

## **Vehicle Drive System Design & Development Expert**

# **C-Stone Technologies** 회사 소개서

---

### **As an Engineering Service Provider,**

*from concept development to drawings,  
from prototypes to serial production,  
We serve you to develop your **FUTURE PRODUCTS.***

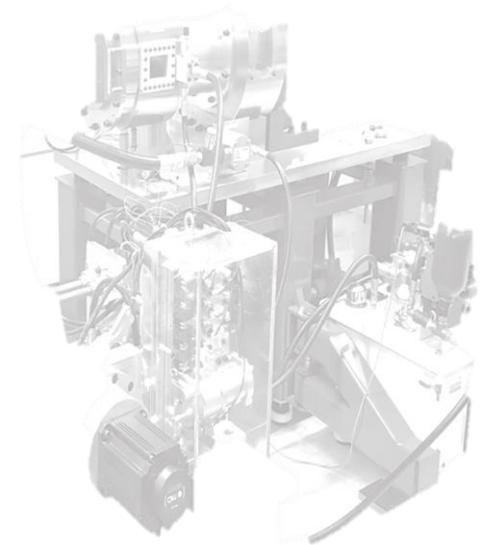


## ❖ 회사 개요

## 회사 소개

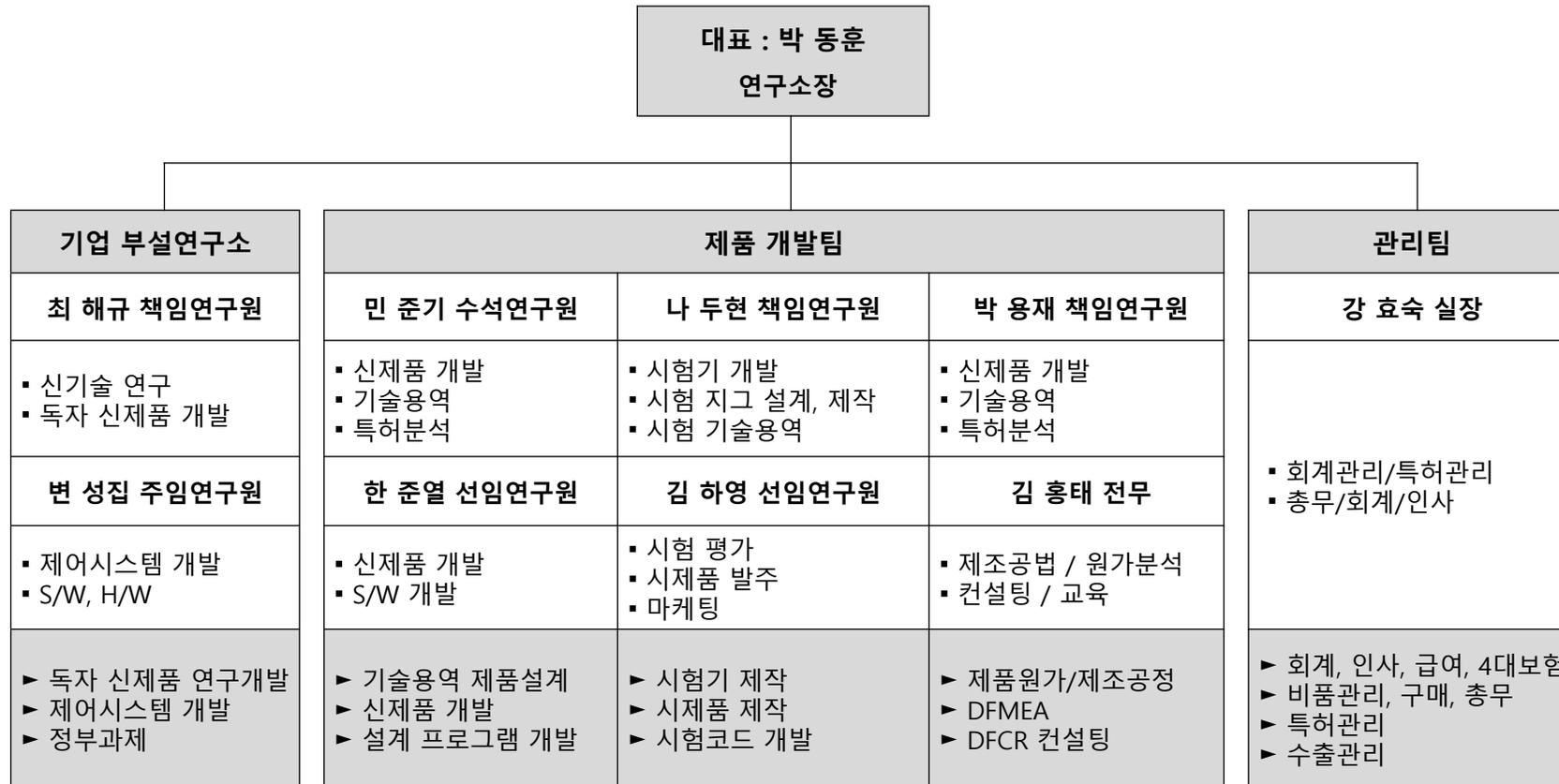
- 소재지 : 경기도 수원시 영통구 이의동, 에이스 광고타워 II - 805, 806, 1004호
- 설립일 : 2008. 12.
- 대표 : 박동훈
- 전문분야 : 차량 구동계 신제품 개발, 기술 용역, 시험기 제작 등
- 임직원수 : 10 명
- 홈페이지 : [www.c-stonetech.com](http://www.c-stonetech.com)

- 인증 : ▪ 기업부설 연구소 ▪ 벤처기업 ▪ 이노비즈기업 ▪ ISO 9001, 14001  
▪ 연구개발서비스업
- 보유 S/W : ▪ AutoCAD ▪ Pro-E ▪ Ansys ▪ KISSsoft ▪ Maxwell
- 보유장비 : ▪ EVT dyno. ▪ Clutch dyno. ▪ Actuator & Motor Tester  
▪ e-Parking Tester ▪ Servo Press 및 Rig Tester 등



## 씨스톤 테크놀로지스 조직도

2022.01.01





## ❖ 수행 프로젝트 (1)

### 2022

2022.03 ~ 2023.02 e-Actuator 적용 2단 e-Axle 개발 - ERA

#### 국책과제

2022.04 ~ 2023.03 전기차용 신개념 60kW급 인휠 구동 시스템 개발 - 씨스톤 테크놀로지스, 국민대학교, 중소벤처기업부

### 2021

2021.10 ~ 2022.02 동축형 e-Axle 설계 - ERA

2021.09 ~ 2022.04 SBW 액츄에이터 기어 개발 - SJ

2021.05 ~ 2022.02 상용전기차 감속기 개발 - SHM

2021.04 ~ 2022.02 동축형 2단 e-Axle 개발 - ERA

2020.10 ~ 2021.02 e-LSD 개발 - WSA

#### 국책과제

2021.05 ~ 2021.11 전기자동차 e-Actuator용 전원 시스템 개발 - 씨스톤 테크놀로지스, GBSA

2021.05 ~ 2023.04 전기자동차 구동계용 액츄에이터 ECU 개발 - 씨스톤 테크놀로지스, TIPA

2020.07 ~ 2022.06 Torque Vectoring 기능을 포함한 전기자동차용 e-Axle ECU 개발 - 씨스톤 테크놀로지스, 대구광역시

### 2020

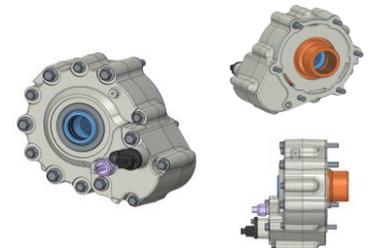
2020.06 ~ 2021.04 4WD EV 구동모듈 및 제어기 개발 - WSA Auto.

2020.06 ~ 2021.06 e-Axle 구동유닛 개발 - E. Tech Association

2019.12 ~ 2020.10 신 CVVT 시스템 개발 - 델파이 파워트레인

2019.08 ~ 2025.08 5G 스마트팩토리 메이커스 부품 조립 로봇 개발 및 운영 - KT

2019.05 ~ 2020.09 신개념 클러치 성능시험 - 현대자동차(주)



## ❖ 수행 프로젝트 (2)

## 회사 소개

### 2019

2019.06 ~ 2019.09	전기차 변속장치 드래그 시험 - 현대자동차(주)
2019.03 ~ 2019.11	가변 임펠러 블레이드 개발 - 펌프케어, 한국수자원공사
2018.12 ~ 2020.12	변속기 설계, 개발 자문 - MUBEA Germany
2018.12 ~ 2019.11	전기차 변속장치 시험 - 현대자동차(주)
2018.12 ~ 2019.05	상용차용 습식 듀얼 클러치 성능 및 드래그 시험 - 서진오토모티브(주)
2018.12 ~ 2019.04	상용차용 습식 DCT 밸브바디 설계(3) - 영신정공
2018.10 ~ 2019.01	브레이크 레이아웃 설계 - MUBEA Japan, SUBARU

### 2018

2018.08 ~ 2019.02	DCT 윤활유량 측정시험 - 현대자동차(주)
2018.04 ~ 2018.10	클러치 내구시험기 제작 - 서진 오토모티브(주)
2018.04 ~ 2018.09	굴삭기 MCV 개발 - SF Hyworld
2018.02 ~ 2018.07	DCT 밸브바디 개발 - 영신정공, 현대 다이모스
2018.01 ~ 2018.05	DCT 변속 응답성 시험 - MUBEA Germany
2017.12 ~ 2018.04	CVT 클러치 드래그 시험 - MUBEA Japan, SUBARU
2017.12 ~ 2018.04	상용차용 습식 듀얼 클러치 개발(2) - 서진 오토모티브(주)
2017.11 ~ 2018.07	트랙터 변속기 설계 - LS 엠트론(주)
2017.10 ~ 2018.12	DCT 밸브바디 성능시험기 제작 - 영신정공

### 2017

2017.06 ~ 2017.12	상용차용 습식 듀얼 클러치 성능시험 - 서진 오토모티브(주)
2016.12 ~ 2017.04	DCT 기어 액추에이터 하우징 개발 - 콘티넨탈 코리아
2016.10 ~ 2017.12	철굴삭기용 파워피스톤 모듈 개발 - DIC
2016.07 ~ 2017.12	상용차용 DCT 밸브바디 개발 - 영신정공
2016.07 ~ 2017.06	DCT 유압제어 시스템 개발 - 영신정공
2016.06 ~ 2017.12	상용차용 습식 듀얼 클러치 개발 - 서진 오토모티브(주)
2016.06 ~ 2017.12	승용차용 습식 듀얼 클러치 개발 - 서진 오토모티브(주)

### 2016

2016.05 ~ 2016.12	트랙터용 파워피스톤 모듈 개발 - 동양물산
2016.04 ~ 2016.12	지게차용 파워피스톤 모듈 개발 - DIC
2016.03 ~ 2016.05	AT 엔지니어링 교육 - 콘티넨탈 코리아
2016.01 ~ 2016.10	8AT 하이브리드 P2 모듈 개발 - 현대자동차(주)
2015.10 ~ 2016.01	CVT 용 클러치 드래그 시험 - MUBEA Japan, JATCO
2015.09 ~ 2016.05	트랙터 HST 변속기 설계 - LS 엠트론(주)
2014.12 ~ 2016.12	자동변속기 설계자문 - MUBEA Germany

### 2015

2015.07 ~ 2015.12	CPAS 개발 - 현대자동차(주)
2015.05 ~ 2015.08	WRD 설계 - 한국파워트레인(주)
2015.05 ~ 2015.11	AT 클러치 설계 교육 - 서진오토모티브(주)
2015.04 ~ 2015.10	수동변속기 가변 디텐트 구조개발 - 현대자동차(주)
2014.11 ~ 2015.03	8속 AT 클러치 드래그 시험 - MUBEA Germany, 현대파워텍(주)
2014.07 ~ 2015.03	클러치팩 시험기 제작 - LS 엠트론(주)

### 2014

2014.10 ~ 2014.12	10속 AT 클러치 드래그 시험 - MUBEA USA, Ford USA
2014.09 ~ 2014.11	하이브리드 변속기 클러치 드래그 시험 - MUBEA Germany, 현대자동차(주)
2014.01 ~ 2014.11	클러치 드래그 시험기 개발 - MUBEA Germany
2014.05 ~ 2014.10	트랙터용 셔틀/변속 클러치 개선 - LS 엠트론(주)
2014.05 ~ 2014.07	변속기 사업 자문 - 화신정공(주)
2013.04 ~ 2014.12	가변관성 ISD 개발 - 현대자동차(주)
2013.01 ~ 2014.12	자동변속기 설계 자문 - MUBEA Germany

## ❖ 수행 프로젝트 (3)

## 회사 소개

### 2013

- 2013.03 ~ 2013.06 하이브리드 7 DCT 시험지그 설계 및 제작 - 현대자동차㈜, 평화발레오㈜
- 2013.02 ~ 2013.06 6F24 Gen.II 자동변속기 파워피스톤 설계 - 현대파워텍㈜
- 2012.12 ~ 2013.07 전륜 고단 자동변속기 클러치/브레이크 레이아웃 개발 - 현대파워텍㈜
- 2012.06 ~ 2013.02 DCT Shift Mechanism 설계 - 솔텍㈜

### 2012

- 2012.06 ~ 2012.08 하이브리드 DCT 시험지그 설계 및 제작 - 현대자동차㈜, 평화발레오㈜
- 2012.04 ~ 2012.12 하이브리드 변속기 엔진 클러치 설계개선 - 현대자동차㈜
- 2011.06 ~ 2012.02 Input Shaft Damper 시제품 개발 - 현대자동차㈜
- 2011.06 ~ 2012.04 DCT Shift Mechanism 패키징 설계 - 솔텍㈜

### 2011

- 2010.12 ~ 2012.12 자동변속기 설계 자문 - MUBEA Germany
- 2011.05 ~ 2011.11 6속 자동변속기 경쟁력 강화 설계 - 현대파워텍㈜
- 2009.07 ~ 2012.07 가변모드 워터펌프 개발 - 테너지㈜, 현대자동차㈜

### 2010

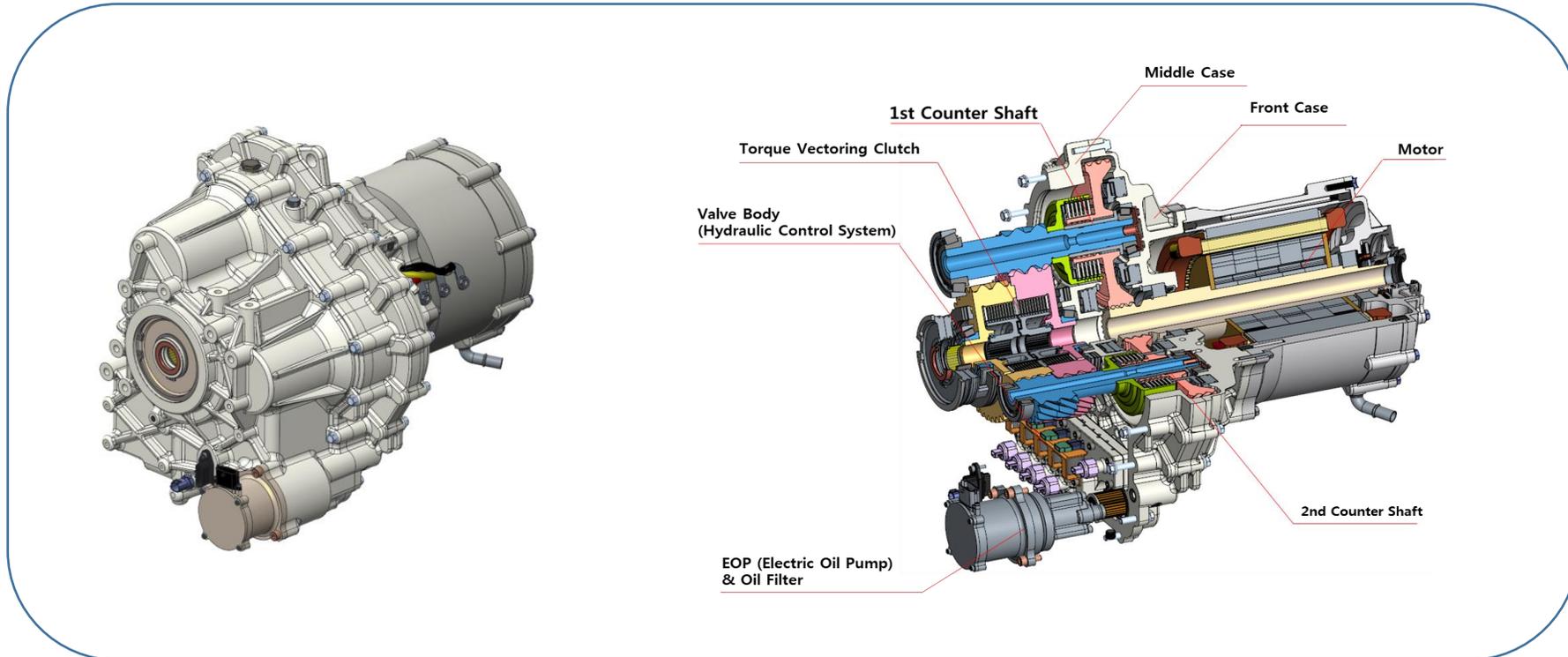
- 2010.02 ~ 2010.05 Aisin-AW 6단 자동변속기 클러치 설계개선 - MUBEA Germany
- 2009.12 ~ 2010.01 자동차 Co-Gen System 동력전달장치 설계 - 테너지㈜, 현대자동차㈜

### 2009

- 2009.06 ~ 2009.11 Disc Spring with Weight 개발 - MUBEA Germany
- 2008.12 ~ 2009.03 하이브리드 변속기 설계 자문 - 현대자동차㈜

## 기술용역 사례 (1) - ERA

### ❖ EV용 2단 변속기 개발



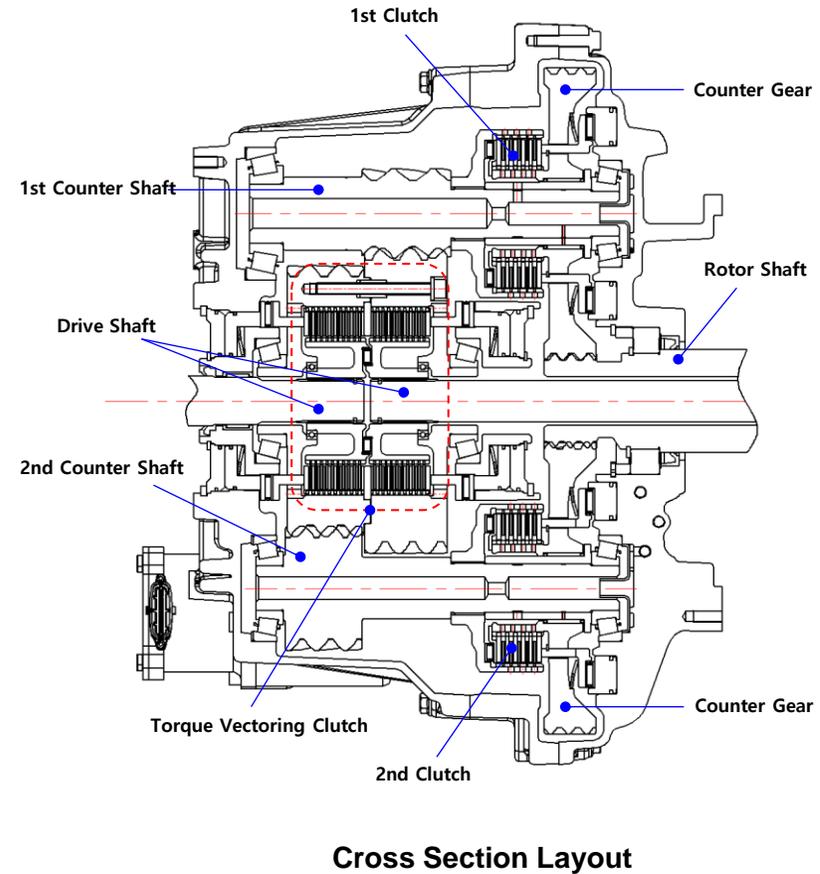
### 2 Speed EV Transmission with Torque Vectoring

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

- 변속기 개념 도출
- 레이아웃 설계

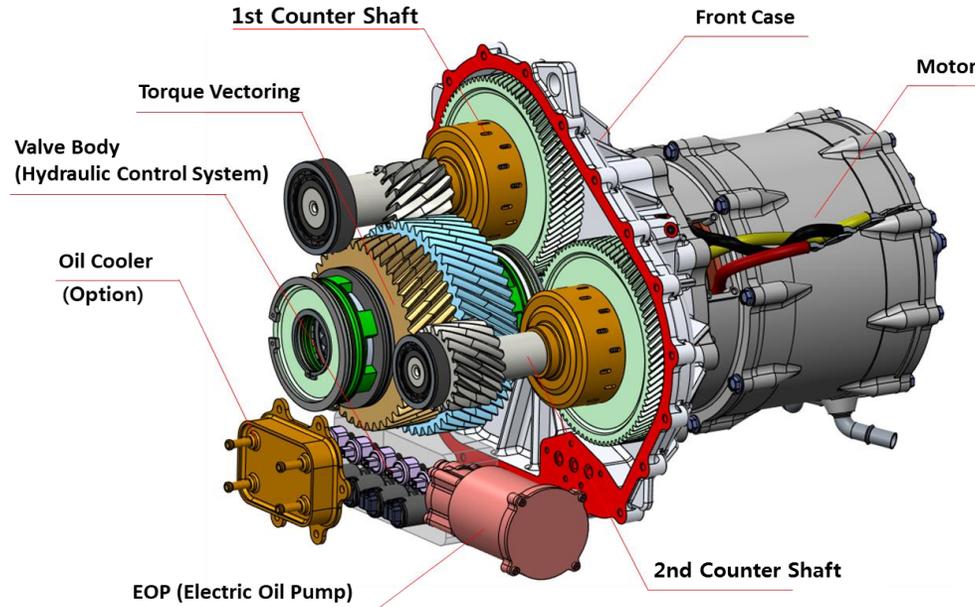
	E-Axle
Stick diagram	<p>Stick diagram showing gear ratios and components:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>i : 4.250 (51/12)</math> (1st Clutch)</li> <li><math>i : 3.231 (84/26)</math> (1st Clutch)</li> <li><math>i : 2.316 (44/19)</math> (2nd Clutch)</li> <li>Motor</li> <li>Drive Shaft</li> <li>Torque Vectoring Clutch</li> <li>2nd Clutch</li> </ul>
Step ratio	1.835
Total gear ratio	1st : 13.731 (3.231x4.250) 2nd : 7.483 (3.231x2.316)
No. of bearings	21



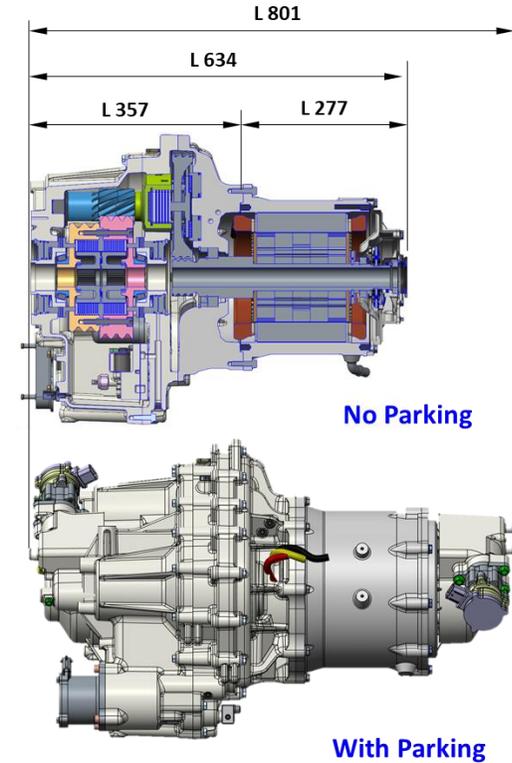
## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

- 기어트레인 레이아웃
- 패키징 검토



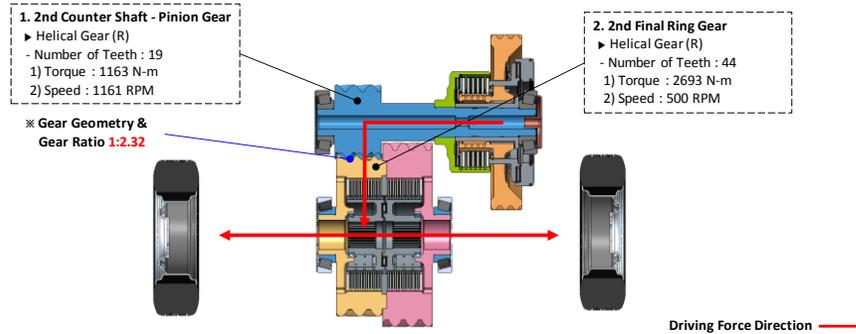
**Geartrain Interior Modeling**



## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

- 기어 제원 설계
- 2단 & 종감속 기어



Part Name	2nd C.Shaft - P.Gear	2nd Final Ring Gear	Unit
Module	3.5		mm
Number of Teeth	19	44	
Pressure Angle	20		degree
Helix Angle (Hand)	30 (R)	30 (L)	degree
Tip Circle Dia.	84.300	183.700	mm
Root Circle Dia.	68.500	168.000	mm
Profile Shift Coefficient	0.0700	-0.1568	
Facewidth	52.0	51.5	mm
Center Distance	127		mm
Tooth Profile (Ad / Rr / Dd)	1.0000 / 0.3800 / 1.2500	1.0000 / 0.3800 / 1.2500	
Crowning	0.01 ~ 0.015	0.01 ~ 0.015	mm
Chamfer / Tooth end	0.5	0.5	mm
Torque (Input)	1163 (360 x 84/26)		N·m
RPM (Input)	1161 (3750 x 26/84)		Rev/min
Root Strength	Stress (Limit)	455.65 (744.05) / 466.46 (757.24)	N/mm <sup>2</sup>
	Safety	1.633	1.623
Flank Strength	Stress (Limit)	1538.77 (1362.22) / 1538.77 (1397.77)	N/mm <sup>2</sup>
	Safety	0.885	0.908
Contact Ratio	Transverse	1.342	
	Overlap	2.274	
	Total	3.615	

Helical Gear Specification		
Division	Drive	Driven
Deformation Base Section	Transverse	Transverse
Helix Angle (Hand)	30 (R)	30 (L)
Number of Teeth	19	44
Tool	Tooth Type	Profile Shifted
	Module	3.5
	Pressure Angle	20°
Pitch Circle Diameter (P.C.D.)	76.788	177.824
Base Circle Diameter	70.790	163.934
Tip Circle Diameter	84.300	183.700
Root Circle Diameter	68.500	168.000
Tooth Thickness	Base Tangent Length	37.675 <sup>0</sup> <sub>-0.04</sub> / 69.954 <sup>0</sup> <sub>-0.04</sub>
	Number of teeth Spanned	4 / 7
Profile Shift Coefficients	0.0700	-0.1568
Center Distance	127	
Quality	ISO 6 Grade	ISO 6 Grade

※ Gear Geometry

Specification				
<b>1. Torque / RPM</b>				
2nd C.Shaft - P.Gear	Torque	Unit	RPM	Unit
2nd Final Ring Gear	1163	N·m	1161	Rev/Min
	2693		500	
<b>2. Material Strength (ISO 6336-5)</b>				
	$\sigma_{F,lim}$	Unit	$\sigma_{H,lim}$	Unit
SCR420HB (MQ Grade)	430	N/mm <sup>2</sup>	1500	N/mm <sup>2</sup>
<b>3. Oil : ATF SP-III</b>				
Temp.	Viscosity	Unit	Oil Temp.	Unit
40	38	mm <sup>2</sup> /s	80	°C
100	7.5			
<b>4. Tooth Thickness Allowances</b>				
DIN 3967 d26 (Automobiles)				
<b>5. Quality</b>				
ISO 1328 - 6				
<b>6. Strength / Safety</b>				
ISO 6336 : 2006 Method B				
<b>7. Required Service Life</b>				
5000h				

**Confidential**

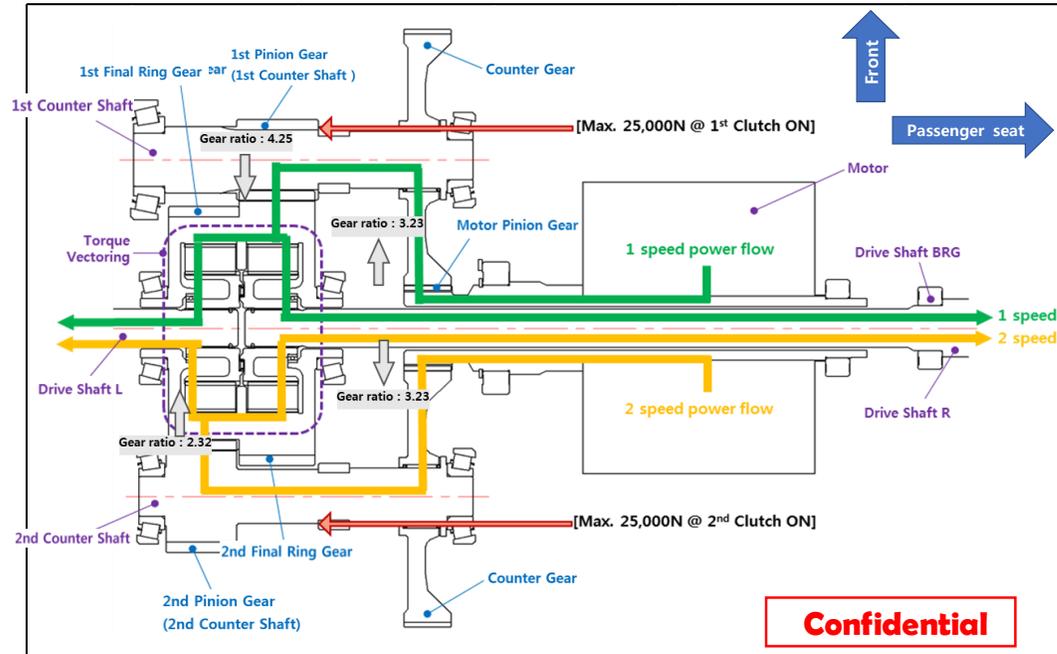
21. 03. 23 by Y. J. Park

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ 베어링 사양 검토

Gear Box Layout (including power flow)



Load Cycle Target life time [hr]

Case	Input torque [Nm]	Rotation speed [rpm]	Gear thrust force [N]	Gear tangential force [N]	Case weight [s]
1					
2					
3					

Gear information

	Module	No. of Teeth [EA]	Pitch Circle Dia. [mm]	Face Width [mm]	Pressure Angle [°]	Helix Angle [°]	Helix Direction
Motor Pinion Gear	2	26	60.036	35.5	20	30	R
Reducer Gear 1	2	84	193.964	35	20	30	L
Reducer Gear 2	2	84	193.964	35	20	30	L
1st Drive Gear	3.5	12	48.381	60	20	30	R
1st Driven Gear	3.5	51	205.619	56	20	30	L
2nd Drive Gear	3.5	19	76.603	52	20	30	R
2nd Driven Gear	3.5	44	177.397	52	20	30	L

Application data

Max. Ratings (Cannot last longer than 320 seconds)	Motor Power	140	kW
	Max. Speed	10,000	rpm
	Max. Torque	360	Nm
Normal Ratings	Rated Power	80	kW
	Rated Speed	3,640	rpm
	Rated Torque	210	Nm

Operating temperature	-	°C
Peak temperature	-	°C
Rotor weight	-	g

Oil information

Oil name	
Oil viscosity	mm <sup>2</sup> /s @ 40 °C
	mm <sup>2</sup> /s @ 100 °C
Oil cleanliness (eC)	(if applicable)

**Confidential**

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

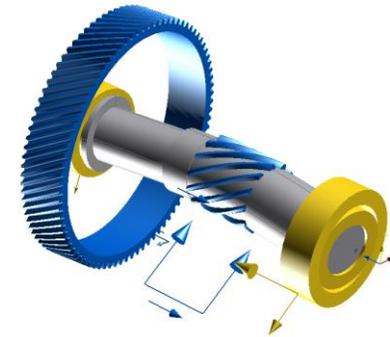
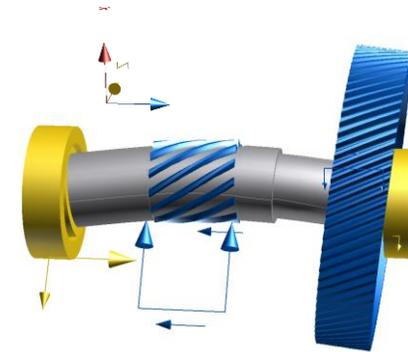
### ➤ 베어링/샤프트 해석

#### 1. Shaft deflection and stress

Item	Value	Unit
Maximum Deflection	105.5	μm
Maximum Equivalent Stress	151.7	N/mm <sup>2</sup>
Torsion under Torque	0.106	°

#### 2. Bearing reaction force & Service life & Static safety factor

Bearing	Item	Value	Unit
Bearing 1	Bearing reaction force [ $F_x$ ]	-13,231	N
	Bearing reaction force [ $F_y$ ]	29,745	N
	Bearing reaction force [ $F_z$ ]	-12,923	N
	Bearing radial reaction force [ $F_r$ ]	18,496	N
	Bearing service life	904	h
	Bearing static safety factor	4.27	-
Bearing 2	Bearing reaction force [ $F_x$ ]	-1,450	N
	Bearing reaction force [ $F_y$ ]	-2,139	N
	Bearing reaction force [ $F_z$ ]	-7,997	N
	Bearing radial reaction force [ $F_r$ ]	8,127	N
	Bearing service life	23,736	h
	Bearing static safety factor	7.40	-



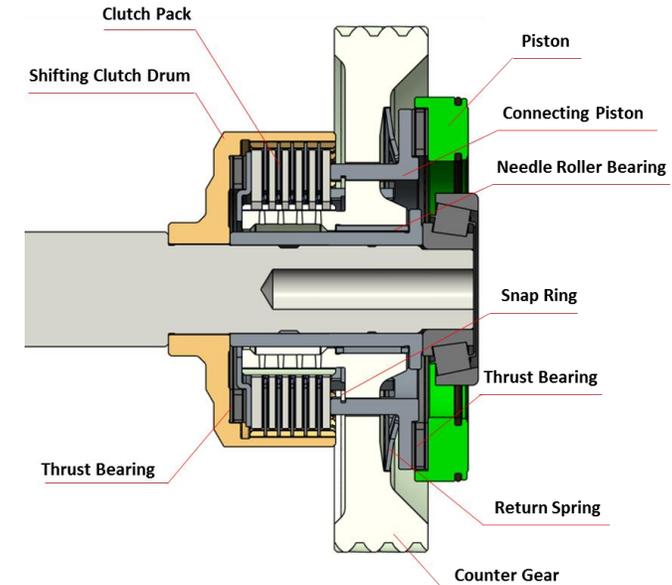
Shaft deformation & Force direction

# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ 클러치 설계

■ Project		Shift Clutch		
<b>■ Operating Conditions</b>				
• Motor Torque	210.0	Nm		
• Clutch Torque Ratio	3.231	-		
• Max. Motor Speed	10,000	RPM		
• Clutch Speed Ratio	0.310	-		
• Hydraulic Pressure	16.0	bar		
• Friction Loss	0.2	bar		
• ATF Density	0.00089	kgf/cm <sup>3</sup>		
<b>■ Torque Capacity</b>				
#1 Piston Force ▶	15,229	N		
#2 Piston Force ▶	0	N		
Σ TOTAL Piston Force ▶	15,229	N		
Net Piston Force @ Fs_o ▶	14,088	N		
TORQUE CAPACITY ▶	733.3	Nm		
SAFETY MARGINE ▶	1.08	-		
<b>■ Return Spring Specifications</b>				
• Installation Load (Fs_i)	929	N		
• Operating Load (Fs_o)	1,141	N		
• Operating Stroke	3.0	mm		
• Max. Stroke	4.0	mm		
<b>■ Friction Disk Dimensions</b>				
• Outer Diameter	100.0	mm		
• Inner Diameter	72.0	mm		
• No. of Disk	5	-		
• Friction Coefficient	0.12	-		
<b>■ Piston Dimensions</b>				
□ #1 Piston				
• Outer Diameter	144.0	mm		
• Inner Diameter	92.0	mm		
• Hub Diameter	0.0	mm		
□ #2 Piston				
• Outer Diameter	0.0	mm		
• Inner Diameter	0.0	mm		
• Hub Diameter	0.0	mm		
<b>■ Balance Wall Dimensions</b>				
□ #1 Balance Wall				
• Outer Diameter	0.0	mm		
• Inner Diameter	0.0	mm		
• Hub Diameter	0.0	mm		
□ #2 Balance Wall				
• Outer Diameter	0.0	mm		
• Inner Diameter	0.0	mm		
• Hub Diameter	0.0	mm		
<b>■ Centrifugal Pressure</b>				
□ Input Speed				
RPM	500	1500	2000	
RPM	154.762	464.286	619.048	
Clutch Speed ▶	rad/sec	16.2	48.6	64.8
#1 Piston Force ▶	N	4.9	44.2	78.6
#2 Piston Force ▶	N	0.0	0.0	0.0
#1 B/Wall Force ▶	N	0.00	0.00	0.00
#2 B/Wall Force ▶	N	0.00	0.00	0.00
Net B. Force ▶	N	-4.9	-44.2	-78.6
Net B. Force + Fs_i ▶	N	924.1	884.8	850.4
+ Fs_o ▶	N	1136.1	1096.8	1062.4
B/P Loading @ Fs_i ▶	bar	0.96	0.92	0.88
B/P Loading @ Fs_o ▶	bar	1.18	1.14	1.10
Remarks				
<b>■ Comments</b>				
- Rated Torque 기준				
- Max. Torque시 26 bar 필요 (안전계수 : 1.06)				
Designed by	H. K. Choi	Signature		



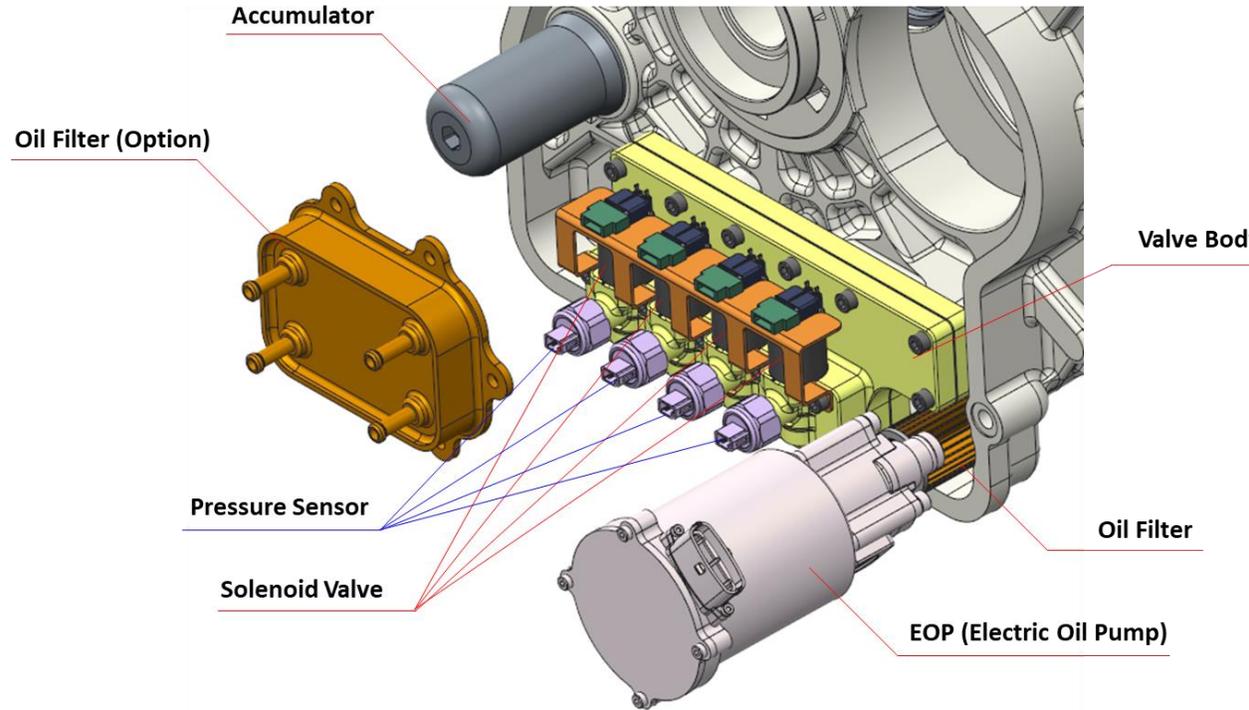
1-2 Shift Clutch



## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ 제어시스템 레이아웃



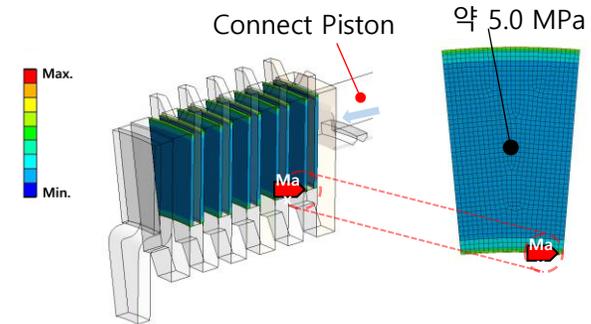
## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ 클러치 응력 해석

#### ▶ Disc Pressure

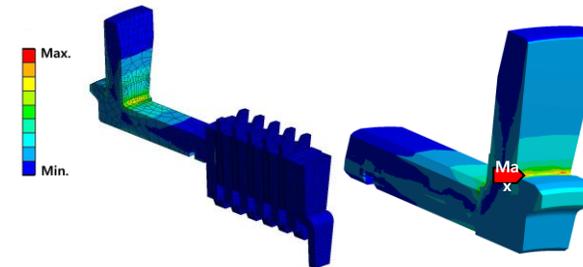
- Connect Piston으로부터 첫번째 마찰디스크 중 Connect Piston의 반대 방향 마찰면 내경부에서 최대 면압이 발생함
- 마찰면 유효반경 부분의 면압은 약 MPa 정도임
- 마찰재에 따라 면압은 MPa까지 가능하므로 문제가 없을 것으로 판단됨



Friction Facing Pressure Distribution

#### ▶ Structural Stress

- Connect Piston의 Thrust Bearing 지지부(언더컷)에서 최대 응력이 발생함
- Connect Piston의 재질인 S45C의 항복강도는 MPa로 최대 응력이 항복강도 이내이므로 안전한 것으로 판단됨



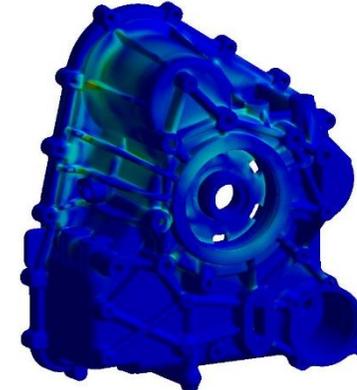
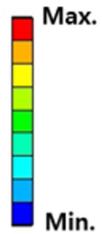
Structural Analysis

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

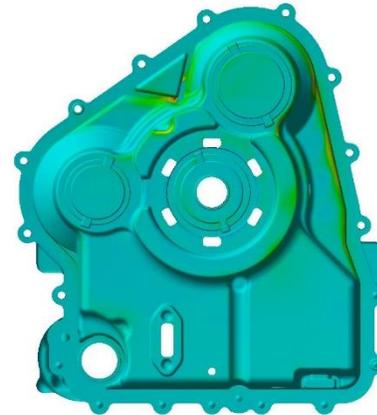
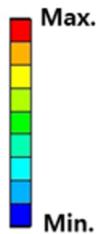
## 기술용역 사례 (1)

### ➤ 케이스 응력 해석

Equivalent Stress



Max. Principal Stress



### ▶ Results

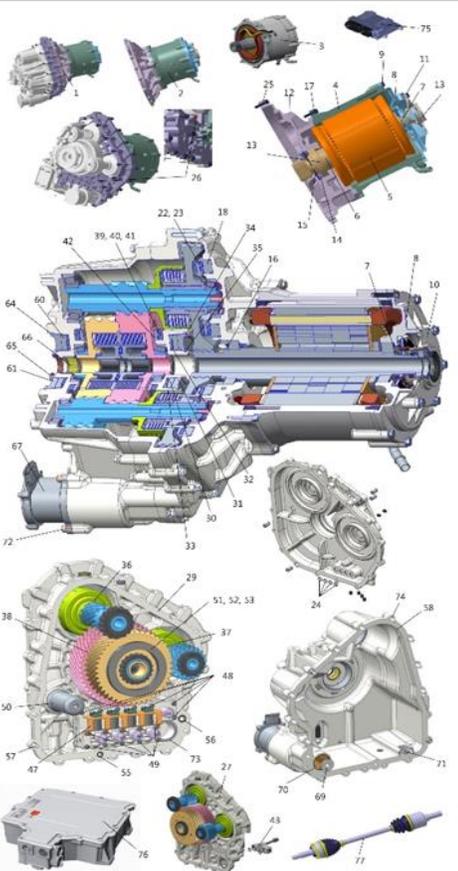
- Middle Case 응력해석 결과 최대 응력은 MPa로 ADC12의 항복응력 이하의 값을 나타냄
- EOP에 의한 응력 발생은 매우 낮을 것으로 판단되어 제외하고 해석함

# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

# 기술용역 사례 (1)

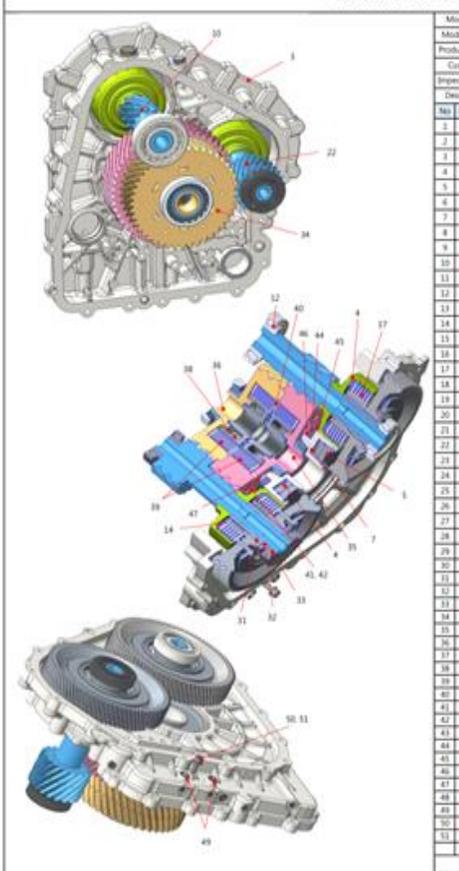
## ➤ Engineering Part List (EPL)

**ENGINEERING PARTS LIST**



Model No.	Rev.	0	Release Date	2024-01-15			
Model Name	EV용 2단 변속기						
Product Group	ASV	Ver. 0	Latest ECR No.				
Customer	Customer P/N		Drawn Date				
Project Name							
No.	QTY	Part No.	Rev.	Part Name	QTY	SI	Description
1	1	1	1	FRONT CASAMOTOR ASSY	1		
2	2	2	1	SHAFT 1	2		
3	3	3	1	SHAFT 2	3		
4	4	4	1	SHAFT 3	4		
5	5	5	1	SHAFT 4	5		
6	6	6	1	SHAFT 5	6		
7	7	7	1	SHAFT 6	7		
8	8	8	1	SHAFT 7	8		
9	9	9	1	SHAFT 8	9		
10	10	10	1	SHAFT 9	10		
11	11	11	1	SHAFT 10	11		
12	12	12	1	SHAFT 11	12		
13	13	13	1	SHAFT 12	13		
14	14	14	1	SHAFT 13	14		
15	15	15	1	SHAFT 14	15		
16	16	16	1	SHAFT 15	16		
17	17	17	1	SHAFT 16	17		
18	18	18	1	SHAFT 17	18		
19	19	19	1	SHAFT 18	19		
20	20	20	1	SHAFT 19	20		
21	21	21	1	SHAFT 20	21		
22	22	22	1	SHAFT 21	22		
23	23	23	1	SHAFT 22	23		
24	24	24	1	SHAFT 23	24		
25	25	25	1	SHAFT 24	25		
26	26	26	1	SHAFT 25	26		
27	27	27	1	SHAFT 26	27		
28	28	28	1	SHAFT 27	28		
29	29	29	1	SHAFT 28	29		
30	30	30	1	SHAFT 29	30		
31	31	31	1	SHAFT 30	31		
32	32	32	1	SHAFT 31	32		
33	33	33	1	SHAFT 32	33		
34	34	34	1	SHAFT 33	34		
35	35	35	1	SHAFT 34	35		
36	36	36	1	SHAFT 35	36		
37	37	37	1	SHAFT 36	37		
38	38	38	1	SHAFT 37	38		
39	39	39	1	SHAFT 38	39		
40	40	40	1	SHAFT 39	40		
41	41	41	1	SHAFT 40	41		
42	42	42	1	SHAFT 41	42		
43	43	43	1	SHAFT 42	43		
44	44	44	1	SHAFT 43	44		
45	45	45	1	SHAFT 44	45		
46	46	46	1	SHAFT 45	46		
47	47	47	1	SHAFT 46	47		
48	48	48	1	SHAFT 47	48		
49	49	49	1	SHAFT 48	49		
50	50	50	1	SHAFT 49	50		
51	51	51	1	SHAFT 50	51		
52	52	52	1	SHAFT 51	52		
53	53	53	1	SHAFT 52	53		
54	54	54	1	SHAFT 53	54		
55	55	55	1	SHAFT 54	55		
56	56	56	1	SHAFT 55	56		
57	57	57	1	SHAFT 56	57		
58	58	58	1	SHAFT 57	58		
59	59	59	1	SHAFT 58	59		
60	60	60	1	SHAFT 59	60		
61	61	61	1	SHAFT 60	61		
62	62	62	1	SHAFT 61	62		
63	63	63	1	SHAFT 62	63		
64	64	64	1	SHAFT 63	64		
65	65	65	1	SHAFT 64	65		
66	66	66	1	SHAFT 65	66		
67	67	67	1	SHAFT 66	67		
68	68	68	1	SHAFT 67	68		
69	69	69	1	SHAFT 68	69		
70	70	70	1	SHAFT 69	70		
71	71	71	1	SHAFT 70	71		
72	72	72	1	SHAFT 71	72		
73	73	73	1	SHAFT 72	73		
74	74	74	1	SHAFT 73	74		
75	75	75	1	SHAFT 74	75		
76	76	76	1	SHAFT 75	76		

**ENGINEERING PARTS LIST**



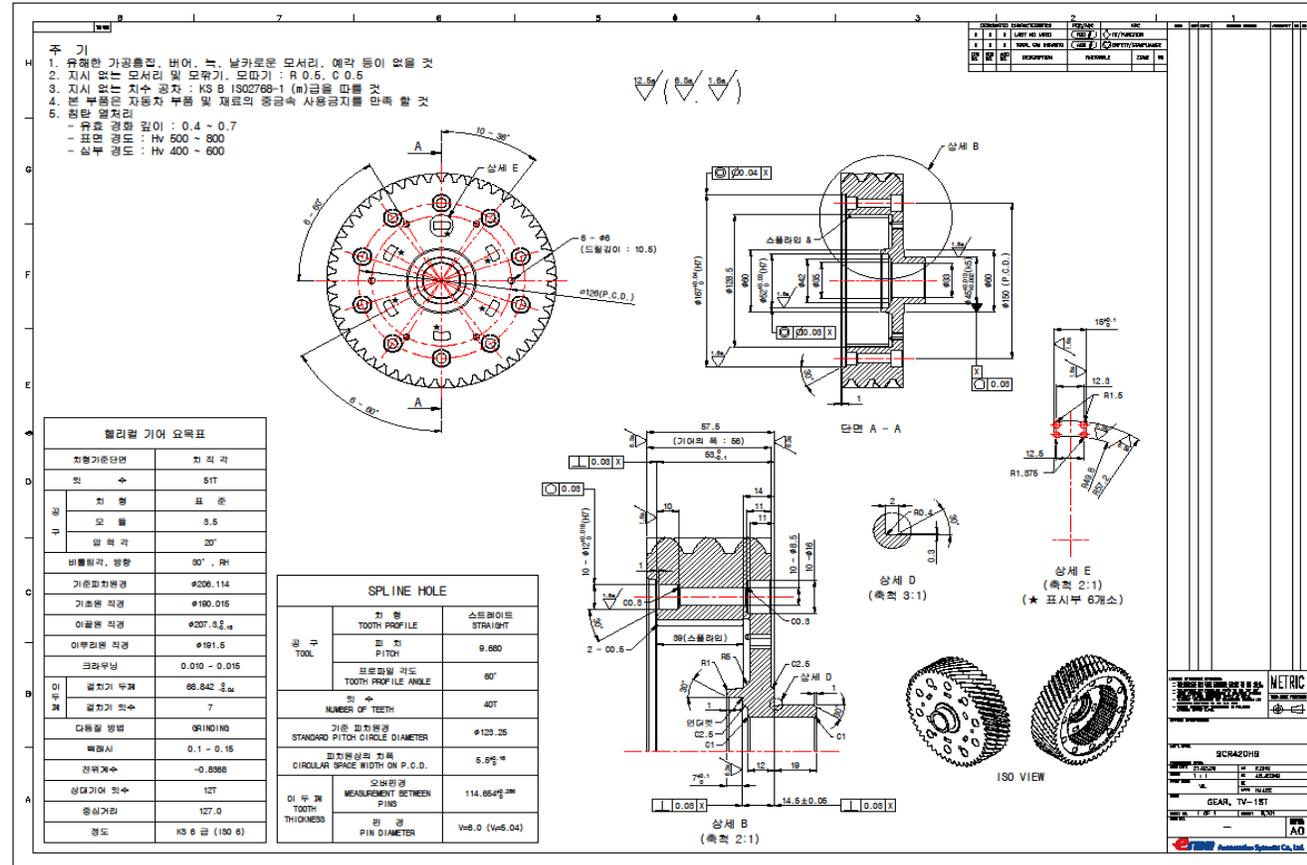
Model No.	Rev.	0	Release Date	2022-02-19			
Model Name	MIDDLE CASE/GEAR TRAIN ASSY						
Product Group	ASSEMBLY	Vehicle	Latest ECR No.				
Customer	Customer P/N						
Project Name							
No.	QTY	Part No.	Rev.	Part Name	QTY	SI	Description
1	1	1	1	MIDDLE CASE/GEAR TRAIN ASSY	1		
2	2	2	1	MIDDLE CASE/TV PISTON ASSY	2		
3	3	3	1	MIDDLE CASE/TV PISTON ASSY	3		
4	4	4	1	MIDDLE CASE ASSY	4		
5	5	5	1	TV PISTON ASSY	5		
6	6	6	1	TV PISTON ASSY	6		
7	7	7	1	PLATE TV SPRING	7		
8	8	8	1	SPRING TV RETURN	8		
9	9	9	1	SNAP RING	9		R375
10	10	10	1	SNAP RING	10		S58
11	11	11	1	1ST COUNTER SHAFT ASSY	11		
12	12	12	1	SHAFT 1ST COUNTER	12		
13	13	13	1	BEARING TAPERED ROLLER	13		
14	14	14	1	DRUM SHIFTING CLUTCH	14		
15	15	15	1	BEARING NEEDLE ROLLER	15		
16	16	16	1	WASHER BEARING	16		
17	17	17	1	PLATE CLUTCH BEARING	17		
18	18	18	1	CLUTCH PACK ASSY	18		
19	19	19	1	COUNTER GEAR ASSY	19		
20	20	20	1	CAGE ROLLER BEARING	20		663 * 68 * 27
21	21	21	1	GEAR BEARING	21		
22	22	22	1	2ND COUNTER SHAFT ASSY	22		
23	23	23	1	SHAFT 2ND COUNTER	23		
24	24	24	1	BEARING TAPERED ROLLER	24		
25	25	25	1	DRUM SHIFTING CLUTCH	25		
26	26	26	1	BEARING NEEDLE ROLLER	26		
27	27	27	1	WASHER BEARING	27		
28	28	28	1	PLATE CLUTCH BEARING	28		
29	29	29	1	CLUTCH PACK ASSY	29		1ST COUNTER SHAFT ASSY @ 8
30	30	30	1	COUNTER GEAR ASSY	30		
31	31	31	1	CAGE ROLLER BEARING	31		
32	32	32	1	GEAR BEARING	32		
33	33	33	1	BEARING TAPERED ROLLER	33		
34	34	34	1	TV GEAR ASSY	34		
35	35	35	1	TV 1ST GEAR ASSY	35		
36	36	36	1	TV 2ND GEAR ASSY	36		
37	37	37	1	TV 1ST SHAFT ASSY	37		
38	38	38	1	TV 2ND SHAFT ASSY	38		
39	39	39	1	TV CLUTCH PACK ASSY	39		
40	40	40	1	SPALLER TV	40		
41	41	41	1	BEARING NEEDLE ROLLER	41		TVK47254
42	42	42	1	BOLT HEX SOCKET	42		M8X1.25 25
43	43	43	1	WASHER BOLT	43		M8
44	44	44	1	BEARING NEEDLE ROLLER	44		F76A-100335
45	45	45	1	WASHER BEARING-1	45		F76A-100335
46	46	46	1	WASHER BEARING-2	46		F76A-100335
47	47	47	1	PISTON TV CONNECTING	47		
48	48	48	1	TV GEAR BRACK ASSY	48		
49	49	49	1	O-RING	49		F50A
50	50	50	1	BOLT HEX SOCKET	50		M8X1.25 40
51	51	51	1	WASHER SPRING	51		M8

**Confidential**

# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

# 기술용역 사례 (1)

## ➤ Gear 도면

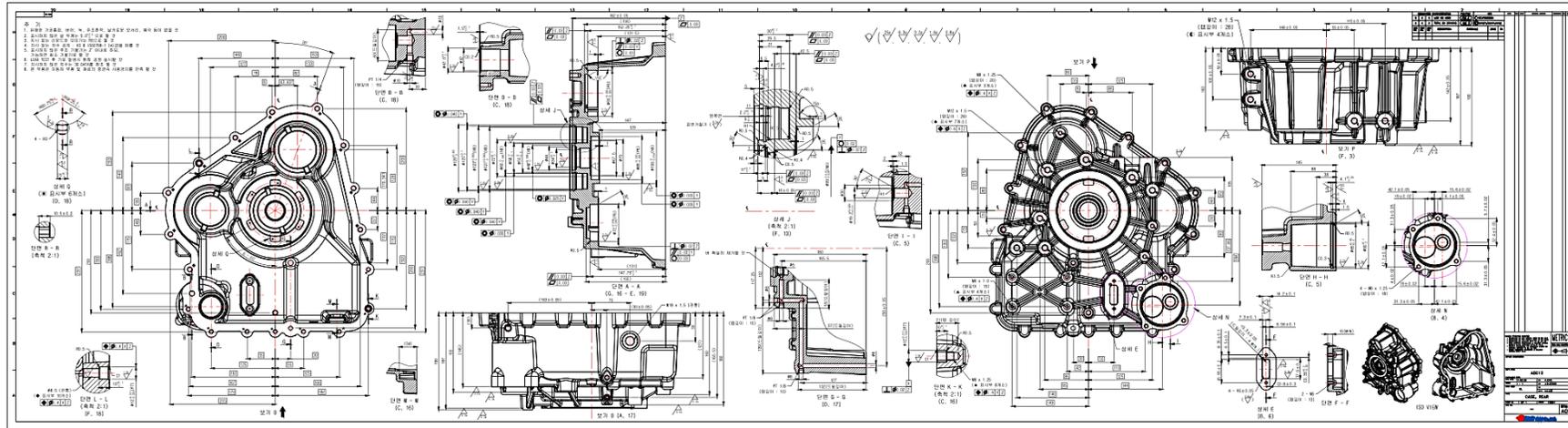
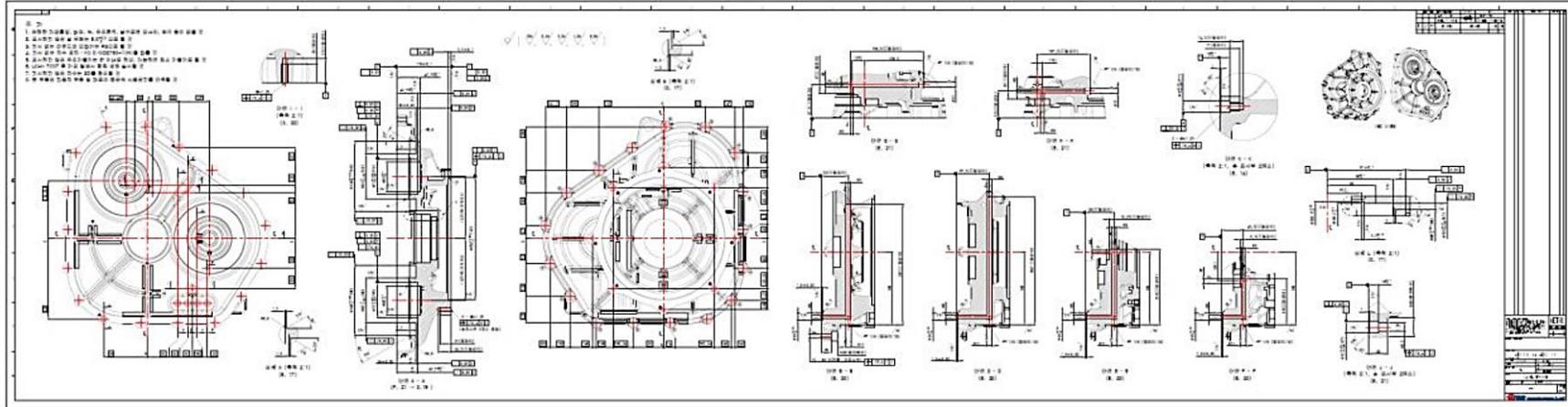




# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 설계

# 기술용역 사례 (1)

➤ TM Case 도면



# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시작

## 기술용역 사례 (1)

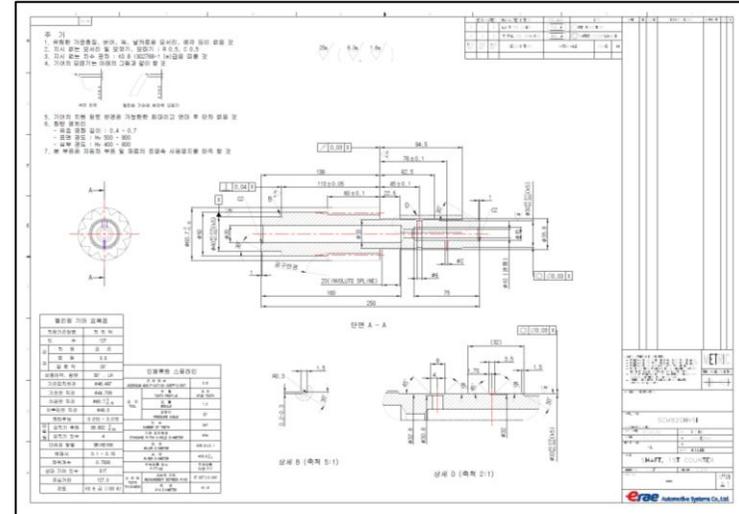
### ➤ Gear 시작품



< Workpiece (SCM420H) >



< 3D Modeling >

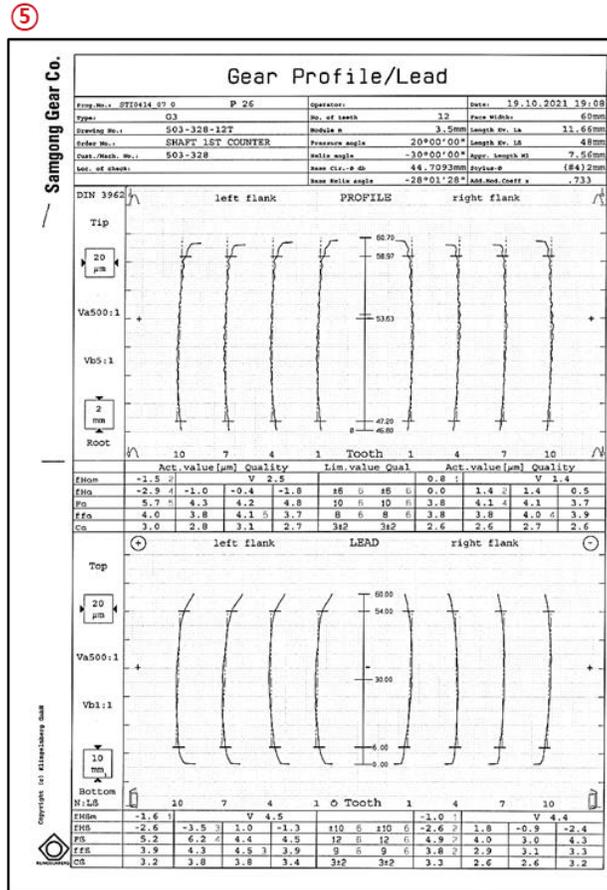


< 2D Drawing >

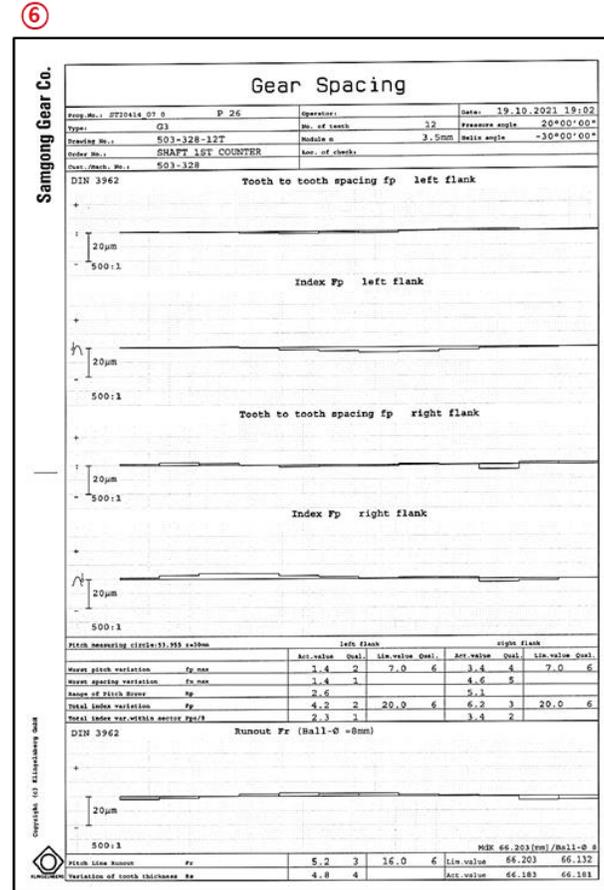
# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시작

# 기술용역 사례 (1)

## ➤ Gear 검사성적서



< 기어 치형 성적서 - Page 1 >

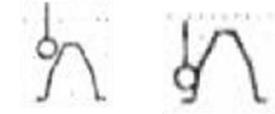


< 기어 치형 성적서 - Page 2 >

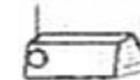
### 5 기어 프로파일/리드

- 기어의 치형(프로파일/리드)을 측정하여 기어의 스펙 및 등급 확인

#### 1) 이끝 - 이뿌리 방향 측정



#### 2) 치폭 방향 측정



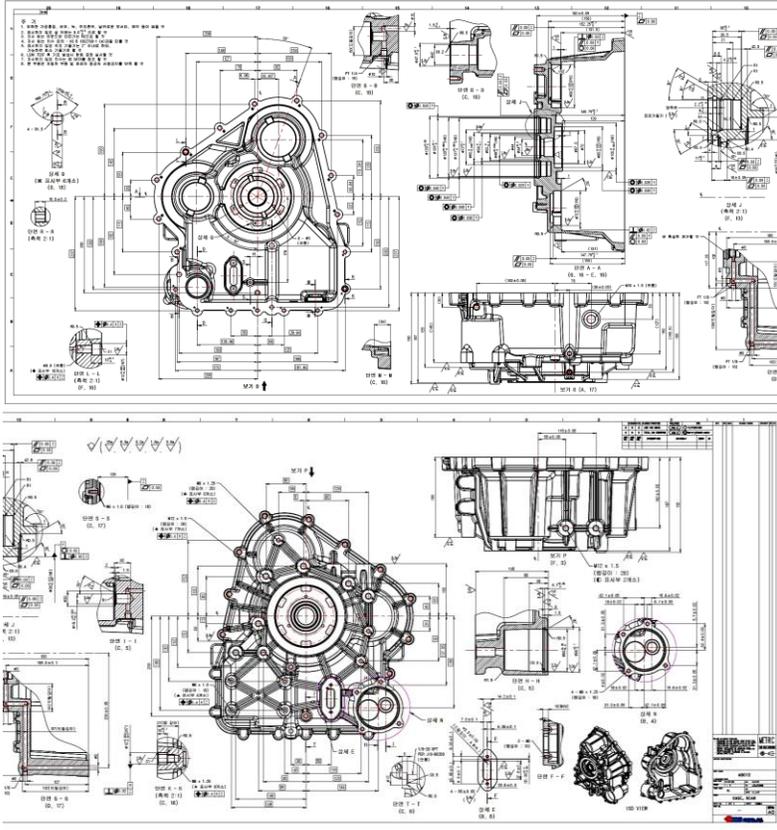
### 6 기어 스페이싱

- 기어의 오차를 측정하여 기어의 스펙 및 등급 확인  
(누적 피치, 단일 피치, 런 아웃 등)

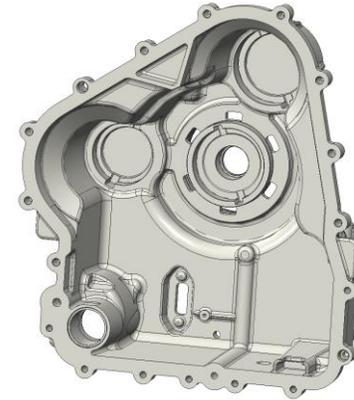
## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시작

## 기술용역 사례 (1)

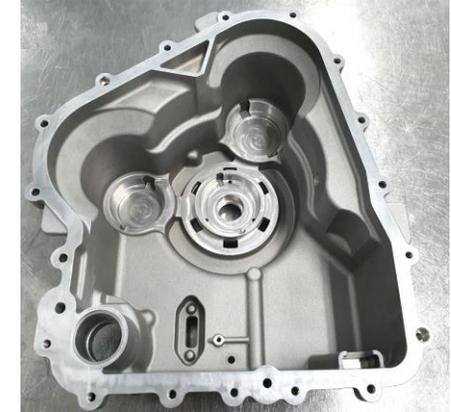
### ➤ TM Case 시작품



< 2D Drawing >



< 3D Modeling >



< Workpiece (AC4C-T6) >

# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시작

# 기술용역 사례 (1)

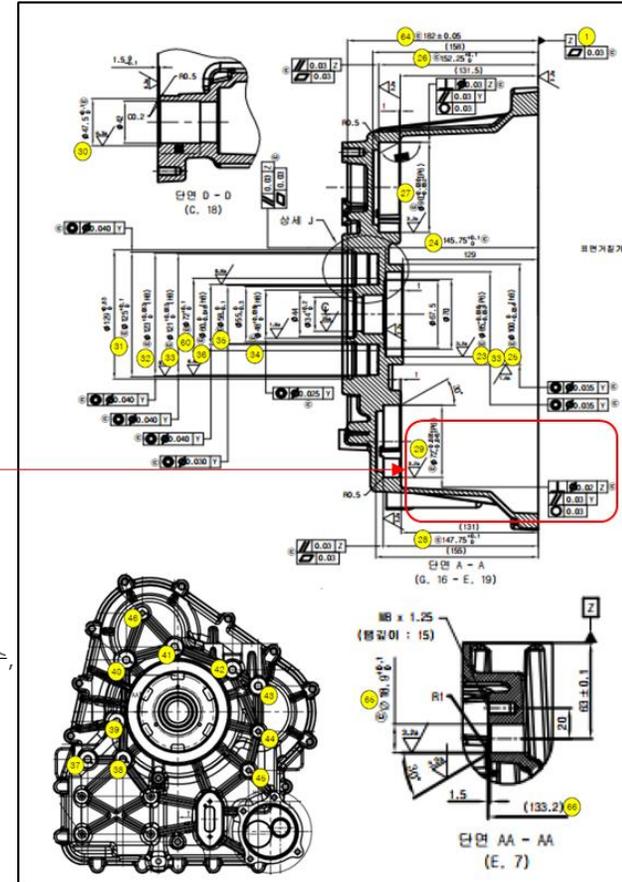
## ➢ TM Case 검사성적서

PRODUCTION PART APPROVAL DIMENSIONAL TEST RESULTS										
ORGANIZATION : PT TECH		PART NUMBER :		ORGANIZATION MEASUREMENT RESULTS (DATA)						NOT OK
INSPECTION FACILITY : C-STONE TECHNOLOGIES		PART NAME : 변속기 CASE, REAR		DATE : 2021-10-18						
ITEM	DIMENSION / SPECIFICATION	SPECIFICATION / LIMITS	MIN	MAX	#10-01	#10-02	#10-03	#10-04	#10-05	NOT OK
1	평행도	0.03	0	0.03	0.014	0.026	0.013	0.026	0.019	
0		±0.1	-0.1	0.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	0		-0.1	0.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	∅ 12	-0.005/-0.023	11.977	11.995	11.980	11.986	11.982	11.986	11.988	
	직각도	0.02	0	0.02	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	
93		±0.1	92.9	93.1	92.961	92.963	92.949	92.963	92.996	
149		±0.1	148.9	149.1	148.955	148.958	148.942	148.958	148.996	
3	∅ 12	-0.005/-0.023	11.977	11.995	11.977	11.989	11.989	11.989	11.987	
	취사도	0.4	0	0.4	0.319	0.311	0.354	0.311	0.312	
115		±0.2	114.8	115.2	115.032	115.043	115.065	115.043	115.007	
167		±0.5	166.5	167.5	166.972	166.948	166.934	166.948	166.968	
4	∅ 8.5	±0.2	8.3	8.7	8.504	8.555	8.547	8.555	8.537	
	취사도	0.4	0	0.4	0.084	0.136	0.186	0.136	0.065	
46		±0.3	45.7	46.3	46.041	46.046	46.066	46.046	46.010	
5	205	±0.5	204.5	205.5	204.962	204.943	204.923	204.943	204.965	
	∅ 8.5	±0.2	8.3	8.7	8.503	8.541	8.552	8.541	8.551	
	취사도	0.4	0	0.4	0.111	0.147	0.204	0.147	0.074	
35		±0.3	34.7	35.3	34.953	34.943	34.920	34.943	34.971	
209		±0.5	208.5	209.5	208.944	208.937	208.909	208.937	208.980	
4	∅ 8.5	±0.2	8.3	8.7	8.502	8.547	8.558	8.547	8.544	
	취사도	0.4	0	0.4	0.146	0.169	0.243	0.169	0.070	
93		±0.3	92.7	93.3	92.929	92.937	92.949	92.937	92.986	
149		±0.5	148.5	149.5	148.928	148.954	148.938	148.954	148.985	
4	∅ 8.5	±0.2	8.3	8.7	8.526	8.678	8.538	8.678	8.539	
	취사도	0.4	0	0.4	0.202	0.157	0.161	0.157	0.040	
28	평행도	0.03	0	0.03	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	
	취사도	0.03	0	0.03	0.008	0.006	0.011	0.006	0.020	
0		±0.1	-0.1	0.1	0.009	0.014	0.011	0.019	0.015	
127		±0.5	126.5	127.5	126.987	126.992	126.983	126.9916	126.998	
∅ 72		-0.026/-0.045	71.955	71.974	71.970	71.963	71.960	71.9633	71.963	
	직각도	0.03	0	0.03	0.005	0.013	0.016	0.0128	0.009	
	취사도	0.02	0	0.02	0.001	0.002	0.004	0.0016	0.005	
	평행도	0.03	0	0.03	0.004	0.001	0.003	0.0012	0.003	
188		±0.5	187.5	188.5	188.003	188.023	188.031	188.0225	188.025	
125		±0.5	124.5	125.5	124.986	124.976	124.971	124.9763	125.002	
∅ 47.5		0.1/0	47.5	47.6	47.594	47.596	47.598	47.5962	47.599	
0		±0.1	-0.1	0.1	0.001	0.013	0.003	0.0127	0.001	

3차원 측정  
치수  
(가공업체)

케이스 품번

도면 치수,  
기하 공차



## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시작

## 기술용역 사례 (1)

- V/Body 시작품
- EOP 시작품

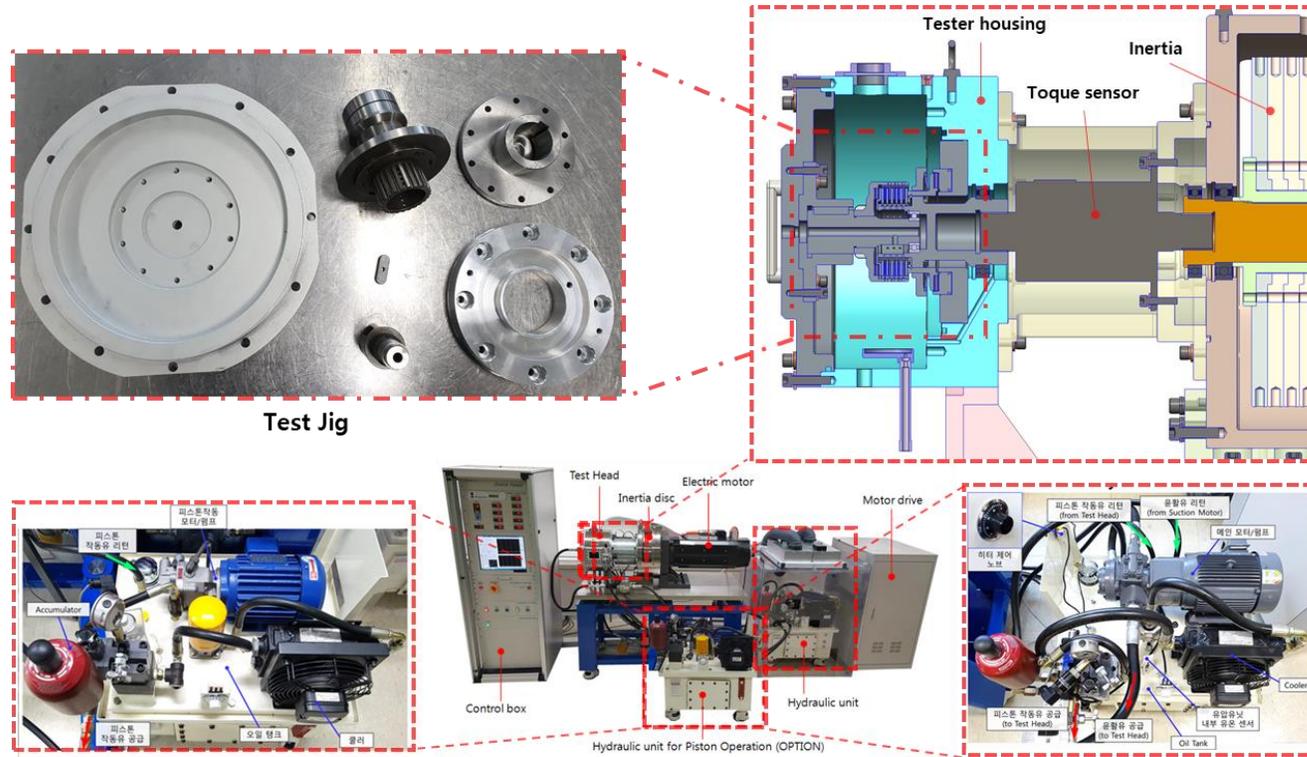


1. Valve Body Ass'y
2. Accumulator Parts
3. BLOCK, LUB. OIL
4. EOP Parts
5. EOP Parts
6. Accumulator Spring
7. EOP Controller
8. EOP Ass'y

# ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시험

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ Clutch Tester & Jig



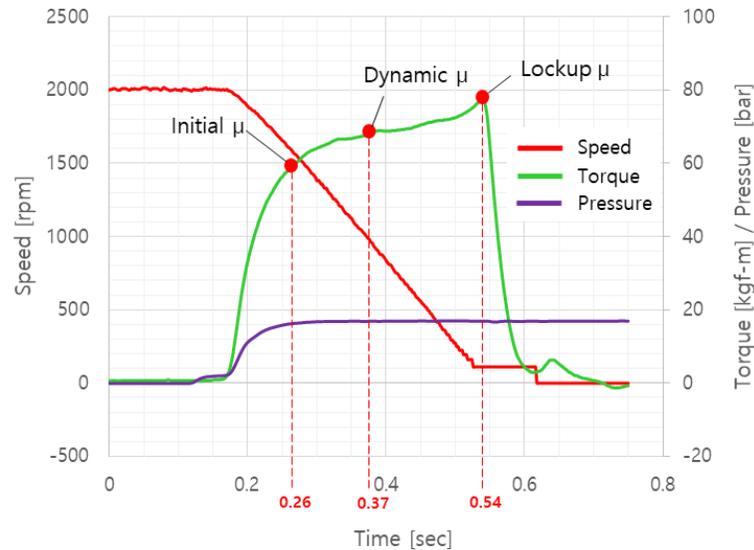
< 변속 클러치 성능 시험기 및 시험 지그 >

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시험

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ Clutch Testing

- Initial  $\mu$  : 시험 속도의 80% 도달시까지 최대 토크의 마찰계수
- Dynamic  $\mu$  : 시험 속도의 50% 도달시의 마찰계수
- Lockup  $\mu$  : 시험 속도의 20% 이하에서 측정된 최대 토크의 마찰계수



< 변속 클러치 성능 시험 그래프 >

### ■ 시험 결과 요약

시험 횟수		1	2	3	4	5
Initial $\mu$	Pressure [bar]	16.19	16.16	16.19	16.22	16.28
	Torque [kgf-m]	58.7	58.2	57.3	56.6	56.5
	$\mu$	0.092	0.091	0.090	0.088	0.088
Dynamic $\mu$	Pressure [bar]	16.85	16.88	16.88	16.85	16.85
	Torque [kgf-m]	68	68.6	67.2	67.2	66.1
	$\mu$	0.102	0.103	0.100	0.101	0.099
Lockup $\mu$	Pressure [bar]	16.91	16.94	16.94	16.91	16.91
	Torque [kgf-m]	77.5	78.7	78.1	78.2	78.7
	$\mu$	0.116	0.117	0.116	0.117	0.117

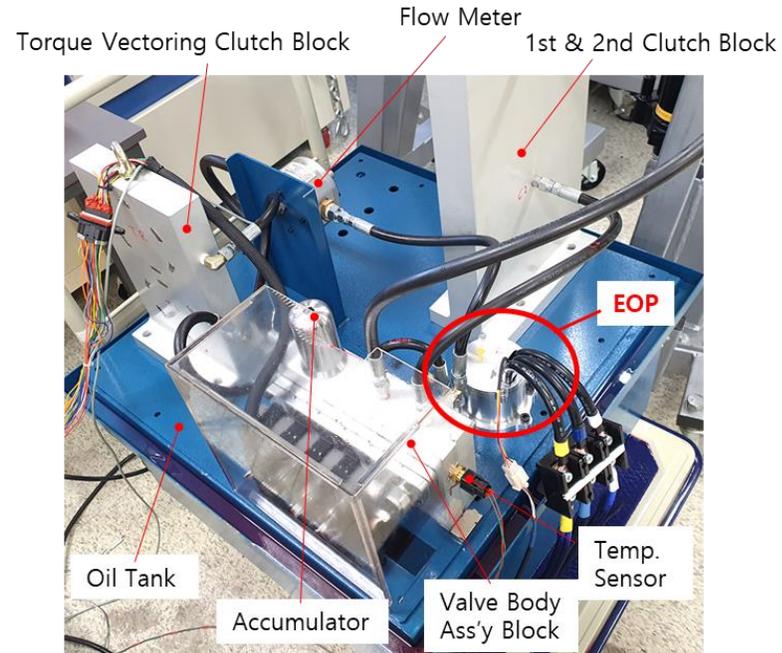
- ▶ 동마찰계수 구간에서의 평균 토크는 67.4 kgf-m로 설계 목표 (80 kgf-m@17 bar)보다 낮게 나타남
- ▶ 요구 마찰계수는 0.12이나 시험 결과 마찰 계수 부족
- ▶ 전달 토크 만족을 위하여 압력을 조정하거나 마찰 디스크 재질 변경 검토 필요

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시험

## 기술용역 사례 (1)

- EOP Testing
- Valve Body Testing

■ EOP의 성능(운할 유량, 압력)을 확인하기 위한 EOP 시험



< EOP Tester >

▶ 시험 결과

- 최대 토출 입력 : 25 bar 이하 (Target : 40 bar)
- 최대 토출 유량 : 5 LPM 이하 (Target : 16 LPM)
- 연속적인 고압 사용시 EOP 모터 발열 및 손상

▶ 문제 원인

- EOP 모터 및 드라이버 성능 미달
- EOP 제작 업체 개발 경험 부족



< EOP >

▶ 대책 방안

- 유압제어 시스템 삭제 및 e-Actuator 적용  
(e-Actuator를 이용한 클러치 제어)

## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시험

## 기술용역 사례 (1)

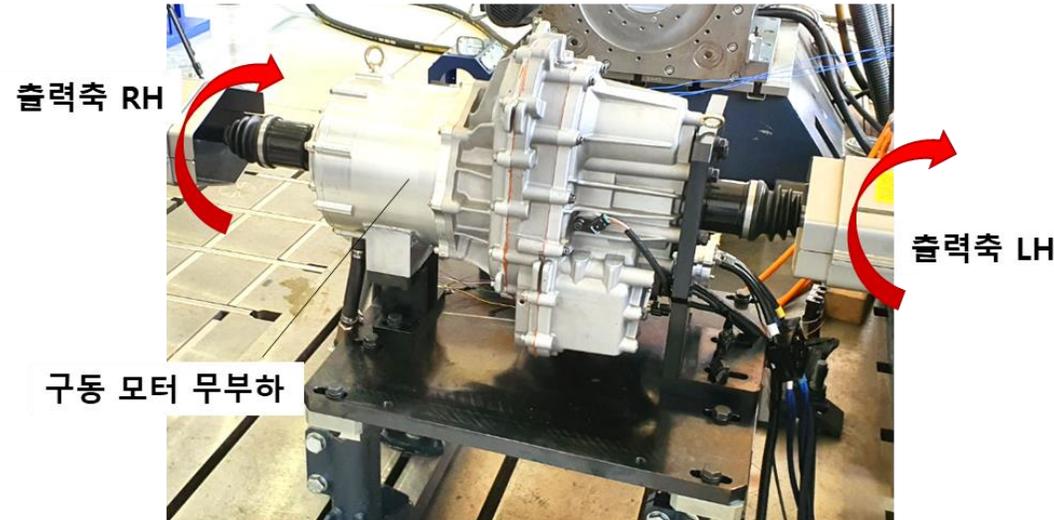
### ➤ Spin Test

#### ■ 일반 사항

- 변속기 출력축에 부하 없이 입력축 속도에 따른 토크 측정
- 한국자동차연구원의 Dynamometer 시험 장비를 이용하여 시험

#### ■ 시험 조건

- Half Shaft에 회전(50~200 rpm) 입력
- Half Shaft의 토크를 측정함
- 구동 모터는 무부하 조건으로 시험



< 무부하 구동 시험 장비 >

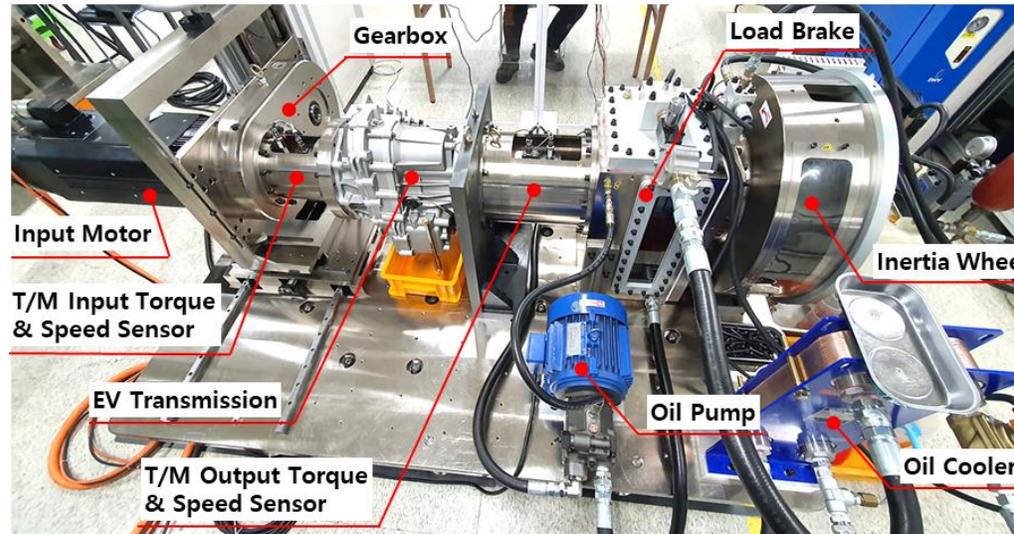
## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시험

## 기술용역 사례 (1)

### ➤ Efficiency Testing

#### ■ 일반 사항

- 구동 모터를 제외한 변속기 자체의 효율 측정
- 시험 장비는 씨스톤 테크놀로지스(주)의 EVT 다이نام모 시험기를 사용함
- 1단 및 2단에서 각각의 효율을 측정함



< EVT Dynamometer 사진 >

#### ■ Input Motor Spec.

- Rated torque : 150 Nm
- Rated power : 31.4 kW
- Rated speed : 2,000 rpm
- Max. torque : 375 Nm
- Max. power : 64.4 kW
- Max. speed : 7,500 rpm

#### ■ Inertia

- Tester inertia : 9.92 kg<sub>m</sub>-m<sup>2</sup>  
(with brake system inertia)

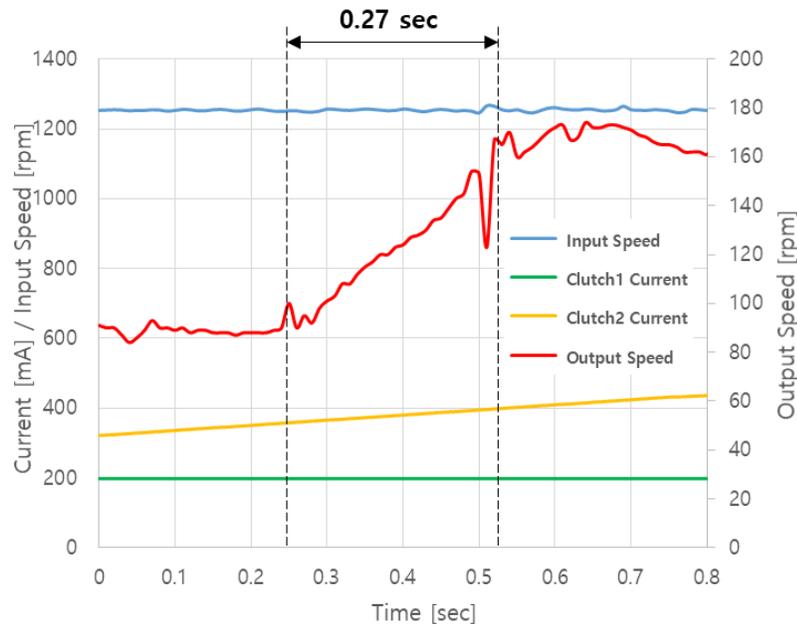
## ❖ EV용 2단 변속기 개발 (ERA) - 시험

## 기술용역 사례 (1)

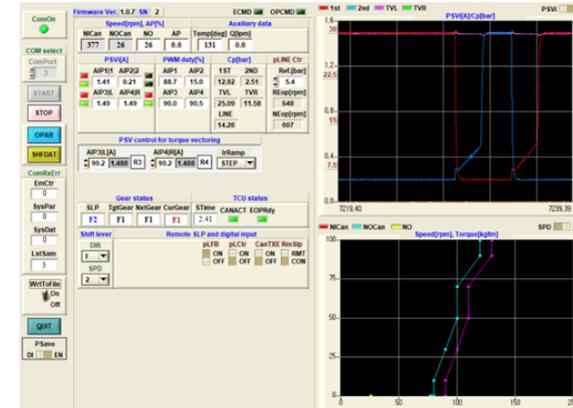
### ➤ Shifting Test

#### ■ 변속 시험 결과

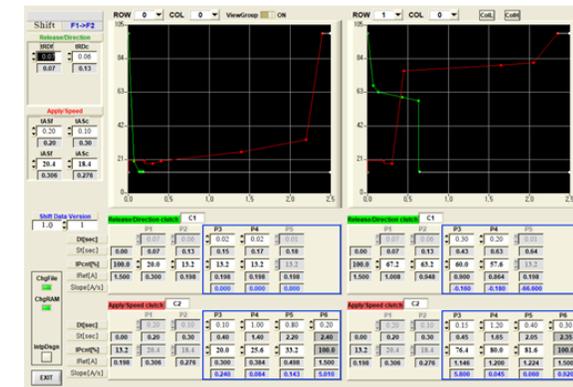
- 측정값 : 0.27 sec (목표 : 0.3 sec)



< 속도 측정 위치 >



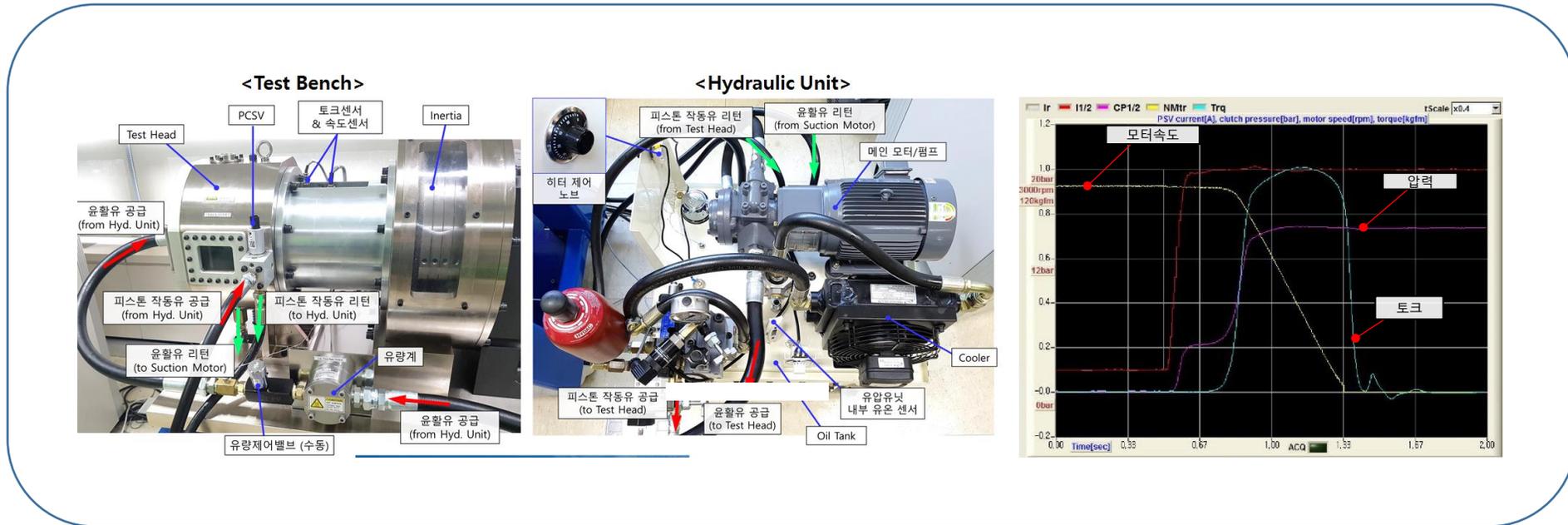
< RPM 및 압력 측정 그래프 >



< 변속 패턴 설정값 >

## 기술용역 사례 (2) - HMC

### ❖ HEV 6AT용 융합클러치 대상평가 [별첨 보고서 참조]



Clutch Test Set-up & Test Results

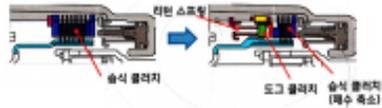
## ❖ HEV 6AT용 융합클러치 대상평가 (HMC)

## 기술용역 사례 (2)

### ▣ 시험 목적 및 용역 범위

#### 1. 시험 목적

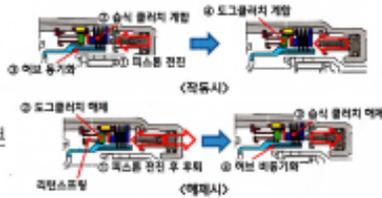
- HMC 개발 제품인 신 구조 클러치(융합클러치)의 성능을 시험하고자 함  
(융합클러치 적용으로 습식 클러치 매수 축소 및 구동 시 유압 미사용을 통한 변속기 전달 효율 개선이 기대됨)



< 기존 LR/B vs 융합클러치 적용 LR/B : HMC 제공 >

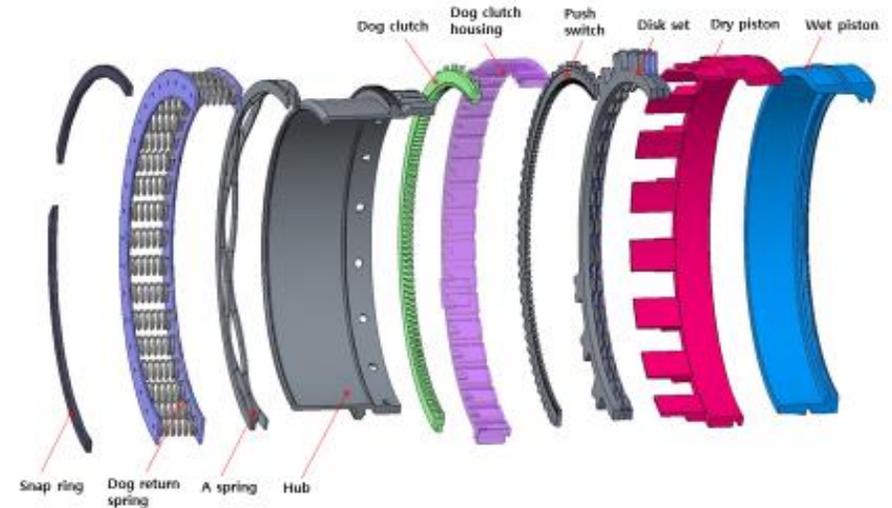
#### 2. 용역 범위

1. 시험조건 검토 및 시험코드 작성  
: 토크 전달 특성, 응답성, 제어성 평가에 적용
2. 시험 지그 설계 및 제작  
: 융합 클러치 장착 및 시험 진행을 위한 지그 설계/제작
3. 계측장비 및 제어시스템 구성  
: 압력, 토크, 응답시간 등의 계측, 유압 및 전자제어 시스템 세팅, 시험기 캘리 브레이션 수행
4. 토크 전달 특성 및 도그 클러치 변속 성능 시험  
: 토크 전달 특성, 응답성, 변속 성능 확인
5. 최종 보고서 작성



< 융합 클러치 작동 과정 : HMC 제공 >

### 1. 융합 클러치 구조



< 융합 클러치 3D 모델링 분해 방향 및 부품 명칭 >

# ❖ HEV 6AT용 융합클러치 대상평가 (HMC)

## 기술용역 사례 (2)

### 1. 융합 클러치 구조

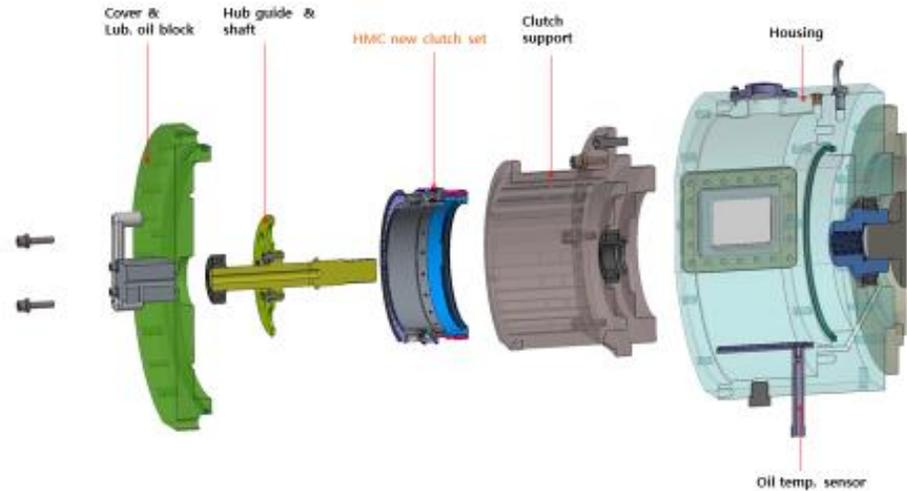


### 2. 시험 지그 레이아웃 도출



#### 2) 융합 클러치 작동 과정

No.	형상	내용
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 피스톤 해제</li> <li>- Disk set 해제 상태</li> <li>- Dog clutch 해제 상태 : A spring에 의해 Dog clutch 및 Push switch가 Dog clutch housing의 그루브를 따라 우측 Disk set 위치까지 이동한 상태</li> <li>- Dog clutch housing은 변속기 케이스에 의해 고정됨</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 피스톤 작동</li> <li>- Disk set 직결 상태</li> <li>- Dog clutch 사전 동기화 상태 1 : 작동 유압 공급으로 Dry piston이 Push switch 및 Dog clutch를 밀어 주어 Push switch와 Hub가 지결된 상태</li> <li>- Push switch 및 Hub는 Dog clutch housing을 통해 경방향으로 고정됨</li> </ul>



< 융합 클러치 성능 테스트 지그 전개도 >

# ❖ HEV 6AT용 융합클러치 대상평가 (HMC)

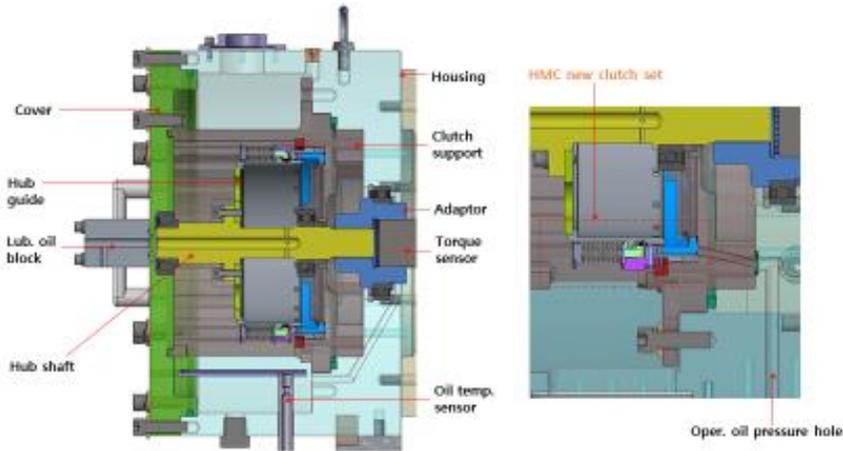
## 기술용역 사례 (2)

### 1. 테스트 지그 설계



#### 1) 융합 클러치 성능 테스트 지그 레이아웃

- 융합 클러치 장착성 및 시험 조건 고려하여 성능 테스트를 위한 지그 설계



< 융합 클러치 성능 테스트 지그 레이아웃 단면 >

### 2. 시험 지그 제작 및 조립



#### 3) 융합 클러치 시제품 및 시험 지그 조립

- 시험 진행을 위해 융합 클러치 시제품과 시험 지그 조립

1. Dry & Wet piston 조립	2. Spring & Snap ring 조립	3. Disk set 삽입	4. Dog clutch housing 삽입
 <p>Clutch support에 Dry &amp; Wet piston 조립</p>	 <p>Clutch support에 WP return spring &amp; Snap ring 조립</p>	 <p>Clutch support에 Disk set 삽입</p>	 <p>Clutch support에 Dog clutch housing &amp; Snap ring (SEA) 조립</p>
5. Push switch 삽입	6. Dog clutch 삽입	7. Hub shaft & Dog return spring 삽입	8. Snap ring 체결 및 Tester에 장착
 <p>Dog clutch housing에 Push switch 삽입</p>	 <p>Dog clutch housing에 Dog clutch 삽입</p>	 <p>Dog clutch housing에 Hub shaft &amp; Dog return spring 삽입</p>	 <p>Dog clutch housing에 Hub shaft &amp; Dog return spring 삽입</p>

< 융합 클러치 시험을 위한 조립 과정 >

## ❖ HEV 6AT용 융합클러치 대상평가 (HMC)

## 기술용역 사례 (2)

### 3. 제어 시스템 구성



#### 1) 융합 클러치 시험 제어 시스템

- C-Stone 보유 클러치 시험기 HW / SW를 활용하여 융합 클러치 테스트 진행
- 시험 가능 범위

온도 (°C)	40 ~ 85	토크 측정 범위 (kgf-m)	-100
윤활 유량 (LPM)	~24	회전 속도 (RPM)	-3,000
작동 유압 (bar)	~16	관성 (kgm-m <sup>2</sup> )	0.182, 0.535, 0.890, 1.245, 1.600, 1.955, 3.716

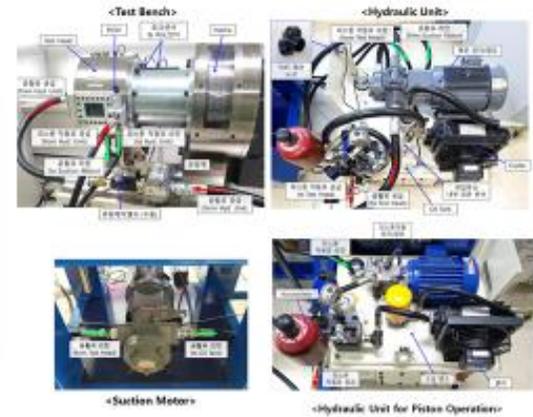
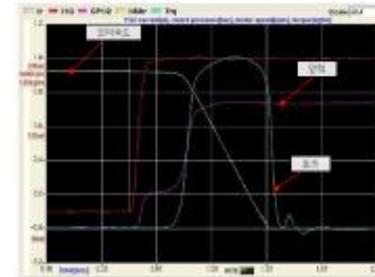


< C-Stone 클러치 성능 테스터 전체 모습 (좌) 및 컨트롤 박스 (우) >

### 3. 제어 시스템 구성



- 목표 회전 속도 이상 속도까지 Electric motor를 구동 시킨 후 구동을 해제하여 목표 회전 속도에 도달 했을시 피스톤을 작동시켜 토크를 발생시킴 (관성 정지 시험)



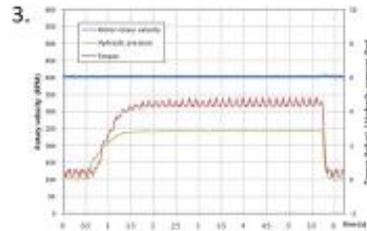
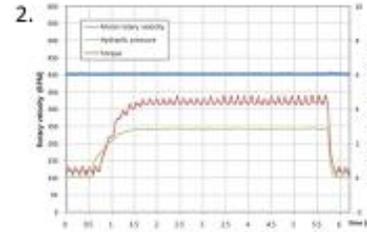
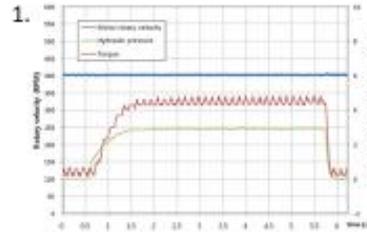
< C-Stone 클러치 성능 테스터 컨트롤 박스 GUI 예시(좌) 및 유압 제어 시스템(우) >

## 3. 시험 결과 (@ 400 RPM)



### 3) 작동압 3.0 bar 공급 조건 시험

- 작동압 공급에 따른 습식 클러치의 성능 확인 (해당 조건 3회 반복 시험)



No.	Max. Pressure (bar)	Max. Torque (kgf-m)
1	2.96	4.8
2	2.93	4.8
3	2.93	4.0
Avg.	2.94	4.8

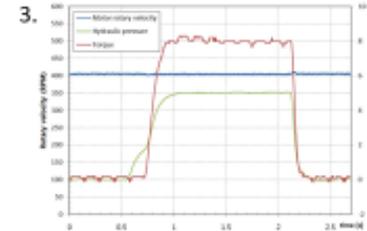
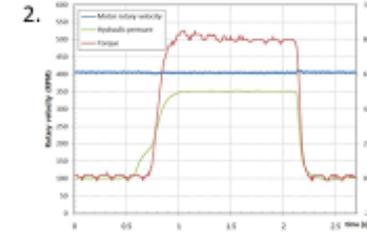
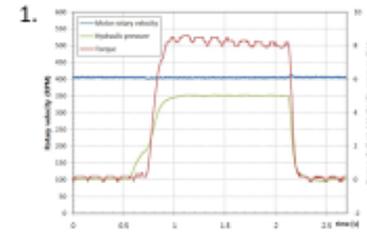
< 좌측 상단, 우측 상단, 좌측 하단 각각 시험 결과, 우측 하단 결과 종합 >

## 3. 습식 클러치 시험 (@ 400 RPM)



### 4) 작동압 5 bar 공급 조건 시험

- 작동압 공급에 따른 습식 클러치의 성능 확인 (해당 조건 3회 반복 시험)



No.	Max. Pressure (bar)	Max. Torque (kgf-m)
1	5.04	8.2
2	5.04	8.0
3	5.04	8.0
Avg.	5.04	8.1

< 좌측 상단, 우측 상단, 좌측 하단 각각 시험 결과, 우측 하단 결과 종합 >

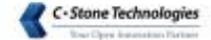
## ❖ HEV 6AT용 융합클러치 대상평가 (HMC)

## 기술용역 사례 (2)

### 4. 시험 결과 종합

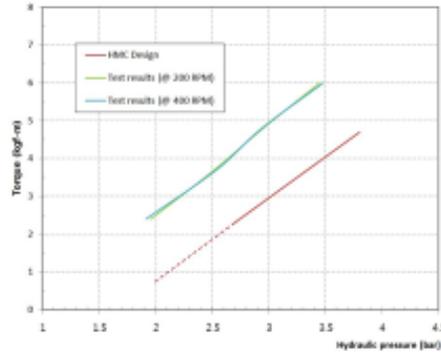


### ■ 융합 클러치 주요 부품 분해 및 상태 확인



#### 1) 시험 결과 (Torque - Hydraulic pressure)

- 200 RPM 및 400 RPM 조건, 동일한 작동압으로 성능 시험 비교 결과 거의 동일한 결과 (토크 및 동마찰계수 환산 결과)를 나타내는 것을 확인하였음

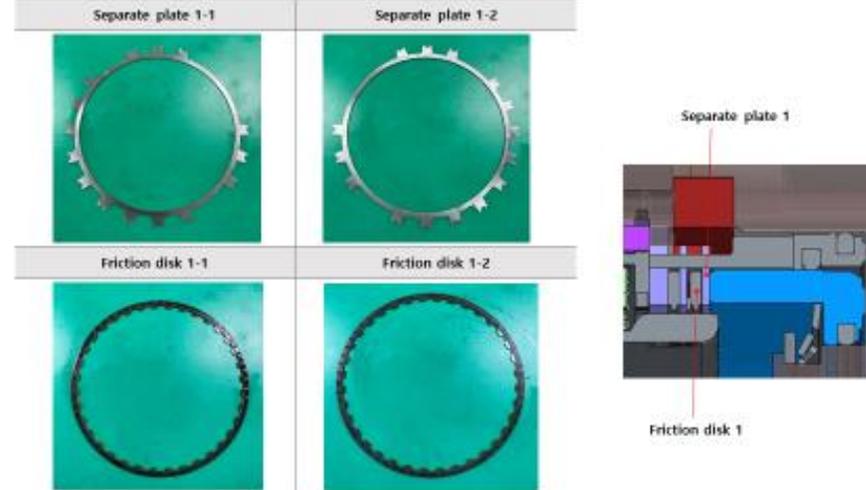


200 RPM	Hydraulic pressure (bar)	1.95	2.52	2.95	3.45
	Torque (kgf-m)	2.4	3.7	4.8	6
	Dynamic friction coefficient	0.568	0.270	0.228	0.203
400 RPM	Hydraulic pressure (bar)	1.92	2.54	2.94	3.48
	Torque (kgf-m)	2.4	3.7	4.8	6
	Dynamic friction coefficient	0.677	0.263	0.230	0.200

< 200 RPM 및 400 RPM, 2.0 ~ 3.5 bar 시험 결과 종합 그래프(좌) 및 RPM 조건별 작동압, 토크 및 결과에 따른 동마찰 계수 환산표(우) >

#### 1) 세퍼레이트 플레이트 1 및 마찰재 1

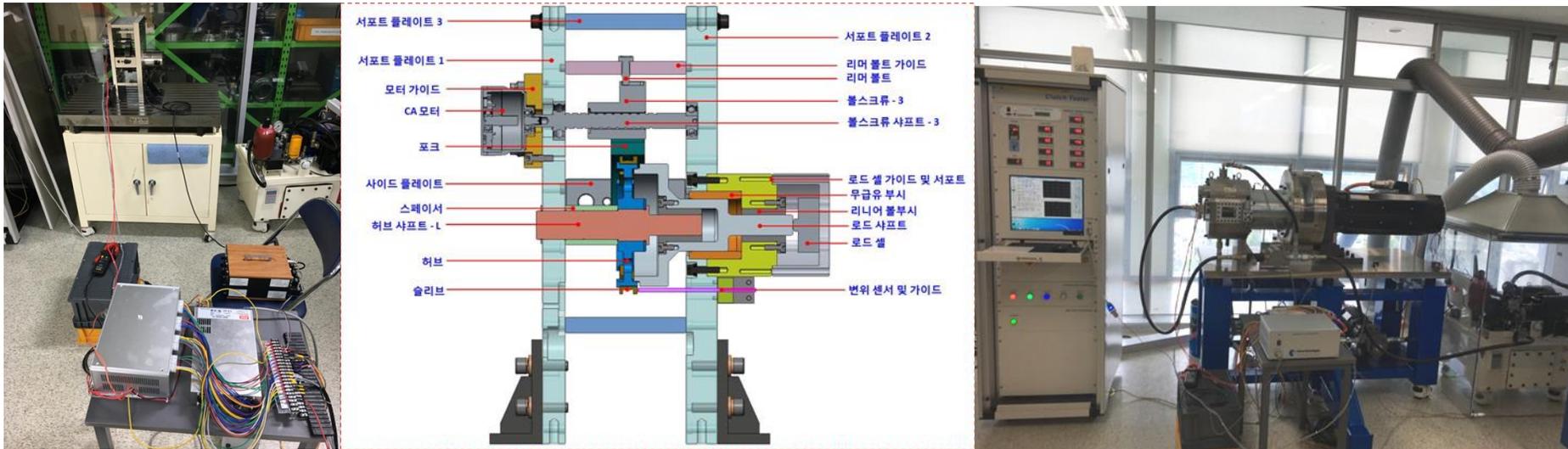
- 분해 결과 각 부품 양면 모두 이상 없음 확인



< Separate plate 1 (상), Friction disk 1 (하) 분해 영상 >

## 기술용역 사례 (3) - HMC

❖ EV TM 콘 클러치 전달토크 Data Base 구축 대상시험 [별첨 보고서 참조]



Actuator & Clutch Tester Set-up

# ❖ EV TM 콘 클러치 토크 Data Base 구축시험 (HMC)

## 기술용역 사례 (3)

### ▣ 콘 클러치 시험 항목

#### 1. 시험 목적

- HMC 전기차 2단 변속기의 콘 클러치(변속시 토크 인터럽트 방지)의 성능을 시험하고자 함

#### 2. 시험 항목 및 내용

##### - 전류-하중 시험

: 회전형 2 콘 클러치의 목표하중을 만족시키는 액추에이팅 모터 실속 전류 및 하중을 측정 (목표 하중 : 300N~2100N)

##### - 토크 시험

: 회전형 2, 펜타 타입 콘 클러치 전류-토크 측정 시험 진행 및 하중 테스트를 통해 얻은 목표하중에 대한 전류 값을 사용하여 온도/상대속도/회전관성 별 액추에이팅 모터의 실속 전류 및 토크 측정

##### - 드래그 토크 시험

: 드래그 토크 시험기를 사용하여 온도, 유량 및 상대속도에 대한 트리플/펜타 타입 콘 클러치의 드래그 토크 측정



< 콘 클러치 테스트 장면: HMC >

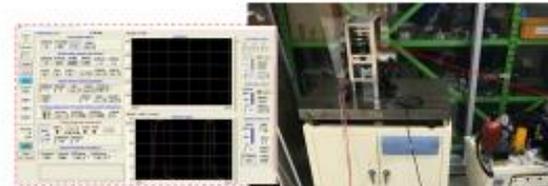


< 콘 클러치 샘플 (펜타 타입) >

### 1. 하중 시험기

#### 1) 하중 시험기 구성

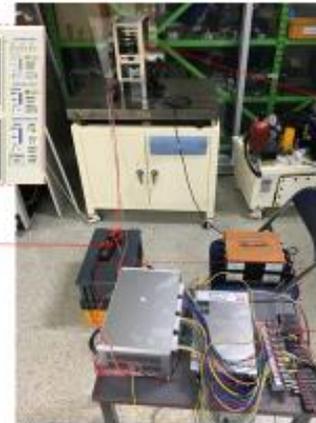
- 회전형 2 방식 콘 클러치의 하중 측정
- 목표 하중을 만족하는 실속 전류 측정 (HMC 제공 전류 측정기 사용)
- 전류 및 하중 측정 별도로 진행



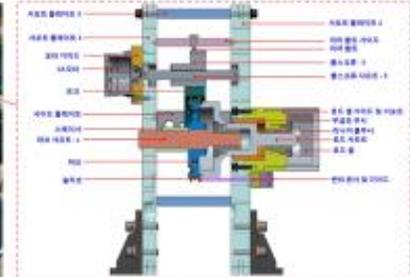
하중 테스트 제어 화면



전류 측정기 (HMC 제공)



< 하중 테스트 지그 및 제어 시스템 >



하중 테스트 단면

하중 시험 제어기 및 파워 서플라이

## ❖ EV TM 콘 클러치 토크 Data Base 구축시험 (HMC)

## 기술용역 사례 (3)

### 2. 전류-하중 시험 결과



### 2. 전류-하중 시험 결과

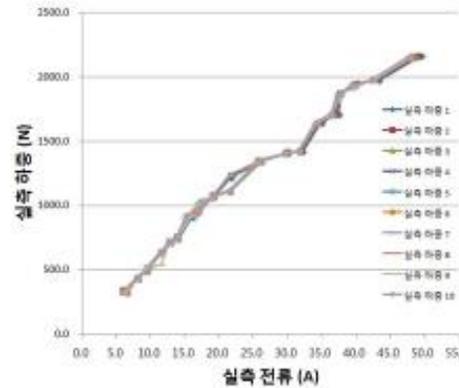


#### 3) 전류-하중 시험 결과 (최대값 기준)

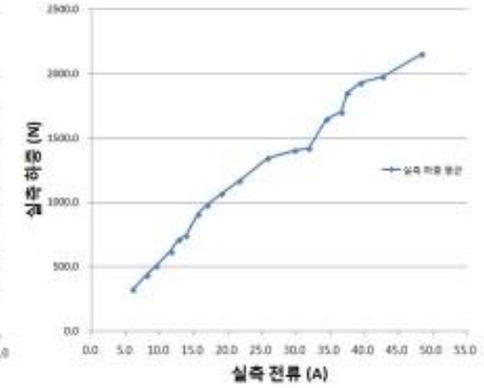
- 실측 전류 및 하중의 최대값 데이터 수집 (목표 하중별 10개)
- 목표 하중 : 300N~2100N (100N 단위)
- 전류 및 하중을 별도로 측정한 결과이지만 반복성 및 선형성을 찾을 수 있음  
(다음 페이지 그래프 참조)

하중 (N)	실측 전류 1	실측 하중 1	실측 전류 2	실측 하중 2	실측 전류 3	실측 하중 3	실측 전류 4	실측 하중 4	실측 전류 5	실측 하중 5	실측 전류 6	실측 하중 6	실측 전류 7	실측 하중 7	실측 전류 8	실측 하중 8	실측 전류 9	실측 하중 9	실측 전류 10	실측 하중 10		
300	8.1	319.7	8.2	319.4	8.2	317.4	8.1	318.2	8.2	318.1	8.2	317.2	8.2	318.2	8.1	318.1	8.2	317.2	8.2	317.1	8.1	318.1
400	8.1	400.0	8.1	402.1	8.2	400.5	8.2	400.1	8.1	417.4	8.1	401.1	8.2	402.5	8.2	403.7	8.2	403.2	8.2	403.1	8.1	403.1
500	8.2	500.4	8.4	514.7	8.3	496.2	8.3	518.1	8.3	513.2	8.3	513.2	8.3	507.9	8.4	513.8	8.2	498.2	8.3	498.2	8.3	513.8
600	12.7	600.2	12.8	603.2	12.8	600.2	12.7	601.8	12.8	601.2	12.8	600.2	12.8	600.4	12.7	600.2	12.7	600.2	12.7	600.2	12.7	600.2
700	18.0	713.8	17.9	713.8	17.8	713.8	17.7	702.1	17.7	700.1	17.8	713.8	17.7	713.8	17.7	713.8	17.7	713.8	17.7	713.8	17.7	713.8
800	18.0	788.8	17.8	793.8	17.8	792.7	17.9	794.1	17.8	788.1	17.8	788.1	17.8	788.1	17.7	788.1	17.7	788.1	17.7	788.1	17.7	788.1
900	18.0	873.2	17.8	882.1	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2	17.8	873.2
1000	17.4	1000.8	17.5	1011.4	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8	17.5	1000.8
1100	18.2	1107.8	18.1	1117.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8	18.1	1108.8
1200	21.7	1214.8	21.7	1214.8	21.7	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8	21.8	1214.8
1300	26.0	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7	25.8	1322.7
1400	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1	30.2	1430.1
1500	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4	35.2	1537.4
1600	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7	37.1	1644.7
1700	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0	37.1	1752.0
1800	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3	37.1	1859.3
1900	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6	37.1	1966.6
2000	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9	37.1	2073.9
2100	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2	37.1	2181.2

< 전류-하중 10회 실측 데이터(최대값) >



< 전류-하중 10회 실측(하) 및 평균(우) 그래프(최대값) >





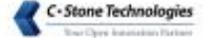
# ❖ EV TM 콘 클러치 토크 Data Base 구축시험 (HMC)

## 기술용역 사례 (3)

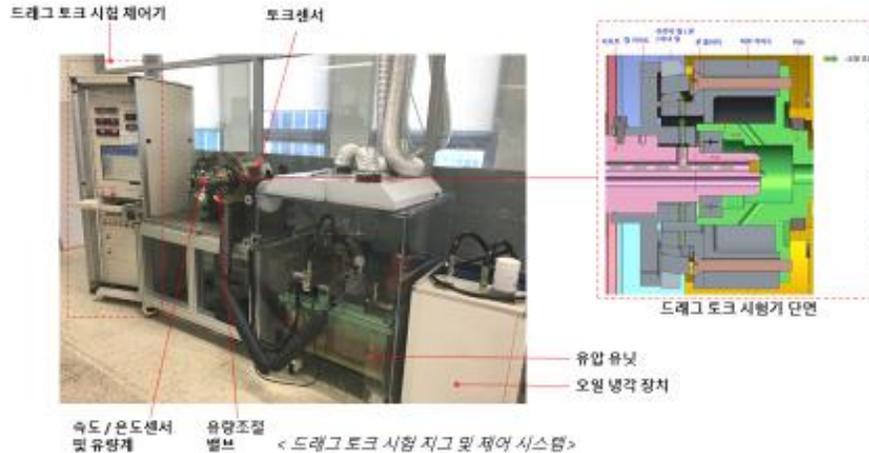
### 1. 드래그 토크 시험기



### 4. 드래그 토크 시험 결과 - 트리플 vs 펜타 타입

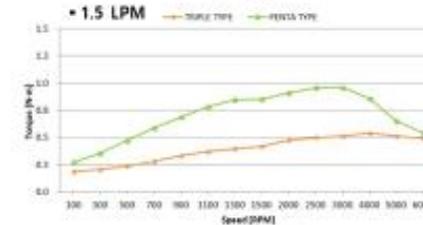
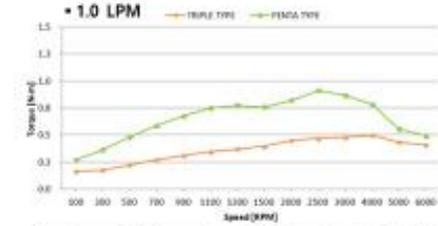
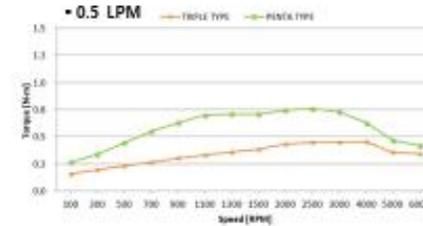


#### 1) 드래그 토크 시험기 구성



#### 1) 트리플 vs 펜타 타입 시험 결과(평균값) 비교 - @40°C

- 펜타 타입이 트리플 타입보다 드래그 토크 높게 측정됨 (가장 큰 차이는 1100~2500RPM에서 발생)
- 유량이 높을 수록, 온도는 낮을 수록 드래그 토크 높아지는 경향 (타입 별 그래프 경향은 유사함)



RPM	TRIPLE TYPE			PENTA TYPE			PENTA - TRIPLE TYPE	
	0.5LPM	1.0LPM	1.5LPM	0.5LPM	1.0LPM	1.5LPM	0.5LPM	1.5LPM
100	0.118	0.114	0.128	0.204	0.211	0.219	0.086	0.095
300	0.180	0.176	0.204	0.340	0.362	0.354	0.160	0.158
500	0.214	0.225	0.214	0.446	0.480	0.471	0.232	0.257
700	0.234	0.272	0.279	0.552	0.589	0.581	0.318	0.308
900	0.256	0.318	0.352	0.628	0.671	0.687	0.374	0.339
1100	0.252	0.344	0.389	0.702	0.749	0.762	0.450	0.410
1300	0.265	0.372	0.390	0.747	0.771	0.843	0.476	0.450
1500	0.289	0.390	0.423	0.725	0.791	0.812	0.423	0.418
1700	0.310	0.408	0.475	0.741	0.823	0.809	0.519	0.401
1900	0.340	0.420	0.490	0.714	0.800	0.811	0.460	0.401
2100	0.348	0.479	0.512	0.710	0.804	0.795	0.446	0.400
2300	0.358	0.490	0.509	0.628	0.780	0.811	0.422	0.303
2500	0.374	0.494	0.512	0.499	0.694	0.644	0.320	0.130
2700	0.342	0.489	0.490	0.416	0.481	0.540	0.169	0.050

< 유량 별 (0.5LPM, 1.0LPM, 1.5LPM) 시험 결과 그래프 및 데이터 >

## ❖ 습식 DCT 요소별 윤활유량 측정 [별첨 보고서 참조]



Test Jig Set-up

## ❖ 습식 DCT 요소별 윤활유량 측정 (HMC)

## 기술용역 사례 (4)

### II. 시험 장치 (1)

▣ WDCT 윤활유량 측정 시험 장치 (씨스톤 테크놀로지스)



그림 1. 습식 DCT 윤활유량 측정 시험 장치

### II. 시험 장치 (2)

▣ 시험 장치 #1 (듀얼 클러치 / 기어 트레인 분배유량 측정)

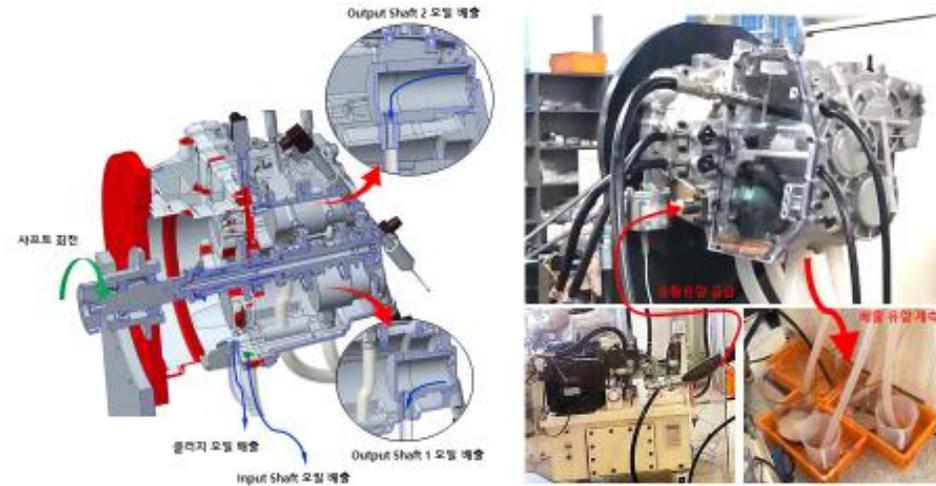


그림 2. 시험 장치 #1

## II. 시험 장치 (3)



■ 시험 장치 #2 (듀얼 클러치 Ass'y 주요 오일 공급부 분배유량 측정)

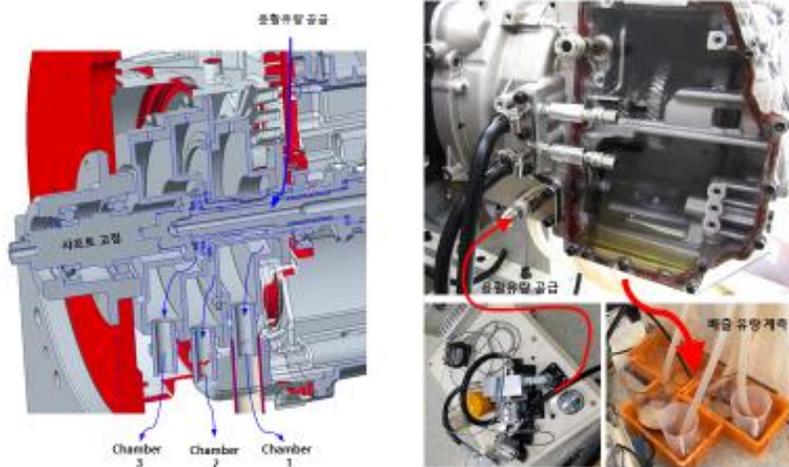


그림 3. 시험 장치 #2

C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

## II. 시험 장치 (4)



■ 시험 장치 #3 (기어 트레인 분배유량 측정)

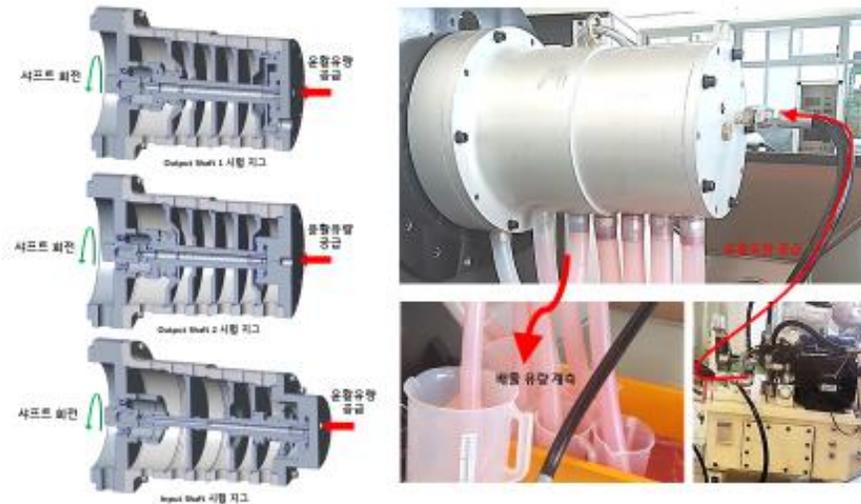


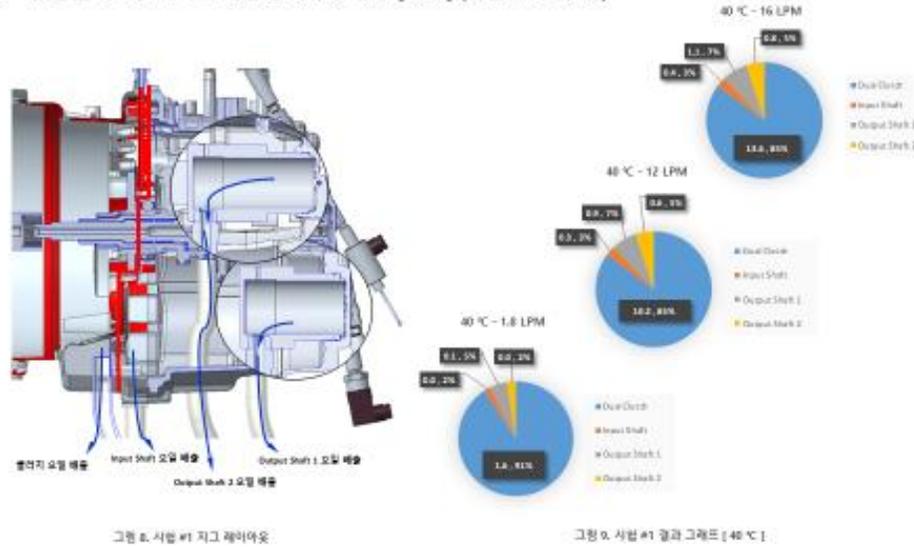
그림 4. 시험 장치 #3

6 / 107 C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

7 / 107

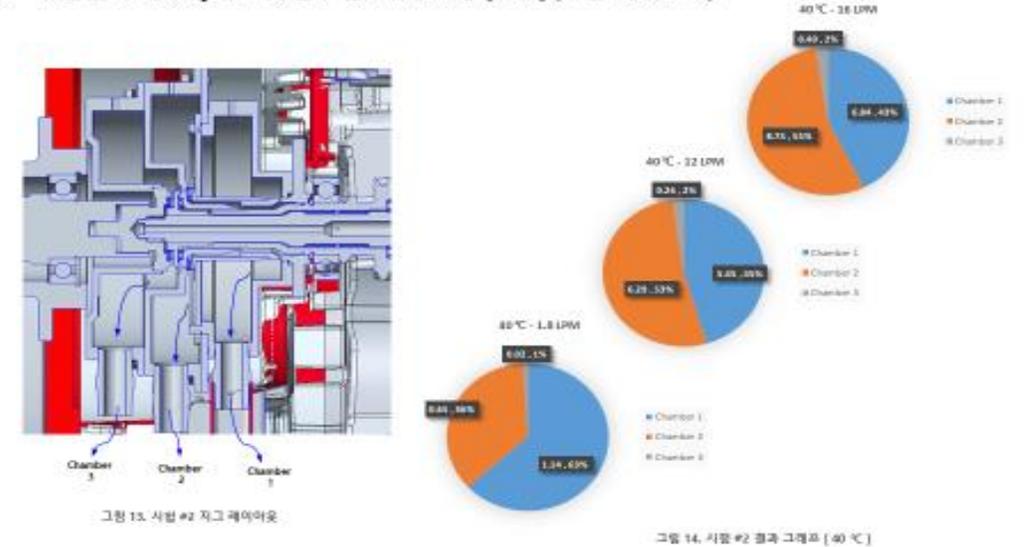
IV. 시험 결과 (1)

1. 듀얼 클러치 / 기어 트레인 분배유량 측정 [LPM] (시험 #1 : 40 °C)



IV. 시험 결과 (5)

2. 듀얼 클러치 Ass'y 주요 공급부 분배유량 측정 [LPM] (시험 #2 : 40 °C)



## IV. 시험 결과 (9)

### 3. 기어 트레인 분배유량 측정 [LPM] (시험 #3 - Output Shaft I : 40 °C)

☐ 시험 #1 결과에 따른 윤활유량 반영

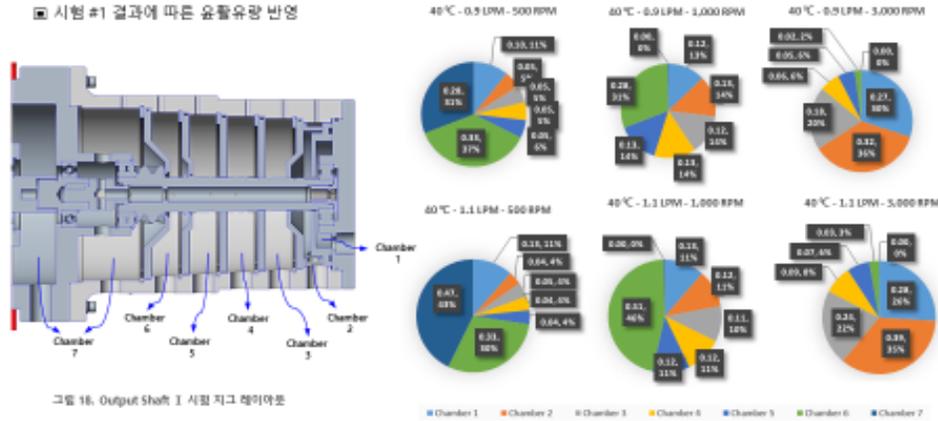


그림 18. Output Shaft I 시험 지그 레이아웃

그림 19. Output Shaft I 시험 결과 그래프 [ 40 °C ]

- 서프트의 회전수가 500 RPM일 경우 Chamber 7의 분배유량 비율이 매우 높지만, 1,000 RPM 이상에서는 분배유량 비율이 거의 없음
- 서프트의 회전이 빠른수록 Chamber 1의 분배유량 비율이 높아짐

## IV. 시험 결과 (16)

### 3. 기어 트레인 분배유량 측정 [LPM] / 시험 #3 - Output Shaft II (막대그래프)

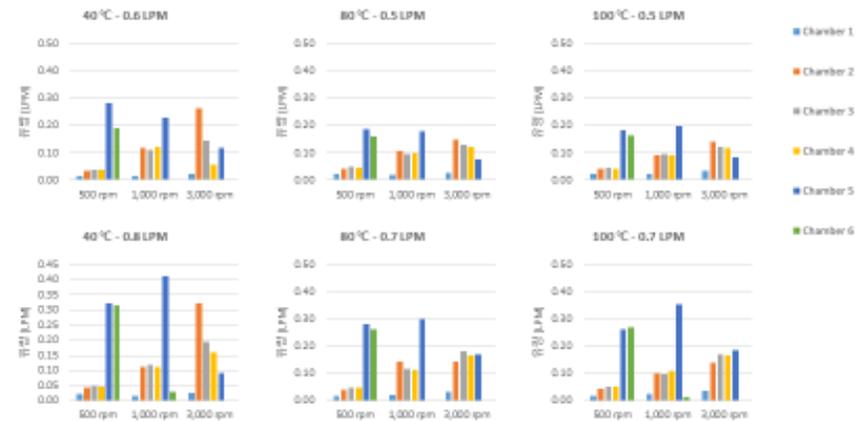


그림 27. Output Shaft II 시험 결과 - 막대 그래프

- 서프트의 회전이 빠른수록 Chamber 2, 3, 4의 윤활유량이 증가하는 경향을 보임
- 공급유량이 일정할 때, 80 °C와 100 °C에서의 분배유량 비율은 거의 비슷함 (40 °C는 공급 유량이 다름)

## V. 첨부 - 센서 캘리브레이션 (2)



### 3) 아날로그 압력 게이지 및 기준 압력 센서 사양

- a. 아날로그 압력 게이지
- 모델 : 9626926 / WIKA
  - 압력 범위 : 0 - 40 bar
  - 오차 범위 : ±1.6 %



아날로그 압력 게이지

- b. 기준 압력 센서
- 모델 : PTD / SENSYS
  - 압력 범위 : 0 - 40 bar
  - 오차 범위 : ±1.6 %

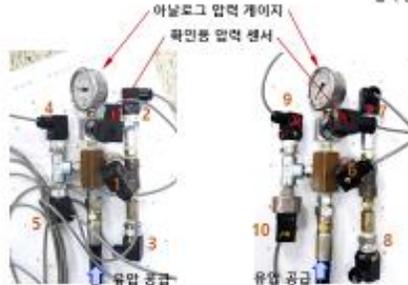


압력 센서 / 인디케이터

### 4) 시험 사진



유압 공급용 유압 유닛



압력 센서 및 유압 포스 연결

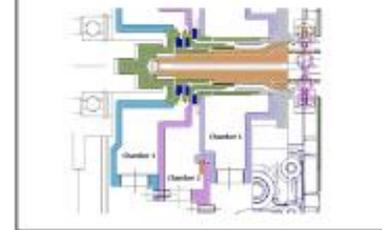
## V. 첨부 - 시험 결과 데이터 (7)



### • 시험 #2 [40 °C / 1.8, 12, 16 LPM]

Test Name : Flow Distribution of Chk1  
Test File Name : 20231104C\_01\_Flow\_Test\_075\_240-01.doc

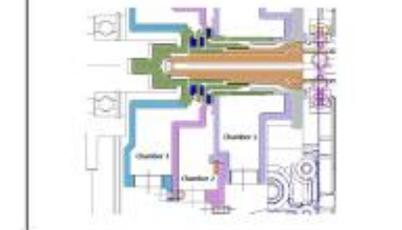
Temperature (°C)	Date			Inspector	Approved	
40	2023.11.04	2023.11.04	2023.11.04			
Order File No. Number	1	2	3			
Flow Rate (LPM)	1.8	12	16			
Water Temperature (°C)	40.7	40.7	40.8			
Inlet Pressure (bar)	1.1	1.4	1.1			
Measured Value of Flow (LPM)	Chamber 1	1.8	12.0	15.8	15.8	15.8
	Chamber 2	1.8	12.0	12.0	12.0	12.0
	Chamber 3	1.8	12.0	12.0	12.0	12.0



### • 시험 #2 [80 °C / 1.8, 12, 16 LPM]

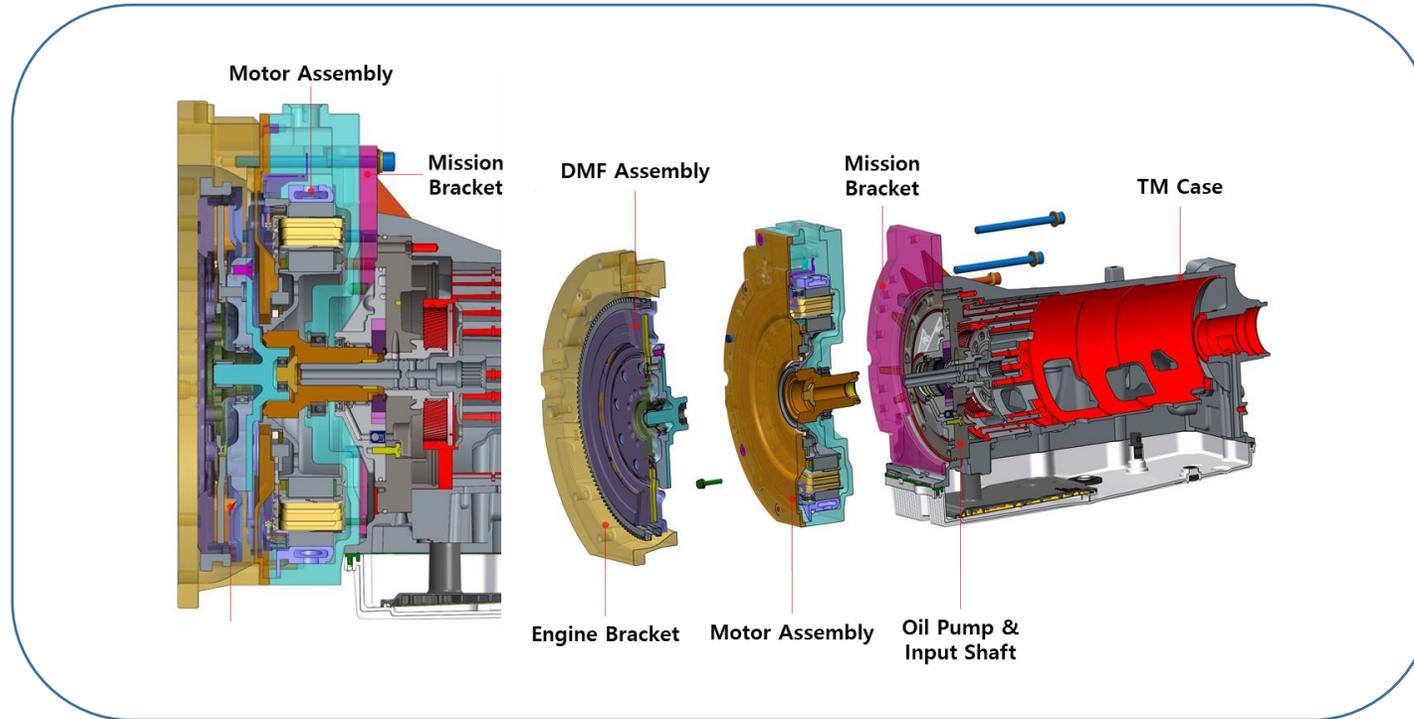
Test Name : Flow Distribution of Chk1  
Test File Name : 20231104C\_02\_Flow\_Test\_075\_240-01.doc

Temperature (°C)	Date			Inspector	Approved	
80	2023.11.04	2023.11.04	2023.11.04			
Order File No. Number	1	2	3			
Flow Rate (LPM)	1.8	12	16			
Water Temperature (°C)	80.1	80.1	80.0			
Inlet Pressure (bar)	1.2	1.5	1.1			
Measured Value of Flow (LPM)	Chamber 1	1.8	12.0	15.8	15.8	15.8
	Chamber 2	1.8	12.0	12.0	12.0	12.0
	Chamber 3	1.8	12.0	12.0	12.0	12.0



## 기술용역 사례 (5) - HMC

### ❖ 인휠 모터 4WD 시스템 HSG 개발 [별첨 보고서 참조]

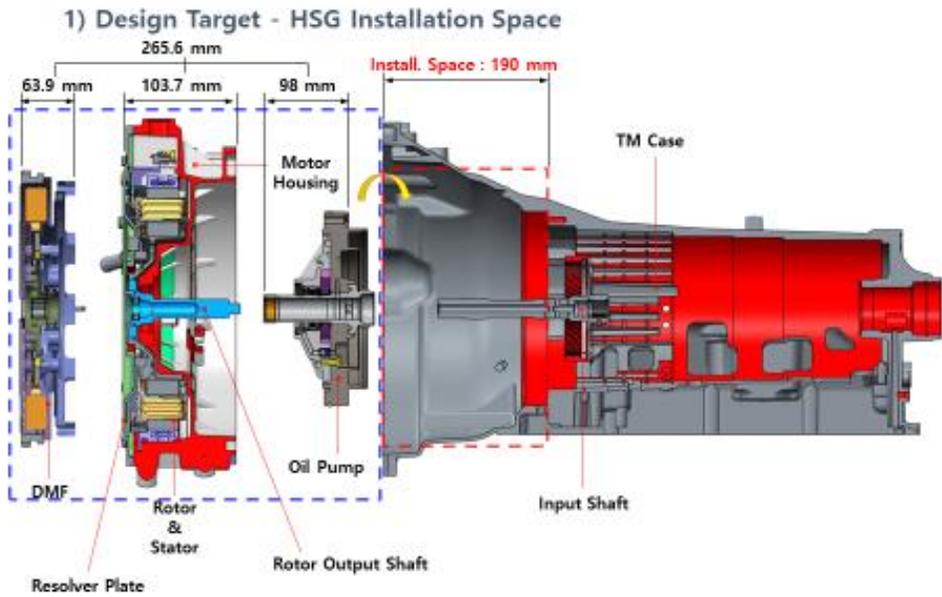


**HSG Cross Section**

# ❖ 인휠 모터 4WD 시스템 HSG 개발 (HMC)

# 기술용역 사례 (5)

## 2. HSG Concept



## 2. HSG Concept

### 2) HSG Layout - Concept Development

개선 사항

제어이웃 (1)

- Engine Bracket 추가
- DMF 용접 체결부 추가
- DMF 및 Resonance 방지용 Flexible Plate 및 Adapter 추가
- Resolver Plate 용접 방향 (R/L) 180도 회전
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Housing용 Motor Bracket으로 대체
- DMF 용접 방향 추가 변경
- Input Shaft 용접 방향 변경
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Cover 추가
- TM Case 용접 방향

제어이웃 (2)

- Engine Bracket 추가
- DMF 용접 체결부 추가
- DMF 및 Resonance 방지용 Flexible Plate 및 Adapter 추가
- Resolver Plate 용접 방향 (R/L) 180도 회전
- Rotor Output Shaft 용접 방향 변경
- Input Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Housing용 Motor Bracket으로 대체
- DMF 용접 방향 추가 변경
- Input Shaft 용접 방향 변경
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Cover 추가
- TM Case 용접 방향

개선 사항

제어이웃 (3)

- Engine Bracket 추가
- DMF Secondary Mass 용접 및 스프링 추가
- Resolver Plate 용접 방향 (R/L) 180도 회전
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Housing용 Motor Bracket으로 대체
- DMF 용접 방향 추가 변경
- Input Shaft 용접 방향 변경
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Cover 추가
- TM Case 용접 방향

개선 사항

제어이웃 (4)

- Engine Bracket 추가
- DMF Secondary Mass 용접 및 스프링 추가
- Resolver Plate 용접 방향 (R/L) 180도 회전
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Housing용 Motor Bracket으로 대체
- DMF 용접 방향 추가 변경
- Input Shaft 용접 방향 변경
- Rotor Output Shaft 용접 방향 Input Shaft와 일치
- Motor Cover 추가
- TM Case 용접 방향

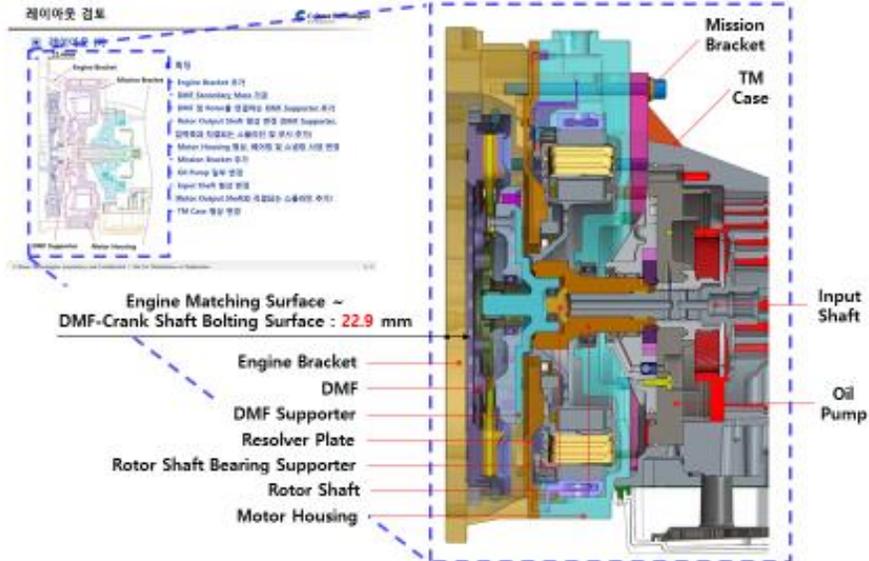
# ❖ 인휠 모터 4WD 시스템 HSG 개발 (HMC)

# 기술용역 사례 (5)

## 2. HSG Concept



### 2) HSG Layout - Layout Decision & Optimization



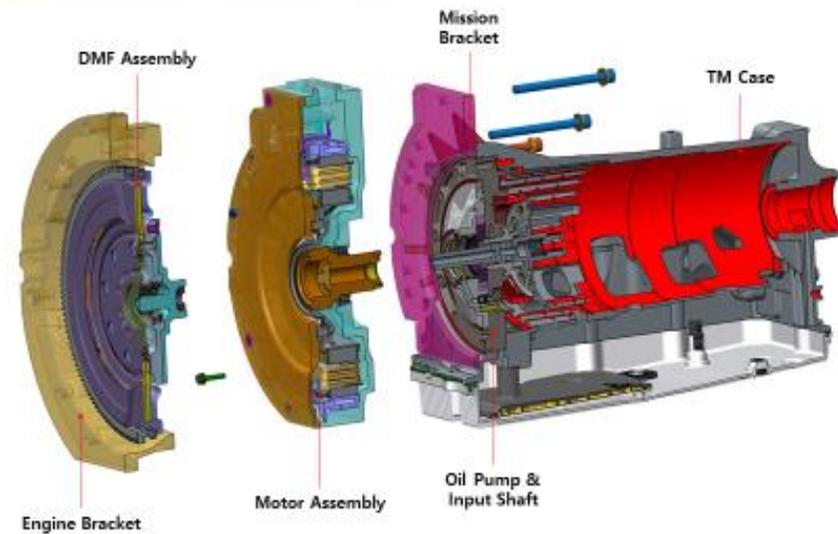
C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

10 / 70

## 2. HSG Concept



### 2) HSG Layout - Exploded View



C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

11 / 70

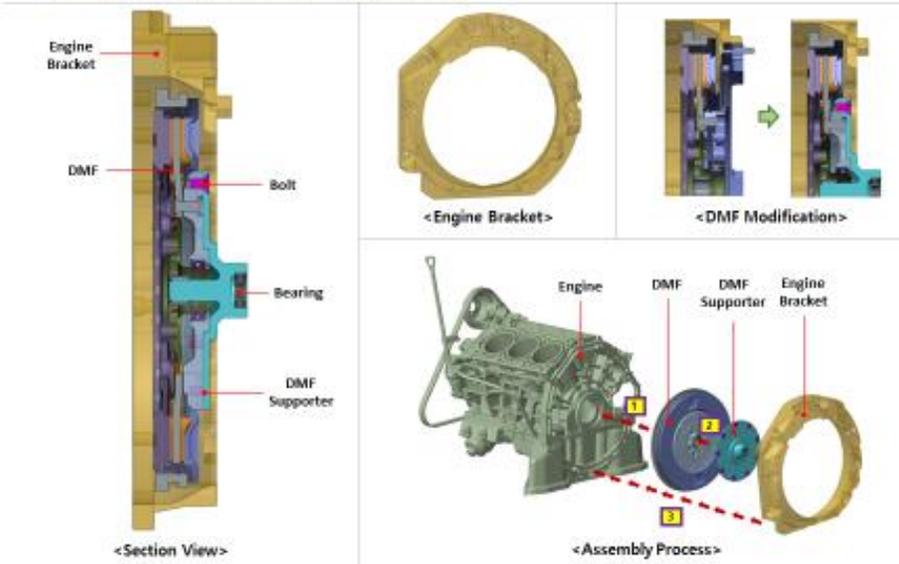
## ❖ 인휠 모터 4WD 시스템 HSG 개발 (HMC)

## 기술용역 사례 (5)

### 3. Structure of HSG



#### 2) Engine Bracket & DMF Assembly



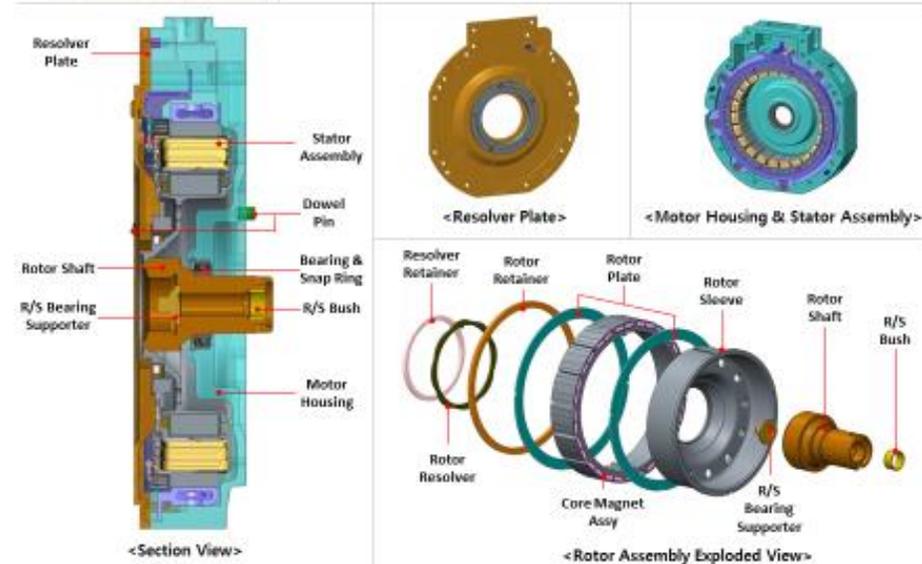
C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

13 / 70

### 3. Structure of HSG



#### 3) Motor Assembly



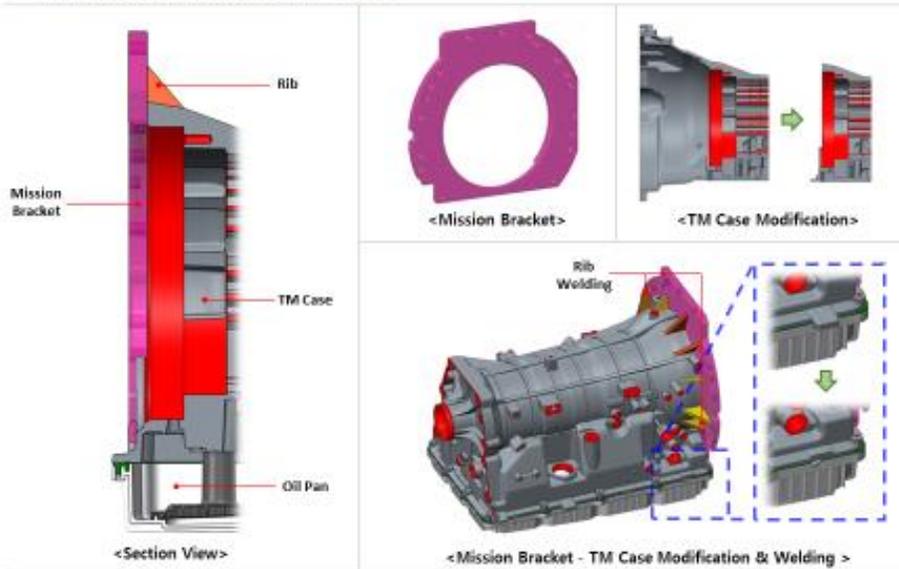
C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

15 / 70

### 3. Structure of HSG



#### 4) Mission Bracket & TM Case



C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

17 / 70

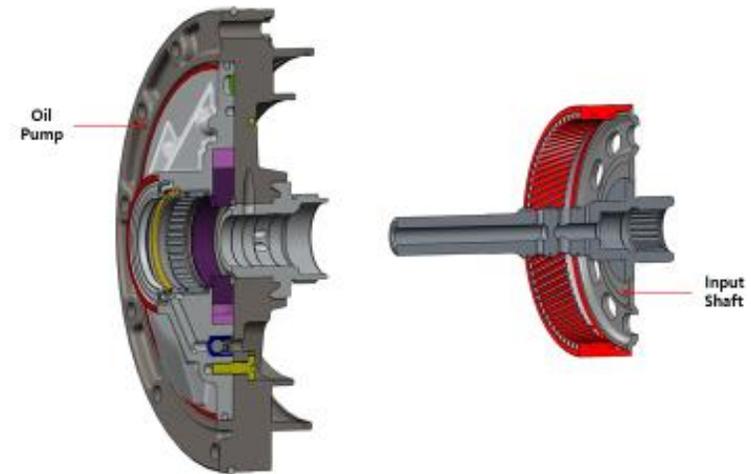
C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

27 / 70

### 1. Structure of HSG Prototype



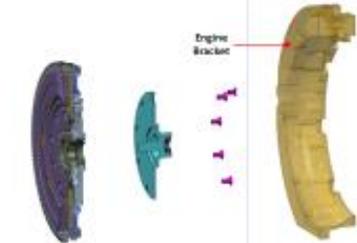
#### 1) Structure of HSG - Input Shaft & Oil Pump Exploded View



## 2. HSG Components



### 1) Engine Bracket & DMF Assembly - Engine Bracket



**Characteristics**

**1. Engine Bracket**

- O.D. :  $\Phi 445$  , I.D. :  $\Phi 308$  , Width : 66.6 mm
- Material : S45C

**Shape**



< Front >

< Back >

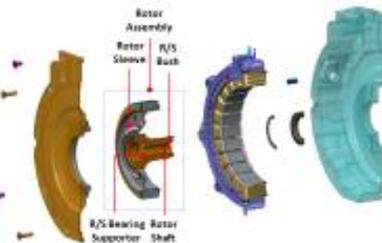
C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

29 / 70

## 2. HSG Components



### 2) Motor Assembly - Rotor Assembly



**Characteristics**

**1. Rotor Shaft Assembly**

- O.D. :  $\Phi 71$  , Length : 99.1 mm
- Material : Rotor Shaft, R/S Bearing Supporter - SCr420HB, R/S Bush - P-Bronze

**2. Rotor Assembly**

- Rotor Sleeve & Rotor Shaft Assembly
- EB Welding & Machining & Press Fitting

**Shape**



< Rotor Shaft >

< R/S Bush >

< R/S Bearing Supporter >

< Rotor Assembly >

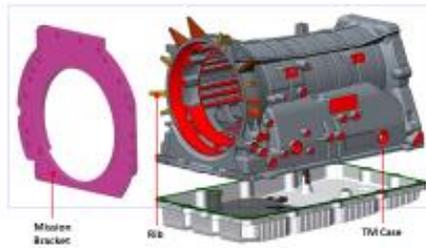
C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

31 / 70

## 2. HSG Components



### 3) Mission Bracket & TM Case - Mission Bracket & Rib & TM Case



#### Characteristics

1. Mission Bracket
  - O.D. :  $\Phi 364$  , I.D. : 228.1 mm , Width : 14.3 mm
  - Material : AL6061
2. Rib
  - Material : AL6061

#### Shape



<Front>

Closed Oil Circuit



<Ribs & Welding>

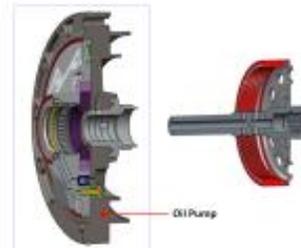


<Dowel Pin (TM Case-Mission Bracket)>

## 2. HSG Components



### 4) Input Shaft & Oil Pump - Oil Pump



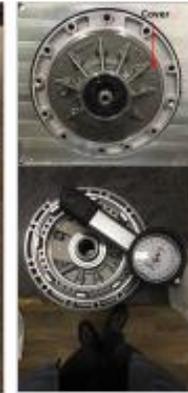
#### Characteristics

1. Oil Pump Modification
  - O.D. :  $\Phi 225.2$  , I.D. : 24 mm , Length : 128 mm
  - Oil Pump Processing
  - Material : ADC 10 or 12

#### Shape



<Reaction Shaft Machining>



<Cover & Bolting>

### 3. HSG Assembly



#### 1) Assembling Procedure

##### 1. Transmission & Oil Pump & Motor Assembly



• HSG Transmission



• Insert Oil Pump & Tighten up the Bolts & Apply Sealant



• By using Dowel Pins, Assemble Motor Housing & TM Case



• Tighten up the Bolts



• Tighten up the Bolts



Completion

### 3. HSG Assembly



#### 1) Assembling Procedure

##### 2. DMF & DMF Supporter



• DMF



• Fit DMF Supporter on the DMF



• Check direction sign



• Tighten up the Bolts



Completion - Front



Completion - Back

## 3. HSG Assembly



### 2) Assembly

#### 1. Engine Bracket & DMF Assembly & TM-Motor Assembly



#### 2. Vehicle Test

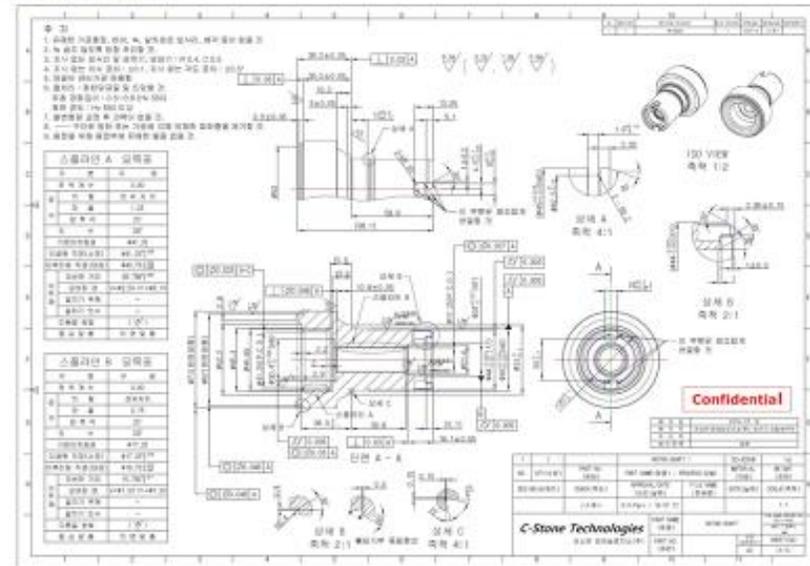


C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

## 4. Drawing



### 6) Rotor Shaft



39 / 70 C-Stone Technologies proprietary and Confidential | Not for Distribution or Duplication

48 / 70

**Confidential**

# Thank you

Your Open Innovation Partner



***C-Stone Technologies***

Your Open Innovation Partner