

배전용 폴리머 라인 포스트 애자 금형의 불량과 대책에 관한 연구

김세환 · 최계광[†]

공주대학교 금형설계공학과

A study on the defects of molds for distribution polymer line post insulators and problem-solving measures

Sei-hwan Kim · Kye-kwang Choi[†]

Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju National University

Abstract : In this study, an injection mold is made to produce polymer line post insulators. FRP (fiber reinforced plastics) is covered by silicone housing. In injection molding process, chances for offcenter are 60 percent. Given the structure of the product, offcenter occurs owing to the imbalances in positions of gates and improper -designs of cores and jigs. This study focuses on mold modifications and improvements.

Key Words : polymer line post, housing, injection molding, mold design changes

1. 서 론

폴리머 라인포스트 애자는 기존 송전용 현수애자와 철재암을 대체할 수 있는 기능성이 높은 제품이다. 이 제품은 폴리머절연암을 이용한 송전용 설계로 무게가 가볍고 크기가 작으며 경과지 소요가 적다는 점이 가장 큰 특징이다. 특히 사용 중인 타워를 이용해 높은 전압으로 승압송전을 할 수 있어 송전용량 증가에 용이한 것은 물론 효율성과 경제성도 뛰어나다. 또 고강도와 절연성능이 우수해 기존 철타도 철재암과 자기재 현수애자를 대체해 유지보수와 설치가 용이하다는 장점을 가지고 있다. 가공 배전선로(ACSR-OC)에 사용되는 폴리머 라인포스트 애자는 내충격성이 우수해 운반과 이동시 부주의에 의한 파손 방지와 외피재 발수성이 우수하며 가공 배전선로에 사용되는 폴리머 현수애자도 자기 세정능력이 우수하고 무게가 가벼워 시공이

용이하다. 배전선로에서 주상변압기에 단자 보호와 절연을 유지하는 폴리머 부싱은 누유현상 방지, 자기세정 능력이 우수해 전력손실 저감 효과가 뛰어난 특징을 가지고 있다.

한국전력공사의 배전선로에는 porcelain 재질의 Line Post 애자가 설치되어 있으나, porcelain Line Post 애자 제품의 노후화로 제품 철거를 진행하고 있으며, 교체 품으로 취성이 높은 자기재질을 전기적 절연특성 및 기계적 강도가 우수한 Polymer 재질의 애자를 2007년 한전표준 규격이 제정되어 교체를 진행하고 있다. 한전표준규격의 제정으로 인해 국내 절연물 제조업체에서 Polymer 재질의 Line Post 애자 생산을 진행하고 있지만, 한전표준규격에서 제정된 제품의 특성상 금형구조의 애로점으로 인한 어려움을 호소하고 있는 실정이다. 국외 많은 국가의 배전선로는 나 전선을 사용하고 있어 애자 양쪽에 금속 금구를 적용하여 쉽게 Polymer 재질의 Line Post 애자를 생산할 수 있지만, 국내의 한전 선로는 피복전선을 사용하여 전선을 바인드선에 고정하는 애자의 상부 부분이 반드시 절연부로 이루어져야

[†] To whom correspondence should be addressed.
ckkwang@kongju.ac.kr
접수 : 2012. 07. 12. 채택 : 2012. 11. 23.

하는 것이 한전표준규격에 적용되어 있어, 제품 사출생산을 할 경우 제품의 구조상 Injection 금형에서 제품의 한쪽을 취부 하여 사출생산을 하기 때문에 편심이 발생되므로 금형의 수정 또는 변경이 필요한 실정이다.

2. 본 론

2.1. 문제점 도출

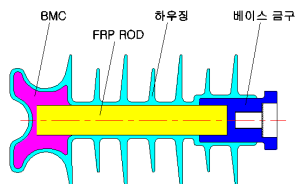
폴리머 라인 포스트(Polymer Line Post : 피복전선 지지애자) 애자를 생산하기 위하여 사출성형용 금형을 제작 하였다. 성형과정은 FRP 심재에 실리콘(Silicone) 재질의 하우징(Housing)을 성형하는 프로세스 이다. 그런데 사출성형 과정에서 하우징에 편심이 발생되는 불량이 60% 정도 이다. 이는 제품(PL)의 구조상 사출성형금형에서 게이트 위치의 언밸런스와 코어와 지그의 설치에서 위치결정장치 등의 설계미스로 발생하는 편심 현상 이므로 금형설계 변경에 따른 금형의 수정 보완이 요망 된다.

2.2. 문제점 도출에 대한 대책

- 1) 양단 취부형태의 금형 수정 보완
- 2) 사출성형에서의 소재흐름의 최적화를 위한 몰드플로를 사용한 유동해석
- 3) 코어 취부를 위한 지그 수정 보완

2.3. 기술지원내용

2.3.1. 제품 구성도



내부구조

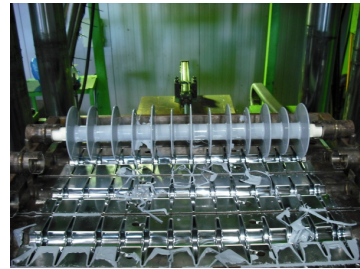


배전용 폴리머 라인포스트 애자

Fig. 1. The internal structure of the line post insulators and photos

2.3.2. 불량원인 분석

기존 제품은 FRP 심재의 양단 취부 형태의 금형 구조인 반면, 폴리머 라인 포스트 애자 금형은 1방향 취부형태의 구조로서 하우징 사출성형시 발생하는 사출압력 및 취부형태의 언밸런스 등으로 인하여 일정한 인젝션이 되지 않으므로 편심 발생



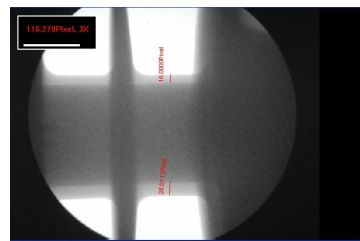
사출금형에서의 취부형태(기존제품)



배전용 폴리머 라인포스트애자(개선 전)



편심발생(Housing 단면)



비파괴 검사

Fig. 2. defective cause analysis

2.3.3. 원인분석에 대한 대책

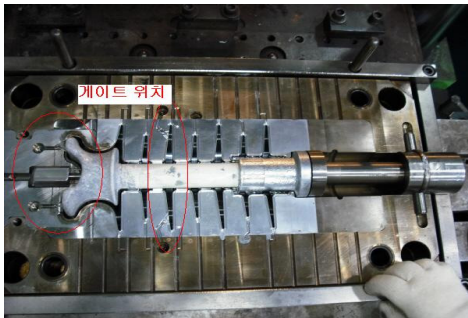
- 1) 양단 취부 형태의 금형구조 수정 보완 설계변경
- 2) BMC 마감처리를 위한 IN/OUT의 핀 작동 도입
- 3) 몰드플로를 이용한 CAE
- 4) 코어 취부를 위한 지그 개조

2.3.4. 대책에 대한 1차 결과

1방향 취부형태의 금형을 양단 취부 구조로 변경하여 하우징을 시사출 하였던 바 편심발생에 대한 불량률 60%에서 10% 정도 감소되었으므로 실패로 판단되었다.

실패 원인은,

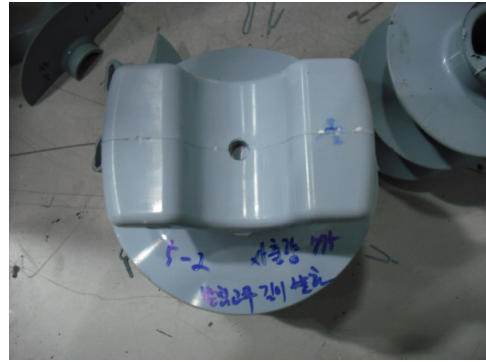
- 1) BMC에 설치한 핀이 일정하게 IN/OUT 작동이 안 되고 있었다.
- 2) CAE 결과 실리콘 원료의 흐름은 균일 하였지만, 샤프드(Shads)에 위치한 게이트의 원료 공급량이 많아 BMC에 밀려나는 현상이 발생 됨
- 3) 코어 취부를 위한 지그 개조를 하였으나 조립시 위치결정이 잘 되지 않았음



변경된 Housing 사출 금형과 CORE 취부 지그



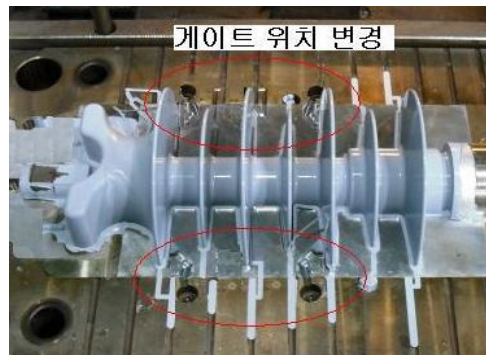
BMC 밀림 발생



Pin의 불규칙한 IN/OUT
Fig. 3. Measures after bad

2.3.5. 1차 결과에 대한 수정보완

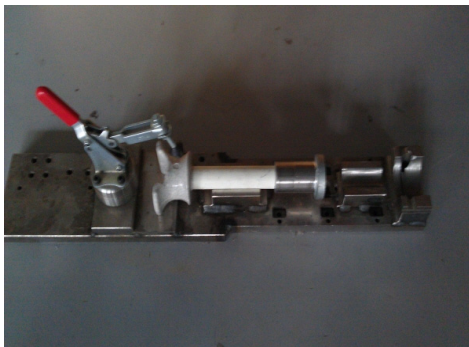
- 1) 게이트 위치에 대한 유동해석을 재실시하여 게이트위치 분산 및 설치 위치를 변경하였다
- 2) 코어 취부를 위한 지그 조립시 위치결정에 세심한 노력과 주의하여 조립 완료하여 시사출한 결과는 다음과 같다.
 - (1) BMC 위치에 설치한 핀 옆의 게이트를 위치 변경시켜 원료가 이동하면서 핀의 아웃다임을 낮게 조정 시키므로 편심현상을 방지하게 되었다
 - (2) 하우징 중간의 게이트를 분산시켜 사출압력을 낮추어 조정 하였더니 BMC의 밀림현상을 방지할 수 있었다
 - (3) 코어 조립에서 뒤틀림 및 위치결정 등 정밀한 조립이 어려웠으나 조립용 지그를 제작하여 사용한 결과 정확한 위치결정을 하게 되었다



Housing 사출 금형의 게이트 위치 변경



금형의 CORE 취부 지그



CORE와 취부지그를 조립하기 위한 지그
Fig. 4. Revise the results on the primary results

3. 지원성과

3.1. 기술적 성과

- 1) 사출성형에서 원료 유동에 대한 기술 습득
- 2) 금형부품 조립시 위치결정의 중요성 인식
- 3) 캐비티 안의 FRP 위치결정의 정확도에 따라 하우징의 편심 불량과 깊은 연계성 있음을 숙지하게 됨

3.2. 경제적 성과

배전용 폴리머 라인 포스트 애자의 사출성형에서 하우징에 발생 되었던 60%의 편심 불량률을 2%까지 감소하게 되었다.

따라서 공정 감소, 생산성 향상, 품질 향상, 불량률 감소, 원가 절감, 폐기물의 유해환경성 저하, 국내·외 판매시장 확대, 매출 신장 등의 경제적인 발전을 얻게 되었다

3.3. 기타 성과

한국전력공사의 배전선로 전주에 설치되어 있어서 선로를 지지하는 porcelain 재질의 라인 포스트

애자가 제품의 노후화로 인하여 silicone 재질의 폴리머 라인 포스트 애자로 교체를 진행하고 있으므로 금형을 제작하여 생산한 결과 60%의 불량률 때문에 생산에 많은 어려움을 겪고 있었던 바, 기술지원과 자금을 지원 받아 해결하게 되었다.

특히 외국의 여러 나라 특성에 맞게 본 제품과 금형구조를 머디파이하여 바이어들과 수출 상담을 진행 하였으며, 북미 및 서남아시아에서는 제품의 우수성을 인정받아 수출을 위한 협약이 진행 중에 있다.

4. 결론

배전용 폴리머 라인 포스트 애자 금형의 불량과 대책에 대하여 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 폴리머 라인 포스트 애자 금형은 1방향 취부형태의 구조로서 하우징 사출성형시 발생하는 사출압력 및 취부형태의 언밸런스 등으로 인하여 일정한 인젝션이 되지 않으므로 편심이 발생하였다.
- 2) 1방향 취부형태의 금형을 양단 취부 구조로 변경하여 하우징을 시사출 하였던 바 편심발생에 대한 불량률 60%에서 10% 정도 감소되었으므로 실패로 판단되었다.
- 3) 게이트 위치에 대한 유동해석을 재실시하여 게이트 위치 분산 및 설치 위치를 변경하고, 사출압력을 낮추어 조정 하였더니 BMC의 밀림현상을 방지할 수 있었다.
- 4) 배전용 폴리머 라인 포스트 애자의 사출성형에서 하우징에 발생 되었던 60%의 편심 불량률을 2%까지 감소하게 되었다.

후 기

본 연구는 지식경제부 지원 광역경제권연계협력사업 공주대학교 금형 및 열처리기술 지원사업단의 지원에 의해 구주기술주식회사에 기술지원한 것입니다

참고문헌

- 1) 매일경제 경제, “티와이테크, 고전압 송전효과 좋아져”, 매일경제, 2007. 7.
- 2) 매일경제 경제, “태양산업, 실리콘재료로 변압기

- 보호 ”, 매일경제, 2006. 9.
- 3) 정정수, “배전선로의 케이블 지지용 라인포스트 애자”, 한국특허정보원, 2008.
 - 4) 김평중, “내외혼 삽입내장형 폴리머 라인포스트 애자”, 한국특허정보원, 2007.
 - 5) 송홍준, “배전선로의 전기케이블 지지용 라인포스트 애자의 제조방법”, 한국특허정보원, 2007.
 - 6) 공주대학교 산학협력단, “New IT부품과 부품산업용 금형 및 열처리기술지원 사업에 관한 보고서, 2011.