

미주 및 유럽의 토목섬유 관련산업 분야별 선진화 동향-02

4. 제조공정의 선진화 동향

Geosynthetics 제조공정은 제품별로 다르지만, 전반적인 경향은 기존의 대량 생산이나 Geosynthetics 제품의 단순한 품질관리를 위한 자동화, 전자화 경향에서 Geosynthetics 제품이 시공 시 또는 시공 후 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려한 MQC(Manufacturing Quality Control)/CQC(Construction Quality Control) 차원에서의 선진화가 지속적으로 진행되고 있다. 만약 Geosynthetics의 제조 및 시공에 대한 실패사례가 사용 중 즉시 발생하거나 또는 장기간이 지난 후에 발생한다면 회복하기 어려운 문제가 야기되므로 이러한 경우를 방지하기 위하여 Geosynthetics의 MQC/MQA와 CQC/CQA에 대한 사전 준비된 분석과 방지책은 매우 중요하다고 볼 수 있다.

즉, Geosynthetics 제품이 적절하지 않은 방법으로 제조, 시공된다면, 구조물의 계획된 수명을 보장할 수 없을 뿐만 아니라 부적절한 설계로 인한 위험을 방지할 만한 아무런 대비책이 없게된다.

효과적인 MQC/CQC와 MQA/CQA 프로그램으로부터 토목합성재료의 최상의 품질이 발휘되며, 전체 프로그램에서 여러 요인들의 상호작용이 <그림 2>에 나타나 있다. 이 순서도에는 토목건설공사 시 지반에 적용되는 Geosynthetics 제품과 토체 두 재료의 대한 요구와 주의사항이 거의 비슷함을 알 수 있다.

5. 적용분야(용도)의 선진화 동향

5.1 Geosynthetics의 용도

(1) 배수용 – 세립토, 콘크리트와 같은 투수성이 낮은 토목재료와 밀착된

상태로 설치하여 물이 배수구로 흐르게 함

(2) 방수 또는 차수용 – 물의 출입을 차단함

(3) 여과용 – 조립토와 세립토 또는 부유세립토 사이에 설치하여 물의 흐름에 따른 세립토의 이동을 최소로 방지하면서 물을 여과시킴

(4) 액체필터용 – 물이 흐르는 곳에 설치하여 물은 이동시키며 미립자 및 불순물은 통과하지 못함

(5) 보호용 – 빈 공간을 가진 토목재료와 지오멤브레인 사이에 설치하여 토목재료 위의 지오멤브레인이 파괴되는 것을 방지함

(6) 분리용 – 모래, 자갈, 잡석 등의 조립토와 세립토의 혼합을 방지함

(7) 표면유지용 – Geosynthetics를 지반 위에 설치하여 평평하고 깨끗한 표면을 조성, 유지시킴

(8) 커튼기능용 – 흙이나 암석면에 평행하게 설치하여 토사 추락을 방지함

(9) 막기능용 – 서로 다른 압력의 차이를 받고 있는 두 재료사이에 설치하여 Geosynthetics의 인장강도에 의한 압력차를 조절함

(10) 모음기능용 – 외력에 의해 토사가 불안정화 되는 경우 토사를 모아줌

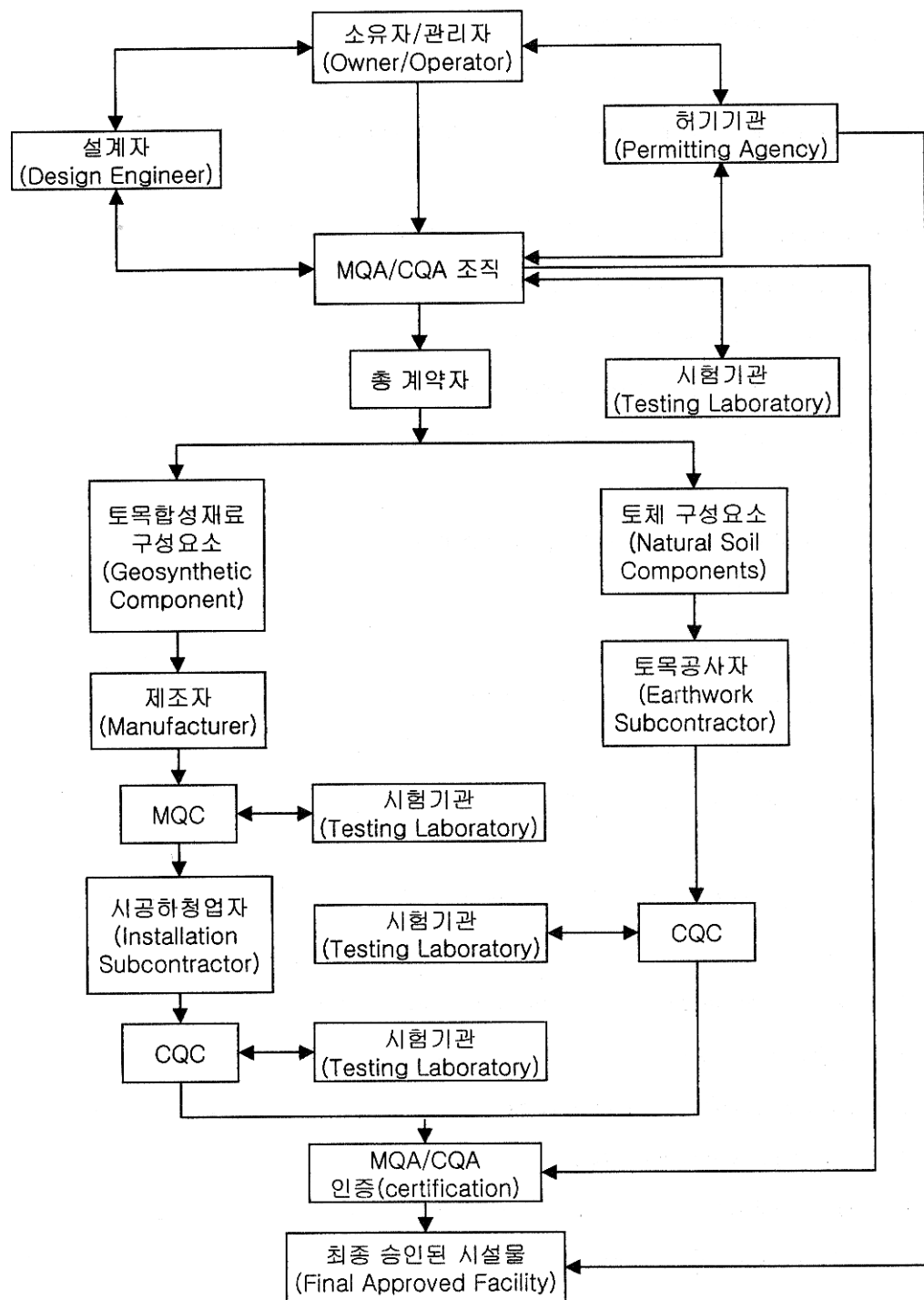
(11) 보강용 – Geosynthetics의 인장강도에 의해 지반구조물의 역학적 안정성을 증가시킴

(12) 흡수기능용 – 지반에 전달되는 하중과 변형율을 분산시키거나 감소시킴

(13) 균열방지용 – 토체 중의 구조물과 지반사이에 발생하는 균열의 발생과 성장을 방지함

(14) 접착기능용 – 토목재료사이에 설치하여 마찰이나 부착력을 증가시켜 재료사이의 결합력을 증가시킴

(15) 윤활기능용 – 토목재료사이의 부착력이나 마찰력을 감소시킴



<그림 2> Geosynthetics의 MQC/MQA와 CQC/CQA 순서도

5.2 Geosynthetics의 기능별 용도

토목건설분야, 환경분야, 도로운송분야, 철도분야, 농업/임업분야, 해양분야, 건축분야 등에 다음 기능과 용도로 선진화가 진행되고 있다.

(1) 분리용(Geotextiles/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

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(Geotextiles/Geogrids) – 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 substate 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(Geotextiles) – 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 cperforated 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

Around sand columns in sand drains

As a filter beneath stone riprap, precast block

(4) 배수용(Geonets/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(Geomembranes) – 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) 차수용(GCLs) – Water Barrier

Above geomembranes as puncture protection against coarse gravel

As liners for canals

As a portion of a CCL 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) 운반용(Geopipes) – Water/Liquid Transportation

Highway, railway, and airfield edge drains

Seepage drains 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. 시험방법의 선진화 동향

Geosynthetics의 시험방법은 제품별로 분류되며 제품자체의 내구성이

Geosynthetics의 수명을 결정하므로 이에 영향을 미치는 인자들을 중요한 시험방법으로 채택하고 있다. 또한 국제규격 부합화에 부응하는 단일 시험방법의 개발은 현재로는 어려운 실정이며, 미국의 경우 주로 ASTM의 시험방법을 채택하고 있고, 유럽 및 아시아 국가들은 ISO의 시험방법을 채택하고 있는 실정이다.

한편, Geosynthetics의 시험방법의 적용에 대한 객관서성과 효율성을 향상시키기 위하여 범세계적으로 IGS(International Geosynthetics Society)가 관여하여 ASTM과 ISO의 Geosynthetics 시험방법의 표준화 규격화에 의한 확장사업이 진행되고 있다. 그러나 국제규격 단일화를 위하여 ASTM D35(on Geosynthetics)와 ISO TC 221(Geosynthetics)이 통합된 ISO TC 221 Committee로 운영되고 있으나, 시험항목 당 단일규격 제정은 아직은 시기 상조인 느낌을 준다. 이외에도 기존의 ASTM이나 ISO의 Geosynthetics 시험법의 준비자료나 보완된 내용을 제공하는 단체로 미국의 GSI(Geosynthetic Institute)의 GRI(Geosynthetic Research Institute) Standard Test Method, prEN ISO/CEN 및 각 국가별 표준시험법도 병행, 사용되고 있다. 다음에 현재 사용되고 있는 중요한 Geosynthetics 시험법들을 소개하였다.

(1) ASTM

① ASTM D-35 Committee Standard, 40개의 시험방법

- Mechanical Properties Related, 9개의 시험방법
- Endurance Properties Related, 12개의 시험방법
- Permeability and Filtration Properties Related, 8의 시험방법
- Geomembranes Related, 10개의 시험방법
- Terminology Related, 1개의 시험방법

② Other Geosynthetic Related ASTM Tests, 29개의 시험방법

(2) GRI Test Methods

- ① Geotextile (GT) Related, 11개의 시험방법
- ② Geogrid (GG) Related, 8개의 시험방법
- ③ Geonet (GN) Related, 1개의 시험방법
- ④ Geomembrane (GM) Related, 16개의 시험방법
- ⑤ Geosynthetic Clay Liner (GCL) Related, 2개의 시험방법
- ⑥ Geocomposite (GC) Related, 7개의 시험방법
- ⑦ Geosynthetic (GS) Related(i.e., Multipurpose), 9개의 시험방법

(3) ISO Standards – 21개의 시험방법

-ISO/DIS 9862 Geosynthetics – Sampling and preparation of test specimens

-ISO/DIS 9863-1 Geosynthetics – Determination of thickness at specified pressures –

Part 1 : Single layers

-ISO/DIS 9864 Geosynthetics – Test method for the determination of mass per unit area of geotextiles and geotextile – related products

-ISO 11058:1999/AWI Amd 1

-ISO 12956:1999/AWI Amd 1

-ISO 12958:1999/AWI Amd 1

-ISO/WD 12959 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the resistance to weathering

-ISO/WD TR 12960 Geotextiles and geotextile-related products – Screening test method for determining the resistance to liquids

-ISO/WD 12961 Geotextiles and geotextile-related products-method for determining the microbiological resistance by a soil burial test

-ISO/FDIS 13426-1 Geotextiles and geotextile-related products – Strength of internal

structural junctions – Part 1: Geocells

-ISO/DIS 13426-2 Geotextiles and geotextile-related products – Strength of internal structural junctions – Part 2: Geocomposites

-ISO/DIS 13428 Geosynthetics – Determination of the protection efficiency of a geosynthetic against impact damage

-ISO/WD 13430 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of pullout resistance in soil

-ISO 13431:1999/AWI Cor 1

-ISO/WD 13432 Geotextiles and geotextile related products – Determination of compressive creep properties

-ISO/AWI 13433 Geotextiles and geotextile related products – Dynamic perforation test (cone drop test)

-ISO/WD 13436 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of resistance to penetration of water (hydrostatic pressure test)

-ISO/DIS 13438 Geotextiles and geotextile-related products – Screening test method for determining the resistance to oxidation at elevated oxygen pressure

-ISO/WD 13439 Geotextiles and geotextile related products – Screening test method for determining the resistance to hydrolysis

(4) DIN Standards – 32개의 시험방법

(5) EN Standards – EUROPEAN STANDARDS : 7개의 시험방법

(6) Canadian Standards (CGSB) and SAGEOS Method

① Geomembranes : Physical properties, 4개의 시험방법

Mechanical properties, 3개의 시험방법

Chemical properties, 1개의 시험방법

② Geotextiles, Physical properties, 6개의 시험방법

Mechanical properties, 6개의 시험방법

Hydraulic properties, 6개의 시험방법

Chemical properties, 1개의 시험방법

③ Geogrids, 1개의 시험방법

④ Geonets, 1개의 시험방법

⑤ Geocomposite clay liners, 3개의 시험방법

(7) Australian Standards – 11개의 시험방법

(8) 일본 – ISO 시험방법에 기준

(9) 대한민국 – ISO 시험방법에 기준 등

7. 결 언

범세계적으로 Geosynthetics 산업을 주도하고 있으며, 가장 큰 시장을 형성하고 있는 미주 및 유럽의 Geosynthetics 제품개발과 이에 따른 시공기술은 지속적으로 성장하고 있으며, Geosynthetics 제품의 기술발전과 구체적인 적용방법을 위해 경제적인 설계방법과 시공방법도 병행, 발전하고 있다.

특히 Geosynthetics 제품 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 토목건설 분야는 물론 운송, 해양, 환경분야 등에 이르기까지 용도가 확장될 것으로 보인다.

국내 Geosynthetics 산업은 저가, 박리다매, 단순제품개발, 외국기술모방 등의 틀에서 과감히 벗어나, 세계적인 연구 및 기술개발의 흐름을 면밀히 분석, 파악하고 이를 바탕으로 독자적인 기술개발의 장을 확립해야만 선진화된 외

국기술 및 제품과 경쟁력을 가질 수 있으며, 향후 BT, CT, NT 등의 첨단분야
로까지 확대 적용할 수 있을 것으로 생각된다.