

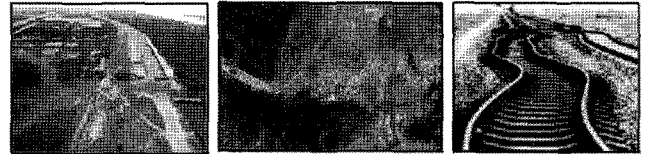
방재기능 강화섬유 제조 기술 개발 사업단

전한용, 양승철¹, 김민선², 조성호³, 조정문⁴, 심진섭⁵ · 인하대학교 산학협력단, ¹(주)효성기술원,
²한국생산기술연구원, ³(주)삼양사 산자기술연구소, ⁴(주)새날테크텍스, ⁵(주)골든포우

1. 연구개발 배경

방재기능 강화섬유의 제품은 지오신세틱스(geosynthetics)라고 불리며, 모래, 흙, 자갈 등의 지반구조물 및 지반환경에 사용되는 방재기능을 가진 섬유로 최근에 사용량이 급증하고 있는 산업용 신섬유이며(Figure 1), 본 연구개발의 방재기능 강화섬유 대상의 범위는 화재나 기후변화 등을 제외한 산사태, 지반침하 및 붕괴 등의 자연재해로부터 지반구조물을 보호하거나 그 피해를 최소화하기 위한 강화섬유의 제조 기술이며, 그 구체적인 대상 범위는 Figure 2와 같다.

최근 발생한 중국 쓰촨성 대지진, 자연재해인 해일 Tsunami 나 허리케인 Katrina, 그리고 세계 도처에서 발생하는 지진이 나 해일 등의 피해상황을 분석해 볼 때 방재기능 강화섬유를



[2005년 쓰나미] [2008년 중국 쓰촨성 지진]
 □ 국내 지진 발생 사례 - 2000년 이후 40여건 (경향신문 2008/5/19 보도자료 참조)

Figure 3. 자연재해에 의한 피해 사례.

사용한 재료로 건설된 구조물의 붕괴사례는 매우 적어 극한 환경에서의 그 위력을 이미 입증한 바 있다. 특히 극한 환경에 적용할 수 있는 방재기능 강화섬유를 사용한 제품들에 관한 관심과 연구의 필요성이 급부상하고 있으며, 우리나라도 지진, 해일 등의 자연재해에 안전하다고 볼 수 없으므로 사전에 방지할 수 있는 대책마련의 시급성이 강조된다(Figure 3).

국내의 경우 단순기능 제품 위주로 고성능 고기능 제품 제조 필요 핵심기술과 장기성능 향상 및 적용 구조물 안정성 유지 원천기술이 부재하며, 융복합 기술적용으로 복합화, 환경친화형/환경일체형/환경적응형, 하이브리드, 스마트 제품 등 특정 용도별 맞춤형 재료 제조 기술 개발 필요성이 요구된다. 현재 국내 시장은 저품질 저가 중국산 제품과 고품질 고가 제품으로 형성되어 국내 제품의 위상 제고 및 향상이 필요하며, 방재기능 강화섬유제품 제조에 기능성, 고성능 섬유원료 등이 사용될 수도 있어 응용범위 및 시장성은 매우 크고 다양한 기능의 제조 기술을 접목할 수 있는 시장이 매우 크고, 막대한 물량 수급에 따른 대량생산의 이점이 있다. 그러나 방

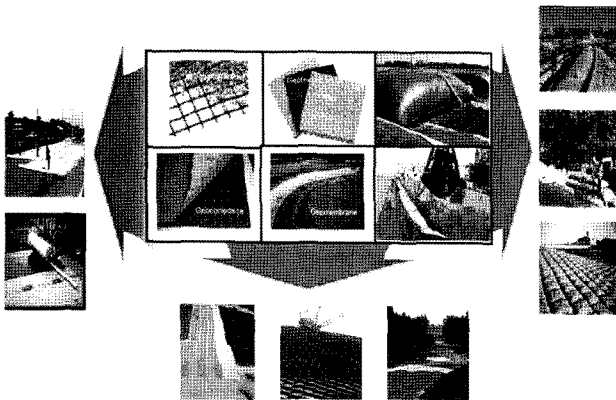


Figure 1. 방재기능 강화섬유 제품 및 적용 예.

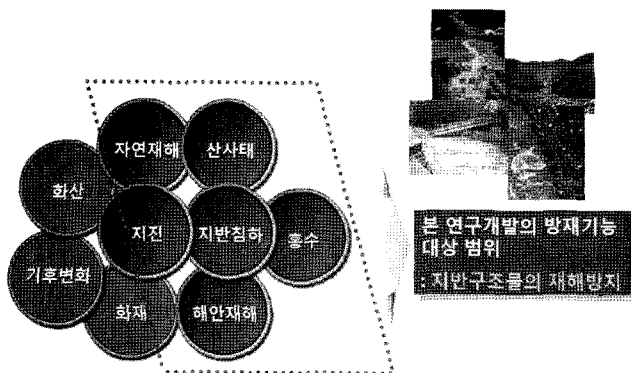
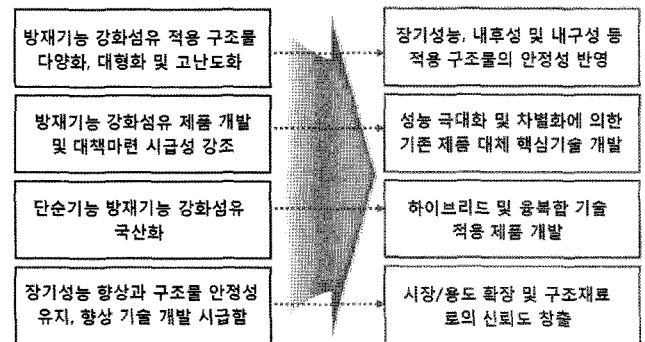


Figure 2. 방재기능 강화섬유 대상 범위.



기존 기술 현안

필요 기술 방향

Figure 4. 연구개발의 기술적 중요성.

Table 1. 방재기능 강화섬유의 국내외 시장전망

구분		2006년	2007년	2008년	2010년	2015년	2020년
세계 시장	물량(10 ⁶ /yd ²)	149	154	159	166	188	215
	금액(백만\$)	23,200	24,100	25,000	26,560	38,500	50,100
국내 시장	물량(10 ⁶ /yd ²)	1.8	2.1	2.5	3.1	3.5	4.3
	금액(백만\$)	230	255	280	345	400	465

출처 : "Geosynthetics", The Freedonia Group report, 2007

재기능 강화섬유 및 실용화 기술 관련 국내 기술동향은 단순 기능 위주로 핵심기술은 특별한 내용이 없기 때문에 장기성능 향상과 방재기능 강화섬유 적용 구조물의 안정성을 유지, 향상시키는 기술을 시급히 개발해야 한다. 본 연구개발의 기술적 중요성을 Figure 4에 나타내었다.

2. 방재기능 강화섬유 시장 동향

방재기능 강화섬유의 대륙별 시장으로는 크게 북미, 유럽, 아시아/태평양, 기타 지역으로 분류할 수 있으며, 지역별 시장 수요는 북미 42%, 유럽 35%, 아시아/태평양 16%, 기타 지역 7% 등으로 나눌 수 있다. 미국 시장은 선진국 시장의 대표적 시장으로, 비교적 성숙기에 진입하였으며, 유럽, 일본 등과 함께 과도한 양적 성장보다는 용도 다변화와 적용 분야

개발을 통한 질적 성장을 중심으로 사회간접자본 시설(도로, 철도, 항만, 하천정비 등)의 안정화, 고도화, 선진화에 초점을 두고 꾸준한 성장을 이루어가고 있다(Figure 5).

북미, 유럽 등의 경우 약 5%의 지속적인 시장 성장이 예상되며, 아시아의 경우 중국의 막대한 사회간접자본의 지속적인 투자로 약 15% 이상의 고성장이 2010년까지 예상되고, 신흥시장으로 인도와 동남아 지역개발 국가들의 수요가 고성장 유지가 예상된다(Table 1). 국내의 경우 용도별 수요는 매우 크며, 향후 차별화, 융합 및 복합기능 제품 사용으로 지속적인 수요 및 시장 확대 예상된다.

방재기능 강화섬유의 경우 Figure 6에서 2008년 현재 250억 불의 세계시장 수요가 예측되며, 2015년에는 380억 불의 수요가 예측되어 만약 본 과제의 연구개발이 끝나는 시점인

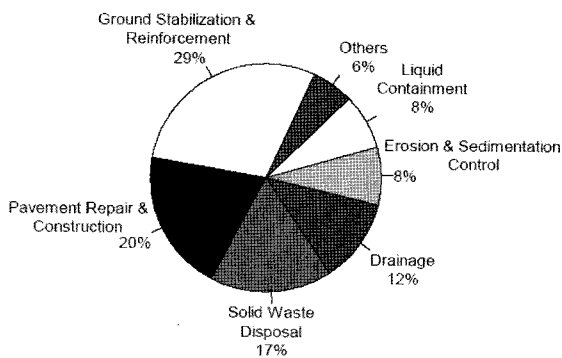
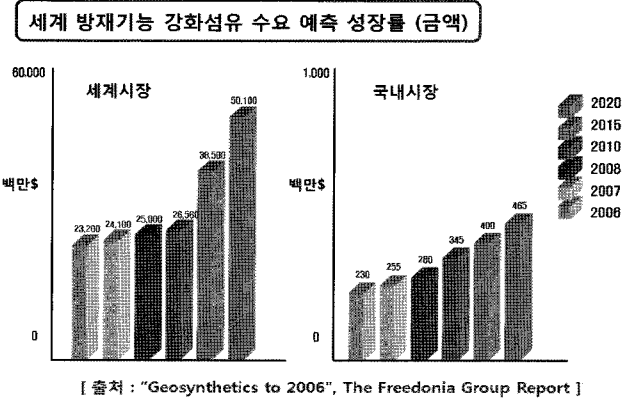
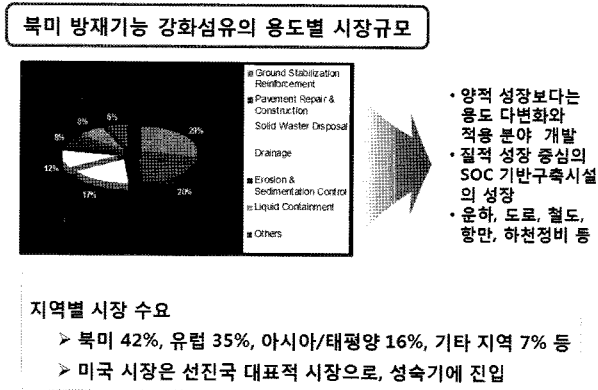
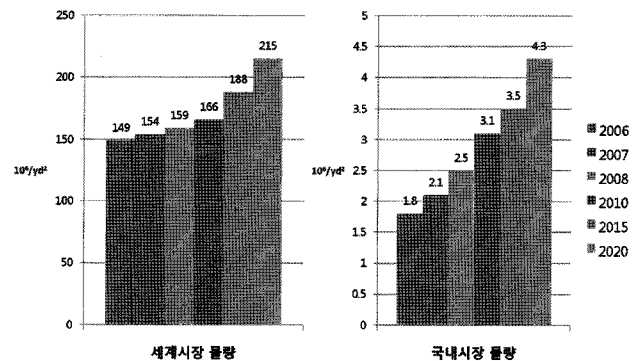
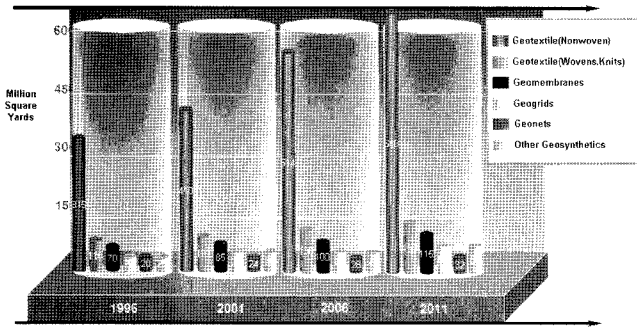


Figure 5. 북미지역 방재기능 강화섬유의 적용분야(출처 : "Geosynthetics to 2006", The Freedonia Group report, 2007).



(출처 : "Geosynthetics to 2006", The Freedonia Group report, 2007)

Figure 6. 방재기능 강화섬유의 국내외의 수요예측.



[출처 : "Geosynthetics to 2006", The Freedonia Group report]

Figure 7. 방재기능 강화섬유의 국제 수요물량 예측.

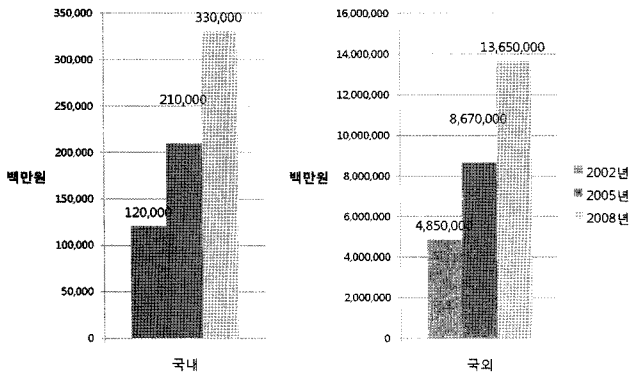


Figure 8. 방재기능 강화섬유의 연도별 국내의 수요예측(출처 : "Geosynthetics to 2006", The Freedonia Group report, 2007).

2013년 이후 2015년에는 약 150%의 신장률이 예측된다. 방재기능 강화섬유의 경우 2008년 현재 1억 6천 야드의 세계 시장 물량이 예측되며, 2015년에는 1억 9천 야드의 물량이 예측되어 만약 본 연구개발이 끝나는 시점인 2013년 이후 2015년에는 약 20%의 신장률이 예측된다.

방재기능 강화섬유의 경우 수요성장 예측율은 Figure 7에서 처럼 2006~2011년 사이에 지오텍스타일의 경우 약 10% 성장이 예측되며, 지오그리드의 경우 약 5%, 기타 특수 방재기능 강화섬유의 경우 20% 이상의 성장이 예측된다. 한편, 국내 방재기능 강화섬유 시장규모는 전 세계시장의 2% 정도이지만 2008년에는 3,000억 정도일 것으로 추정된다(Figure 8). 국내 방재기능 강화섬유 수출입 규모는 본 연구개발이 끝나는 시점인 2013년 이후 2015년에는 약 1,000억 원 정도의 수입대체 효과와 2,000만 불 정도의 수출효과가 있을 것으로 추정된다.

3. 방재기능 강화섬유 기술 동향

미국, 일본 및 독일, 이태리 등 선진국의 경우 주로 방재기능 강화섬유 제품 위주로 생산 및 시장이 전개되고 있다. 지속적인 신공법, 신기술의 개발로 복합화, 환경친화형/환경일

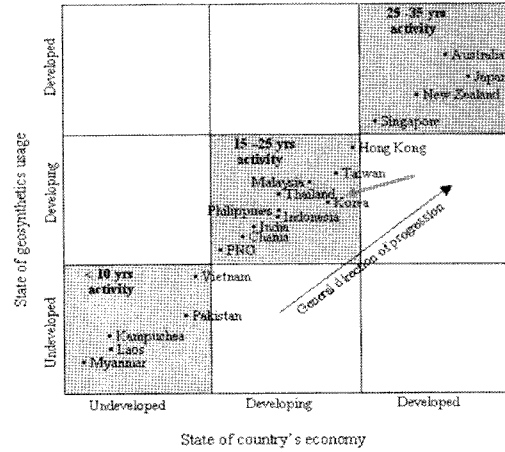


Figure 9. 아시아 지역 방재기능 강화섬유 기술 수준(출처 : 17th GRI Conference Proceeding).

체형/환경적응형, 하이브리드(hybrid), 스마트(smart) 개념의 고성능, 고기능 방재기능 보강 섬유제품 및 평가방법 개발 선진화 병행되고 있으며, 대부분 특정 용도별로 시공되는 맞춤형 재료(tailor-made materials) 성격의 기술 개발 및 기술적인 know-how가 지속적으로 축적되고 있다. 세계 산업용 섬유시장 성장률은 인프라 구축에 의하여 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 북미주의 경우 방재기능 보강 섬유제품 성장률도 지속적인 증가가 예측된다. 방재기능 강화섬유 관련 국내 기술 동향은 단순기능 제품 위주로 관련 핵심기술은 특별한 내용이 없다고 간주해도 무방하며, 장기성능 향상과 방재기능 강화섬유 적용 구조물의 안정성을 유지, 향상시키는 기술 개발이 매우 시급하다. 특히, 단순제품의 용도가 줄어들면서 다양한 복합화 기술 및 제품 개발에 부응하는 차별화 및 선진제품 관련 원천기술이나 핵심기술 부재로 선진화 추세에 부응하지 못하고 있으며, 특정 대기업 및 중소기업만이 방재기능 강화섬유 관련 제품을 생산하고 있지만, 향후 활용도 및 부가가치가 큰 고성능 보호/강화용 지오킴포지트와 하이브리드형 방재기능 강화섬유 개발에 대한 많은 연구개발이 절대적으로 필요하다. 현재 국내 방재기능 강화섬유 제조기술 수준은 Figure 9에서처럼 아시아 지역에서 중간정도이며, 방대한 방재기능 강화섬유 시장을 고려해 볼 때 이를 수용하기 위해 일본, 호주, 싱가포르 등과 동등하거나 이를 초월한 원천기술 및 핵심기술 확보가 제일 시급하다고 볼 수 있다.

또한, 국내의 경우 고성능 고기능 제품 제조에 필요한 핵심기술과 장기성능 향상과 적용 구조물의 안정성을 유지할 수 있는 원천기술이 부재한 상황이므로 융복합 기술적용에 의한 방재기능 강화섬유 개발과 복합화, 환경친화형/ 환경일체형/환경적응형 하이브리드, 스마트 제품 등 특정 용도별 맞춤형 제조를 위한 기술 개발의 필요성이 크게 대두되고 있다. 참고

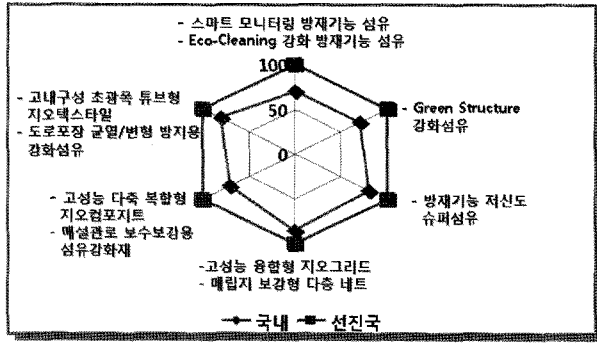


Figure 10. 방재기능 강화섬유의 세부과제별 기술수준.

로 세계 선진 업체의 방재기능 강화섬유 제조기술 및 시장분석과 적용 사례, 그리고 문제점 분석을 통한 세부과제별 기술수준은 Figure 10과 같다.

4. 방재기능 강화섬유 중장기 기술 전망

방재기능 강화섬유 제조에 기능성, 고성능 섬유원료 등이 사용될 것이며, 환경기술 융합에 의한 제품 개발이 급부상 할 것으로 예상되며, 응용범위 및 시장성은 매우 크다고 판단된다. 특히 극한 환경 적용 및 재해방지, 개보수, 복구용 등의 방재기능 강화섬유 제조기술 및 시장 분석을 통해 지반 구조물의 안정성을 증대시키는 장기기능 향상 기능의 고성능 강화섬유 소재 및 제조기술이 개발될 것으로 전망된다. 그리고 지속적인 신공법 및 신기술 등 실용화 기술의 개발로 인하여 복합화 제품, 환경 친화형/환경일체형/환경적응형 제품, 하이브리드 또는 스마트 개념의 고성능, 고기능 제품에 대한 수요 및 필요성과 에너지 절감에 의한 제조공정 개발도 꾸준히 진행될 것으로 예상된다. 또한 방재기능 강화섬유 분야는 새로운 시공방법과 더불어 급성장할 수 있는 잠재력을 가지고 있는 분야로 표준화 및 관련시험법, 구조물의 합리적인 설계와 시공방법 및 효율적인 시공장비 등의 개발 등이 수반될 경우 토목건설분야는 물론 운송, 해양, 환경분야 등에 이르기까지 용도가 확장될 것으로 기대된다. 향후 FTA 이후 국내 건설시장 개방에 대비하기 위해 설계, 시공, 특성시험법 등 관련기술의 체계적 정립과 함께 신제품 및 새로운 관련공법 개발, IT 융합 모니터링 및 시스템 개선 적용방안 등의 개발 요구될 것으로 전망된다.

5. 연구개발의 목표 및 내용

5.1. 개발목표

Figure 11에서처럼 본 연구에서는 방재기능 강화섬유 제조 및



Figure 11. 방재기능 강화섬유 제조 기술 개발 내용 및 핵심기술간 연계성.

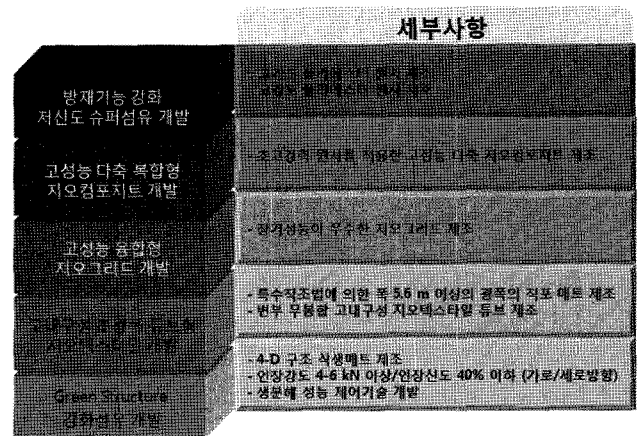


Figure 12. 1단계 세부과제 별 과제간 구성도.

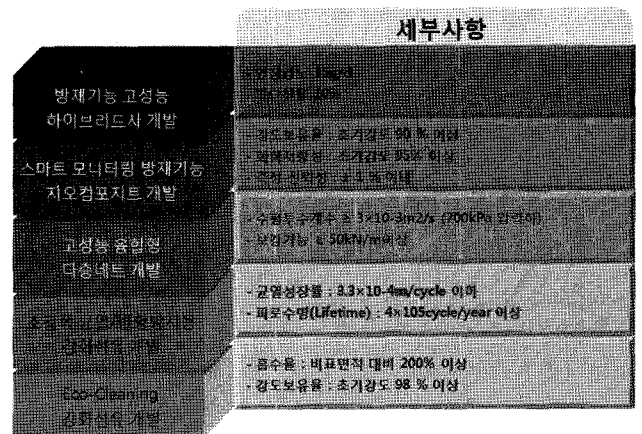


Figure 13. 2단계 세부과제 별 과제간 구성도.

핵심 원천기술을 개발하고 고기능/고성능 재료로 토목건설 분야에서 보수보강 재료로 확대적용을 위한 내구성 향상, 융합기술에 의한 고성능 부가기술 등을 개발한다. 1-2단계 진행예정인 단계별 과제 간 구성도를 Figure 12-13에 각각 나타내었다.

5.2. 단계별 개발목표 및 평가방법

5.2.1. 1단계 개발목표

개발목표	세부사항
방재기능 강화 저신도 슈퍼섬유 개발	- 고강도 폴리에스터 원사 제조 : 인장강도 11.5 g/d, 파단신율 10% - 고강도 폴리에스터 원사 제조 : 인장강도 11.5 g/d, 파단신율 10%
고성능 다축 복합형 지오킴포지트 개발	- 초고강력 원사를 적용한 고성능 다축 지오킴포지트 제조 : 크리프 변형율 8% 이내 : 인장강도 - 초기강도 보유율 80% 이상 : 화학저항성 - 초기강도 보유율 90% 이상
고성능 융합형 지오그리드 개발	- 장기성능이 우수한 지오그리드 제조 : 감소계수 - RFCR ≤ 1.75, RFID ≤ 1.10, RFCH ≤ 1.05, RFW ≤ 1.05 : 제품강력 - Max. 200 kN/m
고내구성 초광폭 튜브형 지오텍스타일 개발	- 특수직조법에 의한 폭 5.6 m 이상의 광폭의 직포 매트 제조 : 인장강도 300 kN 이상, 치수변화율 10% 이하 - 번부 무봉합 고내구성 지오텍스타일 튜브 제조 : 봉합효율 - 30% 향상, UV 저항성 - 초기강도 90% 이상, 염수저항성 - 초기강도 80% 이상, 치수변화율 - 10% 이하
Green structure 강화 섬유 개발	- 인장강도 4-6 kN 이상/인장신도 40% 이하 (가로/세로방향) - 생분해 성능 제어기술 개발 : 1년(초기강도 80% 유지)/3년 완전소멸(초기강도 20% 이하)

1 단계

5.2.2. 2단계 개발목표

개발목표	세부사항
방재기능 고성능 하이브리드 사 개발	- 인장강도 15 g/d - 파단신율 10%
스마트 모니터링 방재 기능 지오킴포지트 개발	- 강도보유율 : 초기강도 90% 이상 - 화학저항성 : 초기강도 95% 이상 - 측정 신뢰성 : ±1% 이내
고성능 융합형 다층네트 개발	- 수평투수계수 ≥ 3 × 10 ⁻³ m ² /s (700 kPa 압력하) - 보강기능 ≥ 50 kN/m 이상
초광폭 균열/변형방지용 강화섬유 개발	- 균열성장률 : 3.3 × 10 ⁻⁴ mm/cycle 이하 - 피로수명(lifetime) : 4 × 10 ⁵ cycle/year 이상
Eco-cleaning 강화섬유 개발	- 흡수율 : 비표면적 대비 200% 이상 - 강도보유율 : 초기강도 98% 이상

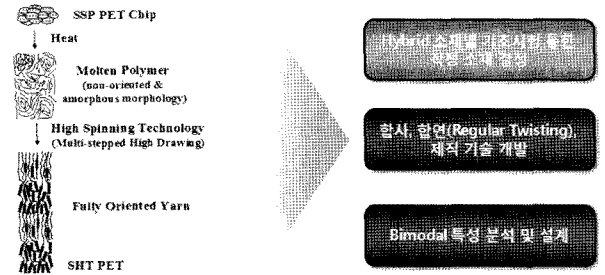
2 단계

5.3. 1단계 세부과제별 핵심기술

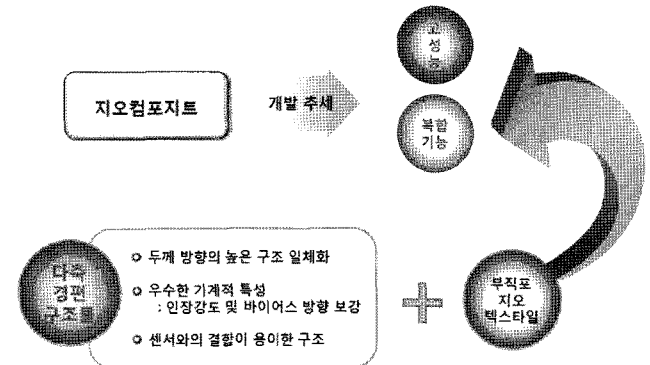
세부과제	과제명	핵심기술
1세부	방재기능 강화 저신도 슈퍼섬유 개발	원사 제조기술
2세부	고성능 다축 복합형 지오킴포지트 개발	3-D 기술
3세부	고성능 융합형 지오그리드 개발	2-D 기술
4세부	고내구성 초광폭 튜브형 지오텍스타일 개발	2-D 기술
5세부	Green structure 강화섬유 개발	3-D 기술

6. 1단계 세부과제별 연구 내용

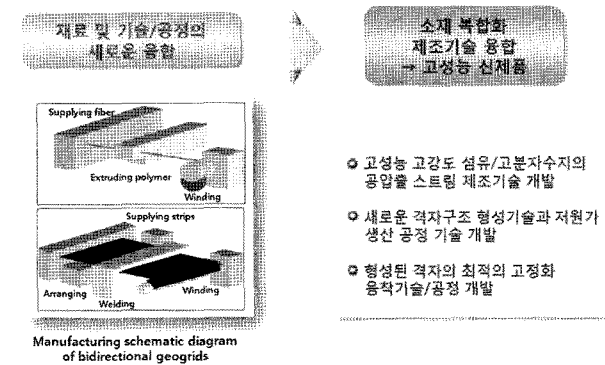
6.1. 방재기능 저신도 슈퍼섬유 개발((주)효성)



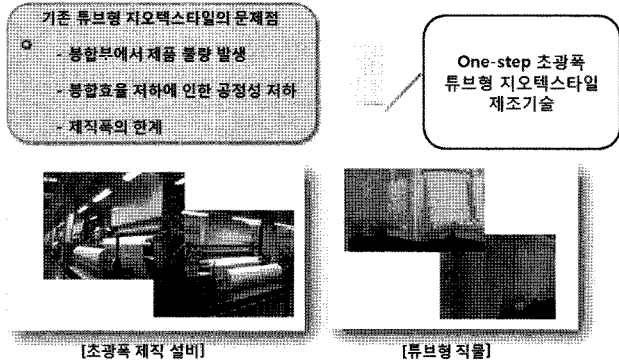
6.2. 고성능 다축 복합형 지오킴포지트 개발(한국생산기술연구원)



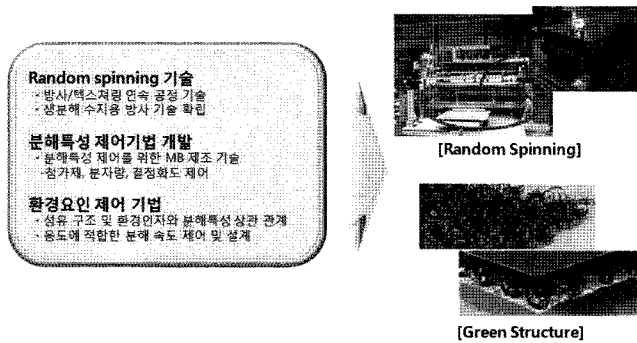
6.3. 고성능 융합형 지오그리드 개발((주)삼양사)



6.4. 고내구성 초광폭 튜브형 지오텍스타일 개발((주)새날테크텍스)



6.5. Green Structure 적용 강화섬유 개발((주)골든포우)



7. 단계별 기술개발 추진체계

방재기능 강화섬유 시장에 대한 SWOT 분석결과를 활용하여, 가장 적극적 전략인 SO 전략을 중점적으로 추진하며, 국내 방재기능 강화섬유 시장의 강점과 외부 환경의 기회요인을 활용하여 개발을 추진한다(Figure 14).

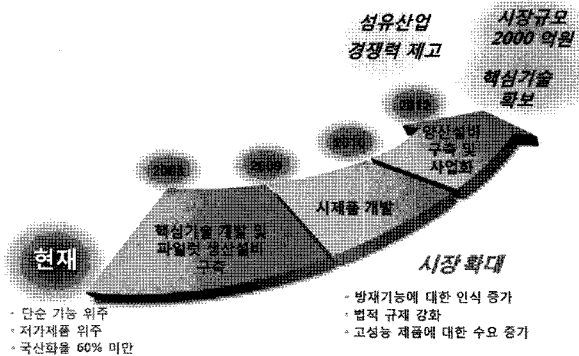
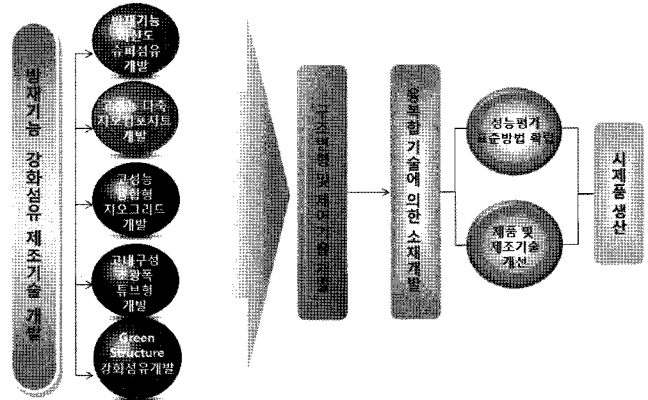
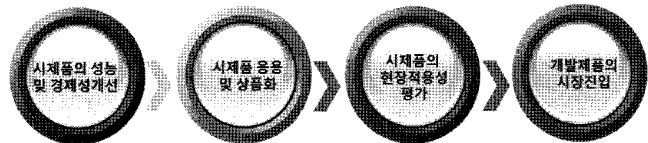


Figure 14. 방재기능 강화섬유 제조기술 개발 추진체계.

7.1. 1단계 추진체계



7.2. 2단계 추진체계



7.3. 1단계 연차별 추진체계



8. 연구개발 후 기대효과

본 연구개발을 통한 소재에서부터 제품까지 개발을 통한 실용화함으로써 경제적 효과는 매우 클 것으로 기대되며, 제품에 활용하기 위한 고성능 소재의 개발은 타 Item으로도 시장 전개가 매우 활발할 것으로 예상된다. 또한 국내 시장의 규모는 과제 수행 후 약 4~5%의 성장률을 기대하고 있으며 계속해서 증가되었던 수입은 본 과제를 통한 고성능 제품의 개발로 저 품질의 중국산 제품과 고가의 유럽 제품을 대체할 수 있을 것으로 예상된다. 아울러 전략 소재의 국산개발에 의

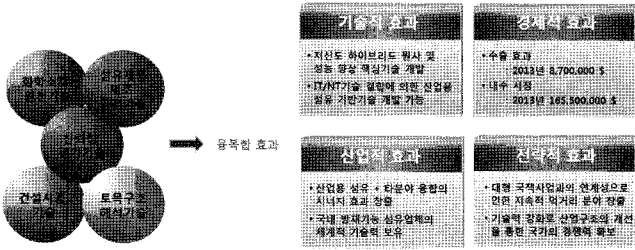


Figure 15. 방재기능 강화섬유 제조기술 개발 기대효과.

한 관련 부품산업의 신제품 개발 비용 및 기간 단축 효과와 기술 서비스 강화로 인한 신개념 고기능 제품 개발 가속화할 수 있으며, 토목용 사업 분야에 적용될 수 있을 뿐 아니라 장기 성능향상이 요구되는 건축분야에 기술이 접목될 수 있고 대형 교량 등의 가볍고 성능 향상이 요구되는 분야에도 제품 및 기술의 활용도가 높을 것으로 기대된다. 한편, 고성능화된 최종 보강제품의 개발로 토목용, 건축용의 신규 시공 시에도 적용되며 각종 재해로 파손된 부분에 대한 보수를 위해 보강 제품이 필요로 하며 또는 노후화된 곳에 보수를 위해 보강제품의 확대 적용이 기대된다. 또한, 화학섬유 원료 및 원사 제조업체, 섬유 후가공 업체, 관련 설비업체의 고용 및 매출 증대효과 뿐만 아니라 국내 토목건설 분야에 고품질 및 고성능 제품의 공급으로 토목건설 경기의 활성화 및 신규공법의 개발 촉진에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다. 방재 산업은 향후 국가의 안전 시스템 구축을 위해 반드시 필요한 사업 분야이며, 국가적 차원에서 안전 기준을 명확히 확립하고 그 기준도 선진국 수준으로 높이는데 기여할 것으로 기대된다. 본 연구개발 후 기대효과는 Figure 15에 나타난 바와 같이 기술적으로는 세계 최고의 핵심기술을 보유하고 경제적으로는 내수시장 확대 및 수출증진, 그리고 산업적으로는 타산업과의 융복합을 통하여 컨버전스 효과를 향상시키는데 있다.

9. 사업화 계획

Figure 16에서 처럼 최종 제품의 성능을 향상시키기 위한 소재 개발 및 발굴, 적정화된 소재를 이용한 방재기능 강화



Figure 16. 방재기능 강화섬유 제조기술 개발 후 사업화 계획.

섬유 제품 개발과 기존 제품 등과의 비교, 분석을 통해 개발된 제품의 현장 적용성을 검증하고 비즈니스 모델 발굴을 위한 효율적인 기술적인 의사 결정을 수행할 수 있도록 연구 과제 선정 관련 선도 기술 및 제조기술 개발 중심의 산학연 연계 시스템을 구성, 운영한다.

특히, 원천 핵심기술을 해외 선진사에서 도입할 가능성이 매우 낮으므로 자체 개발 추진하여 핵심 기술을 국산화하며, 또한 특성 기술 분야의 경우 전체적인 개발 기간을 단축하기 위해 필요시 아웃소싱을 추진하는 전략을 추진한다. 그리고 중·장기적으로 기술개발 및 노하우의 자체 보유 및 추가 성장 가능한 발판을 마련하기 위하여 산학연 공동연구 개발 프로그램을 작성 및 추진한다. 사업화 전략으로는 기업간 연계 및 관계기관(학계·연구소)간 클러스터 구축을 통하여 공동개발 및 사업화 연계를 추진하고 기술개발 후 양산 설비를 갖춘다.

참고문헌

1. 전한용, “방재기능 섬유”, 한국섬유산업연합회, 2006.
2. Miratech Co., “Miratech Geocontainment Products”, Marine_v2.2, 2002.
3. R. M. Koerner, “Designing with Geosynthetics”, 5th Edition, Elsevier Science, (2005).
4. GFR, *Specifier's Guide 2008*, Industrial Fabrics Association International, Roseville, MN, USA, 2008.
5. ASTM D 35 Committee, “ASTM Standards on Geosynthetics”, 4th Ed., ASTM, West Conshohocken, PA, USA, (2008).
6. GRI, *GRI Standard Test Methods on Geosynthetics*, Drexel University, Philadelphia, PA, (2005).
7. M. B. de Groot, G. den Hoedt, R. J. Termatt, *Geosynthetics: Applications, Design and Construction*, A. A. BALKEMA, Netherlands, (1996).
8. Raymond, G. P., Jean-Pierre Giroud, *Geosynthetics Case Histories*, ISSMFE Technical Committee TC9 Geotextiles and Geosynthetics, USA, (1993).
9. Robert D. Holtz, R. D., Bary R. Christopher, B. R., and Ryan R. Berg, P.E., *Geosynthetic Design and Construction Guidelines*, pp.181-224, (1995).
10. 사단법인 한국지반공학회, “지반공학 시리즈 10, 준설매립과 환경매립” 구미서관, pp.271-284, 1998.
11. 전한용 외 3인, 토목합성보강재료, 전남대학교 출판부, 2002. 1.
12. 전한용 외 5인, “지오신세틱스”, 보성각, 2005.
13. 전한용 외 5인, 토목합성재료연습, 구미서관, 2004. 6.
14. *Technical Textiles and Industry Nonwovens : World Market Forecasts to 2010(DRA)*, 2002.
15. 화섬편람, 한국화섬협회, 2007.
16. T. R. Bowne, “Industry Study 2153 GEOSYNTHETICS”, Freedonia Group, 2007.

• 전 한 용

1975-1979. 한양대학교 섬유공학과 졸업
 1979-1981. 한양대학교 섬유공학과(석사)
 1984-1989. 한양대학교 섬유공학과(박사)
 1992-2005. 전남대학교 응용화학공학부 교수

GSI-Korea : 한국지부 대표
2005-현재, 한국토목섬유학회 부회장
2005-현재, 인하대학교 나노시스템공학부 교수
전화 : 032-860-7492
e-mail : hyjeon@inha.ac.kr

● 양 승 철 -----

1990-1994, 서울대학교 섬유고분자공학과 졸업
1994-1996, 서울대학교 대학원 섬유고분자공학과(석사)
1996, (주)효성(舊 동양폴리에스터) 입사
2002-2007, 서울대학교 대학원 재료공학부(박사)
2008-현재, (주)효성 기술원 생산기술연구소 Tech. Yarn 연구팀 팀장

● 김 민 선 -----

1993, 서울대학교 섬유공학과 졸업
1995, 서울대학교 섬유고분자공학과(석사)
2000, 서울대학교 섬유고분자공학과(박사)
2001-2003, Univ. of Connecticut, Institute of Materials Science
(Post-Doc.)
2003-현재, 한국생산기술연구원 산업용섬유팀 선임연구원

● 조 성 호 -----

1987, 서울대학교 섬유공학과 졸업
1994, 일본 코토공섬대(KIT) 고분자학(석사)
2004, 전남대학교 섬유공학과(박사)
1986-2005, (주)삼양사 중앙연구소 산업자재연구그룹 리더
2005-현재, (주)삼양사 산자기술연구소 소장

● 조 정 문 -----

1980, 한양대학교 섬유공학과 졸업
1982, 국제상사 해외 무역부
1998-현재, (주)새날테크텍스 대표이사
2006-현재, 구미 상공회의소 상공위원
2007-현재, 신성장 전략 위원회 분과위원-대구경북섬유산업협회

● 심 진 섭 -----

1975, 단국대학교 토목공학전공 졸업
1978, 대우중공업
2006-현재, 한국 부직포공업협동조합 이사
2007, 자랑스런 중소기업인상 수상(중기청)
2002-현재, (주)지오콘 대표이사
1987-현재, (주)골든포우 대표이사