

폴리에틸렌 배관 전기융착부 비파괴검사기술의 현장적용 연구

길성희, 권정락*, 원용준**

한국가스안전공사 가스안전연구개발원 제품연구실

A Study of Field Application of Non-destructive Testing for Polyethylene Electro-fusion joints

Kil Seong-hee, Kwon Jeng-rock*, Won Yong-jun

Dept. of Gas Safety R&D Center, Korea gas safety Corporation

요 약

대구경 폴리에틸렌 배관의 경우 현장에서 융착 시 양쪽 배관의 정렬 불량, 배관과 이음관의 정원도 차이에 의한 간극 불균일 등의 이유로 인하여 융착 후에 융착부의 건전성 여부가 의심되는 경우가 많다. 특히 관경 300mm 이상의 대구경 폴리에틸렌의 전기융착 시에는 융착 조건을 규정대로 준수하여 시공한 경우에도 불구하고 인디케이터가 들출되지 않는 경우도 종종 발견된다. 현재는 이러한 경우에 융착부에 대한 직접적인 비파괴검사기술이 없어서 기밀시험 등을 이용한 간접적인 검사를 통하여 건전성을 평가하고 있다.

한국가스안전공사 가스안전연구개발원에서는 폴리에틸렌 배관 전기융착부에 대하여 배열초음파를 이용한 융착부 비파괴검사기술을 개발하였다. 그리고 이 검사기술을 현장에 적용하기 위하여 현재 시범운명을 실시하고 있다.

그 사례를 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째, 신축아파트 도시가스 시공 현장에서 관경 300mm의 폴리에틸렌 이음관 전기융착부에 대하여 5MHz 배열초음파 센서를 이용하여 건전성 평가를 실시하였으며 두 번째, 아파트에 도시가스를 공급하기 위하여 기존에 매설되어 있는 폴리에틸렌 배관망으로부터 분기 작업 시 분기배관 연결을 위해 시공한 3개의 새들 융착부에 대한 건전성을 평가하였다. 이때 사용한 배열초음파 센서는 7.5MHz이다. 그리고 마지막으로 아파트 도시가스 공급 현장의 400mm 전기융착부에 대하여 7.5MHz 배열초음파 센서를 가지고 비파괴검사를 실시하였다.

비파괴검사를 실시한 결과를 살펴보면 첫 번째, 300mm 이음관에 대하여 5MHz 배열초음파 센서를 가지고 융착부를 탐상한 결과 가스 입구 측 이음관 융착부에 작은 공극이 발견되었으며 출구 측에서도 단일 공극 및 연속 공극으로 보이는 것이 발견되었다. 또한 몇몇 부분에서는 재료상의 결함으로 보이는 것이 발견되었다. 두 번째로 3개의 새들 융착부에 대하여 7.5MHz 센서를 이용하여 초음파 영상을 측정한 결과 새들 융착부들이 양호하게 융착이 된 것으로 판단할 수 있었다. 마지막으로 400mm 이음관의 비파괴탐상 결과 몇몇 부분에 단일 공극이 발견되었다. 그래서 결함이 발견된 부분을 절단하여 결함을 육안으로 확인하고 그 결과를 절단시험 결과와 비교하였다.

폴리에틸렌 배관 전기용착부 비파괴검사기술의 현장적용 연구

김성희, 권정락*, 원용준**

한국가스안전공사 가스안전연구개발원 제품연구실

A Study of Field Application of Non-destructive Testing for Polyethylene Electro-fusion joints

Kil Seong-hee, Kwon Jeng-rock*, Won Yong-jun**

Dept. of Gas Safety R&D Center, Korea gas safety Corporation

1. 서론

대구경 폴리에틸렌 배관의 경우 현장에서 용착 시 양쪽 배관의 정렬 불량, 배관과 이음관의 정원도 차이에 의한 간극 불균일 등의 이유로 인하여 용착 후에 용착부의 건전성 여부가 의심되는 경우가 많다. 특히 관경 300mm 이상의 대구경 폴리에틸렌의 전기용착 시에는 용착 조건을 규정대로 준수하여 시공한 경우에도 불구하고 인디케이터가 돌출되지 않는 경우도 종종 발견된다. 현재는 이러한 경우에 용착부에 대한 직접적인 비파괴검사기술이 없어서 기밀시험 등을 이용한 간접적인 검사를 통하여 건전성을 평가하고 있으나 이러한 외관검사로는 용착성능이나 내부 용착결함에 대한 정보를 얻을 수 없다.

또한 2006년 12월부터 국내 가스용 폴리에틸렌 배관에 대하여 ISO 규격이 적용되면서 허용가능한 배관 관경이 630mm까지 확대되며 배관 종류도 현 9종에서 25종으로 다양화된다. 따라서 이러한 폴리에틸렌 배관의 대형화 및 사용압력 상승 등에 의한 배관 용착부에 대한 직접적인 비파괴검사기술 개발이 시급하게 필요한 실정이다.

따라서 한국가스안전공사 가스안전연구개발원에서는 폴리에틸렌 배관 전기용착부에 대하여 배열초음파를 이용한 용착부 비파괴검사기술을 개발하였으며 이 검사기술을 현장에 적용하기 위하여 현재 시범운행을 실시하고 있다.

2. 실험 및 방법

전국적으로 몇몇 도시가스회사의 요청을 받아서 도시가스배관 시공 시 폴리에틸렌 배관의 전기용착부에 배열초음파를 이용하여 비파괴검사를 실시하였다. 이때 사용한 장비는 초음파영상검사장치인 AIM33이며 이 장비는 센서 접촉부에 대하여 실시간으로 2차원 단면 영상을 지원하는 장비이다.

첫 번째로 신축아파트 도시가스 시공 현장에서 관경 300mm의 폴리에틸렌 이음관 전기용착부에 대하여 5MHz 배열초음파 센서를 가지고 건전성 평가를 실시하였다. 비파괴탐상은 전기용착과 냉각 과정을 완료한 후 전기용착기가 정상 용착으로 판단한 이음관을 검사하였다. 탐상 방향은 그림 1과 같이 전기용착 이음관에서 가스가 들어오는 방향에서 나가는 방향으로 각 방향의 단자부를 기준으로 시계 방향으로 검사하였다. 이음관의 검사 절차는 0, 90, 180, 270도를 기준으로 하여 검사하였으며 각각의 기준점에서 결함으로 인지되는 경우에는 연속해서 검사하였다. 두 번째로 아파트에 도시가스를 공급하기 위하여 기존에 매설되어 있는 폴리에틸렌 배관망으로부터 분기 작업 시, 분기배관 연결을 위해 시공한 그림 2와 같은 3개의 새들 용착부에 대하여 7MHz 배열초음파 센서를 가지고 그림 3과 같이 비파괴탐상을 실시하였다. 이때 주배관의 관경은 350mm이며 도시가스 공급압력은 3.5bar이다. 마지막으로 아파트 도시가스 공급 현장의 400mm 전기용착부에 대해서 7.5MHz 배열초음파 센서를 가지고 용착부를 탐상하고 용착 결함을 발견하였다. 그리고 결함이 발생한 것으로 판단되는 전기용착부를 절단하고

결함을 실제 육안으로 확인한 후 그 결과를 비파괴시험 결과와 비교하였다.

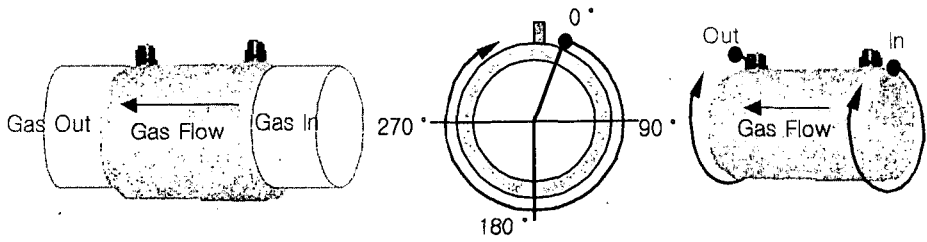


그림 1. 300mm 폴리에틸렌 배관의 전기용착부를 초음파 센서로 비파괴 검사를 실시한 방향과 순서

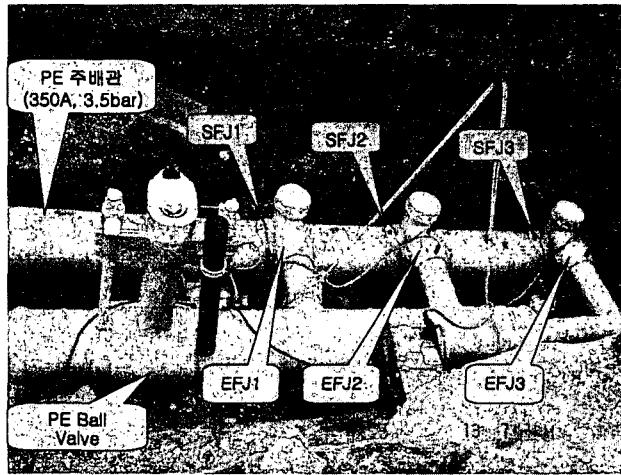


그림 2. 폴리에틸렌 주배관 및 분기 배관

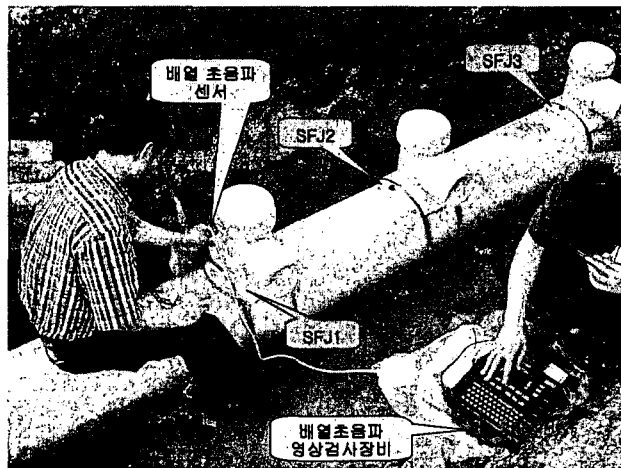


그림 3. 새들용착부에 대한 배열초음파 탐상

3. 결과 및 고찰

각각의 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째, 300mm 이음관에 대하여 5MHz 배열초

음파 센서를 가지고 용착부를 탐상한 결과 가스 입구 측 이음관 용착부의 100, 180, 270도 부분에 작은 공극이 발견되었으며 출구 측 이음관 용착부의 60, 120, 350도 부분에서 단일 공극으로 보이는 것이 발견되었고, 200도에서 220도까지 연속 공극 결함으로 보이는 것이 발견되었다. 또한 0, 60, 180도 부분에서는 재료상의 결함으로 보이는 것이 발견되었다. 이를 종합하여 그림 4와 같이 이음관의 평면을 도면으로 작성하였다. 두 번째로 3개의 새들 용착부에 대하여 7.5MHz 센서를 이용하여 초음파 영상을 측정하였다. 그 결과 그림 5, 6에서와 같이 열선의 영상은 보이거나 용착 결함이 보이지 않으므로 새들 용착부가 양호하게 용착이 된 것으로 판단할 수 있었다. 마지막으로 400mm 이음관의 비파괴탐상 결과 원주 방향으로 일정한 위치에 그림 7과 같은 용착 결함이 발견되었으며 단일 공극으로 판단되었다. 그래서 결함이 발견된 부분을 절단하여 결함을 육안으로 확인한 결과 열선 폭은 약 80mm이며 약 8.0mm의 단일 공극이 용착부에 발생하였음을 확인할 수 있었다. 결함이 발견된 다른 부분을 같은 방법으로 절단하여 확인한 결과 이 결함이 연속적으로 발생했음을 알 수 있었다. 즉 절단 후 육안으로 확인한 결과는 절단 전의 비파괴검사 결과와 일치하였다.

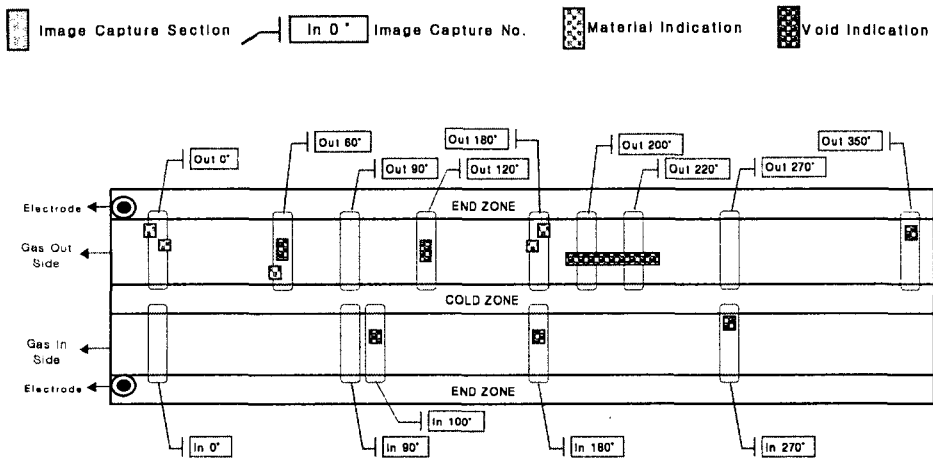


그림 4. 300mm 폴리에틸렌 배관의 이음관을 전기용착한 후 검사한 초음파 영상의 결과에 따른 도면

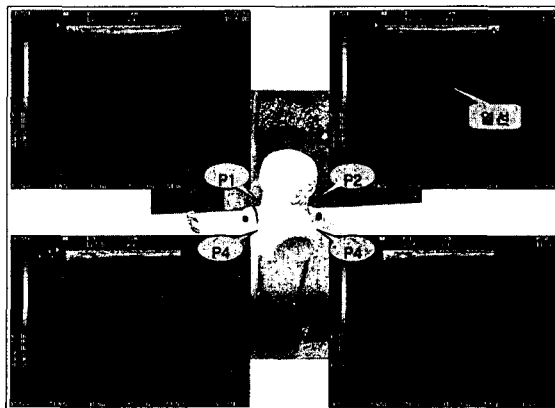


그림 5. 새들용착부(SFJ1)의 초음파 영상

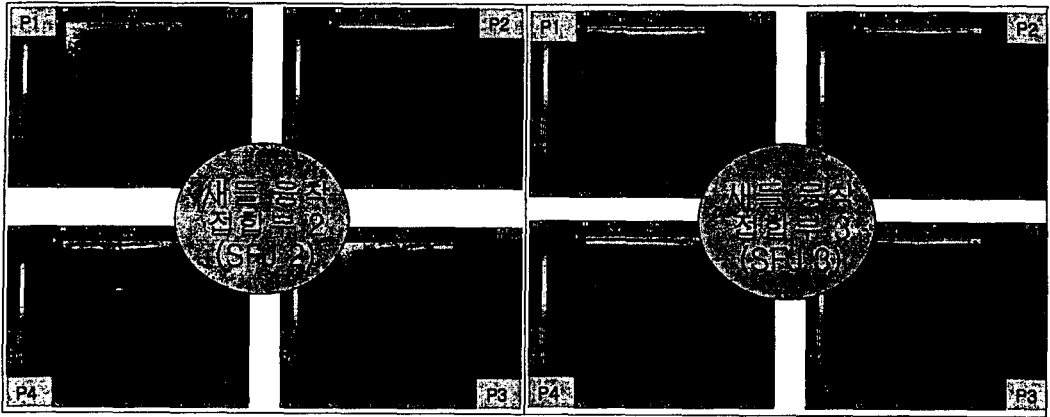


그림 6. 새들용착부(SF2, SF3)의 초음파 영상

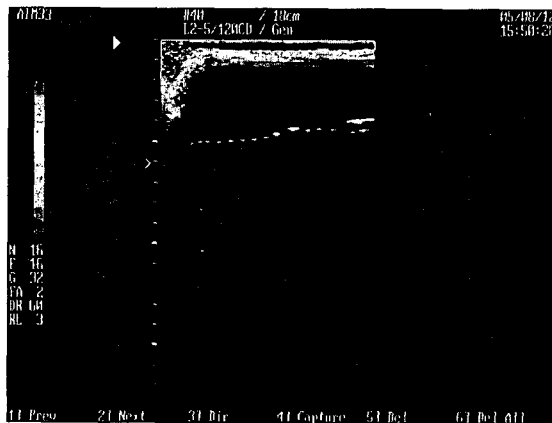


그림 7. 400mm 폴리에틸렌 이음관의 초음파 영상

4. 결론

배열초음파검사방법은 전기용착부에 대한 비파괴검사방법 중 현장에서 사용하기 용이한 검사방법임을 본 연구를 통하여 확인할 수 있었다. 즉, 실시간으로 2차원 단면 영상을 통하여 용착부 결함을 검사할 수 있었으며 그 결과를 절단시험을 실시한 후에 비교한 결과 정확하게 일치함을 확인하였다.

5. 참고문헌

- (1) 길성희, 권정락, 노동훈, "폴리에틸렌 배관 전기용착부 단기성능 평가를 위한 용합불량 영향 평가", Journal of Energy Engineering, Vol.14, No.2, pp.153~158(2005)
- (2) 길성희, 권정락, "폴리에틸렌 배관의 전기용착부 비파괴검사기술에 관한 연구", Journal of the Korean Institute of Gas, Vol.8, No.3, pp.31~36(2004)