는지를 검토한다.
 - 선정노선의 적절성은 다른 노선과의 개략적인 비교를 통해 선정된 노선의 기술적 타당성·경제적 효율성 등을 검토한다. 또한 도로기능, 설계속도, 노선의 적절

성, 교차로 운영시스템의 적절성, 구조물 형식 및 규모 등을 검토한다.

2.3 이용수요 분석 및 기술적 검토 단계

- 수요 추정은 예비타당성조사와 동일한 방법론과 타당성 재조사 표준지침을 적용하여 본 과업구간을 이용하는 교통수요 변화를 추정한다.
 - 이러한 수요추정은 한국교통연구원 국가교통DB센터와 수도권교통본부에서 배포하는 O/D 및 네트워크 자료를 활용하는 것을 전제로 한다.
 - 기술적 검토는 시나리오별 물량 및 적정단가 산정을 통해 총사업비를 추정하고, 구조물 형식 등 변경요인이 현저한 부분을 분석하여 설계 VE 개념과 같이 철도 본연의 기능을 유지하면서 총사업비를 절감할 수 있는 방안에 대한 검토도 병행하여 수행한다.

2.4 종합평가 단계

- 도입추진경위, 주요 쟁점을 분석하고 이용수요 및 기술적 검토 결과를 종합적으로 검토하여 도입의 지속추진여부를 판단한다. 추진이 필요한 경우 적정 수요 규모에 기초한 시설물의 적정 규모를 추정하여 총사업비 조정시 기초가 되는 사업비 규모를 산출하여 바람직한 추진방식 및 추진상의 개선사항을 제시한다.

3. 일산선 및 경의선 급행열차 도입에 따른 고양시 기초자료

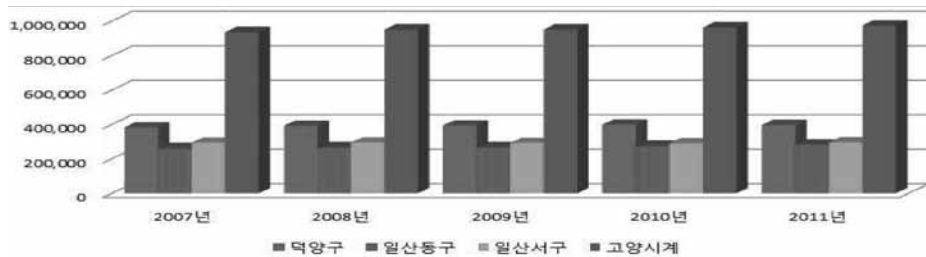
고양시 인구는 2011년 973,665명으로 2007년 935,643명 보다 연평균 1.0%의 증가추세이며, 구별로는 2011년 덕양구 396,338명, 일산동구 282,325명, 일산서구 295,002명으로 나타났다.

일산동구의 경우 덕양구, 일산서구보다 인구수가 적게 나타났으나, 연평균 2.1%로 높은 증가추세를 보이고 있다.

또한 고양시 세대수는 2011년 362,719세대로 2007년 346,029세대 보다 연평균 1.2%의 증가 추세를 나타내고 있으며, 구별로는 2011년 덕양구 153,342세대, 일산동구 106,924세대, 일산 서구 102,453세대로 나타났다. 인구현황과 마찬가지로 일산동구의 세대수 연평균이 2.3%로 높

〈표 1〉 고양시 인구 현황

구 분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	증가율
덕양구	382,144	391,148	393,270	398,826	396,338	0.9%
일산동구	260,346	265,552	266,167	273,593	282,325	2.1%
일산서구	293,153	294,050	291,564	289,878	295,002	0.2%
고양시계	935,643	950,750	951,001	962,297	973,665	1.0%

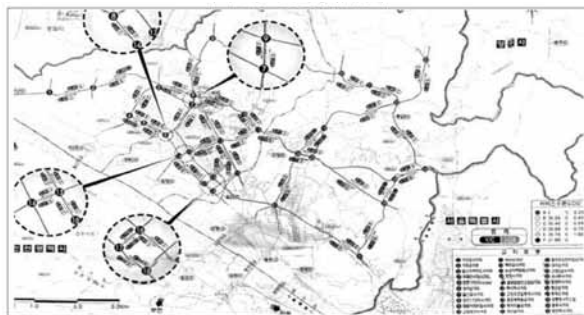


은 증가추세를 보이고 있다.

고양시 관내 도로교통망은 의정부와 김포를 이어주는 서울외곽순환고속국도와 서울시와 파주를 이어주는 국도 1호선, 제2자유로를 경유하고 있으며 가로구간별 교통량은 24,000~61,000대/일 수준으로 고양시 전역에 비교적 고른분포를 나타내고 있으며, 국도77호선(행주대교~성산대교) 일부구간이 가장 많다. 도로용량 및 통행속도 현황 침두시 주요가로구간의 포화도(V/C) 검토결과 V/C 비율이 0.75이하로 비교적 양호한 소통상태를 보이나 지방도 356호선 일부구간에서 도로용량이 부족한 것으로 분석되었으며, 통행속도는 침두시 29km/h이상으로 분석되었다.

고양시 관내 철도교통망은 일산선(3호선), 경의선, 교외선이며 1일 총 운행횟수는 409회이다. 이중 교외선은 군용화물수송용으로 1일 1회 운행하고 있다. 고양시를 운행

하는 철도 노선중 경의선은 서울시와 연결하는 남북간 연결로 역할을 수행하고 있으며, 노선상 23개 지상·지하역사로 능곡 및 대곡역은 환승역으로 운영되고 있다. 특히, 대곡역은 교외선 및 일산선 환승역으로 경의선과의 환승은 지상으로, 일산선과의 환승은 지하역사로 설치되어 있으며, 수색, 능곡, 월릉, 문산역은 여객과 화물을 동시에 취급하고 있다. 또한, 수색역은 지축 차량기지, 행신역은 고양 차량기지, 문산역은 문산 차량기지와 혼용 운용되고 있다. 일산선은 10개 역사에 1일 총 276회/일 운행되며 이

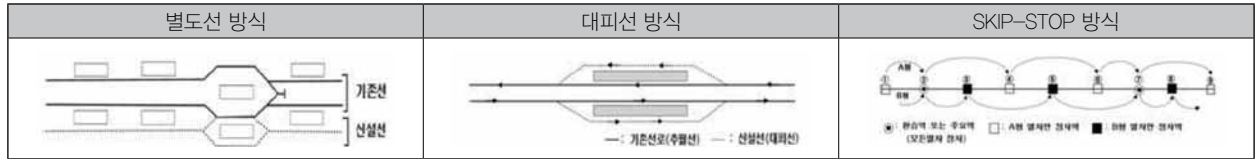


〈그림 1〉 주요가로구간 용량비(V/C)



〈그림 2〉 철도망현황

〈표 2〉 시나리오 설정 개요



중 지상역사는 지축역 1개역이며, 이외 9개 역사는 모두 지하역사로 되어 여객을 취급하고 있다. 지축역은 본선 2선 및 입출고선 2선이 설치되어 지축 차량기지과 혼용 운행하고 있다. 대곡역은 경의선 환승역으로 경의선은 지상역사, 일산선은 지하역사로 설치되어있다. 또한 교외선의 경우 능곡~의정부 구간은 화물열차만 운행하고 있으며, 선로개량이 거의 없이 부분적 보수만이 이루어지고 있는 실정이다.

4. 일산선 및 경의선 급행열차 도입에 따른 시나리오 설정

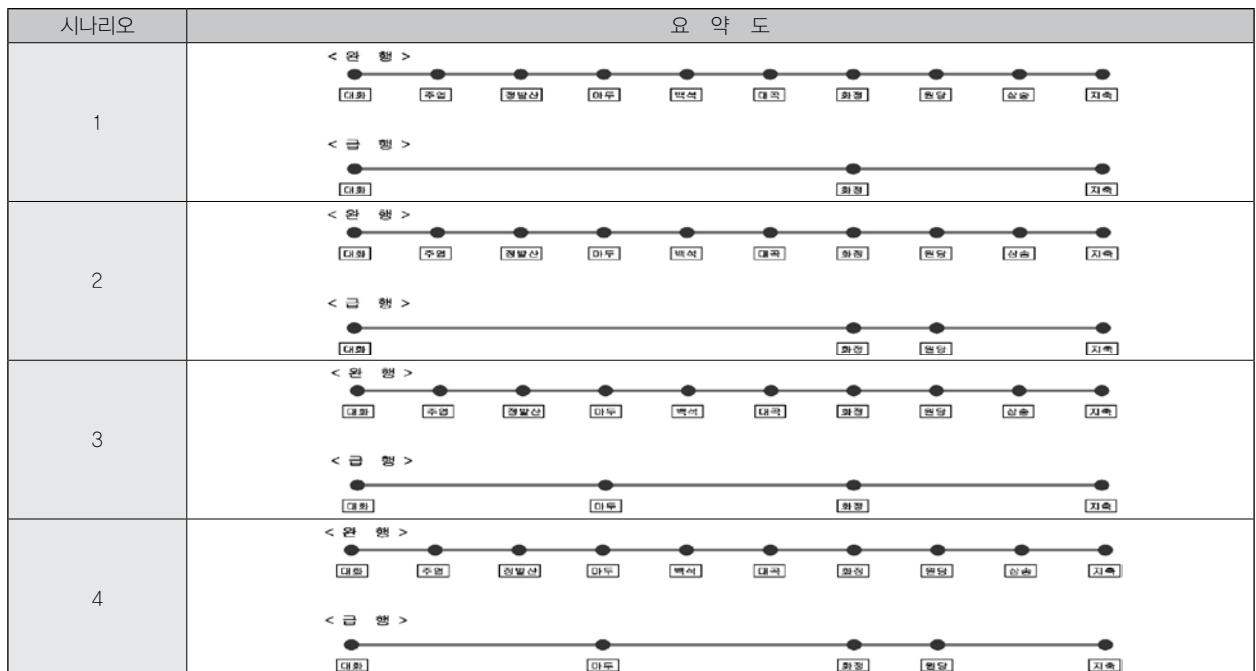
STOP 방식이 있으며 노선별 특징 및 현황을 검토 및 분석을 통하여 최적의 방법을 적용하여야 한다. 경의선 및 일산선의 열차시간 및 운행계획, 정거장 배선현황 등을 고려하여야 하며 출퇴근시간 단축에 따른 추가 공사비증가를 최소화 할수 있는 방법을 모색하여야 한다

일산선은 10개 지하역사로 되어있으며, 출근시간의 열차시격이 4~5분간격으로 조밀하여 SKIP-STOP 방식 적용이 불가능하다. 따라서 대피선 방식을 적용하여야 하나 지축역 외에는 부분선이 없는 정거장으로 부분선 설치시 추가 공사비가 발생하는 단점이 발생한다. 이에 승하차 수요를 고려하여 부분선 설치에 따른 최소 공사비가 발생하는 역을 선별하여 시나리오 대안을 설정하였다.

시나리오 설정 방식은 별도선 방식, 대피선 방식, SKIP-

■ 시나리오 1 : 수요를 고려하여 정차 3개역 선정 및 급

〈표 3〉 시나리오 요약도



<표 4> 시나리오 1 요약도

시나리오		요약도
1	1-1	< 급행 : 2회 > 문산, 금촌, 금릉, 탄현, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 홍대, 광덕 < 특급 : 2회 > 문산, 금촌, 문정, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 서울
	1-2	< 급행 : 2회 > 문산, 금촌, 금릉, 탄현, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 홍대, 광덕 < 특급 : 2회 > 문산, 금촌, 문정, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 서울

행열차 4회투입으로 출근시간 단축유도

- 시나리오 2 : 수요를 고려하여 정차 4개역 선정 및 급행열차 4회투입으로 출근시간 단축유도
- 시나리오 3 : 수요를 고려하여 정차 4개역 선정 및 급행열차 4회투입으로 출근시간 단축유도
- 시나리오 4 : 수요를 고려하여 정차 5개역 선정 및 급행열차 4회투입으로 출근시간 단축유도

경의선은 23개 지상 및 지하역사로 되어있으며, 수색 및 능곡, 월릉, 문산역은 여객 및 화물을 취급하고 있다. 이 중 홍대, 서강, 가좌 및 곡산, 풍산, 탄현, 금릉역은 본선 2선만 설치되어 있으며 서울역 및 신촌역 등 16개역은 부분선 및 입출고선 등이 설치되어 있어 대피기능이 가능한 역이다. 따라서 경의선의 부분선 설치 역사를 활용하여 추가 공사비 없이 열차시격 조정으로 가능한 방식인 SKIP-STOP 방식을 선정하였으며 역별 승하차 인원을 조사·

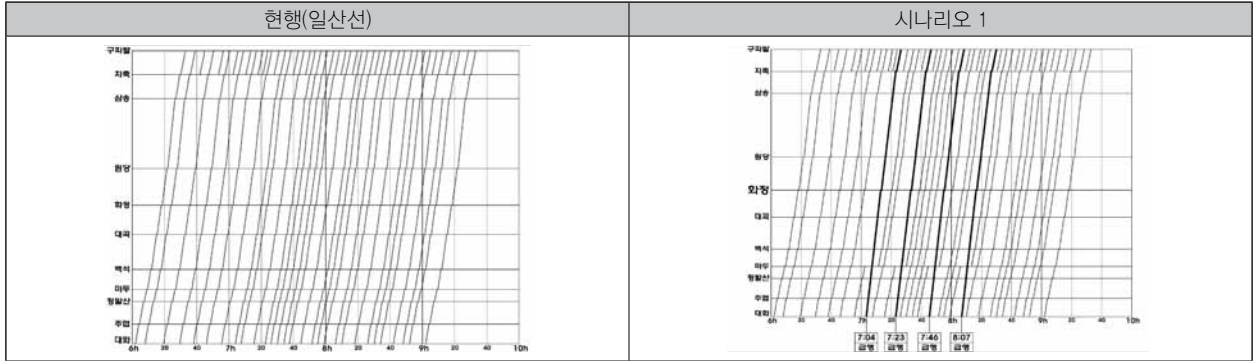
분석하여 SKIP역을 선정, 시나리오대안을 아래와 같이 설정하였다.

- 시나리오 1 : 수요를 고려하여 무정차역을 선정, 출근시간 단축유도
 - 시나리오 1-1 : 완행18회, 급행2회(10개역 정차), 특급2회(8개역 정차)
 - 시나리오 1-2 : 완행18회, 급행2회(9개역 정차), 특급2회(7개역 정차)
- 시나리오 2 : 수요를 고려하여 무정차역을 선정 및 특급열차 추가 투입으로 출근시간 단축유도
 - 시나리오 2-1 : 완행18회, 급행2회(10개역 정차), 특급3회(8개역 정차)
 - 시나리오 2-2 : 완행18회, 급행2회(9개역 정차), 특급3회(7개역 정차)

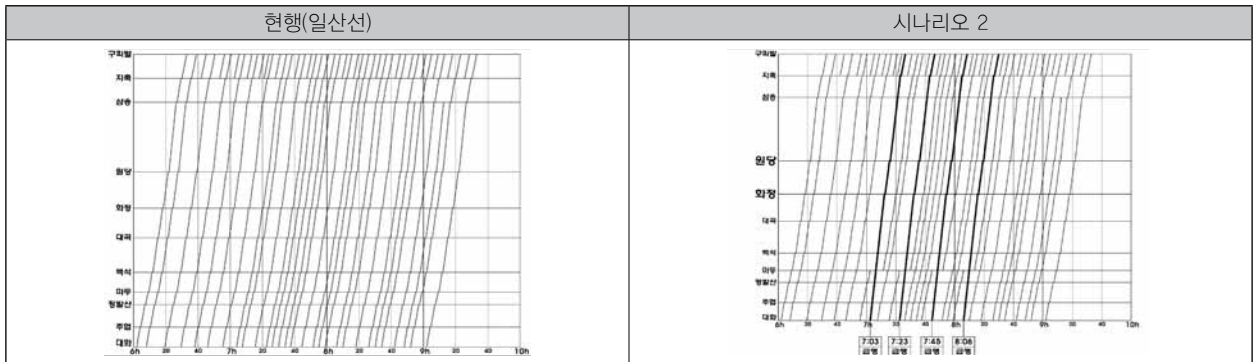
<표 5> 시나리오 2 요약도

시나리오		요약도
2	2-1	< 급행 : 2회 > 문산, 금촌, 금릉, 탄현, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 홍대, 광덕 < 특급 : 3회 > 문산, 금촌, 문정, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 서울
	2-2	< 급행 : 2회 > 문산, 금촌, 금릉, 탄현, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 홍대, 광덕 < 특급 : 3회 > 문산, 금촌, 문정, 일산, 백마, 대곡, 행신, DMC, 서울

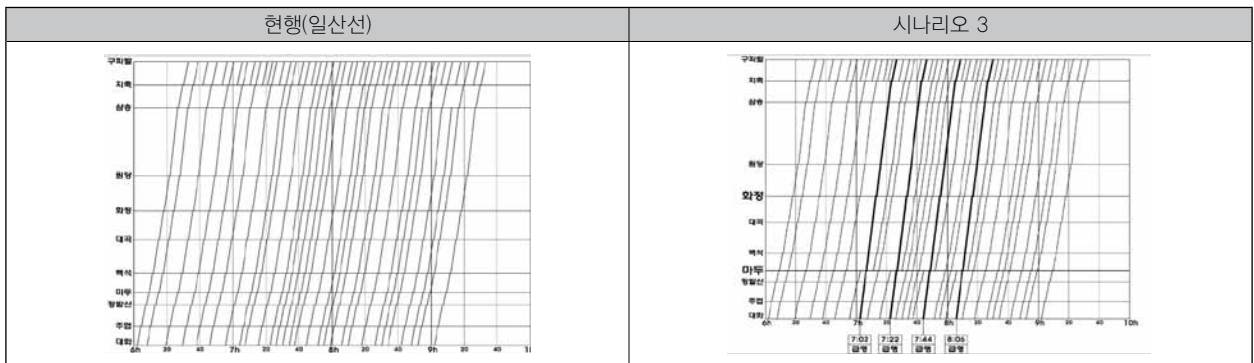
〈표 6〉 시나리오 1의 열차 운전선도



〈표 7〉 시나리오 2의 열차 운전선도



〈표 8〉 시나리오 3의 열차 운전선도

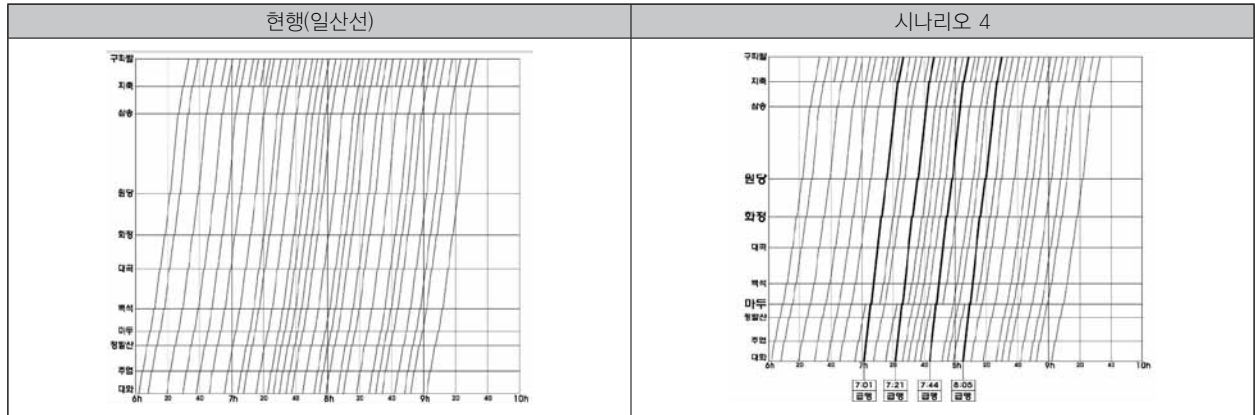


5. 일산선 및 경의선 급행열차 도입에 따른 시나리오 분석결과

일산선의 대화~지축구간 급행열차 4회 운영시 시나리오 별 표정속도 및 운행시간을 분석하여 운행시간표를 조정 하였으며 이에따른 시나리오별 검토결과는 아래와 같다.

- 시나리오 1 : 대화, 화정, 지축 3개역만 정차하는 급행 열차 4회 변경 투입하여 운행시 06시56분, 7시16분, 38분, 59분 완행열차는 급행열차의 대피를 위해 마두역에서 9분간 정차해야 정상운행이 가능하며, 현 완행열차 대비 약 7.9분이 단축되는 것으로 분석되었다.
- 시나리오 2 : 대화, 화정, 원당, 지축 4개역만 정차하는 급행열차 4회 변경 투입하여 운행시 06시56분, 7

〈표 9〉 시나리오 4의 열차 운전선도



시16분,38분,59분 완행열차는 급행열차 대피를 위해 마두역에서 9분간 정차해야 정상운행이 가능하며, 현 완행열차 대비 약 7.1분 단축되는 것으로 분석되었다.

- 시나리오 3 : 대화, 마두, 화정, 지축 4개역만 정차하는 급행열차 4회 변경 투입하여 운행시 06시 56분, 7시 16분,38분,59분 완행열차는 급행열차의 대피를 위해 마두역에서 9분간 정차해야 정상운행이 가능하며, 현 완행열차 대비 약 6.7분 단축되는 것으로 분석되었다.
- 시나리오 4 : 대화, 마두, 화정, 원당, 지축 5개역만 정차하는 급행열차 4회 변경 투입하여 운행시 06시 56분, 7시 16분,38분,59분 완행열차는 급행열차 대피를 위해 마두역에서 9분간 정차해야 정상운행이 가능하며, 현 완행열차 대비 약 5.9분 단축되는 것으로 분석되었다.

일산선 과업구간 내 이용수요 예측 결과, 2031년 약 243,000인이 이용할 것으로 예측되었으며, 시나리오별 교

통분석 결과, 일산선의 총 이용수요는 시나리오별로 동일하다고 가정하였을 때 시나리오 1의 이용객당 통행시간이 가장 적게 소요되는 것으로 나타나 철도통행시간 측면에서는 가장 유리한 것으로 분석되었다.

경의선 공덕역 급행열차 및 서울역 특급열차 운영시 시나리오별 표정속도 및 운행시간을 분석하여 운행시간표를 조정하였으며 이에따른 시나리오별 검토결과는 아래와 같다.

- 시나리오 1-1 : 급행2회(공덕역), 특급2회(서울역) 열차를 대곡역에서 무정차로 운행시 06시43분, 07시22분 공덕행 급행열차, 07시 07분, 50분 서울역행 특급열차 및 7시53분 완행열차의 출발시간을 각각 1분 조정하여 운행하고 06시55분, 7시12분,38분 완행열차는 급행 및 특급열차의 대피를 위해 능곡역에서 5분간 정차 하여야 정상운행이 가능하며, 현급행 및 특급

〈표 10〉 일산선 수요예측 결과

구분		2021년	2031년	우선순위
시나리오 1	철도통행거리(인 · km)	2,683,171	3,034,639	1
	철도통행시간(인 · 시)	43,439	49,147	
시나리오 2	철도통행거리(인 · km)	2,685,275	3,036,902	4
	철도통행시간(인 · 시)	43,589	49,309	
시나리오 3	철도통행거리(인 · km)	2,681,485	3,031,882	2
	철도통행시간(인 · 시)	43,482	49,165	
시나리오 4	철도통행거리(인 · km)	2,679,679	3,029,747	3
	철도통행시간(인 · 시)	43,560	49,249	

대비 약1분이 단축되는 것으로 분석되었다.

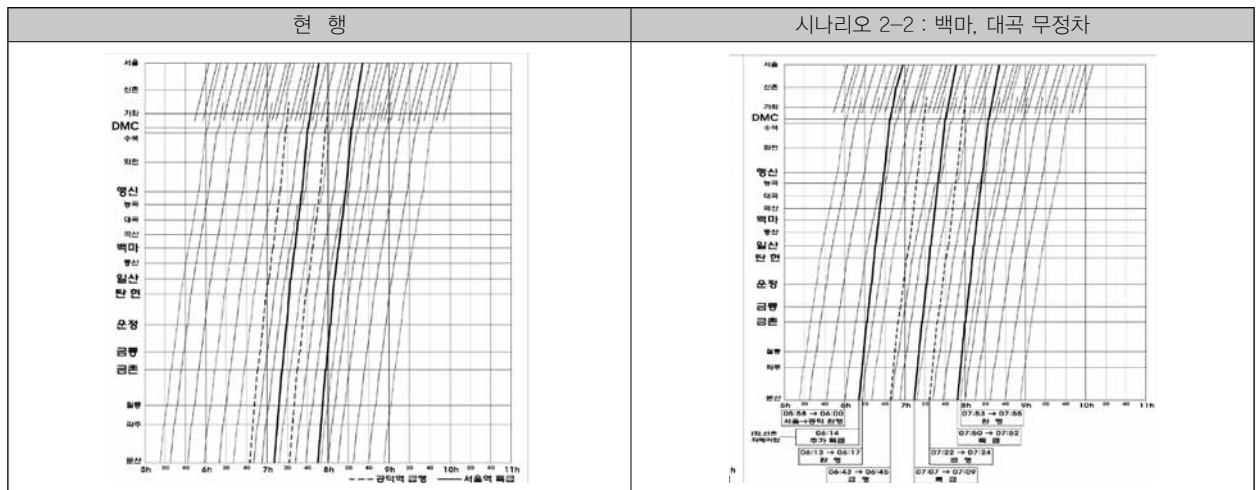
- 시나리오 1-2 : 급행2회(공덕역), 특급2회(서울역) 열차를 백마역과 대곡역에서 무정차로 운행시 06시43분, 07시22분 공덕행 급행열차, 07시07분, 50분 서울역행 특급열차 및 7시53분 완행열차의 출발시간을 각각 2분 조정하여 운행하고, 06시55분, 7시12분, 위해 능곡역에서 5분간 정차하여야 정상운행이 가능하며, 현급행 및 특급 대비 약 2.4분이 단축되는 것으로 분석되었다.
- 시나리오 2-1 : 급행2회(공덕역), 특급2회(서울역) 및 추가 특급(1회)열차를 대곡역에서 무정차로 운행시 06시43분, 07시22분 공덕행 급행열차, 07시 07분, 50분 서울역행 특급열차 및 7시53분 완행 열차의 출발시간을 각각 1분 조정하였으며, 06시13분 완행열차를 특급으로 변경 추가 투입하고 05시28분과 06시13분 완행열차의 출발시간을 2분, 3분 뒤로 조정하였다. 추가 투입된 특급열차는 가좌, 신촌역에 정차해야 하고, 06시00,55분, 7시12,38분 완행열차는 급행 및 특급열차의 대피를 위해 능곡역에서 5분간 정차하여야 정상운행이 가능하며, 현급행 및 특급 대비 약1분이 단축되는 것으로 분석되었다.
- 시나리오 2-2 : 급행2회(공덕역), 특급2회(서울역) 및 추가 특급(1회)열차를 백마역 및 대곡역에서 무정차로 운행시 06시43분, 07시22분 공덕행 급행열차, 07

시 07분, 50분 서울역행 특급열차 및 7시53분 완행 열차의 출발시간을 각각 2분 조정하였으며, 06시14분 서울역행 특급열차를 추가투입하고 05시28분과 06시13분 완행열차의 출발시간을 2분, 4분 뒤로 조정하였다. 추가투입된 특급열차는 가좌, 신촌역에 정차해야 하고 06시00,55분, 7시12,38분 완행열차는 급행 및 특급열차의 대피를 위해 능곡역에서 5분간 정차하여야 정상운행이 가능하며, 현급행 및 특급 대비 약1분이 단축되는 것으로 분석되었다.

경의선 과업구간 내 이용수요 예측 결과, 2031년 약 8,500인이 이용할 것으로 예측되었으며, 시나리오별 교통 분석 결과 경의선 총 이용수요가 시나리오별로 동일하다고 가정하였을 때 시나리오 2-2의 이용객당 통행시간이 가장 적게 소요되는 것으로 나타나 철도통행시간 측면에서는 가장 유리한 것으로 분석되었다.

일산선은 전동차 전용선으로 대화~지축(상행)까지 4~5분 간격으로 완행열차 운행 중으로 전역 정차를 하고 있다. 현 운행 패턴을 유지한 상태로 7시04분, 7시23분, 7시45분, 8시06분 기존 완행열차의 출발시간을 1~3분 조정하여 급행열차로 변경 투입(4회)하여 운행하였으며, 시나리오별로 대화, 마두, 화정, 원당, 지축 정거장을 3~5개역을 정차역으로 산정하여 검토하였다. 검토결과 대화, 화정, 지축 3개역만 정차하는 시나리오 1이 현 완행열차 대

〈표 11〉 시나리오 2-2의 열차 운전선도



〈표 12〉 경의선 수요예측 결과

구분		2021년	2031년	우선순위	
시나리오 1	시나리오 1-1	철도통행거리(인 · km)	272,815	315,765	4
		철도통행시간(인 · 시)	4,476	5,269	
	시나리오 1-2	철도통행거리(인 · km)	273,786	317,038	3
		철도통행시간(인 · 시)	4,490	5,201	
시나리오 2	시나리오 2-1	철도통행거리(인 · km)	273,177	317,452	2
		철도통행시간(인 · 시)	4,469	5,192	
	시나리오 2-2	철도통행거리(인 · km)	275,989	320,662	1
		철도통행시간(인 · 시)	4,446	5,167	

비 약 7.9분 단축하여 출근시간 단축에 가장 우수한 것으로 분석되었으며, 경의선의 경우 현재 급행 및 특급열차를 운행 중이며, 시나리오 1은 현 운행 패턴을 유지한 채 대곡역과 백마 및 대곡역을 무정차로 운행하는 안으로 대곡역, 무정차시 약 1분, 백마역과 대곡역을 무정차로 운행시 약 2.4분이 단축되는 것으로 분석되었다. 시나리오 2는 시나리오 1과 동일하며 서울역행 특급열차를 1회 추가 투입하여 운행하는 안으로 검토하였다. 분석결과 백마역과 대곡역을 무정차로 통과하고 06시14분 서울역행 특급열차를 추가 투입하여 운행하는 시나리오 2-2가 출근시간 단축에 가장 우수한 것으로 분석되었다.

6. 결론

본 연구는 교통여건 변화에 따라 고양시를 경유하는 일산선, 경의선의 운영현황 및 여건을 조사·분석하고, 급행 및 특급열차 도입이 가능한 노선에 대한 타당성 여부와 운행방안을 제시하여 속도향상 등을 통한 출퇴근 통행시간 절감과 이용효율성을 극대화하여 도시철도의 대중교통역할 증대 및 승용차이용 감축을 도모하는 등 쾌적한 교통환경을 조성할 수 있을 것으로 기대된다. ☺