



PORSCHE



포르쉐 911 모델, 사륜 구동의 30년 역사

프레스킷

목차

하이라이트 사륵 구동 시스템 개발	3
최신 사륵 구동 포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM)	5
포르쉐 사륵 구동의 역사 로너-포르쉐(Lohner-Porsche)부터 911 터보까지	7

하이라이트

포르쉐 사륜 구동 시스템 개발의 이정표

포르쉐 911 모델에 탑재된 최신 포르쉐 트랙션 매니지먼트(Porsche Traction Management, PTM)은 사륜 구동 스포츠카의 새로운 기준을 제시한다. 지능형 PTM은 코너 진입 시 더욱 향상된 민첩성을 보장할 뿐 아니라, 고속에서 차선을 변경할 경우에도 드라이빙 안정성을 제공한다. PTM에는 30년 이상 축적된 포르쉐 스포츠카의 사륜 구동 첨단 기술이 집약되어 있다. 포르쉐 사륜 구동의 역사는 모터스포츠에서부터 시작되었다. 1984년, 사륜 구동 방식의 타입 953 모델이 파리 다카르 랠리(Paris-Dakar Rally)에서 우승을 기록했으며, 1986년에는 전자 제어 방식 사륜 구동 시스템을 탑재한 959 슈퍼 스포츠카가 1, 2위를 모두 석권했다.

1988년: 전자 제어 방식 사륜 구동을 탑재한 세계 최초의 911 시리즈 양산 모델 공개

1988년, 포르쉐는 사륜 구동 방식의 상용화된 911 모델을 전 세계에 처음 선보였다. 타입 964 포르쉐 911 카레라 4는 센터 디퍼렌셜에 플래네티리 기어(planetary gear)를 장착해 동력을 배분하는 방식을 채택했다. 또한, 멀티 디스크 락은 프론트 및 리어 액슬 사이의 센터 디퍼렌셜 락과 리어 액슬 위에 위치하도록 했다.

1994년: 패시브 행온 시스템을 장착한 2세대 스포츠카

1994년 포르쉐는 패시브 행온 시스템(hang-on)을 장착한 2세대 사륜 구동 모델 타입 993 911을 공개했다. 이 시스템은 리어 및 프론트 액슬 사이의 속도 차이가 존재할 경우 패시브 비스커스 커플링(passive viscous coupling) 장치가 동력의 일부를 프론트 액슬로 배분한다. 이 시스템은 996세대의 911 카레라 및 911 터보 모델 적용을 위해 그대로 계승되었다.

2002년: 카이엔에 포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM) 최초 적용

2002년 카이엔과 함께 포르쉐 트랙션 매니지먼트(Porsche Traction Management, PTM)의 새로운 시대가 열렸다. PTM은 엔진 추력을 프론트와 리어에 각각 38:62의 비율로 분배하는 상시 사륜 구동 시스템이다. 감속 기어와 전자식 제어 센터 디퍼렌셜 락 (centre-differential lock)을 통해 SUV가 지녀야 할 완벽한 오프로드 기능을 구현하며 특히, 처음으로 선보인 PTM은 역동적인 주행 성능까지 가능하게 했다.

2006년: 포르쉐 트랙션 매니지먼트 (PTM)가 탑재된 최초의 911

2006년, 포르쉐는 타입 997 911 터보 모델을 통해 스포츠카 전용의 더욱 강화된 PTM 버전을 선보였다. 포르쉐는 전자석을 이용하는 전자 제어 방식 다판 클러치를 채용했다. 이 방식은 패시브 비스커스 커플링을 사용하는 이전 방식보다 훨씬 빠르고 정확하게 리어 및 프런트 액슬 사이에 구동력을 분배해 준다. 2008년에는 2세대 997 911카레라 4에도 적용되었다. 1세대 모델은 아직 비스커스 커플링 방식 사륜 구동이 적용된다.

2009년과 2013년: 911 기술이 적용된 파나메라와 마칸

2009년 이후 대부분의 파나메라 모델과 2013년 이후 모든 마칸의 사륜 구동 모델에도 다판 클러치 방식이 사용되었다. 911에 사용된 기술과 동일한 전자 제어식 다판 클러치가 적용된 파나메라 및 마칸 모델은 스포츠카 수준의 역동적인 주행성을 보장한다.

2013년: 최신 포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM) - 더욱 향상된 효율

가장 진보한 최신 버전 포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM)가 처음 사용된 것은 2013년형 1세대 991 모델인 911 터보다. 2015년 2세대 991모델까지 911 카레라 4에 사용되었던 이전 시스템과는 달리, 새롭게 개발된 다판 클러치는 기계식이 아닌 유압식으로 제어된다. 결과적으로 더욱 빠르고 정확한 구동력 제어가 가능해, 더욱 향상된 견인력과 주행 안정성 및 조향성을 제공한다.

최신 사륜 구동

포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM)로 더욱 향상된 민첩성과 안정성 및 견인력

스포티 사륜 구동은 포르쉐 혁신 그 자체이다. 1900년에 페르디난트 포르쉐(Ferdinand Porsche)가 발명한 사륜 구동 기술은 포르쉐가 30년 동안 양산 모델 적용을 통해 지속적으로 개발하고 발전시켜왔다. 118년이 지난 오늘날에도 PTM(Porsche Traction Management)은 전 세계에서 가장 강력한 구동 시스템 중 하나다. PTM 시스템의 최신 버전은 911 카레라 4, 911 타르가 4, 911 터보, 카이엔, 마칸과 대부분의 파나메라 모델에 장착되며, PTM 시스템은 각 모델 별 요구 사항에 맞게 조정된다.

액티브 PTM이 탑재된 포르쉐 자동차의 핵심 철학은 모두 동일하다. 역동적인 주행 성능, 개선된 주행 안전성 및 향상된 견인력을 통해 더욱 스포티한 드라이빙 익스피리언스를 제공한다는 것이다. 바로 이것이 포르쉐가 사륜 구동 시스템을 자체 개발하고 속도, 소형화, 인텔리전스 측면에서 업계의 기준을 선도해온 이유다. 프론트 및 리어 액슬 사이에 토크를 더욱 빠르고 정확하게 배분하는 PTM은 주행 상태를 지속적으로 모니터링하며 다양한 주행 상황에 능동적으로 대응한다. 예를 들어, 센서는 차량의 속도, 종횡가속, 조향각을 포함해 네 개의 휠 속도를 지속적으로 모니터링할 수 있다.

또한, 모든 센서 데이터를 분석함으로써 더욱 신속하고 효과적으로 프론트 액슬로 가해지는 추진력 배분을 조정할 수 있다. 예를 들어, 가속 시 후륜 공회전의 위험성이 있다면, 더 많은 추진력이 전륜으로 전달되는 것이다. 하지만 코너 주행 시에는 측면 지지력에 문제가 없을 정도의 추진력만 전륜으로 배분된다. PTM의 장점은 비나 눈으로 노면이 젖은 상태에서 극명하게 드러난다. PTM이 장착된 포르쉐는 이런 상황에서도 놀라운 가속 성능을 발휘한다.

물리적 가능성을 최적으로 활용

PTM은 물리적 조건을 활용해 최적의 주행 역학을 구현한다. 주행 상황에 따라 액슬에 전달되는 하중이 달라지는 것이다. 이처럼 휠 하중을 다이내믹하게 변화시킴으로써 주행 중 액슬 및 포지션에 따라 타이어에 다양한 수준의 동력을 전달할 수 있도록 한다. 예를 들어, 오르막 직진 주행 시 후륜은 무거운 하중을 받아 더 큰 힘을 전달할 수 있다. 이 경우 PTM은 프론트 액슬에 전달되는 토크를 감소시킨다.

구동 토크를 전후로 배분하며 차량의 셀프 스티어링(self-steering)을 원하는 방식으로 조종할 수도 있다. 오버스티어링(Oversteering)의 경우, 타이어는 특정한 최대 하중을 전달할 수 있으며, 이 힘은 종횡 방향으로 나뉘지게 된다. 운전자가 가속 시, 종방향 힘이 커지면 구동축 타이어의 횡방향 접지력은 줄어든다. 코너링 시 후륜 구동 차량의 경우 전달 가능한 횡력이 모두 소진되면 타이어가 미끄러지면서 후방이 바깥쪽으로 밀리게 되지만, 사륜 구동은 프런트 액슬로 더 많은 토크를 전달해 후륜의 종력을 줄이고 더 큰 횡력을 타이어에 전달할 수 있도록 한다. 결과적으로 차량의 주행 안정성이 크게 향상된다.

팀웍: 최적의 동력 배분을 통해 PTM을 지원하는 보조 시스템

포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM)의 장점은 모든 다이내믹 주행 시스템과의 효율적인 연동과 상호 유기적 시스템 작동을 통해, 운전자를 위한 최상의 주행 성능을 구현해 내는 것이다. 가장 중요한 보조 시스템은 포르쉐 스태빌리티 매니지먼트(PSM)로 ASR(anti-slip regulation)과 ABD(automatic brake differential) 기능을 사용해 각 휠에 가해지는 동력 배분을 개별적으로 제어한다. 모델 및 장치에 따라 옵션으로 제공되는 포르쉐 토크 벡터링 플러스(PTV Plus)는 PTM 컨트롤 시스템과 연동되어 사륜 구동의 파워를 한층 더 증대시킨다. PTV Plus는 후륜 개별 브레이크, 전자 제어식 리어 디퍼렌셜 락을 통해 가변 토크를 배분하며 스티어링 동작과 정확성을 향상시킨다.

PTM의 기술적인 기본 기능들은 모든 모델 라인에서 동일하다. 엔진 동력은 기존 후륜 구동 방식과 동일하게 트랜스미션을 통해 리어 액슬로 직접 전달된다. 이는 원칙적으로 모든 포르쉐 모델들이 후륜 구동을 손쉽게 제어할 수 있다는 것을 의미한다. 변속기 출력의 세컨드 다운포스(second downforce)는 다판 클러치로 전달되며, 이를 통해 프런트 액슬 드라이브의 완전 가변적인 작동이 가능하다. 이 행온(hang-on) 시스템은 지능형 제어 알고리즘과 능동 시스템을 기반으로 구현된다.

카이엔과 마칸의 경우, SUV의 광범위한 오프로드 특성을 보장하는 추가 기능이 포함된 더욱 향상된 PTM이 탑재된다. 제어 콘셉트는 명확하다. 길이 험하면 차는 운전하기 쉬워야 한다는 원칙이다. 모든 시스템은 오프로드에 최적화되어 있으며, 오프로드 환경에서 견인력을 향상시키는 것을 목표로 한다. 운전자는 버튼 하나로 오프로드 기능을 사용할 수 있으며, 카이엔의 경우 이러한 기능을 단계 별로 사용할 수 있다.

포르쉐 사륜 구동의 역사

로너-포르쉐(Lohner-Porsche)부터 911 터보까지

세계 최초의 사륜 구동 자동차 중 하나가 바로 포르쉐 스포츠카였다. 페르디난트 포르쉐(Ferdinand Porsche)는 네 개의 전기 휠 허브 모터를 장착한 로너-포르쉐 레이싱카(Lohner-Porsche racing car)를 설계하고 제작했다. 1947년, 포르쉐는 치시탈리아 레이싱카(Cisitalia racing car)로 잘 알려진 타입 360을 개발했다. 타입 360은 12기통 수퍼차저 엔진과 경량 구조뿐 아니라 사륜 구동 방식으로 유명해졌고, 마찰력이 낮은 회전 구간이나 노면에서 구동력을 추진력으로 완전하게 전환시킬 수 있다는 개념을 바탕으로 설계됐다.

1981년 포르쉐는 사륜 구동 시스템을 다양한 모델에 적용하기 시작했다. 포르쉐는 프랑크푸르트 국제모터쇼에서 사륜 구동 방식의 911 터보 카브리올레에 대한 연구를 발표했다. 1984년 연구를 검토한 포르쉐는 사륜 구동 타입 953을 설계, 파리-다카르 랠리(Paris-Dakar Rally)에 출전하여 종합우승을 차지했다. 1985년엔 953의 성공을 토대로 시대를 앞선 959 슈퍼 스포츠카를 출시했다. 다판 클러치로 구동되는 사륜 구동 시스템과 리어 디퍼렌셜 락 기술은 포르쉐 사륜 구동 시스템의 기본 개념으로 자리잡게 되었다. 센터-디퍼렌셜과 디퍼렌셜 락은 수동 및 자동으로 모두 작동 가능하며 여전히 PTM의 특징으로 남아있다. 1986년 파리-다카르 랠리에서 포르쉐 959 모델의 대회 1,2위 석권은 전설이 되었다.

911 카레라 4: 포르쉐가 30년 전에 선보인 최초의 911 모델

포르쉐는 1988년 타입 964 911을 선보이며 모델명 뒤에 붙인 '911'로 새로운 시대를 열었다. 911 카레라 4는 포르쉐 최초의 사륜 구동 스포츠카 시리즈로, 혁신적인 디자인이 특징이다. 특히, 포르쉐가 혁신으로 꼽는 "디퍼렌셜 슬립-컨트롤(differential slip-controlled)"은 모든 사륜 구동 모델에 적용된다. 수동 변속기에서 구동 토크가 먼저 플래니터리 기어 세트에 구성된 종방향 트랜스퍼 케이스로 전환되며, 락 컨트롤이 활성화 되어 있지 않을 경우에는 탑재된 트랜스 액슬 샤프트를 통해 항상 같은 비율(리어 액슬 69%, 프론트 액슬 31%)로 동력을 배분한다. 이는 매우 혁신적인 조정 방식으로, ABS센서가 개별 휠의 슬립 상태를 감지하고 유압식 락은 이를 방지한다. 전자식으로 제어되는 두 개의 멀티 디스크 락은 프론트 및 리어 액슬 휠 사이의 동력을 조절해 견인력, 드라이빙 안정성, 핸들링, 회전력과 하중 변화에 대한 반응을 최적화시킨다.

1994년: 상시 사륜 구동 대신 비스커스 커플링이 장착된 새로운 사륜 구동 시스템

1994년, 포르쉐는 타입 993 911 카레라 4를 통해 사륜 구동 시스템 개발을 재개했다. 911 터보도 처음으로 사륜 구동 시스템을 적용했다. 포르쉐는 두 모델을 통해 더욱 심플한 시스템으로 설계를 바꿔 당시 가장 가벼운 디자인의 사륜 구동 시스템을 선보였다. 행 온(hang-on) 사륜 구동으로 설계된 이 시스템은 리어 액슬을 직접 구동하고, 프런트 액슬과 리어 액슬 간의 속도 차이가 있는 경우 패시브 비스커스 커플링을 통해 추진력의 일부를 프런트 액슬로 전달한다. 비스커스 커플링은 트랜스퍼 케이스를 대신하고, 프런트 액슬 구동을 위해 다판 클러치를 제어하게 된다. 결과적으로 사륜 구동 911 모델은 하중을 받을 때 후륜 구동과 유사하게 효과적으로 후면을 제어하면서도 더욱 안정적이다. 기존의 디퍼렌셜 락과 자동 브레이크 디퍼렌셜(ABD)은 리어 액슬에 사용된다.

비스커스 커플링은 리어 휠의 슬립 상태에 따라 구동 토크를 액슬 사이에서 자동으로 배분하는 역할을 한다. 사륜 구동 모델에 기본 사양으로 장착된 ABD는 ABS 센서를 활용해 각 휠의 슬립 상태를 감지하고, 컨트롤 유닛을 통해서 회전 중인 휠에 제동 토크를 제공한다. 좌우 마찰력이 다른 상태에서, 처음에는 리어 액슬 디퍼렌셜 록으로 추진력이 생기고, 증가한 힘이 지속적으로 휠에 전달된다. 휠이 회전하기 시작하면 ABD는 차량을 감속 시키고 제동 토크 수준의 구동 토크가 반대 방향 휠로 전달된다. 이 기능은 특히 젖어 있거나 미끄러운 노면에서 차량 시동 시 문제가 있는 경우 유용하다.

포르쉐는 타입 996 911 콘셉트를 고수했다. 차이점은 비스커스 커플링이 프런트 액슬 드라이브 유닛의 유조(oil bath)에서 작동해, 하중이 큰 상황에서도 효과적인 냉각이 가능해졌다는 점이다. 996세대는 무게를 줄이고 냉각수 파이프 공간을 확보를 위해 트랜스 액슬 튜브를 제거했다. 또한, 엔진에 직접 고정된 변속기와(중앙 튜브를 통한) 프런트 액슬 드라이브 유닛 간의 견고한 연결 대신, 노출된 카르단 샤프트를 통한 프런트 액슬로 구동력을 전달했다.

2002년: 카이엔을 통한 포르쉐 트랙션 매니지먼트(PTM) 소개

2002년, 포르쉐는 3번째 모델 라인으로 완전히 새로운 사륜 구동 기술을 장착한 카이엔을 공개했다. 기본형에선 PTM이 엔진 동력의 62%를 리어 휠로, 38%를 프런트 휠로 배분한다. 하지만 전기 모터로 작동되는 가변 센터-디퍼렌셜 락인 전자 제어 다판 클러치를 사용하면 주행 상황에 따라 배분율을 변경할 수 있어 종횡 방향 동력에 영향을 줄 수 있다. 또한, 로커 스위치로 거친 오프로드 주행 시 센터-디퍼렌셜 락을 수동으로 조정할 수도 있다.

PTM은 카이엔의 주행 역동성을 위해 결정적인 역할을 한다. 맵-컨트롤 센터-디퍼렌셜 락 및 옵셔널 리어 디퍼렌셜 락은 단순히 프론트나 리어 액슬의 마찰력에 반응하는 것이 아니라 차량의 속도, 횡가속도, 조향각 및 액셀 제어를 감지하여 PTM이 프런트 및 리어 액슬에 걸릴 최적의 록 각도를 계산하고, 그에 따라 필요한 드라이브 토크를 배분한다. PTM은 코너링 시 뛰어난 민첩성을 제공하고, 고속 주행 시 또는 눈길 및 빙판 위에서 감속하며 차선 변경을 할 경우 탁월한 주행 안전성을 제공하는 예측 시스템이다.

포르쉐 트랙션 매니지먼트 (PTM)가 탑재된 최초의 911

2006년, 포르쉐는 타입 997 911 터보에 변형된 전자식 PTM을 장착했다. 핵심 요소는 전자 제어식 다판 클러치로, 필요에 따라 동력을 프런트 액슬에 전달한다. 실제로 대부분 구현되지 않았지만, 911 터보의 클러치의 최대 토크는 40.79kg.m(400 Nm)로 설계됐다.

최대 반응 시간이 100 밀리초인 PTM은 엔진이나 운전자보다 더 빠르게 변화를 감지해 반응한다. 즉, 좁은 시골길에서는 민첩한 반응을, 고속으로 운전하는 상황에서는 훌륭한 견인력과 안전성을 제공한다. 이 같은 역동적인 주행 성능을 구현하기 위해 포르쉐 디자이너들은 PTM에 다음과 같은 5개의 주요 기능을 고안했다. 오늘 날에도 포르쉐의 사륜 구동 차량에는 다음의 원칙이 적용된다.

- 기본 토크 배분: 일상 운전시 이 제어 시스템은 프런트 액슬 드라이브를 지정된 방식으로 작동시켜 현재의 주행 상황에 맞게 프런트 및 리어 액슬 사이에 엔진 토크를 지속적으로 배분한다. 이를 위해 프론트 액슬에 필요한 토크는 밀리 초 단위로 결정된다. 예를 들어, 시스템이 차선 변경을 감지하면 속도에 따라 프런트 휠 드라이브는 적절한 수준으로 작동된다. 특히, 운전자는 가속 상황에서 안정성이 현저하게 증가하는 것을 경험할 수 있다.

- 가이드 컨트롤: PTM은 일반적인 파라미터를 활용해 주행 상황의 역동적인 변화를 초기에 감지하고 미끄러짐을 사전에 방지한다. 예를 들어, 이 시스템은 차에 시동이 걸리면 운전자의 가속도를 측정한다. 엔진이 가속을 위해 토크를 변환하기 전에, PTM은 다판 클러치를 잠그고 휠의 회전을 최대한 방지한다. 두 개의 리어 휠이 마찰력이 없는 얼음판 위에서 회전하는 극단적인 상황에서만 엔진 토크가 프런트 휠로 전달해 회전하게 한다. 이는 시동을 거는 순간에 4개 휠 모두 최대의 추진력을 발휘할 수 있고, 최적의 가속을 달성할 수 있다는 걸 의미한다. 단, PDK 변속장치와 함께 "런치 컨트롤"을 사용하는 경우, PTM은 최대 견인력 보장을 위해 시동 전에 다판 클러치를 잠근다.

- 슬립 컨트롤러: 911은 높은 토크 덕분에 순간 가속 시, 특히 젖은 노면 위에서 리어 액슬에서 최대의 접지력을 보장한다. 더 많은 토크와 그에 따른 추진력이 다판 클러치를 통해 프런트 액슬로 전달된다. 2006년, 포르쉐는 911 터보에 처음으로 종가속 감지 및 제어 기능을 선보였다.

- 오버스티어 교정: 코너링 시 젖은 나뭇잎 등의 운전 방해 요소로 차량 후면의 끝 부분이 바깥 쪽으로 밀릴 때, 더 큰 추진력을 프런트 액슬에 전달해 주행 안정성을 극대화 한다. 또한, PTM은 조향각을 감안해 프런트 액슬에 동력을 배분한다. 운전자가 오버스티어를 교정하기 위해 카운터 스티어를 할 경우, PTM은 추진력을 프런트 액슬에 실어 더욱 신속하게 차량을 안정화시킨다.

- 언더스티어 교정: 반면 스포츠카의 프런트 휠이 바깥 쪽으로 빠질 때에는 PTM이 프런트 액슬의 토크를 줄인다. 두 가지 경우 모두, PTM은 프리시전 센서를 활용해 운전자보다 불안정함을 느끼기 전에 먼저 반응한다. PSM 스테빌리티 시스템은 코너링 시 효율적이고 역동적인 주행을 위해 각 휠에 제동을 최소화시키고 빠르게 안정화 시킨다.

스포츠카 수준의 사륜 구동 파나메라 및 마칸

911의 PTM은 사륜 구동 시스템의 파나메라(2009년 월드 프리미어) 및 포르쉐 마칸(2013년 5번째 포르쉐 모델 라인으로 출시)의 마스터 모델이 되었다. 세대마다 갈수록 진화하는 PTM은 신형 911에서는 포지셔닝 정확도 제고와 프런트 액슬에 전달되는 토크에 주안점을 두었다. 이후, 새롭게 개발된 다판 클러치의 전자 유압식 작동을 특징으로 하는 PTM은 주행 상황과 운전자의 요구에 따른 경제적인 주행 스타일을 식별하고, 프런트 액슬의 실리는 구동

토크 견인력을 감소시켜 에너지 손실을 방지한다. 또한, PTM은 PDK 변속장치와 함께 포르쉐의 특징인 "코스팅(coasting)" 모드를 지원한다. 코스팅 모드로 주행하는 경우 PTM 클러치가 열리고, 사륜 구동 시스템은 제동 토크를 줄여 연료 소비를 감소시킨다. 최신 PTM은 새로운 다판 클러치를 통해 더욱 빠르고 정확하게 동력을 제어하며, 주행 역동성과 민첩성, 안정성을 제공한다. 또한, 프런트 액슬에 더 높은 토크를 실어, 증가된 엔진 파워를 노면에 전달시키며 향상된 가속 성능 발휘한다.