

# 토목섬유개발의 현황과 전망

## (Present State and Prospect of Geosynthetics Development)

전한용\*

### 1. 서언

국내에서 토목섬유라고 불리우는 Geosynthetics의 명칭은 토목합성재료라고 불러야 비교적 정확한 표현이지만, 토목건설분야에 Geosynthetics가 사용된 초창기인 1970년대 지오텍스타일(Geotextiles) 제품이 주로 시공되면서 Geosynthetics와 토목섬유라는 명칭이 혼동되어 사용되고 있다. 본 고에서는 Geosynthetics의 국문표기가 토목합성재료란 표현이 합리적이지만, 관용적으로 국내시장에서 통용되고 있는 토목섬유란 표현을 부득이 사용하기로 한다. 하지만 추후로는 Geosynthetics의 기능과 다양한 천연 및 합성고분자 원료들이 사용되는 점을 고려하여 토목합성재료라는 표현을 권장 용어로 제시하고자 한다.

한 예로, ASTM D 4439에 의하면 Geosynthetics를 다음과 같이 정의하고 있다.

*Geosynthetic*, n - a planar product manufactured from polymeric material used with soil, rock, earth, or other geotechnical engineering related material as an integral part of a man-made project, structure, or system.

일반적으로 토목섬유는 기능이 알려져 있어 대부분 특정 용도별로 시공되어지는 이른바 맞춤형재료(Tailor-Made Materials)의 성격을 띠고 있으며, 토목섬유의 장기성능은 적용 구조물의 안정성과 밀접한 관계를 가지고 있다. 이중에서도 특히, 제품의 취화에 의한 성능저하, 내후성 및 내구성 저하 등은 매우 중요한 인자들로 토목섬유가 저가의 모방하기 쉬운 산업용 재료라는 불명예를 안겨줄 뿐만 아니라 새롭게 개발되는 공법들과의 적합성에도 문제를 야기하게 된다.

특히 국내의 경우 저가 토목섬유의 사용은 국내시장 유통질서의 혼란은 물론 상대적으로 국내 토목섬유 관련 기술력의 축적에 매우 불리한 여건을 형성하게 된다.

\* 인하대학교 나노시스템공학부 교수 · 공학박사  
(hyjeon@inha.ac.kr)

한편, 지속적인 신공법 및 신기술의 개발로 인하여, 토목섬유도 단순제품의 틀을 벗어나 예를 들면, 복합화 제품, 환경친화형/환경일체형/환경적응형 제품, Hybrid 또는 Smart 개념의 고성능, 고기능 토목섬유 개발에 대한 수요 및 필요성이 대두되고 있으며, 이에 부응하여 평가방법의 개발 및 선진화도 꾸준히 진행되고 있다.

본 고에서는 성급한 감이 없진 않지만 현재 진행되고 있는 선진 토목섬유업체들의 기술개발 동향을 분석하여 토목섬유 개발의 현황 및 전망을 소개하기로 한다.

## 2. 토목섬유 원료

일반적인 토목섬유제품의 종류로는 지오텍스타일(Geotextiles), 지오멤브레인(Geomembranes), 지오그리드(Geogrids), 지오네트(Geonets), 지오웹(Geowebs), 지오매트(Geomats), 지오파이프(Geopipes), 토목섬유 점토 차수재(Geosynthetic Clay Liners, GCLs), 지오컴포지트(Geocomposites) 등을 들 수 있다. 또한 두 가지 혹은 그 이상의 토목섬유의 특성을 혼합하여 기본 기능을 강화한 특수한 기능의 토목섬유 복합재료가 제조, 사용되기도 하며 이 분야의 성장률은 다른 분야보다 훨씬 빠르며 배수용 지오컴포지트와 토목섬유 점토차수재가 그 좋은 예이다.

우리나라의 경우에는 부직포형 지오텍스타일을 응용한 배수용 복합재인 플라스틱 드레인 보드(plastic drain board, PDB), 지오텍스타일 및 지오멤브레인, 지오그리드, 복합배수재 등이 주로 사용되고 있으며 콘크리트 강화용 섬유복합재의 생산 및

표 1. 고분자 원료와 토목섬유제품

고분자원료	Geosynthetics
폴리에틸렌	· 지오텍스타일 · 지오그리드 · 지오멤브레인
폴리프로필렌	· 지오셀 · 토목섬유점토차수재(GCL)
폴로에스테르	· Fabric Foam · PBD · 지오매쉬
폴리비닐클로라이드	· 지오파이프 · 지오네트 · 지오컴포지트
폴리비닐알코올	· 지오투브 · 지오백 · 지오컴포지트
폴리스티렌	· EPS · 오탁방지막 · 지오스트립
유리섬유/탄소섬유	
기타 - 기능성, 고성능 소재	· 복합형 Geosynthetics

사용은 외국에 비해 매우 적은 실정이다.

한편, 토목섬유제품은 각각의 기능과 용도별로 성능을 평가하는 시험방법들이 있으며, 국제표준 시험 방법들은 대부분 실내시험(Index Test)에 해당된다. 따라서 토목섬유제품을 현장에 시공할 경우 현장시험 및 계측 데이터와의 상호 연관성이 매우 중요하며, 실내시험 결과에 의한 감소인자 및 안전율 등이 설계에 반영되어진다.

표 1에 고분자 원료와 해당 토목섬유제품을 소개하였다.

## 3. 신소재 토목섬유 원료

### 3.1 천연섬유원료

토목섬유에 사용되는 천연섬유원료는 매우 한정적이지만 환경친화형 원료라는 장점을 가지고 있기 때문에 근래에 토목섬유 제품으로서의 효용성이 다시 부각되기 시작하였으며, 그 종류도 cotton, jute, wool, coir, straw, basalt fiber 등에서 waste assembly 등에 이르기까지 매우 다양하다.

현재 특정용도에 사용되고 있지만, 수분흡수성이 뛰어난 장점을 활용한 사면안정화, 침식방지, 배수용 또는 녹지조성용 matrix 등으로의 용도확장이 기대되고 있다. 특히 여과 및 배수용 복합화 제품의 원료로 사용 가능성이 매우 높다.

### 3.2 합성섬유원료

범용 토목섬유 용 합성섬유원료로는 polyolefin계, polyester계 등이 대부분이지만, 특수한 용도와 기능을 목적으로 polyurethane계, glass계, carbon계 원료들이 매우 제한된 분야에 적용되기도 한다.

현재 사용되고 있는 범용 합성섬유원료인 polyolefin계, polyester계 섬유들의 단점보완이나 특수용도 창출 면에서 각종 첨가제의 개발과 병행하여 새로운 기능성 고분자들이 합성섬유원료도 연구, 개발 중이다.

### 3.3 재활용 섬유원료

토목섬유의 제조에 사용되는 섬유원료들은 워낙 대량으로 사용되는 경우가 많기 때문에 우선 경제적인 측면에서 가격이 비쌀 경우 경쟁력이 없어지므로 성능이 비슷할 경우에는 제조단가가 저렴해야만 한다. 또한 환경 친화적인 측면에서 재활용 섬유원료를 사용한 Eco-environmental 토목섬유 제조에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 재활용 섬유원료를 사용하여 제조된 토목섬유의 경우 물성 저하가 발생하므로 향후 이를 보완하거나 개선해야만 하는 문제점을 안고 있다. 이를 위하여 특수기능의 첨가제와 원료수지 및 제조공정 및 장치들의 개선에 관한 기술개발이 진행 중이

며, 특별히 환경친화의 초점을 분해성과 적합성 중 어느 분야로 맞추어야 할 것인가가 해결되면 이 분야에 대한 진보는 매우 빠르게 진행될 것으로 예상된다.

### 3.4 기능성 섬유원료

특수기능을 가진 섬유원료인 hybrid polymer를 이용하여 Smart 토목섬유를 제조하는 기술의 개발이 향후 절실히 필요할 것으로 예측되며, 토목섬유 제품들이 당면하고 있는 mechanical and chemical resistances, durability, weatherability 등을 고려한다면 적용환경에 부합되는 Smart 토목섬유의 개발은 가장 선진화된 기술이라고 생각된다.

이러한 기능성 섬유원료들은 고흐수성, 생분해성, high tenacity, high modulus, high performance 등의 용도로 사용 가능한 토목섬유 제품의 제조에 이용될 전망이다. 현재 기능성 섬유원료들의 제조단가가 아직은 너무 고가이고 사용조건의 제약이 수반되는 단점을 내포하고 있기 때문에 급진적인 용도확장은 쉽지 않겠지만, 구조물의 안전성이 중요시되는 경우 반드시 사용해야만 하기 때문에 BT, CT, NT 등의 첨단분야로 까지 확대 적용될 전망이다.

## 4. 토목섬유 신제품 개발동향

### 4.1 지오텍스타일

지오텍스타일은 nonwoven, woven, knitted types로 구분되지만 이 중에서 knitted types는 제품 자체에 큰 진보는 없다고 봐야 되며, 부직포 지오

텍스타일의 경우 다음 항목들을 중심으로 차세대 제품개발이 진행 중이다.

- ① 고중량화 - ~ 5,000g/m<sup>2</sup>
- ② 차별화 기능의 smart geotextiles 제품 개발  
- 분리, 보호, 배수기능 용
- ③ Nano fibers를 이용한 제품 개발 - 환경분야 적용
- ④ 크리프 특성 개선 제품 개발 - 저신율 고강성 섬유사용
- ⑤ 환경적응형, 생분해성 제품 개발
- ⑥ 다기능성 복합화 제품 개발 등

그리고, 직포 지오텍스타일의 경우도 아래 항목들을 중심으로 직포 지오텍스타일과 같은 맥락에서 차세대 제품이 개발되고 있다.

- ① 고강도 - ~ 80 ton
- ② 크리프 특성 개선 제품 개발 - 저신율 고강성 섬유사용
- ③ 환경적응형, 생분해성 제품 개발
- ④ 다기능성 복합화 제품 개발 등

## 4.2 지오멤브레인

지오멤브레인은 기존의 차수기능 외에 마찰이나 보강, 차단기능을 부여한 차세대 제품개발이 진행되고 있다.

- ① 외국의 경우 - ~ 1.5mm(두께)
- ② 국내의 경우 - 2mm(두께)
- ③ OIT(산화유도시간), Stress Cracking Resistance 등 보완
- ④ 다양한 소재 적용 - PP, PVC, PU, EPDM 등
- ⑤ Seaming method의 개선
- ⑥ One or both side textured 제품 개발

- ⑦ 복합화 공정 개발
- ⑧ 특수용도 개발
- ⑨ 다기능성 복합화 제품 개발 등

## 4.3 지오그리드

지오그리드는 국내의 경우 어떤 여유에서인지는 몰라도 연성 또는 강성 지오그리드라고 분류하여 사용되지만, 이는 잘못된 구분이며, 굳이 강재, 철근 등의 보강재를 강성이라 본다면, 섬유 및 플라스틱 형태의 지오그리드는 모두 연성으로 분류함이 타당하다.

지오그리드는 기존의 보강기능 외에 분리, 보호, 마찰기능 등을 부여한 차세대 제품개발이 진행되고 있다.

- ① 원료섬유의 다양화 - Polyester, Glass fiber, 탄소섬유, Spectra, Kevlar 등
- ② Coating resin의 개발 - PVC와 Acryl resin 대체용
- ③ 직조 및 편직방법 개선에 의한 접점부 강화
- ④ 크리프 특성 개선 제품 개발 - 저신율 고강성
- ⑤ 아스팔트 포장 및 도로건설용, 지반강화용 제품 개발
- ⑥ 새로운 합성수지 적용
- ⑦ 다기능성 복합화 제품 개발 등
- ⑧ 접점부위 강화를 위한 welding법 개발

## 4.4 토목섬유점토차수재(Geosynthetic Clay Liners, GCLs)

토목섬유점토차수재는 지오멤브레인과 같이 차수기능을 가진 제품이며, 지오텍스타일과 지오텍스타일사이에 팽윤차수성을 가진 벤토나이트를 충전

시켜 제조하거나 지오멤브레인에 벤토나이트를 수지접착시킨 형태로 주로 제조된다.

현재 토목섬유점토차수재는 분말형 및 과립형 천연원료인 벤토나이트를 사용하기 때문에 경사면에 적용할 경우 벤토나이트의 유실에 의한 차수성능저하와 동결융해에 의한 성능저하가 문제점으로 지적되어 이를 개선하기 위한 modified composition type의 토목섬유점토차수재를 중심으로 차세대 제품개발이 진행되고 있다.

#### 4.5 필터 및 배수용 토목섬유

필터 및 배수용 토목섬유 제품은 clogging에 의한 수리적 특성 저하를 방지하고, 유로확보, 구속하중에 의한 intrusion발생을 최소화 할 수 있는 차세대 제품개발이 진행되고 있다.

#### 4.6 Geocomposites

다음 특징을 중심으로 차세대 제품개발이 진행되고 있다.

- ① Geocomposite drains are formed of geotextile layers (often non-woven) bonded either side of a discharge capacity core (5 to 25 mm thick)
- ② In plane discharge capacities are in the range 0.0002 to 0.01 m<sup>3</sup>/m width/sec
- ③ A 20 mm thick geocomposite drain can have the same flow capacity as a 300mm thick granular layer

#### 4.7 기타

- (1) Geostrips – 50 to 100 mm wide, high strength
- (2) Geomeshes – large aperture, low strength
- (3) Geomats – e.g. extruded monofilament mats
- (4) Geocells – interconnected cells filled with soil in-situ
- (5) Geospacers – high transmissivity, used for composite drains
- (6) Geobag, Geotube, Geocontainer 등 – high transmissivity
- (7) Asphalt Overlay 제품 – 복합화 : 균열전파 방지, 개보수용

### 5. 토목섬유 제품의 새로운 기능 별 용도

표 2에 기능 별 해당 토목섬유제품을 소개하였다.

지금까지 토목섬유의 용도는 기존 토목섬유의 용도와 큰 차이는 없지만, 토목건설분야, 환경분야, 도로 및 운송분야, 철도분야, 농업/임업분야, 해양분야, 건축분야 등에 다음 기능과 용도로 선진화가 진행되고 있다.

- (1) 분리용(지오텍스타일 및 Geocomposites) – Separation of Dissimilar Materials  
Between subgrade and stone base in unpaved/paved roads and airfields  
Between subgrade and ballast in railroads  
Between landfills and stone base courses

표 2. 기능 별 토목섬유

기 능	Geosynthetics
보강기능	· 지오텍스타일 · 지오그리드 · 지오백 · 지오투브 · 지오컨테이너 · 지오컴포지트 · 지오스트립 · EPS
분리기능	· 지오텍스타일 · 지오컴포지트
필터(여과)기능	· 지오텍스타일 · PBD
배수기능	· 지오텍스타일 지오컴포지트 · 지오네트 · 지오파이프
차수/Water Container	· 지오멤브레인 · 지오컴포지트
보호(Energy Absorber)	· 지오텍스타일 · 지오컴포지트 · 지오백 · 지오투브 · 지오컨테이너 · EPS

Between geomembranes and sand drainage layers

Between foundation and embankment soils for surcharge loads, roadway fills, earth and rock dams

Between foundation and soils and rigid retaining walls

Beneath parking lots

Beneath sport and athletic fields

Beneath precast blocks and panels for aesthetic paving

Between various zones in earth dams

Between old and new asphalt layers

(2) 보강용(지오텍스타일 및 지오그리드) – Reinforcement of Weak Soils and Other Materials

Over soft soils for unpaved roads, airfields, railroads, landfills

Over nonhomogeneous soils

Over unstable landfills as closure systems

To construct fabric-reinforced walls

To reinforce embankments

To reinforce earth and rock dams

To stabilize slopes temporarily

To halt or diminish creep in soil slopes

To bridge over cracked or jointed rock

To hold over graded-stone filter mattresses

As substrate for articulated concrete blocks

To prevent puncture of geomembranes by subsoils, landfill materials

To contain soft soils in earth dam construction

To bridge over uneven landfills during closure of the site

(3) 여과용(지오텍스타일) – Filtration(Cross-section Flow)

In plane of granular soil filters

Beneath stone base for unpaved/paved roads and airfields

Beneath ballast under railroads

Around crushed stone surrounding/without underdrains

Around perforated underdrain pipe

Beneath landfills that generate leachate

To filter hydraulic fills

As a silt fence, a silt curtain

Between backfill soil and voids in retaining walls

Between backfill soil and gabions

Against geonets and geocomposites to prevent soil intrusion

## 토목섬유개발의 현황과 전망

Around sand columns in sand drains  
As a filter beneath stone riprap, precast block

### (4) 배수용(지오네트 및 Geocomposites) - Drainage(In-plane Flow)

As a chimney drain and drainage gallery in an earth dam  
As drainage blanket beneath a surcharge fill  
As a drain behind a retaining wall  
As a drain beneath railroad ballast  
As a drain beneath sport and athletic fields  
As a drain for roof gardens  
As a pore water dissipator in earth fills  
As a replacement for sand drains  
As a capillary break in frost-sensitive areas  
To dissipate seepage water from exposed soil or rock surfaces

### (5) 차수용(지오멤브레인) - Water Barrier and Container

Liner for potable water liner for resource water  
Liner for waste liquids  
Liner for radioactive or hazardous waste liquid  
Liner for secondary containment of underground tanks  
Liner for water and various waste conveyance canals  
Liner for solid-waste landfills

Covers(caps) for solid-waste landfills  
To waterproof liners within tunnels  
To waterproof facing of earth and rockfill dams

As floating reservoirs for seepage control  
As a barrier to odors from landfills  
As a barrier to vapors(random, hydrocarbons, etc.) beneath buildings  
Beneath and adjacent to highways to capture hazardous liquid spills  
Beneath asphalt overlays as a waterproofing layer

### (6) 보조차수용(토목섬유점토차수재) - Water Barrier

Above geomembranes as puncture protection against coarse gravel  
As liners for canals  
As a portion of a OCL in primary/secondary composite liners  
As secondary liners for underground storage tanks  
As single liners for surface impoundments  
Beneath geomembranes as composite liners for surface impoundments  
Beneath geomembranes in the primary/secondary liners of landfills  
Beneath geomembranes and above clay liners of landfills  
Beneath geomembranes in the covers of landfills

- (7) 운송용(지오파이프) – Water/Liquid Transportation
  - Highway, railway, and airfield edge drains
  - Seepage drain in tunnels
  - Interceptor drains for groundwater seepage
  - Pipes used in dewatering projects
  - Wastewater drainage systems
  - Chemical transmission pipelines
  - Primary/secondary leachate removal systems in landfills and waste piles
  - Pipe manifold systems for landfill gas collection and removal
  - Surface water removal systems in landfill covers
  - Dredging pipelines

## 6. 토목섬유 제품의 국제 표준화 시험 방법

토목섬유제품은 사용기간 동안 성능변화가 크게 발생할 경우 지반 구조체의 안정성에 심각한 영향을 미치기 때문에 토목섬유제품의 성능을 평가하는 시험방법이나 품질 인증에 관하여 지속적인 논란이 일고 있으며, 이에 대한 개선책이 필요하다.

지금까지 알려진 바로는 ISO나 ASTM International의 토목섬유제품 성능 시험방법들이 가장 공신력이 있게 채택되고 있지만, 경우에 따라서는 토목섬유제품을 전문적으로 연구하는 연구기관이나 시험기관에서 제안한 평가방법들이 채택되는 경우도 있다.

국내의 경우 토목섬유제품 성능평가와 관련된 사항으로는 기술표준원이 주관하여 진행하고 있는 국

제규격 부합화와 인증제도들이 있으며, 현존하는 KS 시험방법들은 점차 국제규격 부합화에 의해 기존의 일본공업규격인 JIS에 따르지 않고, ISO TC221의 시험방법을 우선으로, ASTM International의 Subcommittee인 D35에 채택된 시험방법들을 중심으로 원문에 충실하게 번역되어 적용되고 있는 실정이다. 물론 이로 인한 해석이나 접근방법의 견해차이로 또는 국내 실정에 맞지 않는 상황 고려 등으로 간혹 논쟁의 대상이 되긴 하지만 국제화 추세에 부응하는 특별한 묘책은 없다고 간주해도 무방할 것이다.

토목섬유제품의 국제표준화 시험방법들은 앞서 언급한 바와 같이 ASTM D35의 주도하에 많은 시험방법들이 개발되어 왔으며, 이에 반해 ISO TC221은 기존의 CEN 시험방법이나 새롭게 발의되는 규격을 심의한 후 의결을 거쳐 확정하게 되는데 확정 소요되는 기간이 너무 길다고 알려져 있다.

ASTM D35의 경우에는 제품별 용도와 기능 그리고 그 적용성을 중심으로 시공현장 특성을 고려한 현실적인 시험방법들이 지속적으로 개발되고 있어 매우 효과적이지만, 가끔 상업성을 배제하지 못하는 문제점들을 표출시키곤 한다.

표 3에 토목섬유 종류별 시험요구항목들을 소개하였다.

### 6.1 ISO(International Organization for Standardization) – TC221

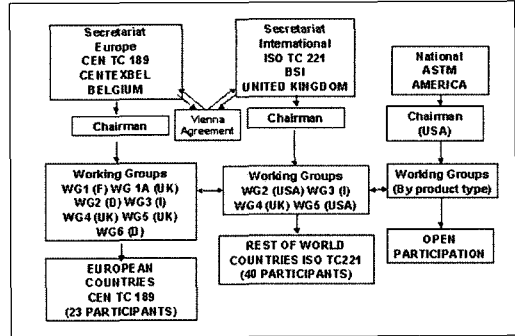
토목섬유제품도 구주지역에서는 ISO TC221의 영향력이 크며, 미주지역에서는 ASTM D35의 영향력이 크다고 볼 수 있다. 하지만, 일본과 우리나라를 비롯한 아시아 지역과 아프리카 국가들은 ISO TC221을 채택하고 있다. ISO TC221은 5개의



## 토목섬유개발의 현황과 전망

**표 3. 토목섬유 종류별 시험요구항목**

GS Design and Testing (Selected Problems)	
* Geomembranes - thickness - side slope tension - anchorage	* Geogride - veneer stability - vertical expansion
* Geonets/Geocomposite - leak detection - leachate collection - surface water drainage	* Geopipe - leachate collection spacing - pipe diameter - load capacity
* Geotextiles - filter for leachate collection - separator for GN drainage - protection for GM's - gas collection layer	



**그림 2. Schematic diagram between ISO TC 221 and ASTM D 35 on geosynthetics**

로 운용되고 있다. 그림 2는 ISO TC221과 ASTM D35와의 상호 관련성을 나타내는 모식도이며, ISO TC221의 경우 기존의 CEN TC189 등과의 유대관계가 ISO TC221 조직의 근간임을 알 수 있다.

Working Group(WG)을 운용하고 있으며, 각각의 WG Group의 Title에 적합한 내용의 규격발의 또는 시험방법에 대한 국제표준화 작업을 토의, 심사하고 있으며, 최종 결정은 총회의 의결에 따른다.

### 6.2 ASTM(American Society for Testing and Materials) International - D35

토목섬유제품의 경우 비엔나 협정에서 ISO를 유일한 국제표준화 기구로 인정하였지만, Norfolk Meeting 이후 ASTM은 조직개편을 통하여 그 명칭을 ASTM(American Society for Testing and Materials) International로 개명한 뒤 ISO와 더불어 국제표준화 기구로 인정을 받게 되었다.

그러나 실제로 ISO TC221과 ASTM D35는 2001년 Norfolk(U.S.A) Meeting 이후 기구통합으로 단일체제로 운영되고 있지만, 시험방법들은 독자적으

### 6.3 GRI(Geosynthetic Research Institute)

Drexel University내에 토목섬유 연구의 세계 최고 권위자인 Robert M. Koerner 박사가 설립한 세계 최대 토목섬유 관련 연구 컨소시엄인 GRI(Geosynthetic Research Institute)가 새롭게 GSI(Geosynthetic Institute)로 확대 개편되면서 순수 연구 목적으로 운영 되는 기구이다.

한편, GRI는 지속적으로 토목섬유 관련 ASTM International의 시험방법들을 GRI Standard Test Method를 통하여 up-grade 혹은 기존 back-up하여 국제표준화작업에 크게 기여하고 있다. 다음에 소개하는 GRI Standard Test Methods는 이를 잘 반영해 주고 있음을 알 수 있다.

## 7. 토목섬유 제품의 MQC/MQA 및 CQC/CQA 제도

토목섬유 제조 시 품질관리와 품질보증은 매우 중요하며, 특히 시공 중 또는 시공 후 안정성에 중요하고도 심각한 영향을 미치게 된다. 만약 토목섬유 제조 및 시공에 대한 실패사례가 사용 중 발생하거나 또는 장기간이 지난 후에 발생한다면 회복하기 어려운 문제를 야기 시킬 것이다.

이를 방지하기 위하여 토목섬유의 MQC(Manufacturing Quality Control)/CQC(Construction Quality Control)에 대한 사전 준비된 분석과 방지책은 매우 중요하다고 볼 수 있으며, 토목섬유제품이 적절하지 않은 방법으로 제조, 시공된다면, 구조물의 계획된 수명을 보장할 수 없을 뿐만 아니라 부적절한 설계로 인한 위험을 방지할 만한 아무런 대비책이 없게 된다.

특히 연약지반에 적용되는 보강/보호/분리용 지오텍스타일 제품의 경우 MQA(Manufacturing Quality Assurance)/CQA(Construction Quality Assurance)와 MQC/CQC가 서로 분리되어 있지만, 거의 동일한 목적을 가지고 있으며 비교적 간단한 시공의 경우에는 이러한 과정들은 서로 보완적이 되기도 한다.

이와 반대로, 효과적인 MQA/CQA 프로그램은 MQC/CQC 과정에서의 결함들을 보정해 주지만, MQA/CQA 프로그램 자체로는 - MQC/CQC가 전혀 이루어지지 않은 경우 - 적절한 품질관리를 할 수 없다. 토목섬유 제조공정은 제품별로 다르지만, 전반적인 경향은 기존의 대량생산이나 토목섬유제품의 단순한 품질관리를 위한 자동화, 전자화 경향에서 토목섬유제품이 시공 시 또는 시공 후 구조물의

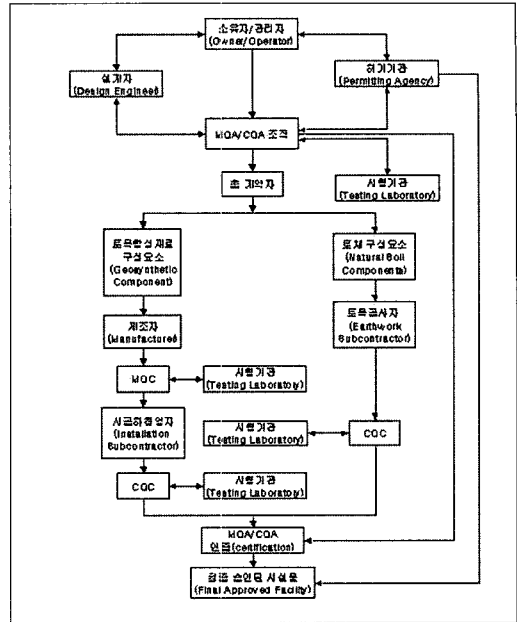


그림 3. 토목섬유의 MQC/MQA와 CQC/CQA 순서도

안정성에 미치는 영향을 고려한 MQC(Manufacturing Quality Control)/CQC(Construction Quality Control) 차원에서의 선진화가 지속적으로 진행되고 있다.

만약 토목섬유제품의 제조 및 시공에 대한 실패사례가 사용 중 즉시 발생하거나 또는 장기간이 지난 후에 발생한다면 회복하기 어려운 문제가 야기되므로 이러한 경우를 방지하기 위하여 토목섬유의 MQC/MQA와 CQC/CQA에 대한 사전 준비된 분석과 방지책은 매우 중요하다고 볼 수 있다.

즉, 토목섬유제품이 적절하지 않은 방법으로 제조, 시공된다면, 구조물의 계획된 수명을 보장할 수 없을 뿐만 아니라 부적절한 설계로 인한 위험을 방지할 만한 아무런 대비책이 없게 된다. 효과적인 MQC/CQC와 MQA/CQA 프로그램으로부터 토목섬유제품의 최상의 품질이 발휘되며, MQC/CQC와

## 토목섬유개발의 현황과 전망

MQA/CQA 프로그램의 순서도의 한 예를 그림 3에 나타내었다. 여기서 토목건설공사 시 지반에 적용되는 토목섬유제품과 토체 두 재료에 대한 요구와 주의사항이 거의 비슷함을 알 수 있다.

### 8. 결 언

토목섬유 산업을 주도하고 있으며, 가장 큰 시장을 형성하고 있는 미주 및 유럽의 토목섬유 제품개발과 이에 따른 시공기술은 지속적으로 성장하고 있으며, 차세대 토목섬유 제품의 기술발전과 구체적인 적용방법을 위해 경제적인 설계방법과 시공방법도 병행, 발전하고 있다. 특히 토목섬유제품 분야는 새로운 시공방법과 더불어 급성장할 수 있는 잠재력을 가지고 있는 분야로 표준화 및 관련시험법, 구조물의 합리적인 설계와 시공방법 및 효율적인 시공장비의 개발 등이 수반될 경우 토목건설분야는 물론 운송, 해양, 환경분야 등에 이르기까지 용도가 확장될 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. R. M. Koerner, *Designing with Geosynthetics*, 4th Ed., Prentice-Hall Inc, New Jersey, 1998.
2. Geosynthetic Institute, *Geosynthetics in the Future: Year 2000 and Beyond*, Kedron, PA, USA, 2000.
3. IGS, *Proceedings of 7th ICG*, Nice, France, September 22-27, 2002.
4. DGGT, *Proceedings of EuroGeo 3*, Munich, Germany, March 1-3, 2004.
5. IFAI, *Geotechnical Fabrics Report - 2004 Specifier's Guide*, Roseville, MN, USA, 2004.
6. ASTM D-35 Committee, "ASTM Standards on Geosynthetics", 4th Ed., ASTM, West Conshohocken, PA, USA, 2004.
7. IFAI, *Geotechnical Fabrics Report - Specifier's Guide 2005*, Roseville, MN, USA, 2005.
8. R. M. Koerner, "Designing with Geosynthetics". 4th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 1998.
9. <http://www.ats.go.kr/>
10. <http://geosynthetica.net/>
11. <http://www.geosynthetic-institute.org/>
12. <http://www.iso.ch/iso/en/stdsdevelopment/tc/tclist/>
13. <http://www.astm.org/>
14. <http://www.ksa.or.kr/>

1. R. M. Koerner, *Designing with Geosynthetics*, 4th