

준공 단계

STEP

아스팔트 포장

과제 :

아스팔트 층별
평탄성 개선



INSPIRING MOBILE AUTOMATION
SINCE **1972**



아스팔트 포장 - IRI 품질 지표

고속도로에서 고르지 않은 표면은 조치가 필요하다는 뜻입니다. 이것이 오늘날의 화두라고 생각하는 분들께 Francis Hveem이라는 엔지니어가 1960년에 노면의 불규칙성을 측정하기 위한 장치에 대한 글을 발표했다는 것을 알려 드립니다. 해당 글에서 Hveem은 Thomas Aitken 이라는 사람이 1900년에 발표했던 윤곽의 불규칙성을 측정하는 "비아그래프(Viagraph)"라는 기기에 대해 설명하는 "도로 건설과 유지"라는 책에서 발췌한 내용을 언급합니다.

거의 두 세기가 흐른 뒤에도 불규칙성이라는 주제는 여전히 뚜렷하게 남아 있습니다. IRI(International Regularity Index, 국제 규칙성 지수)는 전 세계에서 사용되는 포장 품질에 대한 주요 지표 가운데 하나로, 운전 중 편안함과 직접 관련되어 있습니다. 이 지표는 m/Km로 표시되며, Counts/Km로 표시되는 IQ(Irregularity Quotient, 불규칙성 지수) 값을 계산할 수 있습니다.

포장의 종단면 평가는 현장의 품질 관리와 포장 수명 기간 동안의 불규칙성 평가를 모니터링하는 데, 대단히 중요합니다. 과제는 포장공정 및 수정 중에 표면의 불규칙성을 식별하는 것입니다.

"준공" 프로그램에 대한 이번 호는 정밀제어와 자동 스크리드 이동을 제공하면서 MOBA BIG SONIC SKI 기술을 이용해서 각각의 포장층별 IRI의 감소와 해당 사양에 미치지 못함으로 인한 재작업의 감소를 증명하는 것이 목표입니다.

아스팔트 포장

아스팔트 포장부문은 최고 수준의 기술로 공장에서 기계를 제조하는 업체가 주도하며, 그 기술에 상당 부분을 의지하고 있습니다. 이러한 사실에도 불구하고, 현장의 현실은 약간 다릅니다. 실제 현장에서는 공장에서 전달하는 기술이 항상 사용되는 것은 아닙니다.

현장팀이 우수한 포장 공정 수행의 중요성을 이해하고 있더라도, 현장에서의 기술에 관해서는 아직 더디게 따르는 것이 현실입니다.

건설팀이 일상 업무에서 고군분투하며 재작업을 받아들이는 동안, 특히 IRI에 관한 계약자 요건의 수준은 나날이 증가합니다.

포장 공정이 기계제어 시스템 없이 수행되거나 요건과 비교했을 때, 더 이상 만족스러운 결과를 내놓지 못하는 구식 시스템으로 수행되는 일이 흔합니다. 품질팀은 계약자의 이익을 옹호하고 사양의 준수를 보장하는 역할을 하기 때문에 일반적으로 악으로 여겨지게 마련입니다.

서비스 제공자는 흔히 최선의 방법으로 일을 해내기 위해 분투하지만, 일부 공정 변수는 제어하기가 어렵습니다. 이런 현실은 선진국에서도 다르지 않으며, 유일한 차이는 선진국이 시공법을 개선했고, 그 결과, 운전 효율성이 개선되었다는 점을 인지하는 것입니다.

“가장 강한 종이 살아남는 것도 아니고, 가장 똑똑한 종이 살아남는 것도 아니다. 변화에 가장 잘 적응하는 종이 살아남는다.”

찰스 다윈 (Charles Darwin)

프로그램에 채택된 포장 공정 및 IRI 측정단계



표면 밀링 전, IRI 측정
Merlin 방식



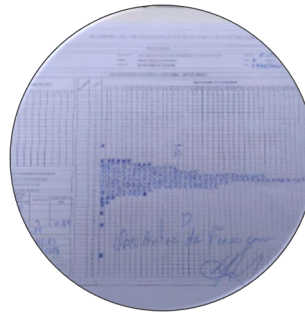
표면 밀링



BIG SONIC SKI 시스템을
이용한 자동 레벨링의
포장 공정



포장공정 후, IRI 측정을
Merlin 방식



QI 및 IRI 분석

빅 소닉 스키 - 표면 평탄성

MOBA BIG SONIC SKI 시스템으로 모든 적용이 각각의 포장된 층에서 종적 불규칙성(IRI)의 상당한 감소를 전달해줍니다.

이 시스템은 포장기계 양쪽의 최대 13M 종방향 빔에 전략적으로 위치해있는 3개의 음파 센서로 된 세트를 사용합니다. BIG SONIC SKI는 더 나은 평탄도를 위해 기존 표면 매핑과 스크리드 제어를 자동으로 수행할 수 있습니다.

각각의 센서는 센서당, 약 250mm의 스캐닝 범위를 보장하는 5개의 음파 변환기가 있습니다.

BIG SONIC SKI의 구성은 각 센서의 평균 계산 외에 개별적으로 모든 센서의 평균을 계산하고, 이 정보를 기반으로 식별된 불규칙성에 비례해서, 초당 1mm씩 스크리드를 제어합니다.

"독립적으로 작동하는 BIG SONIC SKI" 이 말은 과연 무슨 뜻일까요? 레인을 따라 기준 전선을 설치할 필요가 없습니다. 이 시스템은 또한, 표면과 물리적으로 접촉할 필요없이 작동합니다.

이러한 조건 덕분에, 어떤 조절을 위해서 작업을 중단할 필요없이 연속적으로 수행할 수 있게 해줍니다.

최대 3개의 음파 센서를 이용한 BIG SONIC SKI의 구조



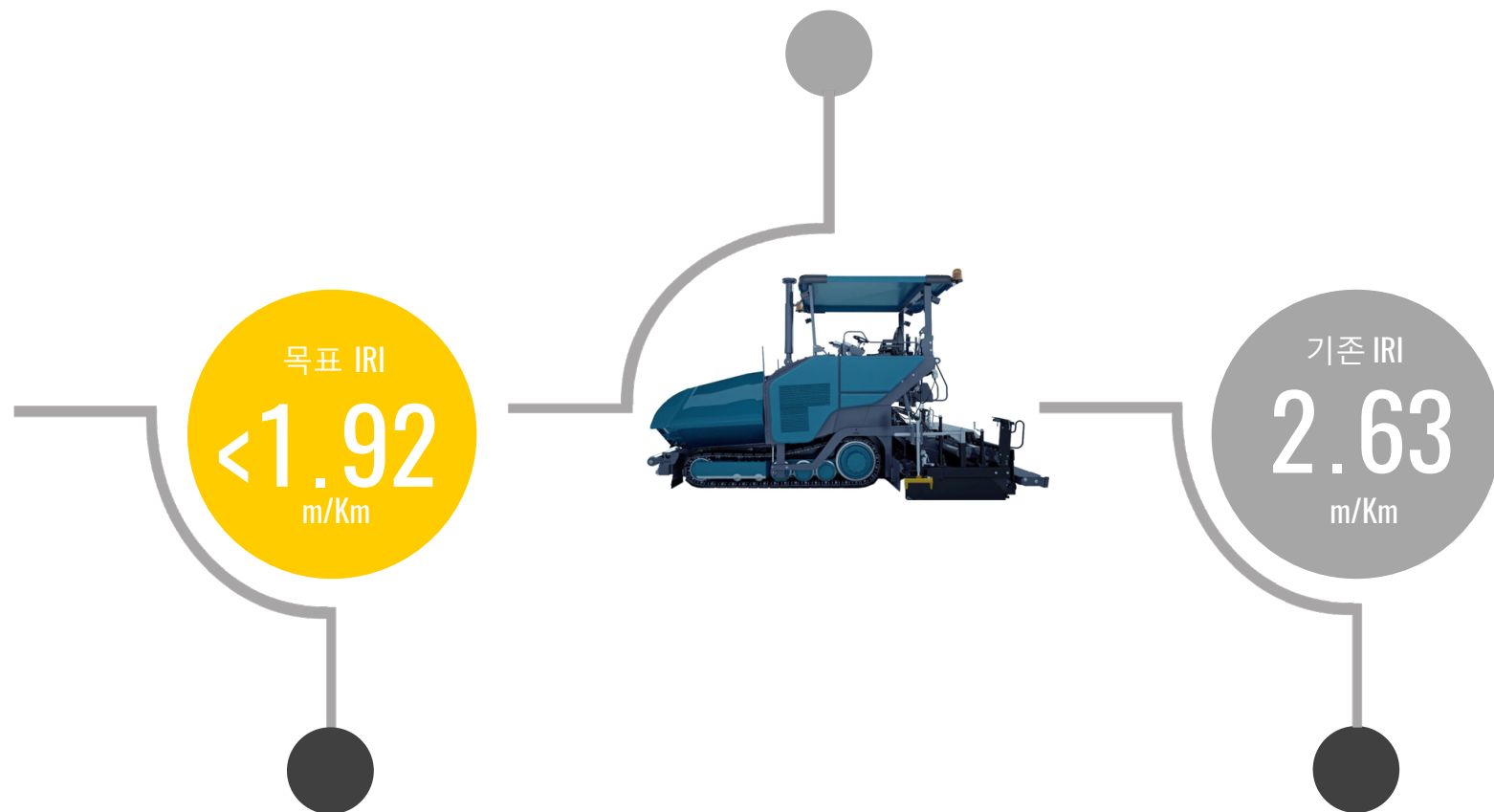
실제 시나리오

주요한 목적은 중요한 공도 및 사도의 포장을 재건설하는 것입니다. 현장팀의 최대 과제는 IRI에 관한 민간 운용회사 요건을 준수하는 것입니다.
계약자가 요구하는 IRI는 1.92m/Km 미만입니다.
이 연구에서 분석한 구획에서 표면 밀링 전에 측정한 IRI는 2.63m/Km 였습니다.
건설회사는 또한 적용된 공정의 비용 감소와 생산성의 증가를 모색하고 있었습니다.

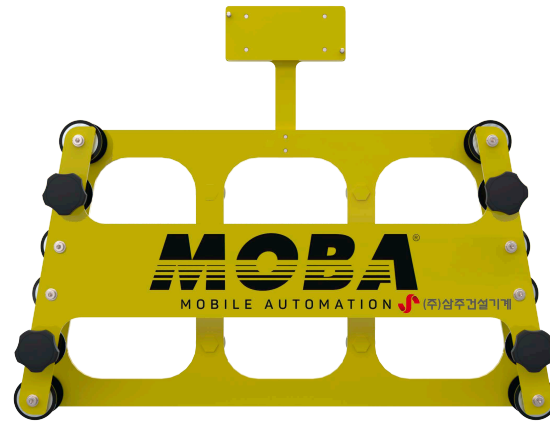
IRI 측정도구- MERLIN



IRI 측정에 사용되는 장비
현장에서 흔히 사용되는
머린(Merlin)



BIG SONIC SKI 이용한 작업



37% 한 개의 층에서
분석된 IRI 감소치

	IRI 측정 결	
	이전	이후
IRI (m/Km)	2.63	1.65
IC (Cont/Km)	33.8	21.4

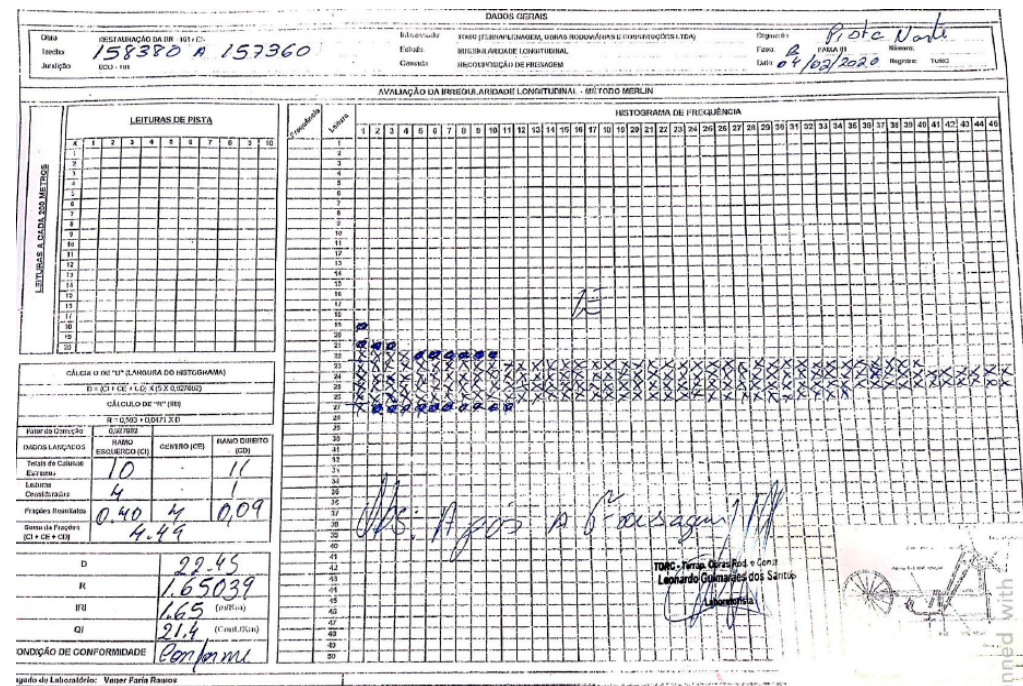
BIG SONIC SKI 사용을 통해 37%의 IRI 감소를 달성할 수 있었습니다. 이 값은 한 개의 층만 작업한 후에 측정한 것으로, 이 시스템으로 여러 층을 작업할수록 IRI 감소와 함께 더 개선된 평탄도를 갖을 것임을 의미합니다. 계약자가 요구하는 1.92m/Km를 전달하면서 14%에서 사양을 해결하는 것이 가능했습니다. 이 결과는 건설회사의 현재 운전방법을 크게 변화시키지 않고 포장의 규칙성을 구성할 수 있는 운전 요소에 관한 임계 분석 없이 달성하였습니다. 한층 더 나은 결과를 얻기 위해서는 몇 가지 사항에 관심을 갖는 것이 중요합니다.

- ✓ 완성된 면에서 수동 수정
- ✓ 재료공급 실패로 인한 공정중단
- ✓ 롤러가 수행한 거친 파단

- ✓ 스크리드 수동 조작
- ✓ 사양에서 벗어난 재료 온도

BEFORE AND AFTER

BIG SONIC SKI 를 이용한 포장공정 이후



ROI - 투자수익율

사양에서 벗어난 작업 비용은 어느 정도 소요되나?

아스팔트 부문에서 계약에 정의된 사양에서 어긋나기 때문에 거절될 소지가 높은 현장을 찾기는 쉬운 일입니다. 특히 IRI 요건이 명시된 민간 운용회사와의 계약에서의 거부 의사에 전체 구획 재작업을 야기할 수 있습니다. 재작업은 돈을 낭비하며, 또 다른 비용을 지출해야 한다는 뜻입니다. 이러한 세부 사항들이 운영 수익성에 엄청난 손실을 초래할 수 있습니다.

어떤 상황에서는 공정의 사소한 조정이 일시적으로 문제를 해결하고, 피해를 최소화할 수 있지만, 유감스럽게도 대부분의 경우에서 거절 통보는 작업된 층을 제거하기 위한 밀링 필요성과 새로운 포장공정까지를 필요로 합니다. 이 재작업의 비용은 흔히 알려져 있지 않습니다. 이 자료는 시간과 비용이라는 가장 중요한 두 가지 차원의 관점에서 구획 거절로 인한 손실액이 어느 정도인지 짐작하는 데, 도움이 될 것입니다.

거절된 구획을 재작업하는 데 사용되는 일부 기계에 대한 **시간당 총 운전 비용**

아스팔트 밀링머신 (1,000 to 1,300 mm)
아스팔트 페이버 (600 톤/시간)
Vibratory Roller (8 to 12 톤)
Pneumatic Roller (12 to 18 톤)

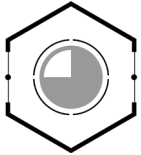
EUR 137.15 (약 18만원)
EUR 126.71 (약 17만원)
EUR 39.06 (약 5만원)
EUR 39.76 (약 5만원)

총 EUR 39.76 (약 45만원)

구획 치수 가정치 :
길이 2 Km | 폭 3.60 m | 두께 5 cm (평균)

ROI - 투자수익율

사양에서 벗어난 작업 비용은 어느 정도 소요되나?



포장층 제거

밀링기계 생산량이 16 m/min, 최대 너비가 1.3 m라고,
가정할 경우, 필요한 총 시간 :

$2,000 \text{ m} / 16 \text{ m} = 2 \text{ 시간}$ (레인 하나)

$3.6 \text{ m} / 1.3 \text{ m} = 2.77 \text{ 배}$ (전체층 제거)

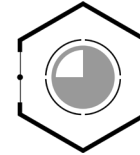
총 시간 :

$02:05 \text{ 시간} * 2.77 \text{ 번} = \mathbf{5시간 47분}$



총 소요 비용 :

$05:47 \text{ hours} * \text{EUR } 137.15 = \mathbf{\text{EUR } 793.18}$ (약 100만원)



새로운 아스팔트 층

아스팔트 포장기계의 생산량이 600 톤/시간이고, 재료 밀도가 2.4 톤/세제곱미터 :

총 용량

$2,000 \text{ m} * 3.6 \text{ m} * 0.05 \text{ m} = 360 \text{ m}^3$ (세제곱미터)

$2.4 \text{ ton/m}^3 * 360 \text{ m}^3 = 864 \text{ 톤}$

총 재포장 시간 :

$864 \text{ 톤} / 600 \text{ 톤/시간} = \mathbf{1시간 26분}$



아스팔트의 톤당 비용 EUR 37,04/ton

총 재료비용 :

$864 \text{ ton} * \text{EUR } 37.04/\text{ton} = \mathbf{\text{EUR } 32,000}$ (약 430만원)

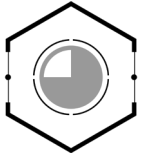


총 운전 비용 :

$01:26 \text{ hour} * \text{EUR } 126.71 = \mathbf{\text{EUR } 181.62}$ (약 25만원)

ROI - 투자수익율

사양에서 벗어난 작업 비용은 어느 정도 소요되나?



새로운 층 다짐

다짐공정을 아래와 같이 가정 :

진동 롤러 2 대 = 2 회
타이어 롤러 2 대 = 32 회
진동 롤러의 평균 속도 4 Km/h
타이어 롤러의 평균속도 8 Km/h
진동 롤러의 너비 1.5 m
타이어 롤러의 너비 2.3 m

진동 롤러
 $2 \text{ Km} / 4 \text{ Km/h} = 30 \text{ 분}$
 $3.6 \text{ m} / 1.5 \text{ m} = \text{전체층 다짐 } 2.4 \text{ 회}$
다짐 총 소요시간 :
 $30 \text{ 분} \times 2.4 \text{ 회} \times 4 \text{ 회} = \text{4시간 48분}$

타이어 롤러
 $2 \text{ Km} / 8 \text{ Km/h} = 15 \text{ 분}$
 $3.6 \text{ m} / 2.3 \text{ m} = \text{전체 다짐 } 1.57 \text{ 회}$
다짐 총 소요시간 :
 $15 \text{ 분} \times 1.57 \text{ 회} \times 32 \text{ 회} = \text{12시간 34분}$



진동 롤러 총 소요비용 :

$12 \text{ 시간 } 34 \text{ 분} \times \text{EUR } 39.06 = \text{EUR } 490.85 \text{ (약 65만원)}$

타이어 롤러 총 소요비용 :

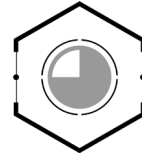
$4 \text{ 시간 } 48 \text{ 분} \times \text{EUR } 39.74 = \text{EUR } 189.40 \text{ (약 25만원)}$

ROI - 투자수익율

사양에서 벗어난 작업 비용은 어느 정도 소요되나?

아스팔트 재포장 비용 개요

거절된 층 제거 비용
새로운 아스팔트 포장비용
새로운 아스팔트층 다짐비용



05:47 HOURS
1:26 HOURS
17:22 HOURS
총계 : 24:58 HOURS



EUR 793.18 (약 100만원)
EUR 32,181.62 (약 435만원)
EUR 680.25 (약 92만원)
EUR 33,655.05 (약 455만원)

이 연구에서 표시된 비용은 현재 시장을 기반으로 하며, 연구 중에 건설회사의 동의를 받았습니다. 사양에서 벗어난 IRI 측정의 포장은 도로건설 프로젝트에서 흔히 발생합니다. 이 상황은 분명히 전체 프로젝트 내내 발생하는 것이 아니라 프로젝트 과정의 특정 시점에 발생합니다. 이 계산의 예시는 길이 2KM 너비 3.6M 구획을 고려한 것입니다.

건설회사가 300KM 노면포장 프로젝트를 수주하고 이 수주에 대한 계약을 할 때, 현재 전 세계에서 IRI 요건이 적용되고 있다는 것을 고려하면, 실제 현장의 손실에 대한 추정은 IRI 측정의 사양 준수를 포함합니다. 손실은 엔지니어링 부서와 이 프로젝트 수주에 대한 예산을 준비할 책임이 있는 부서가 사양달성의 어려움을 인식하지 못하고 이 세부사항을 과소평가하는 경우에 발생합니다.

프로젝트의 모든 포장에서 IRI 사양 비준수로 인해 거절되는 비율은 5%에 불과합니다. 프로젝트 추가 비용은 수익성 손실을 의미할 것이며, 심지어 손해가 발생할 수도 있습니다. 이 추가적인 운전비용은 위 내용을 기반으로 할 때, 다음과 같습니다.

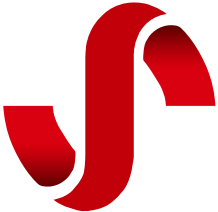
5%의 거절된 포장 아스팔트 재포장 총 비용 : **EUR 252,413.00 (약 3억 4천만원)**



[폭 조정 가능]

MOBA[®]
MOBILE AUTOMATION

[길이 조정 가능]

 **(주) 삼주건설기계**
www.samjoocm.co.kr



[세계 유일 특허]

텔레스코픽 및 스윙 방식

운송이 용이한 (주)삼주건설기계 만의
텔레스코픽 방식을 직접 경험해보세요!



(주) 삼주건설기계

www.samjoocm.co.kr

[문의] M. 010-3731-7969
T. 032-542-7181