

고속도로 건설에 사용되는 토목섬유 현황과 개선사항 고찰 Present States of Geosynthetics used in the Highway Construction

조성민, Sung-Min Cho¹⁾, 이학구, Hak-Gu Lee²⁾, 김경석, Kyung-Suk Kim³⁾

¹⁾ 한국도로공사 도로연구소 책임연구원, Chief Researcher, Korea Highway Corporation

²⁾ 한국도로공사 도로연구소 과장, Manager, Korea Highway Corporation

³⁾ 한국도로공사 도로연구소 연구원, Researcher, Korea Highway Corporation

SYNOPSIS : Geosynthetics are commonly used for filterings, layer separations, drainages, cutoffs, and reinforcements. In highway constructions, geotextile mats have been used for the purposes of vehicle trafficability, separations and embankment reinforcements. Geosynthetics are utilized as prefabricated vertical drains and also used as horizontal drainage layers substituted for the sand mat. Geogrids, essential element of reinforced retaining walls, are sometimes spread under the highway pavement. Besides various usage mentioned above, many type of them are also used as drainage of backfill in culverts and bridge abutments. In this paper, problems of specifications and regulations concerning mostly used geotextiles are specifically dealt with from the practical aspects of field engineering and efforts are given upon improvement of them. Especially, relevant sections of "Standard Specifications for the Highway Construction by Korea Highway Corporation" are being revised and these are introduced in detail.

Key words : geosynthetics, geotextiles, geogrids, highway construction

1. 개요

토목섬유(geosynthetics)는 공장에서 품질관리를 통한 생산이 가능하고 현장에서 신속하게 설치(시공)할 수 있으며, 흙과 같은 천연재료를 효과적으로 대체할 수 있어, 건설공사에서 그 활용이 보편화되고 있다. 이에 따라 고속도로 건설에 소요되는 토목섬유의 양도 계속 증가하고 있다. 토목섬유의 용도는 필터층 형성, 지층 분리, 배수 및 차수, 지반 보강 등으로 다양하며, 고속도로 건설 현장에서는 주로 연약층을 통과하는 구간에서 장비의 주행성(trafficability) 확보와 지층 분리 및 지반 보강을 위하여 지오텍스타일 매트(geotextile mat)를 포설하고 있다. 연약지반 구간에서는 토목섬유가 유용한 인공연직배수재(PVD)로 사용되기도 하며, 일부 시범 구간에서는 기존의 샌드 매트를 대신하여 수평배수재로 토목섬유를 사용된 바도 있다. 보강토 구조물의 필수적인 요소로 자리한 지오그리드(geogrid)는 고속도로 포장체 시공에도 일부 활용되고 있다(그림 1). 이 외에도 구조물 배면 뒷채움부 및 지층 암거의 배수 목적으로 다양한 종류의 토목섬유가 사용되고 있다.

그러나, 국내에서는 대부분의 경우에 토목섬유 적용을 위한 설계법이 아직 정립되어 있지 못한 실정으로, 실무를 다루는 현장에서는 품질 기준, 시험 방법에서부터 시공에 이르기까지 많은 논란이 제기되고 있는 실정이다. 이런 점에서 최근 토목섬유의 해석, 활용과 관련한 많은 연구들이 진행되고 있는 점은 매우 고무적인 일이라 하겠다.

이 글에서는 이러한 많은 종류의 토목섬유 중에서 고속도로 건설 현장에서 가장 널리 사용되는 지오

텍스타일에 국한하여 사용 현황, 실무적인 관점에서 관련 시방 규정 및 시공상의 문제점들을 살펴보고, 개선 방안을 모색하고자 한다. 특히, 고속도로 건설 공사의 표준 규준인 “고속도로공사 전문시방서(한국도로공사, 1998)”의 시방 규정 개선 방향에 대해서 자세히 소개한다. 여기에 해당되는 지오텍스타일은 크게 폴리프로필렌(PP) 매트와 폴리에스테르(PET) 매트로 구분되며, 주로 연약지반 위의 성토 구간에 적용되고 있다. 이들은 연약지반 구간에서 원지반과 성토체 사이에 설치되어 층 분리, 지지력 증진, 지반 보강, 배수 등의 기능을 수행한다.

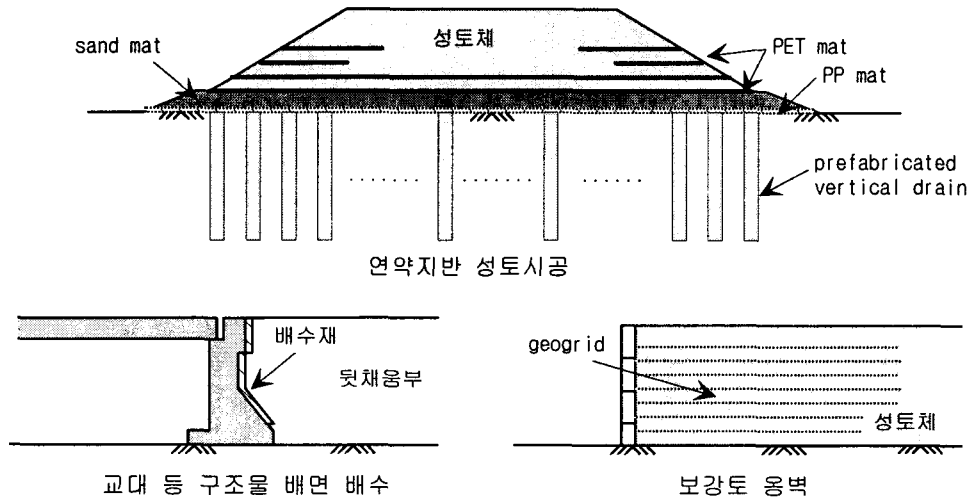


그림 2. 고속도로 건설에 사용되는 토목섬유

2. 고속도로 건설과 토목섬유

2.1. 고속도로 건설 계획

한국도로공사는 날로 급증하는 교통 수요에 대비하고 2000년대 변화하는 국민의 욕구에 부응하며 우리 경제의 물류 수송로 확보를 위해 지속적인 고속도로 건설을 추진 중에 있다. 2004년까지 고속도로의 연장을 지금의 두 배에 가까운 3,700km까지 늘이기 위하여 현재 19개 노선(1,848km)의 신설과 기존 고속도로 17개 노선(568km)의 확장을 추진 중에 있으며(표 1), 7x9 격자형 고속도로망이 완성될 2020년에는 고속도로의 총 연장이 6,000km에 이르게 되어 전국 어디서나 30분 내에 고속도로 진입이 가능하게 될 것이다.

2.2. 토목섬유 사용 현황

고속도로의 경우 지오텍스타일은 구조물 배면 배수용을 제외하고는 거의 모두 직포(woven textile) 방식의 제품이 사용된다. 지반 조건에 따라 PP 매트만 단독으로 사용되는 경우도 있으나, 대부분의 경우 그림 2, 3에서와 같이 PP 매트와 PET 매트가 함께 사용되며, 이 때 PET 매트는 여러 매를 복수로 포설하기도 한다. 고속도로 건설에 사용된 토목섬유의 모든 물량을 정확하게 집계하기는 어려우므로, 공사가 진행 중인 현장을 대상으로 사용량을 정리하였다. 현재 신설 또는 확장 중인 고속도로 건설 노선 중 연약지반으로 판정된 구간은 거의 대부분 지오텍스타일 매트가 설계에 반영되었으며, 이렇게 소요되는 지오텍스타일은 계획량을 포함하여 총 890만²에 이른다. 이 중 지반 보강용으로 사용되는 PET 매트가 470만², 층 분리 및 장비 주행성 확보를 위해 사용되는 PP 매트가 420만²를 차지하고 있다(그림 4). 지오킨드의 소요 물량은 약 68만² 가량으로 대부분 보강토 옹벽에 사용된다.

표 1. 고속도로 신설 및 확장 계획

신설 구간				확장 구간			
노선	연장 (km)	시행기간 (연도)	총사업비 (억원)	노선	연장 (km)	시행기간 (연도)	총사업비 (억원)
서해안선	353.0	1990~2001	48,079	경부(한남~반포)	1.9	1998~2000	310
중앙선	280.0	1989~2002	35,477	경부(청원~비룡)	29.0	1993~2000	3,734
서울외곽순환선	92.0	1991~2003	27,102	경부(구미~동대구)	60.8	1997~2001	11,550
대전~진주간	161.0	1991~2001	22,286	경인(서인천~인천)	10.5	1994~1999	1,546
대전남부순환선	20.8	1994~2000	4,019	외곽(판교~퇴계원)	34.3	1997~2001	8,619
진주~통영간	48.8	1997~2003	9,522	중부(하남~호법)	40.7	1997~2001	6,915
부산~대구간	100.4	1990~2004	18,891	신갈~안산	23.2	1997~2001	3,724
인천국제공항	40.2	1993~2000	19,643	영동(원주~강릉)	125.8	1993~2001	19,837
천안~논산간	80.0	1996~2002	20,269	남해(내서~냉정)	31.7	1996~2001	6,840
공주~서천간	59.0	1995~2004	6,532	경부(이현~성서)	3.4	1996~1999	366
구미~옥포간	62.0	1996~2001	5,918	경부(성서~옥포)	9.3	1998~2001	2,123
대전~당진간	94.3	1996~2003	12,083	동해(강릉~동해)	56.1	1998~2002	10,700
중부 내륙선	151.6	1996~2003	17,592	경부(동대구~경주)	54.0	1999~2003	5,405
청주~상주간	80.5	1998~2004	6,547	경부(언양~부산)	40.5	1999~2003	3,319
대구~포항간	68.4	1997~2002	9,600	경부(김천~구미)	17.4	설계 중	2,100
평택~안성간	28.0	1997~2002	5,136	88선(옥포~성산)	12.0	설계 중	1,825
익산~장수간	61.0	1998~2003	7,300	88선(담양~고서)	17.0	설계 중	2,610
부산~울산간	40.0	1998~2003	6,800				
광주시우회선	27.3	1998~2003	6,000				
계	1,848.3		286,431	계	567.6		91,341

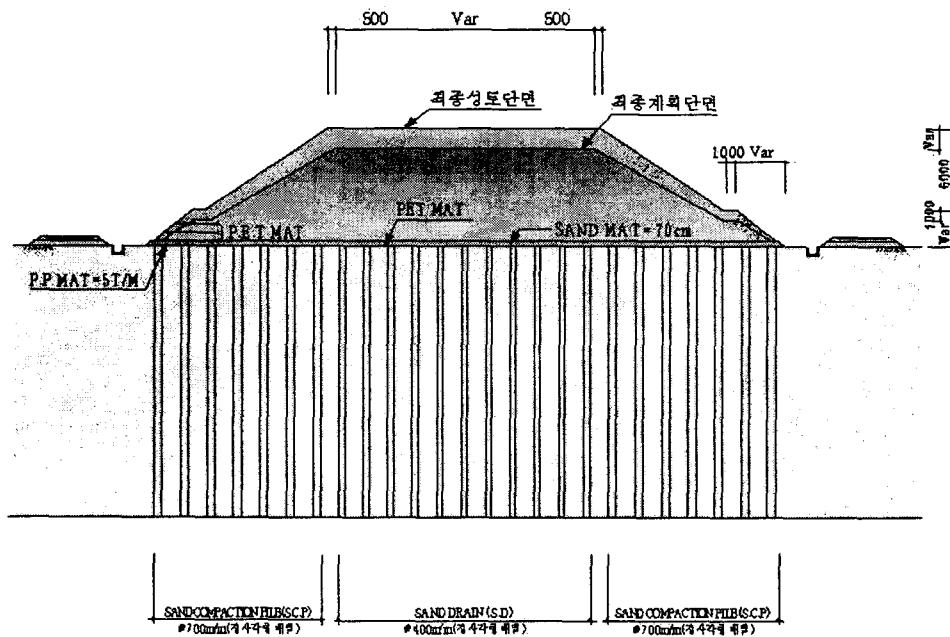


그림 3. 연약지반 구간에서 PP, PET 매트 설치 단면

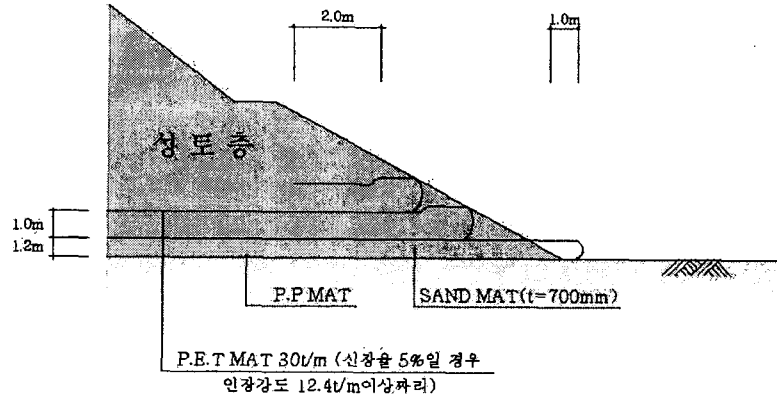


그림 4. PP, PET 매트 설치 단면 상세도

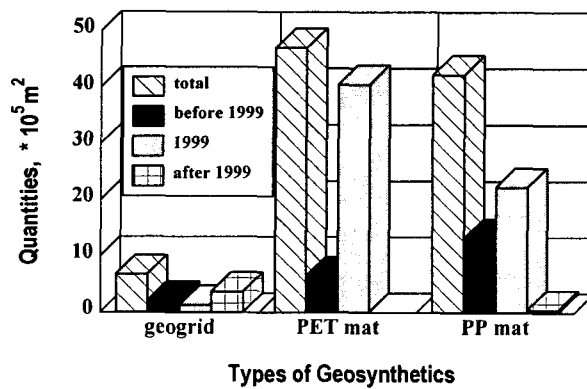


그림 5. 고속도로 건설에 사용 중인 토목섬유 종류

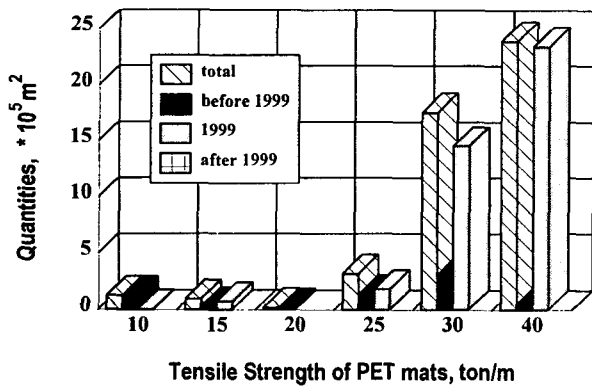


그림 6. PET 매트의 인장강도별 사용 몰량

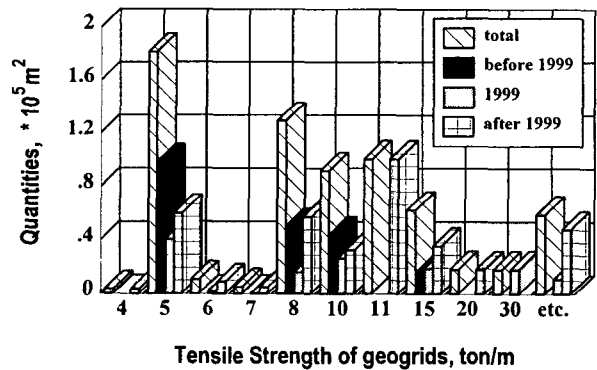


그림 7. 지오그리드의 인장강도별 사용 몰량

그림 5는 사용되는 PET 매트 양을 인장강도별로 구분한 것으로, 30, 40ton/m의 고강도 제품이 절대적으로 많이 사용됨을 알 수 있다. 이는 PET 매트의 주요 기능이 연약지반에 시공되는 성토체의 보강이므로, 설계시 고속도로의 높은 성토고와 연약지반의 공학적 취약성을 우선적으로 반영하기 때문이다. PET 매트는 경우에 따라 PP 매트 대응으로 사용되기도 한다. PP 매트는 주요 역할이 수평배수층과 원지반과의 층분리이므로 높은 인장강도가 요구되지 않으며, 이에 따라 인장강도가 5ton/m인 제품이 거의 대부분이다. 이와는 달리 그림 6에서 알 수 있듯이 지오그리드는 대체로 고른 분포를 보이는데, 8~13ton/m의 제품이 많이 사용된다.

3. 지오텍스타일 매트 적용상의 문제점

연약지반 구간의 고속도로 건설 공사에 사용하는 PP, PET 매트의 설계 및 시공과 관련한 문제점들의 일부를 간략하게 정리하였다.

3.1. 인장강도 기준

인장강도는 지오텍스타일의 기본적인 특성이며, 특히 PET 매트와 같이 지반 보강용으로 사용되는 경우에는 가장 중요한 항목이라 할 수 있다. 따라서, 보강용 매트를 설계할 때에는 지반조건, 매트의 응력-변형률 특성, 지중에서 주변 흙과의 상호작용 특성을 충분히 반영하여야 하며, 경우에 따라 크리프 등 시간 의존성을 고려하여 장기적인 내구성을 가지도록 해야 한다. 그러나, 실무에 있어서는 토목섬유에 대한 이해 부족과 시방 기준 미비 등으로 인해 토목섬유의 인장강도만을 기준으로 한계평형해석을 수행하여 안전율을 산정하는 방식의 설계가 관행을 이루고 있다. 이마저도 적용하는 매트의 인장강도 수준과 관련하여 논란이 끊이지 않고 있으며, 한계평형해석시 매트의 인장강도를 고려하는 방법이 설계자마다 달라 혼란이 초래되고 있다. 그림 7은 직조방식별 지오텍스타일의 강도-변형률 곡선이다. 그림 8은 동일한 최대인장강도(30ton/m)를 갖는 직포 PET 매트에 대한 시험 결과로, 하중 수준에 따라 변형 특성이 상이함을 알 수 있다. 실제 설계에는 이러한 특성이 제대로 반영되지 못하고 있는 실정이다.

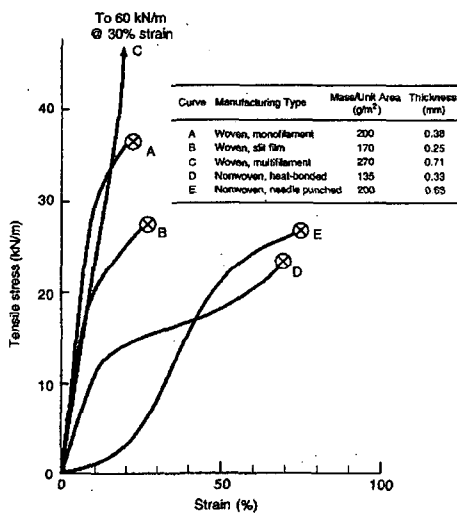


그림 8. 지오텍스타일 종류별 강도-변형률 특성 (Koerner, 1998)

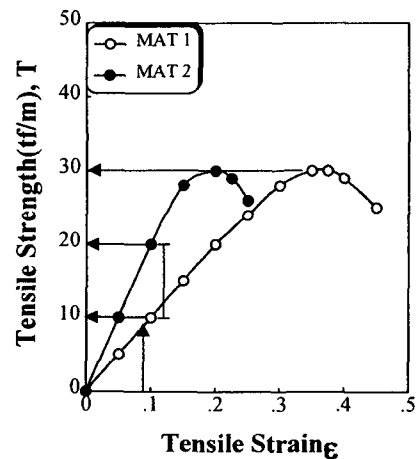


그림 9. 같은 최대인장강도를 갖는 PET매트의 변형 특성 비교

한편, 토목섬유의 사용 목적, 제품의 종류에 따라 같은 매트도 직조 방향(위사, 경사 방향)에 따라 인장강도가 달라질 수 있는데, 대부분의 시방서에서는 이를 고려하지 못하거나, 또는 특정 제품의 제원만을 반영하고 있다. 이를테면, 보강 능력을 높이기 위하여 경사방향(도로 횡방향)과 위사방향(도로 종방향)의 인장강도가 상이한 제품들이 현장에 적용되고 있는데, 대부분의 설계나 관련 시방서에서는 이러한 차이를 반영하지 못하고 있다.

3.2. 매트의 접합

고속도로에서 토목섬유는 도로 종방향으로 연속되어 설치되어야 하므로 일정한 폭으로 생산된 제품을 공장 또는 현장에서 접합(seam)하여 사용해야 한다. 많이 사용되는 접합 형태는 그림 9와 같다.

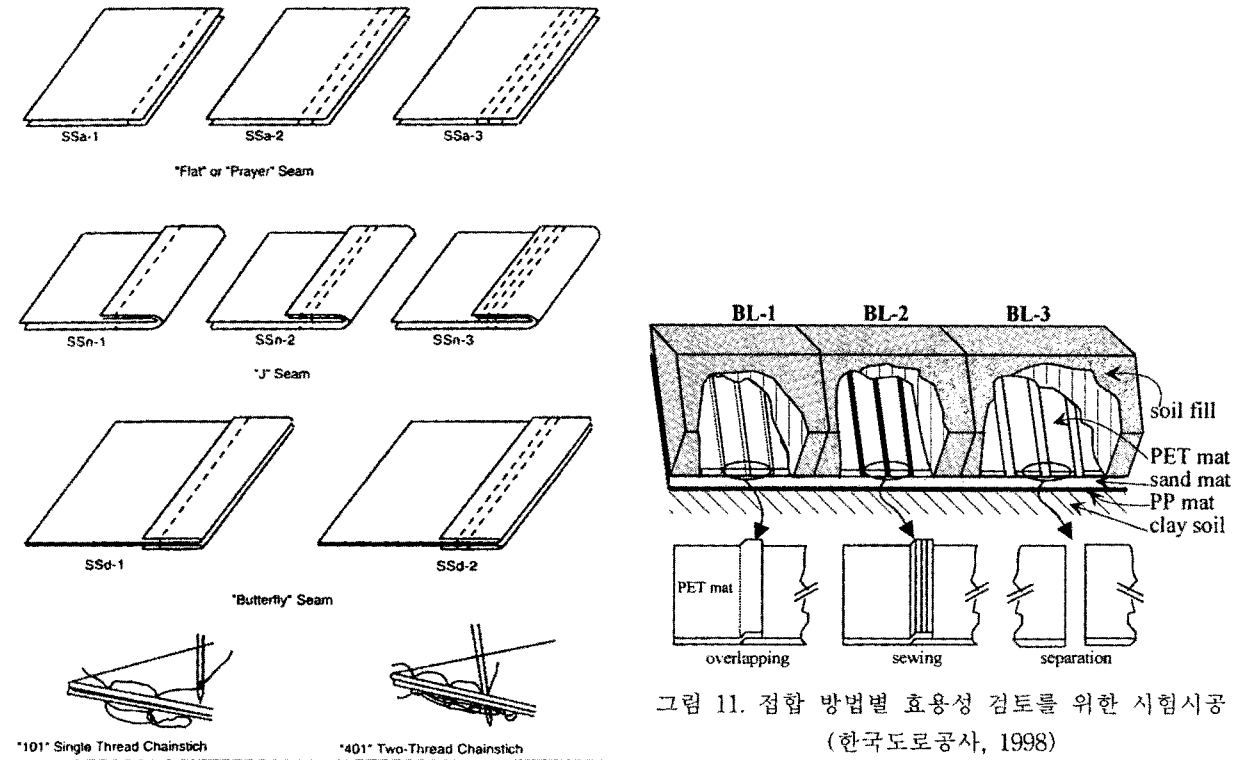


그림 10. 매트 접합 형태 (Koerner, 1988)

그림 11. 접합 방법별 효용성 검토를 위한 시험시공 (한국도로공사, 1998)

그런데, 대부분의 시방서에서는 공학적 근거 없이 봉합강도를 원단강도와 동일하게 규정하고 있어, 실제 시공 현장에서 매트의 연결에 어려움을 겪고 있을 뿐 아니라 봉합강도에 대한 잘못된 인식으로 매트의 원래 기능이 발휘되지 못하는 사례가 빈발하고 있다. 이를테면 PET 매트 원단의 봉제시 봉합강도를 원단 수준으로 유지하기 위하여 매트의 변부를 고밀도로 직조하여 보강하는 경우가 있는데, 이로 인해 매트 포설시 변부에 과도한 주름이 생겨 성토에 의한 인장하중 발생시 봉합부위에 응력이 집중되어 매트 포설의 원래 목적을 달성하지 못하게 될 수 있다. 연약지반에 도로 제방을 성토할 경우, 성토체 하단에 설치된 매트에는 주로 도로 횡방향의 인장응력이 발생하게 된다. 즉 도로 종방향으로는 상대적으로 매우 작은 인장응력이 발생하게 되며, 이는 많은 현장에서 경험되고 있다. 도로연구소에서는 이러한 사실을 검증하기 위하여 매트의 접합 방식을 달리한 현장시험시공을 수행하기도 하였다(그림 10).

3.3. 기타

이 외에도 현재 고속도로 건설공사에 적용하는 토목섬유는 제품 분류, 투수계수 기준, 항목별 시험 규정 등과 관련한 실무적 문제점들을 가지고 있으며, 이에 대한 개선이 시급한 실정이다.

4. 관련 시방서 내용 개정(안)

한국도로공사에서는 “고속도로공사 전문시방서(토목편)”을 제정하여 고속도로 건설 공사의 모든 토목 공종을 대상으로 적용하고 있다. 이 시방서는 한국도로공사에서 발주하는 모든 단위공사 설계시 해당 공사의 특성과 여건에 맞게 공사시방서(특별시방서)를 작성하는 데 활용하고 있다.

여기에서는 고속도로공사 전문시방서 중 “토목섬유매트 깔기공”과 관련한 내용의 일부에 대한 개정(안)을 표 2, 4에 간략하게 소개한다.

표 2. 지오텍스타일 매트 품질 기준 변경

항목	현행	변경(안)	비고
매트 구분 기준	<ul style="list-style-type: none"> 재료(PP, PET)에 따라 인장 강도로 구분함 	<ul style="list-style-type: none"> 매트의 종류는 용도 및 사용 목적에 따라 다음과 같이 구분함 <ul style="list-style-type: none"> ① 지반보강 및 지지력 증진용 ② 배수 및 층분리용 	<ul style="list-style-type: none"> AASHTO(M288-96) : 매트의 용도 및 사용 환경, 직조방법별로 종류 구분 최근 여러 재료를 혼합한 복합매트가 사용되고 있어 재료만에 의한 구분은 의미가 없음
연직 투수 계수	<ul style="list-style-type: none"> 일률적 기준 적용 : $\alpha \times 10^{-2} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ ($\alpha=1 \sim 9$) 	<ul style="list-style-type: none"> 용도 및 설치 위치에 따라 구분 <ul style="list-style-type: none"> ① 수평배수층 상단 설치 : $1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 이상 ② 수평배수층 하단 설치 : $1 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 수평배수층 상단에 설치하는 경우는 투수계수 기준을 현실적인 수준으로 완화하고, 샌드매트 하단에서 하부 지반의 지중수를 원활하게 통과시켜야 할 경우는 수평배수층의 투수계수 기준과 동일하게 적용.
인장 강도 · 변형률	<ul style="list-style-type: none"> 최대인장변형률 기준 : 재질, 직조법, 용도 구분 없이 최대인장변형률(인장신도)을 10~30%로 규정 인장강도 기준 : 설계시 인장강도는 변형률 5~10%일 때의 인장응력을 사용 매트의 강도 이방성(방향별 인장강도 차이)을 구체적으로 고려하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 지반 보강 목적으로 사용하는 매트의 최대인장변형률은 30% 이하이어야 함. 단, 배수 및 기타 다른 기능을 병행하고자 할 경우에는 감독원의 승인을 얻어 그 범위를 조정할 수 있음. 인장강도 기준 <ul style="list-style-type: none"> ① 보강용 매트 : 포설하는 매트의 인장응력-변형률 특성은 설계 조건에 부합하여야 하며, 설계시 별도 명시된 경우 외에는 보강용 매트의 설계인장강도(계산시 사용한 인장력)는 인장변형률 10% 이내에서 발휘되어야 함. ② 배수 및 층분리용 매트 : 3t/m 이상 상기 인장강도 기준은 인장력을 받는 방향(도로 성토의 경우 도로 폭 방향)에 국한하여 적용할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> AASHTO(M288-96) <ul style="list-style-type: none"> ① 직포 : 50% 이하 ② 부직포 : 50% 이상 인장강도는 설계된 기준을 만족하는 범위의 제품으로 규정하면 됨. AASHTO 등 외국의 관련 시방서에서도 보강 매트의 인장강도 기준은 설계자와 현장 기술자의 판단으로 결정하게 하고 있음. 다만, 우리나라에서는 기존 설계관행을 반영하고, 품질유지를 위하여 최소한의 제한을 두고자 함.

(계속)

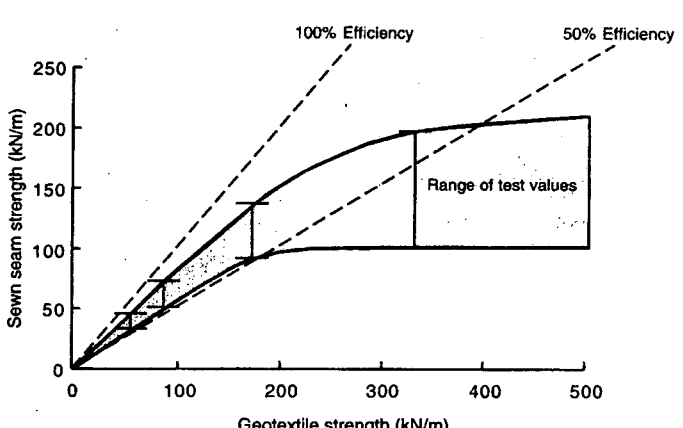
항목	현행	변경(안)	비고
<p>봉합강도</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 접합(seam) 방법으로 '봉합(sewing)'만을 제시함 ◦ 봉합강도는 원단강도와 동일해야 함 ◦ 봉합방향 규정 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 매트와 접합은 최대 인장변형 방향(도로 폭 방향)과 평행하게 이루어져야 하고, 접합강도는 해당 방향 원단강도의 50% 이상이어야 함. 단, 불가피하게 최대 인장변형방향과 직각으로 접합한 경우는 접합강도가 해당방향 원단강도보다 작아서는 안됨. ◦ 역학적인 문제가 없을 경우는 감독원의 승인을 얻어 봉합 대신 일정 길이 이상 단부를 겹치게 하는 방법으로 매트를 연속 포설할 수 있으며, 이 때 접합강도에 대한 규정사항은 적용하지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 현장 접합강도가 원단강도와 동일해야 한다는 규정은 공학적인 합리성이 결여됨 ◦ 토목섬유 특성상 고강도 매트일수록 봉합강도와 원단강도의 차이가 증가하게 되므로(Koerner, 1998), 위 규정을 준수하기 위해서는 봉합부위를 특별히 보강하여야 하는데, 이로 인하여 실제 인장력에 저항해야 하는 매트부에 과도한 주름이 발생하여 소기의 기능을 발휘할 수 없게 되는 사례가 빈발하고 있음
	<p>[참고] 강도별 봉합효율(봉합강도/원단강도 비) : Koerner(1998)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 도로연구소의 시험시공 및 각종 도로 건설 현장의 경험을 통해 매트는 도로 폭 방향으로 큰 인장력을 받지 않음이 확인되어, 봉합 대신 일정 길이 이상 겹쳐 포설하는 방법을 적용할 수 있음(AASHTO에서도 겹침방식을 적용할 수 있게 함, FHWA, 1995) 	

표 3. KS 규격에서 토목섬유의 인장강도 시험 규정 종류

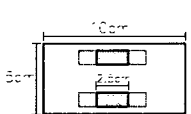
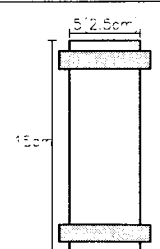
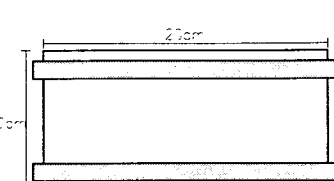
	그레브법	소폭 스트립법	광폭 스트립법
규격	KS K 0520	KS F 2124	KS K 0753
시험 형태			

표 4. 시험 규격 변경(안)

항목	현행	변경(안)	비고
인장강도 · 변형률	◦ KS F 2124 지반용 섬유인장시험 방법	◦ KS K 0753 토목섬유의 광폭 스트립법에 의한 인장강도 시험방법	◦ 현재 시험 규정은 소폭 스트립법에 의한 방법으로, 인장 시험 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 신규 제정된 광폭스트립법 규정으로 변경
융합강도	◦ KS K 0530 직물의 융합강도 시험 방법	◦ 항목을 '접합강도'로 변경 ◦ 'KS K 0753 토목섬유의 광폭스트립법에 의한 인장강도 시험방법' 적용	◦ 원단강도와 효율적인 비교를 위하여 각종 접합(융합, 접착 등) 부위의 인장강도 시험은 '광폭스트립법'에 준하여 실시하도록 함

다음은 지방서 개정(안) 중 토목섬유 매트와 관련된 주요 내용이다.

- 토목섬유 시공 수급인이 제출해야 하는 시험성적서의 내용
 - 제조회사명, 제품명(모델명), 공급회사명, 제조일자
 - 매트의 재질, 직조 형태
 - 경사, 위사 방향의 최대 인장강도 및 변형률, 인장변형률-하중 곡선
 - 융합강도, 수직투수성
- 토목섬유 자재는 납품 즉시 일정한 빈도로 감독원 입회 하에 KS F 2121에 따라서 시료를 채취하여 확인 시험을 실시하고 가급적 빠른 시일 내에 채취한 시료에 대한 시험 결과를 감독원에게 제출하여야 한다. 이 시험 결과가 정해진 품질 기준에 미달할 경우에는 해당 자재를 사용해서는 안된다. 확인 시험 결과에는 다음 사항들이 반드시 포함되어야 한다.
 - 제조회사명, 시료 채취 일자 및 장소, 시험일 및 시험원명, 시험 방법
 - 경·위사 방향의 인장변형률(%)-하중(ton/m) 곡선 및 5% 변형률에서 인장강도
 - 경·위사 방향의 최대인장강도 및 최대인장변형률
 - 수직투수계수
 - 공장융합시료, 현장융합시료의 융합강도 시험시 최대인장강도 및 파괴 형태, 단위길이당 팽수
- 매트는 인장강도가 발휘되는 주방향이 지반 내에서 최대 인장응력이 발생하는 방향(도로 성토의 경우 도로 폭 방향)과 일치하도록 같아야 한다.
- 매트의 현장 융합은 최대 인장변형 방향(도로 성토의 경우 도로 폭 방향)과 평행하게 이루어져야 한다. 융합사는 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리아미드, 케블라 섬유 재질이어야 하며, 가급적 매트의 구성 재질과 동일하게 한다. 역학적으로 문제가 없을 경우에는 감독원의 승인을 얻어 융합 대신 일정 길이 이상 단부를 겹치게 하는 방법으로 매트를 연속적으로 깔 수 있으며, 이 경우 융합강도에 대한 규정 사항은 적용하지 않는다.
- 매트를 깔 후에는 자외선, 공사 장비 등에 의한 매트의 손상을 방지하기 위하여 10일 이내에 수평배수재나 초벌 성토재로 복토해야 한다. 감독원은 복토 직전에 매트의 손상 여부를 검사하여야 하며, 과도하게 손상된 부분은 그 경계면에서 90cm 이상 겹쳐서 새로운 매트와 덧대고 모서리를 융합하도록

해야 한다. 복토는 매트 전 부분을 대상으로 끌고루 진행하여 특정 부위에서의 응력 집중을 방지해야 하며, 복토층의 두께가 20cm 미만인 곳은 공사 장비를 통행시켜서는 안된다. 초벌 성토층에는 쇄석, 자갈이상의 암석이 포함되어서는 안되며, 그 두께는 기초 지반 조건, 성토재의 특성 등에 따라 적절하게 결정한다. 과도한 지반 변형과 매트 손상을 방지하기 위해서 감독원의 승인을 얻어 초벌 성토층의 다짐도 기준을 일반 노체에 대한 설계 다짐도보다 줄여서 적용할 수 있다.

5. 결론

고속도로 건설 현장에 널리 적용되는 지오텍스타일의 사용 현황을 간단하게 정리하였으며, 실무적인 관점에서 관련 시방 규정 및 시공상의 문제점들을 살펴보고 개선 방안을 모색하였다. 특히, 연약지반에 사용되는 지오텍스타일 매트에 대해 고속도로 건설 공사의 표준 규준인 “고속도로공사 전문시방서”의 관련 부분 개정(안) 내용을 소개하였다.

6. 참고문헌

1. 조성민 외(1998), “보강용 토목섬유의 거동 파악을 위한 현장계측”, 1998년도 토목섬유 학술발표회 논문집, 국제토목섬유학회 한국지부, pp.73-84
2. 한국도로공사(1998), 연약지반상의 성토체 보강방법에 관한 연구(I), 도로연구소 중간보고서
3. FHWA(1995), *Geosynthetic Design and Construction Guidelines* - NHI Course No.13213, Pub. No. FHWA HI-95-038
4. Koerner, R.M.(1998), *Designing with Geosynthetics*, 4th edition, Prentice Hall