

HV CV 케이블의 SHRINK-BACK현상에 대한 고찰
 CONSIDERATION OF SHRINK-BACK FOR HV CV CABLE

김종원, 김학근*

태한전선(주)
 전력 기술부

J.W.KIM, H.K.KIM

TAIHAN ELECTRIC WIRE CO. LTD.
 ROWER CABLE ENGINEERING DEPT.

Abstract.

Recently, use of High Voltage cables with extruded insulation is increasing. Generally this polymeric insulation contains residual stresses.

The effect of internal residual stresses is the so-called shrink-back of the insulation.

If not controlled, these stresses may lead to problems during installation and service of the cables.

Therefore in this paper, the definition and cause of shrinkage are described and furthermore the influence due to shrink-back at cable joint-box.

I. 서론

최근 POLYMER를 이용하여 압출절연(EXTRUDED INSULATION) 방식으로 제조되는 HIGH VOLTAGE CABLE의 사용이 꾸준히 증가하고 있는 가운데, 이러한 POLYMERIC 절연체는 내부에 잔유응력(RE-SIDUAL STRESS)을 지니고 있다.

이 잔유응력은 공장에서 케이블을 제조하여 단말 처리를 한 후 공사 현장으로 출하하면 현장에서는 케이블을 포설한 다음 접속을 위하여 적당히 여척을 잘라낸다.

이때 자른 케이블의 단면이 시간이 경과함에 따라 절연체가 수축하여 마치 도체가 돌출되어 나온 것처럼 보이는 소위 SHRINK-BACK 이라는 케이블 축방향으로의 절연체 수축현상으로 나타난다.

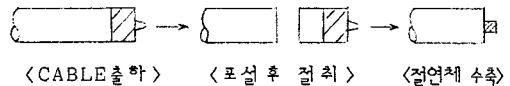


그림 1. CABLE의 SHRINK-BACK현상.

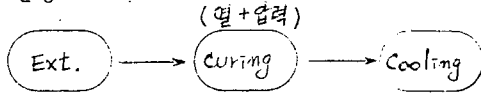
따라서, 본 REPORT에서는 이러한 SHRINK-BACK 현상에 대한 이론적인 고찰과 궁극적으로 는 케이블 접속부에서의 SHRINK-BACK으로 인한 문제점 발생여부에 대해 검토하였다.

II. 본론

1. SHRINK-BACK의 정의

열에 의하여 압출성형된 결정성 POLYMER를 강제 냉각 시킴으로서 생긴 잔유응력(잔유왜)

이 시간과 온도에 따라 점차완화되면서 수축하는 현상이다.



2. SHRINK-BACK의 발생원인

절연체 압출시의 잔유왜 혹은 잔유응력이다.
(압출성형후 열) + (냉각)

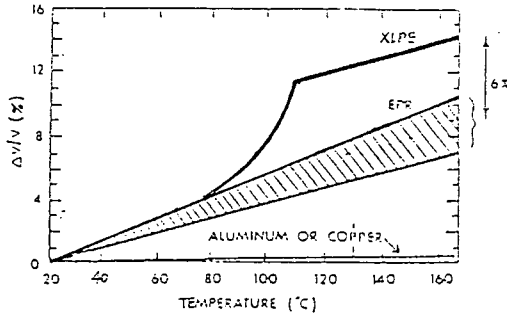
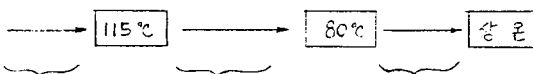


그림 2. XLPE의 비용적-온도특성

이 그림은 XLPE수치가 온도에 따라 팽창 혹은 수축하는 특성을 나타낸 곡선이다. XLPE가 냉각 즉, 수축하는 곡선으로 분석해보면,



• Gel 상태 • Gel 상태에서 결정화 되는상태 • 표재상태

로 되며 그림 2의 곡선에서와 같이 체적변화는 80°C 이하 및 115°C 이상에서는 적고, XLPE가 결정화 되는 약 115°C - 80°C 사이에서는 크다.

따라서, XLPE에 잔유응력이 생기지 않게 하려면 XLPE 결정화가 현저한 온도구간 (약 115°C - 80°C)에서는 서냉하면 되지만 실제케이블의 제조 공정에서는 급냉할수 밖에 없으므로 XLPE내에 잔유응력이 잔존하게 되는 것이다.

" Internal stresses in extruded insulation Originate from the cooling procedure during manufacturing.

Because relaxation times of an extruded polymer for cable application are by for larger than practically acceptable times, the limitation of the free thermal construction of the insulation is cause of residual stresses."

3. SHRINK-BACK과 온도특성

SHRINK-BACK의 상온과 고온에서의 특성변화를 그래프로 표시하면 그림 3과 같다.

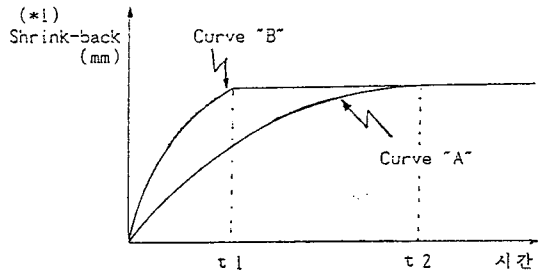


그림 3. SHRINK-BACK과 온도특성

. CURVE "A"; 상온에서 약 1주일 정도 방치하면 SHRINK-BACK이 거의 완료되고,

. CURVE "B"; 100°C 에서 3시간 가열하면 역시 대부분 완료된다. (*2)

- * 1. SHRINK-BACK의 크기는 케이블제조시 냉각속도 (COOLING SPEED) 등의 압출조건과 도체와 절연체간의 마찰력에 따라 크게 좌우된다.
- * 2. 가열온도와 시간은 케이블 메이커에 따라 약간의 차이가 있다.

4. 케이블 접속부에서의 SHRINK-BACK

1) 케이블 직선작업 (100°C × 약 3시간)에서 SHRINK-BACK은 거의 완료되며,

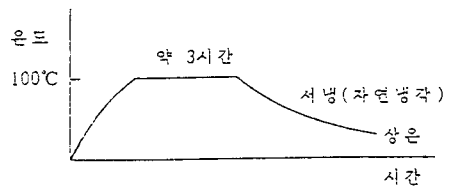
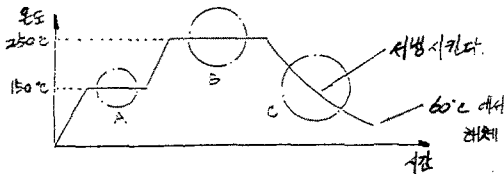
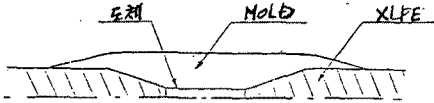


그림 4. 직선작업 PROFILE.

2) 또한, 접속상에서도 구조적으로 SHRINK-BACK에 대한 대책이 보완되어 있다.

(1) TMJ (TAPE MOLD JOINT)의 경우
접속형태가 MOLD타입이므로 XLPE와 일
체가 되어 SHRINK-BACK은 발생치 않는다.



• A 영역; 150℃ 약 2시간의 구간이며,
이때 TAPE들 사이의 VOID혹은 기포가 제거되며
일부가 고가 진행된다.

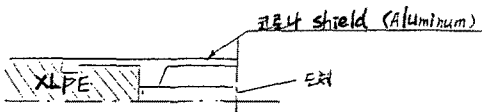
• B 영역; 250℃ 약 3시간의 구간이며 가
고 진행이 완료된다.

• C 영역; 250℃에서 60℃까지 자연냉각
을 시키는데 (약 6시간 소요) 그사이의 약 120℃-
80℃ 구간에서 남은 SHRINK-BACK이 완료된다고
본다.

(2) PJ (PRE-FAB. JOINT)의 경우

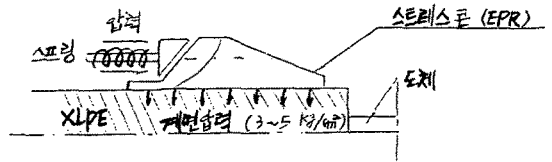
TMJ와는 달리 미리 MOLD된 조립식 JOINT이므
로 다음과 같은 내부구조로서 SHRINK-BACK에 대
한 대책이 고려되어 있다.

가. TYPE I: AL으로 된 코로나 SHIELD
가 양쪽의 XLPE절연체를 수축하지 못하게 잡고 있
다.



나. TYPE II: 스프링의 압축력을 받고 있
는 STRESS-CONE이 약 3-5KG/CM²의 계면압력

을 XLPE절연체에 가해주고 있다.



III. 결 론

1. 압출접연방식의 케이블은 이미 제조과정에서
절연체 내부의 잔유응력으로 인하여 SHRINK-BACK
의 요인을 지니고 있다.

2. SHRINK-BACK은 제조시에는 CONTROL이
곤란하여 접속부 조립시 직선작업에 의해 SHRI-
NKAGE를 촉진시켜 해결하며,

3. 아울러 접속상에서도 SHRINK-BACK에 대한
구조적 보완이 되어 있어 케이블 접속부에서의 SH-
RINK-BACK으로 인한 문제점은 없다고 본다.

<참고자료>

1. Kabelitens No. 157 (Union Carbide Co.)
2. Thermomechanical stresses in extruded HV
cables (CIGRE REPORT, 1986)
3. Residual stresses in polymer's
(Polymer Engineering and Science, Jan.
1982. Vol.22)