



COLNAGO

Y1RS

WHITE PAPER

© Colnago 2024 All Rights Reserved



Y1Rs
Built to defy wind

#BuiltToDefyWind

Y1R는 스피드가 그 무엇보다도 중요한 요소로 작용하는 레이스를 위한 궁극의 무기로 탄생했습니다. 핵심 단어 :
스테이지에서 **최대 효율과 속도**를 위한 극한의 공기 역학.



레이스에서 레이스로 이어지는 접근 방식

V4Rs 개발과정에서 채택했던 From-Race-to-Race 접근 방식에 따라, 이 프로젝트에 대한 의견은 월드투어 팀에서 직접 나왔습니다. 그리고 그 의견은 분명했습니다. 자전거의 공기역학 및 반응성을 새로운 차원으로 끌어올리는 것이었습니다. 경쟁력 있는 무게에서 말이죠.

이 요청은 콜나고에게 4가지 중점 분야가 되었습니다:



모든 새로운 부품과 구성 요소는 V4Rs과 통합된 동일한 엄격한 검증 절차를 따랐습니다.

- a. 컨셉과 디자인
- b. 프로토타입 단계
- c. 내부 테스트 및 디자인 선정
- d. 시스템 최종 확인 완료

1. 에어로다이내믹

Y1Rs의 전체 설계 프로세스는 데이터 기반이었습니다.

특히 전면부에 초점을 맞춘 Y1Rs와 그 하위 어셈블리의 전반적인 형태를 정의하기 위해 CFD* 시뮬레이션과 실험적 윈드 터널 테스트를 대대적으로 사용했습니다. 이 공기역학 분석은 칼리파 대학교(UAE 아부다비)와 폴리테크니코 디 밀라노(이탈리아) 두 유명한 공과대학과의 파트너십으로 수행되었습니다.



오늘날 자전거 업계에서 '공기역학을 위한 설계'의 최신 기술은 다음과 같습니다:

- 가장 적합한 디자인을 선택하기 위해 CFD 시뮬레이션을 수행합니다.
- 최종 단계에서 달성한 결과를 검증합니다.

CFD 분석 도구는 매우 정확하여 자전거의 공기역학을 자세히 분석할 수 있습니다.
하지만, 계산 도구와 절차에 필요한 강력한 가정 때문에 분석된 라이딩 컨디션이 지나치게 단순화되는 경우가 많습니다.

콜나고 Y1Rs에 대한 접근 방식은 기존의 자전거 공기역학 분석을 넘어섭니다:

파트너의 지원과 새로운 기술, 특히 웨이핑 측면에서 제약 없는 빠른 시제품 제작이 가능한 3D 프린팅 덕분에 '개념 및 설계' 단계의 시작과 동시에 시뮬레이션과 실험적 검증이 함께 수행되었습니다. 실제로 3D 프린팅을 사용하면 아이디어나 3D 스케치가 물리적 형태를 갖춘 시제품으로 쉽게 바뀌어 집니다.

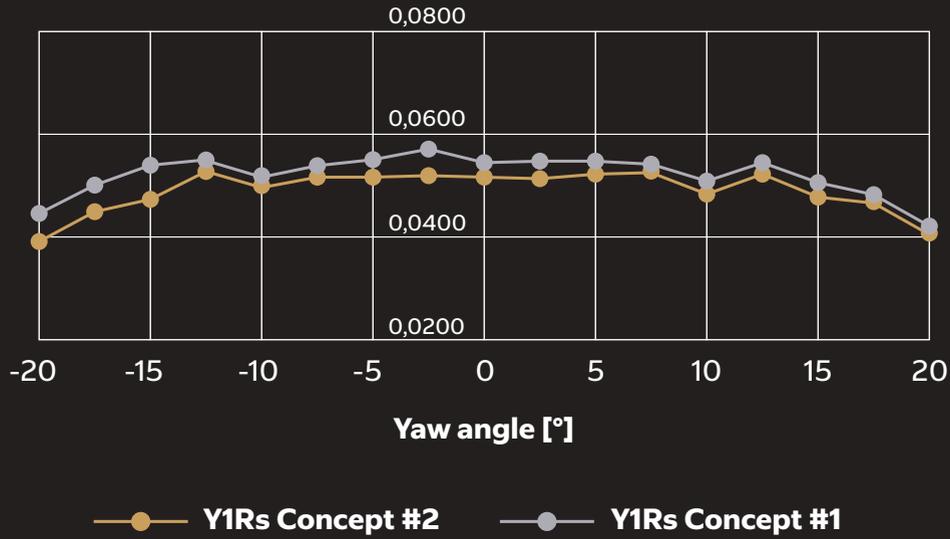
이 접근 방식의 장점:

- 프로세스가 종료 시점 뿐만 아니라 각 단계에서 설계 및 시뮬레이션 결과를 검증
- 획득한 데이터를 사용하여 현실적인 더욱 정확한 CFD 모델을 구축

“
두 대학 연구 기관(밀라노 공과대학 및 칼리파 대학)과 협력하여 콜나고는 비교할 수 없을 정도로 정확한 공기 역학 분석 모델을 개발했습니다.
”

*CFD(Computational Fluid Dynamics / 전산 유체 역학): 유체 역학의 한 분야로, 특정 소프트웨어의 수치 분석을 사용하여 유체 흐름과 관련된 문제를 해결합니다. 사이클링과 관련하여 자전거 주변의 공기 흐름과 다양한 설계 솔루션의 항력을 시뮬레이션하는 데 유용합니다.

자전거 예비 설계에서 두 개의 다운 튜브 솔루션 중 하나를 선택하기 위한 실험 테스트 및 시뮬레이션 사례



플롯과 표를 보기 위한 참고 사항 :

• 수평축의 "요(YAW)"는 날개 입사각입니다. 예를 들어, 0° 요는 바람이 자전거 속도 방향과 완벽하게 일치하고, 45°는 바람이 자전거의 속도와 동일하게 완벽하게 측면에서 부는 것을 의미합니다. 과학 문헌에 따르면 가장 일반적인 라이딩 조건은 0°~12.5°이고, 더 큰 요는 강한 측면 돌풍의 경우로 덜 일반적입니다.

"이것은 CFD 모델을 미세 조정하는 데 사용된 최초의 프로토타입 중 하나입니다. 마지막 단계에 여러분들께 선보여지는 자전거는 여러 번의 테스트 반복의 결과입니다."



콜나고 CFD 모델 빌드업: 항력만의 문제가 아닙니다

전체 항력은 자전거의 상대 운동과 반대로 작용하는 힘입니다. 이는 두 가지 현상의 조합으로 생성됩니다.

- 압력 항력 : 대부분의 항력을 담당하며 자전거와 사이클리스트의 앞과 뒤의 압력 차이로 인해 발생합니다. 앞쪽의 압력이 높고 뒤쪽의 압력이 낮으면 라이더가 이 압력 차이를 극복하기 위해 높은 파워를 필요하며, 이는 '흡입(Suction)' 현상을 생성합니다. 예를 들어, 공기 흐름이 몸체에서 분리되면 갑작스런 압력 차이와 그로인한 항력이 발생합니다.
- 마찰 항력 : 유체와 고체 외부 표면의 마찰로 인해 발생합니다. 비교적 낮은 속도와 공기 점도로 인해 사이클링에서 그 기여도는 일반적으로 압력 항력보다 작습니다.



“

콜나고는 프레임의 곳곳에 70개의 구멍을 뚫고 자전거의 각 개별 영역의 공기압을 측정하기 위한 센서를 삽입했습니다.

”

오늘날 자전거의 공기 역학적 성능이 극한 수준이라는 점을 감안할 때, 더욱 성능을 끌어올리려면 분석 도구를 점점 더 정교하게 만들고 자전거와 접촉하는 얇은 공기층에서 무슨 일이 일어나는지 자세히 이해해야만 합니다. 공기흐름이 분리되어 항력이 발생하는 곳이 있는데, 이 얇은 층을 경계층(Boundary Layer)*이라고 하며 분석이 정교해질수록 계산 시간이 길어집니다(선형보다 증가!). 그렇기 때문에 대부분의 표준 CFD 분석은 이를 단순화합니다. 경계층을 이해하기 위해 콜나고는 자전거와 접촉하는 공기흐름의 실제 동작을 특성화하고 더 정확한 모델을 구축하기 위해 자전거 압력 매핑을 수행했습니다.

압력 매핑 테스트는 자전거 또는 구성 요소의 특정 지점에 압력 게이지를 설치하는 것으로 구성됩니다(자전거당 평균 70개 센서). 이 분석테스트를 위해 모든 센서의 케이블을 내부 라우팅하기 위한 맞춤형 프레임을 제작해야 했으며 이는 3D 프린팅 덕분에 가능했습니다.

관심의 주요 영역은 자전거의 저항 대부분을 담당하고 아직 라이더의 존재로 인해 교란되지 않은 공기 흐름이 특징인 전면부 영역이었습니다. 센서는 포크, 콕핏, 헤드튜브 및 다운튜브의 서로 다른 위치에 배치되었으며, 모두 시뮬레이션된 부착 및 분리 흐름 영역에서 정시 압력의 절대값을 조사하고 다양한 바람 조건(흐름 속도 및 요 각도)에서 흐름 분리 지점을 찾기 위해 배치되었습니다.



*경계층(Boundary Layer)은 물체의 표면을 따라 흐르는 유체에 의해 형성된 표면 바로 근처의 얇은 유체 층입니다. 그 두께는 다양한 요인(유체 종류, 속도, 분석된 물체 형상 등)에 따라 달라지며 자전거 분석 시 일반적으로 몇 밀리미터 두께입니다.



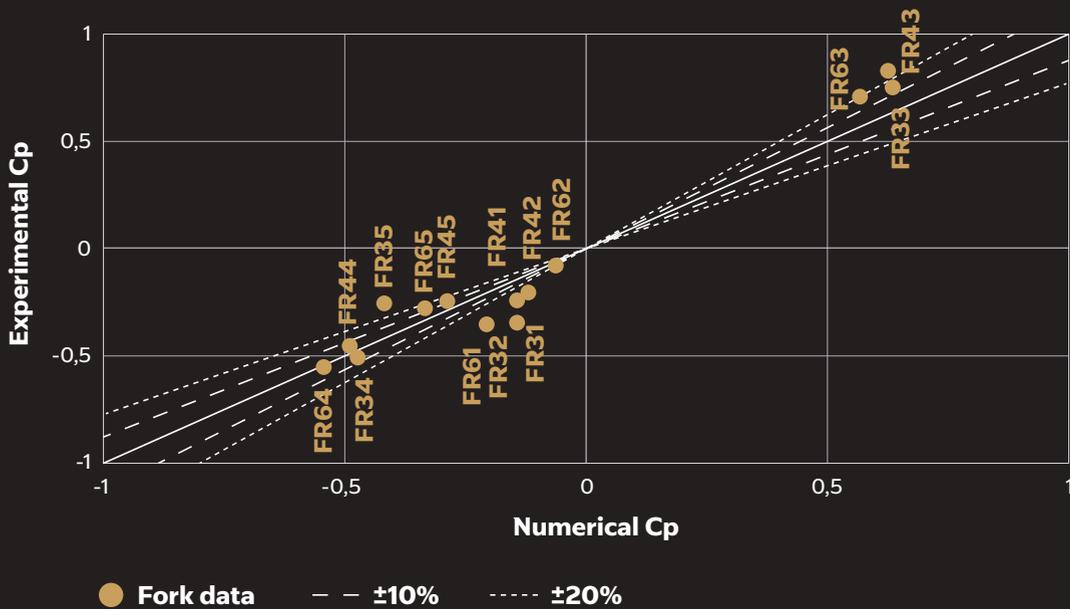
윈드 터널에서 이 엄청난 양의 데이터를 수집한 뒤, 작업에서 가장 어렵고 흥미로운 부분은 실험 결과(메쉬 분석, 난류 모델, 경계 조건, 흐름 및 자전거 특성 등)와 일치하도록 CFD 모델을 미세 조정하는 것이었습니다.

달성 결과 :

- 순간 압력에서의 분석 및 CFD 모델과 메쉬 조정
- 정확한 위치 흐름 분리 및 난류 특성화

실험 드래그 영역	표준 방법 및 도구	콜나고 시뮬레이션
기준값	~ 30% 평균 오류	~ 15% 평균 오류

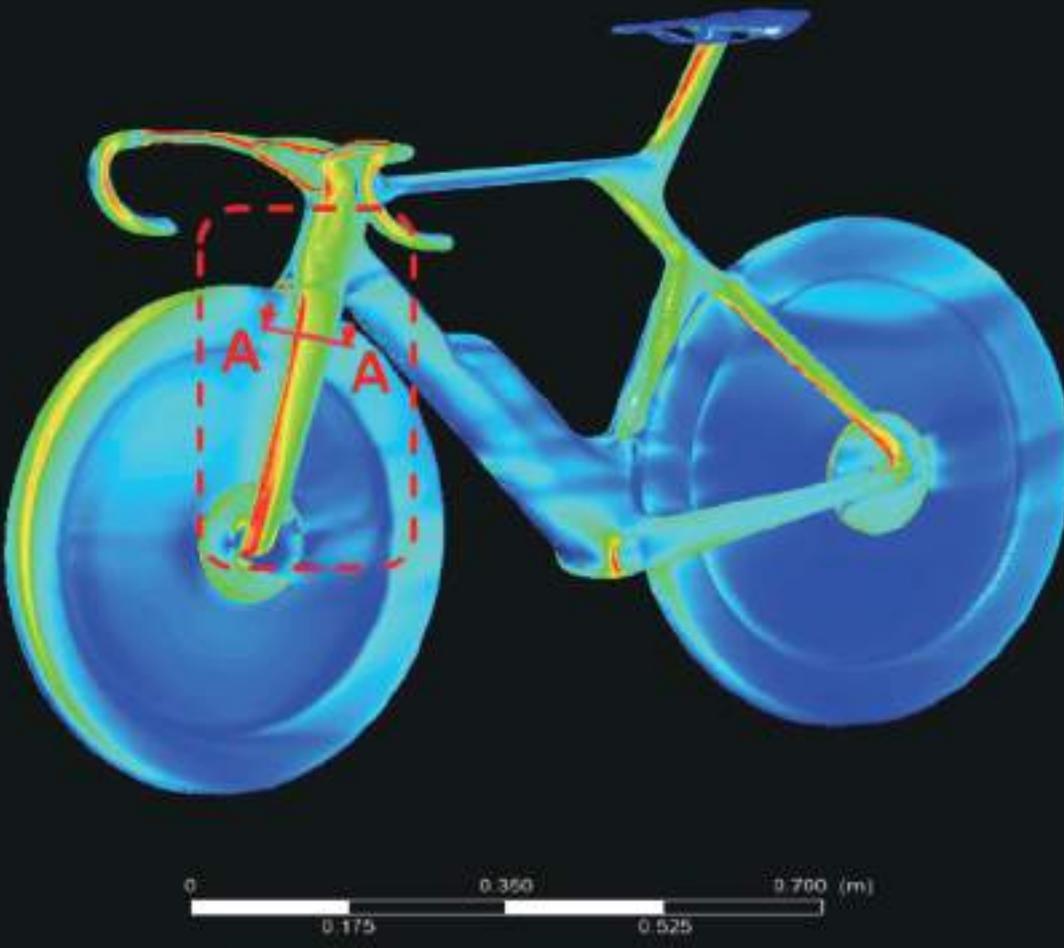
“ ~15% 평균 오차를 보인 콜나고 CFD 모델은 공기 역학 연구에 사용되는 표준 방법보다 두 배 더 정확합니다. ”



포크 암의 실험 값과 CFD 모델에서 추정된 값 사이의 편차 사례. 콜나고 모델의 평균 오차는 15%인 반면, 현재 표준 모델에서는 약 30%입니다.

**결과 : 튜브 프로파일, 포지션
그리고 정면 면적의 최적화 :**

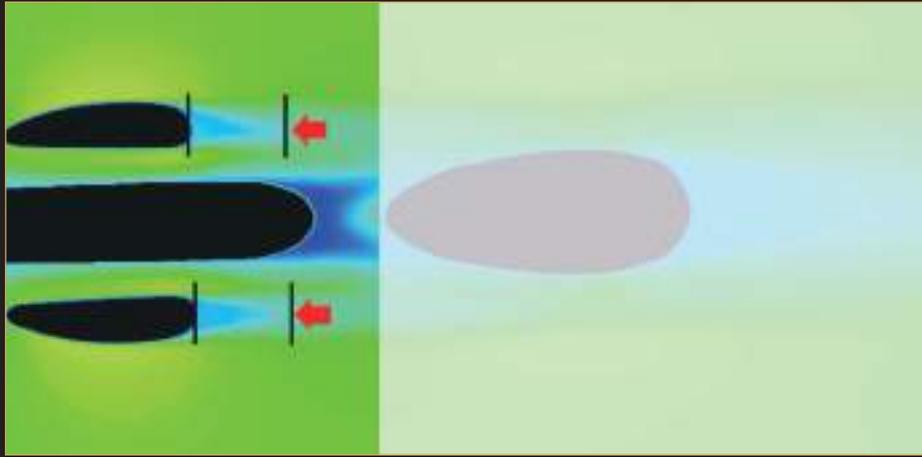
- 프로파일 최적화. 각 프로파일은 WAD 가중치 값에 따라 정면 바람과 가장 빈번한 횡풍 조건에서 최적화되었습니다.



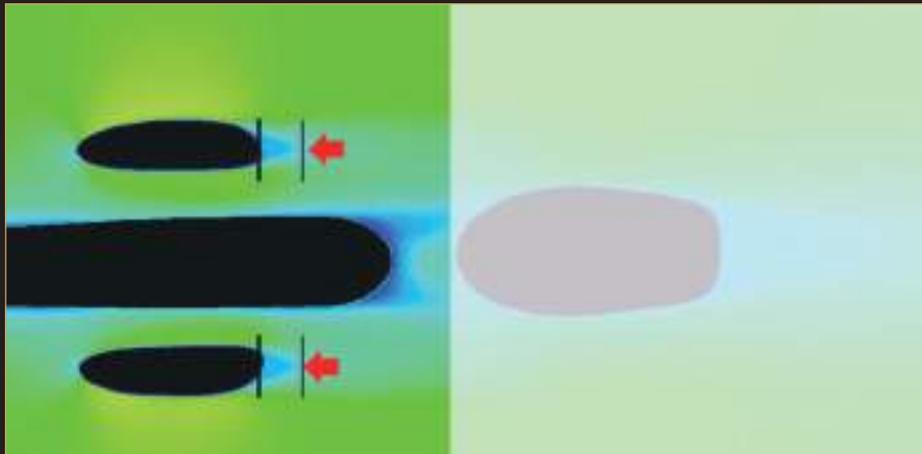
플롯과 표를 보기 위한 참고 사항 :

- WAD(가중 평균 항력) 항력은 다양한 요잉에서의 항력을 고려하며, 이러한 조건에서 발생할 확률(낮은 각도일수록 더 무거운 무게, 큰 각도일수록 더 가벼운 무게)을 가중합니다. 이는 다양한 조건에서 평균 값(또는 절감)을 나타내며, 이는 각 라이드(또는 레이스)에 대한 효과적인 절감이 실제 wing 및 트랙 특징에 따라 더 낮거나 더 높을 수 있음을 의미합니다. 누군가는 이것이 실제 측정이 아니라고 말할 수 있지만, 여전히 횡풍에서 자전거의 동작을 요약하는 가장 직접적이고 직관적인 방법입니다.

Profile 1



Profile 2



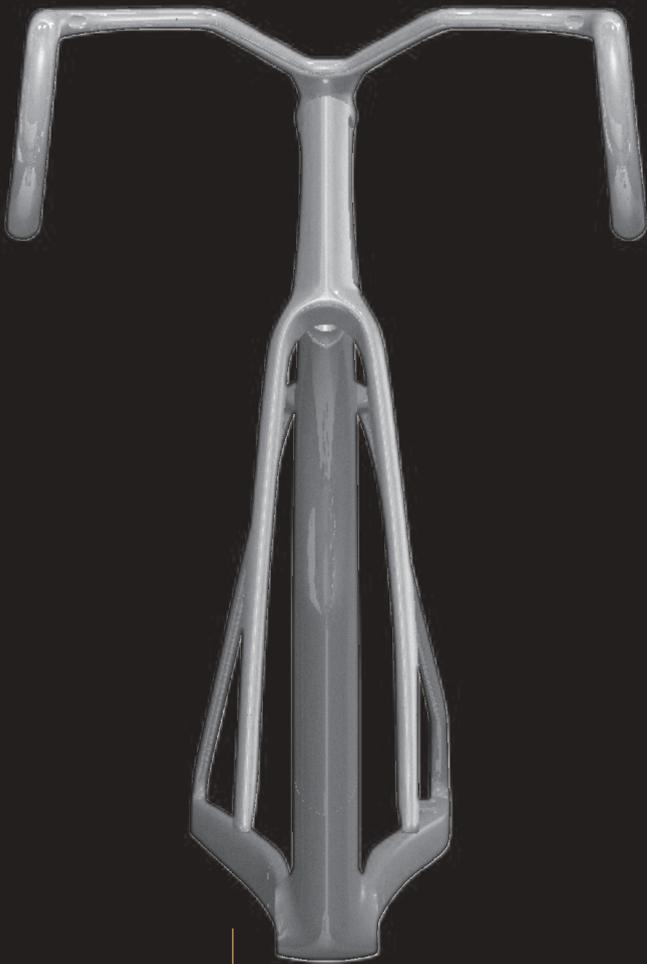
• 튜브 포지션 최적화. 튜브 포지션은 강성과 무게를 손상시키지 않으면서 최상의 공기 역학을 달성하기 위해 최적화되었습니다. (예: 다운튜브 곡률 및 휠과의 거리)



-19%

극도로 줄어든 전면 면적.

Y1Rs의 전면 면적은 혁신적인 콜나고 듀얼 플레이트 구조 덕분에 자전거 중 가장 좁은 면적을 보이며, 헤드 튜브 면적을 19%까지 줄이면서도 전반적인 강성을 손상시키지 않습니다.

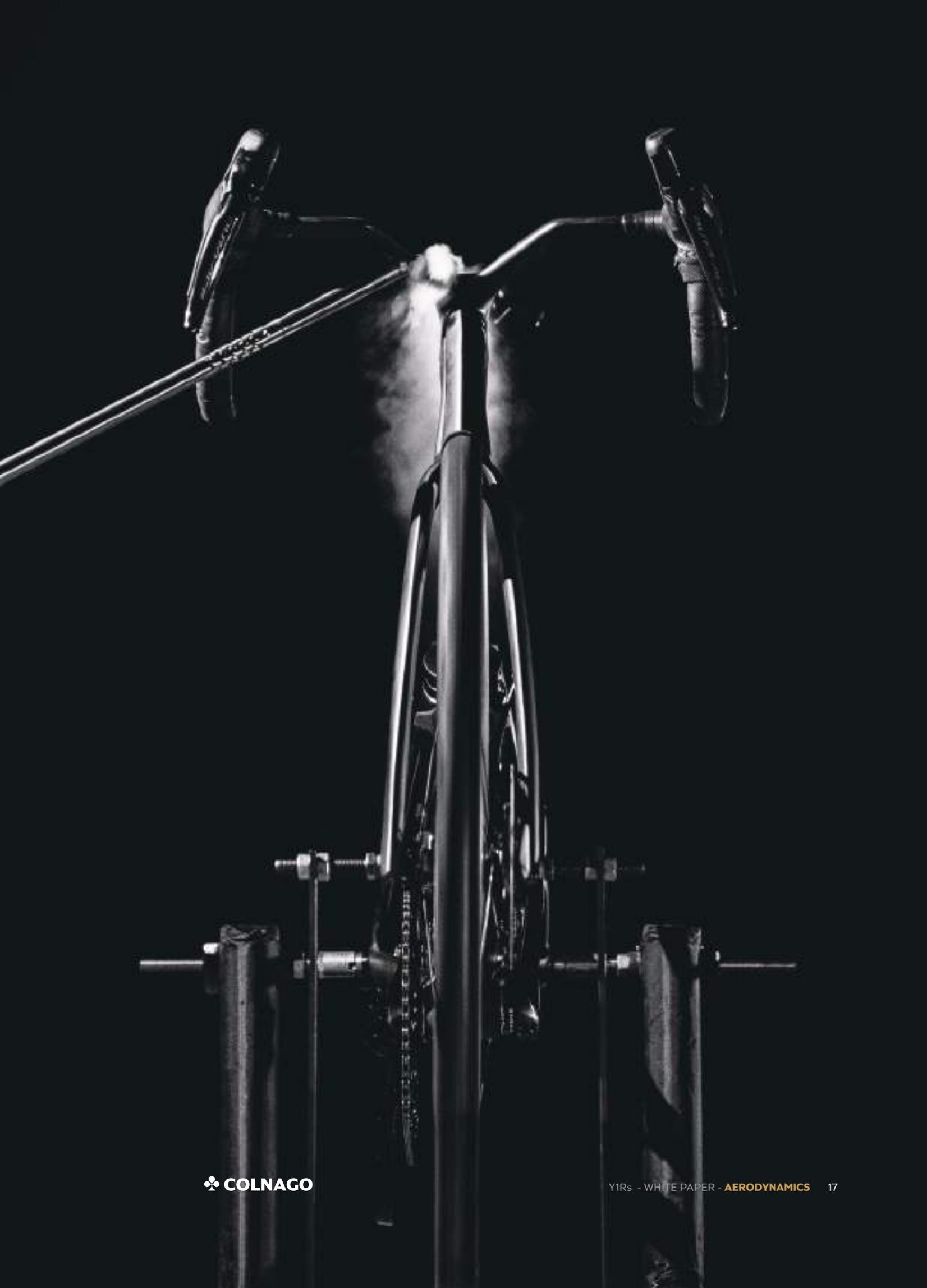


Y1Rs
23438 mm² *



V4Rs
28698 mm² *

* 전면 영역은 드롭바 부분을 제외하며, 드롭 부분은 손과 브레이크 레버의 존재에 따라 영향을 받습니다.



WYND© 셰입의 완전히 새로운 통합형 콕핏 CC.Y1

새로운 CC.Y1은 콜나고가 실현한 가장 공기 역학적이면서도 효율적인 드롭바입니다.

주요 특징 :

- 최적의 효율성을 위한 최적화된 포일 프로파일
- 기존 핸들바와 비교하여 중앙 영역에서의 공기 흐름 분리가 없는 최적화된 V자 모양 (CC.01 vs CC.Y1 시뮬레이션)
- UCI 규정 내에서 핸들바와 스페이서를 완벽하게 통합.

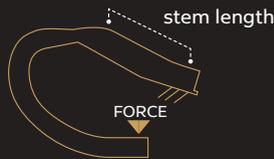
+16%

16% 향상된 공기 역학적 성능은 수직 및 측면 강성을 손상시키지 않고 달성되었습니다.

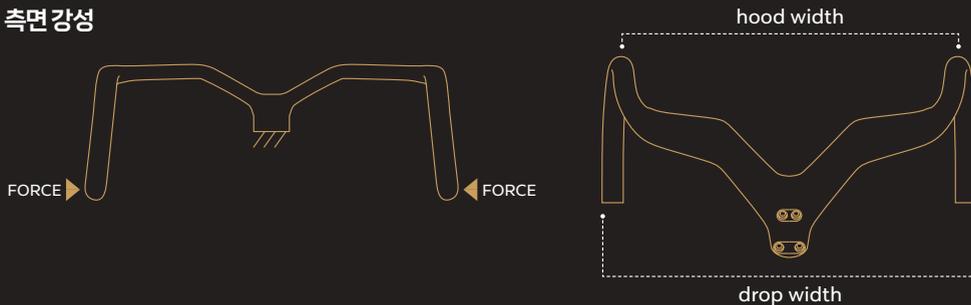
빠른 라이더와 스프린터를 위해 고안된 자전거이기 때문에 높은 핸들바로 변형은 용납할 수 없습니다. 따라서 최종 형태를 선택하기 전에 여러 카본 레이업과 헤드셋 컨셉을 테스트했습니다. 그 결과 CC.01은 시종에서 선택된 레퍼런스 핸들바보다 더 단단합니다.

(콜나고 내부 테스트에 의하면 수직 및 측면 강성에서 레퍼런스 경쟁사보다 16% 더 단단함)

수직강성



측면강성



Sizes

후드 폭 - 드롭 폭	377-400	377-400	377-400	377-400	377-400	397-420	397-420	397-420	397-420	397-420
스텝 길이	95	105	115	125	135	95	105	115	125	135







통합형 물통 케이지

일반적인 물통은 공기 역학적이지 않지만, 레이스와 훈련중 사용되는 가장 가볍고 실용적인 솔루션입니다. 콜나고는 프레임 모양과 완벽하게 일치하도록 맞춤형 물통 케이지를 디자인하여 **물통으로 인한 공기 역학적 손실을 최소화했습니다.** 경쟁력 있는 무게를 갖추었으며 UCI 규정을 준수 했습니다.

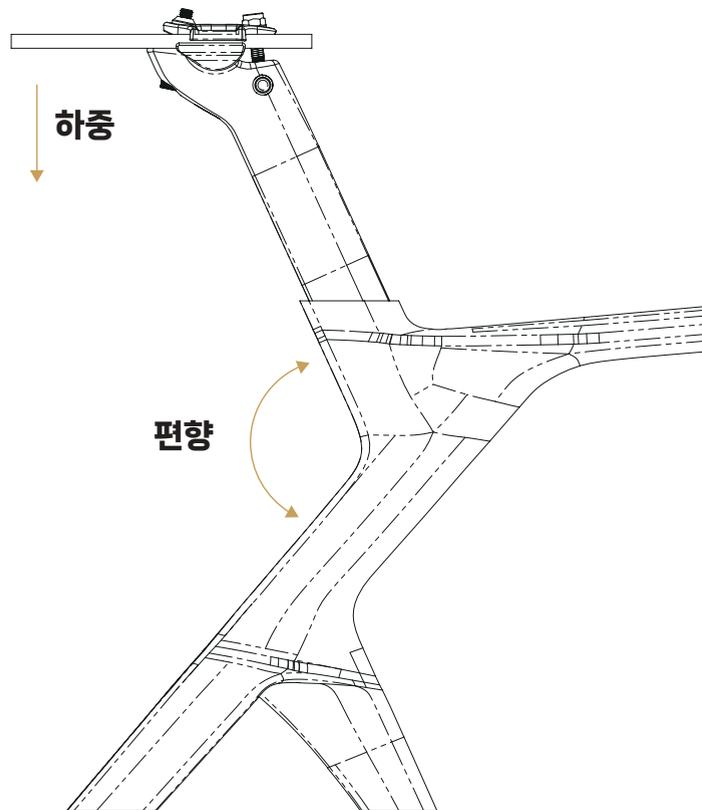
다운튜브 물통 케이지는 Di2 배터리 수납을 지원하여 장착 및 유지 관리를 더욱 용이하게 합니다.

싯포스트 조인트 - DEFY[©] 웨입

이 구역은 자전거 형태 개발에 대해 새롭게 관대해진 UCI 규정을 기반으로 설계되었습니다.

싯포스트 조인트 영역은 이제 두 개의 거꾸로 된 'y'의 결합과 같은 형태입니다.
싯포스트는 싯튜브와 일렬로 정렬되지 않았으며, 싯튜브는 경사각도 다릅니다.

싯튜브는 이제 공기 흐름에 중요한 영역에서 더 큰 공기 역학적 성능을 추구하여 뒷바퀴를 감쌉니다.
반면에 싯포스트는 더 기울어져 있어 더 큰 컴플라이언스를 보장합니다.
그 결과 프레임의 강성이 증가했음에도 불구하고 장거리와 긴 훈련 세션에서 편하게 즐기 좋은 자전거가 탄생했습니다.





테스트 및 최종 결과

결국 월드투어 팀에게 중요한 것은 자전거가 이전 모델 및 경쟁자에 비해 얼마나 빠르냐입니다. 풍동 실험에서 완전한 자전거의 신뢰할 수 있는 데이터 세트를 얻는 것은 그렇게 쉽지 않습니다. 반복 가능하고 비교 가능한 데이터를 얻는 가장 좋은 방법은 콜나고 자체 테스트 설정을 설계하는 것입니다. 다양하게 조정 가능한 1:1 사이즈의 마네킹은 내부적으로 설계되고 3D 프린팅 되어 모든 테스트 기간 동안 변형 없이 정확하게 월드투어 팀 라이더의 포지션을 반복합니다. 라이더는 대부분의 저항을 담당하므로 테스트마다 위치가 약간만 달라져도 수집한 데이터를 신뢰할 수 없게 될 수 있습니다.

윈드 터널에서 콜나고는 항상 두 가지 다른 구성으로 테스트를 진행했습니다.

자전거 단독 :

(자전거 + 물통 1개 + 물통 케이지 2개, @50km/h, 요 0°±15°)

완전한 레이싱 세팅 :

(자전거 + 마네킹 + 물통 1개 + 물통 케이지 2개, @50km/h, 요 0°±10°)

자전거 단독 테스트는 일반적으로 더 높은 정확도를 제공하지만 자전거는 항상 대부분의 저항을 담당하는 라이더와 상호 작용하기 때문에 실제 필드에서 일어나는 현상을 반영하지 않습니다. 콜나고는 두 설정에서 결과가 일관되는 것을 중요하게 여겼습니다. 제시된 결과는 측정 변동성을 줄이고 보상하기 위해 수행된 각 설정에 대한 3가지 다른 데이터 수집의 평균입니다.

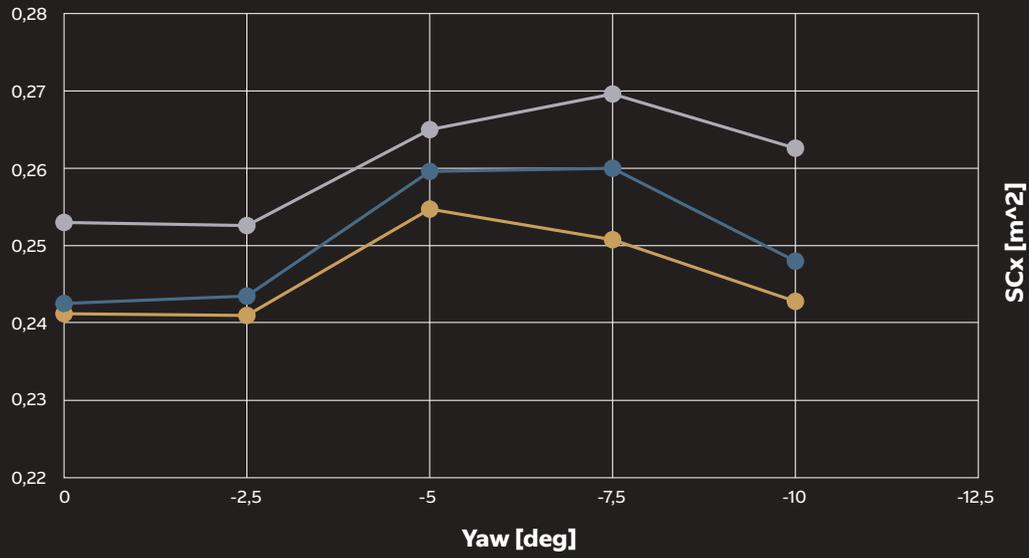
“

실제 레이싱 세팅에서 Y1Rs는 V4Rs보다 50km/h
속도 유지에 20와트 적은 힘을 필요로 합니다.

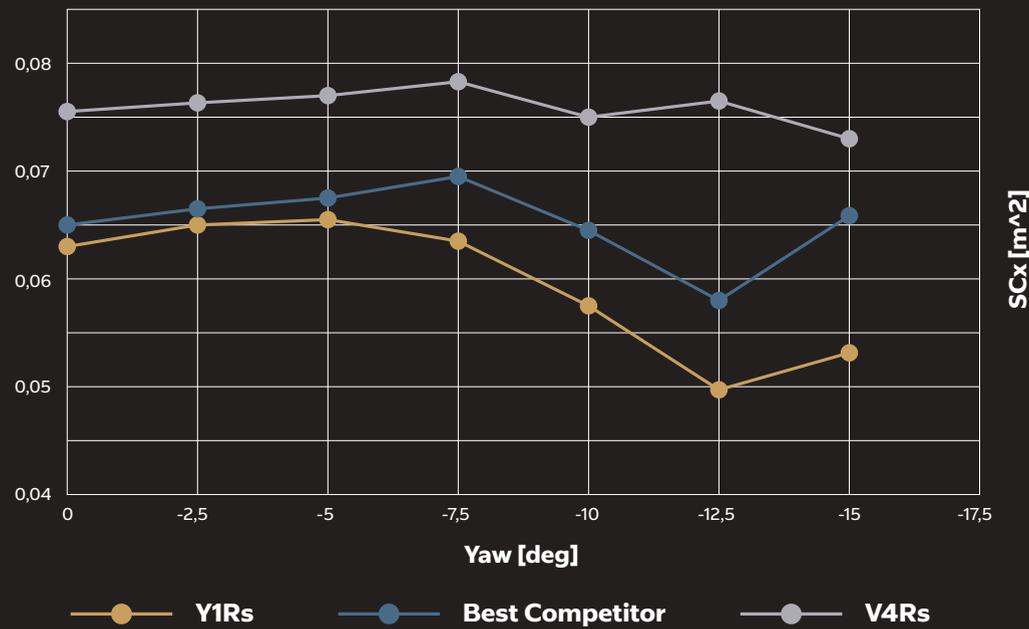
”

바람이 없는 조건에서는 최고의 에어로 경쟁자와의 격차가 작지만, 더 강한 바람이 불기 시작하면 (바람이 정면이나 약간 측면에서 불어옴) Y1Rs는 공기 역학적 효율성 측면에서 경쟁자에 비해 큰 이득을 얻습니다.

드래그 영역 비교 - 자전거와 마네킹



드래그 영역 비교 - 자전거 단독



SCx의 절대값은 풍동과 테스트 중에 사용된 공기 흐름 특성에 따라 달라집니다. 모든 테스트는 동일한 날, 동일한 풍동에서 수행되었으며, 동일한 조건을 재현했습니다.

	자전거와 마네킹		자전거 단독	
	Power 0° [W]	WAD [W]	Power 0° [W]	WAD [W]
Y1Rs	395	474	103	117
V4Rs	415	499	123	145
BEST COMPETITOR	396	482	106	126



2. 실제 라이딩 강성 최적화

Y1Rs는 가장 빠른 콜나고 도로 레이스용 자전거로 구상되었으며, 결과적으로 스프린터에게 가장 좋은 선택입니다. 월드투어 스프린터는 공기 역학과 강성이라는 두 가지 주요 성능을 요구합니다. 콜나고는 여러 하중 상황에 각기 다른 지점에서 프레임 변형을 측정하여 실제 주행 조건에서 발생하는 상황을 시뮬레이션하는 새로운 테스트 설정과 방법론을 개발했습니다. 그런 다음 변형은 콜나고가 실제 라이딩 강성(Real Riding Stiffness)라고 부르는 하나의 숫자로 합산됩니다. V4Rs와 동일한 접근 방식을 채택하여 강성을 높이고 자전거가 설계된 목적인 최종 스프린트에서 최대 반응성을 제공했습니다.

RRS-Sprint는 프레임 뒷삼각 강성, 바텀 브래킷 강성(평면 외*), 포크 강성(평면 외*) 및 핸들바 강성(수직 및 측면)의 조합입니다. 하중은 평균 라이더 체중 75kg에 1500W 파워의 스프린트를 시뮬레이션하기 위해 설정되었습니다. RRS-Climbing은 바텀 브래킷 강성(평면 내*), 포크 강성(평면 내*), 핸들바 강성(수직) 및 시트포스트(평면 내*)의 조합입니다. 하중은 60kg 라이더가 앉은 자세에서 390W의 파워로 언덕을 오르는 것을 시뮬레이션하기 위해 설정되었습니다.

	RRS-SP (sprint position)	RRS-ST (climbing position)
V4Rs	기준값	기준값
Y1Rs	3.5% 더 단단함	동일함

*'평면 외'는 종방향 평면에 대해 각도가 있는 평면에서 힘이 가해지는 것을 의미합니다.

**'평면 내'는 종방향 자전거 평면과 평행하게 힘이 가해지는 것을 의미합니다.

스프린트

스프린트 자세에서 라이더는 자전거의 축과 축이 다른 페달에 힘을 가합니다.
또한, 핸들바를 당기고 밀어서 전면에 스트레스를 주는 팔의 도움으로 많은 힘이 나옵니다.



시팅 포지션 업힐

앞은 자세로 오를 때에는 팔에 가벼운 부하가 걸리고 대부분의 무게가 뒷삼각에 실립니다.

오르막이 가파르고 라이더가 앞은 자세로 오르도록 강요받을 때 이러한 힘의 분배는 더욱 두드러집니다.



c. 새로운 UCI 규정에서 최상의 결과를 얻기 위해

2021년 Y1Rs 개발이 공식적으로 시작되었을 때 UCI는 곧 있을 규정 개정안을 전달했는데, 이는 8:1 튜브 프로파일*과 시트포스트의 새로운 포지션을 허용했습니다.

여기서 특징적인 Y자형 시트포스트 조인트가 고안되었습니다.

장점:

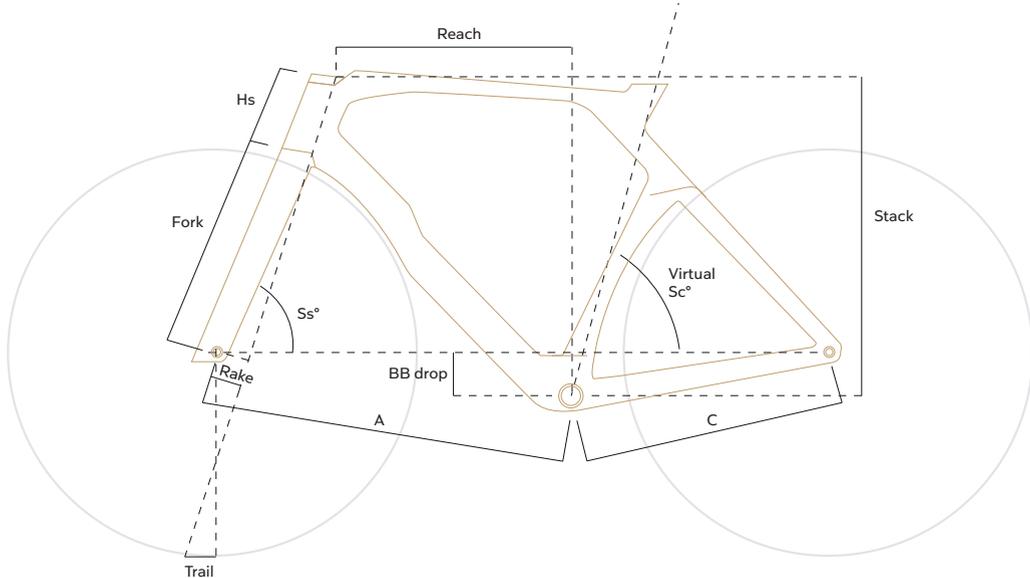
- 앞 자세에서 지면과 최상의 컴플라이언스. 긴 평지 스테이지나 브레이크어웨이에서는 공기역학적 효율성을 극대화하기 위해 공기역학적 포지션을 유지하는 것이 중요합니다. Y자형 시트포스트 조인트(시트튜브-시트스테이-시트포스트)는 바텀 브래킷과 리어 허브의 강성에 영향을 주지 않고 기존 솔루션에 비해 더 나은 수직 진동 및 충격 흡수를 제공합니다. 라이더의 이점: 파워 손실 없이 에어로 포지션에서 더 많은 편안함.

- 공기의 흐름에 따라 적절하게 구성된 튜브 단면으로, 튜브가 공기 흐름의 방향으로 더 많이 기울수록 공기에 대한 상대적 프로파일은 길어집니다. 결과적으로 이는 길이와 무게를 크게 늘리지 않고 달성되어야 합니다. 프로파일이 길수록 라이더가 페달링할 때, 다리의 영향을 받는 영역에서 공기 흐름이 선형이 될 가능성이 높다는 것을 의미합니다.



* 튜브 프로파일의 8:1 비율은 각 튜브의 길이가 8cm일 때마다 최소 너비가 1cm임을 의미합니다.

d. 다섯 사이즈로 제공되는 새로운 레이싱 지오메트리



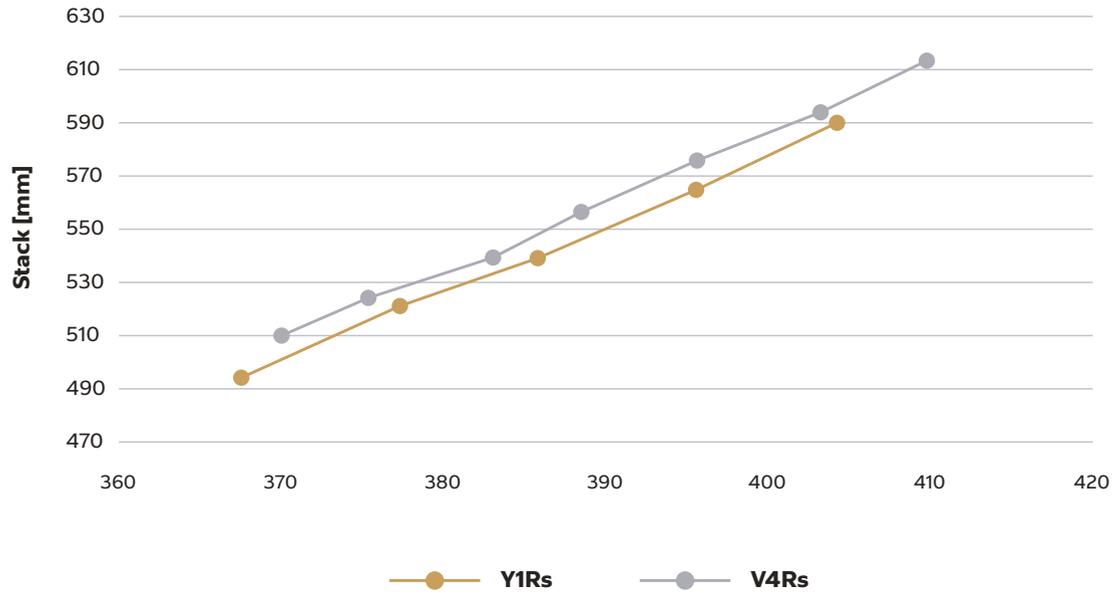
Size	Ss°	Sc°	Reach	Stack	Fork lenght	Rake	Trail (28-622 tyre)	Hs	C	A	BB drop
XS	70.8	75	368	495	376.5	55	61	88.5	408	577.5	74
S	71.9	74.5	377	520	376.5	49.5	59.5	108.5	408	579.5	74
M	73	74	386	540	376.5	45	57.5	126.5	408	581	72
L	73.5	73.7	395	565	376.5	42.5	57	150.5	408	590	72
XL	73.5	73	404	590	376.5	42.5	57	176.5	408	606	72

Y1Rs의 지오메트리와 사이즈는 플랫폼 또는 롤링 지형의 레이스에서 최대 스피드를 목표로 하는 모든 라이더의 요구를 충족하기 위해 콜나고와 UAE Emirates, UAE ADQ 두 월드투어팀의 지속적인 피드백 교환의 결과입니다.

V4Rs와 관련하여 주요 차이점은 다음과 같습니다.

- 공기 역학 및 동력 전달을 최적화하기 위해 더 앞으로 향하고 라이더의 에어로 포지션을 수용하기 위해 약간 더 가파라진 HT 및 Sc* 각.
- 더 공격적이고 확장된 위치를 수용하기 위해 증가된 리치/스택 비율 (Reach-Stack 플랫폼에서 곡선이 오른쪽으로 이동)
- 각 사이즈에 맞는 맞춤형 포크는 사이즈에 따라 최적의 일정한 트레일을 유지합니다. 트레일은 자전거 자체의 핸들링과 엄격하게 관련된 지면의 조향력 암입니다. Y1Rs의 경우 트레일은 순수한 레이싱 응용 프로그램을 위해 명확하게 고안되었습니다. 직관적인 핸들링과 조향 동작의 반응성은 이 모델의 핵심입니다.

*SC는 평균 기준 고도에서 측정됩니다. 실제 SC는 선택한 안장 높이에 따라 달라집니다.



- 2가지 슛포스트 옵션(0mm 및 15mm 셋백) 제공
- 타이어 클리어런스 최대 32-622

WEIGHT

사이즈	도장 준비 완료 프레임 무게 [g]	포크 무게 [g]	총 프레임 키트 무게 [g]	총 프레임 모듈 [g]
Y1Rs	972	450	1422	tbc
V4Rs	798	375	1173	1668

- 도장 준비 완료 프레임 무게는 분리 가능한 부품 없이 도장 단계 전에 측정됩니다.
- 총 프레임 키트 무게는 도장 준비 완료 프레임 무게와 포크 무게의 합계입니다.
- 총 프레임 모듈 :
 - Y1Rs 프레임 키트 + CC.Y1 + 헤드셋
 - V4Rs 프레임 키트 + CC.O1 + 헤드셋

사이즈 및 구성 요소에 대한 포지션 세팅 툴

콜나고는 생체 역학 테스트 또는 이미 소유하고 있는 자전거의 입력 데이터를 제공받아 가장 적합한 프레임 사이즈와 구성 요소(핸들바 및 싯포스트)를 선택하는 데 도움이 되는 툴을 개발했습니다.

어떤 모델이 당신에게 가장 적합할까요?



Y1Rs는 스피드를 중요시하는 프로 및 전문 라이더를 위해 설계된 궁극의 에어로 머신입니다. 공격적인 자세와 고속에 익숙하다면 Y1Rs는 퍼포먼스를 상위 레벨로 끌어올려 요구 사항을 충족합니다. 레이스 결과와 수많은 우승은 V4Rs가 완벽한 올라운더라는 것을 가장 잘 말해줍니다. 가파른 오르막길에서 집단 스프린트까지 어떤 조건에서든 최고 수준의 성능을 제공할 수 있으며 향상된 조정 범위와 쉬운 세팅을 수용합니다.



IT
CNIC
1863

#BuiltToDefyWind





colnago.co.kr
help@odbike.co.kr