

공기압을 이용한 광케이블 다조포설장치

이원형, 홍상기, 최상태, 박태동
KT 차세대통신망연구소

System to install several cables in a conduit using the vinyl tube and air pressure

W. H. Lee, S. G. Hong, S. T. Choi, T. D. Park
Telecommunications Network Lab., KT

[Abstract]

공기압을 이용한 광케이블 다조포설장치는 비닐로 만들어진 내관을 이용하여 케이블 또는 견인선을 동시에 포설하므로써 작업시간을 줄일 수 있고, 관로의 공간을 최소화하여 한 관로내에 다수의 광케이블을 포설할 수 있는 기술이다. 이 기술은 지하 관로를 효율적으로 사용하여 선로구축비용을 절감하고, 지하 관로내 단차가 있을 경우에도 원활히 선통할 수 있는 장점이 있다. 또한 다조 포설시 발생할 수 있는 케이블간의 꼬임에 무관하며, 공기압을 이용하므로 광케이블에 인장력을 적게 인가하므로 광케이블의 특성변화를 최소화 할 수 있는 광케이블 포설 기술이다.

1. 서론

FTTH 망의 OSP(Outside Plant) 구축을 위해서는 광케이블 포설기술, 접속기술, 성단기술 등이 필요하며, 위의 기술 중 광케이블 포설기술은 포설시 작업환경, 지하관로 여건, 포설거리 등을 고려하여 광케이블의 특성 변화를 최소화 할 수 있는 포설기술을 적용하여야 한다.

기존 포설기술에는 견인포설 (pulling method), 공압포설 (blowing method), 양방향 포설 (bidirectional method) 등이 있다.

견인포설은 견인방법에 따라 견인측에 견인

기를 설치하고 견인하는 선단견인방식(그림 1) 광케이블의 견인장력이 높은 구간의 중간지점에 중간견인기를 설치하여 선단 및 중간에서 동시에 견인하는 선단 중간견인방식(그림 2), 그리고 견인기를 사용하지 않고 인력으로 광케이블을 선단견인하거나 선단 중간견인하는 방식 등이 있다.

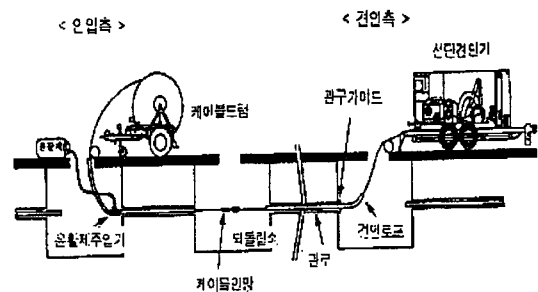


그림 1. 선단 기계견인 방식

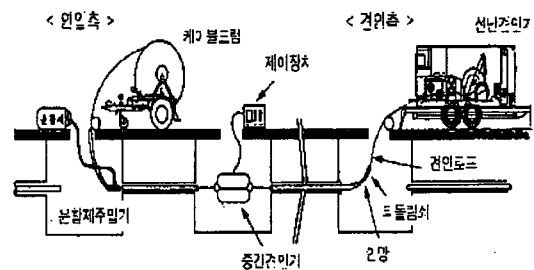


그림 2. 선단 중간 기계견인 방식

이러한 견인포설방식은 포설시 광케이블의

특성에 영향을 주는 신율(strain)과 충격 또는 버클링(buckling)현상 등에 자유롭지 못하기 때문에 광선로망 구축시 허용인장력내 견인과 기계 및 인력의 포설 속도를 동조시켜야 하며, 포설거리 증가에 따라 광케이블에 미치는 장력 세기 또한 증가하므로 광선로망 구축시 장거리 포설에 한계가 있다. 또한 광케이블 제조시에 강선이나 FRP(fiber Reinforced Polyethylene) 등 항장력체인 인장선(tension member)을 내부 및 외부에 구성하여 포설시 발생하는 위와 같은 현상을 광케이블 구조 자체에서 강도를 확보하고 있다.

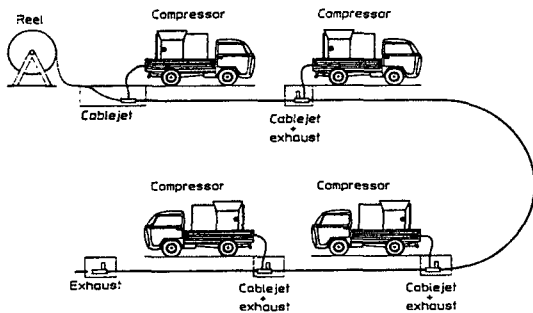


그림 3. 직렬연결 공압식 포설방식

이에 비해 그림 3 과 같이 내관(inner duct) 안을 통과하는 압축공기의 점성(viscosity)을 이용한 공압식 포설(blowing installation method)은 내관안에 압축공기와 광케이블과 직접 붙어 넣어 견인포설시 발생할 수 있는 광케이블의 특성저하를 최소화하며, 견인식이 아닌 기계적 추진을 위한 캐터필라(caterpillar)형의 추진장치(pushing device)를 추가하거나 여러 개의 압축공기 주입장치를 직렬(cascade)로 연결하여 광케이블의 포설거리를 길게 할 수 있다.

2. 본론

이전의 광케이블 포설기술은 광심선접속에 의한 전송특성의 영향이 크기 때문에 접속점

없이 포설하는 것과 경량인 특성을 이용하여 장거리 포설하는 것이 중요한 기술이었다. 이에 비해 FTTH OSP 망 설치에서의 포설기술은 일반 광가입자에게 적은 인력으로 빠른 시간 안에 광선로망을 공급하여야 하며, KT 인프라인 지하관로를 효율적으로 사용할 수 있어야 한다. 또한 1 개의 PVC 지하관로에 직접 수조의 광케이블을 포설하는 직접 다조포설방식은 포설장력에 직접적인 영향을 주는 마찰계수가 큰 비중을 차지하며, 2 조 이상의 광케이블 포설시 케이블 중량에 의해 관로 내벽에 가해지는 압력이 커지며, 마찰계수는 관로내 광케이블의 중량수정율 (Coefficient of weight modification)에 의해 급격히 증가한다.(식 1)

$$T=kf(nW)L \quad (1)$$

(T:포설장력, f:마찰력, k:중량수정율, n:광케이블 수, W:단위당 광케이블 중량 L:포설거리)

또한, 중량수정율은 관로의 곡선부에서는 측압을 크게 작용하게 한다. 사실상 관로의 사용효율측면에서는 좋은 포설방법 중의 하나이나 현실적으로 적용하기가 어렵다. 따라서 포설되는 각각의 광케이블에 비닐튜브내관을 이용하여 다조포설시 발생하는 중량수정율을 독립적으로 하여 마찰계수에 영향을 주지 않게 하므로 비닐내관튜브를 이용한 다조포설방식이 가능하다.

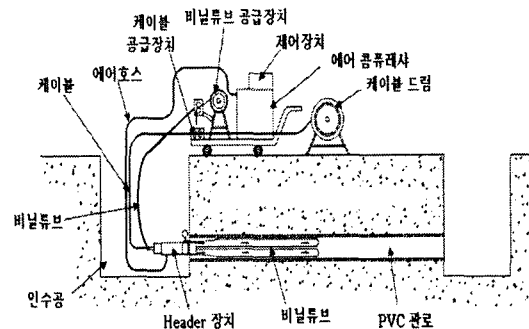


그림 4. 공압식 광케이블 다조포설장치

광케이블 다조포설장치의 시스템은 그림 4와 같으며, 공기압축기(air compressor), 다조포설 header, 비닐튜브 공급장치, 비닐튜브내관 및 기타 포설장비로 구성된다. 공기압축기는 비닐튜브와 견인선 또는 광케이블을 포설할 수 있는 공기압력과 공기량을 생성할 수 있어야 하며, 비닐튜브내관은 마찰계수가 적고, 압축공기의 압력 및 PVC 관로 환경으로부터 견딜 수 있는 강도를 가지고 있어야 한다. 그리고 다조포설 header는 이러한 비닐튜브내관에 세경 광케이블 및 견인선을 압축공기와 함께 결합하는 기능 및 공기압축기에서 공급되는 압축공기를 header의 후방으로 누설되는 공기의 양을 최소화 할 수 있어야 한다.

견인선 및 광케이블을 포설하는 과정은 그림 5와 같으며 다조포설 header의 중심통로를 따라 비닐튜브 공급장치에서 공급되는 비닐튜브내관을 통과시키고, 통과된 비닐튜브내관을 뒤집어서 다조포설 header에 공기가 누설되지 않게 태핑 처리를 한다. 그리고 다조포설 header에 압축공기호스를 연결한 후 관로의 인입구에 설치한다. 그리고 일정한 압력으로 비닐튜브내관 외측면에 압축공기를 공급하면 비닐튜브내관은 앞으로 전진한다. 포설할 전체 거리의 반을 선통을 한 후 비닐튜브내관을 절단과 동시에 세경광케이블 또는 견인선을 견고히 묶고 압축공기를 추가로 불어넣어 선통 및 포설을 완료한다.

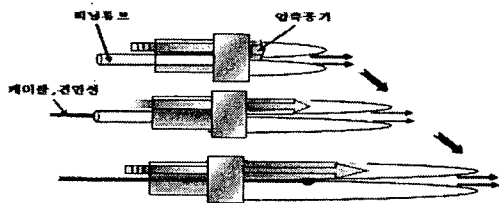


그림 5. 다조포설장치의 포설 과정

그림 6 과 같은 형태로 직경 Ø100mm 주행

관로에 거리 170m, 굴곡부 2 개소를 가진 주행관로에서 광케이블 다조포설장치를 실험하였으며, 선통시간은 공기양과 압력에 비례하고, 평균 2~3 분의 소요시간이 걸린다. 이에 맨홀 내부에 물의 수량이 절반 정도이며, 관로의 공장거리가 200m 인 현장실험에서는 선통시간은 8~10 분 정도 소요되었으나, 90%의 높은 선통율을 보였다. 주행관로에서의 실험과 달리 소요시간이 더 많이 걸린 이유는 공장관로내의 수막이 형성되어 있어 비닐튜브내관의 전진을 방해하였기 때문이다.

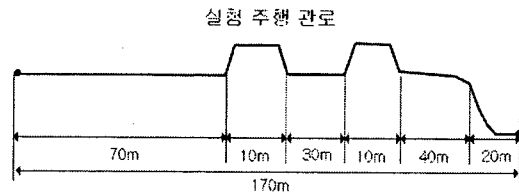


그림 6. 주행 관로 실험

공기압을 이용한 광케이블 다조포설장치는 소형으로 이동 및 설치가 간편하여 사용하기 편리하고, 적은 인력으로 광케이블의 포설작업이 가능하며, 비닐튜브내관은 단차가 있는 관로에 유연하게 선통을 한다. 또한, 비닐튜브내관은 선통시 압축공기를 이용하므로 중량이 가벼워 기 포설된 케이블 위로 선통이 되므로 케이블 꼬임에 무관하게 작업을 할 수 있다.

기존의 광케이블 포설방법은 선통대선통(인력), 견인선포설(인력), 내관포설(인력, 기계), 견인선포설(인력, 공압), 케이블포설(인력, 기계)의 순서로 진행을 한다. 하지만 공기압을 이용한 광케이블 다조포설장치는 FTTH OSP 망 구축시 배선 및 인입망의 지하관로에 광케이블을 포설하거나 견인선을 선통 할 경우에 비닐내관튜브를 이용하여 한번에 포설 및 견인이 가능하므로 광케이블 포설방법의 새로운 기술이라 할 수 있다.

3. 결론

비닐튜브내관을 이용하여 광케이블 또는 견인선을 동시에 포설하는 다조포설장치는 기존의 광케이블 포설과정을 1~2 단계로 축소하였고, 수요가 발생할 때마다 광케이블이 기 포설된 관로내에 추가로 포설작업이 가능하여 구조의 광케이블을 포설할 수 있다. 이 기술은 지하 관로를 효율적으로 사용하여 선로구축비용을 절감하고, 지하 관로내 단차가 있을 경우에도 원활히 선통할 수 있는 장점이 있다. 또한 다조 포설시 발생할 수 있는 케이블간의 꼬임에 무관하며, 공기압을 이용하므로 광케이블에 인장력을 적게 인가하므로 광케이블의 특성변화를 최소화 할 수 있는 광케이블 포설 기술이다

[참 고 문 헌]

- [1] KT, “ 광케이블 포설기술의 고찰” , 연구보고서, 1998.
- [2] 한권훈, 오성근, *광통신 실무*, p95~97, 1998.
- [3] 福富秀维, “ 광케이블건설” , 日本電氣通信協會, pp. 205-216(장력), pp. 217-218(일관다조포설), 1988.
- [4] KT, *광케이블포설 표준공법*, 2002.