

EF용착기 성능향상 연구

조지환, 권정락, 노오선*, 임지환
한국가스안전공사 제품연구실

A study of Performance improvement on Electro-Fusion Units

Ji-Hwan Jo, Jeong-Rak Kwon, O-Seon No, Ji-Hwan Lim
Products R&D Division, Korea Gas Safety Corporation

I. 서론

가스는 청정성 및 사용의 편리성 등 여러 장점으로 인해 가정 및 산업용으로 널리 보급되어 국민 생활의 질적인 향상과 국가산업발전에도 크게 기여하였다.

특히 우리나라는 1970년대와 1980년대에 LPG와 도시가스가 국민들에게 널리 확대 보급하게 되었으며, 2003년 기준 LNG는 사용량이 18,447천 톤으로 년 평균 8.8%증가하고, LPG는 사용량이 7,714천 톤으로 년 평균 4.2% 증가하는 추세를 보이고 있다.

천연가스 사용의 증가에 따라 가스를 공급하기 위한 배관망이 증가하게 되었고 이와 더불어 가스사고도 증가하여 가스배관에 대한 안정성 문제 등에 대한 관심이 높아졌다. 기존의 강관이 가지고 있던 단점을 극복하기 위하여 PE관 시스템을 선호하게 되어 PE관의 용착에 대한 중요성이 크게 부각되었다.

PE관의 시공 안정성은 관 재료 자체의 물성보다는 배관 용착성능에 따라 안전성이 크게 좌우되며, 특히 용착장비의 성능, 용착절차의 준수 등은 용착성능에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소로 작용하고 있다.

본 연구는 전기소켓 이음관으로 전압을 공급하는 장치인 EF용착기에 대한 성능향상을 고찰하기 위하여 EF용착기의 작동원리 및 이음관에 공급하는 출력전압과 용착시간의 변화에 따른 용착결과를 실험을 통하여 파악하였고, EF용착기의 출력전압과 용착시간의 변화에 따라 용착부의 실제적인 용착온도 변화를 실험하였다.

이러한 연구는 용착불량에 의하여 발생할 수 있는 가스사고의 위험성을 줄이고, 고품질의 용착결과를 얻는데 기여할 것으로 기대한다.

II. 이론

1. 전기융착

전기소켓 이음관에 내장되어 있는 열선에 전기를 공급하여 줌으로써 시간의 경과에 따라 열선에서 발생하는 열이 열선 주위의 이음관 뿐 아니라 인접해 있는 PE배관을 녹여 이음관과 PE배관이 용융되어 접합하여 융착하는 방법을 말한다. 전기융착의 종류로는 소켓융착(Socket Fusion), 새들융착(Saddle Fusion) 등 2가지로 구분할 수 있다.

2. 전기융착과정

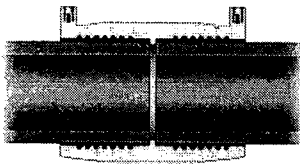


Fig. 1 배관과 이음관의 연결

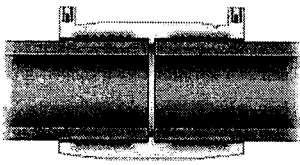


Fig. 2 PE관의 열전달

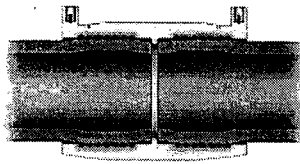


Fig.3 이음관과 배관의 융착

가. 1단계

PE배관 및 전기소켓 이음관에 있는 이 물질 등을 완전히 제거한 후 PE배관을 전기소켓 이음관 Stopper까지 수평·수직으로 삽입하여 연결한다.

나. 2단계

열선에 전압을 공급함으로써 열선뿐 아니라 열선 주위의 온도가 계속 상승하고 그에 따라 녹는 재료 영역이 증가하여 이음관과 접해있는 PE파이프의 외관을 녹이기 시작한다.

다. 3단계

전기소켓 이음관의 규격에 따라 설정된 온도와 시간까지 열을 가하여 융착을 진행하여 전기소켓 이음관과 PE배관을 완전히 융착시킨다.

3. 융착과정 중 배관 및 이음관의 온도 변화

가. 50초경과 후의 열분포

열선에 온도를 가하여 시간이 50sec 경과했을 Fig. 4와 같이 빨간색으로 표시된 이음관 열선의 온도는 약 200℃이고 이때 열선 주위의 온도는 약 100℃로 나타났다.

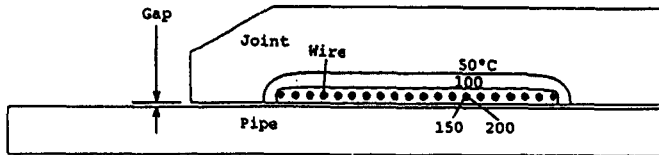


Fig. 4 50초 경과후의 열분포

나. 100초경과 후의 열분포

열선에 온도를 계속 가하여 100sec 경과했을 Fig. 5와 같이 이음관 열선의 온도는 약 250℃를 나타냈으며, 이때 열선 주위의 온도는 약 150℃로 나타났다.

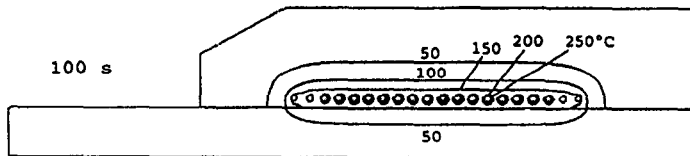


Fig. 5 100초 경과후의 열분포

다. 200초 경과 후의 열분포

200sec 경과했을 Fig. 6과 같이 이음관 열선의 온도는 약 300℃이며, 이때 이음관과 배관의 접촉면에 온도가 약 200℃로 골고루 분포되는 것으로 파악되었다.

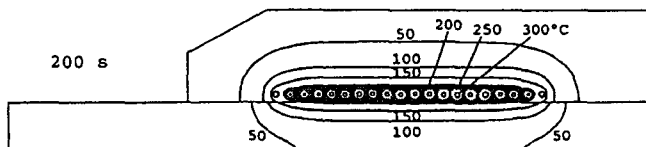


Fig. 6 200초 경과후의 열분포

열선에 가하는 온도가 약 300℃이고, 열선 주위의 이음관과 배관의 접합부분의 온도

가 약 200℃일 때 PE배관 안쪽의 온도가 110℃를 넘지 않게 되므로 이때의 온도 분포가 가장 용착하기에 적합한 이상적인 온도이다.

Ⅲ. 실험

1. 이음관과 PE배관 접합부 온도측정

Fig. 7와 같이 이음관과 연결되는 PE배관에 미세한 구멍을 뚫어 그 구멍에 온도센서를 삽입하여 용착 작업시 이음관과 PE배관 접합부에 대한 용착온도를 측정함으로써 어느 정도의 온도범위에서 용착이 진행되는지를 파악하였다.

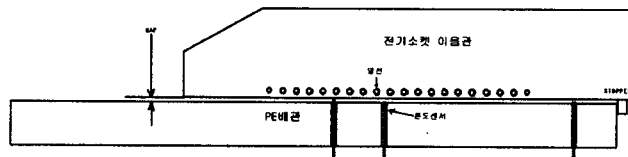


Fig. 7 온도센서 삽입모습

2. 외기온도

용착기에서 이음관으로 공급되는 전압 및 전류 등 이음관에 가해지는 열량은 용착 작업시 주위온도(-10℃, -5℃, 40℃등)가 변화될 때 정상적인 외부조건일 때와의 용착결과와 비교하여 어떠한 영향을 미치는지 파악하여 보았다.

3. 입력전압

EF용착 현장에서 사용되는 용착기의 입력전압을 슬라이더스로 조절하여 용착기에서 출력되는 전압을 측정하여 봄으로써 입력전압의 변화에 따른 출력전압의 이상유무를 파악하였다.

4. 출력전압

EF용착기의 출력전압을 수동으로 변화시켜 용착을 실시하였으며, 용착결과의 이상유무를 파악하였다.

5. 용착시간

EF용착기에서 이음관에 가하는 전압을 40V등으로 고정시키고 용착시간을 수동으로 설정하여 용착결과 이상유무를 파악하였다.

IV. 결론

1. 용착변수에 따른 용착성능

가. 주위온도

용착부위의 절단을 통한 용착부의 확인결과 영하의 조건보다 상온에서 용착한 이음관의 열선이 이음관과 PE배관사이에 안정적으로 분포되어 영하의 온도에서 전기 용착시에는 표준용착 시간보다 용착시간을 약 10%정도 늘려서 용착하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

나. 출력전압

전압의 변화가 용착품질에 매우 큰 영향을 끼치는 것으로 나타나 전원공급기 출력전압의 관리는 매우 중요한 것으로 나타났고, 출력전압이 38V~42V범위에서는 안정적인 용착이 이루어지는 것으로 판단된다.

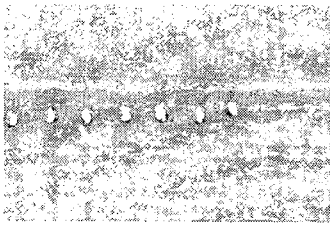


Fig. 8 절단 용착면(35V)

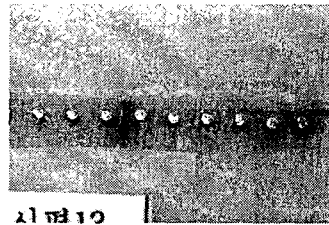


그림 9 절단 용착면

다. 용착시간

용착기의 출력전압을 고정시킨 후 용착시간만 변화시켰을 때 공급되는 단위열량은 용착시간의 증가와 비례해서 이음관으로 공급되어 용착시간을 표준용착 시간보다 10%~20% 증가하는 것이 용착품을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

2. 단위 총열량의 영향

동일한 열량을 이음관에 공급할 경우 짧은 시간에 공급하는 경우보다는 긴 시간에 공급하는 것이 우수한 품질의 용착물을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

3. 용착온도

융착부의 온도상승은 짧은 시간에 급격히 상승시키는 것보다 어느 정도의 시간을 주고 온도를 상승시키는 것이 우수한 품질의 융착물을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

4. 융착범위

이음관과 PE배관의 융착부분을 절단했을 때 절단부위에 나타난 융착부의 확인결과 양호한 융착범위를 나타내기 위해서는 융착시 주위의 온도가 상온(15℃ 이상)일 때 ① 융착시간이 200초로 고정되어 있을 경우 출력전압은 40V~42V ②출력전압이 40V로 고정되어 있을 때 융착시간은 200초~250초일 때 양호한 융착결과를 얻을 수 있었다.

V. 참고문헌

1. 가스용 폴리에틸렌(PE) 관, KS M 3514, 한국표준협회, 2001
2. 가스용 폴리에틸렌관의 이음관, KS M 3515, 한국표준협회, 2002
3. 이영순·장영오, PE배관 버트 융착 시간에 따른 융착특성 변화, 한국산업안전학회지, 1998
4. KS M ISO/TR 10837, 가스관 및 이음관용 폴리에틸렌의 열 안정성 측정방법, 한국표준협회, 2001
5. M. Fujikaket · M. Fukumura and K. Kitao, Analysis of the electrofusion joining process in polyethylene gas piping systems, 1997
6. Hiroyuki Nishimura · Masanu Suyama · Fumio Inoue · Tetsuo Ishikawa, Design and evaluation methods for electrofusion joints of polyethylene pipes for gas distribution, 1995
7. Polyethylene fittings for use with plyethylene pipes for the supply of gaseous fuels-Metric series- Spercifications-
Part1 : Fittings for socket fusion using heated tools, ISO 8085-1, 2001
8. Polyethylene fittings for use with plyethylene pipes for the supply of gaseous fuels-Metric series- Spercifications-
Part2 : Soigot fittings for butt fusion, for socket fusion using heated tools and for use with electrofusion fittings, ISO 8085-2, 2001
9. Plstics pipes and fittings-Automatic recognition systems for electrosusion, ISO 13950, 1997