

## PE 이중벽관 용착시 열판 형상에 따른 PE 파이프의 용접성에 관한 연구 Studies on the Improvement of Butt Welding Characteristic of Polyethylene Pipes using an Advanced Heat Plate

강창구\*, 김재성\*, 안대환\*, 이경철\*, 황용기\*, 이보영\*,

\* Korea Aerospace Univ., Dept. of Aerospace & Mechanical Engineering  
200-1, Hwajon-dong, Koyang-city, Kyunggi-do 412-791, Korea

**ABSTRACT** Many processes have been introduced to join PE pipes, but most of these methods have lots of disadvantages such as costs and lack of reliability, etc. Recently due to the benefits of cost, safety and reliability, the butt welding has been paid much attention to join PE pipes. In case of butt welding, the heat plate which is used to melt PE pipes is the most critical equipment. In this study, after designed secondary developed heat plate of new shape, the PE double wall pipes were butt-welding by using the developed heat plate and secondary developed heat plate and comparison of weld-zones and tensile test were performed. As results of tensile test, tensile strengths using secondary developed heat plate were measured higher 1.17~1.5 than using developed heat plate.

### 1. 서 론

국내 하수관거의 경우 부실시공, 유지관리 미흡으로 인해 하수가 누수 되는 곳이 많아 하수처리 시설까지 제대로 도달하지 못하고 토양으로 바로 유입되어 환경이 오염되는 문제를 야기하고 있다. 이를 개선하기 위해 하수관거 정비 계획이 추진되고 있으나 플라스틱 하수관의 경우 올바른 연결하여 누수를 방지하고 하수관 모재와 같은 정도의 수명을 유지할 수 있는 이음 방법이 현재 까지 개발되지 못하고 있는 실정이다. 현재 국내에서 하수관으로 사용되고 있는 플라스틱관의 종류는 PE (PE 하수관, PE 이중벽 합성수지관) 하수관, PVC(고강성, 내충격)관등이 있으며 그 중 환경적인 문제로 인해 PE 하수관의 사용률이 점차 증가하고 있는 추세이다. 그러나 이 하수관들의 연결에 관한 기술 기준이 분명히 제시 되어 있지 않아 누수방지 및 이음 수명을 보장할 만한 연결법 자체의 개발이 이루어지지 않고 있는 상황이다.<sup>(1,2)</sup> 일반적으로 하수관거에 많이 사용되고 있는 PE 이중벽관의 이음종류는 열 수축 슬리브, 슬리브 소켓, 전기 용착 등이 있으나 이들 방법은 고가이고 이음부의 신뢰성이 부족하며 시공

이 어려운 단점을 가지고 있다. 따라서 최근에는 이러한 단점을 보완하기 위하여 열판을 이용한 맞대기 용착법이 많은 주목을 받고 있다.<sup>(3,4.)</sup>

국내외에서 현재 사용되고 있는 열판의 표면은 단지 평평하게 제작되어 있으므로 접합부의 강도와 수밀성 등을 확보할 수 없었다. 따라서 홈(groove)을 갖는 새로운 열판이 소개 되었고 그 열판의 우수성을 확인할 수 있었다.<sup>(5)</sup> 하지만 새롭게 개발된 열판으로도 이중벽관 PE pipe 생산 특성에 의해서 만들어지는 공(空)한 부분의 접합 강도를 높이기에는 한계가 있었다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구되어 개발된 열판의 단점을 보완하고 접합부 품질을 향상시키고자 하였으며, 특히 공(空)한 접합부의 견전성을 향상시키기 위하여 보다 새로운 열판을 개발하고자 하였다.

### 2. 실험 방법

PE pipes 맞대기 용착법에서 열판의 형상은 접합부의 품질을 결정하는 가장 중요한 인자이다. 열판의 형상에 따라 접합부의 형상과 강도 및 수밀성 등이 달라질 수 있다. 본 연구에서는 선행

개발된 열판(developed heat plate)과 신개발 열판(secondary developed heat plate)을 사용하여 PE pipe의 맞대기 용착을 실시하였으며, 용착부의 단면을 확인하고, 인장실험을 통해 접합부의 기계적 물성치를 파악하였다.

본 연구에 사용된 PE 이중벽관의 물성과 개발된 열판을 Table. 1과 Fig. 1에 각각 나타내었다.

Table1. Properties of Polyethylene

Density (g/cm <sup>3</sup> )	Specific heat (cal/°C/g)	Tensile strength(MPa)	Young's modulus(MPa)
0.942~	0.56	22	50~100

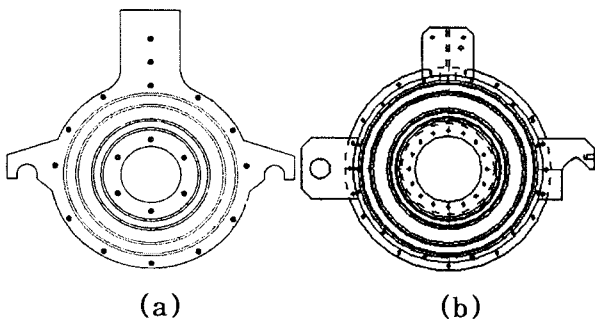


Fig1. Schematics of (a) developed and (b) secondary developed heat plate.

PE 이중벽관의 맞대기 용착에서의 주요변수를 온도, 압력, 가열시간으로 설정하여 실험을 실시하였으며, 접합조건은 기초실험을 통하여 선정하였고 그 조건은 Table2에 나타내었다.

Table2. Welding Condition

Temperature	Pressure	Heating time
210°C	15kgf/cm <sup>2</sup>	20s

### 2.2 열판설계 및 제작

현행 열판의 한계점을 극복하기 위하여 새로운 디자인의 열판을 고안하였고<sup>(5)</sup>, 그 열판의 단점을 보완하기 위하여 열판의 형상을 재설계하여 제작하였다. 선행 개발된 열판에서 홈(groove)이 있는 부분에 용착시 용융물이 잔재될 수 있는 공간을 확보시키기 위하여 Fig2.처럼 홈을 한층 더 가공하여 설계 하였다.

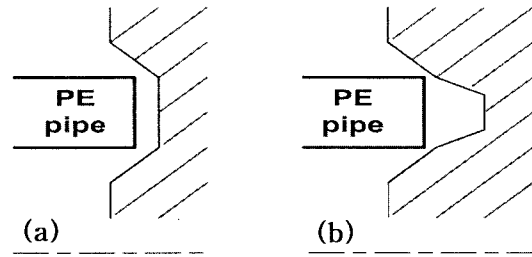


Fig2. Cross-sectional schematics of (a) developed heat plate, (b) secondary developed heat plate.

PE pipe 맞대기 용착시, 용융을 시킬 때 압력을 가하게 되는데 이 때 발생하는 압력 때문에 기존의 개발된 열판은 용융물이 밖으로 새어 나가는 현상이 발생하여 PE pipe의 공(空)한 부분의 접합강도가 떨어지는 문제점이 있었다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 PE pipe가 닿는 홈(groove) 부분에 한 층의 홈들 더 가공하여 용융물이 안으로 모이게 유도 하였다. 이로 인해 pipe의 공(空)한 부분이 용융물에 의해 밀(密)하게 채워지는 효과로 선행 연구 개발된 열판의 단점을 극복하고자 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 접합부 단면의 비교

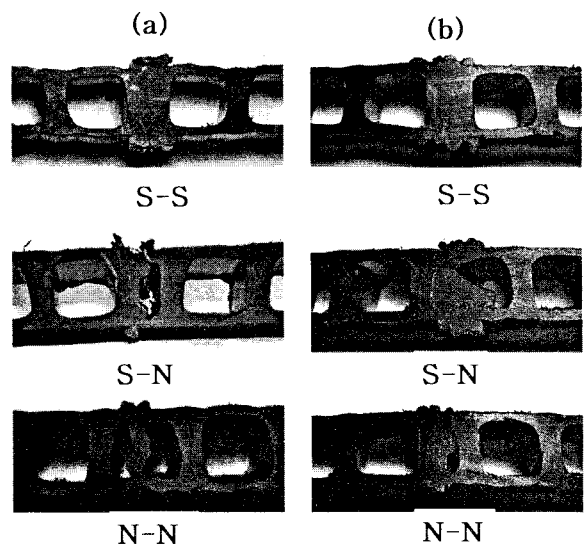


Fig3. Comparison of welded joints using as (a) developed heat plate (b) secondary heat plate.

PE 이중벽관은 생산 특성에 의해 밀(密)하고 공(空)한 형태가 스크류 모양으로 제작된다. 따라서 용착시 두 배관이 만나는 부분은 밀(密, Solid)

-밀(密), 밀(密)-공(空, Non-solid), 공(空)-공(空)한, 세 경우의 접합이 이루어지는데, 두 가지의 열판으로 접합을 실시한 후 세 접합부에 대해 절단하여 단면을 비교하였다. Fig3에서 보여주는 것과 같이 새롭게 개발된 열판의 경우 공(空)한 부분에 용융물이 충분히 잔재되면서 접합이 이루어진 것을 알 수 있다. 새롭게 개발된 열판의 경우 기존의 접합과는 달리 공(空)-공(空) 접합을 구분하기 힘들 정도로 PE pipe의 접합 전부분이 아주 밀(密)하게 접합 되어 있었다

### 3.2 인장시험 결과

PE 이중벽관을 접합한 후 접합부의 건전성을 판단하기 위하여 인장시험을 실시하였다. 시험 속도는 10mm/min±20%(KSM 3006)로 실시하였고 그 결과를 Table3에 나타내었다.

Table3. Results of tensile test from developed and secondary developed heat plate.

	Developed heat plate(MPa)	Secondary developed h.p(MPa)
S-S	21.8	21.8
S-N	17.6	20.6
N-N	12.5	18.9

인장시험결과 기존에 개발된 열판의 경우 밀(密)(S)-공(空(N))과 공(空)-공(空) 접합의 경우 각각 HAZ부와 접합부에서 시편의 파단이 일어났으나, 2차로 개발된 열판에서는 공(空)-공(空)한 부분에서만 HAZ에서 파단이 이루어졌고 나머지 두 군데에서는 모재부에서 파단이 일어났다. 그리고 최대 인장강도의 경우에는 기존에 개발된 열판보다 1.17~1.5배 이상의 높은 인장강도의 값을 확보하였다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 하수도관거에 많이 사용되는 PE 이중벽관을 이용하여 이중벽관의 이음기술 중 열판을 이용한 맞대기 용착법에 초점을 맞추어 실험을 수행하였다. PE 이중벽관 접합부의 신뢰성과 건전성을 보다 높이고자 기존에 제안된 개발 열판의 단점을 보완할 수 있도록 새롭게 설계하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 선행 개발열판과 새롭게 개발된 열판을 이

용하여 PE 이중벽관을 접합한 후 접합부의 단면을 비교한 결과 선행개발 열판에서 접합이 제대로 이루어지지 않았던 공(空)-공(空)한 부분의 접합이 새롭게 고안된 설계형상에 의해 접합 면적이 넓어져 보다 건전하게 접합된 것을 확인할 수 있었다.

2) 인장시험을 실시한 결과 기존의 열판보다 약1.17~1.5배에 가까운 인장강도를 얻을 수 있었으며 파단면 또한 거의 모든 시편이 모재부에서 파단된 것을 확인할 수 있었다.

3) 접합부의 단면을 관찰하고 인장 강도를 확인한 결과, 본 연구에서 개발된 열판의 우수성을 확인할 수 있었다.

## 후 기

본 연구는 국가지정연구(No.M20604005402-06 B040040210) 사업의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. K.S Hong, "가스용 PE 배관의 용착 특성에 관한 연구". SNUT, 1995
2. Y. S. Lee : A study on the PE pipe fusion welding test standard and strength, SNUT (2002)
3. M. Ezrin : Plastics failure Guide- Cause and Prevention, hanser, Munchen
4. H. Cben, R. J Scavuzzo, T. S. Srivatsan, J. Master : Eng. Perform. 6 (1997) 473.
5. 진형국 : PE 배관 맞대기 용착을 위한 열판의 개발. 대한 용접 학회
6. K. Leskovics : A study of structure and mechanical properties of welded joints in polyethylene pipes.
7. KSM 3407 : polyethylene pipe for general purpose.
8. KSM 3408 : polyethylene pipe for water works purpose.