

# 초 정밀 레이저 기하학적 구조물 측정장비 <평탄도, 직각도, 평행도 및 진직도 측정>

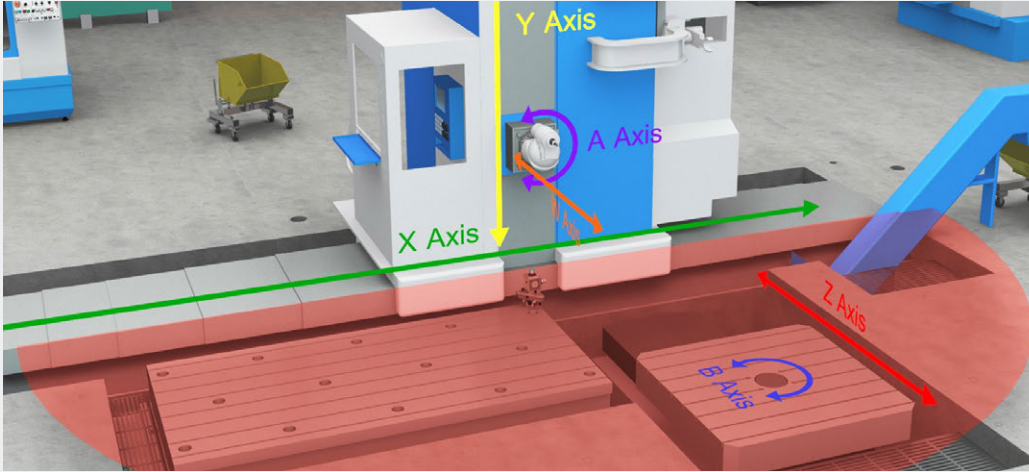
L-730/L-740 Series



**HAMAR  
LASER**<sup>®</sup>  
ALIGN WITH THE BEST



# L-730 & L-740 시리즈 초 정밀 레이저 시스템 장점



## L-730/L-740 측정 활용 분야

- 반경이 최대 100 피트 (30m) 까지 측정
  - Machine guideways
  - Machine tables
  - Large parts
  - Flanges
  - Surface plates
  - Steam turbine half joints
  - Press & molding machine platens
- Machine bed guideway twist
- Pitch and roll angular measurements
- Parallelism of multiple surfaces
- Flange flatness of wind turbine towers

머지 않아 모든 것이 일치하지 않게됩니다. 기계 및 프로세스 라인은 올바르게 정렬되면 더 잘 작동하고 오래 지속되며 유지 보수가 덜 필요하고 생산 비용이 절감되며 생산성이 향상됩니다.

레이저 정렬 기술의 선두 주자로서 1974년 세계 최초의 평면 레이저 장비와 1985년에 최초의 자동 회전 레이저 장비를 선보였습니다. 오늘날 우리의 혁신적인 시스템은 정확성, 다양성, 빠른 설치, 사용 편의성 및 즉각적인 실시간 정렬 데이터 생성을 제공합니다.

## L-730 / L-740 스캐닝 레이저 장점

- 최대 10배 정확도
- 광학 및 레벨기 보다 최대 70% 빠른 작업
- 측정 기술자 1인 작업 가능
- 사용교육 시간: 최대 4시간
- 조정작업 시 무선으로 실시간 데이터 자동 업데이트

## 업계 최고의 정확성

L-740 초 정밀 레이저는 0.5 arc sec의 평면 평탄도로 업계에서 가장 높은 정확도를 제공합니다.

(.00003 in/ft 또는 0.0025 mm/m)로서 경쟁사보다 10 배 이상 우수합니다. 일반적인 정확도의 어플리케이션을 위해, L-730 정밀 레벨링 레이저는 2 arc sec (.00012 in/ft 또는 0.01 mm/m)의 레이저 평면 평탄도를 제공합니다.

## 자동으로 회전하는 레이저 평면

L-730 및 L-740 레이저는 경쟁력 있는 "포인트 앤 쏜 (point-and-shoot)" 레이저와 달리 자동으로 회전하는 레이저 면을 제공합니다. 이렇게 하면 데이터 포인트를 가져올 때마다 타겟에 레이저를 포인팅 할 필요가 없기 때문에 엄청난 시간을 절약 할 수 있습니다. 레이저의 반경은 100 피트 (30M)입니다.



## 가동 중단 시간 최소화

광학 또는 레벨기 보다 L-730 / L-740 레이저는 최대 70% 다운 타임을 크게 줄여 줍니다. 동시에 여러 타겟을 사용하면 여러 기술자가 동시에 기계를 수평으로 조정하여 더 많은 시간을 절약 할 수 있습니다.

## "Do-Over" 작업 감소

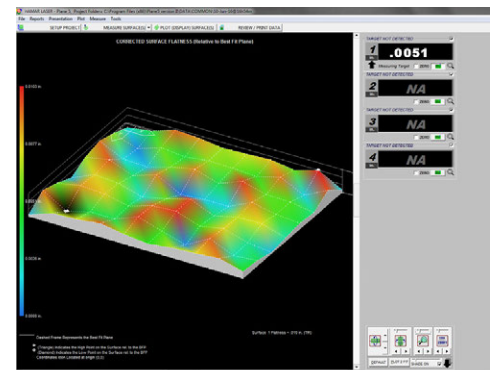
여러 타겟에서 동시에 데이터를 볼 수 있으므로 표준 타겟을 사용하여 장거리 응용 프로그램의 레이저 드리프트를 모니터링 할 수 있으며 "Do-Over"을 줄일 수 있는 또 다른 시간 절약 기능이 있습니다.

## 고정밀 레벨 수준계

L-730과 L-740은 레이저에 내장 된 2 개의 레벨 수준계를 가지고 있으며, 정밀도는 3 arc sec 입니다. 레벨 수준계는 철차서를 사용하여 현장에서 쉽게 확인 할 수 있습니다. 사용자가 조정할 수 있으므로 제조사로 보낼 필요가 없습니다. 고정밀 레벨링 어플리케이션을 위해 L-740은 1 arc sec(0.00006 in/ft 또는 0.005 mm/M)의 정확도를 제공하는 L-740SP Split-Prism Level 업그레이드를 제공합니다.

## Windows® 기반 평탄도 소프트웨어 프로그램

Plane5 소프트웨어는 모든 Windows® 기반 랩탑 또는 태블릿에서 실행되도록 설계되었습니다. 소프트웨어를 실행하기 위해 비싼 독점 데이터 수집 장치가 필요 없습니다!





# 특징 및 장점 L-730 & L-740 레이저

서로 다른 어플리케이션은 서로 다른 레벨의 정확도를 필요로 하기 때문에, 레벨링 레이저에 2가지 정확도 레벨을 갖는 장비를 개발 하였습니다.

## L-730 정밀 레이저

정밀 레벨 작업에 이상적이지만 공차가 중요하지 않은 곳, 예를 들어 간단한 가공 정렬 검사, 제조 기계 베드, 평판 플레이트 등

## L-740 초 정밀 레이저

평탄한 머시닝 센터, 갠트리, 커다란 베드 선반, 표면 판, 프레스와 같이 까다로운 작업 중 중요한 작업에 사용되는 가장 정확 하고 정밀도가 매우 높은 레이저입니다. 터빈 분할 조인트 등 4 배의 정밀도가 요구되는 곳 등에 적합합니다.

### L-730 정밀 레이저



- 90도 회전 범위에서 0.00006 in/ft (0.005 mm/m)까지 평탄도 측정 가능
- 0.00018 in/ft (0.015 mm/m) 표준 레벨링 기능
- 레이저 회전 반경 100 ft (30m) 작동 범위
- 피치 / 롤 조정 베이스
  - Coarse tilt resolution of .010" in 100 ft. (0.25 mm in 30 m)

- 측정 분야
  - Flatness single & interrupted surfaces
  - Levelness
  - Parallelism vertical/horizontal surfaces
  - Straightness
  - Machine-bed guideway twist
  - Pitch and roll angular measurements
- 적용 분야
  - Fabrication machinery beds & guideway
  - Sole plates
  - Platen parallelism – small presses & injection molding machines
  - Tablet glass flatness

### L-740 초정밀 레이저



- 90도 회전범위에서 0.000015 in/ft (0.0013 mm/m)까지 평탄도 측정 가능
- 업그레이드시 .00006 in/ft (0.005 mm/m) 분할 프리즘 수준계 레벨링 가능
- 레이저 회전 반경 100 ft (30 m) 작동 범위
- 피치 / 롤 미세 조정 베이스
  - Coarse tilt resolution of .010" in 100 ft. (0.25 mm in 30 m)
  - Fine tilt resolution of .001" in 100 ft. (0.025 mm in 30 m)

- 측정 분야
  - Flatness single & interrupted surfaces
  - Levelness
  - Parallelism vertical/horizontal surfaces
  - Straightness
  - Machine-bed guideway twist
  - Pitch and roll angular measurements
- 적용 분야
  - Machine tool guideways
  - Surface plates
  - Sole plates
  - Steam turbine split joints
  - Platen parallelism – large presses & injection molding machines
  - Tablet glass flatness

# 기술 비교 자료

기능	HLI L-730	HLI L-740	Swedish Company #1	Swedish Company #2	German Company #1	German Company #2	USA Company #2
레이저 자동 회전 평면	Yes	Yes	Laser #1 No Laser #2 Yes	No	Yes	Yes	No
레이저 평면 평탄도	.00012 in/ft (0.010 mm/m)	.00003 in/ft (0.0025 mm/m)	Not published	.00048 in/ft (0.040 mm/m)	.00012 in/ft (0.050 mm/m)	.00024 in/ft (0.020 mm/m)	Not published
레이저 평면 셋업 정확도	± .0003 in (± 0.008 mm)	± .0001 in (± 0.003 mm)	Not published	Not published	± .0010 in (0.025 mm)	± .0020 in (± 0.05 mm)	n/a
고정밀 분할 프리즘 수준계 업그레이드	Yes	Yes	No	No	No	No	No
측정 가능 거리	100 ft. (30 m)	100 ft. (30 m)	133 ft (40 m)	164 ft (50 m)	328 ft (100 m)	164 ft (50 m)	150 ft (45 m)
무선 측정 수신 장치	Yes	Yes	Optional	Optional	Yes	Yes	No
동시 멀티 측정 장치 사용	Up to 15	Up to 15	No	No	No	Yes	No
Windows® PC용 프로그램	Yes	Yes	No - Proprietary Display Box	No - Proprietary Display Box	No - Proprietary Display Box	No - Proprietary Display Box	No - Proprietary Display Box
요구되는 프로그램	No, optional Uses PDA Display	No, optional Uses PDA Display	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

## 평탄도 및 레벨 정의

대부분의 사람들은 레벨을 사용하여 평탄도를 측정하고자 한다는 것을 의미 할 때 "나는 레벨을 측정하고 싶다"라고 말합니다. 평탄도의 적절한 정의는 표면의 모든 점이 공차 값으로 구분 된 평행선 2개 또는 평면 내에 있는 경우 표면이 공차까지 평탄하다고 합니다.

예를 들어 평탄도 공차가 TIR에서 0.0030 인 경우, 모든 점은 0 에서 +/- 0.0015 인치 만큼 벗어나 있다는 것을 의미 합니다.

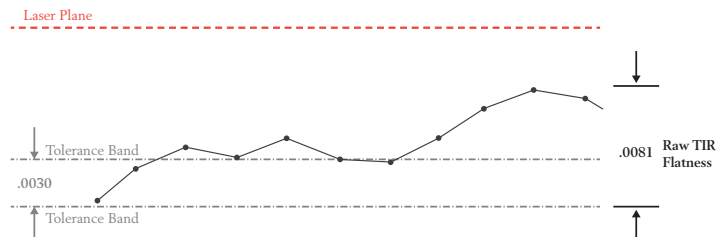
레이저를 사용하여 평탄도를 측정하는 것은 2가지 방법이 있습니다 :

- 고정밀 레이저를 사용하여 레이저 레벨을 맞추고, 레벨 레이저 평면을 기준으로 상대적인인 표면을 측정하는 방법
- 표면에 3개의 표준 점을 사용하고, 레이저를 정렬 ("bucking-in"이라고 함)한 다음 3점을 기준으로 평탄도를 측정하는 방법

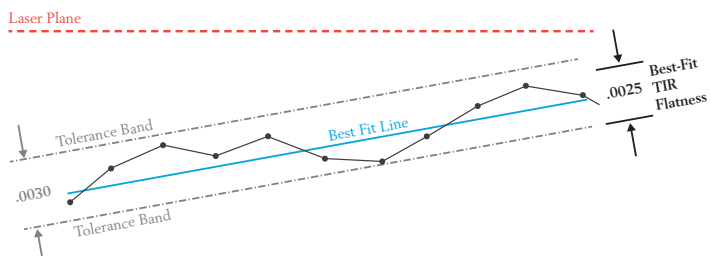
데이터를 기록한 후, 레이저 평면이 표면과 평행하지 않은 경우, 기울기 오류를 제거하기 위해 최소 자승, 최적 맞춤 알고리즘을 사용하는 Plane5 소프트웨어를 사용하여 데이터를 분석하는 것이 가장 좋습니다. 측정하고자 하는 표면의 레벨은 맞지 않더라도 레이저 평면이 맞춘 상태로 측정 결과를 분석 합니다.

## 왜 데이터 분석을 사용하는 것이 최상인가!

Raw Flatness Error (No Data Analysis): **.0081**



Best-Fit 분석을 수행한 후 실제 평탄도 에러: **.0025**



레이저는 지구 레벨 기준이지만 표면은 평평하지 않다. 데이터에 "가장 잘 맞는(Best-Fit)"선을 계산하고 데이터 점을 선과 비교 한 최소 자승, 최적 맞춤 분석을 사용하여 Best-Fit (True) TIR 편차가 현저히 작게 나오는 결과를 얻을 수 있습니다. 즉, 원시 평탄도 오차 보다 작고 "허용 오차 이내"입니다.

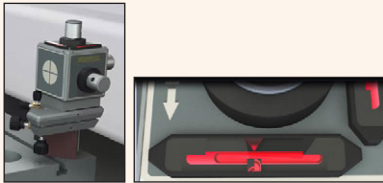
# L-730 / L-740 시스템 작동 원리

730 / L-740 레이저는 표면의 평탄도를 확인하는 2가지 방법을 제공합니다.

- **레벨** - 내장 된 레벨 수준계를 사용하고, 표면의 평탄도를 측정하기 위해 기준으로 해수면 지구-레벨을 사용합니다.
- **표준 점** - 측정 대상물에서 3개의 표준 점을 사용하고, 레이저를 3개의 표준 점에 정렬 ("Buck-In"이라고 함)하여 표면의 평탄도를 측정합니다.

## 내장 된 레벨 수준계를 사용하여 평탄도 검사

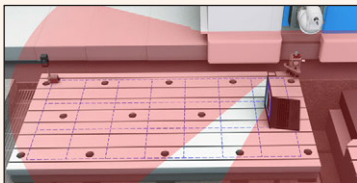
1. 레벨 수준계를 사용하여 평탄도를 확인하려면 L-730 / L-740 레이저를 장비 스탠드 또는 안정된 마운팅 표면에 올려 놓고 두 축으로 평평하게 놓습니다.



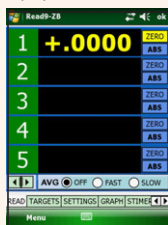
2. 하나의 기준점에 A-1519-2.4ZB 타겟을 놓고 마그네틱 베이스 주위에 윤곽선을 표시하고 PDA의 Read9 소프트웨어에서 Zero 버튼을 눌러 타겟을 전자적으로 제로로 만듭니다.



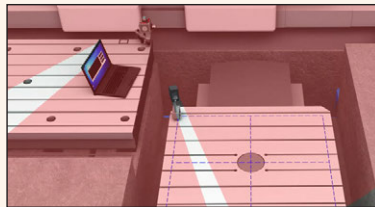
3. 타겟을 표면의 측정 지점으로 이동합니다. "+"는 포인트가 높다는 것을 의미하고 "-"는 포인트가 기준 포인트보다 낮다는 것을 의미합니다.



4. 측정 지점에 타겟을 두고 레벨을 조정해야 하는 경우, 조정하는 동안 PDA 화면에서 업데이트 되는 데이터를 실시간으로 볼 수 있습니다. 지속적으로 조정을 하면서 화면상에서 제로 값이 나타나면 조정 작업 끝!



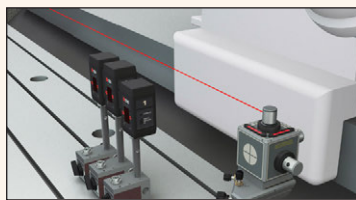
5. 타겟을 다른 표면으로 이동하여 분리된 표면과의 평행도를 확인할 수도 있습니다. 그러면 0으로부터의 편차는 첫 번째 표면에서 두 번째 표면의 높이 차이를 측정 한 것입니다. 두 번째 표면의 점 사이의 차이는 첫 번째 표면에 대한 평행도의 척도입니다.



## 3-Point Buck-In 방법을 이용한 평탄도 검사

때로는 표면이 평평하지만 레벨은 아니므로 평평함을 확인하기 위해, 레벨을 참조로 사용하면 불필요한 시간이 추가되고 사양을 벗어난 것처럼 완벽하게 평면 모양이 될 수 있습니다. 그래서 우리는 표면에 3점으로 레이저를 평행하게 만드는 것(Buck-In)이 좋습니다. 방법은 다음과 같습니다.

1. 레이저를 측정기기 스탠드 또는 측정하려는 표면에 놓습니다.



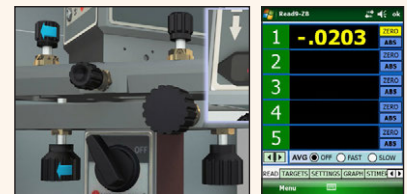
2. A-1519-2.4ZB 타겟을 레이저 바로 옆의 하나의 표준 포인트(#1)에 놓고, 자석 베이스 주위에 윤곽선을 표시하고 Read9 PDA 소프트웨어의 Zero 버튼을 눌러 타겟을 전자적으로 제로로 만듭니다.



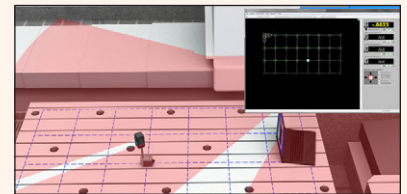
3. 타겟을 피치 축을 따라 가장 먼 지점 (#2)으로 이동하고, 자석 베이스 주변에 윤곽을 표시하십시오.



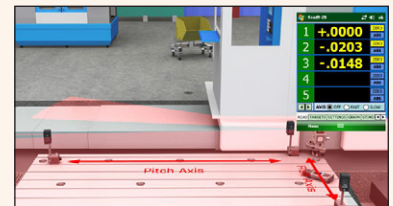
4. PDA가 0을 읽을 때까지 피치 축 조정부 노브를 사용하여 조정합니다. 포인트 1과 포인트 2에서 타겟 값이 0 이 될 때까지 3단계와 4단계를 반복하십시오.



5. 이제 타겟을 롤 축을 따라 레이저에서 먼 지점 (#3)으로 이동하십시오. PDA가 0을 읽을 때까지 롤 축 거칠기 및 미세 조정 손잡이를 돌립니다. 포인트 #1, #2 및 #3에서 PDA가 0을 읽을 때까지 반복하십시오. 이제 레이저가 bucked-in되어 데이터를 취득 할 준비가 되었습니다. 이 과정은 대개 5-10 분 정도 걸립니다.



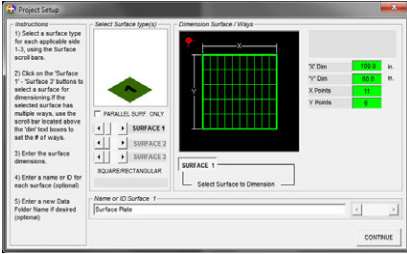
참고 - 동시에 3개의 타겟을 사용하면 레이저 셋업 시간을 현저하게 줄일 수 있으며, 아울러 레이저의 드리프트를 모니터링 할 수 있습니다.



# 강력한 데이터 정렬 소프트웨어 및 액세스리

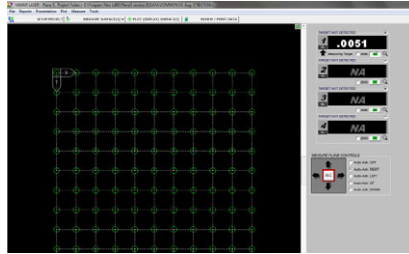
Plane5 Flatness Software는 정렬 데이터를 빠르고 쉽게 수집하고 분석합니다.

동시에 최대 5 대의 A-1519 타겟에 대한 데이터 디스플레이를 제공하며, 각 디스플레이는 장거리에서 볼 수 있도록 확대 될 수 있습니다. 당사의 소프트웨어는 Windows® 기반 태블릿 / 랩탑에서 실행되며 크고 읽기 쉬운 컬러 그래픽을 제공합니다.



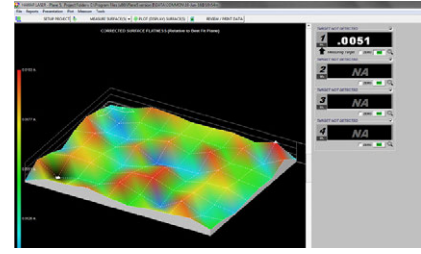
## Plane5 — 프로젝트 셋업 화면

7 가지 다른 곡면 유형 중 하나를 선택하고, 평탄도 데이터를 가져올 치수 및 측정점 수를 입력



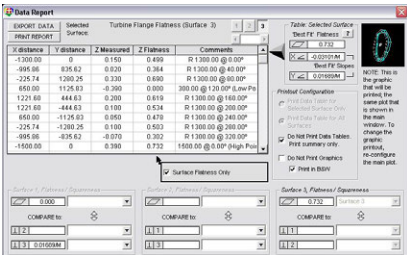
## Plane5 — 데이터 수집 화면

스페이스 바를 누르면 데이터 포인트가 기록되고, Plane5는 자동으로 다음 포인트로 이동하며, 데이터 수집은 쉽고 빠르게 진행됨



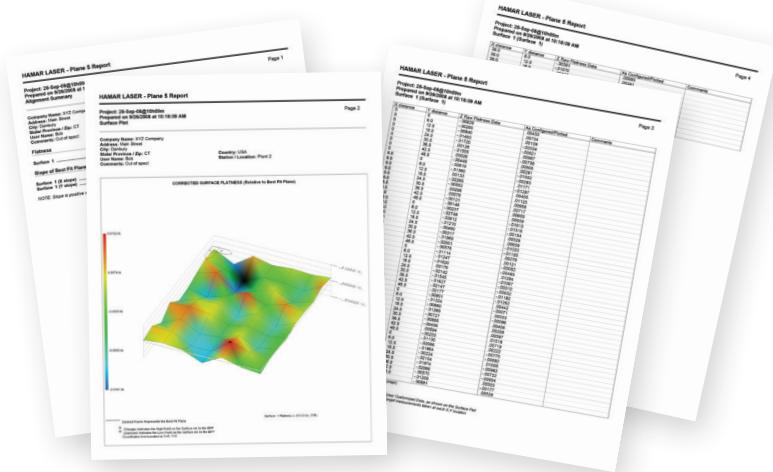
## Plane5 — 측정 결과 그래픽 화면

최대 3개의 표면 평탄도를 보여주는 3D 플롯을 제공하며, 데이터의 TIR 평탄도는 최소 자승, 최적 알고리즘을 사용하여 계산되어짐



## Plane5 — 보고서 화면

TIR 평탄도, 각 표면의 평탄도 데이터, 표면 간의 직각도 및 평행도를 보여주는 완벽한 보고서를 제공. 데이터를 Excel로 내보내거나 사용할 수 있는 PDF 보고서로 인쇄 할 수 있음



## R-1355-2.4ZB

Read 9 소프트웨어 및 2.4GHz 무선 통신을 통한 견고한 PDA 판독 장치 - 동시에 최대 8 개의 타겟을 표시



## L-106 Instrument Stand

대부분의 수평 조절 어플리케이션을 위한 경량, 고정 및 가변 높이 조절이 가능한 스탠드



## A-1519XLS Sunlight Filter

A-1519 / 1520 타겟용 협대역 햇빛 필터가 있는 차광막



## A-1519/A-1520 Universal Targets

최대 0.00001 in.(0.00025 mm) 해상도 및 ± 0.55 in.(± 14 mm) 측정 범위와 2.4GHz 무선 데이터 전송



## A-910-2.4ZB Computer Interface

컴퓨터용 2.4GHz 무선 데이터 수신기로 Plane5 또는 기타 프로그램에서 데이터를 표시 할 수 있도록 하는 컴퓨터 인터페이스 장치



## M-1519SP Surface Plate Measuring Base

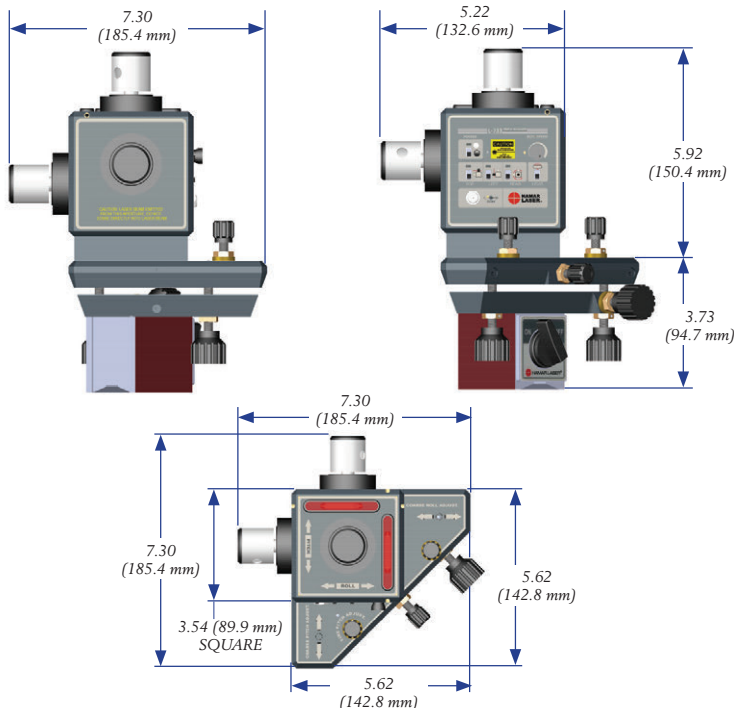
표면과 같은 응용 분야를 위해 특수 설계된 고정밀 평탄도 측정용 측정 베이스.



# 기술 규격서

## L-730/L-740 레이저 측정 시스템

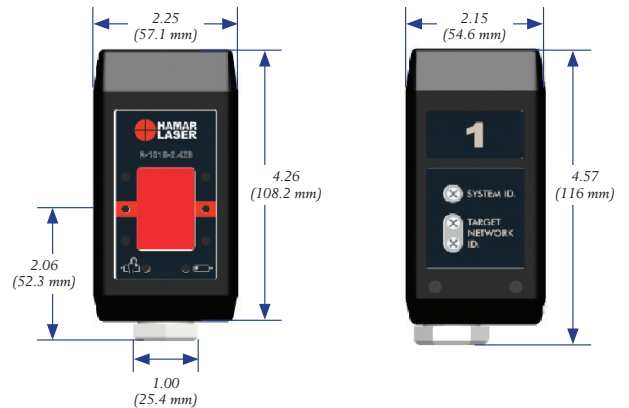
<b>Weight</b>	Laser: 3 lbs. (1.3 kg) Base: 4.8 lbs. (2.2 kg) Battery Pack: 1 lb. (0.45 kg)
<b>Material</b>	Laser: Aluminum and stainless steel Base: Aluminum
<b>Laser Type</b>	Class II visible diode, 635 nM wavelength (class 1 in Scanning Mode); .160" (4.06 mm) beam diameter
<b>Beam Power</b>	0.9 mW per straight beam
<b>Laser Plane Flatness</b>	<u>L-730 Series:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 180/360° Sweep: 2.0 arc sec (.00012 in/ft. or 0.01 mm/m), plus translational error of <math>\pm .0003"</math> (<math>\pm 0.008</math> mm)</li> <li>• 90° Sweep: 1.0 arc sec (.00006 in/ft or 0.005 mm/m), plus translational error of <math>\pm .00015"</math> (<math>\pm 0.004</math> mm).</li> </ul> <u>L-740 Series:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 180/360° Sweep: 0.5 arc sec (.00003 in/ft or 0.0025 mm/m), plus translational error of <math>\pm .0001"</math> (<math>\pm 0.0025</math> mm)</li> <li>• 90° Sweep: 0.25 arc sec (.000015 in/ft or 0.0013 mm/m) plus translational error of <math>\pm .00005"</math> (<math>\pm 0.0013</math> mm).</li> </ul>
<b>Operating Range</b>	100 feet (30.5 m) in radius
<b>Operating Modes</b>	1 beam or 1 continuously rotating laser plane
<b>Power Supply</b>	9V DC external battery pack (2 cells) or 115V Ac adapter. Battery life approximately 2-3 hours.
<b>PRY Base:</b>	<u>Coarse Adjustment (L-730 &amp; L-740):</u> Range: $\pm 3$ degrees Resolution: .010" (0.25 mm) in 100 feet (30.5 meters) <u>Fine Adjustment: (L-740 Only)</u> Range: $\pm 0.3$ degrees Resolution: .001" (0.025 mm) in 100 feet (30.5 meters)



## A-1519/A-1520 무선 타겟 수신장치

<b>Resolution</b>	A-1519: .00002" (0.0005 mm) A-1520: .00001" (0.00025 mm)
<b>Linearized Accuracy</b>	A-1519: $\pm .00015"$ ( $\pm 0.0038$ mm) over $\pm 14$ mm of PSD A-1520: $\pm .00006"$ ( $\pm 0.0015$ mm) over $\pm 2$ mm of PSD
<b>Detector Size/Type</b>	A-1519: 2-Axis PSD 1.3" x .51" (33x13 mm) A-1520: 2-Axis PSD .39" x .39" (10x10 mm)
<b>Operating Range</b>	100 feet (30.5 m) from laser to target
<b>Target Angle Acceptance Range</b>	$\pm 10^\circ$
<b>Battery Life</b>	11.5 hours continuous duty
<b>Operating Temperature</b>	5° F to 140° F (-15° C to 60° C)
<b>Power Supply</b>	7.5-12vDC, 500mA
<b>Size</b>	2.00" W x 4.11" H x 1.75" D (50.8 mm x 104.4 mm x 44.5 mm)
<b>Weight</b>	13.5 oz. (383 grams)
<b>Wireless Range</b>	150 feet (46 m)*
<b>Magnetic Base Size</b>	2.00" W x 3.09" H x 4.14" D (50.8 mm x 78.5 mm x 105.2 mm)
<b>Magnetic Base Weight</b>	2.78 lb. (1.26 Kg)

\* Wireless range may be limited by obstructions, antenna type and orientation. Outdoors line-of-sight range, with dipole antenna, may be greater.



정밀 레이저 측정 솔루션 및 서비스 전문회사

(주)인페이스 031-726-1672  
www.infaith.kr