

고토크 체결 기술

- Torque, Joint vs Torque 기술, 측정 방법 및 테스트기 종류 공개

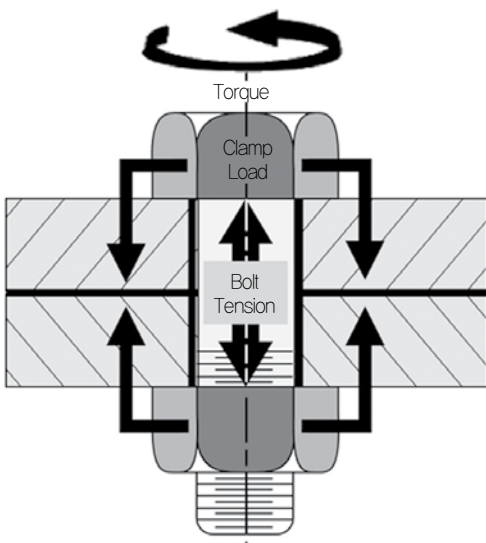
선덴코리아(주)

1. Torque

일반적으로 토크(Torque)는 Twist Force로 일정한 거리와 힘을 곱한 것으로 산출된다. 너트 및 볼트 등을 회전시키려고 하는 힘이 가해졌을 때 일정한 거리에서 가해진 힘과 회전시키려고 하는 물체의 정중앙까지의

거리를 곱한 것이다. 회전시키려는 힘이 결과적으로는 저항을 발생시키므로 “회전에 대한 저항(Resistance to rotation)”이라고도 정의하며, 회전에 대한 저항(마찰력)은 토크(Torque)의 큰 부분을 차지한다.

체결 및 볼팅 작업에 있어 결론적으로 얻고 싶은 것은 Clamp Load(두 물체 간에 접합되는 힘)이다. 실제 체결 및 볼팅 작업 중에 Clamp Load를 측정, 모니터링하는 것은 어려움이 많고 높은 비용을 지불하여야 한다. 따라서, 토크(Torque) 측정, Monitoring이라는 매개를 컨트롤 방법으로 사용하며, 통상적으로 나사선을 통한 체결 및 볼팅 작업에서는 토크 값(Torque values)이 품질을 나타내는 지표로 사용된다.



지속적인 연구를 통하여 Discontinuous Drive Tool(동력에 의한 Tool의 회전이 연속적/지속적으로 회전하지 않고 중간 중간에 멈춤이 발생하는 Tool로, Impact, Pulse tool이 있음)도 Continuous Drive Tool(동력에 의한 Tool의 회전이 연속적/지속적으로 회전하며 중간 멈춤이 발생하지 않는 Tool로, Geared tool, Clutch tool



이 있음)에 비하여 동일한 혹은 더 나은 Clamp Load를 제공하는 것으로 알려져 있다.

2. Joint vs Torque

토크(Torque)의 측정, 토크 툴(Torque tool) 및 체결된 토크(Torque)에 대한 검증은 하나의 통합된 체결 및 볼팅 공정이다. 측정 및 검증 방법은 사용 Tool의 성능, 공정 과정 및 최종 품질에 많은 영향을 준다.

1) Dynamic Torque(동토크)

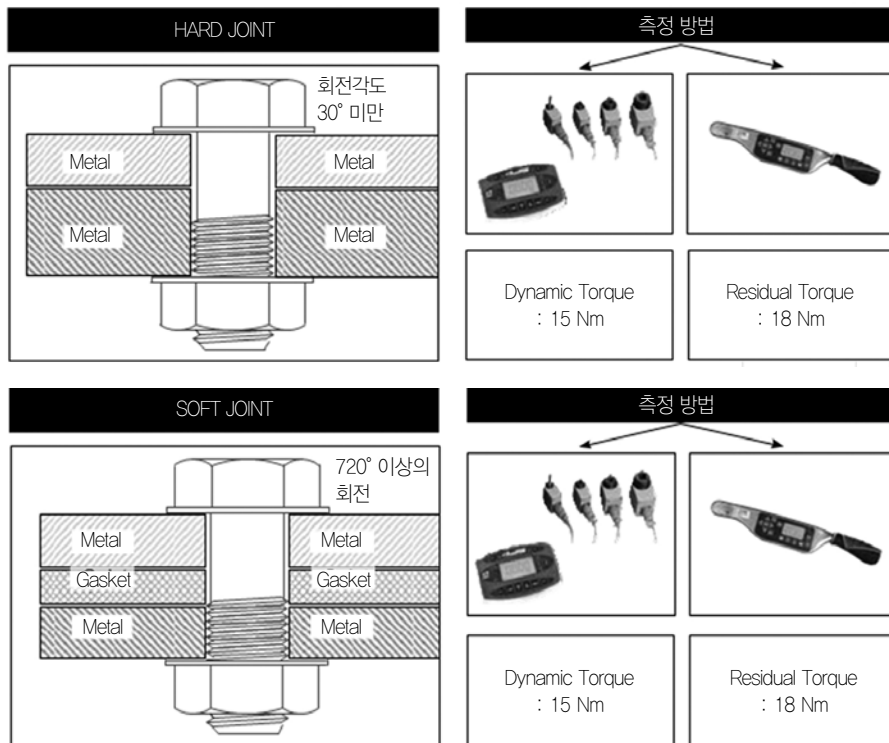
동토크(Dynamic Torque)는 체결 및 볼팅 공정 중에 발생한 토크(Torque)를 의미하며, 통상적으로 동

토크 측정기(Rotary transducer & analyzer)를 사용하여 측정한다.

▶장 점

- 측정 및 작동자의 영향력을 최소화할 수 있다.
- 체결물에 가해진 실제 토크(Actual applied torque)를 측정할 수 있다.
- 여러 방지책으로 회전된 Angle을 측정할 수 있다.

일반적으로 적은 각도(Angle)를 필요로 하는 Hard Joint는 체결 및 볼팅이 완료된 후의 Joint 완화가 아주 정미하다. Joint 구성원 간에 축적된 Clamp Load, 마찰력에 때문에 볼트를 회전시키기 위해서는 추가적인 Torque Energy가 필요하다. 따라서, 정토크의 값이 동토크의 값보다 더 높게 측정된다.





2) Residual Torque(정토크)

정토크(Residual Torque)는 체결 및 볼팅이 끝난 후에 볼트의 각도를 증가시키는 방법으로 측정된 토크(Torque)를 의미하며, 통상적으로 다이얼(Dial) 혹은 디지털(Digital) 토크 렌치를 사용하여 측정한다.

▶장 점

- 체결물에 손쉬운 접근성 •에러 방지
- 미체결 및 지나친 체결력 완화의 검출

Hard Joint에 비하여 훨씬 더 많은 회전(각도)을 필요로 하는 Soft Joint에서는 체결 및 볼팅 후에 상당히 많은 양의 Joint 완화가 나타난다. 이러한 Joint 완화는 각 체결물 구성원 간에 많은 Clamp Load 및 마찰력의 손실을 가져온다. 이러한 손실에 의하여 일반적으로 Soft Joint의 경우 정토크 값이 동토크 값보다 더 낮게

측정된다.

3. Torque Measuring / Testers (측정 방법 및 테스터기 종류)

토크 체결/볼팅 공정 “전, 중, 후”에 측정하는 것은 좋은 품질을 생산하는데 알려진 가장 좋은 방법 중에 하나다. 적절한 토크의 측정 및 검증은 체결 및 볼팅 공정의 중요한 요소이다. 아래와 같은 측정 테스터기로 공정 “전, 중, 후”에 적용이 가능하다.

1) Before Assembly(공정 전)

공구의 적합성을 테스트하는 단계로 해당 공구나

TORQUE MEASUREMENT SYSTEMS
PRODUCT GROUPS

- TORQUE WRENCHES**
 - Digital
 - Torque and Angle
 - Electronic
 - Preset
- DATA COLLECTORS/ANALYZERS**
 - Bench Mount Tester
 - Data Collector
 - Desktop Tester
 - Data Analyzers
- TORQUE CARTS**
- TRANSUCERS**
 - Rotary Transducers
 - Stationary Transducers
- ACCESSORIES**
 - Torque Wrench Loader
 - Torque Measurement Cables
 - Digital Wrench Docking Station
- HIGH CAPACITY TEST STANDS**
 - AHCTS Test Stand
 - AHCTS-K Test Stand
- SOFTWARE**
 - Auditor Tool Manager Software and Audit Manager Software
 - DataPro Software + SNet Software
- RUN DOWN FIXTURES/ JOINT SIMULATORS**
 - Run Down Fixtures
 - Joint Simulators

PARQ

- **PRODUCTIVITY:** the speed and efficiency of assembly
- **ERGONOMICS:** the physical relationship between personnel and mechanisms they use in the assembly process
- **RELIABILITY:** expected service life for its intended job
- **QUALITY:** the adherence to engineering specifications during the assembly process



BEFORE ASSEMBLY	DURING ASSEMBLY	AFTER ASSEMBLY
<p>Tool Capability</p>	<p>Process Capability</p>	<p>Product Capability</p>

1
2
3
4
5

Tool이 공정에 적합한지 여부를 판단함으로써 사용 공구의 정확성, 반복성 및 신뢰성을 확보한다.

▶ 사용 가능 테스터기

- Transducer가 내장된 데스크탑 테스터기
- Monitoring이 가능한 측정기와 Stationery 혹은 rotary transducer
- Joint simulator / Rotary transducers
- AHCTS(Rotating tools) – High Torque
- AHCTS-K(Hydraulic wrenches) – High Torque

2) During Assembly(공정 중)

공정의 적합성을 테스트하는 단계로 해당 공구 및 공정이 적합하게 이루어지는지 여부를 판단함으로써 공정에 대한 신뢰성을 확보한다.

▶ 사용 가능 테스터기

- Data collectors
- Rotary transducers

3) After Assembly(공정 후)

품질의 적합성을 테스트하는 단계로 품질을 확인하고 신뢰성을 확보할 수 있는 마지막 단계이다.

▶ 사용 가능 테스터기

- Click / Dial torque wrench
- Electronic wrench with analyzers

4. Traceability / Data

(체결 및 볼팅 Data 저장 및 추적성)

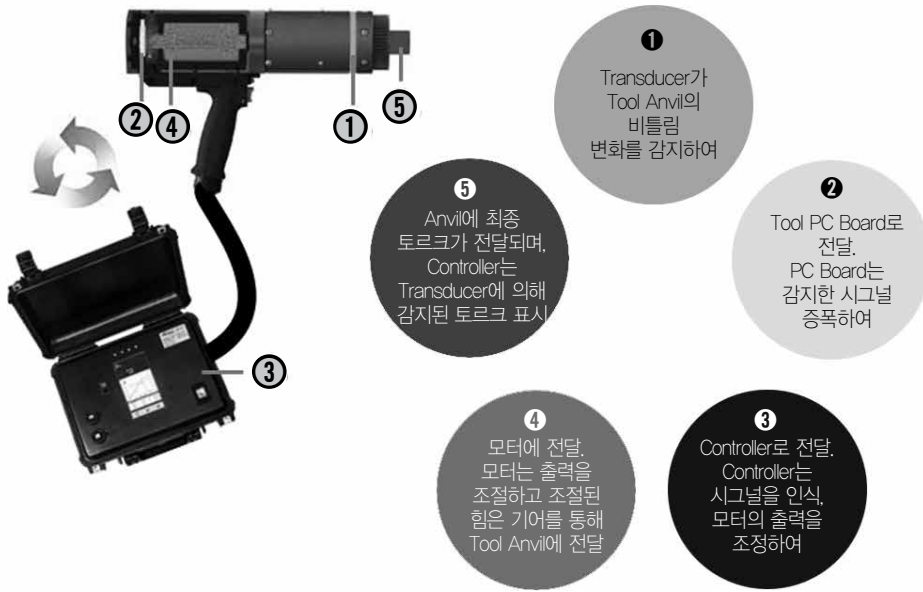
체결 및 볼팅 불량에 대한 관심이 높은 것은 이로 인한 재물의 손실만이 아닌 인명의 손실도 적지 않음에 기인한다.

특히, 자동차산업이 발달하고 수요가 폭발적으로 늘어나면서 체결 불량에 의한 사고 등으로 인명 피해도 동반 상승함은 물론, 자동차 제조사에 의한 피해 보상액도 상상을 초월하는 숫자로 불어난다.

이에 대한 방안으로 유럽 및 북중미 자동차 제조자들은 이미 2000년대 초반부터 “체결보증” 시스템을 도입하여 중요 공정(Critical Process)에 대한 모든 체결 Data를 저장하고, 일정 기한 보관하여 품질에 만전을 기함과 동시에 만약에 발생할 사고에 대비하고 있다.

이러한 추세는 Tractor 및 Off-Road Vehicle은 물론 Wind Turbine, 원자력 발전, 조선, 중공업 등의 산업 분야에도 널리 퍼져가고 있으며, 볼팅 및 고토크(High Torque) 작업 Data의 저장은 Closed Loop system에 의해 가능하다.

다음 페이지(위)의 그림을 참조하기 바란다.



1) HAVING A TRANSDUCERIZED CLOSED LOOP SYSTEM MEANS

- 추측되는 작업을 하지 말 것. Transducer가 장착된 Tool이 토크 값의 정도를 보장한다. 대부분의 Tool들이 그렇지 못하지만, Transducer가 장착된 Tool만이 정확하게 전달된 Dynamic Torque(동토크)를 보장한다.
- Transducer가 장착된 Tool에서는 기어 비율의 변

화, 통상적인 부품의 마모, 온도, 전압 혹은 모터의 성능의 영향을 받지 않는다.

Tool 자체에 OK/NOK 표시

- System(Controller, Tool, Cable) 자체의 검교정이 쉽고 아무 곳에서나 가능
- Controller, Tool, Cable의 맞교환 가능(전체 시스템의 검교정이 필요 없고, Tool만 검교정함)





HIGH-TORQUE TOOLS FOR CRITICAL BOLTING

DC TOOLS	PNEUMATIC	BATTERY	CONTROLLERS	ACCESSORIES
<p style="font-size: small;">Torque Ranges 250-12,000 Nm (185-8,850 ft-lb)</p>	<p style="font-size: small;">Torque Ranges 400-5,100 Nm (300-3,775 ft-lb)</p>	<p style="font-size: small;">Torque Range 115-4,100 Nm (85-3,025 ft-lb)</p>	<p style="font-size: small;">Gen IV Controller</p>	<p style="font-size: small;">Sockets</p>
	<p style="font-size: small;">DYNATORQUE MANUAL TORQUE MULTIPLIERS</p> <p style="font-size: x-small;">Max Torque Outputs 600-1,600 Nm (500-11,800 ft-lb)</p>	<p style="font-size: small;">DIGITAL TORQUE WRENCH</p> <p style="font-size: x-small;">Torque Range 4-5,000 Nm (3-3,690 ft-lb)</p>	<p style="font-size: small;">HIGH CAPACITY TEST STANDS</p> <p style="font-size: x-small;">Capacities up to 33,750 Nm (25,000 ft-lb)</p>	
		<p style="font-size: small;">GEARHEAD TOOLS AND NOSE EXTENSIONS</p>	<p style="font-size: small;">TORQUE CARTS</p>	

2) Transducer가 없어

Current control tool system은 “OPEN LOOP”다.

Controller는 Current(전류)로 토크를 조정하며, 다른 변수들이 많음에도 불구하고 실제 원하는 토크가 전달되었다고 추측한다.

5. 고토크 볼팅 Tool의 종류 및 Energy Source

Sunden에서는 각기 다른 동력을 사용하는 고토크 볼팅 Tool을 공급하고 있으며, Data를 저장할 수 있는 Transducerized DC(전기) System을 비롯하여 공압 Wrench(에

어), Cordless Battery(전기) Wrench 등이 있다.

- DC Controlled System – Controller, Tool, Cable로 구성되어 있으며, 최대 256개의 Parameter, 20,000개의 체결 커브 및 1,000,000개의 체결 Data 저장, 최대 16,000Nm
- Pneumatic Wrench – High speed Dual Motor, 최대 5,100Nm
- Battery Wrench – Tool, Battery, Charger로 구성하며, 최대 4,100Nm
- 기타 – 위의 그림 참조

문의 : (02)2054-3600