

고층 공동주택 마감공사의 공정계획 프로세스

백태용
부천대학교 건축과

Process Planning for Finishing Works of High-rise Residential Buildings Project

Tae-Yong Baek

Department of Architecture, Bucheon University

요약 다수의 고층 주거 건물을 건설하는 공동주택 프로젝트에서 마감 공종은 단위세대마다 반복적으로 시공되므로 자원이 연속적으로 투입되도록 공정관리가 이루어지면 품질을 확보하면서 공기를 단축하고 공사비를 절감할 수 있다. Bar Chart, CPM, LOB와 같은 공정관리 기법은 반복 작업에 대한 표현과 적용의 한계점으로 인하여 공동주택 마감공사에 사용하기에는 적합하지 않다. 또한 택트 기반 공정관리 기법은 반복 공종의 작업 흐름을 일정하게 유지하기 어려울 뿐만 아니라 지속적으로 필요한 자원을 할당하기 위해서는 상당한 노력과 전문 시공업체의 협조를 필요로 한다. 공동주택의 마감공사는 벽체조성 공사, 마감바탕공사, 바닥미장공사, 최종마감공사 순으로 진행되고, 각 공사에는 작업 방법, 작업 공간, 자원 생산성 등과 관련하여 다양한 특성을 가지는 하위 개념의 반복 공종들이 존재한다. 이 반복 공종들의 작업이 동기화되거나 마지막 작업구역에서 수렴되도록 하면 공정관리의 목표가 유효하게 달성될 수 있다. 따라서 본 연구는 공동주택의 단위세대에서 시공되는 작업들의 순서 관계, 작업 유형 분류 및 관리 방법, 자원의 연속적인 투입을 위한 시공속도와 작업구역 등의 요소들을 고려하여 마감공사를 위한 공정 계획 프로세스를 제시하고자 한다.

Abstract In the construction of high-rise residential buildings in which the finishing works are done repetitively in each housing unit, the construction period and cost can be reduced, while maintaining the quality, if the work process is properly managed in order for the resources to be input continuously. Time management methods such as the Bar Chart, CPM and LOB are not appropriate, due to the difficulties involved in the diagramming of repetitive works and applying them to the project. The Tact method also has difficulties in maintaining a constant work flow and needs significant effort and cooperation from the subcontractors to allocate the resources consistently. Partitioning, base works for finishing, floor mortar plastering and the final finishing work are done sequentially in residential buildings projects, and there are many repetitive activities which differ in terms of the work method, work area and productivity. If these repetitive activities are synchronized or converged toward the last work area, the goal of process management can be achieved effectively. Therefore, a process planning method for the finishing works of residential building projects is proposed, which takes into consideration elements, such as the sequential relation between the activities in each housing unit and classification of repetitive works in terms of their management method, work area and production rate, for the continuous input of resources into the housing units.

Keywords : Finish work, Process management, Repetitive activity, Residential project, Tact method

*Corresponding Author : Tae-Yong Baek (Bucheon Univ.)

Tel: +82-32-610-3307 email: trbaek@bc.ac.kr

Received August 14, 2017

Revised (1st September 25, 2017, 2nd October 18, 2017)

Accepted November 3, 2017

Published November 30, 2017

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사의 공정관리는 인력, 자재, 장비, 원가 등의 자원들을 투입하여 건축물을 생산하는 활동을 시간 단위로 계획·조직·통제하는 통합적 관리의 한 방법이다. 공정관리는 정해진 기간에 안전 및 품질을 확보하면서 시공능률을 향상시켜 예정보다 절감된 비용으로 공사를 완성하는 것을 목표로 하고 있다. 다수의 고층 주거 건물들로 구성된 공동주택의 마감공사는 공종이 많고 여러 전문시공업체에 의해 반복하여 시공되는 특성을 지닌다. 이와 같은 반복공사에서는 체계적이고 효율적인 공정관리가 이루어지면 공기단축과 비용절감이 이루어질 여지가 많게 된다. 그러나 공동주택 마감공사에서 작업들이 반복되는 과정에서 생기는 생산성의 변동으로 인하여 선·후행 작업 간에 간섭과 마찰 등이 발생하여 마감공사기간의 약 45%가 작업이 이루어지지 않는 대기시간이 되는 것으로 분석되었으며, 국내의 마감공사는 골조공사 완료 후 9-12개월이 요구되어 일본의 6-8개월에 비해 약 30% 길게 소요되고 있는 것으로 조사되었다[1]. 따라서 수행할 건설프로젝트의 특성을 고려하여 건설 생산 활동을 체계적으로 관리할 수 있는 공정 계획 및 운용은 반복공사의 효율성을 높여 시간과 비용을 절감하는 면에서 매우 중요하다.

건축공사에 주로 사용되는 공정관리 기법은 바차트(Bar Chart), CPM(Critical Path Method), LOB(Line Of Balance) 등이 있다. 바차트는 작업의 시작과 끝을 공사기간에 대한 횡선으로 표현한 것으로 작업의 착수일과 종료일이 명기되어 보기 쉽지만, 작업 간의 상호관계와 순서가 표현되지 않아 공사기간에 영향을 주는 작업을 파악하는 것이 어렵다. CPM은 작업 간의 관계와 작업소요시간 등을 네트워크로 표현하여 일정을 계산하고 전체공사기간을 산정하며, 공사 수행에서 발생하는 일정상의 문제를 도해나 수리적 모델로 해결하고 관리하는 방법이다[2]. 그러나 CPM은 공정관리를 위한 작업의 위치 및 생산성 정보를 제공할 수 없고, 표현상의 제약으로 작업을 세분화 하는 데 한계가 있어 반복공사의 작업 진척 상황과 정도를 파악하기 어렵다[3]. LOB는 반복공정이 있는 건설공사를 위하여 시공속도를 사선의 기울기로 표시하여 전체공사를 도식화하는 기법으로 작업 간의 간섭 및 작업 진행상의 문제점을 파악하고 해결하는 것이 쉽

지 않다[3].

다수 고층 건물과 수많은 단위세대로 구성된 공동주택 프로젝트에서는 단위세대의 완성에 필요한 마감 반복공종들이 작업공간을 이동하면서 동일한 작업내용으로 반복 수행된다. 그렇기 때문에 기존의 공정계획 기법으로는 수많은 반복 작업들의 공정흐름을 전체적으로 표현할 수 없고, 진도관리를 위한 건물별·전문시공업체별 세부공정표를 작성하기가 쉽지 않다. 최근에 공동주택 마감공사의 합리적 운용을 위하여 작업구역을 일정하게 통일시켜 선·후행 작업의 흐름을 연속으로 만드는 택트공정관리[1]방식이 연구되고 있다. 택트 기법의 현장 적용성을 높이기 위해서 마감공사의 반복공종들을 19개 택트단위작업으로 구분하여 층 단위로 적용하는 택트공정관리 프로세스와[3] 마감공사를 대상으로 주작업과 부수작업들을 묶어 20개 택트단위작업으로 구성된 공정관리 개선안[4]등이 제시되었다. 그러나 이들은 작업과 공간의 특성에 따른 상호관계의 유연성과 시공속도의 다양성 등을 충분히 고려하지 않고 획일적인 동기화를 적용함으로써 공정관리의 효율성을 높이지 못하였다. 그 뿐만 아니라 마감공사는 작업조가 작업구역에 순차적으로 투입되어 연속적으로 작업이 진행되어야 하는 데, 이를 위해서는 착수 전에 충분한 작업공간이 준비되어야 한다. 그러나 택트공정관리 방식의 경우, 자원의 건물별 수직 이동만 고려되고 있어 작업공간의 공급이 불완전하게 되고, 이에 따라 작업 단절과 대기시간이 발생할 수 있는 가능성이 매우 높아진다. 따라서 연속작업에 의한 생산성 향상, 용이한 진도관리, 작업 중에 발생하는 변화에 대한 유연한 대응 등을 가능하게 하는 개선된 공정계획·관리가 요구되고 있다.

본 연구는 수많은 반복공종들이 단위세대에서 순차적으로 이루어져야 하는 특성 때문에 공종 간의 간섭이 많이 발생되고, 이러한 간섭을 줄이기 위하여 비생산적인 대기시간을 과하게 설정하는 등 비효율적인 공정 계획과 운영이 수행되는 공동주택 마감공사를 대상으로, 반복공종의 고유 특성을 고려한 시공속도와 작업공간을 기반으로 관리 효율성과 실무 적용성을 향상시키는 공정관리 개선안을 제시하고자 한다.

1.2 기존 연구의 고찰

반복공사에서 작업 간 대기시간의 문제점을 개선하면 그 효과가 크기 때문에 고층건물이나 공동주택 마감공사

를 대상으로 택트기법을 적용하여 공정 프로세스를 개선 하려는 연구들이 이루어져 왔다. 그러나 마감공종의 다양한 특성과 수많은 작업 개수로 인하여 상세한 공정계획이 수립되기 어렵고, 운영상에서도 공정 간섭 등의 문제점 분석에 의한 지속적인 공정개선이 실행될 수 없어 택트기법을 실무에 적용하기에는 여전히 한계가 존재한다.

마감 반복공사에 택트공정관리 기법을 적용하는 기존 연구는 Table. 1.과 같으며, 그 한계는 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째, 모든 반복공종이 획일적으로 동기화되어 비효율적인 공정운영이 이루어지고 있다. 선행 작업의 변동성이 엄밀하게 관리되지 않으면 선행 작업과 동일한 택트타임을 유지하기 위하여 추가 자원이 투입되거나, 혹은 반대로 작업 대기가 발생할 수 있다. 둘째, 모든 반복 작업들을 동일한 택트타임에 맞추어 진행하는 것은 실무적으로 매우 어렵다. 수많은 공정 정보를 수집하여 관리하는 데에는 추가적인 인력과 시간이 필요하고 낭비요인을 제거하기 위해 작업 간의 간섭을 예측하는 기능이 강화되어야 하며 전문시공업체 간의 마찰을 해소하기 위한 의사소통과 조정에도 상당한 노력이 요구된다. 셋째, 반복공종의 고유 특성을 고려하지 않고 있다. 마감공사의 반복공종들은 생산, 운반, 설치, 선·후행 관계 등에 따른 고유 특성을 가지고 있기 때문에 각 공종마다 최적의 시공속도와 작업 공간 요구량이 상이하다.

Table 1. Trend of research on tact method

Title	Contents
Application Plan of TACT Process for Finish Works in Apartment Housing Projects (D, Shin, 2010)	A tact process is suggested for finishing works by setting 19 tact units consisting of 186 activities, work area of one floor and tact time of 6 days synchronizing to RC work.
Workflow-based TACT Planning & Scheduling Process - Focused on the Finishing Work of Apartment Building (J, Kim, 2007)	A tact process is suggested to plan and control repetitive finishing works by means of production rate that is a tool to manage work and resource flows.
The application of tact time at finish work for building construction - Focused on Office Building(Y, Yoon, 2005)	Tact time, which is a factor to control and adjust process of activities, is decided by 3 estimated time of completion for office building project.
A Tact Planning and Scheduling Process Model for Reduction of Finishing Work Duration in Building Construction Projects (Y, Kim, 2003)	A tact based process model is suggested for the finishing work of office building. Each floor are divided into 3 work areas and every activity is to be completed sequentially.

2. 공동주택 마감공사의 특성

2.1 마감 반복공종의 작업흐름

공동주택 프로젝트는 토공 및 기초공사를 시작으로 골조공사가 수직으로 진행되어 마감공사를 착수할 수 있는 작업공간이 준비된다. 이후 계절에 따른 작업조건을 고려하여 벽체조성공사, 마감바탕공사, 바닥미장공사, 그리고 최종마감공사가 Fig. 1.과 같은 순서대로 진행된다. 공사분할체계의 상위 개념에 속하는 이 공사들은 변경이 불가능한 순서를 가지지만, 각 공사에 속하는 하위 마감 반복공종들은 기술적 특성, 작업 공간, 투입자원 등의 조건에 의해 다양한 상호관계를 가지게 된다. 작업순서가 물리적으로 변경하기 어렵거나 바람직하지 않은 하드로직(Hard Logic)을 가지는 공종이 있는 반면에, 품질과 안전 등을 고려하여 작업순서가 결정되더라도 임의변경이 가능한 소프트로직(Soft Logic)을 가지는 공종도 많기 때문에 공사의 목표와 특성이 반영된 다양한 공정계획이 가능하다[5].

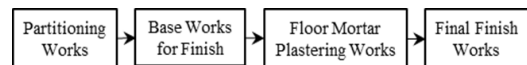


Fig. 1. Flow of finish works

2.1.1 벽체조성공사

벽체조성공사는 단위세대 내에서 각 실을 구획하는 작업으로 떡매김, 벽돌쌓기, 경량칸막이가 주공정인 작업이고 발코니난간, 외벽창 등은 병행작업이다. 이 공사의 중심인 벽돌쌓기는 자재 운반, 준비 작업, 1단 쌓기, 2단 쌓기 등의 하위 작업들로 구성되어 있으며, 하위 작업들이 작업구역에서 순환하여 수행되도록 작업조의 규모와 운영이 합리적으로 계획되어야 한다. 벽체조성공사에 속하는 반복공종들은 골조공사의 생산성 변동을 직접적으로 받으므로 시간 혹은 공간 작업버퍼가 적절히 계획되어 후속 마감바탕공사에 영향을 주지 않아야 한다.

2.1.2 마감바탕공사

마감바탕공사는 최종 마감재를 설치하기 위한 벽, 바닥, 천정의 바탕을 만드는 작업으로 창호틀, 몰탈사춤, 내부방수, 벽석고보드, 벽미장, 천정석고보드, 천정몰딩 등의 작업들이 순서대로 진행된다. 창호틀은 마감공사로 이행되는 벤치마크적 작업으로 마감재 설치의 기준이 된

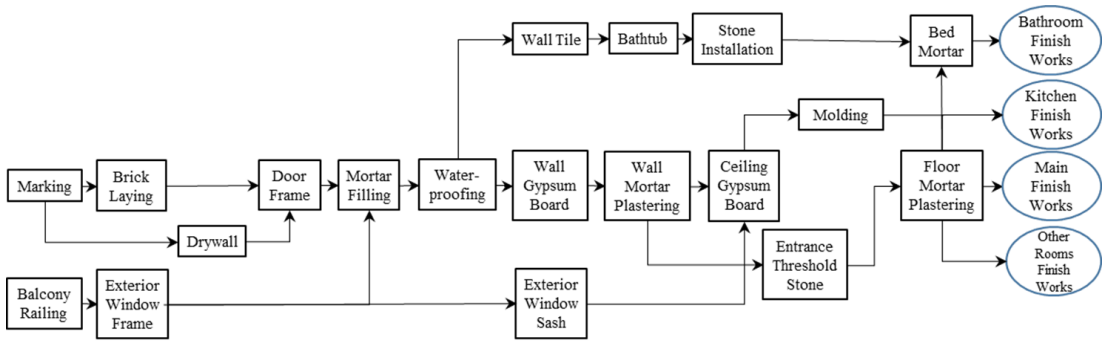


Fig. 2. Network of activities before final finish works

다. 천정 몰딩의 선행 작업인 천정석고보드는 평형이나 형태에 따라 생산성의 편차가 크기 때문에 소요 작업조산정에 유의해야 하며, 마감 품질을 고려하여 바닥미장공사 이전에 작업하는 것이 좋다. 마감바탕공사는 대부분 습식작업이며 마감전체공기의 약 40%가 소요되는 주공정선 작업들이므로 집중 관리되어야 한다.

2.1.3 바닥미장공사

바닥미장공사는 난방설비를 가진 바닥층을 형성하는 작업으로 층간소음방지재, 경량크리트, 난방배관 및 바닥미장 등이 진행되는 일련의 작업이며, 작업과 양생이 진행되는 동안에는 다른 작업들이 통제된다. 바닥미장공사는 천정몰딩 작업과 함께 완료되어야 최종마감공사가 착수될 수 있는, 습식 작업과 건식 작업의 분기점에 위치하는 중요한 작업이다. 기계화 시공으로 일일 작업량이 매우 많고 후속 작업의 조기 착수와 품질확보에 크게 영향을 미치므로 사전 작업계획과 작업자의 일정관리가 철저히 이루어져야 한다. 벽돌쌓기에서 바닥 미장작업까지의 주공정선 작업들은 작업 수는 적지만 전체 마감공사기간의 약 60-70%에 이르는 작업기간이 소요되므로 세심한 공정계획과 엄격한 관리가 요구된다[4].

2.1.4 최종마감공사

최종마감공사는 단위세대 내부에 마무리와 장식을 목적으로 내장재를 설치하는 건식 작업으로 설치되는 내장재의 종류와 단위세대의 형태에 따라 작업순서가 달라질 수 있다. 목창호튼틀, 고정가구몸통, 도배, 바닥재가 전체공간을 점유하면서 진행되는 주공정선 작업이며, 욕실, 주방, 발코니, 기타 실에서 이루어지는 작업들은 주공정선 작업과 부분적으로 연계성을 가지지만 거의 독립

적으로 수행되는 병행작업이다. 최종마감공사는 내장재의 종류와 기술적 특성, 그리고 다수의 독립된 작업공간을 활용하여 유연한 순서관계를 가지는 작업흐름을 구성할 수 있다.

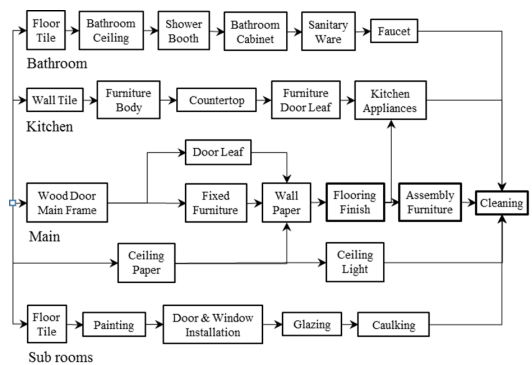


Fig. 3. Network of final finish activities

2.2 마감 반복공종의 시공속도

시공속도는 투입자원에 의해 단위 작업 기간에 완료되는 작업량 혹은 단위세대의 수로 표현되는 생산성이다. 반복공사에서 모든 작업들이 동일한 시공속도로 작업 간 대기시간 없이 연속적으로 수행되는 방식의 완전택트형 공정관리가 완벽한 흐름생산을 성취하여 최상의 효과를 내듯이[6], 모든 마감 반복공종들이 Fig. 4.와 같이 동기화된다면 공기단축과 비용절감 등의 공정관리 목표가 달성될 수 있다. 그러나 고층 공동주택의 마감공사에서 작업 방법, 작업 공간, 그리고 자원 가용성 등으로 마감 반복공종들의 시공속도가 일관되게 유지되지 않으며, 필요한 자원이 지속적으로 투입하는 것도 쉽지 않으므로 이를 달성하기 위해서는 많은 노력과 공사 참여자

간의 협조가 필수적이다[7].

반복 마감공종의 특성에 따른 시공속도를 살펴보면, 벽체조성공사는 어느 정도 골조공사가 진행된 시점에서 착수가 가능하므로 마지막 작업구역에서 대기시간 없이 완료되기 위해 골조공사보다 높은 생산성으로 수행된다. 바닥미장공사는 시공속도가 매우 높아 작업연속성을 유지하게 되면 후속작업의 착수가 상당히 늦어지므로 적절하게 분할하여 시공된다. 분할시공을 하더라도 바닥미장공사의 평균 시공속도는 선행공사보다 높게 유지되며, 최종마감공사는 바닥미장공사보다 빠른 시공속도로 완료된다. 공사가 진행되면서 후속 작업들의 시공속도가 점차적으로 높아지게 되더라도 마지막 작업구역에서 모든 작업이 연속적으로 이루어지면 완전택트형 공정관리와 같은 효과가 생긴다.

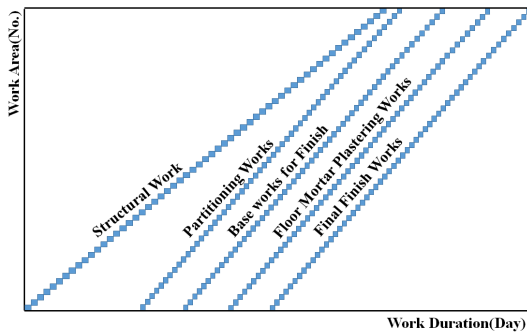


Fig. 4. Synchronization of finish works

Table 2. Production rate of activity

Activity		Productivity (units/team)	No. of teams
Partitioning works	Floor marking	8	0.5
	Bricklaying	0.67	6
Base works for finish	WD sub-frame	5	0.8
	Wall gypsum	2.5	1.6
	Wall plastering	1.2	3.4
	Ceiling gypsum	0.6	8
	Ceiling molding	4	1
Floor plastering	Lightweight conc.	30	0.13
	Mortar plastering	20	0.2
Final finish works	Door frame	4	1
	Kitchen furniture	2	2
	Door leaf	8	0.5
	Ceiling paper	2	2
	Wall paper	1.25	3.2
	Flooring	2	2

전용면적 84 m²의 단위세대 4호가 조합된 24층의 6개동 공동주택공사의 경우에 골조공사의 시공속도는 평균적으로 4세대/작업일이 된다. 마감 반복공종들은 Table. 2.에서와 같이 각 작업조의 생산성을 분석한 후 작업조의 수를 증가시키는 방식으로 골조공사의 시공속도에 동기화할 수 있다. 하지만 각 작업조의 생산성이 상이하여 연속적으로 반복되는 작업에 필요한 작업조의 수도 다양하게 나타난다. 특히 요구되는 작업조의 수가 1이 아닌 경우에는 연속작업이 불가능하므로 작업분할 혹은 착수지연 등의 공정계획이 필요하다.

3. 마감공사의 공정계획 프로세스

3.1 공정계획 시 고려사항

고층 공동주택 마감공사의 공정계획은 크게 4가지를 고려해야 한다. 첫째, 마감 반복공종의 작업 흐름으로 단위세대에서 수행되는 작업의 기술적 특성과 공간 요구조건을 고려하여 순서를 정할 필요가 있다. 둘째, 각 작업의 관리 방식이다. 수많은 작업들이 수반되는 마감공사는 각 작업들 마다 동일한 수준으로 관리되는 것이 현실적으로 어렵기 때문에 작업유형에 따른 관리의 정도를 조정할 필요가 있다. 세 번째로 고려되어야 할 것은 시공속도이다. 작업의 연속성을 확보하기 위한 시공속도는 작업 관리 유형에 따라 다르게 정해져야 한다. 마지막으로 작업의 변동성에 대응하고 진도관리가 용이하도록 작업구역의 크기와 경로를 적절하게 정하여 효율적인 공정관리 도구가 작성되게 한다.

3.2 공정계획 프로세스

고층 공동주택 마감공사의 공정계획은 Fig. 5. 에서와 같이 1) 단위세대의 작업흐름도 작성, 2) 작업 관리 유형 분류, 3) 관리 유형별 기준 시공속도 결정, 4) 작업구역의 크기와 경로 결정, 5) 건물별과 작업별 일정표 작성 순으로 진행된다.

3.2.1 단위세대의 작업흐름도

작업흐름도는 단위세대의 완성에 필요한 마감작업들의 작업순서 및 상호연관성을 결정하여 반복 작업들이 단위세대에서 어떻게 수행되는 지를 파악할 수 있도록 네트워크 형식으로 표현한 것이다. 단위세대에는 전체

공간을 필요로 하거나 출입을 통제하는 작업흐름이 있으며, 부분 작업공간에서 독립적으로 수행되는 작업흐름들도 존재한다. 작업흐름도가 공정관리의 목적에 부합하도록 상세하고 효과적으로 표현되기 위해서는 적절한 작업분류가 이루어져야하며, 일반적으로 70-100개가 적정하다.

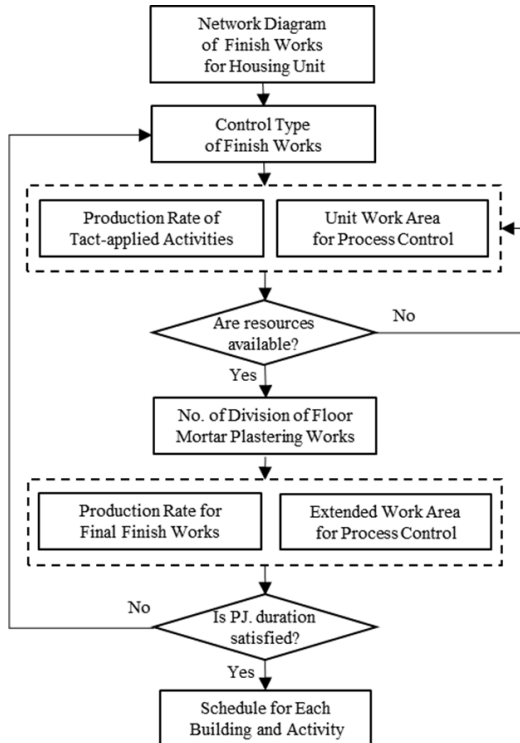


Fig. 5. Flow of process planning

3.2.2 작업 관리 유형

작업들을 유형별로 구분하여 공정계획 및 관리의 수준을 다르게 조정하면 마감공사의 수많은 반복 작업들이 효율적으로 관리될 수 있다.

- 1) 택트공정관리 기법 적용 공종 : 작업의 수는 적지만 전체 마감공사기간에서 차지하는 비중이 매우 높은 주공정선 작업들이 이 공종에 해당되며 택트 공정관리 기법을 적용하여 엄격하게 공정관리가 수행된다. 벽돌쌓기, 경량칸막이, 창호틀, 몰탈사춤, 내부방수, 벽석고보드, 벽미장, 천정석고보드, 천정몰딩 등의 작업들이 동일한 시공속도로 단위 작업구역을 이동하면서 연속적으로 수행된다.

- 2) 바닥미장 공종 : 층간소음방지재, 경량콘크리트, 난방코일, 바닥모르타르 등이 하나의 일련작업으로 관리되며, 화장실 바닥타일을 붙이기 위한 바탕모르타르는 바닥미장공사가 이루어지는 기간에 시공되도록 한다. 바닥미장 공종은 시공속도가 빠르므로 계절 조건과 후속 작업의 착수시점 등을 고려하여 분할 시공되도록 계획한다.

- 3) 바닥미장 선행 공종 : 택트공정관리 기법 적용 공종과 병행이 가능한 작업 중에서 선정하여 바닥미장공사 착수 전에 완료함으로써 최종마감공사가 진행되는 기간에 작업이 집중되는 것을 완화시킨다. 외벽에 적용되는 발코니난간대, 외벽창호틀, 몰탈사춤, 창호코킹, 창문짝 등은 천정석고보드 전에 완료되도록 계획한다. 화장실의 방수 작업이 완료된 후에 벽타일, 욕조, 돌붙이기 등이 타일바탕몰탈 전에 완료되게 한다. 이러한 선행 공종들은 공정에 여유가 있지만 주공정선 작업의 시공속도에 보조를 맞추면서 가장 늦은 종료시점(LFT, Latest Finish Time)이 반드시 지켜지는 방식으로 관리한다.

- 4) 최종마감 공종 : 최종마감 공종의 수는 전체의 2/3 이상인면서 작업기간은 전체의 1/3 정도이기 때문에 하나의 작업 순서를 정하고 공사를 수행하는 것이 불가능하다. 내장재의 종류와 기술적 특성에 따른 순서관계와, 병행작업을 가능하게 하는 작업공간들을 활용하여 작업흐름과 관리원칙을 세우고 공사 진행 중에는 작업여건에 따라 유연하게 조정하는 공정관리가 필요하다. 최종마감공종은 작업할 공간과 자원이 원활하게 공급되면 매우 높은 시공속도를 구현할 수 있어 효과적인 공정흐름을 얻을 수 있다.

3.2.3 관리유형별 기준 시공속도

택트기법 적용 마감공종은 벽돌쌓기 시공속도에 동조화하여 작업이 진행되며, 벽돌쌓기의 시공속도는 골조공사의 변동성을 충분히 흡수하기 위해 착수시점을 늦추거나 작업구역을 확대하는 등의 방안을 고려하여 결정된다. 골조공사의 진행에 따른 층별 단위세대의 공급 수량을 감안하여 벽돌쌓기의 착수시점과 종료시점을 결정할 후, 전체 단위세대 수를 작업기간(종료시점-착수시점)으로 나누면 벽돌쌓기의 기준 시공속도가 산정된다. 바

다미장 공종은 작업조의 투입 횟수와 1회에 수행되는 작업구역의 규모를 결정하는 것이 중요하다. 투입회수가 많으면 착수지연기간이 줄어드는 반면에 현장 반입·반출로 인하여 간접비가 증가되므로 계절과 잔여 마감공사기간을 고려하여 적절한 분할 횟수가 계획되어야 한다. 최종마감 공종은 바닥미장의 평균 시공속도 이상으로 계획하되, 모든 작업들을 동일 속도로 시공하는 것보다는 작업의 특성을 고려하여 시공속도를 다르게 하거나 분할 시공하는 것이 효과적이다. Fig. 6.은 마감공종들의 관리 유형에 따른 시공속도를 기울기로 표현한 것으로 골조공사, 택트공정관리 기법 적용 공종, 바닥미장 공종, 최종마감 공종 순으로 시공속도가 높아지는 공정계획을 보여주고 있다.

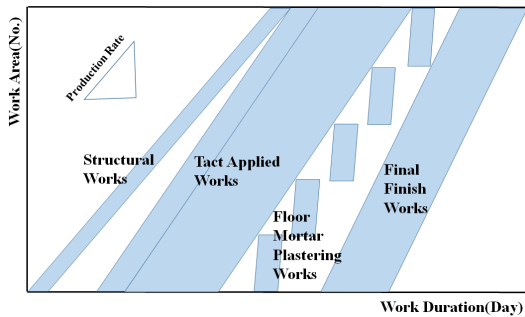


Fig. 6. Production Rate of Works

3.2.4 작업구역의 크기와 경로

기본 작업구역은 기준 작업 기간에 완료되는 단위세대의 수량으로 택트공정관리 기법이 적용되는 공종에 적용된다. 택트기법이 적용되는 반복공종들은 동일한 시공속도로 기본 작업구역을 이동하면서 대기시간 없이 수행되므로 공정 진행이 매우 빠듯하다. 확장 작업구역은 분할 시공되는 공종이나 생산성 변동이 큰 공종에 적용되는 데, 바닥미장 공종의 작업구역은 작업기간당 시공되는 단위세대의 수가 되며, 그 수가 택트기법 적용 공종의 5배 이상이 된다. 최종마감 공종의 작업구역은 작업방법과 자원공급량 등을 감안하여 바닥미장 공종의 1배수 혹은 2배수를 적용한다. 반복공종의 변동성이 클 경우에는 작업구역을 확대하여 진행하는 것도 가능하다. 그러나 시공속도를 높이지 않고 작업구역을 확대하면 공사기간이 늘어나는 효과가 있으므로 변동을 제어할 수 있는 최소한의 확장 작업구역이 계획되어야 한다.

작업경로는 작업구역의 크기와 작업조의 수량을 고려하여 작업조가 기준 작업기간에 하나의 작업구역을 완료하고 이동하도록 하여 작업일 중간에 건물 간 이동하지 않게 한다. 따라서 수직이동의 기준을 바닥미장공종의 작업구역으로 정하는 것이 합리적이다. 작업조의 수가 많은 공종은 개별 건물에서 수직 이동을 하고, 하나의 작업조가 투입되는 공종은 바닥미장 공종의 작업구역 범위에서 수직 이동한 후에 다른 건물로 수평 이동하는 것이 바람직하다.

3.2.5 건물별 · 작업별 일정표

공동주택 마감공사의 공정관리가 효과적으로 이루어지기 위해서는 공정계획 및 운용에 전문시공업체의 적극적인 이해와 협조가 필요하다. 그러므로 전문시공업체가 초기부터 공정계획 프로세스에 참여해야 하며, 완성된 일정표는 이해하기 쉽게 작성되어 모든 참여자 간의 의사소통 도구가 되어야 한다.

공정표는 전체 공정표, 단위세대 공정표, 세부 공정표가 작성된다. 전체 공정표는 상위의 공정관리 수단으로 전체적인 공정을 파악하는 데 활용되며, 단위세대 공정표는 착수시점, 종료시점, 시공속도, 순서관계, 마일스톤 등을 표시하여 반복공종의 표준 일정을 제시한다. 그리고 작업유형별 반복공종의 공정관리를 위하여 세부공정표가 건물별과 전문시공업체별로 도표화하여 작성된다.

4. 결론

다수의 건물에 수직·수평으로 배치된 단위세대들의 집합인 고층 공동주택 프로젝트는 계획된 순서를 가진 작업들이 단위세대를 이동하면서 반복적으로 진행되는 특성을 가지고 있다. 건설생산을 시간적으로 계획·관리하기 위한 기존 공정관리 기법들은 반복공사를 효과적으로 표현하고 통제하는 도구로서 적절하지 않아, 공동주택공사에서는 경험과 직관에 의존하여 반복공정이 관리되고 있는 실정이다. 최근에 활발히 연구되고 있는 택트공정관리 기법도 획일적인 동기화로 실무 적용에 많은 어려움이 있다.

공동주택의 마감공사에서 벽돌쌓기부터 바닥미장까지 주공정선의 반복공종들은 주로 습식 작업으로 작업수는 적지만 전체마감공기의 60-70%가 소요되어 엄격

한 공정관리가 필요하다. 그러므로 동일한 시공속도로 작업 간 대기시간 없이 연속적으로 작업을 수행하는 택트공정관리 기법이 적용된다. 최종마감공사는 건식작업으로 작업 수는 많지만 자원이 원활하게 공급되면 매우 빨리 시공되는 특성이 있다. 그러므로 내장재의 특성과 작업공간들을 활용하여 유연한 공정계획이 수립되면 효과적인 공정 운용이 이루어질 수 있다. 따라서 본 연구는 반복공종을 분류하여 각 유형에 적합한 시공속도와 관리 방식을 다르게 적용하는 공정계획 프로세스를 제시한다.

제시된 고층 공동주택 마감공사의 공정계획 프로세스는 먼저 단위세대를 구성하는 작업들의 기술적·공간적 상호관계를 확인하여 전체 혹은 개별 작업공간에서 수행되는 작업들의 공정흐름을 구성한다. 그 다음에는 반복작업의 특성에 따라 택트공정관리 기법을 적용하는 공종, 분할 시공되는 바닥미장 공종, 순서관계의 유연성과 빠른 시공속도를 활용하는 최종마감 공종, 그리고 바닥미장공사 전에 완료되는 병행 공종 등으로 구분하여 각각의 관리 수준과 방법을 결정한다. 그리고 개별 관리유형에 적절한 시공속도, 작업구역의 크기와 경로를 결정한 후에 마지막으로 진도관리와 공사 참여자 간의 의사소통 도구가 되는 도표화된 일정표를 작성한다.

본 연구에서 제시한 공정 프로세스는 모든 반복공종을 획일적으로 동기화하는 것이 아니라 공종의 고유 특성을 반영하는 시공속도를 적용한다. 그리고 마감공사기간의 60-70%가 소요되는 몇 개의 반복공종을 택트기법으로 엄격하게 수행함으로써 공정관리 업무에 유연성을 제공하며, 작업공간의 규모를 적정하게 결정하여 공종간 간섭을 최소화하는 것에 목적을 두고 있다. 이 프로세스의 적용으로 기대되는 효과로는 첫째, 완전 택트형 공정관리 기법에서와 같은 공기 단축과 공사비 절감을 달성할 수 있으며 둘째, 자원의 연속적인 투입을 보장함으로써 학습효과로 인한 품질향상을 이룰 수 있으며 셋째, 공종별 특성을 고려하여 집중적으로 관리하는 반복공종의 수를 한정함으로써 공정관리의 현장 적용성을 높일 수 있다.

향후에 제시된 공정 프로세스의 효과성과 효율성을 수치화하기 위하여 자원 생산성과 작업공간 공급량에 관한 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 소프트웨어가 우선적으로 연구되어야 한다. 반복공종별로 적정 시공속도, 요구 작업공간, 생산성 변동 범위, 정보 교환 및 소통 방법 등에 대한 정보들이 수집되어 가공될 수 있으면 보

다 효과적이고 정교한 공정관리 개선안이 도출될 것으로 사료된다.

References

- [1] Y. Kim, J. Han, D. Shin, K. Kim, C. Kim, S. Seo, "A Tact Planning and Scheduling Process Model for Reduction of Finishing Work Duration in Building Construction Projects", *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, vol. 19, no. 1, pp. 161-168, 2003.
- [2] S. Seo, G. Lee, "Construction Management and Engineering", p. 240, Kimundang, 1999.
- [3] D. Shin, "Application Plan of TACT Process for Finish Works in Apartment Housing Projects", MS Thesis, Graduate School of Urban Science, University of Seoul, 2009.
- [4] K. Kim, "A Study on Improvement of Repetition Process Management for Finish Works Quality of Construction -Focused on Apartment Housing Projects-", MS Thesis, Graduate School of Architectural Engineering, Yonsei University, 2014.
- [5] T. Kim, "Improvement of TACT Scheduling Process in Finishing Works of the Residential Housing", MS Thesis, Graduate School of Architecture, Aju University, 2008.
- [6] Y. Yoon, Y. Joung, S. Seo, D. Shin, C. Kim, K. Kim, "Improvement of Construction Process management dividing the work area reasonably in Building Construction", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, vol. 4, no. 2, pp 059-065, 2005.
- [7] H. Ryu, T. Kim, "Analysis of Boundary Conditions for Activities' Relationships in Linear Scheduling Model", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, vol. 12, no. 1, pp. 023-032, 2011. DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.1.23>

백 태 용(Tae-Yong Baek)

[정회원]



- 1991년 5월 : The University of Michigan, Ann Arbor, Dept. of Civil Engineering (공학석사)
- 2005년 8월 : 서울대학교 대학원 건축학과 (공학박사)
- 1983년 1월 ~ 2014년 7월 : 대우 건설
- 2016년 3월 ~ 현재 : 부천대학교 건축과 교수

<관심분야>

건설기술, 건설관리