

선길이측정에 대한 연구

박호남, 리경일

선행연구[1, 2]에 의하면 송전선과 같은 대상들에 대한 선길이측정장치들은 모두 복잡하고 체적이 큰 결함을 가지고있다.

승강기 인양쇠바줄의 길이를 측정하는 경우에 그 측정정밀도에 대한 요구는 매우 높다. 이때에는 이송굴대에 경사지게 홈을 파고 인양쇠바줄의 꼬임선이 이 홈에 치차처럼 물려 돌아가면서 측정하게 되어있다. 쇠바줄의 경우에는 꼬임경사각과 굽기가 균등하므로 문제시될것이 없지만 송전선의 경우에는 이 조건이 만족되지 않으므로 이러한 장치로는 송전선길이를 정확히 측정할수 없다.

보통 전선공장에서는 원형굴대 2개로 선을 압착하고 당길 때 굴대의 회전수를 고려하여 송전선길이를 측정하고있다. 이러한 방법에 의해서는 길이측정에서 오차가 많이 발생하기때문에 세밀한 길이측정을 요구하는 대상들에는 적용할수 없다. 때문에 굴대로부터 선의 미끄러짐을 완전히 없애는것이 중요하다. 그러자면 송전선과 회전로라의 접촉면적을 될수록 크게 하여야 한다.

문에서는 회전로라에 송전선자름면의 반원이 되는 홈을 파고 회전로라를 지지점으로 하여 랑옆에서 올려미는 방법으로 송전선을 구부려 면접촉을 실현할수 있는 한가지 방안을 제기하였다.

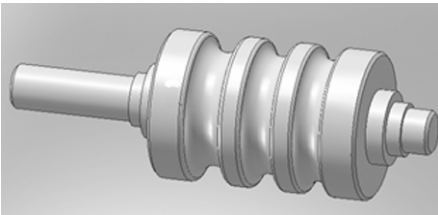


그림 1. 기본이송로라

선길이측정장치에 대한 기본이송로라는 그림 1과 같다. 실험에 의하면 측정장치에서 기본이송로라의 미끄럼계수는 0.55이며 장치가 동작상태에 있을 때 250N으로 끌면 송전선이 충분히 이송되었으나 기본이송로라를 고정시킨 상태에서는 500N이상으로 끌어도 전선은 전혀 움직이지 않았다. 즉 미끄러짐을 완전히

막을수 있었다.

선길이측정에서는 외부적조건에 따라서 선이 뒤로 갈수 있기때문에 전진뿐아니라 후진도 고려하여 장치를 설계제작하여야 한다. 이 문제를 해결하기 위하여 회전로라에 부호판을 설치하고 발광소자와 수감소자쌍 3개를 리용하였다.

선길이측정에 대한 요구를 만족시키는 회전부호판을 만들려면 수감소자들사이의 거리를 고려하여 회전부호판의 막힌 부분과 열린 부분을 설계하여야 한다.

수감소자들사이거리가 x mm라고 하면 회전부호판이 돌아갈 때 1개의 수감소자만이 열려야 하므로 빛의 회절을 고려하여 막힌 부분을 이 값보다 크게, 열린 부분은 두 수감소자사이의 거리를 고려하여 이 값보다 작게 설계하여야 한다.

우의 요구조건을 고려한 회전부호판은 그림 2와 같다.

발광소자는 측정시 동작상태에 있으며 부호판에 의한 빛의 차단과 열림에 의하여 수감소자가 동작하게 되어있다.

회전로라의 직경을 100mm로 할 때 한 회전에 대응한 선의 이송거리는 약 31.415 92cm이다.

선이 1s에 약 10m거리로 이송된다고 볼 때 회전로라는 약 30회 돌아가게 된다. 이때 회전부호판에 의하여 수감소자가 다음번 빛을 받아 동작하는데 걸린 시간은 다음과 같다.

$$\tau = \frac{\Delta l}{n\omega R} = \frac{\Delta l}{n2\pi\nu R}$$

여기서 n 은 이송로라의 회전수, ω 는 각진동수, R 는 회전부호판의 반경, Δl 은 막힌 부분의 거리이다.

해당한 값을 옷식에 넣고 계산하면 $\tau \approx 3 \cdot 10^{-5} \text{s}$ 이다.

따라서 수감소자의 주파수특성은 약 3MHz이상이어야 한다. 이와 같은 요구조건은 빛결합기의 수감소자이면 충분하다.

실제적으로 오실로그래프에 의한 수감소자의 동작과형을 관찰한데 의하면 회전부호판이 1s당 30회전 돌아갈 때 직각임펄스파형이 정확히 관측되었다.

우의 조건을 실현하기 위한 선길이측정장치의 조종회로블록도는 그림 3과 같다.

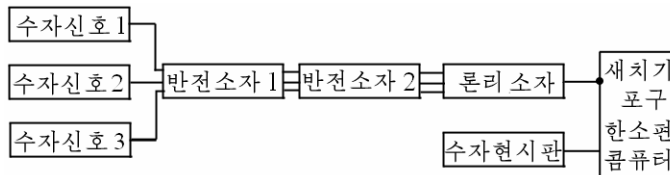


그림 3. 송전선길이측정장치의 조종회로블록도

그림 3에서 알수 있는바와 같이 빛수감소자신호들은 반전소자를 거쳐 논리적소자에 입력되며 여기서 출력된 신호는 한소편컴퓨터의 새치기포구에 들어간다. 회로를 이렇게 구성함으로써 임의의 1개 수감소자에 빛신호가 들어와도 새치기가 발생하여 한소편컴퓨터가 그것을 처리하도록 함으로써 수감소자신호를 하나도 놓치지 않고 모두 인식하여 그에 해당하는 연산, 논리조작을 진행할수 있게 하였다.

적외선발광소자와 수감소자로부터 빛수감신호를 얻기 위한 빛결합기는 그림 4와 같다.

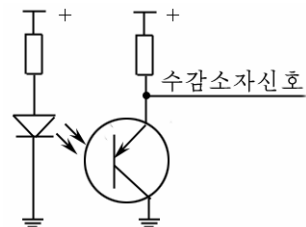


그림 4. 빛결합기

여기서 기본문제는 발광소자의 빛세기와 수감소자의 신호 준위를适当地 조절하여 정확한 수감신호를 얻어내는것이다.

제작한 장치와 작성한 프로그램의 특성으로부터 2개이상의 빛수감소자에 빛이 동시에 들어가면 한소편컴퓨터는 신호를 무시하게 되고 그로 인하여 빛수감부를 통과한 회전부호판의 실효개수를 정확히 계산할수 없다.

선길이측정장치에서 리용된 빛수감부들은 나란히 배열되어 있기때문에 수감소자의 시창들사이의 간격이 매우 좁다. 발광소자에서 나온 빛이 실효를 통과하면서 빛의 예돌이가 일어나기때문에 첫번째 빛결합기의 발광소자의 빛신호가 그에 대응한 빛수감소자뿐아니라 이웃한 다른 수감소자에도 입력되어 빛수감에서 오차를 가져올수 있다.

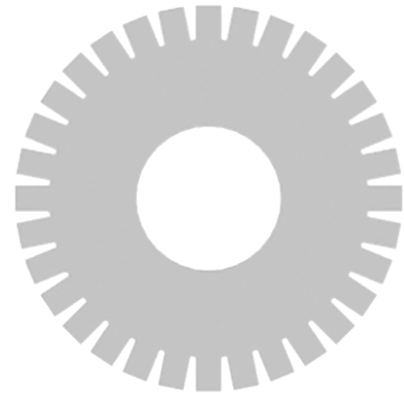


그림 2. 회전부호판

한편 이러한 현상을 막기 위하여 발광소자의 빛세기를 낮추는 경우 빛수감부의 감도를 높일수 없는 문제가 제기된다.

이로부터 발광소자의 빛세기를 높이면서 빛3극소자의 방사극저항을 조절하여 수감신호의 준위를 조절한 결과 빛수감소자의 감도를 그대로 유지하면서도 하나의 발광소자가 2개의 수감소자에 영향을 주어 반전소자에 동시에 2개의 빛수감신호가 입력되는 현상을 막을수 있게 하였다. 즉 하나의 발광소자가 그에 대응한 빛수감소자뿐만아니라 이웃한 수감소자에도 영향을 주어 신호가 발생하지만 반전소자의 기준준위에 비해볼 때 발광소자의 맞은편 수감소자상태는 1상태로 인식되고 이웃한 수감소자상태는 0상태로 인식되도록 하였다.

현시장치는 8조각발광소자 6개를 리용하였다.

따라서 이 측정장치로 측정할수 있는 최대거리는 9 999m이며 이때 현시장치의 마지막수자는 cm를 가리킨다. 만일 1 000m미만의 길이를 측정할 때에는 프로그램을 수정하여 현시장치의 마지막수자가 mm를 가리키게 할수 있다.

자름면면적이 120mm^2 인 선의 길이를 반복측정한데 의하면 1 000m를 측정하였을 때 측정불확정도는 7.8mm로서 1cm미만의 측정정확도로 측정되었다.

응용에서 주의할 점은 회전로라의 원둘레를 반영하는 $L=2\pi r$ 로 길이를 측정하기때문에 $\pi=3.141592\dots$ 라는 무리수가 길이측정에 리용되므로 비록 작은 오차이지만 회전로라가 수천번 돌아가면 오차가 쌓인다는것이다. 그러므로 100m이상 되는 실제길이를 측정하고 편차가 발생하면 프로그램적으로 수정하여 측정편차를 없애야 한다.

맺 는 말

론문에서 제기한 선길이측정원리를 리용하면 $\pm 1\text{cm}$ 이하의 정확도로 선길이를 측정할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Jian Qin et al.; IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 248, 012026, 2017.
- [2] Danilo Pinto Moreira de Souza et al.; Energies, 10, 1596, 2017.

주체107(2018)년 3월 5일 원고접수

On the Line Length Measurement

Pak Ho Nam, Ri Kyong Il

Utilizing principle of line length measurement proposed in the article, we can measure line length with accuracy less than $\pm 1\text{cm}$.

Key words: measurement roller, encoder, LED, light sensor