작업분석을 통한 합벽거푸집 구성 요소별 작업소요시간에 관한 연구

Work Time of Basement Composite Wall Form Assembly by Work Time Analysis

허 경 무* **김 명 현**** **김 태 희***** **김 재 엽****** **김 광 희*******
Heo, Kyoung-Moo Kim, Myoung-Hyun Kim, Tae-Hui Kim, Jae-Yeob Kim, Gwang-Hee

Abstract

Recently, construction in downtown is often done closely at the adjacent building. In this case, underground construction need to Basement Composite Wall(BCW) construction. However, generally, during the construction process of BCW form works have many problems that are narrow working space and inefficient time consuming. Despite of these problems, there was no quantitative research for the work time of BCM assembly. Therefore, in this study, work time of CBW form assembly in underground construction is identified by the work analysis. The results of this study reveal that buttress work of basement form take lots of time in the entire work process of Basement Composite Wall form assembly.

키 워 드 : 합벽, 작업 분석, 합벽 지지대, 시간 연구
Keywords : Basement Composite Wall Form, Work analysis, Buttress of Basement Composite Wall Form, Time study

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건축공사의 경우 건축물의 대형화 및 고층화로 인해 지하층이 깊어지고 지하공사의 규모도 커지고 있다. 또한 도시로의 인구 집중으로 인한 과밀화 현상으로 인하여 인접대지에 건축공사를 하는 경우가 많이 발생하고 있다. 그러므로 흙막이 벽체를 바깥 거푸집으로 사용하고 내부만 거푸집을 대는 공사를 진행하는 것이 일반적이다.

그러나 현재 지하층 합벽공사에서 사용되고 있는 거푸집 시스템은 콘크리트 측압을 지지하기 위한 지지대로 인한 작업공간의 협소, 거푸집 설치 및 해체 시 소요되는 작업시간과 같은 안전 · 경제적인 문제를 수반하고 있다.

이와 같은 문제점에도 불구하고 합벽 거푸집을 구성하는 각 요소가 어느 정도 비중을 차지할지에 대한 정량적인 분석이 없이 단순히 느낌으로만 문제점을 지적하는 것이 일반적이다. 따라서 합벽 거푸집을 구성하는 각 요소를 조립 · 해체하는데 소요되는 인력 비율을 파악 할 필요가 있다.

이와 같은 관점에서 본 연구는 지하층 합벽 거푸집 시스템의 문제점을 파악하고, 작업 분석을 통해 거푸집 공정의 프로세스별 작업소요 시간을 파악하고자 한다. 이를 통해 거푸집 관련 기술의 동반 발전과 향후 지하층 합벽 거푸집의 새로운 시스템 개발의 기초 근거자료로 이용될 수 있을 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 아파트 건설 현장에서 가장 많이 일반적으로 사용되는 합벽 거푸집을 분석 대상으로 선정 하였다.

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행되었다.

1) 기존문헌 고찰을 통하여 합벽 거푸집과 작업분석을 고찰한다.
2) 합벽 거푸집 구성 요소의 작업분석방법을 단위시간 연구로 채택하고 각각의 프로세스를 캠코더로 촬영 후 파악 한다.
3) 작업 요소별 소요시간을 분석하고 단위작업이 차지하는 전체 공종의 비율을 정량적으로 파악한다.
4) 상기 과정을 통하여 결과를 도출한다.

* 경기대학교 건축공학전공
** 경기대학교 건축공학전공
*** 목포대학교 건축공학과 교수, 공학박사
**** 충주대학교 건축공학과 교수, 공학박사
***** 경기대학교 건축공학과 교수, 공학박사

2. 이론적 고찰

2.1 선행연구 고찰

선행연구의 고찰을 총해 살펴본 연구의 방향은 지하 합벽 무지주 거푸집 시스템 적용성을 분석하는 것에 있다. 연구자의 주장은 무지주 거푸집 시스템이 공기단축 효과가 있다는 것이다. 그러나 공기 단축은 정량적인 연구 결과 없이 사례연구를 통한 근거자료만으로는 타당성이 부족하다고 판단된다. 합벽 거푸집 및 작업분석에 관한 연구는 다음 표 1과 같다.

표 1. 합벽 거푸집 및 작업분석 관련 논문

분 류	연구자	연구 내용
지하 합벽 거푸집	김재엽 외2명 (2008)	지하층 합벽 무지주 시스템 거푸집을 사례연구를 통해 그 타당성을 증명함
	김재엽 외3명 (2009)	건축현장과 토목현장 각 무지주 거푸집 시스템을 사용한 사례를 비교하여 적용성을 판단함
작업 분석	정희경 외2명 (2005)	거푸집 작업을 단위 작업으로 측정하여 이를 정리하여 합리적인 공정관리 및 견적이 이루어 질 수 있도록 기초적 자료로써의 역할을 그 목표로 함
	조훈희 외1명 (2001)	기존의 건축공사 작업분석 및 평가가 부재하다는 점에 착안하여 작업분석 연구를 바탕으로 건축공사의 작업분석 결과를 정량적으로 평가할 수 있는 방안을 제시함
	주진규 외2명 (2003)	철근공사의 생산성 향상을 위한 작업 모델 구축을 위해 불필요한 작업의 프로세스를 줄이고 효과적인 공사 관리를 할 수 있도록 작업 분석함

2.2 지하층 합벽 거푸집공사

건축공사에서 지하층 합벽 거푸집은 지하층 골조공사에서 지하층 외벽을 흙막이벽체와 합벽으로 만들기 위해 적용하는 내벽용 거푸집을 말한다. 합벽 거푸집은 일반적으로 외벽이 대지경계선에 근접해서 외벽의 바깥쪽의 거푸집을 설치 할 공간이 나오지 않을 때 적용한다. 즉 지하 합벽 공사는 도시 건축과밀구역에 적용 할 수 있기 때문에 많이 사용되고 있는 지하층 공법이다.

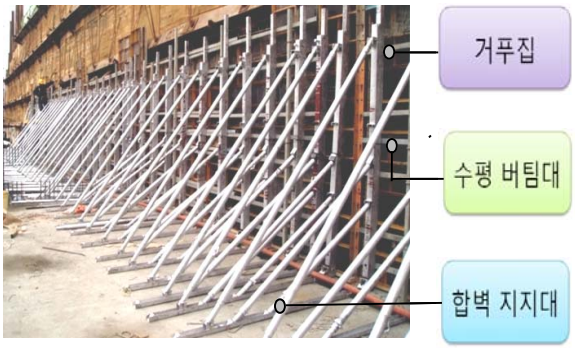


그림 1. 지지대를 사용한 지하층 합벽거푸집의 예

지하층 합벽 거푸집 경우 안쪽 거푸집의 지지가 어렵기 때문에 지지방법에 다양한 유형으로 나누어진다. 거푸집널로 유로폼을 사용하고 지지체로 합벽 전용 지지틀인 합벽 지지대를 사용하는 것이 일반적이다. 합벽 지지대란 그림 1과 같이 별도로 폼 타이를 설치하지 않고 지지틀에 앵커볼트를 매립하여 거푸집을 지지해주는 방식을 말한다.[1)]

2.3 작업분석

2.3.1 작업분석의 종류

건축공사의 작업분석의 주요방법에는 크게 작업측정에 의한 시간연구, 작업동작의 분석을 통한 동작연구로 나눌 수 있다. 이 중 시간연구와 동작연구는 독립적으로 진행되기 도 하나, 상호 보완적인 성격이므로 이론적 전개 및 발전상황이 서로 연계되어 진행되었다. 테일러에 의해 제안된 시간연구는 작업의 표준시간을 결정하기 위한 것이 목적이다. 반면에 동작연구는 작업의 개선방안 도출이 그 목적이다. 동작 및 시간연구는 주로 공장에서의 직접 노동분야에만 한정적으로 적용되었으나, 현재에는 전 산업 으로 그 분야가 확대되어 연구가 활발히 진행되고 있다[2)].

2.3.2 작업분석의 목적

사람과 설비를 대상으로 각 공정 별로 작업내용을 충분히 이해한 후 사람과 설비의 전체적인 부하량을 파악하고 작업내용, 방법 및 비 부가가치 작업을 개선해서 부가가치작업량을 늘리고 공정 재편성을 통해 사람과 설비의 작업량을 균등하게 배분하는데 그 목적이 있다. 작업분석의 구체적인 목표는 다음과 같다[3)].

1) 작업을 세분화 하여 평소 느낄 수 없는 작은 Loss까지 발견
2) Loss의 정량적 파악으로 바르게 현재의 방법을 파악
3) 요소작업의 개선
4) 작업에 필요한 설비, 가공조건, 부품정밀도등의 개선

2.4 단위 시간 연구(Time study)

2.4.1 단위 시간연구의 정의 및 특성

합리적인 생산 활동을 이루기 위해서는 생산현장의 현상을 정확하게 파악해야 하는데 규모가 큰 현장 전체를 파악하기는 상당히 어렵다. 따라서 현장에서는 간편하게 사용하여 정확한 판단이 될

1) 김재엽, 안성훈, 손영진, 지하층 합벽 무지주 시스템 거푸집의 적용성에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 제8권 제2호, pp.87~93, 2008.4
2) 조훈희, 강경인, 건축공사 작업분석 및 평가모델 개발에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제17권 제10호, pp.145~152, 2001.10
3) 정희경, 윤여완, 양극영, 작업측정기법을 이용한 거푸집 공사의 생산성에 관한 연구, 한국건축시공학회논문집, 제5권 제4호, pp.131~137, 2005.12

수 있는 방법이 중요하다.

단위 시간연구는 작업을 단위작업으로 분석하고 각 단위작업에 대해 실질시간을 측정하며, 그 합계인 실질작업시간에 적당한 여유시간을 더하여 표준작업 시간으로 삼는다. 이러한 방법으로 측정한 시간분석은 작업내용을 보다 정확하고 정량적으로 파악 할 수 있다. 또한 작업수행도 평가를 단위작업별로 할 수 있기 때문에 불필요한 공정 적출, 배제하고 필요한 공정을 가장 적절하게 결합함으로써 가장 이상적이고 신속한 작업방법, 작업적정시간, 작업 비용 등을 표준화 할 수 있는 장점이 있다[4].

2.4.2 단위시간 연구(Time study)의 원리 및 실시방법

시간 연구에 의해 얻고자 하는 조사항목의 시간적 구성 비율 R는 아래 식에서 보는 바와 같이 총 시간 N에 대해 그 활동항목이 관측되는 시간 T에 의해 구해진다.

R = T / N ------식(1)

R : 시간적 구성 비율 T : 그 활동항목이 관측되는 시간

N : 총 관측시간

식(1)을 통해 각 공종별 차지하는 시간적인 비율을 알 수 있고 그것을 통해서 부적합한 공종들을 적출, 제외시킬 수 있다.

3. 사례연구

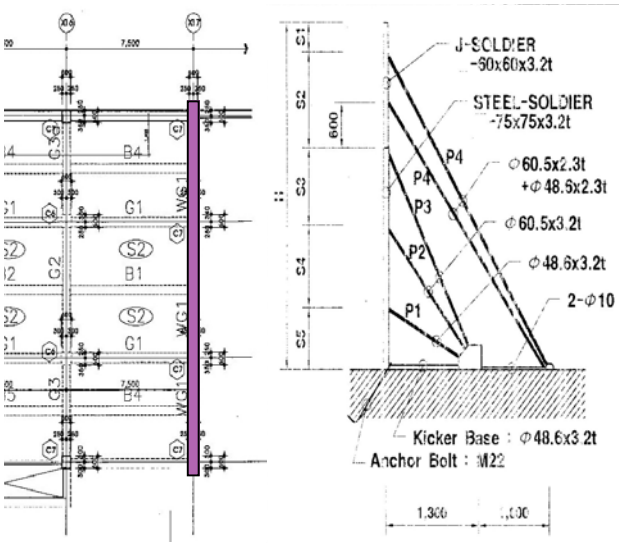
3.1 현장개요 및 대상작업 선정

본 연구는 지하 합벽을 시공하는 현장을 선정하여 작업분석을 실시하였다.

표 3. 현장개요

공사명	○○주택재개발 신축공사
위 치	서울특별시 동대문구 회기동
대 상	지하2층 중 지하 2층 기계 전기실 외벽

작업 대상으로는 길이 16m인 지하 기계 전기실 외벽을 선정하였다. 높이 3.6m의 합벽지지대를 사용 하였고 합벽의 두께는 0.6m이다. 그림 2는 작업 대상의 도면이다.



구분	s1	s2	s3	s4	s5	s6
높이(mm)	300	1300	800	850	650	-

그림 2. 작업 대상 평면도 및 지지대 설치도

3.2 합벽 거푸집공사 프로세스

표 3. 합벽 거푸집공사 프로세스

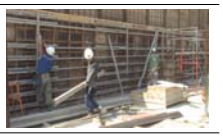
공종	거푸집 설치	공종	거푸집 해체
수평목 설치		지지대 해체	
자재운반		버팀대 해체	
거푸집 설치		거푸집 해체	
버팀대 설치		수평목 해체	
지지대 설치		작업장 정리	

표 3은 합벽 거푸집공사 프로세스를 설치와 해체로 나누고 각 공종을 순서대로 나열 하였다. 콘크리트 타설 및 양생, 먹메김 같은 경우 공종에 포함 되지만 본 연구에서 영향을 미치지 않기 때문에 포함 시키지 않았다.

4) 주진규, 김태희, 김선국, 철근공사 생산성 향상을 위한 작 업모델 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 제19권 제12호, pp.189~197, 2003.12

3.2 합벽 거푸집 소요시간측정 및 결과 분석

표 4. 합벽 거푸집 설치 소요시간 측정

분류	공정	작업자 A	B	C	D	E	분	총 시간	비율
합벽 거푸집 설치 작업	폼 배치						24 16 8	31′	7.1 (%)
	수평목 설치						16 8	14′	3.2 (%)
	폼 설치						48 40 32 24 16 8	105′ 20″	24.2(%)
	보강재 설치						32 24 16 8	76′ 40″	17.6(%)
	합벽 지지대 설치						40 32 24 16 8	134′ 20″	30.8(%)
기타 작업	자재인양 작업						16 8	37′	8.5 (%)
	도면 작업						16 8	7′ 40″	1.8 (%)
	작업장 정리						16 8	11′ 20″	2.6 (%)
	거푸집 박리제						24 16 8	18′ 20″	4.2 (%)
합계		107′ 40″	85′ 20″	87′	38′	118′ 20″		435′ 40″	100 (%)

합벽 거푸집 공사에 대한 작업분석을 위해 디지털 캠코더를 이용하여 연속측정법으로 촬영을 실시하였으며 이를 분석하여 작업시간을 측정하였다. 본 연구에서 시간연구는 거푸집공사의 특성상 각 공종이 순차적으로 진행되는 것이 아니라 동시에 진행되기 때문에 각 작업자가 할당된 작업시간을 정확히 기록하여 분석하였다. 작업자는 총 5명으로 그 중 2명이 1조를 이루어 작업이 실시되었다.

위의 표 4는 합벽 거푸집 설치 소요시간을 측정한 표이다. 시간연구를 분석한 결과 합벽 거푸집 설치 작업 시간은 총 435분 40초였다. 합벽 거푸집 설치 공정에서 가장 많은 비율을 차지하는 공정으로는 폼 설치 공종이었다. 소요시간은 폼 배치와 설치를 더한 136분20초이고 전체공종별 비율은 31.3%였다. 다음으로 많은 비율을 차지하는 공종은 지지대 설치 작업 이였다. 소요시간은 134분20초이고 공종별 비율은 30.8%로 나타났다.

표 5. 합벽 거푸집 해체 소요시간 측정

분류	공정	작업자 A	B	C	D	E	분	총 시간	비율
합벽 거푸집 해체 작업	합벽 지지대해체						32 24 16 8	72′ 30″	37.4(%)
	경사 버팀대 해체						32 24 16 8	5′ 40″	2.9 (%)
	보강재 해체						16 8	35′ 10″	18.1(%)
	폼 해체						16 8	47′ 20″	24.4(%)
	수평목 해체						16 8	8′ 10″	4.2 (%)
	작업장 정리						16 8	25′	12.9(%)
합계		30′	56′ 20″	38′	33′ 40″	35′ 50″		193′ 50″	100 (%)

표 5는 합벽 거푸집 해체소요시간을 측정한 표이다, 해체시 가장 많은 시간이 소요된 공종은 지지대 해체였다. 소요시간은 72분 30초였고 공종별 비율은 37.4%가 소요되는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 논문에서는 지하층 합벽 거푸집 공사 작업과정을 작업분석의 방법을 통해 분석하였고 단위 공종의 소요되는 시간이 전체 공사에 차지하는 비율을 알아보았다. 그 결과 다음과 같은 결론에 도달하였다.

합벽 거푸집 설치 작업에서 합벽 지지대 설치와 보강재 설치가 많은 시간을 차지하는 것으로 보였다. 합벽 거푸집 해체 작업에서는 합벽지지대에 관련된 시간이 설치 시 보다 오히려 영향을 더 많이 주는 것으로 보였다. 지하층 합벽 거푸집 공사에 있어서 합벽 지지대에 관련된 부분이 다른 작업이나 공법 등으로 대체 된다면 상당한 공기단축 효과를 가져 올 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구는 1회 측정 되었지만 향후 연구에서 더 많은 자료를 축적하고 통계를 분석을 통하여 신뢰도를 높여야 한다. 그리고 정확한 거푸집 시스템의 효율성 판단을 위해 거푸집 공사에 사용되는 자재의 비용을 포함한 합벽 전체를 다루는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. (주)상우공정(2009), 가설재 소개-지지대-합벽지지대
2. 김재엽 외 3인, 지하옹벽 무지주 거푸집 사례의 경제성 분석에 관한 연구, 한국건축시공학회논문집, 제9권 제4호, pp.111~118, 2009.8
3. 김재엽, 안성훈, 손영진, 지하층 합벽 무지주 시스템 거푸집의 적용성에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 제8권 제2호, pp.87~93, 2008.4
4. 이준호, 이현수, 김문한, 거푸집 작업조를 중심으로 한 공동주택 철근콘크리트공사의 송정계획 방법, 대한건축학회논문집, 제12권 제4호, pp.261~269, 1996.4
5. 정희경, 윤여완, 양극영, 작업측정기법을 이용한 거푸집 공사의 생산성에 관한 연구, 한국건축시공학회논문집, 제5권 제4호, pp.131~137, 2005.12
6. 조훈희, 강경인, 건축공사 작업분석 및 평가모델 개발에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제17권 제10호, pp.145~152, 2001.10
7. 주진규, 김태희, 김선국, 철근공사 생산성 향상을 위한 작업모델 연구, 대한건축학회논문집, 제19권 제12호, pp.189~197, 2003.12