

다목적 제설차량 개발 기획연구 최종보고서

2010. 11. .

주관연구기관 / 한양대학교 산악협력단
협동연구기관 / 한국건설기술연구원
(주) 현대위아

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

다목적 제설차량 개발 기획연구

- 최종보고서 -

2010. 11.

주관연구기관 / 한양대학교 산학협력단

협동연구기관 / 한국건설기술연구원

현대위아

국 토 해 양 부

한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 “다목적 제설차량 개발 기획연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2010. 11.

주관연구기관명 : 한양대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 오철

연구원 : 주신혜, 김태진, 최새로나

공동연구기관명 : 한국건설기술연구원

공동연구책임자 : 윤덕근

연구원 : 양충헌, 신성필

공동연구기관명 : (주) 현대위아

공동연구책임자 : 임기홍

연구원 : 안기석, 임상현

보고서 요약서

과제고유번호	10교통체계 미래-01	해당단계 연구기간	1차년도	단계구분	/
연구사업명	중사업명	교통체계효율화사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	다목적 제설차량 개발 기획연구			
	세부과제명				
연구책임자	오철	해당단계 참여 연구원수	총 : 10명 내부 : 10명 외부 : 명	해당단계 연구비	정부 : 40,000천원 기업 : 천원 계 : 40,000천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 10명 내부 : 10명 외부 : 명	총연구비	정부 : 40,000천원 기업 : 천원 계 : 40,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한양대학교 산학협력단		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	
1. 다목적 제설장비의 핵심기술 정의 및 국내외 정책/시장/기술 동향 분석 2. 국내 기술수준 분석 및 SWOT 분석을 통한 미래시장 대응전략 수립 3. 도로제설 및 일상도로 관리에 사용가능한 다목적 장비개발을 위한 세부과제 도출 4. 도출된 세부과제의 중복성 검토, 특허분석 및 정책적/기술적/경제적 타당성 검토 5. 도로관리업무 주체 및 빠른 현장적용을 위한 과제추진전략 및 추진체계 수립 6. 연구 산출물 정의 및 소요예산 수립					
색인어 (각 5개 이상)	한글	다목적, 제설차량, 제설장비, 운영방안, 유지보수			
	영어	Multi-purpose, Snow-removal Vehicle, Snow-removal Instrument, Operation, Maintenance			

요 약 문

I. 제목

다목적 제설차량 개발 기획연구

II. 연구개발 목적 및 필요성

- 본 기획연구의 최종목표는 “다목적 제설차량 개발”의 상세 연구계획 수립과 본 과제 공모를 위한 RFP(Request For Proposal)를 도출하는 것이며 다목적 제설차량 개발을 효율적이고 성공적으로 수행하기 위한 기술연구를 기획함
- 다목적 제설차량은 동절기 폭설 시 도로에 쌓인 눈을 수거하여 즉시 용해시켜 배출하는 제설장비를 개발하여 덤프트럭과 일체화함으로써, 제설작업 프로세스를 효과적으로 완료하는 제설차량 및 동절기 외 노면청소 등의 기타 기능을 수행하는 차량임

III. 연구개발 내용 및 범위

- 다목적 제설장비 개발 효과분석
 - ▶ 핵심기술의 비용-효과적인 측면에서의 경제적 타당성 분석
 - ▶ 시장에 미치는 경제적 파급효과 검토
- 다목적 제설장비 기능 및 활용방안 분석
 - ▶ 효과적인 제설작업을 위한 눈 수거 및 처리방식 등의 다목적 제설장비의 핵심 기능정립
 - ▶ 개발장비의 동절기 제설작업 외 일상 도로관리 수행기능에 대한 활용방안 정립
- 다목적 제설장비 관련 기술분석
 - ▶ 제설관련 국내·외 기술 및 산업동향 분석
 - ▶ 개발기술의 기술적 타당성 분석

IV. 연구개발결과

- 기존 제설작업의 문제점으로 대두되고 있는 도로 잔설수거 및 신속한 제거가 가능하고, 동절기외 일상적인 도로관리 업무를 고려한 다목적 기능을 가진 차량개발과 현재의 기상조건과 도로교통조건을 고려한 제설작업 프로세스 전반에 대한 재정립 및 도로위계별 맞춤형 제설작업 방안 개발의 연구 내용 도출
- 연구개발 목표
 - ▶ 효과적 제설작업을 위한 다목적 제설장비 개발
- 연구개발 내용
 - ▶ 도로적설 수거 장치 및 수거된 적설 현장 처리 장비 개발
 - ▶ 용해수 내 이물질 처리기법 개발
 - ▶ 살수 기능을 갖춘 장비 개발
 - ▶ 개발장비 성능평가 및 개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성
 - ▶ 개발장비에 대한 최적 제설기법 개발
 - ▶ 개발장비의 작업수행에 대한 업무보고 시스템 개발
- 연구개발 추진전략
 - ▶ 산·학·연 협력체계를 구축하여 역량을 집중할 수 있도록 추진
 - ▶ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축

V. 연구개발결과의 활용계획

- 본 연구과제 진행시 연구 방향 및 예산, 추진전략 수립에 활용
- 다목적 제설장비 개발 및 제설 프로세스 재정립을 통한 제설작업 효율성 극대화에 기여
- 본 연구과제 공모를 위한 RFP(Request For Proposal) 도출

목 차

제 출 문	i
보고서 요약서	ii
요 약 문	iii
제1장 기획연구 개요	1
제1절 과제 추진의 필요성	1
제2절 기획 연구 목표 및 연구범위	6
제3절 기획연구의 추진전략	10
제2장 국내·외 관련 동향 분석	14
제1절 시장 동향 분석	14
제2절 기술 동향 분석	15
제3절 특허 동향 분석	33
제4절 정책 동향 분석	45
제5절 동향 분석 결론	51
제3장 타당성 분석	54
제1절 연구개발장비 소요대수 산정	54
제2절 경제적 타당성 분석	57
제3절 SWOT분석	62
제4장 연구 내용	65
제1절 연구개발 목표	65
제2절 연구개발 내용	71
제3절 연차별 연구내용 및 연구 성과	77

제4절 성과목표 및 지표 설정	83
제5장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립	84
제1절 연구 추진 전략 및 기술 로드맵 작성	84
제2절 연구 추진 체계	86
제6장 연구결과 활용방안 및 기대성과	87
제1절 연구결과 활용방안	87
제2절 연구결과의 기대성과	89
제7장 연구 기간 및 예산	91
제1절 총괄 소요예산	91
제2절 상세 소요예산 내역	92
제8장 참고문헌	97
부록 1 : 과제 공모를 위한 RFP	100
부록 2 : 기획위원회 회의록	106
부록 3 : 기술정의서	115
부록 4 : 개선기술검토서	117
부록 5 : 성과지표	118
부록 6 : 중복성검토서	119

표 목차

<표 1-1> 기획위원 구성.....	11
<표 1-2> 기획연구 수행 절차	13
<표 2-1> 국가별 적설용해장치 비교.....	19
<표 2-2> 국외 항법칩 개발업체.....	31
<표 2-3> GPS 장비의 적용사례	31
<표 2-4> 위성항법수신기 활용분야.....	32
<표 2-5> 국가별 분석구간 및 특허건수	33
<표 2-6> 분석대상 기술분류표.....	34
<표 2-7> 분석대상 기술범위.....	35
<표 2-8> 외국 핵심특허의 내용 및 대응전략.....	40
<표 2-9> 강설량이 3cm 미만 일 때의 제설 방법 구분.....	46
<표 2-10> 강설량이 3cm 이상일 때의 제설 방법 구분.....	47
<표 2-11> 지방자치단체 제설장비 보유현황 표.....	49
<표 3-1> 도로별 장비보유대수 및 1대당 담당 작업연장.....	54
<표 3-2> 제설장비의 보유량 및 평균작업능력.....	54
<표 3-3> 평균작업능력에 따른 전체소요대수 및 보유대수.....	56
<표 3-4> 연구개발장비 도입 전·후의 소요장비 대수.....	56
<표 3-5> 연구개발장비 비용.....	58
<표 3-6> 연구개발장비 도입시 비용).....	58
<표 3-7> 연구개발장비 도입 전·후의 소요장비 대수.....	59
<표 3-8> 적설 시 용량 및 통행속도 변화.....	59
<표 3-9> '05~'09 전국 권역별 대설특보 일수.....	60

<표 3-10> 연구개발장비 도입 전·후의 권역별 총 통행시간 비용.....	60
<표 3-11> 연구개발차량 도입시 편익.....	61
<표 3-12> 연구개발장비 도입시 비용-편익비.....	61
<표 4-1> 연구주제 선정 과정.....	68
<표 4-2> 연구목표에 따른 세부 연구목표.....	71
<표 6-1> 연구목표에 따른 세부 연구목표.....	88
<표 7-1> 총 연구개발비.....	91
<표 7-2> 정부출연금 및 기업부담금 비율.....	91
<표 7-3> 2010년 학술연구용역 인건비 조정단가	92
<표 7-4> 1차년도 연구개발비 내역	93
<표 7-5> 2차년도 연구개발비 내역.....	94
<표 7-6> 3차년도 연구개발비 내역.....	95

그림 목차

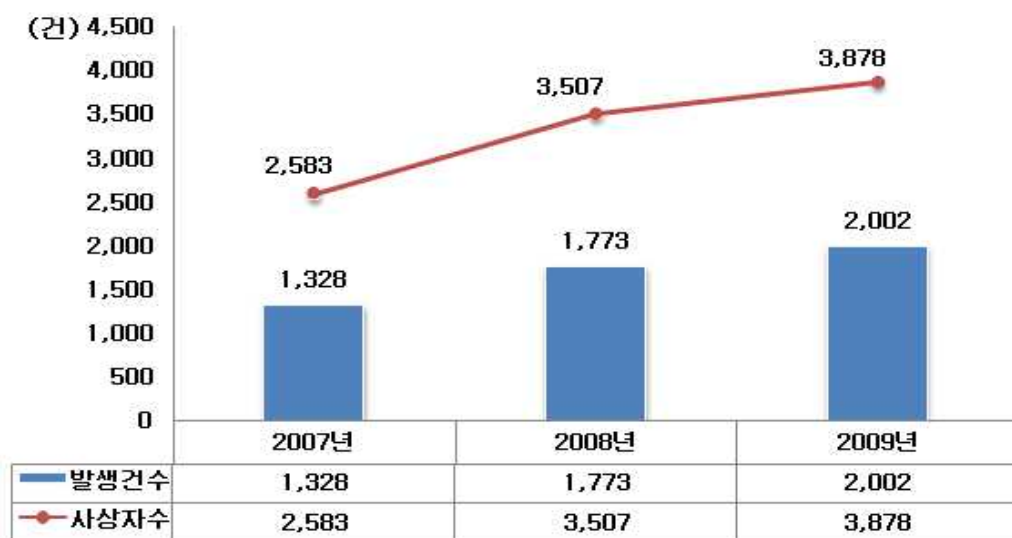
<그림 1-1> 최근 3년간 강설시 교통사고 통계	1
<그림 1-2> 제설작업 미비로 인한 도로마비	2
<그림 1-3> 미시령관통도로 제설작업 문제제기 기사	3
<그림 1-4> 기획과제 목표 및 연구범위	7
<그림 1-5> 연간 도로관리 프로세스	8
<그림 1-6> 동절기 다목적 제설차량 활용	9
<그림 1-7> 기획연구 추진체계	10
<그림 1-8> 기획연구 추진전략	11
<그림 2-1> 미국 JFK 공항 활주로 제설작업 용 snow melter (2006)	16
<그림 2-2> 러시아의 눈 수거를 위한 제설장비 (일명 황금팔)	17
<그림 2-3> 러시아의 적설용해장치 (일명 수증기 트레일러)	17
<그림 2-4> 국내의 적설용해장치	18
<그림 2-5> 국내의 제설제 살포기	21
<그림 2-6> 다양한 형태의 제설 삽날 활용	22
<그림 2-7> 미국에서 사용되는 제설 삽날 (snow blade)	23
<그림 2-8> Single-element 블로워	23
<그림 2-9> 국내 · 외에서 사용하는 스노우 블로워 장비	24
<그림 2-10> 다목적 도로관리 차량의 구성	25
<그림 2-11> 독일 벤츠사 유니모그 500 차량 전·후방 모습	26
<그림 2-12> 중국 Hubei사 및 Sxguanxiang사의 다목적 도로관리 차량	26
<그림 2-13> 위성항법시스템 구성요소 개념도	27
<그림 2-14> NAVSTAR GPS 위성	28

<그림 2-15> GLONASS-K 및 GLONASS-M 위성.....	29
<그림 2-16> Beidou-2 위성.....	30
<그림 2-17> GIOVE-A 및 GIOVE-B 위성.....	30
<그림 2-18> 연도별 출원동향.....	36
<그림 2-19> 국가별 기술 발전도.....	37
<그림 2-20> 한국도로공사의 IT활용 제설대응체계 흐름도.....	48
<그림 2-21> 폭설로 인한 시내 도로기능 마비.....	50
<그림 3-1> 연구개발장비 소요대수 산정 흐름도.....	55
<그림 3-2> 다목적 제설장비 기술 SWOT분석.....	63
<그림 4-1> 연구 비전.....	65
<그림 4-2 > 연구 목표.....	66
<그림 4-3> 기획과제 추가 연구 방향.....	67
<그림 4-4> 연구과제 도출	70
<그림 4-5> 작업 개념도.....	72
<그림 5-1> 연차별 기술지도 (TRM).....	84
<그림 5-2> 연구 추진 전략	85
<그림 5-3> 연구추진 체계.....	86
<그림 6-1> 연구결과의 기대성과.....	89

제1장 기획연구 개요

제1절 과제 추진의 필요성

- 최근 전 세계적으로 발생하고 있는 기후변화에 의한 것으로 추정되는 동절기 강설량 및 폭설 빈도 증가 가능성은 도로관련 재해 발생 가능성을 증가시킴
- 특히, 예기치 못한 폭설은 도시기능을 일시적으로 마비시켜 경제적·사회적으로 엄청난 피해가 발생되며 도로 교통운영 및 안전상의 문제를 야기함
- 최근 3년간(2007~2009) 교통사고통계에 의하면 강설시 교통사고 발생건수가 증가하는 추세이며, 사상자 또한 증가하는 추세임



<그림 1-1> 최근 3년간 강설시 교통사고 통계

출처: 도로교통안전공단, "교통사고통계 2010"

- 2010년 1월 초 100년만의 폭설이 한반도를 강타하였고, 이로 인해 인구밀도와 사회·경제활동의 중심지역인 수도권의 피해가 매우 컸음
 - 하루 동안 서울지역에 26cm의 눈이 내렸고, 이는 1969년 기상관측이후 가장 많은 강설량임
- 동절기 기후변화로 인한 폭설로 인해 서울에서의 제설작업에 총 3,500명의 인력과

대략 1,200대의 제설차량을 투입되었음에도 불구하고, 다음과 같은 이유로 효과적인 제설작업에는 실패하였다고 판단됨

- 제설작업 중 미처 치우지 못한 눈들이 도로 가운데로 쌓이면서 무릎높이의 빙벽이 형성되어 미끄러운 도로와 함께 차량들의 안전에 위협이 됨
 - 특히, 중앙에 펜스가 설치되어 있는 경우, 제설작업이 매우 어려움
 - 도로 기하구조 특성 상 도로 중앙선이 있는 지역이 가장 높은 경사를 가지고 있고, 양쪽 보도 쪽으로 갈수록 경사가 낮아지는데 중앙선 부근에 쌓여있는 눈이 녹아내리고 기온이 낮아 이것이 결빙되면 빙판길이 형성됨
 - 반대로, 제설차량으로 인해 도로변으로 밀어내어진 눈들이 보도를 점거하여 보행자의 통행에 어려움을 야기함
 - 갑작스런 폭설로 인해 무분별한 제설제 살포로 인한 제설제 살포량 계측 불가함
- 이와 같은 비효율적인 제설작업은 도로 마비를 야기시키고 있으며 많은 지적을 받고 있음. 강설 후 제설작업 미비로 인한 도로마비 예를 아래에 제시함



(a)



(b)

<그림 1-2> 제설작업 미비로 인한 도로마비

출처: <http://yannec.egloos.com/4631686>

연합뉴스, 2010.01.04

미시령관통도로 눈만 오면 마비..제설에 문제?

연합뉴스 | 입력 2010.03.03 06:56 | 수정 2010.03.03 13:24

(속초=연합뉴스) 미중건 기자 = 미시령의 교통문제를 해결하기 위해 건설된 동서관통도로의 일부 구간이 최근 한달여 사이 두번이나 눈에 마비되는 사태가 발생해 제설시스템에 문제가 있는 것 아니냐는 지적이 제기되고 있다. 3일 강원도에 따르면 급경사, 급커브 구간에서 반복되는 크고 작은 교통사고와 겨울철 잦은 교통통제를 해소하기 위해 지난 2006년 5월 인제군 용대리와 속초시 노락동을 연결하는 길이 15.67km의 4차로 도로인 미시령동서관통도로를 개통했다



이 구간에는 민자로 건설된 길이 3.69km의 터널이 개설돼 외지인들의 설악권 접근과 영동북부지역 주민들의 수도권 접근을 크게 개선했다는 평가를 받고 있다. 그러나 지난 2006년 12월 20cm 폭설에 요곡소~터널구간의 교통이 한때 마비되는 혼란을 치렀던 이 도로는 지난달 11일에 이어 3.1절 연휴 마지막날인 지난 1일에도 한화콘도 앞~대명콘도 앞 구간이 눈에 또다시 마비되는 사태를 빚어 관광객과 주민들의 원성을 사고 있다. 출몰이 두번씩이나 발생한 미시령 마비사태는 활동장구나 스노타이어를 장착하지 않은 차량들이 도로에 진입해 고성군 원암리 일성콘도미암 앞 언덕길을 오르다 미끄러지면서 도로를 막는 바람에 빚어진 것으로 일단 운전자들의 책임이 크다. 하지만 도로 한가운데서 발이 묶여 3km 남짓한 한화콘도 사거리~대명콘도 앞 사거리 구간을 통과하는데 무려 4~5시간을 허비한 운전자들은 물론, 미시령이 막히는 바람에 적산사거리~한화콘도, 국민은행연수원~한화콘도 구간까지 마비돼 극심한 불편을 겪은 지역주민들은 도로당국과 경찰에 불만을 쏟아내고 있다. 운전자와 지역주민들은 "어떻게 이런 일이 발생할 수 있느냐"며 "제설작업과 교통통제 등 모두가 문제가 있다"는 입장이다. 이들은 "지난 1일의 경우 눈소식에 설악권에서 연휴를 보낸 관광객들이 일찍 귀경길에 오를 것이 불보듯 뻔 했는데도 도로당국과 경찰이 안이하게 대처해 이같은 문제가 발생한 것"이라며 불만을 제기하고 있다. 이에 따라 이들은 "똑같은 일을 반복하지 않기 위해서는 도로를 관리하고 있는 강원도로관리사업소와 고성, 속초경찰서가 머리를 맞대고 역할분담과 상황전파에 따른 협조체제 구축 등 제설시스템을 전반적으로 재점검 해야 한다"고 지적하고 있다. 이에 대해 강원도로관리사업소 관계자는 "해당구간은 눈이 내리기 시작했을 때부터 제설작업에 들어갔으나 활동장구를 갖추지 않은 차량들이 언덕길에 미끄러지며 도로를 막고 뒤따르던 차량들까지 움직이지 못하면서 도로가 마비되다시피했다"며 "도로 위의 차량들로 인해 제설차량 진입도 불가능했다"고 말했다. 경찰도 "차량소통에 최선을 다했지만 눈길에 워낙 많은 귀경차량들이 밀리다 보니 불가항력적이었다"고 밝혔다.

<그림 1-3> 미시령관통도로 제설작업 문제제기 기사

출처: 연합뉴스, 2010.03.03

- 제설작업의 목표는 주요 간선도로의 차량과 보행자 동선을 확보하는 것이나, 후에 임시로 처리해 놓은 시내 곳곳의 잔설을 제거하는 것 또한 매우 큰 문제임
 - 시내 곳곳에 제설작업을 한 후, 모아진 눈은 포크레인과 덤프트럭을 이용해 시내 외곽으로 옮겨져 처리되고 있음
 - 이와 같은 제설절차는 많은 인력과 장비를 요구하고 있어, 단시간 내에 신속한 제설 대응을 어렵게 하고 있음
- 2009년 말과 2010년 초 세계 주요 국가들도 겨울 한파와 폭설이 이어져 교통 시스템이 일시적으로 마비되었음
 - 영국과 프랑스를 연결하는 고속열차인 유로스타가 한파로 인해 고장 나 승객들이 해저 터널에 갇히는 일이 벌어졌고, 유럽 각국에서는 공항이 폐쇄되고 고속도로가 마비되기도 하였음
 - 동절기 폭설 빈도가 상대적으로 낮은 미국의 수도 워싱턴 D.C 와 버지니아 주, 메릴랜드 주 같은 경우, 적은 강설량에도 큰 피해를 입는 경우가 있음

- 버지니아 주의 경우, 폭설이 내린 경우, 주요 고속도로와 간선도로만을 대상으로 제설작업을 실시할 뿐, 주택가 이면도로는 거의 손대지 못함
- 그러나 전통적으로 강설량이 많은 러시아나 북유럽, 미국 동북부 지역을 비롯해 선진국의 경우, 첨단제설장비를 갖추고 있는 것은 물론 상대적으로 더 신속하고 체계적인 제설 대책을 시행하고 있음
- 러시아의 경우, 전통적으로 높은 강설량을 가진 곳이라, 눈이 내리는 한 지속적인 제설작업을 통해 주요 도로의 눈을 완전히 제거함
- 현재 러시아의 수도 모스크바에서 운영하고 있는 제설 작업차는 제설제 살포 목적, 도로변으로 눈을 밀어내는 목적, 그리고 컨베이어 벨트를 장착한 차량에 눈을 올린 뒤 이를 다시 트럭에 옮겨 싣는 장비를 갖춘 것을 포함하여 약 3천여 대를 보유하고 있음
- 최근 3년간 한반도의 동절기 기후변화 행태를 살펴보면, 전국적인 대설주의보¹⁾ 발령횟수는 2007년 233회에서 2009년 173회로 약 35%가량 감소하였음
- 3년 평균 (07-09년) 대설주의보 발령횟수는 수도권 20회, 강원권 65회, 호남권 55회, 충청권 32회로 나타남
- 반면에, 전국적인 대설경보²⁾ 발령횟수는 2010년 3월까지 총 136회이고 이것은 2009년에 비해 75% 증가한 수준임
- 지난 3년간 평균 대설경보 발령 횟수의 추세를 분석해보면, 호남지역이 강원도 지역보다 훨씬 높게 나타났고, 충청권에서도 꾸준히 증가하는 추세임
- 올해 초 100년만의 폭설을 경험했다고는 하지만, 이는 1회 적설량을 근거로 한 것이고, 기상청의 기상자료를 바탕으로 동절기 강설빈도를 분석한 결과, 향후 예기치 못한 폭설, 또는 단기간 집중적인 폭설이 내릴 확률이 전년도와 유사하거나 높을 수 있는 다는 추정이 가능함
- 따라서, 현 시점에서 국가 제설역량을 증가시키고, 신속하고 효과적인 제설작업을 위해 현재보다 발전된 형태의 제설작업차량이 필요함

1) 24시간 신적설이 5cm 이상 예상될 때

2) 일반지역에서는 강설량이 30cm 이상 예상될 때

- 그러나, 우리나라는 전통적으로 4계절을 가지고 있고, 그 중 동절기 기간은 4개월 정도여서 나머지 기간 동안에도 활용 가능한 다목적 (Muti-Purpose) 기능을 갖춘 차량에 대한 개념 도입이 필요함
- 결과적으로 국가 차원에서 효율적인 동절기 도로관리를 통한 교통운영 및 교통안전 향상을 도모하기 위한 차량 또는 장비 개발이 절대적으로 필요한 시점임

제2절 기획 연구 목표 및 연구범위

1. 연구의 최종 목표

- 본 연구의 최종목표는 제안요청서의 내용을 토대로 “다목적 제설차량 개발”을 효율적이고, 성공적으로 수행하기 위한 세부연구과제를 기획하는데 그 목표가 있음
- 과업의 효율적인 추진을 위해 연구 내용을 다목적 제설차량 개발 효과분석, 다목적 제설차량 기능 및 활용방안 분석, 다목적 제설차량 개발 관련기술 분석 등으로 크게 3개의 세부연구로 구분하였음
- 본 기획연구를 통해 상기 2개과제의 기술과제를 도출하고, 각 과제별 국내·외 정책, 시장, 기술 등 현황을 파악하여, 연구 내용의 적절성, 연구 추진체계 및 단계의 적절성, 연구비 적절성 등을 제안하는 것임
- 동절기 폭설로 인한 교통사고 및 교통소통 저하로 인한 사회적 비용을 획기적으로 절감하고 체계적인 제설작업 수립을 위한 기술을 개발함
- 다목적 제설차량 개발에 필요한 기술 항목과 현재 국내 또는 국외에서 보유하고 있는 각 항목들에 대한 기술수준 검토함
- 다목적 제설차량 도입에 따른 효과 평가 방법 제시함
 - 다목적 제설차량 도입 전과 후에 대한 동절기 도로관리 측면에서의 효과 평가 방법을 제시하고, 나아가 동절기 외의 개발 차량 활용 극대화 방안 제시함

2. 연구내용 및 범위

- 본 기획연구의 내용과 범위는 RFP에 제시된 다목적 제설차량 개발 목표와 적합한 연구내용을 기획하고, 과제의 범위와 규모, 예산기간 등을 정립하며, 이 연구과제들이 효율적으로 추진될 수 있도록 추진전략과 추진체계 등을 제시하는 것임
- 본 다목적 제설 차량 개발의 기획 비전은 MTV (Multi-purpose Task Vehicle)로 정의하였음
- 기획연구의 효율적이고 체계적인 추진을 위하여 제안요청서에 제시된 분야를 다목적 제설차량 개발 타당성 검토, 도로관리 측면에서의 다목적 제설차량 활용 방안 제시, 그리고 비용 및 수요 추정으로 세부 연구 분야를 3개로 나누었으며, 각 세부 연구 분야별 목표 및 연구 내용을 다음과 같이 정의하였음



<그림 1-4> 기획과제 목표 및 연구범위

(1) 세부과제 1: 다목적 제설차량 개발 효과분석

- 다목적 제설차량 개발 타당성검토의 연구목적은 계절성 작업과 상시 작업이 혼재하는 도로관리를 위한 다목적 제설차량 개발의 비용-효과적인 측면에서의 타당성, 시장에 미치는 경제적 파급효과를 검토하는 것임
- 이론상으로 다양한 형태의 다목적 제설차량 또는 장비가 계획될 수 있으나, 비용-효과

적인 측면에서의 면밀한 타당성 검토가 기획연구를 통해 검토되어야 함

- 또한, 개발 이후 유지보수 비용, 개발 제설차량의 전국적 수요 분석 및 적정 배치에 관한 사전연구를 시행함
- 연구내용 및 범위는 핵심기술의 경제적 타당성 분석, 개발 제설차량의 수요 및 적정 배치에 관한 사전연구임

(2) 세부과제 2: 다목적 제설차량 기능 및 활용방안 분석

- 도로관리 측면에서의 다목적 제설차량 활용 방안 제시의 연구목적은 개발 차량의 기능을 정립하는 것으로 본 목적인 동절기 제설작업 외 제초 등의 다른 계절 작업 및 안전시설 정비, 청소 등의 상시성 작업 등의 수행기능에 대한 활용방안을 제시하는 것임
- 연구내용 및 범위는 도로관리프로세스 정립, 다목적 제설차량의 기능 및 활용방안 정립, 향후 유지보수 방안 제시임

도로관리		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
동절기 도로관리	제설	←→											←→	
	제설작업준비 (적사함, 결빙표지판 설치 등)										←→			
	제설지제 확보 및 수거			←수거→					←확보→					
노면/시설물 청소				←→					←→					
제초						←→			←→					
배수로 청소						←→			←→					
수해대비						←→								
포장도 보수					←→									
순찰, 안전시설 점검, 낙하물 수거, 쓰레기 수거 등		연간 수시 시행												

<그림 1-5> 연간 도로관리 프로세스

- 본 기획연구에서는 동절기 동안에 다목적 제설차량의 활용을 ① 1단계: 도로에 쌓인 눈의 수거, ② 2단계: 수거한 눈의 처리, ③ 3단계 : 하수구를 통한 배출 또는 재활용의 3단계로 구상하였으며 각 단계별로 검토해야할 세부사항을 정의하고 각각의 타당성을 검증할 필요가 있음



<그림 1-6> 동절기 다목적 제설차량 활용

- 제설작업과 더불어 최첨단 장비를 통한 제설작업 모니터링 및 체계적인 제설전략 수립을 위한 기초자료 수집 장비 운영 및 자료 활용도를 토하고 동절기의 계절에 대한 차량 활용방안 제시함

(3) 세부과제 3: 다목적 제설차량 개발 관련기술 분석

- 다목적 제설차개발 관련기술 분석의 연구목적은 효과적인 제설을 위한 눈 수거 및 처리방식을 정의하고 시스템 모의실험을 통해 기술적인 타당성을 분석함
- 연구내용 및 범위는 제설관련 국내외 기술 및 산업동향 분석, 차량 개발방식 정의, 개발 기술의 기술적 타당성 분석임

제3절 기획연구의 추진전략

1. 연구 추진체계

- 기획과제는 한양대학교 산학협력단에서 총괄 및 주관하며, 한국건설기술연구원과 현대위아(주)와 공동으로 연구를 진행하였음
- 또한 한국교통연구원, 지방자치단체 공무원 등으로 구성된 자체 기획위원회와 외부의 자문위원회를 조직하여 관련 정책 및 기술자문을 받았음



<그림 1-7> 기획연구 추진체계

2. 기획위원회 구성

- 기획위원회는 교통 분야, 도로제설 분야, 차량개발, 특허관리 분야, 지방자치단체로 구성되며, 해당 분야의 전문가를 기획위원으로 활용함
- 또한 기획과정에서 도출되는 전략 및 계획, 목표, 산출물 등에 대하여 객관적인 검증과 의견수렴을 위한 전문가 자문회의를 구성하여 운영함

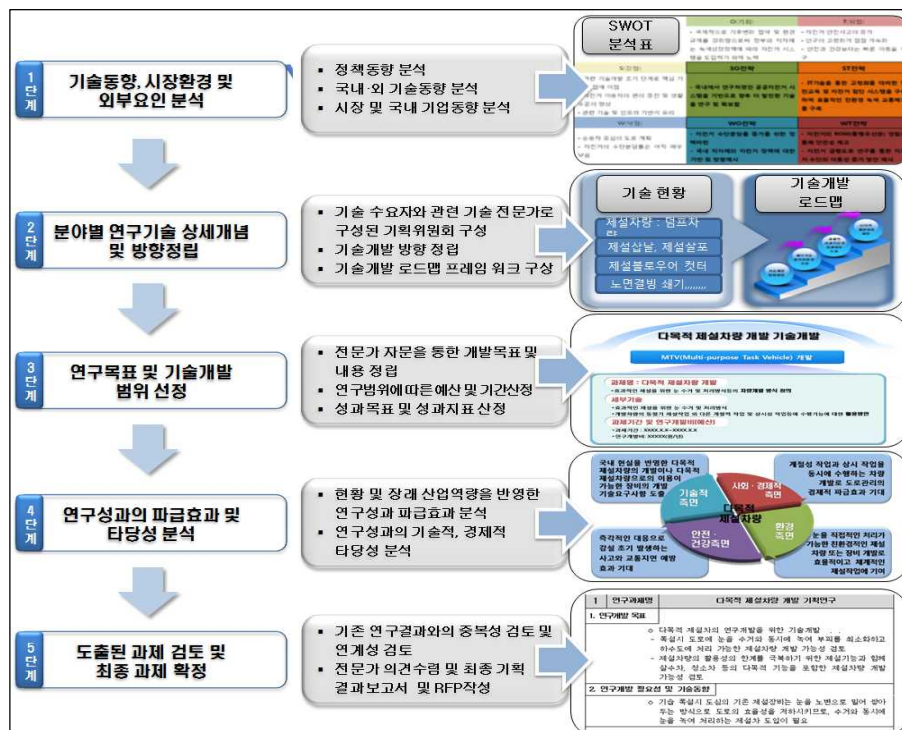
- 주관기관 연구책임자는 기획위원장 역할을 수행하고, 각 공동기관의 책임자 및 연구진은 기획 분야별 지원 및 관리의 역할을 수행함
- 각 분야별 기획위원 구성은 다음과 같음

<표 1-1> 기획위원 구성

분야	기획위원	소속	연구내용
교통	금기정	명지대학교	교통운영
	이재준	한국교통연구원	도로관리
도로제설	유한상	한국도로공사	도로제설
	최영진	국립기상연구소	기후변화
차량개발	강신현	현대자동차 남양연구소	구조해석
	박희영	현대자동차 남양연구소	구조설계
해외전문가	오준석	웨스턴 미시간대학교	ITS
특허관리	이혜민	R&D 특허센터	특허관리
지방자치단체	권오정	인천시청 도로관리과	재난관련

3. 연구 추진전략

- 본 기획연구의 일정이 3개월인 점을 감안하여 기 확보된 기술자료를 최대한 활용하고, RFP에 제시된 내용을 바탕으로 다목적 제설차량 기술을 도출하고자 하며, 경우에 따라서 여러 단계를 통합하여 진행하였음



<그림 1-8> 기획연구 추진전략

- 1단계 국내외 기술동향, 시장 환경 및 외부요인 분석
 - 다목적 제설차량 개발 관련 국내외 현황 및 특허조사
 - SWOT 분석을 이용한 국내외 환경 분석
- 2단계 분야별 연구기술 상세개념 및 방향 정립
 - 다목적 제설차량 연구개발 목표 설정
 - 제설분야의 기술별 위상분석과 전문가 회의, 니즈분석을 통해 다목적 제설차량 개발 연구내용 설정 및 세부기술 도출
 - 전문가 설문조사를 통한 기술수요 조사와 현재의 기술수준 및 현황분석을 바탕으로 시장성, 시급성, 위험성 등을 고려한 기술개발 세부기술 연구 범위 선정
- 3단계 연구 목표 및 기술개발 범위선정
 - 사업내용별 자문위원회 구성 및 운영, 관련 전문가 인터뷰 또는 설문조사를 통한 개발 목표와 내용 정립
 - 기존 사례 검토 및 전문가 자문을 통한 연구 범위에 따른 예산 및 과제 기간 산정
 - 세부 기술별 최소 규모 및 확장 가능성과 차별성, 중복성 검토를 통한 과제의 성과목표 및 성과지표 도출
- 4단계 연구 성과의 파급효과 및 타당성 분석
 - 연구 추진전략 수립 및 평가기준 마련
 - 산업, 역량 등의 현황과 미래에 대한 다양한 시각을 반영한 연구 성과 파급효과 분석을 통해 장기비전 예측
 - 연구 성과의 기술적 및 경제적 타당성 분석
- 5단계 도출된 과제 검토 및 최종 과제 확정
 - 도출된 세부과제에 대한 기존 연구결과와의 중복성 검토 및 연계성 검토
 - 전문가 토론, 공청회 등을 실시하여 기획결과 공개를 통한 의견수렴 및 최종기획 결과보고서 작성
 - 최종적인 과제(안) 확정 및 RFP 확정

4. 기획연구의 추진일정

- 본 연구에서는 국내외 기술 및 특허동향을 분석하고 그를 바탕으로 분야별 연구니즈 및 방향을 정립하였음
- 이후 분야별 추진과제 후보군을 도출하고 과제 선정에 위한 평가지표 개발을 통해 세부과제를 선정하였음
- 선정된 세부과제별 추진전략을 수립하고 자문회의를 통하여 세부과제별 내용 및 전략을 수정·보완하였음
- 추진일정 중 주요 추진 경과를 살펴보면 제설 및 도로관리 관련 전문가들을 대상으로 1차 기획위원회(10월 7일)를 실시하였으며 장비의 경제적 타당성분석을 위한 1차 자문회의(10월 21일), RFP검토를 위한 2차 자문회의를 실시하였음

<표 1-2> 기획연구 수행 절차

수행절차	일시	수행내역
기획과제 착수	2010. 9. 10	착수 보고
기술수준분석	2010. 10. 5	기술동향, 특허동향 분석, 기술 예측 및 기술 수준 조사
요구사항도출	2010. 10. 7	기획위원회의
기술 경제성분석 자문	2010. 10. 21	전문가 자문회의
RFP 제안	2010. 10. 28	RFP 작성
RFP 검토 자문	2010. 11. 2	전문가 자문회의
기획과제 종료	2010. 11. 9	최종보고서 제출

제2장 국내·외 관련 동향 분석

제1절 시장 동향 분석

- 국내 동절기 도로 제설업무는 도로 위계에 따라 다소 차이가 있으나, 기본적으로 『도로제설 핸드북』 또는 『제설업무지침』에서 제시하고 있는 단계별 대처 방안에 따라 수행되고 있음
- 제설장비 또는 차량의 주요 수요처는 국내의 경우, 한국도로공사, 지방국토관리청, 지방자치단체 등이 있고, 외국의 경우, 전통적으로 강설량이 많은 지역 (예: 러시아, 미국, 캐나다, 중국, 일본, 북유럽 등)일 수 있음
- 일반적인 강설 시 제설제 살포차량, 그레이더 (밀어내기용), 스노우 블로워 등의 제설장비를 이용한 작업에 큰 무리가 없었음
- 최근 기상이변에 따른 단기간 집중 폭설, 예기치 못한 폭설, 낮은 기온 지속화 등으로 도로 제설작업수행에 여러 가지 문제점을 노출하고 있어, 이에 대비한 새로운 개념의 제설장비 및 제설작업 요령이 개발이 시급한 실정임
- 선진 외국에서는 현재 국내에서 사용하고 있는 제설장비 외 추가적인 장비개발에 많은 투자를 하고 있음 (예: 미국 R&D 연구 및 러시아 제설대책)
- 그러나, 국내 동절기 기간이 상대적으로 짧은 관계로 제설장비활용만으로는 시장이 크지 않으므로, 제설작업과 더불어 일반적인 도로관리업무에 투입이 가능한 차량 개발에 대한 고려가 필요함
- 일상적인 도로관리업무는 도로청소, 제초작업, 시설물세척, 교량점검 등을 포함하고 있으며, 이러한 작업을 수행하기 위한 별도의 장비나 차량이 필요함
- 한국도로공사, 지방국토관리청, 지방자치단체 등에서는 연간 도로관리 프로세스에 따른 업무를 수행하고 있음

제2절 기술 동향 분석

1. 적설용해장치

- 적설용해장치 (snow melter)는 대규모 광장이나 활주로 제설작업에 투입되는 제설장비로써, 1974년 캐나다의 Metro Roads and Works Department (현재의 Toronto Transportation Services)에서 개발됨
- 적설용해장치는 도로에 적설된 눈을 신속히 녹여 하수구로 배출이 가능하며, 단기간 집중 폭설 및 낮은 기온이 지속되어 잔설이 많이 남아 있는 경우에 유용함
- 대표적인 업체는 캐나다의 Trecan Combustion Limited 로써, 캐나다는 물론 미국의 Alaska, Anchorage 항구, Kentucky Louisville 공항 등에서 사용되고 있음
- 본 장비는 연소로에서 생성된 고온 (약 1,200~1,600℃)의 연소가스를 이용하여 용해수를 끓여주는 과정에서 발생하는 고온의 수증기가 용해탱크로 유입되는 적설에 직접 분무되면서 1차적인 용해작업이 이루어지고, 1차 용해작업을 거친 적설은 고온 상태로 끓여진 용해수에 의해 2차적인 용해작업이 복합적으로 이루어짐
- 1차 2차 용해작업을 거친 용해수는 밖으로 배출되어 도로변 하수구나 빗물 처리장으로 흘러보냄.
- 적설용해장치에서 배출된 용해수는 결빙되지 않는데 그 이유는 다음 2가지임
 - 용해수가 계속 배출됨, 즉 흐르는 물은 고여 있는 물과 달리 얼지 않는 특성이 있고, 물리적인 변화 발생 이전에 하수구를 통해 흘러나감
 - 배출되는 용해수의 온도가 3~4℃이기 때문에 결빙되지 않음. 이러한 온도에서 물은 가장 조밀한 상태이고 실제로 더 따뜻한 물보다 더 천천히 결빙됨 (Mpemba effect)



<그림 2-1> 미국 JFK 공항 활주로 제설작업 용 snow melter (2006)

출처: http://www.snowmelter.com/en/media_news.php

- 눈 수거 시 섞여 있던 각종 오염물질 (예: 쓰레기, 나뭇가지 등)은 적설용해장치 바닥에 침전되도록 설계하여, 오직 용해수만이 배출되도록 하였음
- 북미지역을 담당하고 있는 적설용해장치 제작업체는 캐나다의 Trecan Combustion Limited, 미국의 Snow Removal Systems, Inc, Michigan Melters, 그리고 Snow Dragon Snowmelter 사 등이 있음
- 이 중 미국의 Snow Removal Systems, Inc 에서는 이동식/차량 부착식 적설용해장치 개발에 대한 R&D 연구가 진행 중임
- 미국 뉴욕시의 경우 (2004년 기준) 차량 견인식 적설용해장치 시간 당 60톤의 용융능력을 보유한 장비를 20대 운영하여, 약 20만 톤의 눈을 처리하였고, 일반적으로 적설량이 30cm 이상인 경우에만 가동하고 있음
- 캐나다 토론토 시의 경우, 고정식 적설용해장치 시간당 350톤 용융능력을 보유한 고정식 장비를 별도로 운영하고 있음
- 러시아의 경우, 전통적으로 강설량이 많은 관계로, 적설용해장치를 사용하고 있고 도로에 쌓은 눈을 모아 쓸어 담는 장비까지 갖추고 있음



<그림 2-2> 러시아의 눈 수거를 위한 제설장비 (일명 황금팔)

출처: <http://seoulmh.tistory.com/2794>

- 미국의 경우와 마찬가지로, 적설용해장치(일명 수증기 트레일러)를 통해 용해된 물은 하수구로 배출되며, 하수구가 역류하는 것을 방지하기 위해 한 번에 적당량을 조절하여 배출함



<그림 2-3> 러시아의 적설용해장치 (일명 수증기 트레일러)

출처: kbs 9시 뉴스

- 적설용해장치의 경우, 차량 부착 형태가 아닌 견인식(이동식)과 고정식으로 구분되어 있고, 모스크바 시내에 각각 146개, 46개식을 보여하고 있어, 24시간동안 각각 약 300톤의 눈을 처리할 수 있음

- 국내의 경우, 이텍산업 (주)에서 2005년 캐나다에 이어 세계에서 2번째로 적설용해장치를 개발하였음
- 국내에서 제작된 고정식 적설용해장치의 주요 제원은 용해능력이 시간당 25톤과 시간당 40톤으로 구분되고, 버너용량은 각각 1,600,000kcal/h와 2,300,000kcal/h로 구분됨
- 적설용해장비 운영비용은 시간당 60톤 용융기준, 일 8시간 가동기준으로 했을 때, 소요되는 연료비용 약 3,741,000원으로 추정됨
- 기본적인 작동 원리는 Trecan Combustion Limited 사에서 제작한 것과 유사함. 즉, 저장탱크에 설치되어 있는 버너를 이용하여 물을 가열하고 송풍기에 의해 고온의 물을 비산시켜 눈을 용해한 후, 용해수가 저장탱크 용량의 일정부분 차게되면, overflow가 되어 관을 통해 배출되며, 배출되는 용해수는 온도는 섭씨 3~5℃가 유지됨



<그림 2-4> 국내의 적설용해장치

출처: (주)이텍산업 홈페이지

- 현재까지는 고정식과 견인식 장치만이 제작되었음
- 올해 초 폭설 시 서울시 요청에 따라 경북 고등학교 운동장에서 시연회 개최, 그러나 현재까지 판매실적 없음
- 적설용해장치는 현재 고가이고, 운영비용 또한 다른 제설장비에 비해 높은 편이나, 국내 향후 폭설가능성을 감안하여, 중소규모의 차량 부착식 장치를 개발하여 폭설 대응 및 도로 잔설제거가 반드시 필요한 지역에 배치할 필요가 있음

<표 2-1> 국가별 적설용해장치 비교

국가	제조업체	주요 특성	한계
캐나다	Trecan Combustion Limited	- 적설용해장치는 고정식과 견인식으로 구성 - 처리용량에 따라 고정식과 견인식 각각 9개 모델 보유 - 눈 수거 즉시 용해하여 배출하는 기능 - 디젤연료 사용	도로제설보다는 공항 같은 대규모 거점시설에 적합하게 제작됨
미국	Snow Removal Systems Inc	- 2000년에 설립된 회사로써, 견인형식과 지면 고정식 적설용해장치를 설계, 제작, 판매함 - 차량부착식(탑재식) 적설용해장치는 현재 R&D 과제로 연구 중인 것으로 확인됨 - Heat Transfer System에 대한 특허보유 (특허번호-6,904,708) - 적설용해장치 안에 기계적인 clean-out 장치를 지원하는 유일한 장비 - 처리 용량 따라 다양한 모델 보유 (시간당 70톤~시간당 125톤 처리능력)	기존제품보다 월등한면은 없음
	Michigan Melters	- 견인식 형태로 3가지 모델을 제작 판매함 - 시간 당 눈 처리 능력은 15톤~150톤까지 다양함 - 눈 처리 능력에 따라 가격은 1억 원~35억 원 사이로 책정됨	다양한 형태의 모델 없음
러시아	-	- 눈을 수거하는 기능을 가진 장비와 더불어 고정식 적설용해장치를 통해 수거 즉시 용해한 후 도로변 하수구로 배출함 - 단지, 도시지역 도로제설작업에만 투입됨	견인식으로 도심지 도로제설작업을 하는 경우, 제설속도가 너무 느려 운전자들의 불만 야기 (시간당 10-15마일)
한국	(주)이텍산업	- 용광로 (burner) 작동을 위해 디젤연료 대신 LPG와 등유 사용 - 현재 시간 당 30톤 처리능력을 갖춘 고정식 장치만을 개발함	고정식 적설용해장치의 운용은 도시부 도로제설의 효율성이 높이지 못함

2. 제설제 살포 장치

- 일반 차량 후면에 살포장치를 부착하여 그 안에 모래나 고체염화칼슘, 염화칼슘 수용액, 그리고 소금수용액 등을 넣어 살포할 수 있도록 제작된 장비임
- 제설제 살포기는 고체, 액체 그리고 습윤식 살포기로 구분됨
- 국내에서 제작·판매되는 거의 모든 트럭과 RV차량, 청소차량 등에 손쉽게 탈착 또는 부착이 가능하도록 제작되었으며, 1인이 3분 이내에 제설제 살포기를 탈·부착할 수 있도록 되어 있음
- 인력에 의한 제설제 살포와 비교하면 매우 높은 효율성을 가짐 (예: 염화칼슘 살포기의 경우 10km/h의 차량 속도에 살포기 1단, 30분을 살포 했을 경우 살포가능거리는 5km, 살포 가능 면적은 22,500m²임)
- 폴리에틸렌 재질의 염화물질 저장통은 염화칼슘이나 소금으로 인한 부식이 쉽게 되지 않고, 가격 또한 저렴함
- 일반적으로 작업에 투입되는 차량 전면에는 제설삽날, 후면에는 제설제 살포기를 장착하여 작업효율을 극대화할 수 있음



(a) 습윤식 제설제 살포기



(b) 고체 제설제 살포기



(c) 액체식 제설제 살포기

<그림 2-5> 국내의 제설제 살포기

출처: 도로제설업무 수행요령 (건설교통부, 2002)

- 제설제 살포기의 경우, 각 도로기관 지방자치단체에서 90%이상 국산제품을 구입하여 사용하고 있는 실정임

3. 제설 삽날 및 블로워

- 제설 삽날(snow blade)은 도로에 적설된 눈을 도로변 또는 중앙선 쪽으로 밀어낼 수 있는 장비로 삽날이 진행되는 동시에 눈을 한쪽 면으로 모을 수 있음
- 제설 삽날의 경우 국내에서 제작·판매되는 거의 모든 트럭 및 SUV차량, 소방차, 지게차, 청소차량, 트랙터 등에 장착이 가능함
- 일반적으로 적설량이 30cm가 될 때까지는 신적설인 경우 제설 삽날로 제설 작업이 가능함
- 제설 삽날 바닥에 고무 및 스프링 시설이 되어 있어 도로에 밀착되면서도 도로 노면에 피해를 최소화 할 수 있음 (비포장 도로 제설도 가능)
- 1인이 3분 이내에 탈·부착이 가능하여, 제설 작업 준비시간이 단축됨
- 제설 삽날의 종류는 그 형태에 따라, 정면 제설 삽날 (Front plow), 측면 제설 삽날 (Wing plow 또는 Side-mounted plow)로 구분되며, 정면 제설 삽날인 경우, 덤프트럭의 정면에 부착하는 삽날로 작업 중에도 유압 또는 공기를 이용하여 삽날 각도 변경이

가능함. 대표적으로 V형 제설 삽날이 있는데, 이는 삽날 판이 2개로 분리되어 있어 작업을 할 경우, 초기에 눈이 많이 왔거나 2차로 도로에서 통행로 확보 시 사용 가능하며, 적설 제거용으로도 사용 가능함



(a) 소형트럭에 부착한 제설삽날



(b) SUV에 부착한 제설삽날



(c) 대형트럭에 부착한 제설삽날



(d) 청소차에 부착한 제설삽날

<그림 2-6> 다양한 형태의 제설 삽날 활용

출처: 제설장비 시스템 선진화 및 맞춤형 제설 방안 (소방방재청, 2010)

- 미국 Bercomac Blade사에서 제작한 제설 삽날의 경우, 운전자 작동에 의해 차량 전면에 부착한 삽날이 좌우로 20°까지 움직이고, 삽날이 되돌림 용수철 (trip spring)에 의해 보호되어 제설작업 중 삽날이 단단한 물체와 충돌하였을 때 삽날과 차량에 미치는 피해를 피하기 위해 제설삽날의 원래 위치로 회귀하도록 제작함



<그림 2-7> 미국에서 사용되는 제설 삽날 (snow blade)

출처: <http://www.jimsrepairjimstractors.com/snow-removal.htm>

- 스노우 블로워는 차량 전면부에 장착하여 눈을 수거하여 원하는 방향으로 투설 하는 장비로써, 일반적으로 눈을 도로 길어깨 쪽, 고속도로 펜스, 가드레일 너머로 뿜어냄
- Single-element 블로워는 1개의 분쇄기가 눈을 빨아들여 투설 하는 장치로 scoop 방식과 milling drum 방식이 있음



(a) scoop 방식



(b) milling drum 방식

<그림 2-8> Single-element 블로워

출처: 도로제설업무 수행요령 (건설교통부, 2002)

- 스노우 블로워는 적설량이 7cm 이상 되는 경우 도로변으로 밀어낸 눈을 치우는데 사용될 수 있음



<그림 2-9> 국내 · 외에서 사용하는 스노우 블로워 장비

출처: 제설장비 시스템 선진화 및 맞춤형 제설 방안 (소방방재청, 2010)

- 현재 각 지방자치 단체에서 보유하고 있는 제설장비 보유 현황을 검토해 보면, 제설제 살포기와 제설삽날을 가장 많이 보유하고 있고, 이는 수도권, 강원권, 충청권에만 해당되는 사항임

4. 다목적 도로관리 차량

- 다목적 도로관리차량은 차량 1대로 1년 사계절 도로와 도로시설물 유지관리에 투입될 수 있도록 제작된 것으로 일반적으로 차량정면에 특수 제작된 장착판을 부착하여 동절기에는 제설용 장비 그리고 하절기에는 도로청소용 장비를 탈·부착하여 도로 유지관리에 종합적으로 이용할 수 있도록 설계된 차량을 의미함
- 한국기기유화시험연구원에서는 『차량장착 다목적 도로 관리장치』에 대한 검사 기준(중소기업 우수제품마크 시행세칙 제6조에 의한 검사기준, 2005. 2. 24. 개정)이 있음
- 이 기준에 대한 적용범위는 적재함이 있는 차량에 크레인, 살수장치, 제설기, 살포기 등의 도로 보수 장비를 장착하여 보조 엔진의 구동에 의하여 도로 보수 및 유지관리를 하는 차량 장착 다목적 도로 관리 장치(이하“도로 관리 장치”라 한다)에 대하여 적용함

- 이 기준에서 정의하는 차량 및 도로 관리 장치의 용어는 다음과 같음
 - 다목적 도로 관리 전용 차량(Road Maintenance Vehicle) : 일반 상용차가 아닌 도로 관리 차로 특수 제작된 차
 - 크레인(Crane) : 각종 장치 및 중량물을 상·하역하는 장치
 - 보조엔진(Auxiliary Engine) : 각종장치(살수장치, 제설용 살포기, 제설기, 전동 공구)를 구동하기 위한 동력을 발생 시키는 엔진
 - 살수장치(Water sprayer system) : 노면의 살수 및 청소를 목적으로 용액을 고압으로 분사·살수하는 장치
 - 제설제 살포기(Sand spreader) : 노면의 적설과 결빙 시 제설을 목적으로 모래 및 염화칼슘을 살포하는 장치
 - 제설기(Snow plough) : 다목적 차량 앞부분에 탈·부착식의 형태를 갖춘 장치로 손쉽게 탈·부착이 가능하며 노면에 쌓인 눈을 제거하는 장치
- 국내에서 제작된 다목적 차량은 적용하중을 각각 7톤, 8.5톤, 16톤으로 구성할 수 있으며, 도로관리차 선택사양에 따른 장착 방법은 상차방식과 차량부착방식으로 구분할 수 있음



<그림 2-10> 다목적 도로관리 차량의 구성

출처: <http://www.re-n-tech.com>

- 독일 벤츠사에서 제작한 유니모그(UNIMOG, UNIversal MOtor Gerat)는 차체크기에 따라 각각 U300, U400, U500 세 가지로 구분되며, 덤프트럭과 비슷한 차체 크기를 갖는 U500은 6.3ℓ 직렬 6기통 터보 인터쿨러 디젤 엔진과 전진 16단, 후진 14단 변속기를 얹었고 시속 1.3~80km까지 자유롭게 속도를 조절할 수 있음
- 국내에는 경기도 안산시청을 비롯한 관련기관에서 13대의 유니모그(U300, U400)가 수입된 바 있으며, 서울시 강남구청에서 도입한 유니모그(U500)는 제초, 도로·터널 청소 등의 다목적으로 활용됨



<그림 2-11> 독일 벤츠사 유니모그 500 차량 전·후방 모습

출처:www.carlife.net

- 독일 벤츠사 외에 중국에서도 유사한 다목적 도로관리 차량이 개발되었음



<그림 2-12> 중국 Hubei사 및 Sxguanxiang사의 다목적 도로관리 차량

출처:http://sxguanxiang.en.alibaba.com

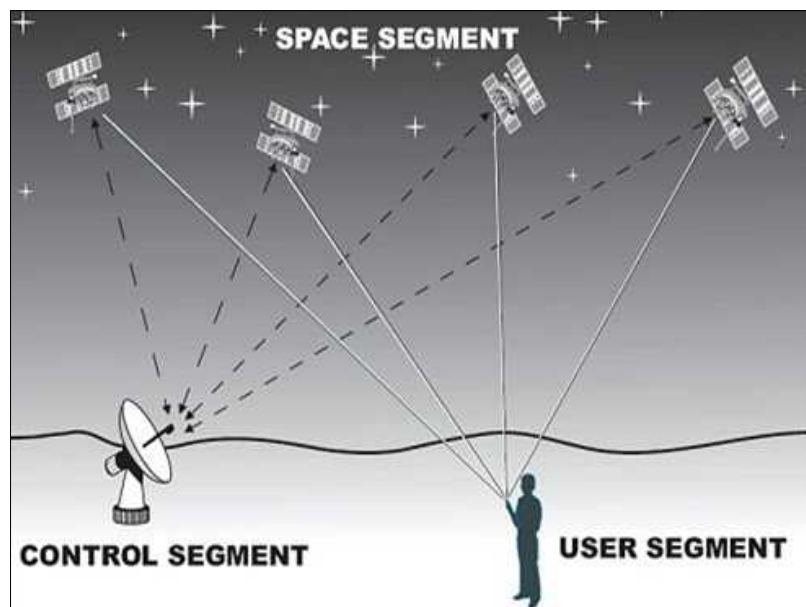
- 그러나 유니모그의 경우, 주로 산악용으로 제작되었고, 적재량도 5ton 미만이며, 장비 구입 가격이 고가이며, 차량에 부착 가능한 도로관리 장비 option이 매우 많아 국내 지형이나 상황에는 적합하지 않은 것으로 판단됨

5. 차량 위치 정보 획득용 위성항법시스템 관련

- 제설차량을 통한 도로관리를 효과적으로 하기 위한 차량 위치 정보 획득 및 제설 작업연장 자료 획득용 위성항법시스템 및 수신기에 대한 기술 동향을 파악하였음
- 현재 운영 중인 위성항법시스템은 미국의 GPS와 러시아의 GLONASS가 있으며, 현재 개발중인 위성항법시스템으로는 유럽연합의 Galileo와 중국의 COMPASS, 일본의 QZSS 및 인도의 IRNSS이 있음

(1) 위성항법시스템 (Global Navigation Satellite System, GNSS)

- 우주공간의 위성을 이용해 지상에 있는 사용자에게 위치 및 시각정보를 제공하는 시스템을 말함
- 위성항법시스템의 구성요소는 우주공간에서 항법신호를 전송하는 우주부문(Space Segment), 위성관리 및 궤도수정과 위성시계 오차를 보정하는 지상부문(Control Segment), 항법 위성이 보낸 준 항법 신호를 이용하여 다양한 분야에 응용 및 활용하는 사용자부문(User Segment)로 나누어짐



<그림 2-13> 위성항법시스템 구성요소 개념도

출처: <http://media-surveying.itrademarket.com>

(2) 위성항법의 종류

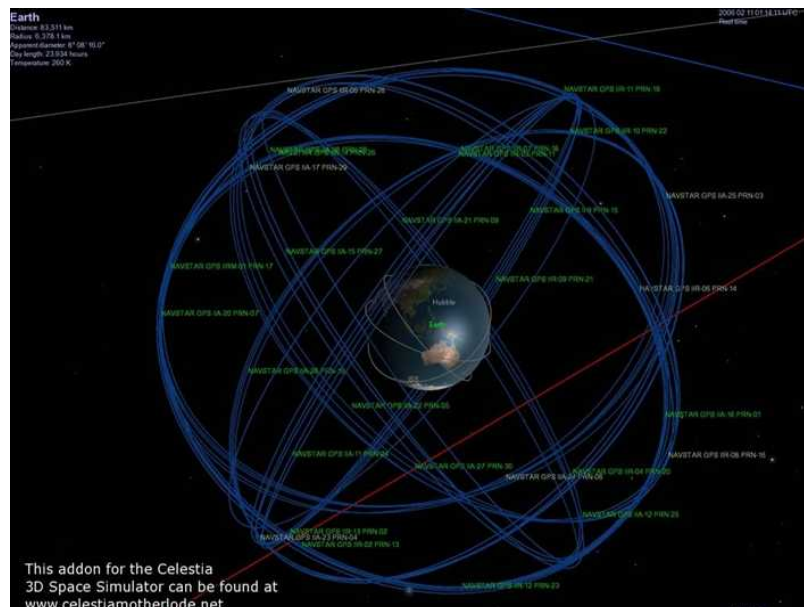
- 지구 전체를 서비스 대상으로 하는 위성항법시스템으로 중궤도(2만 km 내외)를 선회하는 20~30기의 위성으로 구성되며, GPS, GLONASS 등이 있음

- GPS

- GPS는 global positioning system 의 약어로 미국 국방부에서 군사용으로 개발한 새로운 위성항법 시스템으로 현재 24개의 GPS 위성을 이용한 항법 서비스를 전 세계적으로 무료로 제공하고 있음

- GPS는 NAVSTAR(navigation satellite time and ranging) GPS 라고도 하는데 GPS 위성을 이용해 지구상의 모든 이동체의 위치를 거리 및 거리변동 속도계산에 의해 측정하는 시스템임. 기존 항법 시스템에 비해 정확성이 높고 사용이 간편하며 시간과 장소 그리고 기상상황에 관계없이 사용할 수 있다는 장점이 있음

- 위치정보는 WGS84라는 기준좌표로, 시간은 GPS 시간이라는 기준 시간으로 통일되 제공되기 때문에 GPS 수신기만 있으면 자신의 시간과 공간에 대한 정보를 쉽게 얻을 수 있음



<그림 2-14> NAVSTAR GPS 위성

출처 : <http://www.celestialmotherlode.net>

○ GLONASS

-GLONASS는 Global Navigation Satellite System의 약어로 구소련이 미국의 GPS에 대응하기 위해 개발 구축하였으나, 러시아의 경제 사정 등에 의해 2008년까지 18기가 운용되었으나 최근 2010년 9월 3기의 위성을 추가로 쏘 올리면서 세계 전역을 커버할 수 있는 위성의 배치가 완료되었음

-GLONASS는 GPS와 달리 주파수 분할 다중방식을 채택하고 있어서 위성마다 반송파의 주파수가 다르며, GPS에서 군사용으로만 허용되는 P-code를 GLONASS에서는 민간이 사용할 수 있도록 허용하고 있음



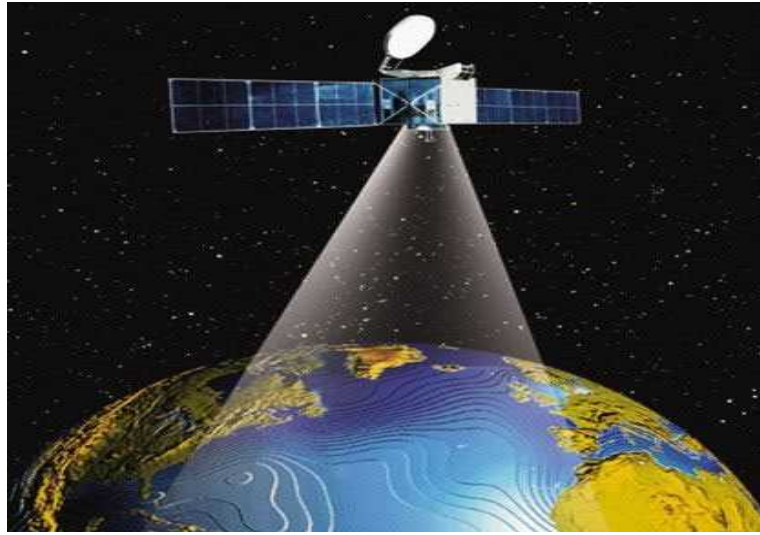
<그림 2-15> GLONASS-K 및 GLONASS-M 위성

출처: <http://www.glonass.it>

○ COMPASS

-중국은 35개 인공위성을 연결해 위치추적, 기상관측, 자원 탐사할 수 있는 ‘베이더우 항법시스템(COMPASS)’ 구축에 착수하였으며, 10m 오차범위에서 현재 위치를 알려주고, 초당 0.2m 이내의 정확도로 속도를 통보할 수 있도록 개발 중임

-기상관측, 석유탐사, 산불감시, 자연재해예보, 통신망연결 등 각종 서비스를 제공하게 되며, 중국은 자체 기술로 COMPASS 구축을 본격화하게 됨에 따라 미국, 러시아, 유럽에 이어 ‘4대 우주강국’으로 부상함



<그림 2-16> Beidou-2 위성

출처:<http://afbase.com/368914>

○ Galileo

-갈릴레오는 고도 2만3,000 km의 궤도에 쏘아올린 30기의 인공위성 네트워크를 이용해 지상에 있는 목표물의 위치를 정확히 추적해내는 것을 목표로 하고 있으며, 유럽이 미국에 위성 정보를 의존하고 있는 상황에서 벗어나 '정보 독립'을 확보하기 위해 추진하고 있는 핵심 기술임

-우리 정부도 2005년 2월 갈릴레오 프로젝트에 참여하기로 결정했으며, 2006년 1월 한·EU 정부 간 갈릴레오 기본협정이 체결됨



<그림 2-17> GIOVE-A 및 GIOVE-B 위성

출처:<http://www.dutchcombat.nl/shutoffgalileo.html>

(3) 항법수신기

- 위성항법수신기는 항법위성들이 현재 위치와 시간이 담긴 전파신호를 지상으로 송신하면, 이 신호를 받아 도달하기까지 걸린 시간을 계산해 자신의 현재 위치를 파악
- 경도와 위도, 높이를 동시에 파악하기 위해서는 최소 3개의 위성신호가 필요하며, 위치정확도를 높이기 위해서는 시간오차를 제거하기 위한 하나의 위성이 더 필요함

<표 2-2> 국외 항법칩 개발업체

국가	회사명	중점 개발분야
미국	SiRF	GPS 칩셋 제조, 차량 탑재형 개인항법시스템 내장 칩 개발
미국	Broadcom	유무선 통신 및 GPS 칩셋용 반도체 분야 제조
미국	Freescale	개인항법 부품 개발
스위스	NemeriX	저전력, 고민감도를 갖는 RF 부품과 GPS 솔루션에 특화된 반도체 제조
스위스	u-blox	GPS/Galileo 복합 칩셋, 모듈 개발 및 A-GPS 서비스 제공
스위스	STMicroelectronics	신규 GPS 칩셋 제조 (정밀도, 신뢰도 향상), GPS 및 갈릴레오에 적용할 수 있는 장비 준비중
네덜란드	NXP	저전력/단일칩 기반의 GPS 솔루션 제공

- 현재 항법수신기로는 선박, 항공기, 자동차 등의 이동체의 위치를 인식하기 위한 것과 거리를 측정하기 위한 측량용이 있으며, 최근에는 등산, 여행용 초소형 수신기, GPS 수신 장치와 손목시계를 결합한 제품도 등장했음

<표 2-3> GPS 장비의 적용사례

			
위치인식용	측량용	레저용(등산 등)	초소형(손목시계)

- 위성항법시스템으로부터 항법신호를 처리할 수 있는 수신기에 대한 자료는 <표 2-4>와 같이 분류할 수 있음

<표 2-4> 위성항법수신기 활용분야

국가	업체	활용	설명
미국	Garmin	레저	-소형/무선 솔루션에 적합한 항공, 해상 및 자동차용 수신기 개발 업체
노르웨이	Navico	레저	-선박, 항공기, 차량용 항법 장비 제조업체
미국	Wherify	위치추적	-위치기반 서비스 제공자로 GPS 위치 시계, GPS 위치전화기 제조업체
핀란드	TWIG	위치추적	-이동 텔레매틱스 선두 제공업체
미국	Rosum	위치추적	-실내의 GPS 신호 접근불가를 해결하기 위해 TV-GPS와 연계하여 신뢰도, 정확도 확보
미국	Lowrance	해상	-고화질 수중 음파탐지기 및 GPS 매핑 장치의 설계, 제작 및 판매
영국	Raymarine	해상	-다기능항법정보 제공, 낮에도 식별가능한 색상 제공
일본	Furuno	해상	-GPS 해상용 모듈 개발 업체
미국	Trimble	기계/건설	-건설시장에서 GPS 솔루션 제공 업체
스위스	Leica	기계/건설	-GPS와 레이저를 통한 거리측정 및 레이저 추적이 가능한 장비 생산 업체
영국	Magellan	측지/측량	-GPS 및 GLONASS 겸용수신기 제작 업체
일본	Sokkia	측지/측량	-고정밀 측량용 수신기 제조 업체
네덜란드	Topcon	측지/측량	-측량용 GPS 수신기 제조 업체

제3절 특허 동향 분석

- 특허기술동향분석의 목적은 다목적 제설차량의 기술개발과 우리나라 기술수준에 대한 국내·외 특허 분석을 통해 연구방향을 점검하고 동시에 전략적이고 내실 있는 연구기획이 가능하도록 하는 것임
- 본 기획과제 특허분석에서는 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 선택된 5개의 연구기획 기술 분야를 특허분석대상으로 하였으며, 1991년 01월 ~ 2010년 10월까지 출원 공개된 한국, 일본, 유럽 및 미국공개특허와 1991년 01월 ~ 2010년 10월까지 출원 등록된 미국등록특허를 분석 대상으로 함

<표 2-5> 국가별 분석구간 및 특허건수

자료 구분	국 가	전체분석구간	정량분석 대상특허	정성분석 대상특허
공개특허 (출원일 기준)	한국	1991 ~ 2010.10(검색일)	133건	1
	일본	1991 ~ 2010.10(검색일)	742건	4
	유럽	1991 ~ 2010.10(검색일)	173건	-
	미국	1991 ~ 2010.10(검색일)	277건	6
등록특허 (등록일 기준)	미국	1991 ~ 2010.10(검색일)	132건	
합계			1,457건	11건

※ 정량분석구간: 한국, 일본, 유럽 - ~2009(출원년도), 미국 - ~2010(등록년도)

※ 정성분석구간: 전체분석구간 대상 (~2010.10(검색일))

- 한국, 일본 및 유럽특허의 경우 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2007~2008년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2010년 까지 한정함. 단, 정성분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함시킴
- 미국특허의 경우 등록일 기준으로 분석하기 때문에 최근 데이터도 유효하므로 정량분석은 ~2010년 데이터까지 포함하였으며, 정성분석은 2010년 자료도 포함.

반면 미국공개특허는 출원 시에 선택에 의해 공개되어 통계적인 의미는 없으므로 정량분석 대상에서는 제외하고, 정성분석에만 포함시킴

- 특허분석을 위한 분석대상 별 기술분류는 다음 <표 2-6>과 같음

<표 2-6> 분석대상 기술분류표

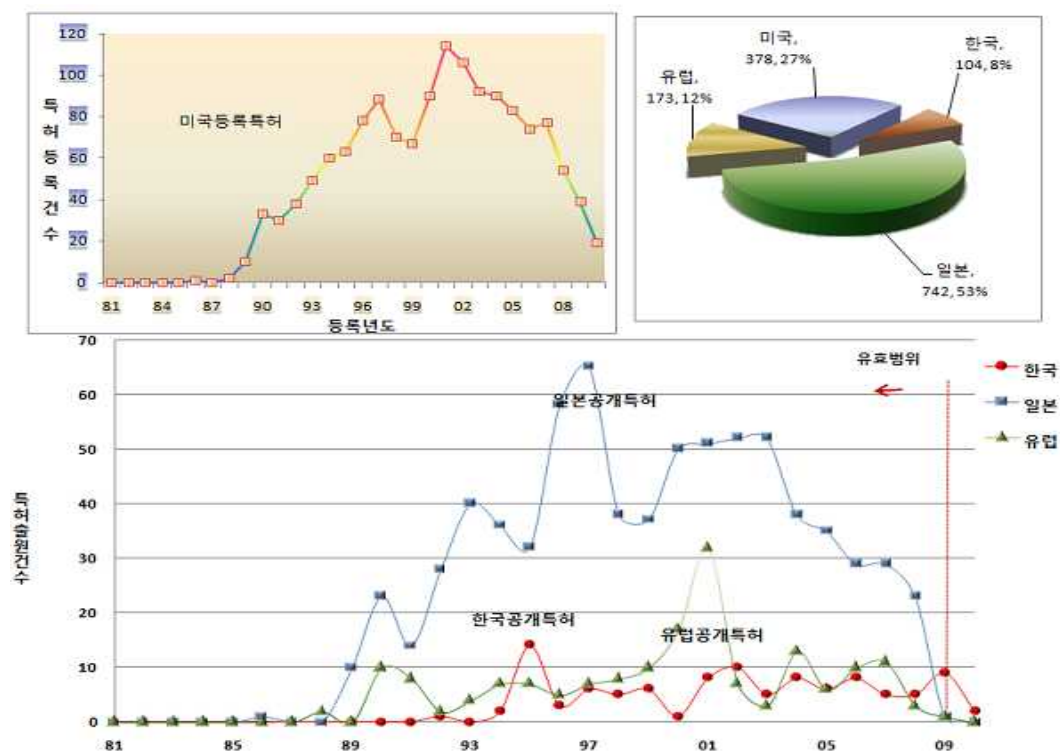
중분류	분류기호	소분류	분류기호
열에 의한 제설	A	눈 흡입/눈 수거 장치	A1
		상차 장치	A2
		용해/보관 장치	A3
		제어장치 및 시스템	A4
		기타장치	A5
밀어내기에 의한 제설	B	회전형 밀어내기 장치	B1
		고정형 밀어내기 장치	B2
		날려 보내는 장치	B3
		기타장치	B4
제설제에 의한 제설	C	고체 살포 장치	C1
		액체 살포 장치	C2
		제어장치 및 시스템	C3
		기타장치	C4
수처리기능	D	노폐물 침전 장치	D1
		여과 장치	D2
		배출 장치	D3
		증화 장치(화학처리)	D4
		기타장치	D5
도로청소	E	고압 살수 장치	E1
		배수로 청소 장치	E2
		오수용 준설 장치	E3
		기타장치	E4

○ 분석대상에 대한 기술범위는 아래 <표 2-7>과 같이 정의하였음

<표 2-7> 분석대상 기술범위

중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
열에 의한 제설	눈 흡입/ 수거 장치	도로 등 노면 상에 적설된 눈을 흡입 내지 수거하는 장치
	상차 장치	흡입, 수거되는 눈을 차량의 설정된 공간으로 이송시키는 장치
	용해/보관 장치	상차된 눈에 열을 가해 녹이고, 보관하는 장치
밀어내기에 의한 제설	제어장치 및 시스템	열에 의한 제설 프로세스를 관리하여, 컨트롤 하는 시스템
	기타장치	기타 열에 의한 제설에 관련된 장치 및 시스템
	회전형 밀어내기 장치	브러쉬 등 회전하는 부재에 의해 도로 등 노면상에 적설된 눈을 밀어내는 장치
	고정형 밀어내기 장치	블레이드 등 차량의 특정 부분에 부착되어 노면상에 적설된 눈을 밀어내는 장치
제설제에 의한 제설	날려보내는 장치	블로우어 등 공기 송풍 등을 통해 노면 상에 적설된 눈을 날려 보내는 장치
	기타장치	기타 밀어내기 방식에 의해 수행되는 제설 장치 및 시스템
	고체살포장치	고체로 된 제설제를 제설이 필요한 노면 등에 살포하는 장치
	액체살포장치	액체로 된 제설제를 제설이 필요한 노면 등에 살포하는 장치
	제어장치 및 시스템	노면 등에 제설제를 살포하는 장치 등을 컨트롤 하는 장치 및 시스템
	기타장치	기타 제설제 살포를 통해 제설작업을 수행하게 되는 장치
수처리 기능	노폐물 침전 장치	수처리 시스템의 일부로써, 제설 작업 과정 내지 작업 이후 발생 하는 노폐물을 침전시키는 장치
	여과 장치	수처리 시스템의 일부로써, 제설 작업 내지 작업 이후 발생하는 용설 중 불순물, 오염물질 등을 여과할 수 있는 장치
	배출 장치	수처리 시스템의 일부로써, 수처리된 물을 차량 등의 외부로 배출하는 장치
	물리화학처리	수처리 시스템의 일부로써, 물리화학처리를 통해 제설 작업 과정 내지 작업 이후 발생하는 오염물질을 제거하는 장치
	기타장치	기타 수처리 시스템으로 제설, 특히 제설차량에 도입 가능한 분야의 장치 및 시스템
도로청소	고압 살수 장치	가압된 물을 도로에 살수하여 청소를 지원할 수 있는 장치
	배수로 청소 장치	도로 등의 노면상에 형성된 배수로 내 불순물 등을 제거할 수 있는 청소 장치
	오수용 준설 장치	오수, 하수 등의 슬러지, 오니 등을 제거 처리할 수 있는 장치
	기타장치	기타 도로청소에 활용가능한 장치 및 시스템

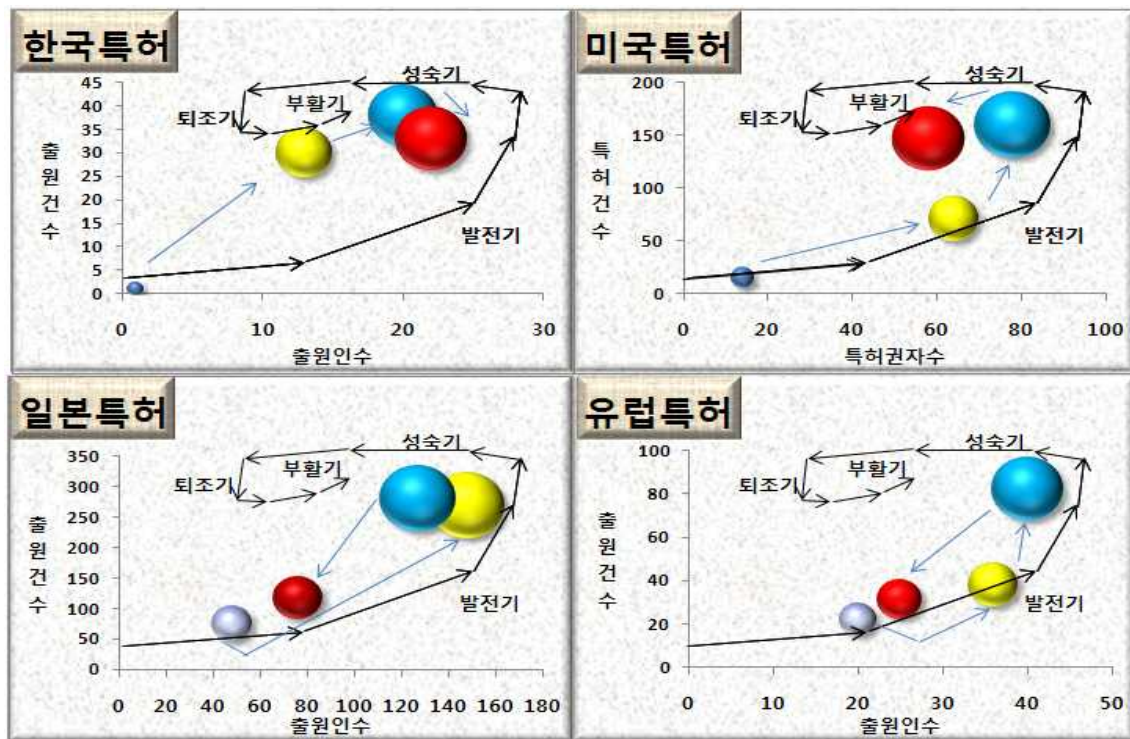
- 정량분석 방법의 경우, 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 부문별 특허건수, 점유율 및 증가율 등으로 구분하여 분석을 수행함
- 이를 통해 세계의 특허동향과 우리의 수준을 비교하고, 제철차량분야에서 세부 기술 분야별 연구개발 현황과 주요 기업을 살펴봄으로써 국가차원의 연구개발 및 국제협력의 필요성 등에 대한 기초자료를 제시함
- 정성분석 방법의 경우, 특허분석 자문위원회에서 도출된 특정 기술 분야에 대하여 특허망 구축을 하고 있는 주요 기업을 살펴보고, 그 사례를 몇 가지로 심층 분석함
- 핵심 분야에 대한 기술의 흐름을 파악하고, 핵심특허는 별도로 심층적인 권리분석을 수행하여 권리범위 현황 파악 및 이를 통해 공백기술을 도출할 수 있도록 하였음
- 분석지표로는 특허활동지수 (AI), 인용도 지수 (CPP), 영향력 지수 (PII), 기술력 지수 (TS), 시장확보지수 (PFS), 및 연구개발방향 (NPR) 등이 일반적인 지표로서, 미 상무성 기술정책국, OECD 등에서 발간하는 다수의 기술 관련 보고서에서 활용됨
- 제철차량분야 특허의 연도별 동향을 다음 <그림 2-18>과 같음



<그림 2-18> 연도별 출원동향

- 전 세계 시장에서 제철차량 분야의 특허는 일본이 742건 출원으로 전체의 53%를 차지하여 가장 많았으며, 그 다음으로는 미국이 378건의 등록특허를 보유하여 전체의 27%를 차지하였고, 그 외에는 유럽이 173건, 한국이 104건의 출원하였음

- 제설차량 분야에서 가장 많은 출원을 보이고 있는 일본의 경우 97년도에 출원건수가 가장 많았고, 이후 출원건수가 감소세를 보이고 있으며, 일본의 특허출원 추세에 따라 미국, 유럽도 유사한 패턴으로 출원의 증감을 보임
- 이는 PCT나 조약우선권 등을 통한 다국 출원이, 특히 일본의 선출원을 기초로 미국이나 유럽으로 우선권주장 출원이 많은 것에 기인하는 것으로 판단됨
- 다만, 한국의 경우 미국이나 유럽의 출원 패턴에 비해 상이한 결과를 보이고 있으며, 이러한 상이한 결과는 조약우선권 등을 통한 출원 시 아직 시장이 크게 형성되지 못한 한국은 배제되고 있는 것에 기인하는 것으로 판단됨 (실제 한국의 경우, 국내의 일부 특정 기업에 의해 제설차량의 특허출원이 주도되고 있음)
- 포트폴리오로 본 제설차량분야의 위치는 다음 <그림 2-19>과 같음



1. 분석구간: '87~'92, '93~'98, '99~'04, '05~'09 (한국, 미국, 일본-출원년도, 미국-등록년도)
2. X축: 출원인수(특허권자수), Y축: 출원건수(특허건수)

<그림 2-19> 국가별 기술 발전도

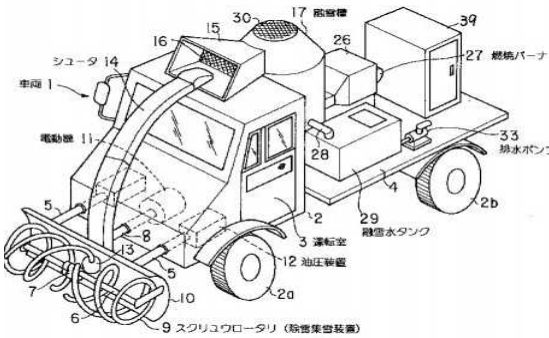
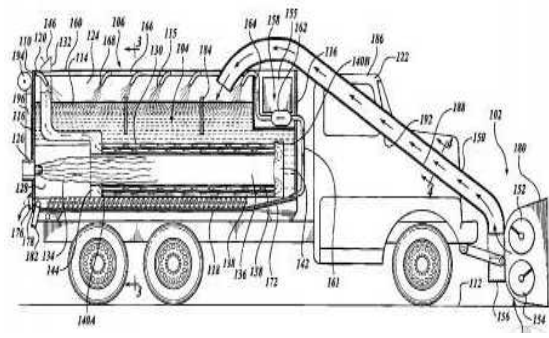
- 특허건수와 출원인수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본 모델에서 한국특허는 발전기와 성숙기 사이의 단계에 있는 것으로 나타남

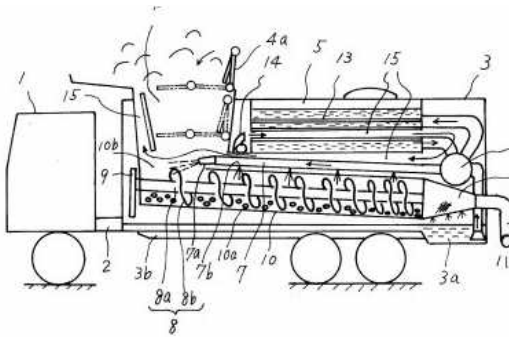
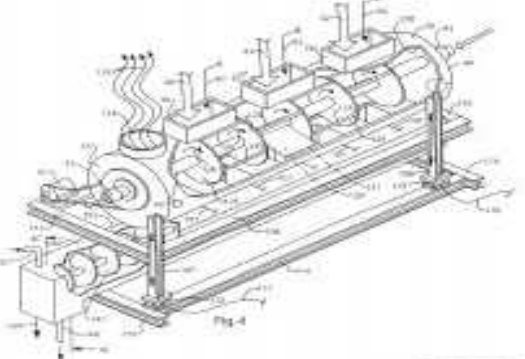
- 제설차량 분야의 한국특허동향은 발전기에서 성숙기로 넘어가는 단계로, 기술혁신의 주체인 출원인수와 기술혁신의 결과인 특허건수가 동시에 증가하다가 최근 들어 출원건수가 다소 감소함
- 제설차량 분야의 미국 특허는 2000년대 초반에 성숙단계에 접어든 것으로 판단되며, 미국특허는 출원인수와 특허건수가 모두 증가하다가, 최근 구간에서는 출원인수와 특허건수의 증가폭이 다소 감소하는 추세를 보임
- 제설차량 분야의 유럽 및 일본 특허는 2000년대 중, 후반에 성숙단계를 거쳐 이후 퇴조기에 접어들고 있는 것으로 판단되며, 유럽특허는 출원건수가 증가하였다가 최근 출원건수 및 출원인수가 급감하는 추세를 보임
- 일본특허 역시 기술개발에 참여하는 기업수와 특허활동이 2000년대 중, 후반에 걸쳐 점차 감소하는 것으로 나타남
- 미국과 유럽, 일본에서는 일본의 HONDA사가 가장 많은 출원을 한 것으로 나타났으며, 한국의 경우 이텍산업 22건, 만도기계가 14건으로 1,2위순으로서 이 분야에 관심을 두고 있는 것으로 파악됨
- 특이한 것은 한국에서의 자동차업체인 현대자동차나 기아자동차에서는 각 2건씩의 출원을 한 것으로 나타났는데 이는 일본의 HONDA사가 제설차량분야에 관해 기술적 관심도가 높은 것에 반해 한국 자동차 메이커에서는 타국의 자동차업체보다 제설차량에 대한 관심이 저조한 것으로 분석됨. 따라서 향후 제설차량의 시장성이 검증될 경우, 국내 자동차 업체들의 참여가 예상됨
- 다목적 제설차량의 경우 여러 가지 요소 기술이 요구되는 바, 완성차 업체는 물론 부품소재 관련 업체들의 협력 개발이 기대될 수 있는 분야임
- 국내의 세부 기술 분야별 출원동향을 살펴보면, 밀어내기에 의한 제설(B)이 45건으로 전체의 43%, 제설제를 쓰는 제설(C)이 30건으로 29%, 열에 의한 제설(A)이 18건으로 17%로 나타남
- 특히, 밀어내기에 의한 제설(B)기술개발이 1995년도에 잠시 활발하였으나 다시 급감하였으며, 최근 다시 증가하는 추세를 나타내고 있는 반면, 열에 의한 제설(A)은 96년 이후 출원되기 시작하였으며, 최근에는 꾸준한 출원 패턴을 보이고 있음
- 미국의 경우 제설차량에 접목 가능한 수처리 기술(D)에 관한 특허가 185건으로 전체의 49%를 차지하여 가장 많고, 다음으로 밀어내기에 의한 제설특허(B)가

158건으로서 전체의 42%로 많은 것으로 나타남

- 한편, 열에 의한 제설(A)은 34건이고, 제설제에 의한 제설(C)은 4건으로 등록건수가 적은 것으로 분석되었으며 (등록특허 기준임), 열에 의한 제설(A)에 관한 특허등록건수는 1998년도에 5건으로 출원 건수가 잠시 증가하였다가 감소하였고, 최근 다시 증가하는 추세를 보이고 있음
- 일본의 경우 밀어내기에 의한 제설(B)에 관한 특허출원이 363건으로 전체의 49%를 차지하고 있어 가장 많았으며, 열에 의한 제설(A)이 159건으로 21%를 차지하고 있는 것으로 나타남
- 수처리기능(D)에 관련된 특허출원이 127건으로 17%를 차지하였고, 도로청소(E) 관련 특허출원이 80건으로 11%를, 제설제에 의한 제설(C)에 관한 특허출원이 13건으로 2%를 차지하고 있음
- 제설차량분야에서 출원의 49%를 차지하는 밀어내기에 의한 제설기술은 2001년도에 출원건수가 가장 많았다가 2001년도 이후부터 점차 감소하는 추세임
- 유럽의 경우 수처리기능(D)에 관련된 특허출원이 95건으로 전체 출원건 중 55%로 가장 많았으며, 밀어내기에 의한 제설(B)에 관한 특허출원이 52건으로 전체의 30%를 차지하였고, 그 외에 도로청소(E)관련 특허출원이 23건으로 13%, 열에 의한 제설(A)에 관한 특허출원이 3건으로 2%인 것으로 나타남
- 수처리기능(D)과 관련된 특허출원은 1990년도부터 출원되어 최근까지 꾸준한 출원량을 보이고 있고, 밀어내기에 의한 제설(B)의 경우는 2001년에 27건으로 큰 증가폭을 보였으나, 이후 급감하여 최근에는 저조한 출원량을 보이고 있음
- 다음 표 <2-8>은 미국과 일본이 보유하고 있는 핵심특허에 대한 도면과 각각의 내용을 나타냄

<표 2-8> 외국 핵심특허의 내용 및 대응전략

핵심특허 JP 3,160,222	요약	구성요소비교
	제설과 용설을 동시에 처리할 수 있는 자주식 제설차량	A+B+C
대응전략	JP3,160,222는 현재 유효한 일본등록특허이나 누구나 자유롭게 이용할 수 있는 자유기술(이미 권리가 소멸된 US5,787,613 및 US5,365,681)이 존재하는 바, 이를 기초로 동일하거나 개량된 적설 용해 시스템을 구비할 수 있는 점을 고려할 때 회피설계가 가능한 특허로 판단됨.	
핵심특허 US 6,904,708	요약	구성요소비교
	차량의 컨테이너로 상차된 눈에 가압온수를 살포, 채집된 눈을 녹이는 제설차량	A+B+C
대응전략	US6,904,708은 현재 유효한 미국등록특허이나 자유기술인 US4,353,176 및 US4,409,957와 같은 동일한 구성을 채용하거나 일부 변경하여 권리범위 저축을 회피할 수 있을 것으로 판단됨.	

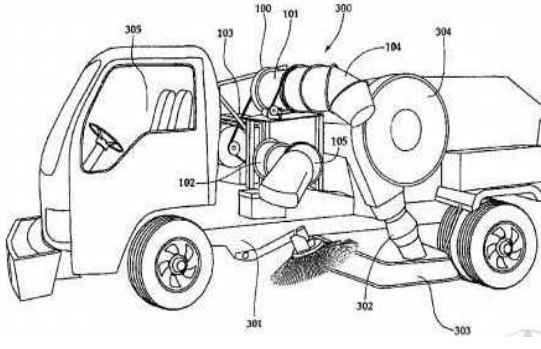
핵심특허 JP 3,867,595	요약	구성요소비교
	차량의 용설조(SNOW MELTING APPARATUS)로 상차된 눈에 온수를 살포, 채집된 눈을 녹인 후 배출하는 제설차량	A+B+C
대응전략	JP3,867,595 및 JP2,537,747는 현재 유효한 일본등록특허이나 일본국 내에 한해 등록되어 있는 바, 미국 등 타 글로벌 시장으로의 다목적 제설차량의 판매 등 사업에 문제되지 않으며, 이미 권리가 소멸된 US4,353,176(자유기술)에서 개시되고 있는 동일한 구성 내지 개량된 구성을 채용해 제설차량을 설계하는 경우, 회피설계도 가능할 것으로 판단됨.	
핵심특허 US 7,669,348	요약	구성요소비교
	컨테이너 내부로 상차된 오니(sewage sludge)의 습기제거, 멸균 처리하는 장치	A+B+C
대응전략	US6,904,708은 현재 유효한 미국등록특허이나 자유기술인 US4,429,643 또는 US6,006,440의 구성 및 처리시스템을 제설차량에 도입함으로써 권리범위 저축을 피할 수 있는 동시에, 제설차량에의 탑재, 모듈화 등을 검토할 수 있을 것으로 판단됨.	

핵심특허 US 6,514,418	요약	구성요소비교
N/A	립 필터(LEAF Filters)를 이 용한 슬러지 탈수 방법	A+B+C

대응전략	US6,514,418은 현재 유효한 미국등록특허이나 자유기술인 EP0053250B1 슬러지 탈수 방법을 활용하여 다목적 제설차량에 도입하는 경우, US6,514,418의 권리범 위 저축을 피할 수 있을 것으로 판단됨.
------	---

핵심특허 US 6,174,437	요약	구성요소비교
	분리박막을 이용하여 오수를 수처리하는 수처리 장치	A+B+C+D

대응전략	US6,174,437의 구성 A는 US4,176,063에 명시적으로 포함되어 있지 않았다 하더라도 수처리 시스템에 당연히 포함되어야 할 구성인 점, JP 1996-038859를 통해 알 수 있는 바와 같이 이미 수처리 시스템에 채택되는 분리막막 기술도 광범위하게 사용되는 사정을 고려할 때 분리막막이나 역삼투압 필터를 채용한 수처리 장치도 다목적 제설차량에 채택 가능할 것으로 판단됨.
------	---

핵심특허 US 6,735,814	요약	구성요소비교
	접근 어려운 곳에 위치한 쓰레기(debris)를 접근 가능한 곳으로 이동시켜 처리하도록 지원하는 장치	A+B+C
대응전략	US6,904,708은 현재 유효한 미국등록특허이나, 자유기술인 US6,052,865의 흡입 시스템 방식의 구성이나 개량 구성의 채용을 통해서도 제설차량에 청소 기능을 추가할 수 있을 것으로 판단됨.	

- 외국의 특허동향 경우, 앞서 보여준 <표2-6> 기술 분류표에 의한 세부기술 A1의 핵심특허는 JP 3,160,222 (일본)로서 현재 유효한 일본등록특허이나 자유기술인 US5,787,613나 US5,365,681의 구성으로도 동일 내지 유사한 기술적 효과를 거둘 수 있는 점을 고려할 때 회피설계가 가능한 특허로 판단됨
 - 보다 구체적인 측면에서 이는 일본에 한정되어 등록된 특허로, 미국 등 시장 진출에는 문제되지 않으며, 권리범위 저축을 회피하기 위한 설계 변경도 용이한 것으로 판단됨
- 세부기술 A3의 핵심특허는 US 6,904,708 (미국), JP 3,867,595 (일본)로서 유럽과 캐나다에서도 출원한 기술로써 자유기술이 존재하는 바, 동일 내지 유사한 기술적 효과 달성이 가능한 회피설계가 가능할 것으로 판단됨
 - 적설 용해 분야의 핵심 기술 분야로, 기술 개발 이전 단계에서 사전적으로 검증이 요구되는 분야임
 - 미국, 일본 등 제설 선진국에서는 이미 이에 대한 연구개발이 진행되고 있는 바, 기술개발 및 시장 진출 전 사전 검토가 필요함.
- 세부기술 D2의 핵심특허는 US 6,514,418과 US 6,174,437 (미국)로서 유럽, 러시아, 일본에서도 출원한 기술로써, 자유기술이 존재하는 바, 동일 내지 유사한 기술적 효과 달성이 가능한 회피설계가 가능할 것으로 판단됨

- 오니나 슬러지에 다량 함유된 수분을 제거하거나 분리 막을 이용해 (여과)수처리하는 기술로 플랜트 단위가 아닌 차량에 적용할 수 있는 적정 규모 및 효율성에 대한 검토가 필요함
- 세부기술 D3의 핵심특허는 US 7,669,348 (미국)로서 현재 유효한 미국등록특허이나 자유기술의 구성으로도 동일 내지 유사한 기술적 효과를 거둘 수 있는 점을 고려할 때 회피설계가 가능한 특허로 판단됨.
 - 열을 통해 오니, 슬러지를 처리하고, 배출할 수 있는 기술로 환경 설비 등 대형 플랜트 단위가 아닌 차량에 적용할 수 있는 적정 규모 및 효율성에 대한 검토가 필요함
- 세부기술 E2의 핵심특허는 US 6,735,814 (미국)로서 일반적으로 청소차 등에 채용되는 흡입 방식이 아닌 송풍 방식을 채용한 미국등록 특허기술로, 자유기술의 동일 내지 개량 구성의 채택을 통해 권리저축의 회피가 가능함
 - 제설차량에 탈부착 가능한 추가적인 청소 모듈로써 고려 가능할 것으로 판단됨

제4절 정책 동향 분석

- 국내 동절기 제설 대책 목표는 강설 등으로 인해 동절기 도로에 발생할 가능성이 있는 여러 가지 문제들에 대한 대책과 대응 체계를 수립하여 원활한 도로 교통의 확보 및 안전을 확보하는 것임
- 동절기 제설 대책 내용은 동절기 도로 유지관리 및 제설 작업에 필요한 장비·시설 점검, 재해대책 조직, 보고체계, 도로 제설 수준 및 제설 방법 등을 포함하고 있음
- 동절기 제설 대책은 강설 전, 강설 중, 강설 후 (총 3단계)로 시행됨
 - 강설 전 단계 : 강설에 대비하여 조직과 보고 체계, 시설, 장비, 인력 등의 점검 및 배치·편성 등을 준비하는 단계
 - 강설 중 단계 : 강설 시 강설량, 도로의 등급, 도로 제설 수준에 따라 제설 작업을 수행하는 단계
 - 강설 후 단계 : 제설 작업 상황 보고, 일상 관리, 장비·시설 점검 등 제설 작업 후 단계
- 동절기 도로 제설 작업은 각 기관별로 구분하여 진행함
 - 고속국도 : 한국도로공사
 - 일반국도 : 국토해양부
 - 지방도 및 시내도로 : 각 지방자치단체
- 각 도로관리기관은 민간장비업체 (주로 건설장비)와의 제설업무 계약을 통해 제설작업의 일부를 위탁하고 있으나, 1년 단위 이하의 계약기간으로 인해 민간의 제설 전문성 확보를 기대하기 어려운 측면이 있음
- 따라서, 국가 재난에 준하는 긴급 제설업무 소요 발생 시 민간장비의 투입시간이 지연되고, 후에 사용된 장비들에 대한 관리 및 보상체계가 미흡함
- 캐나다 토론토 시의 경우, 전문용역회사와의 도로제설 및 관리 업무와 관련된 계약을 통해 정부와 민간이 제설업무를 분담하고 있음 (예: 토론토 시를 4개 지역으로 구분하여 지역마다 2-3개 정도의 용역회사를 투입하고 전체 투입인원 중에

토론토 시는 약 2/3을 담당하고 있음)

- 매달 1회 이상의 정기적 미팅을 통해 공무원과의 업무협의를 하고, 시청 공무원이 도로 상태를 감시하고 사전 제설 작업 필요 시 용역업체에 통보함
- 일반적인 국내 도로제설 정책은 다음과 같음
 - 각 도로관리 기관은 기상 및 제설상황을 수시로 파악하여 도로 결빙예방을 위해 수용액 형태의 제설제를 예비살포 할 것을 적극 권장
 - 일반적인 제설제 살포기준은 대기온도가 영상 2도 이하일 때와 진눈깨비 및 눈이 내리는 경우임
 - 제설취약구간의 경우 자동염수분사장치 설치 및 운영을 통해 제설작업 효율성 증진 권장
 - 도로노면에 3cm 이상의 적설 시 밀어내기 작업과 제설제 살포 작업을 동시에 시행할 것을 권장
 - 도로변으로 밀어낸 눈(잔설)에 대한 처리는 "운반제설"에 의존함
 - 국토해양부에서 발간한 『도로제설 핸드북』에는 강설, 온도, 지형에 따른 제설 작업이 상세히 명시되어 있음

<표 2-9> 강설량이 3cm 미만 일 때의 제설 방법 구분

구분		적용	일반구간	상습결빙구간
			제설방법	제설방법
기온이 0도 이상유지	노면적설 안될 때	불필요	불필요	불필요
	노면에 적설이 될 때	제설제 살포	제설제 살포 사전 습윤살포	제설제 살포 사전 습윤살포
기온이 0도 이상이나 하강 중 0도 ~ -7도		제설제 살포	제설제 살포 (고형제 또는 습윤식)	모래+고형 제설제 살포
-7 ~ -15도		제설제 살포 필요 시 밀어내기	살포(고형제 또는 습윤식) 필요시 밀어내기	모래+고형 제설제 살포 필요시 밀어내기
-15 도 이하		제설제 살포 필요 시 밀어내기	용설제 살포 필요시 밀어내기	모래+고형 제설제 살포 필요시 밀어내기

<표 2-10> 강설량이 3cm 이상일 때의 제설 방법 구분

구분		적용	일반구간	상습결빙구간
			제설방법	제설방법
기온이 0도 이상유지	노면적설 안될 때	필요시 슬러시 제거	필요시 슬러시 제거	필요시 슬러시 제거
	노면에 적설이 될 때	밀어내기 제설제 살포	밀어내기 제설제 살포	밀어내기 제설제 살포
기온이 0도 이상이나 하강 중 0도 ~ -7도		밀어내기 제설제 살포	밀어내기 제설제 살포 (고형제 또는 습윤식)	밀어내기 모래+고형 융설제 살포
-7 ~-15도		밀어내기 제설제 살포	밀어내기 제설제 살포 (고형제 또는 습윤식)	밀어내기 모래+고형 융설제 살포
-15 도 이하		밀어내기 제설제 살포	밀어내기 제설제 살포	밀어내기 모래+고형 융설제 살포

출처: 도로제설 핸드북 (국토해양부, 2009)

- 위의 <표 2-9>와 <표 2-10>과 같이 제설작업에 대한 표준화가 어느 정도 구축되어 있으나 인력·장비·작업 방법에 있어서 상세한 내용은 없음
- 현재 폭설에 대한 대처는 거의 기상청에서 제공하는 기상예보에 의존하고 있는 실정으로 예보가 틀릴 경우 이에 대한 신속한 상황대처가 어려움 (예: 2009년 12월 27일과 2010년 1월 4~7일간 이어진 폭설은 당초 기상예보보다 좀 더 빠른 시점에서 발생함으로써, 수도권 지역에 엄청난 피해를 주고, 나아가 도시기능을 마비시켰음)
- Canada Ontario 주 Kingston 시에서는 시민들이 시내 모든 도로의 제설 작업에 대한 정보를 홈페이지를 통해 볼 수 있도록 하는 제설정보제공 시스템을 운영하고 있음
- 이를 통해 차량 이용 계획이 있는 시민들이 강설에 대한 사전대비를 가능하게 하고, 결과적으로 교통 혼잡을 감소하는 효과를 거두고 있음
- 미국 Wisconsin 주 등에서는 제설차량 위치추적시스템을 도입하여 실시간 도로 제설 상황을 파악하여 능동적으로 대처하고, 하위 행정기관의 제설실적을 상위

행정기관에서 자동으로 정량적으로 평가하고 있음

- 우리나라의 경우, 현장 제설상황 정보의 실시간 공유가 사실상 불가능하며, 제설관련 지휘부에서 관할 전체 도로 제설상황을 신속하게 파악할 수 있는 정보시스템 부재로 통합적 제설작업 추진이 어려운 실정임
- 현재 한국도로공사에서 전자지도기반의 제설정보시스템을 운영하여 제설제 사용량, 제설작업 현황 및 작업차량 통과횟수 등을 실시간으로 모니터링 하여 적극적으로 제설업무를 수행 중임



<그림 2-20> 한국도로공사의 IT활용 제설대응체계 흐름도

- 우리나라는 제설차량에 대한 안전관리와 작업 인력에 대한 교육이 미흡함. 제설작업 시 제설차량 운전자의 시야 확보가 잘 안됨에 따른 사고 발생 가능성이 있으나, 제설차량 운행속도 등에 대한 규정이 미흡함
- 제설차량에 부착된 제설 삽날은 차량 폭보다 클 수 있는데, 이러한 점을 제설작업 시 제설 차량을 추월하려는 차량이 제설삽날과 충돌할 수 있으나, 이에 대한 안전 규정은 없는 실정임
- 미국의 경우, 제설차량의 속도는 법정규정속도보다 훨씬 낮은 25~35mph로 규정되어 있음
- 제설작업이 취약한 곳은 시가지 지역 (도심지역)으로써, 이러한 지역의 제설작업을 책임지고 있는 지방자치단체의 제설담당 인력·장비가 상대적으로 취약하고, 제설

작업 방법에 있어서 강설 중 단계인 제설제 살포에 의존하고 있는 실정임

<표 2-11> 지방자치단체 제설장비 보유현황 표

	계	제설차	제설 삽날	살포기	그레이더	로우더	덤프 트럭	스노우 블로워	기타
서울	2,233	117	183	863	-	11	3	38	-
부산	149	-	41	50	9	1	-	48	-
대구	259	16	-	35	7	9	-	131	61
인천	289	-	-	83	3	1	17	65	120
광주	267	-	16	43	7	9		131	61
대전	180	49	-	21	-	-	9	34	67
울산	104	-	23	26	-	-	-	45	10
경기	3,026	35	347	797	2	7	-	-	1,838
강원	1,123	61	233	-	102	42	1	87	597
충북	916	31	303	306	25	14	16	116	89
충남	513	-	236	149	2	-	26	58	42
전북	544	114	-	-	4	2	-	64	360
전남	278	35	-	-	20	1		43	179
경북	1,326	266	-	-	32	21	-	164	843
경남	1,224	104	-	-	3	1	-	102	1,014
제주	39	9	-	7	1	3	3	11	1

참조: 소방방재청 (2009)

- 예기치 못한 폭설이나, 제설제 살포나 밀어내기으로써 한계가 있을 정도로 강설량이 많은 경우, 도시지역은 ① 도로통제 및 교통통제로 인한 도로기능 상실과 사고 및 노상에 방치된 차량으로 인한 교통 소통장애 ③ 도시물류기능 정지 등의 피해가 발생함



<그림 2-21> 폭설로 인한 시내 도로기능 마비

- 국가 간선도로망에 대한 보다 선진화된 장비가 필요하나, 이에 대한 연구나 연구 개발이 진행되지 못하고 있고, 이는 국내 기상조건(상대적은 짧은 동절기 기간, 낮은 강설 빈도 등)에 기인한 것으로 판단됨
- 발전된 형태의 제설차량이 개발되면, 사용의 효율성 증대를 위해 제설작업에 대한 개선 또한 향상 방안이 함께 고려되어야 함
- 제설작업에 대한 정보를 운전자에게 제공함으로써, 제설작업으로 인한 교통정체 및 교통으로 인한 제설작업의 효율성이 감소되는 것을 예방할 필요가 있음

제5절 동향 분석 결론

- 국내 제설분야에 대한 시장동향 분석 결과, 제설작업은 일상적인 동절기 도로 관리로 고려되어있으나, 장래 일반국도 구간 주변 지역에 도시화가 진행될 경우를 대비한 향상된 장비의 도입이 필요하며, 기존의 제설장비, 인력, 제설방법으로는 향후 기상이변으로 인한 폭설과 높은 강설량에 신속하고 효과적으로 대응하기에는 미흡한 것으로 판단됨
- 국내의 경우, 특허출원분석을 기초로 판단했을 때 특정한 주체에 의해 제설차량 분야의 기술개발이 진행되고 있고, 완성차를 포함 제설에 관련된 요소 기술과 수처리, 도로청소 관련 제반 기술, 요소 IT기술을 보유하고 있는 바, 기후변화 등에 따라 국내에서도 제설차량에 대한 시장 니즈 및 사업 여건이 개선될 경우 제설분야 시장이 발전할 수 있을 것으로 기대됨
- 다목적 제설차량의 경우 다양한 요소 기술이 접목될 수 있는 잠재성이 큰 분야인 바, 국내 자동차 산업 및 부품소재 산업을 함께 육성해 나갈 수 있는 역점 분야로 도약을 기대할 수도 있을 것임
- 제설분야를 제외한 일반 도로관리에 사용되는 차량 또는 장비의 경우, 국내업체에서 제작·생산되는 차량과 독일에서 수입되는 유니모그 차량이 국내 도로관리분야 시장을 분할하고 있는 것으로 파악됨
- 결론적으로 보면, 기존의 제설차량에 새로운 도로청소나 살수, 배수로 정비 등 다목적 활용을 지원할 수 있는 기술에 대한 특허는 없는 것으로 나타나는 등 다양한 기술이 융·복합되어 적용될 수 있는 다목적 제설차량이 개발되는 경우, 한국이 세계시장을 주도할 수 있는 가능성이 클 것으로 판단됨
- 제설분야에 대한 기술동향 분석 결과, 국내업체에서도, 현재 주로 사용되고 있는 각종 제설장비를 제작·생산하고 있으나, 본 연구에서 추진하고자 하는 도로노면 청소를 위한 살수와 제설 기능을 갖춘 장비는 없는 것으로 파악됨
- 외국에서 제작·생산되는 제설장비의 경우, 기술적으로 국내제품보다 월등한 면이 발견되지 않았고, 단지 제설작업에만 사용할 수 있도록 제작되어 국내 현실과는 다소 맞지 않음

- 세부기술별로 특허출원 동향을 분석해 볼 때, 국내는 물론 미국, 일본, 유럽 모두 밀어내기에 의한 제설이 주류를 이루고 있음
- 이는 기존에 개발이 완료된 제설장비인 브러쉬(회전형 제설부재), 블로우어(날려보내는 것을 통한 제설), 블레이드(고정형 제설부재) 등의 개량 내지 보다 용이하게 차량에 탈·부착할 수 있는 추가적인 수단의 개발이 활발하게 이루어지는 것에 기인하는 것으로 판단됨
- 열에 의한 제설차량 관련 기술은 잠재성이 큰 분야로 판단됨. 2000년대 중·후반에 접어들면서 미국과 유럽, 그리고 한국을 중심으로 열에 의한 제설에 대한 특허출원이 점차 증가하고 있어, 향후 열에 의한 제설 내지 기존의 제설장비와 결합된 새로운 융·복합 기술에 의한 제설장비의 발전도 기대될 수 있을 것으로 판단됨
- **특허동향분석 결과**, 일본의 경우, 일본 내 제설차량 분야의 특허가 가장 활발하게 출원이 진행된 것으로 나타났으며, 국내의 경우 (주) 이텍산업이 가장 많은 출원을 하고 있는 것으로 분석됨. 미국이나 유럽의 경우에도, 밀어내기에 의한 제설차량 관련 기술이 특허출원의 주류를 이루고 있으며, 열에 의한 제설에 대한 특허는 많지 않은 공백분야의 기술로 평가됨
- 열에 의한 제설 분야의 경우, 타 기술 분야에 비해 아직까지 기술성장속도가 빠르지 않으며(특허분석 결과만을 기초로 판단), 최근에 들어서야 특허출원이 증가되고 있는 분야임
- 특허출원 패턴을 통해 분석해 볼 경우, 대부분의 국가가 아직 밀어내기에 의한 제설과 관련된 기술 개발이 중점적으로 이루어지고 있으나, 상대적으로 미국의 경우 열에 의한 제설에 대한 연구개발이 보다 활발하게 진행되고 있으며, 일본의 경우에는 열에 의한 제설 보다는 밀어내기에 의한 제설이 보다 활발히 연구되고 있는 것으로 분석됨
- 환경에 보다 관심이 높은 유럽의 경우에는 미국, 일본 등과 비교해 볼 때 수처리 관련 분야 기술에 보다 강점을 두고 연구개발이 진행되고 있는 것으로 나타남
- 전 세계 제설차량 분야 관련 가장 큰 시장인 미국의 경우에도 일본업체, 특히 HONDA社에 의한 시장 주도력이 큰 것으로 평가되지만, 대부분이 밀어내기에 의한 제설차량 내지 장비에 관한 것으로, 향후 열을 활용하는 다목적 제설차량의 기술성, 시장성이 검증될 경우 미국 등 글로벌 시장 진출도 적극적으로 고려될 수 있을 것임

- 또한 열에 의한 제설차량 분야에서 현재 유효하게 등록되어 유지되고 있는 핵심특허들의 대부분이 회피설계가 가능한 것으로 판단되고, 관련 유사기술들이 이미 누구나 자유롭게 실시 가능한 자유기술로써 동일 내지 개량하여 제설차량에 접목 가능한 바, 도로청소를 위한 살수 및 도로제설이 가능한 다목적 제설차량의 기술개발에 접목하여 활용할 수 있을 것임

제3장 타당성 분석

제1절 연구개발장비 소요대수 산정

1. 국도유지건설사무소의 제설장비 소요대수 산정 절차³⁾

- 제설 장비 소요량 산정에 고려한 사항은 제설 작업 부하개념을 사용함
- 즉, 강설량, 지형, 교통량 등의 조건에 따른 제설능력과 제설 작업연장을 반영하여 제설장비 소요량을 산정함
- 일반국도와 고속국도의 장비 1대당 담당연장은 다음과 같음

<표 3-1> 도로별 장비보유대수 및 1대당 담당 작업연장

구분	장비(대)		작업연장(km/대/차로)	
	보유	임대포함	보유	임대포함
일반국도	176	213	156	129
고속국도	121	188	70	45

- 또한, 각 장비의 평균작업능력 및 모든 장비의 평균작업능력은 다음과 같음

<표 3-2> 제설장비의 보유량 및 평균작업능력

차종	기준 보유량 (대)	평균작업능력(km/h/차로)
15톤덤프	127	25
기준제설차량	33	30
그레이더	16	20
계	176	평균 작업능력 : 20 (가중평균)

- 장비 작업시간은 강설시 관내 전 노선에 대해 차량 통행이 가능하도록 하는 목표시간 (5시간)을 기준으로 하였으며, 장비의 평균작업능력을 반영하여 장비 1대의 1일 작업 능력 100km/대/차로/일을 적용함

3) 정준화, 윤덕근, 고종대, 김영록, 문재필, "도로제설 매뉴얼 제정을 위한 연구", 한국건설기술연구원, 2002

- 상기 제설 작업 영향요인(교통량, 강설량, 지형)이 제설작업에 저항요인으로 작용한다고 했을 때, 각 수준별 저항지수 개념을 도입하여 장비 소요대수를 산출함
- 제설장비의 소요대수 산정식은 다음과 같음

$$\text{전체소요장비대수} = \frac{\sum_i (i\text{번째 구간의 연장} \times R_i)_i}{(C \times 5\text{시간})}$$

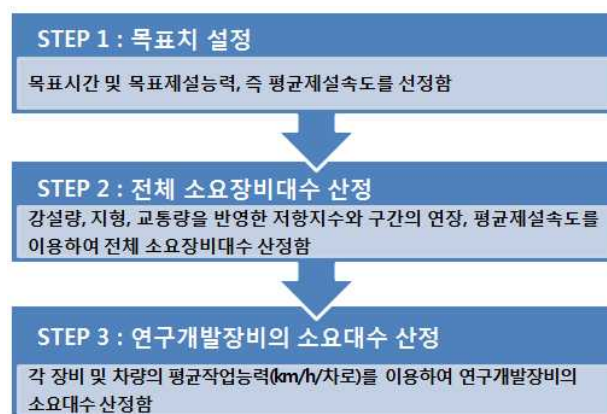
R_i = 해당 국도유지건설사무소의 i 번째 구간의 저항지수

C = 장비의 제설능력 ($km/대/차로/일$)

- 현실적으로 비용적인 측면을 고려하였을 때의 위의 식으로 도출된 소요대수의 60~70%가 제설작업에 필요한 최소 소요대수임
- 그러나 기존 보유량은 최소 소요대수의 약 35%만을 확보하고 있음. 부족분에 대해서는 임대(노선별 도급제)를 시행하고 있음

2. 연구개발장비의 소요 대수 산정

- 국도유지건설사무소에서는 소형굴삭기와 배수로 정비·낙석 제거 등으로 사용목적으로 덤프트럭을 요구함(18대 요구)
- 본 연구에서는 각 권역별, 지역본부별 15톤 덤프트럭의 기본 배치를 고려하고, 15톤 덤프트럭을 연구개발차량으로 교체하는 방안을 모색함
- 연구개발차량 도입시 장비대수를 산정하기 위한 흐름도는 다음과 같음



<그림 3-1> 연구개발장비 소요대수 산정 흐름도

○ STEP 1 : 목표치 설정

연구개발 장비 도입시 전체 평균작업능력은 30km/h/차로로 가정하였으며, 연구개발 장비의 성능 목표치는 평균작업능력 50km/h/차로로 설정하였음. 작업능력은 강설량 및 적설상태에 따라 다르나 기술적 타당성 결과, 30~50km/h/차로가 가능하여 장비의 성능 목표치를 기존제설차량의 능력보다 향상된 50km/h/차로로 산정함

○ STEP 2 : 전체소요장비대수 산정

기존의 평균작업능력이 20km/h/차로일 경우 전체소요대수는 494대가 필요하나, 비용측면을 고려하였을 때 산출된 값의 약 35%인 176대를 보유하고 부족분을 임대하고 있는 상황을 반영하여, 연구개발장비 도입시 전체 목표 평균작업능력을 30km/h/차로를 적용하여 산출된 전체소요대수의 35%를 적용하여 보유할 전체 장비대수를 산출하였음

<표 3-3> 평균작업능력에 따른 전체소요대수 및 보유대수

평균작업능력(km/h/차로)	전체소요대수(대)	보유대수(대)
20	494	176
30	756	221

○ STEP 3 : 연구개발장비의 소요대수 산정

위의 STEP 2에서 산출된 221대를 기준으로, 앞서 가정한 덤프트럭의 최소배치를 제외한 나머지 장비를 연구개발장비로 교체할 시 연구개발장비의 소요대수를 도출함. 221대는 모든 제설 장비가 30km/대/차로로 운행할 시 도출되는 값이기 때문에 각 장비의 평균 작업능력을 적용하여 연구개발장비의 소요대수를 도출함

- 아래와 같이 연구개발장비의 소요대수는 98대로 산정되었으며 이에 따라 장비의 총계는 165대로 산출되었으며 산출된 연구개발장비 도입 전·후의 장비 대수는 다음과 같음

<표 3-4> 연구개발장비 도입 전·후의 소요장비 대수

차종	연구개발장비 도입 전 (대)	연구개발장비 도입 후 (대)	평균작업능력(km/h/차로)
15톤덤프	127	18	25
기존제설차량	33	0	30
그레이더	16	0	20
개발차량	0	98	50
계	176	165	-

• 개발 전 평균 작업능력 : 20 km/h/차로
 • 개발 후 평균 작업능력 : 30 km/h/차로

제2절 경제적 타당성 분석

1. 분석개요

- 본 연구에서는 연구개발장비에 대한 직접편익과 기술개발로 인한 도로이용자가 갖는 간접편익을 산출하였음
- 분석에서 사용된 장비의 비용은 다음과 같음
 - 장비 구매비용
 - 장비 유지관리 비용
- 편익항목은 다음과 같음
 - 장비비 절감편익(직접편익)
 - 통행시간 절감편익(간접편익)
- 분석년도는 현재 운영되고 있는 도로관리차량의 내구성을 고려하여 7년으로 설정함

2. 비용산정

(1) 기존 제설장비의 비용

- 기존 사용되고 있는 제설장비의 비용은 다음과 같음⁴⁾
 - 15톤 덤프트럭 : 12,000만원
 - 제설 삽날을 포함한 기존 제설차량 : 19,600만원
 - 제설삽날 : 1,200만원
 - 살포기 : 4,000만원
 - 그레이더 : 2,000만원
 - 고압살수차 : 19,000만원
 - 덤프트럭 1대 구매가격은 제설삽날, 살포기를 포함하여, 12,000만원(덤프트럭) + 1,200만원(제설삽날) + 4,000만원(살포기) = 17,200만원 소요됨
 - 유지관리비는 1년에 장비비용의 10%씩 소요됨

4) 정준화, 윤덕근, 고종대, 김영록, 문재필, "도로제설 매뉴얼 제정을 위한 연구", 한국건설기술연구원, 2002

(2) 연구개발장비의 비용

- 연구개발장비는 차량비 12,000만원 + 적설용해장치와 고압살수(청소) 기능을 추가한 비용으로 총 30,000만원으로 추정함
- 연구개발장비의 유지관리비용은 1년에 장비비용의 10%로 가정함

<표 3-5> 연구개발장비 비용

(단위:만원)

	장비구매비	유지관리비
장비비용	30,000	-
소요대수	98	-
총 비용	2,940,000	294,000(장비비용의 10%)

<표 3-6> 연구개발장비 도입시 비용

(단위:만원)

	0	1	2	3	4
장비 구매비	2,940,000	-	-	-	-
유지 관리비	-	294,000	294,000	294,000	294,000
	6	6	7	계	
장비 구매비	-	-	-	4,998,000	
유지 관리비	294,000	294,000	294,000		

3. 편익산정

(1) 장비비 절감편익

- 다목적 제설장비는 제설작업 및 도로청소의 두가지 기능이 있기 때문에 도로청소를 담당하는 살수차의 역할을 대신하게 되어 살수차 장비 소요를 절감할 수 있음
- 제설작업과 도로청소(살수) 차량의 총 소요대수 감소로 인한 장비비 절감편익이 산출됨
- 연구개발장비 도입 전과 후의 장비구매시 소요되는 비용의 변화를 반영하여 장비비 절감편익 산정함

<표 3-7> 연구개발장비 도입 전·후의 소요장비 대수

차종	연구개발장비 도입 전 (대)	연구개발장비 도입 후 (대)	장비 1대당 가격(만원)
15톤덤프	127	18	17,200 (제설삽날, 제설제살포기포함)
기존제설차량	33	33	19,600
그레이더	16	16	(임대)
살수차	100	0	19,000
개발차량	0	98	30,000
계	276	165	-

• 연구개발차량 도입전 장비구입비 : 4,731,200만원
 • 연구개발차량 도입후 장비구입비 : 3,896,400만원

(2) 통행시간 절감편익

$$VOT = \sum_l T_l \times P \times Q_l \times n$$

여기서, T_l = 링크별(l), 통행시간

P = 시간가치

Q_l = 링크 l 의 인별 통행량

n = 연중 기준 적설량 이상의 날 수

- 링크별(l) 통행시간은 적설 시 통행속도와 제설작업 후의 통행속도 및 구간별 작업연장을 이용하여 산정함
- 적설 시 통행속도는 적설 및 잔설에 의한 용량감소를 반영하여 산출 하였으며, 제설 작업 후 통행속도는 주간선도로 평지의 설계속도 80km/h를 적용함

<표 3-8> 적설 시 용량 및 통행속도 변화

제설작업 전		제설작업 후	
차로당 용량 (pcphpl)	통행속도 (kph)	차로당 용량 (pcphpl)	통행속도 (kph)
1400	56	2000	80

- 시간가치는 '2008년도 예비타당성조사 연구보고서, 도로·철도 부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)'의 '차량 1대 당 평균 통행시간 가치(전국권:2007년 기준)' 자료를 이용하여 승용차 기준 평균 시간가치 14,990원/대를 적용함

- 연중 기준 적설량 이상의 날 수는 기상청 2005~2009년 전국 권역별 특보데이터를 이용하여 연중 평균 대설경보 일수를 적용함

<표 3-9> '05~'09 전국 권역별 대설특보 일수

구분	대설경보일수 (일)					
	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	평균
강원청	2	2	0	2	0	1.2
광주청	0	7	0	8	2	3.4
대전청	13	0	0	0	0	2.6
본청	45	10	21	4	9	17.8
부산청	2	0	2	8	2	2.8
제주청	23	16	0	5	29	14.6

- 위의 과정을 통해 산출된 연구개발장비 도입 전·후의 총 통행시간 비용을 산출하였으며, 산출시 사용한 변수의 자료는 다음을 적용하였음
 - 작업연장 : 제설작업이 필요한 도로의 연장
"도로제설 매뉴얼 제정을 위한 연구", 한국건설기술연구원, 2002
 - 적설량 : 기상청 적설량 데이터
 - 통행량 : 교통량정보제공시스템_전체도로현황(단위:대/일, 승용차 환산대수)
 - 연중기준 적설량 이상 날수 : 기상청 특보데이터(대설주의보)

(3) 연구개발장비 도입시 편익

- 연구개발장비 도입시 발생하는 총 편익은 전·후의 총 통행시간 비용은 다음과 같음

<표 3-11> 연구개발차량 도입시 편익 (단위:만원)

	0	1	2	3	4
장비비 절감편익	-	834,800	758,909	689,917	627,198
통행시간 절감편익	-	568,948	517,225	170,205	427,459
	5	6	7	계	
장비비 절감편익	570,180	518,345	471,223	7,217,436	
통행시간 절감편익	388,599	353,272	321,156		

4. 비용-편익비 산출(B/C ratio)

- 위의 과정을 통해 장비의 내구성을 7년으로 가정시, 총 비용은 4,998,000만원, 총 편익은 7,217,436만원으로 B/C비는 1.44으로 연구개발장비의 도입은 타당한 것으로 도출되었으며, 아래 표에 제시하였음

<표 3-12> 연구개발장비 도입시 비용-편익비 (단위:만원)

	0	1	2	3	4
장비 구매비	2,940,000	-	-	-	-
유지 관리비	-	294,000	294,000	294,000	294,000
장비비 절감편익	-	834,800	758,909	689,917	627,198
통행시간 절감편익	-	568,948	517,225	170,205	427,459
	5	6	7	계	B/C ratio
장비 구매비	-	-	-	4,998,000	1.44
유지 관리비	294,000	294,000	294,000		
장비비 절감편익	570,180	518,345	471,223	7,217,436	
통행시간 절감편익	388,599	353,272	321,156		

제3절 SWOT분석

1. SWOT분석

(1) 강점요인

- 특정 주체에 의해 제설차량분야의 기술개발이 진행되고 있음
- 제설에 관련된 요소기술과 수처리, 도로청소 관련 제반기술 및 요소 IT기술 보유하고 있음
- 열에 의한 제설에 대한 특허는 많지 않으나, 잠재성이 매우 큰 분야임

(2) 약점 요인

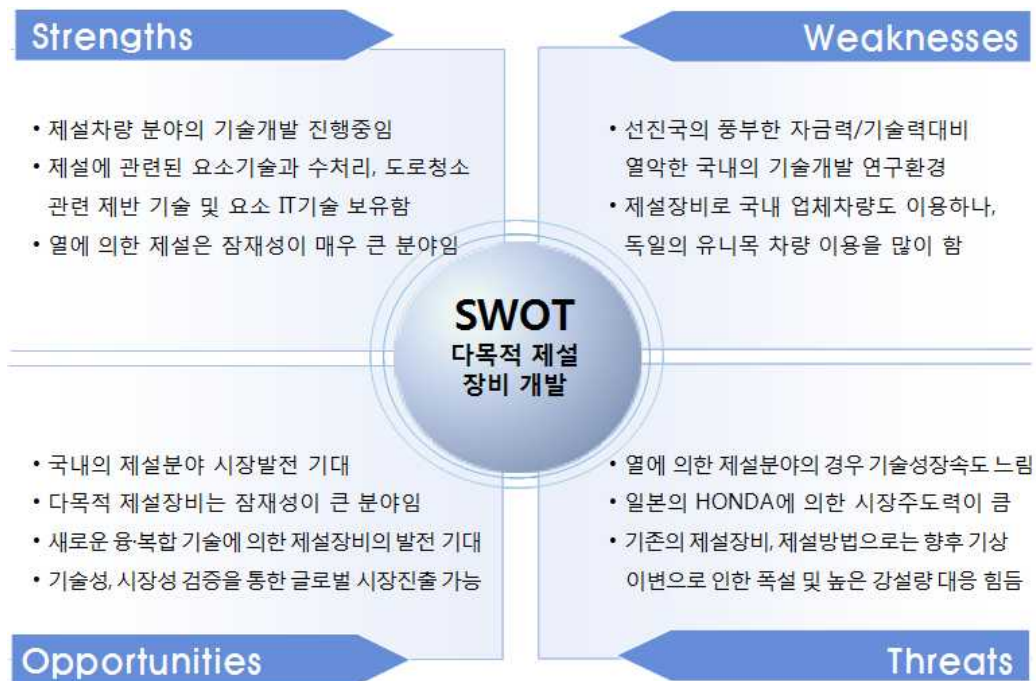
- 선진국의 풍부한 자금력/기술력 대비 열악한 국내의 기술개발 연구환경
- 제설장비로 국내 업체차량도 이용하고 있으나, 독일의 유니목 차량을 이용하고 있음

(3) 기회 요인

- 기후변화 등에 따라 국내에서도 제설차량에 대한 시장 니즈 및 사업여건 개선시 제설분야 시장 발전이 기대됨
- 다목적 제설장비는 다양한 요소 기술이 접목될 수 있는 잠재성이 큰 분야임
- 기존의 제설장비와 결합된 새로운 융·복합 기술에 의한 제설장비의 발전 기대됨
- 열을 활용하는 다목적 제설차량의 기술성, 시장성이 검증될 경우 미국 등 글로벌 시장 진출도 적극적으로 고려될 수 있을 것임

(4) 위협 요인

- 열에 의한 제설분야의 경우 기술성장속도가 빠르지 않음
- HONDA社에 의한 시장 주도력이 큰 것으로 평가됨
- 기존의 제설장비, 인력, 제설방법으로는 향후 기상이변으로 인한 폭설과 높은 강설량에 신속하고 효과적으로 대응하기에는 미흡한 것으로 판단됨



<그림 3-2> 다목적 제설장비 기술 SWOT분석

2. SWOT 분석결과

(1) WO전략(약점-기회 전략)

- 선진국 대비 국내의 제설분야 기술개발 연구환경이 미약하므로 정책적 지원 하에서 관련분야의 핵심기술을 개발하고, 연구개발을 통한 제설장비의 국산화로 국내 현실에 적합한 최적의 제설작업 수행함
- 다목적 제설차량의 경우 다양한 요소 기술이 접목될 수 있는 잠재성이 큰 분야이므로 국내 자동차 산업 및 부품소재 산업을 함께 육성해 나갈 수 있는 방안을 모색함

(2) SO전략(강점-기회 전략)

- 제설차량 분야의 기술개발이 진행되고 있으며, 완성차를 포함 제설에 관련된 요소 기술과 수처리, 도로청소 관련 제반 기술, 요소 IT기술을 보유하고 있는 바, 기후변화 등에 따라 국내에서도 제설차량에 대한 시장 니즈 및 사업 여건이 개선하여 제설분야 시장 발전을 유도함
- 기존의 제설차량에 새로운 도로청소나 살수, 배수로 정비 등 다목적 활용을 지원할 수 있는 기술에 대한 특허는 전무하므로 다양한 기술이 융·복합되어 적용될 수 있는 다목적 제설장비의 개발을 통해 세계시장을 주도함

(3) WT전략(약점-위협 전략)

- 전 세계 제설차량 분야 관련 가장 큰 시장인 미국의 경우에도 일본업체, 특히 HONDA에 의한 시장 주도력이 큰 것으로 평가되지만, 대부분이 밀어내기에 의한 제설차량 내지 장비에 관한 것으로, 향후 열을 활용하는 다목적 제설차량의 기술성, 시장성이 검증될 경우 미국 등 글로벌 시장 진출도 적극적으로 고려될 수 있을 것임
- 도로적설을 수거하고 제거하는 기술의 경우, 선진 외국은 적설용해장치와 지게차를 분리하여 이용하고 있으므로, 두 가지 기능을 하나로 통합하여 운영하는 기술개발을 선점함

(4) ST전략(강점-위협 전략)

- 도로적설을 수거하고 제거하는 기술을 동시에 탑재하고, 더 나아가 일상적인 도로관리업무에 사용 가능한 장비를 개발하여 선진국뿐만 아니라 우리나라와 유사한 기상조건과 도로교통조건을 가진 국가에 대한 시장 선점함

제4장 연구내용

제1절 연구개발 목표

- 연구 비전 설정을 위해 다음과 같은 요소를 고려함
 - ▶ 도로청소를 위한 살수와 도로제설기능을 가진 차량을 통한 일상적인 도로관리 및 동절기 도로관리 병행 수행을 통한 도로관리 예산 절감 및 운용의 편의성 향상
 - ▶ 개발장비 운용의 최적화를 위한 제설작업 프로세스를 재정비하고 이를 통해 국가 제설역량을 강화함
 - ▶ 다목적 제설장비 개발을 통해 도로관리분야 장비에 대한 해외시장 진출 촉진
- 연구의 비전으로 도로관리 향상을 위한 동절기 제설작업의 효율화, 제설장비에 대한 원천기술 확보, 그리고 다목적 장비 운영을 통한 도로관리에 예산 절감 및 인력 운영의 융통성 확보

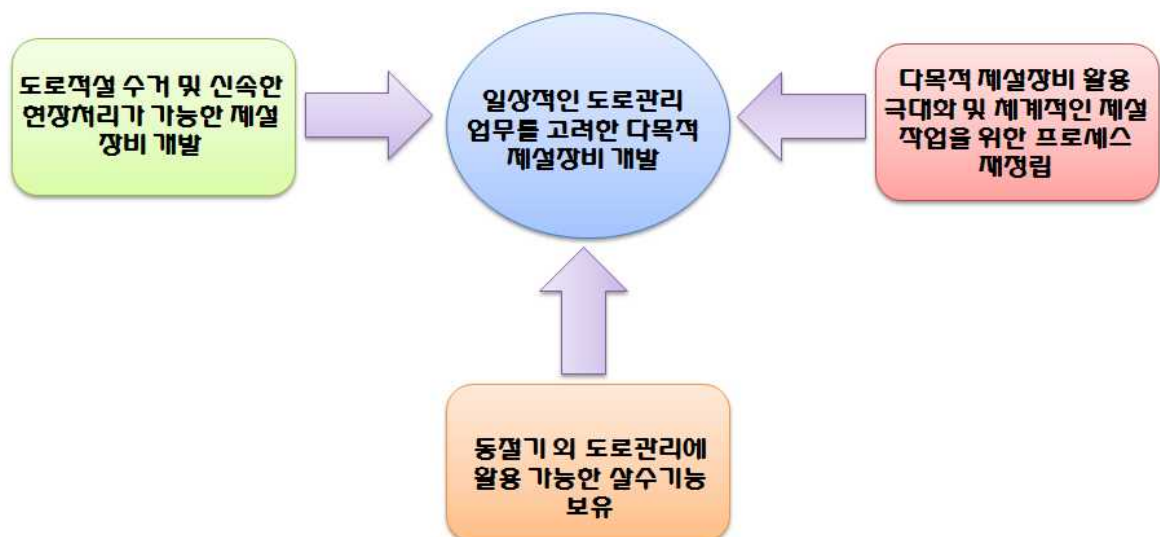


<그림 4-1> 연구 비전

- 현재 요구되는 기상조건, 도로교통 조건, 정책적 상황 및 기획위원회를 통해 도출된 기술수준을 고려하면 다음과 같은 요구사항을 도출할 수 있음
 - 현재 제설작업의 마지막 단계는 제설삽날을 부착한 차량이 주행하면서 도로에 쌓인 눈을 도로변 (길어깨 또는 중앙선)으로 밀어내어 교통 소통이 확보되도록

하는 것인데, 적설량이 일반적으로 많고, 기온이 낮은 경우, 도로 잔설로 인해 교통소통과 안전문제가 대두되기 때문에, 제설작업의 마지막 단계를 위한 도로 적설 수거 및 신속한 제거가 가능한 제설장비를 갖춘 장비가 필요함

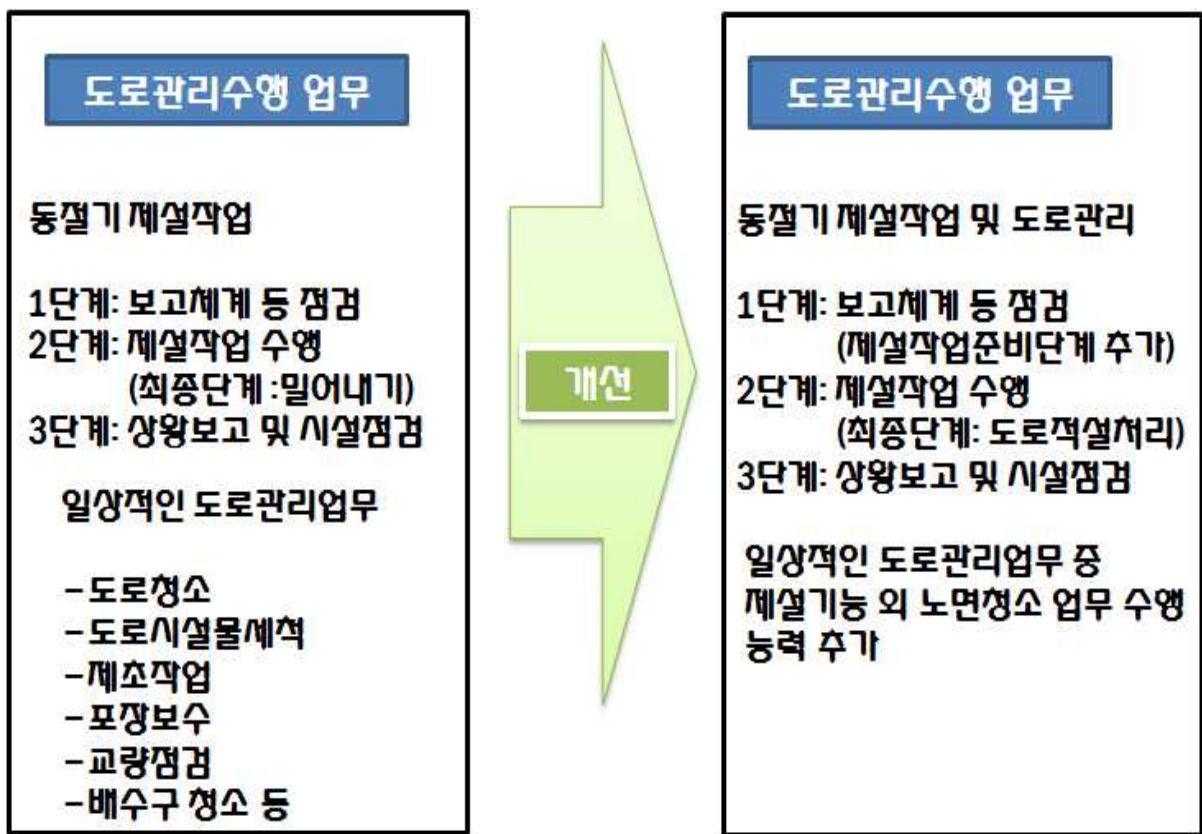
- 기존의 제설작업 지침 및 도로제설 핸드북에는 본 연구를 통해 개발된 장비를 효과적으로 운영하기 위한 방안이 없으므로, 개발장비 운용의 효율성 극대화를 위한 제설작업 프로세스 전반에 대한 재정립이 필요함
 - 제설작업만을 위한 장비개발은 경제적인 관점이나 운용의 효율성 측면에서 장점이 많지 않으므로, 4계절 내내 일상적인 도로관리업무를 고려한 도로청소를 위한 살수와 도로제설 기능을 가진 장비를 개발하는 방향이 바람직함
 - 개발 장비의 적정 Performance를 유지하기 위해서는 장비의 점검주기 및 탈부착 장비에 대한 교체주기 등을 매뉴얼화 하여 관리주체가 숙지하고 장비의 효율성을 유지할 수 있는 방향이 바람직함
- 연구 비전을 고려한 연구 목표는 다음과 같이 설정함



<그림 4-2 > 연구 목표

- 주요 연구 내용 도출과정과 연구 항목 우선순위 도출은 기획위원회 및 수요기관의 의견을 반영하여 정립함
- 기존 도로제설 작업의 초점은 도로잔설 제거가 아닌 신속한 교통소통능력 확보 및 도로결빙 예방에 맞추어져 있음

- 따라서, 높은 강설량이나 예기치 못한 폭설에 대한 대처능력이 미흡한 것으로 파악되어, 본 연구에서는 신속한 도로적설 수거 및 처리능력을 갖춘 장비와 이를 일반덤프트럭에 탑재한 형태의 차량 개발을 기본 연구 방향으로 정립하였음
- 도로관리기관 입장에서는 계절별로 활용 가능한 장비 또는 차량을 독립적으로 운영하고 있어, 이에 대한 예산과 인력 배분의 융통성이 확보되지 않고, 유지·관리 측면에서도 많은 문제점을 가지고 있는 바, 다목적 기능을 갖춘 장비에 대한 개발 근거가 있다고 판단함



<그림 4-3> 기획과제 추가 연구 방향

- 최종 연구 항목의 도출은 기존 연구의 중복성과 한계성을 파악하고 도로관리청, 도로안전점검 주체의 요구에 부응하는 기능을 갖춘 장비 개발을 원칙으로 설정함

<표 4-1> 연구주제 선정 과정

연구주제 선정		기획위원회 자문		최종연구 항목 도출
· 적설 처리 장비 · 도로시설물 관리 장비	→	· 트럭탑재기술 개발 · 제설기능과 기술적으로 연계한 일상도로관리 업무기능 도출	→	· 적설수거 및 처리기술 개발 · 도로 제설작업 업무 보고 기술 개발

- 기획위원회 및 수요기관의 회의를 거쳐 도출된 제설기능과 기술적으로 연계한 일상도로 관리업무기능은 다음과 같음

- 도로청소 및 배수로청소 기능
- 낙엽수거 기능
- 제설제 살포기 기능
- 침수지역 활용

- 도출된 기술후보군의 검토결과 낙엽수거 기능, 제설제 살포기 기능추가, 침수지역 활용 기술은 본 연구개발장비와의 연계가 불가능한 것으로 도출됨에 따라 추가기능으로 도로청소 및 배수로 청소기능으로 선정하여 연구를 추진함

- 낙엽수거 기능
 - 일반적으로 적설용해장치 안(용해탱크)에는 교반기가 설치되는데, 동절기 외 기간에 낙엽수거용으로 사용할 경우, 수거된 낙엽이 교반기 작동에 문제점을 발생시킬 가능성이 매우 클 것으로 추정됨
 - 교반기 작동에 문제발생 가능성이 없다고 가정해도 수거된 낙엽제거를 위해 소각 장치를 장착하는 것은 잠재적인 화재위험성을 동반하며, 낙엽을 태울 때 발생하는 매연으로 인한 환경오염문제가 대두될 수 있음
 - 도로에 모여져 있는 낙엽을 흡입할 때 흡입장치 내에 여러 가지 이물질 (흙, 오물 등)에 의한 작동의 문제점 발생 가능성 높음 (여기서 흡입장치는 도로잔설흡입에 사용되는 것과 동일함)

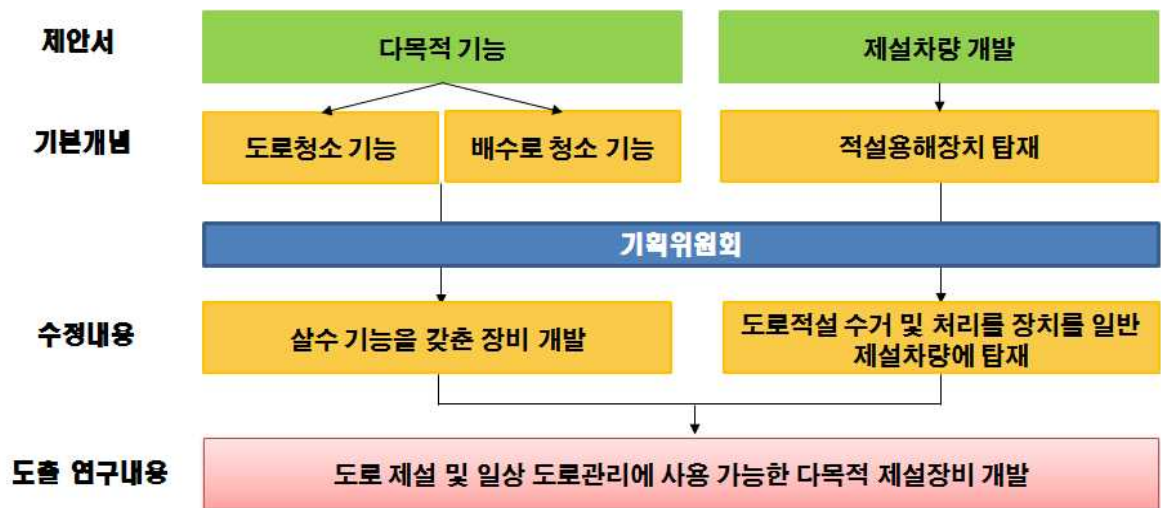
- 본 연구의 핵심개발 장비인 적설용해장치와 낙엽수거 기능 연계는 기술적 측면과 유지·관리 측면에서 현실성이 낮은 것으로 판단됨

- 제설제 살포기 기능

- 일반적으로 15톤 덤프트럭에 장착이 가능한 제설제 살포기의 경우, 2,400리터 용량을 가지고 있으나, 적설용해장치와 연계하여 제설제 살포기를 사용할 경우, 적설용해장치 내에 교반기 등 여러 장치 등이 장착되어야 하므로 처리 용량이 절반정도 감소됨
- 5톤 덤프트럭 기준일 경우 7~10km 정도를 살포할 수 있으나, 본 연구의 핵심개발 장비인 적설용해장치와 연계할 경우 용량 감소로 인해 5톤 트럭(용량 1,200리터)차량과 유사한 살포거리가 4~6km 수준에 머무를 것으로 추정되어 개발비용 대비 비효율적으로 판단됨

- 침수지역 활용

- 여름철 수해지역에 투입되는 "탱크차"는 주로 소방서에서 보유하고 있고, 물 적재용량은 최소 7,500 리터 (약 7.5톤) - 최대 25,000 리터 (약 25톤)임
- 본 연구에서 개발할 적설용해장치 용량은 실제 물 저장 용량 7톤 정도로 기존 "탱크차" 보다 적으며, 용량을 그 이상으로 높일 경우, 차량 안전성에 문제가 발생할 가능성 높음
- 기획위원회의 내용을 통해 요구사항을 keyword화하여 그룹화 하였고, 최종 기획회의를 통해 도출 기술을 선정하였음
- 도출기술 선정 후 기획위원회의 요구 사항을 반영하여 연구내용을 도출함
- 상세한 기획위원회 의견은 부록에 수록하였음
- 실제 본 연구 당초 제안한 내용과 기획위원회 및 수요기관의 회의를 거쳐 도출된 최종 연구내용은 다음 <그림 4-4>와 같음



<그림 4-4> 연구과제 도출

제2절 연구개발 내용

- 연구목표에 따른 세부 연구목표는 <표 4-2>와 같음
- 연구목표는 '다목적 제설 장비 개발'로 하위 세부목표로 다음과 같이 연구 내용을 작성함

<표 4-2> 연구목표에 따른 세부 연구목표

목표	도로관리업무절차, 도로교통조건, 그리고 기상조건을 고려한 다목적 제설장비 개발
----	--

세부목표	주요 내용
도로제설 및 일상 도로관리에 사용가능한 다목적 제설장비 개발	- 제설 기술 및 오염물질 제거기술 개발 - 단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발 - 개발 장비별 단위 및 통합 성능평가 - 개발 장비를 이용한 운영시나리오 및 최적 제설기법 개발 - 제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가 (동절기 및 동절기 외) - 개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성 - 실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발

- 연구목표 검토 및 기획위원회를 거쳐 연구과제명은 원안그대로 쓰기로 결정함
- 효율적인 운용을 위하여, 차량자체개발이 아닌 일반 상용덤프트럭에 탈·부착형태의 장비를 장착하는 형태의 개발이 타당하다고 도출됨에 따라 원안의 다목적 제설차량 개발에서 다목적 제설장개발로 연구과제명 선정함

연구과제명 : 다목적 제설장비 개발

- 상세 연구개발 내용은 연구목표의 성공적 달성을 위해 필요한 항목과 기획위원회 자문회의를 통한 기술개발 내용을 바탕으로 작성함
- 연구개발 내용은 다음과 같음

1. 도로 제설 및 일상 도로관리에 사용가능한 장비 개발

- 본 연구의 가장 중요한 핵심 기술은 동절기 제설업무에 맞춰있고, 제설업무 중 도로 적설을 도로변으로 밀어내는 작업 후 또는 가로변으로 날려버린 작업 후 남아 있는 도로적설(잔설)을 차량이 이동하면서 수거하고 즉시 처리하는 장치를 일반 덤프트럭에 탑재하여 보다 신속하고 안전한 제설업무가 수행되도록 하는 것을 의미함
- 기존의 제설작업 방식으로는 예기치 못한 폭설이나 높은 강설량과 낮은 기온이 지속되는 경우, 효과적인 대처가 어렵고, 강설은 없으나, 도로에 적설(잔설)이 남아 있는 경우, 낮에는 녹아 도로로 흐르고, 밤에는 재 결빙되어 미끄럼 사고를 발생시킬 위험성을 내포하고 있을 뿐만 아니라 도로 미관상 좋지 않아 이에 대한 대비책 마련이 시급한 실정임
- 그러나, 우리나라의 경우 계절 간 변화가 뚜렷하여, 단지 동절기 제설작업을 선진화하는 역할에 국한된 장비 개발은 경제성측면, 공공이익측면, 도로관리 효율성 증대측면에서 문제가 있으므로, 일상적인 도로관리로 간주되는 업무 중 일부를 수행할 수 있는 기능을 가지는 『다목적·다기능』 측면으로 접근하는 것이 합리적이라 판단됨
- 장비의 작업 개념도는 다음과 같음



<그림 4-5> 작업 개념도

- 상세 연구 내용은 다음과 같음

(1) 운영시나리오 및 최적 제설기법 개발

- 운영시나리오 개발
 - 국내 기후조건, 도로교통조건, 도로관리 프로세스의 검토 및 분석
 - 동절기 및 동절기의 개발장비가 실제 현장에 투입되었을 때 현실적인 도로관리여건을 반영하여 효율적 운영이 가능한 운영시나리오 개발함
- 최적 제설기법 개발
 - 개발장비의 제설기법 개발을 위한 강설에 따른 도로용량 분석을 수행함
 - 기존 방식에 의한 제설작업이 아니라 개발된 장비의 사용 효율성을 극대화 할 수 있는 제설기법을 개발함
 - 대설 시 단시간에 최대의 도로용량을 확보하기 위해 도로의 기능, 교통량, 중요도에 따라 간선도로망에 대한 도로제설 우선순위를 설정함

(2) 다목적 제설장비 개념 및 기본설계

- 단위 장비별 개념 및 기본설계
- 단위 장비와 차량의 Integration시 개념 및 기본설계
 - 단위 장비 : 제설삽날, 얼음파쇄기, 제설재 살포기, 고압살수장치, 청소용 브러쉬 등
 - 제설 처리능력 : 잔설처리능력은 30ton/hr

(3) 제설 기술 및 오염물질 제거기술 개발

- 적설 흡입장치 기술
 - 도로에 남아 있는 적설을 흡입하여 차량에 수거하는 방식으로 『진공청소기』 원리에 대한 적용이 가능함
- 흡입장치 내 이물질 처리(절단, 파쇄 등) 기술
 - 강설량 및 기온에 따라 눈의 상태가 다르며, 흡입시 도로의 이물질이 섞여 함께 흡입되어 기계의 고장을 유발할 수 있으므로 이에 따른 처리기술이 개발되어야 함

○ 적설 용해기술

- 수거된 적설을 현장에서 즉시 용해하여 배출하는 장비를 의미함
- 기존의 눈 용해장치들은 대부분 견인식 또는 고정식으로 제작되어 있으며 공항, 광장과 같은 대규모 공간에 적용 가능함
- 국내 도로환경에 적합하고, 일반 15톤 상용 덤프트럭에 탑재하여 작업수행 가능한 장비가 개발되어야 함
- 장비 설계시, 용해방법, 연료의 종류 및 소모량, 환경오염도 등을 제시해야 할 것임

○ 오염물질 제거 기술

- 적설 처리를 통해 용해된 배출수를 외부로 배출전 함유된 오염물질 제거기술 개발함
- 본 연구에서 개발되는 장비는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙(2010.4.2)」(6조 관련) 별표4의 “폐수배출시설”에 해당되지 않기 때문에, 현행법령에서 적설용해장치를 통해 배출되는 용해수는 규제대상에 포함되지 않음
- 그러나 향후 환경문제 발생 가능성을 사전에 예방하기 위해 기존 공공하수처리 시설물 및 개인하수처리시설물의 방류수 기준(하수도법 시행규칙 별표3)을 만족하여 배출하도록 설계해야함
- 적설 및 잔설처리 장치와 연동되어 작동되어야하며, 최대한 경량화한 형태로 설계되어야 함

○ 용해수 처리 방안 및 배출기술

- 용해수 배출시, 적정 배출 위치 및 적정 배출시간 단위에 대한 방안 마련과 배출기술이 개발되어야 함

(4) 단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발

○ 단위 장비별 구조적 연계 및 탑재기술 개발

- 차량시뮬레이션 등을 통한 장비 일체화 설계 및 기술 개발함

- 기존 상용화된 주요 장비의 탈·부착 기능 및 개선(구조, 성능) 기술 개발
 - 탈부착식 제설 삽날
 - 차량에 고정되어 좌우로 최소 15도 움직여야 하며, 삽날 부분은 고무로 되어 있어 도로포장에 영향을 덜 미치나, 사용 후 고무가 닳았을 때 고무만 교체가능 하도록 설계·제작 되어야 함
 - 접이식 얼음파쇄기
 - 미 사용시 탈착 또는 차량 하부에 접이식으로 보관 가능하도록 설계·제작 되어야 함
 - 고압살수장치 및 청소용 브러쉬
 - 일상적인 도로관리업무에 속하는 도로노면청소기능을 제설차량에 추가하여, 차량 활용도 및 효용성을 높이고자 함
 - 도로노면청소의 경우, 연간 도로관리프로세스에서 5개월 이상을 차지하고 있어, 제설기능과 병행할 경우, 적어도 7개월간 운영 가능함
 - 기존에 이미 나와 있는 관련 장비들을 단순히 부착하는 방식이 아닌, 보다 이용자 친화적이고 유지·관리가 용이하도록 설계함
- 차량구동안전성 확보 기술개발
 - 주요 장비 장착시, 차량운행 및 구동 안전성 확보 가능한 기술방안 개발함

(5) 차량운동성능과 장비의 기계적 성능평가

- 차량 운동성능과 장비의 기계적 성능에 대한 평가항목, 기준, 절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발
 - 개발된 장비의 성능을 평가하기 위한 성능평가지표 작성함
- 평가 매뉴얼에 따른 성능평가
 - 개발된 장비의 주행, 장비작동 등을 포괄적으로 시험운행을 통한 성능평가를 수행함
 - 도로잔설제거를 포함한 제설작업속도등을 장비 성능평가지표로 활용함

(6) 제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가(동절기 및 동절기 외)

- 현장시험 평가
 - 실차 현장시험운행을 통한 차량의 운동성능 및 기계적 성능 평가함

(7) 개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성

- 개발 장비 점검항목 및 주기, 부품 교체주기 등
 - 개발장비가 실제 현장에 투입되었을 때 가장 중요한 것 중 하나로 현실적인 도로 관리체계를 반영하여 작성
- 개발 장비 사용방법(운전 및 장비작동 포함)
 - 개발된 장비가 현장에 투입되어 제설담당 혹은 도로관리 담당자가 운영하게 될 경우, 이용자 편의와 장비 효율성 증대를 위한 유지·관리 매뉴얼 제작함
 - 도로관리담당자들의 정기적인 담당업무 교체에 따른 차량의 유지·관리 연속성 중단을 예방하기 위해 체계적인 이용자 중심의 매뉴얼 작성함

(8) 실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발

- 법·제도·지침 개정(안)
 - 개발장비의 빠른 실용화 및 효과적인 운용을 위하여 도로관리운영 및 도로제설 관련 법·제도·지침 개정(안) 제시함
- 도로제설 프로세스 재정립
 - 개발장비가 실제 현장에 투입되었을 때 제설작업의 효율성 극대화하기 위하여 현실적인 도로관리체계를 반영하여 작성함

제3절 연차별 연구내용 및 연구 성과

1. 연차별 연구내용

- 본 연구 기간은 3년으로 제안하며, 각 연차별 연구내용은 다음과 같음
 - ▶1단계 (1차년도) : 다목적 제설장비 개발에 필요한 기본설계, 개념설계, 운용전략 수립
 - ▶2단계 (2차년도) : 다목적 제설장비 개발에 필요한 상세설계, 시제품 제작, 단위부품(모듈)에 대한 테스트 및 보완
 - ▶3단계 (3차년도) : 프로토타입에 대한 현장검증 및 보완
- 연차별 상세 연구내용은 다음과 같음

가. 1차년도(2010년)

세부 목표	항목	내용
도로제설 및 살수 기능을 갖춘 다목적 제설장비 개발	운영시나리오 및 최적 제설기법	·교통량, 도로기능, 중요도 분석 ·개발 장비를 이용한 운용시나리오 구축 ·제설차량 적용이 가능한 도로에 대한 제설매뉴얼 작성
	다목적 제설장비 개념 및 기본설계	·도로적설 수거 방식 정의 ·눈용해장치 용량 설정 ·용해수 처리 방안 마련 ·단위 장비별 사양선정 - 탈·부착 형태 및 적용방안 ·상차 차량과 일체설계

나. 2차년도(2011년)

세부 목표	항목	내용
도로제설 및 살수 기능을 갖춘 다목적 제설장비 개발	제설 기술 및 오염물질 제거기술	· 제설장비의 설계 및 제작 - 상차할 차량과 일체설계 - 눈 수거 속도 고려 - 처리용량 고려 - 용해수 배출 방안 · 하수구 배출 시 문제점 완화 방안
	단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발	· 도로세척을 위한 장비 설계 및 제작 - 시설물 세척 높이 및 살수 강도 · 제설삽날 및 얼음파쇄기 장비 설계 및 제작
	차량 운동성능과 장비의 기계적 성능평가	· 성능평가 시나리오 및 평가매뉴얼 구축 - 실차 - 시뮬레이션
	제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가	· 다기능평가 시나리오 구축 - 실차 - 시뮬레이션
	개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성	· 개발 장비에 대한 유지·관리 방안 검토 및 마련
	실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발	· 도로제설 및 도로관리업무에 실무자 요구분석 · 도로제설 프로세스 재정립

다. 3차년도(2012년)

세부 목표	항목	내용
도로제설 및 살수 기능을 갖춘 다목적 제설장비 개발	제설 기술 및 오염물질 제거기술	· 제설장비의 제작 및 검증
	단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발	· 단위 장비의 개발 및 검증
	차량 운동성능과 장비의 기계적 성능평가	· 성능평가 시나리오 구축 - 현장 test
	제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가	· 다기능평가 시나리오 구축 - 현장 test
	개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성	· 개발장비 유지·관리 매뉴얼 완성
	실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발	· 개발장비의 실용화를 위한 법·제도 개정(안) 완성

2. 연차별 성과물 및 평가척도

- 연차별 성과물은 연차별 연구 내용에 따른 성과물을 도출하였으며, 연차별 성과물과 이를 평가할 수 있는 평가척도(MOE)는 다음과 같음

가. 1차년도(2010년)

세부 목표	항목	내용	MOE
도로제설 및 살수 기능을 갖춘 장비 개발	운영시나리오 및 최적 제설기법	운영 시나리오 구축	-
		시뮬레이션 결과	· 기존 방식과의 도로 용량 확보 비교 검토 · 서비스수준 검토
		개발장비에 최적화된 매뉴얼 작성	-
	다목적 제설장비 개념 및 기본설계	수거방식 정의 오염물질 제거 장비사양 정의	수거 속도 용해수 농도 -

나. 2차년도(2011년)

세부 목표	항목	내용	MOE
도로제설 및 살수 기능을 갖춘 장비 개발	제설 기술 및 오염물질 제거기술	설계 및 제작	-
	단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발	설계 및 제작	-
	차량 운동성능과 장비의 기계적 성능평가	현장검증 또는 시뮬레이션 검증	제설작업속도
	제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가	현장검증 또는 시뮬레이션 검증	다기능 성능 및 안전성
	개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성	개발장비 유지·관리 방안 마련 (I)	-
	실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발	법·제도 개정(안) 마련 (I)	-

다. 3차년도(2012년)

세부 목표	항목	내용	MOE
도로제설 및 살수 기능을 갖춘 장비 개발	제설 기술 및 오염물질 제거기술	현장검증	-
	단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발	현장검증	-
	차량 운동성능과 장비의 기계적 성능평가	현장검증 또는 시뮬레이션 검증	제설작업속도
	제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가	현장검증 또는 시뮬레이션 검증	다기능 성능 및 안전성
	개발장비 유지·관리 매뉴얼 작성	개발장비 유지·관리 방안 마련 (Ⅱ)	-
	실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발	법·제도 개정(안) 마련 (Ⅱ)	-

제4절 성과목표 및 지표 설정

○ 연차별 성과목표 및 지표는 다음과 같음

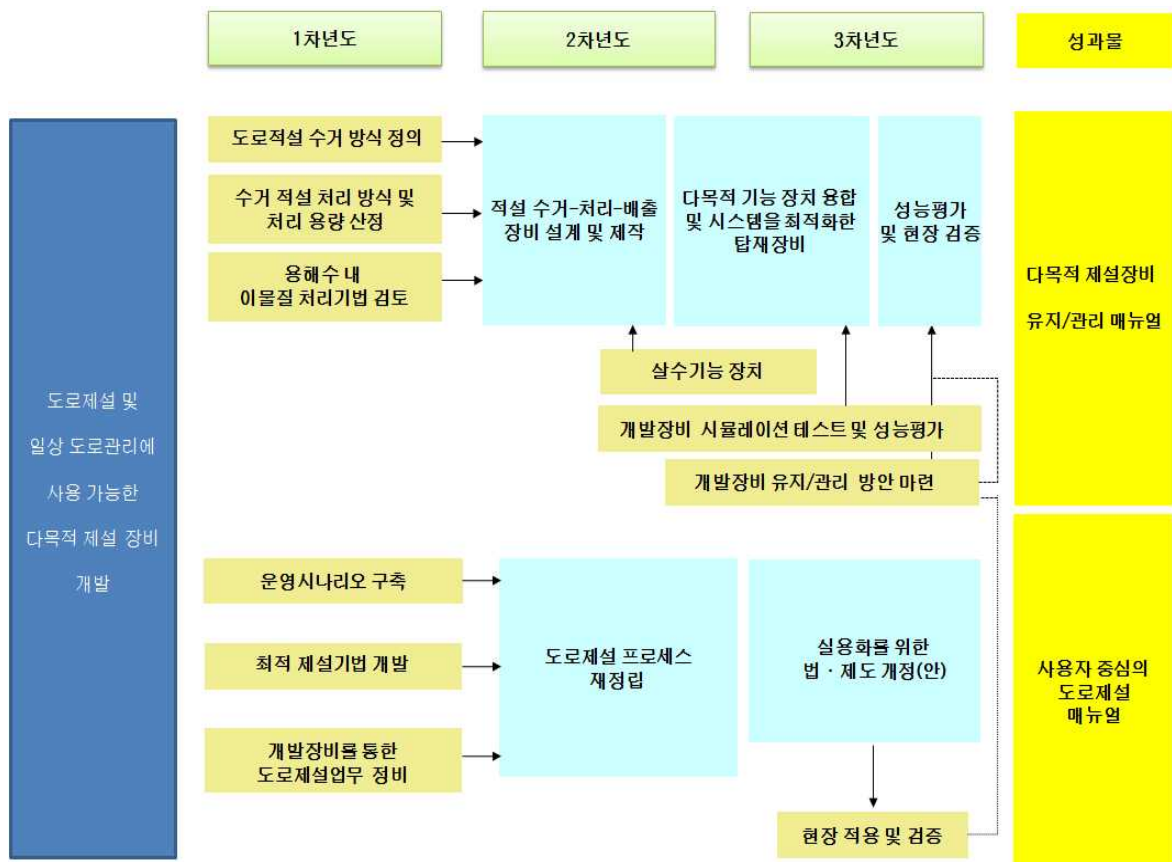
성과지표		연차별 성과목표		
		1차년도	2차년도	3차년도
논문	학술지 게재 논문 건수	2	3	6
	학술발표 논문 건수	2	3	3
	SCI급 학술지 게재 논문 건수	0	1	1
지식재산권	특허출원 건수	1	6	8
	특허등록 건수	-	-	6
	소프트웨어 등록건수	-	2	2
기술성능 목표달성	요소기술 성능목표 달성도	30%	90%	100%
S/W	개발장비 유지·관리 매뉴얼		1개	
	도로제설 프로세스 정립 지침 (안)		1개	
	실용화 위한 법·제도 개정 (안)			1개
H/W	다목적 제설장비		1식	

제5장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립

제1절 연구 추진 전략 및 기술 로드맵 작성

1. 연차별 추진과제 기술 로드맵(TRM) 작성

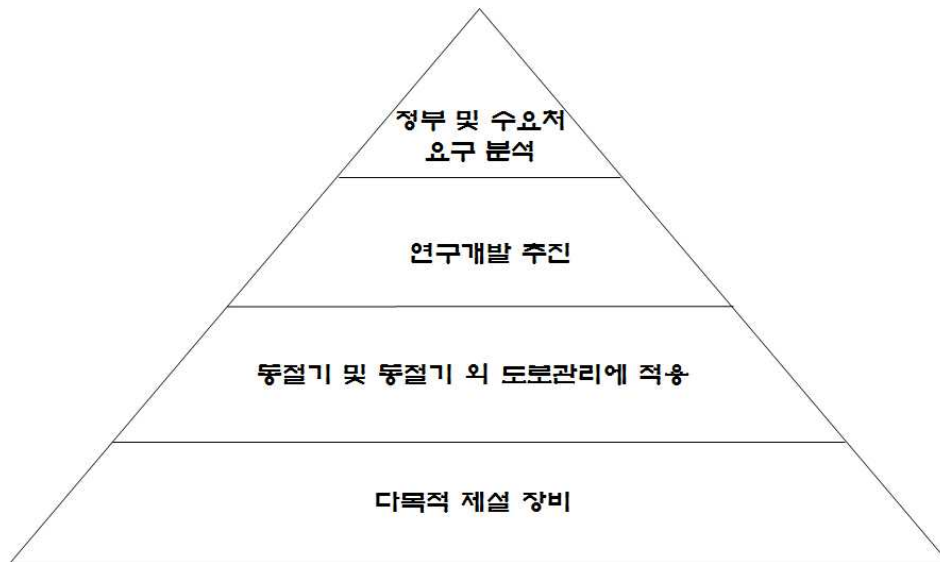
- 연차별 추진과제에 대한 기술 로드맵은 다음과 같음



<그림 5-1> 연차별 기술지도 (TRM)

2. 연구 추진 전략

- 연구 진행 중 추진 전략은 다음과 같음

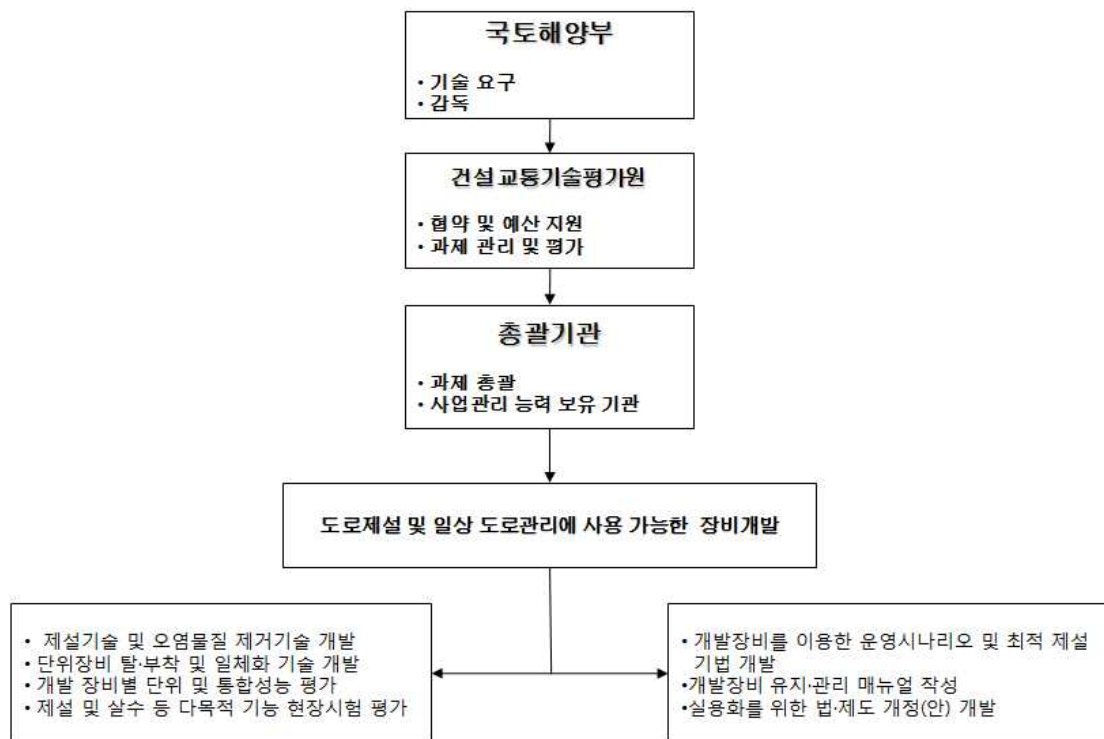


<그림 5-2> 연구 추진 전략

- 중앙 정부 소속의 도로관리청 도로관리업무 주체의 요구에 부응하는 다목적 제설 장비 개발
 - 도로관리업무에 투입되는 인력 및 예산 투자 감소 달성
 - 동절기 이상기후에 효과적으로 대처하기 위한 제설 장비 개발
 - 연간 도로관리 프로세스 중 제설작업을 제외하고 가장 자주 사용되는 기능과의 결합
 - 연구 진행 기간 동안 도로관리청 또는 도로관리 주체와의 feedback 수행
- 제설장비 운용의 효율성 극대화를 위한 제설작업 프로세스 재정립
 - 제설장비를 개발하고 이에 대한 충분한 실험을 통해 검증
 - 개발된 장비의 효용성을 극대화하기 위해 맞춤형 제설작업 프로세스를 제시하고 유지·관리측면에서 사용가능한 이용자 매뉴얼 제작
- 개발된 장비를 현장 도로제설 및 일상적인 도로관리업무에 적용
 - 개발된 장비를 일반국도 및 시가지 도로 등 현장에 적용하여 문제점 분석 후 보완하여 과제 종료 시 바로 실용화하여 현장에 투입할 수 있도록 함

제2절 연구 추진 체계

- 본 연구개발은 앞 절에서 언급한 연구 추진 전략을 원활하게 수행할 수 있도록 장비의 작업활동이 예상되는 유관기관과의 긴밀한 협의를 통해 향후 연구결과가 국내 도로관리업무에 충분히 반영될 수 있도록 해야 함
- 본 연구의 경우 하나의 목적을 위해 세부 요소기술이 필요한 사업임
- 여러 요소기술의 복합적으로 이루어져 유기적으로 움직이는 시스템이 아닌 관계로 본 연구는 사업단이나 연구단보다 일반과제로 추진하는 것이 바람직 함
- 연구추진체계는 <그림 5-3>과 같음



<그림 5-3> 연구추진 체계

- 주관연구기관은 사업관리능력을 보유한 기관이 선정되어 전체 연구개발을 추진하여야 함
- 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진함
- 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축함

제6장 연구결과 활용 방안 및 기대성과

제1절 연구결과 활용방안

- 연구결과의 활용방안은 크게 3가지로 구분할 수 있음

1. 연구결과의 직접적 활용

- 연구 종료 후 개발되는 성과품을 직접적으로 활용하는 것을 의미하며 다음과 같이 구분할 수 있음

(1) 효과적인 도로제설 작업

- 본 연구의 목적에 부합하게 본 연구를 통해 도출되는 성과물인 다목적 제설장비를 이용하여 도로제설작업 특히, 도로 잔설을 즉시 수거하여 제거함으로써, 교통소통과 교통안전, 도로미관을 향상 등 국내 제설분야 선진화 달성이 가장 큰 목적으로 고려될 수 있음
- 일반적인 도로제설 작업의 종료는 도로에 쌓인 눈을 도로변으로 밀어내거나 날려버리는 것인데, 도로변에 공간이 충분하지 않은 곳(산지/터널 입·출입부), 도로 잔설로 인한 도로결빙 등 여러 가지 도로관리 및 교통운영 문제점들이 야기되는바 신속하고 보다 완전한 제설작업을 통해 동절기 교통안전 효과가 향상될 수 있음
- 본 연구를 통해 개발된 장비 이용 효율성 증대방안 도출을 통해 동절기 도로관리의 질적 향상을 도모함
- 장비개발과 더불어 현장에서 많은 문제를 노출하고 있는 장비나 차량에 대한 유지·관리 문제를 해결하기 위해 이용자 중심의 유지·관리 매뉴얼을 제작하여 실제로 현장에서 사용할 시 이용능력을 극대화하고, 도로제설업무 수행 결과(제설연장, 지역, 시간 등)에 대한 신속하고 정확한 보고체계 방안을 더불어 도출함

[2] 일상적인 도로관리 업무 수행

- 우리나라의 기후특성 상 제설장비의 이용기간은 상대적으로 짧기 때문에 제설작업만을 위한 제설장비 개발 시 경제적 측면 및 운영·관리측면에서 발생가능한 문제점을 완화할 것으로 기대됨
- 일상적인 도로관리업무 수행을 위해서 관리 목적에 따라 장비 또는 차량이 투입되어, 결과적으로 도로관리기관의 예산과 인력운영의 융통성이 확보되지 않음
- 본 연구에서 개발된 장비를 통해 도로관리기관 별 예산규모에 맞는 인력운영 및 장비 활용이 가능할 것임
- 우리나라와 유사한 기후특성 또는 도로교통특성을 가진 나라에 대한 개발 장비 수출을 통해 국가 위상 확보 가능

2. 연구결과 실용화 방안

- 본 연구를 2년 6개월으로 기획하였음
- 본 연구의 3년차에는 현장에서 직접 도로관리업무를 수행하고, 보완하도록 계획하고 있음
- 본 연구의 연구 내용을 고려할 때, 도출될 수 있는 실용화 항목의 경우 다음과 같음

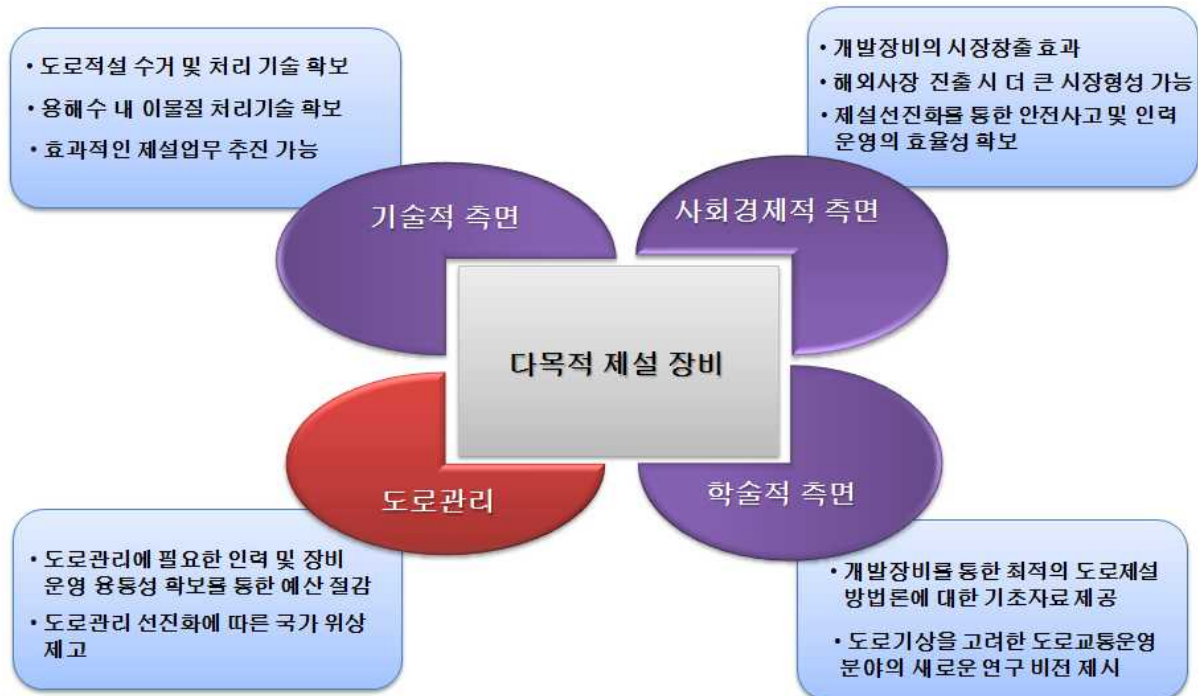
<표 6-1> 연구목표에 따른 세부 연구목표

연구 내용	실용화 항목	비고
도로제설 및 일상 도로관리에 사용가능한 다목적 제설장비 개발	- 도로적설 수거와 처리장치 일체화	특허
	- 용해수내 이물질 처리장치	특허
	- 일체화 장비 덤프트럭 탑재 기술	특허

- 해당 연구에 대한 실용화는 연구를 주도적으로 진행하는 기관이 소유하되, 본 연구가 종료된 후 최대한 빠른 시간 내에 실용화가 가능하도록 하였으며, 실용화 전략의 경우 일반적으로 실용화를 위한 방법과 같이 기술 계약을 통한 기술이전을 추진하는 것으로 고려하고 있음

제2절 연구결과의 기대성과

- 연구결과의 기대성과는 기술적 측면, 사회·경제적 측면, 도로관리, 학술적 측면 등으로 구분가능하며, 각 분야별 기대성과는 <그림 6-1>과 같음



<그림 6-1> 연구결과의 기대성과

- 본 연구과제가 성공적으로 수행 시 기대되는 성과는 다음과 같음
- 도로적설을 수거하고 제거하는 기술의 경우, 선진 외국은 snow melter (적설용해장치)와 지게차를 각각 분리하여 이용하고 있으나, 두 가지 기능을 하나로 통합하여 운영하는 기술은 현재 전무한 상태임.
- 기존 제설장비 또는 차량은 단지 제설작업에만 사용되도록 제작되어, 동절기 기간이 길거나, 강설량이 많은 지역에만 사용이 적합함
- 본 과제에서 도로적설을 수거하고 제거하는 기술을 동시에 탑재하고, 더 나아가 일상적인 도로관리업무에 사용 가능한 장비를 개발할 경우, 선진국은 물론이고, 우리나라와 유사한 기상조건과 도로교통조건을 가진 국가에 대한 시장 선점 효과가 있음
- 도로적설을 처리하는 기술은 국내에도 있으나, 동절기에만 사용가능하도록 제작되어있고, 도로적설을 수거하기 위한 부가적인 장비운영을 요구하고 있어, 경제성과 제설작업의 효율성이 낮음

- 본 연구를 통해 다목적 기능을 가진 차량 개발뿐만 아니라, 새롭게 개발된 차량에 맞는 제설작업 프로세스 전반에 대한 개선작업과 더불어 도로제설업무에 대한 신속하고 정확한 보고체계를 마련하는 전략은 향후 해외시장 선점과 국내 도로인프라에 대한 효과적인 운영·관리 측면에서 매우 중요함

제7장 연구 기간 및 예산

제1절 총괄 소요예산

- 본 연구 진행을 위한 소요예산을 산정함

1. 총 연구개발비

- 총 연구개발비는 전체 연구 목표를 이루기 위해 정부출연금과 기업부담금을 함께 표시하였음

<표 7-1> 총 연구개발비

(단위 : 천원)

비목	1차년도	2차년도	3차년도	합계
인건비	465,000	391,000	200,000	1,056,000
직접비	326,500	976,000	253,000	1,555,500
위탁연구비	76,300	200,000	100,000	376,300
간접비	147,200	98,000	47,000	292,200
합계	1,015,000	1,665,000	600,000	3,280,000

- 총 연구개발비 중 정부출연금과 기업부담금의 비율을 고려한 예산은 다음과 같음

<표 7-2> 정부출연금 및 기업부담금 비율

(단위 : 천원)

구분		1년차	2년차	3년차	계
정부출연금		760,000	1,250,000	450,000	2,460,000
기업 부담금	현물	230,000	400,000	130,000	760,000
	현금	25,000	15,000	20,000	60,000
	소계	255,000	415,000	150,000	820,000
총 연구비		1,015,000	1,665,000	600,000	3,280,000

제2절 상세 소요예산 내역

- 인건비는 기획재정부에서 공표된 2010년 학술연구용역인건비 조정단가를 적용함

<표 7-3> 2010년 학술연구용역 인건비 조정단가

구분	기준단가 (A)	산출내역	조정단가	적용단가
수석연구원	2,724,727	A * 17월 (기본12 + 상여4 + 퇴직급여1) / 12월	3,860,029	3,800,000
선임연구원	2,089,283		2,959,817	3,000,000
연구원	1,396,617		1,978,540	2,000,000
보조원	1,047,499		1,483,956	1,500,000

※ 인건비 기준단가는 1개월을 22일로 하여 용역 참여율 50%로 산정한 것이며, 용역 참여율을 달리하는 경우에는 기준단가 증감가능

○ 다목적 제설장비 개발

<표 7-4> 1차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 15 M/M · 선임연구원 20 M/M · 연구원 60 M/M · 보조원 90 M/M	57,000,000 61,000,000 120,000,000 135,000,000
인건비소계				465,000,000
직접비	연구장비및재료비	연구재료비	· 토너 · A4 용지 · 하드 디스크 · 전산처리관리비 · 각종재료비 · 잉크	1,000,000 1,000,000 1,500,000 1,500,000 3,000,000 3,000,000
		국내여비	· 100,000원 * 31회 * 25명	77,500,000
	연구활동비	국외여비	· 5,000,000원 * 2회 * 3명	30,000,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비 · 공공요금 · 체세 공과금 및 수수료 · 사무용품비	5,000,000 3,000,000 5,000,000 4,000,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비 · 기술정보수집비 · 도서 및 문헌구입비 · 회의비 · 세미나 개최비 · 학회/세미나 참가비 · 국내외 홍보비	20,000,000 13,200,000 4,800,000 4,800,000 3,000,000 2,200,000 10,000,000
		연구활동비	· 과제관리비 · 연구수당 · 식대	10,000,000 93,000,000 30,000,000
	직접비소계			326,500,000
	위탁연구비			76,300,000
	간접비		· 인력지원비 · 연구개발준비금 · 지적재산권 출원등록비 · 연구실 안전 관리비	65,000,000 54,200,000 8,000,000 20,000,000
	합계			1,015,000,000

<표 7-5> 2차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목			산출근거	금액	
인건비			· 수석연구원 10M/M · 선임연구원 24M/M · 연구원 48M/M · 보조원 50M/M	38,000,000 72,000,000 96,000,000 75,000,000	
인건비소계				391,000,000	
직접비	연구장비및재료비	연구기자재	· 펌프 및 순환장치 · 가열기 (버너, 연료공급장치 등) · 호퍼 · 유압장치 · 흡입을 위한 진공장치 · 정수장치 (필터) · 살수를 위한 컴프레서 및 노즐 등	40,000,000 50,000,000 50,000,000 15,000,000 15,000,000 200,000,000 100,000,000	
		시제품제작비	· 잔설처리에 대한 실험 · 차량구조시물레이션을 통한 안전성 분석 · 차량개조비	60,000,000 25,000,000 200,000,000	
		전산처리비	· 토너 · A4 용지 · 하드 디스크 · 잉크 · 전산처리관리비 · 각종 재료비	4,000,000 5,000,000 3,000,000 3,000,000 5,000,000 5,000,000	
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*75회*2명	15,000,000	
		국외여비	· 5,000,000원*1회*2명	10,000,000	
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비 · 공공요금 · 제세 공과금 및 수수료 · 사무용품비	4,000,000 3,000,000 8,000,000 4,000,000	
		기술정보활동비	· 전문가활용비 · 기술정보수집비 · 도서 및 문헌구입비 · 회의비 · 세미나 개최비 · 학회/세미나 참가비 · 국내외 홍보비	6,000,000 5,000,000 3,000,000 5,000,000 7,000,000 3,000,000 3,000,000	
		연구활동비	· 과제관리비 · 연구수당 · 식대	5,000,000 75,000,000 10,000,000	
	직접비소계				976,000,000
	위탁연구비			· 100,000,000원*2과제	200,000,000
	간접비			· 인력지원비 · 연구개발준비금 · 지적재산권 출원등록비 · 연구실 안전 관리비	20,000,000 50,000,000 8,000,000 20,000,000
합계				1,665,000,000	

<표 7-6> 3차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목		산출근거	금액
인건비		· 수석연구원 8M/M · 선임연구원 10M/M · 연구원 25M/M · 보조원 20M/M	30,000,000 30,000,000 50,000,000 30,000,000
인건비소계			20,000,000
직접비	연구장비및재료비	시제품 제작비	· 차량개조비 150,000,000
		전산처리비	· 토너 · A4 용지 · 하드 디스크 · 잉크 · 전산처리관리비 · 각종재료비 2,000,000 ,000,000 2,000,000 1,000,000 2,000,000
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*35회*2명 7,000,000
		국외여비	· 3,500,000원*1회*2명 7,000,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비 · 공공요금 · 제세 공과금 및 수수료 · 사무용품비 4,000,000 1,000,000 2,000,000 2,000,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비 · 기술정보수집비 · 회의비 · 세미나 개최비 · 학회/세미나 참가비 · 국내외 홍보비 5,000,000 1,000,000 5,000,000 4,000,000 3,000,000 5,000,000
		연구활동비	· 과제관리비 · 연구수당 · 식대 4,000,000 40,000,000 3,000,000
		직접비소계	253,000,000
	위탁연구비		· 100,000,000원*1과제 100,000,000
	간접비		· 인력지원비 · 연구개발준비금 · 지적재산권 출원등록비 · 연구실 안전 관리비 10,000,000 28,000,000 8,000,000 1,000,000
합계			600,000,000

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 교통체계효율화사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 교통체계효율화사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제8장 참고문헌

- [1] Adolf D. May, "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1990.
- [2] Carl-gustaf Wallman and Henrik Astrom, "Friction measurement methods and the correlation between road friction and traffic safety", VTI middlehand 911A, 2001.
- [3] Manabu Kaneko, "Winter Road and Human Factors", 99 Cold Region Technology Conference, November, 1999.
- [4] Olivier Parent, Adrian Ilinca, "Anti-icing and de-icing techniques for wind turbines : Critical review", Cold Rogios Science and Technology, 2010.
- [5] Petty, Kevin R., Mahoney III, William Paul, Cowie, James R, Dumont, Arnaud P., "Providing winter road maintenance guidance: An update of the Federal Gighway Asministration maintenance decision support system", Transportation Research E_Circular, issue E-C126, pp.199-214, 2008.
- [6] Shi, Xianming, El Ferradi, Nabil, Strong, Christopher K., "Fixed automated spray technology for winter maintenance: The state of the practice in North Ammerica", Transpotration Research Board 86th Annual meeting, pp.17, 2007.
- [7] Technical Research Center of Finland, <http://www.vtt.fi>, 1996.
- [8] Tomax Lramberger, Janez Žerovnik,"A contribution to environmentally friendly winter road maintenance: Optimizing road de-icing", Transportation Research Part D: Transport and Environment vol.13 issue 5, pp.340-346, 2008.
- [9] Snow melting system, http://www.snowmelter.com/en/media_news.php
- [10] NCHRP, Reserach Results Digest, "Winter Maintenance Technology and Practices-Learning from abroad", 1995.
- [11] 러시아의 제설장비, <http://seoulmh.tistory.com/2794>
- [12] 이텍산업 홈페이지, <http://www.re-n-tech.com>
- [13] 중국의 다목적차량 제조업체, <http://sxguanxiang.en.alibaba.com>

- [14] 건설교통부, “도로제설업무 수행요령”, 2002.
- [15] 고속도로35, “도로제설작업은 어떻게 추진되어야 하나?”, pp148-155, 1987.
- [16] 교통량정보제공시스템, <http://www.road.re.kr>
- [17] 국립방재연구소, “폭설대비 광역도로 제설체제 구축방안 연구”, 2003.
- [18] 국토해양부, “도로제설 핸드북 (현장실무 매뉴얼)”, 2009.
- [19] 기상청, <http://www.kma.go.kr/index.jsp>
- [20] 기상연구소, “국지 기상 특성 진단 및 기상환경영향평가 기술 개발 연구 (I)”, 2006.
- [21] 김진호, 김중현, 이건태, “배관시스템을 활용한 도로용설 시스템의 설계방법”, 대한설비공학회 2009하계학술발표대회 논문집, pp.1251-1255, 2009.
- [22] 대한토목학회, 2000, “도로의 구조, 시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침”, 2000.
- [23] 도로교통안전공단, “교통사고통계”, 2010.
- [24] 도로교통안전관리공단, <http://www.rtsa.or.kr>, 2003.
- [25] 박찬범, “도로제설 문제점 및 개선방안”, 토목학회, 2001.
- [26] 심기오, “폭설에 대한 제설방향”, 한국도시방재학회지, 3권, pp.13-17, 2003.
- [27] 소방방재청, 국립방재연구소, “제설장비 시스템 선진화 및 맞춤형 제설 방안”, 2010.
- [28] 연합뉴스, “미시령관통도로 눈만 오면 마비. 제설에 문제?”, 2010.
- [29] 이병덕, 윤병성, 이주광, 정영환, “제설제 종류에 따른 제설성능 평가”, 한국도로학회 학술발표회 논문집, pp.391-396, 2005.
- [30] 이정훈, 이현종, “발열도료를 이용한 도로노면의 용설 시스템 개발을 위한 기초연구”, 대한토목학회논문집 23권 6호, pp.827-834, 2003.
- [31] 조윤희, “겨울철 도로사용자 안전 확보를 위한 제설/용설 시스템 소개”, 대한토목학회지 제15권 12호 pp.4-10, 2003.
- [32] 중앙재해대책본부, “2001 겨울철 재해대책 추진 지침”, 2001.
- [33] 한국기기유화시험연구원, “중소기업 우수제품마크 시행세칙 제6조에 의한 검사기준”, 2005.
- [34] 한국건설기술연구원, “노면의 미끄럼-도로활주로상면”, 도로교통안전 기술보고서, 1997

- [35] 한국건설기술연구원, “도로제설 매뉴얼 제정을 위한 연구”, 2002.
- [36] 한국건설기술연구원/리트코 (주), “고속도로기상정보체계구축 연구 1차 보고서”, 2009.
- [37] 한국행정연구원, “도로관리체계 종합 개선 방안”, 1996.

부록 1 : 과제 공모를 위한 RFP

연구과제명	다목적 제설장비 개발
1. 연구 목표	○ 동절기 제설 및 잔설 처리를 신속하게 수행하여 도로교통을 원활하게 처리하고 동절기 외 기간에는 도로 청소 등 다목적 기능을 수행하는 장비 개발 ※ 다목적 제설장비 : 동절기에는 제설장비, 동절기외에는 도로청소 등으로 4계절 활용 가능한 장비
2. 연구 필요성 및 기술 동향	□ 연구의 필요성 ○ 최근 기후변화에 의한 것으로 추정되는 동절기 강설량 및 폭설 빈도 증가 추세는 도로 인프라 전반에 대한 피해를 증가시킴 ○ 특히, 예기치 못한 폭설과 지속적인 대설은 도시기능을 마비시켜 도로관리, 교통운영 및 교통 안전상의 문제를 야기함으로써, 궁극적으로 경제적·사회적으로 엄청난 피해를 발생시킴 ○ 올 초 예기치 못한 폭설로 인해 서울시는 도로제설작업에 총 3,500명의 인력과 대략 1,200대의 제설차량을 투입했음에도, 다음과 같은 이유로 효과적인 제설작업에 실패했다고 판단함 - 제설작업 중 도로변으로 밀어낸 눈이 도로 가운데 쌓이면서 사람 무릎높이의 빙벽이 형성되어 도로결빙과 함께 차량의 안전을 위협하였음 - 도로 기하구조 특성 상 도로 중앙선이 있는 지역이 가장 높은 경사를 가지고 있고, 양쪽 보도 쪽으로 갈수록 경사가 낮아지는데 중앙선 부근에 쌓여있는 잔설이 낮에는 녹고 밤에는 기온이 낮아 결빙되면서 빙판길이 형성됨 - 반대로, 도로변으로 밀어내어진 눈들이 보도를 점거하여 보행자 통행에 어려움을 야기함 ○ 실제로 동절기 도로결빙으로 인한 미끄럼 교통사고가 증가하는 추세임. 지난 3년간 통계치를 보면, 도로노면 잔설상태에서 42명 사망, 도로노면결빙상태에서 4,796건사고 발생하여 총 215명 사망 (도로교통공단, 2009) ○ 도로노면잔설상태에서의 교통사고건수는 2006년에는 2003년과 2004년에 비해, 각각 6.7%, 8.8% 증가하였음 ○ 현 시점에서 국가 제설역량을 선진화하고, 보다 체계적이고 신속한 제설작업을 위해 획기적인 형태의 제설장비를 탑재한 차량이 필요함 ○ 우리나라 기후특성 상 1년 12달 중 동절기 대책 기간은 4개월 정도여서 나머지 기간 동안에는 도로청소를 위한 살수 기능을 가진 차량개발이 필요함

□ 기술동향

- 현재 사용되고 있는 제설장비는 다음과 같음
 - 제설차량 : 일반 상용 덤프트럭, 유니모그, 그레이더
 - 부수장비 : 제설삽날, 제설제 살포기, 제설 블로워어, 노면 결빙 파쇄기, 스노우 컷터
- 보다 선제적인 동절기 도로관리 차원에서 고속국도 및 일반국도 일부구간에 도로기상정보시스템을 활용한 습염살포(Pre-wetted salt spreading)식 제설방법을 도입하여 2004년부터 확대 적용하고 있음
- 국내 제설관련 특허 및 인증 현황은 차량 개발 부문 133건, 장치개선 부문 50여건 정도이며 다양한 제설제에 대한 성능평가, 친환경 제설제 도입에 관한 연구가 이루어지고 있으며 폭설대비 광역도로 제설체제 구축, 지열 및 온수 파이프를 이용한 도로 융설 시스템에 대한 연구가 진행 중임
- 융설 시스템의 경우 대부분 인프라를 기반으로 한 연구이며, 신설도로에만 적용이 가능하여 기존도로 관리를 위해서는 친환경 제설제와 기존 제설차량의 기술적 향상에 국한되어 실제로 일반국도 및 도시부도로의 잔설제거가 가능한 제설장비 및 차량에 대한 연구가 미비함
- 선진외국에서는 지역·기후·도로환경 특성을 고려한 제설장비 및 체계적인 동절기 도로유지·관리에 대한 연구가 진행 중에 있으며 각 목적과 용도에 맞게 재설계된 특수 차량 개발과 기타 기술을 차량에 적용하고 있음
- 미국에서는 DOT와 FHWA에서 다양한 도로제설방안이 체계적으로 구축되어 있으며, Snow Blower 또는 Snow melter를 이용하여 공항, 대규모 광장 등의 잔설을 신속하게 제거할 수 있는 기술을 보유하고 있음
- 캐나다에서는 동절기 도로서비스 개념을 적용하여 동절기 교통량에 따라 도로등급을 구분하여 그에 따른 제설대응수준을 적용하고 있음
- 러시아의 모스크바의 경우 잦은 폭설로 쌓여있는 도로 잔설을 수거하고 열에 의해 즉시 제거하는 방식을 사용함. 컨베이어벨트를 장착한 특수차량이 운반제설을 위해 대기 중인 덤프트럭까지 끌어올리는 기술을 보유하고 있음
- 일본에서는 동절기 다설/한랭 지역의 도로교통을 확보하기 위한 특별법을 마련하여 관련 사업을 시행하고 있으며, 도로기상정보시스템설치로 강설량, 포장체의 온도, 상태 등에 따라 다양한 제설방법에 대한 지침을 보유함
- 기술동향분석 결과, 대설 시 도로를 이용하는 이용자의 안전과 도로의 서비스수준을 일정 수준 유지하기 위해서는 잔설용해장치를 이용한 도로잔설의 즉시 처리가 가장 좋은 대안으로 판단되며, 이를 국내 기후조건, 도로교통조건, 그리고 일상적인 도로관리프로세스 등을 고려하여 동절기 외에도 사용 가능하도록 하는 장비의 제작과 운영 기술 개발이 시급함

- 열에 의한 용해기술은 현재 선진국에서만 보유하고 있는 최신기술로써, 잠재적으로 큰 시장을 형성할 것으로 판단되나, 본 연구에서 개발하고자 하는 차량과 이와 관련된 연구는 현재까지 전 세계적으로 수행된 바가 없는 것으로 파악되며, 이는 향후 도로관리분야에서의 기술선점 효과는 물론, 해외 시장 진출에도 매우 긍정적인 역할을 담당할 것으로 기대됨

3. 연구내용

□ 1차년도

- 운영시나리오 및 최적 제설기법 개발
 - 국내 기후 조건, 도로교통 조건, 도로관리 프로세스 등 분석
 - 동절기 및 동절기 외 장비 운영시나리오 개발
 - 최적 제설 및 용해기법 개발
 - ※ 용해 방법, 연료의 종류 및 소모량, 환경오염도 등을 제시할 것
- 다목적 제설장비 개념 및 기본 설계
 - 단위 장비별 개념 및 기본 설계
 - 단위 장비와 차량의 Integration시 개념 및 기본 설계
 - ※ 단위 장비 예 : 제설삽날, 얼음파쇄기, 제설재 살포기, 고압살수장치, 청소용 브러쉬 등이며 단, 기본 설계 과정에서 조정 가능
 - ※ 제설 처리능력 중 잔설처리 능력은 30ton/hr 이상이 되어야 함

□ 2, 3차년도

- 제설 기술 및 오염물질 제거기술 개발
 - 적설 흡입 장치 기술
 - 흡입장치 내 이물질 처리(절단, 파쇄 등) 기술
 - 적설 용해 기술
 - 오염물질 제거 기술
 - 용해수 처리 방안 및 배출 기술
- 단위 장비 탈·부착 및 일체화 기술 개발
 - 단위 장비별 구조적 연계 및 탑재기술 개발
 - 기존 상용화된 단위 장비의 탈·부착 기능 및 개선(구조, 성능) 기술 개발
 - 차량구동안전성 확보 기술 개발
- 차량 운동성능과 장비의 기계적 성능평가
 - 평가항목, 기준, 절차, 방법 등 평가 매뉴얼 개발
 - 평가 매뉴얼에 따른 성능평가

○ 제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가(동절기 및 동절기 외)

○ 개발 장비 유지·관리 매뉴얼 작성

- 개발 장비 점검 항목 및 주기, 부품교체주기 등
- 개발 장비 사용방법 (운전 및 장비작동 포함)

○ 실용화를 위한 법·제도 개정(안) 개발

- 법·제도·지침 개정(안)
- 도로 제설 프로세스 재정립

※ 연차별 수행 연구 내용은 첨부 기획보고서 상세내용 참조

4. 연구추진방법

- 추진전략
- 제설차량 관련 기업 및 제설작업 주체 그리고 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 연구 성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
 - 현장 실무자의 요구사항 및 의견을 연구개발에 반영
 - 연구 진행 기간 동안 기술수요처와의 feedback 수렴
 - 국내 실정에 맞는 효율적 제설작업 방안 도출
 - 국내 실정에 맞는 제설작업 방안을 도출하고 이에 대한 충분한 시뮬레이션을 통해 개발차량 검증
 - 각계 전문가로 구성된 기획위원회(가칭) 구성 및 주기적 운영을 통해 연구 수행내용 및 방향에 대한 보고 및 의견수렴
 - 빠른 기술개발을 통하여 개발 차량을 현장에 적용 필요
 - 개발 장비를 과제 종료 시 바로 현장에 투입할 수 있도록 개발하고 그에 따른 법·제도적 사항 검토
 - 연구 개발의 내용에 따라 연구를 진행하며, 단계별 목표를 수립 및 그에 적합한 추진전략과 추진일정 계획 수립
 - 1차년도 : 다목적 제설 장비 개발에 필요한 기본설계, 운용시나리오 수립
 - 2차년도 : 다목적 제설 장비 개발에 필요한 상세설계, 시제품제작, 단위부품(모듈)에 대한 테스트 및 보완
 - 3차년도 : 시제품에 대한 현장시험 및 보완

☐ 추진체계	○ 관련 유관기관이 참여토록 하여 향후 연구결과가 국내 제설작업에 충분히 반영될 수 있도록 해야 함 ○ 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진 ○ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축
5. 성과물	
☐ 주요 성과물	○ 적설수거 및 이물질 처리, 적설용해 장치 통합 장비 1식 ○ 제설장비와 관련된 설계서 1식 ○ 제설장비 유지·관리 매뉴얼 ○ 개발 및 운영 시험평가 매뉴얼 ○ 탈·부착 및 운전을 위한 사용자 매뉴얼
6. 연구기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2010년 11. ~ 2013년 11.(2년 6개월) - 1차년도 연구기간 : 2010.12 ~ 2011.8.(8개월) ○ 총 연구비 : 총 연구비 : 32억 8천만 원 (정부출연금 24억 6천만원) - 1차년도 정부출연금 : 7억 6천만 원 이내 ※ 연구기간, 총 정부출연금 및 당해 연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 시정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능	
7. 기타	○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 충분한 관련근거를 제시하고, 수정하여 제안할 수 있음 ○ 선정된 연구진은 건교평과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구 목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 ○ 성과목표(지표)별 연차별 정량적·정성적 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨 - 교통체계효율화사업 공통 성과지표 및 양적·질적 지표를 평가결과와 전문기관과 협의를 통해 협약 시 조정 가능 ○ 연구개발 성과물의 현장시험운동을 통한 실용성 검증 및 사업화 추진계획을

필히 제시해야 함

- 연구추진과정에서 연차별로 관련기술 환경변화를 고려하기 위해 Rolling Plan을 실시하여 연구내용(연구비 포함) 및 추진시기 등이 조정될 수 있음
 - 연차별로 기술 및 시장 동향조사를 실시, 차년도 연구계획에 반영할 것
 - 연구내용을 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화하고, 그 근거를 명확히 해야 함
 - 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발 당위성이 없어진 때에도 해당내용의 조정 가능
- 연구 성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구 성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

부록 2 : 기획위원회 회의록

[다목적 제설차량 개발 기획연구 1차 기획위원회]

2010.10.7(목)

1. 종합의견

- 주목적의 정립이 필요함. Main Focus를 무엇으로 할 것인지에 대한 연구 scope설정이 우선적으로 이루어져야함 (대상도로(투입도로) 및 도로위계에 따른 장비기능 등)
- 수요처, 직접적으로 제설작업을 수행하고 있는 기관의 충분한 의견 및 자문이 필요함
- 차량개발에 국한되지 않고 제설과 관련된 전반적인 연구가 요구됨
 - 기후에 따른 용량분석, 강설강도에 따른 제설작업 시행기준과 같은 기후와 관련된 기초연구
 - GIS를 이용한 주요 강설지역 설정 및 지역적 특성에 맞는 제설작업
 - 제설작업프로세스 정립
 - 한국도로공사에서 운영하는 전자지도 기반의 제설정보시스템과 같이, GPS등을 이용한 제설작업 모니터링. 즉, 제설작업 또는 제설차량 운영에 대한 정립
- 국내 특허뿐만 아니라, 해외 특허화 방안 고려함

2. 기획위원 의견

구분	의 건
한국도로공사 유한상(부장)	- 다목적중 주목적과 부수적 목적의 구분이 중요함. 즉, 주목적에 대한 정립이 중요함 - 주목적을 Melting으로 할 경우, 마지막 작업공정(액화된 눈의처리)이 매우 어려움. 눈의 염화물을 일시에 녹여서 맨홀에 처리할 경우 역기능이 발생할 수 있음 - 또한, 미국의 SRS-M150의 경우 시간당 150톤 용량이나 현장 사용시 큰

	용량이 아님. 현장 도입시에는 더 큰 용량이 요구됨. 그러나 대용량이 될 경우 차량의 크기가 매우 커지기 때문에 타기능(부목적)을 살리기 힘들어 다목적이라는 용어를 사용하기 곤란함 - 고속도로의 경우, 가드레일 밖으로 눈을 날리거나 갓길을 적치공간으로 이용하기 때문에 도로의 눈을 완전히 제거가 가능함. 사실상 용해 후 보관장치는 도로공사의 경우 필요가 없을 수도 있기 때문에 고속도로 투입 시 얼마나 효과가 있을 것인가에 대한 의문이 발생함 - 2003년 충청권 폭설과 지난 겨울(1월4일) 폭설시 개발차량과 유사한 장비에 대한 검토가 이루어졌으나 결정 사항은 없음 - 도로공사의 입장에서는 시내도로에 적합하다고 생각됨
인천시청 권오정(과장)	- 구입을 기관별로 구매하는지, 정부가 일괄적으로 구비하여 지자체등으로 배치하는 것인지 규명이 요구됨. 후자는 문제가 안되지만, 기관별 구매의 경우 비용부담이 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨 - 고속도로나 국도는 제설체계가 그나마 체계적이나, 시내도로의 경우 예기치 못한 폭설에 대응하는 부분이 우선시 되어야 함. - 시내도로는 도로통제가 불가능하기 때문에 사전대비작업, 작업속도가 중요함. 즉, 제설의 기능보다는 제설 대처방안이 더 중요함. 기상청 예보시, 시내의 주요도로 및 고가도로에 작업인력을 사전배치하여 작업시행이 효과적임. 1월의 경우 인천시 제설작업 비용으로 10억원 가량을 소요함 - 추가기능이 많으면 실제 주목적에 쓸려할 때 고장이 발생 가능성이 높으며 활용도는 떨어지게 됨 - 고속도로나 국도에서 사용되는 장비와 시내도로에 사용되는 장비에 차별을 두어야 함. 비싼장비가 무용지물이 될 가능성도 배제해선 안됨. - 소방방재청(1월 제걸 회의, 서울시 인천시 등) 자료 검토 필요함. - 시내도로의 경우는 밀어내기에 의한 제설방법이 어려움 - 지자체의 직접적으로 제설작업을 하는 사람들의 의견을 듣는 것이 필요함. 이용자중심의 시설개발이 필요함. - 삽날과 염화칼슘살포기는 필히 간이 장착되어야하며 이를 바탕으로 기능 및 제설장비를 추가해야 한다고 생각됨 - 오후에 강설시, 결빙되어 추가적인 제설작업이 다시 요구되며, 이와 같이 현재의 제설작업의 문제점이 되는 사항에 보완책이 될 수있는 장비개발을

	도출하여야 함 - 추가 기능을 옵션형태로 지역적 특성에 맞는 기능을 추가하는 것이 사용 및 이용도를 높이는 방안임 - 인천의 경우, 청소차와 소방차에 삽날부착방안을 고려중임
미시건대학 오준석(교수)	- 미시건의 경우, 강설량이 30cm이상이지만 아침에 출근할 때 큰 길은 매우 잘 제설되어 있음. - 도로의 일정간격 사이에 도로관리 차고지가 있어서, 그 곳에 차량들을 보관함 - 따라서, 차량의 routing problem이 중요함. 차량이 낭비되지 않도록 갔다 되돌아오는 것은 최소화시켜야 함 - 어떠한 도로를 중심으로 개발할 것인지 대상도로가 중요하며, 국가 간선 도로망이 더 중요하게 생각됨 - 강설지역 통계자료를 분석하여 문제가 되는 지역을 분석할 수 있도록 mapping작업이 우선시 되어야함. 그 이후에 배치 논의를 해야 한다고 생각됨 - 작업 시작의 timing이 중요하고, 위계별로 치우는 게 중요함 - 연구과제의 main focus를 정립하는 것이 최우선적으로 시행되어야 하며, 매우 중요한 사항임 - 초점이 차량개발인지, 제설 프로세스인지가 정립되어야 함 - Mapping, Location, System이 갖춰져야 하며 기후에 대한 연구가 충분히 되어야 그 다음 작업이 진행될 것으로 예상됨 - 어느 정도의 강설강도에 이용할 것인지와 같은 기준이 필요함 - 경제성 분석시, 도로용량을 기준으로 분석해야 하지만 매우 어려울 것으로 예상됨. 실질적으로 기후에 따른 용량분석 등의 연구필요함 - 제설시, 도로차단 등의 운영방안 고려가 필요함 - 국내에 국한되지 않고 국외의 특허화 방안을 고려하여 기술 개발하도록 함(이상적인 방안)
한국교통연구원 이재준(박사)	- 추가기능 우선 정의가 필요함 - 투입장소의 설정 및 분류가 필요함. 즉, 방향정립이 필요함 - 개발될 차량이 중차량으로 예상되므로 도로순찰과 같은 가벼운 기능은 차량의 규모상 적절치 않음

	- 펜실베니아의 경우 개인이 제설작업을 수행하여 인센티브를 주는 제도가 있는데 이와 같은 제도적 측면, 정책적인 접근도 고려해야할 것임 - 강설량이 높거나 제설작업이 우수한 지자체의 사례를 참고하여 제설프로세스정립이 필요함 - 앞서 오준석교수의 의견과 같이 GIS를 이용하여 mapping을 통한 주요 지역을 선정하여 지역 특성에 맞는 제설프로세스 정립을 수행하고 적정배치안도 수행함
--	--

[다목적 제설차량 개발 기획연구 회의록]

2010.10.21(목) 기획회의

1. 종합결론

- 직접편익만을 고려한 B/C ratio분석은 수익성을 판단하는 재무성 분석임. 이는 보급의 입장을 고려한 것이므로 "개발"에 따른 경제성분석을 위해서는 직접편익과 간접편익을 모두 고려하여야 함
- 분석의 서두에 가정한 모든 것을 전부 제시하여야 함. 또한 분석방법에 대한 정당성을 부여하여야 함
- 다목적 제설차량 개발의 목적에 의거한 편익산출에 초점을 맞추어야 함
 - 제설작업의 효율화 : 제설속도 상승, 완전한 잔설제거
 - 다목적(다기능) : 제설 + 노면청소(살수)
- 결론적으로, 경제성분석에 사용될 수 있는 편익은 제설작업의 효율화에 따른 통행시간 절감편익과 다목적기능에 따른 장비비절감편익을 적용할 수 있음

2. 향후 경제성분석 방향

- 통행시간절감편익
 - 제설 전·후의 속도변화에 의한 통행시간을 산출하는 것이 아니라 기존 제설속도와 개발차량 도입후 제설속도를 비교하여야 함
 - 단순한 속도에 의한 통행시간을 비교하는 것보다 기존의 본질적인 문제인 잔설을 고려하여 통행시간 또는 용량을 산출하는 방향으로 진행하여야 함
 - 접근방법 : 잔설에 의한 차선감소 → FFS감소 → 용량감소 → 이때의 용량을 이용하여 속도 및 통행시간 산출
 - 잔설처리시간을 산정하여 이로 인해 산출되는 편익을 산정함
 - 잔설의 지속정도 : Minimum으로 대설경보일수를 잔설의 지속정도로 가정함
 - 목표치 설정

예) 기존 잔설처리시간의 최소 4배 빠르게 처리가 가능함

현재의 소통시간의 x % 단축

◦ 장비비절감편익

- 다목적 제설차량은 제설작업 및 도로청소의 두가지 기능이 있기 때문에 도로청소를 담당하는 살수차의 역할을 대신하게 되어 살수차 장비 소요를 절감할 수 있음
- 제설작업과 도로청소(살수) 차량의 총 소요대수 감소로 인한 장비비절감편익이 산출됨

- 위와 같이 제시된 편익에 따른 사고절감 및 기타 효과가 기대되나 데이터의 부재로 인해 편익산정에 적용할 수 없음. 향후 본 과제를 통한 추가적인 연구가 필요함. 그래서 본 연구에서 도출되는 B/C ratio는 다목적제설차량 개발에 따른 minimum한 값임

3. 내부연구진 회의내용

- 분석시 이용된 비용은 2002년 기준이므로 비용의 업데이트가 필요함

(또한, 8톤 덤프트럭이 제외되고 15톤 덤프트럭만을 이용하고 있음)

- 살수차 보유현황 : 대략적으로 국도관리사무소에서는 평균2대, 즉 36대를 보유하고 있으며 지자체의 도로사업소별 1대를 보유하고 있음. 따라서 총 100대 정도를 가정하여야 함
- 모든 장비와 비교하는 것보다 사용목적 및 차종, 특성이 유사한 장비인 덤프트럭과 비교하는 것이 적절하다고 판단됨
- 민간청소업체에서 이용 또는 구매 또한 생각할 수 있어 새로운 시장창출이 예상됨

[다목적 제설차량 개발 자문위원 회의]

10. 11. 02.

1. 종합의견

- 주기능과 부기능의 명확한 제시가 필요함
- 기본적인 용량이 어느정도는 되어야 하고 그 외에 밀어내기, 파쇄기능, 흡입기능, 살포기능 및 용해, 정화, 양수기능을 검토해야함
- 연구기간은 총 2년 6개월로 조정함
- 기존장비에 대한 활용부분을 고려해야함

2. 자문위원 의견

구분	의 건
한국도로공사 유한상 (부장)	- 두 개의 목적을 동시에 만족시키려다 보면 상당한 시간이 소요될 것으로 예상. - 시간당 30ton 이라면 용량이 너무 작아 작업효과가 나타나지 않을 것 같음. - 포커스를 좁힐 필요가 있음. 현재상황은 너무 무리수를 두고 연구를 하는 것 같음.
안양시청 김명철(과장)	- 현재 차량개발 도로 기준이 국도로 되어있는데, 이 기준을 시, 군구 도로에 적용할 수는 없음. - 도로 위계별로 구분이 되어서 해석이 필요함. - 다목적 차량이 어디를 염두하고 개발한 건지 애매함. - 출퇴근 시간의 제설작업이 신속하게 처리해야하는데, 다목적 제설차량을 투입해도 차량이 꽉 막혀있다면 많은 문제가 될 것으로 보임. 시외지역과 국도는 구분이 되어야 할 것임. - 올 초의 경우, 초반에는 사고위험을 우려한 시민들이 차량을 이용하지 않으나 3일 정도 지났을 때는 차량을 이용하므로 골목길의 제설까지 완료해야함. - 올 초 폭설에는 10일 동안 작업을 했으며, 장비임대비용에만 총 4억 5천 만원이 소요됨.

	- 염화칼슘이 용해되어있는 물은 하천에 버릴 수도 없고, 또 개발차량의 손상이 우려됨. - 개발 시, 운전기사가 알 수 있을 정도로 쉽고 단순하게 만들어야 하며, 여름에도 활용할 수 있어야 장비의 활용도가 높고 고장도 나지 않음. - 겨울에는 제설기능으로 쓰고, 여름에는 분해해서 따로 쓸 수 있도록 하는 것을 추천. 또한 작업차량을 사서 구비해두기보다는 임대하는 것이 훨씬 경제적임 - 염화칼슘의 경우 5cm까지만 효과가 있음. - 중앙으로 굽어모으는 형식의 경우, 바로 처리가 되지 않으면 사고의 위험성이 있음.
국토해양부 백봉기 (사무관)	- 처리방법에 대한 자세한 설명이 필요함 - 본 연구의 이유는 올 초 폭설로 인한 잔설 어려움을 해결하고자하는 것. - 현재는 국도를 기준으로 개발이 진행되고 있지만 궁극적으로는 시내도로에 적용하기 위함. 시내도로의 결빙에 따른 문제점을 해결할 수 있음. 또한 겨울철 이외에 부분에서도 사용하기 위함. - 용해물을 처리하기 위한 길이가 길어지면 비용이 발생함. - 방향설정이 아직 되지 않은 것 같음. 연구를 할 때 한꺼번에 투입할 수 없는 점을 고려해야함. - 비용측면에서 보면, 어떻게 투입할 것인지 몇 대를 투입할 것인지에 대한 부분도 고려되어야 함. - 흡입과 파쇄장치의 경우 차량 바깥쪽으로 설치되어야 하는 문제점이 있음. 현대위아에서 차량에 부착할 수 있는 기능이 무엇이 있는지 정립되어야 함. - 잔설을 했을 때 속도차이도 고려되어야 하고, 살수기능부분이 너무 약하게 설명되어 있음. - 국도의 경우 시가지가 많은데 그런 부분으로 연구 집중도를 맞추어야 함.
국토해양부 정성진 (사무관)	- 염화칼슘이 포함된 용수를 정화하는 기능을 추가해야 할 것 같음. - 흡입기능이 있으면 침수지역의 경우 이 기능을 활용할 수 있음.

수원국도 관리사무소 김천일(계장)	- 도시지역의 경우 논 밭이 없기 때문에 바로 배수를 할 수 없음. - 블로우의 경우 산간지방이면 상관 없지만 나머지에서는 거의 적용할 수 없음. 도심지역같으면 별도의 장비가 필요함. - 제설이 중요한건지 다목적이 중요한 건지 모르겠음. 제설쪽으로 본다면 저 차량이 밀어내기까지 하기는 힘들것임. - 강설시 다목적차량은 제일 마지막에 투입되어야 하는 장비임. 소요자 측면에서 보면 효율성이 떨어지는 것 같음. - 국도에서 살수와 제설 기능만 가지고는 토사도 많기 때문에 흡입이 되는 청소가 필요함. - 용량이 적으면 버리고 치우고 하는 것이 효율성이 없음.
건교평 조윤희 (본부장)	- 잔설의 경우 눈만 있는 것이 아니라 염화칼슘, 쓰레기 등 매우 더럽기 때문에 하수로에 버릴 수 없음. - 개발차량이 이론적으로는 가능하지만 처리하는 용량과 유지보수비용을 고려하면 과연 b/c 가 나올것인가 배보다 배꼽이 다 큰 격이 될 수 있음. - 다목적이라는 것의 예를 들면 경운기처럼 다양함이 필요한데, 현재 개발차량에 이렇게 다목적을 하려고 할 경우 비용도 상승하고 어려움이 많음. - 용설을 해서 버리는 것보다는 로더로 하는 것이 더 경제성도 있고 효율적일 것임. - 용설하기 위한 전기료 가스료를 과연 지자체에서 부담을 하려할 것인가가 의문. 현재 그레이더를 업그레이드 시키는 방향이 나올 것 같음.
서울시설 관리공단 윤영수(대리)	- 기존에 있던 것과 큰 차이점을 모르겠음. - 장비의 경우 한번 구매를 하면 10년정도 사용을 하는데 자칫 10년 애물단지가 될 수도 있음. - 과연 이 장비가 기존과 비교해서 어떤 장점이 있는지가 연구되어야 할 것임.
한국산업 기술시험원 김상현 (센터장)	- 차량의 spec이 명확해야하고 기본사항도 정립될 필요가 있음. - 기술개발에 2년은 너무 짧음 - 공공기관의 구매와 해외 수출방안을 구체적으로 기술해야함.

부록 3 : 기술정의서

1차분류	2차분류 (구성기술)							기술개발효과	기술개발 우선순위
		요소기술	주요구성기술 및 연구내용	신규	개선	국산화	실용		
다목적 제설장비 개발	장비기능 구현을 위한 요소기술	제설기술 및 오염물질 제거기술 개발	- 적설수거를 위한 흡입장비 및 얼음파쇄기 통합을 위한 세부요소기술 - 적설용해장치 세부요소기술 - 일체화장비 15톤 덤프트럭에 탑재하는 기술 - 용해배출수의 배출전 함유된 오염물질 제거기술 - 적설처리 장치와 연동화 기술	√				- 도로적설의 즉시 수거 및 제거로 교통소통 및 교통안전 효과 향상 - 동절기 도로관리의 질적향상 - 국내 제설분야 선진화 - 적설용해수의 이물질 제거로 환경오염 감소	1단계 연구
		단위장비별 탈·부착 및 일체화 기술개발	- 적설수거를 위한 흡입장비 및 얼음파쇄기 통합장치와 적설용해장치 일체화 기술 - 제설기능에 추가할 살수기능 장비 (단순한 부착방식이 아닌 이용자친화적 장비)		√			- 개발장비의 동절기외 도로관리 투입으로 유지관리비용 절감 및 경제적 문제 완화 - 도로관리기관의 장비운영 및 인력운영 융통성 확보로 예산절감 - 유사 기후특성 및 도로교통특성 가진 나라에 대한 개발차량 수출 기대	1단계 연구
	개발장비 성능평가	일체화된 장비를 탑재한 일반상용덤프트럭 의 기계적 안전성 검토	- 주행, 장비작동 등 포괄적 시험운행 - Simulation기법을 통한 성능평가		√			- 개발장비의평가기법 마련	2단계 연구
		개발장비 평가지표통한 기술평가	- 도로잔설제거를 포함한 제설작업속도 평가		√				
		제설 및 살수 등 다목적 기능 현장시험 평가	- 다목적 기능의 구동안전성 및 기계적 성능평가		√				

개발장비 유지관리 매뉴얼	점검 및 사용방법	- 이용자 중심의 매뉴얼 작성	✓				- 이용자 중심의 매뉴얼 제작으로 개발 장비의 유지관리 문제해결 및 이용능력 극대화	3단계 연구
개발장비 이용한 운영시나리오 및 최적 제설기법	개발장비를 이용한 운영시나리오	- 개발장비의 효율적 운영을 위한 운영시나리오 개발	✓				- 효과적인 제설작업 및 개발장비 운용 으로 효율성 극대화 - 개발장비를 통한 최적의 도로제설 방법론에 대한 기초자료 제공 - 도로기상을 고려한 도로교통운영 분야의 새로운 연구비전 제시	2단계 연구
	개발장비를 이용한 최적제설기법	- 제설기법 개발을 위한 강설에 따른 도로용량 분석 - 개발장비의 효과적 운용을 위한 제설기법 - 간선도로망에 대한 도로제설 우선순위 도출		✓				
실용화를 위한 법·제도 개정안	실용화를 위한 법·제도 개정안	- 기존 제설업무 프로세스 재검토 - 빠른 실용화 및 제설작업 극대화를 위한 법·제도 개정안 개발	✓				- 효과적인 제설작업 및 개발장비 운용 으로 효율성 극대화 - 국내 제설분야 선진화	3단계 연구

부록 4 : 개선기술검토서

구분	As Is (개선 전)			개선 필요성 및 타당성	To Be (개선 후)		
과제명	기존	특징	관련특허등 지식재산권현 황		개선 내용	개선 효과	회피 특허기술 등 확보가능한 지적재산권 명칭
다목적 제설장비 개발	자주식 제설 차량	제설과 용설을 동시에 처리할 수 있는 자주식 제설 차량	국내 특허 없음	- 적설용해 시스템 구비 필요 - 잔설 처리에 대한 기술 부재	- 적설용해장치 기술 및 상차기술	- 적설 즉시 수거 및 제거	
	제설차량	차량의 컨테이너로 상차된 눈에 가압온수를 살포, 채집된 눈을 녹이는 제설차량	국내 특허 없음	- 수거 및 상차 차량 또는 장비 필요	- 흡입식 눈 수거기술	- 별도의 상차장비 필요 없음	
	수처리 장치	분리박막을 이용하여 오수를 수처리하는 수처리 장치		- 차량에 탑재한 장비 부재	- 용해수 배출시 이물질 제거기술	- 별도의 상차장비 필요 없으며 개발장비와 연계가 가능한 장치개발	

부록 5 : 성과지표

구분	성과지표 및 목표		평가방법	
과제명	성과지표(성과명칭)	성과목표	평가측정방법	평가측정방법 제시사유
다목적 제설장비 개발	-특허(지식재산권) -논문 -요소기술 성능목표 달성도 -개발장비 유지관리매뉴얼 -도로제설 프로세스 정립지침(안) -실용화를 위한 법·제도 개정(안) -다목적 제설장비	(1차년도~3차년도) - 21건 - 21건 - 100% - 1건 - 1건 - 1건 - 1식	- 특허 및 논문건수 - 시제품 제출 - 제설장비 성능평가 결과보고서 (적설처리능력, 제설작업속도 등)	- 특허출원 및 논문게재를 통한 적합성을 객관적으로 확인 - 시제품 적용 시험 또는 Simulation을 통해 장비의 성능평가 가능 - 시제품 통한 타당성 검증(작업능력 및 제설속도)

부록 6 : 중복성검토서

도출과제			중복성 검토과제		중복성 검토결과
1차분류	2차분류	요소기술	과제명	과제내용	
도로제설 및 살수기능 을가진 장비개발	장비기능 구현을 위한 요소기술 개발	도로적설 수거 및 제거를 위한 세부요소 기술	강원도특성에 부합한 소형제설장비 개발	강설량이 많은 강원도 특성에 적합한 소형 제설장비 개발	모든 도로에 적용이 가능하며 적설처리가 가능한 효율적인 제설 장비 기술개발 기획함
			폭설대비 광역도로 제설체제 구축방안 연구	광역도로에서의 겨울철 폭설로 인한 설해방지 및 교통소통 원활을 목적으로 제설체제 방안 제시	연구결과로 제시된 폭설대비제도, 제설행정체제 구축방안을 고려하여 제설차량 및 장비 기술 개발 기획시 국내 실정에 맞는 새로운 개념의 기술 개발함
			특장차용 제설기의 설계 개발	제설장비의 국산화 및 효과적 제설작업의 목적으로 운용자 중심의 제설장비 설계	제설기능과 함께 다른 용도로도 활용 가능한 다목적 기능을 포함한 차량 또는 장비 기술을 기획함