

이구스, 체인플렉스 케이블 개발과 테스트를 통해 업계의 벤치마크로 자리잡다

에너지체인과 케이블 – 이들의 관계가 항상 조화로웠던 것은 아니다. 1980년대 후반, “유연성” 또는 “체인 적합성” 이라는 케이블을 실제로 에너지체인에 사용하면 케이블의 손상이 더 자주 발생했다. 가속화되는 자동화 창고 물류 시스템에서 케이블은 “콕 스크류(Cork Screw)” 현상을 보이며 결국 기계 및 장비의 다운타임을 초래했다. 이를 막기 위해 수많은 케이블 공급업체가 노력했지만 지속적인 성공으로 이어지진 않았다. 약 25년 전, 이는 igus GmbH (이하: 이구스)가 독자적인 케이블 공급업체로 출발하는 신호가 되었고, 이구스는 그 이후로 오랜 시간 케이블 시장에서 벤치마크로 자리를 잡아왔다.

케이블 전문가 이구스는 기존 케이블의 심선 구조와는 다른 번들형 편조 구조에서 새로운 솔루션을 찾았다. 번들형 편조는 오늘날에도 자주 사용되는 일반 레이어형 케이블 구조와는 그 개념이 확연히 다르다. 레이어형은 심선들이 케이블 중심을 여러 층으로 감싸고 있으며, 레이어(층) 사이의 빈 공간에는 보통 필름 또는 폴리스가 채워져있다. 이러한 제조 방식은 비용 효율적이긴 하지만 에너지체인이 움직일 때마다 체인 반경의 심선들이 높은 인장력과 압축력에 노출된다는 단점이 있다. 특히 장거리 이동, 글라이딩 모션, 심선 수가 많은 케이블의 경우, 이러한 힘이 심선에 크게 영향을 미쳐 결국에는 “콕 스크류”와 같은 케이블 손상이 발생한다.

더욱 탄력적인 이구스 번들형 편조

전문가 칼럼

이구스가 chainflex (이하: 체인플렉스) 케이블에 사용하는 번들형 편조 방식은 앞에서 언급한 레이어 방식과는 완전히 다르다. 예를 들어 18 코어 체인플렉스 케이블의 경우, 앞에서 언급한 것처럼 전체 코어를 하나씩 포개어 여러 층으로 감지 않고 처음부터 3가닥씩 번들 구조로 감는다. 그 후에 3가닥씩 구성된 6개의 번들을 다시 엮어 완전한 케이블을 형성한다. 번들형 편조의 심선은 움직이는 체인의 반경에서도 과도한 인장 응력을 받지 않게 된다. 특히 중요한 점은 전체 편조 구조가 충실 압출형 내피와 외피의 서포트를 받는다는 것이다. 심선 사이의 공간이 자켓 재질로 완전히 채워져 있기 때문에 심선의 꼬임이 풀어지지 않는다.

비틀림(토션)과 같이 격렬한 모션에는 또 다른 케이블 디자인을 사용한다. 주로 산업용 로봇과 다축 모션에 사용하는 이른바 체인플렉스 "로봇" 케이블은 극심한 굽힘(구부러짐)과 비틀림 모션에서 손상 없이 이를 유연하게 대응할 수 있어야만 한다. 이는 케이블이 더 많이 구부러질수록, 대응 가능한 스트레스(응력) 한계에 가까워질수록 비틀기가 더욱 어려워지기 때문이다. 특수 실드 구조와 외피 재질 역시 케이블의 내구성을 최적화하는 데에 도움을 준다. 비틀림 응력에서 수백만 사이클 후에도 계속 올바르게 기능하려면 로봇 케이블에는 힘 보정 요소, 느슨한 스트랜딩 요소, 서로 다른 미끄럼면과 완전히 다른 실드 개념이 필요하다. 로봇 기술에 사용하는 케이블은 로봇의 움직임에 따라 이동 방향을 반복적으로 변경해야 하기 때문이다. 예를 들어 편조 구조의 직경은 비틀림 각도에 따라 변할 수 있다. 실드형 케이블에 대한 요구사항은 특히 더 까다롭다. 이구스는 실드 와이어에 작용하는 힘을 완화하고 전체 편조 구조와 외피에 상응하여 실드가 자유롭게 움직일 수 있도록 실드의 상하에

전문가 칼럼

슬라이딩 요소를 둔다. 이 "soft" 구조 방식을 통해 전체 케이블 이동에 필요한 자유로움을 제공하고, 케이블에 작용하는 인장력과 압축력을 줄여 조기 도체 손상으로 인한 기계의 다운타임을 방지한다. "CFROBOT" 체인플렉스 시리즈는 최대 +/- 180°/m 적용 가능하며, 이구스는 최소 5 백만 사이클 또는 36 개월 중 먼저 도래하는 만큼의 사용 수명을 보장한다.

모든 차이를 만들어내는 올바른 재질

케이블 편조 구조만큼이나 중요한 것이 올바른 절연재질과 외피재질이다. 이구스는 모든 구성품을 제조하고 테스트한다. 따라서 최적의 에너지체인-케이블 조합으로 가장 긴 사용 수명을 제공 가능하다. 여러 가지 테스트에서 인상적이었던 것은 재질 자체는 물론 재질간 상호 의존도에 대해 얻은 지식이다. 지속적으로 성장 중인 이구스 시험 연구실의 테스트에서 분명한 것은 "플라스틱+케이블" 조합이 체인 안에서의 긴 수명을 위한 성공 열쇠였다는 것이다. "긴 수명을 위한 플라스틱" 콘셉트를 추구하는 플라스틱 전문가 이구스는 케이블과 에너지체인에 사용되어 서로 지속적으로 접촉하는 플라스틱의 기능 향상과 비교에 집중했다. 이는 온도, 매체, 방사 가능성 등의 외부 요소와 함께 체인과 케이블의 상호 작용에서 중심적인 역할을 한다.

반복적인 테스트 - 왜 다른 테스트 방식은 부적절한가

가동형 케이블을 위한 규정과 표준은 과거에도 있었고 지금도 있다. 그러나 실제로 에너지체인에 사용하도록 규정한 케이블에 적합한 국가 표준과 국제 표준은 물론 관련 테스트는 없다. 그래서 이구스는 지난 수십 년간 케이블 디자인, 재질 테스트 및 평가와 관련된 자체 표준을 개발해왔다. 이러한 노력은

전문가 칼럼

에너지체인의 내구성을 보장하는 데에 결정적인 역할을 한다. 케이블 산업에는 각기 다른 표준 기관이 발표해온 테스트 방식들이 있지만 이들은 너무나 일반적이어서 에너지체인 내 지속적인 모션 적용과 같이 구체적인 요구사항을 대응하지 못하기 때문이다. VDE 굽힘 피로 테스트와 마모 테스트도 체인-케이블 조합에 대한 요구사항을 만족하지 못한다. 굽힘 사이클 테스트의 경우 케이블의 모션은 에너지체인 내부에서와는 완전히 다르다. 이러한 요구사항을 충족해온 수많은 케이블 디자인은 이구스 표준에 따라 진행한 무빙 에너지체인 테스트에서 매우 빠른 시간 안에 실패했다.

바늘, 사포 또는 면도날을 기반으로 재질의 마모도를 정의하는 표준 마모 테스트가 일반적인 조건에는 매우 적합할 지도 모른다. 바늘 등에 압력을 가해 외피의 표면을 긁으면 케이블에는 마모가 발생한다. 그러나 일반적으로 에너지체인 내부에서 사포나 면도날을 찾아볼 수 없듯이 이 테스트에서는 에너지체인과 접촉하는 외피 재질의 내구성에 대해서 아무것도 알 수 없다. 중요한 것은 두 개의 글라이딩 파트너, 즉 체인과 케이블의 재질을 서로 테스트하고 매치하는 것이다.

가스, 물 등의 매체는 물론 사용 온도 역시 지속적으로 움직이는 가동형 케이블의 외피 재질 개발 및 테스트에서 중요한 역할을 한다. 예를 들어 케이블 산업에서는 가동형 케이블의 저온 유연성을 정의하기 위해 EN 60811-504 저온 굽힘 테스트를 사용한다. 케이블 직경에 따라 맨드릴 직경을 조정하고 케이블을 맨드릴에 감아 일정 온도까지 냉각한다. 케이블이 테스트 온도에 도달하면 맨드릴에서 케이블을 풀어낸다. 이 때 눈에 보이는 외피 균열이

전문가 칼럼

없다면 케이블은 테스트를 통과한 것으로 간주되고, 테스트를 통과한 외피 재질은 해당 테스트 온도에서 사용할 수 있는 것으로 여겨진다.

저온 룸에서 진행되는 실제 테스트 방식

하지만 이는 에너지체인 내 실제 조건을 반영한 것이 아니다. 실제 환경을 시뮬레이션한 실용적인 테스트를 창안하는 것이 중요하다. 이구스 테스트는 케이블을 맨드릴에 한 번 감아 테스트 온도까지 냉각하여 한 번만 움직이는 앞의 방법과는 다르다. 테스트 목적에 따라 -40°C ~ $+60^{\circ}\text{C}$ 공조 컨테이너에서 실제와 동일한 에너지체인에 케이블을 포설하여 이를 지속적으로 움직이며 테스트한다. 단 한 번으로 끝내지 않고 수백만 번 진행한다. 온도 응력과 지속적인 굽힘 응력이 결합된 모진 테스트에서 외피 균열이 없어야 케이블은 테스트를 통과한 것으로 간주된다.

다양한 재질과 기타 가능한 “체인 적합성” 케이블로 저온 룸에서 대규모 테스트를 진행하는 동안 다음의 사실을 알아냈다. 현재 시장에서 이용 가능한 어떠한 혼합물도, 심지어 PUR 조차 카탈로그 또는 데이터시트에 명시된 온도에서 에너지체인 내 지속적인 모션을 견디지 못한다는 것이다.

이구스는 케이블 업계 최초로 다음의 세가지 조건에 따라 케이블의 곡률 반경과 사용 온도를 정의했다. 첫째 고정하여 사용하는 비가동형 케이블, 둘째 VDE/IEC 표준을 따르는 유연성 가동형 케이블, 마지막으로 에너지체인 내부에서 사용하는 가동형 케이블이다. 확실한 것은 실제 조건과 동일하게

전문가 칼럼

진행한 장기간의 테스트만이 에너지체인 내부에 사용하는 케이블의 사용 수명에 대해 신뢰할 수 있는 정보를 제공한다는 것이다.

상황 예측 - 이구스 시험 연구실

모든 제품의 사용 수명을 믿고 예측할 수 있도록 에너지체인용 가동형 케이블 전문가는 이를 위한 동종 업계 최대 2,750 m² 규모의 시험 연구실을 운영한다. 신뢰성은 실제 작업 조건과 일치하는 시뮬레이션에 달려있기 때문에 65 종의 테스트 장치에서 다양한 이동거리, 가속도, 기후 조건을 통해 제품의 복원력과 하중 수용력 등을 테스트한다. 크레인 등에 사용하는 대형 에너지체인 시스템은 최대 이동거리 240 m 의 실외 테스트 공간에서 테스트 가능하다. 이곳에서 이미 이동속도 4 m/s, 충전 중량 8 kg/m, 총 이동거리 25,000 km 이상의 테스트를 성공적으로 마쳤다.

다양한 실험을 통해 얻은 데이터는 그 자체로 끝나지 않는다. 케이블 디자인 및 제조 절차를 지속적으로 개선하는 데 사용된다. 그렇다면 고객의 혜택은 무엇일까? 당연히 선정된 케이블이 실제 어플리케이션에서도 문제 없이 기능하는 것이다. 이구스는 지난 25년 이상 진행해온 수많은 테스트를 통해 체인플렉스 케이블의 사용 수명을 최대 36개월 또는 1천만 스트로크까지 보장한다.

이구스는 지속적으로 신제품을 개발하고 테스트하며 자체 제조 공정을 모니터링 한다. 특정 알고리즘에 따라 생산 중인 케이블을 배치테스트에서 평가하는데, 이는 제조된 모든 케이블의 20% 이상에 해당한다. 배치

전문가 칼럼

테스트에는 에너지체인 내 모션 테스트와 그 후 전체적인 케이블 구조 분석이 포함된다. 이를 통해 서서히 진행되면서 케이블의 굽힘 행동에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 제조 상의 오류가 발생하지 않도록 방지한다. 이구스의 모든 케이블은 배치 번호를 기반으로 확인 가능하기 때문에 필요한 경우 특정 고객에게 공급한 제품을 회수 가능하다. 체인플렉스 케이블은 배치 테스트 하나만으로도 연간 2억 5천만 사이클 이상을 수행하며, 업계에서는 유일하다.

도체 결함을 방지하는 "AutΩMeS" 시스템

테스트 또는 실제 사용 중에 케이블이 손상되었다는 사실이 케이블 디자인 개선 여부를 결정하는 지표는 아니다. 케이블이 손상되기 시작했음을 빨리 아는 것이 중요하다. 즉, 결함 때문에 실제로 손상이 발생하기 전에 케이블이 언제 피로 징후를 보이기 시작했는지 알아야 한다. 이것이 추후 조사에서 원인 방지 방법을 찾을 수 있는 유일한 길이다. 이구스는 연간 140만 회 이상에 달하는 엄청난 양의 측정 데이터를 기록하기 위해 "AutΩMeS" 시스템을 개발했다. 이는 다양한 테스트 장비에 따라 모듈형으로 조정 가능한 완전 자동 측정 시스템으로 하루 24시간, 1년 365일 끊임 없이 케이블의 전기적 특성을 모니터링 하여 결함을 빠르고 안정적으로 감지 가능하다.

정확하고 자세한 정보 - 체인플렉스 카탈로그

어플리케이션에서 안정적으로 기능하는 가장 합리적인 가격의 케이블을 고객에게 항상 제공하려면 매우 다양한 제품을 공급하고 제품군을 지속적으로 확장해나가는 것이 중요하다. 또한 올바른 케이블을 쉽고 빠르게 찾을 수 있어야 한다. 체인플렉스 케이블의 경우, 카탈로그 또는 관련 데이터시트를

전문가 칼럼

통해 케이블이 안정적으로 기능하는 최소곡률반경, 운동성, 이동거리 등 어플리케이션에 중요한 파라미터들을 확인 가능하다. 케이블 구조, 다양한 매체에 대한 내성뿐만 아니라 각 케이블이 보유하고 있는 인증에 대한 상세 내용도 찾아볼 수 있다. 이구스는 유저들이 올바른 케이블을 쉽고 빠르게 선택할 수 있도록 다양한 온라인 툴을 제공한다. 체인플렉스 케이블 제품 검색기를 사용하면 각 환경에서 사용 가능한 다양한 케이블 종류를 확인하고 가장 적합한 케이블을 선택할 수 있다. 체인플렉스 사용 수명 계산기를 사용하면 제품의 예상 수명도 확인 가능하다. 리니어, 비지지, 글라이딩, 행잉, 비틀림과 같은 모션 유형과 운동성, 환경 조건 등의 파라미터를 입력하면 더블 스트로크에서 측정된 예상 사용 수명에 대해 구체적인 정보를 얻을 수 있다. 카탈로그 내 프레임워크를 준수한 케이블은 36 개월 품질 보증도 받을 수 있다.

이구스는 현재 체인플렉스 케이블 카탈로그에 수록된 총 1,381 개 케이블 중 1,244 종의 케이블을 재고로 보유하여 24 시간 이내 발송 가능하다. 1,065 종은 UL 인증을 403 종은 오프쇼어 산업에 유일한 인증인 DNV GL 인증을 보유하고 있다. 그 외에도 대부분의 체인플렉스 케이블은 러시아, 벨라루스, 카자흐스탄 시장에 적합한 CTP 인증(1,067 종), EAC 인증(1,318)종을 보유하고 있다. 이구스에는 최소주문수량 및 소량 주문에 대한 추가 부담금과 커팅 비용이 없기 때문에 1 m 든 300 m 든 cm 단위로 원하는 길이만큼 주문 가능하다.

"igus", "chainflex", "CFRIP", "conprotect", "CTD", "drylin", "dry-tech", "dryspin", "easy chain", "e-chain", "e-chain systems", "e-ketten", "e-kettensysteme", "e-skin", "energy chain", "energy chain systems", "flizz", "iglide", "iglidur", "igubal", "invis", "manus", "motion plastics", "pikchain", "readychain", "readycable", "speedigus", "triflex", "twisterchain", "plastics for longer life", "robotlink", "xiros", "xirodur", "vector" 는 igus® GmbH 및 igus® Inc. 의 등록 상표로써 법적인 보호를 받습니다.

전문가 칼럼

캡션:



이미지 FAT0616-1

에너지체인이 구부러질 때 체인 내부의 케이블 심선에 과부하가 걸리지 않도록 도와주는 멀티 번들형 편조 (출처: igus GmbH)



이미지 FAT0616-2

-40°C~+60°C 실제와 동일한 조건의 에너지체인에서 케이블을 테스트 가능한 40피트 공조 컨테이너. (출처: igus GmbH)



이미지 FAT0616-3

연간 140만 회 이상의 측정 결과를 기록하기 위해 개발된 "AutoMeS" 시스템. 도체의 전기 저항을 지속적으로 모니터링하여 오류를 쉽고 빠르게 감지 가능하다. (출처: igus GmbH)



이미지 FAT0616-4

신뢰할 수 있는 제품 수명 예측을 위해 동종 업계 최대 2,750 m² 규모로 65종의 테스트 장비를 갖춘 이구스 시험 연구실. (출처: igus GmbH)



이미지 FAT0616-5

광범위한 체인플렉스 케이블 제품군: 컨트롤 케이블, 서보 케이블, 모터 케이블부터 로봇 케이블, 버스 케이블, 엔코더 케이블은 물론 FOC 광 케이블, 데이터 케이블까지 모든 종류를 포함한다. (출처: igus GmbH)