

Application News

No. 01-00638B-ENK

Brevis™ GC-2050 Gas Chromatograph

Jetanizer™를 이용한 수소 연료 중 미량의 CO 분석

Analysis of Trace Carbon Monoxide (CO) in Hydrogen Fuel Using Jetanizer™

사용자 활용 포인트

- ◆ FID 노즐형 메탄화 장치인 Jetanizer를 사용하면 간단한 시스템 구성으로 일산화탄소(CO)를 검출할 수 있다.
- ◆ 이동상 가스를 질소로 사용할 때도 높은 재현성을 갖는 일산화탄소(CO) 및 이산화탄소(CO₂)의 미량 분석이 가능하다.

■ 서론

최근 수소(H₂) 연료를 이용해 전기를 생산하는 연료전지 기술의 발달로 연료전지 차량(Fuel Cell Vehicles, FCVs) 및 가정용 연료전지 시스템의 보급도 확대되고 있다. 특히 수소 연료전지(이하 수소 전지)에 함유된 불순물은 전지 내 촉매의 활성을 떨어뜨려 전지의 품질을 저하시킬 수 있기 때문에 수소 연료의 품질 규정인 국제 표준 ISO 14687-2에서는 수소 전지의 주요 불순물 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄) 등에 대한 허용 농도를 규정하고 있다.

보통 수소 전지 내 불순물 분석은 GC-BID(Gas chromatograph Barrier discharge Ionization Detector)를 이용한다. 가장 보편적으로 사용하는 FID(Flame Ionization Detector)에서는 CO 및 CO₂를 감지하지 않기 때문이다. BID 분석 시 이동상 가스는 주로 헬륨(He)을 이용하는데 최근 헬륨 공급 문제가 발생하며 헬륨을 대체할 수 있는 이동상 가스에 대한 수요도 증가하고 있다.

Jetanizer는 촉매가 내장된 FID 노즐형 메탄화 장치로써, FID 노즐을 Jetanizer로 교체하고 분석조건을 변경하면 CO 및 CO₂를 CH₄로 전환하여 FID로 분석할 수 있다. 또한 Jetanizer를 사용하면 분석 시 이동상 가스를 질소(N₂)를 이용해도 CO, CO₂, CH₄ 및 기타 화합물을 고감도로 동시에 분석할 수 있다.

Brevis GC-2050(그림 1)은 Shimadzu 사의 공간 절약형 GC 모델로 뛰어난 분석 성능을 갖고 있음에도 기존의 GC 모델과 비교했을 때 약 35% 작은 설치 면적을 차지하기 때문에 생산성을 향상시킬 수 있다.

본 뉴스레터에서는 Jetanizer와 Shimadzu Brevis GC-2050을 사용한 수소 연료 내 불순물 중 하나인 CO(허용 농도: 0.2 ppm)의 분석을 소개한다. Jetanizer의 성능에 대한 자세한 내용은 뉴스레터 No. 01-00599¹⁾를 통해 확인 할 수 있다.



그림 1. Brevis™ GC-2050



그림 2. Jetanizer™

■ 분석 조건

장비의 구성은 표 1의 분석조건에서 확인할 수 있으며, 기존 FID 노즐 대신 Jetanizer로 교체하고, 가스 시료 주입을 위해 Shimadzu MGS-2030 가스 샘플러를 사용하였다. 검출기 온도 400 °C, FID 검출기의 컬럼 삽입 길이 45 mm, 공기 유량 250 mL/min로 변경하여 분석하였다.

표 1. 분석 조건

Model	: Brevis GC-2050
Gas sampler	: MSG-2030 + 1 mL Loop
Injection temp.	: 100 °C
Injection mode	: Split 1:1
Carrier gas	: N ₂ , constant linear velocity mode (40 cm/s)
Column *	: SH-Msieve 5A (30 m x 0.53 mm I.D., 50 µm) With particle trap, 2.5 m
Column temp.	: 40 °C (2.5 min) → 40 °C/min → 200 °C (3 min) → 25 °C/min → 250 °C → 15 °C/min → 270 °C (5 min) * Possible heating rate at 200 V.
Detector	: FID + Jetanizer (Column insertion depth in detector : 45 mm)
FID temp.	: 400 °C
Makeup gas	: N ₂ , 24 mL/min
H ₂ flow	: 32 mL/min
Air flow	: 250 mL/min

* Jetanizer 사용시 분석 컬럼은 메탈 컬럼을 추천한다.

■ 수소 가스 내 CO의 검량선 작성

CO의 표준 가스는 수소를 희석 가스로 사용하여 0.1 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 5 ppm (v/v%)의 4 개 농도로 준비하여 검량선의 직선성을 확인하였다. 그림 3에서 CO 표준 가스의 검량선과 크로마토그램을 확인할 수 있다. 검량선의 직선성은 R^2 0.9999 이상으로 우수한 결과를 얻었다. 검량선 작성 시 수소 대신 Air 또는 질소를 희석 가스로 사용할 경우 정량 분석에 있어 정확도가 낮아질 가능성이 있어 희석 가스로는 수소를 사용하는 것을 권장한다.

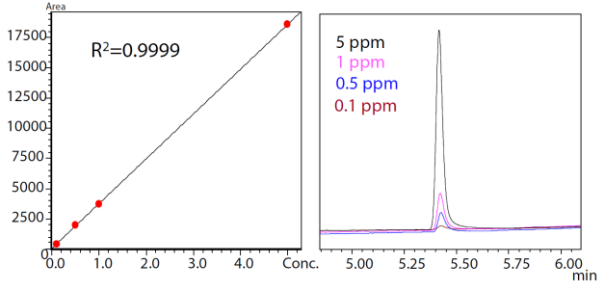


그림 3. 수소 가스 내 CO의 검량선 및 크로마토그램

■ 수소 가스 내 미량 CO의 정량 및 재현성 확인

수소를 희석 가스로 사용하여 농도 0.2 ppm의 CO 가스 시료를 준비한 후, 연속 5 회 분석을 수행하였다(그림 4,5). 표 2는 앞서 작성한 검량선에 적용한 정량값 및 피크 면적 재현성(n=5)의 결과이다. 분석에서 CO의 검출한계(LOD, S/N=3)는 0.04 ppm이었고 이를 통해 Jetanizer와 SH-MSieve 5A 컬럼을 사용하여 미량의 CO 분석이 가능함을 확인하였다.

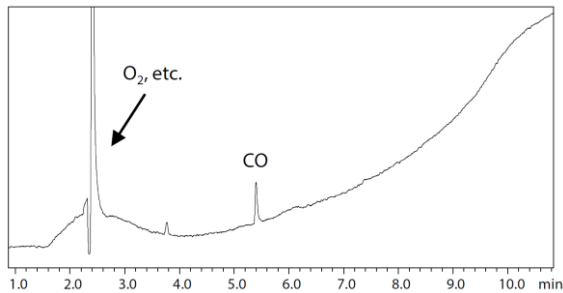


그림 4. 수소 가스 내 CO의 분석 크로마토그램 (0.2 ppm)

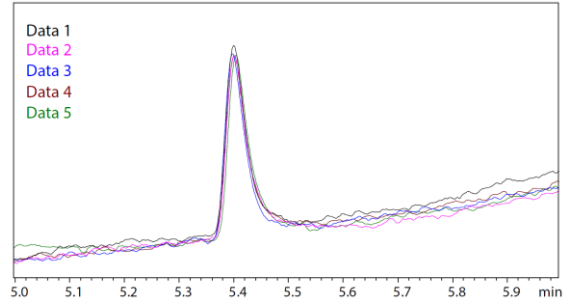


그림 5. 수소 가스 내 CO의 연속 분석 크로마토그램 (n=5)

표 2. 수소 가스 시료의 정량 결과 (ppm) 및 면적 재현성 %RSD (n=5)

Quantitation value (ppm)					Area Repeatability (%RSD)
Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	
0.207	0.202	0.200	0.206	0.201	1.6

■ 결론

수소 연료 내 불순물인 CO의 분석을 위해 Brevis GC-2050 가스 크로마토그래프와 Jetanizer를 사용하여 분석을 진행하였다. 본 뉴스레터의 분석법은 CO의 허용 농도인 0.2 ppm에서 고감도로 CO의 검출이 가능함을 확인하였다. 해당 분석법의 검량선 R^2 또한 0.9999 이상으로 우수한 결과를 얻었으며, 연속 5 회 반복 분석에서도 높은 재현성이 나타남을 확인하였다.

본 뉴스레터를 통해 Jetanizer를 사용하여 이동상 가스를 질소로 사용할 때에도 높은 재현성을 갖는 일산화탄소(CO)의 미량 분석이 가능함을 확인하였다.

■ Notice

- SH-MSieve 5A 컬럼은 대기 중의 수분 및 기타 성분에 대한 흡착성이 높으므로, 컬럼 오븐 온도를 300 °C로 설정하여 30 분 이상 주기적인 컬럼의 컨디셔닝이 권장된다.
- 수소 가스 내 CO를 분석할 때, 검량선 측정 시 표준 시료의 희석 가스로 수소를 사용하는 것이 권장된다.
- Jetanizer 사용과 관련된 기타 주의사항은 Application News No. 01-00599를 참조할 수 있다.

<관련 응용자료>

- Assessment of Jetanizer™ and Quantitative Analysis of CO₂ and CH₄ in the Atmosphere
[Application News No.01-00599](#)

Brevis 및 Jetanizer는 일본 및 기타 국가에서 Shimadzu Corporation 또는 그 계열사의 등록 상표입니다..

01-00638B-ENK



Shimadzu Corporation
www.shimadzu.com/an/
Shimadzu Scientific Korea
www.shimadzu.co.kr

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures. Not available in the USA, Canada, and China.
This publication may contain references to products that are not available in your country. Please contact us to check the availability of these products in your country.

The content of this publication shall not be reproduced, altered or sold for any commercial purpose without the written approval of Shimadzu. Company names, products/service names and logos used in this publication are trademarks and trade names of Shimadzu Corporation, its subsidiaries or its affiliates, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®". Third-party trademarks and trade names may be used in this publication to refer to either the entities or their products/services, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®". Shimadzu disclaims any proprietary interest in trademarks and trade names other than its own.

The information contained herein is provided to you "as is" without warranty of any kind including without limitation warranties as to its accuracy or completeness. Shimadzu does not assume any responsibility or liability for any damage, whether direct or indirect, relating to the use of this publication. This publication is based upon the information available to Shimadzu on or before the date of publication, and subject to change without notice.

Copyright © 2025 SHIMADZU group. All rights reserved.