

토목 합성 제품(2)

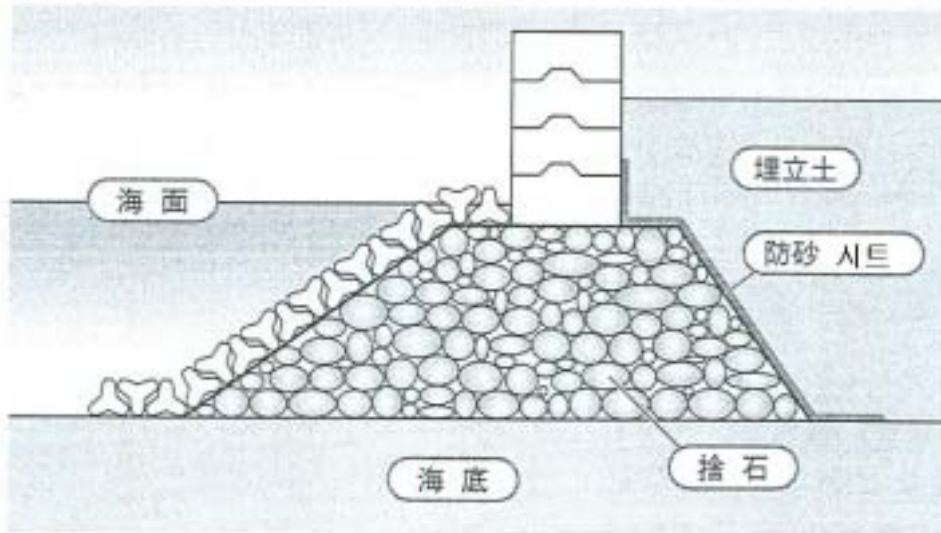
- 요구되는 기능과 대표적인 적용 예(1) -

1. 서 언

지난 호에는 토목 합성 제품의 종류와 소재에 대해 기술하였다. 원래 토목 합성 제품은 섬유 및 고분자 재료가 가지는 여러 가지 특성을 이용하여 흙을 안정시키는 것이 목적이다. 이용이 확대되어 다양한 공사에 적용됨에 따라 요구되는 기능도 다양해지고 있다. 일반적으로는 여과, 배수, 분리, 보강, 차수, 보호가 주요한 기능이 되고, 용도에 대하여 단독 또는 복수의 기능이 요구된다. 본 호와 다음 호에서는 가장 대표적인 토목 합성 제품의 요구 기능과 그 적용 예를 설계 방법과 연결시켜 설명한다.

2. 여과 기능 및 적용 예

토목 합성 제품의 여과 기능은 재료의 다공성(유효 구멍 크기)과 투수성을 이용하여 물의 이동을 방해하지 않고 흙 입자의 이동을 방지하는 것이다. 여과 기능에 관한 대표적인 적용 예로서 호안사석(護岸捨石) 제방에 부설하는 방사 시트가 있다. <그림 1>은 방사 시트의 부설 단면 모식도를 나타낸다. 부직포 또는 직물 방사 시트는 호안사석 제방의 배면에 부설되어 호안 배면의 매립 시 토사가 조수 간만 및 파랑에 의해 사석 간극으로부터 유출되는 것을 막는 역할을 담당한다. 요철이 있는 호안사석 제방 표면과의 친화성이 좋은 두꺼운 니들펀치 타입 부직포(단위 면적당 무게 500g/m^2 이상)가 많이 이용되며, 시공성을 높이기 위해 사전에 공장에서 10~20m의 넓이로 봉재한 상태로 현장에 반입된다. <그림 2>는 시공 예를 나타낸다.



<그림 1> 방사 시트의 부설 단면 모식도



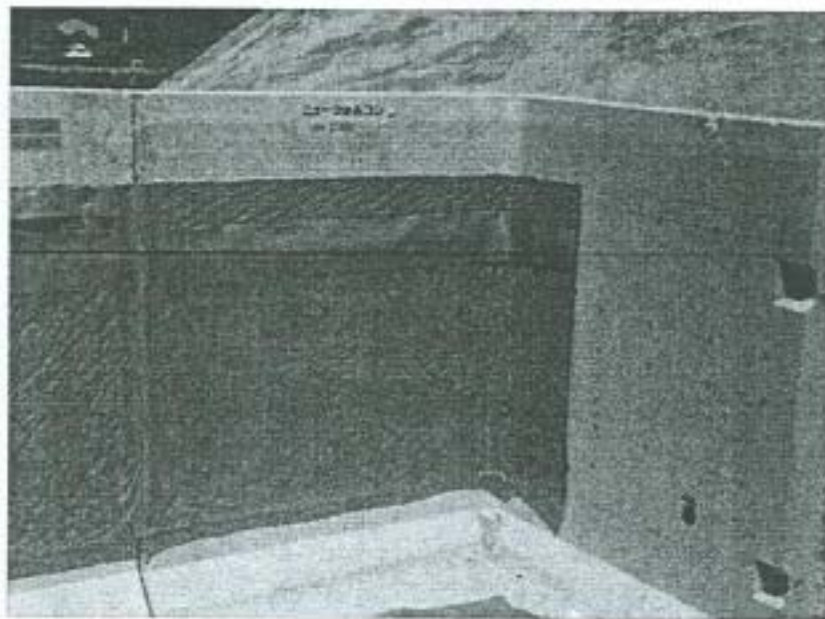
<그림 2> 방사 시트의 시공 예

토목 합성 제품이 적절히 여과 기능을 발휘하기 위해서는 흙 입자를 통과
되시키 않고, 물의 이동을 방해하지 않기 위해 재료의 수직 투수성이 주변

흙의 투수성 보다도 크며, 막힘이 생기지 않는 것이 중요하다. 적용 시 여과 기능 기준은 흙의 종류 및 수리 조건에 따라 다르다.

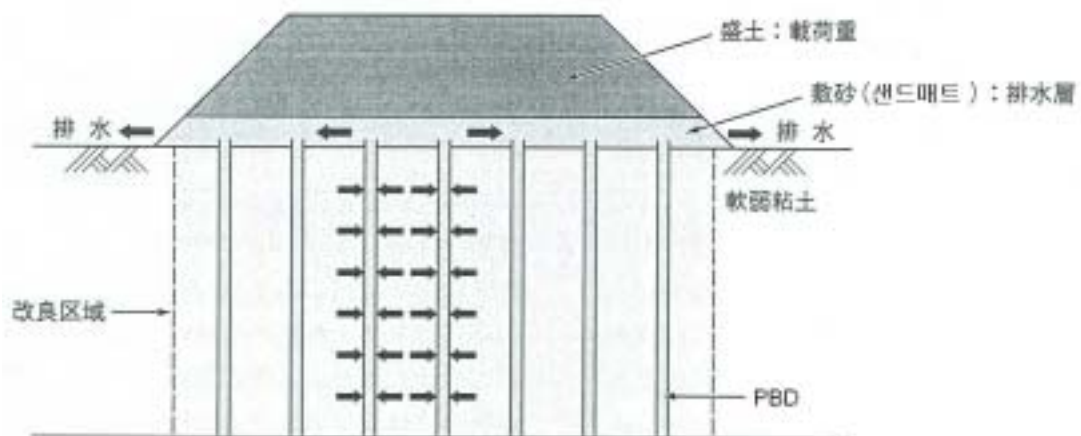
3. 배수 기능 및 적용 예

토목 합성 제품의 배수 기능은 재료의 수평 투수성을 이용하여 침투수 및 지하수의 배제 및 과잉 간극 수압의 소산을 도모하는 기능이다. 대표적인 적용 예로서 옹벽용 투수 매트가 있다. <그림 3>에 나타난 것처럼 철근 콘크리트조, 또는 무근 콘크리트조의 옹벽 표면에 사리 및 잡석 등의 석재 대신 부설한다. 침입하는 지하수 및 강우를 빠르게 배출하여 수압의 발생을 방지, 경감하여 옹벽의 무너짐 및 미끄러짐을 막아 안정성을 확보한다. 재료의 면에 수직 방향으로 집수된 물은 투수 매트의 수평 방향으로 이동하여 배출된다. 따라서 옹벽 이면의 전체 면적으로부터 집수된 물을 한번에 배출할 수 있는 단면적, 즉 배수 능력을 가질 필요가 있다.



<그림 3> 옹벽용 투수 매트

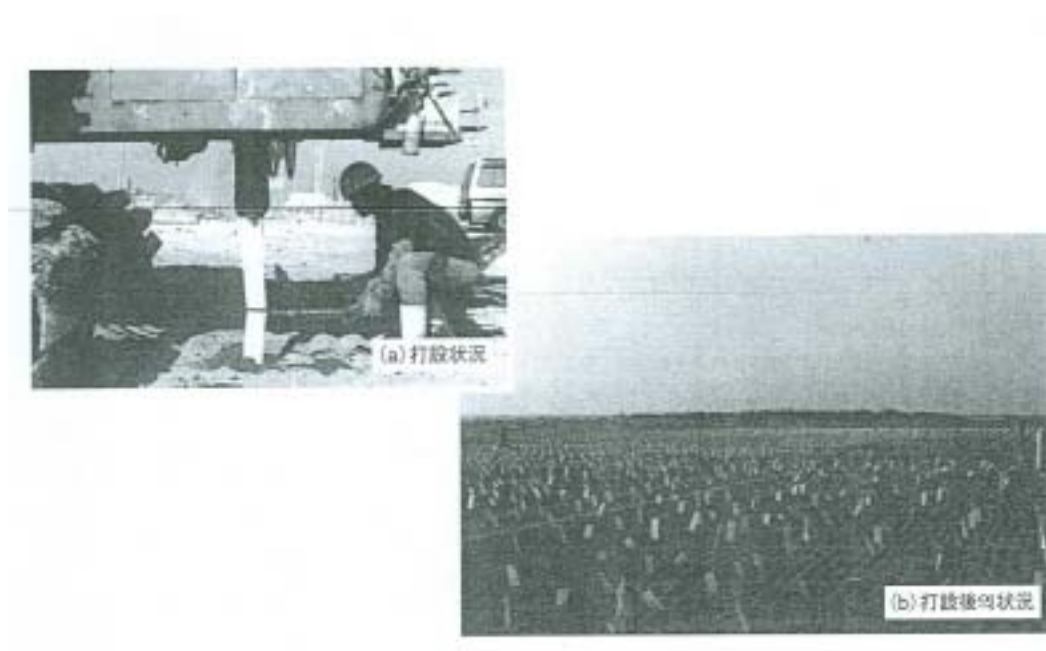
토목 합성 제품의 배수 기능을 이용하여 매립지 등의 함수비가 높은 점성 토 지반을 탈수시켜 압밀을 촉진시키는 지반 개량 공법으로 플라스틱 보드 드레인(PBD) 공법이 있다. <그림 4>는 공법의 개념도를 나타낸다. PBD는 다수의 통수공을 가지는 심재(플라스틱 코어)와 그 주변을 피복하는 필터재(부직포)의 복합 재료이며, 폭이 약 100mm, 두께는 2~3mm 정도이다. 이것을 개량 구역의 연약 점토층 전역에 소요 심도까지 <그림 4> 및 <그림 5>와 같이 연직 방향으로 일정 간격(예를 들면 일정 피치의 정방형 배치)으로 타설하여 삽입한다. 타설 후 재하 성토를 쌓음으로써 지반 내의 물은 PBD의 필터면에 수직으로 통과하여 통수공으로 도입되어 부사층을 거쳐 배수된다. 즉 재료의 통수 능력에 의해 과잉 간극 수압이 소산하여 압밀이 촉진되어 지반 강도가 개량된다.



<그림 4> PBD 공법의 개념도

재료로는 충분한 종 방향 통수 능력을 가지며, 지반 침하에 의한 변형, 토 압에 의한 변형에 대해서도 종 방향 통수성을 유지할 수 있으며, 흠 입자에

의해 막혀 통수 능력이 저하하지 않는(필터재에 막힘이 발생하지 않는) 것이 요구된다. 설계에 있어서는 배수 간격, 배수 환산경, 점토층 상하면의 배수 조건, 배수재의 특성, 부사의 특성과 두께를 고려한다. 그 결과 보다 큰 통수 능력이 필요할 때에는 통수 단면이 약 200mm인 제품을 사용할 경우도 있으며, 50m의 큰 심도로도 시공되고 있다.

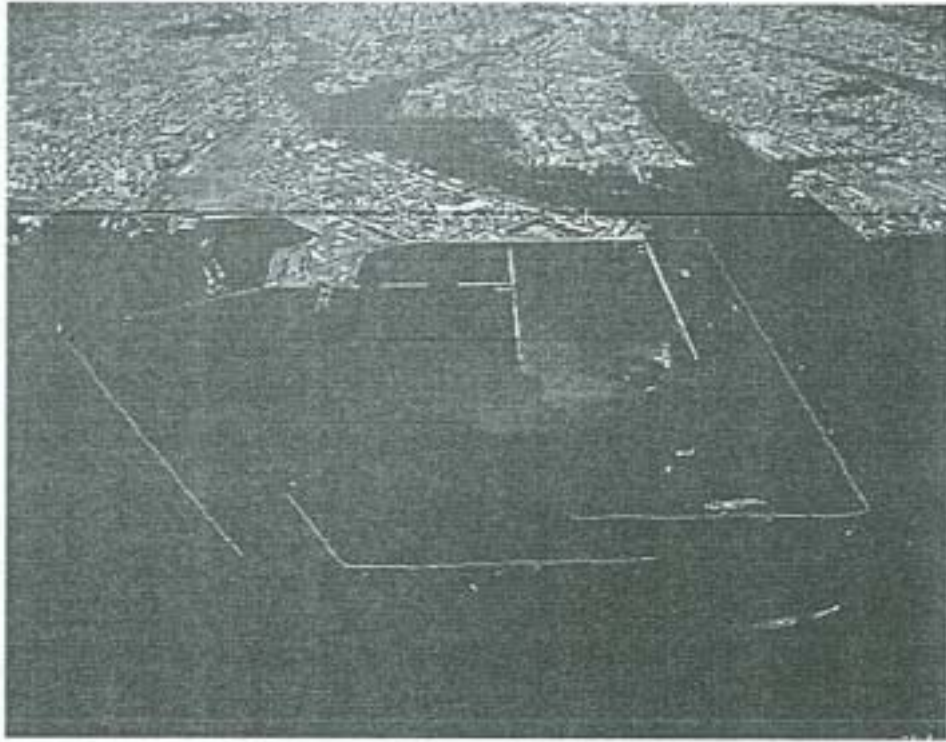


<그림 5> PBD의 시공

4. 분리 기능과 적용 예

분리 기능은 토목 합성 제품의 다공성과 강도를 이용하여 흙과 흙 또는 흙과 물 등의 경계에 부설하여 상호 혼입을 방지하는 기능이다. 분리 기능을 이용하는 용도에는 도로의 노반과 노상의 층간 분리, 철도 노반의 진흙 오염 방지, 연약 지반의 복토 공법에 있어서 복토와 연약 지반의 분리, 오탁 방지 막, 사석 호안 기초의 세굴 방지 등이 있다. 오탁 방지막은 매립 등의 해양 토목 공사에 따라 발생하는 오염이 공사 구역 외로 확산하는 것을 방지하기

위해 사용된다<그림 6>. 제품은 발포 스티롤과 고무 튜브로 된 부자(浮子)와 직물로 된 커튼으로 구성되며, 구조 형식으로서는 수하형과 자립형이 있다. 적용하는 오타 방지막의 사양은 부설 해역의 파고, 유속 등에 의해 결정된다.



<그림 6> 오타 방지막

<그림 7>은 해양의 축제(築堤)에 있어서 부사층과 잡석의 분리, 조수에 의한 부사층의 세굴 방지를 목적으로 적용된 토목 합성 제품의 부설 준비 상황이다. 잠수부에 의해 해저에 재료를 부설할 필요가 있으므로 사전에 광폭으로 봉제하는 것과 수중에서 재료를 용이하게 서로 연결하는 방법 등, 작업성을 높이기 위한 방법이 시행되고 있다.



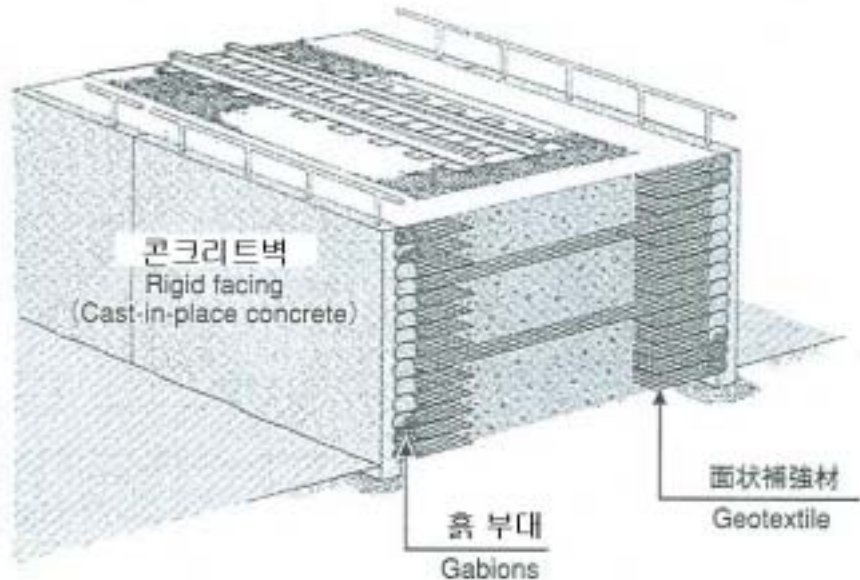
<그림 7> 세굴 방지 시트의 부설 준비

5. 보강 기능 및 적용 예

토목 합성 제품을 보강 용도로 이용하는 경우 가장 먼저 고려할 점은 재료의 인장 강도에 의해 흙에 부족한 인장 저항력을 높여주는 것이다. 용도 예로서는 성토 및 옹벽의 보강, 또는 지반의 지지력을 높이는 것을 목적으로 한 연약 지반의 보강이 있다. 흙의 인장 저항력을 높이기 위해 이용되는 것이 지오그리드이다. 지오그리드는 흙의 보강용으로 영국에서 개발되었으며, 대표적인 것으로는 고분자 재료의 일축 연신 또는 이축 연신 타입과 고강도 섬유를 이용한 제직 또는 편성 타입이 있다. 어떠한 것이라도 우수한 역학 특성, 내구성을 가지고 있다.

<그림 8>은 철도 성토의 보강 성토 공법으로서 알려진 RRR 공법 (Reinforced Railroad with Rigid Facing Method)의 개념도이다. 이 공법은 지오그리드(그림 중에서는 넓은 의미의 토목 섬유로 표기)와 강벽면을 이용하여 성

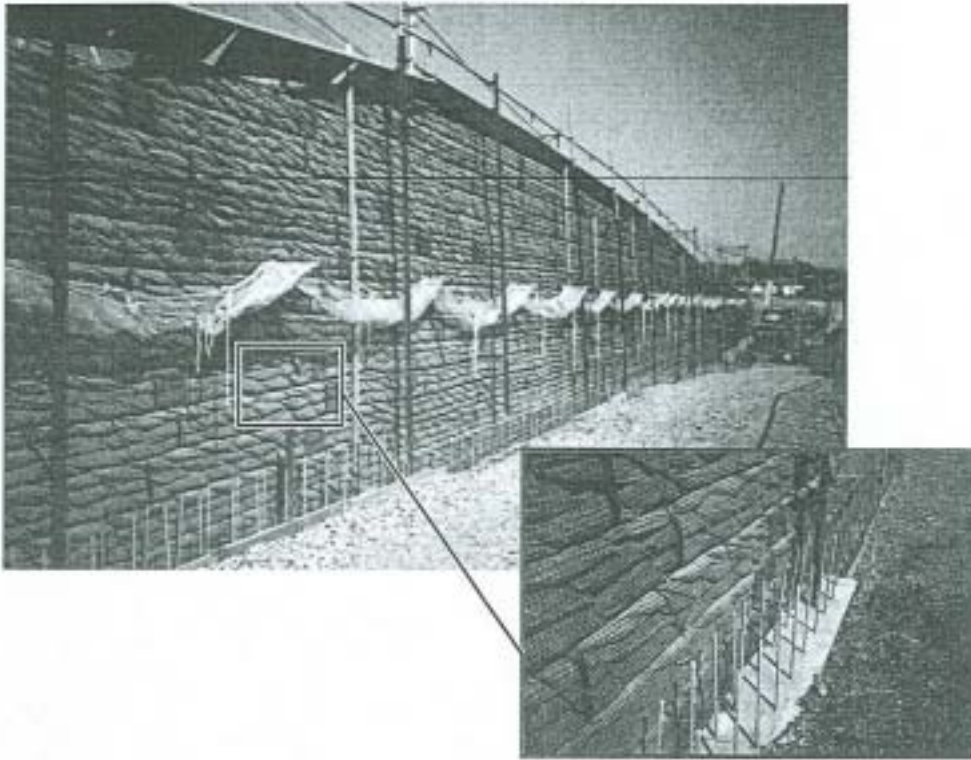
토 법면을 연직으로 구축하는 것이며, 종래의 철도 성토와 비교하면 용지를 대폭 축소할 수 있다. RRR 공법의 시공 상황을 <그림 9>에 나타낸다.



<그림 8> RRR 공법의 개념도

토목 합성 제품을 이용한 보강 성토 공법의 설계에 있어서 기본적인 개념은 성토가 미끄러져 붕괴할 때에 발생하는 미끄러짐힘을 보강재의 전단 저항력에 의해 저항시키고, 성토의 붕괴를 방지하는 것이다. 즉 보강재의 인장 강도에 의한 보강 효과(억제 효과와 조임 효과)가 고려된다.

매립지 등의 초연약 지반에서는 지반의 지지력이 극히 작기 때문에 시공 기계에 의한 양질 토사의 일차 매립이 불가능하다. 이와 같은 경우, 먼저 연약 지반 표층에 토목 합성 제품을 부설하여 그 인장력을 이용하여 지반의 지지력을 증가시켜 시공 기계의 이동성 확보를 도모한다. 부설재 공법으로 불리는 것으로 설계에서는 지반 조건 및 시공 조건에 대하여 인장 강도로 대표되는 필요 물성이 결정되며, 지오그리드, 직물, 부직포 등이 사용된다.



<그림 9> RRR 공법의 시공 상황

6. 결 언

본고에서는 토목 합성 제품에 요구되는 가장 대표적인 기능에 관하여 먼저 여과, 배수, 분리, 보강의 각 기능에 대해 적용 예를 들면서 해설했다. 다음 호는 차수 기능과 보호 기능에 대해 기술한다.