

제5장 타당성조사 및 경제성 분석

1. 경제성 분석 개요
2. 평가방법
3. 경제성 분석의 주요 전제
4. 비용추정
5. 편익추정
6. 경제성 분석 결과
7. 민감도 분석
8. 지하도로 건설에 따른 효과분석

제5장 타당성조사 및 경제성 분석

1. 경제성 분석 개요

- 경제성 분석은 공공투자 사업의 경제적 효율성과 타당성을 사업 착수 이전에 검토하여, 투자재원의 투자 적합성을 판단하는데 반드시 필요한 과정임.
- 이러한 경제성 분석의 방법으로는 비용·편익분석(Cost Benefit Analysis), 비용·효과분석(Cost Effectiveness Analysis), 대차대조표 접근법(Balance Sheet Approach) 등이 있으며, 가장 일반적으로 비용 편익분석이 이용되고 있으며 「교통시설 투자평가지침(국토해양부, 2011)」에서도 경제적 타당성 평가를 위한 분석자료로 순현재가치(Net Present Value), 편익·비용비(Benefit cost Ratio), 내부수익률(Internal Rate of Return)을 제시하고 있으므로 본 분석에서도 이를 준용함.

2. 평가방법

2.1 편익/비용 분석

- 일정한 할인율을 적용하여 현재가치화한 비용과 편익을 산출한 후, 비용에 대한 편익 비율을 적용하여 사업의 경제적 타당성을 판단하는 방법이며, 일반적으로 어떤 사업에 대한 B/C비율을 분석한 결과 값이 1보다 크면 그 사업은 경제적 타당성이 있다고 판단할 수 있음.

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+d)^t}}$$

B_t : t시점의 편익, C_t : t시점의 비용, r : 할인율

n : 교통사업의 내구연도(분석기간)

2.2 순현재가치

- 사업을 시행함으로써 발생하는 편익의 총합에서 비용의 총합을 뺀 순편익을 기준년의 현재가치로 할인하여 환산한 값으로 단위는 화폐가치이며, 순현재가치가 양(+)의 값으로 분석되면, 사업의 경제적 타당성이 있는 것으로 판단할 수 있음.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+d)^t}$$

2.3 내부수익률

- 편익과 비용의 현재가치가 동일하게 되는($B/C = 1$, $NPV = 0$) 시기의 할인율, 즉 경제적으로 손익분기를 나타내는 수익률을 의미하며, 내부수익률의 값이 경제성 분석에서 사용한 할인율보다 크게 되면, 사업의 경제적 타당성이 있는 것으로 판단할 수 있음.

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+d)^t} \text{의 값이 } 0 \text{이 되는 시기의 할인율}$$

3. 경제성 분석의 주요 전제

3.1 기준연도 및 기준가격

- 경제성 분석은 분석을 시행하는 시점의 전연도를 평가의 기준연도로 정의하여 편익과 비용을 추정하는 것이 일반적임. 따라서 본 분석에서는 기준연도를 2010년으로 설정하여 편익과 비용을 추정하였음.
- 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서는 편익산정 원단위를 2009년 기준으로 제시하고 있음. 따라서 2009년 기준에서 소비자물가지수를 적용하여 2010년 기준 편익으로 환산하는 것이 바람직한 것으로 판단됨. 본 연구에서는 2009년 대비 2010년 소비자 물가지수 증가율 1.029로 편익을 보정하여 2010년 기준 편익으로 환산하였음.

3.2 할인율

- 본 분석에서 경제성 분석을 위한 실질할인율은 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시한 5.5%를 적용하는 것을 원칙으로 함.

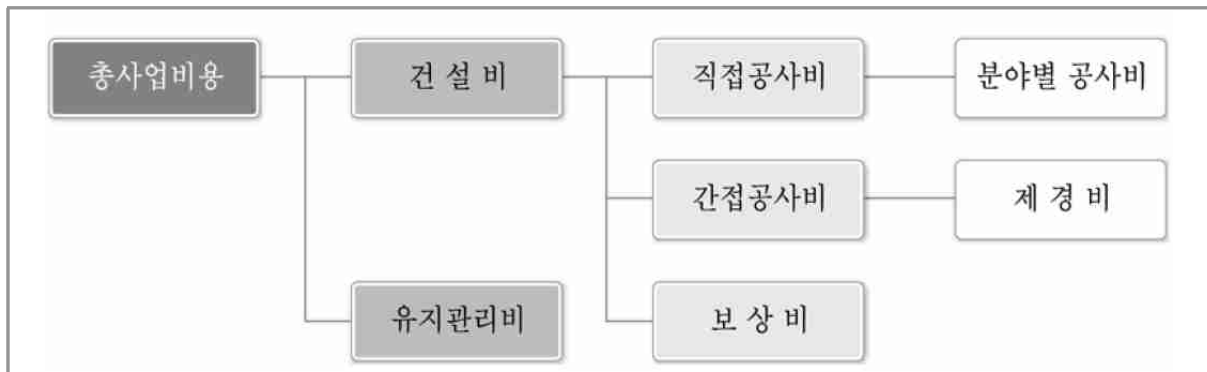
3.3 경제성 분석 전제

- 경제성 분석의 평가기간은 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시한 30년으로 설정하였으며, 교통수요의 예측결과가 분석기간 전체에 걸쳐 5년 단위로 산출되므로 실제 교통수요예측 결과가 산출되지 않는 중간년도에 대해서는 보간법을 이용하였음.
- 기본적으로 운영방식에 따라 전차종 운행(시나리오 1)과 소형차 전용 운행(시나리오 2)의 경제성을 분석하였음.

4. 비용추정

4.1 비용의 유형

- 비용은 공사비, 용지보상비로 구성되는 건설비와 유지, 관리, 보수비용을 포함하고 제세공과금이 제외된 유지관리비로 크게 구분됨.
- 건설비는 공사비와 용지보상비로 구분되며, 공사비는 해당사업의 초기에 투자되는 비용으로 설계 및 감리비, 토공비, 배수공비, 구조물공비, 포장공비, 접속 및 부대공비, 제경비 및 예비비로 구분되며, 용지보상비는 용지구입비와 지장물보상비를 의미함.
- 유지관리비는 도로개통 후 자동차가 쾌적하고 안전하게 주행할 수 있도록 시설을 유지, 관리, 보수하는데 소요되는 비용을 말하며, 예비비는 사업비 산출 오차에 따른 영향을 최소화하기 위해 책정된 비용을 말함.



【 교통투자사업 시행시 비용의 유형 】

【 교통투자사업의 사업비 내용 】

사업비 항목			사업비 내용	
총 사 업 비	건설비	직접 공사비	토목	· 교통시설의 기초 토목공사 및 구조물
			건축	· 정거장, 휴게소, 영업소 등 교통관련 건축시설
			시설, 설비	· 부문별 교통시설의 설비 구입 및 설치비
			시스템	· 교통시설 운영 및 관리를 위한 시스템
		간접공사비		· 설계비, 감리비, 조사비, 측량비 · 간접노무비 및 보험료, 예비비
		보상비	용지매입비	· 사업구간 용지매입에 소요되는 비용
			주요보상비	· 지장물보상비, 지하보상비, 어업보상비, 기타 관계법령에 의한 보상항목
		유지 관리비	시설운영비	
	유지보수비		· 관련시설 유지보수비 및 개량비 · 시스템보수 및 교체비	

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

4.2 비용산출

- 비용은 공사비, 용지보상비, 유지관리비를 합한 금액을 산정하는데 세금을 제외한 경제적 비용을 경제성 분석시 적용하였음.

4.2.1 공사비

- 경제성 분석 시 사용되는 공사비는 상세기본계획 설계 및 단가산출에 의해 산정된 공사비를 반영하였음.
- 설계 및 감리비는 기본 및 실시설계와 감리비등을 포함한 비용으로 산출된 공사비 비율에 의한 설계용역비자료를 기준으로 비교별 순공사비에 대한 엔지니어링사업 대가기준의 건설부문 요율을 적용하여 사업비 산출에 반영하였음.
- 제경비와 예비비는 순공사비 산정에 포함되어 있어 이를 별도로 고려하지 않았음.

4.2.2 용지보상비

- 용지보상비는 도로사업을 위하여 토지 또는 시설물을 수용할 경우 지불해야하는 수용비와 이주비 등을 말함.
- 본 과업노선은 지하 20m 이상의 지하공간에 건설되는 노선으로, 기존의 동부간선도로 구간 및 한강구간, 간선도로(양재대로) 구간을 따라 건설되기 때문에 일반적인 도로 사업과 상이하게 용지보상비가 극히 적게 발생하며, 현 시점에서 정확한 용지보상비의 산정이 어려워 본 과업에서는 건설비 산정 시 용지보상비를 제외하였음.

【 건설비 산정 내역 】

(단위: 억원)

건설비 내용	전차종 운영시	소형차 전용 운영시	비 고
공 사 비	19,500	17,000	분야별 직접공사비 및 측량조사비, 제경비, 예비비 포함
기 본 설 계 비	251	220	-
실 시 설 계 비	511	445	-
감 리 비	228	199	-
용 지 보 상 비	-	-	미반영
총 건 설 비	20,490	17,864	-

4.2.3 연차별 투자계획

- 본 과업의 연차별 투자계획은 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시하고 있는 공사비 연차별 투입률을 이용하여 대안별 연차별 투자계획을 수립하였음.
- 건설비의 경우 공사기간 7년 기준의 연차별 투입률을 적용하였으며 초기연도부터 7년 동안 각각 5%, 15%, 20%, 20%, 20%, 15%, 5%를 적용하였음.

【 공사비 연차별 투입률(7년 공사 기준) 】

(단위: %)

구 분	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년	계
투 입 률	5	15	20	20	20	15	5	100

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

4.2.4 유지관리비 산정

- 도로사업의 유지관리비는 이용교통량, 도로의 지형적 여건, 포장설계시의 계획 공용기간 및 경과연수에 따라 다르며, 도로의 중요성에 따라 어느 정도의 서비스수준을 유지하느냐에 따라 다르게 나타남.
- 본 과업에서는 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시된 연차별 고속도로 표준유지관리비 투입액을 기초로 하여 산출하되, 과업노선이 도시지역에 존재하고 도로의 기능적 위계적 규모적 특징이 국도와 유사하므로 지침에서 제시한 국도기준의 비율을 적용하여 유지관리비를 산출하였음.
- 단, 유지관리비를 구성하는 항목 중 수선유지비의 변동비는 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 “서울시 터널 유지보수비” 산정식을 제공하고 있음으로 이를 적용하여 산출하였음.
- 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시하고 있는 유지관리비 산출기준은 기존의 도로체계, 즉 전차종 운영에 대한 유지관리비이기 때문에 소형차 전용으로 운영될 경우의 특성(과업노선의 규모 축소, 중차량에 의한 도로파손 감소 등)을 고려하여 전차종 운영 기준의 유지관리비에 80%를 적용하여 유지관리비를 산출하였음.

【 대안별 연차별 투자계획 】

(단위: 억원/년)

연도	전차종 운영 시				소형차 전용 운영 시			
	공사비	설계/ 감리비	유지 관리비	비용소계	공사비	설계/ 감리비	유지 관리비	비용소계
2012		207.8		207.8		181.4		181.4
2013		484.9		484.9		423.2		423.2
2014	886.4	10.4		896.8	772.7	9.1		781.8
2015	2,659.1	31.1		2,690.2	2,318.2	27.1		2,345.3
2016	3,545.5	41.5		3,587.0	3,090.9	36.2		3,127.1
2017	3,545.5	41.5		3,587.0	3,090.9	36.2		3,127.1
2018	3,545.5	41.5		3,587.0	3,090.9	36.2		3,127.1
2019	2,659.1	31.1		2,690.2	2,318.2	27.1		2,345.3
2020	886.4	10.4		896.8	772.7	9.1		781.8
2021			16.4	16.4			13.1	13.1
2022			17.1	17.1			13.7	13.7
2023			17.5	17.5			14.0	14.0
2024			24.1	24.1			19.2	19.2
2025			34.2	34.2			27.4	27.4
2026			42.5	42.5			34.0	34.0
2027			49.6	49.6			39.7	39.7
2028			55.7	55.7			44.5	44.5
2029			61.0	61.0			48.8	48.8
2030			65.8	65.8			52.7	52.7
2031			70.2	70.2			56.1	56.1
2032			74.1	74.1			59.3	59.3
2033			77.8	77.8			62.2	62.2
2034			81.2	81.2			64.9	64.9
2035			84.3	84.3			67.5	67.5
2036			87.3	87.3			69.8	69.8
2037			90.0	90.0			72.0	72.0
2038			92.6	92.6			74.1	74.1
2039			95.1	95.1			76.1	76.1
2040			97.4	97.4			77.9	77.9
2041			99.7	99.7			79.7	79.7
2042			101.8	101.8			81.4	81.4
2043			103.8	103.8			83.0	83.0
2044			105.7	105.7			84.6	84.6
2045			107.6	107.6			86.1	86.1
2046			109.4	109.4			87.5	87.5
2047			111.1	111.1			88.9	88.9
2048			112.8	112.8			90.2	90.2
2049			114.4	114.4			91.5	91.5
2050			115.9	115.9			92.7	92.7
합계	17,727.5	900.2	2,315.9	20,943.6	15,454.5	785.6	1,852.7	18,092.8

5. 편익추정

5.1 편익추정 개요

- 도로사업 시행시 교통시설 이용자들에게 발생하는 편익으로 차량운행비용 절감, 통행시간 절감, 교통사고 감소, 쾌적성 증가, 정시성 향상, 안정성 향상 등을 들 수 있음. 이 가운데 차량운행비용 절감, 통행시간 절감, 교통사고 감소 등의 편익을 화폐가치화 작업은 비교적 용이하나, 교통의 쾌적성, 정시성, 안정성 향상 등의 효과는 개인별 주관적 만족에 따라 가치가 달라질 수 있기 때문에 화폐가치화 하는데 어려움이 수반됨.
- 간접편익은 도로사업 시행시 교통시설 이용에 관계없이 모든 사람에게 발생하는 파급효과임. 간접편익 가운데 환경비용 절감 편익의 경우 대기오염, 소음 등 일부 항목을 계량화하는 연구 성과가 축적되어 비용편익분석에 반영할 수 있음. 그러나 지역개발, 시장권 확대, 산업구조 개편 효과 등이 실현되기 위해서는 도로사업 이외의 분야에 대한 투자가 병행되어야 하기 때문에 계량화에 어려움이 따르고, 투자의 구축효과(crowding out effects) 등으로 비용편익분석의 편익으로 직접 산정하는 데는 논란의 여지가 있어 편익항목에는 포함하지 않음.
- 따라서 본 분석에서의 편익 항목으로는 직·간접적인 편익 중 계량화가 가능한 차량운행비 절감과 통행시간 절감, 교통사고 저감 편익 및 환경비용 절감을 고려하였음.
- 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에 제시된 편익가치의 기준년도는 2009년 기준자료이므로 소비자 물가지수 1.029을 적용하여 2010년으로 환산하여 적용하였음.

【 평가항목별 계량화 방안 】

구 분	평가항목	계량화방안	화폐가치화
직 접 편 익	차량운행비절감	운행비용	운행비용
	운행시간 단축	시간의 화폐가치화	화폐가치화
	교통사고건수 감소	재산피해액 및 보상비	화폐가치화
	대기오염 발생량 감소	대기오염비용	화폐가치화
	차량소음 발생량 감소	소음피해 비율	화폐가치화
간 접 편 익	지역개발효과	지가, 소득증대	곤란
	시장권의 확대	지가상승	곤란
	지역산업구조개편	지역, 소득증대	곤란

5.2 항목별 편익 산출방법

5.2.1 차량운행비용 절감 편익

- 차량운행비는 통상 고정비와 변동비로 구분되며, 고정비는 차량의 감가상각비, 운전원 및 보조원의 임금, 보험료 및 차량검사료로, 변동비는 연료비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 차량유지 수선비 등으로 구분함.
- 차량운행비용은 링크를 기반으로 한 통행배정 작업의 결과로 산출된 링크의 주행속도와 교통량을 이용하여 주행속도에 따른 차량운행비 원단위를 적용하여 산출함. 단, 고속도로의 주행속도는 통행료를 제외한 순수한 통행시간을 토대로 재산정하여 분석을 수행하였음.
- 분석 도로망에 부하된 각 링크의 차종별 교통량과 길이를 곱한 결과는 링크 평균속도에 기초한 차종별 차량운행비 원단위와 곱하여 개별 링크의 차량운행비를 산출하였으며, 차량 편익 산정을 위한 차종별 속도의 구분은 없는 것으로 전제하여 분석하였음. 분석 각 년도의 차량 운행비 절감 편익(VOCS)계산은 다음과 같음.

$$VOCS = VOC_{\text{사업미시행}} - VOC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{kl} \times VT_k \times 365)$$

D_{kl} = 링크 l 의 차종별 대 · km

VT_k = 해당속도에 따른 차종별 차량운행비용

k = 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

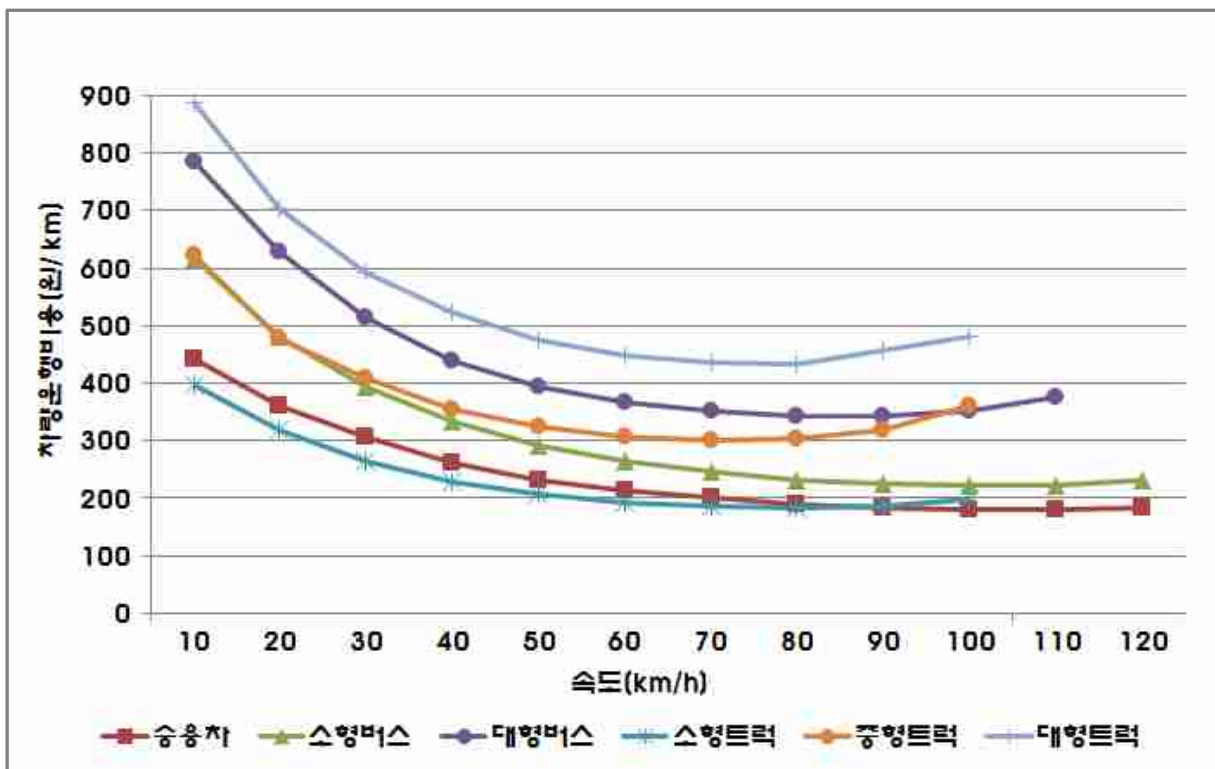
- 총 운행비용(VOC)은 운행비와 관련된 항목별로 산출하며 유류비용을 포함한 모든 차량관련비용 항목의 소모량 혹은 소모율에 단위가격을 곱하여 산출한 후 이들을 모두 합산함.
- 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시된 속도 · 차종별 차량운행비용은 2009년 기준자료이므로 소비자 물가지수 1.029을 적용하여 2010년으로 환산하여 적용하였음.

【 속도 · 차종별 차량운행비용(2010년 기준) 】

(단위: 원/km)

속도(km/h)	승용차	소형버스	중형버스	소형화물차	중형화물차	대형화물차
10	443.32	615.66	784.96	397.53	622.35	887.52
20	360.48	481.48	627.61	317.84	479.36	703.19
30	306.48	393.83	515.58	265.41	408.69	593.96
40	262.27	332.43	439.15	229.37	355.1	524.04
50	229.98	292.87	392.87	207.49	324.72	474.18
60	212.56	265.49	365.81	193.48	306.85	447.99
70	200.41	246.29	351.32	185.55	300.21	434.83
80	188.11	231.53	344.06	182.22	303.07	433.23
90	182.2	223.88	342.14	185.73	319.03	456.22
100	179.95	221.09	352.04	196.74	359.63	482.15
110	180.46	222.02	376.36			
120	183.26	232.82				

주 : 2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용
 자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부



【 차종별 주행속도에 따른 차량운행비 변화 】

5.2.2 통행시간 절감 편익

- 차량속도가 향상되면 운전자 및 승객의 통행시간은 절감되어 다른 목적에 시간을 사용할 수 있는 반면, 교통혼잡으로 차량속도가 낮아지면 운전자 및 승객에게는 더 많은 통행시간이 소요됨. 통행시간은 통행목적에 따라 그 가치가 달라지며, 외국의 경우 대부분 업무통행과 비업무통행으로 구분하고 있음.
- 「교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2011」 중 소비자 물가지수를 이용하여 2010년으로 환산하여 차종별 시간가치를 다음과 같이 제시하였음.

【 차종별 1대당 통행시간가치(2010년 기준): 수도권 】

(단위: 원/km)

구 분	승용차(택시포함)		버스			트럭
	업무	비업무	업무 (운전자)	업무	비업무	업무 (운전자)
재차인원 (인)	0.226	1.104	1	0.509	12.711	1
시간가치 ¹⁾ (원/인)	20,728	6,757	15,468	20,728	2,881	14,997
차량당시간가치 (원/대)	12,145		62,642			14,997

주 : 2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

- 통행배정 작업의 결과로 산출된 링크의 통행시간과 차종별 교통량의 곱을 이용하여 도로부문 총 통행시간을 산출하며, 사업미시행시와 사업시행시에 대해 수단별로 산출된 총 통행시간은 각기 다른 시간가치를 적용하여 총 통행시간을 산출 후 비교된 차액을 통행시간 절감 편익으로 산출하였음.

$$VOTS = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOT = \left\{ \sum_l \sum_{k=1}^3 (T_{kl} \times P_k \times Q_{kl}) \right\} \times 365$$

T_{kl} = 링크 l 의 차종별 통행시간

P_k = 차종별 시간가치

Q_{kl} = 링크 l 의 차종별 통행량

k = 차종 (1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

5.2.3 교통사고 절감 편익

- 교통사고비용은 교통사고로 발생하는 모든 경제적 손실을 화폐적 가치로 환산한 것임. 경제적 손실에는 교통사고로 인해 개인 및 사회전체에 발생하는 손실까지 포함해야 함. 도로상의 교통사고 감소에 따른 편익을 추정하기 위해서는 도로 유형별로 교통사고 발생현황을 살펴보고, 교통사고 유형별로 가치가 산정되어야 함. 도로교통사고의 직접적인 손실비용, 교통처리비용과 PGS(Pain, Grief and Suffering)비용의 합을 교통사고비용으로 정의함. 피해종별 교통사고 비용은 「교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2011」에서 2009년 기준자료이므로 소비자 물가지수를 적용하여 2010년으로 보정하여 적용하였음.

【 피해종별 교통사고 비용(2010년 기준) 】

(단위: 만원/인, 만원/건)

구분	사망	부상	차량	대물
인적피해비용	46,073	365	-	-
물적피해비용	11,944	1,394	101	118
사회기관비용	169	130	13	13
계	58,186	1,889	114	132

주: PGS((Pain, Grief and Suffering)비용을 포함한 것임

2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

【 도로유형별 교통사고 사상자수 】

(단위: 인/억대km, 건/억대km)

구분	사망	부상	차량	대물
고속도로	0.76	17.33	110.75	73.06
도시고속	0.76	17.33	110.75	73.06
일반도로	3.21	117.22	1056.69	696.75
지방도	3.12	104.06	1042.49	686.13

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

- 본 분석에서는 현실적인 제약상 교통사고의 객관적인 손실의 항목은 교통사고로 인하여 발생하는 사망 및 부상 피해만을 포함함. 사망과 부상의 경제적 비용은 2010년 기준 교통사고 비용을 적용하고, 도로유형별 발생건수는 도로유형별 억대-km당 사고 발생건수를 기준으로 분석하였음.

- 구축된 도로망의 링크 통행배정결과를 이용하여 도로등급별로 구분하고, 사업 시행과 사업 미시행의 억대-km를 산출, 그 차이를 활용하여 교통사고 감소편익을 산출하였음.

$$VICS = VIC_{\text{사업미시행}} - VIC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VIC = \sum_{t=1}^3 \left[\sum_{s=1}^2 (A_{ts} \times P_s \times VL_t) + \sum_{a=1}^2 (M_{ta} \times P_a \times VL_t) \right]$$

A_{ts} = 도로유형별·사고유형별 1억대 · km당 교통사고 사상자수

M_{ta} = 도로유형별·사고유형별 1억대 · km당 교통사고 물적피해 건수

P_s = 인적사고유형별 사고비용

P_a = 물적사고유형별 사고비용

VL_t = 연간 도로유형별 억대 · km

s = 인적사고유형 (1: 사망, 2: 부상)

a = 물적사고유형 (1: 차량피해, 2: 대물피해)

t = 도로유형 (1: 고속도로, 2: 국도, 3: 지방도)

5.2.4 환경비용 절감 편익

- 교통부문 사업에 따른 환경영향으로는 대기오염, 수질오염, 소음, 진동, 지반침하, 식물 및 동물 등 생태계 영향, 경관변화, 지구온난화 등을 들 수 있음. 그러나 이러한 환경영향의 정도 자체를 파악하는 것이 어려우며 엄밀하게 영향을 파악한다고 해도 이를 경제적 가치로 환산하는 것은 보다 많은 불확실성을 내포하기 때문임. 따라서 이 중에서도 비교적 영향의 정도가 크고 환경영향에 대한 평가 및 가치화가 용이한 대기오염과 소음발생에 초점을 맞추어 환경비용을 추정하였음.
- 일반적으로 교통시설사업 시행으로 인한 물질 단위당 환경피해비용 산출, 사업시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하여 이에 오염물질별 환경피해비용 원단위를 곱하여 화폐 가치화하는 것임.

가. 대기오염 및 온실가스 편익

- 대기오염은 자동차와 디젤열차의 배출가스에 의해 발생함. 대기오염 피해원으로는 통상 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO₂), 탄화수소(HC), 질소산화물(NO_x) 및 미세먼지(PM) 등이 포함됨. 이들 오염물질의 배출량은 차량의 종류와 성능, 주행상태, 정비상태, 사용연료, 교통 및 도로조건 등에 크게 영향을 받으므로 주행여건 개선시 대기오염을 저감시킬 수 있을 것으로 예상됨.

- 또한 온실가스의 경우 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFC_s), 과불화탄소(PFC_s), 그리고 육불화황(SF_6) 등이 있으나, 교통수단이용과 관련한 온실가스는 이산화탄소(CO_2)만 해당되므로, 이산화탄소(CO_2)만 반영함.
- 이러한 대기오염절감에 대한 사회적 편익을 계량화하기 위해서는 오염물질 단위당 발생하는 환경비용인 화폐평가원단위를 산출하는 작업이 필수적으로 요구됨. 화폐평가원단위를 추정하는 과정에서 유지비용법을 사용할 경우 환경질을 일정 수준으로 유지시켜 줄 수 있는 차종별 오염저감기술을 선정하고 이를 장착, 운영하는데 소요되는 비용 등에 대한 구체적인 자료가 필요함. 따라서 본 분석에서는 앞에서 기술한 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO_2), 탄화수소(HC), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM) 및 이산화탄소(CO_2)에 대한 원단위를 「교통시설 투자평가지침(2011.11, 국토해양부)」 중 소비자 물가지수를 이용하여 2010년으로 환산하여 사용함.

【 대기오염 비용 원단위(2010년 기준) 】

(단위: 원/kg)

구 분	CO	HC(VOC)	NO _x	PM		CO ₂
				도시부	비도시부	
원 단 위	10,728	12,468	12,910	866,867	80,045	166

주 : 2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

- 대기오염절감 및 온실가스 저감편익은 차종별·속도별 대기오염 및 온실가스 비용을 이용하여 다음과 식과 같이 산출하였음.

$$VOPCS = VOPC_{\text{사업미시행}} - VOPC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOPC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{lk} \times VT_k \times 365)$$

D_{lk} : 링크별(l), 차종별(k) 대·km



VT_k : 차종별(k) 해당링크 주행속도의 km당 대기오염 및 온실가스비용

k : 차종(1=승용차, 2=버스, 3=화물차)

- 여기서, 차종별·속도별 대기오염 및 온실가스 비용(VT_k)은 위에서 산출한 대기오염 비용 원단위와 차종별·속도별 대기오염 및 온실가스 배출계수를 이용하여 산출함.

- 동부간선 지하화 구간은 터널과 같이 폐쇄적 구조이기 때문에 차량이 주행하며 배출하는 대기오염물질을 집진하여 처리하는 시설이 포함됨.
- 이와 같은 대기오염 저감시설은 대기오염물질 중 환경적 악영향이 특히 심한 질소산화물(NOx)과 미세먼지(PM)을 90% 이상 제거하는 효율을 가지고 있음.
- 이에 따라 지하도로의 차종별·속도별 대기오염 비용은 지상도로의 비용보다 감소할 것으로 예상되므로 이를 고려하여 지하도로의 대기오염 및 온실가스 비용을 새로이 산출하여 적용하였음.

【 지하도로 대기오염물질 저감시설 】

구분	전기집진기(습식세정)	Twin System(전기집진기+탈질설비)
기 본 원 리	<ul style="list-style-type: none"> • 터널 내부에서 발생된 분진 및 매연입자를 축류팬에 의해 집진실로 유인 후 고압 대전부에서 통과하는 입자에 전하를 가하고 집진부에서 대전된 분진을 포집하는 원리임 • 고압 전원을 사용하여 적당한 고압의 전계를 형성하여, 이 전계에 Corona방전을 이용하여 공기 중의 미세입자에 전하를 주어 대전된 입자를 Coulomb력에 의해 집진극판에서 포집 운전함 	<ul style="list-style-type: none"> • 터널 내의 입자상 물질인 매연과 미세분진을 제거하기 위한 1차 전기집진기와 가스상 물질인 NOx(질소산화물)을 흡착, 제거하기 위한 2차 탈질장치가 결합되어 축류팬에 의해 유인되어 처리되는 대기정화시스템임 • 고압 전원을 이용한 전기집진기와 활성탄계열의 흡착재를 사용, NOx(질소산화물)을 흡착하며 재생액을 통해 현지 분해 및 재생이 상온상압하에서 가능함
설 치 사 진		
장 점	<ul style="list-style-type: none"> • 터널/지하차도 내 자동차 매연과 미세입자의 제거로 가시거리 개선과 주변환경 오염 개선에 최적설비임 • 성능이 우수하며 0.1μm이하의 미세한 입자까지도 포집이 가능하며 90% 이상의 높은 처리효율과 대 풍량이 처리가 가능함. • 2계열(기본구성)로 나누어져 있어 1계열고장 발생 시에도 다른 1계열 작동으로 대체할 수 있음 • 세정과 수처리설비가 최적화 구성되어 있으며 세정오수의 가압여과처리로 처리수 방류 및 케이크화함 • 범용화된 진보기술과 가장 많은 적용 실적임. 	<ul style="list-style-type: none"> • 미세분진(매연포함)과 NOx(질소산화물)의 터널 및 인근지역 보건과 대기환경측면 억제, 동시대응이 가능함 (대기오염규제물질의 배출기준 강화) • 일본 동경(東京)과 같은 대도시를 중심으로 도로지하화 추세에 본격적인 적용과 운용이 실례임(수도고속도로 중앙환상선신주쿠선 12km구간) • 성능이 가장 우수하며 90% 이상의 높은 집진효율(처리풍속 9m/sec 시)과 90%이상의 높은 NOx제거효율을 갖음
단 점	<ul style="list-style-type: none"> • 초기투자비가 비교적 높음 • 화재 시를 대비한 별도의 Bypass용 댐퍼를 구성 • 집진기 수세정용 용수의 공급이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 초기투자비가 매우 높음 • 대규모 장대 터널 및 지하차도 적용에 적합함 • 화재 시를 대비한 별도의 Bypass용 댐퍼를 구성 • 집진기 극판 수세정용 용수와 탈질용 재생액의공급이 필요함 • 집진 및 탈질용 보조기계실 설치면적이 추가필요
공 급 실 적	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 8개 터널(Bypass식) 및 지하차도 • 일본 50여개 터널 및 환기소 다수 설치 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 일본 이타바시상생육교 고가도로 • 일본 중앙환상선신주쿠선 9개 환기소 설치 운영

- 지하도로의 차종별·주행속도별 대기오염비용(VT_k)은 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM)가 90% 제거됨을 가정하여 지상구간의 비용 대비 10% 비용을 적용하여 산출함.

【 속도·차종별 대기오염비용(2010년 기준): 지상도로 】

(단위: 원/km)

차종	속도 (km/h)	CO	NO _x	HC	PM		CO ₂	합계	
					도시	비도시		도시	비도시
승용차	10	34.111	8.145	7.838	21.675	1.999	57.696	129.469	109.794
	20	21.599	5.025	5.458	16.470	1.523	38.542	87.095	72.148
	30	17.730	3.798	4.834	14.735	1.365	30.437	71.533	58.162
	40	15.877	3.121	4.559	13.000	1.206	25.742	62.300	50.505
	50	15.003	2.697	4.411	12.133	1.121	22.609	56.851	45.839
	60	14.488	2.391	4.327	11.265	1.037	20.328	52.803	42.574
	70	14.180	2.274	4.263	11.265	1.037	19.676	51.653	41.423
	80	13.933	2.295	4.210	10.398	0.963	20.085	50.920	41.484
	90	13.747	2.348	4.189	10.398	0.963	21.247	51.934	42.499
	100	13.593	2.412	4.167	9.531	0.878	23.151	52.855	44.202
소형버스	10	15.672	17.242	3.237	136.970	12.652	87.867	260.989	136.672
	20	10.650	11.308	1.947	99.688	9.203	58.117	181.712	91.227
	30	8.589	8.843	1.460	83.218	7.680	45.639	147.750	72.211
	40	7.394	7.426	1.196	73.687	6.802	38.442	128.144	61.259
	50	6.601	6.484	1.026	66.748	6.167	33.648	114.507	53.926
	60	6.008	5.807	0.899	61.543	5.680	30.183	104.440	48.578
	70	5.554	6.114	0.815	58.084	5.363	29.507	100.074	47.353
	80	5.205	6.558	0.741	54.615	5.046	30.194	97.312	47.743
	90	4.898	7.151	0.687	52.013	4.802	32.164	96.913	49.703
	100	4.654	7.902	0.635	50.278	4.644	35.419	98.888	53.254
대형버스	10	71.557	141.199	35.922	234.921	21.695	334.487	818.086	604.867
	20	47.138	108.179	25.632	178.573	16.492	245.499	605.019	442.943
	30	37.065	91.903	20.436	151.705	14.006	199.698	500.802	363.103
	40	31.302	81.367	16.937	136.096	12.567	172.625	438.325	314.792
	50	27.495	73.708	14.313	123.964	11.446	155.544	395.018	282.502
	60	24.737	67.752	12.255	115.289	10.642	144.575	364.625	259.977
	70	22.648	62.930	10.599	109.228	10.081	137.845	343.253	244.099
	80	20.992	58.931	9.234	103.157	9.520	134.346	326.658	233.017
	90	19.623	55.535	8.102	98.821	9.129	133.626	315.710	226.020
	100	18.481	52.605	7.172	94.484	8.727	135.612	308.351	222.593

자료 : 교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2011

주 : 2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용

【 표계속 】

(단위: 원/km)

차 종	속도 (km/h)	CO	NOx	HC	PM		CO2	합계	
					도시	비도시		도시	비도시
소 형 트 럭	10	10.815	18.670	2.052	122.235	11.287	83.240	237.003	126.063
	20	7.088	11.911	1.396	84.086	7.764	62.490	166.971	90.650
	30	5.543	9.150	1.110	67.616	6.241	52.836	136.255	74.880
	40	4.654	7.606	0.931	58.084	5.363	46.912	118.188	65.466
	50	4.062	6.569	0.825	52.013	4.802	42.771	106.240	59.030
	60	3.639	5.850	0.751	46.808	4.326	39.671	96.719	54.238
	70	3.311	6.400	0.687	43.338	3.998	40.734	94.471	55.131
	80	3.047	7.257	0.635	39.880	3.681	43.790	94.607	58.409
	90	2.845	7.902	0.581	37.278	3.438	49.791	98.397	64.558
	100	2.666	8.336	0.561	35.543	3.279	58.749	105.852	73.589
중 형 트 럭	10	59.713	98.599	29.357	412.629	38.103	181.989	782.289	407.762
	20	38.238	65.785	18.203	294.736	27.217	123.243	540.212	272.695
	30	29.460	51.917	13.758	242.721	22.415	98.552	436.417	216.111
	40	24.480	43.889	11.288	211.521	19.527	86.262	377.435	185.446
	50	21.208	38.536	9.679	189.851	17.528	80.305	339.575	167.254
	60	18.872	34.633	8.526	173.376	16.005	78.589	313.995	156.624
	70	17.092	31.650	7.669	161.244	14.883	80.582	298.238	151.880
	80	15.692	29.290	6.992	150.831	13.932	86.904	289.708	152.807
	90	14.529	27.345	6.463	143.041	13.212	99.814	291.194	161.368
	100	13.583	25.704	5.998	136.096	12.567	125.878	307.261	183.728
대 형 트 럭	10	80.818	242.196	32.362	703.033	64.918	324.742	1383.15	745.037
	20	57.212	186.043	20.765	514.922	47.549	245.756	1024.71	557.337
	30	46.747	159.444	16.001	429.103	39.626	205.039	856.338	466.857
	40	40.501	142.918	13.315	377.087	34.823	181.711	755.545	413.277
	50	36.241	131.270	11.545	340.681	31.460	168.139	687.875	378.651
	60	33.093	122.482	10.271	313.814	28.974	161.028	640.686	355.849
	70	30.644	115.505	9.298	293.008	27.059	158.960	607.410	341.463
	80	28.668	109.784	8.537	275.669	25.451	161.553	584.201	333.983
	90	27.042	104.968	7.912	261.798	24.171	169.281	570.995	333.365
	100	25.653	100.852	7.405	249.656	23.050	183.728	567.292	340.692

자료 : 교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2011

주: 2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용

【 속도 · 차종별 대기오염비용(2010년 기준): 지하도로 】

(단위: 원/km)

차종	속도 (km/h)	CO	NOx	HC	PM		CO2	합계	
					도시	비도시		도시	비도시
승용차	10	34.111	0.815	7.838	2.167	0.200	57.696	102.627	100.660
	20	21.599	0.502	5.458	1.647	0.152	38.542	67.748	66.254
	30	17.730	0.380	4.834	1.474	0.136	30.437	54.854	53.517
	40	15.877	0.312	4.559	1.300	0.121	25.742	47.792	46.612
	50	15.003	0.270	4.411	1.213	0.112	22.609	43.506	42.405
	60	14.488	0.239	4.327	1.127	0.104	20.328	40.509	39.486
	70	14.180	0.227	4.263	1.127	0.104	19.676	39.472	38.449
	80	13.933	0.230	4.210	1.040	0.096	20.085	39.497	38.553
	90	13.747	0.235	4.189	1.040	0.096	21.247	40.458	39.514
	100	13.593	0.241	4.167	0.953	0.088	23.151	42.106	41.241
소형버스	10	15.672	1.724	3.237	13.697	1.265	87.867	122.197	109.766
	20	10.650	1.131	1.947	9.969	0.920	58.117	81.814	72.765
	30	8.589	0.884	1.460	8.322	0.768	45.639	64.895	57.341
	40	7.394	0.743	1.196	7.369	0.680	38.442	55.144	48.455
	50	6.601	0.648	1.026	6.675	0.617	33.648	48.598	42.540
	60	6.008	0.581	0.899	6.154	0.568	30.183	43.825	38.239
	70	5.554	0.611	0.815	5.808	0.536	29.507	42.295	37.023
	80	5.205	0.656	0.741	5.462	0.505	30.194	42.257	37.300
	90	4.898	0.715	0.687	5.201	0.480	32.164	43.666	38.945
	100	4.654	0.790	0.635	5.028	0.464	35.419	46.526	41.963
대형버스	10	71.557	14.120	35.922	23.492	2.170	334.487	479.578	458.255
	20	47.138	10.818	25.632	17.857	1.649	245.499	346.945	330.737
	30	37.065	9.190	20.436	15.171	1.401	199.698	281.559	267.789
	40	31.302	8.137	16.937	13.610	1.257	172.625	242.611	230.258
	50	27.495	7.371	14.313	12.396	1.145	155.544	217.119	205.867
	60	24.737	6.775	12.255	11.529	1.064	144.575	199.871	189.406
	70	22.648	6.293	10.599	10.923	1.008	137.845	188.308	178.393
	80	20.992	5.893	9.234	10.316	0.952	134.346	180.781	171.417
	90	19.623	5.554	8.102	9.882	0.913	133.626	176.787	167.818
	100	18.481	5.260	7.172	9.448	0.873	135.612	175.974	167.398

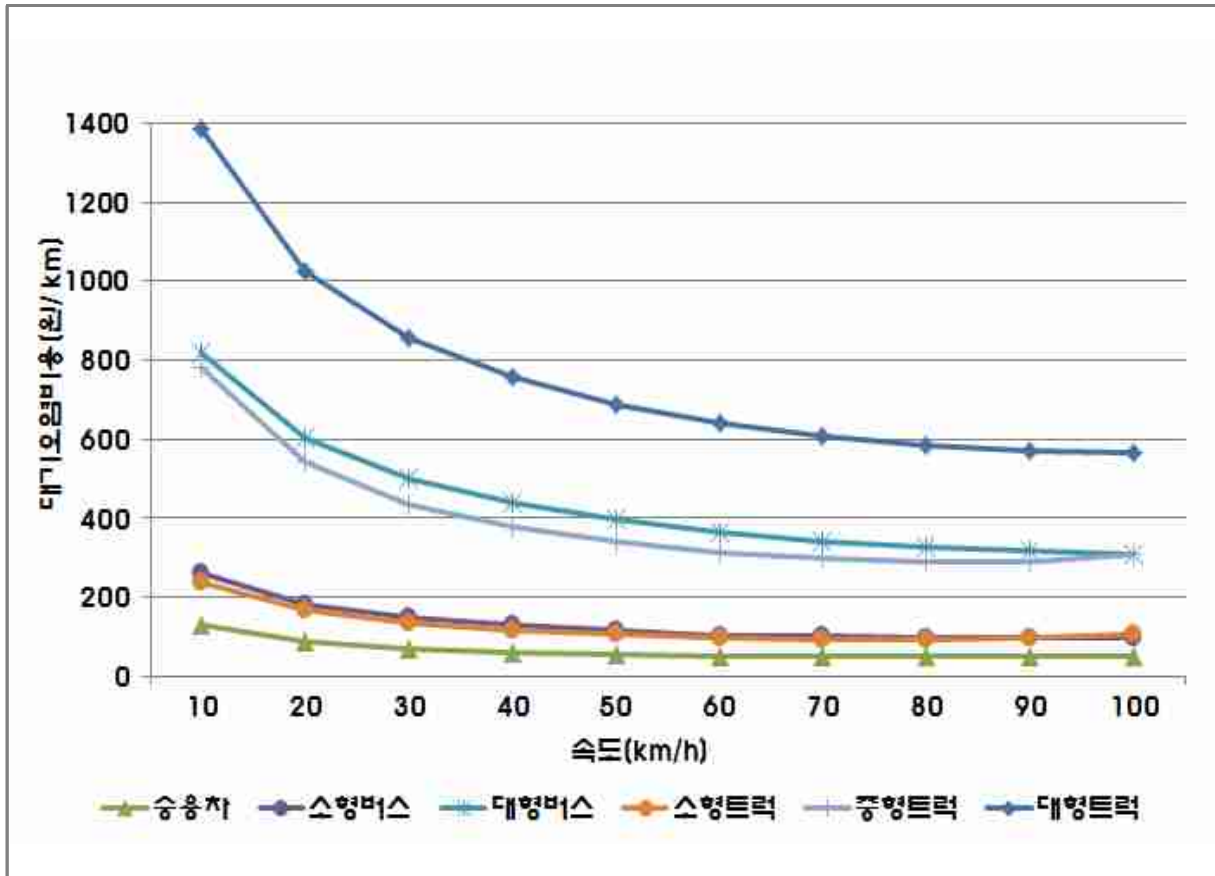
주: 지하도로의 질소산화물(NOx)과 미세먼지(PM)는 90% 제거율을 가정하여 지상구간 비용의 10% 비용을 적용함

【 표계속 】

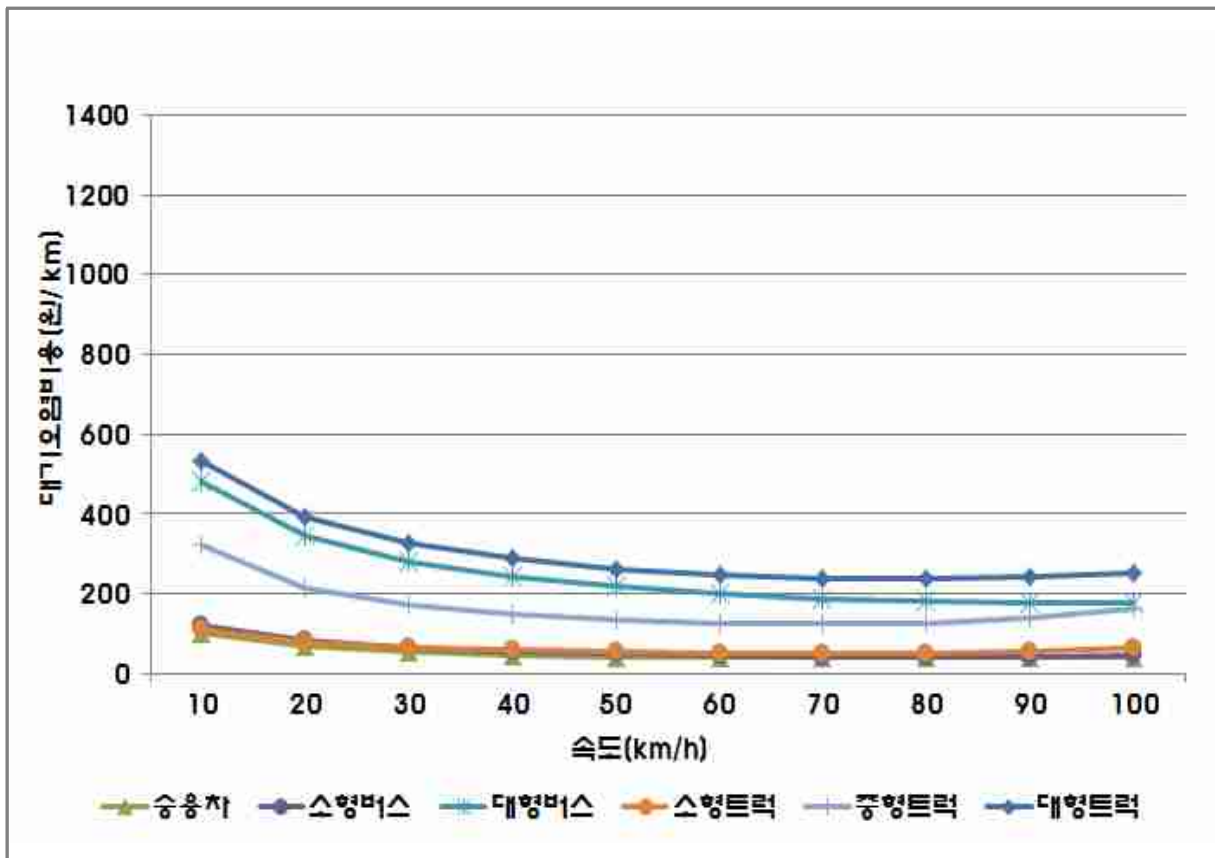
(단위: 원/km)

차종	속도 (km/h)	CO	NOx	HC	PM		CO2	합계	
					도시	비도시		도시	비도시
수형비전	10	10.815	1.867	2.052	12.223	1.129	83.240	110.197	99.102
	20	7.088	1.191	1.396	8.409	0.776	62.490	80.574	72.942
	30	5.543	0.915	1.110	6.762	0.624	52.836	67.166	61.029
	40	4.654	0.761	0.931	5.808	0.536	46.912	59.066	53.794
	50	4.062	0.657	0.825	5.201	0.480	42.771	53.517	48.796
	60	3.639	0.585	0.751	4.681	0.433	39.671	49.327	45.078
	70	3.311	0.640	0.687	4.334	0.400	40.734	49.707	45.773
	80	3.047	0.726	0.635	3.988	0.368	43.790	52.186	48.566
	90	2.845	0.790	0.581	3.728	0.344	49.791	57.736	54.352
	100	2.666	0.834	0.561	3.554	0.328	58.749	66.363	63.137
중형비전	10	59.713	9.860	29.357	41.263	3.810	181.989	322.182	284.729
	20	38.238	6.578	18.203	29.474	2.722	123.243	215.736	188.984
	30	29.460	5.192	13.758	24.272	2.241	98.552	171.234	149.204
	40	24.480	4.389	11.288	21.152	1.953	86.262	147.571	128.372
	50	21.208	3.854	9.679	18.985	1.753	80.305	134.030	116.798
	60	18.872	3.463	8.526	17.338	1.601	78.589	126.788	111.051
	70	17.092	3.165	7.669	16.124	1.488	80.582	124.632	109.996
	80	15.692	2.929	6.992	15.083	1.393	86.904	127.601	113.911
	90	14.529	2.734	6.463	14.304	1.321	99.814	137.845	124.862
	100	13.583	2.570	5.998	13.610	1.257	125.878	161.638	149.286
대형비전	10	80.818	24.220	32.362	70.303	6.492	324.742	532.445	468.633
	20	57.212	18.604	20.765	51.492	4.755	245.756	393.830	347.093
	30	46.747	15.944	16.001	42.910	3.963	205.039	326.642	287.694
	40	40.501	14.292	13.315	37.709	3.482	181.711	287.528	253.302
	50	36.241	13.127	11.545	34.068	3.146	168.139	263.120	232.198
	60	33.093	12.248	10.271	31.381	2.897	161.028	248.022	219.538
	70	30.644	11.551	9.298	29.301	2.706	158.960	239.753	213.158
	80	28.668	10.978	8.537	27.567	2.545	161.553	237.303	212.281
	90	27.042	10.497	7.912	26.180	2.417	169.281	240.912	217.149
	100	25.653	10.085	7.405	24.966	2.305	183.728	251.836	229.176

주: 지하도로의 질소산화물(NOx)과 미세먼지(PM)는 90% 제거율을 가정하여 지상구간 비용의 10% 비용을 적용함



【 차종별 주행속도에 따른 대기오염 비용 변화 (지상도로) : 도시부 】



【 차종별 주행속도에 따른 대기오염 비용 변화 (지하도로) : 도시부 】

나. 소음절감 편익

- 소음가치의 산정을 위해서는 사업 시행으로 인한 소음변화량과 단위 소음당 원단위에 대한 정보가 필요함. 지침에서는 사업 미시행시와 사업 시행시의 발생 소음도 차이를 구한 후, 유지비용법을 적용하여 단위소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용(방음벽 설치비용) 원단위를 곱해 사업 시행으로 인한 소음 영향을 화폐가치화 하도록 규정하고 있음.
- 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서는 한국도로공사에서 제안한 소음 예측식을 사용하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 예측식에 필요한 정보는 교통수요 예측에서 얻어진 자료를 사용함.
- 도로공사에서 제안한 소음예측식은 시간당 1,000대 이상의 차량이 60~120km/h의 속도로 주행하는 것을 가정하여 예측하고 있는데, 교통량은 구간별 교통분석 결과를 활용하여 적용함.

$$L_{eq} = PWL + 10 \log \left(\frac{1}{4 \times d \times s} \right) + \Delta L_i + a_i + ad$$

L_{eq} : 등가소음도(dB)

PWL : $73.4 + [20 \log V + 10 \log (a_1 + 3.8a_2)]$

a_1 = 소형차혼입율(승용차 통행 비율),

a_2 = 대형차혼입율(버스 및 트럭 통행 비율)

$a_1 + a_2 = 1$

$\Delta L_i, a_i, ad$: 도로교통 소음도의 보정치로서 '0'으로 처리

평균이격거리(d) : 음원에서 수음점까지의 거리(m) (도시부 27.9, 지방부 59.0 적용)

s : 평균차두간격 = $1,000 \times V/Q$,

V = 차량주행속도(km/hr),

Q = 평균교통량(대/hr)

- 본 과업구간은 지하 40여 미터 밑에서 구축되는 구간이므로 일반적인 지상도로 구축과 달리 차량 통행 및 밀집으로 인한 소음이 발생하지 않기 때문에 이를 고려한 소음도를 산출하였음.
- 지하도로의 지상부는 추가적인 소음을 발생시키지 않음으로 지하도로 신설 후에도 사업대상지가 도심 내 평균 소음을 유지한다는 가정으로 소음비용(편익)을 산출함.

【 사업시행에 따른 구간별 소음도 산출방법 】

구 분	사업 미시행시	사업 시행시
기 존 구 간 (상 계 ~ 군 자)	거리에 따른 등가소음도를 이용(= L_{eq})	평균 도시내 소음도 (=55dB)
신 설 구 간 (군 자 ~ 대 치)	평균 도시내 소음도 (=55dB)	평균 도시내 소음도 (=55dB)

주 : 평균 도시내 소음도는 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」 자료임

- 한편, 소음가치의 원단위는 소음발생과 소음피해를 측정하기 위한 대체적인 지표(Proxy)로서 발생소음 대 소음피해율의 비율인 ‘유효소음피해비율’을 이용함.
‘유효소음피해비율’을 추정하기 위해서는 다양한 방법이 존재할 수 있으나, 지적 통계자료를 통해 분석된 총 면적대비 소음영향지역 면적의 비율을 이용하여 산출된 원단위를 사용하기로 함.

【 소음가치의 원단위(2010년 기준) 】

(단위: 원/dB·년·m)

구 분	도 시 부	지 방 부	평 균
소음가치의 평균원단위	4,140	1,787	2,107

주 : 2009년 기준자료에서 소비자물가지수 1.029배 적용

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

- 소음비용은 최대 발생가능 소음도에 대한 저감비용을 가정한 것이므로 첨두시 교통량에 대한 소음도만 추정하였음. 사업으로 인한 소음비용(편익)을 추정하기 위한 식은 다음과 같음.

$$EVNS = EVN_0 - EVN_c$$

$$EVN = \sum_i \sum_j (P \times l_{ij} \times L_{ij})$$

여기서, $EVNS$: 소음비용(편익)

EVN_k : 소음비용(0=사업미시행시, c=사업시행시)

P : 소음가치의 원단위

l_{ij} : 대상노선연장길이

L_{ij} : 예측소음도 (= L_{eq})

i : 도로구분(일반도로, 고속도로 등)

j : 영향권 내 개별링크

5.3 편익추정 결과

- 편익추정 결과, 전차종 운영 시에는 2021년 2,305억원, 2026년 2,330억원, 2031년 2,366억원, 2036년 2,309억원으로 산출되었음.
- 소형차 전용 운영 시에는 2021년 1,819억원, 2026년 1,760억원, 2031년 1,723억원, 2036년 1,639억원으로 산출되었음.

【 연도별 편익산출 결과 (전차종 운영 시) 】

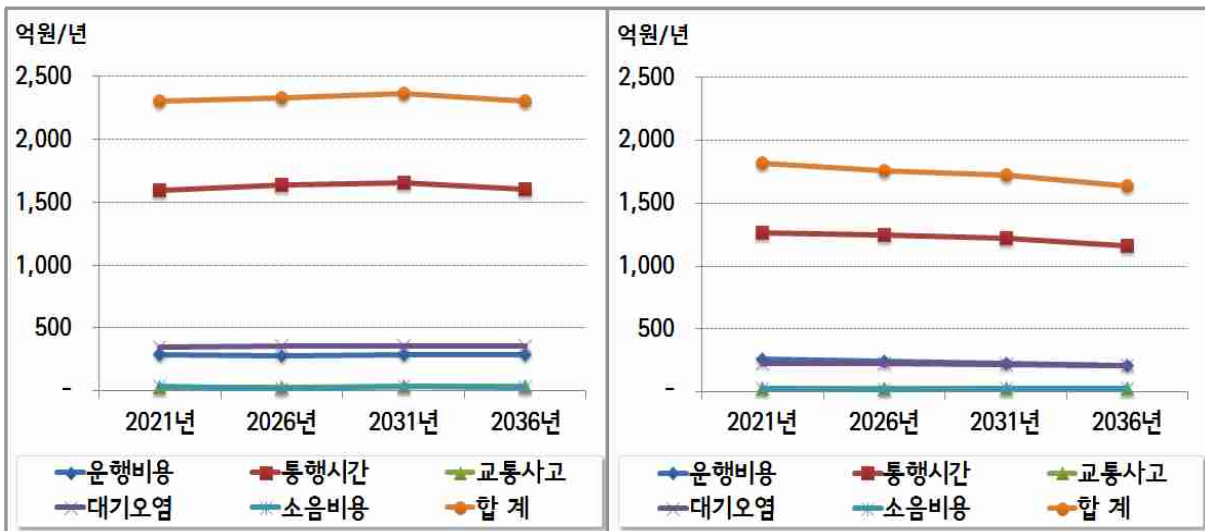
(단위: 억원/년)

구 분	차량운행 비용	통행시간	교통사고	환경비용		합 계
				대기오염	소음비용	
2021년	287	1,598	31	349	40	2,305
2026년	282	1,639	31	356	20	2,330
2031년	284	1,654	33	359	35	2,366
2036년	287	1,604	35	354	29	2,309

【 연도별 편익산출 결과 (소형차 전용 운영 시) 】

(단위: 억원/년)

구 분	차량운행 비용	통행시간	교통사고	환경비용		합 계
				대기오염	소음비용	
2021년	265	1,269	30	226	28	1,819
2026년	243	1,250	28	224	15	1,759
2031년	228	1,226	28	215	26	1,723
2036년	213	1,159	29	212	27	1,640



<전차종 운영시>

<소형차 전용 운영시>

【 시나리오별 연도별 편익산출 결과 】

6. 경제성 분석 결과

- 전차종 운영(시나리오 1)의 경우, 경제성 분석결과, B/C 1.46, 순현재가치 6,267억 원으로 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었음.

【 전차종 운영(시나리오1)의 경제성 분석 결과 】

(단위: 억원)

구 분	분 석 결 과	비 고	
비 용 (억 원)	공 사 비	17,728	분야별 직접공사비 및 측량조사비, 제경비, 예비비 포함
	설계 및 감리비	900	-
	유 지 관 리 비	2,316	-
	총 비 용	20,944	-
	비용의 현재가치	13,509	-
편 익 (억 원)	차량운행비절감편익	8,568	-
	통행시간 절감편익	48,524	-
	교통사고 절감편익	1,011	-
	환경비용 절감편익	11,535	-
	총 편 익	69,638	-
	편익의 현재가치	19,776	-
경 제 성 분 석 결 과	비용편익비(B/C)	1.46	사업성 있음 = 1.0 초과
	순현재가치(NPV)	6,267억원	사업성 있음 = 양의 값
	내부수익율(IRR)	8.51%	사업성 있음 = 5.5%이상

주: 할인율 5.5% 적용

- 소형차 전용 운영(시나리오 2)의 경우, 경제성 분석결과, B/C 1.25, 순현재가치 2,882억원으로 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었음.

【 소형차 전용 운영(시나리오2)의 경제성 분석 결과 】

(단위: 억원)

구 분	분 석 결 과	비 고	
비 용 (억 원)	공 사 비	15,455	분야별 직접공사비 및 측량조사비, 제경비, 예비비 포함
	설계 및 감리비	786	-
	유 지 관 리 비	1,852	-
	총 비 용	18,093	-
	비용의 현재가치	11,739	-
편 익 (억 원)	차량운행비절감편익	6,764	-
	통행시간 절감편익	35,886	-
	교통사고 절감편익	871	-
	환경비용 절감편익	7,218	-
	총 편 익	50,739	-
	편익의 현재가치	14,621	-
경 제 성 분 석 결 과	비용편익비(B/C)	1.25	사업성 있음 = 1.0 초과
	순현재가치(NPV)	2,882억원	사업성 있음 = 양의 값
	내부수익율(IRR)	7.22%	사업성 있음 = 5.5%이상

주: 할인율 5.5% 적용

【 전차종 운영(시나리오1)의 연차별 비용편익 흐름표 】

(단위: 억원/년)

연도	비용					편익					
	공사비	설계/ 감리비	유지 관리비	비용소계	할인 비용	통행시간	운영비용	교통사고	환경비용	편익소계	현재가치
2012		207.8		207.8	186.7					0.0	0.0
2013		484.9		484.9	412.9					0.0	0.0
2014	886.4	10.4		896.8	723.9					0.0	0.0
2015	2,659.1	31.1		2,690.2	2,058.4					0.0	0.0
2016	3,545.5	41.5		3,587.0	2,601.5					0.0	0.0
2017	3,545.5	41.5		3,587.0	2,465.8					0.0	0.0
2018	3,545.5	41.5		3,587.0	2,337.3					0.0	0.0
2019	2,659.1	31.1		2,690.2	1,661.5					0.0	0.0
2020	886.4	10.4		896.8	525.0					0.0	0.0
2021			16.4	16.4	9.1	1,598.4	286.7	31.1	389.4	2,305.5	1,279.3
2022			17.1	17.1	9.0	1,606.6	285.8	31.1	386.9	2,310.3	1,215.2
2023			17.5	17.5	8.7	1,614.8	284.9	31.1	384.4	2,315.1	1,154.2
2024			24.1	24.1	11.4	1,623.0	284.0	31.1	381.9	2,319.9	1,096.3
2025			34.2	34.2	15.3	1,631.2	283.1	31.1	379.4	2,324.7	1,041.3
2026			42.5	42.5	18.1	1,639.4	282.2	31.0	376.9	2,329.5	989.1
2027			49.6	49.6	19.9	1,642.4	282.5	31.5	380.4	2,336.8	940.4
2028			55.7	55.7	21.2	1,645.3	282.9	32.0	383.8	2,344.0	894.2
2029			61.0	61.0	22.1	1,648.3	283.2	32.4	387.3	2,351.2	850.1
2030			65.8	65.8	22.6	1,651.2	283.5	32.9	390.8	2,358.4	808.3
2031			70.2	70.2	22.8	1,654.2	283.9	33.4	394.2	2,365.7	768.5
2032			74.1	74.1	22.8	1,644.1	284.5	33.7	392.0	2,354.2	724.9
2033			77.8	77.8	22.7	1,634.0	285.1	34.0	389.7	2,342.8	683.8
2034			81.2	81.2	22.5	1,623.8	285.7	34.4	387.5	2,331.4	645.0
2035			84.3	84.3	22.1	1,613.7	286.3	34.7	385.2	2,320.0	608.4
2036			87.3	87.3	21.7	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	573.8
2037			90.0	90.0	21.2	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	543.9
2038			92.6	92.6	20.7	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	515.6
2039			95.1	95.1	20.1	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	488.7
2040			97.4	97.4	19.5	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	463.2
2041			99.7	99.7	19.0	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	439.1
2042			101.8	101.8	18.3	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	416.2
2043			103.8	103.8	17.7	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	394.5
2044			105.7	105.7	17.1	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	373.9
2045			107.6	107.6	16.5	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	354.4
2046			109.4	109.4	15.9	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	335.9
2047			111.1	111.1	15.3	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	318.4
2048			112.8	112.8	14.7	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	301.8
2049			114.4	114.4	14.2	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	286.1
2050			115.9	115.9	13.6	1,603.6	286.9	35.0	383.0	2,308.6	271.2
합계	17,727.5	900.2	2,315.9	20,943.6	13,509.0	48,524.4	8,568.0	1,011.0	11,534.5	69,638.0	19,775.7

주: 할인율 5.5% 적용

【 소형차 전용 운영(시나리오2)의 연차별 비용편익 흐름표 】

(단위: 억원/년)

연도	비용					편익					
	공사비	설계/ 감리비	유지 관리비	비용소계	할인 비용	통행시간	운행비용	교통사고	환경비용	편익소계	현재가치
2012		181.4		181.4	163.0					0.0	0.0
2013		423.2		423.2	360.4					0.0	0.0
2014	772.7	9.1		781.8	631.1					0.0	0.0
2015	2,318.2	27.1		2,345.3	1,794.5					0.0	0.0
2016	3,090.9	36.2		3,127.1	2,267.9					0.0	0.0
2017	3,090.9	36.2		3,127.1	2,149.7					0.0	0.0
2018	3,090.9	36.2		3,127.1	2,037.6					0.0	0.0
2019	2,318.2	27.1		2,345.3	1,448.5					0.0	0.0
2020	772.7	9.1		781.8	457.7					0.0	0.0
2021			13.1	13.1	7.3	1,269.4	265.4	30.3	254.1	1,819.2	1,009.5
2022			13.7	13.7	7.2	1,265.4	260.9	29.9	251.1	1,807.3	950.6
2023			14.0	14.0	7.0	1,261.5	256.3	29.5	248.0	1,795.4	895.1
2024			19.2	19.2	9.1	1,257.5	251.8	29.2	245.0	1,783.5	842.8
2025			27.4	27.4	12.3	1,253.6	247.3	28.8	241.9	1,771.6	793.5
2026			34.0	34.0	14.4	1,249.6	242.7	28.4	238.8	1,759.7	747.1
2027			39.7	39.7	16.0	1,244.8	239.8	28.5	239.1	1,752.2	705.2
2028			44.5	44.5	17.0	1,240.1	236.9	28.5	239.4	1,744.8	665.6
2029			48.8	48.8	17.7	1,235.3	234.0	28.5	239.6	1,737.4	628.2
2030			52.7	52.7	18.0	1,230.5	231.1	28.5	239.9	1,730.0	592.9
2031			56.1	56.1	18.2	1,225.7	228.2	28.5	240.2	1,722.6	559.6
2032			59.3	59.3	18.3	1,221.3	225.1	28.6	239.9	1,706.0	525.3
2033			62.2	62.2	18.2	1,199.0	221.9	28.8	239.6	1,689.3	493.1
2034			64.9	64.9	18.0	1,185.6	218.8	28.9	239.4	1,672.7	462.8
2035			67.5	67.5	17.7	1,172.3	215.7	29.0	239.1	1,656.1	434.3
2036			69.8	69.8	17.3	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	407.5
2037			72.0	72.0	17.0	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	386.3
2038			74.1	74.1	16.5	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	366.1
2039			76.1	76.1	16.1	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	347.0
2040			77.9	77.9	15.6	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	328.9
2041			79.7	79.7	15.2	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	311.8
2042			81.4	81.4	14.7	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	295.5
2043			83.0	83.0	14.2	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	280.1
2044			84.6	84.6	13.7	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	265.5
2045			86.1	86.1	13.2	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	251.7
2046			87.5	87.5	12.7	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	238.6
2047			88.9	88.9	12.3	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	226.1
2048			90.2	90.2	11.8	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	214.3
2049			91.5	91.5	11.3	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	203.2
2050			92.7	92.7	10.9	1,158.9	212.5	29.2	238.8	1,639.5	192.6
합계	15,454.5	785.6	1,852.7	18,092.8	11,739.1	35,886.2	6,764.3	871.2	7,217.9	50,739.5	14,621.0

주: 할인율 5.5% 적용

7. 민감도 분석

- 사업의 타당성을 평가하기 위해서 사용되는 경제성 평가의 편익과 비용의 계산에는 많은 불확실성이 내포되어 있으므로, 이러한 불확실성에 대처하기 위해 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 시행하였음.
- 본 과업에 적용된 할인율, 비용, 편익의 변화에 따른 분석결과는 다음 표 내용과 같음.

【 전차종 운영(시나리오1) 민감도 분석 결과 】

구 분		B/C	NPV	IRR
할 인 율 의 변 화	3.5%	1.94	14,658억원	8.51%
	4.5%	1.68	9,862억원	8.51%
	기준(5.5%)	1.46	6,267억원	8.51%
	6.5%	1.28	3,566억원	8.51%
	7.5%	1.13	1,536억원	8.51%
비 용 의 변 화	-20.0%	1.83	8,969억원	10.46%
	-10.0%	1.63	7,618억원	9.41%
	기준	1.46	6,267억원	8.51%
	10.0%	1.33	4,916억원	7.72%
	20.0%	1.22	3,565억원	7.02%
편 익 의 변 화	-20.0%	1.17	2,312억원	6.70%
	-10.0%	1.32	4,289억원	7.64%
	기준	1.46	6,267억원	8.51%
	10.0%	1.61	8,244억원	9.32%
	20.0%	1.76	10,222억원	10.09%

【 소형차 전용 운영(시나리오2) 민감도 분석 결과 】

구 분		B/C	NPV	IRR
할 인 율 의 변 화	3.5%	1.64	8,711억원	7.22%
	4.5%	1.43	5,370억원	7.22%
	기준(5.5%)	1.25	2,882억원	7.22%
	6.5%	1.09	1,028억원	7.22%
	7.5%	0.97	-352억원	7.22%
비 용 의 변 화	-20.0%	1.56	5,230억원	9.10%
	-10.0%	1.38	4,056억원	8.08%
	기준	1.25	2,882억원	7.22%
	10.0%	1.13	1,708억원	6.46%
	20.0%	1.04	534억원	5.78%
편 익 의 변 화	-20.0%	1.00	-42억원	5.47%
	-10.0%	1.12	1,420억원	6.38%
	기준	1.25	2,882억원	7.22%
	10.0%	1.37	4,344억원	8.00%
	20.0%	1.49	5,806억원	8.74%

8. 지하도로 건설에 따른 효과분석

8.1 개요

- 본 절에서는 도로를 지하화하여 구축함으로써 발생할 수 있는 다양한 효과를 객관적 분석기법으로 계량화하고자 함.
- 지하도로는 지하를 관통하는 터널구조로 지상의 도로에서 차량 주행 시 발생하는 대기오염물질과 소음이 공기 중에 확산되는 것을 차단할 수 있으며, 지하에 매설함에 따라 기상상태에 의한 악영향을 최소화할 수 있는 장점이 있음.
- 이와 같은 장점을 고려하여 지하화에 따른 효과를 대기오염 측면, 소음공해 측면 및 침수피해 측면에서 분석하였으며 대기오염 측면과 소음공해 측면은 경제성 분석에 반영하였으나, 침수피해 측면은 반영하지 않았음.
- 효과분석 기법에 사용된 원단위는 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제공하는 객관적 자료를 적용하였으며, 지상도로로 사업을 시행할 경우와 지하도로로 사업을 시행할 경우를 분석하여 두 사업의 차이를 지하화에 따른 추가적인 효과로 판단하였음.

8.2 대기오염 절감효과

- 동부간선 지하화 구간은 터널과 같이 폐쇄적 구조이기 때문에 차량이 주행하며 배출하는 대기오염물질을 집진하여 처리하는 시설이 포함됨.
- 이와 같은 대기오염 저감시설은 대기오염물질 중 환경적 악영향이 특히 심한 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM)을 90% 이상 제거하는 효율을 가지고 있음.
- 따라서, 지상도로에 비하여 대기오염물질이 공기 중에 확산되는 것을 저감할 수 있기 때문에 대기오염으로 인한 사회적 비용을 감소시킬 수 있음.
- 지하도로의 대기오염 저감효과를 평가하기 위하여 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제공하는 대기오염비용 절감편익 산출방법론을 적용함.

$$VOPCS = VOPC_{\text{사업미시행}} - VOPC_{\text{사업시행}}$$

$$\text{여기서, } VOPC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{lk} \times VT_k \times 365)$$

D_{lk} : 링크별(l), 차종별(k) 대·km

VT_k : 차종별(k) 해당링크 주행속도의 km당 대기오염 및 온실가스비용

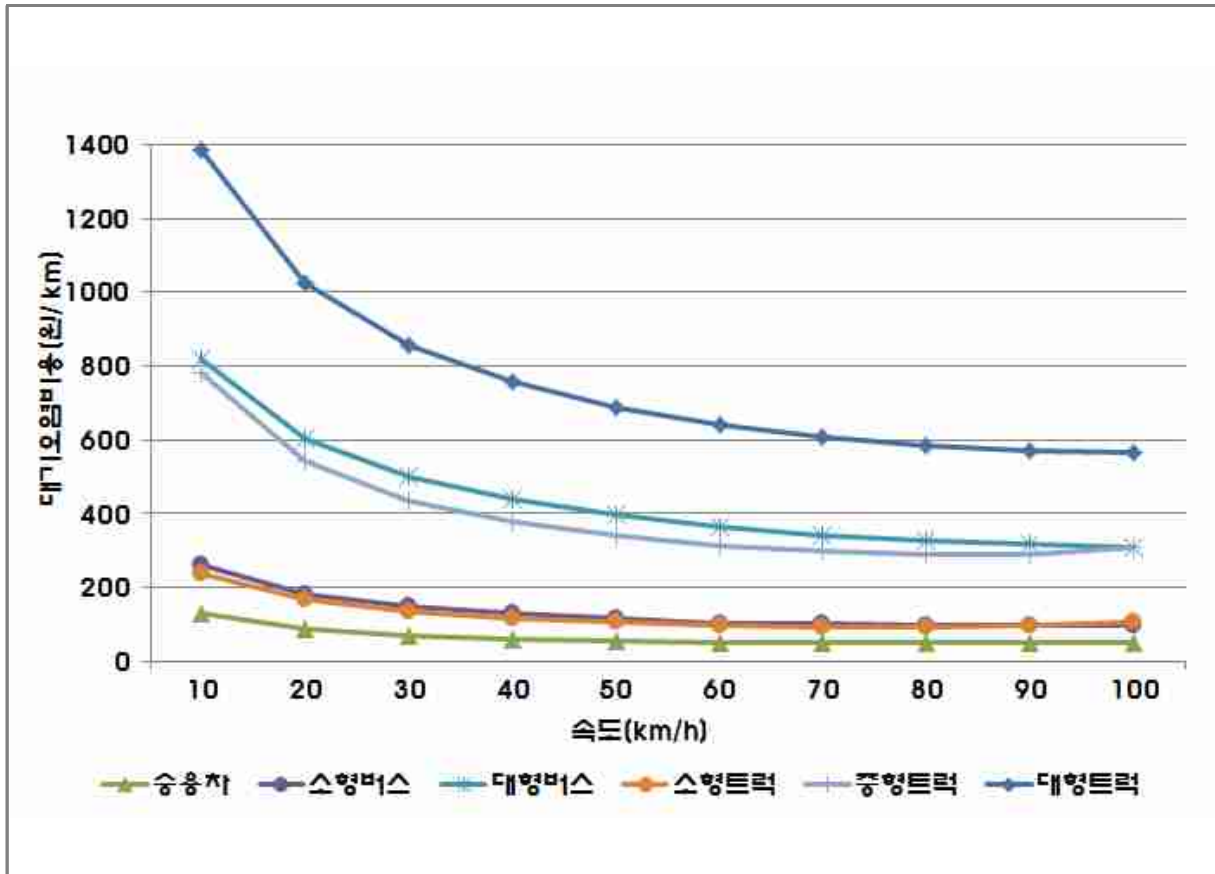
k : 차종(1=승용차, 2=버스, 3=화물차)

- 여기서 지하도로의 경우, 차종별·주행속도별 대기오염비용(VT_k)은 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM)가 90% 제거됨을 가정하여 지상구간의 비용 대비 10% 비용을 적용하여 산출함.

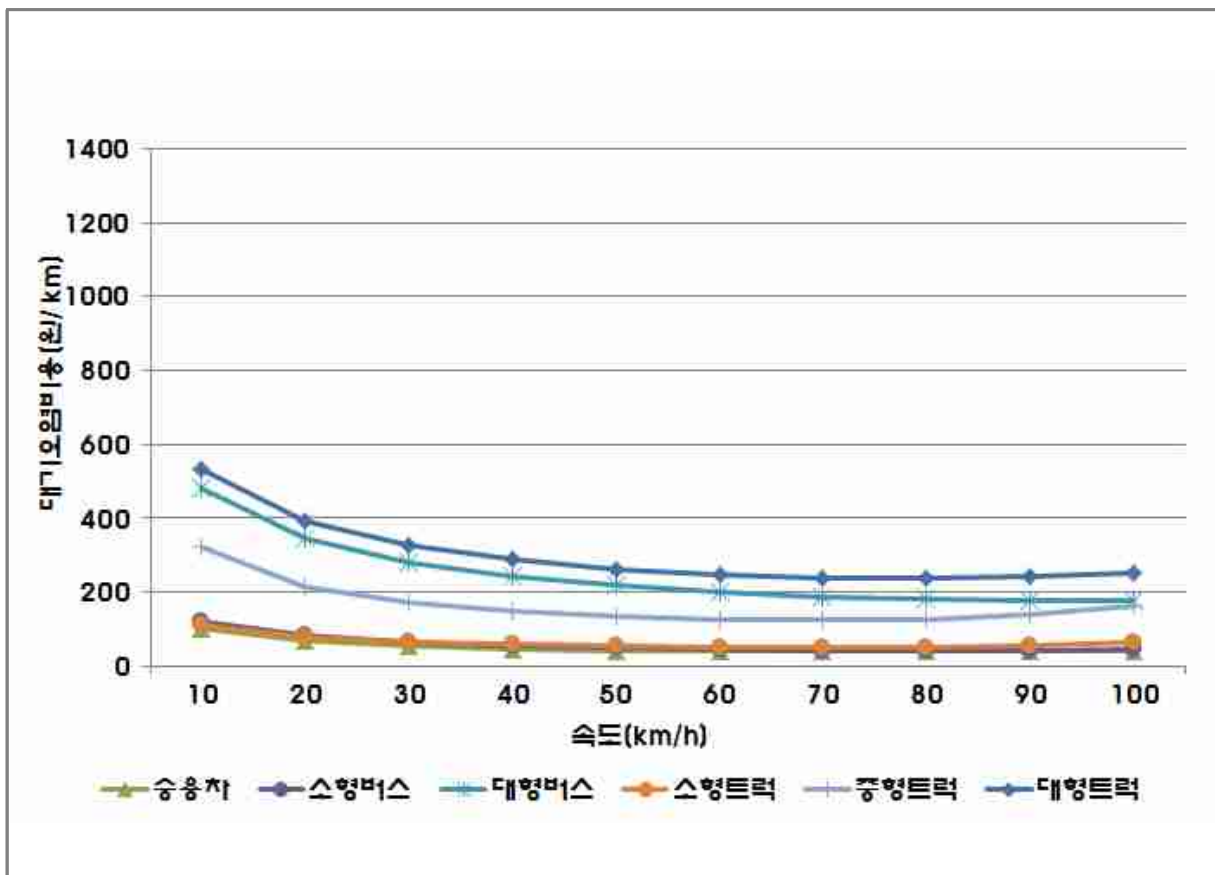
【 차종별·속도별 대기오염 비용(2010년 기준): 승용차 】

(단위: 원/km)

구 분	속도	CO	NOx	HC	PM		CO2	합계	
					도시	비도시		도시	비도시
지상도로 (A)	10	34.111	8.145	7.838	21.675	1.999	57.696	129.469	109.794
	20	21.599	5.025	5.458	16.470	1.523	38.542	87.095	72.148
	30	17.730	3.798	4.834	14.735	1.365	30.437	71.533	58.162
	40	15.877	3.121	4.559	13.000	1.206	25.742	62.300	50.505
	50	15.003	2.697	4.411	12.133	1.121	22.609	56.851	45.839
	60	14.488	2.391	4.327	11.265	1.037	20.328	52.803	42.574
	70	14.180	2.274	4.263	11.265	1.037	19.676	51.653	41.423
	80	13.933	2.295	4.210	10.398	0.963	20.085	50.920	41.484
	90	13.747	2.348	4.189	10.398	0.963	21.247	51.934	42.499
	100	13.593	2.412	4.167	9.531	0.878	23.151	52.855	44.202
지하도로 (B)	10	34.111	0.815	7.838	2.167	0.200	57.696	102.627	100.660
	20	21.599	0.502	5.458	1.647	0.152	38.542	67.748	66.254
	30	17.730	0.380	4.834	1.474	0.136	30.437	54.854	53.517
	40	15.877	0.312	4.559	1.300	0.121	25.742	47.792	46.612
	50	15.003	0.270	4.411	1.213	0.112	22.609	43.506	42.405
	60	14.488	0.239	4.327	1.127	0.104	20.328	40.509	39.486
	70	14.180	0.227	4.263	1.127	0.104	19.676	39.472	38.449
	80	13.933	0.230	4.210	1.040	0.096	20.085	39.497	38.553
	90	13.747	0.235	4.189	1.040	0.096	21.247	40.458	39.514
	100	13.593	0.241	4.167	0.953	0.088	23.151	42.106	41.241
절감율 (B-A)/A	10	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-20.7%	-8.3%
	20	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-22.2%	-8.2%
	30	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-23.3%	-8.0%
	40	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-23.3%	-7.7%
	50	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-23.5%	-7.5%
	60	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-23.3%	-7.3%
	70	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-23.6%	-7.2%
	80	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-22.4%	-7.1%
	90	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-22.1%	-7.0%
	100	-	-90.0%	-	-90.0%	-90.0%	-	-20.3%	-6.7%



【 차종별·속도별 대기오염비용 (2010년 기준) : 지상도로, 도시부 】



【 차종별·속도별 대기오염비용 (2010년 기준) : 지하도로, 도시부 】

- 지하화에 따른 차종별·주행속도별 대기오염비용 원단위의 절감율은 차종별·속도별로 상이하나 대체로 승용차는 약 -20%, 버스와 화물차는 약 -40% ~ -60%로 질소산화물과 미세먼지를 많이 배출하는 대형차량의 비용절감이 더 큰 것으로 나타남.
- 지하화에 따른 추가적인 절감편익을 산출하기 위해 본 과업을 지하화 하지 않을 경우와 지하화 할 경우로 구분하여 대기오염 절감편익을 산출하였음.
- 지하화 하지 않을 경우는 대기오염 절감편익 산출 시 본 과업구간 링크에 대해서도 지상도로의 대기오염 비용원단위를 적용하였으며, 지하화 할 경우는 위에서 산정한 질소산화물(NOx)과 미세먼지(PM) 저감율을 고려한 대기오염 비용원단위를 적용하였음.
- 산출결과, 지하화 할 경우 연간 111억원 ~ 113억원의 대기오염 절감편익이 추가적으로 발생하는 것으로 나타났으며, 전체 분석연도인 30년 동안 불변가치 기준 총 3,342억원, 현재가치 기준 총 951억원의 추가적인 대기오염 절감편익이 발생하는 것으로 분석되었음.
- 따라서 지하화 사업을 시행할 경우, 공기 중에 확산되는 대기오염물질을 저감할 수 있으며, 이로 인해 대기오염으로 인한 사회적 비용을 크게 절감할 수 있는 효과가 있는 것으로 분석됨.

【 지하화에 따른 대기오염 절감편익(연도별) 】

(단위: 억원/년)

구 분	지하화 하지 않을 경우 대기오염 절감편익(A)	지하화 할 경우 대기오염 절감편익(B)	지하화에 따른 대기오염 절감편익(B-A)
2021년	114	226	112
2026년	111	224	113
2031년	102	215	113
2036년	101	212	111

【 지하화에 따른 대기오염 절감편익(전체 분석연도: 30년) 】

(단위: 억원)

구 분	지하화 하지 않을 경우 대기오염 절감편익(A)	지하화 할 경우 대기오염 절감편익(B)	지하화에 따른 대기오염 절감편익(B-A)
불 변 가 치 (할 인 전)	3,129	6,471	3,342
현 재 가 치 (할 인 후)	903	1,854	951

주: 할인율은 5.5%, 분석기간은 2021년부터 2050년까지 총 30년임

8.3 소음비용 절감효과

- 일반적인 지상부 도로에서는 차량주행으로 인한 소음이 도로주변으로 확산되어 시민들이 삶의 질을 저해하는 영향이 있음.
- 동부간선 지하화 구간은 지하 40여 미터 밑에서 구축되는 구간이므로 일반적인 지상도로 구축과 달리 차량 통행 및 밀집으로 인한 소음이 발생하지 않아 비 도로 지역의 도심내 평균 소음을 적용가능 함.
- 따라서, 지상도로에 비하여 통행으로 인한 소음을 저감할 수 있기 때문에 소음으로 인한 사회적 비용을 감소시킬 수 있음.
- 지하도로의 소음 저감효과를 평가하기 위하여 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제공하는 소음비용 절감편익 산출방법론을 적용함.

$$EVNS = EVN_0 - EVN_c$$

$$EVN = \sum \sum (P \times l_{ij} \times L_{ij})$$

여기서, $EVNS$: 소음비용(편익), EVN : 소음비용(0=사업미시행시, c=사업시행시)

P : 소음가치의 원단위, l_{ij} : 대상노선연장길이

i : 도로구분(일반도로, 고속도로 등), j : 영향권 내 개별링크

L_{ij} : 등가소음도(dB)

$$L_{ij} = PWL + 10 \log[1/(4 \times d \times s)] + dLi + ai + ad$$

$$PWL : 73.4 + [20 \log V + 10 \log(a1 + 3.8a2)]$$

$a1$ = 소형차혼입율(승용차 통행 비율),

$a2$ = 대형차혼입율(버스 및 트럭 통행 비율)

$$a1 + a2 = 1$$

dLi , ai , ad : 도로교통 소음도의 보정치로서 '0'으로 처리

평균이격거리(d): 음원에서 수음점까지의 거리(m)

(도시부 27.9, 지방부 59.0 적용)

s : 평균차두간격 = $1000 \times V / Q$

V = 차량주행속도(km/hr), Q = 평균교통량(대/hr)

- 소음가치의 산정을 위해서는 사업시행으로 발생하는 소음변화량과 소음 원단위를 고려해야 함에, 소음비용 절감편익 산출방법론을 적용하였으며, 교통시설 투자평가지침에 따라 사업미시행시와 사업시행시의 발생 소음도 차이를 구한 후, 유지비용법을 적용하여 단위 소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용(방음벽 설치비용) 원단위를 곱하여 소음영향을 화폐가치화 함.

- 일반적인 지상부 도로 사업 소음비용 편익 산출시, 사업 미시행시 사업예정지역의 소음 수치는 도심내 평균 소음 수치를 적용하여 사업시행시 발생하는 소음 수치와 비교를 통해 편익을 산출하나, 본 과업의 소음비용 편익 산출시 지하도로가 추가적인 소음을 발생시키지 않기에 지하도로 신설 후에도 사업대상지가 도심 내 평균 소음을 유지한다는 가정하에 소음비용(편익)을 산출함.
- 본 과업의 구간을 동부간선도로의 지하화 구간 및 강남북을 연결하는 신설구간으로 구분하였을 때, 지하화 구간은 기존 현실에서 발생하는 소음을 도심 시내 소음 수준으로 낮출 수 있어 미시행시 사업구간의 소음 수치와 동일하며, 신설구간의 경우 도로신설임에 불구하고 추가적인 소음을 발생시키지 않아 기존 지상부 도로 신설사업보다 큰 소음편익 효과를 기대할 수 있음.

【 사업시행에 따른 구간별 소음비용 산출방법 】

구 분	사업미시행시	지하화하지 않은 사업시행시	지하화를 통한 사업시행시
기 존 구 간 (상 계 ~ 군 자)	거리에 따른 등가소음도를 이용한 소음비용 산출	거리에 따른 등가소음도를 이용한 소음비용 산출	평균 도시내 소음도 (55dB)
신 설 구 간 (군 자 ~ 대 치)	평균 도시내 소음도 (55dB)	거리에 따른 등가소음도를 이용한 소음비용 산출	평균 도시내 소음도 (55dB)

주 : 평균 도시내 소음은 55dB 적용

자료 : 교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부

- 소음의 직접적인 측정과 가치화가 어렵기 때문에, 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 권장하는 총 면적대비 소음영향지역 면적을 적용한 유효소음피해 추정값을 이용함. 이를 통해 제시된 소음가치의 원단위를 2010년 기준단가로 환산하기 위해 소비자 물가지수를 이용한 편익보정지수를 곱하여 산정함.

【 소음가치의 평균원단위 (2010년 기준) 】

(단위: 원/db·년·m)

구 분	도 시 부	지 방 부	평 균
소음가치의 평균원단위	4,140	1,787	2,107

주 : 소비자 물가지수를 이용하여 2010년 자료로 보정

【 지하화에 따른 소음비용 절감편익(연도별) 】

(단위: 억원/년)

구 분	지하화 하지 않을 경우 소음비용 절감편익(A)	지하화 할 경우 소음비용 절감편익(B)	지하화에 따른 소음비용 절감편익(B-A)
2021년	-3.2	28.5	31.7
2026년	-16.5	15.2	31.7
2031년	-6.2	26.5	32.7
2036년	-4.9	26.9	31.8

【 지하화에 따른 소음비용 절감편익(전체 분석연도: 30년) 】

(단위: 억원)

구 분	지하화 하지 않을 경우 소음비용 절감편익(A)	지하화 할 경우 소음비용 절감편익(B)	지하화에 따른 소음비용 절감편익(B-A)
불 변 가 치 (할 인 전)	-206.4	751.3	957.7
현 재 가 치 (할 인 후)	-65.9	205.7	271.6

주: 할인율은 5.5%, 분석기간은 2021년부터 2050년까지 총 30년임

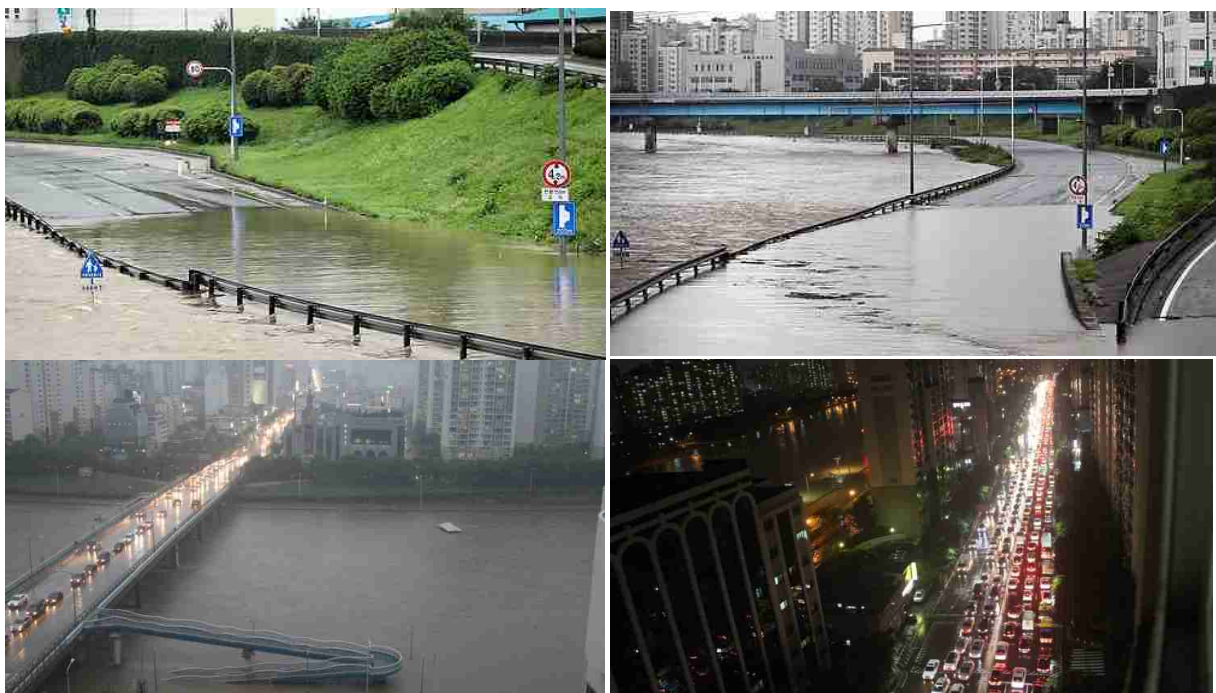
- 산출결과, 지하화 할 경우 연간 32억원 ~ 33억원의 소음비용 절감편익이 추가적으로 발생하는 것으로 나타났으며, 전체 분석연도인 30년 동안 불변가치 기준 총 957.7억원, 현재가치 기준 총 271.6억원의 추가적인 소음비용 절감편익이 발생하는 것으로 분석되었음.
- 따라서 지하화 사업을 시행할 경우, 차량통행 및 밀집으로 인한 소음을 차단시켜 주변 지역주민에게 입힐 수 있는 소음피해를 줄일 수 있으며, 이로 인해 소음으로 인한 사회적 비용을 크게 절감할 수 있는 효과가 있는 것으로 분석됨.

8.4 침수피해 절감효과

- 현재 동부간선도로는 중랑천 변에 위치하고 있는 임시가설도로로 여름 장마기나 기습폭우에 상습적으로 침수가 발생하고 있으며, 침수가 발생하거나 침수 발생 우려가 존재할 경우 사실상 전 구간 통제가 조치되고 있음.

【 동부간선도로 침수피해 사례 (2009년~2011년) 】

일 시	내 용
2011년 06월 29일	- 145mm 폭우로 인해 침수 - 의정부 방향은 성동JC~월계1교, 성수방향은 수락~월릉JC 구간 통제 - 오전에 시작한 통제는 오후 늦게 해제됨
2011년 07월 27일	- 폭우로 인한 중랑교 부근 침수 - 중랑천 수위가 높아 성수방향과 의정부 방향 모두 전면 통제 - 약 48시간 이후 통제가 해제됨
2010년 09월 10일	- 폭우로 인해 중랑천 수위가 올라가 침수가 우려되어 통제 - 의정부 방향은 성동JC~창동교, 성수방향은 수락~장안교 구간 통제 - 통제 5시간 이후 해제
2010년 08월 29일	- 폭우로 인해 중랑천 수위가 올라가 침수가 우려되어 통제 - 월계교 진출입 부근 교통량 1시간가량 통제
2009년 08월 12일	- 폭우로 인하여 수락지하차도~성동교 구간 양방향 통제 - 침두시인 오전 7시40분부터 통제시작 (오전 중 통제해제)
2009년 07월 09일	- 폭우로 인하여 월계1교 부근 침수 - 오후 1시 20분부터 약 6시간 이상 양방향 전면 통제



【 동부간선도로 침수 시 상황 】

- 동부간선도로는 서울 동북부와 강남, 경기북부를 연결하는 도시고속도로로 일일 평균 약 15만대 이상의 차량이 통행하는 주요 도로임.
- 따라서 침수로 인해 통행이 전면 통제될 경우, 동부간선도로를 통행하는 차량들이 경로를 우회하면서 서울 동북부 일대의 극심한 혼잡을 초래함.
- 교통 혼잡으로 인하여 기준속도로 운행하는 비용보다 추가적으로 증가하는 비용을 교통혼잡비용이라 하며, 교통혼잡비용은 도로를 이용하는 시민들이 체감하는 비용으로 사회적 손실을 의미함.
- 동부간선도로를 지하화 할 경우 현재와 같이 중랑천 범람으로 인한 침수피해는 발생하지 않을 것으로 예상되며, 이에 따라 침수 시에 발생하는 교통혼잡비용을 감소시켜 사회적 손실을 최소화하는 효과가 발생할 것으로 판단됨.
- 침수 시 혼잡비용은 침수 시 발생하는 통행비용과 평상 시 발생하는 통행비용의 차이로 산출할 수 있으며, 통행비용은 차량운행비용과 통행시간비용으로 구성됨.
- 차량운행비용은 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」에서 제시한 유류비, 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 감가상각비를 포함하여 산출하였으며, 통행시간비용은 「교통시설 투자평가지침, 국토해양부, 2011」에서 제공하는 차종별 시간가치를 적용하여 산출하였음.
- 따라서 통행비용을 산출하기 위한 원단위 즉, 차종별·속도별 차량운행비용 원단위와 차종별 시간가치는 편익산출 시 적용한 원단위를 적용하였으며, 이는 2009년 기준의 「교통시설 투자평가지침, 2011, 국토해양부」의 원단위에 소비자물가지수 1.029배를 적용하여 2010년으로 환산한 가치임.



주: 『교통혼잡비용 추정방법 개선(한국교통연구원, 2007)』 내용을 수정·인용함

【 침수 시 교통혼잡비용 개념도 】

- 차량운행비용 산출 식

$$VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{kl} \times VT_k)$$

여기서, D_{kl} = 링크 kl 의 차종별 대 · km

VT_k = 해당속도에 따른 차종별 차량운행비용

k = 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

- 통행시간비용 산출 식

$$VOT = \sum_l \sum_{k=1}^3 (T_{kl} \times P_k \times Q_{kl})$$

여기서, T_{kl} = 링크 kl 의 차종별 통행시간

P_k = 차종별 시간가치

Q_{kl} = 링크 kl 의 차종별 통행량

k = 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

- 침수 시 통행비용 산출을 위하여 본 과업구간 중 기존 동부간선도로 구간인 군자 IC~월계IC(약 9.4km) 구간이 양방향 통제되는 것을 가정하여 시뮬레이션 분석을 수행하였음.
- 시뮬레이션 분석은 2026년을 기준으로 수행하였으며, 교통혼잡비용은 2026년 평상 시 통행비용과 2026년 침수 시(동부간선도로 통제) 통행비용의 차이로 산출함.



【 침수 시 교통혼잡비용 산출을 위한 시나리오 】

【 침수에 따른 교통혼잡비용 산출 : 2026년 기준 】

(단위: 억원/일)

구 분	평상시 통행비용(A)	침수시 통행비용(B)	침수시 교통혼잡비용(B-A)
차 량 운 행 비 용	483.2	486.2	3.0
통 행 시 간 비 용	868.8	881.2	12.4
합 계	1,352.0	1,367.4	15.4

- 동부간선도로 침수에 따른 교통혼잡비용은 1일 단위로 산출하였으며, 산출결과 1일 기준 차량운행비용은 3억원, 통행시간비용은 12.4억원으로 총 15.4억원의 교통혼잡비용이 발생하는 것으로 나타났음.
- 연평균 2일 침수를 가정할 경우 연간 30.8억원의 추가적인 교통혼잡비용이 발생하며, 총 30년간 924억원의 교통혼잡비용이 발생하는 것으로 분석되었음.
- 따라서 동부간선도로 지하화 사업은 침수로 인해 추가적으로 발생하는 연간 약 30.8억원의 교통혼잡비용을 감소시킬 수 있는 것으로 분석되었음.
- 도로 침수는 교통혼잡비용을 유발할 뿐만 아니라 침수 후 복구비용이 소요된다는 점에서 동부간선도로 지하화 사업은 교통혼잡비용 감소뿐만 아니라 침수 복구비용을 감소시키는 효과도 있을 것으로 판단됨.

8.5 기타 건설효과

- 동부간선도로를 지하화하여 중랑천을 복원하고 지상 여유공간을 활용할 경우 약 200만㎡(여의도 개발면적의 70%)의 생태자연공원을 조성하는 효과를 가져오며, 이는 동북권지역 주민 뿐만 아니라 서울시 전역의 생태계와 자정능력 회복에도 계량화되지 않은 추가 편익이 미칠 것으로 판단됨.
- 수해주민을 동북권역으로 국한할 경우에도 8개구(성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 성북구, 강북구, 도봉구, 노원구) 약 330만명(하천변 3km내 약 150만명, 하천변 1km내 약 53만명)에 다다르며, 이를 통해 자연형 휴식·레저 공간에 대한 지역주민의 요구에 부응하고 시민과 생태계가 조화로운 자연성 회복 프로젝트로써 큰 효과를 발휘할 수가 있음.
- 건설에 따른 부가적인 일자리 창출과 국가하천 통수단면 확대, 지상 배출가스 정화에 따른 도시 열섬 피해 저감 등의 무형화된 효과를 감안할 경우 본 사업은 시민의 삶의 질 향상과 저탄소 녹색성장 추세인 국가경쟁력 강화에도 일익을 담당할 것으로 사료됨.

제6장 결론 및 건의

1. 결 론
2. 건 의

제6장 결론 및 건의

1. 결 론

1.1 동부간선도로 지하화의 필요성

- 중랑천은 총길이 34.5km, 서울시의 25개 구 중 7개 구(노원구, 도봉구, 성북구, 중랑구, 동대문구, 광진구, 성동구)를 통과하는 국가하천임에도 불구하고 나란히 동부간선도로가 통과하여 시민의 하천이용권 제한, 소음, 분진 피해를 발생시키고, 하천불법 점유도로로 유지되고 있음.
- 동부간선도로는 동북부 시민의 강남북간 출퇴근 및 주말수요 처리의 중요한 간선도로이나 교통수요의 한계에 도달하여 상시 지정체를 발생시키므로 간선기능을 유지하지 못하고 있으며, 집중호우, 태풍 등에 의한 자연재해 발생시 도로침수로 인한 도로 기능 상실로 동북부 시민의 교통복지를 크게 저해하고 있음.
또한, 동북부주민은 동부간선도로의 지하화를 절실히 요구하고 있으나 아직까지 이루어지지 않고 있어 지역시민과의 마음 소통이 되지 않고 있는 실정임.
- 중랑천 자연성 회복 및 시민의 중랑천 이용권 제한과 동부간선도로의 지정체 불편 등이 해결되지 않아 지역발전 저해에 대한 불평이 계속 되고 있는 실정으로, 서울시의 비전인 「함께 만드는 서울, 함께 누리는 서울」에 동참하지 못한다는 소외 의식 해소를 위해서도 시급히 시행되어야 할 사업임.
- 중랑천 양안은 도시화로 인해 지상공간의 부족으로 추가적인 도로 신설 및 확장이 불가능하고 교량구조물 고가도로의 경우는 소음 및 수생태계, 경관 등 환경에의 악영향이 커 도시부에서는 철거되고 있는 현 상황에서, 이러한 문제점 해소를 위해서는 기존 동부간선도로를 대체하는 지하도로 신설방안이 타당하다고 판단됨.

1.2 사업 효과 및 종합 결론

□ 사업 효과

- 본 사업 시행으로 공기 중에 확산되는 대기오염물질을 저감할 수 있으며, 연간 약 220억원의 대기오염 절감편익이 추가적으로 발생되었음.
- 또한, 차량 통행 및 혼잡으로 인한 소음을 차단시켜 주변 지역주민에게 입힐 수 있는 소음피해를 줄일 수 있으며, 연간 25억원의 소음비용 절감편익이 추가적으로 발생하는 것으로 분석되었음.

- 이와 더불어, 지하화 사업은 침수로 인해 추가적으로 발생하는 연간 약 30.8억원의 교통혼잡비용을 감소시킬 수 있는 것으로 분석되었으며, 도로 침수는 교통혼잡비용을 유발할 뿐만 아니라 침수 후 복구비용이 소요된다는 점에서 침수 복구비용을 감소시키는 효과도 있을 것을 판단됨.
- 동부간선도로를 지하화하고 중랑천을 복원하고 지상 여유공간을 활용할 경우 약 200만㎡의 생태자연공원 조성이 가능하고, 수혜주인이 약 330만명(동북권역)에 다다름. 또한, 건설에 따른 부가적인 일자리 창출과 지상구간 정화에 따른 도시열섬 저감 등의 무형화된 효과를 감안할 경우, 시민과 생태계가 조화로운 자연성 회복 프로젝트로서 효과가 극대화될 것으로 판단됨.

□ 종합 결론

- 동부간선도로를 지하화 함과 동시에 중랑천을 복원하여 동북부 시민에게 되돌려줌으로써 시민에게 환경친화적인 생태하천을 돌려주고 치수공간 추가확보로 이상기온에 의한 집중호우, 태풍 등에 대한 자연재해를 최소화 할수 있음.
- 중랑천 구간만 지하화하면 지정체 해소는 불가하므로 강남북 직결노선인 대치~군자 구간을 동시에 착공하여 개통함으로써, 성동JCT~성수JCT구간의 교통량이 21% 감소되며, 강남북을 연결하는 교량인 성수대교, 영동대교, 청담대교의 교통량 또한 5.9%~12.9% 감소될 것으로 예측됨에 따라 주변지역의 교통지체를 크게 완화 시킬 수 있을 것으로 기대됨.
- 기대효과는 직접적으로 차량운영비 절감, 운행시간 단축, 교통사고건수 감소, 대기오염발생량 감소, 차량소음 감소등 발생할 것이며, 간접적으로는 중랑천 복원을 통한 지역개발효과 발생 및 시장권의 확대와 지역산업구조가 개편될 것으로 예상됨.
- 특히 대기오염발생량은 폐쇄된 터널에서 차량이 주행하며 발생하는 대기오염물질을 집진하여 처리하므로 질산화물(NOx)와 미세먼지(PM)을 90%이상 제거하며, 주변주거지에 발생하는 소음이 차단되어 쾌적한 환경을 시민에게 돌려주게 됨.
- 본 과업의 경제성 분석결과는 소형차 전용시 B/C = 1.25로 경제적 타당성이 있는 것으로 나타나며, 지하도로 건설은 서울시뿐만 아니라 수도권 광역교통 문제를 해소할 수 있는 현실 가능한 최우선 대안으로서, 시민의 삶의 질 향상과 국가경쟁력 강화에도 일익을 담당할 것으로 판단됨.

2. 건 의

- 동부간선도로는 중랑천 하천점용으로 국토해양부에서는 동부간선도로를 철거하고 적법한 방안의 설계를 2013년까지 확정지을 것을 조건부로 동부간선도로 추가 확장을 승인 허가한 상태로, 조속한 세부설계 및 공사시행 검토를 통한 적법화 계획이 필요할 실정임.

- 이를 해결할 방안은 동부간선도로의 지하화로서, 지하화를 통해 중랑천 자연생태 하천복원이 가능하고, 교통지정체 해소를 위해서 강남북간 직결구간인 군자~대치 구간을 동시에 시행하여야 할 것임.
- 서울시 동부간선도로를 지하화 하기 위해서는 건설에 앞서 해결해야 할 사항이 있는바, 이는 크게 재정 측면과 기술 측면의 두 가지로 압축할 수 있음.
 - 재정 측면에 있어서 중랑천 복원구간과 강남북 직결구간 건설 동시 시행시 1조7천 억원에 달하는 막대한 투자비가 소요되므로
 - 강남북직결구간 중 삼성~군자구간을 1단계로 건설하여 강남구간 시점을 단축할 경우에도 현 동부간선도로 강북구간과 강남구간이 지하도로로 연결되어 용비교, 영동대교 연결로 등의 상습 지정체를 상당부분 해소할 수 있어 초기 투자사업비 절감에 따른 재원조달에 유리함.
 - 또한, 기존 동부간선도로의 지하화구간은 재정여건을 감안한 건설기간 및 연차별 투자계획을 수립하고, 재정부담을 최소화하기 위하여 강남북 직결구간은 민자사업 시행계획을 고려할 수 있을 것임.
 - 특히 중랑천은 국가하천으로서 하천기능회복 측면의 동부간선 지하화 사업으로 하천법 제59조(비용부담의 원칙)에 의거 국비지원을 받을 수 있도록 중앙부처와 협조를 강화하는 등 노력이 필요함.
 - 기술적 측면은 지하도로의 안전을 우선하는 재난정보기술의 향후 발전방안을 검토 하여 안전과 사고예방이 가능한 시설물을 설치하고, 최첨단 ITS기술을 도입하여 편안하고 안전한 도로주행환경을 만들고, 사고발생시 즉시 대응가능한 매뉴얼 준비 및 안전시스템을 구축해야 함.
 - 또한, 기존의 지하공간 관련법 및 제도의 미비한 점을 개선하고 관련 지침 개정 및 관리방안 수립으로 향후 지속적이고 효율적인 지하공간의 관리가 이루어져야 함. 이와 더불어 지하공간의 이용범위가 확대됨에 따른 토지의 소유권 또는 이용권 등에 대한 구체적인 제도가 마련되어야 할 것임.
- 동부간선도로 지하화 사업은 서울시에 새로운 개념의 복지도로 건설과 중랑천 생태 환경 복원이라는 목표를 달성함으로써, 사람과 자연이 함께 살아가고 어울릴 수 있는 도시환경을 만들어 미래에까지 대대로 물려줄 수 있는 안전하고 지속 가능한 사람 중심의 도시 실현에 이바지 할 것이며, 시민의 이용과 생태계가 조화를 이루는 자연성 회복 프로젝트의 일환으로서 조속한 시행이 필요할 것으로 판단됨.
- 사업추진을 위해서 사업시기, 방법을 포함한 사회적 공론화와 전문가 토론회, 시민 참여 소통의 장 마련 등 다양한 의견수렴 및 홍보를 지속할 필요성이 있을 것임.

별첨

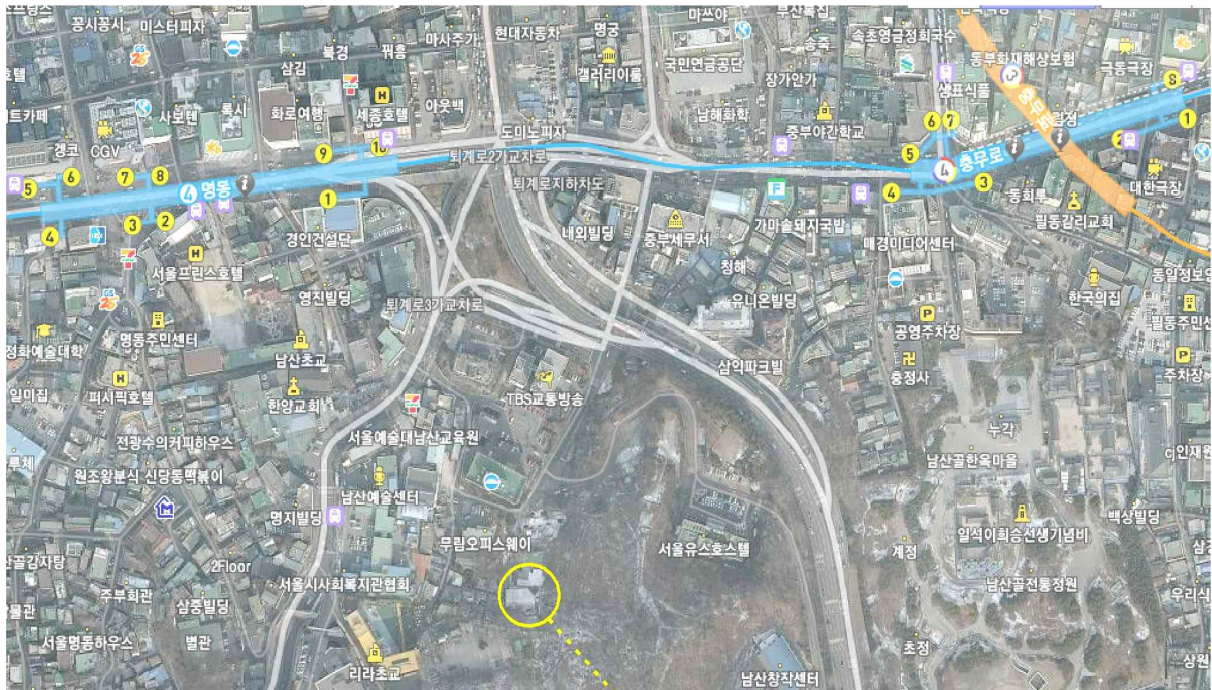
1. 자문회의
2. 과업참여자명단

1. 자문회의

1.1 지하도로 기술발전을 위한 워크숍

회의 개요

- 일 시 : 2011. 5. 31.(화) 14:00 ~ 17:00
- 장 소 : 서울 문학의 집



지하철을 이용할 경우

- 4호선 명동역 1번, 충무로역 4번 출구

문학의 집은 '서울소방재난본부'에서 남산방향으로 직진하여 마지막 건물

원활한 진행을 위하여 13시 40분까지 도착하여 주시면 감사하겠습니다.



◦ 발표 주제

- 주제 1 : 대도시 교통문제 해결을 위한 지하도로 건설의 필요성

· 발표자 - 서영엔지니어링 장원호 전무

- 주제 2 : 동북권 르네상스 실현을 위한 동부간선도로 지하화 계획

· 발표자 - 동일기술공사 한상주 소장

□ 진행 순서

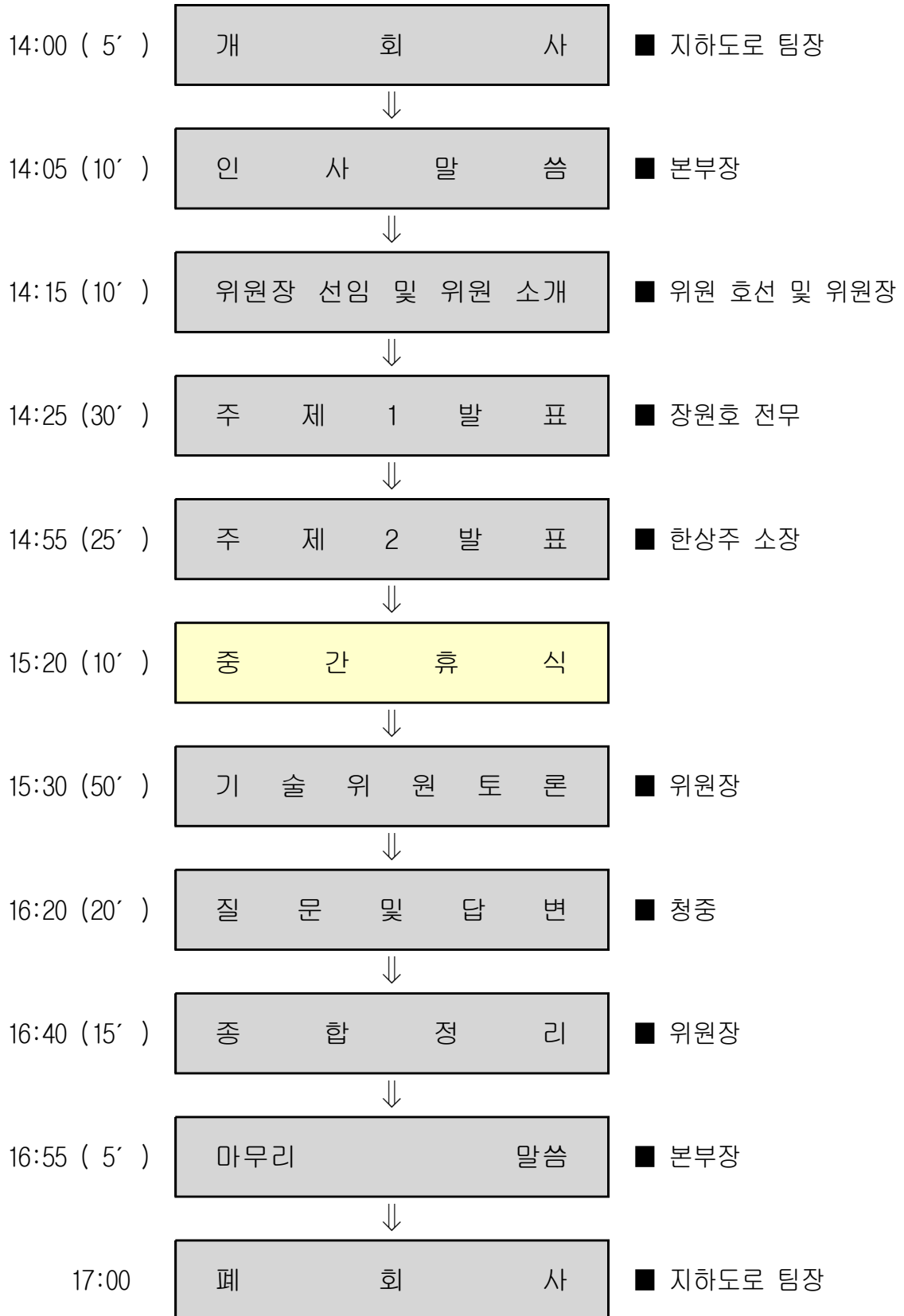
- 1 부 -

- 14:00 ~ 14:05 개회사 (지하도로 팀장)
- 14:05 ~ 14:15 인사말 (본부장)
- 14:15 ~ 14:25 위원장 선임 및 위원 소개
- 14:25 ~ 14:55 주제 1 발표 (장원호)
- 14:55 ~ 15:20 주제 2 발표 (한상주)
- 15:20 ~ 15:30 중간 휴식

- 2 부 -

- 15:30 ~ 16:20 기술위원회 토론
- 16:20 ~ 16:40 질문 및 답변 (청중 및 기술위원)
- 16:40 ~ 16:55 종합정리 (위원장)
- 16:55 ~ 17:00 마무리 말씀 (본부장)
- 17:00 폐회사 (지하도로 팀장)

기술위원회 워크숍 일정 계획



지하도로 기술위원회 위원 참가 여부

분야	성명	참가 여부		연락처
도로	정일호	참석	국토연구원 도로정책연구센터장	ichung@krihs.re.kr
	노관섭	참석	건설기술연구원 연구위원	ksno@kict.re.kr
교통	이성모	참석	서울대 교수	rheesm@snu.ac.kr
	성낙문	참석	교통연구원 도로연구실장	sungnakm@koti.re.kr
구조 지질	김상환	참석	호서대 교수	kimsh@hoseo.edu
	김창용	참석	건설기술연구원 지반연구실 연구위원	cykim@kict.re.kr
환기 방재	우종태	참석	경북대 건설환경디자인과 교수	jtwoo@kyungbok.ac.kr
	신현준	참석	건설기술연구원 화재안전연구실 선임위원	hjshin@kict.re.kr
ITS	이청원	참석	서울시립대 교통공학과 교수	chungwon@uos.ac.kr
	남공성	참석	한국도로공사 첨단교통정보기술팀장	

□ 지하도로 기술발전을 위한 워크숍 기술위원 조치계획-2011.5.31

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【ITS분야】 서울시립대 이청원 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 동부간선의 유료화 운영시 문제점 ◦ 터널내 차선변경 및 추월금지의 법적문제 ◦ 도로의 특성을 고려하여 전차종으로 운영하는 것이 바람직 ◦ 터널길이를 고려하여 단계 건설 방안 마련 ◦ 터널이 부가적인 기능을 발휘할 수 있도록 계획 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 동부간선도로의 지하화에 따른 유료화 운영은 교통소통, 교통안전, 교통수요에 미치는 영향에 대한 면밀한 검토 뿐만 아니라 요금징수에 대한 법적 타당성 확보와 더불어 사회적 공감대 형성이 바탕이 되어야 할 것으로 판단됨 ▶ 현재 도로교통법에서는 터널은 차선변경 금지구간으로 지정되어 있으나 지하도로(터널)과 인접한 진출입로에서 분합류를 위한 차로변경에 대해서는 「지방경찰청장이 통행방법을 따로 지정한 때에는 그 지정한 바에 따라 통행해야 한다」는 동법 12조2항의 단서조항에 의해 예외적으로 허용하고 있음 국내에서는 지하에서 진출입이 이루어지는 지하도로의 계획·설계에 대한 검토가 초기단계에 있으므로 관련 법령의 정비가 이루어져야 할 것으로 판단됨 ▶ 도로활용도 측면에서는 전차종 운행이 좋으나, 대형차혼입에 따른 사고위험성 증대 및 사고발생시 파급효과를 감안하여 소형차전용으로 계획하고, 마들길 연속성 확보를 통해 중대형차의 우회방안을 마련하였음 ▶ 단계건설에 따른 사업비 및 교통량 변화, 시 재정여건 등을 고려하여 단계건설방안을 검토하겠음 ▶ 저수공간 및 방공호 등으로 활용할 수 있는 방안을 검토하겠음 	
<p>【ITS분야】 한국도로공사 남궁성 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 도로 이용자들이 원하는 것은 빠리가는 것이 아니라 다양한 가치의 경험이므로 지하도로 건설시 단순히 빠리가기 위한 도로가 아니라 다양한 가치를 창출할 수 있는 방법을 연구할 필요 ◦ 빨리 벗어나기 위한 공간이 아니라 머물고 싶은 부분도 있는 공간으로서의 가치 창출 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 주행 시 환경개선을 위한 적정조도, 조명광원(세라믹광원)선정 및 주의력 환기 경관조명설치로 장거리 주행 피로감 해소를 위한 조명계획을 수립하였음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
【ITS분야】 한 국도로공사 남궁성 위원	<ul style="list-style-type: none"> 진출입부 미터링은 중요한 사항 지하도로에서는 지상부와 달리 영상검지 기술이 적극적으로 도입될 것으로 예상 지하도로 건설의 목적이 도심혼잡해소는 설득력이 부족하며 도심혼잡해소 뿐만 아니라 새로운 공간을 창조한다는 파격적인 변화가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶진출입부 램프미터링 및 인접 교차로의 신호운영 전략을 수립하겠음 ▶유지관리 및 비상상황에 대처할 수 있도록 영상검지시설의 적극 도입을 검토하겠음 ▶강남북간 직접 연계로 네트워크 불합리로 인한 상습 교통정체를 해소하고 지역 균형발전 도모와 중랑천 하천환경회복과 친수공간을 조성하여 중랑천을 시민들의 품에 돌려주는 파급효과를 거둘 수 있는 사업임 	
【도로분야】 건설기술연구원 노관섭 위원	<ul style="list-style-type: none"> 지하도로 건설이 왜 필요한지에 대한 홍보가 단순히 도로 관점이 아니라 인문 사회학적 접근도 필요 지하도로 건설에 따른 기준마련 및 해외 사례 분석이 필요 연구개발과 관련된 Working group의 과정이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶지하도로 건설에 대해 다수가 공감할 수 있도록 인문 사회학적 접근 방안이 필요함 ▶해외 지하도로 사례조사 및 분석을 통하여 지하도로 설계기준 정립이 필요함 ▶지하도로와 관련한 심도깊은 연구개발이 필요함 	
【방재환기 분야】 건설기술연구원 신현준 위원	<ul style="list-style-type: none"> 설계 기준 정립 및 지하도로에 대한 기술개발이 필요 화재 방재 계획 시 시뮬레이션 및 다양한 실험의 병행이 필요 배기물질 및 오염물질에 대한 처리문제 	<ul style="list-style-type: none"> ▶국토해양부 환기방재 기준을 준수하였으며 지하도로에 대한 기술 개발은 추후 연구과제로 검토가 필요함 ▶정량적 위험도 분석, 배연성능 분석, 피난가능거리 분석 등의 수치해석을 수행하였으며 기본설계 등 추후 설계시 반영이 필요함 ▶공기정화시설을 반영하였음 	
【방재환기 분야】 경복대 우종태 위원	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 터널관련 기준들을 도심지내 지하도로에 적용시 문제가 발생할 수 있으므로 별도의 설계기준 정립이 필요 공사중 및 운영시 침수 방지를 위한 비상방수문 설치 검토 	<ul style="list-style-type: none"> ▶국토해양부 환기방재 기준을 준수하였으며 본 과업에서는 설계기준의 정립을 위한 연구가 어려우며 추후 연구과제등을 통한 설계기준의 연구가 필요함 ▶침수방지를 위해 비상방수문 설치를 검토하겠음 	
【구조분야】 호서대 김상환 위원	<ul style="list-style-type: none"> 지하공간 내에서 평면교차 방안 검토 대심도란 용어 정립이 필요 단면의 최소화 방안 마련 NATM공법보다는 다소 공사비가 비싸더라도 TBM(기계화시공)으로 시공하여 향후 다양한 편익의 창출 및 기술 발전에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> ▶지하공간 내 평면교차 방안에 대하여 사례조사 등을 통하여 합리적인 계획이 수립되도록 하겠음 ▶현재 40m 이상의 심도를 대심도터널로 정의하고 있으며(도로설계편람, 2010) 본 사업의 경우 이에 해당함 ▶굴착공법의 선정시 시공성, 경제성을 비롯하여 사용성 및 기술발전 등에 기여할 수 있도록 검토후 반영하겠음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【구조분야】 호서대 김상환 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 환기 방재 측면에서 기존의 구조물(지하철 등)과 지하도로를 연결하여 피난 연결통로 등으로의 활용방안 마련 ◦ 지하도로를 조기 건설하는데 의미를 두는 것 보다는 기본적으로 특화 되어야 할 사항들에 대한 선 검토가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업특성을 고려하여 안정성을 확보할 수 있도록 환기 및 방재계획을 수립하겠음 ▶ 초장대 규모의 도심지 지하도로 특성을 고려하여 터널계획을 수립할 수 있도록하겠음 	
<p>【구조분야】 건설기술연구원 김창용 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지하도로가 도로로서의 기능도 중요하지만 이용자 측면을 고려하여 GTX 및 주차장과의 연결, 대형시설들과의 연계 및 통합개발 방안을 마련 ◦ 지하도로내 평면교차(회전교차로) 활용방안 검토(노르웨이 T-커넥션 사례) ◦ 현재의 제도와 기준으로 인하여 공법선정의 다양화가 어려운 실정임 향후 지하도로에 대한 설계기준 마련 시 이를 고려한 기준마련이 필요 ◦ 소형차전용 or 전차종 운영 문제, 소방 및 침수대책, 환기 방재, 복층단면에 대한 기준마련 ◦ 현재의 기준이나 법령이 부족하다면 최근 추진중인 R&D(대심도 교통물류 네트워크 구축계획 등)를 활용하여 서울시 지하도로를 잘 연구하여 기술발전 및 수출할 수 있는 기반을 마련할 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ GTX 정거장과 연계하여 주차장 및 대형시설 등을 통합적으로 이용하는 방안을 검토하겠음 ▶ 지하공간 내 평면교차 방안에 대하여 사례조사 등을 통하여 합리적인 계획이 수립되도록 하겠음 ▶ 지하도로의 계획·설계에 대한 검토가 초기단계에 있으므로 관련 법령의 정비 및 공법선정의 다양화가 이루어져야 할 것으로 판단됨 ▶ 차종별 운영방안 마련 및 환기 방재, 침수, 복층단면에 대한 사례조사 등을 통하여 적용기준을 검토하겠음 ▶ 추진중인 R&D 등과 연계하여 설계기준 정립 및 기술발전 발판을 마련할 필요가 있음 	
<p>【교통분야】 서울대 이성모 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 서울시 지하공간 활용에 대한 기본계획수립이 필요 ◦ 지하도로 사업이 개발, 건설이라는 포커스에서 탈피하여 인문, 사회학적 접근이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 가용 토지의 부족, 도시의 수직개발에 따른 부작용 도시환경의 개선 및 녹색성장의 요구에 따른 지하공간 활용방안의 일환으로 지하도로 건설논의가 필요함 ▶ 지상의 도로시설 공간부족, 소음피해 저감을 위한 방음벽 설치, 대기오염 등 피해에 따른 부작용 및 토지가격 상승, 건설비 급증, 터널기술 발전 등 패러다임의 변화가 필요함 	
<p>교통분야 서울대 이성모 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 장래 인구증가, 교통수요증가로는 지하도로 건설의 당위성 필요성이 부족한 실정임(국가교통DB에서 향후 인구 및 00총량이 감소하는 것으로 나옴) 현재의 오밀조밀한 지상 및 지하공간의 재편, 환경문제 등 다양한 파급효과를 어필할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국가교통DB를 바탕으로 예측한 교통수요는 2026년을 정점으로 감소하는 것으로 예측되었으나 본 과업의 목표연도인 2036년 교통수요와 비교하여 감소폭이 1.6%로 크지 않아 운영기간 내 충분한 건설효과를 거둘 수 있는 것으로 분석되었음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【교통분야】 서울대 이성모 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전세계적인 청정개발체제(CDM)와 더불어 지하도를 건설함으로써 온실가스 저감으로 UN에서 상당한 재정적 도움을 받을 수 있으므로 이에 대한 기술 개발이 필요 함 ◦ 충분한 사전준비로 적극적 홍보가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 상세설계 시 지하도로 건설로 인한 온실가스 저감 등 UN으로부터 재정적 지원을 받을 수 있도록 기술개발이 필요함 ▶ 상세설계 수행 시 적극적 홍보활동으로 지하도로 건설에 대한 공감대 형성이 필요함 	
<p>도시기반시설 본부 원용만</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 서울시 지하도로가 타사업(지하철)과 비교하여 투자가치, 시민들의 이용가치가 높지 않은 실정임. 이로 인하여 공감대 형성이 쉽지 않다고 봄 ◦ 공사비 절감을 위하여 타시설(지하철, 통신구, 전력구)과 지하도로의 연계 방안을 마련할 필요(상부 지하철, 하부 지하도로 등) ◦ 외곽에서 도심으로 진입시 도심지내 시설물 접근을 위한 완화구간이 필요하므로 지하도로내 평면교차가 교통안전 측면에서 유리 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 강남북간 직접 연계로 네트워크 불합리로 인한 상습 교통정체를 해소하고 지역 균형발전 도모와 중랑천 하천환경회복과 친수공간을 조성하여 중랑천을 시민들의 품에 돌려주는 사업으로 동부간선도로 주변 지역주민의 숙원사업임 ▶ 타시설과의 연계방안을 검토하겠음 ▶ 동부간선도로 지하도로는 지상과의 연결을 위한 연결로 외에 다른 지하도로 또는 시설물 접근을 위한 교차로 및 연결램프 계획이 없음 	

1.2 1차 자문회의(도로, 교통 및 방재분야)-2011.8.15

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
【도로분야】 노관섭 위원	◦ 소형차도로 : 3축은 전차종 계획이며 기존도로 차단시 전차종계획이 일관성 있음	▶ 도로활용도 측면에서는 전차종 운행이 좋으나, 대형차혼입에 따른 사고위험성 증대 및 사고발생시 파급효과를 감안하여 소형차전용으로 계획하고, 마들길 연속성 확보를 통해 중대형차의 우회방안을 마련하였음	
	◦ 유출입 계획 : 강남의 영동, 도산대로의 혼잡도 검토	▶ 시점부 및 삼성IC와 연결되는 영동대로의 가로 및 교차로의 혼잡도는 LOS D ~ F 수준으로 분석되어 지체가 많이 발생하는 것으로 분석되었으나 사업 시행시으로 인한 혼잡도 증가는 크지 않은 것으로 분석되었음 ▶ 도산IC와 연결되는 도산대로의 가로 및 교차로의 혼잡도는 LOS D ~ E 수준으로 미시행시와 대비하여 한단계 증가하는 것으로 분석되었으며, 진출부 교차로인 학동사거리의 지체도 증가가 보다 큰 것으로 분석되었음	
	◦ 안전측면 : 터널을 이용한 저수공간 확보방안 검토 필요. => 예산문제의 애로사항 발생속도관리로 정속주행이 가능하도록 계획 필요	▶ 터널을 이용한 저수공간의 필요성 및 방안에 대하여 검토하겠음	
【도로분야】 강정규 위원	◦ 소형차도로 : 보스톤 Big Dig이 전차종이든 전차종 계획이 필요	▶ 대형차혼입에 따른 사고위험성 증대 및 사고발생시 파급효과를 감안하여 소형차전용으로 계획하였음	
	◦ 지하도로 설계기준 : 지하도로에 대한 국가지침 확정 후 적용이 필요	▶ 지하도로의 계획·설계에 대한 검토가 초기단계에 있으므로 관련 법령의 정비가 이루어져야 할 것으로 판단됨	
	◦ 설계속도 : 경찰청에서 운영속도를 설계속도보다 10km/h정도 낮게 운영하므로 설계속도는 80km/hr가 적정	▶ 연계도로와 설계속도차가 적어 안전성 및 쾌적성이 양호한 70km/h로 적용하였으며, 추후 상세설계 시 경찰청 협의가 필요함	
	◦ 유출입 계획 : 진출부는 저속일 때 2차로 운영이 가능하도록 차로 계획 필요	▶ 교통수요 과다시 2차로로 탄력적으로 운영하는 방안을 검토하겠음	
	◦ 안전주행사항 : 지하도로 주행시 쾌적한 주행 필요	▶ 시뮬레이션을 통한 적정한 조도의 조명시설을 설치하였으며, 도심지 터널에 적합하고 터널 내 균등한 주행환경을 제공하는 횡류식 환기방식을 적용하여 쾌적한 환경이 되도록 계획하였음	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
【도로분야】 강정규 위원	◦ 지하도로는 지상도로보다 교통용량이 적어지며, 소형차량만 통행하면 버스이용객의 민원우려	▶ 현재 동부간선도로를 통행하는 노선 버스는 1개노선만 통행하고 있으며 우회도로인 마들길의 연속성확보를 통한 우회통행이 가능할 것으로 판단되며, 장거리 버스 운행은 시설한계 내에서 통행이 가능한 저상버스계획이 가능한지 검토하겠음	
	◦ 부산외곽 9공구 대림의 경우 단면은 크게하고 설비에서 공사비 절감을 하였다니 공사비 증가가 크지 않음	▶ 부산외곽 9공구는 종류식 환기방식을 적용하여 측방여유폭원 확대를 통해 단면을 증대하였으나 본 과업은 환기방재 성능이 우수한 횡류환기방식을 적용하여 환기방재 성능향상을 계획하였음	
	◦ 진출입부는 추후 정체가 우려되므로 길어깨를 가변차로로 이용할 수 있도록 차도의 폭 3m와 종합 검토 요망	▶ 교통수요 과다시 2차로로 탄력적으로 운영하는 방안을 검토하겠음	
	◦ 지하도로의 설계속도는 경찰청과 미리 협의하여 지상 설계속도와 연계할 필요가 있음	▶ 지상부 접속도로와 연계를 위해 적절한 설계속도를 적용하였으며, 상세설계 시 경찰청과 협의가 바람직함	
【도로분야】 유지오 위원	◦ 장대터널의 안전을 위하여 순수 승용차만 통행 요망(소형트럭에 위험물수송차량도 포함되므로)	▶ 지하차도 내 안전을 최우선으로 소통과 시민편의를 고려하여 승용차와 승합과 소형트럭을 포함하는 소형차전용도로로 계획하였음 ▶ 소형트럭은 생계형 차량과 택배차량 등이 차지하는 비중이 높아 통행제한 시 시민생활에 미치는 영향이 크고 통행제한과 위반차량에 대한 단속에 어려움이 있음 ▶ 다만 위험물수송차량은 운행제한이 필요한 것으로 판단됨	
	◦ 터널내 사고는 확률은 낮지만 치사율이 높다. 그 이유는 비주대 등 터널 구조물에 충돌하는 비율이 높으므로 비주대를 지양하고 비상차로를 확대 요망	▶ 우측길어깨 폭원 2.0m를 적용하여 비상주차대 배제 및 구급차량 이동 가능하도록 계획하였음	
	◦ 화재강도는 20MW보다 낮을 것이다.	▶ 화재강도는 관련법(도로터널 화재안전기준)에 위배되지 않도록 20MW를 적용하였음	
	◦ 제연은 대배기구 배연방식을 사용하고, 환기는 횡류 또는 종류 등 자유로 선정	▶ 횡류환기방식을 적용하여 제연은 대배기구 방식을 적용하였음	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
【도로분야】 유지오 위원	◦ 전담 소방대와 전용 차량제작은 바람직하며 A86 처럼 운영하는 것도 바람직	▶ 도심지에 계획되는 지하도로로서 주변 소방대가 다수 위치하여 전담소방대는 설치하지 않았으나 비상차량을 계획하여 효율적인 운영이 될 수 있도록 계획하였음	
	◦ 수분무의 경우 A86(고압), 일본(일반)에서 실제 화재시 사용된 자료가 있으니 자료 확인 요망	▶ 본 과업은 물분무 설비의 설치대상이 아니지만 안전성 향상을 위해 물분무 설비를 반영하였으며, 또한 현재 A86에서 적용된 고압 미세물분무에 대한 성능 및 관련기준이 명확히 규정되지 않아 일반 물분무 설비를 반영하였음 향후 상세설계시 관련기준의 변동에 따라 계획하는 것이 바람직 할 것으로 판단됨	
	◦ 요금소가 있는 경우 입구부에 설치하여 터널 내에서 지정체하지 않도록 고려 요망	▶ 재정사업으로 시행하는 도로로 무료로 운용할 예정이며, 유료운영시 별도의 요금소 없이 자동 톨시스템으로 운영하겠음	
【기계분야】 박형주 위원	◦ 기존 설계기준들은 5km 정도 터널을 고려한 것이므로, 피난에 대한 추가 고려가 필요하다	▶ FED분석을 통한 Aset Rset 기법으로 피난가능거리를 분석하여 피난연결통로 간격을 산정하였음	
	◦ 침수대책으로 터널 하부에 저수조를 크게 만들어 홍수시에는 유수지, 비상시에는 방공호로 활용	▶ 침수를 미연에 방지할 수 있는 계획을 수립하겠으며, 유수지 및 방공호 활용 계획에 대하여 검토하겠음	
	◦ 진출입로에서의 견인 문제 해결요망	▶ 우측길어깨 폭원 2.0m로 적용하여 견인이 가능하도록 계획하였음	
	◦ 100MW 화재에서 터널내로 진입하는 소방관은 없고, 소방차도 불탄다, 구조물 복구도 곤란하고 수선기간동안 노선 운영 불가능	▶ 20MW 설계화재강도를 적용한 방재시 설계계획을 적용하였으며 추가적으로 물분무 설비 등의 안전시설을 계획하였음	
	◦ 물분무시설을 설치하면 화재하중을 감소시켜 구조물 안전에 도움이 되며, 원격 조정이 되므로 진화의 실패확률이 적다.	▶ 본 과업구간은 물분무 설비의 설치대상이 아니지만 10km 이상의 도심 장대 지하도로임을 고려하여 전구간 물분무 설비를 반영하였음	
	◦ 휘발유 소방차의 경우 fire jump 우려가 있으니 온도에 강한 전기차 등 고려 요망	▶ 소방차량의 구성은 본 과업범위가 아니므로 반영되기 어려우나 유류 화재를 대비해 포소화설비(이동식, 고정식)를 계획하였음	
	◦ 유지관리 측면에서 터널 천장 부착 시설을 최소화 요망	▶ 천장에는 입출구부 제트팬과 댐퍼외에 시설물을 최소화하였음	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
【기계분야】 박형주 위원	◦ 공사용 덤프트럭의 회차공간 등을 운영시에도 차량 회차용으로 활용 요망	▶공사중 및 운영시 차량 회차공간을 계획하겠음	
	◦ 차량 설계속도는 높아야 이용자가 좋다	▶지상도로 접속구간과의 연계를 고려하여 적절한 설계속도를 적용하였음	
	◦ 통합관리소 운영 분소와 재난관리 시스템 필요	▶안전시설물의 효율적인 관리를 위해 통합관리소의 운영을 기본으로 구성하였으며 재난 관리 시스템은 과업의 운영주체의 시스템 계획에 속하므로 본과업의 설계 범위가 아님	
	◦ 대형차와 소형차가 함께 통행한다면 구획하여 안전도를 향상시키기 바람.	▶소형차 전용도로 기준에 맞게 적용하였음	
	◦ 소형차도로 : 소형차, 대형차 통행노선의 구분하여 분리해서 계획 필요	▶소형차 전용도로로 계획하였으므로 노선 구분은 불필요함	
	◦ 안전측면 - 터널을 이용한 저수공간 확보방안 검토 필요	▶터널 내부를 저수공간으로 활용하는 방안을 검토하겠음	
	- 터널 침수의 문제 해결 : 공사시 및 운영시 등 검토(예비적인 저수탱크 및 전 시 때의 방공호 사용 등등)	▶진출입부에 비상방수문을 설치하고, 터널 내 적정 용량의 집수정을 설치하였으며, 터널의 부가적인 기능에 대해서 검토하겠음	
	- 대형차 사고시 견인에 대한 애로사항 발생 및 IC에서의 견인	▶소형차 전용도로로 계획하여 우측길 어깨를 이용한 진출입이 가능함	
	- 화재강도로 소형차는 10MM면 충분함.	▶상위법인 도로터널 화재안전기준 20MM 이상의 화재강도와 저축을 배제하기 위해 20MM 화재강도를 적용하였음	
- 관리사무소는 분소도 운용이 필요	▶적정위치에 관리사무소를 계획하였음		
【기계분야】 유지오 위원	◦ 소형차도로 : 소형차는 화재강도가 낮아 안전에 유리하므로 지하도로에서는 소형차적용이 타당함	▶소형차전용도로로 계획하였으며 상위법인 도로터널 화재안전기준 20MM이상의 화재강도와 저축을 배제하기 위해 20MM 화재강도를 적용하였습니다.	
	◦ 방재 계획 : 비상주차대 삭제 : 비상주차대 정면충돌 많음	▶우측길어깨 폭원 2.0m를 적용하여 비상주차대 설치를 배제하였음	
	◦ 위험도 지수 개선안 : 소형차도로에 검토적용 가능하며, 소형차 화재강도를 20MM 보다 낮게 적용하는 것이 적정	▶상위법인 도로터널 화재안전기준 20MM 이상의 화재강도와 저축을 배제하기 위해 20MM 화재강도를 적용하였음	
	◦ 안전측면 : 소형터널 단면에 적용가능한 전담 소방대 별도 운영 필요 터널내부에 영업소는 설치 안됨	▶터널 내부에 영업소는 없으며, 노선 주변에 소방대가 다수 위치하여 전담 소방대는 설치하지 않았으나 터널 내에서 자유롭게 이동할 수 있는 별도 규격의 소형차 제작이 필요함	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【교통분야】 이성모 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> 소형차도로 : 소형차도로의 논리가 부족함 	<ul style="list-style-type: none"> 도로활용도 측면에서는 전차종 운행이 좋으나, 대형차혼입에 따른 사고위험성 증대 및 사고발생시 파급효과를 감안하여 소형차전용으로 계획하고, 마들길 연속성 확보를 통해 중대형차의 우회방안을 마련하였음 	
	<ul style="list-style-type: none"> 유출입 계획 : 진출입부의 교통지정체를 해결할 방안 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 진입부 램프미터링 및 진출입부 인접 교차로의 신호운영 전략을 수립하여 진출입램프가 있는 접근로의 통행을 우선시 하는 것을 원칙으로 하고, 진출부의 교통량을 분산하여 교통정체를 해소할 수 있도록 하겠음 	
	<ul style="list-style-type: none"> 지하도로 설계기준 : 국가 지침이 필요하며 지침에 의한 설계필요 	<ul style="list-style-type: none"> 현재 지하도로에 대한 명확한 적용기준이 없으므로 추후 상세설계 시 지침 적용이 타당함 	
	<ul style="list-style-type: none"> 교통수요측면 : 교통수요의 처리가 가능할 것 같지 않으며 적정 차로수 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 소형차 전용도로 계획에 따라 교통수요가 감소되고 대형차량 혼입에 따른 용량저하가 없어 용량분석결과 전구간 서비스수준"E" 이상 확보하는 것으로 분석되었음 	
<p>【교통분야】 설재훈 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> 안전주행사항 : 지하도로 이용시 시간이 40분에서 1시간 필요로 지하도로 통행의 애로사항 발생(쾌적한 주행이 지하도로 필요) 	<ul style="list-style-type: none"> 주행 시 환경개선을 위한 적정조도, 조명광원(세라믹광원)선정 및 주의력 환기 경관조명설치로 장거리 주행 피로감 해소를 위한 조명계획을 수립하였음 	
	<ul style="list-style-type: none"> 기본컨셉이 필요 : 지하도로의 필요성, 상징성 등 시민과 재계에 필요성에 대한 컨셉의 중요 	<ul style="list-style-type: none"> 강남북간 직접 연계로 네트워크 불합리로 인한 상습 교통정체를 해소하고 지역 균형발전 도모와 중랑천 하천환경회복과 친수공간을 조성하여 중랑천을 시민들의 품에 돌려주는 사업으로 동부간선도로 주변 지역주민의 숙원사업임 	
	<ul style="list-style-type: none"> 교통수요측면 : 교통지체가 없는 지하도로 계획이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 지하차도 본선 용량분석결과 적정차로수가 확보될 수 있도록 계획하였으며, 지하차도내 정속성확보 및 사고예방을 위한 다양한 시스템(VMS, VSL, LCS, 과속단속카메라 등)을 계획하였음 진출입부 지정체가 본선에 영향을 미치지 않도록 연결로 길이가 적정 길이 이상 확보될 수 있도록 계획하였으며, 진출입부 인접 교차로의 ITS전략계획을 수립하였음 	

1.3 2차 자문회의(도로, 교통분야)-2011.10.25

- 일 시 : 2011년 10월 25일 15:00
- 장 소 : 서울소방재난본부 6층 회의실
- 주 최 : 서울특별시 도시안전본부 도로계획과
- 자문분야 : 도로, 교통 및 ITS
- 자문위원
 - 도로분야 : 노관섭(한국건설기술연구원 책임연구원)
설재훈(한국교통연구원 책임연구원)
 - 교통분야 : 이성모(서울대학교 건설환경공학부 교수)
강정규(도로교통연구원 교통연구실장)
 - ITS 분야 : 이청원(서울시립대학교 교통공학과 교수)

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획
【도로분야】 노관섭 위원	◦ 본 지하도로의 이용 교통은 대형화물차 및 위험물 적재차량을 제외한 전차량을 대상으로 하는 것이, 사업추진 목적 및 효율성 측면에서 타당할 것으로 사료됨. 통행금지 차량에 대한 대안 노선 제공 및 안내 검토 필요. 특히 본 지하도로는 강남-북으로 연계되는 장거리 버스 운행 등이 유효할 것으로 판단됨.	▶사업의 목적 및 효율성 측면에서 편익산정시 전차종과 소형차를 세부적으로 검토하겠으며, 전차량으로 계획이 좋으나, 적재사항 확인이 불가하여 안전확보 측면에 애로사항이 발생할 수 있어 부득이 소형차를 제안하였으며, 우회도로인 마들길의 연속성 확보 및 유도 안내에 대한 상세검토를 포함시키겠음. 장거리 버스 운행은 시설한계에서 통행이 가능한 저상버스계획이 가능한지 검토하겠음
	◦설계속도는 70km/h 가 적정하겠음.	▶연계도로와 설계속도차가 적어 안전성 및 쾌적성이 양호한 70km/h로 적용하였음
	◦비상시를 대비하여 길어깨폭을 확보하는 것 보다는 대형차 통행을 고려한 적정 차로폭 확보와 비상주차대 설치가 타당할 것으로 사료됨. 구체적 검토 필요.	▶전차종 및 소형차는 세부 편익산정을 통하여 재검토하여 보고하겠으며, 경제성을 고려한 비상주차대 설치도 가능하나, 750m 간격의 비상주차대로 인해 충돌사고 발생우려가 있으며, 사고발생시 비상차량의 신속한 대처를 고려 우측길어깨폭을 2.0m 로 계획하였음
	◦현재의 IC 계획은 타당하나, 최대한 연결로 유형이 일관성 있도록 할 필요가 있음(지하 및 지상에서).	▶연결로 유형을 일관성 있게 계획하여 운전자에게 진출입이 원활하도록 하겠음

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획
	<ul style="list-style-type: none"> ◦본 구간은 유료로, 자동 통시스템으로 운영하여 지체를 최소화 하고, 요금소 부지를 별도로 두지 않도록 함. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶재정사업으로 시행하는 도로로 무료로 운용할 예정이며, 유료운영시 별도의 요금소 없이 자동 통시스템으로 운영하겠음
	<ul style="list-style-type: none"> ◦장거리 터널 내 운행에서의 문제점을 해소하기 위하여 터널 내부면 처리를 위한 방안 강구 필요. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶운전자의 주행안전과 쾌적한 주행환경을 위해 집중조명, 칼라조명 등 경관조명을 계획하였음
	<ul style="list-style-type: none"> ◦구간내 정속 주행을 위하여 구간속도 단속시스템 운영 	<ul style="list-style-type: none"> ▶정속주행을 위해 구간속도 단속 및 VSL(가변속도단속)시스템을 운영할 계획임
	<ul style="list-style-type: none"> ◦수해에 대비하고, 평상시 청소 등 유지관리용의 물을 확보하기 위하여 저류공간 설치 검토 	<ul style="list-style-type: none"> ▶청소 등 유지관리를 위한 저류공간을 검토하여 도심부 침수예방과 수자원 재활용에 대하여 검토하겠으며, 수해에 대비하여 진출입구에 캐노피와 지수문을 설치하였고, 환기소를 저점으로 하여 집수정을 계획하였음
<p>【도로분야】 설재훈 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦설계기준 자동차는 소형차 전용으로 해서는 곤란하고, 대형차가 통행 가능하도록 하는 것이 장래 도로 활용도 측면에서 필요함. 향후 동서 3개축, 남북 3개축, 총 6개의 지하도로 건설시에 모두 대형차가 통행 가능하도록 하는 것이 필요함(대형차 중 덤프트럭, 컨테이너, 유조차 등 위험차량은 금지시킴) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶소형차가 대형사고 발생율이 대형차에 비해 현저하게 낮고, 경제성 및 도심순환망 구축이 용이하고 도시고속도로 이용차량의 대부분을 차지(90%)하므로 소형차 전용 복층도로로 계획하였으며, 서울시의 대중교통 우선정책을 추진하기 위해 상부의 교통량을 지하로 전이시키고 교통량이 줄어든 지상부 도로의 차도 다이어트를 통한 자전거전용도로, 보도, 버스전용차로를 설치하여 지상을 인간중심의 도로로 운영하므로, 지하도로는 서울시 대중교통 우선정책에 부합됨 ▶도로활용도 측면에서는 전차중 운행이 좋으나, 대형차혼입에 따른 사고위험성 증대 및 사고발생시 파급효과를 감안하여 소형차전용으로 제안하고, 마들길 연속성 확보를 통해 중대형차의 우회방안을 마련하였음
<ul style="list-style-type: none"> ◦교통관리전략(ITS)은 단순히 돌발상황 관리에 그쳐서는 안되고, 돌발상황이 전혀 발생하지 않도록 예방하는 시스템 구축이 반드시 필요함(1km마다 무인 과속단속시스템, 차간거리 단속시스템 등 필요). 무사고 도로, 무정체 도로로 설계해야함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶돌발상황 관리뿐 아니라 정속성 확보 및 사고예방을 위한 다양한 시스템(VMS, VSL, LCS, 과속단속카메라 등)을 도입할 계획에 있으며, 향후 시스템의 적정 배치를 통해 무사고, 무정체 도로를 목표로 계획하겠음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획
<p>【교통분야】 이성모 위원</p>	<p>◦본 과업을 단순 도로건설이라는 개념은 개발과 건설이라는 사회적 반대여론의 대응 논리가 미약함 ⇒따라서 기후변화와 관련 세계적인 패러다임인 저탄소녹색성장, CDM 등으로의 개념 재정립이 요망됨.</p> <p>-서울시에서 구상하고 있는 New Smartway의 총체적인 철학의 재정립이 요망됨</p> <p>-Green Car 개발의 기술 선점을 위한 정책, 청정 연료 기술개발 등과 서울시 공간구조 개편이란 대원칙으로 본 과업의 성격을 포장할 필요성이 제기됨.</p> <p>-지정체로 인한 혼잡비용, 온실가스배출량 등 사회경제 및 환경과 연동시킬 전제사항이 필요함</p>	<p>▶동북권에 대형 하천공원 마련으로 주거환경 개선 및 쾌적한 친수공간 확보로 인간과 자연이 하나될 수 있는 공간 마련</p> <p>▶-중랑천변 복원 -청정개발체제 (The Clean Development Mechanism: CDM) -미세먼지 및 NOx 90% 저감 -지정체해소에 따른 혼잡비용감소 및 환경편익 부각 예정임</p> <p>▶지정체없는 도로계획으로 교통혼잡비용 감소, 온실가스 저감 및 하천공원 확보로 사회 경제적 편익을 산정하겠음</p>
	<p>◦서울의 생활권 패턴과 시민의 교통 편의성, 공간구조의 전면적인 개편을 강조할 필요성</p> <p>-서울지역 30분내로의 이동권 단축과 더불어 동부간선의 상시 지정체를 해소하여 도시경쟁력 제고와 서울 동북부권과 강남권의 연계체계구축으로 균형발전에 기여</p>	<p>▶강남북간 직접 연계로 네트워크 불합리로 인한 상습 교통정체를 해소하고 지역 균형발전 도모와 중랑천 하천환경회복과 친수공간을 조성하여 중랑천을 시민들의 품에 돌려줌으로써 동북권 르네상스의 기틀을 마련하도록 하겠음</p>
	<p>◦설계기준 자동차 부문의 자동차 유형별 특성에서</p> <p>-사고 등에 관한 자료는 뒤편으로 이전-너무 강조하고 있어 지하도로에 대한 부정적인 영향이 매우 크게 어필함.</p> <p>-소형차량 위주 터널 건설시-유사시 소방차(대형) 통행을 위한 조치는?</p>	<p>▶지하도로에 대한 부정적인 영향이 클 것으로 판단되는 자료는 뒤편으로 이동시키겠으며, 사고발생시 비상차량의 신속한 대처를 고려 길어깨폭을 2.0m 로 계획하였고, 터널높이를 고려한 전용소방차량을 도입하도록 하겠음</p>
	<p>◦P.19 설계속도별 시간차이는 미미함- 이에 따른 구분은 별의미가 없음</p> <p>-경제성이란 용어를 건설비 등으로 교체</p>	<p>▶경제성이란 용어를 건설비로 수정하겠음</p>
	<p>◦P.23연결로 횡단구성-길어깨폭, 우측에서 전차중1.0M 보다 소형차가 1.25M로 더 넓은</p>	<p>▶「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 연결로의 횡단구성 기준이며, 사고발생시 비상차량의 신속한 대처를 고려 길어깨폭을 2.0m 로 계획하였음</p>

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획
	<p>◦P.28일일 최대 교통류를 산정에서 제시된 교통량이 첨두시에 지체 등의 영향은 없었는지?</p>	<p>▶직접적으로 용량을 산출하는 것은 불가능하므로 총 24시간 조사된 15분 단위의 교통량을 이용하여 교통류율을 산출한 후, 이 중 최대교통류율을 용량수준으로 판단하였음. 일반적으로 도로의 용량을 판단할 때 주로 적용하는 방법론으로 첨두시 지체 등에 대한 문제는 없을 것으로 판단됨</p>
	<p>◦P.32 수요가 상계-중랑구간 감소, 중랑-군자구간 증가에서 강남-중랑-군자 구간의 O/D패턴 재검토의 필요성? - 강남에서 상계권의 패턴이 큼</p>	<p>▶상계-중랑구간의 감소는 월계IC 및 월릉IC의 진출입 형태 변형, 설계속도 감소, 주변도로망계획(서울-포천 고속도로 건설 등)에 의한 것으로 판단되며, 중랑-군자 구간의 교통량 증가는 신설된 구간에 의한 영향으로 판단됨. 따라서 O/D패턴의 문제보다는 장래 네트워크 변화에 따라 통행경로가 다소 변화하는 것에 의한 영향인 것으로 판단됨</p>
	<p>◦P.39 성수전략정비구역의 한강변 구간은 강변북로를 지하화하는 계획이 있으므로 이를 고려해야 할 필요성이 있음(지하철 9호선 구간도 포함)</p>	<p>▶강북강변지하화구간과 40m하부에 계획되어 있어 영향이 없으며, 지하철 9호선과 근접 통과 구간에 대한 대책을 수립하였음</p>
	<p>◦연결부 진출입부 대기행렬이 본선에 미치지 못하도록 하는 방안 강구</p>	<p>▶진출부 인접 교차로의 신호운영은 진출램프가 있는 접근로의 통행을 우선시 하는 것을 원칙으로 하고, 진출부의 교통량을 분산하여 대기행렬 길이가 본선에 영향이 없도록 하겠음</p>
	<p>◦호주 브리스번의 지하 버스전용도로 참조</p>	<p>▶참조하겠음</p>
<p>【교통분야】 강정규 위원</p>	<p>◦ 설계기준 자동차 -기존도로의 하부와 같이 대안도로가 인접한 경우는 소형차로 설계차량을 정하는 것이 교통안전이나 효율성 측면에서 바람직 함. 본구간은 기존도로를 완전 폐지할 경우 인접한 마들길 연결도로를 추진하더라도 2.6~4.5%를 차지하는 화물차의 민원이 과다할 것임. 상부도로의 일부존치가 전제될 경우 소형차로 설계기준을 삼는 것은 적절.</p>	<p>▶통행금지 차량에 대한 우회도로인 마들길이 남북방향으로 인접해 있으며 연속성 확보 및 유도 안내에 대한 상세검토를 포함시키겠음 또한 상부도로의 일부존치는 국토해양부와 협의하여 추진이 가능한지 파악하겠음</p>

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획
	<p>◦설계속도 -램프설계속도와 상대적인 속도차이가 중요함. 대형차까지 포함한다면 70km/h도 타당하나, 소형차전용으로 할 경우 80km/h 바람직.</p>	<p>▶도심지 장대터널인 점을 감안하여 80km/h와 70km/h시 이동성측면은 크게 차이가 없으며, 연계도로와 설계속도차가 적어 안전성 및 쾌적성이 양호한 70km/h로 적용하였으며, 또한 해외 지하도로 사례 분석 결과 70km/h이하 사례가 다수임</p>
	<p>◦횡단구성 -장거리임을 감안 오른쪽 길어깨 2.0m, 왼쪽길어깨 1.0m 는 바람직 -연결로(특히 진출로) 횡단폭원은 5.0m 이상으로 하여 평상시에는 1차로로 운영하되, 비상시나 수요과다시에는 2차로 탄력운영 유도</p>	<p>▶연결로 횡단폭원은 6.0m로 계획하였으며, 교통수요 과다시 2차로로 탄력적으로 운영하는 방안을 검토하겠음</p>
	<p>◦교통수요 -지하도로에 적용할 수 있는 VDF 개발은 바람직하며, 기타 소형차 0/D 생성, (GTX, KTX)수단분담, 지하도로 node/link에 대한 정리가 필요함 -지하도로의 교통용량은 기존 동부간선도로보다 용량이 낮을 가능성이 높음을 교통분석에 반영 필요</p>	<p>▶현재 소형차0/D가 구축되어 있지 않아 승용차0/D(승합차 포함)에 소형화물차0/D를 반영하여 소형차 0/D로 정의하였음 ▶GTX와 관련된 수단분담은 GTX 사업노선이 확정적이지 않은 점 등을 고려하여, 향후 민감도 분석 차원으로 분석할 계획임 ▶지하도로 node/link 체계는 기존 도로의 node/link 체계를 수용하여 구축하였으며, link성능은 개발된 지하도로 VDF를 적용하였음 ▶지하도로의 용량 저하의 가능성은 높으나, 현재 구체적인 기준이 정립되어 있지 않아, 설계속도 70kph를 기준으로 용량을 산정하여 이를 부분적으로 반영하였음</p>
	<p>◦노선 및 진출입계획 -진입보다는 진출입램프수가 많도록 하며 최단거리로 연결하는 것이 통과교통에 대한 장애제거와 노면교통 접근성 바람직</p>	<p>▶진입보다는 진출이 원활하도록 많이 계획하였으며, 연결로 길이는 본선에 영향이 없도록 경제성 등을 고려 최단거리로 계획하겠음</p>
	<p>◦기존 동부간선도로를 폐지하는 것보다 일부를 살려서 대중교통과 화물자동차용으로 보완하는 것이 서울시 교통체계나 주변거주민들에게 도움이 될 것임</p>	<p>▶서울시에 교통체계 및 주변 주민들에게 도움이 되는 방향으로 국토해양부와 협의하여 조치하겠음</p>

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획
【ITS 분야】 이청원 위원	◦소형차 전용이 바람직하다고 판단됨	▶안전을 최우선으로 고려하여 소형차전용으로 계획하였음
	◦설계속도는 가급적 80km/h	▶도심지 장대터널인점을 감안하여 80km/h와 70km/h시 이동성측면은 크게 차이가 안나며, 연계도로와 설계속도차가 적어 안전성 및 쾌적성이 양호한 70km/h로 적용하였으며, 또한 해외 지하도로 사례 분석 결과 70km/h이하로 운영하고 있음
	◦강북 교량구간은 Diamond I/C (신호를 설치)의 완결성이 확보되도록 확장 포함 검토	▶진출입구가 접속도로(천호대로, 망우로 등) 교차로와 인접하여 추가적인 교차로의 설치는 접속도로의 과도한 지정체를 야기시킬 우려가 있음
	◦차로수를 6차로 4차로로 불균형하게 만들 경우, 운용의 어려움이 매우 클 것임	▶기존 구간(군자~성수, 4차로)과 신설구간(군자~대치, 4차로)이 군자IC와 기존도로 지하화구간(군자~하계, 6차로)으로 분기하는 형태로 차로수의 균형은 적절할 것으로 판단됨

1.4 2차 자문회의(환기, 방재 및 전기분야)-2011.10.20

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 조형제 위원</p>	<p>◦ 차량 주행속도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 차량주행속도를 도심지 터널 기준 5-80 km/h로 적용하였으나, 도로설계편람의 부분 개정이 진행 중에 있으며, 5 km/h 주행속도는 삭제될 것으로 예상되므로 개정내용에 대한 적용 검토가 필요할 것으로 판단됩니다. 	<p>▶소요환기량 선정</p> <ul style="list-style-type: none"> ·과업구간 지하도로의 5km/h 저속 주행시 소요환기량은 35m³/s 이며 환기횟수 3회의 환기량은 53m³/s, 배연량은 142m³/s 로 5km/h의 저속주행시 소요환기량은 환기량 산정에 영향을 미치지 않음 ·아울러, 기본설계 및 실시설계 단계에서 편람이 개정되는 경우 개정내용에 따라 반영될 것임 	
	<p>◦ 화재강도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화재강도를 소형트럭 2대가 동시에 전소하는 30 MW로 적용하였으나, 소형차 전용도로에서 발생 가능한 최악의 화재상황으로 사료됩니다. 일반터널에서도 버스 1대가 전소하는 상황으로 화재강도 20 MW를 적용하고 있는 점을 고려할 때, 승용차 2대 또는 승용차1대+소형트럭1대 정도의 화재상황으로 가정하여 소방법규 기준을 만족할 수 있는 20 MW로 적용하는 것이 바람직하다고 판단됩니다. 	<p>▶화재강도 선정 (첨부자료 #01)</p> <ul style="list-style-type: none"> ·소형차 전용도로 특성상 차량1대의 화재강도가 작지만 층고가 낮으므로 화재연기의 급속한 전파가 우려됩니다. 프랑스 A86도로의 화재실험시 화재강도가 최대 23MW임을 고려하여 30MW를 적용하였음 	
	<p>◦ 환기방식</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환기방식은 진출입로가 다수 계획된 점을 고려할 때, 환기성능 및 배연성능이 우수한 횡류식 적용이 바람직할 것으로 사료됩니다. 	<p>▶환기방식 선정 (첨부자료 #02)</p> <ul style="list-style-type: none"> ·본 과업구간은 본선구간과 함께 IC 6개소가 연결되어 있으므로 기류의 유출입을 제어하기가 어렵고 또한 층고가 낮은 특성상 화재연기의 급속한 전파가 우려됩니다. 따라서 구간별 환기성능이 우수하며 화재연기의 집중배연이 가능한 횡류 환기방식을 적용하였음 	
	<p>◦진출입구간 닥트연결</p> <ul style="list-style-type: none"> - 진출입로의 급배기 닥트 연결구조가 매우 복잡합니다. 진입로의 경우 차량 진입에 따라 외기가 유입되는 구간이므로 배기닥트만 설치하고, 연장이 길어 자연급기가 곤란한 경우에는 입구부에 제트팬을 설치하는 방안을 검토하는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<p>▶진출입구간 닥트 연결</p> <ul style="list-style-type: none"> ·횡류식 환기방식의 특성상 진출입로의 닥트 연결구조가 복잡하지만 대단면 구간의 상부공간을 활용하여 연결이 가능합니다. 또한 진입로에서 외기유입을 위해 제트팬을 설치하는 방안은 본선으로 유입되는 유입기류의 영향을 최소화하기 위한 별도의 대책이 필요하므로 본 과업에서는 진출입로환기방식을 횡류식으로 계획하였음 ·다만, 원활교통시와 화재시 부력 등에 의한 기류제어를 위해 제트팬 2대씩을 설치하도록 반영하겠음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 조형제 위원</p>	<p>◦ 환기소</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1구간 환기소가 4개소로 계획되었으나, 환기소#3(한천로녹지대)을 설치하지 않고 3개소만 설치하는 방안도 검토하여 적절한 환기소 계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<p>▶ 환기소</p> <ul style="list-style-type: none"> · 환기소#3삭제시 터널연장이 3,800m로 2등분이 1,900이나 Ramp구간(847m)를 포함하면 2,500m이상으로 이용자(특히 노약자) 피난시 어려움이 예상되고, 축류팬전압이 330mmAq이상 필요함 · 따라서, #3환기소 설치예정부지가 한천로 녹지대로 민원발생이 적을 것으로 예상되어 현위치에 계획하였음 	
	<p>◦ 환기탑 형식</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환기탑의 형식은 배출공기의 대기확산 측면에서 고층형환기탑이 가장 유리하나, 경관저해 및 민원발생의 소지가 크므로 부적절할 것으로 사료됩니다. - 본 과업구간의 환기탑은 주로 하천변에 위치하므로 경관저해 및 민원발생 소지가 없는 공원형(은폐형)으로 적용하는 것이 바람직하다고 판단됩니다. - 다만, 위치에 따라 경관저해가 없는 범위에서 환기탑 높이를 가능한 한 높이는 방안을 검토바랍니다. 	<p>▶ 환기탑 형식 (첨부자료 #03)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 과업구간의 환기소중 하천변에 위치하고 공원형(은폐형) 환기탑 계획을 적용하기 위한 부지확보가 가능한 구간에는 공원형(은폐형) 환기탑을 계획하였으며, 대치유수지 환기소, 영동대교 환기소 등 하천변 반대방향으로 주거지역이 밀집되어 용지확보가 어려운 구간의 환기소는 하천방향으로 토출기류를 형성할 수 있는 환기탑을 계획하고 배출오염물질이 주변 주거지역에 미치는 영향을 검토하여 정화시설의 설치여부를 고려하여 반영하겠음 	
	<p>◦ 정화시설</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화시설은 설치 및 운영비가 많이 소요되므로 설치 필요성에 대한 신중한 검토가 필요합니다. 차량성능 개선에 따라 오염물질 배출량이 감소하는 추세이고, 전기차량도 점차 증가할 것으로 예상되므로 설치공간만 확보하고 주변 환경변화에 따라 필요한 시점에 설치하는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<p>▶ 정화시설</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 과업구간인 동부간선 지하화도로가 개통되기까지는 상당한 시간이 필요하므로 전기차량 등을 통한 차량의 오염물질 배출량이 감소할 소지가 있음 · 하지만 도심지에 위치하게 되는 도로 특성을 고려하여 배출오염물질로 인한 주변 환경영향을 검토하고 있으며 필요시 환기소내에 집진설비 등의 정화시설 설치공간을 고려한 환기소 계획을 반영하겠음 	
	<p>◦ 이중방화문</p> <ul style="list-style-type: none"> - 병렬터널의 피난연결통로에 이중방화문을 설치하였으나 1개소 설치와 비교하여 안전성 증대 효과가 크지 않을 것으로 사료됩니다. 오히려 지상대피계단의 접속부에 이중방화문을 설치하여 안전공간을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<p>▶ 이중방화문</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 과업구간인 동부간선 지하화도로는 장대 도심터널 구간으로 비상시 안전성 확보가 최우선으로 고려되어야 함, 따라서 피난연결통로의 이중방화문을 통해 화재연기의 전파 차단은 물론 비화재터널의 차량으로 인한 2차사고 피해를 방지로 계획하였음 · 또한 지상대피계단의 경우 이중방화문과 가압설비등의 안전시설물을 반영하겠음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
【환기방재 분야】 조형제 위원	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 피난대피소 <ul style="list-style-type: none"> - 복층터널에서 피난대피소는 피난계단 자체를 안전공간으로 계획하는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 피난대피소 <ul style="list-style-type: none"> ·복층터널의 계획시 피난대피소는 장애 인등의 안전을 위해서 설치했으며, 피난계단의 공간도 가압시설 등을 추가하여 안전공간으로 계획을 반영하겠습니다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 옥내소화전 <ul style="list-style-type: none"> - 옥내소화전은 초기소화에 사용하는 시설로써 소화성능 뿐만 아니라 사용 편의성도 함께 고려할 필요는 있으나, 일반인의 경우 소화기 사용 가능성이 높고, 소화기 사용시간동안 관리자 및 전담소방대의 출동이 가능할 것으로 예상되므로 기존 소방호스 적용 방안이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 옥내소화전 <ul style="list-style-type: none"> ·일반인의 경우 화재초기 소화기의 사용 가능성이 높으나 홍지문터널 사례와 같이 일반인이 소화전을 활용하는 사례가 있음 ·따라서, 기존 소방호스 적용과 함께 사용이 용이한 호스릴 소방호스를 추가하여 방수량 및 사용 편의성을 향상하겠습니다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전담소방대 <ul style="list-style-type: none"> - 전담소방대 및 전용소방차량의 운영은 동부간선도로 지하도로를 포함하여 서울시에서 계획 중인 전체 지하도로의 운영을 고려하여 규모 및 위치를 선정하는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전담소방대 <ul style="list-style-type: none"> ·본 과업구간인 동부간선 지하화 구간의 일부로 비상시 소방차량의 접근이 어려운 점을 감안하여 비상용 차량의 도입을 계획하고 있으며, 서울시에서 계획 중인 전체 지하도로의 운영을 고려한 전담소방대 규모 및 전용소방차량의 구성은 서울시의 전체 지하도로 계획의 구체적인 실시설계단계에서 이뤄져야 할 것으로 판단됨 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 유지오 위원</p>	<p>◦ 오염물질 허용기준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 터널의 경우, 터널운전자는 최장 17.2km(9.4+7.4km)를 터널내부에 운행하여 야 하며, 이 경우 주행속도를 10km/h로 가정하여 CO 및 NOx에 대한 화재시 유해가스가 미치는 영향을 정량적으로 표현하는 유효복용분량(FED)을 계산하면 다음과 같으며, 계산 결과는 SFPE Handbook에서 건축물 화재시 FED(유효복용분량)에 대한 한계값인 0.1를 약 2.4배나 초과하고 있으며, 통상 화재시 사망자로 판단하는 한계값이 0.3에 근접한 수치로 볼 수 있다. 등가사망자수 산정시 FED값이 0.2~0.3범위에 있는 경우 10명을 1명의 사망자로 산정함. - 따라서, 10km/h로 주행하여 터널을 통과하는 경우 한계농도를 준수할 지라도 운전자에게 미치는 영향은 화재에 노출되어 중상에 이르는 정도의 영향을 줄 것으로 판단할 수 있다. 이에 본 터널에 대한 허용농도는 현재 도로설계편람에 제시되어 있는 한계농도 보다 상당히 강화할 필요가 있으며, 반드시 시간을 고려하여 허용농도를 검토하여야 할 것으로 사료됨. $FED = \frac{CO_{lim} \times 0.5 \times T_{PS}}{24,000} + \frac{NO_{2lim} \times 0.5 \times F_{NO_2} \times T_{ps}}{2,400}$ $= \frac{70 \times 0.5 \times 103.2}{24,000} + \frac{20 \times 0.5 \times 0.2 \times 103.2}{2,400}$ <p>24,000 : CO에 대한 무력화 호흡누적량(ppm·min) 2,400 : NO2에 대한 무력화 호흡누적량(ppm·min) 0.5 : 농도에 대한 평균값을 적용하기 위한 계수 FNO2 : NOx중 NO2의 비 103.2 : 주행속도를 10km/hr로 하는 경우에 터널통과시간(min)</p>	<p>▶ 오염물질 허용기준</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 과업구간의 경우 환기횟수 3회의 환기용량으로 계획되어 10km/h의 차량 주행시 소요환기량 CO에 의한 환기량 35m3/s, NOx에 의한 환기량 2m3/s 보다 큰 53m3/s의 환기용량이 계획되어 있음 · 지하도로내를 10km/h 주행하는 경우 터널내 농도는 CO : 46.2ppm, NOx 1.5ppm으로 유지가 가능함 · 또한 도로설계편람(2010년) 617-10에서 언급한 NO2는 터널내에서 NOx의 약 10%정도를 점유하고 있는 것으로 알려져 있으므로 이를 적용하면 터널내 FED(유효복용분량)값은 0.1이내 만족 가능함 $FED = \frac{CO_{lim} \times 0.5 \times T_{PS}}{24,000} + \frac{NO_{2lim} \times 0.5 \times F_{NO_2} \times T_{ps}}{2,400}$ $= \frac{46.2 \times 0.5 \times 103.2}{24,000} + \frac{0.75 \times 0.5 \times 0.1 \times 103.2}{2,400} = 0.100$ <p>24,000 : CO에 대한 무력화 호흡누적량(ppm·min) 2,400 : NO2에 대한 무력화 호흡누적량(ppm·min) 0.5 : 농도에 대한 평균값을 적용하기 위한 계수 FNO2 : NOx중 NO2의 비 (10%) 103.2 : 주행속도를 10km/hr로 하는 경우에 터널통과시간(min) = 0.2365</p> <ul style="list-style-type: none"> · 또한 SFPE Handbook의 건축물 화재시 FED에 대한 기준값 적용여부는 동부 간선지하도로 뿐 아니라 서울시 지하도로 계획등을 고려하여 자문의견 7번 항목과 같이 상세설계시 기준의 적용 여부를 검토해야 할 것으로 판단됨 	<p>= 0.100</p>

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 유지오 위원</p>	<p>◦ 설계화재강도산정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소형트럭 2대가 다중 충돌하여 2개의 차량이 동시에 화재가 발생하는 것으로 하여 설계 화재강도를 산정하는 계획은 바람직한 것으로 사료됨. 그러나 건기원의 실물화재실험결과에 의하면 화재규모가 2.5MW급인 승용차에 대해서 화재가 인접차량으로 확산하는 경우에 화재강도가 약 8.5~9.0MW에 도달하는 것으로 나타나고 있다. 따라서 2대 연속시 화재강도는 단순 중첩으로 계산되지 않음. 따라서 화재강도 이보다 높을 것으로 사료됨. - 본 터널은 높이가 낮기 때문에 30MW의 화재강도가 미치는 영향은 시뮬레이션 결과에 의하면 일반터널에서 100MW급 이상일 것으로 판단됨. 따라서 라이닝에 대한 내화성능을 반드시 검토하여 적용하여야 할 것으로 사료됨. - 또한 전술한 이유로 설계화재강도는 배연능력 및 내화성능 등을 검토하여 적절한 수준에서 재검토할 필요가 있는 것으로 사료됨. 	<p>▶ 설계화재강도 선정 (별첨)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 과업에서는 프랑스 파리의 A86도로 화재실험 결과와 같이 충고가 낮은 지하도로의 특성을 고려하여 연쇄화재시 약 23MW까지 화재가 성장하는 것을 대비할 수 있도록 30MW 강도를 선정하였음 · 추후 실시설계시 적용 화재강도에 대한 시뮬레이션 및 내화성능 검토를 상세히 실시하여 반영할 수 있도록 설계도서에 명기하겠음 · 30MW 설계화재강도의 배연성능 검증 결과를 반영하겠음 	
	<p>◦ 환기방식</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 터널에 대한 환기방식은 반드시 배연방식을 고려하여 결정하여야 하며, 본 터널의 경우 배연방식은 대배기구에 의해서 집중배연이 가능한 방식이 최적으로 사료되며, 이를 기준으로 배연효율의 향상 및 경제성을 고려하여 환기방식을 결정하여야 할 것으로 사료됨. 	<p>▶ 환기방식 (첨부자료 #02)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본 과업구간은 본선구간과 함께 IC 6개소가 연결되어 있으므로 기류의 유출입을 제어하기가 어렵고 또한 충고가 낮은 특성상 화재연기의 급속한 전파가 우려됨. 따라서 구간별 환기성능이 우수하여 화재연기의 집중배연이 가능한 횡류 환기방식을 반영하였음 	
	<p>◦ 환기소 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 터널은 중량천 지하를 통과하고 있으므로 환기소를 하천도상에 인공섬 등을 조성하여 시설함으로써 민원을 최소화하고 시민등에 대한 휴식공간을 제공할 수 있는 방안을 검토할 필요가 있는 것으로 사료됨 	<p>▶ 환기소 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> · 하천에 인공섬을 조성하여 환기소를 계획시 홍수위 이상으로 환기탑이 설치되어야 하므로 거대한 인공구조물이 하천내에 설치되어 오히려 경관을 저해하고 유수흐름에도 지장을 초래하므로 현재 계획 위치인 하천체내지공원부지에 설치하는 것이 타당한 것으로 사료됨 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 유지오 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 피난대피통로의 간격 <ul style="list-style-type: none"> - 피난 대피통로의 간격은 현재 수행하고 있는 단순 대피성능 평가에 의한 방법을 지양하고 현재 수행하는 QRA를 통해서 결정하여야 할 것으로 사료됨. 소형차 전용도로라 현행 QRA의 적용 기준의 적용이 곤란한 경우에는 최악의 시나리오에 대한 화재해석을 수행하고 QRA기법에 적용하는 사망자수 추정방법을 적용하여 대피성능을 평가한 후에 적정대피거리를 산정하여야 할 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 피난대피통로의 간격 <ul style="list-style-type: none"> · 피난대피통로 간격은 현재 수행하고 있는 대피성능 평가와 QRA기법을 이용한 사망자수 추정방법을 적용하여 대피성능을 평가한 후 적정 대피거리를 산정결과를 반영하겠음 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 램프부에 대한 방재계획 <ul style="list-style-type: none"> - 본 터널의 경우, 대피가 용이하지 못하고 급구배의 램프가 설치될 것으로 예상되는 바, 램프에서 화재시 피난 대피계획 및 제연계획 등을 구체적으로 제시할 필요가 있는 것으로 사료됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 램프부에 대한 방재계획 <ul style="list-style-type: none"> · 램프구간은 피난연결통로의 설치가 불가하므로 별도의 구획된 대피로를 계획하고 대피로의 가압운전을 통해 연기침입을 방지하겠음 · 또한 램프의 입출구부에 기류제어용 제트팬을 설치하고 화재지점의 집중배연을 통해 화재연기 배연계획을 반영하겠음 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기타 <ul style="list-style-type: none"> - 본 터널의 경우, 층고가 낮은 소형차 전용도로로 현재도로터널 방재시설 설치기준의 원안 적용은 시설에 따라서 적절치 못한 것으로 판단됩니다. 따라서 실시설계시 다음과 같은 기준을 수립할 필요가 있으며, 이를 위한 검증계획을 본 상세기본설계에 반영하는 것이 바람직한 것으로 사료됨. · 설계화재강도에 따른 배연풍량 산정 및 검증을 위한 실물실험이나 모형실험계획 · 대배기구 방식의 배기구 사이즈, 형상, 설치간격을 최적화하기 위한 모형실험 및 시뮬레이션 계획 · 질소산화물에 대한 정화설비 도입을 위한 해외사례 및 국내사례 등에 대한 검토계획 · 환기기 운전의 경제성 확보를 위한 자동제어계획(운전단계수립, 환기기 운전제어알고리즘, 환기평가를 위한 시뮬레이션등을 포함) · 지하에서 위치 정보제공을 위한 설비에 대한 검토 및 연구계획 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기본설계 및 실시설계 상세 검증계획 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 상세기본계획에서는 수행하기 어려운 다음과 같은 내용을 기본설계 및 실시설계시 수행할 수 있도록 설계도서에 명기하겠음 - 실물실험 또는 모형실험을 통한 배연풍량 산정의 적정성 검증 필요 - 모형실험 또는 수치해석을 통한 대배기구 방식의 배기구 사이즈 및 형상, 설치간격의 최적화 수행 필요 - 질소산화물에 대한 정화시설 도입을 위한 국내외 사례조사 등을 통한 필요성 검토 필요 - 환기기 운전의 경제성 확보를 위한 자동제어계획 수립 필요 (환기기 운전단계 수립, 환기기 운전제어 알고리즘 수립, 환기평가를 위한 수치해석 수행 등) - 지하공간에서의 위치 정보제공을 위한 설비에 대한 검토 및 연구계획 (전기분야) 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 천석용 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 계획성 <ul style="list-style-type: none"> - 환기와 방재시스템의 이원화를 고려할 필요가 있습니다. 당연히 관련성을 가집니다만, 중요성을 따져서 별도로 구축해야 합니다. - 방재시스템은 USER INTERFACE를 고려한 구축이 필요합니다. 화재시 근무자의 부정확한 판단과 행위가 발생하지 않도록 보완이 필요합니다. 화재시 숙련된 근무자도 아노미 상태에 빠질 수 있습니다. - 환기 및 방재관련 시설물(시스템)은 범용의 것을 사용하여야 합니다. 특 정업체만의 고유의 것은 유지보수를 할 수가 없습니다. 고장시 관련업체의 보수가 불가능할 시 타 업체에서도 보수가 가능한 설비 및 시스템이어야 합니다. - 본 상세기본계획은 설치되는 시설위 주로 계획되었으나, 종합적 운영시스템에 관한 연구가 필요할 것으로 사료됩니다. 즉 차량이 혼잡한 도심의 지하도로로서 진출입부가 있는 복합 Network지하도로이므로 기존의 단순한 터널의 운영시스템으로는 방재시 대응이 곤란합니다. 따라서 서울시 차원의 종합적 방재에 관한 매뉴얼 연구개발이 추후 필요할 것으로 사료됩니다. - 관리측면을 고려한 물분무설비의 도입이 필요합니다. 소방기준외 별도의 운영방법을 검토할 필요가 있습니다. - 차량 정체 및 진입 불가를 고려하여 소방기준에 의한 소방용수 이상의 확보가 필요합니다. 터널화재는 초기 진압이 최우선입니다. - 평상시 정상 통행이 가능한 도로 외에 별도의 긴급차량 통행로의 고려가 필요합니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 방재시스템의 중요성을 감안하여 광통 신선로 2중화구성(축류팬, 소방펌프) 및 배연팬은 비상발전기연결과 별도 라인을 구축하고, 조작반도 환기용과 구분하여 감시실에 설치할 계획하겠음 ▶ 화재시 근무자의 대응을 용이토록 하기 위하여 화재시 해당존 대응모드를 수동작동시킬 수 있는 평선기능키함 설치를 계획하겠음 ▶ 환기 및 방재관련 시설물(시스템)은 범용의 것을 사용하여 유지관리가 용이토록 계획하며, 특히 자동제어프로그램 및 시스템과 계측장비 등을 범용 것을 사용토록 계획하겠음 ▶ 동부간선도로는 복합 Network지하도로이므로 기존터널의 환기 및 방재프로그램계획을 연구·발전시켜 Network지하도로에 맞는 서울시 차원의 종합적 방재에 관한 매뉴얼 연구개발이 추후에 이뤄질 수 있도록 설계도서에 연구개발의 필요성을 반영하겠음 ▶ 물분무설비관련 감지기, 중계기, 리미트 스위치, 압력스위치 등 오동작이 빈번하므로 소방관리사 등의 별도 용역처리로 외주관리 될 수 있도록 관리측면을 고려토록 하겠음 ▶ 소방용수는 소방기준이상의 확보를 계획하겠음 ▶ 사고발생시 비상차량의 신속한 대처를 고려하여 우측 길어깨를 2.0m로 계획하여 별도의 긴급차량이 이동할 수 있는 비상차로 계획을 수립하였음 	

성명	주요 의견 및 질문 내용	처리 방안 및 계획	비고
<p>【환기방재 분야】 천석용 위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 터널내 설치된 화재자동감지기는 동작감지에 오랜 시간이 걸립니다(차량의 통행 및 터널내 풍속의 발생, 터널 높이 등이 원인) 터널내 화재를 확인하는 제일 빠른 방법은 숙련된 근무자에 의해서입니다. 화재자동탐지기에 의한 연동보다는 근무자의 판단에 의한 프로세스가 더 중요합니다. - 대용량 환기설비(방재설비)의 정상 동작시까지의 시간을 고려한 운영 프로그램의 도입이 검토되어야 합니다. 정.역 운전시 문제점도 포함하여 고려하여야 합니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 터널내 화재를 확인시 숙련된 근무자에 의해 제연시스템 연동이 가능하도록 화재수신반에 수동화재 발신 및 연동을 위한 기능평선키함을 설치할 계획임 ▶ 대용량 환기설비(방재설비)의 정상 동작시까지의 시간이 수분까지 소요되는 점을 고려하고, 정역운전의 문제점도 포함한 기동실패 및 장비보호 프로그램을 포함한 운영프로그램을 계획하겠음 	