

# Agilent 8850 GC 시스템에서 ASTM D7504를 사용한 단환 방향족 탄화수소 분석

헬륨 또는 수소 운반 가스를 사용하는 기존 및 고속 접근법

## 저자

Scott Hoy  
Agilent Technologies, Inc.

## 개요

이 응용 자료에서는 ASTM D7504에 설명된 일반적인 방향족 오염물질의 기존 분리 (39분)와 고속 분리(6.05분) 모두에 적용되는 Agilent 8850 단일 채널 GC의 속도와 정밀도를 집중적으로 살펴봅니다.<sup>1</sup> 또한 ASTM D7504에서 변화된 추가적 형태를 탐구하는 데 관심이 있는 사용자를 위해 기존 분석법을 고속 분석법으로 변환하기 위한 애질런트 분석법 변환기 소프트웨어의 사용에 대해서도 설명합니다. 두 가지 분석법의 정확도를 평가하기 위해 세 가지 표준 혼합물을 구입하고 각각 20회 연속 반복 주입을 통해 분석했습니다. 이 시스템은 모든 비 미량 화합물에 대해 계산된 농도 RSD가 1.0% 미만을 보여 두 분석법 모두에서 우수한 정밀도를 제공했습니다. 고속 분석법으로 *p*-xylene 표준물질에서 benzene 피크를 생성했을 때 14ppmw 농도에서 평균(n=20) RMS 신호 대 잡음비(S/N)가 60을 보여 1.0ppmw 미만의 대략적 benzene MDL를 나타내었습니다.

## 소개

ASTM D7504는 완제품의 품질 관리와 공급품 및 중간 흐름의 공정 제어를 위한 글로벌 화학 산업의 획기적인 분석법으로 제시됩니다. 이 분석법은 benzene, toluene, ethylbenzene 및 xylene 이성질체를 포함한 가장 단순한 단환 방향족 탄화수소 종의 순도를 확립합니다. 이러한 화합물은 연료, 용매 및 보다 특수한 화학물질과 재료를 생산하기 위한 구성 요소로 널리 사용됩니다. ASTM D7504의 주요 해결 과제는 벌크 *p*-xylene 시료의 큰 *p*-xylene 피크에서 작은 ethylbenzene 및 *m*-xylene 피크를 분리하는 것입니다.

이 응용 자료에서는 Agilent 8850 GC를 사용한 두 가지 접근법을 통해 ASTM D7504를 사용한 단환 방향족 탄화수소 분석을 소개합니다. 첫 번째 접근법은 헬륨 운반 가스와 두꺼운 폴리에틸렌 글리콜(또는 “왁스”) 상(Phase)이 포함된 긴 컬럼을 사용하고 총 실행 시간이 39분인 기존 방법을 따릅니다. 이 접근법과 기타

유사한 접근법의 예는 Agilent 6850, 8860, 8890 및 9000 GC를 사용하여 이전에 발표되었습니다.<sup>2-5</sup> 두 번째 접근법은 수소 운반 가스와 더 짧고 좁은 왁스 컬럼을 사용하여 총 실행 시간이 6.05분인 고속 분석법입니다. 고속 분석법은 분석법 정밀도를 저하시키지 않으면서 ethylbenzene/*p*-xylene/*m*-xylene 삼중체의 충분한 분리능을 유지합니다.

기존 Agilent 6850 GC를 따라 설계되었지만 최신 기술을 이용한 Agilent 8850 GC는 동일한 작은 설치 공간에 강력한 단일 채널을 갖추고 있습니다. 방향족 용매 순도 분석법은 6850에서 자장 널리 사용되는 응용 분야였는데, 작은 설치 공간으로 인해 실험실에서 기기 중복성을 확실히 유지하면서 시료 처리량을 늘릴 수 있었기 때문입니다. 이 응용 자료의 개발 과정에서 기존 분리 방법은 처음에 6850 GC에서 개발된 후 8850 GC에서 추가로 개선되었으며 그림 1은 두 기기 모두에서 *p*-xylene 확인 표준물질의 분리를 보여줍니다(실험 섹션에서 설명).

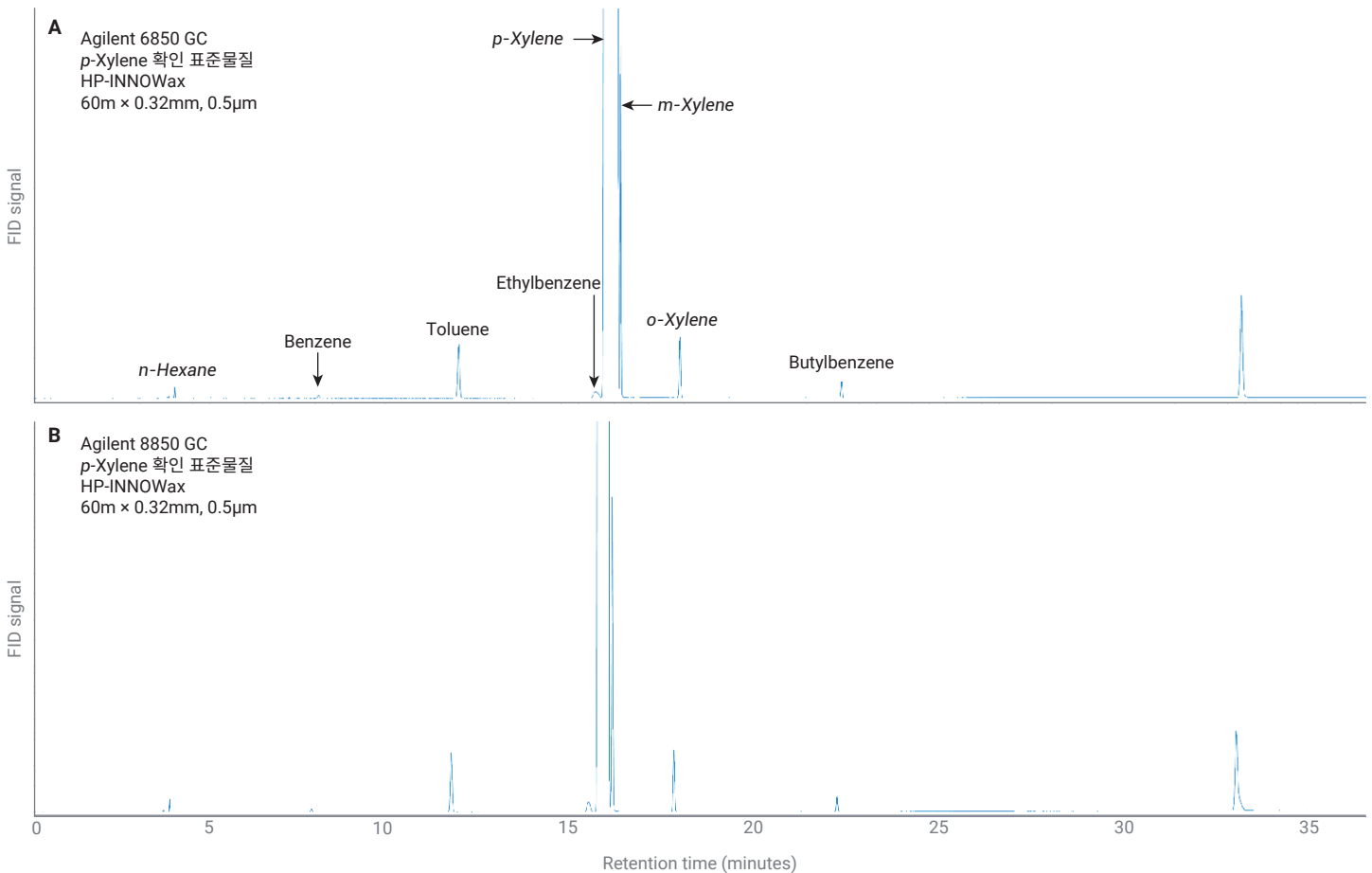


그림 1. Agilent 6850 GC(A) 및 Agilent 8850 GC(B)에서 분석된 *p*-xylene 확인 표준물질의 크로마토그램.

8850 GC는 소형 컬럼 오븐과 플래그십 8890 GC에 적용된 동일한 6세대 전자적 기체역학 제어(EPC) 기술을 결합하고 있습니다. 이러한 열적 민첩성과 기체역학 정밀도의 결합을 통해 8850 GC는 기존 분석법을 크게 가속화할 수 있습니다. 또한 열악한 크로마토그래피 조건을 사용자에게 경고하는 데 도움이 되는 블랭크 평가 및 피크 평가, 그리고 마지막으로 유지보수를 수행한 이후 주입 횟수 및 경과 시간을 추적할 수 있는 조기 유지보수 피드백(EMF) 카운터를 포함하여 Agilent 8890 및 9000 Intuvo GC에 있는 모든 GC 인텔리전스 기능이 함께 제공됩니다. 이러한 기능은 성공적인 분석에 도움이 될 뿐만 아니라 성능을 유지하여 기기 가동 시간을 연장시킵니다.

8850 GC의 EMF 카운터는 처리량의 증가로 인해 주입구 소모품 (예: 셉타 및 라이너)이 특정 시간 동안 더 많이 마모되는 고속 분석법에 특히 유용합니다. 그림 2는 시간 또는 주입 한계에 도달할 때 GC에서 팝업 경고를 활성화하는 옵션이 있는 EMF 카운터 추적 라이너 주입을 보여줍니다. 이러한 카운터는 애질런트 브랜드 소모품에 대한 권장 제한으로 사전 구성되어 있으며 사용자가 특정 요구에 맞게 변경할 수 있습니다. EMF 추세 플롯은 GC 전면 터치 패널과 브라우저 인터페이스를 통해, 그리고 OpenLab CDS에서도 접근할 수 있습니다.

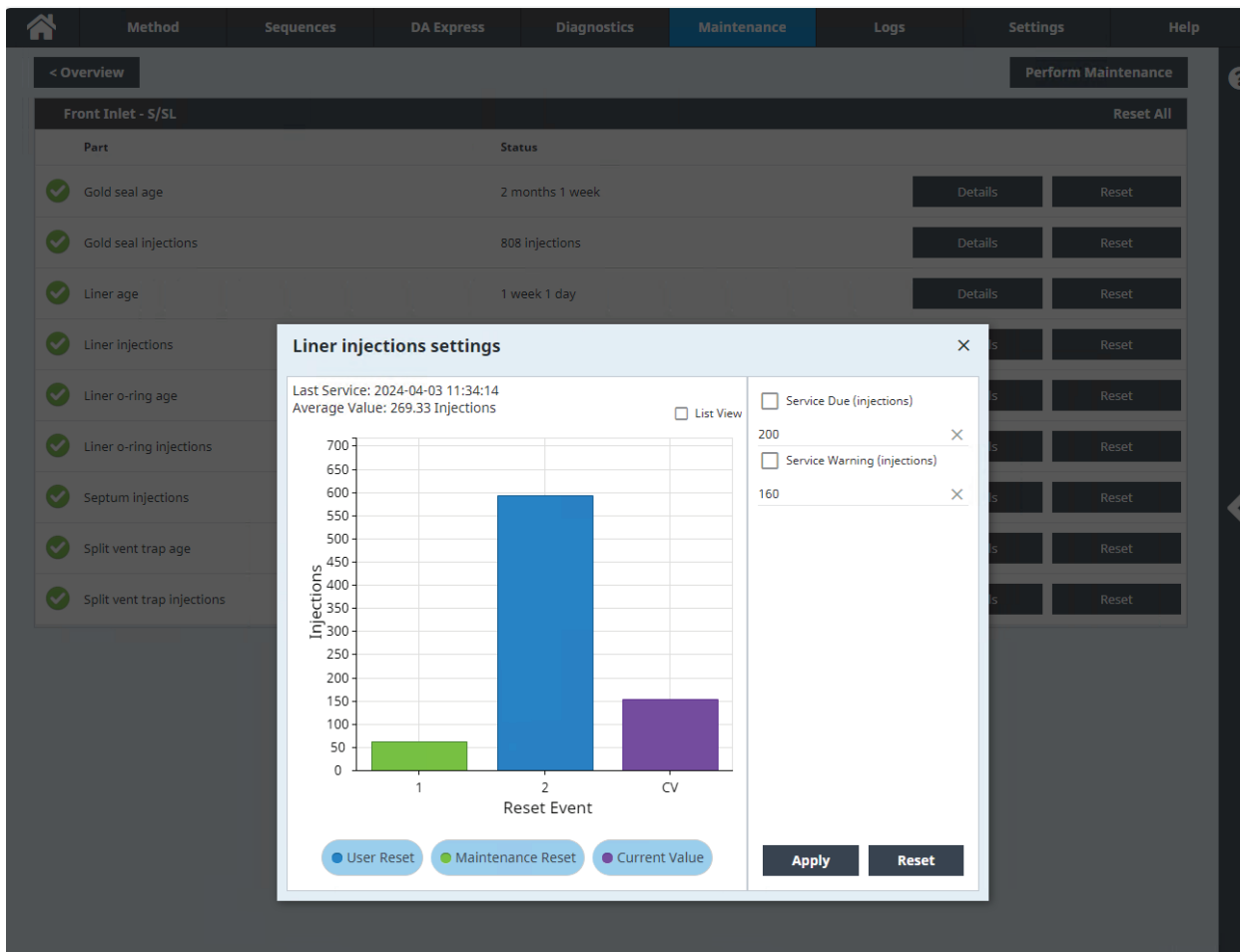


그림 2. EMF 카운터는 Agilent 8850 GC의 마지막 라이너 교체 이후 주입 횟수에 따른 주입구 라이너 수명을 추적합니다.

8850 GC는 기기 성능에 대한 정보를 제공하는 외에 에너지 및 가스 소비량도 추적합니다. 그림 3과 4는 이 응용 자료의 개발 과정에서 일일 헬륨 소비량과 전력 사용량에 대한 추세 플롯의 예를 보여줍니다. ASTM D7504를 실행하는 품질 관리 실험실에서

중복성 및 처리량 증가를 위해 흔히 GC를 배정하며, GC 수준의 전력 및 가스 소비 데이터는 조사가 필요한 잠재적 이상값 반응을 신속하게 식별하는 데 도움이 됩니다.

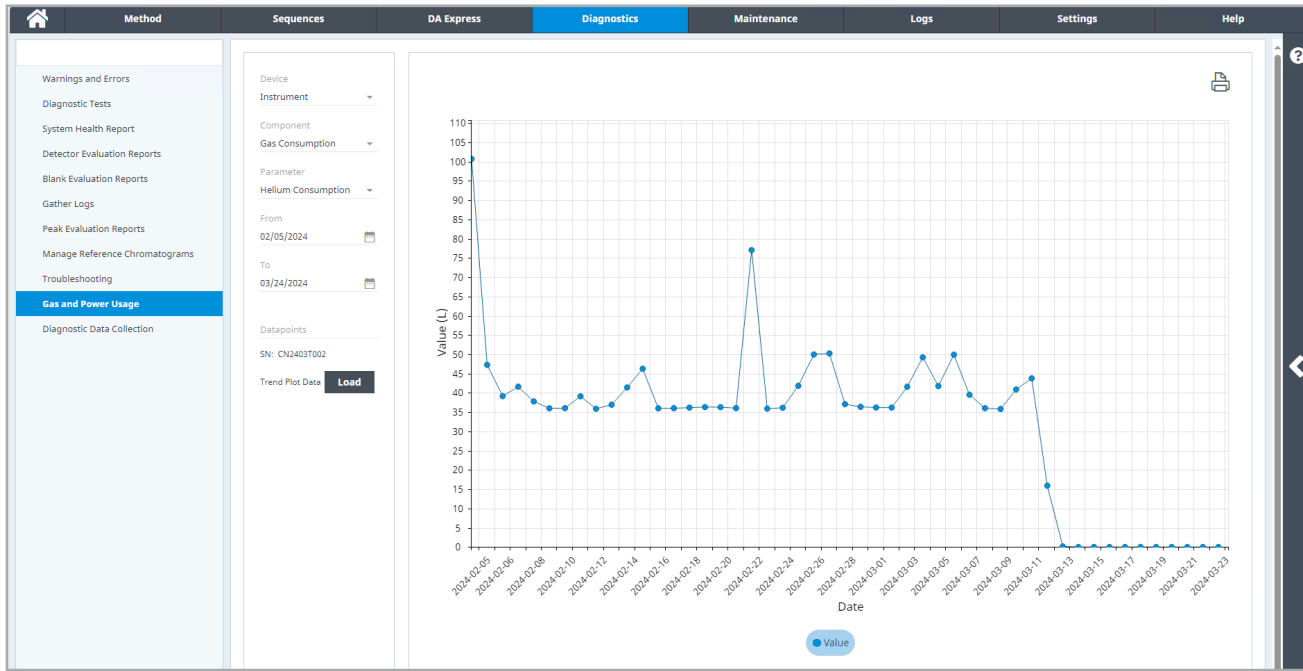


그림 3. 이 응용 자료 개발 중에 사용된 Agilent 8850 GC의 일일 가스 소비량(헬륨). 2024-03-13은 분석법 개발이 H<sub>2</sub> 운반 가스 중심으로 전환됨에 따라 He 소비량이 감소함을 보여줍니다.

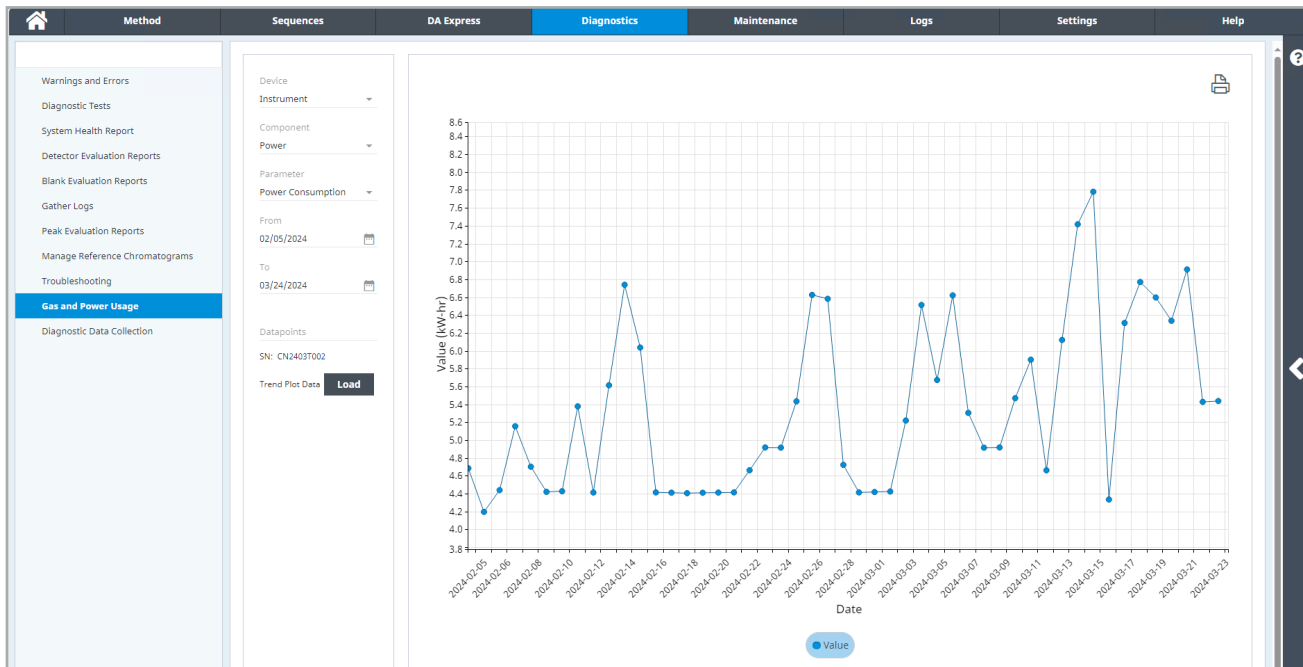


그림 4. 이 응용 자료 개발 중에 사용된 Agilent 8850 GC의 일일 전력 소비량.

## 실험

8850 GC는 Agilent 7650A 자동 시료 주입기, 분할/비분할(SSL) 주입구 및 불꽃 이온화 검출기(FID)로 구성되었습니다. 기존 분석법에서는 Agilent HP-INNOWax, 60m × 0.32mm, 0.5µm 컬럼(부품 번호 19091N-2161E)과 헬륨 운반 가스를 사용했습니다. 고속 분석법에서는 20m × 0.18mm, 0.18µm HP-INNOWax 컬럼(부품 번호 19091N-5771E)과 수소 운반 가스를 사용했습니다. 두 분석법 모두에 대한 기기 구성과 소모품은 표 1에서 확인할 수 있습니다. 두 분석법에 대한 분석법 파라미터는 표 2에서 확인할 수 있습니다.

benzene, toluene 및 *p*-xylene에 대한 일반적인 오염물질이 포함된 확인 표준물질은 Spectrum Quality Standards(부품 번호 7504CK-BZ, 7504CK-T 및 7504CK-PX)에서 구입했습니다. 해당 조성은 표 3에 나와 있습니다. 기존 분석법과 고속 분석법 모두에서 각 확인 표준물질을 20회 연속 반복 주입하여 정밀 연구를 수행했습니다. 데이터 수집 및 분석은 Agilent OpenLab CDS 2.7을 사용하여 수행했습니다.

표 1. 기존 분석법과 고속 분석법을 위한 기기 구성 및 소모품.

구성		
	기존 분석법	고속 분석법
샘플러	Agilent 7650A 자동 액체 시료 주입기(ALS)	Agilent 7650A 자동 액체 시료 주입기(ALS)
주입구	분할/비분할	분할/비분할
컬럼	Agilent HP-INNOWax, 60m × 0.32mm, 0.5µm (품번 19091N-2161E)	Agilent HP-INNOWax, 20m × 0.18mm, 0.18µm (품번 19091N-5771E)
검출기	FID	FID
운반 가스	헬륨	수소
소모품		
주입구 셉타	Agilent Nonstick Advanced Green (품번 5183-4759)	
주입구 라이너	Agilent Ultra-Inert, low pressure drop split liner with glass wool (품번 5190-2295)	
ALS 시린지	Agilent Blue Line, 5µL, fixed needle, 23-26s/42/cone (품번 G4513-80206)	
운반 가스 필터	Agilent Gas Clean purifier kit for carrier gas, 1/8인치 (품번 CP17976)	
FID 가스 필터	Agilent Gas Clean purifier kit for FID, 1/8인치 (품번 CP736530)	

표 2. 기존 분석법과 고속 분석법에 대한 분석법 파라미터.

	기존 분석법	고속 분석법
실행 시간	39분	6.05분
ALS 및 주입구		
운반 가스	헬륨, 2.1mL/분 일정 유량	수소, 1.5mL/분 일정 유량
셉타 퍼지	3mL/분	6mL/분
주입량	0.6µL	0.2µL
모드	분할, 100:1	분할, 500:1
온도	260°C	260°C
오븐 프로그램		
초기 온도	60°C	50°C
초기 유지	10분	1분
램프 1 속도	5°C/분	40°C/분
램프 1 설정점	150°C	100°C
램프 1 유지	-	-
램프 2 속도	50°C/분	50°C/분
램프 2 설정점	200°C	240°C
램프 2 유지	10분	1분
검출기		
데이터 속도	20Hz	50Hz
온도	260°C	260°C
공기	400mL/분	400mL/분
수소	30mL/분	30mL/분
보조 가스(N <sub>2</sub> )	25mL/분	25mL/분

표 3. benzene, toluene 및 *p*-xylene 확인 표준물질의 조성 분류.

	Benzene 확인 표준물질	Toluene 확인 표준물질	<i>p</i> -Xylene 확인 표준물질
	농도(ppmw)		
<i>n</i> -Hexane	502	-	27
Benzene	균형	159	14
Toluene	102	균형	320
1,4-Dioxane	10	-	-
Ethylbenzene	-	205	85
<i>p</i> -Xylene	50	97	균형
<i>m</i> -Xylene	50	108	1,251
Cumene	10	-	-
<i>o</i> -Xylene	30	10	296
Propylbenzene	202	24	-
Butylbenzene	100	-	74

## 결과 및 토의

### 기존 D7504 분석법

그림 5는 60m × 320μm, 0.5μm HP-INNOWax 컬럼을 사용한 기존 분석법 구성을 사용하여 세 가지 확인 표준물질을 모두 분리한 모습을 보여줍니다. 이 분석법은 약 23분 만에 benzene, toluene 및 *p*-xylene 표준물질의 모든 화합물을 성공적으로 용출합니다. *p*-xylene이 공기 중에서 서서히 산화되는 경향으로 인해 *p*-xylene 크로마토그램 끝에 두 개의 추가 피크가 나타납니다. 이러한 산화 생성물은 다음 주입 전에 완전히 용출되지 않는 경우 시료의 다른 잠재적 오염물질과 함께 “고스트 피크”로 연속 실행에

혼입될 수 있습니다. 잠재적인 교차 오염(Carryover)을 방지하기 위해 오븐의 온도를 일반적인 분석법의 최종 온도인 150°C 이상으로 높였습니다. 이를 위해 150°C에서 10분 유지를 없애고 대신 오븐을 50°C/분으로 빠르게 150°C에서 200°C로 올린 다음 200°C에서 10분 동안 유지했습니다. 이 응용 자료에서는 120V 모델 8850 GC를 사용하여 개발되었습니다. 230V 모델은 더욱 빠른 오븐 램프 속도를 제공합니다. 이러한 차이에도 불구하고 120V Agilent 8850 GC는 31분(0.0018 %RSD, n = 20)에서 큰 오염물질 피크의 머무름 시간 반복성으로 입증된 것처럼 우수한 정밀도로 빠른 램프를 처리합니다.

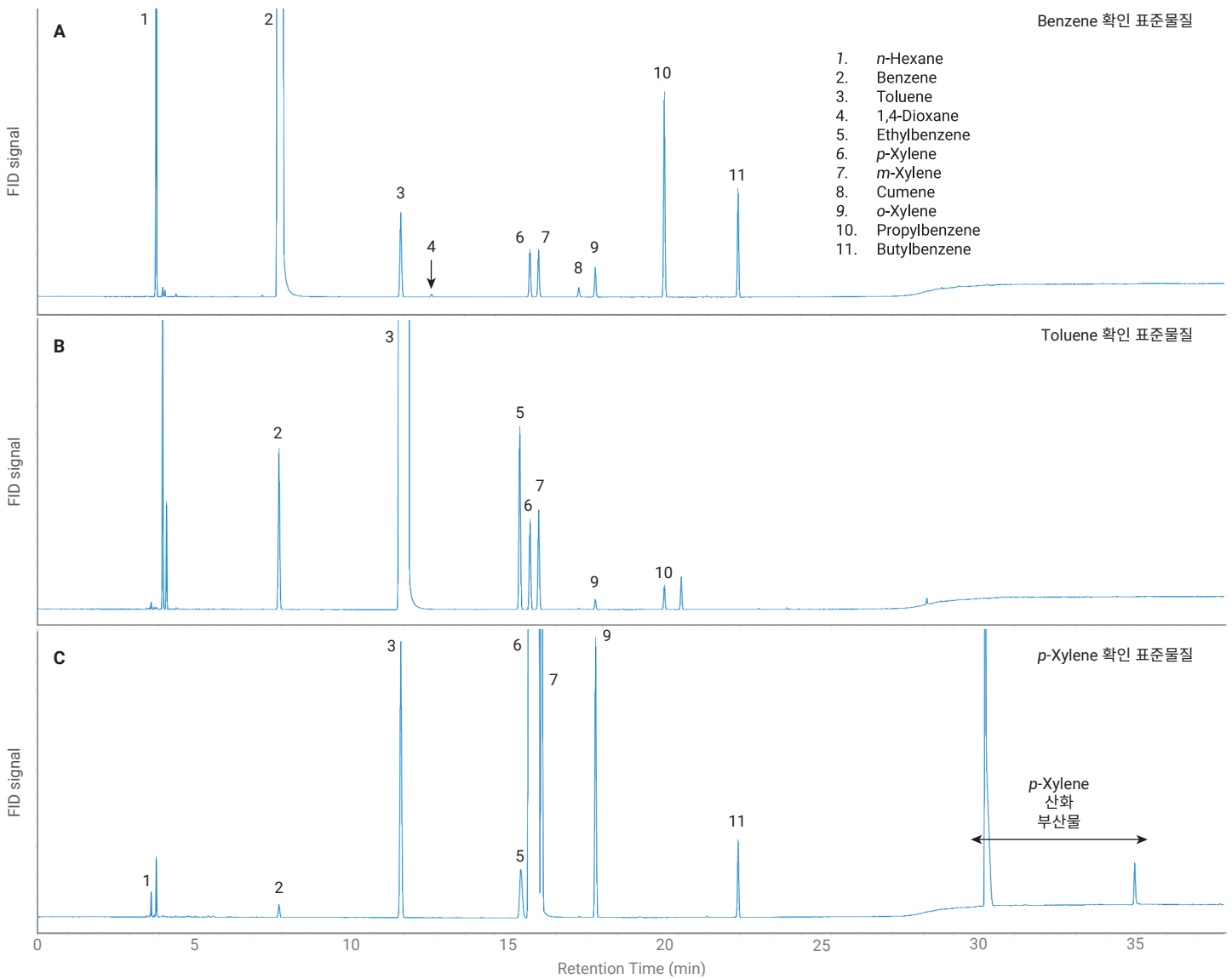


그림 5. benzene (A), toluene (B) 및 *p*-xylene (C) 확인 표준물질의 기존 분석법 분리.

각 반복 그룹 사이에 바탕 시료 주입을 통해 각 확인 표준물질을 20회 연속 반복 주입하는 식으로 분석법의 반복성을 평가하기 위한 정밀 연구를 수행했습니다. 정밀 연구 결과는 표 4에 나와 있습니다. 가벼운 방향족 분자는 상대적으로 증기압이 높고 국부적 환경 조건의 변동에 민감하여 정밀하게 분석하기 어려울 수 있습니다. 이로 인해 자동 시료 주입기에 의해 주입되는 시료 양의 가변성이 증가할 수 있습니다. 이는 toluene 및 *p*-xylene 확인

표준물질과 비교하여 benzene 확인 표준물질의 화합물에 대해 더 높은 피크 면적 %RSD 결과가 나온 것으로 입증됩니다. ASTM D7504는 이러한 문제를 극복하는 데 도움이 되는 정규화된 정량화 프로세스를 사용하며, 계산된 농도 결과의 정밀도는 표준물질당  $n = 20$  반복 측정에서 세 가지 표준물질 모두의 모든 비미량 분자에 대해 1.0 %RSD 미만입니다.

표 4. 기존 분석법의 정밀도 연구 결과.

	Benzene 확인 표준물질(n = 20)					
	농도(ppmw)	평균 RMS S/N	RT 평균(분)	RT %RSD	피크 면적 %RSD	%질량 %RSD
<i>n</i> -Hexane	502	17,235	3.8885	0.011	2.88	0.72
Benzene	균형	9,721,787	8.0008	0.0274	2.85	0.00
Toluene	102	1,304	11.8929	0.0158	2.81	0.32
1,4-Dioxane	10	44	12.9036	0.0277	2.37	2.73
<i>p</i> -Xylene	50	739	16.1223	0.0087	2.81	0.37
<i>m</i> -Xylene	50	729	16.407	0.008	2.68	0.55
Cumene	10	152	17.7228	0.0073	2.19	1.40
<i>o</i> -Xylene	30	459	18.2612	0.0067	2.61	0.81
Propylbenzene	202	3,187	20.5218	0.0046	2.82	0.64
Butylbenzene	100	1,711	22.9378	0.0033	2.87	0.77
	Toluene 확인 표준물질(n = 20)					
	농도(ppmw)	평균 RMS S/N	RT 평균(분)	RT %RSD	피크 면적 %RSD	%질량 %RSD
Benzene	159	2,506	7.9078	0.008	1.54	0.41
Toluene	균형	5,376,842	12.1279	0.0123	1.57	0.00
Ethylbenzene	205	2,919	15.7896	0.0059	1.66	0.29
<i>p</i> -Xylene	97	1,404	16.1265	0.0067	1.65	0.28
<i>m</i> -Xylene	108	1,568	16.4113	0.0062	1.65	0.33
<i>o</i> -Xylene	10	165	18.2643	0.0059	1.36	0.77
Propylbenzene	24	388	20.5246	0.0035	1.73	0.73
	<i>p</i> -Xylene 확인 표준물질(n = 20)					
	농도(ppmw)	평균 RMS S/N	RT 평균(분)	RT %RSD	피크 면적 %RSD	%질량 %RSD
<i>n</i> -Hexane	27	921	3.8885	0.0166	1.00	0.94
Benzene	14	199	7.906	0.0123	0.84	0.81
Toluene	320	4,130	11.8959	0.0099	0.78	0.49
Ethylbenzene	85	732	15.8226	0.0196	0.75	0.17
<i>p</i> -Xylene	균형	4,600,116	16.3998	0.0122	0.76	0.00
<i>m</i> -Xylene	1,251	21,670	16.5071	0.0061	0.78	0.10
<i>o</i> -Xylene	296	4,258	18.2729	0.0044	0.77	0.10
Butylbenzene	74	1,164	22.9403	0.0023	0.84	0.29

## 고속 D7504 분석법

8850 GC는 기존 D7504 분석법에 가치를 더하지만, 보다 까다로운 분리에 적용할 때 우수한 잠재력을 발휘합니다. 오븐 램프 속도를 높이고, 오븐 유지 시간을 줄이고, 헬륨 대신 수소를 운반 가스로 사용함으로써 ASTM D7504 분리가 크게 가속화될 수 있습니다. 오븐 램프 속도가 빨라지면 분리능이 감소하므로 ethylbenzene/p-xylene/m-xylene 영역의 허용 가능한 분리를 보장하기 위해 오프셋시켜야 합니다. 이를 위해 컬럼 내부 직경을 320µm에서 180µm로 줄였으며, 이는 분리 효율성(피크가 더 선명해짐)과 더 나아가 전체 분리능을 크게 향상시킵니다. 더 날카로운 피크가 분리능 증가에 미치는 영향은 컬럼 길이를 줄여 분석법 속도를 더욱 높일 수 있을 만큼 충분히 클 수 있습니다.

사용자가 컬럼 및 분석법 파라미터 변경에 따른 영향을 알 수 있도록 도와주기 위해 애질런트는 모든 GC 시스템에 다른 유용한 추가 GC 계산기와 함께 분석법 변환기를 제공하며 온라인에서도 다운로드할 수 있습니다. 분석법 변환기(그림 6)를 사용하면 기존 분석법 파라미터, 컬럼 속성, 운반 가스 및 오븐 프로그램 단계를 입력하고, 다른 컬럼과 운반 가스를 사용할 때 거의 동일한 분리를 얻을 수 있는 적절한 파라미터를 계산할 수 있습니다. 원시 변환 외에도 분석법 변환기는 원하는 속도 계인을 얻거나 분리 효율(피크 선명도)을 최대화하기 위한 분석법 파라미터를 출력할 수도 있습니다. 그림 6은 수소 운반 가스와 20m × 0.18mm, 0.18µm HP-INNOWax 컬럼을 사용하여 기존 D7504 분석법 파라미터를 고속 분석법으로 변환하는 분석법 변환기 사용을 보여줍니다.

The screenshot shows the 'Method Translator' window with the following data:

Parameter	Original Method Parameters (Gas: He)	Calculated Method Parameters (Gas: H2)
Length (m)	60 m	20 m
Inner Diameter (µm)	320 µm	180 µm
Film Thickness (µm)	0.50 µm	0.18 µm
Phase Ratio	159.25	249.25
Inlet Pressure (gauge)	17.587 psi	18.311 psi
Outlet Flow (mL/min)	2.1 mL/min	1.4766 mL/min
Average Velocity (cm/s)	29.248 cm/sec	63.72 cm/sec
Outlet Pressure (abs)	14.696 psi	14.696 psi
Holdup Time	3.419 min	0.52313 min
Outlet Velocity (cm/s)	48.628 cm/sec	108.06 cm/sec

#	Ramp Rate (°C/min)	Original Method Parameters		Calculated Method Parameters	
		Final Temp (°C)	Final Time (min)	Final Temp (°C)	Final Time (min)
Init		60	10	60	0.98
1	5	150	0	150	0
2	50	200	10	200	0.98

Additional parameters shown in the interface:

- Total Run Time: 39.00 min (Original) vs 3.82 min (Translated)
- Original Column Capacity: 7.01 vs Translated Column Capacity: 0.61
- Pressure Units: PSI

그림 6. 애질런트 분석법 변환기는 기존 분석법 파라미터를 변환하여 다른 컬럼과 수소 운반 가스를 사용할 때 동일한 분리를 생성합니다.



분석법 변환기는 기존 D7504보다 약 10배 빠른 3.82분이라는 새로운 총 실행 시간을 보여줍니다. 변환된 오븐 램프 속도를 50°C/분으로 반올림하고, 초기 및 최종 유지 시간을 각각 1분으로 반올림하고, 새로운 베이킹아웃 속도를 511.47°C/분에서 다시 50°C/분으로 줄이는 식으로 오븐 프로그램을 단일 램프로 단순화하여 새로운 총 실행 시간 4.8분을 얻을 수 있습니다. 이들

파라미터를 추가적으로 조정하여 용출 기간 동안 램프 속도를 늦춤으로써 *p*-xylene/*m*-xylene 분리를 향상시켰습니다. 또한 잠재적인 오염물질을 용출하는 데 도움이 되도록 최종 오븐 온도를 240°C로 높였습니다. 최종 분석법 파라미터가 표 2에 나와 있으며 결과적인 확인 표준물질 분리를 그림 7에 나타내었습니다.

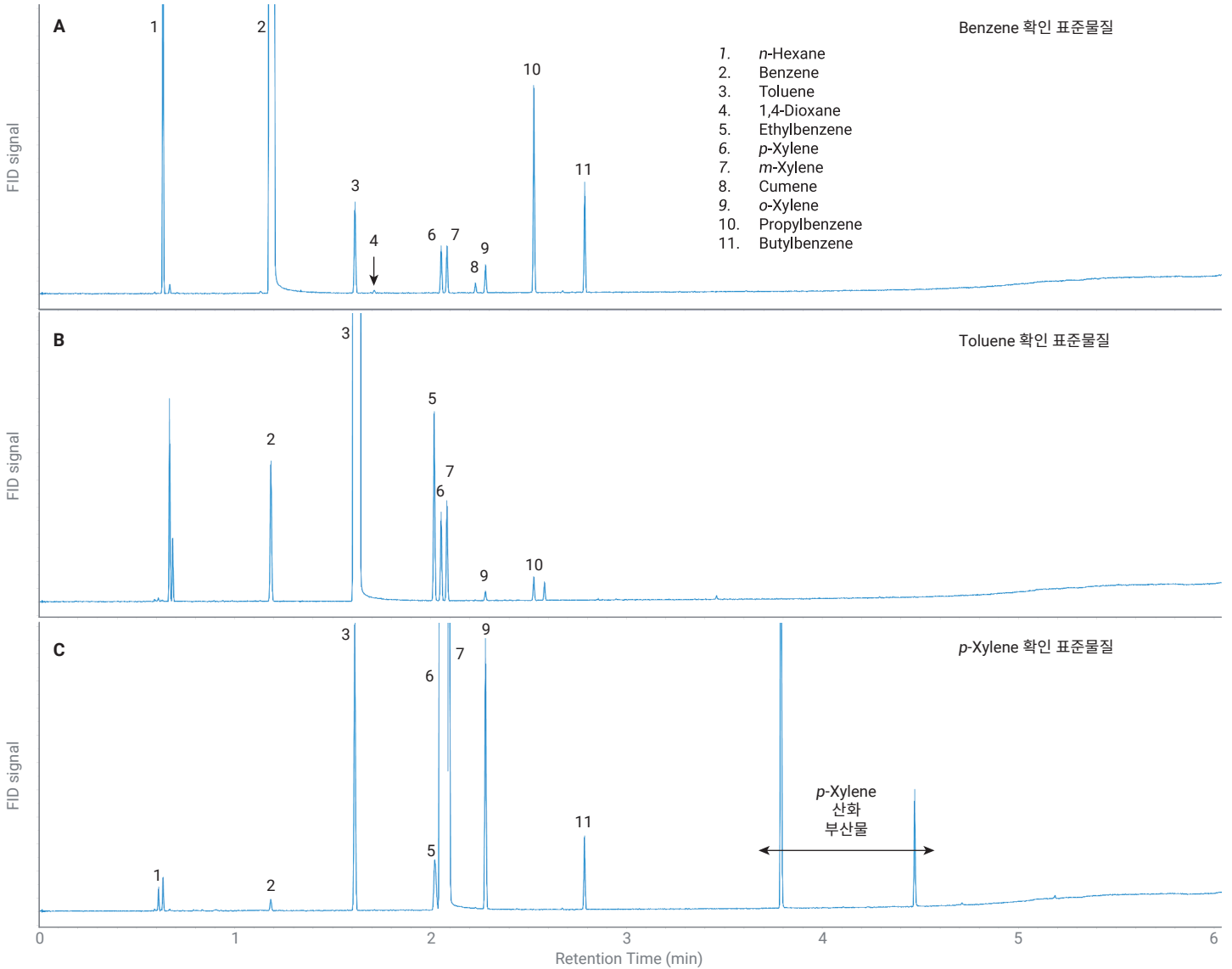


그림 7. benzene (A), toluene (B) 및 *p*-xylene (C) 확인 표준물질의 고속 분석법 분리.

분석법 변환기가 출력하는 주요 파라미터는 변환된 컬럼 용량입니다. 이는 *p*-xylene 시료에서 ethylbenzene/*p*-xylene/*m*-xylene 피크 삼중체를 성공적으로 분리하는 데 중요합니다. 이 경우 분석법 변환기는 새 컬럼의 용량이 기존 분석법 컬럼의 9%임을 나타냅니다. 이는 고속 분석법 주입구와 ALS 파라미터를 조정하여 약 90% 적은 시료를 주입해야 함을 의미합니다. 이를 위해 주입량을 0.6 $\mu$ L에서 0.2 $\mu$ L로 줄이고 분할비를 100:1에서 500:1로 증가시켜 시료 로딩을 93% 감소시켰습니다.

기존 분석법에서 수행된 동일한 정밀도 연구를 고속 분석법에서도 수행했습니다(1/5 시간). 결과는 표 5에 나와 있습니다. 미량 화합물을 제외하고 각 화합물의 농도 정밀도 결과는 1.0 %RSD 미만이었습니다. 6세대 EPC와 기민한 오븐 제어의 직접적인 영향은 고속 분석법의 머무름 시간 정밀도에서 분명하게 드러납니다. 구체적으로, ethylbenzene, *p*-xylene 및 *m*-xylene는 4.3초 범위에서 용출되는 반면 기존 분석법에서는 용출 범위가 41.1초였습니다.

표 5. 고속 분석법의 정밀도 연구 결과.

	Benzene 확인 표준물질(n = 20)					
	농도(ppmw)	평균 RMS S/N	RT 평균(분)	RT %RSD	피크 면적 %RSD	%질량 %RSD
<i>n</i> -Hexane	502	3,263	0.6327	0.0078	1.82	0.19
Benzene	균형	3,010,035	1.1953	0.0313	1.76	0.00
Toluene	102	458	1.6127	0.0221	1.76	0.88
1,4-Dioxane	10.1	15	1.7117	0.0442	6.31	6.70
<i>p</i> -Xylene	50.3	241	2.0527	0.0179	1.84	1.00
<i>m</i> -Xylene	50.3	237	2.0824	0.0167	1.75	0.97
Cumene	10.1	49	2.2278	0.0176	3.59	4.13
<i>o</i> -Xylene	30.2	145	2.2792	0.0154	1.74	1.90
Propylbenzene	202	1,026	2.5258	0.0167	1.68	0.37
Butylbenzene	99.7	548	2.7848	0.0171	1.87	0.62
	Toluene 확인 표준물질(n = 20)					
	농도(ppmw)	평균 RMS S/N	RT 평균(분)	RT %RSD	피크 면적 %RSD	%질량 %RSD
Benzene	159	707	1.1837	0.024	2.09	0.46
Toluene	균형	2,150,591	1.6349	0.0451	2.48	0.00
Ethylbenzene	205	952	2.0171	0.0205	2.35	0.26
<i>p</i> -Xylene	97.3	452	2.0527	0.0187	2.34	0.42
<i>m</i> -Xylene	108	502	2.0824	0.0181	2.36	0.39
<i>o</i> -Xylene	10	50	2.279	0.0184	2.15	1.88
Propylbenzene	24.2	122	2.5257	0.0135	2.47	0.97
	<i>p</i> -Xylene 확인 표준물질(n = 20)					
	농도(ppmw)	평균 RMS S/N	RT 평균(분)	RT %RSD	피크 면적 %RSD	%질량 %RSD
<i>n</i> -Hexane	27	169	0.633	0.0099	2.06	1.57
Benzene	14	60	1.1838	0.0338	2.12	2.03
Toluene	319.9	1,484	1.6126	0.023	2.05	0.22
Ethylbenzene	84.6	254	2.0216	0.0271	1.61	0.76
<i>p</i> -Xylene	균형	1,857,116	2.0812	0.0422	2.06	0.00
<i>m</i> -Xylene	1,251.4	7,495	2.0938	0.0254	1.99	0.67
<i>o</i> -Xylene	296.2	1,400	2.2797	0.0173	2.00	0.16
Butylbenzene	73.9	385	2.7845	0.0136	2.08	0.48

고속 분석법 정밀도의 주요 특징은 *p*-xylene 확인 표준물질의 benzene이며, 이는 평균 RMS S/N이 60이고 14ppmw로 존재합니다. 이는 컬럼에 93% 적은 양의 시료를 주입했음에도 불구하고 대략적인 benzene 분석법 검출 한계가 0.7ppmw (S/N = 3)이고 분석법 정량 한계가 2.3ppmw(S/N = 10)임을

나타냅니다. 그림 8은 20회 연속 반복 *p*-xylene 확인 표준물질 주입 모두의 중첩된 benzene 피크를 보여줍니다. 미량 화합물에 대해 더 높은 감도가 필요한 사용자는 주입구 분할비를 줄여 ethylbenzene/*p*-xylene/*m*-xylene 삼중체의 분리능을 낮추는 대신 더 많은 양을 주입할 수 있습니다.

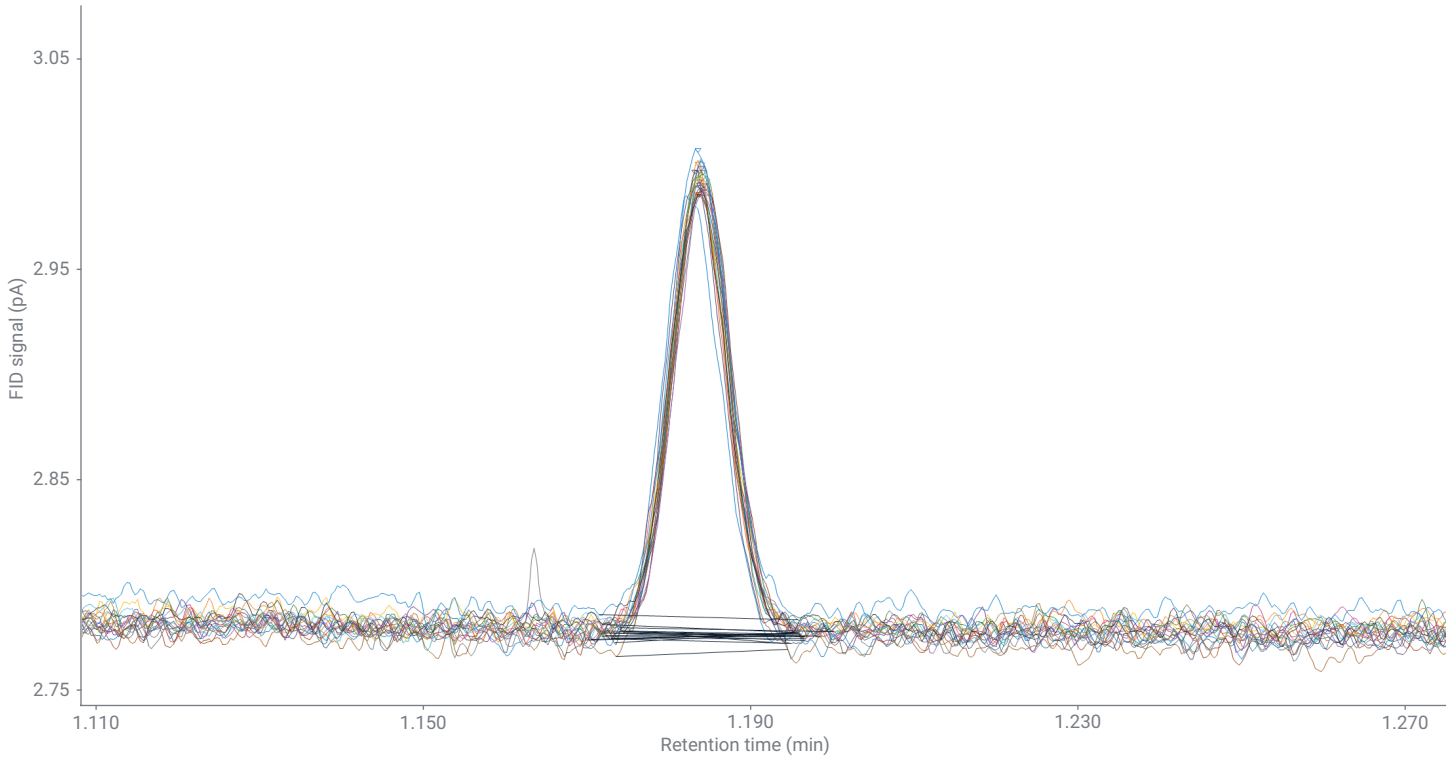


그림 8. 14ppmw에서 평균 RMS S/N이 60인 benzene을 보여주는 고속 분석법 *p*-xylene 확인 표준물질의 20회 연속 복제 오버레이입니다.

## 결론

Agilent 8850 GC는 기존 접근법과 ASTM D7504의 고속 응용에 모두 적용했을 때 견고하고 정밀한 결과를 나타냈습니다. 세 가지 표준물질의 모든 비미량 수준 성분을 두 가지 분석법을 모두 사용해 20회 연속 반복 주입했을 때 1.0 %RSD 미만의 정밀도가 얻어졌습니다. Benzene은 기존 분석법을 사용하여 평균 RMS S/N 199, 고속 분석법을 사용하여 60으로 14ppmw에서 측정되었으며, 이는 두 분석법 모두에서 대략적인 분석법 검출 한계가 1.0ppmw 미만임을 나타냅니다. Agilent 8890 GC 너비의 절반으로, 동일한 설치 공간에서 두 대의 Agilent 8850 GC를 사용하면 단일 채널 테스트 분석법의 독립적 중복성을 확실하게 얻을 수 있습니다. Agilent 8850 GC의 완전한 GC Intelligence 기능은 기기의 원격 모니터링 및 진단을 향상시키며, 조기 유지보수 피드백 카운터는 기기 가동 시간을 극대화하는 데 도움을 줍니다.

## 참고 문헌

1. ASTM D7504-23, Standard Test Method for Trace Impurities in Monocyclic Aromatic Hydrocarbons by Gas Chromatography and Effective Carbon Number, ASTM International, West Conshohocken, PA, **2023**.  
[www.astm.org](http://www.astm.org)
2. McCurry, J. D. A Unified Gas Chromatographic Method for Aromatic Solvent Analysis, *Agilent Technologies application note*, publication number 5988-3741EN, August **2001**.
3. Zhang, Y. 8860 GC 시스템 및 온보드 데이터를 이용한 단한 방향족 용매를 분석하기 위한 통합 분석법, *Agilent Technologies 응용 자료*, 발행 번호 5994-1586KO, **2022년** 9월.
4. Pan, J.; Wieder, L.; McCurry, J. Agilent 8890 GC 시스템을 이용하여 ASTM D7504를 따르는 단한 방향족 탄화수소 순도 분석의 생산성 및 신뢰성 최적화, *Agilent Technologies 응용 자료*, 발행 번호 5994-0597KO **2019년** 1월.
5. 화학적 순도 분석, *Agilent Technologies 응용 개요*, 발행 번호 5991-7220KO, **2016년** 9월.

[www.agilent.com/gc/8850](http://www.agilent.com/gc/8850)

DE65256369

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2024  
2024년 5월 15일 한국에서 발행  
5994-7409KO

한국에질런트테크놀로지스(주)  
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,  
A+ 에셋타워 9층, 06621  
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)  
팩스: 82-2-3452-2451  
이메일: [korea-inquiry\\_lsca@agilent.com](mailto:korea-inquiry_lsca@agilent.com)