

로봇용 감속기 비틀림 성능평가 시스템 제작사양서

2021년 01월



한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

제 작 사 양 서

1. 개요

본 시험장비 제작사양서는 「로봇용 정밀 감속기의 비틀림 hysteresis 측정을 위한 전용 장비」로, 하모닉 감속기와 RV 감속기 등과 같이 입, 출력축이 동일 선상인 감속기를 시험 대상으로 한다. 또한, 기타 정밀 유성감속기, Cyclo 감속기 등 동일 선상의 축을 갖는 정밀감속기의 비틀림 강성 시험 및 시험인증에 활용 가능하며, Backlash, Lost motion, Hysteresis loss 등을 정밀하고, 효율적으로 측정하기 위한 시험장비의 제작을 위함이다.

2. 제작 목적 및 범위

가. 제작 목적

: 로봇용 감속기 규격인 KS B 7300(로봇용 고정밀 감속기 성능 시험방법)을 적용하여 로봇용 감속기의 비틀림 hysteresis loop를 이용한 backlash, lost motion, hysteresis loss 측정 및 분석

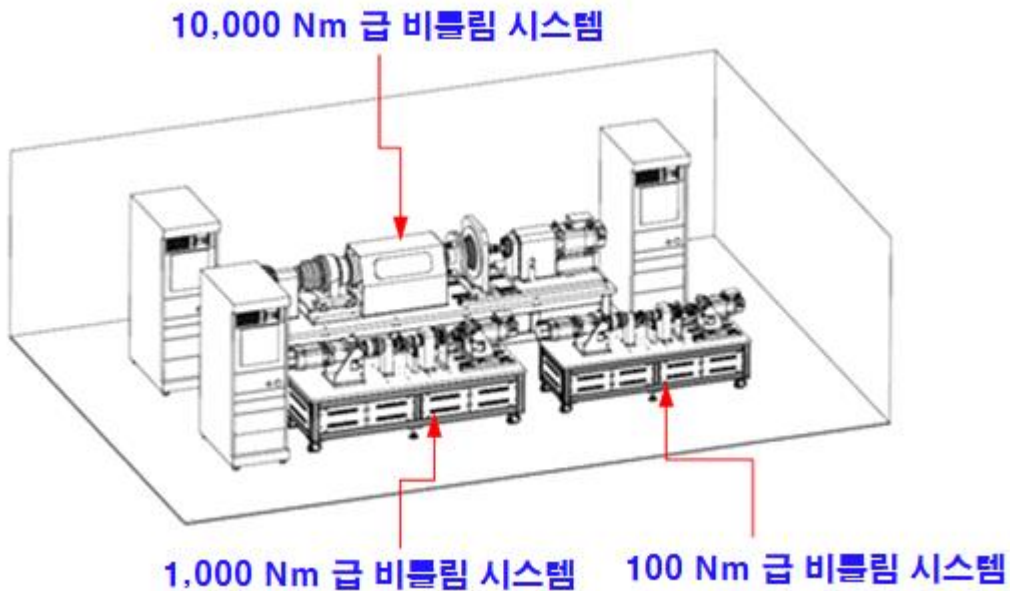
- 하모닉 감속기의 스프링 정수 및 비틀림 각 측정
- 로봇용 RV 감속기 비틀림 성능 시험 및 성능인증
- 기타 정밀 유성감속기, Cyclo 감속기 등의 비틀림 성능측정
- 국내 정밀감속기 복합 성능시험장비와의 비틀림 성능 비교 검증에 활용

1) 장비의 성능

- 안전성 : 중량 또는 비교적 큰 토크를 측정하는 시험을 수행하는 장비인 만큼 사용자의 안전을 확보
- 재현성 : 정밀한 감속기의 미소 비틀림각 및 토크를 측정하므로 신뢰성 확보를 위해 반복 재현성 필요
- 정확성 : 제작사양서에 명시된 해당 KS 규격에 따른 시험법에 부합하여 정확성을 확보

나. 범위

1) 제작품 구성



비틀림 성능평가 시스템은 로봇용 감속기의 비틀림 성능을 평가하기 위해 감속기의 크기 및 용량에 따라 총 3개의 장비로 이루어지며, 각 장비는 기계시스템과 컨트롤러 제어반으로 구성된다.

- 10,000 Nm 급 비틀림 시스템 : 대형 감속기 시험용
(감속기 정격 출력토크 : 1,000 ~ 10,000 Nm)
- 1,000 Nm 급 비틀림 시스템 : 중형 감속기 시험용
(감속기 정격 출력토크 : 100 ~ 1,000 Nm)
- 100 Nm 급 비틀림 시스템 : 소형 감속기 시험용
(감속기 정격 출력토크 : 0 ~ 100 Nm)

2) 구성품별 설명

- 기구부 : 소형, 중형, 대형의 각 로봇용 감속기 비틀림 측정을 위해 기구부의 충분한 강성과 비틀림 토크 전달이 가능해야 한다.
- 센서부 : 정밀한 토크, 비틀림 각도의 측정 및 데이터의 저장이 가능해야 한다.

- 제어부 : 감속기 별 정밀한 hysteresis loop 제어가 가능해야 한다.
- 소프트웨어 : 자동화 시험장비의 조정 및 결과 값을 출력하고, 사용에 편리해야 한다.
- 시험용 Jig 및 Accessary : 시험장비 성능확인에 필요한 감속기 종류별 필요 Jig 및 부속품 류

3. 세부 제작 사양

가. 기계 메커니즘

- 1) 각 기계 메커니즘의 이동부는 LM 가이드를 적용할 것.
- 2) 토크센서 및 엔코더 센서는 검교정을 위해 탈부착 및 교체가 가능하도록 할 것.
- 3) 동력 입력 축(모터 축)과 출력 엔코더 중심의 동심도 2/100 mm 이내 일 것.
- 4) 시험지그 또는 시료 교체 시 위 3) 항의 조건에 부합하도록 구성할 것.
- 5) 기계적 안전을 최소 2 이상 적용(정격토크 200% 시험 시 센서값에 영향이 없도록 충분한 강성을 확보할 것)
 - 100 Nm 급 비틀림 시스템
 - 정격 출력 토크 100 Nm 이하의 정밀 감속기 비틀림 성능 측정
: 하모닉 감속기 유니트 type & 컴포넌트 type, RV 감속기
 - 1,000 Nm 급 비틀림 시스템
 - 정격 출력 토크 1,000 Nm 이하의 정밀 감속기 비틀림 성능 측정
: 하모닉 감속기 유니트 type & 컴포넌트 type, RV 감속기
 - 10,000 Nm 급 비틀림 시스템
 - 정격 출력 토크 100 Nm 이하의 정밀 감속기 비틀림 성능 측정
: RV 감속기(E, N, C series), RDS 감속기
- 6) 충분한 토크 전달을 위해 출력 기어박스 사용가능. 단, 기어박스 적용 시 소

형의 정밀 감속기(로봇용)를 사용할 것.

나. 센서 및 제어부

1) 토크 센서 사양

- Capacity :
 - Torque range : 200 Nm (100 Nm 급 시스템-1 set),
2,000 Nm (1,000 Nm 급 시스템-1 set),
10,000 Nm (10,000 Nm 급 시스템-1 set)
 - 각 세트는 rotor, stator, cable, indicator 포함
- Accuracy class : 0.02% 이하
- Linearity deviation w/hysteresis : 0.02% 이하
 - 0~20% : 0.015% 이하
 - 20~60% : 0.015% 이하
 - 80~100% : 0.020% 이하
- EMC (EN 61326-1) : Class A
- Measurement frequency (-3 dB) : 5 kHz 이상
- Bending limit moment :
 - 200 Nm 급 : 100 Nm 이상
 - 2,000 Nm 급 : 500 Nm 이상
 - 10,000 Nm 급 : 1,000 Nm 이상
- Connect type : 비접촉 Flange type
- Speed detection : 10,000 rpm 이상
- Balance quality level (ISO 1940) : G2.5 이하

2) 각도 엔코더(3 set)

- Type : Absolute rotary encoder
- System accuracy : ± 1 arc.sec 이하
- Line count : 32,000 이상

3) 각 이 물림 상태에서 Hysteresis loop 반복 횟수 선택 가능할 것.

4) 측정 위치 및 방법 : 모든 기어물림 상태 측정 / 일정 각도별 측정 선택 가능 할 것.

- 측정한 데이터 자동 분석 (Average, MAX, MIN, Median)

5) 제어반(3 set)

- 구성 : main computer, controller unit, 24" monitor, operating panel
- 센서(토크메터, 엔코더) 전용 이디케이터 포함
- DAQ & PC : Win 10(64 bit) 지원

통신 지원 (전기모터, 토크메터, 엔코더 등)

6) Data 취득 및 분석

- 각 시험장비의 측정 data 출력 및 분석을 위한 휴대용 컴퓨터 및 프로그램 제공할 것.

7) 입, 출력 서보모터(3 set) :

- 입력(위치 제어, 서보모터 엔코더 분해능 Absolute 20 bit 이상)
- 출력(토크 제어-제어 정밀도 정격토크 $\pm 1\%$ 이내)

다. 소프트웨어

- Interface : window 기반의 multi-tasking 가능한 GUI 적용
- 데이터 분석용(Graph 출력) 프로그램 제공
- 비틀림 Hysteresis loop를 이용한 Torsional rigidity, Backlash(hysteresis loss), Lost motion 등 출력
- 응답성이 높고 확장이 가능한 모터 드라이버 통신 제어
- 노이즈에 강하고 빠른 샘플링 데이터 취득
- 시험장비 및 시료 보호를 위한 비상정지 적용

라. 시험용 Jig 및 Accessories

○ 각 비틀림 시스템의 성능확인을 위한 감속기 리스트

=> 시험에 필요한 Jig 및 Accessary 제작, 공급

종 류		감속기 형번
하모닉 감속기		CSG-14-50-2A-R-SPK1892
		CSF-17-50-2A-R-SPK0483
		SHF-17-50-2UH
		CSF-17-80-2A-R-SPK1893
		SHG-17-100-2UH
		SHG-20-50-2SO
		SHF20-50-2UH
		SHF-20-50-2SH-SPK1895
		CSG-20-50-2A
		SHG-20-80-2SH
		CSF-20-80
		SHG-25-50-2UH
		CSG-25-80-2A-GR-SPK1919
		SHG-25-80-2SO
		SHG-25-100-2UH
		SHF25-80 UH
		SHG-32-50-2SH-SPK1914
		CSG-32-80-2A-GR-SPK1915
		SHG-40-100-2UH
RV 감속기	N series	RV-25N-137
		RV-42N-141
		RV-60N-145.61
		RV-80N-66
		RV-100N-81
		RV-100N-53.3
		RV-500N-222

		RV-700N
	E series	RV-25E-121
		RV-50E-121
		RV-50E-153
		RV-140E-127.66
		RV-140E-175.28
	CA	RV-320CA-210
RDS 감속기	RDS	RDS-027C-184-G1-ZZ-ZZ
		RDS-020E-161-G1-CC-1E
		RDS-50C
		RDS-100C
		RDS-200C
		RDS-80E
		RDS-160E
		RDS-320E

4. 장비제작 제한 및 수행조건

장비 제작자는 정밀 감속기의 특성 및 시험방법에 대한 지식을 충분히 갖춘 자로 한한다.

- 1) 장비 제작자는 계약체결 후 즉시 제작에 착수하여야 하며 계약체결 후 1개월 이내에 세부 제작도면을 포함한 제작 계획 및 일정 등 제반서류를 제출하여 승인을 득한 후 제작하여야 한다. 필요 시 발주자는 작업의 진행과 품질을 감독한다.
- 2) 장비 제작자는 로봇용 감속기 비틀림 성능 평가 시스템 제작과 관련하여 사업목적, 사양, 성능 등을 충분히 이해하고, 장비의 안전성과 시험결과의 정확성, 재현성 등 발주기관이 의도하는 목적 및 방향에 맞게 기획, 설계 및 제작하여야 한다.

- 3) 장비제작 중 발주기관이 인정하는 부득이한 사유로 인해 당초공정대로 수행이 어려운 경우에는 발주기관의 사전승인을 얻어 제작기간 등을 연장하거나 조정할 수 있다.
- 4) 장비 제작자가 제출한 성과품이 장비 제작사양서에 명시된 규격에 미달된다고 발주기관이 판단하여 추가 보완을 요구할 경우, 장비 제작자는 납득할 만한 자료를 보완하여 제출하여야 하며, 이에 소요되는 모든 비용은 장비 제작자가 부담한다.
- 5) 장비제작 결과, 장비 제작사양서와 성능의 차이가 있을 경우 제작금액의 조정 및 대금지급을 일부 유보할 수 있다.
- 6) 장비제작 수행으로 인하여 장비제작자가 제 3자에게 피해를 주었을 경우 장비제작자가 책임지고 해결·보상하여야 한다.

5. 제작 시 고려사항

1) 일반 사항

본 장비는 본 제작사양서에 따라 승인된 도면의 요건에 따라 제작 및 조립되어야 하며 장비의 설계 및 제작에 필요한 모든 사항은 업체에서 단독으로 결정하여 시행할 수 없다. 반드시 발주자와 협의를 한 후 회의록을 작성하며 결정된 사항에 따라 시행하여야 한다.

2) 시방 규정 및 표준규격

모든 규정, 규격 및 시방은 장비의 Layout, Design, 제작, 검사, 설치 및 시운전의 전 과정 동안에 준수되어야 한다.

3) Layout

공급자는 발주자가 승인한 Layout에 따라 장비를 제작하여야 하며 검사 및 유지보수가 용이하도록 충분히 고려하여 설계 및 제작하여야 한다.

4) 제작

공급자의 공장에서 제작된 장비를 완전조립 후 발주자의 입회 하에 시운전을 시행하여야 하며 시운전 결과를 작성한다. 공급자는 제작 중 검사를 위해 필요한 모든 기술문서를 제공하여야 한다. 기능검사는 발주 담당자에 의해 수행되

며 기능검사를 위해 아래와 같은 문서가 필요하다.

○ Data Sheet와 시방

Data Sheet와 시방은 Parts List를 갖춘 설계도면을 만들기 위한 기본 문서이며 수행되어야 할 검사들을 규정하고 있다. Layout, 검사, 제조, 승인을 위해 필요한 모든 정보는 Documentation에 기록되어야 한다.

○ 제작도면과 Part List

제작도면은 발주자의 양식으로 만들어야 하며 발주자의 요구 시 시작 전에 발주자에 제출하여야 하고 이들 중 1부는 승인/변경이 명기되어 공급자에게 되돌려 보내진다.

5) 제작 중 감독 및 승인

○ 제작중과 제작 완료된 기기는 공급자가 발주 담당자 입회 하에 공장에서 성능시험 및 시운전을 실시하여 시방의 내용과 부합하는지 확인하고, 발주자는 공인검정기관에 본 장비의 주요성능에 대한 시험성적을 의뢰할 수 있다. 이에 합격해야 하며 이에 필요한 비용은 공급자가 부담한다.

○ 시운전 완료 후 (또는 납품 시) 제품의 원활한 유지보수를 위해 유지보수 지침서, Spare Part List를 함께 제출한다. 또한, 장비 검교성성적서 또는 센서 검교정성적서 (토크센서, 각도 엔코더)를 제출해야 한다.

○ 성능검사 및 시운전 결과에 이상이 있는 경우에는 공급자는 공급자의 비용부담으로 이를 즉시 수정보완, 대체 혹은 재제작 하여야 하며 수정보완, 대체 혹은 재제작 여부는 발주자가 최종 결정한다. 단, 이로 인하여 납기가 연장되어서는 안 된다.

○ 본 기기의 모든 검사항목에 대해 검사 시 사용되는 측정공구 및 측정기기는 반드시 국가공인 검정기관의 검·교정을 받은 것을 사용하여야 한다.

6. 시험

○ 기능시험(공장인수검사)

공급자는 설비의 제작이 완료되면, 공급자의 Site에서 육안 및 기능시험을 실시한다.

- 육안검사: 발주자의 승인된 도면과의 일치 여부 확인

- 기능검사: 구동모터, 액추에이터 및 센서 등의 작동에 이상이 없는지 확인

○ 부하시험

공급자는 기능시험 및 성능시험에 합격한 후에 설비를 발주자가 지정한 장소에 설치한다. 설치완료 후 실제 로봇용 감속기를 활용하여 실제 작업이 가능하도록 부하시험을 수행한다.

- 가능한 각 비틀림 시스템에서 가장 큰 시료를 이용하고, 감속기가 원활하게 장착되는지 확인한다.
- 발주자가 원하는 작업조건에 부합하도록 셋팅 조건을 설정한다.
- 비틀림 시험을 수행하고, 시험결과를 출력하여 RAW 데이터와 비교하여 이상여부를 확인한다.
- 감속기를 시험장비에서 탈착 시, 원활하게 작업가능한지 확인한다.

7. 포장 및 운반

- 공급자는 운반 도중 적절치 못한 포장 또는 불완전한 보호조치로 인한 기자재의 파손 및 손실에 대하여 모든 책임을 진다.
- 공급자는 장비의 운반에 영향을 받지 않도록 나무틀 등으로 충분한 보호를 하여야 한다.
- 공급자는 발주자가 원하는 장소, 위치에 운반 및 설치하여야 한다.

8. 품질보증 요건

- 공급자는 아래 사항에 대하여 품질을 보증해야 한다.
 - 사용 원자재 및 부품
 - 제품의 제작 품질, 특성, 기능 및 성능
- 공급자는 부품에 대한 재료요건 및 성능이 만족 되도록 품질을 보증하여야 하며 하자 발생 시 공급자 부담으로 요구하는 성능 및 품질이 만족되도록 보완, 수정하여야 한다.
- 성능 인수 검사 및 시운전 중에 이상이 있을 경우 공급자는 이를 공급자의 비용으로 보완해야 하고 승인 여부는 발주자가 최종 결정한다.
- 무상수리 하자 및 품질 보증기간은 발주자의 현장에서 시험 완료 후 12개월로 한다.

- 보증기간 중 결함이나 하자가 발생하면 공급자는 그 사실을 통보 받은 즉시 공급자의 비용으로 최단 시일 내에 보수 또는 대체해야 한다.

9. 특기사항

- 공급자는 계약 후 본 장비의 기술시방을 충분히 검토 후 개선사항 및 미비점을 공동으로 검토할 수 있으며 발주자의 승인을 득한 후 제작에 착수할 수 있다.
- 본 장비와 관련된 모든 지적 소유권은 발주자에 귀속되며 발주자의 허가 없이 무단복제를 불허한다.

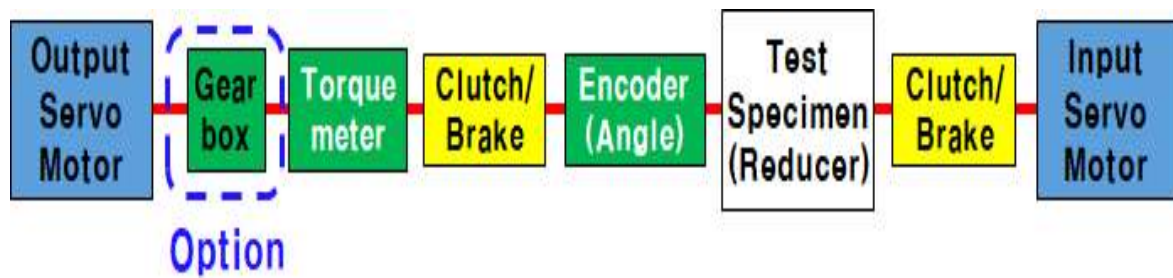
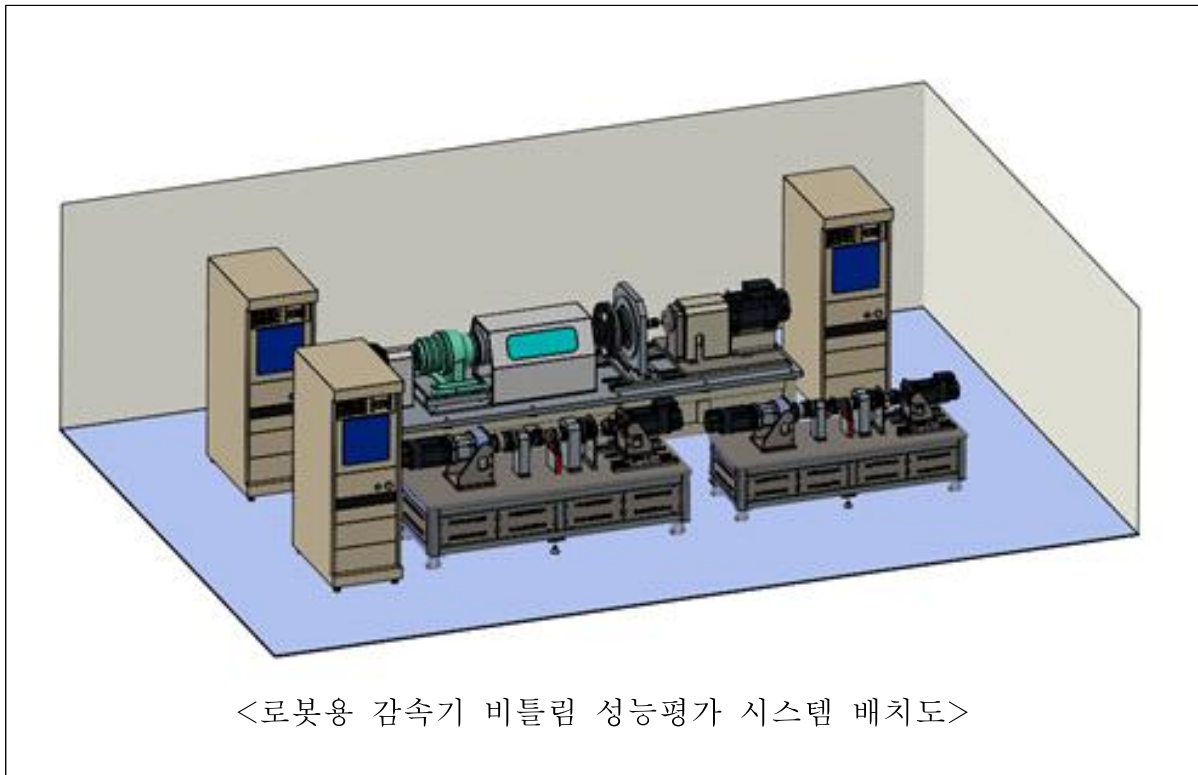
10. 기타사항

- 본 사업은 20억원미만 사업으로 “대기업인 소프트웨어 사업자가 참여할 수 있는 사업금액의 하한(과학기술정보통신부고시)”에 의거하여, 대기업 및 중견기업은 입찰에 참여할 수 없음
- 본 사업은 SW산업 진흥법 제24조의2제3항에 따라 ‘상호출자제한기업집단소속회사’는 입찰에 참여할 수 없음
- 본 사업은 「소프트웨어산업 진흥법 제20조의2」에 따라 계약당사자가 과업변경심의위원회 개최를 요청할 수 있음
- 본 사업은 과업변경심의위원회 개최 요청이 가능한 사업임

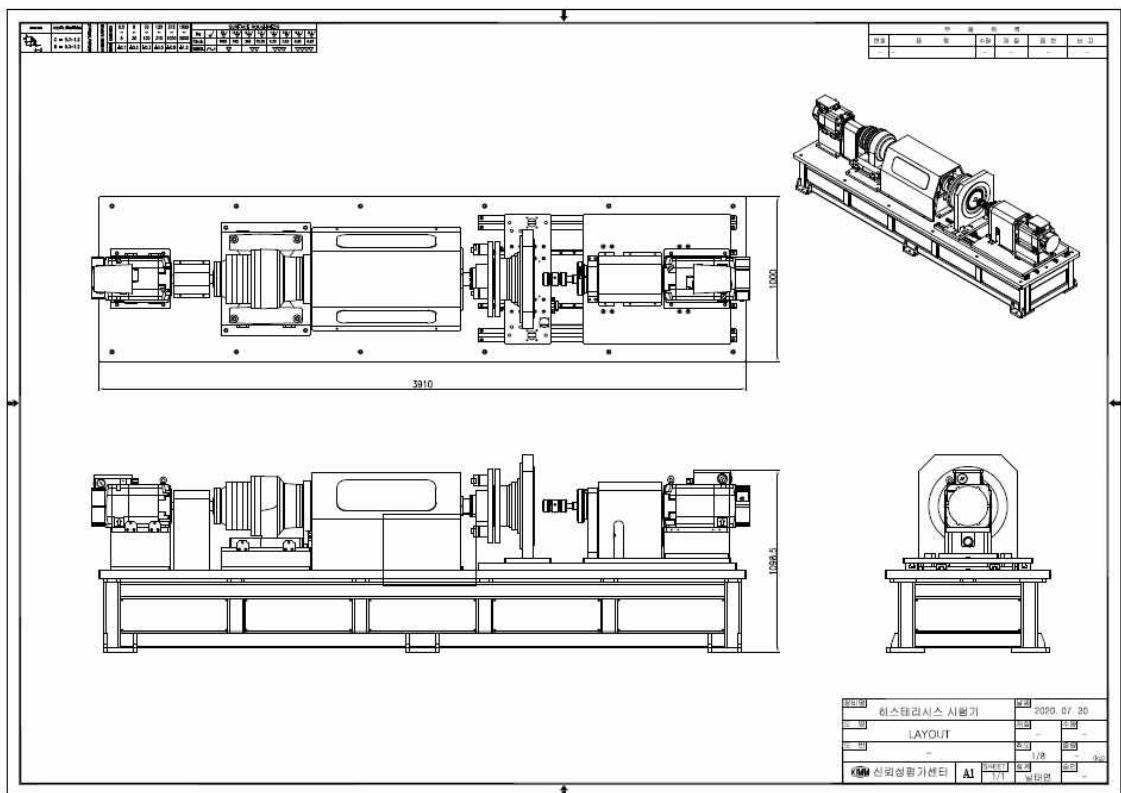
11. 납품완료 요구일자

계약일로부터 4개월 이내

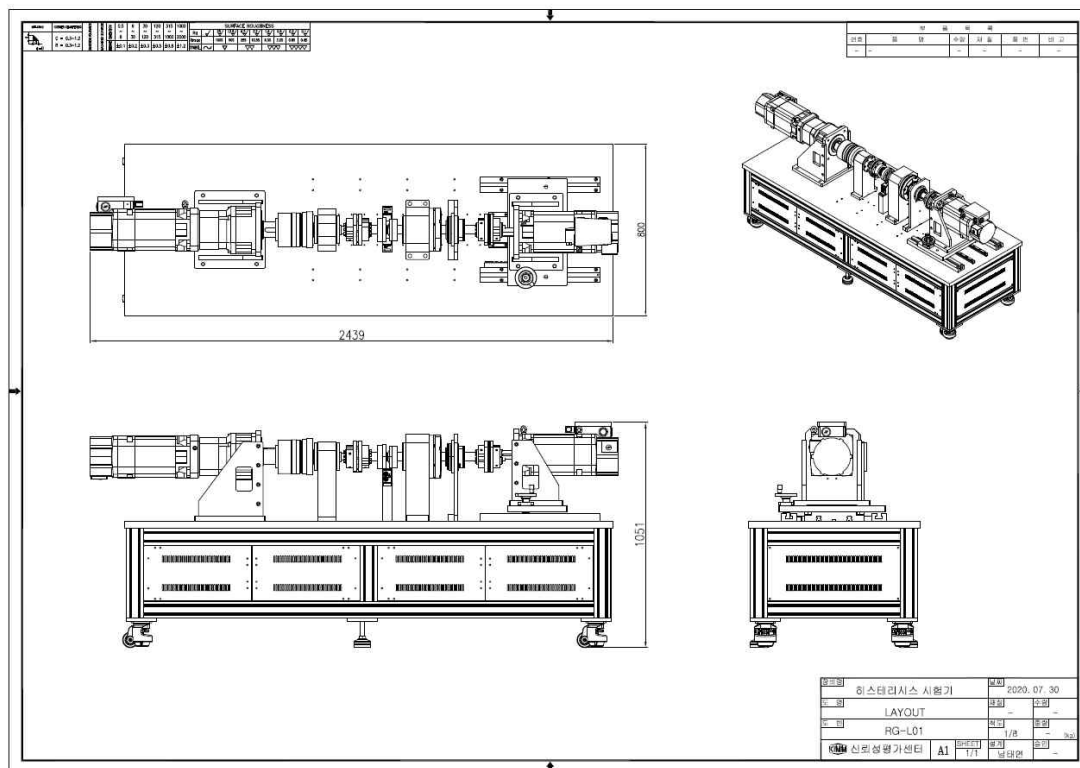
※ 로봇용 감속기 비틀림 성능평가 시스템 도면



<각 비틀림 시스템 구성 다이어그램>



<10,000 Nm 급 비틀림 시스템 개념도>



<1,000 Nm 급 비틀림 시스템 개념도>

