

CU16-00377


시 험 분 석 평 가 서

과제명 : Non-tex pulley roller를 적용한 컨베이어 벨트의 성능 평가

2016. 12. .

한 국 건 설 생 활 환 경 시 험 연 구 원

서울특별시 금천구 가산디지털1로 199
TEL : 02)2102-2715 FAX : 02)862-8036
<http://www.kcl.re.kr>

CU16-00135				
신 청 인	업 체 명	(주)제이유코리아		
	주 소	경북 경주시 천북면 천강로 295-39		
	의 퇴 인	송호정		
	전화번호	054-774-2353	FAX	054-774-2383
과 제 명				
Non-tex pulley roller를 적용한 컨베이어 벨트의 성능 평가				
<p>본 시험분석 평가서는 귀하께서 2016년 05월 우리 시험연구원에 의뢰하신 상기 과제에 대한 시험 결과서입니다.</p>				
<p style="text-align: center;">2016년 12월 일</p>				
<p style="text-align: center;">한국건설생활환경시험연구원 </p>				

1. 시험 대상 제품

- 의뢰자가 의뢰한 기존 고무 pulley roller, 개발 non-tex pulley roller를 설치한 컨베이어 벨트 시스템

2. 시험기간

2016. 05. 02. ~ 2016. 12. .

3. 시험부서 및 담당자

- 소 속 : 충청사업본부 신소재신뢰성센터
- 총괄 책임자 : 신 동 기
- 실무 책임자 : 이 재 흥

4. 시험항목

- 컨베이어 벨트 시스템 슬립(slip) 시험 - 수평
- 컨베이어 벨트 시스템 슬립(slip) 시험 - 경사
- 미끄럼 저항성 시험(BPT, British Pendulum Tester 사용)

5. 시험목적

- “(주)제이유코리아”에서 의뢰한 컨베이어 벨트용 기존 고무 pulley, 개발 non-tex pulley를 KS 표준에 따라 시험하고, 각 pulley roller를 적용한 컨베이어 벨트 시스템을 제조한 후 의뢰자 제시 방법에 따라 시험하고 그 결과를 비교 평가하는데 목적이 있다.

6. 시험 절차

6.1 Pulley 시료 및 컨베이어 벨트 시스템

본 시험평가에는 “(주)제이유코리아” 경주공장에 위치한 가공 제작 H빔 프레임에 구동 모터와 롤러, 무동부 롤러를 장착한 컨베이어 벨트 시스템이 사용되었다. 벨트는 “동일” 사의 고무 벨트(너비 420 mm)를 사용하였고, 구동 모터는 모터 생산업체 “효성” 사의 1.5 kW, FHB 타입의 모터를 사용하였다. 컨베이어 벨트 롤러는 둘레 215 mm의 강재 롤러에 기존 pulley 및 개발 pulley를 장착하여 제작하였으며, 이를 모터에 연결하여 컨베이어 벨트의 구동부로 제작하였다. 구동부 반대편의 무동부에는 둘레 215 mm의 강재 롤러를 설치하였다. 롤러 및 벨트의 회전수는 비접촉식 금속 레이저 센서를 사용하여 측정하였다.



그림 1] 컨베이어 벨트 시스템에 사용된 개발 pulley(좌) 및 기존 pulley(우)



그림 2] 회전 수 측정에 사용된 센서(좌) 및 계기판(우)

6.2 시험방법

(1) 컨베이어 벨트 슬립(slip) 시험

(주)제이유코리아의 컨베이어 벨트 시스템 평가시험은 다음과 같이 수행하였다.

컨베이어 벨트 시스템은 H빔 프레임을 사용하여 제작하였으며, 구동부 및 무동부 롤러 축 사이의 거리가 약 2 m가 되도록 고정하여 사용하였다. 구동부 모터의 감속비가 1/30(60 rpm)일 때, 컨베이어 벨트가 수평 및 경사(6.5°)를 이루도록 조건을 변경하면서 시험을 수행하였다. 수평 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험 시 롤러의 회전수를 측정하기 위해 무동부 롤러의 측면에 레이저 센서를 위치시킨 후 구동 시간에 따른 회전속도를 측정하였고, 경사(6.5°) 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험 시 롤러의 회전수 측정과 함께 컨베이어 벨트의 회전수를 측정하기 위해 무동부 정면 벨트의 근접부에 레이저 센서를 위치시킨 후 구동 시간에 따른 회전속도를 측정하였다.

(2) 미끄럼 저항성 시험

미끄럼 저항성 시험(BPT, British Pendulum Tester 사용)의 경우 KS F 2375:2001, 노면의 미끄럼 저항성 시험 방법(BPT)에 따라 (23 ± 10) °C의 실내에서 의뢰자에 의해 제시된 기준 및 개발 pulley의 판형 시료를 사용하여 실시하였으며, 미끄럼 저항 시험기에 경도 58의 고무 슬라이더 test foot을 장착하여 습윤 및 건조 상태로 시험을 수행하였다. 시험 표준에서 명시한 방법에 따라, 시험기의 수평과 영점을 조절한 후, 접지 길이를 124~127 mm의 사이에 있도록 슬라이더의 높이를 조절한 후 시험을 수행하였다. 습윤 상태의 경우 시험편 표면에 완전하게 충분히 물을 적시고 시험을 수행하였다. 각 시험의 경우 시험편을 바닥에 고정하여 부착한 뒤, 수평 방향, 수직 방향, 두 사선 방향으로 시험을 수행한 뒤 미끄럼 저항 지수(BPN, British Pendulum Number) 값을 측정하였다.

표 1] 컨베이어 벨트 시스템 시험 방법 및 절차

구분	시스템 및 측정장비 사진	
<p>컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험 (수평)</p>		
<p>컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험 (경사)</p>		
<p>미끄럼 저항성 시험 (BPT)</p>		

7. 시험 결과 및 고찰

7.1 시험 결과

7.1.1 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험(수평)

수평 컨베이어 벨트 시스템의 슬립 시험은 개발 pulley 및 기존 pulley를 적용한 컨베이어 벨트 시스템 각각 221 시간 동안 구동하였으며, 해당 시간 동안 발생한 무동부 롤러의 회전 수 차이가 3149 회인 것으로 관찰되었다. 따라서, 기존 pulley의 회전수가 개발 pulley 회전수보다 슬립으로 인해 약 0.3% 감소된 것으로 판단된다.

표 2] 수평 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험결과

항목	단위	시험결과	
		개발 pulley	기존 pulley
누적 가동 시간	h	221	221
누적 롤러 회전수	회	1,027,285	1,024,136
시간당 롤러 회전수	회/h	4,648	4,634

7.1.2 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험(경사)

컨베이어 벨트 시스템 슬립에 벨트 경사가 미치는 영향을 관찰하기 위해 앞서 명시한 것처럼 컨베이어 벨트의 경사를 6.5°가 되도록 시스템을 수정하여 시험을 수행하였다. 개발 pulley 및 기존 pulley 각각 10 시간 동안 시험을 수행하였으며, 레이저 센서 2 개를 사용하여 무동부 롤러 회전수 및 컨베이어 벨트의 회전수를 동시에 측정하였다. 본 시험의 경우 개발 pulley가 롤러 회전수는 기존 pulley보다 근소하게 적은 것으로 관찰되었지만, 컨베이어 벨트의 회전과 실질적인 이동거리는 개발 pulley 적용 시 더욱 큰 것으로 나타났다. 시간 당 컨베이어 벨트의 이동 거리는 개발 pulley 적용 시 기존 pulley 적용 때보다 약 10% 증가한 것으로 관찰되었다.

표 3] 경사 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험결과

항목	단위	시험결과	
		개발 pulley	기존 pulley
누적 가동 시간	h	10	10
누적 롤러 회전수	회	41,568	41,679
시간당 롤러 회전수	회/h	4,157	4,168
누적 벨트 회전수	회	6,734	6,127
시간당 벨트 회전수	회/h	673	613
누적 벨트 이동거리*	m	30,303	27,572
시간당 벨트 이동거리	m/h	3,030	2,757

*컨베이어 벨트 길이: 4.5 m

7.1.4 미끄럼 저항성 시험

미끄럼 저항성 시험 측정 결과는 아래의 표와 같다. 시험 방법에서 명시한 4 방향의 미끄럼 저항성 지수(BPN)의 평균을 도출하였다. 먼저 개발 pulley의 경우 표준에서 제시하는 습윤 상태에서의 BPN은 69, 건조 상태에서 측정된 BPN은 102인 것으로 나타났다. 습윤 상태에서 측정값의 범위는 4, 건조 상태에서 측정값의 범위는 7이었다. 기존 pulley의 경우 습윤 상태에서 BPN은 62, 측정값의 범위는 10으로 관찰되었다. 건조 상태에서 BPN은 88로 측정되었으며, 측정값의 범위는 8이었다.

동일한 상태에서 개발 pulley가 기존 pulley에 비해 더욱 높은 BPN 지수를 보였으며, 측정값의 범위도 다소 좁은 것으로 관찰되었다.

표 4] 미끄럼 저항계수(BPN) 시험결과(개발 pulley)

구분	평균	최소값	최대값	표준편차	미끄럼 저항 지수(BPN)			
					수평	수직	사선1	사선2
습윤 상태	69	66	70	1.91	70	66	70	68
건조 상태	102	98	105	3.56	98	100	105	105

표 5] 미끄럼 저항계수(BPN) 시험결과(기존 pulley)

구분	평균	최소값	최대값	표준편차	미끄럼 저항 지수(BPN)			
					수평	수직	사선1	사선2
습윤 상태	62	57	67	4.27	63	60	57	67
건조 상태	88	85	93	3.83	89	85	85	93

7.2 결과 비교 분석

● 컨베이어 벨트 시스템 슬립 (수평)

앞서 살펴 본 수평 컨베이어 벨트 시스템의 슬립 시험 결과를 시간별로 기록하여 나타내었다. 아래 그림에 나타난 것처럼, 의뢰자가 제작한 수평 컨베이어 벨트 시스템에 개발 pulley 적용 시 무동부 롤러 회전수의 증가 폭은 시간당 4652 회, 기존 pulley 적용 시 롤러 회전수의 증가 폭은 시간당 4638 회 인 것으로 측정되었다. 두 시험 결과를 시간별로 비교하여 나타내었을 때엔 시간당 무동부 롤러 회전수의 차이는 약 14 회 인 것으로 나타났으며 무동부 롤러가 215 mm인 것을 감안하여 계산했을 때, 기존 pulley 적용 시 시간 당 약 3 m (회전 벨트 길이 4.5 m) 가량 슬립이 더 많이 일어날 것으로 판단된다.

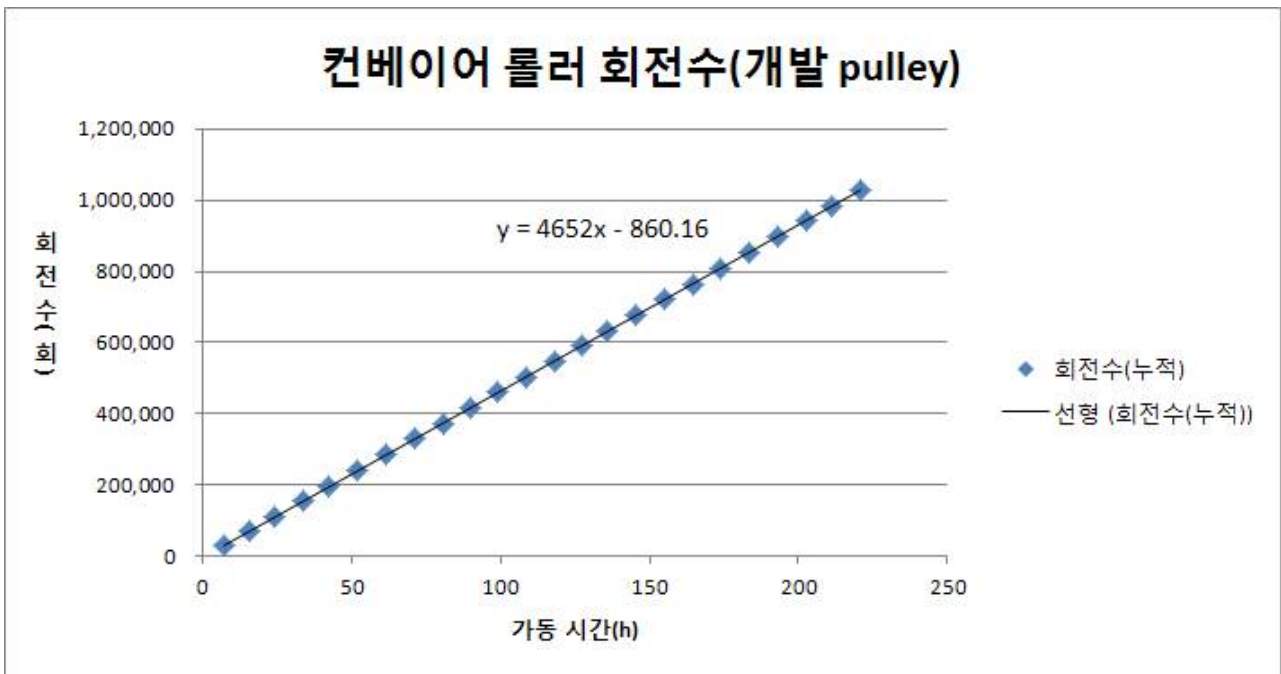


그림 3] 수평 컨베이어 벨트에 개발 pulley 적용 시 가동 시간에 따른 무동부 롤러 회전수

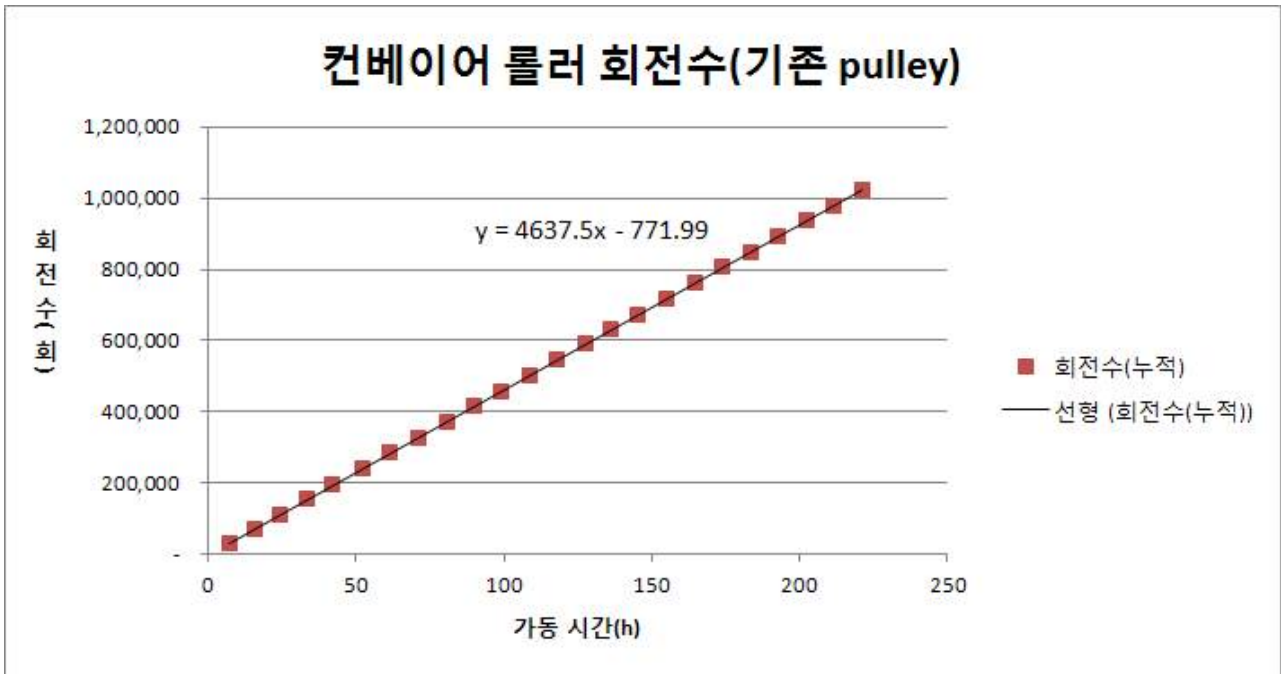


그림 4] 수평 컨베이어 벨트에 기존 pulley 적용 시 가동 시간에 따른 무동부 롤러 회전수

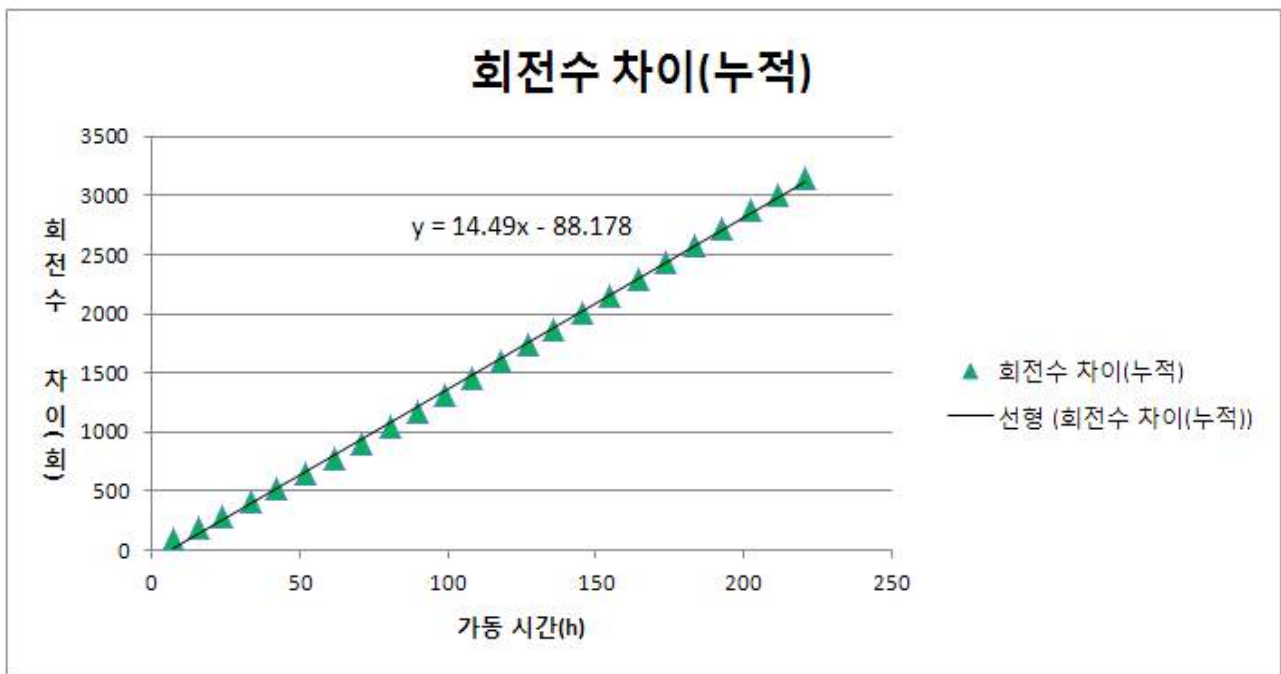


그림 5] 수평 컨베이어 벨트에 개발 및 기존 pulley 적용 시 시간에 따른 무동부 롤러 회전수 차이

● 컨베이어 벨트 시스템 슬립 (경사)

앞선 경사 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험 결과를 토대로, 각 pulley 적용 시의 컨베이어 벨트의 슬립 효과를 비교하였다. 먼저, 무동부 롤러 회전수와 벨트의 회전수의 비율을 토대로 4.5 m 컨베이어 벨트를 1회전 시키는 데 필요한 롤러 회전수를 구한 결과 개발 pulley는 롤러 6.2 회당 벨트 1회전, 기존 pulley는 롤러 6.8 회당 벨트 1회전 시킨 것으로 나타났으며, 기존 pulley 사용 시 슬립 현상으로 인해 개발 pulley 적용 때 보다 약 10%의 회전을 더 해야 하는 것으로 사료된다.

또한, 효율 측면에서 무동부 롤러 1회전 당 벨트가 이동한 거리는 개발 pulley 사용 시 0.73 m/회, 기존 pulley 사용 시 0.66 m/회 로 계산되었다. 따라서 무동부 롤러가 1회전 할 시에 개발 pulley가 기존 pulley보다 컨베이어 벨트를 11% 더 많이 이동시키는 것으로 판단된다.

표 6] 경사 컨베이어 벨트 시스템 슬립 시험결과 비교분석

항목	단위	시험결과	
		개발 pulley	기존 pulley
누적 롤러 회전수	회	41,568	41,679
누적 벨트 회전수	회	6,734	6,127
누적 벨트 이동거리*	m	30,303	27,572
롤러 회전수/벨트 1회전	회	6.2	6.8
이동거리/롤러 1회전	m/회	0.73	0.66

*컨베이어 벨트 길이: 4.5 m

● 미끄럼 저항성

미끄럼 저항 지수(BPN)가 높을수록 마찰력이 커서 test foot이 노면에서 미끄러지는 정도가 작다. 시험 상태에 따라서 각 결과를 비교하면, 개발 pulley가 건조 pulley보다 미끄럼 저항 지수가 습윤 시에는 약 11%, 건조 시에는 약 16% 더 높은 것으로 나타났으며, 따라서 미끄러짐과 슬립 현상이 일어나는 정도가 더 작을 것으로 사료된다. 방향 혹은 시료마다 미끄럼 저항성의 편차 또한 기존 pulley에서 더욱 높게 측정되었기 때문에, 실제 조업 시 각 롤러의 미끄럼 저항성 차이에 의한 추가 슬립이 일어날 가능성이 기존 pulley 적용 시 더욱 높을 것으로 사료된다.

표 7] 미끄럼 저항계수(BPN) 시험결과(습윤)

구분	평균	최소값	최대값	표준편차	미끄럼 저항계수(BPN)			
					수평	수직	사선1	사선2
개발 pulley	68.5	66	70	1.91	70	66	70	68
기존 pulley	61.8	57	67	4.27	63	60	57	67

표 8] 미끄럼 저항계수(BPN) 시험결과(건조)

구분	평균	최소값	최대값	표준편차	미끄럼 저항계수(BPN)			
					수평	수직	사선1	사선2
개발 pulley	102	98	105	3.56	98	100	105	105
기존 pulley	88	85	93	3.83	89	85	85	93

- 이 보고서의 시료, 시료명, 시험방법은 의뢰자가 제시한 것으로 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
- 이 보고서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

이 보고서는 한국건설생활환경시험연구원의 시험평가 분석결과로 이 기술 내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 한국건설생활환경시험연구원의 용역시험결과임을 밝혀야 합니다.

저작권자: 한국건설생활환경시험연구원. 무단전재-재배포금지