

통신용 관로 자재의 물성치와 품질 성능 관계 분석

김동훈, 한진우
KT 인프라연구소

Analysis of relative between physical properties and quality efficiency of telecommunication conduit materials

Dong Hun Kim, Jin Woo Han
Network Infra Laboratory, KT

Abstract

통신용 지하 관로 자재로는 주로 100mm관 (PVC관, FC관)과 50mm관(FC관)이 사용되고 있으며, 이들 관자재의 품질은 관로 시공 품질 뿐 아니라 케이블 포설을 위한 선로 구성에 큰 영향을 미치고 있어, 관자재의 품질 확보는 매우 중요하다고 할 수 있다. 관자재의 품질 성능을 나타내는 방법으로는 편평시험(5% 및 100% 변형하중)과 충격시험 결과를 많이 사용하고 있으나, 관로 시공 현장에서 이러한 성능 시험을 한다는 것은 현실적으로 불가능하여, 대부분의 현장에서는 관자재의 두께나 무게와 같은 물성치 측정으로 품질관리를 하고 있다.

이에 본 논문에서는 관자재의 물성치와 품질 성능간 상호 관계를 분석한 후, 상관성이 높은 항목들을 도출함으로써, 관중 별로 관자재의 물성치와 품질 성능 간에는 상관성이 매우 높은 인자들이 있다는 것을 규명하였으며, 이를 통하여 관자재의 물성치 만으로도 품질 성능을 객관적으로 판단할 수 있는 근거를 제시하였다. 이를 이용하여 관로 시공 현장에서 관자재 품질 관리와 시공 품질 향상에 활용할 수 있도록 하였다.

1. 서론

지하 관로용 자재(이하 관자재로 칭함)는 재료 및 제조 방법, 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, 통신용으로 주로 사용되는 관자재는 내경 100mm인 PVC관과 FC관 및 내경 50mm인 FC관이 있다. 이들 관자재는 형태 및 재료, 요구 기준(표-1)이 다름에도 불구하고 경제적인 이유 등으로 인해 동일한 용도로 사용되고 있어, 통신 케이블을 안전하고 원활하게 수용할 수 있는 관로를 시공하기 위해서는 품질 확보가 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

구 분		100PVC	100FC	50FC
물성치	두께 (mm)	5.5+1.0	5.5+1.0	4.1+0.8
	참고무게 (g/m)	-	2,120	860
품질성능	5% 변형하중	105	80	60
	100% 변형하중	580	550	260
	충격시험	-	파열되지 않음	파열되지 않음

<표-1> 관자재 시험 기준

사용 목적에 부합되는 관자재의 품질을 판단하는 시험 항목으로는, 물성치(두께, 무게)와 품질 성능(편평시험, 충격시험)을 주로 사용하고 있다. 물성치는 관로 시공 현장에서 쉽게 측정할 수 있을 뿐 아니라, 품질 성능에도 직접적인 영향을 미치는 인자이다. 품질 성능(5% 및 100% 변형하중)은 관로의 시공 품질 및 케이블 포설을 위한 적정 단면을 확보할 수 있는 관로 수준을 평가하는데 있어 필요한 인자들이며, 특히 5% 변형하중은 관로 시공 품질을 측정하는 맨드릴 선통시험에 가장 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 가급적 표준오차를 줄이기 위해 2005년도(8개사 102개 시료) 및 2006년도(6개사 252개 시료)의 실험 결과를 종합하여, 관중 별로 물성치와 품질 성능 항목들에 대한 상관성 분석을 하였다. 각 항목별 조합에 따라 물성치와 품질 성능 사이에 상관성이 높은 인자들을 도출함으로써, 관로 시공 현장에서 관자재의 물성치만으로 품질 수준을 확인함은 물론, 관로 시공 품질을 높일 수 있는 객관적인 기준을 제시하고자 하였다.

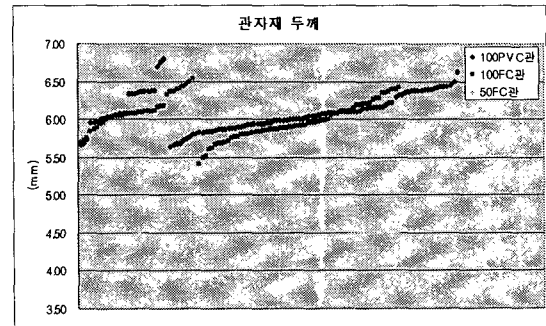
2. 관자재의 물성치 측정 결과

관자재의 물성치는 두께와 단위 길이당 무게가 있으며, 두께는 원주를 따라 4등분한 지점을 각각 측정한 후 평균한 값을 적용하였고, 길이 역시 4개소를 측정하여 평균한 후 단위 길이당 무게로 환산하여 적용하였다.

2.1 두께 측정

각 시료의 두께 측정값을 연도 별로 분류한 후, 크기에 따라 정렬하여 2005년, 2006년 순

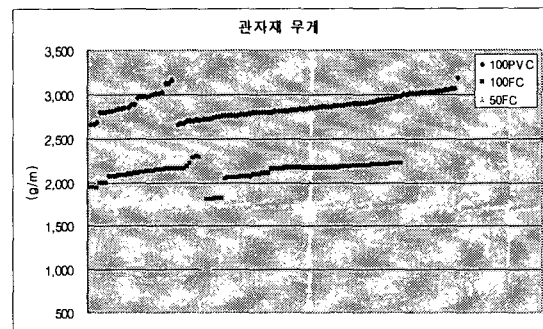
으로 나타낸 것이 <그림-1>이다.



<그림-1> 관자재의 두께 측정값

2.2 무게 측정

각 시료의 단위 길이당 무게 측정값을 연도 별로 분류한 후, 크기에 따라 정렬하여 2005년, 2006년 순으로 나타낸 것이 <그림-2>이다.



<그림-2> 관자재의 무게 측정값

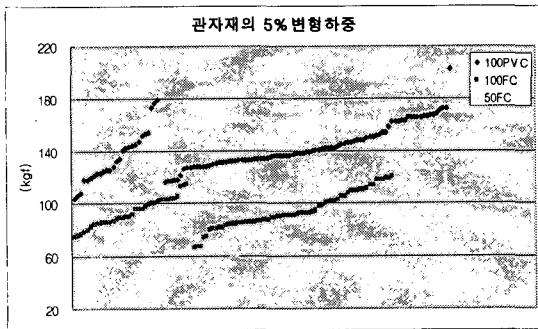
3. 관자재 품질 성능 결과

관자재의 품질 성능을 측정하는 항목에는 편평시험(5% 및 100% 변형 하중)과 충격시험이 있으며, 편평시험은 변위제어 방식의 하중 재하를 통해 관 내경이 5% 및 100% 변형할 때의 하중 값을 측정하였다. 충격시험은 낙추를 관중 별로 일정 높이에서 관자재에 자유 낙하시켜, 표면에 갈라진 금이 있거나 파열되었는지의 여

부를 확인하였다.

3.1 편평시험(5% 변형하중 측정)

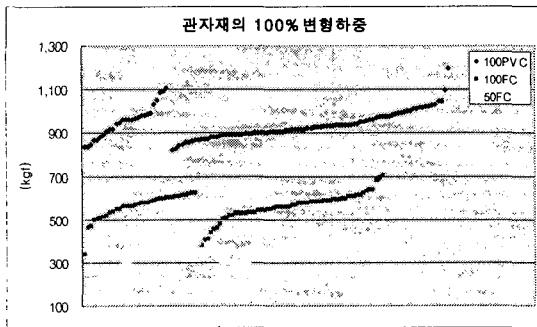
각 시료에 대한 5% 변형하중 측정값을 연도 별로 분류한 후, 크기에 따라 정렬하여 2005년, 2006년 순으로 나타낸 것이 <그림-3>이다.



<그림-3> 관자재의 5% 변형하중 측정값

3.2 편평시험(100% 변형하중 측정)

각 시료에 대한 100% 변형하중 측정값을 연도 별로 분류한 후, 크기에 따라 정렬하여 2005년, 2006년 순으로 나타낸 것이 <그림-4>이다.



<그림-4> 관자재의 100% 변형하중 측정값

3.3 충격시험

관종 별 충격시험 결과는 <표-2>와 같으며,

2005년과 2006년에 측정된 모든 시료들의 물 성치 및 변형하중의 중간 값을 기준으로 값의 크기에 따라 상하로 양분한 후, 항목 별 특성에 따라 각 시료들의 충격시험 결과를 집계하여 통 과율을 나타낸 것이다.

구 분		100PVC	100FC	50FC
두께	얇음	81.7	54.0	45.7
	두꺼움	82.5	81.6	45.6
무게	가벼움	78.0	50.0	44.9
	무거움	86.2	83.7	47.8
5% 변형 하중	작음	79.7	50.0	39.1
	큼	84.5	83.7	52.2
100% 변형 하중	작음	79.3	68.8	59.4
	큼	84.5	64.7	31.9

<표-2> 충격시험 통과율

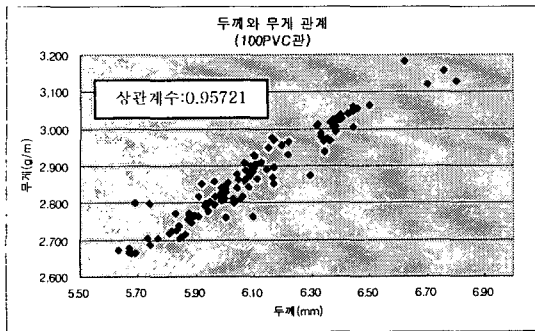
4. 물성치와 품질 성능간 상관성 분석

가급적 표준오차를 줄이기 위해 2005년과 2006년의 실험 결과를 종합하여 관종 별로 물 성치와 품질 성능간 상관성을 분석하였으며, 이를 바탕으로 상관성이 높은 인자들을 도출하여 현장에서의 품질관리에 적용코자 하였다.

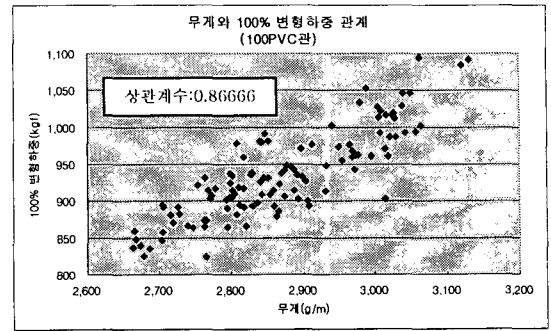
2005년과 2006년에 측정한 모든 시료에 대한 값을 분석 대상으로 하였으며, 상관계수가 0.85 이상인 경우 상관성이 비교적 높은 것으로 하였다.

4.1 PVC관(100mm)

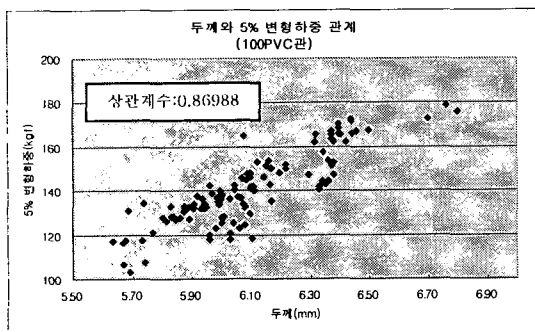
100mm PVC관에 대한 물성치와 품질 성능간 각 인자 별로 상관계수를 나타낸 것이 <그림-5>에서 <그림-10>이다.



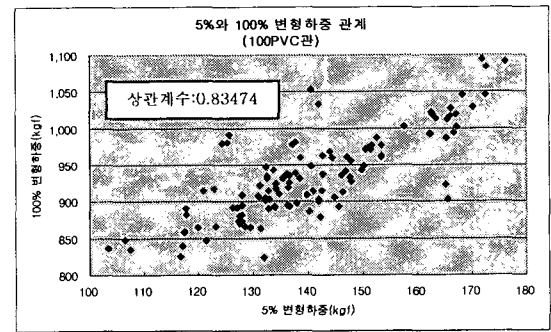
<그림-5> 100PVC관의 두께-무게 관계



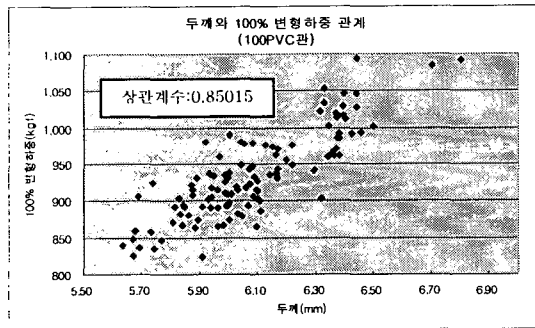
<그림-9> 100PVC관의 무게-100% 변형하중 관계



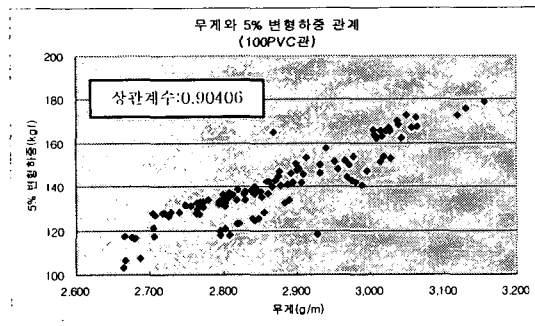
<그림-6> 100PVC관의 두께-5% 변형하중 관계



<그림-10> 100PVC관의 5%-100% 변형하중 관계



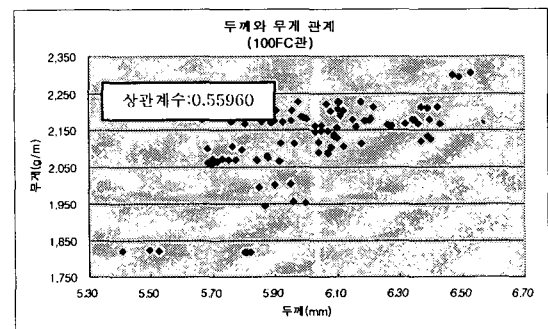
<그림-7> 100PVC관의 두께-100% 변형하중 관계



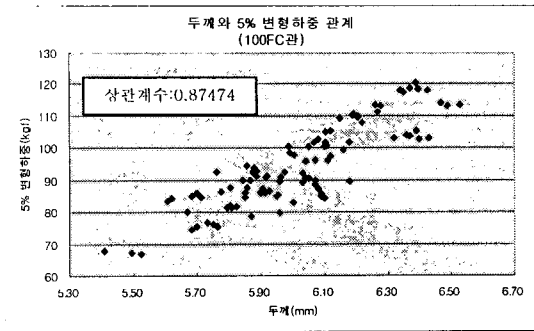
<그림-8> 100PVC관의 무게-5% 변형하중 관계

4.2 FC관(100mm)

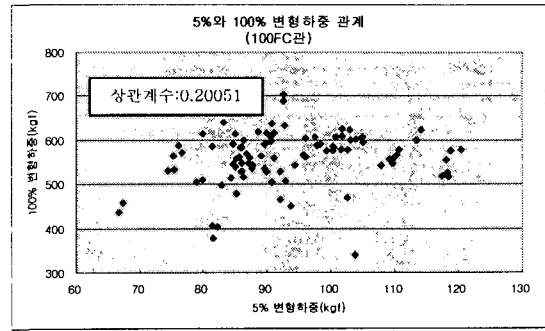
100mm FC관에 대한 물성치와 품질 성능간 각 인자 별로 상관계수를 나타낸 것이 <그림-11>에서 <그림-16>이다.



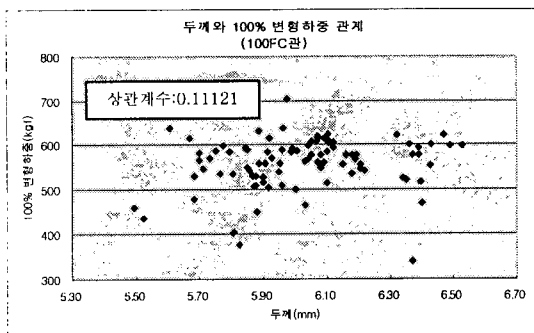
<그림-11> 100FC관의 두께-무게 관계



<그림-12> 100FC관의 두께-5% 변형하중 관계



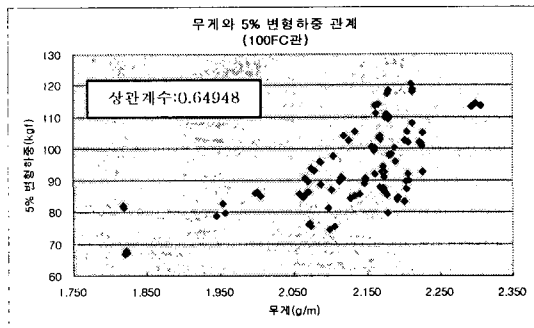
<그림-16> 100FC관의 5%-100% 변형하중 관계



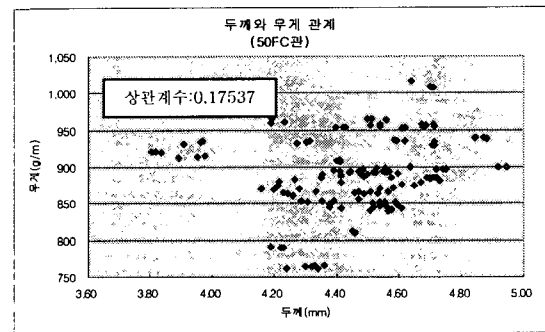
<그림-13> 100FC관의 두께-100% 변형하중 관계

4.3 FC관(50mm)

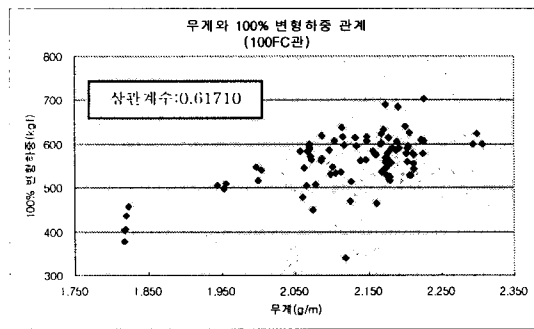
50mm FC관에 대한 물성치와 품질 성능간 각 인자 별로 상관계수를 나타낸 것이 <그림-17>에서 <그림-22>이다.



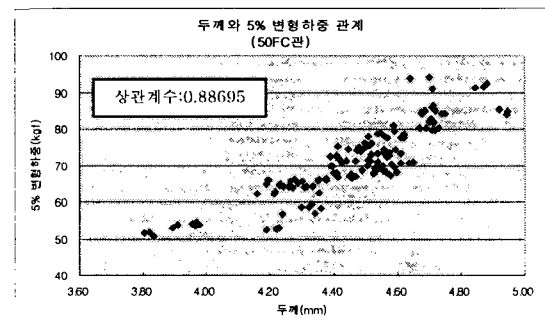
<그림-14> 100FC관의 무게-5% 변형하중 관계



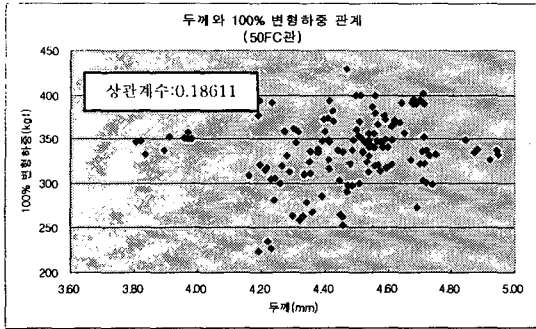
<그림-17> 50FC관의 두께-무게 관계



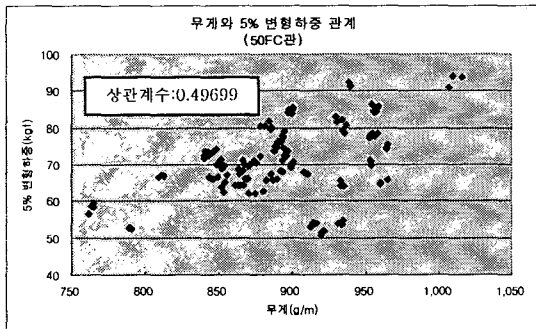
<그림-15> 100FC관의 무게-100% 변형하중 관계



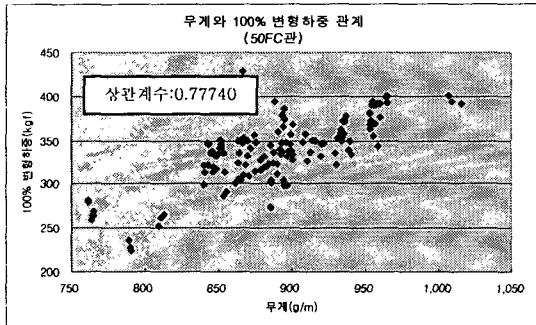
<그림-18> 50FC관의 두께-5% 변형하중 관계



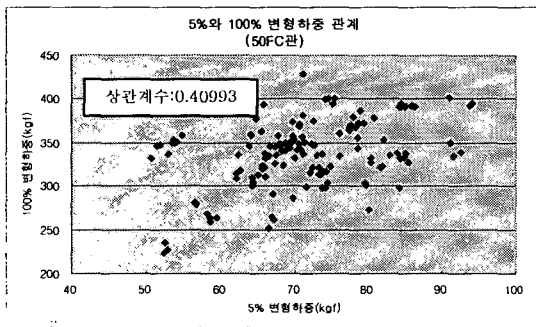
<그림-19> 50FC관의 두께-100% 변형하중 관계



<그림-20> 50FC관의 무게-5% 변형하중 관계



<그림-21> 50FC관의 무게-100% 변형하중 관계



<그림-22> 50FC관의 5%-100% 변형하중 관계

5. 결론

관종 별로 물성치와 품질 성능간 상관계수(r)가 0.85이상으로 비교적 높은 상관성을 나타내는 경우는 아래와 같다.

- 100mm PVC관
 - 두께와 5% 변형하중 (r=0.86988)
 - 두께와 100% 변형하중 (r=0.85015)
 - 무게와 5% 변형하중 (r=0.90406)
 - 무게와 100% 변형하중 (r=0.86666)
- 100mm FC관
 - 두께와 5% 변형하중 (r=0.87474)
- 50mm FC관
 - 두께와 5% 변형하중 (r=0.88695)

관로의 시공 품질 수준을 나타내는 방법으로 가장 많이 사용되는 것이 맨드릴 선통 시험이며 관자재의 품질 성능 중 5% 변형하중이 맨드릴 선통율에 가장 큰 영향을 미치는 항목이다. 따라서, 관로 시공 현장에서는 100mm PVC관은 두께 및 무게를 집중 관리하고, 100mm 및 50mm FC관은 두께를 집중 관리함으로써, 관자재의 품질 성능을 확인함은 물론, 관로 시공 품질을 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 판단된다