

# 벽식 아파트의 택트工程계획의 성공요인 분석에 관한 研究

## The Success Factors of Scheduling Using the TACT Technique in Wall Type Apartment House Construction

김 준 호\*  
Kim, Joon-Ho

김 광 희\*\*  
Kim, Gwang-Hee

조 형 근\*\*\*  
Cho, Hyung-Keun

### Abstract

Recently, the construction companies show lots of interest in reducing the construction duration of apartment housing project in Korea. Therefore, the purpose of this study is to investigate the success factors of scheduling using the TACT technique in wall type apartment house construction for managing the construction schedule effectively. For applying the tact scheduling technique to wall type apartment house construction, the success factors can be summarized as follows : (1) zoning the horizontal and vertical work area properly, (2) preparing the flow chart of finishing works, (3) minimizing the undefined activity like chipping off the concrete wall, (4) reordering the construction activities for keeping up the continuity of works in winter season, (5) dividing the amount of work for minimizing the delay time of any activity, etc.

키 워 드 : 택트타임, 택트공정관리, 벽식 아파트,

Keywords : Tact time, Tact scheduling, Wall type apartment house

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 공동주택 건설이 수도권을 중심으로 해서 다양한 형태로 진행되고 이 있다. 즉, 재개발, 재건축, 그리고 신규 택지개발 등으로 개괄적으로 구분할 수 있겠다. 이 중에서 특히 재개발이나 재건축의 공동주택 건물은 초고층을 지향하고 있다. 우리나라 건설에서 초고층 건물은 대개 오피스 건물만을 연상하게 하였으나 최근에 벽식 공동주택의 경우도 30층을 이상이 주류를 이루고 있다.

이러한 경향에서 공동주택 건설시 공기 단축에 대한 필요성이 크게 대두되고 있다. 특히 수도권의 경우는 공동주택 분양 제도가 선(先) 분양에서 후(後) 분양으로 전환됨으로 인해서 건설회사의 자금부담은 가중되게 되고, 주 5일 근무 또한 건설 현장에 도입되는 상황에서 이를 극복할 수 있는 방안 중의 하나로 공기를 단축하여야 하는 것이 필연적인 현상이라 할 수 있겠다.

우리나라에서 공기단축이나 공정관리에 대한 연구는 주로 오피스 건물에만 치중되어 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 이것은 우리나라의 경우 공동주택 건설에 대한 노하우

(know-how)가 충분히 축적되어 있으며, 이를 개선할 특별한 묘안이 없다는 속단에서 비롯되었다고 할 수 있다. 그러나 우리나라 주택건설업을 영위하고 있는 기업의 매출 중 공동주택이 차지하는 비율이 거의 50%이상을 차지하고 있는 상황에서 공동주택을 소홀히 다룰 수 없다고 하겠다.

따라서 현재까지 택트기법을 활용한 공기단축에 대한 연구가 주로 오피스건물이나 주상복합건물에 치중되어 있었으나 본 연구에서는 벽식 아파트에 택트기법을 성공적으로 적용할 수 있도록 공정계획시 고려하여야 할 중요요소를 선정 및 고려할 내용을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 벽식 아파트의 공정계획에 택트기법을 적용하여 성공적인 공기단축 효과를 거두기 위한 핵심요인을 도출하는데 그 목적이 있으므로 연구의 대상을 벽식 아파트로 한정하였다. 또한 본 연구는 현재 건설 중인 벽식 아파트를 대상으로 하였으므로 도출한 요소에 대한 구체적인 검증은 거치지 못하였다. 그러므로 본 연구는 구체적인 효과를 도출하지 못한 점은 연구의 한계에 해당하나 연구과정에서 연구대상 아파트의 현장소장을 중심으로 의견을 수렴하는 과정을 거쳤다.

따라서 본 연구를 진행한 과정은 택트기법에 대한 이론적인 예비적인 고찰을 시행한 후 벽식 아파트에 대한 전문적인 지식을 가지고 있을 뿐만 아니라 현재 실질적으로 아파트 현장의 소장직을 맡고 있는 아파트 공사의 전문가들을 면담 조사하여 그 결과를 활용하여 핵심요소를 도출하였다.

\* 삼성물산 건설부문 잠실4재건축아파트 현장소장 겸 주거시설 Expert, 정회원

\*\* 목포대학교 건축공학전공 전임강사, 정회원

\*\*\* 호남대학교 건축토목공학부 부교수, 정회원

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 공정관리에 택트타임을 적용한 기존연구

택트타임을 활용한 공정관리에 대한 기존 연구를 살펴보면 오피스 건물이나 주상복합건물을 주 대상으로 하여 다음과 같다. 윤유상과 서상욱(2005)<sup>1)</sup>은 오피스 건물의 마감공사에서 택트타임 설정을 통한 작업조정 프로세스 개발에 관한 연구에서 작업연속성 확보를 위한 택트타임 설정을 위하여 3점추정전적 방법에 의한 택트타임 설정방법과 작업기간 조정절차를 제시하여 택트타임 기반의 공정계획수립 방법을 제시하였으며, 이러한 방법에 의해서 수립된 공정계획을 통하여 목표공기가 지연되지 않았음을 입증하였다.

윤유상 외 5인(2003)<sup>2)</sup>의 작업구역의 합리적 분할에 의한 건축 마감공사의 공정운영 개선에 관한 연구에서는 작업의 특성을 고려하지 않은 작업구역 분할체제는 출역인원의 정확한 파악을 저해하는 요소를 극복하기 위해서 작업구역 분할체계와 맞지 않는 공종을 파악하고 작업의 특성을 고려한 작업구역 분할체계를 제시하였다.

김영재 외 5인(2003)<sup>3)</sup>의 건축공사 마감공기 단축을 위한 택트공정관리 프로세스 모델에 관한 연구에서 국내 사무소 건설공사의 실적공기에 대한 조사를 통하여 선진외국의 마감공사 기간에 비하여 국내 마감공사의 기간이 상대적으로 길게 소요되는 현황을 파악하고, 국내 건설공사의 마감공사 현황을 파악함으로써 공사관리상의 문제점을 도출하여 그에 대한 개선안으로 택트공정관리 프로세스 모델을 제시하였다.

앞에서 제시한 바와 같이 기존 연구에서는 주로 오피스건물과 주상복합건물에 대한 연구가 진행되었다. 그리고 연구의 내용 측면에서도 공정계획수립 방법, 작업구역 분할체계, 그리고 택트공정관리 프로세스 모델 등에 관한 연구가 진행되었으며, 이러한 택트공정관리를 성공적으로 수행하기 위한 핵심요소 도출과 실행방안에 관한 연구가 진행되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 벽식 아파트의 공정계획에 택트기법을 적용하여 성공적인 공기단축 효과를 거두기 위한 핵심요인에는 어떤 것이 존재하는지 그리고 구체적인 실천방안에 대해서 알아보려고 한다.

### 2.2 택트공정관리

택트타임(Tact Time)이란 요구하는 생산목표를 달성하기 위하여 제품 하나를 생산하는데 필요한 시간을 말한다. 즉, 제품 한 개를 생산하는 관리 기준 시간을 의미하는 것으로 제조업에서 제품 하나를 생산하는 관리 기준시간으로 택트타임을 사용한다. 그리고 택트공정관리<sup>1)</sup>는 작업구역을 일정하게 구획하고 작업시간을 일정하게 통일시켜 선·후행 작업의 흐름을 연속작업으로 만드는 것을 말한다.

#### 2.2.1 택트공정관리 기법

택트공정관리 기법은 어떤 작업을 세부작업으로 정의하고

1) 윤유상·서상욱(2005), “건축마감공사에서의 택트타임 설정을 통한 작업조정 프로세스 개발 - 오피스 건물을 중심으로”, 한국건설관리학회논문집, 제6권, 제6호, 2005.

이렇게 정의된 각 작업에 대하여 선·후행 관계를 연결한 상태가 규칙을 가질 수 있도록 계획하고 관리하여 재고의 최소화, 낭비의 최소화, 관리를 편리하게 하여 관리 능력의 향상, 변이 관리 능력의 향상, 공기단축과 비용감소의 효과 등을 가져올 수 있다(김영재 외 5인, 2003<sup>3)</sup>; 윤유상 외 5인, 2003)<sup>2)</sup>. 이러한 택트공정관리 기법의 개념을 정리하면 다음 표1과 같다.

표 1. 택트공정관리의 개념

정의	작업구역을 일정하게 통일시켜 선·후행 작업의 흐름을 연속작업으로 만드는 공정관리 기법	
목표	흐름작업이 특징인 정시간 정량생산 시공에 의한 자원 평준화와 공정간 보유시간을 “0”으로 함으로써 실현하는 공기단축, 각 공정작업의 표준화에 의한 품질향상	
종류	형식적 택트형	개별 협력사의 흐름만이 고려된 것
	불완전 택트형	모든 협력사의 작업과 자원만의 흐름을 고려한 것
	완전 택트형	모든 협력사의 작업과 자원의 완벽한 흐름을 고려하여 완벽한 흐름 생산을 성취하는 것
관리 포인트	·협력업체의 의견을 반영함으로써 협력업체의 노하우를 활용하고 일방적인 공정진행이 아닌 협의와 자율에 의한 공정관리가 될 수 있도록 함 ·택트공정관리 시행을 위한 전제조건은 사전 계획완비이기 때문에 이를 위한 철저한 시공계획이 필요함 ·선행공정은 후행공정에 피해가 없도록 협의사항 및 일정을 준수하여야만 하고, 이를 위해서는 지속적인 점검과 협의가 이루어져야 함	

#### 2.2.2 택트타임 산출

택트타임을 적절하게 산출하기 위해서는 실제로 공사를 수행하는 협력업체의 공사수행능력을 고려하여 작업구역의 분할, 작업순서 및 작업시간의 파악, 그리고 작업시간의 조정 등이 필요하다.

##### 1) 작업구역과 작업 존(zone) 분할

작업구역은 택트공정계획 수립을 위해 작업공간을 수평과 수직으로 분할하여 설정한 단위작업공간으로 정의할 수 있다. 그리고 작업 존(zone)은 택트공정계획 수립을 위해 작업공간을 수평적으로 구획한 작업구간을 말한다(김영재 외 5인, 2003<sup>3)</sup>; 윤유상 외 5인, 2003<sup>2)</sup>).

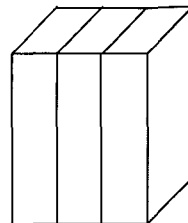


그림 1. 작업 Zone

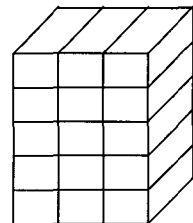


그림 2. 작업구역

2) 윤유상 외 5인, “작업구역의 합리적인 분할에 의한 건축 마감공사의 공정운영 개선”, 한국건설관리학회논문집, 제4권, 제2호, p.60, 2003.

3) 김영재 외 5인, “건축공사 마감공기 단축을 위한 택트공정관리 프로세스 모델” 대한건축학회논문집 구조계, 제19권, 제1호, p.163, 2003.

이러한 작업 존(zone)과 작업구역은 작업연속성을 확보한다면 작업자들이 작업구역을 이동하여 다음 작업에 착수하기까지의 작업대기 시간을 최소화할 뿐만 아니라 반복 작업에 의한 학습효과를 거둘 수 있어서 생산성의 증대효과를 가져올 수 있다. 따라서 합리적인 작업 존과 작업구역의 설정이 필수적이라 할 수 있다(윤유상 서상욱, 2005).

작업구역의 분할을 위해서는 기존 실적자료나 전문가 등의 전문지식을 활용하는 것이 효과적이라 할 수 있다. 그러나 작업구역의 분할에서 건물의 종류에 따른 분할 방법이 상이할 수 있으므로 유념하여야 한다. 즉, 사무실 건물의 경우는 대개 고층 단독 건물로 건물 내에서 수직 또는 수평 분할이 이루어진다. 그러나 공동주택의 경우는 각 동별로 작업구역을 분할하고 몇 개의 동을 하나로 묶어서 작업 Zone을 형성할 수 있다. 따라서 개별 건물의 특성을 잘 고려하여 분할할 필요가 있다.

## 2) 자원의 평준화

건축공사에서 사용되는 자원 중에서 특히 인력과 자재는 매우 중요한 요소이다. 자재의 경우는 공사 진행에 따라 투입되는 양이 정해져 있으나 인력의 경우는 공시기간에 따라 변동이 심한 자원이다. 인력자원의 경우는 공사관리에서 일정하고 연속성 있게 투입하지 않을 경우 많은 손실을 가져올 수 있다.

우리나라 건설공사에서 무리한 공사기간의 단축과 계획성이 결여된 인력의 투입 등에 의해서 손실이 많이 발생하고 있는 현실이다. 따라서 작업 존이나 작업구역을 설정과 동시에 작업기간 및 자재의 수급 등에 맞춰서 인력자원을 평준화 할 수 있도록 하는 것이 대단히 중요하다고 할 수 있다.

## 3) 작업 순서 및 작업시간

분할된 작업 존(zone)과 작업구역에서 이루어지는 작업에 필요한 작업인원과 소요시간을 파악하여야 한다. 왜냐하면 작업 존과 작업구역의 분할에도 필요한 데이터이지만 해당 작업 존과 작업구역에서 작업의 순서의 결정과 작업의 연속성을 확보하기 위해서 반드시 필요하다. 작업순서와 작업시간 결정을 위해서 필요한 데이터는 실적자료를 활용하여 얻는 것이 가장 바람직하지만 공사관리 경험이 많은 현장관리자나 협력업체 관리자를 통하여 획득할 수도 있다.

## 4) 3점 추정 시간간격적 방법에 의한 택트타임 산출

택트타임 산출하는 방법을 윤유상과 서상욱(2005)의 연구에서 3점 추정 시간간격적 방법(4)에 의해서 산출하는 방법을 제시하였는데, 예정시간을 산출하는데 3점 추정 시간간격적 방법을 적용하는 이유는 절대 작업시간(낙관시간)을 파악하여 향후 작업 조정의 근거로 활용하기 위함이며, 협력업체도 수급할 수 있는 공정계획 수립을 위해 단순 평균값에 의한 작업시간 산출은 협력사의 작업환경을 고려하는데 한계가 있기 때문이라고 했다.

## 5) 택트타임의 조정

산출된 택트타임을 전체공사에 적용하여 전체 공기를 예측

$$4) \text{최적예정시간}(T_e) = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6} \quad (T_o: \text{낙관시간}, T_p: \text{비관시간}, T_m: \text{적정시간})$$

하였을 때 목표공기를 초과할 경우는 산출된 택트타임을 조정할 필요가 있다. 전체 공기를 목표공기에 맞추기 위해서는 택트타임의 조정뿐만 아니라 작업 존(zone)과 작업 구역의 조정이 필요할 수도 있다. 따라서 앞에서 언급한 ①~④과정을 반복 수정하면서 산정된 공기가 목표공기 내에 들어올 때까지 조정하는 과정을 거치는 것이 바람직하다.

## 2.2.3 작업기간 조정 프로세스

앞에서 조정된 택트타임을 실제로 작업을 수행하는 협력업체에게 제시하여 수행가능 여부를 검토하여야 한다. 작업조정이 필요한 경우를 윤유상과 서상욱(2005)의 연구에서 작업일수가 택트타임 이하인 작업과 택트타임 이상인 경우로 나누어 다음과 같이 제시하고 있다.

### 1) 작업일수가 택트타임 이하인 작업

작업일수가 택트타임 이하인 작업의 경우에는 설정된 택트타임 이내의 작업들을 그룹화하여 설정된 택트타임에 맞춰 동시작업 가능여부를 검토한다. 그러나 이 경우는 개별 작업에서 연속적인 자원투입이 어려운 한계를 지니고 있으므로 이를 보완하기 위하여 그룹화된 작업내의 작업일수 조정을 통하여 작업기간을 조정한다. 그러나 이 경우는 그룹화된 작업사이의 자원조정이 가능해야 한다는 전제조건이 필요하며, 공정계획시 이와 같은 다양한 측면을 고려하여 택트타임 실행방안을 수립해야 한다고 한다.

### 2) 작업일수가 택트타임을 초과하는 작업

작업일수가 택트타임을 초과하는 작업에 대해서는 각각의 작업을 택트타임안에 작업할 수 있도록 작업물량, 작업인원 등을 고려하여 작업기간을 조정하고, 작업인원과 작업인원을 고려하여 최대한 단축하였으나 택트타임에 작업기간을 맞출 수가 없는 경우에는 작업조를 분할하여 작업이 가능한지 파악한 후 택트타임에 맞도록 조정하는 방법을 제시하고 있다.

## 3. 벽식 아파트 택트공정관리

벽식 아파트의 택트공정관리 현황을 파악하기 위해서 기존 연구에서 제시하고 있는 공사관리 현황을 알아보고, 일본 건설현장의 택트공정관리 현황, 그리고 주상복합 아파트와 벽식 아파트의 특징을 알아봄으로써 벽식 아파트의 성공적인 택트공정관리를 위한 요인을 도출하고자 한다.

### 3.1 건축공사의 공정관리 현황

기존연구인 김영재 외 5인 의 연구에서 제시하고 있는 우리나라 사무소건축공사의 공사관리 현황은 다음과 같다.

첫째 다양한 공종간의 작업 흐름분석 및 세부 공종에 대한 생산성 분석이 미흡하다. 즉, 현행 마감공사에서는 시공성을 고려한 선행공사와 후행공사에 대한 분석이 체계적으로 준비되지 못하고 있어서 합리적인 생산성 분석을 바탕으로 한 흐름분석과 일정한 작업구역 설정을 통한 공정관리가 필요하다.

둘째 공사기간 내 많은 대기시간이 존재한다. 즉, 마감공사 작업기간 중 약 45%정도의 기간 동안 작업이 없는 시간으로 조사돼서 마감공사 수행 중 많은 대기시간이 존재함으로 절대 공사기간의 단축을 위한 개선 방안의 마련이 필요하다.

셋째 반복작업을 통한 생산성 향상 방안이 없다. 마감공사에서는 반복작업을 통한 작업자의 습속효과를 통한 생산성 향상이 필요하나 세부 공종별 단위 작업구역별 시공속도의 상이, 선형 공종의 작업지연, 관련지급자재 및 시공사의 현장 시공관리 방법의 비효율성 등으로 인해서 반복작업을 통한 생산성 향상을 기대하기 어려운 실정이다.

넷째 시공사의 협력업체간에 공정조정을 위한 커뮤니케이션이 부족하다. 즉, 공기단축과 품질향상을 위해서는 시공사의 관리능력과 함께 협력업체의 시공능력도 중요한데, 시공사와 협력업체간의 의사소통은 시공계획서, 작업지시서, 시공검사등을 통하여 이루어지나 실제 공사수행에 있어서는 원활하지 않다.

다섯째 지속적인 공정계획 유지가 어렵다. 공종별 공사를 진행하기 전에 시공사와 협력업체는 해당 공종에 대한 공정을 협의하여 공사를 착수하게 된다. 그러나 공사가 진행되는 중간에 예측하지 못한 여러 상황이 발생하게 되고 이로 인해 당초 공정계획의 수정이 필요하게 된다. 하지만 건설현장에서 여러 변동요인을 반영하여 초기 공정계획과 연계하면서 조정 및 유지하지 못하고 있는 것이 실정이다.

### 3.2 일본의 택트공정관리 실태

외국의 사례 중에서 일본을 방문하여 실제로 현장에서 실시되고 있는 택트공정관리에 대한 현황을 기술하면 다음과 같다.

첫째 공사를 수행하는데 있어서 적정 출역인원으로 작업함으로써 해당공종의 공사를 지속적으로 수행하고 있다. 따라서 층 단위(1~3개 층 단위의 그룹)로 확실하게 공정의 변화를 인지할 수 있다.

둘째 일본 현장의 경우는 사전에 발생할 수 있는 요인을 파악하여 공사 중에 발생할 수 있는 설계변경 요소를 최대한 억제함으로써 공정의 연속성을 확보하고 있을 뿐만 아니라 재작업의 발생을 최소화하여 작업흐름이 연결되고 있다. 그러나 우리나라는 앞에서 설명한 바와 같이 지속적인 공정관리 및 유지가 되지 않고 있는 실정이다.

셋째 일본에서는 그림3에 제시된 것과 같은 진척 도넛츠를 활용하여 주간단위로 진도를 체크하여 체크된 진도를 피드백하고 있다.

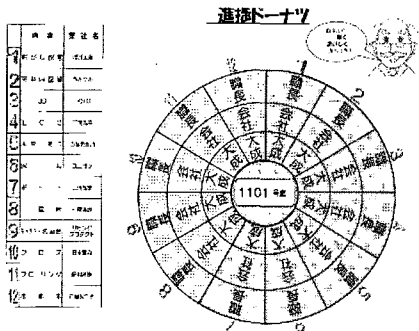


그림 3. 진척 도넛츠

넷째 현장에서 시공사와 협력업체, 그리고 관리자와 작업자간의 원활한 의사소통으로 인해서 참여하는 모든 사람들이 현장에서 제시한 목표를 인지하고 이를 실천함으로써 효율적인 공정관리를 할 수 있다는 것을 인지 할 수 있었다.

### 3.3 택트공정관리에서 벽식 아파트의 특징

현재까지 주로 연구된 사무소건물과 주상복합 아파트에 비해서 벽식 아파트의 경우는 여러 가지 특징을 가지고 있다. 이러한 특징을 정리하면 다음 표2와 같은데, 규모, 단위물량, 공법, 동절기 보양, 지수(止水)층 여러 가지 항목에서 차이를 보이고 있다.

표 2. 주상복합 아파트와 벽식 아파트의 비교

구분	주상복합 APT	벽식 APT
규모	1-4개 동(棟), 30층 이상	동(棟) 수가 많다 (평균 13.4개동) 동간의 이동 동선이 길다
단위 물량	1개 층 물량이 벽식에 비해 많다	1개 층 2-4세대로 단위물량 적다
공법	벽체 전식공법이 특징	Con'c골조 벽체의 할석공종이 발생
동절기 영향	커튼월에 의해 구획 벽식보다 영향적다	습식공정이 많아 동절기 영향이 클 수 있다
지수(止水)층	층간 지수층 개념이 확실	발코니 노출로 인해 지수가 쉽지 않다

#### 3.3.1 건물 동(棟) 수

우리나라 건설업체에서 2000년에서 2005년 사이에 신축한 벽식 아파트 54개 프로젝트를 분석하여 보면 동수의 경우는 평균 13.4개 동, 층수는 21.6층, 그리고 세대 수는 934세대였다. 그러나 주상복합 아파트 10개 프로젝트를 분석한 결과 주상복합 아파트는 평균 2.7개 동, 35층, 443세대로 나타나 현격한 차이를 보이고 있다.

따라서 택트공정관리의 기본인 자원의 평준화가 중요하게 대두되므로 인력 및 자재의 효율적인 운영이 필요하다.

#### 3.3.2 단위물량

2005년도에 시공된 벽식 아파트 프로젝트 14개를 분석한 결과 1개 층 단위물량이 매우 적은 것으로 나타났다. 즉, 그림 4에 제시된 바와 같이 2세대 조합이 23%, 4세대 조합이 59%, 6세대 조합이 6%, 기타조합이 13%로 나타났다.

따라서 택트공정계획의 중요한 요소 중 하나인 존(zone) 분할의 필요성이 중요하게 대두됨을 알 수 있다. 여기서 존을 분할할 경우는 단위물량과 투입인원을 충분히 고려하여야 한다.

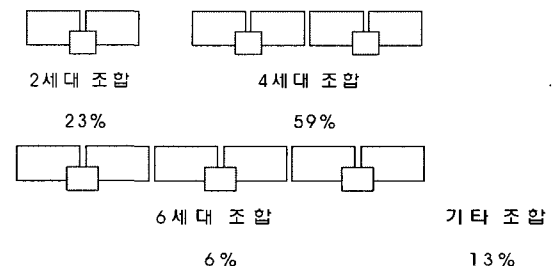


그림 4. 세대수별 구성비

### 3.3.3 습식공법 적용에 따라 이면공중<sup>5)</sup>의 발생

주상복합 아파트의 경우는 벽체 구성이 대가 건식공법을 채택하고 있으나 벽식 아파트의 경우는 거의 모든 벽체가 습식공법, 즉 철근콘크리트 벽체나 조적 벽체로 구성되어 있다. 조적 벽체의 경우는 해당 사항이 없으나 철근콘크리트 벽체의 경우는 골조의 품질에 따라 필수적으로 할석 공정이 추가되는 것이 현실이다.

공정관리에서 정식 Activity로 등장하지는 않지만 실제로 행해지고 있는 할석공정의 경우는 다음과 같은 문제점을 야기하고 있다. 첫째 후속공정 지연의 원인을 제공한다. 철근콘크리트 벽체에 할석이 발생할 경우 견출과 도배 공정을 지연시키게 되며 이로 인해 목창호 공사, 천정 몰딩공사, 그리고 타일 공사를 지연시키는 도미노 현상을 일으키게 된다. 둘째 거실장이나 신방장과 같은 가구 또는 싱크대 같은 주방가구의 발주를 자연적으로 지연시키게 된다. 또한 더욱 중요한 것은 불필요한 이면공중이 발생함으로써 인력이 추가 투입되어 원가가 낭비되는 현상과 더불어 품질저하 현상을 동시에 일으키게 된다. 여기서 추가로 투입되는 원가는 대략적으로 33평의 경우 약 17만원 정도인 것으로 조사되었다.

따라서 공중의 원활한 흐름을 유지함으로써 효과적인 택트공정관리를 달성하기 위해서는 할석 등과 같은 이면공중을 제거할 수 있는 대책이 필수적이라고 생각한다.

### 3.3.4 동절기의 과도한 영향

벽식 아파트 공사의 경우는 대부분의 벽체가 습식벽체로 이루어져 있으므로 동절기의 기온에 많은 영향을 받게 된다. 즉 습식벽체의 경우 필수적으로 추가되는 습식공사로는 견출, 조적, 미장, 타일, 기포단열콘크리트, 방바닥 미장 등이 해당된다. 이 중에서 주상복합 아파트의 경우도 해당되는 공중이 있으나 주상복합 아파트의 경우는 외벽 시스템을 커튼월을 적용하기 때문에 벽식 아파트의 경우에 비하면 기온의 영향을 덜 받을 뿐만 아니라 보양이 더 용이한 측면이 있다. 따라서 벽식 아파트의 경우는 동절기 공사를 위한 치밀한 사전 계획을 통하여 원활한 공정의 진행을 유도할 필요성이 있다.

### 3.3.5 지수(止水)의 어려움

벽식 아파트의 경우는 앞에서 설명한 바와 같이 외벽에 커튼월과 같이 것이 없기 때문에 발코니를 통하여 우수의 유입이 상대적으로 용이하다. 만약 우수의 유입을 차단하지 않을 경우 마감공사 진행을 위한 먹메김 공사가 지연되어 조적공사가 불가능하여 결과적으로 새대벽체 공사가 지연되는 등 연쇄적인 지연을 가져오게 된다. 또한 마감공사가 진행된 경우에는 석고보드 등에 수분이 유입되어 곰팡이 발생 등의 원인을 제공함

5) 공사비내역 또는 공정표상에 일반적으로 계상되는 공정을 정공공정, 내역서 또는 공정표상에는 독립적인 형태로 분류, 계상되지 않지만 공사관행상 빈번히 발생하며, 공사의 품질, 공기, 공사비 등에 영향을 미치는 요소, 예를 들면 할석작업, 철근작업과 전기 및 설비작업의 마찰로 인한 교정, 보강등 추가 철근작업, 자재반입지연 등과 같은 작업단위를 이면공정이라 한다. 정인환 외 4인, "벽식아파트 건축공사의 이면공정에 관한 연구", 대한건축학회논문집(구조계), 13권6호, p.453, 1997.

로서 전체적인 공정지연을 유발하는 요인으로 작용할 수 있다. 따라서 치밀한 공사계획을 통하여 우수의 유입을 막는 지수를 실행하여야 한다.

## 4. 택트공정관리의 핵심요소 실행방안

### 4.1 존(zone) 분할

택트 공정관리를 성공적으로 실행하기 위해서 벽식 아파트의 경우는 다음과 같은 존 분할 원칙을 제시할 수 있다. 여러 전문가들의 면담과 조사를 통하여 다음과 같이 제시할 수 있다.

- ① 터파기 계획에 따른 공사순서를 확인한다.
- ② 골조(거푸집) 공사부터 마감공사를 고려한다.
- ③ 동일평형, 유사 층수 분류 등 동선의 효율성을 유지한다.
- ④ 단위물량의 산출에 다른 적정 작업인원 규모를 설정한다.
- ⑤ 건축, 전기, 설비공종 상호간에 유기적 관계를 유지한다.

이상과 같은 원칙 하에 존이 분할된 예를 다음 그림 5, 6에 제시하였는데, 수평 Zone 분할은 그림 5, 수직 Zone 분할은 그림 6, 그리고 Zone 분할에 따른 공중별 등 순환의 예를 그림 7에 제시하였다.

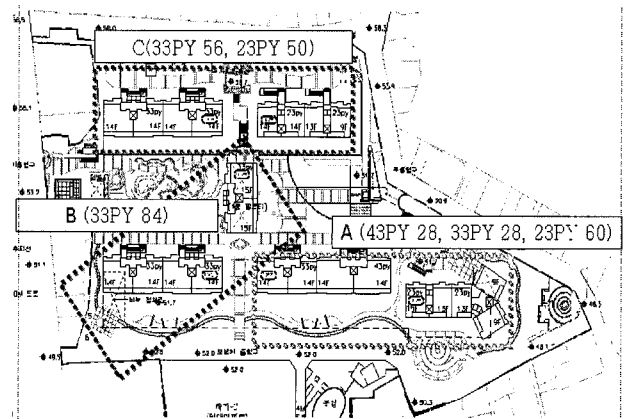


그림 5 수평 Zone 분할 예

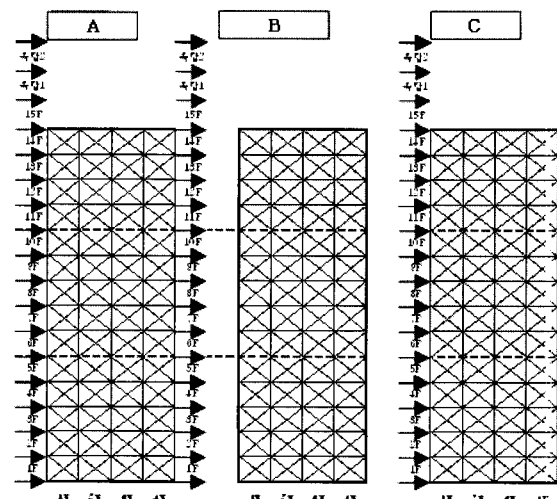


그림 6. 5층 단위로 분할된 수직 Zone의 예

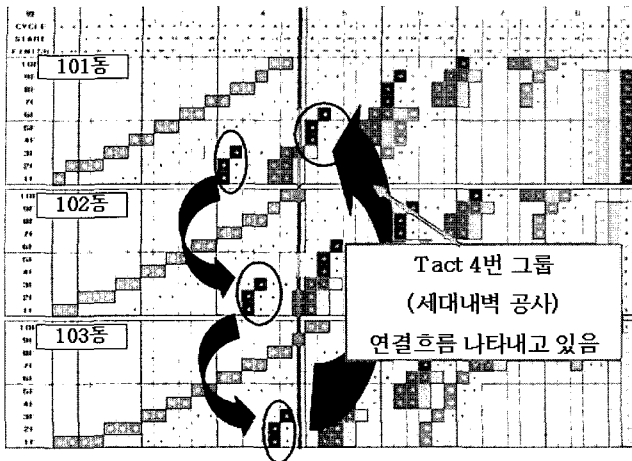


그림 7. Zone 분할에 따른 공종별 동별 순환의 예

#### 4.2 마감 Flow-chart의 작성

마감 공사의 원활한 진행을 위하여 마감 Flow-chart를 작성함으로서 벽식 아파트에서 효율적인 공정관리의 수행이 가능하다. 마감 Flow-chart를 작성할 시 다음과 같은 순서에 따라 작성하는 것이 효율적일 것으로 사료된다.

- ① 우선적으로 작업의 순서를 정한다.
- ② 건축, 전기, 설비 등의 타 공정과 사전협의를 진행한다.
- ③ 협력업체의 의견을 충분히 반영하도록 한다.
- ④ 세대내부, 발코니, 공용부분 등을 구분한다.
- ⑤ 단위 Cycle 일수를 정한다.

이와 같은 순서에 의거하여 마감 Flow-chart를 작성할 경우에는 표준 물량 개념을 도입하는 것이 더 효과적이다. 표준물량은 주요공종에 대해서 공종별 생산성 Data를 활용하여 주요

No.	공종명	기본 물량			기공 1인 작업량	단위	총당소요인원 (인)	투입예상인원 (인)	총당소요일수 (일)
		평형	층당 세대수	층당 물량					
1	건설(내부)	24	4	308	1,700	M2	2.4	2	-
	건설(외부)	24	4	396		M2		2	-
2	조적	24	4	4,120	EA	3.3	-	2	1.2
	조적단열(단열재-조적공간)	24	4	-	M2			-	-
	조적단열(스티로폼,0.03,T65)	24	4	-	M2	-	-	-	-
3	PL창호 Frame	24	4	40	12	EA	3.3	3	1.1
4	목창호 가들	24	4	28	23	틀	1.2	2	0.6
5	내장벽체	24	4	108	40	M2	2.7	4	0.7
6	방수(시멘트액방)	24	4	176	48	M2	3.7	8	0.5
	방수(우레탄도막)	24	4	156		M		2	-
7	미장(벽, 초벌, W10)	24	4	16	25	M2	0.6	4	0.2
	미장(벽, W10)	24	4	20	25	M2	0.8	4	0.2
	미장(벽, W24)	24	4	20	25	M2	0.8	4	0.2
	미장(창호 주위틀탈,옹벽개구부)	24	4	532		M			
8	천정	24	4	212	90	M2	2.4	2	1.2
	천정(육실)	24	4	20		M2		2	-
9	타일(주방벽체)	24	4	16		M2		2	-
	타일(욕실벽체)	24	4	84	24	M2	3.5	3	1.2
	타일(욕실바닥)	24	4	16	30	M2	0.5	4	0.1
	타일(발코니바닥)	24	4	66	30	M2	2.3	4	0.6
10	바닥출격저감재(T20)	24	4	204		M2		4	-
11	기포Con'c(T40)	24	4	12	55	M3	0.2	3	0.1
12	난방코일	24	4	1,080	1,300	M	0.8	6	0.1
13	방바닥미장(안방-액반석,T50)	24	4	40	210	M2	0.2	4	0.0
	방바닥미장(T50)	24	4	160	210	M2	0.8	4	0.2

그림 8. 생산성 Data를 근거로 한 표준물량 산출의 예

Activity에 대한 Milestone을 수립할 필요성이 있다. 아래의 그림 8은 생산성 Data를 근거로 한 표준물량을 산출한 예를 보여주고 있다.

#### 4.3 이면공정 발생의 최소화

앞에서 할석과 같은 이면공정이 발생하는 경우 전체 공정에 미치는 영향이 매우 크다는 점을 기술하였다. 할석의 경우는 특히 거푸집 자재의 영향을 많이 받게 되므로 이에 대한 특별한 대책이 필요하다 하겠다. 따라서 할석 발생을 최소화하기 위해서는 거푸집 자재의 선택, 작업자에 대한 품질 교육, 작업 전후에 체크 리스트의 활용 등 다양하게 그 대책이 나올 수 있겠다. 다음 표 3은 할석을 최소화하기 위해서 알루미늄 거푸집을 적용하기 전에 적용효과와 개선점을 분석한 예이다.

표 3. 거푸집 개선 효과와 개선점 분석의 예

구분	Al. Form 적용 효과	개선 필요 항목
품질	- 골조 처짐/ 배부름 현상방지, - 표면이 깨끗함 - 작업자 임의시공 방지	- 단열재 부착 방법 개선 필요 - 조립공에 따라 속건도 차이 있음
원가	- 내부 미장공사 및 계단 미장 비용 절감 - 개구부 사출비용 절감, 공기 단축 효과	- 유로폼 대비 원가 상승 (자재,시공비 포함, 25층 기준)
환경	- 작업폐기물 발생 저감, 현장 정리 용이 - 재활용, 전용울 높음	- Al. Frame에 의한 소음 발생
안전	- System화로 안전성 높음 - 작업공간 확보 용이하여 사고 예방 기능	- Slab 박리체로 미끄럼 위험 - 여름 덥고, 겨울 전도 위험

#### 4.4 동절기 공사를 위한 공정순서의 조정

동절기 공사의 경우는 일평균 기온이 영하 4℃이하인 경우가 해당되며, 이 경우에는 대체적으로 현장 실행예산이 편성된다. 따라서 보양 대책 후 한중 콘크리트 시방에 따라서 시공을 하면 된다. 그러나 최근 3년간 기온을 분석한 결과 일평균 기온이 2℃이하인 기간이 1.5~2개월 발생하는 것으로 조사되었다. 따라서 이에 대한 대책을 수립하는 것이 매우 중요하다. 즉, 사전에 철저하게 계획을 하여 동절기에는 건식공사를 수행하도록 공정을 조정할 필요가 있다.

다음 그림9는 동절기에 공사를 원활하게 수행하기 위해서 공정의 순서를 조정한 예를 보여준다. 다음 예에서 동절기 공사를 위해서 우선적으로 바닥 미장공사를 수행하였다. 그 후에 유리공사를 동절기가 시작되기 전에 완료하여 동절기 건식공사가 가능하도록 준비함으로써 동절기에는 천정공사와 가구공사를 시행함으로써 동절기에도 공정률을 극대화 할 수 있게 된 것이다.

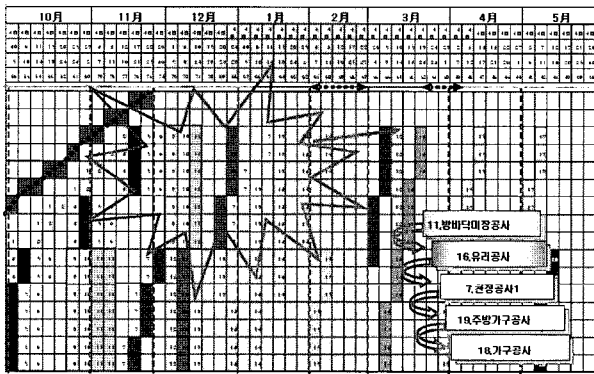


그림 9. 공정순서를 조정한 공정계획 예

#### 4.5 공사량의 조절

벽식 아파트 현장의 과거 실적자료를 분석한 결과 천정공사에서 단일 콘크리트 타설까지의 작업대기 시간이 과다한 것으로 분석되었다. 분석한 결과에 따르면 천정공사에서 단일 콘크리트 타설간의 작업대기 시간은 약 29일이었고 1회 타설량은 약 10.3개 층이었다. 따라서 1회 타설량의 조절로 후속 작업의 대기 시간을 줄일 수 있으며 또한 작업시간이 길어질 경우에 후속 공정을 조기 투입하는 방법이 있을 수 있다.

다음 그림10은 작업량의 분할로 인한 대기시간을 최소화한 예이다.

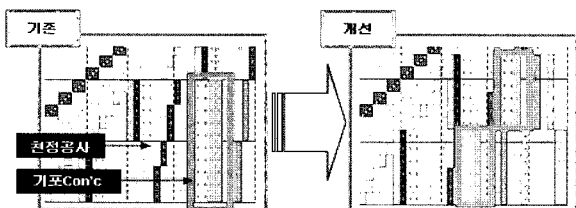


그림 10. 작업량의 조절에 따른 공정의 변화 예

그리고 그림 11은 작업시간이 과다할 경우 후속공정을 조기 투입함으로써 과다하게 발생한 대기시간을 효율적으로 활용한 예이다.

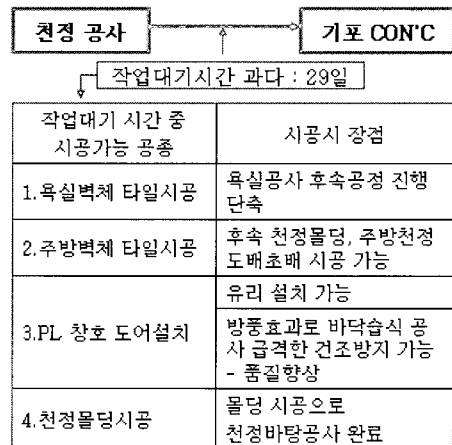


그림 11. 후속공정 조기투입 예

### 5. 결론 및 향후과제

본 연구는 벽식 아파트의 공정계획에 택트기법을 적용하여 성공적인 공기단축 효과를 거두기 위한 핵심요인을 도출하고 그에 따른 적절한 실행방안을 모색하기 위해서 진행하였다. 연구결과 벽식 아파트의 경우는 주상복합 아파트와 비교해서 규모, 단위물량, 공법, 동절기 보양, 지수(止水)층 여러 가지 항목에서 차이를 보이고 있다.

이러한 벽식 아파트 공사에서 택트기법을 성공적으로 조정하기 위해서는 수평, 수직 존(zone)의 분할, 마감 공사의 원활한 진행을 위하여 마감 Flow-chart를 작성, 할석과 같은 이면공정 발생의 최소화, 동절기에는 건식공사를 수행하도록 공정을 조정, 그리고 바닥미장의 경우 타설량의 조절로 후속 작업의 대기 시간을 줄이거나 작업시간이 길어질 경우에 후속 공정을 조기 투입하는 방법의 활용 등 구체적인 실행방안을 제시하였다. 이와 함께 적절한 지수 층의 설정과 함께 각종 개구부를 철저히 막아서 우수의 유입과 우수가 아래층으로 유입되는 것을 확실하게 막을 필요가 있다. 그리고 공장에서 대량으로 일시에 제작하는 가구나 싱크대의 경우는 Just in Time 기법을 적용하여 공정관리의 효율화를 더 높일 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 이상과 같은 실행방안과 더불어 벽식 아파트 공사에서도 보다 효율적인 관리가 되기 위해서는 진도관리 시스템의 구축 및 운영을 통한 신속한 피드백과 실적데이터의 축적 등이 진행되어야 할 것이다. 또한 많은 공정을 최소화할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 사료되는데, 예를 들면 조적, 방수, 미장을 통합한 한 개의 공정으로 완료될 수 있는 공정의 단순화를 이루어야 할 것이다. 이와 더불어 벽식 아파트의 경우는 MC 설계를 확대하여 각 부재를 표준화하고 건식화할 수 있는 방안 또한 모색된다면 향후 벽식 아파트에 택트기법을 성공적으로 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

1. 김선국 외 5인, 작업일보 정보를 이용한 택트공정관리방안 연구, 한국건설관리학회논문집, 제4권, 제4호, 2003.

2. 김영재 외 5인, 건축공사 마감공기 단축을 위한 택트공정관리 프로세스 모델, 대한건축학회 논문집(구조계), 제19권, 제1호, 2003.
3. 서상욱 외 5인, TACT 공정관리 시스템 개발 및 적용 사례, 한국건설관리학회논문집, 제4권, 제4호, 2003.
4. 윤유상, 서상욱, 건축마감공사에서의 택트타임 설정을 통한 작업 조정 프로세스 개발-오피스 건축물을 중심으로-, 한국건설관리학회논문집, 제6권, 제6호, 2005.
5. 윤유상 외 5인, 작업구역의 합리적 분할에 의한 건축 마감공사의 공정운영 개선, 한국건설관리학회논문집, 제4권, 제2호, 2003.
6. 정인환 외 4인 벽식 아파트 건축공사의 이면공정에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 제13권, 제6호, 1997.
7. 홍영탁, 이현수, 공기영향요인을 이용한 초고층 공정계획 지원도구 개발, 대한건축학회 우수졸업논문전, 2005.4.