

국내 토목섬유 사용실태 및 향후 발전방향

조삼덕 박사

(한국건설기술연구원, 지반연구실)

임영근 이사

(건설기술개발(주))

1. 서 언

2. 국내 토목섬유 사용현황

3. 국내 토목섬유 사용에 따른 문제점 및 개선방안

3.1 설계측면

3.2 시공측면

3.3 제도측면

3.4 교육 및 홍보측면

4. 토목섬유 기술의 향후 연구방향

5. 결 언

부록Ⅰ. 국내 토목섬유 발표논문 및 기술자료

부록Ⅱ. 국내 주요공사 토목섬유 사용현황

부록Ⅲ. 국내 주요공사 토목섬유 시방 일람표

국내 토목섬유 사용실태 및 향후 발전방향

조 삼 덕(한국건설기술연구원)

임 영 근(건설기술개발(주))

1. 서 언

건설재료로서의 토목섬유(geotextiles)는 국내외적으로 우수한 시공성과 경제성을 발판으로 기존 천연재료의 보호 및 대체 재료로서 광범위하게 사용되고 있으며, 점차 건설현장에서 필수적으로 사용하는 보편화된 건설재료로서의 인식이 높아지고 있다.

국내에서는 1972년 아산방조제 공사에 보강용 토목섬유(woven geotextiles)가 최초로 사용되었으며, 1975년 창원종합기계공업기지 조성공사에 다량의 (420,000 m²) 정도 연약지반 보강용 토목섬유의 사용과 Paper Drain 공법의 적용에 따라 토목섬유의 본격적인 사용의 계기가 되었다. 특히 1970년대를 기점으로 대단위 항만, 간척사업과 임해공업단지 조성공사가 활발히 진행되면서 연약한 지반조건의 개선 및 공사비 절감 등을 위하여 적용된 토목섬유의 효과가 인정을 받아 물량면에서 괄목할 만한 성장을 해오고 있으며, 이에 따라 토목섬유 시장이 형성되고 관련 project와 기술교류 등을 통해 토목기술자와 섬유기술자 사이의 상호 협조체제가 형성되면서 국내 토목섬유의 질적, 양적 성장을 이룩하는 계기가 되었다.

1980년대에 들어와서는 토목섬유 사용물량이 급증하고 적용 용도가 확산되면서 적용 구조물별로 독특한 지반공학적 조건들에 직면하면서 토목섬유 생산업체들의 시험시공과 함께 일부 대학과 연구소에서 토목섬유 사용 기술의 체계화를 위한 연구들이 수행되기 시작하였다. 또한 1986년에는 농어촌진흥공사에서 제 1회 토목섬유 세미나가 성황리에 개최됨으로써 토목섬유의 구체적인 적용방법 및 발전방향에 대한 활발한 토론 기회를 가져 본격적인 발전의 틀을 다졌으나, 그 후 제반 여건이나 제도적 장치의 미흡으로 지속적인 연구발표가 중단되어 왔으며, 토목섬유에 관한 연구도 일부 대학과 연구소에 국한되어 수행되어 왔다.

1990년대 들어 국내 토목섬유의 사용량이 연간 1,000만 m² 정도로 증가되었고, 선진외국의 관련기술도 급속한 발전을 하고 있어, 향후 국내 시장개방에 대비하여 설계,

시공, 특성시험법 등의 토목섬유 관련기술의 체계적 정립과 함께 새로운 토목섬유와 관련공법 개발 및 광의의 토목섬유 (Geosynthetics) 적용방안 연구 등이 절실히 요구되고 있다. 또한 최근에는 대규모 간척공사는 물론 고속전철, 지하구조물, 폐기물 매립지 등 토목섬유 적용 구조물이 다양화, 대형화 및 고난도화 됨에 따라 각 구조물별로 안전하고 경제적인 적용기술의 개발이 요구되고 있는 등 총체적인 재정립이 시급한 시점에 있다.

따라서 이러한 상황에 대처하기 위해서 1992년에는 한국지반공학회 산하에 토목섬유 기술위원회가 발족되어 국내 토목섬유기술의 체계적 정립을 모색하고 있으며, 1993년 9월에는 토목섬유 관련기술의 국제교류를 통하여 선진기술을 습득, 보급함으로써 국내 토목섬유 기술의 국제 경쟁력을 제고시키기 위하여 국제토목섬유학회 (International Geotextile Society) 한국지부가 창설되었다.

본 고에는 현 시점에서의 국내 토목섬유 사용기술의 수준과 향후 발전방향을 살펴보기 위하여 국내 토목섬유 사용현황과 국내 토목섬유 사용에 따른 문제점 및 개선방안, 국내 토목섬유 사용의 활성화를 위한 향후 연구방향 등을 고찰해 보았다.

2. 국내 토목섬유 사용현황

국내에서의 토목섬유 이용은 지난 20년 동안 물량적인 측면에서는 괄목할 만한 성장을 하여 왔으나 기술적인 측면에서는 국제적인 수준에 비해 상당히 낙후되어 있다고 해도 과언이 아니다. 향후 토목섬유의 본격적인 활용을 위해서는 기초단계의 연구수준을 벗어나 그동안의 많은 시공실적과 경험 등에 대한 체계적 정리와 함께 국제적인 기술수준에 도달할 수 있도록 과감한 연구, 개발 투자가 필요할 것이다.

국내에서는 1972년 아산방조제 공사에 P.P(polypropylene)직포를 사용한 것을 시작으로 1975 창원공업단지 조성공사에 연약지반 보강용으로 다량의 (420,000 m² 정도) 직포매트 (woven geotextiles)와 페이퍼 드레인이 성공적으로 사용되면서 국내 토목섬유의 발전계기가 마련되었다. 그후 단섬유부직포, 복합포 및 장섬유부직포의 국내 생산에 따라 사용량이 급증하여 1992년 현재 연간 약 15,000,000 m² 정도의 토목섬유가 각종 토목구조물에 다양하게 적용되고 있다. 또한 최근에는 부산 - 진해간 녹산지구 국가공단 조성공사에 연약지반 처리용으로 5,400,000 m²의 직포매트와 40,000,000 m의 페이퍼 드레인이 설계에 반영되었듯이 이제는 토목섬유가 건설공사에 필수적인 자재로서 인식이 되어가고 있다고 볼 수 있다.

<표 2.1>, <표 2.2>, <표 2.3>에서는 국내에서 사용되는 토목섬유의 종류와 소재 및

용도에 따른 년도별 사용량을 보여준다.

<표 2.1>에서 보듯이 국내에서의 토목섬유 사용은 해마다 꾸준히 증가하고 있으며, 1983년 이래 그 사용량이 급증하여 1992년에는 연간 1,500 만 m² 정도의 물량이 사용되었음을 알 수 있다. 또한, 직포와 부직포의 사용이 5:5 정도이던 것이 1990년대에 와서는 부직포의 사용비율이 더욱 높아지고 있음을 알 수 있다. 특히 국내에서는 선진 외국과는 달리 단섬유부직포의 사용이 활성화되어 있는데, 이는 국내 토목섬유 업계의 구조적 특성과 함께 단섬유부직포의 우수한 수리학적 특성이 평가되어 필터 및 배수용도로의 사용이 활발하기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 국내에서의 장섬유부직포 사용은 1980년대 초반 외국에서 수입된 제품에 의해 70 만 m²/년 정도까지 다량 사용되었으나, 단섬유부직포와 복합포 사용의 증가와 함께 그 사용량이 감소하였고, 1985년 국내에서 장섬유부직포가 생산되면서 사용량이 다시 증가하는 경향을 보여 준다.

한편, 1990년대에 와서는 폐기물 매립지 조성공사와 해안·호안 공사 등의 증가에 따른 환경오염에 대한 국민의식의 고조와 연약지반 처리문제의 증가 등에 의해 지오멤브레인(geomembranes)과 오탉 방지막(silt protector), 드레인 보드(drain board) 등 지오텍스타일 관련제품의 사용량이 증가하고 있음을 알 수 있다. 반면에 선진외국에서 사용이 활발한 지오그리드(geogrid)의 국내 사용은 매우 미미한 실정이다.

<표 2.2>에서 보듯이 국내 토목섬유의 주요 소재는 P.P와 P.E.T이며 P.P와 P.E.T 및 P.E 등을 적절하게 혼합하여 토목섬유를 생산하는 경우도 많음을 알 수 있다. <표 2.3>에서 보듯이 국내에서의 토목섬유 사용이 대부분 배수 및 필터용이나 지반보강용으로 한정되어 있으며, 북미에서 많이 사용되고 있는 아스팔트 오버레이용으로는 거의 사용되고 있지 않는 실정이다.

토목섬유가 국내에 적용되어온 과정을 살펴보면 초기에는 주로 값싸고 손쉽게 구할 수 있는 재료를 이용한 보조기능 차원에서 실험적으로 적용하여 왔으며, 실제 적용에 따른 효과가 인정되어 점차 대단위 항만공사, 간척공사, 임해공단 조성공사, 해안도로 등에 연약지반 보강용과 사면 필터용으로의 사용량이 증가하면서 국내에 토목섬유 시장이 확보되었다. 이에 따라 토목섬유는 섬유업계의 하나의 새로운 분야로서 관련 제품의 개발과 판매, 홍보가 이루어지고, 토목 및 섬유 기술자들의 관심이 고조되기 시작하였다. 그후 대기업의 섬유소재 개발과 전문업체의 소재특성을 이용한 다양한 제품 개발이 활성화되면서 토목섬유의 적용대상이 다양화되고 사용물량도 급증하게 되었으며, 이에 따라 기존에 경험에 의존해 오던 설계기법이 전문적인 지식, 판단, 근거 등을 필요로 하게 되었다.

그러나 현재까지도 설계시에 안정적 보강재로서의 기능성보다 경제성 위주의 설계반

영 및 적절치 못한 설계, 시방의 혼란 등의 문제점이 다수 발생되고 있으며, 구조적 유통체계의 문제점으로 섬유 생산업체도 제품개발 투자보다는 전문 판매분야에 매달려 있는 실정이다. 또한 판매업체의 증가로 인한 과잉경쟁에 따른 덤핑행위로 품질저하가 발생할 우려가 증가하고 있다. 따라서 향후 국내 토목섬유의 지속적 발전을 도모하기 위해서는 관련기술의 연구, 개발과 함께 섬유 생산업체, 판매업체, 시험기관, 관공서, 설계업체, 시공업체, 학계, 연구기관에 종사하는 토목섬유 관련 기술자들의 정기적인 모임을 통하여 문제점들을 도출하고 개선방안을 모색하여 제도화시키는 노력이 필요할 것이다.

<표 2.1> 국내 토목섬유의 연도별 사용량

(단위: 만 m²)

종 류 \ 연 도	1983	1986	1989	1991	1992 (추정)
직 포	5.3	167.2	320.3	336.3	600
부 직 포	88.8	141.6	300.0	472.7	560
복 합 포	20.2	10.7	28.5	8.3	20
지오멤브레인			34.9	73.9	150
기 타			73.5	105.2	130
총 계	114.3	319.5	757.2	996.4	1,460

<표 2.2> 합성섬유 종류에 따른 국내 토목섬유의 연도별 사용량

(단위: 만 m²)

종 류 \ 연 도	1983	1986	1989	1991	1992 (추정)
P.P.	91.1	156.0	178.2	265.7	370
P.E.T	5.9	115.6	365.3	455.6	590
P.E.	6.7	36.6	140.4	133.3	210
기 타	10.6	11.3	73.3	141.8	290
총 계	114.3	319.5	756.2	996.4	1,460

<표 2.3> 용도에 따른 국내 토목섬유의 년도별 사용량

(단위: 만 m²)

종 류 \ 년도	1983	1986	1989	1991	1992 (추정)
필터 및 배수	34.6	123.7	320.5	465.0	630
지반보강 및 안정	68.8	177.2	377.0	428.0	600
차 수			34.9	73.9	150
기 타	10.9	18.6	24.8	29.5	80
총 계	114.3	319.5	757.2	996.4	1,460

3. 국내 토목섬유 사용에 따른 문제점 및 개선방안

토목섬유가 각종 토목구조물에 적용되어온 과정을 살펴보면 초기에는 설계나 시공에 대한 기술적인 체계화에 앞서 시공성과 내구성에 대한 개념적인 관점에서 먼저 적용해 보았으며, 실제 적용에 따른 토목섬유의 효율성이 현장에서 인식됨으로써 사용량이 증가하게 되었다. 따라서 이 때에는 이론적이고 체계적인 접근보다는 경험적인 측면에서 설계와 시공이 수행되었다. 그러나 토목섬유의 사용량이 급증하고 용도가 다변화되면서 이론적인 해석, 설계방법 및 효율적인 시공법에 대한 연구가 활발히 수행되어 왔고, 각 용도에 적합한 새로운 토목섬유 형태들이 개발되기 시작하였다. 최근에 와서는 그동안의 폭넓은 연구성과의 결과로 만족스럽지는 못하다 할지라도 일반적인 구조물에 대해서는 토목섬유의 용도별로 이론적인 해석과 설계 및 합리적인 시공을 할 수 있는 단계에 와 있다고 볼 수 있다.

그러나 국내의 경우는 아직도 이론적인 측면보다는 경험적인 측면에서 설계와 시공이 수행되는 경우가 많으며, 이로 인해 현장여건에 적합치 않은 토목섬유가 사용되는 과오를 범할 수도 있다. 여기서는 현재 국내에서의 토목섬유 사용에 따른 문제점을 설계, 시공, 제도, 교육 등의 측면에서 고찰해 보고 그 개선방안을 제시해 보고자 한다.

3.1 설계측면

아직까지도 국내의 많은 토목기술자들은 토목섬유의 효과는 분명히 인정하면서도 토목섬유의 사용을 망설이고 있다. 그 이유는 토목섬유의 거동과 역학적 성질에 대한 인식의 부족과 함께 완벽한 토목섬유 설계법이 제시되어 있지 않아 설계 적용에 자신감을 가지고 있지 못하기 때문이다. 이와 같이 국내 토목기술자들은 토목섬유를 설계할 때 다음과 같은 이유 때문에 상당한 어려움을 겪게 된다.

- i) 토목섬유 설계에 관한 선진외국의 기술자료들은 무수히 많으나 아직까지 표준화된 설계방법이 제시되어 있지 않으며, 국내의 경우 그 기술자료들을 비교, 분석하여 국내실정에 적합한 합리적인 설계방법을 제시하지 못하고 있다.
- ii) 설계에 필요한 토목섬유의 특성치를 평가하는 실험방법이 전부 규격화되어 있지 못하며, 규격화되어 있는 실험방법도 실제 적용상에 많은 문제를 내포하고 있다. 또한 토목섬유의 특성실험을 수행하여 실험성과를 내주는 공인기관에서도 몇가지 특성치 평가를 위한 적절한 실험장비를 구비하지 못하고 있는 실정이다.
- iii) 국내 토목섬유 적용실적이 체계적으로 정리되어 있지 않아 유사한 현장여건에도 참고자료로 활용하지 못하고 있다.

또한, 국내 설계 실무자 대부분이 토목섬유에 대한 국내 사용현황 파악 및 관련 교육기회와 현장경험 취득기회를 갖지 못한채 설계에 임하고 있어, 현 단계에서의 토목섬유의 생산이 불가능한 시방의 제시 및 유사용도 적용 토목섬유 관련 시방의 불일치, 부적절한 토목섬유 설계서 제시 등의 사례가 발생하고 있는 실정이다.

이러한 설계상의 문제점들을 해결하기 위하여 한국지반공학회내에 조직된, 토목섬유 관련 관·산·학·연 종사자들의 연구모임인 토목섬유 기술위원회에서는 현재 토목섬유 관련 특성시험 방법들을 재검토하여 국내 여건에 적합한 시험규격(안)을 제시하려는 노력을 경주하고 있으며, 이에 발맞춰 국내 토목섬유 특성시험 검정기관에서도 필요한 시험장비들을 신속하게 구비할 계획으로 있다. 이와같은 토목섬유 특성시험의 규격화 연구는 새로운 제품의 개발과 현장조건의 다변화 및 적용에 따른 문제점 해결 등에 적절하게 대응할 수 있도록 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

또한 기존 연구자들에 의해 다양하게 제안되어 있는 토목섬유의 설계방법들을 비교, 분석해 봄은 물론 각종 구조물에 적용된 토목섬유에 대한 장기간의 현장계측 등을 통하여 각종 구조물별로 보다 합리적인 설계방법과 설계시방서를 제시하는데 심혈을 기울여야 할 것이며, 이를 통해 토목기술자들이 손쉽게 토목섬유를 설계할 수 있도록 하여 토목섬유의 설계적용에 자신감을 갖도록 유도하는 것이 필요할 것이다.

3.2 시공 측면

토목섬유를 이용한 다양한 공법의 개발로 효과적이고 경제적인 시공방법이 전문적인 기술자들에 의해 제시되고 있으나 아직까지 일반화되지 못하고 있고, 토목기술자들의 현장적용 경험이 부족하므로 현장시공시에는 전문 기술자의 자문을 필요로 하고 있는 실정으로, 국내 대부분의 현장에서는 경험이 축적되어 있는 토목섬유 전문업체 (대부분이 납품업체)의 도움을 받아 시공하고 있는 실정이다.

따라서 국내에서의 토목섬유 시공을 보다 효율적으로 하도록 유도하기 위해서는 다음과 같은 연구개발과 시공관리 등이 필요할 것으로 사료된다.

- i) 토목섬유의 사용목적과 공법특성에 적합한 시공방법의 표준화 연구
- ii) 토목섬유가 적용된 각종 구조물의 안정성 평가 및 시공관리를 위해 현장계측을 통한 토목섬유의 장기 거동분석 연구
- iii) 시공효과를 극대화할 수 있는 시공장비와 부속재의 개발 및 보다 간편한 현장 봉합기술 및 장비의 개발
- iv) 특수한 현장여건에 대처할 수 있는 시공기술과 장비 개발
- v) 토목섬유를 사용한 현장 공사보고서 상에 토목섬유에 대한 문제점, 효과분석 및 시공개선 등에 대한 내용이 게재될 수 있도록 유도
- vi) 토목섬유 적용경험이 없는 현장 실무자 (인부 포함)들에게 관련기술 이전 및 시공시의 감독 철저 유도

3.3 제도 측면

현재 국내 토목섬유 업계의 가장 큰 문제점은 과잉 경쟁에 의한 덩핑행위라고 생각된다. 실제로 자유경제 시장하에서는 경쟁이 없을 수 없으며, 얼마간의 이익을 남길 수 있는 범위내에서 제품의 우월성과 원가 절감, 신공법 개발 등의 기술적인 경쟁이 바람직할 것이다. 그러나 현재 국내에 만연되어 있는 토목섬유의 덩핑행위는 심히 우려할 정도로서 현장에 반입되는 토목섬유의 질적 저하가 예상될 수 있다. 따라서 국내 토목섬유의 활성화를 유도하기 위해서는 설계·시공 기술의 개발과 함께 과잉 덩핑행위 등을 억제할 수 있는 다음과 같은 제도적인 측면에서의 보완책이 시급히 필요할 것이다.

- i) 토목섬유 관련 기술개발, 현장 적용시 문제점 파악 및 개선방안 모색 등을 위한 관·산·학·연의 협동체제 (예: 한국지반공학회 산하 토목섬유기술위원회)를 구축하여 업체간의 경쟁이 기술적인 경쟁이 되도록 유도해야 할 것이다.

- ii) 현장에 반입되는 토목섬유에 대한 검사를 제도적으로 강화시키고, 실제 특성치 보다 좋지 못한 토목섬유가 반입된 경우에는 반품 등 강력한 제재조치를 취하도록 해야 할 것이다.
- iii) 토목섬유 관련제품에 대한 시공품셈을 제정하고 문제점 등을 파악하여 정기적인 품셈보완 작업이 이루어져야 할 것이다.

3.4 교육 및 홍보 측면

토목섬유가 각종 토목구조물에 매우 다양하게 적용되고 있으나, 아직까지도 국내에서는 토목섬유의 역학적 특성과 효과에 대해 모르는 기술자들이 상당수 있으며, 일부의 토목기술자들만이 실제로 토목섬유를 접해 본 경험이 있는 것으로 평가되고 있다. 이러한 원인은 그동안 토목섬유 생산업체에서 주로 토목섬유가 적용 가능한 현장만을 접촉해 사용해 온 반면 토목섬유에 대한 연구나 성과발표에는 소홀히 해 온 결과로 사료된다.

따라서, 향후 국내 토목섬유 사용의 활성화를 위해서는 차세대 토목기술자들이 될 토목 및 섬유 전공 대학생들을 대상으로 대학교나 전문대학에서의 토목섬유관련 강좌를 개설하는데 힘써야 하고, 기존 토목기술자들의 토목섬유에 대한 인식전환과 기술제고를 위하여 관련 세미나나 워크샵 등을 수시로 개최하도록 노력하여야 할 것이다. 또한 신재료나 신공법의 개발이나 도입시 이들에 관한 기술적 내용을 정리한 기술교재를 널리 배포하여 토목기술자들이 현장여건에 따라 이러한 공법과 재료를 선택할 수 있는 기회를 제공해 주고, 실제 설계에 쉽게 적용할 수 있도록 해 주는 것이 필요할 것이다.

4. 토목섬유 기술의 향후 연구방향

3장에서는 국내에서의 토목섬유 사용에 따른 문제점들을 도출하고 이를 개선하기 위해 필요한 연구나 제도보완 등에 대해 기술했으며, 여기서는 선진외국에서의 토목섬유에 관한 현 기술수준을 점검해 보고 현재 당면하고 있는 과제와 이를 극복하기 위한 연구방향에 대해 기술한다.

토목섬유에 관한 기술적 사항은 1977년, 1982년, 1986년, 1990년에 개최된 4번의 국제 토목섬유학술회의를 통하여 급속도로 발전하였으며, 그동안의 연구성과로부터 다양한 용도로 사용된 토목섬유의 여러 효과들이 규명되어 일반적인 적용구조물에 대해서는 어느정도 경제적이고 안전한 토목섬유의 설계와 시공방법이 제시되어 있다. 그러나

아직까지도 국제적으로 표준화된 특성시험법과 설계방법이 정립되지 않는 실정이다.

지금까지의 현장적용 경험과 연구성과를 통하여 밝혀진, 토목섬유가 기존의 방법보다 우월한 장점을 살펴보면 다음과 같다.

- 토목섬유는 사용이 편리한 roll형태로 공급된다.
- 토목섬유는 생산시 quality control이 매우 우수하다.
- 토목섬유는 현장부지에 바로 신속하게 포설할 수 있다.
- 토목섬유는 경량재료로 취급하기가 용이하다.
- 합리적인 설계방법이 빠르게 개발되고 있다.
- 실내 실험을 통해 대부분의 관련 특성치들을 평가할 수 있다.
- 대부분의 경우 상당한 경제성을 보여 준다.
- 매우 적은 예외가 있으나 현장에 적용된 토목섬유는 매우 좋은 실행성을 보여 준다.

그러나 아직까지 선진외국에서도 토목섬유를 사용하는 많은 설계자나 사용자들이 섬유에 대한 기본적인 지식의 부족과 국제 표준화가 되어 있지 않은 특성시험법 및 특수한 조건에 대한 연구성과의 부족 등으로 많은 애로를 겪고 있다. 이와 같은 문제점들을 극복하기 위하여 선진외국에서는 관련 연구를 현재 수행중이거나 향후 수행할 계획으로 있다. 이러한 관점에서 향후 토목섬유의 보다 폭넓은 활용을 위해서는 다음과 같은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

1) 국제 표준화 연구

- 각종 토목섬유의 특성시험법의 표준화 연구
- 토목섬유 형태별 각종 토목구조물 적용시의 설계·시공법의 표준화 연구

2) 특별한 조건하에서의 토목섬유의 거동 연구

- 가는 실트와 점토, 미생물과 부유물질을 함유한 침출액 등에 대한 토목섬유의 필터거동 연구
- 동적 파동이나 교번흐름 조건하에서의 순수한 물과 흙탕물에 의한 토목섬유의 필터거동 연구
- 폐기물 매립지내 토목섬유의 설계기법 연구

3) 토목섬유의 장기간 내구성 연구

- 흙속에 묻힌 토목섬유의 creep특성 평가 및 creep시험법 개발

- 흩속에 묻힌 토목섬유의 응력이완(stress relaxation) 특성 연구
- 토목섬유의 creep과 응력이완 사이의 상호 의존성에 관한 해석적 연구
- 토목섬유의 장기간 필터특성에 미치는 생물학적 활동의 영향 평가

4) 합성섬유의 열화(degradation), 안정 및 내구년수 예측

- 합성섬유의 열화 및 안정성 평가 연구
- 합성섬유의 열화 방지 및 지연방법 개발 연구
- 합성섬유의 내구년수 예측기법 개발 연구

5) 기타

- 현장조건에 보다 적합한 새로운 형태의 토목섬유 개발 연구
- 각종 구조물에 적용된 토목섬유의 신뢰성 해석기법 연구
- 흙/토목섬유 마찰특성 평가 및 안정성 평가기법 개발 연구
- 토목섬유로 안정처리된 성토지반의 동상성 평가

5. 결 언

이상에서 살펴본 것과 같이 국내에서의 토목섬유 사용량은 연간 1,500만 m² 정도로 증가되었고, 향후에도 적용분야가 다변화되면서 지속적인 증가를 하게 될 것으로 전망된다. 그러나 이와 같은 사용물량의 증가와는 달리 국내 토목섬유의 설계·시공 기술 관련 연구는 매우 미흡하여 아직까지도 특성시험방법들의 규격화가 완전하게 되어 있지 못하며, 적용 구조물에 따른 합리적인 토목섬유의 설계·시공 방법이 제시되어 있지 못하다. 또한 국내 토목섬유 시장에는 토목섬유 생산업체간의 과잉경쟁에 의한 덤핑행위가 만연되어 있는데 반해 현장에서는 반입되는 토목섬유에 대한 검사체제가 제대로 확립되어 있지 않아 현장에 적용된 토목섬유의 질적 저하가 우려되는 등 제도적인 측면에서의 보완작업도 미흡하였다.

따라서 향후 국내 토목섬유의 활성화를 유도하기 위해서는 특성시험법 및 설계·시공방법 등 기술적인 측면의 연구와 함께 토목섬유 유통에 대한 제도개선방안 연구가 시급히 이루어져야 할 것으로 사료되며, 또한 장기적인 안목에서 새로운 형태의 토목섬유개발, 대학에서의 토목섬유 관련 강좌의 개설, 주기적인 세미나 및 워크샵의 개최 등을 통해 토목기술자들의 토목섬유에 대한 인식전환과 기술제고에 노력을 경주해야 할 것으로 사료된다.

부 록

부록 Ⅰ. 국내 토목섬유 발표논문 및 기술자료

부록 Ⅱ. 국내 주요공사 토목섬유 사용현황

부록 Ⅲ. 국내 주요공사 토목섬유 시방 일람표

부록 I. 국내 토목섬유 관련 논문 및 기술자료

1. 전유석, 김수삼, "창원종합기계공업기지 적현단지 연약지반처리 공사보고(I)", 대한토목학회지, 제 24권 제 1호, 1976년, pp. 15~30.
2. 조삼덕, 유지형, 김수일, "보강재 및 배수촉진재로서 Geotextile의 효과에 관한 실험적 연구", 대한토목학회 논문집, 제 2권 제 4호, 1982년 12월, pp. 39~47.
3. 이인형, "연약지반처리용 매트공법", 한국지반공학회 '83년 분과발표회집, 1983년.
4. 안병립, 김경승, 이재형, "도로포장 섬유보강공법", 건설시험소 자료, No.439, 건설부 국립건설시험소, 1983년, pp. 55~95.
5. 조삼덕, 김수일, "연약 점토지반의 지지력에 관한 인장쉬트의 효과", 연세논총, 연세대학교 대학원, 제 20집, 1983년 12월, pp. 281~296.
6. 농업진흥공사, "강과 하천에서의 포락방지 공법", 기술자료 27집, 1983년 12월, 511 pp.
7. 농업진흥공사, "포락방지 공법 개발", '84 연구보고서 제 2호, 1984년 12월, 104 pp.
8. 농업진흥공사, "토목섬유의 이용", 기술자료 32집, 1984년 12월, 148 pp.
9. 조삼덕, 조중각, 홍성완, "Geotextile 및 보강토공법에 관한 연구", 연구보고서 KICT 84-W-1, 한국건설기술연구원, 1985년 3월, 246 pp.
10. 신상혁, 임재식, "포락방지공법 연구보고서(최종)", 연구보고서 85-05-15, 농업진흥공사, 1985년 12월, 81 pp.
11. 임재식, "토목섬유대 콘크리트공법의 설계 및 시공", 연구보고서 85-13-07, 농업진흥공사, 1985년 12월, 122 pp.
12. 조삼덕, 조중각, 홍성완, "Geotextile 종류별 효용성의 비교 연구", 연구보고서 KICT 86-GE-3, 한국건설기술연구원, 1986년 12월, 95 pp.
13. 농업진흥공사, "제1회 토목섬유(Geotextile) 세미나 발표집", 1986년.
14. 조삼덕, 정구영, 구본효, "Geotextile 특성연구 - 필터 및 배수특성", 연구보고서 KICT 87-GE-113, 한국건설기술연구원, 1987년 12월, 159 pp.
15. 조삼덕, "철도노반 건설시 Geotextile의 이용", 건설기술정보, 통권 41호, 한국건설기술연구원, 1987년 4월, pp. 16~18.
16. 조삼덕, "토질 및 기초공학 분야에서의 Geotextile 이용", 대한토목학회지, 1987년 4월.

17. 한국원사직물시험검사소, "토목섬유 시험방법", 1987년 9월, 343 pp.
18. 이제영, 이종호, 고흥석, "농업토목설계를 위한 유한요소법 시스템 개발(I)", 농수산부, 농업진흥공사, 1987년.
19. 조삼덕, "건설분야에서의 Geotextile의 이용 및 전망", 한국섬유공학회 하계 학술세미나 개요집, 한국섬유공학회, 1987년 8월, pp. 109~150.
20. 조삼덕, "연약지반처리공법-Geotextiles", 대한토목학회지, 1987년 12월.
21. 고흥석, "유한요소법에 의한 토목섬유 보강구조물의 해석", 전북대학교 농대 논문집 제19집, 1988년, pp. 135~149.
22. 고흥석, "토목섬유 보강이 점토의 역학적 거동에 미치는 영향", 서울대학교 박사학위 논문, 1988년.
23. 이제영, 이종호, 고흥석, "농업토목설계를 위한 유한요소법 시스템 개발(II)", 농수산부, 농업진흥공사, 1988년.
24. 조삼덕, 백승철, 이명환, "연약지반 천층 안정처리 연구", 연구보고서 KICT 88-GE-111, 한국건설기술연구원, 1988년 12월, 193pp.
25. 조삼덕, "Geotextile을 이용한 도로포장의 시공과 보수", 건설기술정보, 한국건설기술연구원, 1988년 6월, pp. 5~8.
26. 이제영, 이종호, 고흥석, 김진성, "농업토목설계를 위한 유한요소법 시스템 개발(III)", 농수산부, 농업진흥공사, 1989년.
27. 조삼덕, 백승철, 홍성완, "교번흐름을 고려한 Geotextile필터의 설계기준에 관한 연구", 한국건설기술연구원 & 한국부직포공업협동조합, 1989년 12월, 225pp.
28. 조삼덕, "Geotextile을 이용한 흙사면의 안정처리공법", 토지개발기술, 한국토지개발공사, Vol.2, No.3, 1989년 9월, pp.52~58.
29. 조삼덕, "Geotextile의 장기간 필터거동과 내구성", 건설기술정보, 한국건설기술연구원, 통권 71호, 1989년 10월.
30. 조삼덕, "Geotextile에 의한 연약지반의 안정처리 설계", 농공기술, 농업진흥공사, Vol.6, No.4, 1989년 12월, pp. 139~155.
31. 조삼덕, "흐름조건을 고려한 단섬유 부직포의 필터기준에 관한 실험적 연구", 박사학위 논문, 연세대학교, 1990년 6월, 157 pp.
32. 조삼덕, 김수일, "흐름형태별 Geotextile의 필터기준에 관한 이론 및 실험적 고찰", 대한토목학회 논문집, 제10권 제1호, 1990년 3월, pp. 163~172.
33. 이상호, "Geotextile의 투수 및 배수특성에 관한 연구", 박사학위 논문, 경북대학교 농공학과, 1990년 12월, 98 pp.

34. 조삼덕, "Geotextile을 이용한 폐기물 매립공법", 건설기술정보, 한국건설기술연구원, 통권 96호, 1991년 11월, pp. 20~28.
35. 한국지반공학회 토목섬유 기술위원회, "제 1회 학술발표회 - 토목섬유의 필터 및 배수특성", 1992년 12월, 162 pp.
36. 한국공업표준협회, 한국공업규격, KSF 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128.
37. 한국공업표준협회, 한국공업규격, KSK 0350, 0351, 0514, 0520, 0536, 0537, 0538, 0540, 0622, 0705.

부록 II. 국내 주요공사 토목섬유 사용현황

NO	공사명	시행청	적용용도	Geotextile 설계내역						설계금액(천)	설계사	시공사	비고 (시행청 관련)
				품목	규격	설계수량	단가	설계금액(천)					
1	김해 공항평형 활주로 공사	공항관리공단	지반 개량 성토 기초 매트	P.E.T MAT	5 T/M ²	30,941 M ²	1,100	34,035	한국 종합 기술 개발 공사	한일 개발 (주)			
				직포 매트	10 T/M ²	498,327 M ²	1,800	896,989					
2	영종도 신공항 건설 보안 축조 공사	공항관리공단	저면 세굴 방지 사면토사유출방지 오탈 방지		20 T/M ²	25,343 M ²	2,900	73,495	유신 설계 공단	1공구: 강주 고속 2공구: 한일 개발 3공구: 현대 건설			
				소 계		554,611 M ²		₩ 1,004,519천					
3	새만금 지구 간척 사업	농어촌진흥공사	기초 지반 보강 사면 보호공 오탈 방지		10 T/M ²	364,231	1,800	655,615	농어촌진흥공사	1공구: 대우 2공구: 현대 건설 3공구: 대림 산업 4공구: 대우	홍성 보령 지구 북포 군내 지구 영산강내부개발 영암 방조제 시화 방조제 외 다수		
				소 계		1,248,563 M ²		₩ 2,481,574천					
3	새만금 지구 간척 사업	농어촌진흥공사	기초 지반 보강 사면 보호공 오탈 방지	P.P. MAT	2 T/M ²	686,703 M ²	600	412,021	농어촌진흥공사	1공구: 대우 2공구: 현대 건설 3공구: 대림 산업 4공구: 대우	홍성 보령 지구 북포 군내 지구 영산강내부개발 영암 방조제 시화 방조제 외 다수		
				"	3 T/M ²	313,600 M ²	800	250,880					
				"	5 T/M ²	308,096 M ²	1,000	308,096					
				부 직 포	7 T/M ²	581,800 M ²	1,400	814,520					
				"	1 T/M ²	254,159 M ²	900	228,743					
				"	2 T/M ²	587,922 M ²	1,100	₩ 646,714					
				"	3 T/M ²	1,522 M ²	1,350	2,055					
				"	5 T/M ²	69,717 M ²	2,100	146,405					
				"	10 T/M ²	72,717 M ²	3,200	232,694					
				오탈 방지막	KSP80002M	70set(1,400H)	760,000	53,200					
				"	"	3M 105set(2,100H)	840,000	88,200					
				"	"	6M 100set(2,000H)	1,500,000	150,000					
소 계			2,876,236M ²		₩ 3,333,528천								

NO	공사명	시행청	적용용도	Geotextile 설계내역						설계사	시공사	비고 (시행청 관련)
				품목	규격	설계수량	단가	설계금액(천)				
4	화옹지구 간척사업	농어촌진흥공사	기초지반용	P.E.T MAT	10 T/M ²	400,987 M ²	1,800	721,776	농진	한신공영(주)		
				"	11 T/M ²	206,460 M ²	1,900	392,274				
				부직포	1 T/M ²	201,468 M ²	1,100	221,615				
5	골포천방수로 치수사업 및 부대공사	공사합계	사면보호공 연약지반안정화 사면안정화 오탐방지	KSP 8000 2M	1,000SET (20,000M ²)	760,000	760,000	삼안건설기술공사	(주)대우	안산신도시 지.여원공단 조성공사 남강,운문,댐 축조		
				" 3M	150SET (3,000M ²)	840,000	840,000					
					1,200,631 M ²		₩ 2,740,481					
6	부산명지지구 택지조성공사	공사합계	연약지반개발 진입도로사면용 진입도로오탐방지	P.P MAT	5 T/M ²	1,000,000 M ²	1,000	1,000,000	도화종합기술공사	롯데건설 국동건설	자유로건설공사 신도시부지조성 군장공업기지 조성 부산낙산지구 개발외다수	
				P.P MAT	3 T/M ²	109,718 M ²	750	82,288				
				Paper drain Board Filter Mat	95 m/m 1.5 T/M ²	1,757,200 M	500	878,600				
				17,265 M ²	870	15,020						
				오탐방지막	KSP80003M	20 SET (400M ²)	760,000	15,200				
		공사합계				1,126,983 M ²		₩ 1,991,108				

NO	공사명	시행형	적용용도	Geotextile 설계내역						설계사	시공사	비고 (시행정관련)
				품목	규격	설계수량	단가	설계금액(천)				
7	양산,구포간 고속도로 확장 공사	한국도로공사	성토기층보강용	P.P MAT	5 T/M ²	284,200 M ²	1,000	248,200	합동 설계단	1공구 : 삼호 2공구 : 서광산업 3공구 : 국동건설 4공구 : 동양고속 5공구 : 경남기업	중앙고속도로 건설공사 영동고속도로 확장공사 국마고속도로 확장공사 호남고속도로 확장공사 서해안고속도로 건설공사 외 다수	
				"	3 T/M ²	184,397 M ²	750	138,298				
	하동 화력, 회사 처리장 조 성 공사	한국 전력 공사	사면 차수용 오탈 방지(1차)	Pack Drain		441,925 M ²	2,900	1,281,582	대영 엔지니어링		영동 화력 태안 화력 삼천포 화력 보령 화력 외 다수	
				"	15 T/M ²	338,041 M ²	2,300	777,494				
8	아산만 해군 기지 건설공사	공사 합계	인악 지반 기판			설계 변경	국내 최초 시공중		새명 기술단 등명 기술공단	삼성 종합 건설(주) 대림 산업 (주) 동아 건설 (주)	진해 해군기지 확장 공사	
						1,248,563 M ²		₩ 2,481,574천				
9	옹포계 기수 공사	공사 합계	사면 보호 제방 기초	차수 시트	3 T/M ²	500,000 M ²	3,900	1,950,000	이리형	(주) 대인	석정계 기수 공사 논산계 기수 공사 영안강 수계 기수 사업 금강 수계 기수 사업	
				오탈 방지막	KSF8000 ^{3M}	22 SET(440 ^M)	780,000	17,160				
10	공사 합계	공사 합계				31 SET(620 ^M)	1,480,000	45,880				
				오탈 방지막	" 5 ^M	4 SET(80 ^M)	1,210,000	4,840				
						37 SET(740 ^M)	1,880,000	69,560				
				오탈 방지막	" 10 ^M	37 SET(740 ^M)	1,880,000	69,560				
						500,000 M ²		₩ 2,087,440				
				오탈 방지막	KSF8000 ^{PH}	132 SET(2,640 ^M)	2,000,000	264,000				
				Filter MAT	3.5 T/M ²	187,044 M ²	1,590	297,400				
				Paper Drain		4,965,289 M	500	2,482,645				
						1,626,466 M ²		₩ 6,354,715 천				
				Fabric form	KCF 1500	25,973 M ²	8,200	212,978				
						46,812 M ²	2,826	132,290				
				P.E.T MAT	15 T/M ²	0						
						72,785		₩ 345,268 천				

NO	공사명	시행성	적용용도	Geotextile 설계내역						설계사	시공사	비고 (시행성 관련)
				종목	규격	설계수량	단가	설계금액(천)				
11	충주북신안 공유수원매립 공사	충주시	샌드 매트 기초 호안 기초 보강 인악 지반 개량	P.P. MAT " Paper Drain	5 T/M ² 3 T/M ² 95 m/m	70,875 M ² 115,173 M ² 1,206,646 M	1,000 2,000 500	70,875 230,346 603,323	동명 기술공단	한진 종합건설(주)	동호엔지니어링공사 도남 관광 단지	
		공사 합계					186,078 M ²		₩ 904,544천			
12	시흥 월곶지구	시흥군	사면 보호공 사면 토사 유출 방지 호안 기초 보강 오탉 방지	Fabric Form Filter MAT P.E.T MAT 오탉 방지막	KCF 2000 3 T/M ² 15 T/M ² KSP8000 SM	14,383 M ² 47,154 M ² 41,772 M ² 74 SET (1480M)	9,973/M ² 1,450/M ² 1,950/M ² 840,000	143,437 68,373 81,455 62,160	세일 종합 기술공사	우성 건설(주)		
		공사 합계					103,309 M ²		₩ 355,425천			
13	평택 진위천 개수공사	평택군	사면 보호	Filter MAT	4 T/M ²	350,000 M ²	1,640/M ²	574,000	평택 군청			
		공사 합계					350,000 M ²		₩ 574,000천			
14	전주권 광역 쓰레기 처리장 조성공사	완경지	방수재 보호 오염 물질 방지	Filter MAT H.D.P.E SHEET	3 T/M ² 1.5 mm	250,000 M ² 350,000 M ²	1,590/M ² 7,300/M ²	397,500 2,555,000	대영 엔지니어링		지역권역 쓰레기 처리장 조성 수질, 환경 보호 공사	
		공사 합계					600,000 M ²		2,952,500천			
15	부산항 4단계 항만공사	관타이너 부두 관리 공단	오탉 방지 호안 사면 보호 기초 보강용 준설로 지반개량 기초 매트지지력 보강	오탉 방지막 Filter MAT P.E.T MAT Paper Drain Board Geo Grid	KSP8000 SM 5 T/M ² 5 T/M ² 95 m/m	30 * 0.1 (600M) 82,000 M ² 200,000 M ² 5,000,000 M ² 200,000 M ²	1,500,000 2,000 1,100 500 3,600	45,000 164,000 220,000 2,500,000 720,000	한국 종합 기술공사 대영 엔지니어링	(주) 대우	광양만 컨테이너 부두 부산항 컨테이너 부두.	
		공사 합계					482,000		₩ 3,649,000천			

NO	공사명	시행성	적용용도	Geotextile 설계내역						설계사	시공사	비행성관련
				품목	규격	설계수량	단가	설계금액(원)	설계금액(원)			
16	인원남향유동 기지 건설공사	인원함안성	사면 안정화	Filter MAT	4 T/H ²	12,000 M ²	1.700	20,400	도화종합기술공사	한라 건설(주)	한라 시설 확충 공사 문산항 도류제 축조공사	
		공사합계	오탉 방지막	KSF8000M 5M	25 SET(500M) 45 SET(900M)	840,000 1,300,000	21,000 58,500	₩ 99,900원				
17	온산 광물 경유 부지 확장공사	광물정류(주)	지반 개량	Paper Drain Board	95 m/m	566,000 M	500	283,000	도화지질	방용 건설(주)	민자공사 다수	
		공사합계	신공법 적용	Dynamic consolidation				₩ 283,000 원
18	원주화승 C.C 건설공사	화승그들	병합기, 유공관 보존	부직포	1.5T/H ²	30,000 M ²	870 /H ²	26,100	세광 기술단	동아건설산업(주)		
		공사합계	민공 호수 방수	E.V.A SHEET	1.5 m/m	12,000 M ²	7,300 /H ²	87,600				₩ 250,200 원
19	광양항 1단계 컨테이너 터미 널 부두축조 하부공사	콘테이너 부두 공단	오탉 방지 사면 안정화	Geo Web	T=10 CH	8,000 M ²	5,500 /H ²	44,000	유신 설계 공단	한영 엔지니어링		
		공사합계	SAND 지지	Geo Web	T=20 CH	5,000 M ²	18,500 /H ²	92,500				₩ 1,148,499 원
20	죽산국가공단 조성공사	공사합계	지반 개량	PACK DRAIN	φ 120mm	68,750 M	600 /M	41,250 원	도화종합기술공사	93. 9/27 入札	주거단지 공영단지 I-6공구	
		토지개발공사	기초 보강	P. D. B	95m/m	33,656,597 M	500 /H ²	16,828,298 원				₩ 1,649,363 원
공사합계	공사합계	공사합계	오탉 방지	P.E.T MAT	5 T/H ²	5,480,183 M ²	1,100 /H ²	6,028,201 원				
												SAND 지지
공사합계	공사합계	공사합계	오탉 방지	KSF8000 1.5Mx20M	136 SET(2,720M)	700,000/SET		95,200 원				
												20개 PROJECT

부록 Ⅲ. 국내 주요공사 토목섬유 시방 일람표

1. MAT

No	공사 명	감 독 청	시 공 사	용 도	수 량	물				성				비 고
						인장 강도	인장신도	봉합강도	투수계수	중 량	시 절	형 상		
1	광양항컨테이너 부두 축조공사	한국 컨테이너 부두공단 세강, 유신, 한영	동아건설산업	연악 지반 개발용저면	122,304	15 T/M			$\alpha \times 10^{-3}$ CM/SEC	500G/M ²	P.E.T	직 포		
2	김해 공항 평행 활주로 공사	공항 관리 공단 한국 종합 기술	한일 개발	연악 지반 개발용저면	498,327	10 T/M	10-40	10 T/M	$\alpha \times 10^{-2}$ $\sim 10^{-4}$		P.E.T	직 포		
3	영종도 신공항 건설공사	공항 관리 공단 유신 설계 공단	광주 고속 한일, 현대	저면 새굴 방지	364,231	10 T/M	10-30	10 T/M	$\alpha \times 10^{-2}$ $\sim 10^{-3}$	330G/M ²	P.E.T	직 포	깨끗함 강도 200 비중 1.3	
4	물포천 방수로 치수사업및 부대 공사	한국수자원공사 삼안건설기술공사	(주) 대 우	연악 지반 보강	296,700	10 T/M	10-30	10 T/M	$\alpha \times 10^{-2}$ $\sim 10^{-4}$	300G/M ²	P.E.T			
5	화용지구 간척 사업	농어촌진흥공사 "	한신 공영	연악지반 보강	400,987 206,460	10 T/M 11 T/M	10-30 10-30	10 T/M 11 T/M	$\alpha \times 10^{-2}$ $\sim 10^{-3}$ "	300G/M ² 320G/M ²	화 학 섬 유	직 포 직 포		
6	부산 명지 지구 택지 조성 공사	토지 개발 공사 도화종합기술공사	롯데 건설 극동 건설	연악 지반 개발용저면	109,718 1,000,000	3 T/M 5 T/M	10-50 10-50	3 T/M 5 T/M	$\alpha \times 10^{-2}$ $\sim 10^{-4}$ "		P.P "	직 포 직 포		
7	여천 공업 단지 조성 공사	한국수자원 공사 평원 엔지니어링	럭키 개발	연악 지반 개발용저면	503,078	5 T/M	25% 이하	5 T/M	$\alpha \times 10^{-3}$			직 포		
8	부산 국가 공단 조성 공사	토지개발공사 도화종합기술공사		연악 지반 개발용저면	5,480,183	5 T/M	10% 이상	5T/M	$\alpha \times 10^{-2}$	200G/M ²	P.E.T	직 포		
9	군장 서측 호안	토지개발공사	우성 건설 경남 기업	지반새굴 방지	368,028	5 T/M	10-30	5 T/M	$\alpha \times 10^{-3}$ $\sim 10^{-4}$	140G/M ²	P.E.T	직 포		
10	시흥열곡지구 공유수면매립공사	시흥군, 세일종합 기술공사	우성 건설	호안기초보 강	41,772	15 T/M	10-40	15 T/M	$\alpha \times 10^{-2}$ $\sim 10^{-4}$	400G/M ²	P.E.T	직 포		
	합				9,401,484									

2. Filter Mat

No	공사명	감독청	시공사	용도	수량	물성치						비고	
						인장강도	인장신도	봉합강도	투수계수	중량	제질		형상
1	영종도 신공항 건설 호안 축조	공항관리공단 유신설계공단	광주고속 한일,현대	사면토사 유출방지	373,488	4 T/M ²	50%이상	인장강도 이상	$\alpha \times 10^{-1}$	550G/M ²	P.P 또는 P.E.T	부직포	
2	화용지구 간척 사업	농어촌진흥공사 "	한신공영	사면토사 유출방지	201,468 391,716	1 T/M ² 3 T/M ²	60-110 "	인장강도 이상	$\alpha \times 10^{-1}$ ~ 10^{-2}	200G/M ² 250G/M ²	화학섬 유"	부직포 "	
3	골포천 방수로 치수사업 및 부대공사	한국수자원공사 삼안건설기술공사	(주)대우	사면토사 유출방지	685,152	3 T/M ²	50%이상	3 T/M ²	$\alpha \times 10^{-1}$	400G/M ²	P.P 또는 P.E.T	부직포	
4	충무복신만공유수면매립공사	충무시 동명기술공단	한진종합건설	사면토사 유출방지	28,250	3 T/M ²	60%이상	3 T/M ²	$\alpha \times 10^{-1}$	300G/M ²		부직포	
5	시흥월곶지구공유수면매립공사	시흥군 세일종합기술공사	(주)우성건설	사면토사 유출방지	47,154	3 T/M ²	30-150	3 T/M ²	$\alpha \times 10^{-1}$	300G/M ²	P.E.T	부직포	
6	전주권 광역쓰레기처리장	환경처 대영엔지니어링	(주)미도파	방수계보호 배수	250,000	3 T/M ²	60%이상	3 T/M ²	$\alpha \times 10^{-1}$	300G/M ²	P.E.T	부직포	
7	홍보지구간척공사	농업진흥공사 "	태영 영진건설산업	사면토사 유출방지	165,839 124,622	1 T/M ² 4 T/M ²	60%이상 60%이상	1 T/M ² 4 T/M ²	$\alpha \times 10^{-1}$ ~ 10^{-2}	250G/M ² 459G/M ²	토립자 유출 방지	부직포 "	두께:2m/m " :3m/m
8	군장서측호안	토지개발공사	우성건설 경남기업	사면토사 유출방지	139,770	3 T/M ²	10-30	3 T/M ²	$\alpha \times 10^{-2}$ ~ 10^{-4}	500G/M ²	P.P 화학 섬유	직포+ 부직포	복합포
9	군장남측도류제	토지개발공사	우성건설	"	50,000	10 T/M ²	50%이상	10 T/M ²	$\alpha \times 10^{-1}$	850G/M ²	P.P 또는 P.E.T	부직포	
	합계				2,457,459								

3. Silt Protector

기준 : 인장강도 635 KG/IN (25T/M)

No	공사명	감독청	시공사	수량	인장강도 (kg/in)		인장강도 (kg)		인열강도 (kg)		중량 (G/M ²)	투수계수 (CM/SEC)	수축률 (%)	공극 (%)
					길이	폭	길이	폭	길이	폭				
1	강북 수원지	신우 엔지니어링	풍향 건설	21 SET	635 x 635	635 x 635	24 x 23	24 x 23	360 x 360	360 x 360	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	0.4x0.4
2	태인수산 종묘 배양장 신축	국립수산진흥원	우계 건설	80 SET	630 x 630	630 x 630	20 x 20	20 x 20	250 x 250	250 x 250	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	
3	삼천포 화력 발전소	한국 전력	.	30 SET	630	630	630	630	250	250	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2 이상	
4	하동 화력	한국 전력	대우	171 SET	630	630	25 x 35	25 x 35	250	250	820	$\alpha \times 10^{-3}$ 이하	0.2 이하	
5	부지 조성 공사	대영엔지니어링	우성 건설	74 SET	635 x 635	635 x 635	15 x 15	15 x 15	250 x 250	250 x 250	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	
	시흥 월곶 지구 공유수면매립공사	시흥군 세일종합기술												
6	새만금 지구 간척 공사	농업진흥공사	대우	102 SET	635 x 635	635 x 635	24 x 23	24 x 23	360 x 360	360 x 360	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	
7	녹산 국가공단 조성공사	토지개발공사 도화종합기술공사	.	136 SET	635 x 635	635 x 635	24 x 23	24 x 23	360 x 360	360 x 360	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	
8	강양항컨테이너 부두 축조 공사	컨테이너부두공단 세강, 유신, 한영	동아 건설 산업	92 SET	635 x 635	635 x 635	24 x 23	24 x 23	280 x 270	280 x 270	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	
9	인천 유통기지	인천 항만청 도화종합기술공사	한라 건설	50 SET	635 x 635	635 x 635	24 x 23	24 x 23	360 x 360	360 x 360	750	$\alpha \times 10^{-3}$ 이상	0.2x0.2 이하	
	합			756 SET (15,120M)										

4. Drain Board

No	공사명	감투계설사	시공사	수량	구조 및 규격				물리적 특성				화학적 특성					
					재질	표준중량(g/M ²)	폭x두께(M/M)	구형상	인장강도(굽윤시)	인장강도(건조시)	인장강도(건조시)	접착강도	투수계수(cm/sec)	항산 30% 수용액 (%)	염산 20% 수용액 (%)	수산화나트륨 10% (%)	중류수	
1	복산 국가 공단 조성 공사	토지개발 공사 도화종합기술공사	.	33,656,597	고분자 합성 수지	100	95±2x3±0.5	2±0.2x1.5±0.2x39±3	350 KG/95 MM	350 KG/95 MM	완전	3.5 x 10 ⁻³	중량 감소	과다	과다	과다	과다	과다
2	여천공업기단지 용성단지조성공사	한국수자원 공사 평원 엔지니어링	벽기 개발	1,606,804	합성 수지	120	95±3x3±0.5	2±0.2x1.5±0.2x33±3	180 KG/95 CM ²	180 KG/95 CM ²	완전	3.5 x 10 ⁻³	"	"	"	"	"	"
3	자유로 2-8공구	토지 개발 공사	효자종합건설	1,435,695	수지+부직포	85	100±2x3±0.5	.	부직포의 55KG/2.5CM	인장강도	완전	2x10 ⁻³	"	"	"	"	"	"
4	삼미종합특수강 창원 공장 부지 확장 공사	삼미종합특수강 새강종합기술관	삼복종합건설 효동 건설	445,000	합성 수지	85	95±2x3±0.5	2±0.2x1.5±0.2x36±3	180 KG	180KG	완전	3.5 x 10 ⁻³	"	"	"	"	"	"
5	근산 나운 지구 택지 조성 공사	토지 개발 공사	진로 건설 중앙 건설	161,153	합성 수지	100	100±2x3±0.5	2±0.2x1.5±0.2x36±2	240 KG/100 MM	과다	완전	3.5 x 10 ⁻³	"	"	"	"	"	"
6	목포 신도심(하당지구)택지 개발 공사	목포시	광주 고속	1,900,000	.	120	94 x3	2±0.2x1.5±0.2x39±3	240 KG/94 MM	.	완전	3.5 x 10 ⁻³	"	"	"	"	"	"
7	인천 인수 지구 부지 조성 공사	토지개발 공사	진덕 산업	40,000	180 KG/95 MM	과다	완전	3.5 x 10 ⁻³	"	"	"	"	"	"
	합			8,888,652M														