

特輯

유리섬유강화 복합관(GRP)의 기술특징 및 응용현황

(주)한국화이버 복합재료연구소
배동우, 장기욱, 김규직

1. 서론

최근에는 기존 철기재료에서 비금속재료로의 전환이 비교적 급속히 일어나고 있다. 특히 엔지니어링플라스틱재료의 대표주자인 복합재료는 종래의 자동차, 항공, 우주, 선박, 의료, 스포츠 분야는 물론 토목건축 분야에서도 괄목할 만한 성과를 보이고 있다. 복합재료의 토목건축분야 응용은 우리나라에서도 점차 보편화되고 있으며 인발 성형(pultrusion)을 이용한 교량구조물 제작이라든지 교량이나 건축물에 균열이 발생했을 때 기존에는 강철로 된 철제 재킷으로 덧씌워 보강하는 방법이 일반화되어 있었으나 보강된 철제의 자중(自重) 증가로 인한 구조물의 지속적인 균열 발생의 문제점을 피할 수 없어, 유리 섬유 혹은 탄소 섬유시트를 상온경화형 에폭시수지로 벽지 바르듯이 교량의 균열된 부위에 붙여 보강, 보수하는 방법을 통해 교통통제나 추가적인 조치 없이 빠른 시간 안에 매우 손쉽게 시공하는 예가 있다. 그러나 무엇보다도 복합재료가 건축토목분야에 응용될 수 있는 최대의 사용처는 상/하수도 파이프 인프라(infrastructure)구축에 있으리라 기대된다[1].

현재 세계 모든 국가는 자국산업발전을 위해 인프라 구축에 전력하고 있으나 필연적으로 시간이 지날수록 노후화되어 가는 제반시설의 보완에 큰 문제점을 가지고 있다. 특히 우리 생활과 가장 밀접한 관련이 있는 [물의 이송과 처리]에 고심하고 있으며, 실제로 상/하수도 파이프라인 인프라는 그 기반시설 신설이나 보수에 있어 너무나 큰 규모와 시간 그리고 비용이 요구되는 사회간접자본중의 하나이다. 자료에 따르면 현재 미국에서 만도 대략 1,200,000km의 파이프가 보수와 교체되어야만 하는데 이에 300억 달러가 넘는 비용이 필요하며 이는 개선되어야 하는 파이프의 단 2%만 교체하는데도 매년 20억 달러에서 70억 달러 범위의 비용이 지출되어야 한다는 것을 의미한다.

우리나라가 이와 같은 문제를 걱정하지 않고 있는 것은 아직도 인프라가 구축중이고 본격적인 교체시기가 도래하지 않았기 때문이다.

기존의 강관이나 주철관 그리고 시멘트 관은 시간의 경과에 따르는 노화현상(aging)을 피할 수 없는 영원한 숙제

로 가지고 있으며, 특히 금속관은 부식으로 인한 수질 악화문제가 크고 가뜩이나 부족한 수자원 보존과 활용에 있어 예기치 않은 많은 문제를 발생시켜 왔다.

인프라가 이미 구축된 선진국의 경우 노화현상으로 인해 교체해야 할 엄청난 비용부담과 환경문제는 매우 심각한 지경에 이르고 있으며, 이와 같은 문제를 걱정하지 않고 있는 국가는 아직 인프라가 구축되어있지 않은 후진국 들 뿐이지만, 언젠가는 이들 국가도 새로운 인프라를 구축해야 하고 또한 머지 않아 지금의 선진국과 같은 문제에 직면할 것이다. 따라서, 노화현상으로 인해 기존 파이프를 교체해야만 하는 선진국의 딜레마를 후진국이 미리 대처하기 위해서는 신설되는 파이프의 선택 과정에서 오랜 수명을 가진 파이프를 고려해야 하는 것은 당연하며, 이는 파이프재료의 선택으로 귀결된다. 즉 초기 결정과정에서 부주의한 선택이 수십 년이 경과한 후, 후대에 커다란 부담으로 남는 결과를 초래해서는 안되기 때문이다.

현재로서는 기존의 파이프가 가지는 소재의 한계를 극복할 수 있는 극적인 전환은 복합재료를 파이프 소재로써 사용하는 것이고 유리섬유와 불포화폴리에스터계 수지(unsaturated polyester resin)를 가지고 만든 유리섬유 복합관(GRP PIPE, Glassfiber Reinforced Plastics Pipe)은 가장 유망한 대안이다.

유리섬유 복합관은 불과 30년 전부터 선진국에서 파이프 재료로써 채택되기 시작했고 내노후성이 뛰어난 것으로 증

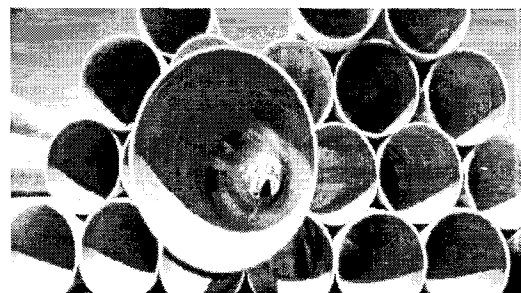


Fig. 1 GRP PIPE.

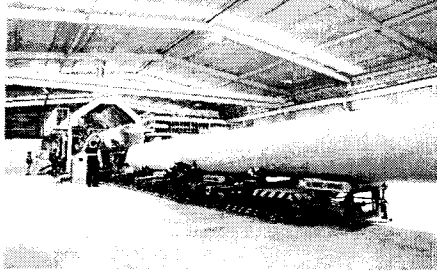


Fig. 2 GRP PIPE 제작공정 및 생산설비.



Fig. 3 GRP PIPE 운송 및 공사 현황.

명되어 기존의 금속관을 급격히 대체하고 있다. 그리고 유리섬유 복합관은 상·하수도, 오·폐수, 화학약품, 송유(送油), 해수 등 어떠한 사용환경에서도 부가적인 처리나 조치 없이 단일재료로써 적용될 수 있으므로 매우 경제적이고 비교적 무게가 가볍고, (강관의 1/4, 시멘트 관의 1/10) 탁월한 조도 계수($C=155$, $n=0.009$)를 가지며 특히 겨울의 혹한에서도 동파 염려가 없는 등의 기존 재료에서 나타나는 수많은 문제점을 간단히 해결하였다.

결론적으로 “물의 세계”에서 유리섬유 복합관은 확실하고, 기존 관의 문제점 해결을 위한 유일한 대안으로 인식되어 가고 있다.

2. 유리섬유 복합관(GRP PIPE)의 역사

유리섬유 복합관은 1948년 스위스의 한 직물회사에서 염색용 천을 감기 위한 나무로 만든 실린더 개발로부터 시작되었다. 시간이 지남에 따라 나무로 만든 실린더는 결이 쪼개지고 변색이 되어, 염색된 천에 손상을 주었다. 도대체 어떻게 하면 비싼 직물에 손상을 주지 않고 목재 실린더를 오래 사용할 수 있을까 고민하던 중에 유리섬유 강화 복합재료(FRP)를 이용한 새로운 신소재를 개발하였고, 이렇게 새로이 도입된 실린더는 표면이 부드럽고 매끈했으며 그 외부 표면의 뛰어난 내부식성으로 인해 사용하기 편리했고 기존의 문제점을 완벽히 해결하였다. 이것이 바로 필라멘트 와인딩(filament winding) 공정의 시발점이었고 부식되지 않는 강화 유리섬유 복합재 실린더는 매우 효율적인 것으로 평가되었다. 그 후 가파른 경사면에 파이프라인 공사를 수행하기 위해서 매우 가벼운 파이프가 필요하였는데 이런 가볍고도 강한 파이프가 무엇일까 고민하다가 그 회사는 최초로 필라멘트 와인딩 공정으로 만든 유리섬유 복합관을 파이프라인에 적용하기로 결정하고 이를 실행에 옮겼고 성공적으로 파이프시장에 새로운 파이프를 진출하였으며, 그 이후 발전을 거듭하여 오늘날의 다양한 방식의 유리섬유복합관이 탄생하게 되었다.

유리섬유 복합관은 내부식성이 뛰어나고, 내구수명이 매우 길어 일반 강(steel), 스테인리스 스틸(stainless steel), 그 밖의 다양한 여러 가지 재료로 만들어진 기존 파이프를 대체함으로써 그 적용 분야를 점차로 넓혀가고 있다. 더욱이 고압용 관로에 점차적으로 적용을 하고, 매립용 관로에도 적용이 활발하게 진행되고 있다. 또한, 유리섬유 복합관이 1950년대 후반에 들어서 대 구경(1,000 ϕ 이상) 관으로 만들어지기 시작했으며, 특히 내부식성이 크게 요구되는 화학 플랜트산업의 파이프 설비에 이용되기 시작했다. 1960년대부터 1990년대까지는 유리섬유 복합관의 적용이 지방 도시 상수 및 하수 시장에 적용되기 시작되었고 상수도 및 하수도로 사용되는 유리섬유 복합관은 내구성, 강도 및 내부식성의 장점을 갖는 특성 때문에, 내부 라이닝, 외부 코팅, 또는 특별한 방식 처리의 필요가 없이 그대로 적용되었다. 그리고 1971년 연속 필라멘트 와인딩 방식이 적용되어, 우수한 품질의 유리섬유 복합관이 본격적으로 대량 생산되기에 이르렀다.

유리섬유 복합관은 초기에 지방 상수도 및 폐수 시스템을 처리하는 것을 목표로 삼았으나, 나중에 이 관이 내부식성이 상당히 뛰어난 파이프 재료로 인정을 받게되어 혹은 상하수의 발전소와 공업용수 시장으로 그 사용 범위가 확대되었다. 연속 필라멘트 와인딩 방식의 유리섬유 복합관은 대 구경의 물 순환 시스템용으로 발전소 등의 산업에 폭 넓게 적용되었으며, 그 성능을 입증 받으면서 점차적으로 그 적용 분야가 확대되고 있다.

3. 유리섬유 복합관(GRP PIPE)의 특징

유리섬유 복합관의 재료로서의 특징은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 유리섬유 복합관은 전혀 부식되지 않으며, 경량이 고 유연성(柔軟性)이 있는 파이프[2]라는 점이다.

이는 부식이 심하게 이뤄지는 환경, 즉 해수(海水)가 작용되는 곳[3.4]에서는 유리섬유 복합관이 최적의 파이프라

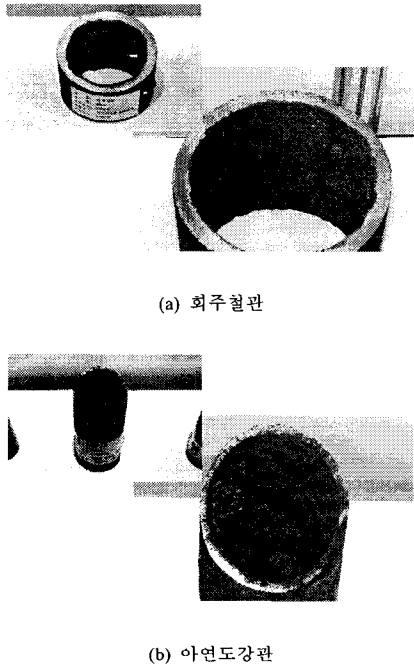


Fig. 4 금속관의 노화현상.

는 것을 의미하며, 연약(軟弱)지반의 경우에도 약간의 부등침하(不等沈下)나, 지진에 쉽게 파손되는 강관, 주철관, 시멘트 관과는 달리 경량이고 유연성이 있기 때문에 비교적 부등침하에 의한 파손 염려가 적다. 또한 경량이므로 중장비(重裝備)가 필요 없고, 공사가 간편하여 공사기간 단축이 가능하다.

둘째, 노화현상(aging)[5,6]이 없고, 수밀성(水密性)이 탁월하다는 점이다. 기존 강관, 주철관, 시멘트관등으로 시공된 인프라는 어느 일정기간 후 노화현상이 발생되나, 유리섬유 복합관은 긴 수명을 가지므로 노후관(老朽管)으로서의 교체 염려가 적고 수밀성이 우수하므로 누수가 적어 이로 인한 관리 유지비가 적게 든다는 장점이 있다. 국제규격(ISO 10639)에서는 유리섬유 복합관의 수명을 50년으로 규정하고 있으며 엄격한 품질관리를 요구한다는 것이 상기 사실을 단적으로 말해 준다.

노화현상과 관련하여 더 부치자면 주철관이나 강관과 같은 금속관은 지하 토양의 미세 전류에 의해 전식(電蝕)되고, 시멘트 관은 황화수소(H₂S)에 의해 부식되는 치명적인 단점을 가지고 있다.

셋째, 유리섬유 복합관은 단일재료(單一材料)로써 어떠한 환경에서도 다양한 적용이 가능하다는 점이다. 기존의 강관이나 주철관은 주로 상수도에 적용되며 이 때 내부 코팅

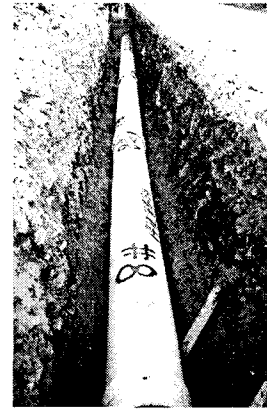


Fig. 5 한국화이바 GRP PIPE 상수관 시공 현장(강원 태백).

및 외부 부식 방지처리를 해야만하고, 시멘트관은 주로 하수도에 적용되며 역시 내부코팅 등이 필요하나, 복합관은 상·하수도 뿐만 아니라 폐수, 해수, 화학약품, 송유관 등 모든 환경에서 단일재료로써 적용할 수 있는 단순성(simplicity)의 특징을 가진다. 여기서 단일재료라 함은 이미 구조체를 구성하는 기초기질재료가 이미 폴리머 매트릭스인 폴리에스터계 수지이므로 추가적인 폴리머 표면도장과 같은 처리가 필요 없다는 것을 의미한다. 실제로 미국, 유럽, 중동, 중남미 등 50여 개국에서 상·하수도, 공업용수, 농업용수, 화학공장 등으로 실적이 다양하며 사우디 아라비아의 담수화공장(동아건설 수주)인 YANBU 프로젝트에는 직경 3,700mm의 복합관을 적용하여 7천 5백만불 실적을 올렸고, JUBAIL 공장 건설 프로젝트에서 직경 2,200mm으로 1천만불 실적 등 세계적으로 수많은 사례가 있다.

4. 왜 유리섬유 복합관인가?

유리섬유 복합관이 전혀 부식되지 않는 것(corrosion resistance)으로만 그 장점으로 부각되고 있지만 전 세계의 여러 프로젝트에서 유리섬유 복합관이 선택[4]되고 있는데는 다음과 같은 중요한 2가지 이유가 있다.

- 1) 초기 투자비가 매우 낮다 (Lower Initial Cost)
- 2) 운영유지비가 매우 낮다 (Lower Operation Cost)

이와 같은 이유에서 유리섬유 복합관은 지하 매설(buried), 지상 설치(aboveground), 또는 수중설치(underwater) 등 다양한 환경과 조건에서도 전혀 제약없이 채택 가능하다. 그 적용 사례 중 몇가지 예를 들면 다음과 같다.

- 음용수나 원수의 송수 및 배수
(Water transmission and distribution)
- 오수 및 폐수 집수(集水)와 배출
(Sanitary outfalls sewerage collection)
- 소수력(小水力) 발전소 파이프
(Hydroelectric penstock lines)
- 해수의 취수 및 배출, 냉각수로
(Sea water intake, outfalls and cooling water lines)
- 발전소 순환수, 물공급 및 배수
(Power plant circulation water, make-up and blowdown lines)
- 산업폐수(Industrial waste water)

Table 1 GRP PIPE의 특징에 대한 장점

특징
▶ 내식성(Corrosion-resistant material)
▶ 엄격한 성능표준(Stringent Performance STD) ▶ AWWA M45, AWWA C950, ASTM D3262, ASTM D3517, ASTM D3754 ▶ ISO 7370, ISO DIS 10639 ▶ BS5480, DIN 16868 ▶ JIS A5350 -1996 ▶ KS M3370 -2000
▶ 입증된 음용수 적합성(Portable water approvals) ▶ 전 세계 정부당국 또는 시험연구기관 음용수 적합성 판정 (30년전)
▶ 극도의 매끈한 내면 (Extremely smooth bore)
▶ 가장 긴 표준 길이 (Long Standard Lengths)
▶ 가벼운 중량(Light Weight)
▶ 탄성 고무링에 의한 손쉬운 접합 (Precision coupling with elastomeric REKA Gaskets)
▶ 최신 첨단 자동연속 생산시스템 (High technology pipe manufacturing system)

Note :

- AWWA - American Water Works Association
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ISO - International Standard Organization

장점
- 장기간의 효과적인 사용 수명 - 라이닝, 코팅, 전기방식 처리 또는 부식처리 등이 일체 필요없음. - 저렴한 유지관리 비용 - 본질적으로 긴 수명에서도 변치않고, 최초 시공 상태를 유지하는 내면의 수력학적 특징 (Mirror Surface가 변치않음)
- 높은 품질, 신뢰할 수 있는 제품규격. - 오랜 기간(30년) 동안 운영 실적에서 쌓은 신뢰성
- USA-NSF(Standard No. 61) - France-Lyonnaise des Eaux - Germany-DVGW - UK-Water Byelaws Scheme(WBS) - Russia-Cert. No.07700 035155 104521A8 - Spain-Oficina Tecnia De Estudios Y controls - Poland-Panstwowy Zaklad Higieny (National Institute of Hygiene) - Belgium-NBN.S.29001
- 아주 낮은 마찰 손실(c=155, n=0.009)은 펌프 에너지와 운영비가 크게 절감됨 - 최소한의 이물질(Slime) 부착은 세척비용을 절감함
- 수송 편의상 표준 길이 : 6, 12, 18m - 최장 67m, 생산 실적 - 적은 연결관으로 시공 시간 단축
- 주철관의 1/4, 콘크리트관의 1/10 - 저렴한 수송비용(Nestable) - 고가의 중장비가 필요하지 않음
- Tight하고 효율적인 Joint로 침입수 및 누출수 문제 해결 - 연결 작업이 쉽고, 설치 시공시간이 단축 - 핏팅이나 다른 장치없이 약간 휜수 있는 연성관
- 고급 및 일정한 제품 품질로 전 세계에 인식 - CFW 생산 방식 채택 - CFW : Continuous Filament Winding 방식

- BS - British Standard
- DIN - Deutsche Industrial Norm
- JIS - Japan Industrial Standard
- KS - Korean Standard

5. 설계시공 기술자료에 관하여

유리섬유 복합관의 설계시공 지침[8,9]은 미국 수도 협회
에서 발간 배포하고 있는 AWWA M45 설계 매뉴얼

(DESIGN MANUAL)등에 상세히 기술되어 있다.

AWWA M45 : FIBERGLASS PIPE DESIGN

여기에는 매설 차트(水路道, Charts)와 진공 제약조건 등 다양한 설계 시공지침이 제시되어 있다. 예를 들면, 토피(土皮)의 최대 두께(cover depth)의 규정은 대구경 파이프에서는 5% 장기변형율(long-term deflection) 그리고, 소구경 파이프에서는 4% 장기변형율에 근거하고 있다. 파이프 매설시 공 현장에서 항상 규격에 일치하는 모래나 자갈을 구할 수 있는 것은 아니기 때문에 파이프를 매설할 때 뒤 메우기(backfill) 작업에 이러한 규격 미달 재료를 사용해야 할 경우는 흔히 발생한다. 실제로 자연 토양이 매우 좋지 않기 때문에 파이프를 깊이 매설해야 할 경우도 가끔 있다.

그러나 유리섬유 복합관은 보통의 자연 토양의 경우에도 1,200mm 내지 3,000mm의 토피면 충분하고 반드시 규격에 맞는 자갈이나 모래 없이도 일반적 자연 토양을 잘 다지면 시공되는 조건을 만족시키는 파이프라는 장점이 있다. 일반적으로 제시하고 있는 표준 시공법은 공칭 직경의 1.75배의 터 파기(trench) 폭을 권장하고 있다.

많은 경우 이것은 매우 좁은 폭이라는 장점도 있다. 예를 들면 대 구경의 PIPE의 경우는 DN의 1.5배 까지도 가능하다. 그러나, 터 파기 두께의 제한을 잘 조정, 결정할 필요가 있다.

일반적으로 4종류의 설치형태가 권장되고 있으나, 기본적으로 2가지로 가능하다.

[방법 I]

PIPE 정점에서 300mm 정도 잘 다짐하는 설치방법. (비압력관의 경우는 정점 깊이 불필요)

[방법 II]

PIPE 직경의 60%까지 잘 다진 흙으로 분리 매설하는 방법

토양의 형태와 다짐 정도는 현장의 상태에 따라 조정될 필요가 있다. 깊이 차트(depth charts)는 최소 파이프 영역(pipe zone)의 토양의 강성(stiffness E'b)에 따라 필요한 매설 깊이가 계산되어야 하며, 대 구경의 경우 5%(소 구경은 4%)의 장기변형율을 적용하는 것이 표준이다. 파이프 영역이 포화된 상태인지 불포화상태 인지에 따라 또 다른 차트로 상대적 다짐정도(degree of compaction)에 따라 서로 다른 토양에 맞는 강성을 결정해야 한다.

(Degree of Compaction 종류 : 80%, 85%, 90%, 95%)

비교적 큰 자갈은 제거하는 것이 좋으며, 파이프 주위에 쌓아놓은 자연 토양을 뒤 메움용으로 다시 사용해도 좋다.

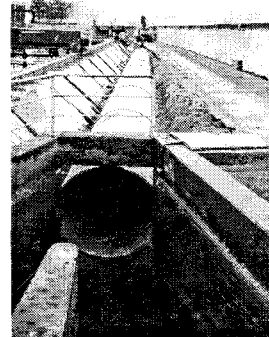


Fig. 6 대형하수 처리장용 GRP PIPE(독일).



Fig. 7 한국화이버 GRP PIPE 시공현장(전남 진도).

물론 규정에 맞는 뒤메우기가 가장 좋은 것은 말할 필요가 없다. 절대 거칠기 0.029mm에 기준한 손실 수두(head loss) 차트가 4년간의 유량 실험(flow test) 결과에 근거하여 작성되었는데, 역시 기대한 바와 같이 대단히 높은 성능을 보여주었다.

파이프라인 설계자들을 위해 추가적인 자료, 예를 들면, 수격 파동 기민성(水擊 波動 機敏性, surge-water hammer wave celerity)에 관한 데이터가 파이프의 직경, 압력등급 및 강성등급에 따라 완벽하게 확립되어 있으며 다양한 적용 환경에 따라 표준 제작용 수지(resins)에 대한 자료 역시 정립되어 있으며 대개의 경우 비닐에스터 수지(vinylester resin)라이닝 파이프가 포함되어 있다.

한편, 각종 이형관(fitting) 즉, 곡관(elbows), 편락관(reducers), T자형 관(tees), Y자형 관(wyes), 플랜지(flange) 등으로 치수가 100mm에서 4,000mm까지의 직경에 따라 자료화 되어있다. 접촉 몰딩 플랜지(contact molding flanges)는 300mm 이상에 대해 제공되어 있으며, 소구경 플랜지는 별도 주문 제작에 의해 파이프에 결합된다.

다른 파이프와 마찬가지로 장기간의 성능을 유지하기 위

해서는 관을 적합하게 매설하는 것이다. 이는 유리섬유 복합관의 규정된 재료 및 시공을 하고자 하는 설계기술자들의 마음가짐과 시공계약 당사자들의 교육이 철저히 이루어져 현장기술지도자들이 숙련되어 있을 때 원하는 수명을 얻을 수 있다. 적당한 취급(handling), 집합(joining) 및 뒤 메우기(backfilling)에 대한 요구사항 등은 사전 교육이 가능하다.

Table 2 국가별 유리섬유 복합관 규격현황

국 가	규 격 명
ISO	ISO 7370, ISO 10639, ISO 8639 etc.
USA	ASTM D3517, ASTM D3754, ASTM 3262, AWWA M45, AWWA C950 etc
DIN	DIN 16869, DIN 19565, DIN 18820 etc
AUSTRIA	ONORM B5161, ONORM B5184, ONORM B5182 etc.
BELGIUM	NBT T41-101, NBT T41-102 etc.
BRITAIN	BS 5480 PART 1+2 etc.
ITALY	UNI 9032, UNI 9033 etc.
JAPAN	JIS A5350 etc.
SWEDEN	SS 3622, SS 3623 etc.
KOREA	KS M3370 etc

6. 맺는 말

6.1 유리섬유 복합관은 차세대 파이프이다.

경량이며, 내식성 재료로서 엄격한 품질관리 표준에 의해 생산되는 유리섬유 복합관은 차세대의 관(管)의 재료로서 인식되어 가고 있다. 유리섬유 복합관은 비교적 파이프 단위 길이가 길며, 매우 높은 사용 수명과 저렴한 운영 유지관리비 등의 이점으로 다른 관종을 대체해 가고 있는 경제적인 관종이다.

일반적으로 유리섬유 복합관은 직경이 100mm에서 4,000mm까지 생산 가능하다. 따라서 뛰어난 내식성만을 가지고 기계적 강도에 약점이 있는 PE, PVC등의 열가소성 파이프에 비해 뛰어난 강성을 가지므로 비교적 직경이 큰 파이프 제작이 가능하며 사용 압력등급 및 강성등급에 따라 매우 다양하게 채택할 수 있다.

압력등급은 PN1, PN6, PN10, PN16, PN20, PN25과PN32의 여섯 등급으로 강성등급은 3등급으로 SN2,500, SN5,000, SN10,000이 있다. 사용온도는 35℃ 이하에서는 전혀 문제가 없으며, 70℃까지는 압력등급을 약 50%까지 하향 조정하여 사용 가능하다.

약 30년 전에 개발 생산된 이래, 많은 적용 사례에 의해 이미 전 세계에 15,000Km의 관이 설치되어 있는데, 30년이 경과된 시점에서 관 내면을 조사한 결과 초기 설치시점의 경면(鏡面, Mirror Surface)상태가 전혀 손상되지 않은 채 거의 새 관의 표면상태와 같다고 판명되어 전혀 노후되지 않은 재료임이 입증되었다. 많은 적용사례가 추후 소개될 예정이며, 어떠한 가혹한 적용 환경에서도 단일 재료로 유리섬유 복합관이 적용 가능하다는 단순성 때문에 설계자는 물론 기획관리자들에게도 매우 유용한 관으로 인식되고 있다.

내식성 재료라는 장점에 있어 설계자가 기획 초기단계부터 실제로 경제적인 파이프의 선택을 원한다면 장시간 수명에서도 변치 않는 유리섬유 복합관의 선택이 유일한 대안이라고 확신 할 수 있다. 여기에는 다음과 같은 기술적 한계를 유리섬유 복합관이 간단히 해결하고 있기 때문이다.

일반적으로 파이프 내면의 경우 보호처리가 되지 않은 콘크리트 하수관은 오·폐수내의 황산(Sulfuric Acid)가 지하에 매설된 강관이나 주철관을 부식하게 한다. 특히 공기 흐름이 원활치 않고 잘 마르지 않는 토양 속에서 금속관은 급격한 부식이 발생되는데, 황화물(Sulfate)의 출현은 박테리아 감소현상을 야기하여 진행되고 있는 부식을 가속화시키기 때문이다. 이러한 문제점은 관의 설계 및 관종 재료의 선정에서 부식의 염려가 없는 내식성 재료의 선택이나, 부식방지 조치에 의해 해결할 수 밖에 도리가 없다.

그러나, 정부(수요자)의 담당자들이 필요한 부식 방지조치에 대해 신중이 대처하지 않고 무관심하게 대응한 결과로 수년이 지난 후 중대한 실수 즉, 잘못된 조치에 대해 후회하게 되지만 이미 담당자는 바뀌고, 후손들에게 고된 거리만 물려주게 되는 악순환이 일어나고 있는 것이 우리의 현실이다.

부식은 절대로 원상으로 되돌릴 수 없는 과정이다.

(Corrosion is not a reversible process!)

이러한 상황에 대한 해결방법은 아주 간단하다.

유리섬유 복합관(GRP PIPE)의 선택이 곧 유일한 대안이므로, 가장 기초적인 인프라인 파이프라인을 설계하는 담당자들 및 당국은 유리섬유 복합관의 선택을 잊지 말아야 한다.

참고문헌

- 1) 과학동아, “대형 건축물에 도전하는 고분자 복합재,” 특집 4. Vol. 200, 08, 2002, pp. 114-119

- 2) 오규환, “지반침하가 매설 배관의 건전성에 미치는 영향”, 한국가스공사 주관 제2회 배관손상 및 건전성 진단 워크숍, 2001
- 3) A.Y. Elghazouli & M.K. Chryssanthopoulos, “Experimental Response of Glass-Reinforced Plastic Cylinders under Axial Compression,” *Marine Structures*, 1998, pp. 347-371
- 4) Cagle, L., and B.C. Glascock. 1982. “Recommended Design Requirements for Elastic Buckling of Buried Flexible Pipe (Report of ANSI/AWWA Standard C950 Ad-Hoc Task Group on Buckling).” *In Proc. of AWWA Annual Conference and SPI 39th Annual Conference*(January, 1984). Denver, Colo.: American Water Works Association.
- 5) D. Kelly. O’ Day, “Organizing and analyzing leak and break data for making main replacement decisions”. *Journal AWWA*, Nov., pp. 589-594., 1982.
- 6) EPA Design Manual : “Odor and Corrosion Control in Sanitary Sewerage Systems and Treatment Plants,” *EPA/625/1-85/018*, October 1985.
- 7) AWWA, “Committee Maintaining Distribution System Water Quality AWWA,” Denver, Colorado, 1986.
- 8) Luscher, U. 1966. Buckling of Soil Surrounded Tubes. *Jour. Soil Mech. & Found.*, 92(6):213.
- 9) Molin, J. 1971. Principles of Calculation for Underground Plastic Pipes-Calculations of Loads, Deflection, Strain. *ISO Bull.*, 2(10):21.