

H 빔 조립을 위한 TS 형 볼트 체결 메커니즘 설계

Design of Bolting Mechanism for H-beam Assembly using TS type Bolt

*추용수¹, 주백석¹, 정경모¹, #홍대희¹
 *Y. Chu¹, B. Chu¹, K. Jung¹, #D. Hong(dhhong@korea.ac.kr)¹
¹ 고려대학교 기계공학부

Key words : Bolting mechanism, TS type bolt, H-beam assembly

1. 서론

건설 분야에서 로봇을 이용한 자동화에 대한 많은 논의가 있다. 본 논문은 건설 분야 중 철골 구조 건축물의 볼트 체결 자동화를 위한 볼트 체결 메커니즘에 대한 연구이다. 볼트 체결 작업의 방법과 공정은 철골 구조 건물의 자동화에서 중요한 작업 요소이다. 볼팅 체결 작업의 자동화를 위해서 TS (Torque shear)형 볼트를 사용하였다. 본 연구는 TS 형 볼트를 사용하는 볼트 체결 로봇을 이용한 H 빔의 조립 방법 및 공정에 관한 것이다. [1]

2. TS 형 볼트를 이용한 볼트 체결 기구

2.1. TS 형 볼트

Fig. 1 은 TS 형 볼트의 모습이다. TS 형 볼트는 볼트 측부 선단에 pintail 이 있어 일정 토크 이상의 힘이 볼트에 가해지면 pintail 이 파단 되는 특징을 갖고 있다. 이러한 특징은 볼트 체결 작업이 빔의 한쪽 면에서만 이뤄질 수 있도록 한다. 또한 TS 형 볼트를 사용하면 볼트 체결 기구의 토크 측정을 통하여 볼트 체결 정도를 확인할 수 있기 때문에 로봇 기반의 볼트 체결 작업에서 제어하기 쉬운 장점이 있다. [2]

2.2. TS 형 볼트 체결 기구

TS 형 볼트 체결 기구는 내부에 pintail 을 잡는 부분과 외부에 너트를 잡는 부분으로 구성되어 있다. Fig. 2 는 볼트 체결 기구를 이용한 TS 형 볼트의 볼트 체결 과정이다. Fig. 2-(a)에서 TS 형 볼트 체결 기구는 기구 내부에서 TS 형 볼트의 pintail 부분을 잡고 외부에서 너트를 잡게 된다. Fig. 2-(b)는 볼트와 너트가 기구에 물린 후 기구가 pintail 과 너트를 서로 반대방향으로 돌리면서 볼트 체결을 수행하는 모습이다.

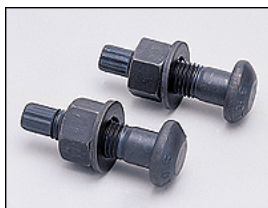


Fig. 1 TS (Torque Shear) type bolt.

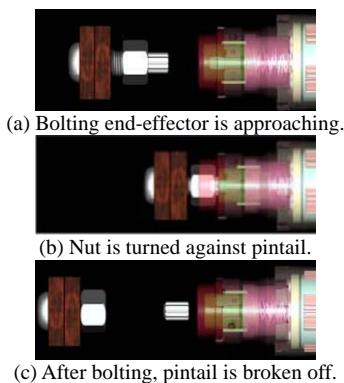


Fig. 2 Bolting procedure with TS type bolt. [1]

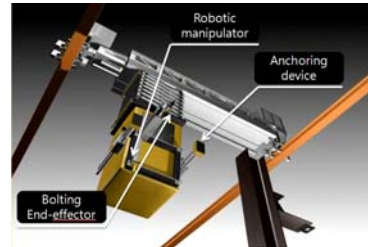


Fig. 3 Robotic bolting module.

Fig. 2-(c)는 볼트에 일정 토크이상이 볼트에 가해지면 pintail 이 끊어지게 되고 볼트 체결이 완료되는 모습이다. 본 기구는 볼트 체결 시 토크가 내부에서 소멸되는 특징이 있어서 볼트 체결 작업에서 기구 외부에 가해지는 힘이 없어 로봇을 이용한 작업에 적합하다. [1]

3. TS 형 볼트 체결 공정

Fig. 3 은 캐빈 기반의 TS 형 볼트 체결 로봇의 초기 모델이다. 캐빈 기반의 볼트 체결 로봇은 TS 형 볼트 체결 기구와 gantry 타입의 로봇 매니퓰레이터 그리고 앵커링 장치로 구성된다. Fig. 4 는 전체 볼트 체결 공정을 나타낸다. Fig. 4-(a)는 캐빈이 H 빔 상에 볼트 체결 부분까지 접근한 후, anchoring 장치를 이용하여 캐빈을 H 빔에 고정하는 모습이다. Fig. 4-(b)에서 한쪽 면에 볼트 삽입 장치를 이용하여 볼트를 삽입한 후 anchoring 장치를 제거한다. Fig. 4-(c)는 로봇 시스템을 반대 면으로 이동시킨 후 anchoring 장치를 이용하여 캐빈을 H 빔에 고정시킨 모습이다. Fig. 4-(d)에서 TS 형 볼트 체결 기구를 이용해서 볼트와 너트를 결합한다. [1]

4. 볼트 체결 메커니즘 Ver. 1

Fig. 5 는 볼트 체결 메커니즘 Ver. 1 이다. 초기 모델과 다르게 anchoring 장치가 H 빔 위에 거치하여 캐빈을 고정시킨다. 또한 anchoring 장치의 레일을 arm 으로 이용하여 gantry 타입의 볼팅 로봇이 움직일 수 있도록 설계하였다. 초기 모델의 경우, 캐빈 기반의 로봇 시스템 전체가 이동하기 때문에 작업 시간이 오래 소요 된다는 단점이 있었다.

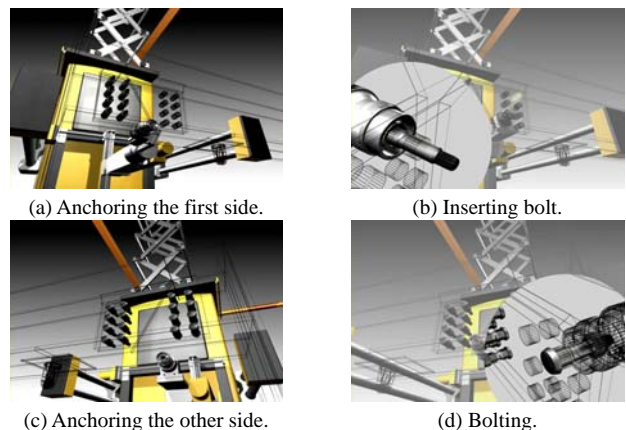


Fig. 4 Bolting operation sequence.

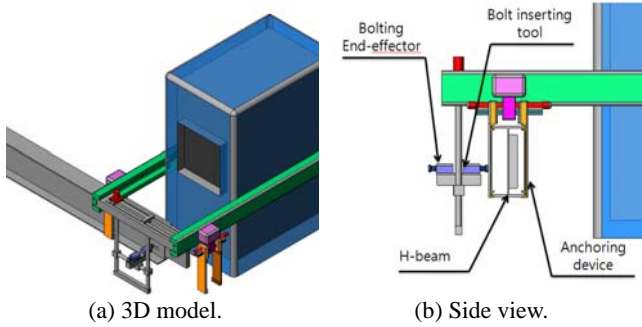


Fig. 5 Bolting mechanism Ver. 1

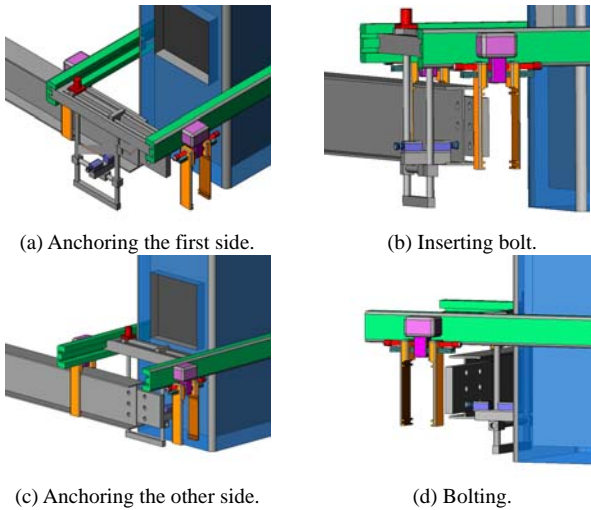


Fig. 6 Bolting operation sequence of bolting mechanism Ver. 1.

하지만 볼트 체결 메커니즘 Ver. 1 은 한쪽 면에서 모든 볼트 체결 작업이 완료되기 때문에 작업 소요 시간을 확연히 단축시킬 수 있다. Fig. 6 은 볼트 체결 메커니즘 Ver. 1 의 H 빔 조립 공정을 나타낸다. Fig. 6-(a)는 anchoring 장치를 이용하여 캐빈을 H 빔에 고정하는 모습이다. Fig. 6-(b)에서 한쪽 면에 볼트 삽입 장치를 이용하여 볼트를 삽입한 후 anchoring 장치를 제거한다. Fig. 6-(c)는 캐빈이 상승한 후 anchoring 장치의 레일을 통해서 gantry 타입 로봇을 반대쪽 작업면으로 이동시킨 후 anchoring 장치를 이용하여 캐빈을 H 빔에 고정시킨 모습이다. Fig. 6-(d)에서 TS 형 볼트체결 기구를 이용해서 볼트와 너트를 결합한다.

5. 볼트 체결 메커니즘 Ver. 2

Fig. 7 은 볼트체결 메커니즘 Ver. 2 이다. Ver. 1 과 다르게 2 개의 gantry 타입 로봇을 사용하였다. Ver. 1 에서 볼팅로봇이 한쪽 면을 작업 한 후에 anchoring 장치를 해제하고 상승하는 작업이 불필요하여 전체 공정 시간을 단축할 수 있다. 하지만 캐빈에 gantry 타입 로봇이 추가되어 전체 캐빈의 무게가 늘어나기 때문에 전체 시스템의 무게가 늘어나는 단점이 있다.

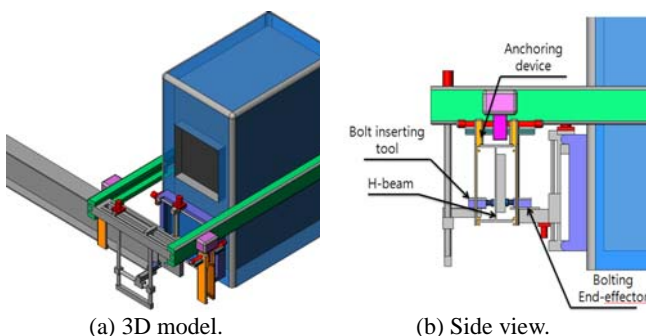


Fig. 7 Bolting mechanism Ver. 2

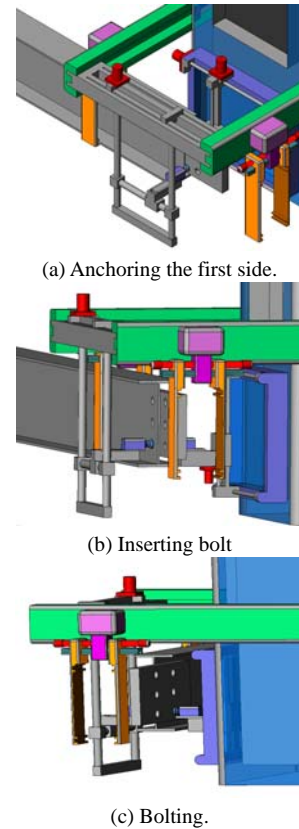


Fig. 8 Bolting operation sequence of bolting mechanism Ver. 2.

Fig. 8 은 볼트체결 메커니즘 Ver. 2 를 적용한 H 빔 조립 공정이다. Fig. 8-(a)는 anchoring 장치를 이용하여 캐빈을 H 빔에 고정하는 모습이다. Fig. 8-(b)에서 한쪽 면에 볼트 삽입 장치를 이용하여 볼트를 삽입함과 동시에 Fig. 8-(c)와 같이 볼트와 너트를 체결한다.

6. 결론

본 연구는 개발중인 초기 모델의 단점을 보완한 2 가지 형태의 볼트 체결 메커니즘을 설계하였다. 새롭게 설계한 2 가지 형태의 볼트 체결 메커니즘을 적용하면 볼트 체결 자동화 공정을 단순화하고 작업 시간을 단축할 수 있는 장점이 있다. 본 논문에서 제시한 2 가지 형태의 볼트 체결 메커니즘의 실현 가능성을 높이기 위해서는 현재 시스템의 무게중심이 앞으로 치우치는 문제점에 대한 보완이 필요하다. 또한 전체 공정의 효율성을 높이기 위하여 볼트와 너트의 공급장치를 개발에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 한다.

후기

본 연구는 2008 년 국토해양부가 지원한 “로보틱 크레인 기반 고층 건물 구조체 시공 자동화 시스템 개발(과제 번호: 06 첨단융합 D01)”사업을 통해 수행되었습니다.

참고문헌

1. B. Chu, K. Jung, Y. Chu, D. Hong, Y. Lee and K. Ko “Robotic Automation System for Steel Beam Assembly in Building Construction,” International Conference on Automation Robots and Agents 2009 (submitted).
2. 김종락, 김진호, 김성배, 백기영 “원사이드 볼트를 사용한 각형강관 기둥-H 형강 보 접합부의 거동에 관한 실험적 연구,” 대한건축학회 학술발표집, 299-304, 1998.