

모듈러주택 조립용공구의 생산성 및 품질향상 효과분석

Effectiveness Analysis for Productivity and Quality of Assembly Tools for Modular Housing

김 태 영*

김 석**

Kim, Tae-Yeong

Kim, Seok

Abstract

The assembly of the modular housing is an important phase in the construction of pre-fabricated houses. However, the assembly tools that are commonly used in a work site have a disadvantage of decreasing the productivity and the quality. We have developed a exclusive tool for assembling modular parts. The structural stability of the developed tool has been verified in the previous studies. However, the experimental analysis was not conducted. This study analyzed the effect of improving the productivity and quality of the developed assembly tool. The result of the experimental analysis shows improvements in productivity and quality compared to the conventional assembly tool.

키 워 드 : 모듈러주택, 생산성, 품질, 조립, 조립용공구

Keywords : modular housing, productivity, quality, assembly, assembly tool

1. 서 론

모듈러공법은 공장 생산된 모듈유닛을 현장으로 운반한 후 모듈간 조립만으로 건축물을 완성하는 공법이다.¹⁾ 이처럼 다양한 접합 부위간의 조립을 통해 형태를 이루게 되는 조립은 모듈러공법에서 매우 중요한 공정이다. 그러나 기존 유닛 모듈 조립공정에서 일반적으로 사용되는 라쳇렌치, 코너드릴 등의 수공구 또는 전동공구는 그 특성으로 인해 생산성과 조립품질이 저하되는 등의 문제점을 가지고 있다. 이에 기존 연구²⁾에서 에어공구를 활용한 조립용 공구를 개발하여 구조적인 안정성은 검증하였으나, 실험적인 분석은 미흡하였다. 따라서 본 연구는 현장 시험적용을 통해 개선된 조립용 공구의 생산성 및 품질향상 효과를 기존 조립용 공구와 비교·측정하여 분석하였다.

2. 기존 연구의 고찰

기존 연구²⁾에서는 일반적으로 모듈러주택 시공에 사용되는 작업공구의 낮은 작업효율성 및 품질저하, 안전성 등의 문제점을 개선하기 위해 에어공구를 이용한 모듈조립용 공구를 제시하였다. 이는 에어공구를 활용하여 품질 및 생산성을 향상시키고, 기어드 오프셋(Geared Offset)과 회전블럭을 장착하여 협소공간 작업이 가능하도록 개선하였다. 또한, 반력블럭을 설치하여 높은 토크에서 발생하는 반력을 잡아줌으로써 작업자 안전성도 확보되도록 하였다.

3. 조립용공구의 생산성 및 품질향상 효과측정

3.1 개요

본 연구는 Mock-up으로 제작된 모듈의 6개 접합부에 기존 연구에서 개발된 조립용 에어공구를 시험 적용하여 생산성 및 품질향상 효과를 측정하였다. 세부적으로는 각 접합부마다 볼트조립 및 해체를 6회씩 반복하며 조립 시 일정 기준치의 토크에 도달하는데 소요되는 조립시간으로 생산성을 측정하고, 해체 시 발생하는 토크값을 측정하여 조립품질을 평가하였다.

3.2 조립품질 향상 효과측정 결과

현장시험 적용을 통한 측정 결과, 표 1과 같이 볼트 조립시 기존 수공구를 사용한 경우는 최소 85.5N.m에서 최대 225.3N.m까지 토크치가 측정되어, 평균 188.44N.m의 토크치를 보였다. 그러나 표준편차가 30.55N.m로 나타나 작업자의 숙련도 및 작업특성에 따라 조립 품질의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이에 비해, 에어공구는 최소 114.1N.m에서 최대 196.7N.m까지 토크치가 측정되어 평균 166.23N.m의 토크치를

* 한국건설기술연구원 건설정책연구소 전임연구원

** 한국건설기술연구원 건설정책연구소 수석연구원, 교신저자(kimseok@kict.re.kr)

보였으며, 표준편차는 13.60N.m으로 나타났다. 이는 작업자의 숙련도나 작업특성에 영향이 미미하여 일정한 조립품질을 유지시켜 전체적인 모듈의 안전성 및 품질향상에 기여할 것으로 판단된다. 또한, 에어공구의 평균 토크치는 공구의 규격보다 작은 3.5HP의 콤프레샤 사용으로 수공구의 평균 토크치 보다 작게 나타났으나, 큰 규격의 콤프레샤 사용 시 최대 325N.m까지 향상 시킬 수 있다.

표 1. 조립품질 측정결과

(단위 : N·m)

볼트No. 횟수	수공구						에어공구					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1회	162.8	85.5	206.8	216.8	179.8	195.3	184.0	164.7	176.6	150.8	151.7	155.8
2회	187.4	190.5	192.3	221.9	192.5	214.1	167.1	171.8	176.4	144.1	159.6	161.3
3회	171.7	101.8	189.5	205.1	166.6	186.1	196.7	174.2	160.9	163.0	163.3	157.5
4회	150.2	199.4	206.4	215.9	168.1	209.5	183.1	176.1	175.5	144.3	148.7	165.5
5회	157.8	200.6	214.8	225.3	170.3	203.7	188.0	166.7	191.6	163.5	149.3	152.4
6회	174.9	215.0	216.8	200.9	175.6	212.1	175.9	166.8	186.3	150.0	160.4	160.6
평균	188.44						166.3					
표준편차	30.55						13.60					

3.3 조립생산성 향상 효과측정 결과

표 2와 같이, 볼트 조립 시 기존 수공구의 볼트 1개당 평균 조립시간 8.85초로 측정되었고, 표준편차는 약 2.48초로 나타났다. 반면, 에어공구 사용 시 볼트 1개당 조립시간은 평균 0.86초로 측정되어 볼트 1개당 약 8초 이상 절감되는 것으로 나타났다. 또한, 표준편차도 약 0.21초로 나타나 수공구에 비해 일정한 작업속도를 유지하는 것으로 판단된다.

표 2. 조립 생산성 측정결과

(단위 : N·m)

볼트No. 횟수	수공구						에어공구					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1회	12.14	10.80	5.86	9.39	8.67	11.01	0.78	1.38	0.69	0.73	0.74	0.96
2회	8.94	9.10	5.08	9.60	10.20	9.10	1.17	1.04	1.26	0.69	0.82	1.05
3회	18.92	12.21	7.78	9.20	7.35	7.53	0.95	1.01	0.94	0.69	0.65	0.60
4회	8.85	8.52	8.56	9.08	7.56	11.95	0.64	1.17	0.52	0.65	0.60	0.92
5회	6.81	8.52	5.90	8.09	6.43	6.84	0.93	0.96	0.70	0.83	0.65	0.73
6회	7.32	7.53	11.40	7.70	7.81	7.00	0.82	0.97	1.08	1.00	0.74	0.74
평균	8.85						0.86					
표준편차	2.48						0.21					

4. 결 론

현장 시험작용 결과 기 개발된 모듈 조립용 에어토크렌치는 당초 목표한 바와 같이 품질 및 생산성 측면에서 기존 수공구에 비해 상당 부분 개선된 것으로 나타났다. 그러나 현재 시작품으로 제작된 에어토크렌치의 기어드 오프셋이 실제 조립시보다 높은 토크치로 설계됨에 따라 중량이 무거워 장시간 작업 시 무리가 있는 것으로 나타났다. 이에 향후에는 토크치에 맞춰 크기와 무게를 다양화 한 기어드 오프셋을 적용하여 활용성을 극대화 할 필요가 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 주거환경연구사업의 연구비지원(16AUDP-C068788-04)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 김지현, 박일민, 주거시설로서 모듈러건축 활용화 방안, 한국주거학회논문집, 제24권 제3호, pp.19~26, 2013.6
2. 김석, 김태영, 박재우, 모듈러주택의 생산성 및 품질향상을 위한 조립공구 개선방안, 2015 대한토목학회 정기학술대회, pp.49~50, 2015.10