

건축공사 공정관리에서 버퍼(buffer)의 활용방안

The Application of Buffers in Construction Planning and Scheduling

서 상 욱* 윤 유 상**
Suh, Sang-Wook Yoon, You-Sang

요 약

현재 많은 연구가 진행중인 버퍼(Buffer)는 공정상의 충격완화를 위한 수단으로 쓰이고 있다. 충격은 불확실성(uncertainty)에 기인하여 발생하는 변이(variation)에 의해 발생되는데, 기존의 버퍼는 변이를 그대로 받아들이고, 다만 충격을 줄이기 위한 수단으로 사용되었다. 본 연구에서는 제한된 자원과 정보에서 나타나는 여러 변이들을 파악하고 해결하는 수단으로써, 버퍼의 세분화를 제시한다. 스크리닝 버퍼(screening buffer), 당김버퍼(pulling buffer), 실딩버퍼(shielding buffer), 작업버퍼(working buffer)로 세분화된 과정을 통하여, 불필요한 작업의 절감과 프로세스의 간결화, 과도한 정보의 차단으로 인한 의사결정과정의 신속함, 작업의 신뢰성(reliability)을 확보하고자 한다.

키워드 : 버퍼관리, 불확실성, 변이, 스크리닝, 당김, 실딩

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업은 타 산업에 비하여 많은 불확실성(uncertainty)을 가지고 있다. 불확실성에 기인하여 발생하는 변이는 예상했던 결과와는 다른 결과를 가져올 확률을 높게하므로 프로젝트 참여자들의 의사결정을 혼란스럽게 하며, 이는 대체로 공기연장 또는 비용증가 및 그 밖의 여러 가지 효율적인 관리의 장애요소로 작용하게 된다.

현재 많은 연구가 진행 중인 건축생산공정의 버퍼는 공정상의 충격완화를 위한 하나의 수단으로써 쓰이고 있다. 하지만, 기존의 버퍼관리는 변이에 의한 충격을 받아들이기 위한 수동적인 관리에 머물러 있었다. 본 연구에서는 버퍼의 정확한 정의와 이를 전략적으로 활용하는 방안으로 공정관리 상에서의 기존의 버퍼관리에서 탈피하여 버퍼의 세분화를 통하여 변이에 의한 충격 발생 이전에 이를 충분히 고려하여, 필수적인 제한요소(constraint)를 만족시키는 작업만을 수용하는 적극적인 버퍼관리 방안을 제안하고자 한다.

* 일반생원, 경원대학교 건축학과 부교수

** 학생회원, 경원대학교 건축학과 박사과정

본 연구는 2000년 한국과학재단 특장기초 연구비지원에 의한 결과의 일부임(과제번호 2000-1-310-007-2)

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 기존에 연구되었던 많은 버퍼를 세분화하여 충격발생 이전에 충격의 원인이 되는 변이를 적극적으로 최소화하는 전략적 관리방안을 제안하는 것을 연구의 범위로 하며, 연구의 진행은 다음과 같이 수행하였다.

- (1) 문헌 고찰을 통한 기존 버퍼의 개념 및 버퍼관리에 대한 고찰
- (2) 기존 버퍼관리에 대한 문제점 및 충격의 원인이 되는 변이 파악
- (3) 충격발생 절감을 위한 세분화된 버퍼의 제시
- (4) 기존 버퍼관리와의 차이점을 통한 세분화된 버퍼의 활용방안 제시

2. 예비적 고찰

2.1 충격의 원인이 되는 변이

변이는 시스템 내·외부에 존재하는 불확실성에 의해 목적물의 성과치가 일정한 값으로 나타나지 않고 변하는 현상을 의미한다. 변이의 원인은 통상 다음과 같이 일반원인(common causes), 특별원인(special causes), 조작(tampering), 구조적 원인(structural variation)으로 구분된다.(Joiner and Gaudard 1990)

- (1) 일반원인 변이(Common causes variation)

어느 특정 원인을 찾아내기 어려운 시스템에 필연적으로 존재할 수 밖에 없는 변이

(2) 특별원인 변이(Special cause variation)

일부 특정 원인에 의해서 초래되는 변이

(3) 조작(Tempering)

특정원인에 대한 불필요하고 부적절한 조작에 의해서 발생하는 변이

(4) 구조원인 변이(Structural cause variation)

생산 출력에 정기적이고 구조적인 변이를 발생하는 경우로서 일반적으로 계절적이거나 외부환경에 의한 경향(trend)으로 나타나는 변이이다.

예를 들어, 콘크리트 타설 후 남게 되는 약간의 레미콘 잔량은 일반적인 변이라 할 수 있고, 물량계산을 잘못하여 콘크리트 부족으로 타설이 일시적으로 중지되거나 반대로 다량이 남게 되어 처리문제가 발생하는 경우는 특별원인 변이의 예가 될 수 있다. 또한 잠시 지나가는 비에 타설을 중지하게 되거나 갑작스런 폭우에 대처하지 못한 경우는 특별원인에 대한 미숙한 조작이라 할 수 있고, 동절기나 혹서기에 콘크리트 타설 및 양생관리에 별도의 조치가 필요한 것은 구조원인 변이라 할 수 있다.

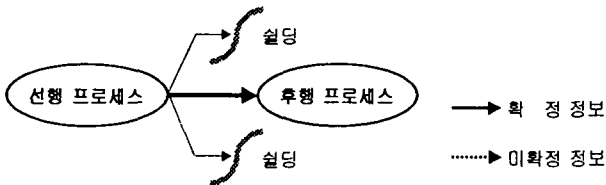
변이가 크면 클수록 계획된 성과치와 큰 차이를 나타낼 가능성이 크므로 계획에 대한 신뢰성(reliability)은 그만큼 저하된다고 볼 수 있고, 이를 극복하기 위하여 변이 관리가 요구된다. 변이관리에는 계획 성취율(Percentage of Plan Completed, PPC) 측정, 실딩(shielding), 디커플링(decoupling) 등 여러 가지 기법이 있다.

(1) PPC(계획성취율, Percentage of Plan Completed)

PPC는 단순한 개념의 측정기준으로서 작업수행 팀이 매주 초 수행 계획한 작업(work package) 중 수행 완료한 작업의 백분율이다. PPC를 평가측정기준으로 사용하는 목적은 프로세스의 생산신뢰도를 제고하기 위함이며, 지속적인 PPC 평가에 의해 PPC는 최대 100%로, 변이전이는 최소 0으로 하는 것이 이상적인 목표이다.

(2) 실딩(shielding)

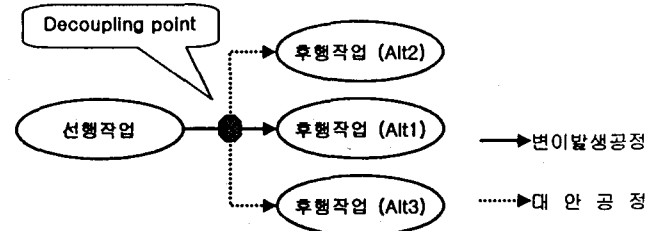
불확실성을 가진 의사결정이나 정보 등을 후속단계에 전파하지 않게 하기 위한 차단전략이다. 즉, 선행 프로세스에서의 변이 원인을 색출해서 후행 프로세스로의 전이를 방지하는 기법으로서 작업 수행 준비가 불충분한 작업은 배제시키고 작업 수행이 가능한 상태인 준비된 작업만을 실행하게 함으로써 작업 성취도(PPC)를 향상시키기 위한 방법이며(Ballard, 1999), 다음 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다.



<그림 1> 변이관리전략으로서의 실딩

(3) 디커플링(decoupling)

디커플링은 변이로 인해서 병목구간이 발생했을 때, 복수개의 프로세스로 병행 대체하여 변이의 전이를 방지하는 기법을 의미한다. 즉, 다른 프로세스에 가장 많은 영향을 주는 프로세스를 찾아내서 복수개의 프로세스로 병행 대체함으로써 해당 프로세스의 변이 전이로 인한 후행 프로세스로의 파급효과를 줄이는 기법이며, 다음 <그림 2>와 같이 표현할 수 있다.



<그림 2> 변이관리 전략으로서의 디커플링

2.2 충격완화를 위한 버퍼

버퍼란 시스템 내·외부의 자극에 의한 충격을 완화시키는 메카니즘을 의미한다. 건축생산이 타 산업에 비하여 불확실성이 많기 때문에 용량버퍼(capacity buffer), 여유버퍼(safety buffer), 프로세스 통합 등 간접적인 방법을 사용하는 것이 더욱 경제적이고 효율적일 수 있다.(김창덕, 2000)

(1) 기존의 버퍼

버퍼는 앞을 내다보고, 프로젝트에 관해 계획파열(disruption)의 효과를 전체로 예측하기 위해 사용될 수 있다.(Newbold, 1998) 앞을 내다보는 능력은 미래 관리상의 의사결정을 위한 자신감과 함께 문제해결을 위한 좀더 많은 기회를 부여한다. 버퍼는 더욱 신뢰성 있는 스케줄의 개발을 지원하는 계획 도구이며, 효과적인 버퍼관리 전략은 전체 프로젝트의 진행을 보호하고, 조절하기 위한 기구(mechanism)을 제공한다.(Koo, 2000)

(2) 린 건설(Lean construction)에서의 작업용량 버퍼

린 건설(Lean construction)에서 언급하는 작업용량 버퍼는 작업용량을 항상 최대보다는 작게 함으로써 만들어질 수 있다. 이와같이 작업용량을 최대보다는 작게 유지하는 것은 작업능력을 증가시키기 위한 전략이다. 즉, 작업용량을 작게 함으로써 희망하는 생산율이나 생산순서를 유지하기 위해 필요한 버퍼의 역할을 하게 될 것이다.

3. 충격발생 완화를 위한 버퍼의 세분화

본 연구에서는 변이로 인해 발생하는 충격을 완화하기 위하여 제한요소의 파악 및 해결과정을 가지고 있는

1) 린(lean)과 건설(construction)의 합성어로 '낭비를 최소화하는 가장 효율적인 건설생산 시스템'을 의미함

다단계 여과과정을 거친 작업만을 수행하기 위하여 스크리닝 버퍼, 당김 버퍼, 쉴딩 버퍼, 작업 버퍼로 세분화된 버퍼관리를 제안하고자 한다. 이러한 세분화된 버퍼의 역할은 다음과 같다.

(1) 스크리닝 버퍼(Screening buffer)

프로젝트의 필요조건을 파악하는 단계로서, 작업에 필요한 자원 및 정보를 다음단계로 내려보낸다.

(2) 당김 버퍼(Pulling buffer)

당김버퍼는 생산사슬관리(Supply chain management)와 정보흐름 조정(Information flow coordination)에 중점을 두고, 중요 제한요소를 확인하는 것이다.

(3) 쉴딩 버퍼(Shielding buffer)

쉴딩 버퍼는 오직 신뢰성 있는 계획을 가능하게 하기 위해 그들의 필요조건을 만족시키는 액티비티만을 갖는다. 쉴딩 버퍼관리의 주요 목적은 액티비티를 적절한 버퍼사이즈를 가지고 성취하기 위하여 제한요소를 해결하는데 있고, 이것은 작업 버퍼를 위한 현재의 흐름을 보증한다.

(4) 작업 버퍼(Working buffer)

작업 버퍼안의 액티비티들은 현재 주(week)에 작업될 예정이다. 이들은 작업할당(work assignment)에 의해 더욱 분해되고, 작업할당 이전에 불확실성들로부터 보호된다.

각각의 버퍼는 병목구간(bottleneck) 발생 시, 유용한 자원과 정보를 제공하며 변이를 풀어간다.

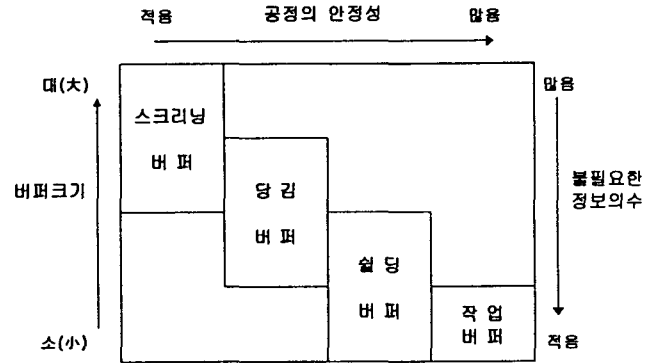
<표 1> 각 버퍼의 위치, 크기, 관리포인트

종류 특성	스크리닝 버퍼	당김버퍼	쉴딩버퍼	작업버퍼
위치	변이파악 전	변이파악 시	변이제거 시	변이제거 후
크기	대(大)	중(中)	소(小)	무(無)
관리포인트	필요조건 확보	제한요소의 파악	신뢰성	경제성

위의 <표 1>에서와 같이 각 버퍼는 위치, 크기, 관리포인트 상의 각기 다른 특성을 갖는다. 스크리닝 버퍼의 경우, 변이 파악 이전의 버퍼로서 변이의 크기와 함께 버퍼의 크기도 크다. 이는 제한요소의 파악이 완성되지 않은 상황이기 때문이다. 이 단계에서의 버퍼관리는 필요조건 확보에 의한 기본적인 작업여건을 충족시켜주는 자원 및 정보는 모두 다음 단계(downstream)로 통과시킨다. 당김버퍼는 스크리닝의 과정을 거친 자원 및 정보 등을 선택하기 위한 기본적인 제한요소를 파악한다. 쉴딩버퍼의 경우, 앞서 판단된 제한요소를 모두 만족시켜주는 자원 및 정보만을 선택하여 이에 따른 작업이 이루어지게끔 한다. 쉴딩의 과정이 끝나면 변이는 완전히 제거되며, 이 과정에서의 가장 중요한 관리포인트는 액티비티의 신뢰성이다. 작업버퍼의 경우, 쉴딩과정을 거쳐 변이가 완전히 제거된 상황에서 경제성을 가장 중요한 관리포인트

트로 한다. 이 과정에서 가장 이상적인 것은 버퍼가 존재하지 않는 것이다.

다음 <그림 3>은 이 4가지의 버퍼의 특성을 나타낸 그림이다.



<그림 3> 세분화된 버퍼의 특성

이상과 같은 버퍼의 세분화에 의한 관리는 기존의 여유공기에 의해 발생된 변이에 대한 수동적인 버퍼관리가 아닌, 불확실한 자원과 정보에 의한 제한을 파악하고, 이를 해결하기 위한 적극적 버퍼관리로서, 이로 인해 자원의 유용성과 작업흐름(work flow)의 안정성을 기대할 수 있다. 다음 <표 2>는 기존의 버퍼관리와 세분화된 버퍼관리의 차이점을 나타낸다.

<표 2> 기존 버퍼관리와 세분화된 버퍼의 차이점

	기존의 버퍼관리	세분화된 버퍼관리
기능	충격 완화	충격발생 가능성을 줄임
효과시기	변이발생 후(수동적)	변이발생 전(능동적)
방법	여유공기에 의한 스케줄링	자원과 정보의 제한요소 파악 및 해결
변이발생 가능성	많음	적음
공정의 안정성	불안정	안정

4. 세분화된 버퍼의 활용방안

앞서 제시된 세분화된 버퍼관리는 실제 건설 프로젝트에서 다음과 같이 전(全) 공정을 통하여 사용될 수 있다.

(1) 스크리닝 버퍼의 활용방안

프로젝트의 시작을 위한 기본적인 필요조건을 수집한다. 기존에 행해졌던 규모 및 용도상의 유사 프로젝트나, 관리자의 경험 등을 통한 필요자원 및 정보를 입수하여 다음 단계로 전달한다.

(2) 당김 버퍼의 활용방안

조달일자, 필수정보 등 본 프로젝트를 제한하는 요소들을 공급자, 하도급자 등 공사참여자들과의 긴밀한 의사소통을 통하여 파악한다. 예를 들면, 프로젝트 매니저는 현

장의 기후나 지형적 특성, 주변환경 등 현장 고유의 특성과 외국공사의 경우, 현장 노무자의 특성까지 이 단계에서 파악하여야 한다.

(3) 설딩 버퍼의 활용방안

이 단계에서는 공정의 안정성과 변이가 제거된 자원 및 정보의 조합이 필수적이다. 제한요소의 해결에 위해선별된 자원과 정보를 바탕으로 작업지침서를 작성한다. 또한 생산 프로세스상의 병목구간 발생 시, 이를 즉시 체크해 줄 수 있는 장치가 필요하며, 반복작업의 경우 이 단계에서 표준작업을 설정해 주는 것이 효과적이다. 연속적인 흐름생산(flow production)²⁾이 이루어지게 하기 위한 예비적 단계로서 세부작업의 순서 및 방법까지 이 단계에서 결정된다.

(4) 작업 버퍼의 활용방안

불확실성에 대한 불안감이 없어진 액티비티들로 구성되어, 안정된 공정을 기반으로 앞선 제한요소를 만족하는 내에서 비용적인 측면을 최우선으로 고려하여 작업을 행한다. 결정된 작업지침서를 바탕으로, 각 작업자는 선행 단계에서 내려온 자원 및 정보를 효율적으로 이용하여 작업을 완성한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 변이에 의해 발생된 충격을 완화하기 위한 수단이었던 기존의 버퍼를 보완하고자 앞선 단계에서 제한요소를 파악하고, 이를 해결함으로써 인한 좀더 효율적인 공정관리가 이루어지도록 세분화된 버퍼관리를 제안하였으며, 주된 연구내용은 다음과 같다.

(1) 버퍼를 스크리닝 버퍼, 당김 버퍼, 설딩 버퍼, 작업 버퍼로 세분화를 제안하였다.

(2) 세분화된 버퍼의 위치, 크기 그리고 중점 관리사항에 따른 각각의 특성을 분석하였다.

(3) 세분화된 버퍼의 적극적·전략적 활용방안을 제안하였다.

세분화된 버퍼관리에 의해서 다음과 같은 효과를 기대

할 수 있을 것이다.

(1) 작업을 하는데 있어서의 필요한 정보 및 제한요소를 사전에 파악하여 불필요 또는 불확정적 정보를 사전에 차단하고, 이로 인한 프로세스의 간결화를 꾀할 수 있다.

(2) 불확실성에 의해 발생된 변이에 대한 대처의 유연성을 가지고 작업을 실행할 수 있다.

(3) 과다한 정보의 유입을 사전에 차단함으로써 의사결정이 신속, 정확하게 이루어질 수 있다.

본 연구의 후속연구로서 이러한 버퍼관리의 실제 건축공사 적용에 의한 효과를 측정해서 검증하는 과정을 거칠 예정이다.

참고문헌

1. 김창덕(2000). 건설생산시스템의 새지평, 건축 3월호, 대한건축학회, 2000. 3
2. 김창덕(2000). 린 건설, 건설관리 9월호, 한국건설관리학회, 2000. 9
3. 구교진(2000). Organizational program management for multiple maintenance projects under multi-trade capacity constraints, University of Wisconsin-Madison, (2000. 11)
4. Newbold, R. C.(1998). Project Management in the Fast Lane : Applying the Theory of Constraints. St. Lucie Press, Boca Raton, FL.
5. Ballard(1999). "Improving Work Flow Reliability" Proceedings 7th of IGLC
6. Paul Chiderhouse, Sererine M. Hong-Minh and Mohamed M. Naim(2000). "House building Supply Chain Strategies" Proceedings 8th of IGLC
7. David, K. H. Chua and Li Jun Shen(2001). "Constraint modeling and Buffer management with Integrated production scheduler" Proceedings 9th of IGLC

Abstract

Buffers, on which much research is being done, are being used as a means to alleviate impacts in processes. Impacts occur from variation which is caused by uncertainty. Current buffers just accept variation as it comes and have just been used as a means to reduce impact. The purpose of this research try to understand the assorted variations which arise from limited resources and information and then we present a division of buffers as the way to overcome these variations. Through the process of dividing buffers into screening buffers, pulling buffers, shielding buffers, and working buffers, we try to make the process more compact, eliminate unnecessary reduction, speed up the decision making process by excluding excessive information, and improve the reliability of work.

Keyword : Buffer management, Uncertainty, Variation, Screening, Pulling, Shielding

2) 생산흐름상의 재고를 줄이고, 중간단계에서의 대기(waiting)나 불필요한 작업의 조합(batching)없이 전체 프로세스의 개선에 주력하는 생산방식.