

# 은평구 대중교통망 확충을 위한 도시철도 노선 건설 계획

2023년도 예비타당성조사 보고서

서울 지하철 10호선(서북서남선) 건설 사업

하나고등학교 13기 도시공학 지역연계 프로젝트팀

김시은 백해솔 서효찬 이새봄 이정운 임진우 장현우 조용훈 조이홍

## 1. 서론

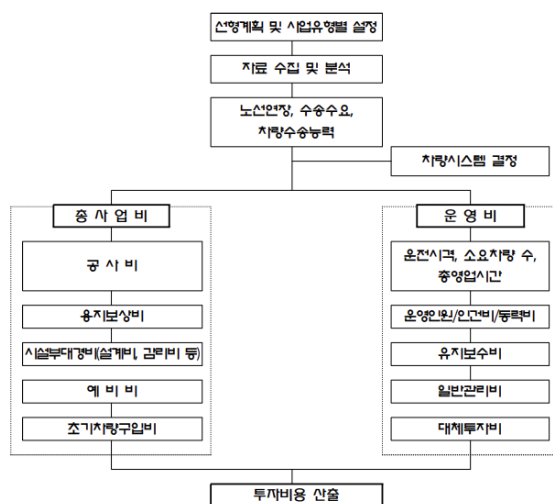
본 지역연계 프로젝트에서는 은평구의 대중교통망 확충을 위한 도시철도 노선 건설 계획을 수립하였다. 서울시의 서북 지역에 위치한 은평구는 다른 지역에 비해 서울시 내에서의 중심지 역할이 미비하여 대중교통망이 다른 지역에 비해 상대적으로 원활하지 않은 상태이다. 은평구에 위치해 있는 지하철 정류장은 12개, 버스 정류장은 323개로 다른 지역에 비해 현저히 적은 것을 통해 이를 확인할 수 있다. 이러한 은평구의 대중교통망 상황을 개선하기 위해 은평구가 속한 서북 지역과 서남 지역을 잇는 지하철 개통을 계획하였다.

서울시는 2022년 서울시 내 지역 간 격차 해소와 각 지역의 특성을 살린 발전을 유도하기 위해 '서울시 지역균형 5개년 발전계획'을 발표한 바 있다. 서울시는 '혁신 거점 및 지역 발전 전략 사업 육성'을 목표로 하여 권역별 개발을 추진하려고 하고 있으며, 그 중 서북권은 서울혁신파크, 홍제 역세권 등의 역세권을 중심으로 산업/일자리 거점을 조성하고, 서남권은 노량진수산시장, 김포공항 일대 등의 저이용 부지를 활용해 창업 및 인구개발 기반을 구축할 방침이라고 발표했다. 이렇듯 서북권과 서남권은 향후 진행될 도시개발계획에서 주요한 지역으로 주목받고 있어 각 지역 간의 대중교통망 활성화의 중요성 또한 증가하고 있다.

뿐만 아니라, 서북권의 주택공급 절벽 문제 또한 대중교통망 활성화의 당위성을 나타낸다. 서북권은 현재 개발호재로 부동산이 상승세를 보이고 있지만, 신규 주택 공급의 비율은 동북권과 동남권에 비해 6~8배 차이가 나고 있다. 반면 서남권의 경우 2020 서울주택종합계획에서는 불량 주거지 및 노후주택에 대한 정비사업이 추진 중에 있어 젊은 층의 거주 수요가 높기 때문에 이들에게 적합한 주택의 공급을 유도할 계획이라고 밝혔다. 즉, 서남권은 서북권의 주택 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 중요한 지역이 될 것이다. 두 지역 간 주택의 수요와 공급이 상호보완적으로 나타날 수 있다는 점에서 서북권과 서남권 사이를 통행하는 유동인구가 증가할 것임을 예측해볼 수 있다.

따라서 은평구의 대중교통망이 원활하지 못하다는 점, 서북지역과 서남지역이 향후 도시계획의 주요 대상 지역이 될 것이라는 점, 두 지역이 주택문제를 상호보완적으로 해결하는 과정에서 많은 유동인구가 발생할 것이라는 점에서 서북 지역과 서남 지역을 잇는 지하철 개통의 당위성은 충분히 보여진다. 그리고 이러한 도시철도 노선 건설 계획은 서북 지역에 위치한 은평구의 대중교통망 확충에도 긍정적 영향을 미칠 수 있어 지역연계 프로젝트의 목적과 부합하다고 판단하였기 때문에 본 프로젝트를 진행하게 되었다.

## 2. 예비타당성조사의 개요



[사진1] 비용 추정과정

### 3.노선 계획

#### 가. 개요

구파발~녹번 구간 3호선 기존선 이용

녹번~명문 구간 새로 건설

#### 나. 다익스트라 알고리즘을 이용한 노선 후보 선정

도시철도 노선 건설을 위한 예비 타당성 조사 진행하기 전 본 연구팀은 직감에 따 른 비합리적 노선 선정을 지양하고자 다양한 변수를 고려한 다익스트라 알고리즘을 제작해 노선 선정에 합리적 근거를 부여하고자 하였다. 이를 위해 단순히 최단 경로 를 찾아주는 다익스트라 알고리즘을 넘어 후보 노선의 이동성, 수요 반영 정도 등의 요소를 고려한 새로운 알고리즘을 제작하였다. 다만, 학생 수준에서 제작한 알고리즘 의 미완성도를 고려하여 해당 알고리즘이 도출한 결과는 노선 후보 반영을 원칙으로 하되, 현실성을 고려하여 합리적인 근거 하에 예비 타당성 조사 담당자 선에서 다소 변형되었음을 밝힌다.

노선에 포함될 역의 후보를 선정하기에 앞서 본 연구팀은 현재 서울시에 운행 중인 1호선~9호선의 노선을 확인하여 상대적으로 이동 수요 반영이 적다고 판단된 지역을 선정해 기본적인 노선을 구상하였다. 회의의 결과, 서울 북서부 지역과 남서부 지역 을 이을 수 있는 노선을 제작하는 것에 합의하였으며 은평구의 구파발 역과 광명시 의 학운역을 각각 시작, 종착역으로 선정하였다.

노선에 포함될 역의 후보는 서울 열린 데이터 광장의 ‘지역별 혼잡도 데이터’를 기 반으로 역의 중요성을 평가하였다. 해당 데이터는 서울역, 충무로역, 여의도역 등의 지역에서 높은 수치를 보였으며 이는 지하철 노선상 이동 수요를 잘 반영한 결과로 해석하였다. 서울 서부 지역에서 해당 데이터를 바탕으로 선정된 후보 역들은 연신 내, 서대문구청역, 마포구청역, 신목동역 등이 있었다. 선정된 후보 역들은 다익스트 라 알고리즘을 이용해 후보 역 중 시작역과 종착역을 잇는 최단 거리를 도출하는 과정에 사용되었다.

## 지금 연신내역은



[사진2] 연신내역 인구 혼잡도 예시 (출처: 네이버)

본 연구에서 사용하는 알고리즘은 단순히 역 간 거리 데이터만으로 노선의 경로를 선정하는 경우, 시민들의 이동 수요를 반영할 수 없기 때문에 선정된 후보 역에 그 중요도를 가중치로 부여하는 방식을 채택해 문제를 해결하였다. 후보 역의 가중치는 앞서 이용한 서울 열린 데이터 광장의 ‘지역별 혼잡도 데이터’를 기반으로 1에서 20 사이로 부여하였으며 시민들의 이동 수요를 더욱 잘 반영하기 위해 예비 타당성 조 사 담당자에 의해 일부 조정되었다. 후보 역 별 가중치 정보는 다음과 같다.

역명	가중치	역명	가중치
연신내	20	구파발	15
불광	12	녹번	8
서대문구청	8	증산	5
성수	8	기좌	5
망원	10	마포구청	10
여의도	15	양천구청	12
목동	15	안양천	10
개봉	8	신목동	5
광명사거리	10	학온	8

[표1] 후보 역 별 가중치 정보 (출처: 조이흥)

후보 역 간 거리 정보의 수는 조합을 바탕으로 도출되기에 모든 정보를 산정하기 어렵다는 한계점을 갖고 있었다. 또한, 시점과 종점과 같이 지리상 멀리 떨어져 있는 역의 거리 정보를 알고리즘에 넣을 경우 알고리즘이 가중치를 고려하지 않고 시점과 종점을 잇는 직선 경로를 도출했기 때문에 본 연구가 원하는 결과를 얻을 수 없었다. 따라서, 본 연구는 후보 역 별 인접한 4개의 역 간 거리 정보만을 입력함으로써 알고리즘이 가중치를 적절히 고려하면서 최단 경로를 도출할 수 있게 하였다.

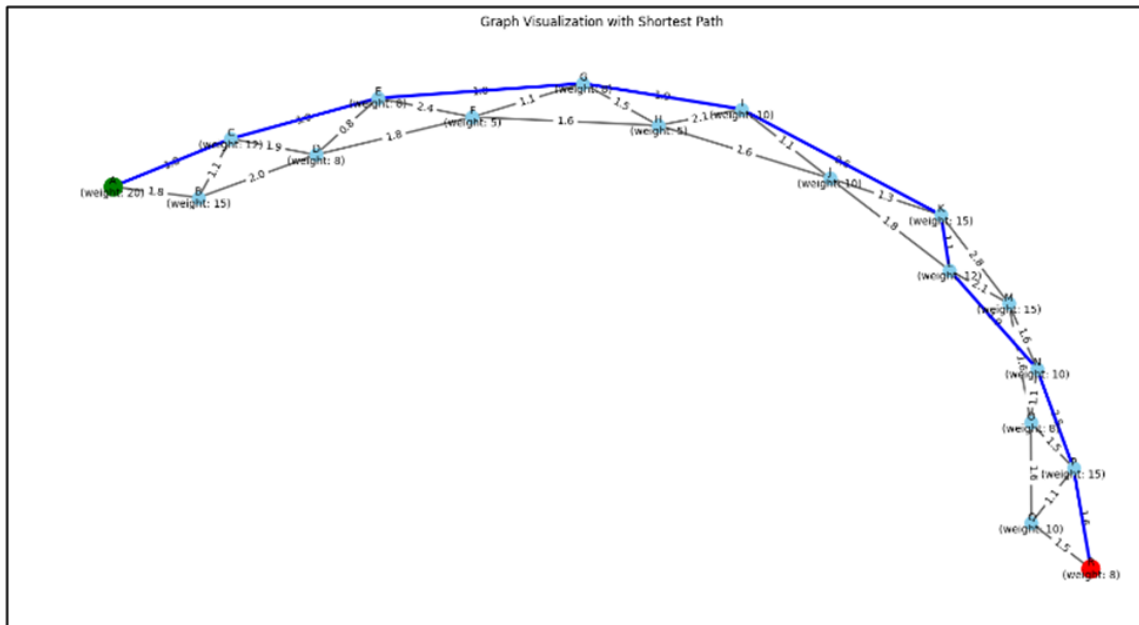
(연신내 – A ~ 학온 – R)

```
# graph and weights
graph = {
    'A': {'B': 1.8, 'C': 1.8},
    'B': {'A': 1.8, 'C': 1.1, 'D': 2.0},
    'C': {'A': 1.8, 'B': 1.1, 'D': 1.9, 'E': 1.9},
    'D': {'B': 2.0, 'C': 1.9, 'E': 0.8, 'F': 1.8},
    'E': {'C': 1.9, 'D': 0.8, 'F': 2.4, 'G': 1.0},
    'F': {'D': 1.8, 'E': 2.4, 'G': 1.1, 'H': 1.6},
    'G': {'E': 1.0, 'F': 1.1, 'H': 1.5, 'I': 1.9},
    'H': {'F': 1.6, 'G': 1.5, 'I': 2.1, 'J': 1.6},
    'I': {'G': 1.9, 'H': 2.1, 'J': 1.1, 'K': 1.3},
    'J': {'H': 1.6, 'I': 1.1, 'K': 0.6, 'L': 1.8},
    'K': {'I': 0.6, 'J': 1.3, 'L': 1.1, 'M': 2.8},
    'L': {'J': 1.8, 'K': 1.1, 'M': 2.1, 'N': 1.9},
    'M': {'K': 2.8, 'L': 2.1, 'N': 1.6, 'O': 1.6},
    'N': {'L': 1.9, 'M': 1.6, 'O': 1.1, 'P': 2.5},
    'O': {'M': 1.6, 'N': 1.1, 'P': 1.5, 'Q': 1.6},
    'P': {'N': 2.5, 'O': 1.5, 'Q': 1.1, 'R': 1.6},
    'Q': {'O': 1.6, 'P': 1.1, 'R': 1.5},
    'R': {'P': 1.6, 'Q': 1.5}
}

weights = {
    'A': 20, 'B': 15, 'C': 12, 'D': 8, 'E': 8, 'F': 5, 'G': 8, 'H': 5, 'I': 10, 'J': 10,
    'K': 15, 'L': 12, 'M': 15, 'N': 10, 'O': 8, 'P': 15, 'Q': 10, 'R': 8
}
```

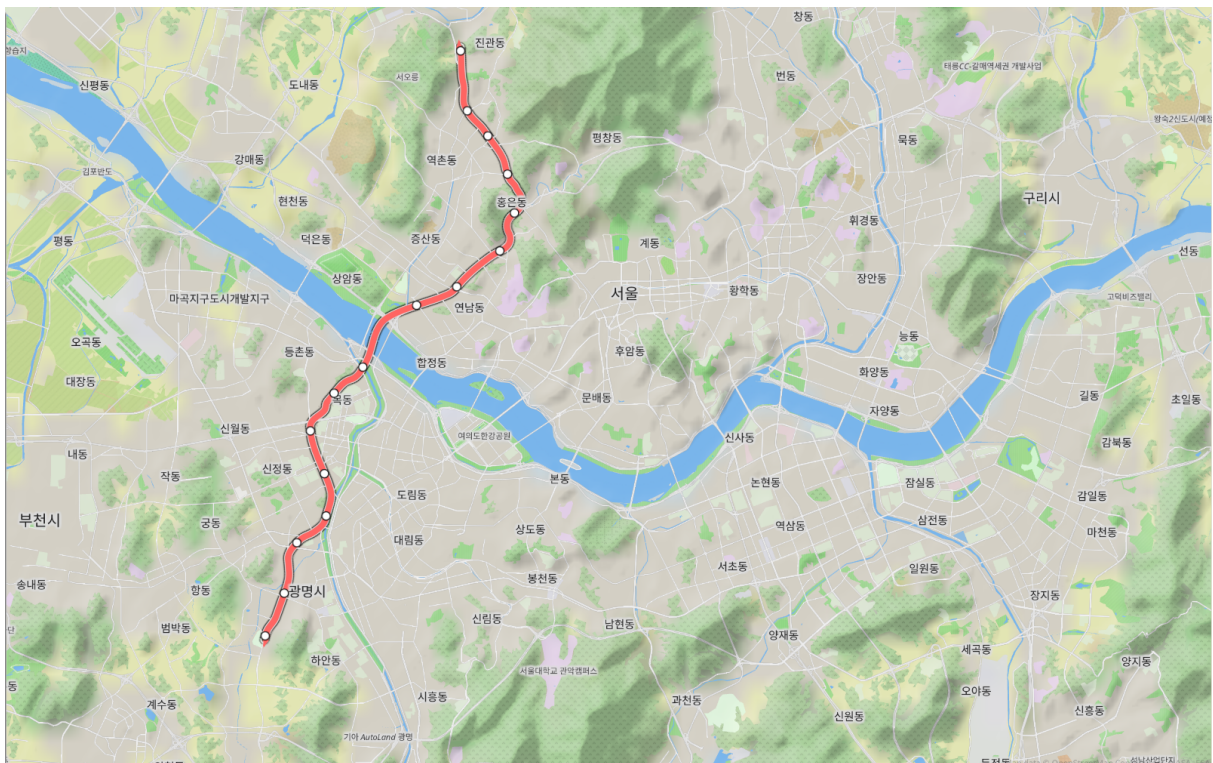
[사진3] 알고리즘 시연 예시 (출처: 조이홍)

알고리즘을 바탕으로 도출된 노선은 다음과 같다.



[사진4] 알고리즘 시연 예시 (출처: 조이홍)

알고리즘을 통해 도출된 노선은 본 연구의 최종적인 노선 후보 선정에 반영되어 다음과 같은 노선이 산출되었다.



[사진5] 노선 전체 지도 (출처: 조용훈)

## 다. 정거장 계획

### 1) 승강장 계획

승강장 길이는 김포골드라인 사례에서 볼 수 있듯 확장이 불가하도록 설계한 경우 열차 증량을 통한 혼잡 해결이 어려우므로 미래의 확장 가능성을 고려하여 설정할 필요가 있다. 따라서 장래 확장을 고려해 승강장 길이를 산출한 서울 지하철 9호선과 같은 방식으로 8량 1편성을 기준으로 승강장 길이를 산출하였다.

---

철도설계기준(노반편)\_2016.12

---

제13장 정거장

13.4.3 승강장

(3) 승강장 길이

- ① 승강장 길이=최장열차 편성길이(1량 길이 × 연결량수) + 과주여유거리
  - ② 과주여유거리는 전동차 경우 지상구간은 5m, 지하구간은 1m, 일반의 경우 지상구간은 10m, 지하구간은 5m를 기준으로 한다
- 

9호선의 경우 열차 1량의 길이를 20m로, 과주 여유구간은 5m로 산정하였다. 같은 기준을 적용한다면 이 노선의 승강장 길이는  $8 \times 20 + 5 = 165\text{m}$ 이다.

## 2) 정거장 위치 계획

역명	위치	역간 거리	정거장형식	환승 현황
지축차량사업소	고양시 덕양구 지축동	1.5km	차량사업소	
구파발(1001)	은평구 진관동	1.9km	지하 2층	3호선(선로공유)
연신내(1002)	은평구 불광2동	1.0km	지하 2층	3호선(선로공유), 6호선, GTX-A
불광(1003)	은평구 불광1동	1.35km	지하 2층	3호선(선로공유)
녹번(1004)	은평구 녹번동	1.4km	지하 2층	3호선(선로공유)
홍은(1005)	서대문구 홍은2동	1.43km	지하 2층	
서대문구청(1006)	서대문구 연희동	1.75km	지하 2층	
가좌(1007)	서대문구 남가좌1동	1.4km	지하 4층	경의중앙선
마포구청(1008)	마포구 성산2동	2.8km	지하 4층	6호선
신목동(1009)	양천구 목2동	1.23km	지하 4층	9호선
미정(1010)	양천구 목5동	1.46km	지하 2층	
목동(1011)	양천구 목1동	1.4km	지하 3층	5호선
양천구청(1012)	양천구 신정6동	1.37km	지하 3층	2호선
안양천(1013)	구로구 고척1동	1.28km	지하 2층	
개봉(1014)	구로구 개봉동	1.7km	지하 2층	1호선(지상)
광명사거리(1015)	광명시 광명동	1.47km	지하 4층	7호선
명문(1016)	광명시 광명동	1.5km	지하 2층	
학온	광명시 광명동	총연장 25km 신설 17.85km	지하 2층	

[표2] 역 정보 (출처: 이정윤, 조용훈)



## 라. 차량기지 계획

차량의 일부 보관 및 중정비는 국내 최대의 규모로, 현재 3호선 차량사업소로 이용 되고 있는 지축차량사업소를 이용할 계획이다. 지축차량사업소는 노선의 종점인 구파 발역과 인접해있어 기존 시설을 이용하면서도 접근이 매우 용이한 장점이 있다.

차량의 보관 및 경정비는 종점 인근에 차량사업소를 신규 건설할 예정이다. 노선의 규모가 서울 지하철 8호선과 비슷하므로 차량사업소의 규모 역시 8호선 차량사업소 인 모란차량사업소와 비슷하게 산정했다.

# 4.비용 추정

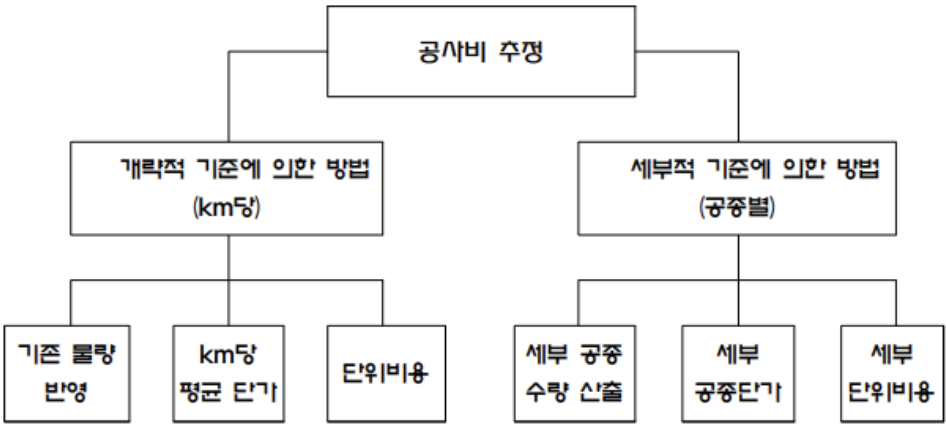
비            용												
총사업비						(조기) 차량 구입비	운영비					
건설비						(조기) 차량 구입비	인건 비	동 력 비	유 지 관 리 비	대 체 투 자 비		
공사비	용 지 비	지 장 물 보 상 비	설 계 비	관 리 비	시 설 부 대 비	예 비 비	동 력 차	객 인 차	인 건 비	동 력 비	유 지 관 리 비	대 체 투 자 비

[사진6] 철도부문 사업의 비용 구성도

## 가. 총사업비 추정

### 1) 공사비

공사비에는 노반공사비, 궤도공사비, 건축공사비, 차량기지 공사비, 시스템 공사비 등이 포함된다. 통상적인 공사비 산출 방식은 다음과 같다.



[사진7] 공사비 추정 방법

개략적 기준에 의한 방법은 공사비 산출자료가 충분하지 않을 시 기존 자료에 의한 통계적 접근을 통해 추정된 평균 건설단가인 공종별 km당 공사비를 산출한 후 총비용을 추정하는 방법이다. 비용 추정이 편리하지만 공사 구간의 특성을 반영하기 어렵다.

세부적 기준에 의한 방법은 주요 구조물의 세부 공종에 대한 수량을 산출하고 세부 공종에 대한 단가를 산출한 후 이를 곱하여 공사비를 산출하는 방식이다. 개략적 기준에 의한 방법과 비교해

현장의 세부 사항이 반영되므로 오차를 줄일 수 있다는 장점이 있다. 다만 노선 전 구간에 대한 세부 설계가 이루어져야 하고, 구조물 형식에 대한 기술적 검토가 필요하다.

전반적인 공사비 산출은 KDI공공투자센터에서 발간한 『비용 추정 GUIDELINE(2015)』와 『서울 지하철 9호선 4단계 건설사업 예비타당성조사 보고서(2018)』, 그리고 『서울 도시철도 7호선 청라국제도시 연장사업 예비타당성조사 보고서(2018)』에서 나타나는 표준공사비나 예상 공사비를 ‘건설공사비지수’의 철도시설 항목을 참고해 2023년 기준으로 가공한 뒤 공사비를 산출했다.

2013	2014	2015	2016
99.52	101.28	100.56	151.2

\*연도별 건설공사비지수(철도시설), 한국건설기술연구원 공사비원가관리센터(2023.9)

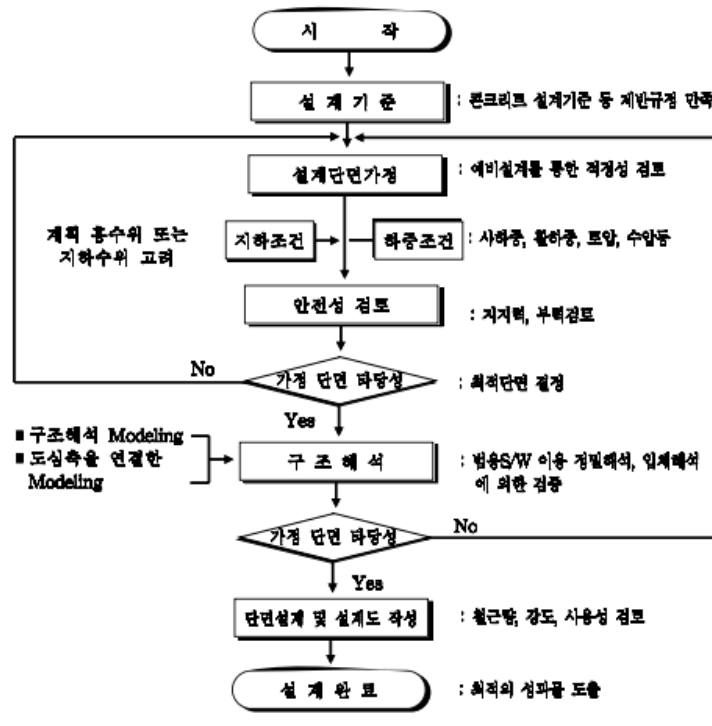
#### 가) 토목분야 공사비

##### □본선개착BOX 및 터널(NATM) 공사비

지하철을 건설하기 위한 건설공법으로 개착BOX, NATM(New Austrian Tunneling Method), TBM(Tunnel Boring Machine)이 존재한다.

개착BOX 공법이란, 지하에 구조물을 축조하는 대표적인 공법으로서, 굴착에 필요한 범위 만큼 흙막이 말뚝을 박고, 굴착하는 방법이다. 우리나라 지하철 공사에 가장 많이 사용된 공법으로서 굴착심도 15~20m범위에서 가장 경제적인 공법이라고 볼 수 있다. 개착 BOX 공법에서의 내공단면(터널 복공 안쪽의 단면 형상)결정에 주요한 인자들을 알아보고자 한다. 자갈도상궤도와 콘크리트도상 궤도가 존재하며 자갈도상 궤도란 도상을 구성하는 재료가 자갈로 이루어져 있고 자갈 사이의 마찰력에 의해 궤도의 안전성을 유지하고, 자체의 탄성력으로 충격 및 진동을 흡수할 수 있는 구조이다. 투자비가 저렴하고 충분한 탄성을 확보할 수 있다는 장점이 있지만 반대로 변형이 초래할 가능성도 높아져 유지관리에 많은 노력이 필요하다. 콘크리트도상 궤도란 레일을 지지하는 침목(레일을 붙잡고 충격을 분산)을 콘크리트 도상속에 매입하는 구조이다. 소음과 진동에는 불리하지만 자갈도상에 비해 유지관리가 용이하고 먼지 발생이 최소화되어 지하구간에 더 적합한 형식으로 판단된다. 이러한 궤도구조 이외에도 내공단면의 설계사례 및 전기, 신호 등의 급전방식을 검토해야하고 대피통로 설치, 공동구 설치를 고려한 설계가 이루어져 있다.

개착BOX 구조설계 흐름도를 알아보면 개착BOX 구조물 설계의 검토사항은 설계단면가정과 구조물 안정성 정도로 요약할 수 있다. 경제성과 안전성이 확보되는 최적의 구조물이 도출되도록 반복해석을 행하여야 한다.

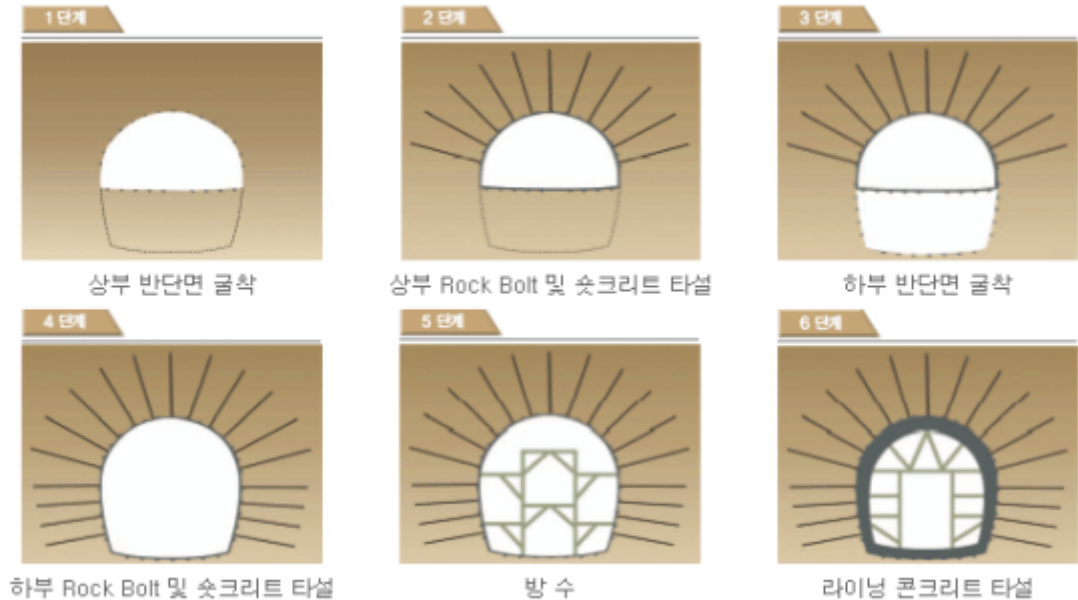


[사진8] © 한국철도시설공단, “도심지 지하철도 설계 가이드북”, 2013. p.45

NATM 공법이란 암반이나 토질역학적 원리를 바탕으로 하여 터널굴착시 Shotcrete, Rock Bolt 등을 구성된 지보재(터널의 안정을 위하여 지반을 보강하는 부재)를 사용하여 변위를 허용하되, 지반계측을 실시하여 이 변위가 지반의 강도를 상실하지 않는 상태에서 지반과 지보재가 평형을 이루도록 관리하는 터널 시공방법이다. 이때, 암반의 역학적 성질을 이용하여 원지반에 콘크리트 라이닝을 설치하게 된다.

Arching Effect란 일부 지반이 변형을 하게되면 변형하려는 부분과 안정된 지반의 접촉면 사이에 전단저항이 발생하게 되는데, 전단저항은 파괴하려는 부분의 변형을 억제하기 때문에 파괴되려는 부분의 토압은 감소하고 인접한 부분의 토압은 증가하게 된다. 이렇듯 압력의 전이현상을 Arching effect라고 한다. 이 현상에 의해 NATM공법에서 지보재의 주역할은 지반자체가 맡게되며 Shotcrete는 1차 지보재로서 원지반 암반의 거동을 조기에 정착시키고 이후 Rock Bolt를 설치하여 암반간의 봉합 등의 효과를 볼 수 있다. 이후 계측결과를 통하여 2차 지보재 등을 설치 여부를 판단하여 경제적이고 안정된 터널을 설치할 수 있다. 이러한 공법 원리는 지질의

변화에 대응하기 쉽고 팽창성 원지반, 토사원지반, 암반에서도 시공이 가능하며 지질이 복잡하게 변화하는 장대터널에서도 즉시 변경이 간단하다. 계측결과에 따른 지보의 규모를 결정하므로 경제적이고 안정적인 시공이 가능하다는 장점이 존재한다.



[사진9] ©서울특별시 지하철 주요건설공법, “기반시설소식”. 2018.11.08,

<https://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/200364>

TBM 공법이란 터널굴착기를 동원해 암반을 압쇄하거나 절삭해 굴착하는 기계식 굴착공법이다. 기존 화약발파공법과는 달리 굴착단면이 원형인 굴착기를 사용하여 굴진함으로써 소음과 진동을 최소화하고 안전성이 높다는 점이 특징이다. 특히 장대터널 공사시 공기를 단축하고 공사비를 절감하는 효과가 있다.

TBM공법은 크게 open TBM과 Shield TBM으로 나뉘게 된다. 전자의 경우 암반을 뚫고 나가기 위한 반력을 암반 벽면을 지지하는 힘으로 부터 얻는 반면 후자의 경우 장비 후방에 설치되는 세그먼트 라이닝으로부터 얻게 된다. 그렇다면 쉴드 TBM공법과 open TBM공법의 차이는 무엇일까? 쉴드 TBM공법이 가진 특징을 알아보면 이러하다.



[사진10] ©HDEC Newsroom, “[스마트 건설 백과사전 Vol.02] 소리 없이 강하다, 어떤 터널도 안전하고 빠르게 뚫는 거대 드릴 TBM”, 2023.01.03

실드 TBM 공법은 먼저 원통의 기계 전면에 장착된 커터헤드를 회전시키면서 디스크 커터가 지반을 굴착한다. 이후 굴착된 버력(굴착 시 나오는 토사)으로 챔버를 채워 막장압(전면에 가해지는 압력)을 유지한다. 이렇게 압력을 가하면서 회전·전진하며 터널을 뚫으면 분쇄된 암석과 흙은 컨베이어 벨트 또는 배관을 통해 TBM 기계 뒤로 옮겨진다.. 그리고 굴착과 동시에 이렉터(세그먼트를 고정의 위치에 조립하는 장치)를 이용해 터널 벽면에 세그먼트(Segment)라 불리는 콘크리트 블록을 설치합니다. 세그먼트 전용 이렉터로 정해진 위치에 자동으로 세그먼트를 설치한다. 이로 인해 터널 내벽을 안정적으로 만들고 변형을 최소화할 수 있다.

NATM공법은 Shotcrete, Rock Bolt와 같은 보강재료를 사용하여 거의 모든 지반에서 적용이 가능하다는 장점이 있지만 속도가 느리다는 단점이 있다. 반대로 TBM 공법은 굴착기를 이용해 굴진속도가 빠르지만 굴착단면을 변경할 수 없고 장비의 초기투자비용이 크다는 단점이 존재한다.

〈표 III-121〉 중량 및 중형철도 본선 지하구간(개착 BOX 및 NATM 터널) 표준공사비  
(2013년 기준)

(단위: 억원/km)

구 분		중량전철		중형전철		비 고
		단 선	복 선	단 선	복 선	
개착 BOX	심도 10m 이하	437	671	417	641	연약지반 별도 할증
	심도 20m 이하	492	754	469	720	
	심도 30m 이하	643	986	613	942	
NATM	발파	177	259	166	218	보강비 별도 할증

주: 1) 개착BOX는 토공, 가시설, 지장물 보호공 등 포함.

2) 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외.

[사진 11]

개착 BOX 공법은 NATM에 비해 비용이 많이 들며, 도심구간에서는 도로를 막고 땅을 파내야 하므로 교통 혼잡을 유발할 가능성이 있어 본 사업에서 지하역사 건설 이외의 구간에서는 적용이 어렵다고 판단하였다. 따라서 NATM 공법을 기준으로 전 구간 공사비를 산정했다. 복선 중량전철을 기준으로 물가인상분을 반영한 2023년 NATM공법의 비용은 km당 393억으로 추정할 수 있다.

그러나, 한국터널기술협회가 2023년 발표한 GTX-C 노선 관련 보고서는 NATM 공법의 비용을 km당 200억으로 계산했다. 지난 10년간 NATM 공법의 비용에 큰 변화가 있지 않았음을 짐작할 수 있다. 따라서 2013년 가이드라인의 비용을 그대로 공사비 산정에 적용하였다.

비용 (억원/km)	수량 (km)	공사비 (억원)
259	17.85	4623.15

□정거장 공사비

<표 III-11> 유사사업 정거장 실적 공사비(2014년 기준)

구 분		단위	표준공사비	비 고
정거장	개착 2층	억원/개소	400.94	
	개착 3층	억원/개소	490.91	
	개착 4층	억원/개소	580.87	
	지장물보호 및 이설	억원/개소	11.36	

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외

자료: 인천광역시, 『서울도시철도 7호선 석남연장선 건설공사 실시설계』, 2014. 6

[사진 12]

서울도시철도 7호선 석남연장선, 청라국제도시 연장선의 비용을 참고하였다. 본 사업에서 신설되는 역 중 지하 2층은 6개소, 지하 3층은 2개소, 지하 4층은 4개소이다. 물가인상분을 반영하면 비용은 다음과 같다.

종류	개소	비용 (억원)
개착 2층	6	598.56*6
개착 3층	2	732.88*2
개착 4층	4	867.18*4
	총 12	총 8525.84

나) 궤도분야 공사비

〈표 III-124〉 중량 및 중형철도 궤도 표준공사비(2013년 기준)

(단위: 억원/km)

구 분	단 선	복 선
궤 도	13.0	26.1

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외.

[사진 13]

본 노선에서 새로 건설해야 하는 노선의 길이는 총 17.85km이다. 복선 중량철도 표준공사비에 물가인상분을 반영하면 궤도분야 공사비는 다음과 같다.

비용 (억원/km)	수량(km)	궤도분야 공사비(억원)
1.5192*26.1=39.65	17.85	707.7525

다) 건축분야 공사비

☐ 지하역사 공사비



〈표 III-125〉 중량 및 중형철도 건축 표준공사비(2013년 기준)

구 분	단 위	공사비
지하역사	m <sup>2</sup>	2.0백만원

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외.

[사진 14]

서울교통공사의 서울 지하철 1~9호선 역사 건축정보(2021.06.28)를 살펴보면 공개된 296개 역사 면적의 평균은 9880.5m<sup>2</sup>이었다. 이를 적용해 추산한 지하역사 공사비는 다음과 같다.

총면적(m <sup>2</sup> )	비용(백만원, m <sup>2</sup> 당)	지하역사 공사비(억원)
118,566	3.04	3604.4

□ 차량기지 공사비

〈표 III-103〉 차량기지 표준공사비(세부적 기준: 2013년 기준)

구 분	공사비(백만원/량)	차량기지 면적(m <sup>2</sup> /량)
경수선	1,085	1,096
경수선, 중수선	932	

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외.

[사진 15]

8호선 모란차량사업소와 비슷하게 20편성(120량)을 수용할 수 있도록 차량기지를 건설한다면 물가인상을 반영해 대략적으로 2천억에 가까운 비용이 든다. 그러나 이보다 규모가 큰 진접차량사업소의 공사비가 1344,89억(예타 당시 1641억)이다. 따라서 진접차량사업소의 규모와 비교해 비용을 산출할 것이다. 진접차량기지의 규모는 유치선과 검사선을 포함해 50선 내외이나, 모란의 경우 25선이다(이 노선은 6량이므로 길이도 더 짧다). 따라서 절반 정도의 비용이 들 것으로 보아야한다. 따라서 차량기지 공사비로 진접차량사업소 사업 입찰(2018) 시기를 고려해 해당 비용을 현재가치로 환산한 금액의 절반인 910억원을 차량기지 공사비로 추정한다.

라) 시스템 분야 공사비

〈표 III-126〉 중량 및 중형철도 시스템(전철전력, 신호, 통신, 전철화) 표준공사비(2013년 기준)  
(단위: 억원/km)

구 분			단 선	복 선	비 고
시스템	전력설비			17.9	
	전 철	송전선로		2.3	지중선로
		변전설비		8.7	40km 환산
		전차선로		16.6	강제가선방식
	신호설비		8.6	10.4	지상 신호방식 기준
	통신설비		20.1 (20.9)	20.1 (20.9)	지하구간 적용 역무자동화설비 포함

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외.

( )안은 무선영상전송시스템 추가시

[사진 16]

물가인상분을 반영하여 시스템 공사 비용을 다시 산출하면 아래와 같다.

구분	비용(억원/km)	수량(km)
전력설비(복선)	27.2	17.85
전철설비(복선)	41.9	17.85
신호설비(복선)	15.6	17.85
통신설비(복선)	31.75	17.85
	총 2078.63	

## 2) 시설부대경비

### □설계비

<표 III-30> 건설부문 요율

(단위: %)

구분 공사비	기본설계	실시설계
500억원 이하	1.41	2.84
1,000억원 이하	1.40	2.79
2,000억원 이하	1.38	2.76
3,000억원 이하	1.37	2.72
5,000억원 이하	1.34	2.70
5,000억원 초과	$2.75 \times (\text{공사비})^{-0.0265} - 0.006822$	$5.0 \times (\text{공사비})^{-0.0229}$

주: 1) 기본설계 요율은 기본조사설계의 요율 적용

2) 5,000억원 초과인 경우 공식에 의해 산출된 요율은 소수점 셋째자리에서 반올림

자료: 기획재정부, 『2017년도 예산안 편성 및 기금운용계획안 작성 세부지침』, 2016.4

[사진 17]

위 자료는 KDI에서 제시한 설계비용 요율이다. 총 공사비 20,449.77억원을 기준으로 설계비용을 산출하면 다음과 같다.

구분	기본설계	실시설계
비용	2.11	3.98

### □조사 및 측량비

KDI 가이드라인에 따르면 조사 및 측량비는 공사비의 1%로 한다. 따라서 조사 및 측량비는 204.5억이다.

#### ☐SE비용

SE비용은 시스템 상호간에 기능 및 성능을 최대한 발휘할 수 있도록 시스템 통합화에 소요되는 비용으로, KDI 가이드라인에서는 시스템 공사비의 5%를 제시한다.

#### ☐시운전비

1년 운영비의 50%

### 3) 보상비

#### ☐용지보상비

차량기지 예정 부지 인근(학온지구 - 광명시)의 전,답에 대한 토지보상금은 평당 200만원 정도이다. 따라서 모란차량기지의 토지면적을 적용하면 대략 1천억 정도의 토지보상금이 발생할 것으로 보인다.

#### ☐지하보상비

지하이용 저해에 따른 보상이다. 거의 대부분 선로가 도로 혹은 하천 아래로 통과하므로 본 보고서에서는 생략하였다.

## 나. 연간 운영비

### 1) 유지관리비

기존의 운영 실적 자료들을 참고하여 유지관리비를 산정하였다. 인건비를 제외하고 운영에 필요한 관련 시설 유지 관리 비용을 산정하였다.

서울지하철 9호선 4단계 건설사업에서 유지관리비를 산정했던 방식을 참고하였다. 2013년 대비 소비자 물가지수 122.26%를 반영하여 적용하였다. 2013년을 기준으로 하는 이유는 2015년 작성된 철도운영비 가이드라인에 따른 것이고, 2013년 기준으로 고가 및 터널 구간은 499,100천원/년 · km(복선), 지상구간은 249,550천원/년 · km(복선)에 소비자물가지수

상승률 122.260%를 적용하였다.

모두 고가-터널 구간이므로 610,204천원/년 · km(복선)을 적용하면 아래와 같다.

연간 km당 유지관리비	구간 길이	금액
610,204천원/년 · km(복선)	24	146.45억

## 2) 일반관리비

일반관리비는 운영 및 사업관리용으로 구성된다. 본 연구에서는 ‘철도운영비

GUIDELINE(2021)’에 근거하여 인건비, 동력비, 유지관리비의 13%를 적용하였다.

이를 위해 인건비, 동력비, 유지관리비를 차례로 산정하였다. 먼저 인건비는 ‘철도부문 사업의 예비타당성 조사 운영비 추정 개정 업무 가이드라인(한국개발연구원, 2015)’의 광역 및 도시철도 기준에 근거하여 산정하였다. 클린아이지방공기업 경영정보시스템에 명시된 서울메트로(63,833,000원/인/년, 직원 9,242명)과 서울도시철도공사(59,591,000원/인/년, 직원 6,627명) 2015년도 1인당 평균인거비를 가중평균법으로 산정하였고, 결과적으로 62,062를 적용하였다.

세부항목		단위	단가(천원)	산정인원	금액
인건비	영업 및 운영 인원	인	62,062	78	48.4
	유지 보수 인원	인	62,062	66	41.0
	업무 지원 인원	인	62,062	14	8.7
계				158	98.1

동력비(단위전력비)는 한국전력공사 기본공급약관에 제시된 동력비와 전력비를 사용하였다.

세부항목		단위	동력량	산정인원	금액
동력비	연간 본선 동력비	kWh	12,606,483	96.4	12.2
	연간 정거장 전력비	kWh	3,521,100	96.4	3.4
	연간 차량기지 전력비	kWh	891,000	96.4	0.9
연간동력비 (억원/년)					16.5

유지관리비는 기존의 운영 실적 자료들을 참고하여 산정하였다. 인건비를 제외하고 운영에 필요한 관련 시설 유지 관리 비용을 산정하였으며, 서울지하철 9호선 4단계 건설사업에서 유지관리비를 산정했던 방식을 참고하였다. 2013년 대비 소비자 물가지수 122.26%를 반영하여 적용하였다. 2013년을 기준으로 하는 이유는 2015년 작성된 철도운영비 가이드라인에 따른 것이고, 2013년 기준으로 고가 및 터널 구간은 499,100천원/년 · km(복선), 지상구간은 249,550천원/년 · km(복선)에 소비자물가지수 상승률 122.260%를 적용하였다. 모두 고가-터널 구간이므로 610,204천원/년 · km(복선)을 적용하면 아래와 같다.

연간 km당 유지관리비	구간 길이	금액
610,204천원/년 · km(복선) )	24	146.45억

인건비, 동력비, 유지관리비를 모두 종합한 것의 13%를 적용한 금액은 다음과 같다.

세부 항목	금액(억 원)
-------	---------

(인건비+동력비+유지관리비)의 13%	
= (98.1+16.5+146.45) x 13% =	34

<b>총비용</b>	<b>222,186.95억원</b>
------------	---------------------

## 5. 교통수요 추정

### 가. 분석범위와 수준 설정

분석 기준연도: 2023년

중간 분석연도: 2030년(개통), 2035년, 2040년, 2045년, 2050년

최종 분석연도: 2060년(개통 후 30년)

## 6. 정책성 분석

### 가. 정책의 일관성 및 추진 의지

본 사업의 목적은 서울 내 서북-서남 지역 대중교통난 해소, 지역 간 격차 완화 및 균형 발전이다. 이와 같은 취지를 담은 상위 계획으로서 『서울시 지역균형 5개년 발전계획』은 2022년부터 2026년까지 서울시 지역균형 발전을 위한 실행전략으로 ‘도시철도 소외 지역 중심 도도시철도망 구축’을 담고 있다. 『제2차 서울시 도시철도망 구축 계획』은 ‘도시균형발전 도모’, ‘효율적인 광역교통체계 구축’, ‘미래지향적 도시철도망 구축’을 세부 목표로 설정하여 잦은 환승을 유발하는 비합리적 도시철도망에 대해 노선개편을 제안하였다. 이 외에도 『제4차 국가철도망 구축계획』, 『국가기간교통망계획』 등과 관련하여 서북권과 서남권을 잇는 노선을 통한 지역균형 발전의 정책 일관성을 확보하고 있다고 판단된다. 서울시 도시기반본부 도시철도국은 서울 서북부와

서남부를 연계하는 새 교통축이 완성된다면 대중교통 접근성이 크게 향상돼 지역발전에 크게 기여할 것이라는 입장이다.

## 나. 사업 추진 상의 위험 요인

본 사업은 막대한 투자재원이 소요되는 대규모 SOC 시설 구축 사업으로 재원조달 가능성 검토 과정이 더욱 핵심적이다. 『2016년~2020년 국가재정운용계획』에 제시된 분야별 지출 전망 중 SOC 철도 분야의 경우 연평균 6.4% 하락하는 추세로 안정적인 예산배정을 위한 재원조달방안이 필요할 것으로 판단되나, 『2017회계연도 국토교통부 소관 예산 및 기금운용계획』에 따르면, 2023년에도 예산액이 2017년 규모와 유사할 것이라고 가정한다면, 국토교통부 도시철도 사업 중 지하철 건설지원 예산(1,685억원)억원의 26.4%에 해당되어 단일 사업이 차지하는 비중으로는 상당한 수준으로 보여진다. 따라서 서울시의 예산 규모 및 재원조달 능력, 주요 투자분야 설정 등을 고려할 때, 본 사업을 위한 재원조달에는 큰 어려움은 없을 것으로 판단된다.

환경성 측면에서는 기존 도로 밑으로 지하 터널공법으로 계획함으로써 자연훼손을 최소화하였으나, 시공 기간과 운영 중에 발생하는 소음, 진동, 대기오염, 건설폐기물 등에 대한 환경영향저감대책의 추가적 수립이 요구될 것이다.

## 나. 고용효과 분석

고용유발효과는 지역간산업연관표(IRIO)를 사용하여 건설기간 동안 재정 투입으로 인한 고용유발 취업유발 효과를 분석한다. 135개 예비타당성조사 철도사업의 평균 고용유발효과는 13,474명이며, 전체 사업의 평균 고용유발효과는 5,002명이다. 유사한 철도건설사업 9호선의 경우, 건설기간 동안 건설업 등에서 창출되는 고용은 약 7,589명으로, 운영단계에서는 6,320명으로 나타났다.



## 7. 지역경제파급효과

은평구를 비롯한 서북권과 서남권 지하철 접근성은 2022년 신림선 개통 이후에도 좋지 못한 상황이다. 서남권에서, 가로축으로는 5호선, 2호선, 1호선, 7호선이 지나가 동남권과 좋은 접근성을 보이지만, 세로축으로는 서북권을 잇는 노선이 전무하다. 특히, 은평구와 양천구, 강서구는 강을 사이에 두고 서로 붙어있음에도, 서로 지나는 노선이 없어 통행에 불편함을 야기한다. 교통카드 빅데이터 통합정보시스템의 일반버스/도시철도 이용 분석지표에서 2022년 기준 은평구-강서구의 통행량은 1,259,993, 은평구-양천구의 통행량은 455,011로, 인접한 다른 구(은평구-서대문구: 6,286,214, 은평구-마포구: 7,253,160, 은평구-영등포구: 2,177,616)들에 비해 통행량이 현저히 낮은 모습을 보인다. 서울 지하철 10호선이 개통되어 서북-서남권의 연결성이 개선된다면, 은평구 주민들의 서남권 접근성이 향상될 것이고, 이는 지역경제에 긍정적인 파급효과로 이어질 것이다.

## 8. 결론

서북서남선의 건설은 서울시 지역균형 발전을 위해 필수적인 절차이다. 따라서 서북-서남의 연결을 골자로 서울 지하철 10호선 건설 계획을 세워보았고, 예비타당성 조사 결과, 비슷한 규모의 8호선과 비슷하거나 그 이상의 경제적 효과를 불러올 것으로 예측되었다.