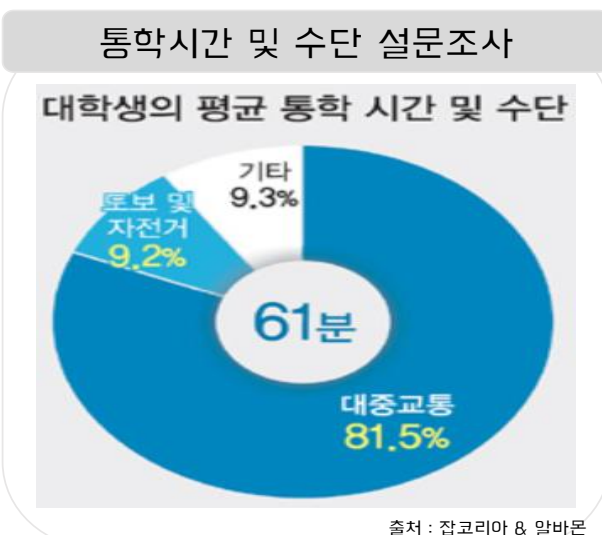


# Shuttle 꼭!

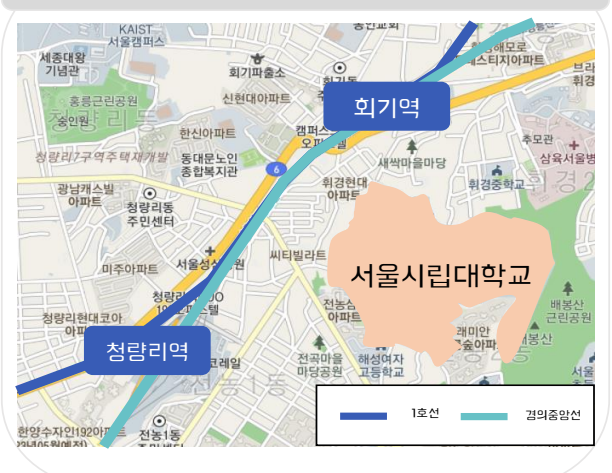
교통공학과 2016874002 김대연  
교통공학과 2016874018 이운섭

## 1 과업배경

- ✓ 수도권과 서울 사이의 대중교통 활성화로 인한 접근성 향상으로 통학생 증가
- ✓ 시립대 주요 지하철역으로 청량리, 회기역이 있고 모두 1호선과 경의중앙선이 지남
- ✓ 특히 청량리역 바로 역 인근 왕십리역은 2호선, 5호선, 수인분당선 등 많은 노선을 운행
- ✓ 주요 노선들이 밀집된 왕십리역으로 가기 위해서는 경의중앙선을 이용해야 함

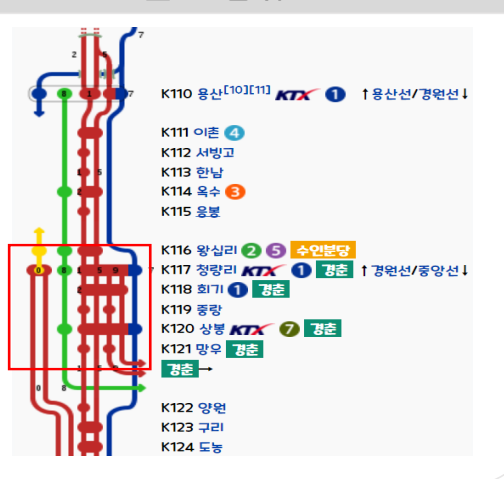


경의중앙선 배차간격에 대한 포스터



- ✓ 경의중앙선은 왕십리 - 망우역 구간에서 2개의 선로에 KTX, ITX-청춘, 일반열차, 경의중앙선이 다나 선로대기가 있음
- ✓ 청량리 - 망우역 구간은 일부 선로가 4선인 구간이 있지만 왕십리 - 청량리역 구간은 선로가 2개에 불과함
- ✓ 경의중앙선은 열차 통행 우선권에서 4순위로 낮은 선로대기가 발생 → 예정 배차간격의 불안정으로 이용객 불편함 증가
- ✓ 1개의 역을 가기 위한 차내시간보다 긴 대기시간으로 왕십리 - 청량리역 구간의 통행이 비효율적임

선로 공유 다



경의중앙선 배차간격에 대한 포스터



열차 통행 우선순위



수요대응 교통시스템



- ✓ 수요응답형 버스(DRT) : 고객의 수요에 따라 유연하게 운영되는 교통수단
- ✓ 운행 방법이 고정노선, 일부고정노선, 일부대응노선, 완전대응노선 등으로 다양
- ✓ 여러 운행 방법 중 고정노선을 전제로 사업 진행 예정

## 2 수요분석

- ✓ 기존 청량리역 - 왕십리역 구간 경의중앙선 환승 이용객을 파악하여 시립대 - 왕십리역 수요대응형 버스(DRT) 수요 예측
- ✓ 서울시 교통정보 시스템(TOPIS)에서 제공하는 스마트카드 데이터를 기반으로 한 지하철 역별 수단OD를 활용
- ✓ 역별 수단OD는 기종점 및 기종점에 대한 총 승객 수만 알 수 있어 환승 유무 파악 힘들
- ✓ 청량리역을 기종점으로 하는 OD에서 청량리역 - 왕십리역 구간을 이용하여 환승하는 경로의 확률을 추정
- ✓ 청량리역 - 왕십리역 구간을 이용하여 환승하는 인원 중 시립대를 기종점으로 하는 인원 추정
- ✓ 왕십리역은 2호선, 5호선, 수인·분당선의 환승역임
- ✓ 청량리역이 기종점이고 환승역이 왕십리역 역은 2호선, 5호선, 분당선을 이용하게 됨
- ✓ 환승 횟수를 1회 이하로 고정하여 2호선, 5호선, 분당선의 전역과 청량리역 사이의 경로를 분석
- ✓ 왕십리역 운행 노선 중 청량리역으로 갈 수 있는 방법은 1호선으로 환승하는 경로 뿐임

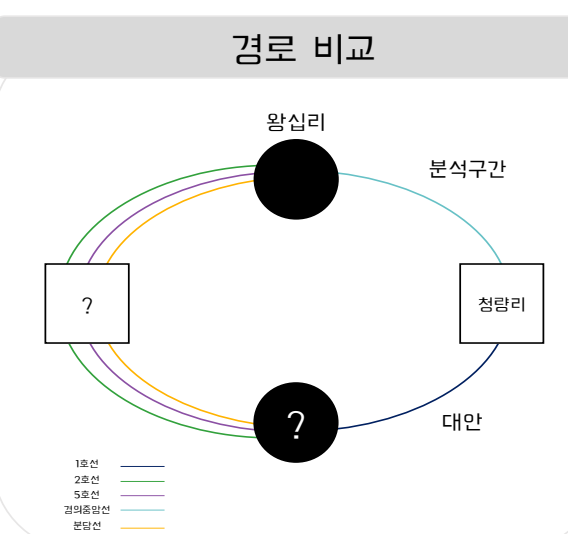
**환승횟수별 누적통행비율**

(표 5) 서울시 환승횟수별 통행량 (단위 : 통행)

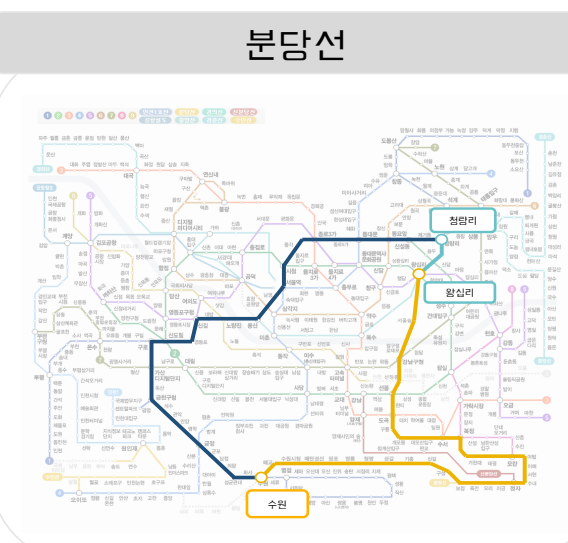
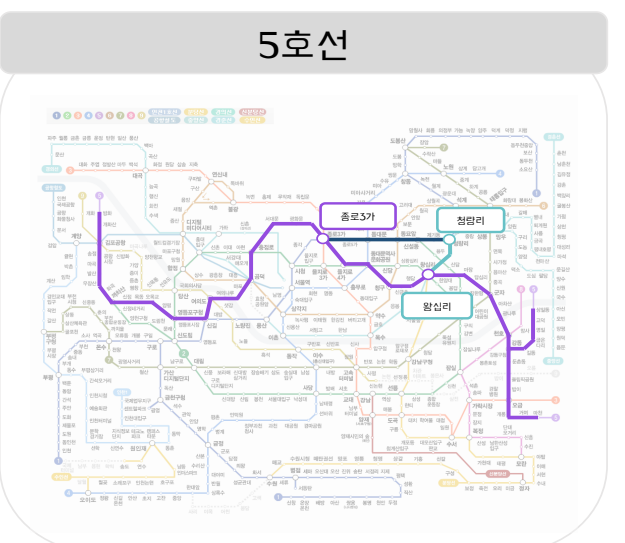
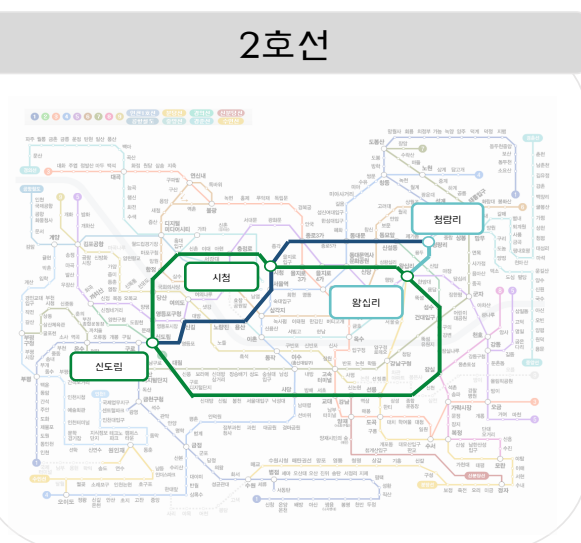
환승횟수	0회	1회	2회	3회이상	합계
통행수	6,629	3,810	697	172	11,308
통행비율	58.6%	33.7%	6.2%	1.5%	100.0%
누적통행수	6,629	10,439	11,136	11,308	-
누적통행비율	58.6%	92.3%	98.5%	100.0%	-

**지하철 역별 수단OD**

출발역	도착역	수단	승객수
청량리	왕십리	지하철	1,234
왕십리	청량리	지하철	567
왕십리	청량리	버스	890



- ✓ 2호선은 왕십리(분석구간), 시청, 신도림역(대안)에서 환승 발생
- ✓ 5호선은 왕십리(분석구간), 종로3가(대안)에서 환승 발생
- ✓ 분당선은 왕십리(분석구간), 수원역(대안)에서 환승 발생
- ✓ 로짓모형을 통해 분석구간과 대안 노선 선택확률을 산정



- ✓ KDI 에버타당성조사 지침 5판에서 제시하고 있는 수도권 수단선택모형의 효용함수와 계수를 사용
- ✓ T<sub>TIME</sub> = 차내시간 (IVTT) + 차외시간 (OVTT)
- ✓ T<sub>COST</sub> = 통행비용 \* 통행거리

**효용함수 파라미터 값**

변수	가치
α	0.15
β	0.85
γ	0.1

**대기시간**

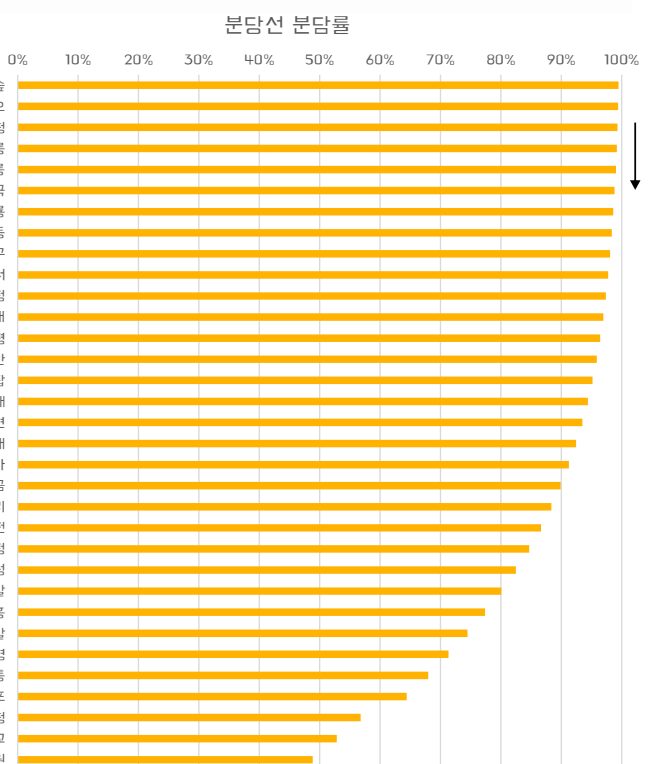
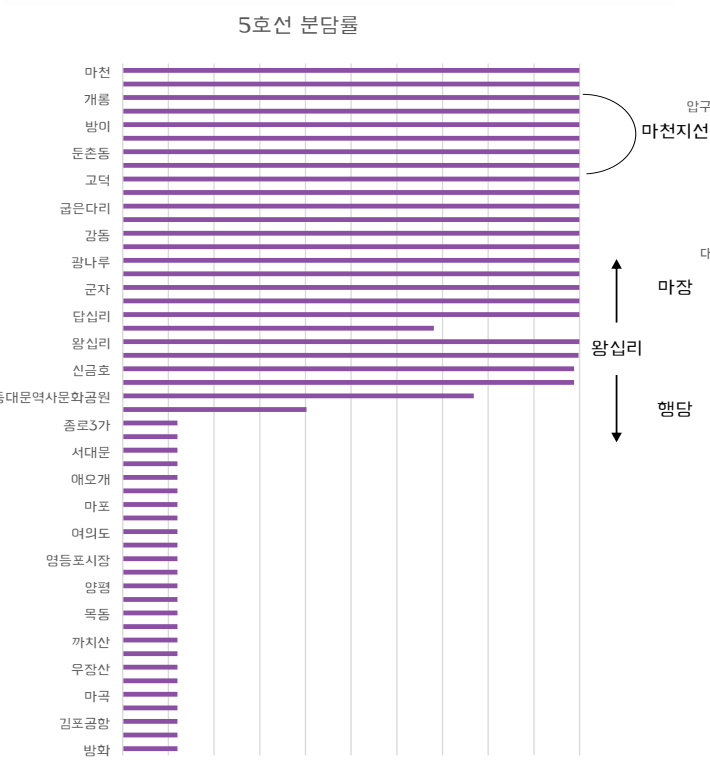
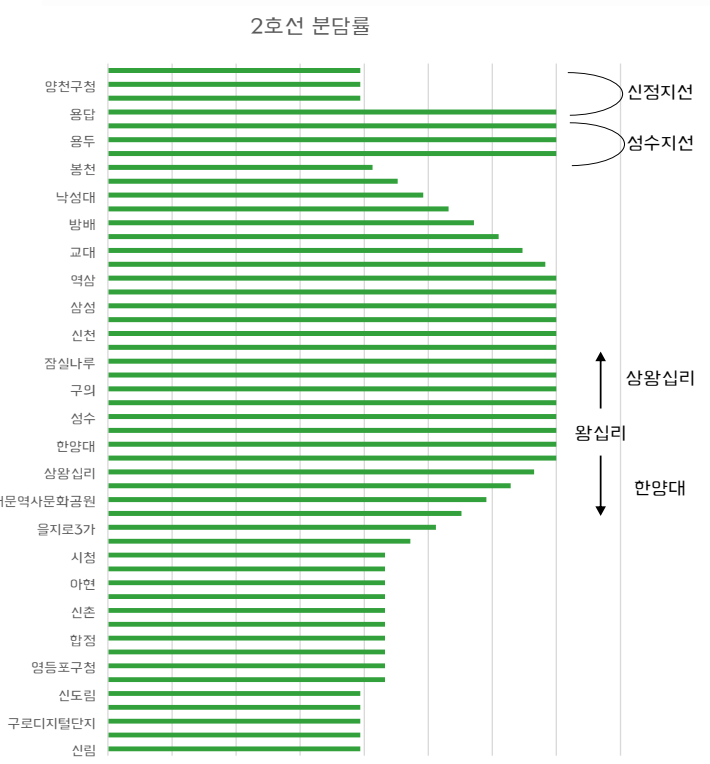
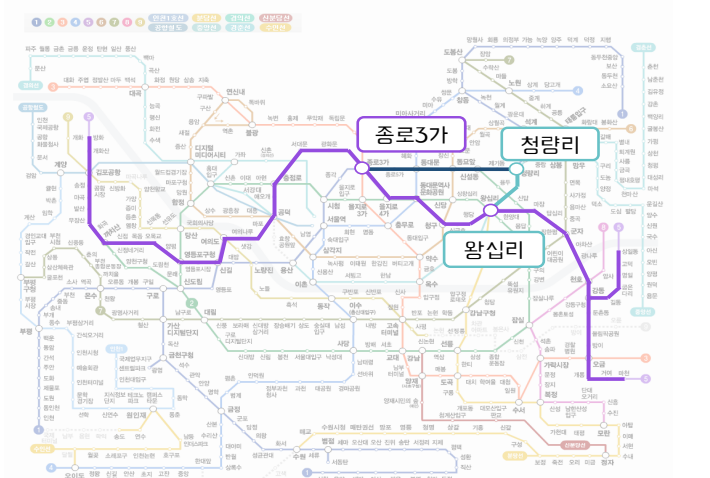
구분	평균 대기시간(분)
왕십리	15
청량리	10

**환승시간 및 환승시간계수**

구분	평균 환승시간(분)	환승시간계수
왕십리	15	1.2
청량리	10	0.8

## ❖ 로짓모형

$$\frac{e^{u_1}}{e^{u_1} + e^{u_2}} \quad u_1 = \text{분석구간}, u_2 = \text{대안}$$



## ❖ 결과

기종점	청량리	2호선
2호선	1,666	-
청량리	-	1,602

기종점	청량리	5호선
5호선	673	-
청량리	-	580

기종점	청량리	분당선
분당선	378	-
청량리	-	475

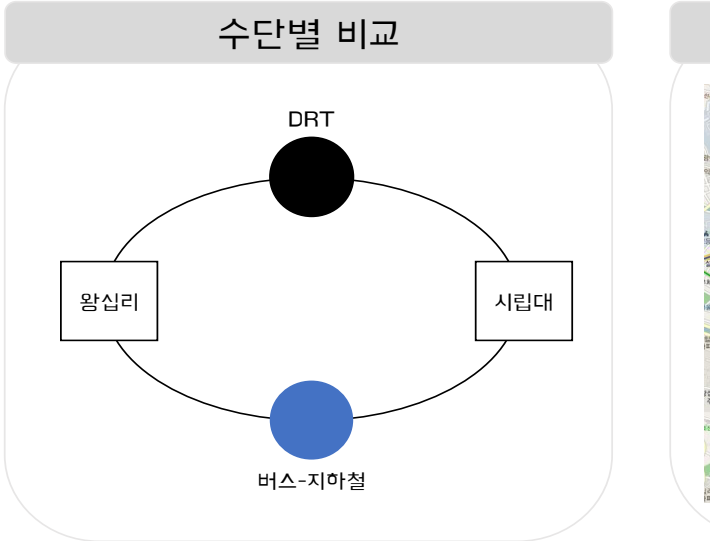
청량리 → 2.5 분담선 : 2,657 / 4,524  
 2.5 분담선 → 청량리 : 2,717 / 4,756  
 전체 : 5,374 / 9,280 (57.91%)

**2호선 구간 차량정착률 현황**

구분	승객수	차량정착률
왕십리	1,234	85%
청량리	567	90%

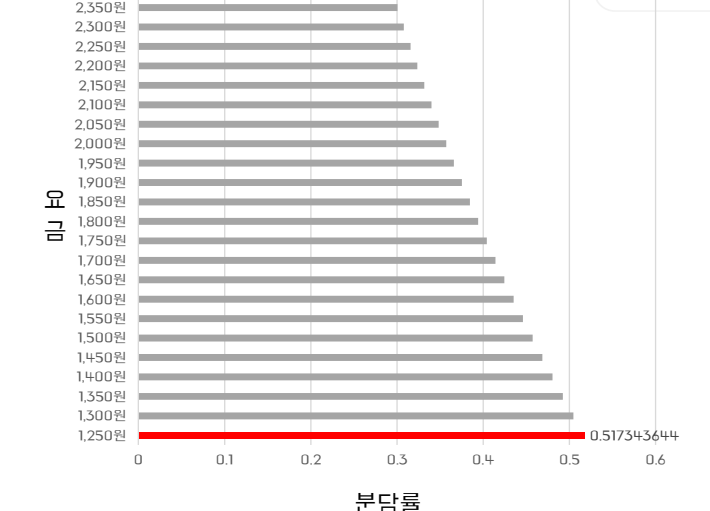
- ✓ 청량리 - 왕십리 구간 경의중앙선을 통해 환승하는 5370명 중에 서울시립대학교를 기종점으로 하는 수요를 알기 위해 2010년 서울 관련 목적통행량 표를 사용
- ✓ 5374명중 387명이 시립대를 기종점으로 이동

- ✓ 시립대 - 왕십리 구간 수요 중 몇 명의 인원이 DRT를 이용할 지를 로짓모형으로 예측
- ✓ 학교에서 버스를 이용하여 청량리역으로 이동 후 경의중앙선을 타고 왕십리로 이동하는 걸 대안으로 설정
- ✓ 차내시간, 차외시간, 통행비용 변화에 따른 수단분담률 변화
- ✓ 이익이 최대가 되는 통행비용 값을 산정



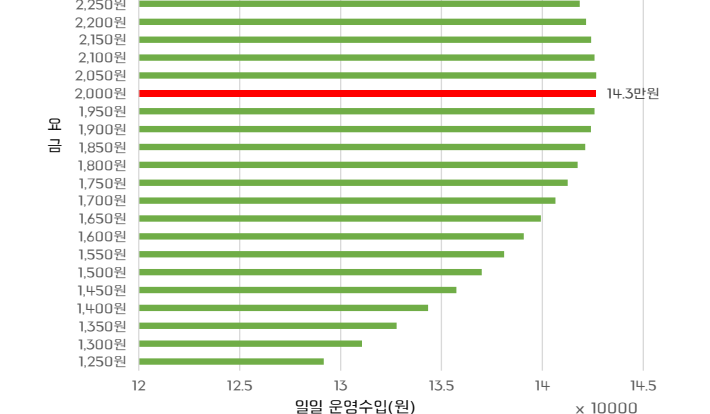
## ❖ 요금변화에 따른 분담률 변화

$$\frac{e^{u_1}}{e^{u_1} + e^{u_2}} \quad u_1 = \text{DRT}, u_2 = \text{기존경로}$$



- ✓ 요금이 오를수록 분담률 감소(최대 51.7%)
- ✓ 시립대 - 왕십리 구간 수요중 DRT수요를 알 수 있음
- ✓ 기존수단은 지하철을 이용하므로 차내시간은 짧지만 경의중앙선 환승으로 인한 대기시간, 환승시간이 긴 단점을 지님
- ✓ DRT 탑승 시 서울시 교통체증으로 인한 차내시간은 길어지지만 예약제 시스템으로 인하여 대기시간을 줄일 수 있는 장점 존재
- ✓ 환승 시 추가요금이 발생하여 통행비용이 높아지는 단점을 지님

## ❖ 요금변화에 따른 수입 변화



- ✓ 요금이 낮을 시 더 많은 수요를 끌어올 수 있지만 높은 수입을 기대할 수 없음
- ✓ 일일 운영수입을 최대로 하는 요금을 선택
- ✓ 요금이 2000원일 때 일일 운영수입이 14.3만원으로 최대
- ✓ 요금이 2000원일 때 DRT분담률은 35.7%, 일일수요는 72명

## 3 재무성 분석

- ✓ 시립대 - 왕십리 구간 DRT사업의 금전적 비용과 수입을 추정 후 이에 따른 재무적 수익성을 계산하여 사업 타당성을 검토
- ✓ 운영개시 후 30년까지를 분석기간으로 설정(할인율 5.5%)
- ✓ 수익성지수법(PI), 순현재가치법(FNPV)을 통하여 비용 사업성 판단
- ✓ 수입은 운영수입, 비용은 버스구입가격, 차량운영비용, 인건비로 구성

**수익성지수법 및 순현재가치법**

$$FNPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

**차종별, 속도별 차량운영비용**

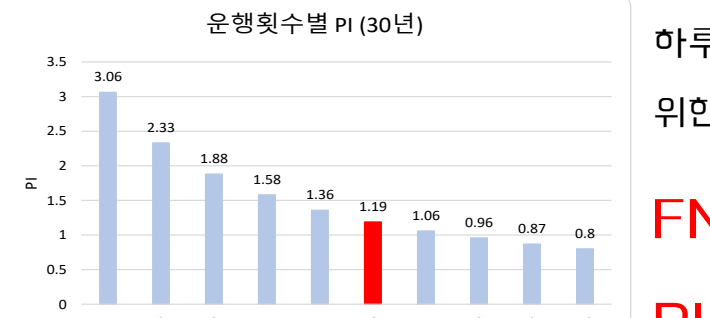
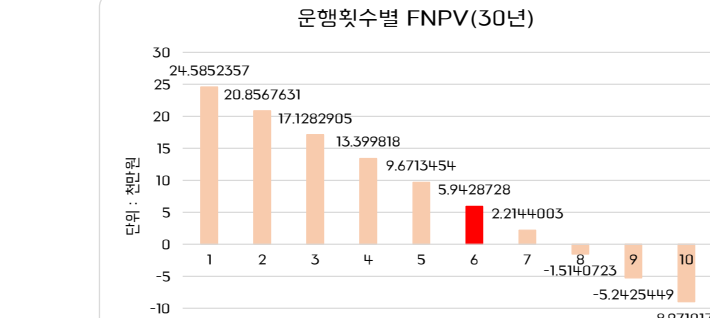
구분	운행시간	운영비용
1호선	10분	1000원
2호선	15분	1500원

**차량구입비 및 감가상각비**

구분	구입비	잔존가치
버스	1000만원	200만원
트럭	500만원	100만원

## ❖ 현재가치법 결과(30년 기준)

- ✓ 주말과 방학은 제외하고 계산, 1대로 운영한다고 가정, 인건비는 최저시급으로 계산



하루 운영회수가 왕복 6회일 때 이용객을 위한 서비스 및 사업성으로 효용이 높다고 판단

**FNPV = 59,428,728원**

**PI = 1.195 → 사업성이 있음**