

유리 섬유 강화재 유형에 따라 FRP 부식 특성이 결정된다

작성자: 매트 리서(Matt Lieser, Owens Corning 글로벌 규격 마케팅 팀장)

금속 가격이 상승하면서 기술자와 최종 사용자들이 부식성 환경에서 유리 섬유 강화 폴리머(FRP) 솔루션을 점점 더 많이 사용하고 있습니다. 대부분의 응용분야에서 FRP는 고성능 저비용 솔루션으로 고가의 합금과 유사한 품질을 제공합니다. 미국에서 최근에 실린 한 기사에서는 여러 곳의 석탄 화력 발전소에서 FGD(연도가스 탈황) 장치에서 합금강 구성품을 사용한다는 사실을 중점적으로 다루었습니다. FGD 장치는 오염 물질을 제거해 주지만 소유업체가 그 합금강의 단기 부식을 수리하는 데 수 백만 달러를 지출해야만 합니다. 하지만, FRP를 사용하는 발전소 운영자들의 경우에는 부식을 수리하는 비용을 크게 줄이는 좋은 결과가 경험하고 있습니다.

유리 섬유 강화재의 종류는 부식성 환경에서 FRP 응용 제품의 성능에 중요한 역할을 합니다. 발전/에너지, 광업, 화학 처리 및 기타 물성만족이 까다로운 시장등의 부식성 환경에서 FRP 응용 제품을 사용하는 사례가 늘어나고 있습니다. FRP 소재의 내부식성이 특정한 환경의 필요에 적합하도록 올바른 FRP 소재를 선택하는 것이 중요합니다. 현재 시장에서는 많은 유리 섬유 강화재 종류(표 #1 참조)를 볼 수 있습니다. 수지 선택과 비슷하게, 올바른 종류의 유리 섬유를 사용하면 FRP 응용 제품의 수명과 성능이 향상되고 고장 위험이 줄어듭니다.

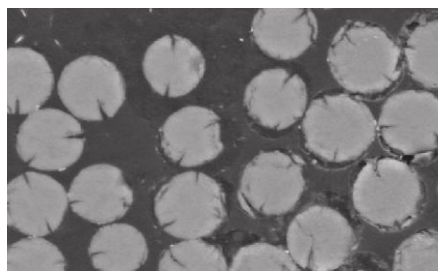
표 #1

| 유리섬유 종류 | 발명된 년도 | 개발 업체 |
|-----------------|--------|---------------|
| A-Glass | 1938 | Owens Corning |
| E-Glass | 1939 | Owens Corning |
| C-Glass | 1943 | Owens Corning |
| R-Glass | 1965 | Saint-Gobain¹ |
| S-Glass | 1965 | Owens Corning |
| AR-Glass | 1974 | Owens Corning |
| E-CR Glass | 1980 | Owens Corning |
| Advantex® Glass | 1996 | Owens Corning |
| H-Glass | 2004 | Saint-Gobain¹ |
| HPG² | 2004 | Owens Corning |
| Direct Melt-S | 2008 | Owens Corning |

부식성 환경에서 유리 종류 선택이 중요한 이유.

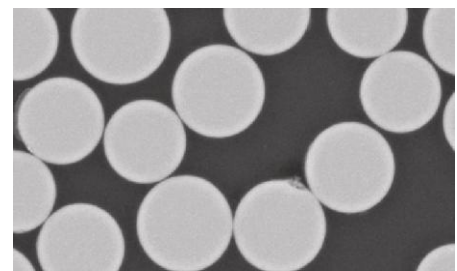
유리 섬유 종류를 잘못 선택하여 부식성 화학 물질이 섬유에 닿게 되면 섬유의 품질이 저하되고 수지 접합력이 사라지게 되어 구조적 특성이 상당히 저하됩니다. 아래에 나오는 스캐닝 전자 현미경 사진에는 복합 소재의 유리 섬유 유형이 10% 황산에 3개월 동안 노출되면 어떤 반응이 나타나는지를 보여줍니다. 부식성 환경에서는 기체나 액체 형태의 화학 물질이 아래와 같은 여러 가지 형태로 완성된 FRP 부품의 구조적 부위에 있는 유리 섬유에

E-Glass type



E-glass가 부서져 내용물이 스며나오고 균열이 생기기 시작하면 수지와 접합부가 분리되어 응용 제품이 고장날 가능성이 있습니다.

Advantex® type



Advantex® 유리는 삼출, 균열, 약화 현상 없이 3개월 간 사용할 수 있습니다. 이 제품은 부식성이 강한 환경에서도 강도를 유지합니다.

도달하여 짧은 시간내에 물성 저하등의 문제를 일으킵니다.²

- 잘못된 경화 (Poor curing)
- 확산 (Diffusion)
- 삼투성 (Osmosis)
- 응력 작용 (Applied Stress)
- 취화 (Embrittlement)
- 미세 균열 (Micro-cracking)
- 충격 (Impact)
- 온도 차이 (Thermal gradients)
- 압력 차이 (Pressure gradients)
- 사용시간 (Time)

부식성 환경에서 사용하는 FRP 응용 제품에서 유리 섬유 강화재가 하는 역할은 다음과 같습니다. FRP 부품에 필요한 기계적 구조(강도와 경도)를 제공하며 부식 방지 성능을 최적화합니다.

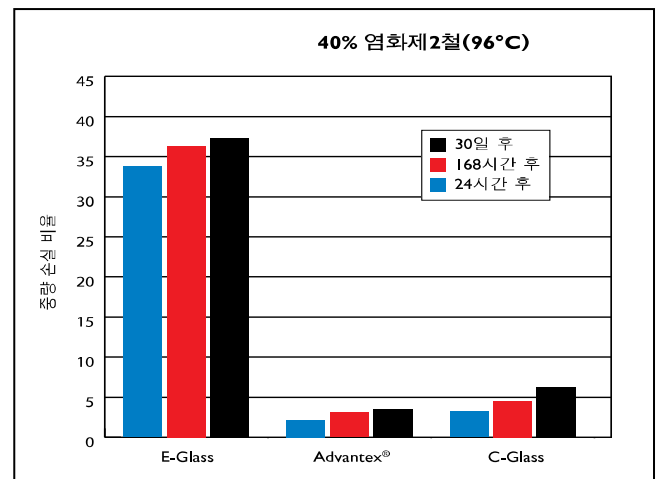
사용해야 할 유리 종류를 판단하는 방법:

특정한 화학적 환경에 적합한 종류의 수지를 선택하는 것과 마찬가지로, 유리섬유도 내부식층에 사용되는 Surface mat(Glass veil 을 사용하는 경우) 및 멀티로빙/매트와 FRP 부품의 구조적 부분에 적합한 유리 섬유를 선택해야 합니다. Owens Corning 은 업계 최초로 유리 섬유 강화재 화학적 저항력 안내서를 발표하여 최종 사용자, 기술자 및 생산업체가 가장 일반적인 화학적 환경에 적합한 종류의 유리섬유를 지정/선택하도록 돕고 있습니다.

다음은 몇 가지 예입니다.

철 염화물:

오른 쪽 시험결과에서 보시다시피, 유리섬유 자체(Bare glass)의 무게 손실 시험 결과는 Advantex® 유리섬유가 철 염화물 내에서도 좋은 내부식성 결과를 나타내며 내부식층 부분과 구조물 부분에 사용하는 것을 고려해야 함을 알려줍니다.



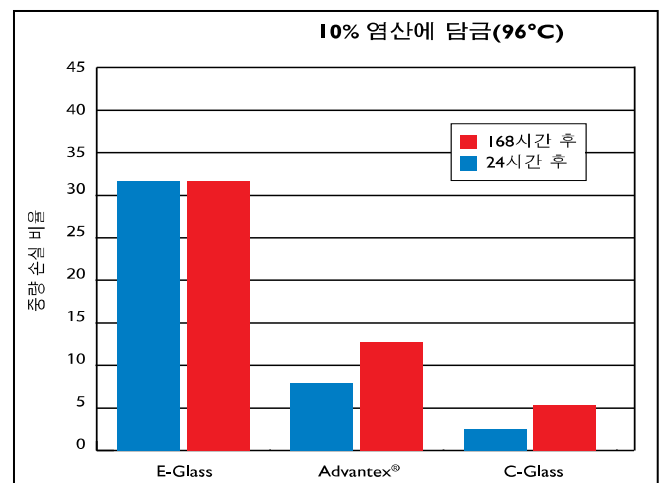
일반 E-glass 는 철 염화물에 의해 무게의 37%를 녹아 내리므로 응용 제품 부품으로 선택하기에 부적합합니다.

Owens Corning 의 Advantex® 웹 사이트

(<http://www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp>)를 방문하여 유리 섬유 강화재 내화학성 안내서를 다운로드하십시오. 5 가지 언어로 되어 있습니다.

염산:

유리 섬유 무게 손실 시험(우측 표 참조)및 Owens Corning 이 실시한 응력 부식 시험 결과는 내부식층(Glass veil 을 사용하는 경우)의 Surface mat 부분에 C-Glass 를 사용해야 하며 염산에 노출되는 내부식층 및 구조적 부분에는 Advantex® 유리섬유로 만든 멀티로빙/매트 및 로빙을 사용해야 함을 알려줍니다. 표준형 E-glass 는 염산 환경에서 성능이 크게 떨어지므로 사용해서는 안됩니다.



Advantex® 유리섬유는 무엇인가?

Advantex® 유리섬유는 특허를 받은 무봉소 유리 제품이며, 유리섬유 용어 정의 상 부식 저항성 E-CR 유리섬유와 E-glass 가 모두 포함됩니다. Advantex® 유리섬유는 다음 특성을 지니도록 개발되었습니다: 표준형 E-glass 와 E-CR 유리섬유에 비해 기계적 특성이 강화되었으며 표준형 E-glass 에 비해 부식 저항력이 개선되었고 ASTM D578 4.2.4 및 ISO 2078 규격을 만족합니다.

Owens Corning 은 1996 년에 Advantex® 유리섬유를 발명했는데, 이 제품은 부식성 환경에서 사용하는 FRP 에서 동급 최고의 성능을 갖춘 유리 섬유 제품으로 증명되었습니다. 세계 최대의 유리섬유 강화재 공급업체인 Owens Corning 은 전세계 모든 지역에서 Advantex® 유리섬유를 생산하여 소중한 고객들에게 현지 공급 회사를 통해 필요한 종류의 제품을 공급하고 있습니다.

표 #2 - ISO 2078

| 종류 | 일반적인 특성 |
|---------|---------------------|
| E-Glass | 일반적인 용도, 우수한 전기적 특성 |
| D | 우수한 절연 특성 |
| A | 고알칼리 함유 |
| C | 내산성 |
| S | 높은 기계적 강도 |
| R | 높은 기계적 강도 |
| AR | 내염기성 |
| E-CR | 내화학성 |

부식성 환경에서 사용하는 FRP에 적합한 업계 표준 권장 유리섬유는 여러 가지 종류가 있습니다. 한 가지 표준은 ASTM D578(Standard Specification for Glass Fiber Strands) Section 4.2.4입니다. 이 표준에서는 “ ‘E-CR 유리섬유’ 라는 용어를 대부분의 산성 물질에 의한 부식에 대한 저항력을 향상시키기 위해 사용되는 무봉소 E-glass 제품에 사용된다” 고 규정하고 있습니다.

국제 표준 ISO 2078(유리 섬유 명칭) section 4.1.1 에는 특정한 환경에서 사용할 유리 섬유 유형에 대한 일반적인 정보가 있는 차트가 나옵니다(표 #2 참조).

많은 최종 사용자와 엔지니어링 회사들은 FRP 규격 표준을 부식성 환경에서 사용하는 FRP 응용 제품에 대해서는 E-glass 사용을 포함하지 않고 Advantex®/E-CR 유리섬유를 포함하고 있습니다. FRP 구조는 규정 강도를 갖추기 위해 유리 강화재를 사용하므로, 많은 환경에서 화학적 저항력이 보다 나은 유리 섬유 강화재를 사용하면 위험이 감소하며 전반적인 수명 성능이 개선됩니다. Advantex®/E-CR 유리섬유는 광업, 연도가스 탈황, 화학 처리, 상/하수도 및 기타 많은 산업 공정에서 사용하도록 설계단계에 명기되고 있습니다.

자료 출처: ISO 2078

Advantex® 유리섬유는 고압 전류가 흐르는 영역에서도 큰 이점이 있습니다. 버드 헤네시(Byrd Hennessee, Owens Corning 의 글로벌 제품 기술자)는 다음과 같이 말했습니다. “고전압 응용 제품에서 Advantex® 유리섬유의 큰 장점은 봉소가 없다는 점입니다. 고전압 라인 주위에는 코로나 효과가 발생하는데, 그로 인해 유리 내의 봉소가 공격을 받습니다. 이것이 전기 관련 업계에서 ‘취성 균열’ 장애 (‘Brittle fracture’ failure) 라고 하는 현상입니다. 즉, 봉소가 포함된 부품이 악화되면서 구조적인 결함이 발생합니다.

Advantex®에는 봉소가 없기 때문에 이런 종류의 취성 균열 문제에 매우 강한 특성을 가집니다.”



위의 사진은 나트륨 염산염 FRP 탱크의 예입니다.

유리 섬유 유형 규격 요청서: Owens Corning 은 최종 사용자, 기술자 및 생산업체들이 용도에 맞는 유리 섬유 강화재를 정확하게 지정할 수 있도록 지원하고 있습니다. Owens Corning 은 Advantex® 웹 사이트에 요청서를 제출하는 링크를 제공하고 있으며, 유리 섬유 화학적 저항력 안내서에 팩스로 보낼 수 있는 서식도 제공하고 있습니다. Owens Corning 은 서식을 받으면 내부식증에 맞는 베일 및 멀티 로빙/매트 유리 섬유 제품과 부식성 환경에 의존하는 FRP 부품의 구조적 부분에 적합한 유리 섬유 로빙 제품 종류를 알려드립니다.



Owens Corning 의 복합 소재 웹 사이트를 방문하신 후 “Advantex” 를 클릭하여 “유리 섬유 강화재 내화학적 안내서” 를 다운로드하거나 규격 요청서(Specification Request Form)를 작성하십시오.

<http://www.owenscorning.com/composites/aboutAdvantex.asp>

Take Risk Out...Put *Advantex*® Glass In.

- 1 - Owens Corning 은 2007 년 11 월에 Saint-Gobain 의 유리 섬유 기업들을 인수하였습니다.
- 2 - 참고: 참조 “Ageing of Composites” , 편집자 Rod Martin, 2008, 섹션 17.4.