

자동차용 LPG용기 설계

Optimus Prime

2004007520 민병웅
2004007757 이호택

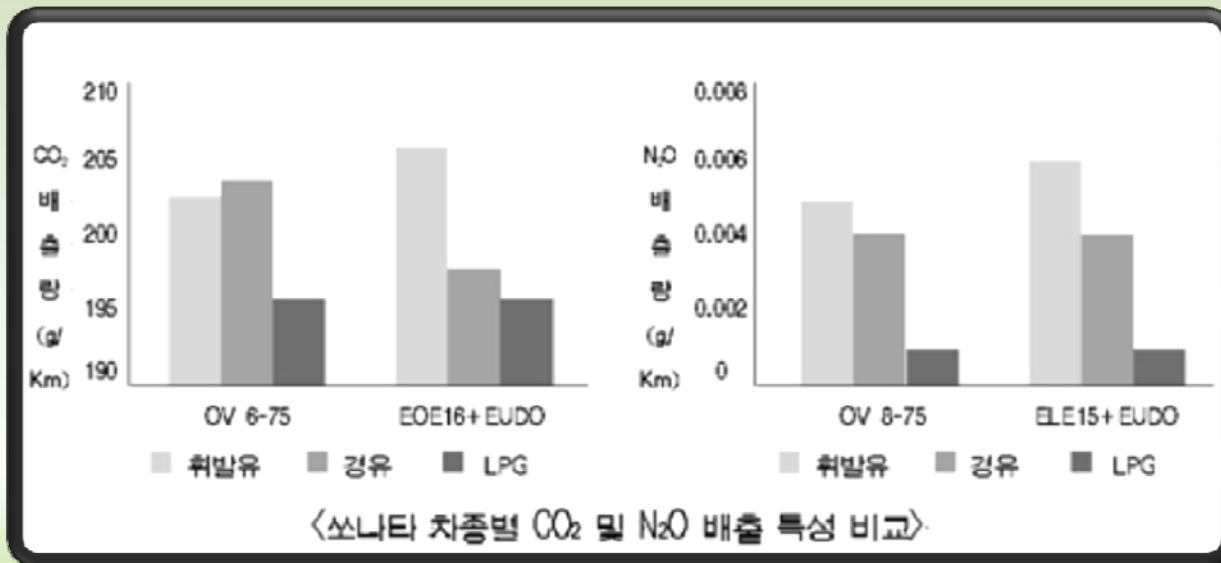
Contents

- Introduction
- Problem Formulation Process
 - step 1. Project/Problem Statement
 - step 2. Data and Information Collection
 - step 3. Design Variables
 - step 4. Objective Function
 - step 5. Constraints
- Solution
 - Solver, Graphical method (Excel)
- Conclusion & Comment

Introduction

2009년 9월 UN 기후변화 정상회의,
정부가 제안한 글로벌 이슈,

“저탄소 녹색성장”



한국 환경정책
평가연구원,
“휘발유, 경유, LPG 중
LPG의 온실가스
배출이 가장 낮다!”

Introduction

*문제점 : 무거운 LPG 용기



차 종 : DAMAS(다마스)
총용량 : 48ℓ
업체명 : GM대우자동차

차 종 : LABO
제품 SIZE : 3.2t×ø345×602
총용량 : 49ℓ
업체명 : GM대우자동차



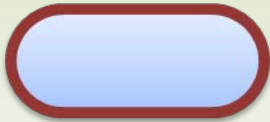
Problem Formulation Process

• *Step1 : Problem/Project Statement*

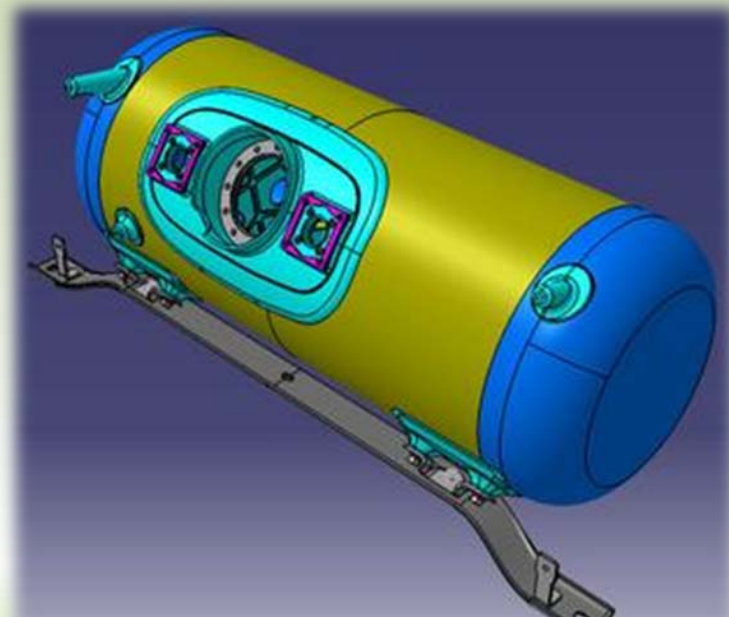
- 차량에 들어가는 LPG용기를 설계 함에 있어 KS 규격 (<http://www.standard.go.kr> KS B ISO 20826, KS D 3533) 을 만족하면서 용기의 경량화를 추구한다.
- 비용을 최소화 하는 반지름과 두께의 값을 구한다.

※Assume

*용기의 모양



*반지름 $R \gg$ 두께 t



Closed-end, thin walled cylindrical pressure vessel

Problem Formulation Process

Step2 : Data and Information Collection

용기의 내압 : $P_{\text{int}} = 3\text{MPa}$ ※ $S.F = 2$

길이 : $l = 0.8\text{m}$

$$\sigma_c = \frac{PR}{t} \quad (\text{Circumferential stress})$$

$$\varepsilon_c = \frac{PR(2-\nu)}{2Et} \quad (\text{Circumferential strain})$$

$$\frac{My}{I} = \frac{F_{\text{max}} l}{2\pi R^2 t} \leq \sigma \quad \left(F_{\text{max}} = \frac{mv}{\Delta t} \right) \quad (\text{충격에 의한 굽힘 응력})$$

※충격 테스트 조건 : 10t / 150(m/s) / 0.02(sec)

Problem Formulation Process

(Step2 : Data and Information Collection)

- 용기의 재료는 **탄소강판** / 물성치

$$\rho = 7850 \text{ kg} / \text{m}^3 (\text{mass density})$$

$$E = 210 \text{ GPa} (\text{Young's modulus})$$

$$\nu = 0.3 (\text{Poisson's ratio})$$

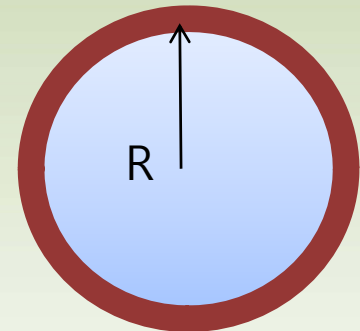
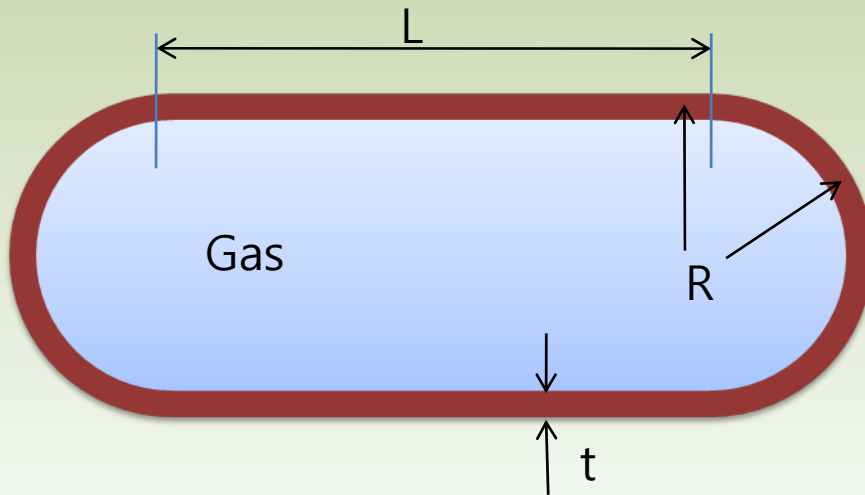
<출처> <http://www.matweb.com>

Carbon steel

Problem Formulation Process

- *Step3 : Design variables*

- R : the mean radius
- t : wall thickness



Problem Formulation Process

Step4 : Objective function

$$mass, m = \rho t(2\pi RL + 4\pi R^2) \quad (R \gg t)$$

무게 경량화!

- *Step5 : Constraints*

$$\sigma_c = \frac{PR}{t} \leq 210 \text{ GPa}$$

탄소강판의 허용 응력

$$\varepsilon_c = \frac{PR(2-\nu)}{2Et} \leq 10^{-3}$$

변형률 조건

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 + \pi R^2 l \geq 49\ell$$

용기의 체적

$$\frac{F_{\max} l}{2\pi R^2 t} \leq 210 \text{ GPa}$$

충격력에 의한 허용 응력

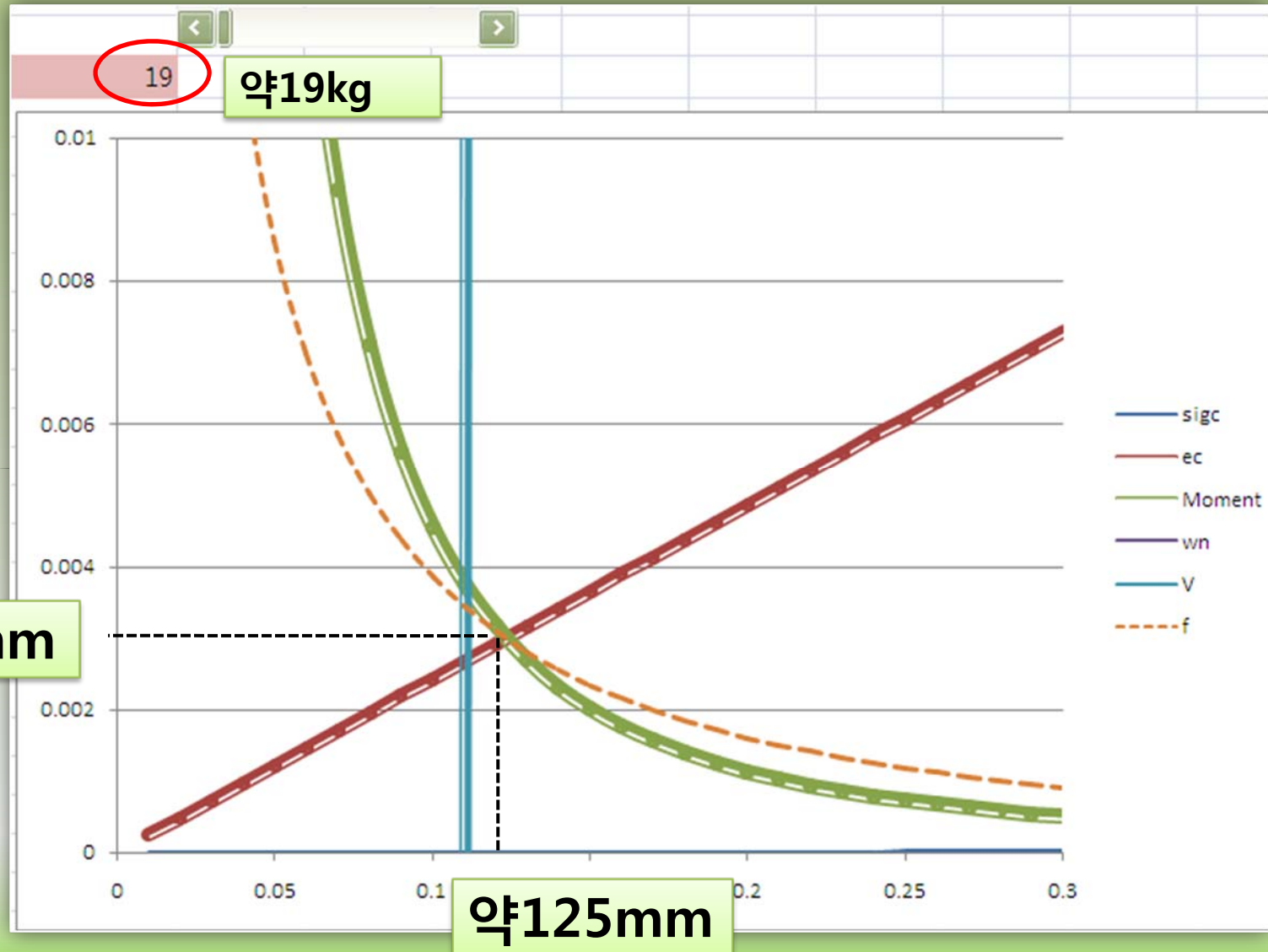
Excel, Graphical method (1/2)

Solution

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Excel Graphical Method						
6							
7							
8	<i>den (kg/m³)</i>	7,850					
9	<i>E (Pa)</i>	210,000,000,000					
10	<i>ν</i>	0.30					
11			S.F	Pa			
12	<i>P (pa)</i>	6,000,000	2	3000000			
13	<i>l (m)</i>	0.800000					
14	<i>e (m)</i>	0.0010	m(kg)	v(m/s)	t(sec)		
15	<i>Fshock</i>	75000000	10000	150	0.02		
16	R	sigc	ec	Moment	w_n	V	t
17	0.01	2.85714E-07	0.000242857	0.454728409	5845392.29	-0	0.04
18	0.02	5.71429E-07	0.000485714	0.113682102	2853108.142	-0	0.02
19	0.03	8.57143E-07	0.000728571	0.050525379	1857837.86	-0	0.01
20	0.04	1.14286E-06	0.000971429	0.028420526	1361710.704	-0	

Excel, Graphical method (2/2)

Solution



Excel, Solver

	초기값	해찾기
F	49.323	20.31313002
t	0.01	0.003080891
R	0.1	0.126860235
sigc	-2.1E+09	-646226038
ec	-3180000	0
Mm	-7.2E+07	-5422416.51
V	-0.01968	-6.2456E-07
t	0.009	0.002080891

1차 조사 결과

Mass = 20.31kg
(t=3mm, R=127mm)

기존 차량의 LPG용기
23~27 kg

Conclusion & Comment

의의

*기존 설계 대비 경량화

한계점

*용기 자체만의 무게를 고려
부속품(벨브, 계기 등)의 무게 포함 안됨