

연약지반 개량시
지지력 확보를 위한
지오텍스타일(인장매트)의
효율적 포설방법 및 봉합
접합부 강도 증대를 위한
기술개발

2017. 12.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 전남대학교 산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “국토교통지역특성화 기술개발사업“ 과제의 기획연구
보고서로 제출합니다.

2017. 12.

주관연구기관명 : 호남권 국토교통기술지역거점센터

주관연구책임자 : 김 영 상

보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연 구 기 간		단 계 구 분	
연구사업명	중사업명	국토교통지역특성화 기술개발			
	세부사업명	-			
연구과제명	대과제명	연약지반 개량시 지지력 확보를 위한 지오텍스타일의 효율적 포설방법 및 봉합 접합부 강도 증대를 위한 기술개발			
	세부과제명	-			
연구책임자	김 영 상	해당단계 참 여 연구원수	총 : 명 내부 : 명	해당단계 연 구 비	정부 : 천원 계 : 천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 명 내부 : 명	총연구비	정부 : 천원 계 : 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	전남대학교 산학협력단 호남권 국토교통기술지역거 점센터		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 서해안·남해안 일대의 해안매립지에 연약지반개량을 위한 인장매트 포설시 봉합부위 파손으로 지반용기 및 함몰됨에 따라 공사기간이 연장되어 경제적 손실을 예방 할 수 있는 기술개발이 필요함 ○ 기존 인장매트 하중강도의 1/2강도로 봉합되고 있는 접합부의 강도는 경제적인 손실과 안전사고를 예방하기 위하여 인장매트 접합부의 강도증대 기술이 필요함 ○ 인장매트와 접하는 다양한 환경(온도, 습기, 화학적 작용, 흠먼지 등)에 맞는 최적화된 현장봉합 기술개발과 봉합강도 확대하는 적정기술 확보 ○ 원단강도에서 80%까지의 봉합강도 기술 개발하여 기존 연약지반 지지력확보를 위한 시공 비용의 대략 30% 경제적인 비용 절감 효과 ○ 새만금지역과 남해의 연약지반 공사지역의 경제성과 시공 안정성 확보를 통한 지역 관련 기업 경쟁력 향상, 지역개발 공사 확대와 관광산업 지역 경제 활성화를 기대함 					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	연약지반 / 인장매트 / 봉합기술 / 토목섬유 / 인장강도			
	영 어	Soft Ground / Tensile Mat / Sealing Technique / Geotextile / Tensile Strength			

요 약 문

I. 과제명

연약지반 개량시 지지력 확보를 위한 지오텍스타일(인장매트)의 효율적 포설방법 및 봉합 접합부 강도 증대를 위한 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

□ 기술의 정의

- 연약지반은 서해안 및 남해안 일대 넓게 분포되어 항만시설 및 임해공단 조성을 위해서는 인장매트 활용도가 증가됨
- 연약매립지반 개량 시 장비 진입을 위한 장비주행성 확보를 위해 인장매트 포설 후 토사나 쇄석으로 복토시행 도중 지반응기 및 함몰과 매트파손으로 인명 피해 및 장비 전도사고 발생
- 따라서 확보해야할 인장강도를 위해 인장매트 봉합기술을 개발하고, 연약지반 현장 적용시 인장매트 지지력확보를 위한 현장 적용성에 대한 실증 검증을 수행함

□ 연구개발 목적

- 본 연구개발의 목적은 효율적인 인장매트 포설 및 봉합기술을 통해 연결부위의 결속강화로 복토시 지반함몰 및 응기에 대해 시공 장비 지지력 확보를 위한 목적이다. 일반적인 인장매트 제작 폭은 2.5~3.5m로 생산되기 때문에 현장에 적용 시 구간 넓이에 따라 적정 강도가 발휘되는 봉합이 필요하다. 봉합기술과 인장매트 포설 방법을 개발하여 경제성을 높이고 공사기간을 단축하기 위함
- 현재 봉합은 봉합사에 의한 미싱 또는 인력봉합으로 접합부 인장력 확보를 위해 단가가 높고 필요 이상의 강도를 갖는 인장매트를 설치해야 한다. 현재 봉합방법으로는 접합부의 강도가 원단 모재 강도의 50% 수준이므로 설계허용 인장강도보다 크게 하는데 목적으로 함



<인장매트 설치 및 봉합 광경>



<인장파괴로 인한 장비 함몰 및 전도>

□ 연구의 필요성

- 본 연구의 필요성은 지역에 넓게 분포하고 있는 해안 지역에 증대되는 공사 구간들은 연약지반과 같이 지반침하 및 융기가 쉽게 발생하기 때문에 이를 예방하기 위해서 효과적인 대처 방법이 필요한 시점임
- 연약지반에 중장비들의 진입으로 인장매트 활용이 많아지면서 현재 봉합방법으로 접합부의 강도가 원단 모재강도의 50% 수준이기 때문에 봉합부위의 강도를 원단 모재강도에 접근하도록 개발하고자 함
- 봉합기술의 다양한 방법에는 단순 겹침 이음, 2핀 고정 이음, 봉제선 이음이 있다. 봉제선 이음에는 3선·6선 봉합이 대표적이며 재질에 따라서 열융합봉합 및 접착제를 이용한 봉합들을 사용하고 있으나 봉합부위 파손으로 장비가 전도 되는 등 안전사고가 종종 발생함

Ⅲ. 시장동향 및 기술 수준

□ 국내외 기술개발 동향

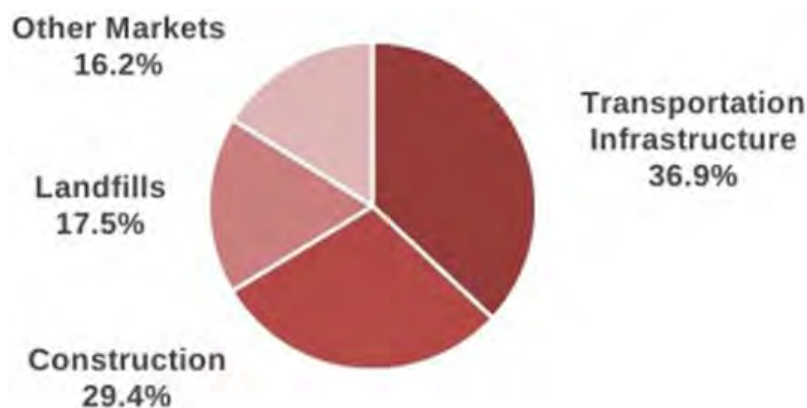
- 국내 기술개발 동향
 - 현재 국내에서는 토목섬유 비율이 일본, 미국 등과 비교하여 아직은 낮음. 토목섬유 재질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 연약지반 보강용 토목섬유 봉합특성에 대한 연구가 부족함. 도로의 경우 주응력 방향이 아닌 경우 50%의 봉합강도를 인정하고 있지만 부지조성의 경우 봉합부위의 봉합강도 저하를 적용하고 있지 않는 실정임
 - 토목건설용 고분자 재료는 주로 지오텍스타일이 압도적으로 우세하지만 지옴embr레인, 지오그리드의 사용량도 늘어나고 있으며, 토목섬유복합재료를 사용하는 경우도 꾸준히 증가 하고 있음
- 국외 기술개발 동향
 - 토목섬유의 세계시장은 2020년까지 50, 100백만 달러를 상회할 것으로 예측되고 있으며, 국내시장 규모는 세계시장의 100분의 1정도인 501 백만 달러로 조사됨. 미국, 일본, 유럽연합등 교통선진국은 1990년대부터 국가 차원에서 지능형 교통체계의 도입을 추진하고 있음
 - 북미 42% 유럽 35%, 아시아/태평양 16%, 기다지역 7% 등이며 동남아시아 성장률이 높음

□ 국내외 관련 시장 동향

- 2012년 기준으로 미국에서 Geotextile 제품 전체 수요 중 Nonwoven 제품이 전체 수요의 77.7%를 차지했으며, 그 외 22.3%는 Woven & Knit 제품이 차지했음
- Woven & Knit 방식은 부직포 방식 제품과 동일한 성능을 지닌 경우 가격대가 더 높은 경향이 있음 (kotra, 미국 토목섬유 시장동향, 2014. 9)
- 토목섬유의 세계시장은 2020년까지 50,100백만 달러를 상회할 것으로 예측되고 있으며, 국내시장 규모는 세계시장의 100분의 1정도인 501백만 달러로 조사됨 미국, 일본, 유럽연합 등 교통선진국은

1990년대부터 국가 차원에서 지능형 교통체계의 도입을 추진하고 있음 (한국생산기술연구원 기술 마케팅 황세원 연구원 발표자료)

- Geotextile 시장 중에서도 부직포(Nonwoven) 형식의 제품이 기타 형식 제품 대비 가장 큰 비율을 차지했으며 그 수요량은 2017년까지 6억8500만 평방 야드에 달할 것으로 예상
- 교통 인프라 시장에서는 Geotextile 제품을 통해 도로의 수명을 연장 및 보수주기 연장을 통한 유지비 감소의 효과를 볼 수 있고, 주로 사용되는 용도로는 지하 하수도의 여과 장치, 지하 배수 시스템, 도로 복구가 있음
- 건설시장은 타 용도 대비 경기침체의 영향을 받기 쉬운 경향을 보여짐, 건설 시장에 사용되는 Geotextile 제품은 부직포 방식이 대부분이며 주로 지반 강화, 여과장치의 역할로 사용됨
- 쓰레기 매립지 시장에서의 Geotextile 제품은 주로 지반 강화, 배수와 여과를 통한 토양 안정화를 위해 사용됨
- 기타 시장에는 석유 및 가스산업, 광산업, 누수 방지 등이 있으며, 환경보호에 대한 인식 확산으로 인해 추후 빠른 속도로 성장할 것이라 예상되고 있음



<2012년 기준 미국 Geotextile의 사용 분야별 규모 및 비중>

(자료원: Freedonia Group, Inc)

□ 국내 기업 및 연구기관 기술수준

- 현재 국토교통부는 첨단교통시스템의 요소기술 개발 및 Test-Bad구축, 운영을 통해 연구개발의 성과를 검증하는 사업을 진행하고 있음
- “지오텍스타일 튜브의 봉합강도에 대한 고찰: (2)봉합거동의 이해” 유중조, 오영인, 전한용, 한국토목섬유학회 학술발표회, 2008
- “지오텍스타일 튜브의 봉합강도에 대한 고찰: (1)파괴거동과 요구강도” 유중조, 오영인, 전한용, 한국토목섬유학회 학술발표회, 2007
- “토목섬유의 봉합강도에 관한 연구” 원명수, 이장백, 김기준, 김형주, 한국토목섬유학회 가을 학술

발표회, 2013

- 논문들에 대한 내용들은 실내시험으로 현장에서 발생하는 외부요인들을 고려하지 않아 실증 검증을 하지 못한 상태이고, 실제 적용되지 못하고 있는 실정임
- 인장매트에 대한 설치 및 봉합방법에 대한 특허로는 “SKID식 MAT 포설 방법 (최귀봉, 등록, 한국/제10-0467171호)”,
- “연약지반처리용 토목섬유 이음구조 및 그이음방법 (최귀봉, 등록, 한국/제10-0893699호)”
- “토목섬유매트용 이동식 더블기어 봉합기 및 이를 이용한 토목섬유매트 시공방법 (오상민, 등록, 한국/제10-1156974호)”
- “토목공사용 토목섬유매트의 연결방법 (주식회사 본이앤씨, 출원, 한국/제10-2011-0023589호)”
- “토목건설용 직포매트 봉합용 재봉사 (전한용, 출원, 한국/제10-2001-0018126호)”
- “부양식 매트 포설 공법 및 장비 (신한건설주식회사, 등록, 한국/제10-1292072호)”

IV. 연구개발의 내용 및 범위

□ 비전 및 목표

- 매트포설시 매트 손상 및 중첩포설을 최소화하여 복토 시 연약층 용기 및 함몰로 인한 파손방지하여 안전성 확보를 목표로 함
- 최적의 봉합 접합기술로 인한 공사의 공기지연 감소와 단가가 저렴하고 적절한 강도를 갖는 인장매트 사용으로 모재 강도와 같은 접합부의 인장력을 확보를 목표로 함

□ 연구개발 범위 및 주요 내용

- 토목매트 봉합 기술개발
 - 역할 : 연약지반 부등침하 발생 예방하기 위한 기술 개발
 - 주요기능 : 지오텍스타일, 지오펜브레인, 지오그리드 등의 토목섬유 봉합 가능
 - 시험시간 : 60일 (날씨와 온도 등의 주변 여건에 맞는 기간 조정)
 - 시험 pH : 5, 11, 13 등 현장 연약지반의 pH의 범위내에서 봉합강도 비교
 - 운영온도 : -23℃~50℃ (현장 연약지반의 여름과 겨울기간에 측정된 실제 온도 범위)
 - 봉합기술 : 금속이음, 꿰매음, 접착제 등 다양한 봉합기술에 대한 강도 비교분석
 - 현장설치 : 현장에서 봉합강도에 저하시키는 요인들에 대한 분석 및 해결방안 제시
- SKID 공법 구축
 - 역할 : 토목섬유 매트 포설 기능 (빠른 시공성을 위한 최적화된 현장설치 방법 제안)
 - 주요기능 : 직접포설방법 대체 (시공속도 빠름, 안전성 증대)

□ 단계별 추진 내용

구분	연구개발목표	연구개발내용 및 방법
1차년도	융합기술 개발 및 SKID 공법 보완	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌 및 연구자료 정리 - 기존의 융합방법(인수융합, 핸드미싱, 쿼라이트 미싱융합)과 개선된 융합방법에 따른 인장강도 분석 - 온도, 습도, 먼지, 화학적인 변화 등 접합기술에 대한 경향 분석
2차년도	연약지반에 개발공법 구축 및 운용	<ul style="list-style-type: none"> - 융합방법에 따른 기술 Test-bed 실증 시공 - 현장시공에서 융합 후 인장강도 검증 - SKID 공법 보완 후 설치 및 시범 운용

V. 연구개발성과

□ 핵심 연구개발 성과

- 간척지, 연약지반 도로에 개발하는 경우가 증가하고 있음. 연약지반 특성상 압밀침하를 예방하기 지반개량이 필요함으로 인해 안전성 확보가 필요한 현실임
- 본 기획과제는 연약지반의 압밀침하 발생을 사전에 예방 할 수 있는 융합기술과 매트포설방법으로 기존보다 더 안전성을 확보해질 것임

□ 기대효과

- 기술적 기대효과
 - 본 기획연구과제는 최근 한국, 미국, 일본등의 선진국에서 주도적으로 개발 하고자 하는 기술개발이며, 연구 개발을 통해 손쉽고 저렴하게 전국 연약지반에 사용 할 수 있는 기술개발 과제임
 - 연구 개발을 성공적으로 수행한 결과에 따른 지출적인 파급효과를 정리하면 다음과 같음
 - 인장매트 융합기술 개발 및 상용화를 통한 지역 관련기업 경쟁력 향상
 - 현장 공사 사례로서, 장래 광양만권 연약지반 처리시 (울촌2산단 4백만㎡, 묘도 3백만㎡, 하동 갈사조선단지 6백만㎡) 약 220억원 절감 예상
- 시장 경제적 기대효과
 - 새만금사업과 같이 대규모 해안매립지 등 연약지반개량시 공사지역의 안정성 확보를 통한 지역 개발 공사 확대와 관광산업 지역 경제 활성화 기대
 - 연약지역인 간척지 설치하기에는 부담되는 구간도 효율적으로 설치하고 인력 사고예방을 할 수 있는 기술임
 - 해외 선진국의 기술을 수출 가능하여, 아시아 국가와 차별화된 점 및 기술력을 경쟁력으로 삼아

개발도상국으로 진출하여 수출효과 기대

- 사회적 측면의 기대효과
 - 연약지반 봉합기술과 실용검증으로 국내 및 국외로 기술 보급 및 증대
 - 사람들이 많이 이용하는 간척지, 도로나 인도에 본 기술을 사용하여 부등침하 발생을 예방 할 수 있는 기술임
 - 기술개발로 해외 여러 나라에 모범이 되어 대한민국의 국가 브랜드를 드높일 수 있고 이에 연계되어 다양한 토목산업에서도 대한민국의 높은 기술력을 홍보하여, 기술력을 인정받아 다양한 제품들의 수출력을 향상시킬 수 있음

VI. 연구개발성과의 활용계획

□ 활용방안

- 세계 석유 시장은 토목석유 분야가 전체의 60%를 차지하고 있음
- 활발한 정부의 투자와 민간기업의 시장참여로 인해 빠르게 성장해 나가고 있으며 인프라, 시스템, 서비스등 복잡한 시장구조로 발전하고 있음
- 미국, 일본, 유럽연합등 교통선진국은 1970년대부터 국가 차원에서 토목석유의 도입을 추진하고 있음
- 최근에 발생한 연약지반 부등침하 발생으로 인해 경제적 손실이 발생하고 있으며, 사고의 사전 방지를 위한 봉합기술과 매트포설방법이 필요한 상황임
- 향후 극한 환경 적용 및 재해방지, 개보수, 복구용 등의 토목용 방재기능 보강석유 제품분야의 기술 발전을 기대할 수 있음

목 차

제 1 장 기술의 정의 및 필요성	1
제 1 절 기술정의 및 분류체계	1
1. 기술의 정의	1
2. 기술의 분류체계	1
3. 기술의 내용	2
제 2 절 기술개발의 필요성	5
1. 기술개발 기획 배경	5
2. 기술개발의 필요성	5
3. 기술개발 기획의 목적	7
제 2 장 국내외 논문 및 시장동향	9
제 1 절 국내·외 연구	9
1. 매트 봉합특성 연구	9
2. 토목섬유 국내(해외) 현황	14
3. 국내 기술수준 및 세계 경쟁력	15
제 2 절 국내·외 시장현황 및 전망	15
1. 시장규모 현황 및 전망	15
2. 국내 토목섬유 시장점유현황	18
제 3 절 기술 (특허, 논문 등) 동향	19
1. 국내·외 지식재산권 현황	19
제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략	22
제 1 절 비전 및 목표	22
1. 본 제품 기술개발의 최종목표	22
2. 제품의 주요 핵심기술 개발 내용 및 작동원리	23
제 2 절 추진전략 체계	25
1. 1차년도 기술개발 수립계획	25

2. 2차년도 기술개발 제품 구축계획	25
제 3 절 자원 투입계획	34
1. 주요 연구인력 투입계획	34
2. 사업비 소요예산 산정계획	35
제 4 장 연구개발 실용화 전략	27
제 1 절 현황 분석	27
1. 기술수준 분석	27
2. 연약지반 분포 현황	28
제 2 절 거점 내 수요처 분석	29
1. 기술을 활용한 사업화 방안 및 타켓 수요처	29
제 3 절 시장 진출 전략	29
1. 제품양산 계획	29
2. 판로확보 및 마케팅 계획	30
3. 초기 타켓 수요처	30
4. 해외시장 권역별 진출 전략 및 판매계획	31
제 4 절 기대 효과	32
1. 기술적 측면의 기대효과	32
2. 시장·경제적 기대효과	32
3. 사회적 측면의 기대효과	32
제 5 장 과제 제안요구서 (RFP)	33

표 목 차

[표 1-1] 토목섬유의 품질기준	4
[표 2-1] 지오신세틱 팩 제조용 직포매트의 인장강도 보유율(%)	11
[표 2-2] 봉합부위 강화에 사용된 접착제	11
[표 2-3] 봉합부위 강화에 사용된 접착제	13
[표 2-4] 염수저항성 시험에 의한 접착제별 직포 지오텍스타일의 봉합강도 보유율	13
[표 2-5] 국내·외 토목섬유의 시장현황 및 전망	15
[표 2-6] 국내 산업용섬유의 소비현황 및 전망 [2006]	16
[표 2-7] 국내·외 지식재산권 현황	19
[표 2-8] 국내 봉합관련 연구 현황	19
[표 2-9] 국내 매트관련 연구 현황	20
[표 3-1] 기존(현재) 설치된 각종 사고방지 시설물들의 문제점 및 개선사항	23
[표 3-2] 본 개발 제품의 장점 (차별성)	23

그림 목 차

[그림 1-1] 기술개발 및 제품구축 후 작동 예상도	1
[그림 1-2] SKID식 MAT 포설	2
[그림 1-3] SKID식 MAT + 강제포설	3
[그림 1-4] 토목섬유 봉제방법	4
[그림 1-5] 연약지반 개량 시공 중 지반의 파괴 및 장비의 전도	5
[그림 1-6] 연약지반 개량 후 부등침하 발생 사례	6
[그림 1-7] 기존 토목섬유 MAT 포설 방법 사례	6
[그림 1-8] 서산 간척지 방수제 도로 침하 발생 사례	7
[그림 1-9] 간접포설에 의한 시공 예시 (SKID 공법)	8
[그림 2-1] 국내외 토목섬유 종류별 기업 수	11
[그림 2-2] 접착제별 직포 지오텍스타일의 봉합강도	12
[그림 2-3] 내시공성 시험에 의한 접착제별 직포 지오텍스타일의 봉합강도	12
[그림 2-4] 세계 토목섬유 시장규모 및 전망	17
[그림 2-5] 세계시장에서의 종류별 토목섬유 소비현황	17
[그림 2-6] 국내외 토목섬유 종류별 기업 수	18
[그림 3-1] 기술개발에 의해 제작된 제품의 작동원리 설명도	22
[그림 3-2] SKID 공법 간편한 작동원리	22
[그림 3-3] 연구추진 전략	22
[그림 4-1] SKID공법 개발 개념도	27
[그림 4-2] 봉합방법의 1차 구조 설계도	28
[그림 4-3] 연약지반 분포 현황	28
[그림 4-4] 기술개발 후 주요사용처 예상	29
[그림 4-5] 해외 판로 개척 및 판매계획	31

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

제 1 절 기술정의 및 분류체계

1. 기술의 정의

- 초 연약지반은 토질분류상 점토, 실트 계열의 토질로서 지하수위가 높아 함수비가 클 경우 과도한 침하발생과 측방변형으로 인하여 성토체와 구조물의 안전에 영향을 주는 지반이다. 이러한 곳에 연약지반 개량에 필요한 장비진입을 위해 선행작업으로 저면에 인장매트를 포설한다. 그러나 연약지반이 넓은 지역에서 토목섬유매트와 매트를 연결하기 위해서 재질에 따라서 3선 또는 6선 봉합을 하는데 봉합부위의 봉합강도가 50% 수준으로 매트파손 등 종종 하자가 발생
- 기존에 연약지반에서 토목섬유매트를 설치 방법인 직접포설은 많은 인력이 필요하고 큰 장비가 한쪽부분을 잡아끌면서 매트와 연결부위 손상이 발생한다. 이를 방지하기 위해서 간접포설방법인 SKID식 MAT 포설방법을 사용하면 인력손실 개선 및 매트 손상을 예방하고 공사비 절감을 할 수 있고 매트 접합부의 2차 부등침하 발생을 줄일 수 있음



[그림 1-1] 기술개발 및 제품구축 후 작동 예상도

2. 기술 분류 체계

- 본 개발 공법은 토목섬유매트를 직접포설방법에서 발생하는 연약층의 마찰 및 부착력을 최소화

하는 SKID공법임

- 특히 간척지, 해안도로가 많은 지역, 연약층 지역으로 저면인장 매트포설시 인력이 하는 시공속도보다 빠르며 안전하게 포설 할 수 있는 기술이라 판단함
- 주요 적용 기술의 세분화 하면
 - 토목섬유 MAT 포설 공법 기술 : 토목섬유 매트 포설은 장비의 원활한 시공을 위한 주행성을 확보고, 재료의 분리기능 및 지반의 국부적인 파괴, 유동, 함몰 등의 사전에 예방함 (우선 설치 주요구간 : 간척지, 항만부지, 해안도로, 연약지반지역)
 - 2차사고 예방 기술 : 봉합기술은 토목섬유 매트 연결 부위의 인장강도를 높여 줌으로 인해 2차 부등침하 방지하는 기술임. 특히 넓은 간척지는 토목섬유 매트 연결 범위가 넓기 때문에 꼭 필요한 기술임

3. 기술의 내용

- 본 제품의 기술 개발을 성공적으로 적용하기 위한 요소기술은 다음과 같음
 - 저면 매트 포설시 저면 매트와 연약 점토층 간의 마찰력 및 부착력을 최소화하기 위하여 받침대를 당겨 받침대 위에 적치된 매트를 포설하는 기술
 - 받침대 위의 매트를 풀면서 포설하는 방식으로 매트의 파손 및 손상 없이 1회 매트포설량을 최대화 할 수 있고 인력에 의한 봉합을 최소화함에 따라 시공속도가 빠르게 하는 기술
- 세부항목별 기술개발 내용
 - 포설 공법 별 세부 방법
 - SKID식 포설



[그림 1-2] SKID식 MAT 포설

- 매트 포설 계획에 의거 매트 적하 위치를 측량한 후 적하함 공장에서 반입된 매트를 적정 폭까지 퀸라이트 미싱(Queen Light 미싱)으로 모재 강도 이상 되게 봉합함 (매트 폭은 14m 를 기본으로 하나 시행하면서 적절히 조절함)
- 퀸라이트 미싱으로 봉합하면서 잘 풀릴 수 있도록 폭 2~3m 정도로 겹치게 야적함. 이때 매트 받침대 위에 호트러지지 않고 효율적으로 올려 놓을 수 있도록 저면에 파렛트나 로프를 펴놓음 적정 길이만큼 봉합되면 매트를 윈치나 굴삭기를 이용하여 준비된 받침대 위에 올려 놓음 3~4개의 받침대를 1개조로 하여 횡방향으로 연결, 이때 와이어 로프(φ22)로 당길 때 받침대가 안쪽으로 쏠리는 것을 방지하기 위하여 받침대 저부에 방향키를 밖으로 쏠리도록 조정
- 받침대 위에 올려 놓은 다음 매트 시점부분을 펴서 호안 위에 시방규정에 맞춰 앵커링 한 받침대를 당기는 로프를 반대편 쪽에 있는 윈치나 크레인 등에 연결, 신호수의 지시에 따라 로프를 가급적 일정한 속도로 당김단계별로 상기 순서에 맞춰 포설 단계 포설이 완료 되면 매트와 매트 사이의 봉합은 4선 수봉합 또는 핸드미싱으로 봉합 매트 포설이 완료되면 시방규정에 맞게 앵커링 함

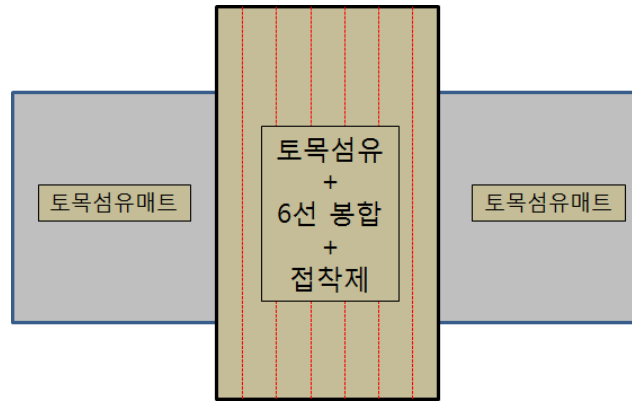
○ SKID식 포설 + 강제포설



[그림 1-3] SKID식 MAT + 강제포설

- 기존 SKID식 포설방법 후 사각 견인으로 인한 Mat 이격거리 견인을 위하여 30 ~ 50매 간격으로 P.P로프를 이용하여 측방으로 강제 견인(포설)
- 단계별로 상기 순서에 맞춰 포설 단계포설이 완료되면 매트와 매트 사이의 봉합을 4선 수봉합 또는 핸드미싱으로 봉합 매트
- 포설이 완료되면 시방규정에 맞게 앵커링함

○ 봉합기술



[그림 1-4] 토목섬유 봉제방법

- 매트의 현장 봉합은 최대 인장변형 방향(도로 성토의 경우 도로 폭 방향)과 평행하게 이루어져야 한다. 봉합사는 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리아미드, 케블라 섬유 재질이어야 하며, 가급적 매트의 구성 재질과 동일하게 한다. 역학적으로 문제가 없을 경우에는 감독원의 승인을 얻어 봉합 대신 일정 길이 이상 단부를 겹치게 하는 방법으로 매트를 연속적으로 깔 수 있으며, 이 경우 표 1-1의 봉합강도에 대한 규정 사항을 적용하지 않음

[표 1-1] 토목섬유의 품질기준

시험항목	토목섬유의 용도	
	지반보강(활동방지) 지지력 증진용	배수 및 층 분리용
최대인장 변형률	30%	-
인장강도	토목섬유의 인장응력-인장변형률 특성은 설계조건에 부합하여야 하며, 설계에 명시되지 않은 경우는 인장변형률 10% 이내에서 설계 인장강도(계산 시 사용한 인장력)가 발휘되어야 함.	30kN/m (3tonf/m) 이상
수직투수계수	$1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 이상	$1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 이상
봉합강도	설계허용 인장강도이상(주인장 방향이 아닌 경우 설계허용 강도의 50% 이상)	

(자료원: 토목섬유 매트 포설공 시방서)

- 봉합재료는 토목섬유 매트와 동일한 원사가 탄력성이 높고 견고한 합성섬유 재질로 짜여진 제품개발
- 설계허용 인장강도 값의 80%이상의 강도 값을 가지는 봉합기술개발
- 용도, 설계조건, 시공환경 등을 고려하여 적절한 제품을 선정
- 기존 봉합강도보다 높은 강도와 저렴한 재료 사용 필수임

제 2 절 기술개발의 필요성

1. 기술개발 기획 배경

- 토목섬유가 본격적으로 사용된 1970년대 초기에는 주로 토사의 세굴방지와 여과의 목적으로 이용되었다가 그 후에는 지반의 분리, 보강 또는 배수의 기능으로 널리 이용되고 있음. 최근에는 방수, 균열 방지, 지반구조물의 보호, 충격흡수, 폐기물 매립지, 연약지반보강, 터널, 간척지, 도로건설, 옹벽 및 사면보호 등의 목적으로 사용되고 있음
- 국내 건설시장 개방에 대비하기 위해 설계, 시공, 특성시험법 등의 토목섬유 관련기술의 체계적 정립과 함께 토목섬유의 신제품 및 새로운 관련공법 개발, 토목섬유 적용방안 연구 등이 절실히 요구되는 시점임



[그림 1-5] 연약지반 개량 시공 중 지반의 파괴 및 장비의 전도

2. 기술개발의 필요성

- 기술 개발의 필요성은 지오텍스타일 생산적 한계에 의해 토목자재로서 넓은 범위에 포설되어 역학적 보강재 등의 부재로서 작용할 때 접합(seam)을 통해 연속성을 확보할 필요성 있음
- 연약지반보강, 간척지 등 지오텍스타일 접합강도 약화로 지반침하 방지를 위한 대책이 필요한 시점임
 - 접합방법은 단순 겹침과 봉합법이 적용 되고 있음
 - 지오텍스타일이 토목섬유 제품을 구성하기 위해 필수적인 공정이 접합, 특히 봉합과정이며 이 봉합거동이 지오텍스타일로 구성된 제품의 역학적 특성을 결정짓는 경우가 대부분임
 - 지오텍스타일 접합공법에서 기본적인 봉합 메커니즘에 대한 이해가 부족하고 관련 정보의 부족으로 시행착오가 빈번히 발생하며 품질관리 단계에서도 봉합거동에 대한 정확한 관리

기준이 미흡한 실정에 있음



[그림 1-6] 연약지반 개량 후 부등침하 발생 사례



[그림 1-7] 기존 토목섬유 MAT 포설 방법 사례

- 연약지반 개량 후 2차 지반 침하 발생하고 있으며(연약지반 도로/아산 오피스텔/부산 신항만), 기준은 토목섬유 MAT 포설 방법은 연약지반과 마찰력과 부착력이 크게 발생하여 비효율적임



[그림 1-8] 서산 간척지 방수제 도로 침하 발생 사례

- 성토공사 후 다짐까지 했음에도 땀흙 성토재로 인한 다짐부실 등으로 도로가 질척거리고
지반침하 현상까지 발생하고 있어 개선·보안이 필요한 상황임

3. 기술개발 기획의 목적

- 본 기술은 연약지반의 부등침하 발생을 사전에 예방하고 토목섬유 MAT 포설방법 및 MAT봉합 기술 개발을 통해 2차 침하 발생을 사전에 예방할 수 있는 기술 및 제품개발과 현장실증에 있음
- 기존에는 토목섬유 MAT 포설방법이 직접 포설방법으로 인해 평탄한 포설을 못하고 MAT손상을 주는 상황들로 인해 안전사고 및 파손이 높았음
- 간척지, 연약지반 지역에 본 제품을 설치 시 인장력을 극대화 할 수 있는 평탄한 포설을 유도하며 매트손상을 방지하고 현장봉합 기술 적용을 통해 품질관리 향상하는 것이 목적임



[그림 1-9] 간접포설에 의한 시공 예시 (SKID 공법)

제 2 장 국내외 논문 및 시장동향

제 1 절 국내·외 연구

1. 토목섬유 매트 융합특성 연구

- 우리나라의 경우는 산업용 섬유의 소비가 전체 섬유소비에서 차지하는 비율이 일본, 미국 등과 비교하여 아직은 낮음
- 국내 MAT 융합방법 연구 : 토목섬유 제품에 따라서 융합방법이 다르며 토목섬유와 토목섬유를 연결하는 융합 기술을 말함
 - 기존 융합기술은 토목섬유와 토목섬유를 같은 제품의 섬유로 봉제하거나 부착 및 접착을 사용함
 - 따라서 기존 융합부분에 인장강도가 토목섬유의 인장강도보다 현저하게 낮게 나오므로 인해 2차 부등침하가 발생할 수 있음, 융합밀도가 조밀할수록 융합강도는 증가하나 일정 값 이상에서는 원 토목섬유의 손상을 유발하여 강도가 감소함으로 인해 새로운 융합 기술이 필요함
 - 지오텍스타일
 - 필라멘트사, 또는 방적사를 이용하여 평직, 능직, 주자직으로 구분되는 직포형 지오텍스타일이 있으며 사용되는 실은 보통 1,000~3,000 데니어 정도의 실을 연사하여 사용한다. 직물 밀도는 경, 위사 방향으로 인치당 19~21개가 일반적이며 주로 폴리에스테르와 폴리프로필렌 섬유가 사용되고 있으나 폴리프로필렌 섬유는 내광성이 약한 단점이 있다. 또한 장섬유나 단섬유를 랜덤하게 배열하여 결합시킨 부직포 지오텍스타일은 단섬유의 경우 니들펀칭 공정을 이용, 제조하며 장섬유의 경우 스펀본드 공정으로 중량 200~800g/m² 정도로 적층하여 니들펀칭 또는 열융착 등의 방법으로 결합시킨다. 일반적으로 구성섬유들이 무질서하게 엉켜있는 구조를 형성하고 있어 역학적, 수리적 특성이 우수하며 폴리프로필렌과 폴리에스테르 섬유가 주로 이용 되고 있음
 - 지오멤브레인
 - 지오멤브레인은 액체봉쇄를 목적으로 최근 널리 사용되고 있으며 국제산업직물협회(IFAI, Industrial Fabrics Association International))에 의하면 독성 폐기물, 산업용과 가정용의 쓰레기 매립, 흙 댐 및 터널방수 등 특별한 용도에 사용된다. 미국환경부(Environmental Protection Agency, EPA)에서는 지오멤브레인을 FML(Flexible Membrane Liner)로 정의하며, 고분자수지와 카본블랙, 첨가제가 혼련된 칩을 flat die(T-die)가 부착된 압출기를 이용하여 sheet상으로 압출시킨 다음 로울러 연신장치를 통과시켜 지오멤브레인으로서의 성능을 부여한다. 한편, flat type의 지오멤브레인 제조에 사용되는 동일한 칩을 flat die 대신 circular die가 부착된 장치를 통과시켜 blown type의 지오멤브레인을 제조한다. 이들 두 가지 형태의 지오멤브레인은 압출방식의 차이에 의해 다른 형태학적 구조를 나타낸다.

Flat die를 사용할 경우에는 로울러 연신에 의해 die 전반부의 폭과 두께가 die 후반부에 비해 커지며, circular die를 사용할 경우에는 이와 반대의 현상이 나타난다. 이러한 형태학적 차이는 지오멤브레인 접합 시 불량시공의 원인이 되며 지오멤브레인의 전반적인 물성에도 중요한 영향을 미치게 되므로 권취 및 연신공정을 적절하게 제어하여야만 한다. 그리고 표면처리된 지오멤브레인도 있으며, 제조방법에는 spray-on 공정, 조각 로울러를 이용하는 공정, 코팅공정 등이 있으며 공통적인 특징은 표면에 요철구조를 형성하여 흠과의 마찰저항을 향상시켰다는 점

○ 지오그리드

- 지오그리드는 리브(rib)사이에서 대략 1~10cm의 큰 공간인 apertures를 가진 격자형 재료이며 리브의 구성, 교차연결 또는 결합방법은 다양하게 변화시킬 수 있고 하중을 받는 방향의 보강재로 사용된다. 압출기를 통과한 HDPE 지오멤브레인을 로울러에 통과시켜 격자모양의 그리드 형태로 구멍(apertures)을 뚫은 다음 일축 또는 이축으로 연신시켜 타원형 모양으로 제조되는 강성 지오그리드와 직물이나 편물형태의 band fabrics과 필라멘트사를 각각 경위사방향으로 공급하여 apertures를 형성시킨 연성 지오그리드가 있다. 연성 지오그리드의 경우 주로 고강력 폴리에스테르 실이 원료로 사용되며, 경위사의 결합점에서의 접합을 강화하고 일광 및 자외선에 대한 저항성을 향상시키기 위하여 PVC, 역청, 콜타르 등과 같은 수지를 적정 용제로 용해시켜 지오그리드를 피복시킴

○ 지오네트

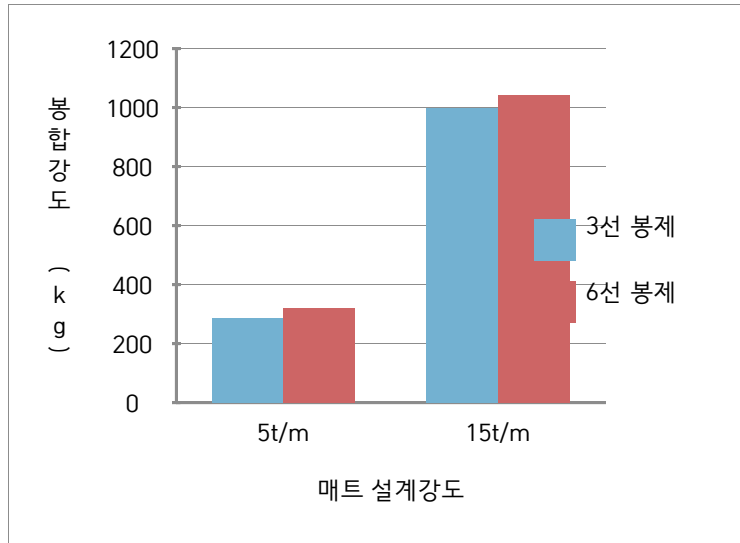
- 지오네트는 서로 반대방향으로 운동하는 회전 dies를 통하여 얻어지는 strand를 일정한 각도로 교차시킨 2세트의 평행한 구조를 가지며 이들 strand들은 각각 교차점에서 용융, 접착되고 원료고분자로는 주로 폴리에틸렌이 사용되고 있음

○ 지오웹

- 지오웹은 띠형태를 가진 매우 거친 폴리에스테르 섬유와 HDPE 띠를 초음파로 접착하여 형성되는 세포망 형태로 구분되며 침식방지와 지반보강용으로 널리 사용되고 있다. 서로 연결된 셀로 구성되며 각각의 셀은 두꺼운 매트리스에 의해 흠으로 채워지고 제방을 쌓는데 기초 보강재 역할을 하며 연약지반의 얇은 퇴적물 위에 적용된다. HDPE 지오웹은 지하토양보강을 위해 과립상 물질을 채우는 용도로 사용되어 왔으며, 점진적인 stacking과 지오셀층 위에 다른 층을 채우는 경사 건설에 사용되고 있음

□ 학술발표자료[2003] 연약지반 보강용 토목합성재료 팩의 봉합특성, 전한용 외 3명

- PET 및 Basalt 직포매트의 봉합강도에 관한연구는 다음과 같다. PET 직포매트의 경우 봉합선이 많을수록 봉합강도가 향상됨, Basalt 매트의 경우 오히려 봉합선이 많을수록 봉합강도가 저하됨. Basalt 섬유 특유의 표면 매끄러움으로 인해 봉합이 어렵다. 특히, 바늘 위입시 경위사의 slippage가 발생하여 봉합이 어렵고 봉합이 되더라도 하중부가 시 신율이 작기 때문에 쉽게 절단 나기 때문에 3선봉합을 선택해야 함 [표 3-2 참조]



[그림 2-1] 국내의 토목섬유 종류별 기업수

- PET 및 Basalt 직포매트의 산성(pH 4)와 알칼리성(pH 10) 및 온도변화(25°C, 50°C)일 때 인장강도 보유율(%)은 다음과 같다. 산성인 경우에 온도변화에도 인장강도율은 거의 변화가 없지만, 알칼리성인 경우에는 온도의 변화에 따라서 매트의 강도가 저하되는 것으로 보아 강도저하 인자를 꼭 고려해봐야 함

[표 2-1] 지오신세틱 팩 제조용 직포매트의 인장강도 보유율(%)

구 분		PET 매트		Basalt 매트
		5t/m	15t/m	15t/m
pH 4	25°C	99.4	99.6	100
	50°C	99.5	99.5	
pH 10	25°C	94.3	95.2	
	50°C	88.6	89.1	

□ 보고서[2009] 직포 지오텍스타일의 봉합특성 관련 장기성능 평가

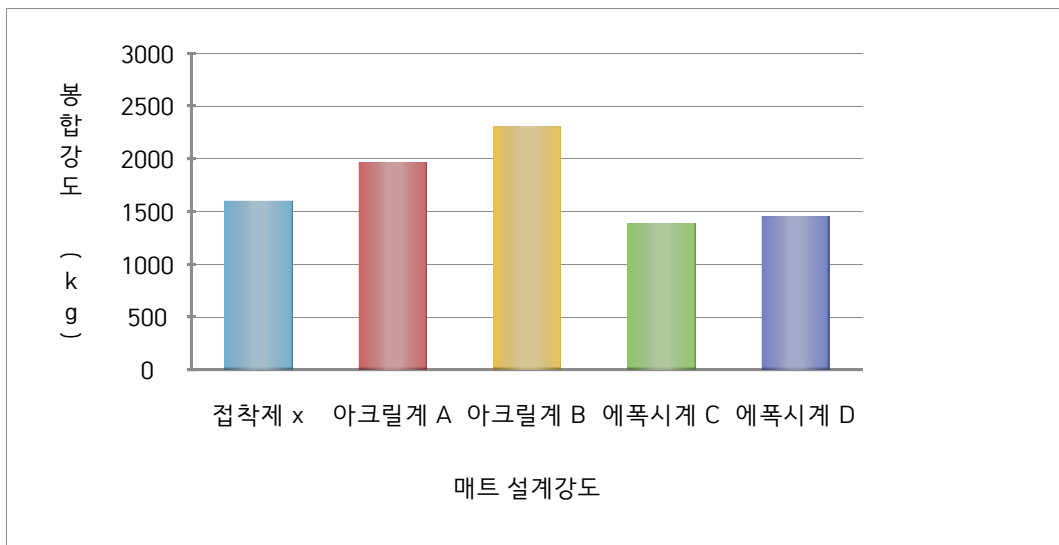
○ 직포 지오텍스타일의 봉합특성

- 직포 지오텍스타일 봉합부위 강화를 위해 접착제를 사용하여 봉합강도와 봉합효율을 분석함. 접착제를 사용하지 않은 경우보다 접착제를 사용한 경우 봉합강도가 증가함을 알 수 있었으며, 에폭시계 접착제보다는 시아노 아크릴레이트계 접착제를 사용하였을 경우 봉합강도가 크게 향상되었음. 접착제의 점도와 굳는 시간 때 발생하는 경화의 차이로 인해 봉합강도의 차이를 보임

[표 2-2] 봉합부위 강화에 사용된 접착제

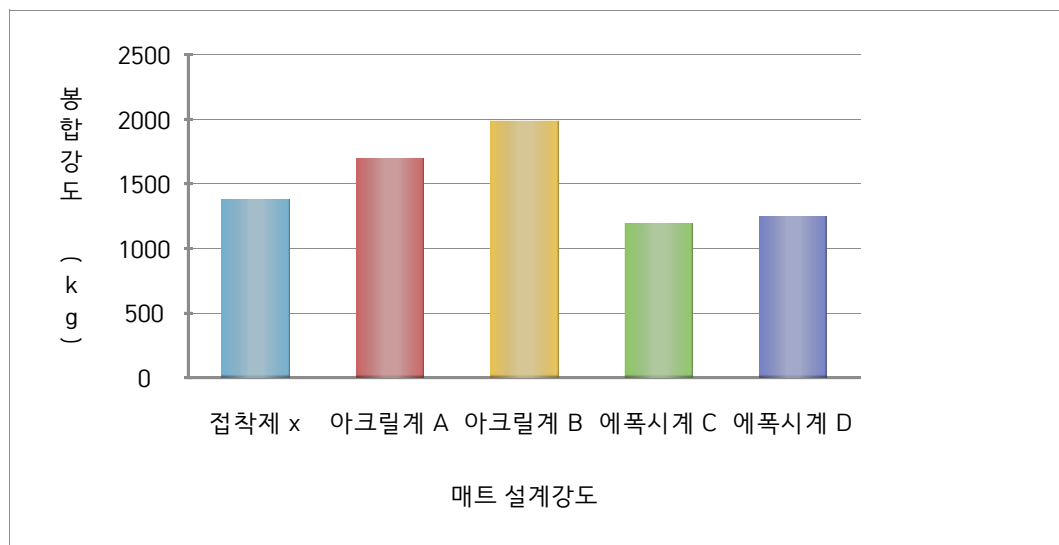
접착제	종류	
시아노 아크릴레이트계 접착제	A (Loctite 401)	B (AXIA 031)
에폭시계 접착제	C (Devcon 2T)	D (Epoxy DP-100)

- 봉합강도와 마찬가지로 접착제를 사용하지 않은 경우 보다 접착제를 사용한 경우 봉합부위의 손상이 적음을 알 수 있으며, 시아노 아크릴레이트계 접착제 사용한 경우 에폭시 접착제 사용한 경우 보다 내시공성 시험에 의한 봉합부위의 손상이 적음



[그림 2-2] 접착제별 직포 지오텍스타일의 봉합강도

- 내시공성 평가방법인 ISO 10722에 의거하여 직포 지오텍스타일의 봉합부위의 시공 시 손상을 시험한 다음 봉합강도 보유율(%) 다음과 그림 2-3과 같음.



[그림 2-3] 내시공성 시험에 의한 접착제별 직포 지오텍스타일의 봉합강도

- 시아노 아크릴레이트계 접착제의 경우 B (AXIA 031)의 봉합부위 손상이 상대적으로 적음
- 봉합부위의 화학저항성 온도 23℃, 50℃, pH 5, 11, 13에서 30일 동안 침지시킨 직포 지오텍스타일의 봉합강도 보유율은 다음과 표 2-3과 같음

[표 2-3] 봉합부위 강화에 사용된 접착제

시험조건		접착제	봉합강도 보유율(%)			
			A (Loctite 401)	B (AXIA 031)	C (Devcon 2T)	D (Epoxy DP-100)
pH 5	23℃		96.5	98.4	86.4	85.6
	50℃		94.8	96.8	82.4	82.3
pH 11	23℃		96.2	98.7	84.3	83.5
	50℃		94.3	95.8	78.2	78.6
pH 13	23℃		96.1	96.6	79.4	82.8
	50℃		93.2	94.5	76.8	73.4

- 접착제를 부가하지 않은 경우 보다 접착제를 부가한 경우 봉합부위의 화학저항성이 우수함을 알 수 있으며, 시아노 아크릴레이트계 접착제 부가의 경우 에폭시 접착제 부가의 경우 보다 화학저항성이 큼.
- 봉합부위의 염수저항성은 실온의 해수조건을 모사한 NaCl 3.8%용액에 30일 동안 침지시킨 직포 지오텍스타일의 봉합강도 변화율을 표 2-4에 나타냄

[표 2-4] 염수저항성 시험에 의한 접착제별 직포 지오텍스타일의 봉합강도 보유율

접착제	A (Loctite 401)	B (AXIA 031)	C (Devcon 2T)	D (Epoxy DP-100)
봉합강도 보유율(%)	97.5	99.8	84.6	82.4

- 봉합강도 보유도 시아노 아크릴레이트계 접착제의 경우가 염수저항성도 우수함. 특히, B (AXIA 031)가 봉합강도 보유율이 가장 큼

- 국내 SKID식 매트 포설 방법 연구 : 토목섬유매트를 직접포설방법에서 발생하는 연약층의 마찰 및 부착력을 최소화 하는 SKID공법을 말함
 - 매트포설은 간척지, 해안도로가 많은 지역, 연약층 지역임

- 따라서 매트포설을 통해 지반의 부등침하 발생을 예방할 수 있는 기술이라 판단함
- 직접포설법의 취약점인 연약층의 마찰 및 부착력을 최소화하기 위해서 SKID를 이용함
- 균일한 매트포설이 가능해지고 포설 시간을 단축할 수 있는 경제성을 가지고 있음

2. 토목섬유 국외(해외) 현황

- 일본, 미국 등 선진국 등은 저임금을 바탕으로 한 개발도상국의 저가 의류용 섬유산업에서 잃어가는 경쟁력을 산업용 섬유에서 되찾고자 섬유산업의 구조조정을 벌여왔음
- 미국 산업정보 전문 조사기관 **Freedonia**의 2013년 조사에 의하면, 미국의 **Geotextile** 시장 수요는 2012년 기준 6억3600만 평방 야드 수준에서 2017년까지 약 6.6% 증가하여 8억7500만 평방 야드에 달할 것으로 예상되며, 그 가치는 약 7억7500만 달러에 달할 것으로 전망하고 있음
- Geotextile 시장은 크게 교통 인프라(Transportation Infrastructure), 건설(Construction), 쓰레기 매립지(Landfills), 기타 시장(Other Markets) 등으로 나누며, 활발한 정부의 투자와 민간의 시장참여로 인해 빠르게 성장해 나가고 있으며 인프라, 시스템, 서비스 등 복잡한 시장구조로 발전하고 있음
- 미국의 산업용 섬유 산업의 미래는 신기술 개발에 사활이 걸려있는 가운데 미국은 신기술 개발 및 연구 부문에 지속적인 투자를 하고 있음.
 - 미국
 - 미국은 Geotextile 시장 중에서도 부직포(Nonwoven) 형식의 제품이 기타 형식 제품 대비 가장 큰 비율을 차지했으며 그 수요량은 2017년까지 6억8500만 평방 야드에 달할 것으로 예상
 - 미국의 산업용 섬유 소비는 2000년에 426만 파운드에 달하고 있으며 1996년 이후 지속적으로 증가현상을 기록하고 있음. 1996년 이후 2000년까지 연평균 성장률은 3.5%로 나타나 같은 기간 미국 GDP 성장률보다 높은 수준을 나타내고 있음
 - 이탈리아
 - 신뢰성 있는 수요 분석 통계가 없어 이탈리아의 산업용 섬유 시장 규모를 추산하기는 어려우나, 최근 3년간 주요 산업용 섬유별 수입규모와 이탈리아의 대외 수출액 추이를 볼 때 시장이 지속 확대되고 있는 것으로 파악됨
 - 대기업과 중소기업의 관계는 상당히 수평적 협업관계로 소재, 기획, 생산, 유통간의 효율적인 네트워크가 이루어지고 있으며, 이는 이탈리아 섬유산업의 강점이자 단점임
 - 프랑스
 - 프랑스 산업용 섬유시장은 정부와 관련 기관, 협회에서 생산업체를 대상으로 다양한 기술 지원과 자금지원에 바탕을 둠
 - 기술적인 측면에서 산업용 섬유와 의류용 섬유를 특별히 구분짓지 않고 개발적인 관점에서 같은 개념으로 취급하고 있는 것이 특징

- 프랑스 정부에서 추구하는 것은 고기능성 섬유 연구개발 제조생산과 수입에 의존하지 않고 궁극적으로는 수출증대를 목표로 함

○ 일본

- 일본화학섬유협회가 실시해 오던 소재별 섬유소비동향은 2000년 이후 천연소재에 대한 조사가 중지되어 연속성은 없으나 밀소비에 대한 조사결과 '04년 산업용 소비량의 소재별 순위는 폴리에스텔 장섬유, 나이론 장섬유, 폴리에스텔 단섬유의 순임. 산업자재를 망라한 통계데이터가 없어 최근 동향의 파악이 불가능 하나 최근 화학섬유 소비량의 약30%가 산업용도인 것으로 예측되고 있음. 화학섬유의 2004년 생산량은 전년비 2.8%감소한 총196.2만톤임 산업용소재로 사용되는 공업용 섬유의 종류별 구성비를 보면 화학섬유 65.2% (128만톤), 유리섬유 34.3%(67.2만톤), 탄소섬유 0.5%(1만톤)의 순임
- 화학섬유의 소비량에 대한 정보입수가 불가능 해졌으나 의류용 섬유를 대신해 산업섬유의 비중이 높아지고 있음
- 최근 일본기업들은 고성능, 고기능 섬유의 개발이 한창이며 이 분야의 기술은 세계 최고수준으로 알려지고 있음. 소재는 산업자재용도를 중심으로 전개되고 있음

3. 국내 기술수준 및 세계 경쟁력

- 아직 미국, 유럽, 일본보다는 기술 수준은 낮지만, 국내 토목섬유는 토목·건설·농업·원예용의 신기술신제품의 개발을 통해 토목섬유 전문전시회의 출품을 통한 홍보활동이 대일 시장개척에 매우 중요함
 - 다양한 IT 기반 및 사업을 통한 기술 & 서비스 노하우 보유 함
 - 동남아, 중남미등 세계적인 시장규모 확대
 - 중국, 인도 등 개도국 중심의 국제경쟁 가속화로 시장선점 불확실
 - 산업용 섬유의 미국 시장 진출은 단지 제품을 미국에 수출한다는 개념에서 벗어나 기술도 같이 수출한다는 개념에서 접근해야 함
- 정부의 다양한 투자와 민간기관 및 중소기업과의 협력으로 많은 부분에서 연구 개발하여 기술발전의 필요성 있음

제 2 절 국내·외 시장현황 및 전망

1. 시장규모 현황 및 전망

[표 2-5] 국내·외 토목섬유의 시장현황 및 전망

(단위:억원)

구 분	시장규모 (2013년 기준)	예상 시장규모(2019년)
세계 시장규모	토목섬유 시장 (35억 6,000만 달러의 시장)	연 평균 9.5%의 성장률 예상
아시아·태평양 시장규모	11억 달러 규모 추정	연 평균 13.9%로 성장 예상
산출 근거	[2014] MarketsandMarkets Analysis, KTTA 섬유·패션 R&D지원센터	

□ 국내 산업용섬유는 2000년 기준 2010년까지 25% 이상의 국내소비 성장이 있었음

[표 2-6] 국내 산업용섬유의 소비현황 및 전망 [2006]

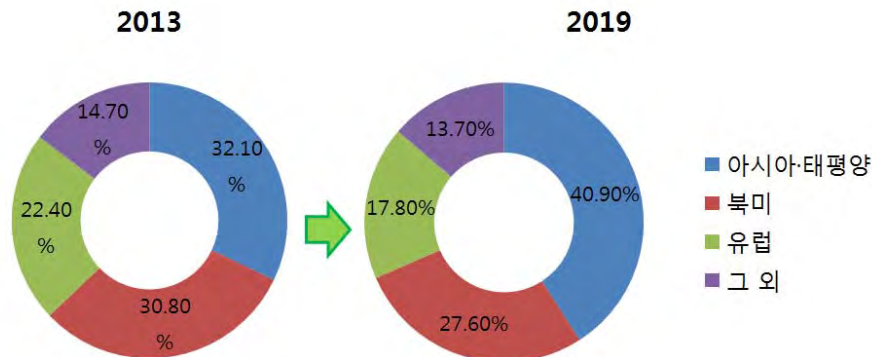
(단위:천ton)

연도 \ 용도	2000년	2005년	2010년	증가율(%)
토목섬유	84.5	102.5	120.0	42.0

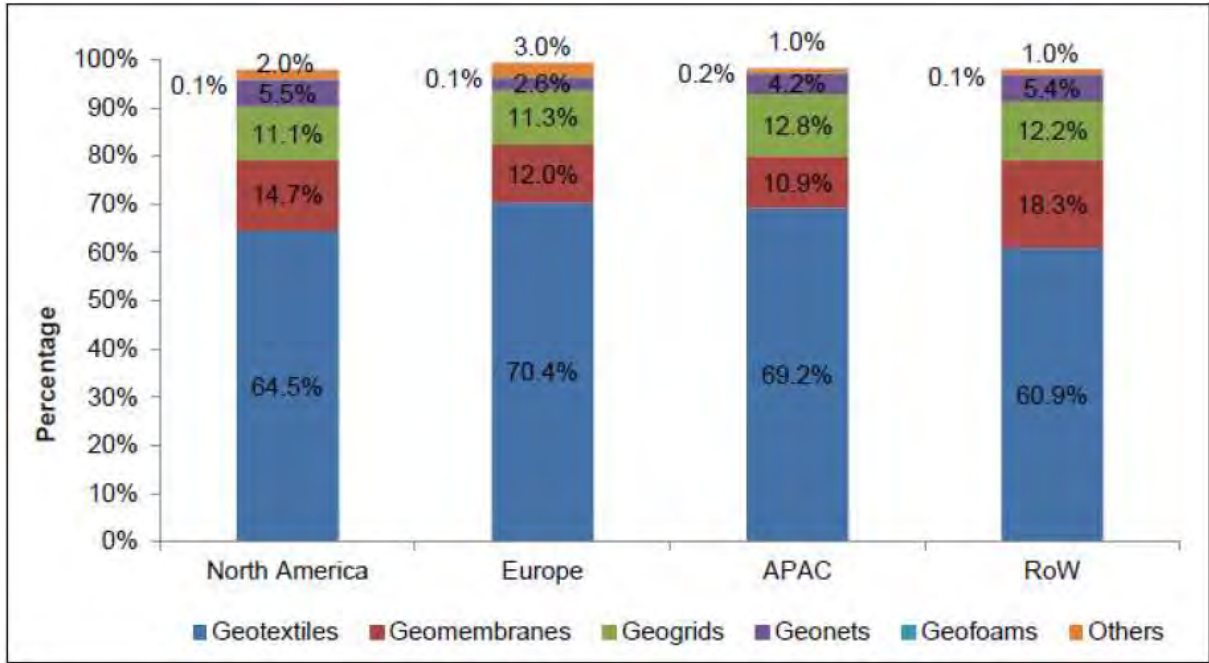
자료원: www.kotra.or.kr

□ 세계 주요국 시장

- 2013년 대비 2019년에는 아시아의 폭이 점차 확대되고 있으며, 2013년에 아시아의 마켓이 32.1%에 불과하였으나, 2019년이 됨으로써 40.9%로 확대되고 있는 실정이며 반면에 북미와 유럽등은 현재보다 규모가 줄어들것으로 전망됨
- 글로벌 ITS시장은 미국, EU, 일본이 주도하고 있으며 이들의 시장 점유율은 2011년 기준으로 각각 39.1%, 31.4%, 16.8%임



[그림 2-4] 세계 토목섬유 시장규모 및 전망



Source: Primary Interviews and MarketsandMarkets Analysis

[그림 2-5] 세계시장에서의 종류별 토목섬유 소비현황

- 토목섬유의 가장 기본이 되는 연약지반용 보강, 분리, 지지 부분에서 상당수량이 사용되고 있으며, 해안근처에 있는 지반에 건설하기 위해서 필수적으로 필요함

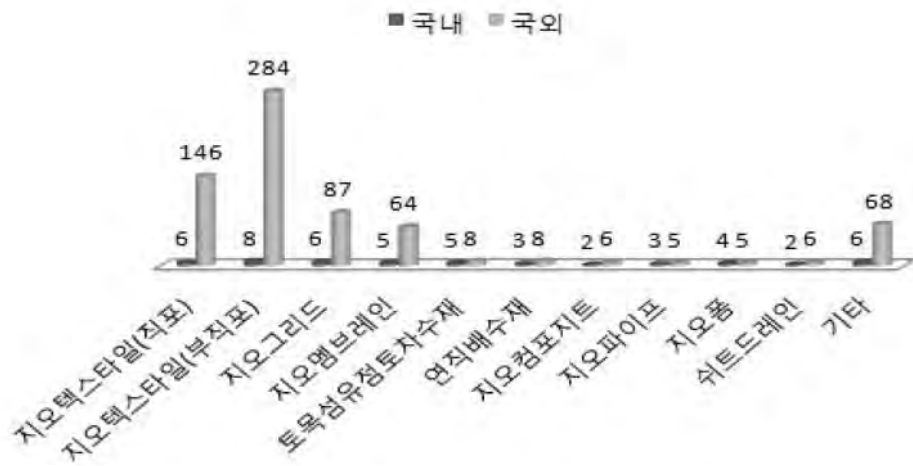
□ 국내 시장

- 국내 토목섬유 시장규모는 2008년 기준 약 3000억원 이지만 아시아 시장을 활로를 찾는다면 꾸준히 성장할 전망
- 세계시장의 아시아·태평양은 약 32%에 불과하지만 미국, EU 등 주요국보다 시장규모가 더 빠르게 성장하고 있음
- 본 사업에서 개발 하고자하는 제품은 연약지반 보강에 활용되어 바로 적용할 수 있는 장점이 있으며, 틈새시장이 형성될 것이라 판단함

2. 국내 주요기업 / 제품 / 기술 및 시장점유 현황

□ 국내의 토목섬유 종류별 기업수

- 토목건설용 고분자 재료는 주로 지오텍스타일이 압도적으로 우세하지만 지옴브레인, 지오그리드의 사용량도 늘어나고 있으며, 토목섬유복합재료를 사용하는 경우도 꾸준히 증가 하고 있음



[그림 2-6] 국내의 토목섬유 종류별 기업수

자료원: www.kotra.or.kr

제 3 절 기술 (특허, 논문 등) 동향

1. 국내 · 외 지식재산권 현황

[표 3-1] 국내 · 외 지식재산권 현황

지식재산권명	출원인	등록여부	출원국/특허(등록)번호
① SKID식 MAT 포설 방법	최귀봉	등록	한국/제0467171호
② 토목섬유매트용 이동식 더블기어 봉합기 및 이를 이용한 토목섬유매트 시공방법	오상민	등록	한국/제10-1156974호
③ 토목공사용 토목섬유매트의 연결방법	주식회사 본이앤씨 (홍은수)	출원	한국/제10-2011-0023589호
④ 토목건설용 직포매트 봉합용 재봉사	전한용	출원	한국/제10-2001-0018126호

[표 3-2] 국내 봉합관련 연구 현황

국내 논문 명	저자명	학술지명/발행처	권호사항
① 토목섬유의 봉합강도에 관한 연구	원명수 외3명	한국토목섬유학회 학술발표회 /한국지반신소재학회	Vol.2013 No.11 (pp.35~56)
② 토목섬유매트를 활용한 호안축조공사 사례 연구	박정준 외2명	한국지반신소재학회 논문집 /한국토목섬유학회	Vol.2007 No.2 (pp.7~13)
③ 지오텍스타일 튜브의 봉합강도에 대한 고찰: (1) 파괴거동과 요구강도	유중조 외 2명	한국토목섬유학회 학술발표회 /한국토목섬유학회	Vol.2007 No.11 (pp.241~246)
④ 지오텍스타일 튜브의 봉합강도에 대한고찰: (2) 봉합거동의 이해	유중조 외 2명	한국토목섬유학회 학술발표회 /한국토목섬유학회	Vol.2008 No.4 (pp.215~220)
⑤ 토목섬유 결속방법에 의한 봉합특성 해석	전한용 외 4명	한국토목섬유학회 학술발표회 /한국지반신소재학회	Vol.2012 No.11 (pp.83~87)
⑥ 연약지반 보강용 토목합성재료 팩의 봉합특성	전한용 외 3명	한국토목섬유학회 학술발표회 /한국토목섬유학회	Vol.2003 No.1 (pp.271~274)

[표 3-3] 국내 매트관련 연구 현황

국내 논문 명	저자명	학술지명/발행처	권호사항
① 연약지반상 대나무매트 보강시 체체의 안정성에 관한 연구	전중호	전남대학교 산업대학원	[2002] 석사논문
② 연약지반 개량을 위한 샌드매트와 천연섬유매트의 성능평가 분석에 관한 연구	홍영기	인천대학교 대학원	[2011] 석사논문
③ 연약한 준설풀성토 매립시 포설된 PET 매트와 지반거동에 관한 연구	이만수 외 2명	한국지반공학회논문집 /한국지반공학회	Vol.22 No.3 (pp.13~21) [2006]
④ 연약지반상의 성토체 보강공법에 관한 연구: 토목섬유를 이용한 보강을 중심으로	조성민 외 3명	한국도로공사 도로연구소	[1999]

① 특허정보넷 키프리스 검색자료 (유사제품 등록 건)

특허명 : SKID식 MAT 포설 공법 출원인 : 최귀봉 특허번호 : 제0467171호	
대표도	요약내용
	<p>◆ 본 SKID식 포설은 저면 매트와 연약 점토층 간의 마찰 및 부착력을 최소화하기 위하여 받침대 위에 적치된 매트를 풀어주면서 포설하는 방법임</p> <p>매트를 풀면서 포설하는 방식으로 매트의 파손 및 손상없이 1회 매트포설량을 최대화 할 수 있고 인력에 의한 붕합을 최소화함에 따라 시공 속도가 빠른 장점이 있음</p>

◆ 위 등록제품의 분석 :

1) 위 등록제품은 연약한 기초지반의 흙이 샌드매트층 모래로 혼입되는 것을 방지하고 시공장비의 주행성을 확보하며 부등침하 또는 연약지반의 활동 방지하는 목적임

2) 당사의 제품은 저면 매트 포설시 저면 매트와 연약 점토층 간의 마찰 및 부착력을 최소화하기 위하여 받침대 위에 적치된 매트를 풀어주면서 포설하는 기술임

3) 당사의 제품은 기존 직접 포설 방법은 연약지반에 매트를 견인하면서 과도한 집중 응력이 발생함에 있어, 위 등록제품과는 확연한 차별화된 제품임

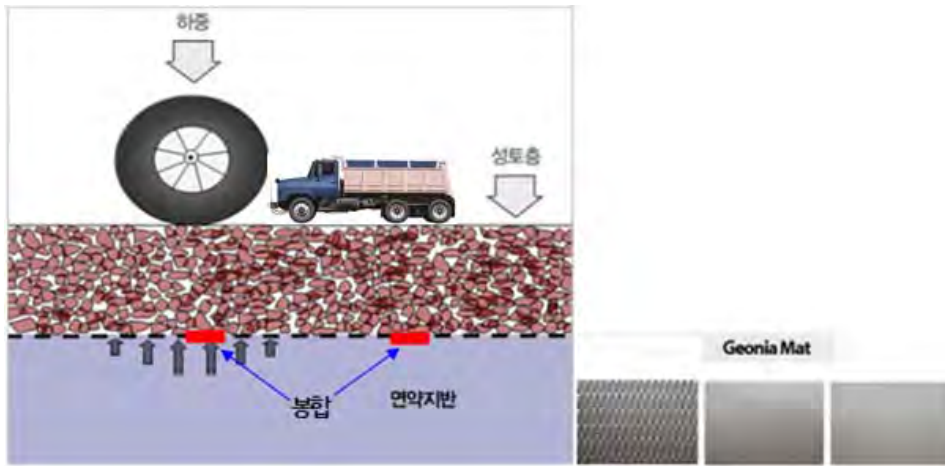
위제품은 특히, 연약지반에서 마찰 및 부착력을 최소화하는 방법으로 매우 실용성이 높다. 매트포설 설치비를 절감함으로써 시공비를 절감 할 수 있음

제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제 1 절 비전 및 목표

1. 본 기술개발의 최종목표

- 연약지반 매트 포설시 저면 매트와 연약 점토층 간의 마찰 및 부착력을 최소화하기 위해서 사용하여, 매트의 파손 및 손상 없이 1회 매트 포설 양을 최대화 할 수 있고 기존보다 인장강도가 높은 봉합방법으로 인해 지반의 부등침하 발생을 방지함



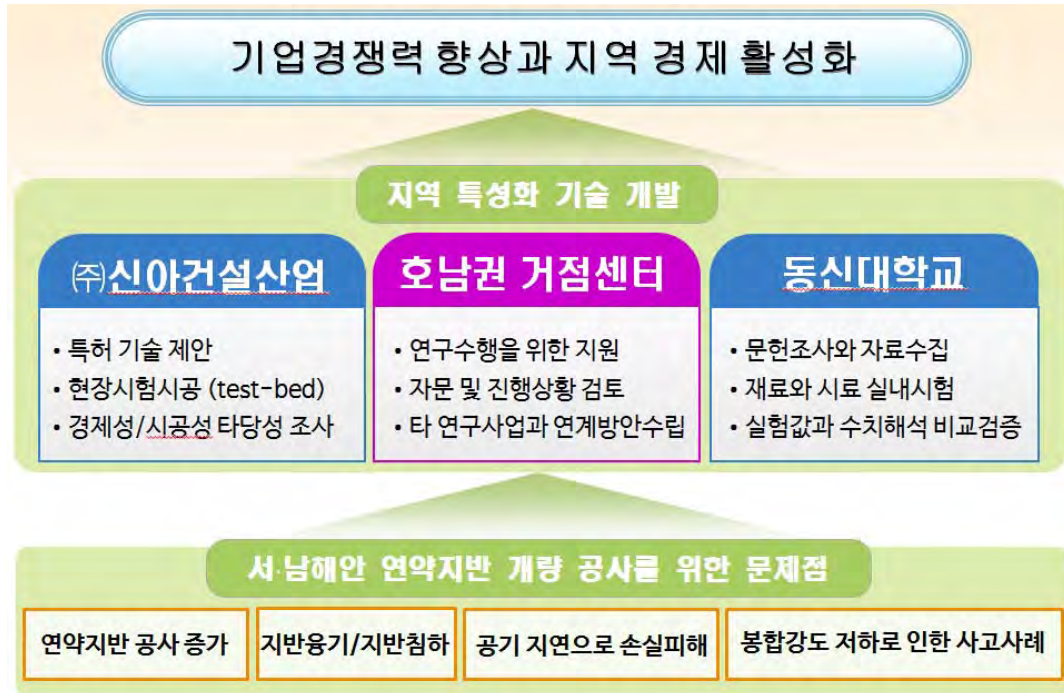
[그림 3-1] 기술개발에 의해 제작된 제품의 설명도

- 연약지반에 토목섬유 포설 후 봉합부분 국부적인 파괴가 발생함. 토목섬유 포설 후에도 부등침하 발생을 예방하는 것이 목표



[그림 3-2] SKID 공법 간편한 작동원리

- 간척지, 해안도로가 많은 지역, 연약층 지역으로 부등침하 발생이 빈번한 곳에 사용하는 공법인 SKID 공법은 토목섬유매트를 직접포설방법에서 발생하는 연약층의 마찰 및 부착력을 최소화하고 인력이 하는 시공속도보다 빠르며 안전하게 포설 할 수 있는 기술임



[그림 3-3] 연구추진 전략

2. 제품의 주요 핵심기술 개발 내용 및 작동원리

- 복합기술의 차별화된 장점
 - 복합인장강도 : 기존 복합기술은 직각 방향 원단 강도의 50% 이상의 품질기준에 이지만 80% 이상임
 - 사고후 관리목적의 제품이 아닌 사고 전 사전예방 목적의 제품임
- SKID 공법 차별화된 장점
 - 토목섬유를 SKID가 평행하게 당기기 때문에 한쪽으로 치우치지 않아 고르게 포설할 수 있음
 - 기존 직접포설방법에 취약한 토목섬유와 연약층의 마찰 및 부착력을 최소화시킴
 - 연약층에서 인력이 하는 시공속보다 시공속도를 빠르며 안전하게 포설하는 방법임
- 기존장치의 문제점 및 개선사항

[표 3-1] 기존(현재) 설치된 각종 사고방지 시설물들의 문제점

구 분	비교 대상	문 제 점
직접 비교물	지오텍스타일	◆ 니드펀칭 또는 열융착으로 인한 인장강도 저하
	지오멤브레인	◆ 형태학적 차이로 인해 접합시 불량시공 원인
	지오그리드	◆ 고강력 폴리에스테르 실을 사용해야 하는 단점 ◆ 일광 및 자외선에 대한 저항성이 있는 용제 사용을 해야 함
	직접포설공법	◆ 점착력과 부착력이 증가하여 시공속도 늦음 ◆ 크레인이나 윈치등 장비를 이용함으로 인해 매트에 과도한 집중 응력 발생

[표 3-2] 본 개발 제품의 장점 (차별성)

구 분	아이디어 혜택
주 사용자 (토목직)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 연약지반 포설시 2차 부등침하를 예방 할 수 있음 ◆ 기존 많은 인력을 사용하지 않아, 시공속도가 빠르며 안전함 ◆ 봉합기술 개발로 접합부 봉합인장강도 증대를 할 수 있음
주 판매처 (토목건설사)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 제작, 설치비가 저렴하여, 공사 시공비를 절감할 수 있음 ◆ 연약지반에 쉽게 토목섬유 설치비를 최적공기를 감축할 수 최종적인 예산을 절약할 수 있음 ◆ 연약지반 부등침하 발생을 사전에 예방 할 수 있는 특징이 가장 큰 개선점임

□ 기타 본 개발 제품의 장점들

- 2차사고 방지 안전성 : 연약지반 부등침하 발생을 기존보다 더 안전하게 할 수 있으며 재포설하는 비용 절감. 무엇보다 SKID방법은 일정하게 포설함으로 인해 매트 찢어지는 것을 예방함. 많은 인력 손실이 없어 시공속도도 빠르고 매우 안전함

제 2 절 추진전략 체계

1. 1차년도 기술개발 수립 계획

세부 개발내용	수행기관 (참여기업 /주관기관)	기술개발기간												투입 인력
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 계획수립 및 자료조사	참여기관	■	■											6
2. 인장매트 모형제작	참여기관		■	■										6
3. 실내시험 비교분석	참여기관		■	■	■									6
4. 제품Mock-up	참여기관				■	■	■							6
5. 제품수정,보안	참여기관					■	■	■	■					6
6. 시제품제작	참여기관						■	■	■	■	■			6
7. 시제품TEST 보안 수정	참여기관										■	■	■	6

2. 2차년도 기술개발 제품 구축계획

세부 개발내용	수행기관 (참여기업 /주관기관)	기술개발기간												투입인 력
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 봉합기술 인증	참여기관	■	■	■	■		■							6
2. 제품 설치 지역 검토	참여기관				■	■	■	■						6
3. 현장 제한사항 보완수정	참여기관					■	■	■	■					6
4. 제품 설치계획 수립	참여기관							■	■	■				7
5. Test-bed 설치	참여기관								■	■	■			7
6. 최적화된 봉합공정 수립	참여기관											■	■	7
7. 연구 결과 보고	참여기관												■	7

제 3 절 자원 투입계획

1. 주요 연구인력 투입계획

구분	기술개발내용	수행기관별 기술개발 비중(%)		
		기관	참여기업	참여인력
1차년도	○ 다양한 조건에서의 봉합강도 실내시험 ○ 접합부의 80% 인장강도	10%	90%	6 명
2차년도	○ 제품 시험 및 인증 ○ 제품 Test-bed 구축, 검증보고	10%	90%	7 명

2. 사업비 소요예산 산정계획 (비목별 사업비)

(단위 : 천원)

비 목	세부항목		주관기관 소요내역			합계	비율 (%)
			현금	현물	계		
직접비	인건비	내부	400,000		400,000		40
		외부	100,000		100,000		10
	연구장비비 및 임대비	연구장비비	50,000		50,000		5
		인장시험비	30,000		30,000		3
		재료비	80,000		80,000		8
		장비 임대비	75,000		75,000		7.5
	test-bed 구축비	샘플제품생산 (테스트베드용)	20,000		20,000		2
		테스트베드 설치 및 시험	40,000		40,000		4
	연구활동비	국내/외여비	20,000		20,000		2
		학술활동	20,000		20,000		2
		복사/제본	5,000		5,000		0.5
		전문가 활용비 및 기술정보 수집비	5,000		5,000		0.5
		회의비	15,000		15,000		1.5
	연구수당		40,000		40,000		4
		소계	900,000		900,000		
	간접비	간접비	100,000		100,000		10
		소계					
총 사업비		1,000,000		1,000,000		100	

제 4 장 연구개발 실용화 전략

제 1 절 현황 분석

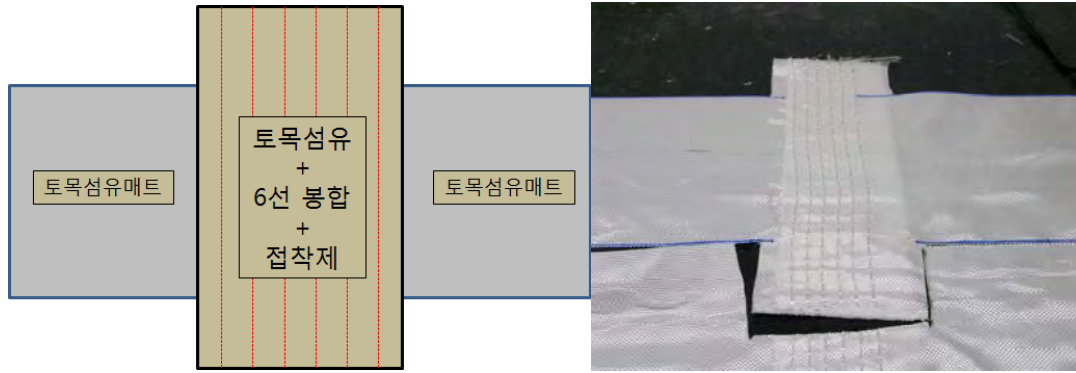
1. 기술수준 분석

- 현재 토목산업은 장기성능에 밀접한 관계를 가지고 있으며, 지속적인 신공법 및 신기술 등 실용화 기술의 개발 사업을 진행하고 있음. 단순제품의 틀을 벗어나 복합화 제품, 환경친화형/환경일체형/환경적응형 제품, 하이브리드 또는 스마트 개념의 고성능, 고기능 제품에 대한 수요 및 필요성이 대두고 있으며, 이에 부응하여 평가방법의 개발 및 선진화도 꾸준히 진행되고 있음



[그림 4-1] SKID공법 개발 개념도

- 호남권 서해안 간척지 부등침하 발생을 방지를 위한 간접포설방법을 구축을 위하여, 보완 후 기획 추진 중에 있음
 - 연약지반에 토목매트를 현장 시공하여 기존 SKID공법 (특허번호: 제0467171호)을 활용하여 최적화된 봉합기술을 사용하여 시공성을 높이기 위한 현장설치 및 추가 보완 기구 설계하여 제품의 형태 구상할 계획임



[그림 4-2] 봉합방법의 1차 구조 설계도

- 봉합기술 개발 : 봉제방법 및 접착제 연구를 통해 기존보다 인장강도가 큰 효과를 볼 수 있도록 구상함
- 제품 시공 시 시공비 절감 및 시공을 용이하게 하기 위해 봉제실과 접착제 보안 계획 임

2. 지역의 현안분석

- 특히 서해안과 남해안은 간척지가 있고 해안도로 및 주변 습지형성으로 연약지반이 많은 지역이고 부등침하가 발생으로 인해 사고가 증가 추세임



[그림 4-3] 연약지반 분포 현황

자료원: [2012] 한국토지주택공사

- 간척지는 중장비 및 큰 물류차량이 통행량이 많아서 연약지반이 지역에 부등침하 발생 위험이 높음

- 서해안에 간척지로 인하여, 얕은 해안가가 택지로의 용도 또한 변화하는 추세임. 현대에는 관광 인프라의 발달로 많은 기업 및 관광객이 해안도로를 이용하고 있음. 이에 호남권의 많은 부등침하 발생을 유발할 수 있는 인자가 높아지는 추세임. 예방 대책이 시급한 현안임

제 2 절 거점 내 수요처 분석

1. 기술을 활용한 사업화 방안 및 타켓 수요처

- 기술 개발 후 활용 방안
 - 국내 전국도로 총길이 : 도로 총연장 10만 6,232km에서 우선적으로 연약지반 부등침하 다발 지역, 해안가 지방도로, 교통통행량이 적어 고가의 안전시설물을 설치하기에는 부담이가는 지방도시 연약지반 도로 등을 주요 설치구간으로 계획 함
 - 기술개발에 의해 제작될 통합기술 및 SKID공법은 2차 부등침하의 사전예방으로 국내·외 토목건설 사업 추진에 중요한 역할을 할 수 있음
- 기술 개발 후 주요설치 구간 (연약지반이 넓은 지역)
 - 연약지반이 있는 도로 및 간척지로 설정



[그림 4-4] 기술개발 후 주요사용처 예상

제 3 절 시장 진출 전략

1. 제품양산 계획

- 지적 재산권 확보 : 등록완료 함
- 국제 특허(PCT) 출원 완료 함
- 융합기술 개발 : 매트와 매트를 연결하는 융합방법 개발
- 제품 개발 후 제품 검사 및 인증(신기술 인증 / 조달 우수제품 인증)
- 금형설계 / 제품 시제품 융합 후 TEST / 조달청 등록

2. 판로확보 및 마케팅 계획

- 조달청 등록 및 각종 시험 인증을 통한 정부·지자체 영업과 ON-OFF 라인 시장 영업 및 인적네트워크 활용 영업활동
- 국내 및 해외 박람회 참가 및 각종 행사 및 아이디어 대회 참가를 통한 공익광고 활용 홍보와 고속도로 톨게이트에 홍보물 교부(고속도로 휴게소 홍보 영상물, 사진 설치를 통한 작동원리 및 사고방지 알림) 또한 지자체 홍보관 활용 전시 및 홍보
- 동남아 및 중국 판로 개척과 유럽 및 미주 지역 수출
 - **제품(PRODUCT)** : 융합기술 및 SKID공법 장점
 - 토목섬유 융합기술 관련 특허 확보(국내 및 국제특허등록을 통한 기술 보호)
 - SKID 공법 통한 저가형 차세대 SKID 제품 출시
 - 기존 융합기술은 직각 방향 원단 강도의 50% 이상의 품질기준에 이지만 80%이상임
 - 기존 직접포설방법에 취약한 토목섬유와 연약층의 마찰 및 부착력을 최소화시킴으로써 인력 시공속보다 시공속도를 빠르며 안전하게 포설하는 제품임
 - **유통(PLACE)** : 제품의 유통경로 방안
 - 조달청 제품 등록(특허, NET, NEP확보) 및 시장 진입
 - 연약지반 부등침하 발생예방의 장점으로 우수 조달제품 인증 취득
 - 토목섬유와 관련된 정부 정책 연계 국책 사업 추진 및 지자체/공공기관 영업 추진
 - 지자체, 한국섬유 한국 도로공사, 한국철도공사, 한국토지주택공사, 한국전력공사 등
 - 지자체 영업 / 제품 출시
 - 해외 판로 개척(KOTRA, 박람회 활용)
 - 1차 아시아 개발 도상국 수출 추진(베트남외 동남아 지역)
 - 해외 박람회 적극 참여
 - 기존 오프라인 유통망 연계 구축
 - 도로시설물 온라인 유통망 활용
 - **가격(PRICE)** : 융합기술 및 SKID공법의 가격 경쟁력
 - 당사의 제품과 같은 월등한 기능을 가진(사고의 사전예방의 목적인)제품이 현재 시장에는 없음(인장강도 80%이상, SKID공법은 간척지와 같은 넓은 지역)

- 기타 다른 봉합기술의 가격에 비하여 매우 경제적인 가격의 제품으로 시장 가격 경쟁력이 매우 높음
- 봉합강도가 기존 봉합강도(50%)에서 80%까지 향상시킬 때, 1,000,000 m² 넓이에서 연약지반 토목섬유 보강시 1,100백만원 절약 (약 30% 경제적인 비용 절감, 원가분석 20 ton/m = 3,500원/m², 30 ton/m = 4,600원/m²)
- **광고(PROMOTION)** : 광고, 홍보 전략
 - 박람회 및 학술지 홍보 : 박람회 참가하여, 국내·외 학술지에 적극 활용
 - 온·오프라인 적극 활용 : 블로그 활용하여 제품 홍보, 유튜브 동영상 홍보
 - 인적 네트워크 활용 : 인적자원 활용하여, 당사의 제품의 탁월한 장점을 홍보

3. 초기 타겟 수요처

- 주요 연약지반 위험지역, 간척지, 연약지반 도로 등에 사용하는 토목섬유관련 기업체 및 공기업

4. 해외시장 권역별 진출 전략 및 판매계획

- 해외 시장 진출 전략 : 단계별 진출 전략
- 해외 판로 개척 (KOTRA, 박람회 활용) :
 - 1차 아시아 개발도상국 수출 추진(베트남외 동남아 지역)
 - 단계별 유럽 / 북미 시장 토목섬유학회 참여 및 진출 추진



[그림 4-5] 해외 판로 개척 및 판매계획

제 4 절 기대효과

1. 기술적 측면의 기대효과

- 본 연구 개발 대상의 최종 목표는 최근 한국, 미국, 일본 등의 선진국에서 주도적으로 개발 하고자 하는 토목섬유 기술 개발임. 연구개발을 성공적으로 수행한 결과에 따른 기술적인 파급효과를 정리하면 다음과 같다.
 - 연구개발결과는 기존 경쟁력을 확보하고 있는 토목섬유MAT, 봉합방법 등의 경쟁력을 공고히 하는 동시, 타 고부가가치 기술집약적 품목으로 활용이 가능함

2. 시장·경제적 기대효과

- 연약지역인 간척지 설치하기에는 부담되는 구간도 효율적으로 설치하고 인력 사고예방을 할 수 있는 기술임
- 해외 선진국의 기술을 수출 가능하여, 아시아 국가와 차별화된 점 및 기술력을 경쟁력으로 삼아 개발도상국으로 진출하여 수출효과 기대

3. 사회적 측면의 기대효과

- 사람들이 많이 이용하는 간척지, 도로나 인도에 본 기술을 사용하여 부등침하 발생을 예방 할 수 있는 기술임
- 기술개발로 해외 여러 나라에 모범이 되어 대한민국의 국가 브랜드를 드높일 수 있고 이에 연계되어 다양한 토목산업에서도 대한민국의 높은 기술력을 홍보하여, 기술력을 인정받아 다양한 제품들의 수출력을 향상시킬 수 있음

제 5 장 과제 제안요구서 (RFP) [초안]

1 과제 제안 요구서

요 약 서							
사업명	국도교통지역특성화 기술개발	과제번호					
특성화주제명							
과제명	연약지반 개량시 지지력 확보를 위한 지오텍스타일의 효율적 포설방법 및 통합 접합부 강도 증대를 위한 기술개발						
보안등급분류	보안/일반	공개가능여부	가/부				
연구기관			연구책임자				
연도별 연구개발비 소요 예상액 (단위 : 천원)							
연도	정부 출연금	기업부담금			정부의 출연금	상대국 부담금	합계
		현금	현물	소계			
1차년도	500,000						
2차년도	500,000						
3차년도							
4차년도							
5차년도							
총계							

요약서 (연구개발 목표 및 내용)	
연구개발 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 본 개발 기술 및 제품은 연약지반의 부등침하를 사전에 예방하는 시스템으로, 현재 연약지반 도로 및 간척지 등에서 부등침하 발생하여 안정성을 확보하기 위해서 개발함 - 초연약지반 개량할 경우 장비주행성(trafficability)확보를 위한 효율적 기술개발 필요하다. 연약지반은 서해안 및 남해안 일대 넓게 분포되어 항만시설 및 임해공단 조성을 위해서는 인장매트 활용도 증가되고 있다. 약매립지반 개량 시 장비 진입을 위한 장비주행성 확보를 위해 인장매트 포설 후 토사나 쇄석으로 복토시행 도중 지반응기 및 함몰과 매트파손으로 장비 전도사고 발생을 예방하기 위한 기술을 개발함 - 복토 시 지반함몰 및 융기를 위한 효율적인 포설방법 개발 필요하다. 일반적인 인장매트 제작 폭은 2.5~3.5m 로 생산되기 때문에 현장에 적용 시 구간 넓이에 따라 적정 강도가 발휘되는 통합기술을 개발함

<p>최종목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 매트포설시 매트 손상 및 중첩포설을 최소화하여 복토 시 연약층 용기 및 함몰을 경감시켜 안전성 확보하기 위한 효율적인 매트포설 방법 기술개발 - 최적의 봉합 접합기술로 인한 공사의 공기지연 감소와 단가가 저렴하고 적절한 강도를 갖는 인장매트 사용으로 모재 강도와 같은 접합부의 인장력을 확보할 수 있는 매트봉합 부위 강도 극대화과 공사비용의 경제적 절감 가능한 기술 개발
<p>연구내용 및 범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토목매트 봉합 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 역할 : 연약지반 부등침하 발생 예방하기 위한 기술 개발 - 주요기능 : 지오텍스타일, 지오멤브레인, 지오그리드 등의 토목섬유 봉합 가능 - 시험시간 : 60일 (날씨와 온도 등의 주변 여건에 맞는 기간 조정) - 시험 pH : 5, 11, 13 등 현장 연약지반의 pH의 범위내에서 봉합강도 비교 - 운영온도 : -23℃~50℃ (현장 연약지반의 여름과 겨울기간에 측정된 실제 온도 범위) - 봉합기술 : 금속이음, 꿰매음, 접착제 등 다양한 봉합기술에 대한 강도 비교분석 - 현장설치 : 현장에서 봉합강도에 저하시키는 요인들에 대한 분석 및 해결 방안 제시 ○ SKID 공법 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 역할 : 토목섬유 매트 포설 기능 (빠른 시공성을 위한 최적화된 현장설치 방법 제안) - 주요기능 : 직접포설방법 대체 (시공속도 빠름, 안전성 증대)
<p>핵심 연구성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 간척지, 연약지반 도로에 개발하는 경우가 증가하고 있음. 연약지반 특성상 부등침하를 예방하기 지반개량이 필요함으로 인해 안전성 확보가 가능함 - 본 기획과제는 연약지반의 부등침하 발생을 사전에 예방 할 수 있는 봉합기술과 매트포설방법으로 기존보다 더 안전성을 확보함

요약서 (연도별 주요 내용)		
구분	연구개발목표	연구개발내용 및 방법
1차년도	융합기술 개발 및 SKID 공법 보완	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌 및 연구자료 정리 - 기존의 융합방법(인수융합, 핸드미싱, 퀴라이트, 미싱융합)과 개선된 융합방법에 따른 인장강도 분석 - 온도, 습도, 먼지, 화학적인 변화 등 접합기술에 대한 경향 분석
2차년도	연약지반에 개발공법 구축 및 운용	<ul style="list-style-type: none"> - 융합방법에 따른 기술 Test-bed 실증 시공 - 현장시공에서 융합 후 인장강도 검증 - SKID 공법 보완 후 설치 및 시범 운용

요약서 (연구성과 활용방안)		
연구성과	기술적 기대성과	<ul style="list-style-type: none"> - 본 기획연구과제는 최근 한국, 미국, 일본 등의 선진국에서 주도적으로 개발 하고자 하는 기술개발이며, 연구 개발을 통해 손쉽게 저렴하게 전국 연약지반에 사용 할 수 있는 기술개발 과제임 - 연구 개발을 성공적으로 수행한 결과에 따른 기술적인 파급효과를 정리하면 다음과 같다. <ol style="list-style-type: none"> 1) 인장매트 봉합기술 개발 및 상용화를 통한 지역 관련기업 경쟁력 향상기술로 활용이 가능함 2) 현장 공사 사례로써, 장래 광양만권 연약지반 처리시 (울촌2산단 4백만㎡, 묘도 3백만㎡, 하동갈사조선단지 6백만㎡) 약 220억원 절감 예상이 가능함
	사회·경제적 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> - 시장, 경제적 기대효과 <ol style="list-style-type: none"> 1) 교량, 도로 및 고속철도 관련 새만금지역과 남해의 연약지반 공사지역의 안정성 확보를 통한 지역개발 공사 확대와 관광산업 지역 경제 활성화 기대 2) 원단강도에 비해 봉합강도 80% 기술 개발시 1,100백만원 절약 (1,000,000㎡ 기준시, 기존 비용에서 약 30% 비용 절약) - 사회적 측면의 기대효과 <ol style="list-style-type: none"> 1) 연약지반 봉합기술과 실용검증으로 국내 및 국외로 기술 보급 및 증대되는 기술임 2) 지역기술 개발로 인한 경쟁력 확대와 연약지반 공사비용 절감으로 공사 활성화와 지역경제 활성화
	활용방안	<ul style="list-style-type: none"> - 세계 섬유 시장은 토목섬유 분야가 전체의 60%를 차지하고 있음 - 활발한 정부의 투자와 민간기업의 시장참여로 인해 빠르게 성장해 나가고 있으며 인프라, 시스템, 서비스 등 복잡한 시장구조로 발전하고 있음 - 미국, 일본, 유럽연합등 교통선진국은 1970년대부터 국가 차원에서 토목섬유의 도입을 추진하고 있음 - 최근에 발생된 연약지반 부등침하 발생으로 인해 경제적 손실이 발생하고 있으며, 사고의 사전 방지를 위한 봉합기술과 매트포설방법이 필요한 상황임 - 해향후 극한 환경 적용 및 재해방지, 개보수, 복구용 등의 토목용 방재기능 보강섬유 제품분야의 기술 발전을 기대할 수 있음

요약서 (핵심어)					
핵심어	핵심어1	핵심어2	핵심어3	핵심어4	핵심어5
국문	연약지반	인장매트	봉합기술	토목섬유	인장강도
영문	Soft Ground	Tensile Mat	Sealing Technique	Geotextile	Tensile Strength

연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과

※ 본 과제와 관련하여 국토교통부 소관 연구개발사업 및 타 부처 연구개발사업으로 기 수행되었거나 수행 중인 유사과제와의 중복 여부에 대하여 조사 및 검토 결과를 반드시 기술 (전문기관 홈페이지 및 www.ntis.go.kr 등 참조)

(단위 : 천원)

유사과제 검색결과					
검색일시	2017.12.27 10:15				
검색범위	기 수행과제 + 타인등록과제 + 공공R&D과제				
기준유사도	60				
검색결과 요약	등록과제 수		유사과제여부		
	1 건		0 건		
세부 검색 결과					
순번	과제명	연구책임자	유사과제여부		
			기수행과제	타인등록과제	공공 R&D과제
1	연약지반 개량시 지지력 확보를 위한 지오 텍스타일의 효율적 도설방법 및 봉합 질합 부 강도 증대를 위한 기술개발		X	X	X
<p>주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행했거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수립 과제) 주2) 타인등록과제 : 다른 사용자가 유사과제 여부를 판단하기 위해 등록된 과제 주3) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제 주4) 기준유사도 : 유사과제라고 판단할 최소 기준이 되는 유사도 임수</p> <p>상기 내용은 과제개요 내 주요 텍스트 비교를 통한 1차적인 유사과제 결과이며, 최종적인 과제의 유사여부는 발주기관의 연구심의위원회에서 결정됩니다.</p>					
국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스					

- 조사 방법: 국가 R&D 사업관리 유사과제 검색

주 의

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