

미국 유리섬유 복합관 설계 메뉴얼 소개 (VIII) Introduction of American Fiberglass Pipe Design Manual (VIII)



윤순종(Soon-Jong Yoon) 회장 | 홍익대학교 토목공학과 | 교수 | sjyoon@hongik.ac.kr
지효선(Hyo-Seon Ji) 부회장 | 대원대학교 철도건설공학과 | 부교수 | hsji@mail.daewon.ac.kr

1. 서론

유리섬유 복합관(Fiberglass Pipe)은 경량성, 내구성, 고강도, 내부식성 및 내마모성의 장점을 가지고 있다. 최근에 이러한 재료의 장점을 살려서 국내에서도 유리섬유 복합관을 사용하여 노후 하수관 개량 공사에 적용하는 사례가 급격히 증가되고 있다. 국내에서는 유리섬유 복합관에 대한 설계기준 및 공사 시방서가 아직까지 제정되지 않은 실정이다. 현장에서는 주로 유리섬유 복합관 제작사로부터 제공된 공사시방서를 기준으로 시공을 하고 있다. 이 공사시방서도 유리섬유 복합관의 재료적 특성을 기술하면서 주로 기존 콘크리트 하수관에 적용된 일반적인 내용을 주로 포함하고 있다.

본 기사에서는 국내 유리섬유 복합관 관련 설계 및 시공 기술자에게 유리섬유 복합관 설계, 제작, 시공의 각 단계에 대한 정보를 제공하기 위하여 미국 상수도협회(American Water Works Association; AWWA M45) 에서 제정된 ‘유리섬유 복합관 설계 메뉴얼 (Fiberglass Pipe Design Manual, 2nd Edition)’ 에 대해서 연속기사로 일정한 분량으로 나누어서 소개

하고자 한다. 본 메뉴얼은 총 10장으로 구성되어 있다(표 1 참조).

표 1. 유리섬유 복합관 설계 메뉴얼 목차

제1장	유리섬유 복합관 역사와 적용
제2장	유리섬유 복합관의 재료 및 물성 특성
제3장	유리섬유 복합관의 제조공법
제4장	유리섬유 복합관 수리계산
제5장	유리섬유 복합관 지중매설설계
제6장	유리섬유 복합관 지하설치 지침
제7장	유리섬유 복합관 추력 블록
제8장	유리섬유 복합관 설계 및 시공
제9장	접합방식 및 이음장치
제10장	운반, 취급, 보관 및 보수
부록	용어해설

2. 유리섬유 복합관 설계매뉴얼 소개

제9장 접합방식 및 이음장치

9.1 서문

유리섬유 복합관 연결 시스템에는 몇 가지 종류가 있는데, 대부분은 일정 수준의 각도 편향을 허용하며 길이방향 추진 힘에 대응할 수 있게 설계된 것도 있다. 이음부속과 특수 부속에도 매우 다양한 종류 및 구성이 존재하며 그 제조방법도 매우 다양하다.

9.2 유리섬유 복합관 접합 시스템 분류

비억제 및 억제 두 가지 시스템으로 크게 분류한다.

9.2.1 비억제 복합관 이음

이 이음은 내압에는 견딜 수 있도록 설계되었으나 길이방향 힘에는 대응하지 못한다. 봉인을 위해서는 탄성고무 개스킷을 사용한다. 일반적으로, 이들 이음은 손상없이 다시 분리할 수 있다. 유리섬유 커플링, 벨 및 스피곳(spigot) 이음. 이들 이음은 유출이 없는 유체의 완벽한 전송을 위해서 스피곳 또는 벨의 그루브에 탄성고무 봉인을 사용한다. 기계적 커플링 이음. 이들 이음은 기계적으로 구현한 탄성고무 개스킷 봉인을 사용해 두 복합관을 접합시킨다. 기계 커플링 기술은 단순 종단 복합관에 적용된다.

9.2.2 억제 복합관 이음

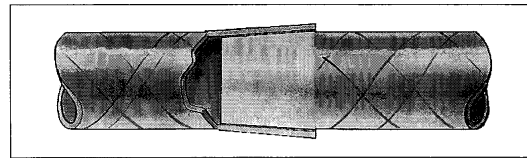
억제 복합관 이음은 내압뿐만 아니라 길이방향 힘에도 견딜 수 있다. 손상없이 다시 분리할 수 있는 이음은 다음과 같다.

- 억제 장치를 포함하는 커플링, 벨 및 스피곳
- 플랜지
- 기계적

분리시 손상이 발생하거나 잘라서 분리해야 하는

이음은 다음과 같다.

- 버트 앤 랩(butt and wrap)
- 래핑한 벨 및 스피곳(spigot)
- 접착한 벨 및 스피곳(spigot)



Source: Smith Fiberglass Products Inc., Little Rock, Ark.
Figure 9-1 Tapered bell and spigot joint

9.3 개스킷 요구사항

유리섬유 복합관 접합 시스템과 함께 사용되는 개스킷은 ASTM F477의 요구사항을 만족해야 한다. 개스킷 재료의 성분은 구매자와 판매자의 합의하에 사용 환경에 맞는 것으로 선택해서 사용해야 한다.

9.4 접합 시스템 소개

이 절에서는 유리섬유 복합관과 함께 사용할 수 있는 다양한 접합 시스템에 대해 소개한다. 그러나 모든 접합 시스템에 대한 자세한 정보를 포함하지는 않으며, 많은 제조업체가 성능 요구사항을 만족하는 다양한 구성 및 형태의 접합 시스템을 제작 및 판매하고 있으므로 특정 이음 및 이음 성능에 대한 자세한 정보는 제조업체에 문의하기 바란다.

9.4.1 접착제 접착 이음

다음 세 가지 종류가 있다.

- 테이퍼 벨 및 테이퍼 스피곳을 이용한 이음(그림 9-1)
- 직선 벨 및 직선 스피곳을 이용한 이음(그림 9-2)
- 테이퍼 벨 및 직선 스피곳을 이용한 이음(그림 9-3)

일반적으로 직경 16인치(400mm)이하의 복합관에 적용된다.

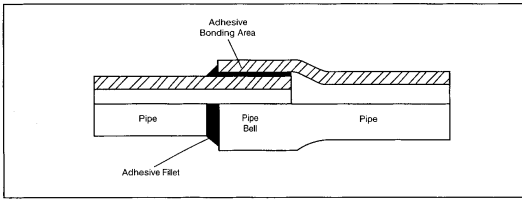


Figure 9-2 Straight bell and straight spigot joint

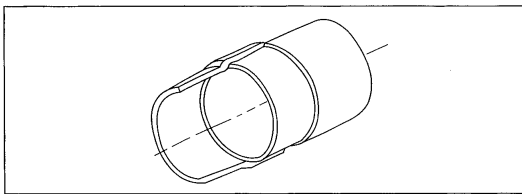
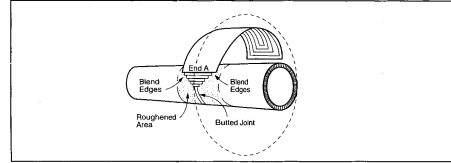


Figure 9-3 Tapered bell and straight spigot joint

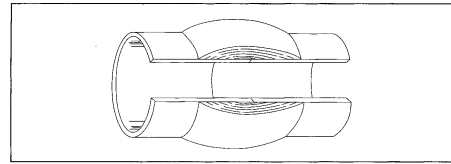
9.4.2 강화-중첩 이음

버트 앤 랩 이음은 일반적으로 접합 부분의 바깥쪽 표면을 거칠게 만든 두 개의 사각 복합관 종단으로 구성된다. 복합관을 중앙선을 기준으로 정렬해서 서로 끝 부분을 맞댄 다음 레진함유 유리 섬유 물질로 접합 지점을 감싼다. 이후 각 테이프 층은 내압 및 길이방향 힘을 견딜 수 있도록 부풀어 오르게 되어 있다. 기본적인 이음 시공방법이 그림 9-4에 나와 있고, 최종 이음 형상은 그림 9-5에 나와 있다. 그리고 복합관 종단이 테이퍼로 된 경우가 그림 9-6에 나와 있다. 벨 및 스피곳 이음의 경우에도 필요에 따라 그림 9-7에서 보는 바와 같이 중첩처리하는 경우가 있다. 이러한 시스템의 경우 중첩 작업동안 벨이 정렬을 돕게 된다. 이음 성능 향상을 위해서 내부 중첩도 사용되는데 작업자가 복합관안에 들어가서 작업할 수 있는 직경이 큰 복합관에만 적용된다.



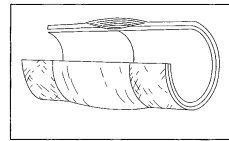
Reprinted with permission from Fiberglass Pipe Handbook, Fiberglass Pipe Institute, New York, N.Y.

Figure 9-4 Overlay joint construction



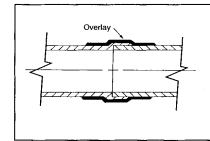
Source: Smith Fiberglass Products Inc., Little Rock, Ark.

Figure 9-5 Overlay joint



Reprinted with permission from Fiberglass Pipe Handbook, Fiberglass Pipe Institute, New York, N.Y.

Figure 9-6 Tapered ends overlay joint



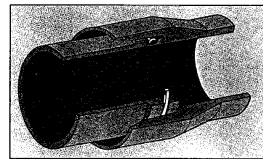
Reprinted with permission from Fiberglass Pipe Handbook, Fiberglass Pipe Institute, New York, N.Y.

Figure 9-7 Bell and spigot overlay joint

9.4.3 개스킷봉인 이음

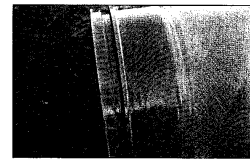
9.4.3.1 벨 및 스피곳

그림 9-8 및 그림 9-9는 단일 개스킷을 적용한 벨 및 스피곳을 보여준다. 그림 9-10 및 그림 9-11은 이중 개스킷을 적용한 벨 및 스피곳을 보여준다. 이중 개스킷은 직경이 큰 복합관에만 사용된다. 스피곳의 두 개스킷사이에 포트를 삽입하고 유체 정역학적 또는 공기 압력을 이용해서 개스킷의 봉인 성능 시험을 조립후 즉시 수행할 수 있다.



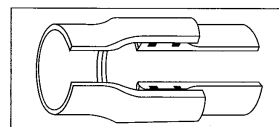
Source: Hobas Pipe USA Inc., Houston, Texas.

Figure 9-8 Single gasket bell and spigot joint



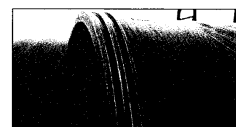
Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.

Figure 9-9 Single gasket spigot



Source: Smith Fiberglass Products, Little Rock, Ark.

Figure 9-10 Double gasket bell and spigot joint



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.

Figure 9-11 Double gasket spigot

9.4.3.2 커플링

그림 9-12 및 그림 9-13은 두 종류의 캐스킷 커플링 이음을 보여준다. 그림 9-12의 이음은 커플링에 기계적으로 접착 또는 형성된 캐스킷을 사용하고 있으며, 그림 9-13은 그루브에 캐스킷을 설치한 커플링을 보여주고 있다. 9.4.3.3 억제 캐스킷 이음. 그림 9-8에서 그림 9-13까지의 캐스킷 이음은 개조를 통해서만 가능하지만 자체로서는 길이방향 억제력을 제공하지 않는다. 그림 9-14는 캐스킷과 억제 부품을 포함한 벨 및 스피곳을 보여준다. 억제 부품은 팽창가능한 기계적 설치 잠금 링으로서, 스피곳이 벨에 삽입된 다음 스피곳 외경의 어깨부분에서 수축해서 잠금 기능을 제공한다. 그림 9-15는 각각 한 쌍의 캐스킷과 억제 부품을 포함하는 커플링 이음을 보여준다. 억제 부품의 형태 및 재료는 다양한데, 이 경우에는 금속 및 전단 저항 플라스틱 재료가 사용된다. 그림 9-16은 캐스킷과 스프레드 연결 이음 억제 부품을 포함하는 벨 및 스피곳을 보여준다. 억제 이음의 장점은 제거 및 수리를 위해서 분리가 가능하다는 점이다.

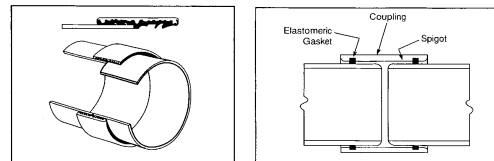
9.4.4 기계식 이음

유리섬유 복합관과 사용할 수 있는 기계식 이음에는 플랜지, 스프레드 이음 및 시중에서 구할 수 있는 각 회사 고유의 이음 등을 포함해 다양한 종류가 있다. 모든 크기의 유리섬유 복합관 설치시에는 압력 정격 플랜지가 흔히 사용된다. 유리섬유 플랜지는 표준 SI/ASME 압력 등급의 볼트식 플랜지와 동일한 볼트 치수를 사용한다. 유리섬유 플랜지는 핸드레이-업, 필라멘트 감기 및 압축 형성 방식으로 제작된다. 프로젝트 조건에 따라서 어떤 경우에는 유리섬유 플랜지를 펌프, 밸브 및 금속 복합관의 금속 플랜지와 함께 접합해야 하는 경우도 있다. 그림 9-17은 유리섬유 플랜지와 유리섬유 플랜지의 이음 및 유리섬유 플랜지와 강철 플랜지의 이음을 각각

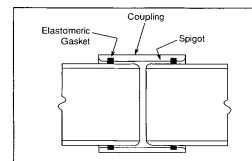
보여준다. 그림 9-18은 밸브 연결을 위한 유리섬유 플랜지와 강철 플랜지의 이음을 보여준다. 유리섬유 플랜지와 함께 사용되는 캐스킷은 평면(flat-faced) 또는 O-링의 형태로 플랜지 정면의 그루브에 설치된다. O-링 봉인은 볼트 토크가 크지 않은 경우에도 만족할 만한 봉인 특성을 보여줌으로써 특히 직경이 큰 복합관에 매우 효과적인 것으로 알려져 있다. 그림 9-20은 흔히 봉인이 복합관의 바깥쪽 표면에 적용된 기계식 연결 이음을 보여준다. 이러한 이음은 길이방향 힘에 대응하지 못한다. 이러한 기계식 이음의 경우 과도한 토크는 유리섬유 복합관을 손상시킬 수도 있기 때문에 무리한 토크를 적용하지 않도록 주의한다.

9.5 접착, 스프레드 및 플랜지 이음의 조립

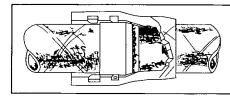
접착, 스프레드 및 플랜지 유리섬유 복합관 이음의 경우 다른 복합관 재료에 사용되는 기술 및 장비와는 전혀 다른 기술 및 장비를 사용해야 한다. 항상 복합관 제조업체의 지시를 따라야 하겠지만 다음 절에서 이 부분에 대해서 개략적으로 설명하고자 한다.



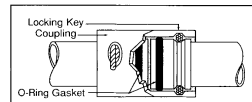
Source: Hobas Pipe USA Inc., Houston, Texas.
Figure 9-12 Gasketed coupling joint



Source: Owens Corning Engineered Pipe Systems, Brussels, Belgium.
Figure 9-13 Gasketed coupling joint



Source: Smith Fiberglass Products Inc., Little Rock, Ark.
Figure 9-14 Restrained gasketed bell and spigot joint



Source: Smith Fiberglass Products Inc., Little Rock, Ark.
Figure 9-15 Restrained gasket coupling joint

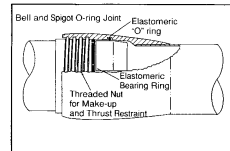
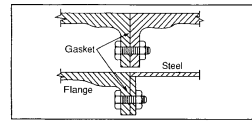
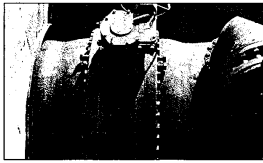


Figure 9-16 Restrained gasketed threaded bell and spigot O-ring joint

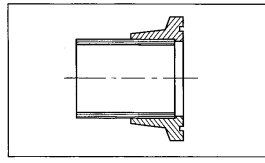


Source: Old Hope Corguard Inc., (former subsidiary of Price Brothers Company, Dayton, Ohio).
Figure 9-17 Fiberglass flange to fiberglass and steel flange joint

pressure pipe. Fiberglass flanges have bolting dimensions consistent with standard ANSI/ASME pressure classes of bolted flanges. Fiberglass flanges are produced by hand lay-up, filament winding, and compression molding.
Project conditions often dictate mating a fiberglass flange with a metallic flange on a pump, valve, or metallic pipe. Figure 9-17 depicts a fiberglass flange to fiberglass



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.
Figure 9-18 Fiberglass flanges to flanged steel valve connection



Reprinted with permission from Fiberglass Pipe Handbook, Fiberglass Pipe Institute, New York, N.Y.
Figure 9-19 Fiberglass flange with grooved face for O-ring seal

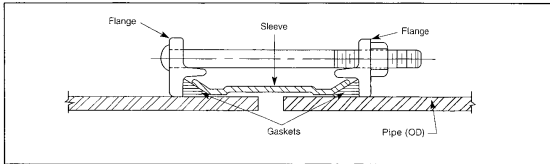


Figure 9-20 Mechanical coupling joint

9.5.1 설치 절차 및 준비

모든 설치 작업자는 제조업체가 제공한 설치 절차를 잘 파악해야 한다. 복합관 취급시 발생할 수 있는 손상에 대해 복합관 및 이음부를 잘 검사하는 일도 매우 중요하다. 복합관에 대한 적절한 보관 및 취급 절차는 제 10 장에도 나와 있고 제조업체도 별도로 제공한다. 설치 조건 및 환경에 따라 작업자의 수는 달라진다. 2인치부터 4인치 직경의 복합관에 대해서는 두세 명이면 족하며 보다 큰 직경의 복합관 설치의 경우 4명 또는 그 이상의 인원이 필요하다.

9.5.2 도구 및 장비 요구사항

복합관 크기 및 이음 종류에 따라 필요한 도구 및 장비가 다르지만 다음의 지침은 일반적으로 적용된다. 추운 날씨에 복합관을 설치할 경우 이음 접착을 제대로 하기 위해서는 전기 난방 고리, 이동용 난방 건물(플라스틱 간이용 막사), 뜨거운 공기 송풍장치 등과 같은 난방 장치들이 필요하다. 접착 이음 시스템의 접착전 중단 준비 가공을 위해서는 테이퍼링 도구, 디스크 샌더등과 같은 기계 장비가 필요하다. 테이퍼링 도구와 같은 특수한 장비는 복합관 제조업체로부터 구해서 사용할 수 있다. 디스크 그라인더, 벨트 샌더 및 다른 일반 장비들은 설치업체가 제공한다. 복합관 절단시에는 정밀톱 및 카바이드 그릿

연마톱날을 사용한다. 일반적인 나무용 톱날 및 구멍 톱날은 적절하지 않으나, 벽돌 및 타일용 톱날은 연마형 톱날로서 유리섬유 복합관에도 사용할 수 있다. 주: 자르기 및 그라인딩 작업은 피부, 호흡기관 및 눈을 자극하는 분진 및 파편을 발생시킬 수 있다. 이 물질들은 자극적이기 때문에 과도한 노출을 방지하기 위해서는 설치 작업자를 위한 적절한 환기가 필요하다. 분진 및 바람이 심한 환경에서는 분진 필터를 사용해야 한다. 도구 사용자는 분진으로부터 피부를 보호할 수 있는 긴 소매의 무거운 면 작업복을 착용해야 한다. 때에 따라서는 눈 보호경을 착용해야 하는 경우도 있다. 인공 호흡 장치, 보호복 및 다른 안전장치 관련 구체적 요구사항에 대해서는 법규당국이나 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)에 연락해 관련 정보를 얻는다. 복합관 체인 바이스 및 복합관 스탠드는 금속 복합관용으로 설계된 것들이기 때문에, 점 집중 부하나 충격으로 인한 손상으로부터 복합관을 보호하기 위해서는 고무 쿠션과 같은 보호 패드를 사용해야 한다. 버팀 및 점 집중 부하로 인한 손상을 초래할 수 있는 다른 도구들에 대해서도 경우에 따라 보호 패드를 사용해야 한다. 스퀘드 이음의 경우에도 제조업체들은 특수한 렌치 및 스트랩 렌치를 사용할 것을 권장한다. 주의 : 스트랩 렌치를 잘못사용하면 점 집중 부하를 초래할 수 있다. 어떤 도구들은 Rigid 700 또는 Rigid 300과 같은 파워 드라이브와 함께 사용된다. 파워 드라이브에 대해 다른 어댑터를 사용해야 하는 경우도 있는데, 예를 들면, 많은 설치 업체가 사용하고 있는 스퀘드 어댑터는 유리섬유 복합관과 함께 사용할 수 없다. 1인치(25mm) 드라이브 소켓으로 된 일반 어댑터는 15/16인치(24mm) 사각 드라이브에 맞는다. 랩 어라운드, 펠트 팁 마킹 펜, 해머(금속 및 고무) 및 조절식 복합관 스탠드등과 같은 이 밖의 장비들도 설치를 위해 필요한 것들이다.

9.5.3 접착식 이음 조립

이음에는 매우 다양한 종류가 있기 때문에 본 설명서에서는 모든 이음에 대한 지침을 구체적으로 다루지 않는다. 사용하는 이음에 대한 구체적인 설치 지침은 제조업체에 문의하기 바란다. 다음은 일반적인 지침이다. 접착제 및 레진이 제대로 그 효과를 나타내기 위해서는 접착 표면을 청결이 해야 한다. 경우에 따라 단순한 세척 또는 세척액을 사용한 세척 작업을 수행할 필요도 있다. 항상 접착제나 레진을 사용할 표면에 먼지, 기름, 그리스 및 손자국 등이 남지 않도록 주의를 기울인다. 접착제나 레진을 사용할 때는 완전히 혼합하고 해당 안전 사항을 준수한다. 접착 재료는 대부분 적절한 혼합을 위한 혼합비대로 각 접착제의 양이 세트에 제공되기 때문에, 각 접착제의 양을 별도로 조정할 필요는 없다. 보관 수명 및 작업 수명은 레진 종류에 따라 서로 다르다. 접착 재료를 혼합했을 때 너무 빨리 굳거나 반대로 전혀 굳지 않는다면, 제조업체로 연락해 최상의 보관 조건, 보관 수명 및 작업 수명에 대해 알아본다. 이음에 따라 접착전 중단 준비 작업이 서로 다르지만, 일반적으로 접착제 또는 레진을 사용하기 위해서는 청결한 기계처리 표면이 요구된다. 기계처리는 특수 도구를 사용한 도포 및 그라인딩을 의미한다. 일반적인 도포 작업은 고운 그릿보다 거친 그릿 샌드페이퍼(24 또는 이하)가 권장된다.

접착제 및 레진을 사용할 경우 “웨팅(wetting)” 프로세스(즉, 접착 표면으로의 침투능력을 증가시키는 방식)가 요구되는데, 페인트브러시를 이용해 레진을 기계처리 표면에 바를 때 압력을 사용하는 것이 한 예이다. 양생 시간도 다양하며 접착제가 단단해졌다고 모두 적절히 양생되었다고 보기에 는 힘들다. 제조업체가 제공한 올바른 혼합 및 양생 절차를 준수해야 시스템의 최대 물리적 강도 및 적절한 화학 저항을 얻을 수 있다. 주의 : 접착제 혼합액이 따뜻해지거나 용기내에서 이미 양생이 시작된다면 이음을

조립하는데 이 혼합액을 사용하면 안된다. 필요에 따라 양생 과정을 신속하고 완벽하게 수행하기 위해서 열을 가하는 경우도 있다. 주의 : 이러한 경우에는 이음에 응력을 가하기 전에 가열된 이음이 만질 수 있을 정도로 충분히 식을 때까지 기다려야 한다. 굽힘이나 처짐으로 인한 복합관상의 응력은 열 양생 작업에 들어가기 전에 반드시 제거해야 한다.

9.5.4 스레드 이음

다른 시스템으로의 연결 작업은 일반적으로 스레드 어댑터(National Pipe Threads), 리듀서 부싱(National Pipe Threads), 그루브 어댑터 및 플랜지와 같은 기계적 연결을 통해 이루어진다. 직경이 작은 시스템의 경우 플랜지 패턴으로 대개 150 lb(68kg) 또는 300 lb(136 kg)의 볼트 원이 사용되며, 직경이 큰 시스템(24인치[600mm] 이상)의 경우 125 lb(57kg) 볼트 원이 사용된다. 스레드 연결을 수행하기 전에는 반드시 스레드의 상태를 확인한다. 스레드가 손상된 이음부속은 사용하지 않는다. 금속 스레드도 모두 검사한다. 거친 부분은 반드시 제거하고 스레드 끝 부분에 금(그루브)이 있는 금속 스레드는 사용하지 않는다. 특히 낮은 토크를 요하는 유리섬유 스레드에 금속 스레드를 연결할 때 금속 스레드의 품질은 매우 중요하다. 금속 대 금속 연결의 경우 금속 스레드의 품질은 그다지 중요하지 않은데 추가적인 토크를 사용해서 완벽한 봉인을 구현할 수 있기 때문이다. 유리섬유 대 금속 연결의 경우 금속 스레드가 불량하다면 유출이 발생할 확률이 매우 높다. 유니온(Union)을 사용하는 경우가 아니라면 유리섬유 복합관을 조립하기 전에 스레드 어댑터를 다른 시스템에 연결해야 한다. 스트랩 렌치, 무용매의 부드러운 비금속 스레드 윤활제를 사용하면 아주 좋은 결과를 얻을 수 있다. 스레드 봉인 테잎을 사용할 경우 두꺼운 테잎을 사용하는 등 테잎을 잘못 사용하게 되면 유리섬유 스레드에 손상을 초래할 수 있다. 유

리섬유 스펀지는 청동 및 다른 부드러운 재료를 조이는 것과 마찬가지로 아주 부드럽게 조이도록 한다.

3대부분의 유리섬유 플랜지는 평평한 표면에 대해 사용하도록 설계되었기 때문에 금속 플랜지, 밸브 및 펌프등에 연결할 경우 스페이서나 강화(백업)링을 사용할 필요가 있다. 유리섬유 플랜지의 모든 볼트 및 너트에는 평평한 와셔를 함께 사용해야 한다. 대개의 경우 개스킷의 종류는 제조업체가 명시한다. 예를 들면, 일반적으로 쇼어(Shore) “A” 듀로미터(durometer) 등급이 60에서 70사이인 풀 페이스 개스킷(full face gasket)이 권장된다. PTFE(polytetrafluoroethylene) 및 PVC(polyvinyl chloride)로 된 개스킷은 대개 높은 듀로미터 등급을 가지므로 유리섬유 설치시 요구되는 토크 수준에서는 완벽한 봉인 성능을 제공하지 않을 수도 있다.

9.5.6 안전 사항

공기나 가스를 사용한 테스트는 위험할 수 있으므로 권장하지 않는다. 유리섬유 복합관의 경량, 유연성 및 탄성은 강관과는 다른 조건을 나타낸다. 유리섬유 시스템에서 연결이 끊어지는 심각한 문제가 발생할 경우에는 응축 에너지가 갑자기 릴리스되면서 복합관이 튕겨져 나오는 큰 충격을 발생시킬 수 있다. 유체 정역학적 압력 테스트가 권장된다.

9.6 이음부속 및 특수부품

직경, 압력 및 구성에 따라 유리섬유 이음부속 및 특수부품에는 여러가지 종류가 있다. 이음부속 및 특수부품은 압축 형성, 필라멘트 감기, 절단 및 연귀 이음 및 접착 형성 방식으로 제작한다.

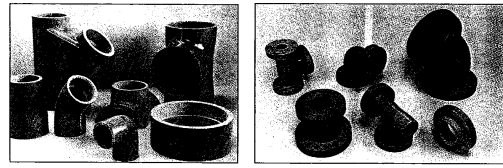


Figure 9-21 Compression molded fittings Figure 9-22 Flanged compression molded fittings

9.6.1 압축 형성

압축 형성은 일반적으로 최대 16인치(400mm)의 직경에 해당하는 이음부속을 만드는데 사용된다. 그림 9-21 및 그림 9-22는 압력이 500 psi(3,447 kPa) 이하인 어플리케이션에서 보통 형태의 중단 및 플랜지 이음에 사용할 수 있는 여러가지 이음부속들을 보여주고 있다. 이 부품들은 특정 중량의 유리/레진 혼합물을 여러조각의 몰드에 나눠서 넣은 다음, 온도가 양생 온도까지 상승하는 동안 고압으로 각 몰드 조각을 서로 연결시킨 상태를 유지함으로써 제작된다. 형성은 많은 수의 이음부속이 필요한 저압력, 소직경 어플리케이션에 비용효율적인 솔루션이다.

9.6.2 필라멘트 감기

필라멘트 감기는 형성 방식으로 제작된 이음부속에 비해서 높은 기계적 강도를 가지는 이음부속을 제작하는데 사용된다. 제작 과정은 레진포화 유리섬유를 이음부속 지그에 감는 방식이다. 제작 과정에 직조 로빙(粗紡絲) 또는 유리 매트를 사용할 수도 있다. 감기 및 양생이후에는 후처리를 위해 이음부속을 지그로부터 분리한다.

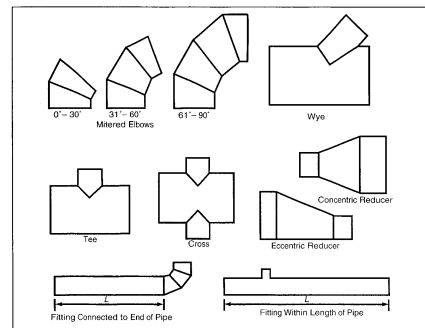
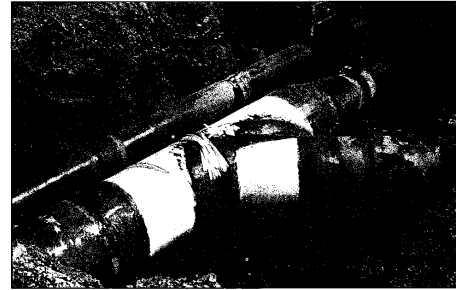


Figure 9-23 Mitered fitting configurations

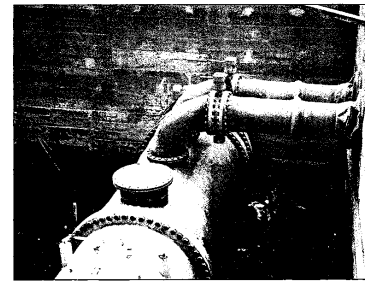
9.6.3 절단 및 연귀이음 방식

절단 및 연귀이음 방식은 모든 직경, 표준 및 특수 형태 그리고 주문형 이음부품 제작을 수행할 수 있을 정도로 매우 유연성이 뛰어나다. 그림 9-23은 절단 및 연귀이음 방식으로 제작할 수 있는 몇 가지 이음부품들을 보여준다. 이 방법을 이용한 이음부품 및 특수부품의 제작은 복합관을 절단하는 작업과 원하는 형태로 다시 조립하는 과정으로 이루어진다. 절단 및 연귀이음 방식의 이음부품은 복합관을 원하는 형태로 절단하는 방법을 통해서도 만들 수 있다. 절단한 각 복합관은 잘게 자른 끈 및 직조 로빙 강화를 이용하는 접착 형성 기술을 통해 서로 연결할 수 있다. 접착 표면을 최상의 상태로 준비하는 일은 표면과 접착 형성된 적층 플라스틱사이의 접착력 향상을 위해 매우 중요하다.

이와 같이 제작된 이음부품은 복합관과 동일한 부하 조건을 만족해야 한다. 그림 9-24에서 그림 9-28까지는 제작 단계에 있는 또는 이미 설치된 다양한 유리섬유 이음부품 및 특수부품을 보여준다.



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.
Figure 9-27 Mitered fitting field fabrication



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.
Figure 9-28 Fittings field assembly



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.
Figure 9-24 Mitered fitting



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.
Figure 9-25 Mitered fitting fabrication



Source: Price Brothers Company, Dayton, Ohio.
Figure 9-26 Mitered fittings

9.6.4 접착 형성

접착 형성(스프레이-업 포함)은 이음부품을 직접 제작하는데 사용된다.

9.7 서비스 라인 연결

서비스 라인 연결은 탭 새들(tapped saddle)을 사용해 제작한다. 특정 제품에 적용되는 절차에 대해서는 복합관 제조업체에 연락해 알아본다.

REFERENCES

Standard for Fiberglass Pressure Pipe. 1995. ANSI/AWWA C950. Denver, Colo.: American Water Works Association.

Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for 'Fiberglass' (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings. 1991. ASTM D2992. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Beam Deflection of 'Fiberglass' (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe Under Full Bore Flow. 1995. ASTM D2925. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Coefficient of Linear Thermal Expansion of Plastics Between -30 Degrees C and 30 Degrees C. 1991. ASTM D696. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics (Metric). 1991. ASTM D695. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading. 1993. ASTM D2412. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for External Pressure Resistance of 'Fiberglass' (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe. 1993. ASTM D2924. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Longitudinal Tensile Properties of 'Fiberglass' (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Tube. 1990. ASTM D2105. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings. 1988. ASTM D1599. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.

Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic. 1994. ASTM D638. West Conshohocken, Pa.: American Society for Testing and Materials.