

대분류 / 15  
기계

중분류 / 06  
자동차제조

소분류 / 03  
자동차정비

세분류 / 02  
자동차엔진정비

학습모듈 / 04

# 04

## 연료장치정비

LM1506030204\_14v2

# 자동차엔진정비 학습모듈

01. 엔진본체정비



02. 냉각장치정비



03. 윤활장치정비



04. 연료장치정비



05. 엔진점화장치정비



06. 흡·배기장치 정비



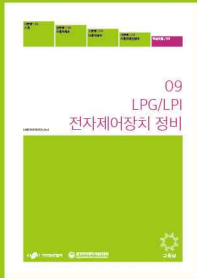
07. 과급장치 정비



08. 가솔린 전자제어장치 정비



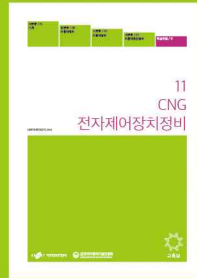
09. LPG/LPI 전자제어장치 정비



10. 디젤전자제어장치정비



11. CNG 전자제어장치정비



12. 배출가스장치 정비·검사



13. 하이브리드전기장치정비



14. 자동차정비고객상담



15. 자동차정비장비유지보수

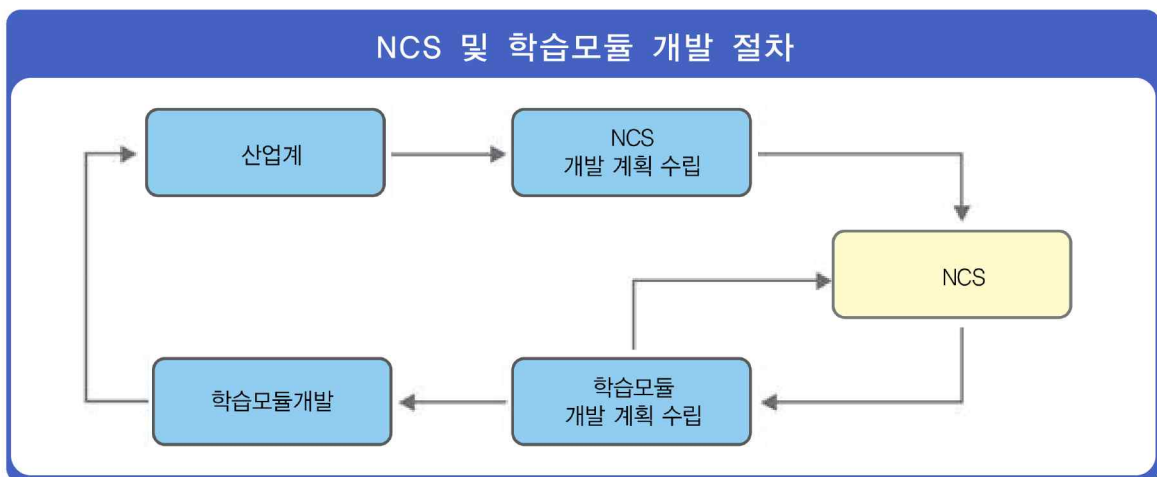


## NCS 학습모듈의 이해

※ 본 학습모듈은 「NCS 국가직무능력표준」 사이트(<http://www.ncs.go.kr>) 에서 확인 및 다운로드 할 수 있습니다.

### (1) NCS 학습모듈이란?

- 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)이란 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것으로 산업현장의 직무를 성공적으로 수행하기 위해 필요한 능력(지식, 기술, 태도)을 국가적 차원에서 표준화한 것을 의미합니다.
- 국가직무능력표준(이하 NCS)이 현장의 ‘직무 요구서’라고 한다면, NCS 학습모듈은 NCS의 능력단위를 교육훈련에서 학습할 수 있도록 구성한 ‘교수·학습 자료’입니다. NCS 학습모듈은 구체적인 직무를 학습할 수 있도록 이론 및 실습과 관련된 내용을 상세하게 제시하고 있습니다.

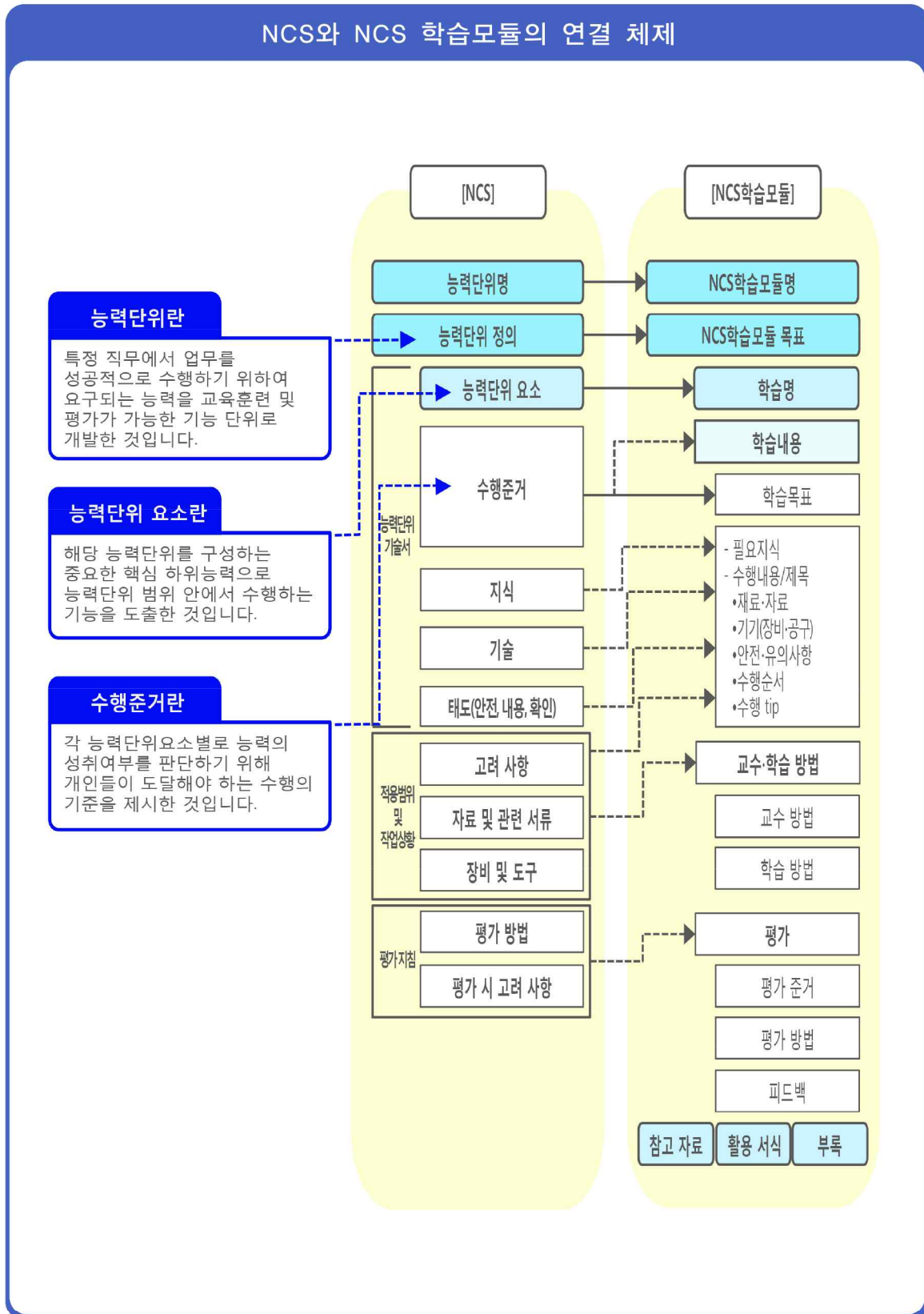


- NCS 학습모듈은 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.

첫째, NCS 학습모듈은 산업계에서 요구하는 직무능력을 교육훈련 현장에 활용할 수 있도록 성취목표와 학습의 방향을 명확히 제시하는 가이드라인의 역할을 합니다.

둘째, NCS 학습모듈은 특성화고, 마이스터고, 전문대학, 4년제 대학교의 교육기관 및 훈련기관, 직장교육기관 등에서 표준교재로 활용할 수 있으며 교육과정 개편 시에도 유용하게 참고할 수 있습니다.

- NCS와 NCS 학습모듈 간의 연결 체제를 살펴보면 아래 그림과 같습니다.



## (2) NCS 학습모듈의 체계

- NCS 학습모듈은 1.학습모듈의 위치, 2.학습모듈의 개요, 3.학습모듈의 내용 체계, 4.참고 자료, 5.활용 서식/부록 으로 구성되어 있습니다.

### 1. NCS 학습모듈의 위치

- NCS 학습모듈의 위치는 NCS 분류 체계에서 해당 학습모듈이 어디에 위치하는지를 한 눈에 볼 수 있도록 그림으로 제시한 것입니다.

예시 : 이·미용 서비스 분야 중 네일미용 세분류

### NCS-학습모듈의 위치

대분류	이용·숙박·여행·오락·스포츠
중분류	이·미용
소분류	이·미용 서비스

세분류	능력단위	학습모듈명
헤어미용	네일 샵 위생 서비스	네일샵 위생서비스
피부미용	네일 화장물 제거	네일 화장물 제거
메이크업	네일 기본 관리	네일 기본관리
네일미용	네일 랩	네일 랩
이용	네일 팁	네일 팁
	젤 네일	젤 네일
	아크릴릭 네일	아크릴 네일
	평면 네일아트	평면 네일아트
	융합 네일아트	융합 네일아트
	네일 샵 운영관리	네일샵 운영관리

#### 학습모듈은

NCS 능력단위 1개당 1개의 학습모듈 개발을 원칙으로 합니다. 그러나 필요에 따라 고용 단위 및 교과단위를 고려하여 능력단위 몇 개를 묶어서 1개의 학습모듈로 개발할 수 있으며, NCS 능력단위 1개를 여러 개의 학습모듈로 나누어 개발할 수도 있습니다.

## 2. NCS 학습모듈의 개요

### 구 성

- NCS 학습모듈 개요는 학습모듈이 포함하고 있는 내용을 개략적으로 설명한 것으로서 **학습모듈의 목표**, **선수 학습**, **학습모듈의 내용 체계**, **핵심 용어**로 구성되어 있습니다.

<b>학습모듈의 목표</b>	해당 NCS 능력단위의 정의를 토대로 학습목표를 작성한 것입니다.
<b>선수 학습</b>	해당 학습모듈에 대한 효과적인 교수·학습을 위하여 사전에 이수해야 하는 학습모듈, 학습 내용, 관련 교과목 등을 기술한 것입니다.
<b>학습모듈의 내용 체계</b>	해당 NCS 능력단위요소가 학습모듈에서 구조화된 방식을 제시한 것입니다.
<b>핵심 용어</b>	해당 학습모듈의 학습 내용, 수행 내용, 설비·기자재 등 가운데 핵심적인 용어를 제시한 것입니다.

### 활 용 안 내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈

#### 네일 기본관리 학습모듈의 개요

##### 학습모듈의 목표

고객의 네일 보호와 미적 요구 충족을 위하여 효과적인 네일 관리로 프리에지 형태 만들기, 큐티클 정리하기, 컬러링하기, 보습제 도포하기, 마무리를 할 수 있다.

##### 선수학습

네일숍 위생서비스(UM1201010401\_14v2)

##### 학습모듈의 내용체계

학습	학습내용	NCS 능력단위요소		
		코드번호	요소명칭	수준
1. 프리에지 형태 만들기	1-1. 네일 파일에 대한 이해와 활용	1201010403_12v2.1	프리에지 모양 만들기	3
	1-2. 프리에지 형태 파일링			
2. 큐티클 정리하기	2-1. 네일 기본관리 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.2	큐티클 정리하기	3
	2-2. 큐티클 관리			
3. 컬러링하기	3-1. 컬러링 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.3	컬러링	3
	3-2. 컬러링 방법 선정과 작업			
4. 보습제 도포하기	4-1. 보습제 선정과 도포	1201010403_14v2.4	보습제 바르기	2
	4-2. 각질제거			
5. 네일 기본관리 마무리하기	5-1. 유휴기 제거	1201010403_14v2.5	마무리하기	3
	5-2. 네일 기본관리 마무리와 정리			

##### 핵심 용어

프리에지, 니퍼, 푸서, 플리시, 네일 파일, 스웨어형, 스웨어 오프형, 라운드형, 오발형, 포인트형

##### 학습모듈의 목표는

학습자가 해당 학습모듈을 통해 성취해야 할 목표를 제시한 것으로, 교수자는 학습자가 학습모듈의 전체적인 내용흐름을 파악할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

##### 선수학습은

교수자나 학습자가 해당 모듈을 교수 또는 학습하기 이전에 이수해야 할 학습내용, 교과목, 핵심 단어 등을 표기한 것입니다. 따라서 교수자는 학습자가 개별 학습, 자기 주도 학습, 방과 후 활동 등 다양한 방법을 통해 이수할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

##### 핵심 용어는

학습모듈을 통해 학습되고 평가되어야 할 주요 용어입니다. 또한 당해 모듈 또는 타 모듈에서도 핵심 용어를 사용하여 학습내용을 구성할 수 있으며, 「NCS 국가 직무능력표준」 사이트(www.ncs.go.kr)에서 색인(찾아보기) 중 하나로 이용할 수 있습니다.



### 3. NCS 학습모듈의 내용 체계

#### 구 성

- NCS 학습모듈의 내용은 크게 **학습**, **학습 내용**, **교수·학습 방법**, **평가**로 구성되어 있습니다.

<b>학습</b>	해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시한 것입니다. 학습은 크게 학습 내용, 교수·학습 방법, 평가로 구성되며 해당 NCS 능력단위의 능력단위 요소별 지식, 기술, 태도 등을 토대로 학습 내용을 제시한 것입니다.
<b>학습 내용</b>	학습 내용은 학습 목표, 필요 지식, 수행 내용으로 구성하였으며, 수행 내용은 재료·자료, 기기(장비·공구), 안전·유의 사항, 수행 순서, 수행 tip으로 구성한 것입니다. 학습모듈의 학습 내용은 업무의 표준화된 프로세스에 기반을 두고 실제 산업현장에서 이루어지는 업무활동을 다양한 방식으로 반영한 것입니다.
<b>교수·학습 방법</b>	학습 목표를 성취하기 위한 교수자와 학습자 간, 학습자와 학습자 간의 상호 작용이 활발하게 일어날 수 있도록 교수자의 활동 및 교수 전략, 학습자의 활동을 제시한 것입니다.
<b>평가</b>	평가는 해당 학습모듈의 학습 정도를 확인할 수 있는 평가 준거, 평가 방법, 평가 결과의 피드백 방법을 제시한 것입니다.

#### 활 용 안 내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈의 내용

학습 1	프리에지 형태 만들기(LM1201010403_14v2.1)
학습 2	큐티클 정리하기(LM1201010403_14v2.2)
<b>학습 3</b>	<b>컬러링하기(LM1201010403_14v2.3)</b>
학습 4	보습제 도포하기(LM1201010403_14v2.4)
학습 5	네일 기본관리 마무리하기(LM1201010403_14v2.5)

**학습은**

해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시하였습니다. 학습은 일반교과의 '대단원'에 해당되며, 모듈을 구성하는 가장 큰 단위가 됩니다. 또한 완성된 직무를 수행하기 위한 가장 기본적인 단위로 사용할 수 있습니다.

**학습내용은**

요소 별 수행준거를 기준으로 제시하였습니다. 일반교과의 '중단원'에 해당합니다.

**학습목표는**

모듈 내의 학습내용을 이수했을 때 학습자가 보여줄 수 있는 행동수준을 의미합니다. 따라서 일반 수업시간의 과목목표로 활용할 수 있습니다.

**필요지식은**

해당 NCS의 지식을 토대로 해당 학습에 대한 이해와 성과를 높이기 위해 알아야 할 주요 지식을 제시하였습니다. 필요지식은 수행에 꼭 필요한 핵심 내용을 위주로 제시하여 교수자의 역할이 매우 중요하며, 이후 수행순서 내용과 연계하여 교수·학습으로 진행할 수 있습니다.

**학습목표**

- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 침착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.
- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.
- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.

**필요 지식 /**

□ 컬러링 매뉴얼

컬러링 작업 전, 이세톤 또는 네일 폴리시 리무버를 사용하여 손톱표면과 큐티클 주변, 손톱 밑 부분까지 깨끗하게 유분기를 제거해야 한다. 컬러링의 순서는 Base coating 1회 → Polishing 2회 → 컬러수정 → Top coating 1회 → 최종수정의 순서로 한다. 베이스코트는 착색을 방지하고 발림성 향상을 위해 가장 먼저 도포하며 컬러링의 마지막에 컬러의 유지와 광택을 위해 톱코트를 도포한다. 네일 보강제(Nail Strengthner)를 바를 시에는 베이스코트를 도포하기 전에 사용한다.

## 수행 내용 / 컬러링 매뉴얼 실습하기

### 재료·자료

- 컬러링 관련 네일 미용 자료들
- 정리바구니, 베이스코트, 네일 폴리시, 튜코트, 오렌지우드스틱, 탈지면, 폴리시리무버, 디스펜서 등

### 기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 빔 프로젝터, 스크린 등

### 안전·유의사항

- 컬러링 재료들의 분체를 직접적으로 받지 않도록 유의한다.
- 컬러링 제품들이 대부분 유리병에 들어 있기 때문에 깨지지 않도록 각별히 조심한다.
- 컬러링 제품들은 상온에 마르기 때문에 개봉 후 뚜껑을 잘 닫도록 한다.

### 수행 순서

1) 네일 폴리시를 바르게 잡는다.

1. 손바닥에 네일 폴리시를 놓고 약지 소지를 이용하여 네일 폴리시를 잡는다.
2. 폴리시를 왼 손의 엄지와 검지로 고객의 작업손가락을 잡는다.
3. 폴리시를 왼 손의 중지 손가락을 굳게 펴서 받침대가 되도록 한다.
4. 반대편 손으로 네일 폴리시의 뚜껑을 열고 소지 손가락을 펴서 네일 폴리시를 왼 중지 손가락 위에 받쳐놓는다.
5. 다양한 형태의 폴리시를 잡아본다.

### 수행 tip

- 흰색이 많이 섞인 네일 폴리시의 경우는 붓의 각도를 높이 세워 빠르게 브러시 작업을 해야 붓 자국이 나지 않는다.
- 컬러링은 기본 2회 정도이나 컬러에 따른 도포량과 컬러감에 따라 1~3회 사이로 증감할 수 있다.

## 수행 내용은

모듈에 제시한 것 중 기술(Skill)을 습득하기 위한 실습 과제로 활용할 수 있습니다.

## 재료·자료는

수행 내용을 수행하는데 필요한 재료 및 준비물로 실습 시 필요 준비물로 활용할 수 있습니다.

## 기기(장비·공구)는

수행 내용을 수행하는데 필요한 기본적인 장비 및 도구를 제시하였습니다. 제시된 기기 외에도 수행에 필요한 다양한 도구나 장비를 활용할 수 있습니다.

## 안전·유의사항은

수행 내용을 수행하는데 안전상 주의해야 할 점 및 유의사항을 제시하였습니다. 수행 시 유념해야 하며, NCS의 고려사항도 추가적으로 활용할 수 있습니다.

## 수행 순서는

실습과제의 진행 순서로 활용할 수 있습니다.

## 수행 tip은

수행 내용에서 수행의 수월성을 높일 수 있는 아이디어를 제시하였습니다. 따라서 수행tip은 지도상의 안전 및 유의사항 외에 전반적으로 적용되는 주요점 및 수행과제 목적에 대한 보충설명, 추가사항 등으로 활용할 수 있습니다.

## 학습3 교수·학습 방법

## 교수·학습 방법은

학습목표를 성취하는데 필요한 교수 방법과 학습 방법을 제시하였습니다.

### 교수 방법

- 컬러링 제품의 성분과 컬러별 정도의 차이, 베이스코트와 튜코트의 역할, 폴리시 잡는 방법, 큐어링 시간 등의 내용을 화면 자료와 함께 설명한다.
- 서식지를 활용하여 네일 컬러링 방법을 그림으로 그려 보게 한 뒤, 다양한 컬러링의 매뉴얼을 그려서 숙지하도록 한다.
- 젤 컬러링 시 주의사항을 계속 숙지시키도록 하며, 큐어링 시간에 대해 작성하도록 한다.

## 교수 방법은

해당 학습활동에 필요한 학습내용, 학습내용과 관련된 학습자료명, 자료 형태, 수행내용의 진행 방식 등에 대하여 제시하였습니다. 또한 학습자의 수업참여도를 제고하기 위한 방법 및 수업진행상 유의사항 등도 제시하였습니다. 선수학습이 필요한 학습을 학습자가 숙지하였는지 교수자가 확인하는 과정으로 활용할 수도 있습니다.

### 학습 방법

- 컬러링을 위한 재료의 필요성과 사용방법을 숙지하고 컬러링 매뉴얼 과정에 맞추어 작업 내용을 이해한다.
- 컬러링의 다양성에 대한 용어를 숙지하고 진행과정에 맞추어 내용을 작업한다.
- 젤 컬러링 시 적합한 큐어링 시간을 선택해서 큐어링 해본다.

## 학습 방법은

해당 학습활동에 필요한 학습자의 자기주도적 학습 방법을 제시하였습니다. 또한 학습자가 숙달해야 할 실기능력과 학습과정에서 주의해야 할 사항 등으로 제시하였습니다. 학습자가 학습을 이수하기 전에 반드시 숙지해야 할 기본 지식을 학습하였는지 스스로 확인하는 과정으로 활용할 수 있습니다.



### 학습3 평가

#### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
컬러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 칠착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 일찍 얹어 균일하게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
컬러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 칠착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 일찍 얹어 균일하게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 피드백

- 작업장 평가
  - 작업 결과물을 확인하여 수정사항을 제시하고 수정 부분을 인지하도록 한다.

#### 평가는

해당 NCS 능력단위 평가방법과 평가 시 고려 사항을 준용하여 작성하였습니다. 교수자 및 학습자가 평가항목 별 성취수준을 확인하는데 활용할 수 있습니다.

#### 평가 준거는

학습자가 해당 학습을 어느 정도 성취하였는지를 평가하기 위한 기준을 제시하고 있습니다. 학습목표와 연계하여 단위수업 시간에 평가항목 별 성취수준을 평가하는데 활용할 수 있습니다.

#### 평가 방법은

NCS 능력단위의 평가방법을 준용하였으며, 평가 준거에 따른 평가방법을 2개 이상 제시하였습니다. 평가방법으로는 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례연구, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등이 있으며, NCS의 능력단위 요소 별 수행 수준을 평가하는데 가장 적절한 방법을 선정하여 활용할 수 있습니다.

#### 피드백은

평가 후에 학습자들에게 평가 결과를 피드백하여 부족한 부분을 알려주고, 학습 결과가 미진한 경우, 해당 부분을 다시 학습하여 학습목표를 달성하는 데 활용할 수 있습니다.

## 4. 참고 자료

### 참고자료

- 김미원(2011). 『Nail Study』. 서울: 사)한국네일저서서비스협회.
- 민방경(2015). 『미용사(네일)평가』. 서울: 예문사.
- 박은주(2014). 『네일미용』. 서울: 정담미디어.

#### 참고자료는


해당 학습모듈의 필요지식에 대한 출처와 인용한 참고자료 및 사이트를 제시하였습니다.

## 5. 활용 서식/부록

### 활용서식

#### 프리에지 형태 실습지

1. 프리에지 형태의 이해

모양	이름	특징
	( ) Square nail	-강한 느낌의 사각형태 -네일의 양끝 모서리 부분이 90° 사각의 형태이다. ( ) -발톱의 형태 활용 -내인성 발톱의 보정시에 적음

#### 활용서식은

평가 서식, 실습시트 등 교수학습 시 활용 가능한 다양한 서식들로 구성하였습니다. 과제 진행에서 평가에 이르기까지 필요한 서식을 해당 학습모듈의 특성에 맞춰 개발하거나 기존의 양식을 활용하여 제시하였습니다.

### 부록

#### 네일 기본관리 도구와 재료 목록

목록	비고	준비
위생가운	흰색	작업자 착용
위생 마스크	흰색	작업자 착용
보호안경	투명한 렌즈 (안경으로 대체 가능)	작업자 착용
재료정리함	재질, 색상 무관	작업대

#### 부록은

활용서식 이외에 교수학습과정에서 참고할 수 있는 자료가 있는 경우 제시하였습니다.

# [NCS-학습מוד의 위치]

대분류	기계
중분류	자동차제조
소분류	자동차정비

세분류	능력단위	학습מוד명
자동차전기·전자장치정비		
자동차엔진정비	엔진본체정비	엔진본체정비
자동차새시정비	냉각장치정비	냉각장치정비
자동차도장	윤활장치정비	윤활장치정비
자동차정비검사	연료장치정비	연료장치정비
	엔진점화장치정비	엔진점화장치정비
	흡배기장치정비	흡배기장치정비
	과급장치정비	과급장치정비
	가솔린전자제어장치정비	가솔린전자제어장치정비
	CNG전자제어장치정비	CNG전자제어장치정비
	디젤전자제어장치정비	디젤전자제어장치정비
	CNG 전자제어장치정비	CNG 전자제어장치정비
	배출가스장치정비·검사	배출가스장치정비·검사
	하이브리드전기장치정비	하이브리드전기장치정비
	자동차엔진정비고객상담	자동차정비 고객상담
	자동차엔진정비장비유지보수	자동차정비 장비유지보수

---

# 차 례

---

학습모듈의 개요	1
----------	---

## 학습 1. 연료장치 점검 . 진단 . 조정하기

1-1. 연료장치 점검 . 진단 . 조정	3
------------------------	---

- 교수·학습 방법 39
- 평가 40

## 학습 2. 연료장치 교환 . 수리 . 검사하기

2-1. 연료장치 교환 . 수리 . 검사	42
------------------------	----

- 교수·학습 방법 64
- 평가 65

참고 자료	67
-------	----

활용 서식	68
-------	----

부 록	70
-----	----



# 연료장치정비 학습모듈의 개요

## 학습모듈의 목표

연료장치의 연료 압력을 측정하고 연료 라인에 누유와 분사 상태를 점검·진단하여 문제의 부분을 조정, 수리, 교환할 수 있다.

## 선수학습

엔진본체 정비(1506030201\_14v2), 냉각장치 정비(LM1506030202\_14v2), 윤활장치 정비(1506030203\_14v2), 엔진 점화장치 정비(1506030205\_14v2), 흡배기장치 정비(1506030206\_14v2)

## 학습모듈의 내용 체계

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소		
		코드 번호	요소 명칭	수준
1. 연료장치 점검·진단·조정하기	1-1. 연료장치 점검·진단·조정	1506030204_14v2.1	연료장치 점검·진단·조정하기	3
		1506030204_14v2.2	연료장치관련 부품 조정하기	3
		1506030204_14v2.3	연료장치 부품 교환	2
2. 연료장치 교환·수리·검사하기	2-1. 연료장치 교환·수리·검사	1506030204_14v2.4	연료장치 수리	3
		1506030204_14v2.5	연료장치 검사	3

## 핵심 용어

연료 탱크, 연료 파이프, 연료 여과기, 연료 펌프, 연료 분배 파이프, 연료 압력 조절기, 인젝터, 가솔린 직접 분사 기관(GDI)





## 학습 1

# 연료장치 점검 · 진단 · 조정하기

(LM1506030204\_14v2.1, 2)

## 학습 2

연료장치 교환·수리·검사하기

(LM1506030204\_14v2.3, 4, 5)

## 1-1. 연료장치의 점검 · 진단 · 조정

### 학습 목표

- 연료장치의 점검 시 안전 작업 절차에 따라 수행할 수 있다.
- 정비지침서에 따라 연료장치의 세부 점검 목록을 확인하여 고장 원인을 파악할 수 있다.
- 정비지침서에 따라 고장 진단 장비를 사용하여 제어 장치의 고장 원인을 분석할 수 있다.
- 현상에 따라 연료장치를 진단하여 수리, 교환 여부를 결정할 수 있다.
- 정비지침서에 따라 차종별 연료장치를 파악하고 규정값대로 조정할 수 있다.
- 진단 절차에 의거하여 규정값에 맞게 조정할 수 있다.
- 연료장치 부품의 조정을 위해 관련 장비를 선택하여 사용할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① 자동차 연료의 개요

연료장치는 연료를 각 실린더에 공급하는 장치로서 사용하는 연료에 따라 가솔린 엔진, LPG 엔진, 디젤 엔진으로 분류한다.

#### 연료의 정의

연료(fuel)란 가연물의 통칭으로 근래에는 대체 에너지로 대표되는 무공해 에너지의 개발에 관심이 집중되고 있으나 현재까지 자동차용 연료는 주종이 휘발유(gasoline)와 경유(diesel) 등의 석유계 연료이다.

### ② 가솔린 기관의 연료(Fuel)와 연소(Combustion)

#### 1. 가솔린 기관의 연료(Fuel)

가솔린은 무색, 투명하고 특이한 냄새가 있으며, 휘발성이 풍부하고 석유계열 원유에서 정제한 탄소(C)와 수소(H)의 유기화합물의 혼합체이다. 공기 중에서 적색 불꽃을 내며 연소가 잘되는 특성이 있다. 순수한 가솔린을 완전 연소시키면 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)이 발생한다.

## 2. 가솔린 기관의 연소(Combustion)

### (1) 공기비(Air Ratio)

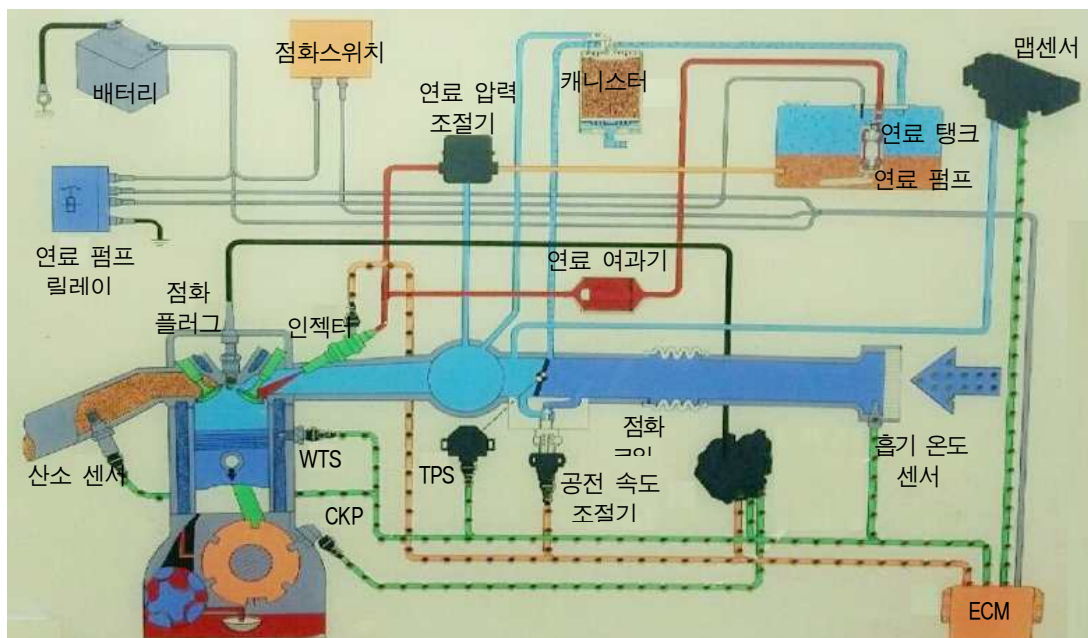
기관이 흡입한 공기에 혼합되는 연료량은 공기비 또는 혼합비로 정의된다. 이 관계는 연료가 완전히 연소하려면 공기와 연료가 어떤 비율로 혼합되어야 하는지를 나타내는 것이다. 연료의 질에 따라 다소 차이는 있으나 시중에서 판매되고 있는 가솔린의 경우 이론 공기비는 가솔린 1kgf에 약 14~14.8kgf의 공기를 혼합시켜야 되는 것으로 되어 있다. 연료를 완전히 연소시키는 데 필요한 이론 공기량과 실제로 기관이 흡입한 공기량과의 비율을 공기비 또는 공기 과잉률(excess air factor,  $\lambda$ )이라 한다.

$$\text{공기 과잉률} = \frac{\text{실제로 흡입한 공기량}}{\text{이론적으로 필요한 공기량}} = \frac{\text{실제 공연비}}{\text{이론 공연비}}$$

이론 혼합비를 공기비, 즉 람다( $\lambda$ ; lambda)로 나타내면  $\lambda = 1$ 이다. 공기비가  $\lambda < 1$ 이면 공기 부족 상태, 즉 혼합기가 농후한 상태를 의미하고, 공기비가  $\lambda > 1$ 이면 공기 과잉 상태, 즉 혼합기가 희박한 것을 의미한다. 공기비  $\lambda = 1$ 이 가장 이상적인 값이다.

### ③ 전자 제어 연료 분사 장치(Electronic Controlled Fuel Injection System)

전자 제어 연료 분사 방식이란 각종 센서(sensor)를 장착하고 이 센서에 보내 준 정보를 받아서 기관의 작동 상태에 따라 연료 공급량을 컴퓨터(ECU)로 제어하여 인젝터(injector)를 통하여 흡기 다기관에 분사하는 방식이다.



[그림 1-1] 전자 제어 연료장치 구성

## 1. 전자 제어 연료 분사 방식의 분류

### (1) 인젝터 설치 위치에 따른 분류

#### (가) MPI(Multi Point Injection)



[그림 1-2] MPI 연료장치 구조

이 방식은 인젝터를 각 실린더마다 1개씩 설치하고, 흡입밸브 바로 앞에서 연료를 분사시킨다. 분사된 연료는 흡입 구멍 근처에서 흡입밸브가 열릴 때를 기다리는 동안 기화하며 흡입밸브가 열리면 흡입력에 의해 실린더 내로 들어간다.

MPI(Multi Point Injection)는 월 웨팅(wall wetting: 연료가 액체 상태로 남아 흐르는 현상)에 따른 냉간 시동, 과도 특성의 효과가 크고 저속 또는 고속에서 회전력 영역의 변경이 가능하며, 온·냉간 상태에서도 최적의 성능을 보장한다. 설계할 때 체적 효율의 최적화에 집중하여 흡기 다기관 설계가 가능하다.

#### (나) 실린더 내 가솔린 직접 분사 방식(GDI: Gasoline Direct Injection)

이 방식은 디젤 기관과 같이 실린더 내에 가솔린을 직접 분사하는 것으로 약 30~40 : 1의 초희박 공연비로도 연소가 가능하다. 연료 공급 압력은 일반 전자 제어 연료 분사 방식의 경우 약 2.4~5.9kgf/cm<sup>2</sup>인 데 비해, 약 50~100kgf/cm<sup>2</sup>으로 매우 높으며, 실린더 내의 유동을 제어하는 직립형 흡입 포트, 연소를 제어하는 바울형 피스톤(bowl type piston), 고압 연료 펌프, 스월 인젝터(swirl injector) 등이 사용된다.

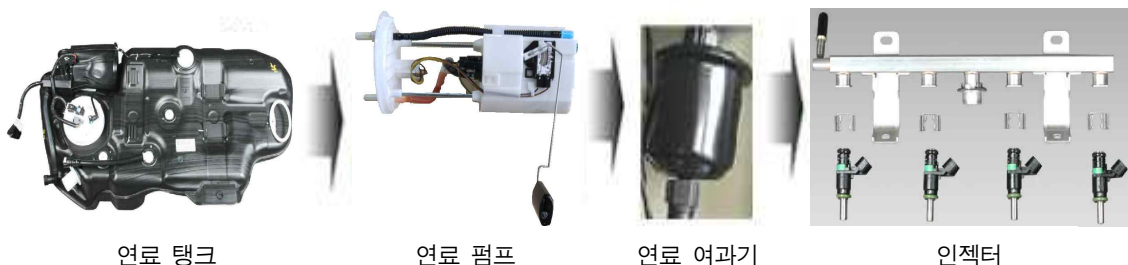
## 2. 전자 제어 연료 분사 장치의 구성

전자 제어 연료 분사 장치는 일정한 압력으로 형성된 연료를 흡기 다기관 내에 분사하는 방식이며, 연료 분사량의 조절은 인젝터를 기관의 흡입 공기량에 맞추어 일정 시간 동안 열어 주는 방법을 사용한다. 즉, 연료 분사량은 인젝터의 니들 밸브(needle valve)가 열려 있는 시간으로 결정되므로 정밀하게 조절할 수 있다. 기관의 운전 조건은 각종 센서에서 보내온 신호를 받은 후 운전 상태에 따라 분사량과 기관 회전 속도를 컴퓨터로 조절한다. 전자 제어 연료 분사 장치는 흡입 계통, 연료 계통, 제어 계통 등 3개의 주요 부분으로 구성되어 있다.

### (1) 흡입 계통

공기 청정기, 공기 유량 센서, 스로틀 바디, 서지 탱크, 흡기 다기관 등으로 구성된다. 전자 제어 연료장치의 흡입 계통은 공기 청정기로 들어온 공기가 공기 유량 센서(AFS: Air Flow Sensor)로 들어와 흡입 공기량이 결정되면, 스로틀 바디의 스로틀밸브 열림 정도에 따라 서지 탱크(Surge Tank)로 공기가 유입된다. 서지 탱크로 유입된 공기는 각 실린더의 흡기 다기관으로 분배되어 인젝터에서 분사된 연료와 혼합되어 실린더로 공급된다.

### (2) 연료 계통



[그림 1-3] 연료 공급 장치 흐름

연료 탱크, 연료 펌프, 연료 여과기, 분배 파이프, 연료 압력 조절기, 인젝터 등으로 구성되어 있다. 연료장치는 엔진의 모든 작동 조건에서 요구되는 연료를 공급하여 주기에 충분한 기능과 규정 압력을 유지시켜 준다.

#### (가) 연료 탱크(Fuel Tank)

주행에 필요한 연료를 저장하는 용기로 프레임이나 차체 일부에 설치된다. 재질은 내부에 연료 탱크 내부의 부식을 방지하기 위해 아연 도금을 통해 방청 처리가 된 강판이 사용되었으나 최근에는 합성수지가 사용된다.





[그림 1-4] 연료 탱크와 연료 펌프

#### (나) 연료 파이프(Fuel Pipe)

연료장치의 각 부분을 연결하여 연료를 운반하는 관으로 내유성을 가진 고무호스와 구리나 강관이며, 직경은 보통 5~8mm 정도이고, 파이프 이음은 연료가 누출되지 않도록 원뿔 모양이나 둥근 플레어(flare)로 하고, 파이프가 끼워져 있는 피팅(fitting 또는 니플)으로 조이도록 되어 있다. 또 이 피팅은 반드시 오픈엔드렌치(open end wrench)로 풀거나 조여야 한다.



[그림 1-5] 연료 파이프 피팅 풀기

#### (다) 연료 여과기(Fuel Filter)

연료 중의 불순물(먼지, 수분)을 제거하며, 종류로는 케이스와 엘리먼트의 분리가 가능한 분해형과 분리가 되지 않는 카트리지식(비분해형)이 있다. 승용차에는 주로 카트리지식이 사용된다. 연료 여과기는 장기간 사용하면 오손으로 인하여 여과기 성능이 떨어지므로 일정 거리 주행 후에는 반드시 신제품으로 교환하여야 한다.

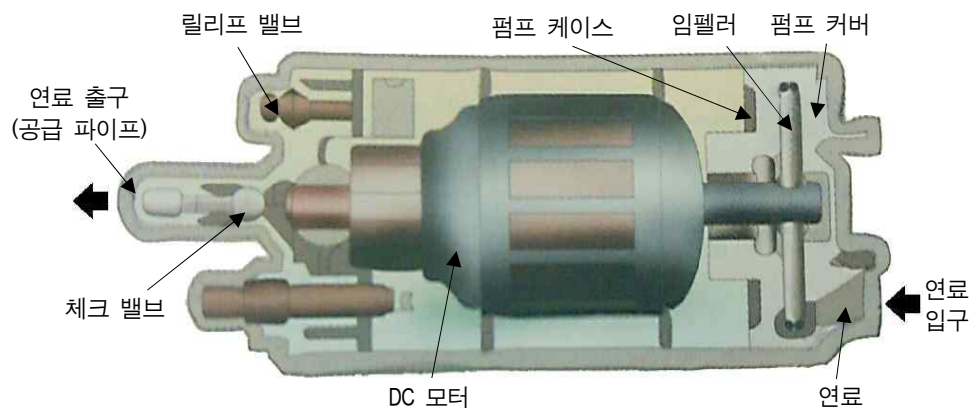


[그림 1-6] 연료 여과기(가솔린)

#### (라) 연료 펌프(Fuel Pump)

연료 탱크에서 연료를 빨아들여 인젝터에 압송하는 일을 하며, 연료 펌프는 연료 탱크 내에 들어 있는 인 탱크와 연료 탱크 외부에 설치된 인라인 방식을 사용한다. 현재는 연료 펌프 작동 소음과 베이퍼록 현상을 방지하는 인탱크 방식을 많이 사용하고 있다. 연료의 공급량은 기관이 최대로 요구하는 양보다 더 많은 양의 연료를 계속 공급해 주어 연료 계통 내의 압력을 일정한 수준으로 유지시켜서 어떤 운전 조건에서도 연료의 공급 부족 현상이 일어나지 않도록 한다.

그리고 연료 펌프 내에는 펌프 내의 압력이 높을 때 작동하여 압력 상승에 따른 연료의 누출 및 파손을 방지해 주는 릴리프 밸브(relief valve), 연료 펌프에서 연료의 압송이 정지되었을 때 곧바로 닫혀 연료의 역류를 방지하고 연료 계통 내의 잔압을 유지시켜 높은 온도에서 베이퍼 록(vapor lock) 현상을 방지하며 기관의 재시동 성능을 높이기 위해 체크 밸브(check valve)를 두고 있다.



[그림 1-7] 연료 펌프 구조

#### (마) 연료 분배 파이프(Delivery Pipe)

연료 분배 파이프는 각 인젝터에 동일한 분사 압력이 되도록 하며, 연료 저장 기능을 지니고 있다. 분배 파이프의 체적은 인젝터에서 분사되는 연료 공급량에 비례하므로 분사에 따른 파이프 내부 압력 변동이 없도록 한다. 그리고 이 파이프에 각 인젝터들이 연결되어 있어 각각의 인젝터에 동일한 분사 압력이 되게 할 수 있으며, 인젝터 설치도 쉽도록 해 준다.



[그림 1-8] 연료 분배 파이프

#### (바) 연료 압력 조절기(Fuel Pressure Regulator)

연료 압력 조절기는 흡기 다기관을 이용하여 연료 계통 내의 압력을 조절해 주는 것으로 분배 파이프 앞 끝에 설치되어 있다. 즉, 연료 계통 내의 압력을 2.4~5.9kgf/cm<sup>2</sup>로 유지시켜 주는 다이어프램 조절의 오버플로(over flow) 형식이다. 규정 압력 이상의 연료는 밸브를 통하여 연료 탱크로 되돌아간다. 다이어프램에는 흡기 다기관의 진공이 작용하므로 흡기 다기관의 부압이 높으면 다이어프램을 당기는 힘이 강해짐으로써 연료 탱크로 되돌아가는 연료량이 많아져 공급 압력이 낮아진다. 이 작용으로 연료 계통 내의 연료 압력이 조절되며 인젝터에서 분사되는 압력을 항상 일정하게 유지시킨다.



[그림 1-9] 연료 압력 조절기(구형)



[그림 1-10] 연료 압력 조절기(신형)

#### (사) 인젝터(Injector)

인젝터는 각 실린더의 흡입밸브 앞쪽(흡기 다기관)에 1개씩 설치되어 각 실린더에 연료를 분사하는 솔레노이드 밸브이다. 인젝터는 컴퓨터로부터의 전기적 신호에 의해 작동되며, 그 구조는 밸브 보디와 플런저(plunger)가 설치된 니들 밸브로 되어 있다.



[그림 1-11 인젝터 구조]

솔레노이드 코일에 전류가 흐르지 않을 경우 니들 밸브는 스프링의 장력에 의해 밸브 시트에 밀착되어 연료의 분사를 차단하고, 솔레노이드 코일에 전류가 흐르면 솔레노이드 코일이 니들 밸브를 들어 올려 연료가 원통형의 분사 구멍에서 분사된다.

#### (3) 제어 계통

ECU, 컨트롤 릴레이, 수온 센서, 흡기 온도 센서, 스로틀 포지션 센서, 공전 속도 조절기, 제1번 실린더 상사점 센서, 크랭크 각 센서 등으로 구성되어 있다. 엔진의 운전 상태를 감지하는 센서 등과 이들 신호를 받아 연산하는 ECU로 구성된다. 센서 등은 흡입 공기량, 스로틀 위치, 배기 중의 산소량, 흡기 온도, 냉각수 온도, 가감속 상태 등을 감지하여 ECU로 보내며, ECU에서는 이를 기초로 연료 분사량과 점화 시기를 각 상태에 적합하게 결정한다.

#### ④ 희박연소 엔진(Lean-Burn Engine)

기존 엔진이 이론 공연비 14.7:1에 연소하는 데 비해 희박연소 엔진에서는 이보다 훨씬 희박한 공연비인 22:1 상태에서 운전이 가능하며, 이러한 연소 조건은 흡기행정 중 와류

발생과 연료 분사 시간을 통제·조절함으로써 얻을 수 있다. 그러나 초회박 연소는 공연비가 회박해짐에 따라 연소가 불안정하게 되어 토크 변동을 초래하는 단점을 가진다. 따라서 초회박 연소를 실현하기 위해서는 회박연소 시 연소 안정성에 관한 기반 기술의 확립이 선행되어야 한다.

## 1. 회박연소 엔진의 효과

회박연소 구간에서는 극히 희박한 혼합비로 운전하게 되므로, 일반 엔진 대비 10% 이상의 연비 개선 효과가 가능하고, 정속 운행 시는 20% 이상도 가능하다. 연비 향상 이유는 동일한 출력에서 흡입 공기량의 증가로 인하여 결국 펌프 손실이 저감된다. 혼합기에 공기를 과잉 공급하여 연소시키는 회박연소는 상대적으로 펌핑 손실이 적고, 정상 연소보다 비열비가 증가함으로써 엔진 열효율이 향상된다. 그리고 연소 최고 온도가 낮아짐으로써 질소산화물(NOx)이 현저히 감소되며 완전연소로 인한 일산화탄소(CO)가 감소하여 유해 배출 가스가 줄어든다.

## 2. 회박연소 조건

린번 엔진이 장착된 자동차를 운전하더라도 일정 구간 내에서만 회박 공연비(22 : 1) 제어가 되고, 그 구간을 벗어나면 이론 공연비(14.7 : 1)로 제어를 하게 된다.

<표 1-1> 회박연소 작동 조건

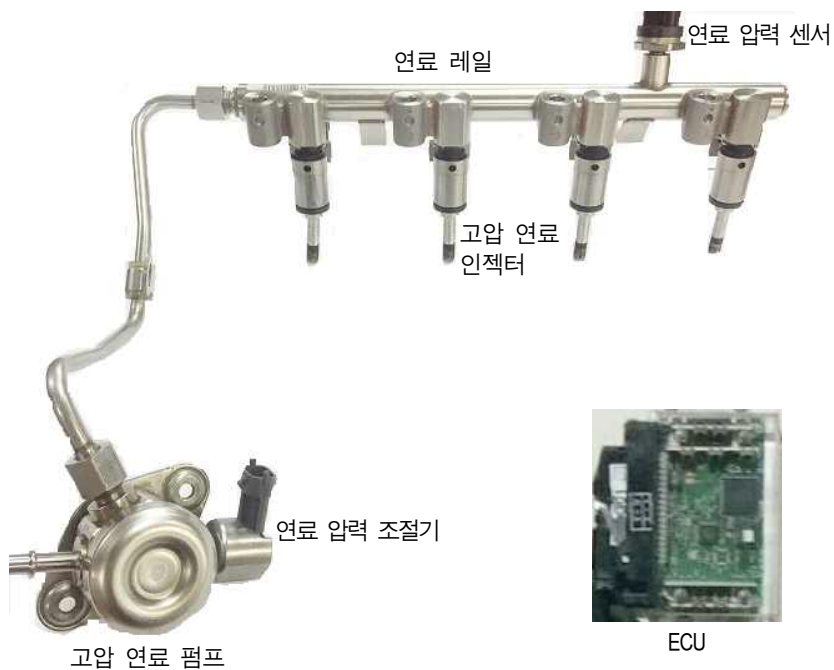
항목	작동 조건
엔진 냉각수의 온도	75℃ 이상
차량 속도	38km/h
엔진 회전 속도	1480~4000rpm

## ⑤ 가솔린 직접 분사 방식(GDI: Gasoline Direct Injection)

### 1. GDI 엔진의 개요

GDI(Gasoline Direct Injection) 엔진은 실린더 내에 연료를 고압으로 직접 분사하여 연소시킴으로써, 성능 향상, 연비 개선, 배기가스 저감을 동시에 실현한 엔진이다. 성능 향상 요인으로는 연료를 연소실에 직접 분사하여 증발 잠열에 의해 흡기 온도가 떨어져 흡기 냉각 효과에 따른 충전 효율이 향상되어 전 영역에서 토크가 증대되었고, 또한 노크 특성 개선에 의한 저속 성능도 증대되었다.





[그림 1-12] GDI 연료장치 구성

차량 연비 향상을 위해 노크 특성 개선으로 압축비 증대에 따른 부분 부하 연비 향상과 성능을 개선하였다. 시동 시에는 압축행정에 연료를 분사하여 연료가 점화플러그 주변으로 모이면서(성층화 현상 발생) 점화되므로 시동 시 연료 소모를 줄일 수 있도록 설계되었다. 배기가스 저감을 위해 시동 직후 분할 분사 실시와 점화 시기 지각 제어에 의해 초기 배기 온도를 높게 하여 촉매 활성화 시간(LOT: Light Off Time) 단축으로 유해 배기가스를 저감할 수 있다.

## 2. 가솔린 직접 분사식 엔진의 작동 원리

이론 공연비를 훨씬 상회하는 공연비 30~40 : 1 정도에서 초희박 연소를 가능하게 하기 위해서는 연소실 내의 혼합기가 확산하지 않도록 점화플러그 주변에 집중시켜야 한다.

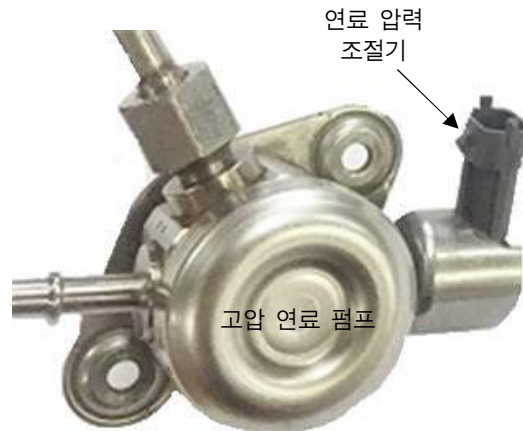
## 3. GDI 연료 시스템

연료 공급은 ‘연료 탱크 → 저압 펌프 → 고압 펌프 → 연료 레일 → 고압 인젝터’ 순으로 공급된다.

### (1) 고압 연료 펌프(High Pressure Fuel Pump)

고압 연료 펌프는 실린더 안으로 가솔린을 직접 분사하기 위해 필요한 초고압을 발생시킨다. 연료를 압축행정 때 분사하려면 실린더 내부의 고압을 이기고 연료가 끌고루

분사될 수 있는 강한 분사력이 필요하기 때문이다.



[그림 1-13] 고압 연료 펌프 및 연료 압력 조절기

(가) 연료 압력 조절기(FPR: Fuel Pressure Regulator)

연료 압력 조절기는 듀티를 증가하면 압력이 증가하는 구조로 되어 있으며, 고압 연료 펌프에는 5bar의 압력으로 연료가 공급되어 압력 조절 밸브 이후에는 아이들 rpm에서 30bar 정도 수준으로 제어가 되고 최대 압력은 150bar이다. 고장 시는 저압 연료 압력인 5bar로 공급한다.

(2) 연료 레일(Fuel Rail) 및 인젝터(Injector)

(가) 개요



[그림 1-14] 연료 레일 및 인젝터

인젝터는 고압 연료 펌프에서 공급되는 고압의 연료를 연소실에 직접 공급하는 기능을 가지고 있어 기존의 흡기 매니폴더에 연료를 분사하는 MPI와는 많은 차이가

있다. 연소실에 직접 연료를 분사하므로 흡입 과정에서 흡입 공기 온도가 낮아지고 밀도가 높아져(인터쿨러 효과) 출력을 향상시킨다. ECU에 의해 인젝터가 작동되면 코일이 자화되어 니들 밸브와 볼과 함께 위로 올라가면서 연료가 분사된다.

### (3) 레일 압력 센서(RPS: Rail Pressure Sensor)

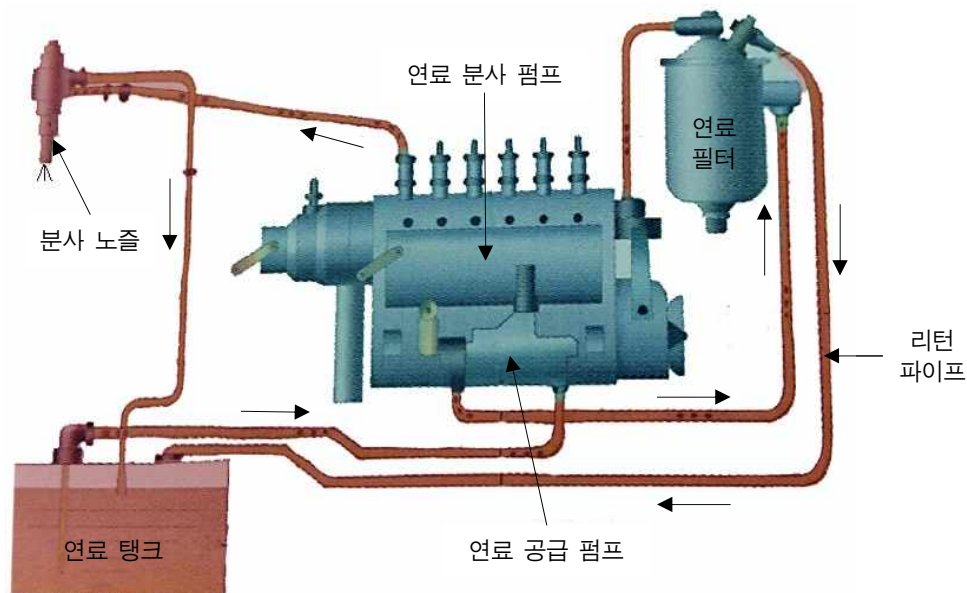
#### (가) 개요

레일 압력 센서 (RPS: Rail Pressure Sensor)는 딜리버리 파이프에 장착되어 있으며, 반도체 소자를 이용하여 딜리버리 파이프의 연료 압력을 측정하여 전압값으로 ECM에 전달하는 역할을 한다.

이 전압 신호를 이용하여 ECM은 정확한 연료 분사량과 분사 시기를 제어할 수 있으며, 목표 연료 압력과 실제 연료 압력이 상이할 경우, 연료 압력 조절 밸브를 이용하여 연료 압력을 조절할 수 있다.

### ⑥ 디젤 연료장치(Diesel Fuel System)

디젤 엔진은 공기만을 압축하여 고온 고압의 압축 공기를 형성시킨 다음 압축 말기에 고압의 연료를 분사함으로써 공기 압축열에 의해 연료가 자기착화(self ignition)하게 되는 자연 연소 방식이다(압축 온도 500~550℃ 정도).



[그림 1-15] 디젤 연료장치 구성

#### 1. 연료 공급 펌프(Fuel Primer Pump)

(1) 고압 분사 펌프에 직접 설치되며, 고압 분사 펌프의 캠축에 가공되어 있는 편심-캠에 의해 기계적으로 작동된다.

- (2) 연료를 연료 탱크로 부터 펌핑(pumping)하여 여과기를 거쳐, 고압 분사 펌프의 저압 측에 공급하는 기능을 한다.



[그림 1-16] 프라이밍 펌프 및 연료 여과기(구형)

- (3) 연료 공급 펌프의 공급 압력은 약 2~3kgf/cm<sup>2</sup>이다.
- (4) 프라이밍 펌프는 분사 펌프 몸체에 장착되어 분사 펌프 캠축에 의해 구동되며, 수동용 펌프로서, 엔진이 정지되었을 때 연료 탱크의 연료를 연료 분사 펌프까지 공급하거나 연료 라인 내의 공기 빼기 작업을 할 때 사용한다.
- (5) 디젤 엔진은 연료 라인에 공기가 있으면 시동이 걸리지 않으므로, 프라이밍 펌프를 작동시키면서 ‘연료 공급 펌프 → 연료 여과기 → 분사 펌프’의 순서로 공기 빼기 작업을 해야 한다.

## 2. 연료 여과기(Fuel Filter)

- (1) 자동차에 공급되는 연료 중 먼지나 수분 등과 같은 불순물을 여과하여 깨끗한 연료를 엔진에 공급하는 역할을 한다.
- (2) 혼합된 이물질로 인한 인젝터, 연료 분사 펌프 노즐과 같은 연료 장치의 기능 저하(플런저의 마멸이나 노즐 구멍이 막히는 것을 방지)를 예방한다.
- (3) 엔진 수명을 연장하며, 연료를 완전연소시킴으로써 대기 환경 개선에도 도움을 준다.
- (4) 연료 여과기의 성능은 0.01mm 이상의 불순물을 여과할 수 있는 성능이 있어야 한다.



[그림 1-17] 연료 여과기(신형)

### 3. 독립형 분사 펌프(Independence Type Injection Pump)

- (1) 1개의 분사 펌프 케이스에 엔진의 실린더 수와 동일하게 펌프 엘리먼트가 설치되어 있다.
- (2) 펌프 엘리먼트는 각 실린더에 해당하는 분사 노즐과 분사 파이프로 연결되어 있다.
- (3) 구조가 복잡하고 조정이 어렵지만, 대기통 엔진 및 고속으로 회전하는 엔진에 적합하다.
- (4) 분사 펌프의 캠축이 크랭크축으로부터 동력을 받아 회전할 때 분사 순서에 따라 각 실린더에 해당하는 노즐에 연료를 공급하여 분사된다.
- (5) 분사 펌프는 펌프 엘리먼트의 작동 부분, 연료의 분사량을 자동적으로 제어하는 조속기, 연료의 분사 시기를 조절하는 조정기의 세 부분으로 크게 분류된다.

#### (가) 캠축

##### 1) 분사 펌프 캠축

크랭크축에 의해 구동되며 연료 공급 펌프와 플런저를 작동시킨다. 캠축의 회전 속도는 4행정 사이클 기관은 크랭크축 회전 속도의 1/2로 회전하고, 2행정 사이클 기관은 크랭크축 회전 속도와 같다.

#### (나) 태핏

펌프 하우징 태핏 구멍에 설치되어 캠에 의해 플런저를 상하 운동시키는 작용을 한다.

##### 1) 태핏 간극

가) 캠의 작용에 의해서 플런저가 최고 위치까지 올라갔을 때 플런저 헤드와 플



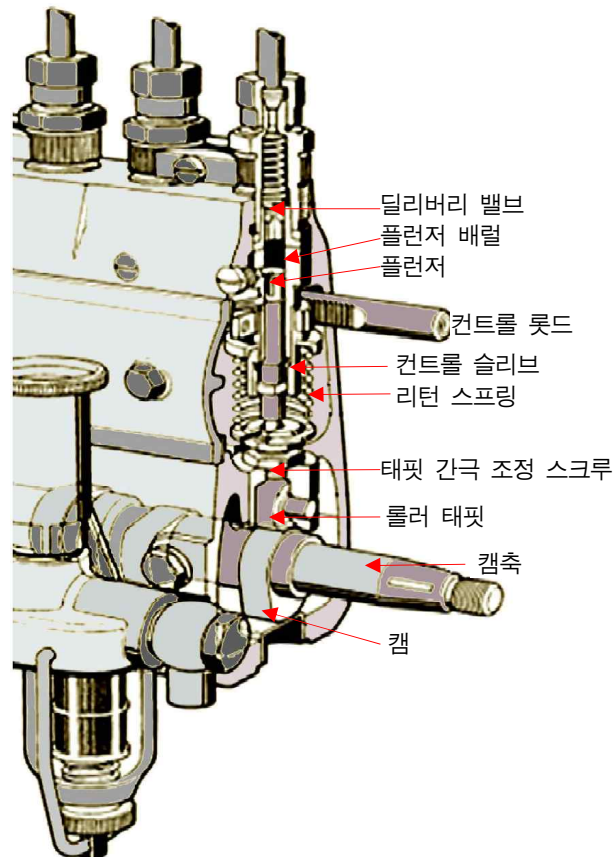
런저 배럴의 윗면과의 간극이다.

나) 태핏 간극은 일반적으로 0.5mm이다.

다) 연료의 분사 간격이 일정하지 않을 때 태핏 간극을 조정한다.

라) 태핏 간극이 크면 캠의 작용 시작이 늦어지고 캠 작용의 끝이 빨라진다.

마) 표준 태핏은 태핏 간극 조정 스크루를 이용하여 태핏 간극을 조정한다.



[그림 1-18] 독립형 분사 펌프 구성

#### (다) 펌프 엘리먼트

##### 1) 플런저 배럴

디젤 엔진의 플런저 배럴은 엔진의 실린더에 해당되며, 연료 공급 펌프에서 공급된 연료를 받아들이는 원통이다. 연료 분사 펌프 하우징의 위쪽에 끼워져 회전하지 않도록 고정 핀 또는 스크루로 고정되어 있으며, 배럴의 위쪽 면은 딜리버리 밸브 홀더에 의해 고정되어 있다.

##### 2) 플런저

펌프 하우징에 고정되어 있는 플런저 배럴 속을 플런저가 상하 섭동 운동을 하여 연료를 압축하여 분사 노즐로 공급하는 일을 한다.

#### 가) 플런저 스프링의 기능

플런저 스프링은 플런저를 리턴시키는 역할을 하는 것으로, 스프링 장력이 약하면 캠 작용이 완료된 다음 플런저의 리턴이 원활하게 이루어지지 않는다.

#### 나) 예행정

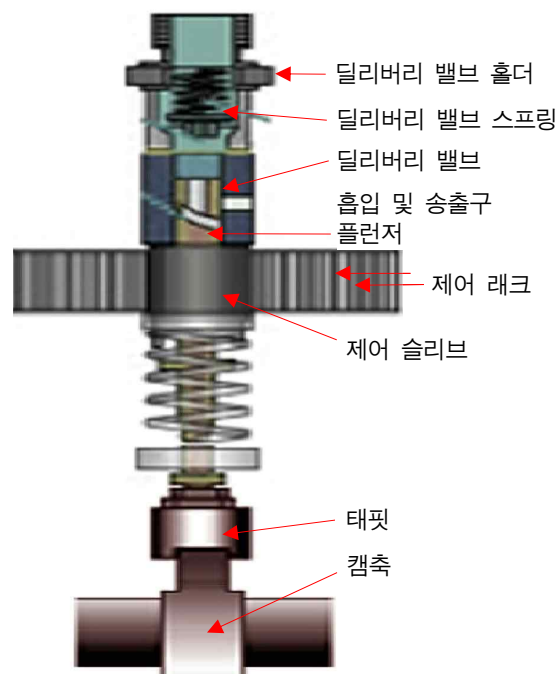
플런저가 캠 작용에 의해서 하사점으로부터 상승하여 플런저 윗면이 플런저 배럴에 설치되어 있는 연료의 공급 구멍을 막을 때까지 이동한 거리로, 연료의 압송 개시 전의 준비 기간이다.

#### 다) 유효 행정

연료를 분사 노즐로 송출하는 행정으로서, 플런저 윗면이 캠 작용에 의해서 플런저 배럴의 연료 공급 구멍을 막은 다음부터 바이패스 홈이 연료의 공급 구멍과 일치될 때까지 플런저가 이동한 거리로, 연료의 분사량이 변화된다. 유효 행정은 제어 래크에 의해서 플런저가 회전한 각도에 의해서 유효 행정이 변화되며, 유효 행정이 길면 연료의 분사량이 많아지고, 유효 행정이 짧으면 연료의 분사량이 적어진다.

### 4. 연료 분사량 제어 기구(Fuel Control Structure)

제어 래크, 제어 피니언, 제어 슬리브, 플런저 순서로 작동되며, 제어 피니언, 제어 슬리브의 관계 위치를 바꾸어 분사량을 조절한다.



[그림 1-19] 딜리버리 밸브 구조

(1) 제어 래크(Control Rack)

조속기나 엑셀레이터(가속 페달)를 통해 직선 운동을 제어 피니언에 전달한다. 리미트 슬리브 내에 끼워져 연료가 최대 분사량 이상으로 분사되는 것을 방지한다.

(2) 제어 피니언(Control Pinion)

제어 슬리브에 클램프 볼트로 고정되어 제어 래크와 맞물려 있다. 제어 래크의 직선 운동을 회전 운동으로 변환시켜 제어 슬리브에 전달한다.

(3) 제어 슬리브(Control Sleeve)

제어 피니언의 회전 운동을 플런저에 전달한다. 플런저의 유효 행정을 변화시켜 연료의 분사량을 조절한다.

(4) 딜리버리 밸브(Delivery Valve)의 역할

디젤 엔진에서 연료를 분사할 때는 통로를 열어 연료를 통하게 하고, 분사 끝에는 급격히 파이프 내의 연료 압력을 감소시켜서 분사의 단속을 양호하게 한다.

(가) 후적(연료의 분사가 완료된 다음 노즐 팁에 연료 방울이 형성되어 연소실에 떨어지는 현상)을 방지한다.

(나) 잔압을 유지하며 연료가 역류하는 하는 것을 방지한다.

5. 분사 노즐(Injection Nozzles)



[그림 1-20] 분사 노즐

(2) 분사 노즐의 구비 조건

(가) 착화가 쉽게 이루어지도록 연료의 입자를 미세한 안개 모양으로 분사해야 한다.

(나) 연소실 전체에 분무가 균일하게 분포되도록 분사해야 한다.

(다) 가혹한 조건에서도 장기간 사용할 수 있도록 내구성이 있어야 한다.

(라) 분사 끝에서 연료를 완전히 차단하여 후적이 발생되지 않아야 한다.

## 수행 내용 / 연료장치 점검 · 진단 · 조정하기

---

### 재료 · 자료

- 고객동의서, 작업공정도, 점검정비내역서, 견적서, 차종별 정비지침서

### 기기(장비·공구)

- 에어공구 · 수공구, 측정공구, 진단 장비, 분해/조립을 위한 토크렌치 등 특수 공구, 안전 보호 장비, 작업대, 세척 장비

### 안전·유의 사항

- 실습 시작 전 안전 교육을 실시하고 소화기를 비치하여 화재 사고에 대비함은 물론 화재 위험 방지를 위하여 유류 등의 인화성 물질은 별도의 안전한 곳에 보관한다.
- 실습을 하는 동안은 공구나 기타 물품을 던지지 않도록 한다.
- 중량물을 들어 올릴 때에는 허리 대신 무릎을 굽혀 물건을 몸에 가까이 하고 중심을 낮게 한다.
- 바닥에 각종 오일이나 유류가 떨어져 있는 경우 닦은 후에 작업한다.
- 볼트와 너트를 체결하는 경우에는 무리한 힘을 가하지 말고 규정된 토크로 조여 고정한다.
- 먼지나 미세 물질의 비산으로 인해 이물질이 눈을 상하게 할 수 있는 작업은 반드시 보안경을 착용하고 수행한다.
- 작업장 내에서는 안전화를 필수로 착용하도록 하며, 분진이 발생할 수 있는 작업은 반드시 방진마스크를 착용한다.
- 차량용 리프트 상승, 하강 시 차량 주위에 사람이나 장애물이 있는지 확인한 후에 안전하게 작동한다.
- 장비의 이상 발생 시 즉시 사용을 중지한다.
- 모든 부품은 분해, 조립 순서에 준하여 작업을 실시하고, 분해된 부품은 순서에 따라 작업대에 정리정돈을 한다.

## 수행 순서

### ① 연료장치 육안 점검

#### 1. 연료 주입구 점검

시동 전 연료 주입구를 열고 육안으로 부식이나 주입구 커버, 주입구 캡 등을 중심으로 점검하여 보고서를 작성한다.

<표 1-2> 연료 주입구 점검

항목	점검 항목	점검 상태		정비 및 조치 사항
		점검 방법	판정	
육안 점검	연료 주입구 주변	부식 여부	양호 불량	
	연료 주입구 커버	작동 여부	양호 불량	
	연료 주입구 캡	잠김 여부	양호 불량	

#### 2. 차량 하부 상태 점검

시동 전 차량을 리프트에 올려 육안으로 하부 상태를 점검하여 보고서를 작성한다.

<표 1-3> 차량 하부 상태 점검

항목	점검 항목	점검 상태		정비 및 조치 사항
		점검 방법	판정	
육안 점검	연료 라인	누유 상태, 체결 여부	양호 불량	
	연료 파이프	균열, 휨, 변형, 막힘 여부	양호 불량	
	연료 호스	균열, 막힘, 경화, 갈라짐	양호 불량	
	연료 탱크	균열, 굽힘 여부	양호 불량	

### 3. 연료계 및 연료 펌프 작동 상태 점검

자동차의 시동을 걸어 연료계의 작동 여부를 확인하고 보고서를 작성한다.



[그림 1-21] 연료계(계기판 우측 하단)

<표 1-4> 연료계 및 연료 펌프 작동 상태 점검

항목	점검 항목	점검 상태		정비 및 조치 사항
		점검 방법	판정	
육안 점검	연료계	작동 여부	양호 불량	

## ② 가솔린 연료장치 점검

### 1. 연료펌프 점검

#### (1) 연료 펌프의 작동음 점검

- (가) 점화스위치를 OFF로 한 다음 연료 펌프 커넥터를 분리한다.
- (나) 축전지 전압을 직접 연료 펌프 구동 커넥터에 연결하였을 때 연료 펌프의 작동음이 들리는지를 확인한다.
- (다) 연료 펌프가 탱크 내에 들어 있기 때문에 작동음을 듣기 어려울 때에는 연료 탱크 캡(필러 캡)을 열고 필러 포트(filler pot)를 통하여 작동음을 듣는다.
- (라) 손으로 고압 쪽 연료 호스를 잡고 연료 압력이 느껴지는지를 점검한다.

#### 수행 tip

<연료 펌프가 고장일 때의 현상>

- 엔진 공전 상태에서 작동이 정지한다.
- 주행할 때 가속력이 떨어지며, 울컥거림이 있거나 가동이 정지된다.
- 연료 펌프 모터의 소음이 심하게 들린다.
- 시동이 불량하거나 시동이 걸리지 않는다.

## (2) 연료 압력 점검

- (가) 연료 탱크 쪽에서 연료 펌프 하니스 커넥터를 분리한다.
- (나) 시동을 걸고 연료 라인 내의 연료를 모두 소모하여 엔진이 멈출 때까지 기다린다.  
시동이 꺼지면 점화 스위치를 OFF로 한다.
- (다) 축전지 (-)단자의 케이블을 분리한다.
- (라) 연료 펌프 하니스 커넥터를 연결한다.
- (마) 연료 필터 또는 딜리버리 파이프에 연료 압력 게이지를 설치한다. 이때 연료 계통 내에 있는 잔류 압력에 의한 연료 분출을 방지하기 위하여 형겅으로 호스 접속 부분을 덮는다.



[그림 1-22] 연료 압력 게이지 설치(흡기 다기관)



[그림 1-23] 연료 압력 게이지

- (바) 축전지 (-)단자에 케이블을 연결한다.
- (사) 시동을 걸어 엔진 위밍업을 한 다음 공회전 상태를 유지한다. 이때 압력 게이지 또는 어댑터 연결 부분에서 연료가 누출되는지를 점검한다.
- (아) 진공 호스를 연료 압력 조절기에 연결한 상태에서 압력을 측정한다.

### 수행 tip

- ‘활용 서식에 있는 보고서 양식을 참조’ 한다.
- 축전지 전압을 연료 펌프 구동 단자에 인가하여 연료 펌프를 작동시켜도 된다.
- 연료 압력 조절기에서 진공 호스를 분리하고 진공 호스 끝을 막은 후 연료 압력을 측정한다. 이때 연료의 압력은 규정값보다 높다.
- 가변 조절 저압 연료 펌프는 약 2.5bar~6bar까지 가변하여 고압 펌프로 연료를 공급한다.



<표 1-5> 연료 압력 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
연료 압력 (진공 호스 연결 시)			양호	
			불량	
연료 압력 (진공 호스 탈거 시)			양호	
			불량	

(자) 측정값이 규정값과 일치하지 않으면 예측 가능한 원인을 찾아내어 필요한 정비 작업을 하도록 한다.

(차) 엔진의 작동을 정지시키고 연료 압력 게이지의 지침 변화를 점검한다.

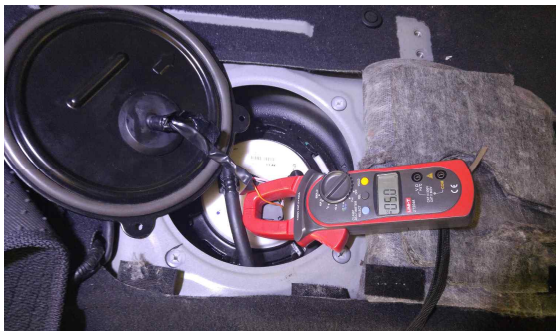
<표 1-6> 연료 압력이 낮은 원인

점검 결과	가능한 원인	조치 사항
엔진의 가동이 정지된 후 연료 압력이 천천히 떨어진다.	인젝터에서 연료 누출	인젝터 교환
엔진의 가동이 정지된 후 연료 압력이 급격히 떨어진다.	연료 펌프 내의 체크밸브가 닫히지 않는지를 점검한다.	연료 펌프 교환

### (3) 연료 펌프 소모 전류 점검

(가) 뒷좌석 시트를 탈거한 후에 클램프형 전류계(후크미터)를 연료 펌프에 연결한다.

(나) 또는 연료 펌프 구동 단자에 배터리 (+)전원을 연결하고 전류값을 점검한다.



[그림 1-24] 연료 펌프 소모 전류 점검(뒷좌석 시트 밑)

#### 수행 tip

- 일반적으로 후크미터 레인지를 400A에 놓고 측정한다.
- 전기가 흐르는 방향, 화살표 방향으로 설치한다(역 방향은 측정값에 “-”가 표시된다).
- 클램프형 전류계(후크미터)를 연결할 경우에는 될 수 있는 한 연료 펌프 가까이 연결한다.
- 연료 펌프 소모 전류 규정값은 3~5A이다.

## 2. 인젝터 점검

### (1) 인젝터 저항 점검

- (가) 엔진에서 인젝터 커넥터를 분리한 후, 멀티 테스터기의 선택 스위치를 저항( $200\Omega$  선택)에 놓고, 2개의 리드선을 단자에 대고 저항을 점검한다.[규정값  $13\sim16\Omega$ ( $20^{\circ}\text{C}$  기준)]
- (나) 해당 차량의 정비지침서를 이용하여 규정값을 확인한다.

#### 수행 tip

- 제조사별 규정값이 차이가 있다.



[그림 1-25] 인젝터 저항 점검(엔진 흡기 쪽)

<표 1-7> 인젝터 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
인젝터 저항			양호 불량	

### (2) 인젝터 작동음 점검

- (가) 인젝터의 작동음은 청진기 등을 이용하여 점검한다.
- (나) 엔진이 온간 상태일 때 시동을 걸기 어려운 경우에는 연료 압력과 인젝터에서의 누출을 점검한다.
- (다) 엔진을 크랭킹할 때 인젝터가 작동하지 않으면 컴퓨터의 전원 공급 회로 또는 접지 회로의 불량, 컨트롤 릴레이의 불량, 크랭크 각 센서 또는 1번 실린더 상사점 센서의 불량 여부를 점검한다.
- (라) 공전하는 상태에서 연료 분사를 차례로 차단할 때 공전 상태가 변화하지 않는 실

린더가 있으면 그 실린더에 대하여 인젝터의 하니스 점검, 점화플러그와 고압 케이블, 압축 압력 등을 점검한다.

<표 1-8> 인젝터 작동음 점검

항목	작동 여부	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
		판정	정비 및 조치할 사항
인젝터 작동음		양호	불량

(3) 자기 진단기를 이용한 인젝터 연료 분사 시간 데이터 점검

- (가) DLC 케이블을 자기 진단 커넥터에 연결한다(제조사별로 자기 진단 커넥터 위치는 차이가 있다).
- (나) 전원이 ON 상태에서 차량 통신을 선택한 후에 엔터키를 선택한다.
- (다) ‘제조 회사 선택 → 차종 선택 → 사양 선택 → 제어 장치 선택 → 센서 출력’을 선택한 후에 엔터키를 선택한다.

센서출력				센서출력			
✓ 연료분사시간-CYL1	4.1	mS	▲	✓ 연료분사시간-CYL1	4.1	mS	▲
✓ 연료분사시간-CYL2	4.1	mS		✓ 연료분사시간-CYL2	4.9	mS	
✓ 연료분사시간-CYL3	4.1	mS		✓ 연료분사시간-CYL3	4.9	mS	
✓ 연료분사시간-CYL4	4.1	mS		✓ 연료분사시간-CYL4	4.9	mS	
공연비보정상태	ON		-	배터리전압	13.3	V	
공연비순시보정-B1	100.61%			공기량센서(전압)	1.4	V	
공연비학습-공회전	-0.1 %			공기량센서	18.6	Kg/h	
공연비학습-중부하	101.6 %			냉각수온센서	93.8	°C	
고정	분할	전체	파형 기록 도움	고정	분할	전체	파형 기록 도움

[그림 1-26] 연료 분사 시간(정상 시 출력값 화면)

[그림 1-27] 연료 분사 시간(고장 시 출력값 화면)

<표 1-9> 인젝터 분사 시간 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
인젝터 분사 시간	1번		양호	불량
	2번		양호	불량
	3번		양호	불량
	4번		양호	불량

(4) 엔진 종합 진단기를 이용한 연료 계통 관련 센서 데이터 점검



[그림 1-28] 연료 계통 관련 데이터(MPI 엔진)

<표 1-10> 연료 계통 관련 데이터(MPI 엔진)

항목	측정값	규정(정비한계)값 (규정값이 있는 경우)	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
인젝터			양호	
분사량 (분사 시간)			불량	



[그림 1-29] 연료 계통 관련 데이터(GDI 엔진)

<표 1-11> 연료 계통 관련 데이터 점검(GDI 엔진)

항목	측정값 또는 ON/OFF 여부	규정(정비한계)값 (규정값이 있는 경우)	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
연료 펌프 릴레이			양호	
			불량	
연료 탱크 압력			양호	
			불량	
연료 분사 시간			양호	
			불량	
연료 탱크 압력 전압			양호	
			불량	
연료 레일 압력			양호	
			불량	
연료 레일 압력 전압			양호	
			불량	
연료 레일 압력 목표값			양호	
			불량	



[그림 1-30] 연료 계통 관련 데이터(디젤 엔진)

<표 1-12> 연료 계통 관련 데이터 점검(디젤 엔진)

항목	측정값 또는 ON/OFF 여부	규정(정비한계)값 (규정값이 있는 경우)	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
연료 온도 센서			양호	
			불량	
연료 레일 압력			양호	
			불량	
연료 레일 압력 목פות값			양호	
			불량	
인젝터 구동 전압			양호	
			불량	
연료 분사량			양호	
			불량	
연료 펌프 릴레이			양호	
			불량	
주 연료 분사 시간			양호	
			불량	



### ③ 가솔린 직접 분사 방식(GDI: gasoline direct injection) 점검

#### 1. 연료 펌프(Fuel Pump)

##### (1) 연료 압력 시험 점검

(가) 연료 라인의 잔류 압력을 제거한다.

(나) 연료 압력 게이지를 장착한다.

1) 저압 연료 공급 튜브를 고압 연료 펌프의 저압 연료 입구로부터 분리한다.

2) 연료 압력 측정용 특수 공구를 저압 연료 공급 튜브와 고압 연료 펌프의 저압 연료 입구 사이에 장착한다.



[그림 1-31] 연료압력 게이지

#### 수행 tip

- ‘활용 서식에 있는 보고서 양식을 참조’ 한다.
- “연료 라인 잔류 압력 제거” 절차 이후에도 일부 잔류 연료가 방출될 수 있으므로 연료 라인을 분리하기 전에 연결 부위를 헝겊 등으로 덮는다.

(다) 점화 스위치 ON 상태에서 연료 라인 및 특수 공구 연결부의 누유를 점검한다.

(라) 엔진을 구동시키고, 공회전 상태에서 연료 압력(규정값: 5.1 kgf/cm<sup>2</sup>)을 측정한다.

#### 수행 tip

- 제조사별 정비지침서 참고한다.



(마) 엔진을 정지시키고, 연료의 압력 변화를 점검한다.

#### 수행 tip

- 규정값 : 엔진 정지 후, 약 5분 동안 연료의 압력이 유지되어야 한다.

<표 1-13> 연료 압력 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
연료 압력			양호 불량	

(바) 점화 스위치를 OFF로 한다.

(사) 연료 라인의 잔류 압력을 제거한다.

<표 1-14> 연료 압력에 따른 고장 원인 및 부위

연료 압력	원인	고장 부위
너무 낮음	연료 필터 막힘	연료 필터
	연료 누유	연료 압력 레귤레이터
너무 높음	연료 압력 레귤레이터 밸브 고착	연료 압력 레귤레이터

## (2) 연료 압력 조절 밸브(Fuel Pressure Regulator Valve)

(가) 연료 압력 조절 밸브 저항 점검



[그림 1-32] 연료 압력 조절 밸브 저항

- 1) 점화 스위치를 OFF로 하고, 배터리 (-)케이블을 분리한다.
- 2) 연료 압력 조절 밸브 커넥터를 분리한다.
- 3) 연료 압력 조절 밸브 단자 1과 2 사이의 저항을 측정한다.
- 4) 제원을 참조하여 측정된 저항이 제원과 상이한지 확인한다.

#### 수행 tip

- ‘활용 서식에 있는 보고서 양식을 참조’ 한다.
- 연료 압력 조절 밸브 저항 규정값(아반떼 MD)은 0.5  $\Omega$ (20°C)이다.
- 제조사별 정비지침서를 참고한다.

<표 1-15> 연료 압력 조절 밸브 저항 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
연료 압력 조절 밸브 저항			양호 불량	

## 2. 인젝터(Injector)

### (1) 인젝터 저항 점검



[그림 1-33] 인젝터 저항

- (가) 점화 스위치를 OFF로 한다.
- (나) 인젝터 커넥터를 분리한다.
- (다) 인젝터 단자 1과 2 사이의 저항을 측정한다.
- (라) 인젝터 코일 저항 규정값(아반떼 MD)은  $1.5\Omega(20^{\circ}\text{C})$ 이다.
- (마) 제원을 참조하여 측정된 저항이 제원과 상이한지 확인한다.

#### 수행 tip

- 제조사별 정비지침서 참고한다.

<표 1-16> 인젝터 저항 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
인젝터 저항			양호	불량

#### ④ 디젤 연료장치 점검 및 조정

##### 1. 디젤 공전 속도 점검 및 조정

##### (1) 타이밍 라이트 배선 연결



[그림 1-34] 타이밍 라이트 화면



[그림 1-35] 타이밍 라이트 배선

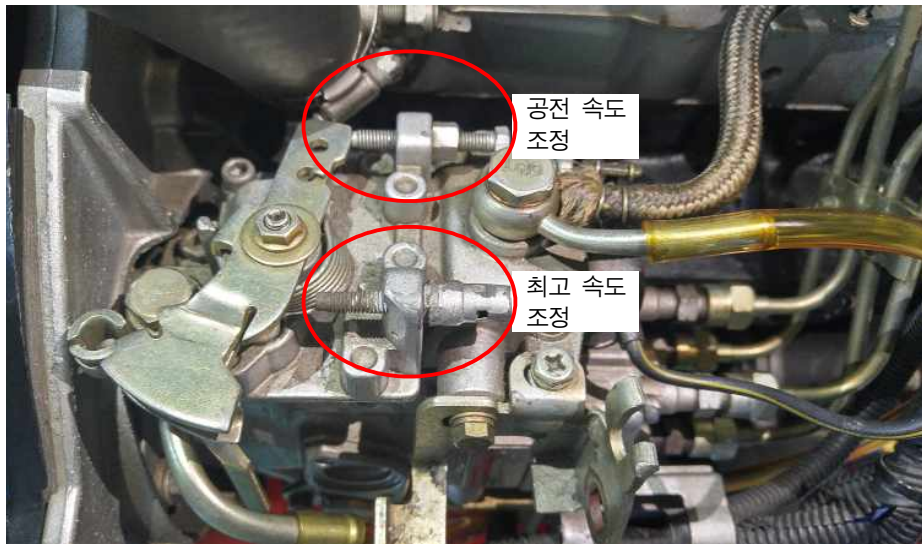
- (가) 타이밍 라이트의 전원 연결선을 적색 클립은 축전지 (+)터미널에 연결하고 흑색 클립은 축전지 (-)단자에 연결한다.
- (나) 전압 체크선(적색)을 축전지 (+)단자에 접속한다.
- (다) 피에조 센서를 1번 분사 파이프에 설치하고 RPM 케이블을 피에조 센서에 연결시킨다.
- (라) 접지선을 분사 파이프에 접지시킨다.

#### 수행 tip

- ‘활용 서식에 있는 보고서 양식을 참조’ 한다.
- 피에조 센서 연결 시 분사 노즐에 가깝게 직선 부위상에 움직이지 않게 장착한 다음 타이밍 라이트 피에조 센서 케이블을 스프링 부위에 끼워 넣고 접지선은 1번 분사 파이프에 접지시킨 다음 기관을 시동한다. 만약 피에조 센서를 느슨하게 장착하거나 접지가 불량하면 RPM과 진각도가 틀리게 측정된다.

#### (2) 공전 속도, 분사 시기 점검 및 조정

- (가) 엔진을 시동한다. 타이밍 라이트에 있는 RPM계를 보면서 규정된 RPM으로 차량이 공회전 상태가 되도록 한다. 규정 속도에서 벗어나면 공전 속도 조정 스크류로 조정한다.
  - 1) 공전 속도 조정 스크류를 조이면: 엔진 RPM(회전수) 상승
  - 2) 공전 속도 조정 스크류를 풀면: 엔진 RPM(회전수) 하강



[그림 1-36] 디젤 분사 펌프

- (나) 플래시 버튼을 눌러 시험 엔진의 TDC 마크에 불빛을 비추고 각도 증감 스위치를 좌·우로 눌러 타이밍 마크가 일치하도록 조정한다.
- (다) 타이밍 마크가 일치되면 플래시 메모리 버튼을 놓는다. 이때 진각도와 RPM이 10초 동안 메모리가 된다.
- (라) 액정에 표시되어 있는 진각도를 읽어 규정값과 틀리면 분사 점프 좌·우로 돌려서 분사 시기를 조정한다.

#### 수행 tip

- 제조사별 정비지침서 참고한다.

<표 1-17> 차종별 분사 시기 및 공전 속도

차종	분사 시기	공전 속도
그레이스	ADTC 4°	750 ± 50rpm
베스타	ADTC 2°	700~750rpm
프레지오	ADTC 7°	700~750rpm
스포티지	ADTC 4°	750~800rpm

<표 1-18> 분사 노즐 압력 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
분사 시기			양호	
			불량	
공전 속도			양호	
			불량	

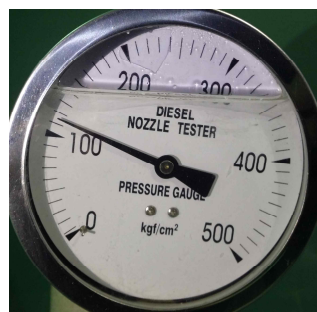
### (3) 분사 노즐의 분사 압력 점검

#### (가) 분사 개시 압력 측정

- 1) 분사 노즐 테스트에 분사 노즐을 설치한다.
- 2) 펌프 레버를 작동시키면서 공기 빼기 작업을 실시한다.
- 3) 펌프 레버를 사용하여, 분사 노즐까지 2~3회 레버 펌핑을 통해 압력을 채우고 (70% 이상), 순간 최대 펌핑으로 분사한다.
- 4) 압력계 지침이 천천히 상승하고 분사 중에는 지침이 흔들린다. 지침이 흔들리기 시작한 위치를 읽어 개시 압력이 규정값 범위에 있는지를 점검한다.



[그림 1-37] 분사 노즐 시험기



[그림 1-38] 분사 노즐 시험기 압력계

(나) 차종별 분사 개시 압력

<표 1-19> 차종별 분사 개시 압력 규정값

차종	규정값	차종	규정값
그레이스	120~135kgf/cm <sup>2</sup>	타이탄, 베스타	135kgf/cm <sup>2</sup>
포터	120~135kgf/cm <sup>2</sup>	봉고 프론티어	135kgf/cm <sup>2</sup>
마이티	220~230kgf/cm <sup>2</sup>	점보 타이탄	170~175kgf/cm <sup>2</sup>
코러스	220~230kgf/cm <sup>2</sup>	프레지오	135kgf/cm <sup>2</sup>

<표 1-20> 분사 노즐 압력 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
분사 노즐 압력			양호 불량	

(다) 분사 개시 압력의 조정

- 1) 분사 개시 압력을 측정하여 규정값 내에 있지 않으면 조정한다.
- 2) 플랜지식 분사 노즐(스크류 조정식)의 경우는 연료 분사 노즐 홀더 캡 너트를 탈거한다.
- 3) 압력 조정 스크류 로크 너트를 헐겁게 풀어 준다.
- 4) 노즐 테스터의 레버를 작동시키면서 조정 스크류를 조이거나 풀어 규정 압력으로 조정한다.
- 5) 압력 조정 스크류 로크 너트를 조인다.
- 6) 분사 노즐 홀더 캡 너트를 장착한다.
- 7) 압력 조정 스크류를 시계 방향으로 조이면 분사 압력이 높아지고, 압력 조정 스크류를 반시계 방향으로 풀면 분사 압력이 낮아진다.

(라) 후적 유무 점검

- 1) 분사 노즐 팁을 깨끗이 닦는다.
- 2) 노즐 테스터의 레버를 강하게 눌러 1회 분사시킨다.
- 3) 분사 노즐 팁에 연료 방울이 맺혀 있는지를 점검한다.





[그림 1-39] 분사 노즐(정상)



[그림 1-40] 분사 노즐(후적 발생)

<표 1-21> 분사 노즐 후적 점검

항목	후적 유무	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
		판정	정비 및 조치할 사항
분사 노즐		양호	
후적		불량	

#### (마) 무화 및 분사 상태 점검

- 1) 노즐 테스터에 분사 노즐 홀더를 장착시킨 후 공기 빼기 작업을 실시한다.
- 2) 노즐 테스터 레버를 작동시켜 연료가 분사될 때 무화 상태를 점검한다.
- 3) 연료는 균일하고 적당하게 무화되어야 한다.
- 4) 분사 각도와 방향이 정상이어야 한다.
- 5) 무화 상태가 불량하면 분사노즐을 분해, 세척한 후 재점검하거나 교환한다.

#### (바) 분사 노즐의 유밀 점검

- 1) 시험기로 노즐의 압력계 지시값을 100~110kgf/cm<sup>2</sup>으로 유지한다.
- 2) 일정 시간 유지하면서 노즐 보디에서 누출이 없는지 확인한다.



[그림 1-41] 유밀 시험

**교수 방법**

- 학습 인원을 2개조로 편성하여 실습, 견학을 교대로 진행할 수 있도록 편성한다.
- 연료 장치 진단·점검을 위해서 구조 및 장치를 파악하고 점검할 수 있도록 사전에 해당 부품을 준비하여 직접 보여 주면서 지도한다.
- 정비지침서에 기술되어 있는 방법에 따라 계측기 및 엔진 종합 진단기 사용법을 이해, 습득할 수 있도록 직접 시범을 보여 주면서 지도한다.
- 학습자로 하여금 연료 압력, 연료 펌프 소모 전류, 연료 압력 조절 밸브 저항, 인젝터 저항, 인젝터 회로, 디젤 공전 속도, 디젤 분사 시기, 디젤 분사 개시 압력 등을 점검한 후에 디젤 공전 속도, 디젤 분사 시기, 디젤 분사 개시 압력 등을 조정할 수 있도록 계측기를 이용하여 직접 점검 및 조정하는 방법을 보여 준다.

**학습 방법**

- 학습의 효과를 높이기 위하여 연료장치의 구조 기능에 대하여 사전 필요한 지식을 습득한다.
- 연료장치의 구조, 기능, 고장점검 및 진단에 대하여 집중적으로 숙련한다.
- 연료장치의 고장 원인을 점검, 진단하고 부품을 조정하는 절차에 대해 발표를 준비하고 토의한다.
- 정비지침서에 기술되어 있는 방법에 따라 엔진 종합 진단기를 이용하여 연료장치의 고장을 진단하고 순서에 의해 부품을 점검한다.
- 정비지침서에 기술되어 있는 방법에 따라 계측기 사용법을 이해하고 활용하여 숙련되도록 한다.
- 부품 및 단품의 이상 유무를 판단할 수 있도록 정비지침서에서 규정값과 측정값을 확인하고 점검하여 이상 유무를 판정할 수 있도록 실습기록지에 그 내용을 기록한다.

## 학습 1 평 가

### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야한다.

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
연료장치 점검·진단· 조정	- 연료장치의 점검 시 안전 작업 절차에 따라 수행할 수 있다.			
	- 정비지침서에 따라 연료장치의 세부 점검 목록을 확인하여 고장 원인을 파악할 수 있다.			
	- 정비지침서에 따라 고장 진단 장비를 사용하여 제어 장치의 고장 원인을 분석할 수 있다.			
	- 현상에 따라 연료장치를 진단하여 수리, 교환 여부를 결정할 수 있다.			
	- 정비지침서에 따라 차종별 연료장치를 파악하고 규정 값대로 조정할 수 있다.			
	- 진단 절차에 의거하여 규정값에 맞게 조정할 수 있다.			
	- 연료장치 부품의 조정을 위해 관련 장비를 선택하여 사용할 수 있다.			

### 평가 방법

- 평가자 질문

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
연료장치 점검·진단· 조정	- 연료장치 부품의 기초 원리			
	- 연료의 공급 순서			
	- MPI 엔진과 GDI 엔진의 장·단점			

• 평가자 체크리스트

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
연료장치 점검·진단· 조정	- 연료 압력 및 연료 펌프 소모 전류			
	- 연료 압력 조절 밸브 저항, 인젝터 저항, 인젝터 회로			
	- 디젤 공전 속도, 디젤 분사 시기, 디젤 분사 개시 압력			

## 피드백

### 1. 평가자 질문

- 연료장치의 기본적인 기초 이론을 필기시험을 통해 평가 결과를 토대로 수준별 학습이 되도록 지도하고 성적이 저조한 학습자는 보고서를 제출하게 한다.

### 2. 평가자 체크리스트

- 연료장치의 점검·조정 능력을 체크리스트를 활용하여 기록하게 하고, 틀린 사항에 대해서는 어느 부분이 잘못되었는지 별도로 지도하고 보고서를 제출하게 한다.

## 2-1. 연료장치 교환·수리·검사

### 학습 목표

- 정비지침서에 따라 연료장치의 구조를 파악하여 분해, 조립 순서에 맞게 관련 부품을 교환할 수 있다.
- 정비지침서에 따라 연료장치 관련 부품을 수리할 수 있다.
- 연료장치 회로도를 파악할 수 있다.
- 연료장치의 진단 분석 결과에 따라 연료장치를 수리할 수 있다.
- 정비지침서에 따라 진단 장비를 사용하여 연료장치를 검사할 수 있다.
- 연료장치의 정상 작동 여부를 판단할 수 있다.
- 연료장치의 누유 검사 절차를 수행할 수 있다.
- 작업 후 연료장치 성능을 검사할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① 연료장치의 구성

연료장치는 연소에 필요한 혼합 가스를 만들기 위한 기관의 주요 부속 장치로서, 기관의 출력이나 연소 효율, 유해 배기가스 생성 등 기관의 성능에 직접적으로 영향을 준다. 연료장치는 연료를 저장하는 탱크, 연료 속에 들어 있는 불순물을 제거하는 연료 여과기, 연료를 공급하는 연료 펌프, 연료의 압력을 일정하게 조절하는 연료 압력 조절기, 연료를 분사하는 인젝터, 연료장치를 연결하는 연료 파이프 등으로 구성되어 있다.

### 연료장치 검사 시 주의 사항

연료장치는 엔진에 직접적으로 영향을 미치는 부분으로 해당 부품의 교환, 수리, 검사의 작업을 실시할 때는 해당 차량의 정비지침서에 따라 교환, 수리, 검사 절차를 준수하면서 규정 부품과 규정 토크를 이용하여 작업을 한다. 검사를 실시할 때는 법적인 규제에는 저촉 사항이 없는지 확인한다. 연료장치의 구성품 중에는 정기적으로 교환을 요하는 부품들도 있다. 따라서 연료장치의 교환, 수리 시 규정과 절차에 맞추어 정비를 실시한다.

## ② 연료장치 교환 및 검사 항목

검사하기는 연료장치의 정상적인 작동 유무를 확인하여 자동차의 안전성 확보와 자동차 출력과 유해 배출가스의 문제점을 미리 차단하여 차량의 안전한 운행을 확보하는 중요한 절차이다. 여기서는 연료 펌프, 연료 여과기, 연료 압력 조절기, 인젝터, GDI 고압 연료 펌프, GDI 딜리버리 파이프, 고압 계통의 공기 빼기 작업, 레일 압력 센서, GDI 인젝터, 디젤 분사 파이프, 디젤 분사 노즐, 디젤 분사 펌프 등의 교환 작업과 연료장치 누유, 연료 펌프 릴레이, 인젝터 파형 등의 검사, GDI 인젝터 수리 방법을 이해, 습득할 수 있도록 지도한다.

## 수행 내용 / 연료장치 교환·수리·검사하기

### 재료·자료

- 고객동의서, 작업공정도, 점검정비내역서, 견적서, 차종별 정비지침서

### 기기(장비·공구)

- 에어공구·수공구, 측정공구, 진단 장비, 분해/조립을 위한 토크렌치 등 특수 공구, 안전 보호 장비, 작업대, 세척 장비

### 안전·유의 사항

- 실습 시작 전 안전 교육을 실시하고 소화기를 비치하여 화재 사고에 대비함은 물론 화재 위험 방지를 위하여 유류 등의 인화성 물질은 별도의 안전한 곳에 보관한다.
- 실습을 하는 동안은 공구나 기타 물품을 던지지 않도록 한다.
- 중량물을 들어 올릴 때에는 허리 대신 무릎을 굽혀 물건을 몸에 가까이 하고 중심을 낮게 한다.
- 볼트와 너트를 체결하는 경우에는 무리한 힘을 가하지 말고 규정된 토크로 조여 고정한다.
- 먼지나 미세 물질의 비산으로 인해 이물질이 눈을 상하게 할 수 있는 작업은 반드시 보안경을 착용하고 수행한다.
- 작업장 내에서는 안전화를 필수로 착용하도록 하며, 분진이 발생할 수 있는 작업은 반드시 방진마스크를 착용한다.
- 차량용 리프트 상승, 하강 시 차량 주위에 사람이거나 장애물이 있는지 확인한 후에 안전하게 작동한다.

- 장비의 이상 발생 시 즉시 사용을 중지한다.
- 모든 부품은 분해, 조립 순서에 준하여 작업을 실시하고 분해된 부품은 순서에 따라 작업대에 정리정돈을 한다.

## 수행 순서

### ① 연료 펌프(Fuel Pump) 교환(연료 필터 및 연료 압력 레귤레이터 포함)

정비지침서를 참조하여 연료장치 관련 부품을 분해 및 조립하고, 그 과정을 보고서에 기록한다.

1. 뒷좌석 시트 쿠션을 탈거한다.
2. 서비스 커버를 탈거한다.
3. 연료 펌프 커넥터를 분리한다.
4. 차량을 시동 걸어 공회전시킨다.
5. 연료 라인 내의 연료가 모두 소진되어 엔진이 멈추면 점화 스위치를 OFF로 한다.



[그림 2-1] 연료 공급 펌프

6. 연료 펌프 커넥터(A)를 분리하고, 연료 공급 튜브 퀵-커넥터(B)와 연료 리턴 튜브 퀵-커넥터(C)를 분리한다.
7. 특수 공구를 이용하여, 연료 펌프 플레이트 커버를 탈거한 후, 연료 펌프를 연료 탱크로부터 탈거한다.
8. 조립은 탈거의 역순으로 진행하면서 연료 펌프를 장착한다.

### 수행 tip

- 연료 펌프 플레이트 커버 장착 토크: 13.7~41.4 kgf·m
- 정비지침서를 참조하여 연료장치 관련 부품을 규정 토크로 체결하고, 그 과정을 보고서에 기록한다.



## ② 연료 압력 조절기(Fuel Pressure Regulator) 교환

### 1. 준비 작업

- (1) 연료 펌프 하니스 커넥터를 탈거한다.
- (2) 엔진 시동을 걸고 스스로 시동이 정지할 때까지 기다렸다가 점화 스위치를 OFF로 한다.
- (3) 배터리 (-)단자를 분리한다.
- (4) 연료 펌프 하니스 커넥터를 연결한다.

#### 수행 tip

- 연료 파이프 내에 남아 있는 연료가 소진될 때까지 시동을 걸어둔다. 소진되면 엔진 시동이 꺼진다.

### 2. 연료 압력 조절기(Fuel Pressure Regulator) 교환



[그림 2-2] 연료 압력 조절기 고정 볼트 탈거



[그림 2-3] 연료 압력 조절기 탈거

- (1) 연료 압력 조절기와 연결된 연결 리턴 호스와 진공 호스를 탈거한다.
- (2) 연료 압력 조절기 고정 볼트 또는 로크 너트를 푼 다음 압력 조절기를 탈거한다.
- (3) 연료 압력 조절기 딜리버리 파이프(연료 분배 파이프)에 장착할 때 신품 O-링에 경유를 도포한 후 O-링이 손상되지 않도록 주의하면서 집어넣는다.
- (4) 고정 볼트 또는 로크 너트를 규정 토크에 맞게 조인다.
- (5) 연료 압력 조절기를 교환한 후 시동을 걸어 연료 누출 여부를 점검한다.

## ③ 인젝터(Injector) 교환

### 1. 인젝터(Injector) 탈거

- (1) 연료 파이프 라인 내의 잔류 압력을 제거한다.
- (2) 점화 스위치를 OFF로 하고 연료 탱크 측 연료 펌프 커넥터를 탈거 또는 연료 펌프 릴레이를 탈거하고 엔진 시동을 걸어 저질로 정지할 때까지 구동한다.

- (3) 점화 스위치를 OFF로 한다.
- (4) 딜리버리 파이프와 연결된 연료 라인을 분리한다. 이때 연료 라인의 호스 연결부를 형  
    겉으로 덮어 잔류 연료가 흘러내리지 않도록 한다.
- (5) 인젝터 커넥터의 고정 핀을 분리한 후 커넥터를 탈거한다.
- (6) 딜리버리 파이프 고정 볼트를 푼다.



[그림 2-4] 딜리버리 파이프 탈거

- (7) 인젝터와 연료 압력 조절기가 장착된 채로 딜리버리 파이프를 탈거한다.
- (8) 인젝터 O-링이 손상되지 않도록 탈거한다.



[그림 2-5] 리테이닝 클립 탈거 후 인젝터 탈거

#### 수행 tip

- 딜리버리 파이프 탈거 시 인젝터를 떨어뜨리지 않도록 주의한다.
- 탈거 시 인젝터 고정 리테이닝 클립이 있을 경우에는 리테이닝 클립을 탈거한 후 인젝터를 탈거한다.

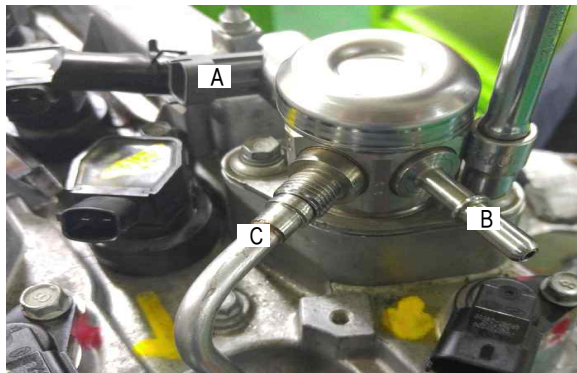
## 2. 인젝터(Injector) 장착

- (1) 신품 인슐레이터를 흡기 매니폴드(인젝터 설치 구멍)에 장착한다.
- (2) 그로메트와 O-링을 인젝터에 끼운 후 O-링에 드라이솔벤트 또는 휘발유를 바른다.
- (3) 인젝터를 좌·우로 조금씩 돌려가면서 딜리버리 파이프와 연결된 연료 공급 파이프에 끼운다.
- (4) 인슐레이터가 딜리버리 파이프의 구멍에 정확히 들어가도록 조정하며, 딜리버리 파이프를 흡기 매니폴드에 장착한다.

## ④ GDI 고압 연료 펌프(High Pressure Fuel Pump) 교환

### 1. 고압 연료 펌프(High Pressure Fuel Pump) 탈거

- (1) 점화 스위치를 OFF로 하고, 배터리 (-)케이블을 분리한다.
- (2) 에어 클리너와 흡기 호스를 탈거한다.
- (3) 연료 압력 조절 밸브 커넥터(A)를 분리한다.



[그림 2-6] 고압 연료 펌프 고정 볼트 탈거

- (4) 연료 공급 튜브 퀵-커넥터(B)를 분리한다.
- (5) 고압 연료 파이프(C)를 탈거한다.



[그림 2-7] 고압 연료 펌프 탈거

- (6) 장착 볼트를 탈거하고, 고압 연료 펌프를 실린더 헤드 어셈블리로부터 탈거한다.
- (7) 조립은 탈거의 역순으로 진행하면서 고압 연료 펌프를 장착한다.

#### 수행 tip

- 장착 볼트를 번갈아가며 0.5회전씩 조인다. 2개의 볼트 중 1개의 볼트만 완전히 체결한 경우, 실린더 헤드의 하우징 표면이 고압 연료 펌프 스프링 장력으로 인하여 파손될 수 있다.
- 고압 연료 펌프를 장착하기 전, 고압 연료 펌프의 원활한 장착과 장착 볼트 파손을 방지하기 위하여 크랭크 샤프트를 회전시켜 롤러 태핏을 최하단에 위치시킨다.
- 고압 연료 펌프의 O-링, 롤러 태핏, 돌기부 및 장착 홈에 엔진 오일을 도포한다.
- 고압 연료 펌프 장착 볼트 토크: 1.3~1.5kgf.m
- 고압 연료 파이프 장착 너트 토크: 2.7~3.3kgf.m
- 고압 연료 파이프 펄스 블록 장착 볼트 토크: 1.0~1.2kgf.m

## 2. 고압 연료 펌프(High Pressure Fuel Pump) 장착

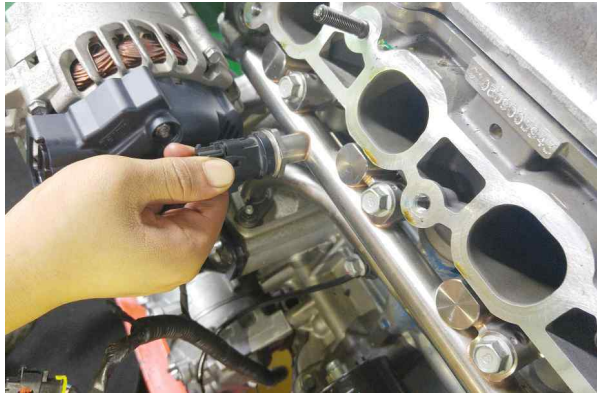
- (1) 탈거 절차의 역순으로 고압 연료 펌프를 장착한다.

### ⑤ GDI 딜리버리 파이프(Delivery Pipe) 교환



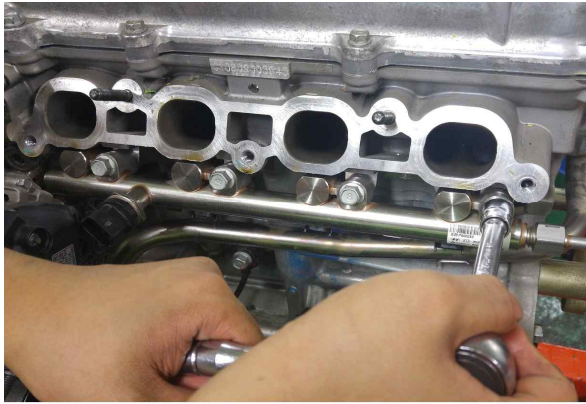
[그림 2-8] 인젝터 커넥터 탈거

1. 점화 스위치를 OFF로 하고, 배터리 (-) 케이블을 분리한다.
2. 연료 라인의 잔류 압력을 제거한다.
3. 흡기 매니폴더를 탈거한다.
4. 인젝터 커넥터와 레일 압력 센서 커넥터를 분리한다.



[그림 2-9] 레일 압력 센서 커넥터 탈거

5. 고압 연료 파이프 고정 볼트를 탈거한다.



[그림 2-10] 고압 연료 파이프 탈거

6. 장착 볼트를 탈거하고, 딜리버리 파이프 & 인젝터 어셈블리를 엔진으로부터 탈거한다.

#### 수행 tip

- 인젝터 장착 시 인젝터 O-링에 엔진 오일을 도포한다.
- 인젝터 O-링은 재사용하지 않는다.
- 인젝터 삽입 시 인젝터 끝단부가 손상되지 않도록 주의한다.
- 딜리버리 파이프 장착 볼트 토크: 1.9~2.4kgf.m
- 고압 연료 파이프 장착 너트 토크: 2.7~3.3kgf.m

7. 탈거 절차의 역순으로 딜리버리 파이프를 장착한다.

#### ⑥ 레일 압력 센서(Rail Pressure Sensor) 교환

1. 레일 압력 센서(Rail Pressure Sensor) 탈거

(1) 점화 스위치를 OFF로 하고, 배터리 (-)케이블을 분리한다.



- (2) 연료 라인의 잔류 압력을 제거한다.
- (3) 흡기 매니폴더를 탈거한다.
- (4) 레일 압력 센서 커넥터를 분리한다.



[그림 2-11] 레일 압력 센서 탈거

- (5) 오픈엔드렌치를 이용하여 딜리버리 파이프로부터 레일 압력 센서를 탈거한다.



[그림 2-12] 레일 압력 센서

## 2. 인젝터 장착

- (1) 탈거 절차의 역순으로 레일 압력 센서를 딜리버리 파이프에 장착한다.

### 수행 tip

- 단품을 떨어뜨렸을 경우, 보이지 않은 손상이 유발될 수 있으므로 성능 확인 후 사용한다.
- 레일 압력 센서 장착 규정 토크 3.0~3.5kgf·m

## ⑦ GDI 인젝터 교환

1. 점화 스위치를 OFF로 하고, 배터리 (-)케이블을 분리한다.
2. 연료 라인의 잔류 압력을 제거한다.

### 수행 tip

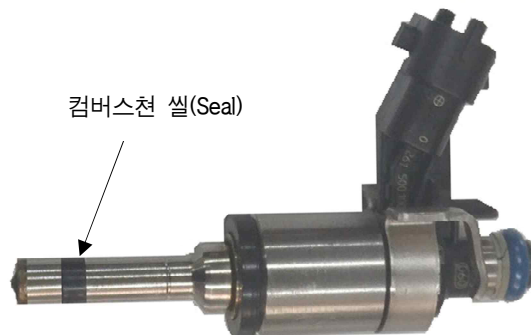
- 연료 펌프 릴레이 탈거 시, 고장 코드(DTC)가 발생되므로 “연료 라인 잔류 압력 제거” 작업 이후에는 GDS를 이용하여 고장 코드를 반드시 소거한다.

3. 딜리버리 파이프 & 인젝터 어셈블리를 탈거한다.
4. 인젝터 커넥터와 고정 클립을 탈거한다.



[그림 2-13] 인젝터 커넥터 탈거

5. 인젝터를 딜리버리 파이프로부터 분리한다.



[그림 2-14] 인젝터

#### 수행 tip

- 인젝터 삽입 시, 인젝터 끝단부가 손상되지 않도록 주의한다.
- 인젝터 러버 와서는 재사용하지 않는다.
- 러버 와셔 교체 시 스틸 플레이트 면이 실린더 장착부를 향하고, 고무 플레이트 면이 인젝터 바디부를 향하도록 장착한다.
- 컴버스천 씬(Seal)은 재사용을 금지하며, 반드시 교환 절차에 따라 교체한다.

6. 탈거 절차의 역순으로 인젝터가 조립된 딜리버리 파이프를 장착한다.

### ⑧ 디젤 연료장치 교환

#### 1. 분사 파이프 교환



## (1) 분사 파이프 탈거

- (가) 인젝션 파이프 양단의 너트를 풀 때는 반대 측(펌프 측은 딜리버리 홀더, 노즐 측은 노즐 홀더)을 오픈엔드렌치로 고정시킨 상태에서 툰다.



[그림 2-15] 노즐 홀더 분사 파이프 탈거



[그림 2-16] 딜리버리 홀더 분사 파이프 탈거

## (2) 분사 파이프 장착

- (가) 탈거 절차의 역순으로 분사 파이프를 장착한다.

### 수행 tip

- 분사 파이프는 분사 펌프의 출구와 연결하는 고압 파이프이며, 분사 파이프의 길이는 연료 분사 지연을 줄이기 위하여 가능한 한 짧아야 한다. 분사 파이프의 재질은 강철이며, 유니언 피팅을 확실히 결합하여 고압의 연료가 누출되지 않도록 해야 한다.

## 2. 분사 노즐 교환

- (1) 분사 노즐 홀더로부터 분사 파이프를 탈거한다.



[그림 2-17] 연료 리턴 파이프 고정 너트 탈거

- (2) 분사 노즐 홀더로부터 리턴 파이프를 탈거한다.  
(3) 오픈엔드렌치를 이용하여 노즐 홀더 너트부에서 분사 노즐 홀더를 탈거한다.



[그림 2-18] 분사 노즐 탈거

### 수행 tip

- 연료 리턴 파이프를 고정하지 않고 너트를 풀면 파이프가 손상될 수 있으므로 반드시 파이프를 고정하고 푼다.

- (4) 탈거한 분사 노즐 홀더에 실린더 번호를 기입한 꼬리표를 달아 어느 실린더의 노즐인가를 구별할 수 있도록 한다.  
(5) 탈거한 분사 노즐 홀더를 깨끗한 세척유를 이용하여 세척한다.  
(6) 탈거 절차의 역순으로 분사 노즐을 장착한다.

### 3. 분사 펌프 교환

#### (1) 분사 펌프 탈거(기어식)

- (가) 배터리 (-)단자를 탈거한 후 운전석 시트를 탈거한다.
- (나) PVC 호스 및 흡기 다기관 어셈블리와 노즐 커버를 탈거한다.
- (다) 연료 차단 밸브 픽업 코일 및 스로틀 포지션 센서 커넥터(A/T차량)를 거한다.
- (라) 가속 케이블 및 스로틀 케이블을 탈거한다.
- (마) 연료 분사 파이프를 탈거한다.
- (바) 진공 호스와 연료 호스를 탈거한다.
- (사) 오일 필터 어셈블리와 냉각팬 워터 펌프를 탈거한다.
- (아) 크랭크축 폴리와 오일팬을 탈거한다.
- (자) 연료 분사 펌프 커버와 실 플레이트를 탈거한다.
- (차) 타이밍 기어 커버를 탈거한다.
- (카) 캠축 타이밍 기어의 회전을 방지하기 위해 홀더 커플링 플랜지를 캠축에 장착한다.
- (타) 분사 펌프 고정 너트를 연결대를 이용하여 푼다.
- (파) 기어 플러를 이용하여 분사 펌프를 탈거한다(연료 분사 펌프 플랜지와 브라켓에 장착 마크를 표시하고 탈거한다.).

#### (2) 타이밍 기어의 정렬

- (가) 크랭크축을 회전시켜 플라이 휠 또는 크랭크축 폴리에 각인되어 있는 타이밍 마크를 BTDC 30° 에 인디케이터 핀과 일치되도록 한다(포터).
- (나) 크랭크축 기어의 “.” 마크와 캠축 구동용 아이들 기어의 “..” 마크를 일치시킨 후 스러스트 플레이트를 스핀들에 고정시킨다.
- (다) 캠축 구동용 아이들 기어의 “.” 마크와 캠축 기어의 “..” 마크를 일치시키고 프릭션 기어를 고정시킨다.



[그림 2-19] 타이밍 마크와 인디케이터 핀 정렬



[그림 2-20] 타이밍 마크 및 타이밍 기어 정렬

- (라) 캠축용 아이들 기어의 “ . ” 마크와 연료 분사 펌프용 아이들 기어의 “ .. ” 마크를 일치시키고 스러스트 플레이트를 스핀들에 고정시킨다.
- (마) 분사 펌프용 아이들 기어의 “ . ” 마크와 분사 펌프 구동 기어의 “ .. ” 마크를 일치시키고 프리션 기어를 고정시킨다.

### (3) 분사 펌프의 장착

- (가) 크랭크축을 회전시켜 플라이 휠 또는 크랭크 축 폴리에 각인되어 있는 타이밍 마크를 BTDC 30° 에 인디케이터 핀과 일치되도록 한다.
- (나) 연료 분사 펌프 분해 시 표시한 결합 마크를 일치시켜 분사 펌프를 장착한다.
- (다) 부품의 조립은 탈거 순서의 역순으로 장착한다.

## ⑨ 연료장치 육안 점검

### 1. 연료 누유 점검

시동 전 엔진의 보닛(후드)을 열고 육안으로 엔진 룸을 중심으로 점검하여 보고서를 작성한다.



[그림 2-21] 엔진 룸 육안 점검(연료 누유)

- (1) 연료 라인과 연결부에 손상이나 새는 곳이 있는지를 점검한다.
- (2) 연료 호스 표면에 열에 의한 손상이나 외부 손상이 있는지 점검한다.

### 수행 tip

- 연료 시스템 내 고무호스의 섬유질 피복이 갈라지거나 닳아서 노출되어 있으면 반드시 교환하여야 한다.
- ‘활용 서식에 있는 보고서 양식을 참조’ 한다.
- 고무가 딱딱하여 부서지기 쉽거나, 금, 갈라짐, 찢어짐, 마모 및 과도한 부풀어 오름 등이 있으면 고무가 열화가 된 상태임을 의미한다.

<표 2-1> 연료 누유 점검

항목	점검 항목	점검 상태	정비 및 조치 사항
		점검 방법	
육안 점검	연료 라인	누유 상태	양호 불량
	연료 라인	체결 여부	양호 불량
	연료 호스	경화, 갈라짐	양호 불량

## 10 연료 펌프 릴레이 검사

### 1. 검사 조건 및 방법

- (1) 스캔툴을 자기 진단 점검 단자에 연결한다.
- (2) 점화 스위치를 'ON' 으로 한다.
- (3) 액추에이터 검사에서 연료 펌프 릴레이 강제 구동을 실시한다.
- (4) 릴레이 작동 유무 및 연료 펌프 작동 유무를 점검한다.



[그림 2-22] 연료 펌프 릴레이 강제 구동 검사

액추에이터		1/8
연료 펌프 릴레이		
작동 시간	(정지) 선택시 정지	
상태 구분	강제 구동	
작동 조건	시동키 ON 엔진 정지	
정지하려면 (정지) 버튼을 누르시오		
시작	정지	

[그림 2-23] 연료 펌프 릴레이 강제 구동 시 화면



(나) 연료 펌프 릴레이 강제 구동 검사

<표 2-2> 연료 펌프 릴레이 강제 구동 점검

항목	작동 여부	판정
연료 펌프 릴레이 강제 구동		

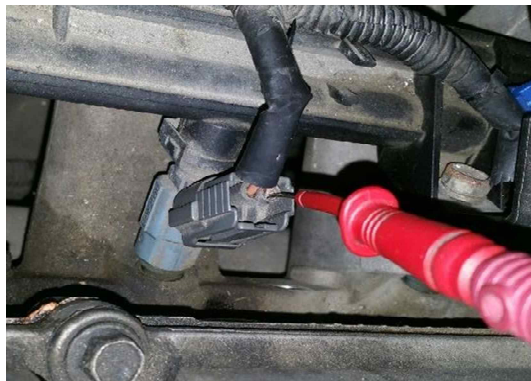
11 인젝터 파형 검사

1. 진단기를 이용한 인젝터 파형 검사

- (1) 엔진을 시동하고 오실로스코프의 프로브를 인젝터 신호 단자에 연결한다.
- (2) 일반적으로 인젝터의 신호는 (-)단자에서 측정하며, 측정 단자의 위치에 따라 파형이 달라진다.
- (3) 인젝터의 전원 공급 단자인 오실로스코프 파형과 분사 신호 단자인 오실로스코프 파형을 측정하여 분석한다.

수행 tip

- 해당 차량의 정비지침서를 이용하여 규정값을 확인하고 판정하여 이상이 있으면 정비한다(제조사별 정비지침서 참고).

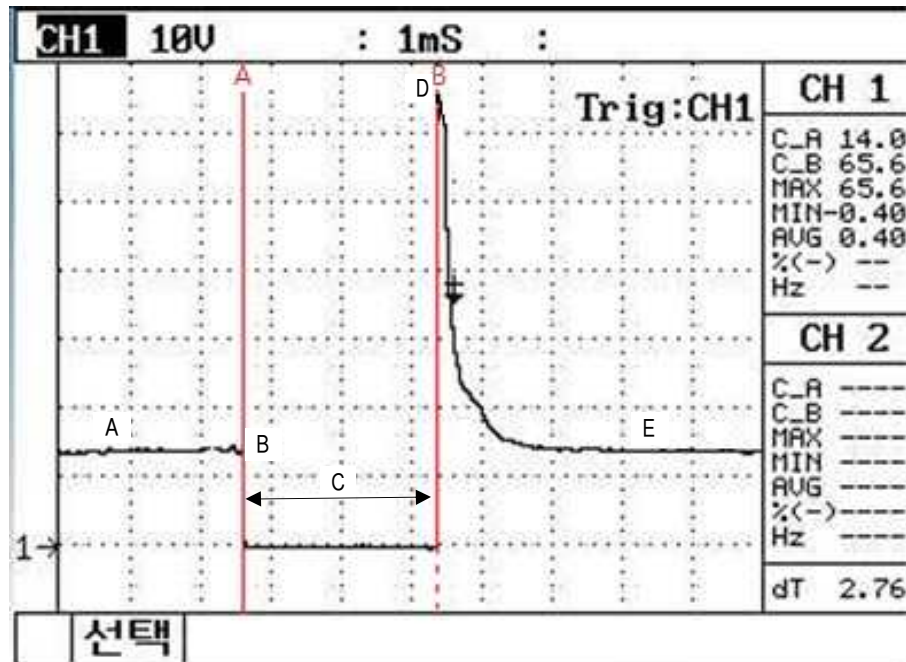


[그림 2-24] 인젝터에 프로브 설치(자기 진단기)



[그림 2-25] 인젝터 파형 검사

#### (4) 인젝터의 파형 분석



[그림 2-26] 인젝터 파형 화면(자기 진단기)

- (가) A는 인젝터에 공급되는 전원 전압을 나타낸 것이다.
- (나) B는 인젝터 구동 파워 트랜지스터가 ON 상태로 변하는 것으로, 인젝터의 플런저가 니들 밸브를 열어 연료 분사가 시작되는 것을 나타낸다.
- (다) C 부분은 인젝터의 연료 분사 시간을 나타낸 것이다.
- (라) D는 인젝터에 공급되는 전류가 차단되어 역기전력이 발생하는 것이다.
- (마) E 부분은 인젝터 구동 파워 트랜지스터가 OFF 상태로 되면서 연료의 분사가 중지되는 것을 나타내며, 이때의 전압은 배터리 전압이다.

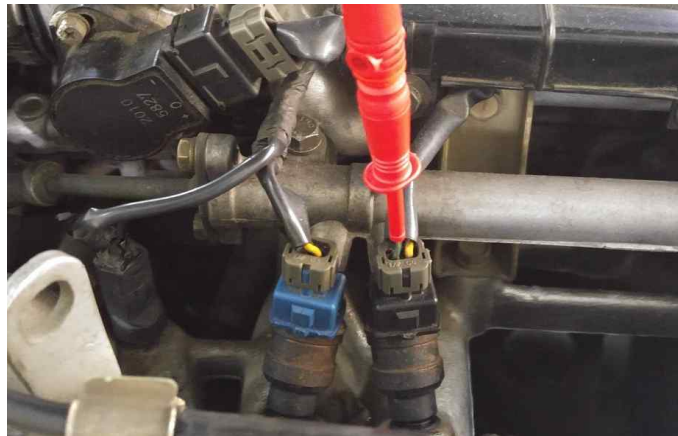
#### 2. 엔진 종합 진단기를 이용한 인젝터 파형 검사

- (1) 배터리 입력 케이블을 배터리 (+), (-) 단자에 연결한다.
- (2) 트리거 픽업을 1번 고압 케이블에 연결한다.
- (3) 오실로스코프 프로브(1-6번 채널 중 1개 채널 선택): 흑색 프로브를 배터리 (-) 단자에 연결하고, 칼라 프로브는 인젝터 신호 단자에 연결한다.

#### 수행 tip

- ECU로 들어가는 인젝터 배선(입력선)은 서로 다른 색깔이다.





[그림 2-27] 인젝터에 프로브 설치

(4) 엔진 종합 진단기를 사용하여 측정하는 방법은 다음과 같다.

(가) 오실로스코프 항목을 선택한다.

(나) 환경 설정 버튼을 눌러서 측정 제원을 설정한다(UNI, 100V, DC, 시간축: 1.5~3.0ms). 모니터 하단의 채널 선택을 인젝터 신호 단자에 연결한 채널선과 동일한 채널로 선택한다.

(다) 화면 상단에 있는 정지(화면에는 정지 화면이므로 시작으로 나옴) 버튼을 누른다.



[그림 2-28] 인젝터 파형 화면(엔진 종합 진단기)

(5) 출력된 파형 분석은 다음과 같다.

(가) 전원 전압: 발전기에 발생하는 전압(13.5V~14.6V 정도)이다.

(나) 인젝터 분사 시간: 공회전 시 약 2.5~6.0ms 사이가 정상이다.



[그림 2-29] 인젝터 파형 분석

(다) 서지 전압: 보통 65~85V 사이가 정상이다.

#### 수행 tip

- 역기전력에 의한 피크 전압값이 모든 인젝터에 걸쳐 동일해야 한다.
- 만일 5V 이상 차이가 나면 인젝터의 사양과 인젝터 신호 회로를 점검한다.
- 인젝터 구동 시간이 공회전과 2,000rpm에서 일정한 지 확인한다.
- 제조 회사에 따라 차이가 있다.

(라) 인젝터 구동 파워 트랜지스터가 OFF 상태로 되면서 연료의 분사가 중지되며, 이때의 전압은 배터리 전압이다.

(마) 해당 차량의 정비지침서를 이용하여 규정값을 확인하고 판정하여 이상이 있으면 정비한다.

(바) 만일 기ئل기가 크거나 계단 형식이라면 인젝터 접지(earth) 회로를 점검한다.

## 12 레일 압력 센서 점검



[그림 2-30] 센서 데이터를 이용하여 레일압력 및 전압 점검(공회전 상태)

1. 자동차를 시동하여 워밍업을 한다.
2. 엔진 종합 진단기에 있는 자기 진단 커넥터(DLC)에 연결한다.
3. 공회전, 1,500rpm, 6,300rpm에서의 레일 압력 센서 출력 전압을 측정한다.

<표 2-3> 엔진 회전수에 따른 출력 전압 점검

엔진 조건	출력 전압(V)
공회전	약 1.2
1,500rpm	2.0~2.2
6,300rpm	약 2.8

4. 센서 데이터를 이용하여 연료 레일 압력과 연료 레일 압력 전압을 점검한다.

<표 2-4> 연료 레일 압력 점검

항목	측정값	규정(정비한계)값 (규정값이 있는 경우)	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항
연료 레일 압력			양호 불량	
연료 레일 압력 전압			양호 불량	

### 13 GDI 인젝터 수리

1. 탈거한 인젝터의 컴버스천 씰(Seal)을 아래와 같이 니퍼로 잘라내어 탈거한다.



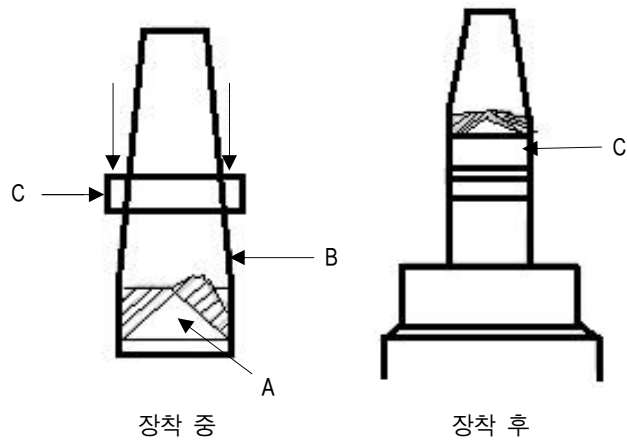
[그림 2-31] GDI 인젝터 컴버스천 씰(Seal) 탈거

2. 장착되었던 표면을 부드러운 천을 이용하여 닦아 낸다.
3. 고착된 오염 물질은 필요 시 구리로 된 브러쉬를 사용하여 조심스럽게 털어 내고, 장착 부의 어떠한 오염(오일, 그리스 등) 및 손상도 허용되지 않도록 한다.



[그림 2-32] GDI 인젝터 수리

4. 인젝터 분사 홈(A)에 손상이 가지 않도록 씰링 장착 가이드(B)를 아래와 같이 장착한다. 씰(Seal) 사이즈가 늘어나지 않도록 주의하여 2~3초 내에 씰링(C)을 인젝터 방향으로 밀어 넣어 장착한다.



[그림 2-33] GDI 씰링 장착

5. 인젝터에 밀착되는 씰 사이즈를 맞추기 위해 사이징 룰(A)에 인젝터를 삽입한다. 삽입 후 씰링 부위를 1회 압축하고, 180도 회전하여 재압축한다.

#### 수행 tip

- 씰(Seal) 탈거 시 인젝터에 손상이 가지 않도록 주의하며, 컴버스천 씰은 재사용하지 않는다.
- 컴버스천 씰에는 오일 및 윤활제를 도포하지 않는다.

## 학습 2 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 학습 인원을 2개조로 편성하여 실습, 견학을 교대로 진행할 수 있도록 편성한다.
- 연료장치 진단·점검을 위해서 구조 및 장치를 파악하고 점검할 수 있도록 사전에 해당 부품을 준비하여 직접 보여 주면서 지도한다.
- 정비지침서에 기술되어 있는 방법에 따라 계측기 및 엔진 종합 진단기 사용법을 이해, 습득할 수 있도록 지도한다.
- 학습자로 하여금 연료장치 등을 교환한 후에 검사하여 수리할 수 있도록 계측기를 이용하여 직접 교환, 검사, 수리하는 방법을 보여 준다.

### 학습 방법

- 학습의 효과를 높이기 위하여 연료장치의 구조, 기능에 대하여 사전 필요한 지식을 습득한다.
- 연료장치의 구조, 기능, 고장 점검 및 진단에 대하여 집중적으로 숙련한다.
- 연료장치의 고장 원인을 점검, 진단하고 부품을 조정하는 절차에 대해 발표를 준비하고 토의한다.
- 정비지침서에 기술되어 있는 방법에 따라 엔진 종합 진단기를 이용하여 연료장치의 고장을 진단하고, 정해진 순서에 따라 부품을 점검한다.
- 정비지침서에 기술되어 있는 방법에 따라 계측기 사용법을 이해하고 활용하여 숙련되도록 한다.
- 부품 및 단품의 이상 유무를 판단할 수 있도록 정비지침서에서 규정값과 측정값을 확인하고 점검하여 이상 유무를 판정할 수 있도록 그 내용을 실습기록지에 기록한다.

## 학습 2 평 가

### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야한다.

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
연료장치 교환·수리· 검사	- 정비지침서에 따라 연료장치의 구조를 파악하여 분해, 조립 순서에 맞게 관련 부품을 교환할 수 있다.			
	- 정비지침서에 따라 연료장치 관련 부품을 수리할 수 있다.			
	- 연료장치 회로도를 파악할 수 있다.			
	- 연료장치의 진단 분석 결과에 따라 연료장치를 수리할 수 있다.			
	- 정비지침서에 따라 진단 장비를 사용하여 연료장치를 검사할 수 있다.			
	- 연료장치의 정상 작동 여부를 판단할 수 있다.			
	- 연료장치의 누유 검사 절차를 수행할 수 있다.			
	- 작업 후 연료장치의 성능을 검사할 수 있다.			



## 평가 방법

### • 평가자 질문

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
연료장치 교환·수리· 검사	- 연료 펌프의 작동 원리			
	- GDI 고압 연료 펌프 교환 방법			
	- GDI 인젝터 교환 방법			
	- 연료 펌프 릴레이 검사 방법			
	- GDI 인젝터 수리 방법			
	- 분사 펌프 교환 교환 방법			

### • 평가자 체크리스트

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
연료장치 교환·수리· 검사	- 연료 펌프 교환			
	- 연료 압력 조절기 교환			
	- 인젝터 교환			
	- 인젝터 파형 검사			

## 피드백

### 1. 평가자 질문

- 연료장치의 기본적인 기초 이론을 필기시험을 통한 평가 결과를 토대로 수준별 학습이 되도록 지도하고, 성적이 저조한 학습자는 보고서를 제출하게 한다.

### 2. 평가자 체크리스트

- 연료장치의 연료 장치 교환, 수리, 검사 능력을 체크리스트를 활용하여 기록하게 하고, 틀린 사항에 대해서는 어느 부분이 잘못되었는지 별도로 지도하면서 관련 내용에 대한 보고서를 제출하게 한다.

## 참고자료



- 교육과학기술부(2011), 『자동차 기관』.두산동아(주).
- 기아자동차(2013). 「정비지침서 K3」.GSW.
- 기아자동차(2013). 「정비지침서 K5」.GSW.
- 서울특별시교육청(2013). 『친환경 자동차』. 골든벨출판사.
- 여종수·고훈국·봉필준·이기준(2015). 「자동차 정비기능사 실기정복」. 동진출판사.
- 한국산업인력공단(2013). 「자동차 기관(13-101-286)」.
- 현대자동차(2003). 「정비지침서 뉴EF 쏘나타」. GSW.
- 현대자동차(2011). 「정비지침서 아반떼 MD」. GSW.
- 현대자동차(2004). 「정비지침서 포터2」. GSW.



## 자동차 정비·점검 내역서

☐ 신뢰 ☐ 신속 ☐ 정확 ☐ 친절

(일반·보험) 자동차 정비·점검내역서 (영수증겸용)										No. _____													
차량 소유자	등록번호			차종(차명)			주행거리	km	보	자	차												
	소유자 (사업자번호)			주 소					험	접수NO													
	등록년월일			차대번호			전화번호		회	대 물													
정비 사업자	사업자등록번호			정비등록번호			업태	서비스	담	당	자												
	업체명(대표자)			주 소					가	부담금													
점검·정비의뢰일자			출고일			작업착수시간			종료시간														
점검·정비내역																							
정비내용						금액		차량외관확인															
								<p>특이사항:</p>															
												합						계 :					
<p>1. 정비업자가 점검·정비의 필요으로 다음 구분에 따른 기간을 발생하는 고장중에 대하여는 무상점검·정비를 합니다. (자동차관리법 시행규칙 제 134조 제1항 제2호)</p> <p>가. 차령 1년 미만 또는 주행거리 2만킬로미터 이내의 자동차 : 점검·정비일로부터 90일 이내</p> <p>나. 차령 3년 미만 또는 주행거리 8만킬로미터 이내의 자동차 : 점검·정비일로부터 80일 이내</p> <p>다. 차령 5년 미만 또는 주행거리 10만킬로미터 이내의 자동차 : 점검·정비일로부터 30일 이내</p> <p>라. 중고, 재생품 부품 사용시 : 점검·정비일로부터 30일 이내</p> <p>2. 본 내역서는 2부를 작성, 정비의뢰자에게 1부를 교부하고, 정비사업자는 1부를 1년간보관하여야 합니다.</p> <p>3. "부품의 구분"란에는 다음에 따라 기재하여야 합니다.</p> <p>가. 제작지가 공급하는 신부품 : A</p> <p>나. 기타 신부품 : B</p> <p>다. 중고 재생품 : C</p>																							
<p>① 용인은 귀사가 수리할 필요로 하는 제자재를 사용하여서 작업하는 것을 허용함.</p> <p>② 상기 차량의 정교, 시험, 이동등의 조치를 행함을 승인함.</p> <p>③ 수리대금을 보증하기 위한 상기 차량의 유보권을 승인함.</p> <p>④ 화재, 도난 그외의 일을 수 있는 원인에 의하여 만약의 경우 발생하는 내용물의 손해에 관하여는 그 책임을 묻지 않음.</p>																							
고객서명 :										(인)													

## 체크리스트 보고서 양식

항목	점검 항목	점검 상태		정비 및 조치 사항
		점검 방법	판정	

항목	측정값	규정(정비한계)값	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항

항목	측정(또는 점검)		판정 및 정비(또는 조치) 사항	
	이상 유무	내용 및 상태	판정	정비 및 조치 사항

항목	측정값 또는 ON/OFF 여부	규정(정비한계)값 (규정값이 있는 경우)	판정 및 정비(또는 조치) 사항	
			판정	정비 및 조치할 사항



## 폐기물 관리법 시행 규칙(폐기물 보관)

[별표 5] 폐기물의 처리에 관한 구체적인 기준 및 방법

- (1) 지정 폐기물은 지정 폐기물 외의 폐기물과 구분하여 보관하여야 한다.
- (2) 지정 폐기물은 지정 폐기물에 의하여 부식되거나 파손되지 아니하는 재질로 된 보관 시설 또는 보관 용기를 사용하여 보관하여야 한다.
- (3) 자체 무게 및 보관하려는 폐기물의 최대량 보관 시의 적재 무게에 견딜 수 있고 물이 스며들지 아니하도록 시멘트·아스팔트 등의 재료로 바닥을 포장하고 지붕과 벽면을 갖춘 보관 창고에 보관하여야 한다. 다만, 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
  - (가) 침출수가 발생하지 아니한다고 관할 시·도지사나 지방 환경 관서의 장이 인정하는 경우
  - (나) 침출수의 발생으로 주변 환경오염의 우려가 없다고 관할 시·도지사나 지방 환경 관서의 장이 인정하는 경우
  - (다) 드럼 등 보관 용기에 보관하는 경우로서 내용물이 흘러나올 우려가 없고 용기 외부에 지정 폐기물이 묻어 있지 아니한 경우(이 경우에는 폐기물의 최대량 보관 시의 적재 무게에 견딜 수 있고 보관 용기 취급 과정에서 내용물이 외부에 흘러나오지 아니하도록 시멘트·아스팔트 등으로 바닥을 포장하고 방류턱을 갖춘 시설에 보관하여야 한다)
  - (라) 다만 방류턱의 경우 부피를 보통 탱크 용량의 110% 정도로 제작한다.

---

## NCS 학습모듈 개발진

---

### (대표집필자)

문학훈(오산대학교)

### (집필진)

고훈국(서울자동차고등학교)\*

박정원(현대자동차)

양원용(21세기자동차공업사)

전정규(현대자동차)

### (검토진)

김태수(창원문성대학교)

오영동(기아자동차)\*

이영호(오산대학교)\*

장병중(성수공업고등학교)

최완묵(여주대학교)\*

### (개발기관)

남경근(한국자동차기술인협회)

### (연구기관)

옥준필(한국직업능력개발원)

김상진(한국직업능력개발원)

김성남(한국직업능력개발원)

김지영(한국직업능력개발원)

문한나(한국직업능력개발원)

방미현(한국직업능력개발원)

\*표시는 NCS 개발진임

※ 본 학습모듈은 자격기본법 시행령 제8조 국가직무능력표준의 활용에 의거하여 개발하였으며  
저작권법 25조에 따라 관리됩니다.

※ 본 학습모듈은 <http://www.ncs.go.kr>에서 확인 및 다운로드할 수 있습니다.



[www.ncs.go.kr](http://www.ncs.go.kr)