

폴리에틸렌二重벽관의 電氣融着 連結管 이음方法

Electrofusion Jointing method for Polyethylene double wall pipe

大林産業(株) 部長

李 秀 達

1. 서 론

급속한 산업발전과 경제성장으로 가계생활이 윤택해지고 각 지역마다 산업공장이 들어서게 되었다. 이로 인해 부수적으로 발생하는 공장의 산업폐수와 생활오수가 인근 하천으로 유입되어 생태계를 파괴하고, 마칩내는 상수원을 오염시켜 식수로 사용할 수 없는 것이 현실이다.

또한, 하수관의 부식으로 인한 오·폐수의 누수 및 지하수의 유입으로 인하여 토양의 오염이 심화되고, 하수종말 처리장의 기능이 저하되고 있다. 따라서 오수, 우수관으로 완벽한 수밀이 보장되며, 부식이 되지 않는 합성수지관의 사용이 증가하고 있는데, 이중에도 폴리에틸렌관이 주종을 이루고 있다.

폴리에틸렌 하수관은 유럽에서 처음 개발되어 배수용 및 토목공사용자재로 사용되었으며, 국내에는 1982년 이후 외국의 기술을 도입하여 파형 폴리에틸렌관이 생산되었다. 이러한 파형 폴리에틸렌관은 초

기에는 국내 토목현장에서 시공의 간편성 등으로 각광을 받았으나, 관의 Profile과 Profile의 연결부분이 취약하여 공사과정에서의 폴림현상과 부등침하에 대하여 관이 파손되는 현상이 발생되었다. 또한, 매설관으로서의 강도 부족으로 매설후 좌굴현상과 이음부분의 파손이 빈번히 발생되므로 토목기술자들로 부터 외면을 당하고 있다. 이러한 파형폴리에틸렌관의 단점을 보완하고 폴리에틸렌관이 갖고 있는 장점에 최대한 부합되는 이중벽 폴리에틸렌관이 1992년부터 개발, 생산되고 있다.

이중벽 폴리에틸렌관은 강도증진을 위하여 I빔 구조로 설계되었으며, 내외면이 평활하여 모든 외압을 균등하게 받을 수 있게 되었다. 또한 Profile과 Profile의 연결부분의 폴림 현상도 완벽하게 보완되므로 어떠한 지형변화에도 지반에 추종하여 관으로서의 역할을 지속할 수 있게 되었다. 관의 연결방법은 현재 가스관 연결방법에 사용되는 용차방법을 도입함으로써 완벽한 수밀을 유지시킬 수 있다. 그런데 대형관에서

의 시공장비의 간소화와 시공의 편의성을 기하고자 전기용착 연결관을 사용하여 간단하게 용착을 할 수 있는 방법을 개발하였다.

본론에서는 하수관(우수, 오수관)으로 사용되는 폴리에틸렌 이중벽관의 이음방법중 누수의 우려가 없고, 견고한 전기용착 연결관에 대하여 소개하고자 한다.

2. 하수관(오수, 우수관)이음의 조건

하수관 이음에 요구되는 조건은 이음부분의 강도, 수밀성, 내구성등이 뛰어나야 하며, 다음 사항을 고려하여 이음방법을 선정해야 한다.

가. 이음부분의 강도

하수관은 정하중과 이동하중을 받는 매설관이므로 본관보다 강도가 강한 이음방법을 선정해야 한다.

나. 수밀성

이음재는 화학적, 전기적으로 부식이 되지 않아야 하며, 관체와 동일한 재료를 사용하여 온도변화에 따른 재료분리 현상을 방지함으로써 완벽한 수밀성을 유지하도록 하여야 한다.

다. 내구성 및 시공성

하수관은 장기간 동안 통수에 문제가 없어야 하고, 또한 시공이 용이해야 하며, 시공자의 임의적인 시공에 따라서 강도 및 수밀성이 달라지지 않아야 한다.

라. 경제성

이음방법 선정에 있어 이음재의 가격과 간편한 시공으로서의 경제성 및 안전성을 고려해야 한다.

3. 각종 하수관의 이음방법

가. 콘크리트관의 이음방법

콘크리트관은 원심력 철근 콘크리트관(Hume관, KS F 4403)과 코아식 프리스트레스트 콘크리트관(Prestressed Concrete Pipe Core Type, KS F 4405)을 주로 사용하며, 이음방법은 <표 1>과 같다.

나. 경질염화비닐관(PVC관) 이음방법

경질염화비닐관의 접합방법에는 TS접합 및 고무링 접합(RR접합)이 있으며, 그 구조와 특징은 <표 2>와 같다.

다. 폴리에틸렌관 이음방법

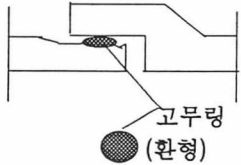
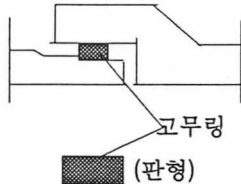
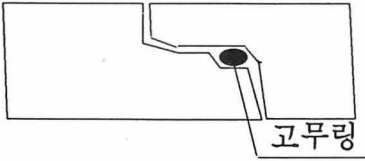
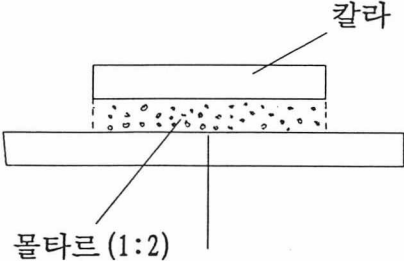
폴리에틸렌관의 접합은 용착접합과 기계적 접합으로 대별할 수 있다. 폴리에틸렌 이음의 구조와 특징은 <표 3>과 같다.

4. 폴리에틸렌 이중벽관의 전기용착 연결관 이음방법

가. 개요

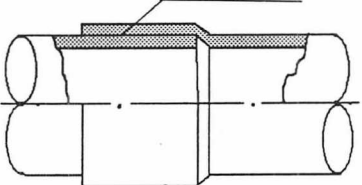
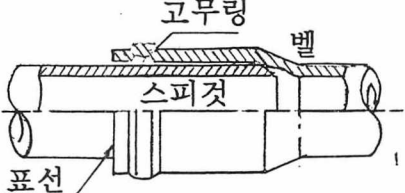
폴리에틸렌 Sheet에 열선을 삽입하여 이를 폴리에틸렌관에 밀착시키고, 열선에 전

〈표 1〉

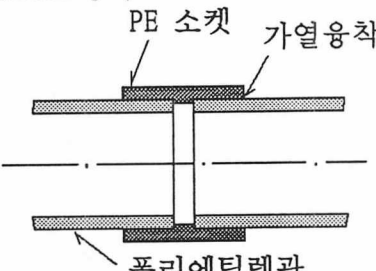
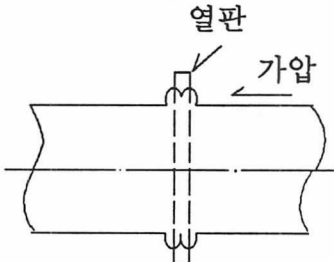
구 조	특징과 용도
<p>1) Socket 접합방식</p> <p>a) 회전(Rolling)접합방식</p>  <p>관 삽입시 환형 고무링이 회전되어 접합되는 방식</p> <p>b) 고정(Slip on)접합방식</p>  <p>스피컷에 판형 고무링을 고정시키고 관을 밀어서 접합하는 형</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 벨과 스피컷 사이에 고무링을 끼운 것으로 고무링의 압축에 의하여 수밀성이 유지된다. - 신뢰도가 높다. • 이음범위 : 150~2,000mm
<p>2) 맞물림(Butt)접합방식(고무링 사용)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 중·대구경 시공이 용이 - 연결부분이 약함. • 이음범위 : 300~2,000mm
<p>3) 칼라(Collar)접합방식</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 연결부의 강도가 높다. - 부등침하시 연결부분 파손 • 이음범위 : 500~2,000mm

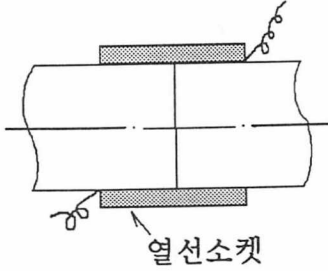
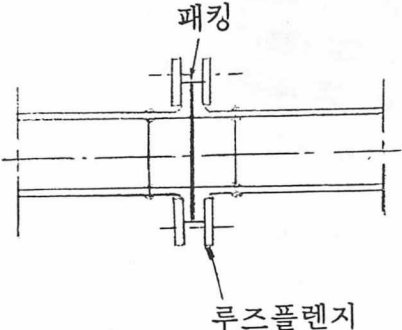
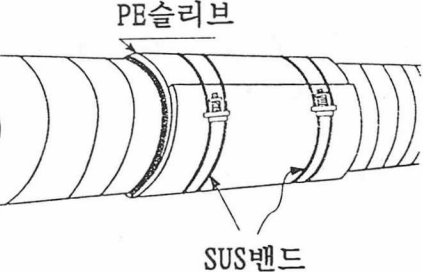
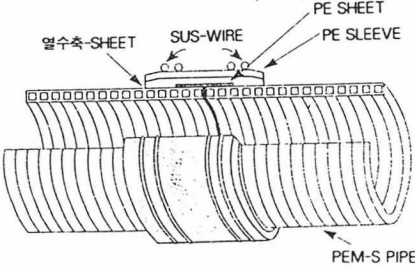
* 하수도 시설 기준(1992).

〈표 2〉

구 조	특징과 용도
<p>1) TS 접합</p> <p style="text-align: center;">접착면</p>  <p>벨과 스피켓에 접착제를 얹고 균일하게 도포해서 관을 끼운다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 간단하게 접합할 수 있다. - 수밀성이 좋다. • 이음범위 : 13~150mm
<p>2) 고무링 접합</p> <p style="text-align: center;">고무링 벨 스피켓</p>  <p>벨의 홈에 고무링을 끼우고 스피켓 선단에 활제를 칠하여 접합하는 방법</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 접합부는 고무의 탄성으로 신축성이 크다. - 수밀성이 좋다. - 시공이 용이하다. • 이음의 범위 : 75~700mm

〈표 3〉

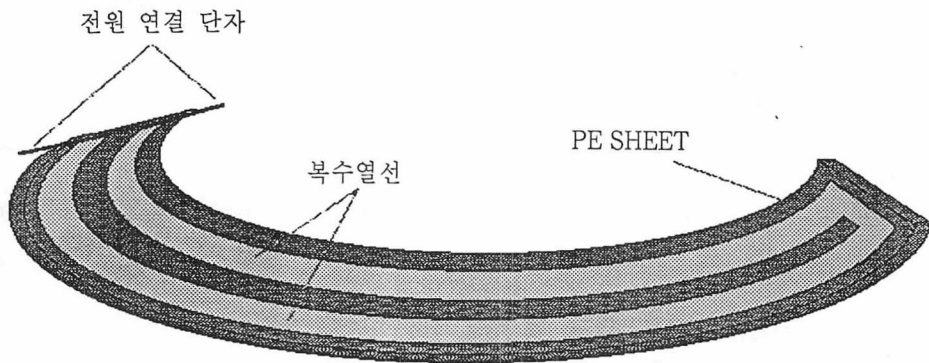
구 조	특징과 용도
<p>1) 용착접합</p> <p>a) Socket 용착</p> <p style="text-align: center;">PE 소켓 가열용착</p>  <p>폴리에틸렌관</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 연결방법이 완벽하다. - 주로 내압용이 사용된다. - 수밀성이 완벽하다. • 이음범위 : 20~75mm
<p>b) Butt(맞대기) 용착</p> <p style="text-align: center;">열판 가압</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 연결부분 강도가 본관보다 강하다. - 경제적이다. - 수밀성이 완벽하다. • 이음범위 : 75~600mm

구 조	특징과 용도
<p>c) 전기융착 연결관 이음</p>  <p>열선소켓</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 대형관을 간편하게 융착할 수 있다. - 융착공구가 간단하다. - 수밀성이 완벽하다. - 이음부분이 외압, 내압에 강하다. • 이음범위 : 200~3,000mm
<p>2) 메커니컬 접합</p> <p>a) 플랜지 접합</p>  <p>패킹</p> <p>루즈플랜지</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 플랜지로 접합하는 이음방법이며, 고무패킹을 사용하여 수밀성을 유지한다. - 가격이 높다. - 이음범위 : 20~600mm
<p>b) Band 접합</p>  <p>PB슬리브</p> <p>SUS밴드</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 시공이 간편하고 장비가 간단하다. - 접합부분 신뢰성이 떨어진다. • 이음범위 : 200~1,500mm
<p>c) 열수축 Sheet 접합</p>  <p>열수축-SHEET</p> <p>SUS-WIRE</p> <p>PE SHEET</p> <p>PE SLEEVE</p> <p>PEM-S PIPE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 시공이 간편하고 장비가 비교적 간단하다. - 수밀성이 양호하다. • 이음범위 : 200~1,500mm

기를 가함으로 관과 이음관이 녹아서 접합되는 방법이다. 이는 폴리에틸렌관 연결방법 중 가장 완벽한 용착방법중 하나로 관

경에 관계없이 간단하게 접합이 가능하고 완벽하게 수밀을 유지시킬 수 있다.

나. 전기용착 연결방법의 기본원리



[전기용착 연결관의 형태]

1) 종전 전기용착 이음관들은 단일선의 열선을 이용하여 특별한 형태로 성형하여 사용해 왔지만 단선의 우려가 있고, 발열이 고르지 못하다는 단점과 열선을 성형하는데 따른 비용이 발생하므로 제품의 단가상승과 시공상 하자가 발생할 수도 있다는 문제점들을 안고 있다. 따라서 이같은 단점들을 보완하기 위하여 복수 열선을 이용한 전기용착 연결관이 개발되었다.

2) 전류를 받은 복수열선이 그의 면적에 비례한 만큼의 PE를 녹여 주어야 하므로 열산이 발열하여 녹여야 할 PE의 량을 계산하고 이 PE의 량을 용착 가능한 온도까지 가열시켜 주기 위한 열량을 구할 수 있다.

이 열량은 열선의 저항, 전류, 통전시간과의 함수관계에서 계산할 수 있다. 물론 이론상의 data와 실재는 다소 차이가 발생할 수 있으므로 보정계수와 안정계수를 적

용하여 전기용착 연결관에 필요한 모든 Technical data를 작성하였다.

다. 전기용착 연결관의 제원 및 규격

현재 사용되고 있는 전기용착 연결관의 제원 및 규격은 <표 4>와 같다.

라. 용착 Test 결과

플라스틱 파이프의 일반적인 시험방법에는 인장시험, 충격시험, 환경응력 균열시험, 저온취하시험 및 수압파괴시험등이 있다.

각각의 시험은 하수관의 시험에도 모두 적용이 되며, 특히 수밀성 시험은 KSM 3500에 0.75kg(10분간)으로 규정되어 있다.

① 수압파괴시험

시험1 : 250mm 하수관 50cm 단관 2개를

〈표 4〉

규격	쉬트 폭 (mm)	쉬트두께 (mm)	전압 (V)	필요전력 (KW)	용착시간 (분)
300	250	5	220	0.7	20
450	350	8	220	2	20
900	450	10	220	5.1	20
1500	450	10	220	8	20

전기용착 연결관으로 접합하고 관말 부위를 Flange로 막아 수압시험을 한 결과 약 10kg/cm²에서 Flange 부위가 파괴됨.

시험2 : 300mm 하수관 50cm 단관 2개를 위와 같은 방법으로 시험한 결과 약 12kgf/cm²에서 접합부위에서 누수발생.

같은 방법으로 수차례에 걸쳐 200~600mm의 하수관을 접합하여 시험을 해본결과 최소 10kgf/cm² 이상에서 파괴되었다.

② 자유낙하시험

자유낙하시험은 2분의 하수관(12M)을 전기용착 연결관을 이용하여 접합한 후 약 4M 높이에서 떨어뜨려 접합부위의 견고성을 Test하는 시험으로 KS 등의 공공기관에서 정한 규격은 아니나 이같은 시험방법

으로 200~1500mm까지의 전 규격(14 종류)관을 시험후 모두 절개하여 점검하였으나, 용착부위가 떨어진 것이 전혀 없었다.

5. 결론

상기와 같이 설명한 전기용착 연결관은 이중벽 폴리에틸렌 하수관의 이음조건에 부합되는 연결관으로 하수관의 수밀성 유지에 완벽을 기할 수 있다고 사료되며, 앞으로 하수관 뿐만 아니라 폴리에틸렌 수도관등의 유지관리 및 일반관 접합에도 사용될 수 있도록 보완될 것이며, 보다 손쉽고 광범위한 접합방법으로 보급될 것으로 전망된다.