

건설 프로젝트에서의 CCPM 도입에 관한 연구

A Study on Introduction of Critical Chain Project Management(CCPM) to Construction Projects

박 영 민*○ 김 수 용** 임 해 만***
Park, Young-Min Kim, Soo-Yong Im, Hye-Man

요 약

우리나라 건설시장은 시장 규모의 축소, 과다 경쟁 등으로 인하여 수익률이 감소하고 품질이 저하되는 등 악순환이 거듭 되고 있다. 이에 각 업체들은 경쟁력 확보를 위하여 빠른 변화를 시도하고 있다. 이런 상황에도 건설 프로젝트의 관리 방식은 크게 개선되지 않아 납기의 지연, 예산의 초과 등 많은 문제점들이 나타나고 있다. 이런 현상이 나타나는 원인을 기존의 PERT/CPM 으로 스케줄링 되어진 프로젝트 관리 방식의 문제로 보고, 그 대안으로 TOC를 기본으로 한 CCPM을 소개하고자 한다. 본 연구의 목적은, 프로젝트 관리의 어려움을 이해하고, CCPM의 기본적인 활용성을 이해함으로써 국내 건설 프로젝트에 CCPM 도입 가능성을 타진하고자 하는데 있다.

키워드: CCPM, 제약이론(TOC), PERT/CPM, 애로 사슬(Critical Chain), 애로 경로(Critical Path)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 건설 시장은 시장규모의 축소, 과다 경쟁 등으로 인하여 수익률이 감소하고 품질이 저하되는 등 악순환이 거듭되고 있다. 이에 각 업체들은 경쟁력 확보를 위하여 선진 시공기술의 도입, 건설 사업의 정보화 등 빠른 변화를 시도하고 있다.

이런 빠른 변화에 비해 건설 프로젝트의 관리 방식은 최근의 CM제도의 도입 및 EVMS의 적용 등과 같이 변화의 조짐이 보이고 있지만, 아직도 종전의 방식을 그대로 답습하고 있는 수준에 머무르고 있는 실정이다. 이로 인해 잦은 설계의 변경 또는 납기의 지연 등으로 인한 클레임이 자주 발생하고 있으며, 이는 부실 공사로 이어지는 악순환을 거듭하고 있는 실정이다.

이런 악순환이 거듭되는 가장 근본적인 이유는 현실을 제대로 반영하지 못한 공정을 수립함으로써 프로젝트가 계획대로 진척되지 못하는데 그 이유가 있다 하겠다. 1950년대에 나온 PERT(Program Evaluation and Review Technique)나 CPM(Critical Path Method)을 반세기 가 지난 지금까지도 아직 그대로 사용하고 있는 현재의 사정으로는 정확한 스케줄링을 한다는 것 자체가 어쩔 불가능할지도 모른다. 물론 PERT/CPM을 한층 더 발전시킨 여러

방안이 연구되어 나오고 있지만 그것들 역시도 많은 문제점을 안고 있다.

이에, 본 연구에서는 PERT/CPM의 대안으로 최근 미국 등지를 중심으로 널리 알려지고 있는 골드랫 박사(Eliyahu M. Goldratt)의 관리이론인, TOC(Theory Of Constraints)를 기본으로 한 CCPM(Critical Chain Project Management)을 건설 프로젝트 관리에 도입하려고 한다.

급변하고 있는 건설시장에서 날로 복잡해지고, 다양해지고 있는 건설 프로젝트의 관리에 과연 CCPM이 적용 가능한지의 여부와, CCPM의 활용가치를 알아보는데 본 연구의 목적이 있다고 하겠다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현재 대부분의 건설 프로젝트에 사용되고 있는 PERT/CPM 공정을 CCPM으로 대체 함에 따라서 어떤 효과가 있는지 알아보는데 그 의의가 있다. PERT/CPM과 CCPM의 비교를 통하여 각각의 장단점을 알아보고, CCPM의 활용성에 대한 이해를 돕도록 한다.

국내에서는 아직 CCPM으로 스케줄링 된 공정이 사용된 적이 없어 정확한 데이터를 근거로 한 비교를 할 수는 없지만, 프로젝트 관리의 어려움을 이해하고, CCPM의 기본적인 개념을 이해함으로써, CCPM의 활용가치를 알아보고, 새로운 프로젝트 관리 기법으로써의 CCPM의 도입을 검토해본다.

* 학생회원, 부경대학교대학원 건설사업관리공학협동과정, 석사과정

** 종신회원, 부경대학교 산업공학과 교수, 공학박사

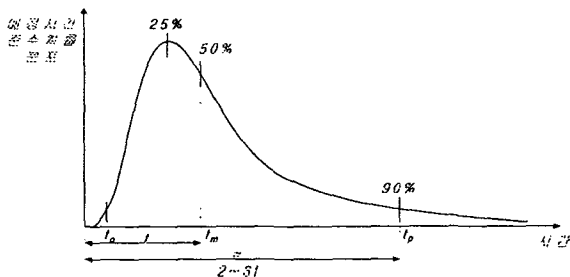
*** 일반회원, 코오롱건설 주식회사 물금취수장현장 소장

2. 프로젝트 관리의 어려움

2.1 작업시간의 산정

기존의 PERT/CPM에서는 작업 예상시간을 작업을 끝낼 수 있는 낙관적인 작업시간(optimistic task time)과, 비관적인 작업시간(pessimistic task time) 그리고 보통의 작업시간(most likely task time)의 세 가지 작업시간을 가중 평균해서 구한다. 이렇게 얻어진 작업 예상 시간은 PERT/CPM 상의 스케줄링에서 그대로 사용 되어진다. 그런데 과연 이렇게 확률적인 개념을 이용해서 얻은 작업 예상시간이 현실에서도 그대로 적용될 수 있을 지에 대해서는 그 누구도 “예”라고 대답하지는 못할 것이다. 이것은 단지 확률적인 의미일 뿐 이것이 각 공정에 대한 정확한 작업 시간이 되지는 않는 것이다. 이것은 매우 중요한 의미를 갖는다. 각 공정간의 연관성이 많은 건설 프로젝트에서 선행의 공정이 연기된다는 것은 후속공정에도 많은 변화를 주게 되고, 이것은 전체공정에 대한 연기를 가져올 수밖에 없게 되는 것이다. 물론 경험상의 작업시간기준을 적용하고 있긴 하지만 인적 자원이 대부분을 차지하고 있는 건설 프로젝트에서 개인차에 근거한 작업시간을 편성한다는 것 역시 쉬운 일은 아니다.

2.2 안전 여유시간

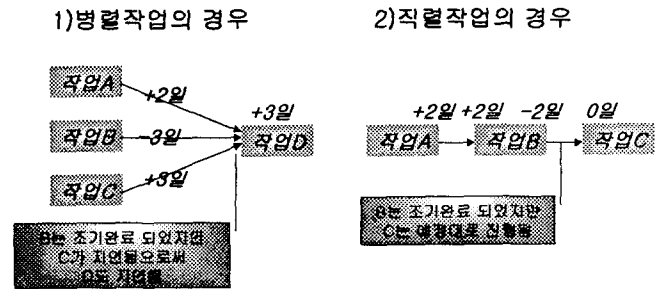


<그림 2.1> 예정시간 준수확률 분포

각 공정에 대한 예상 작업시간 준수확률 분포는 <그림 2.1>과 같이 양쪽으로 균형이 잡힌 정규 분포의 모습이 아닌, 오른쪽으로 완만한 경사를 이루는 형태를 나타낸다. 기울기는 작업이 불확실하면 불확실할수록 더욱더 오른쪽으로 기울게 된다. 모든 감독자들이 다 마찬가지이겠지만 감독자들은 각 공정에 대한 안전여유시간을 많이 확보하려는 심리를 보인다. 위의 그림에서 보듯이 준수 확률을 50%로 보는 것과 90%로 볼 때의 차이는 무려 3배에 달한다. 이것에 대한 의견은 분분한 편이지만 대부분이 2배에서 3배 정도라는 것에 의견을 같이 한다. 당연히 공정 상에 정확한 스케줄링을 위해서라면 작업 예상 시간을 90%이상으로 보고 스케줄링 하는 것이 정확하겠지만 이것은 너무 과도한 안전여유시간을 두어 전체 공정을 한없이 길게 하는 역할을 하게 될 것이다.

어떤 이는 여기에 대하여 일단 90%로 예상한 뒤 선행 공정이 예정 보다 빨리 끝나면 그 즉시 후속 공정을 시작하면 되지 않겠느냐고 하겠지만 이것 역시 불가능하다. 이미 스케줄링 상에 다음 공정의 시작 예정일이 정해져있고, 또

보통의 경우에 지연은 전파가 되지만 조기 완료는 전파가 되지 않는다. 이것은 <그림 2.2>에 잘 설명 되어있다. 이것은 학생 증후군(Student Syndrome)이나, 파킨슨 법칙(Parkinson's Law)으로 설명할 수 있다



<그림 2.2>지연의 전파

즉, 안전 여유 시간을 얼마로 정의하는가에 따라서 전체 프로젝트 관리에 상당한 영향을 미치게 된다.

2.3 자원의 한정

PERT/CPM에서의 가장 큰 문제점 중의 하나는 자원의 제약을 고려하지 않고 있다는 데 있다. critical path 상의 각 작업은 자원의 능력이 100% 활용된다는 것을 가정하고 있으며 또 자원은 무한정 투입된다고 가정한다. 이것은 각 작업에 대한 시간의 종속성은 고려가 되지만 자원의 종속성은 고려가 되지 않는데 그 이유가 있다.

특히, 건설 프로젝트의 경우 자원의 분배는 매우 중요하다. 안전 여유시간을 모두 소진할 경우, 지체 보상을 지불하지 않기 위해 무리하게 자원을 늘려서 투입해야 하는 불가피한 경우를 제외하고 보면, 이미 저생산성과 저효율성이 문제가 되고 있는 지금의 건설시장 상황에서는 자원을 무한정 투입할 수는 없는 것이다.

본 연구에서는 예산에 대한 고려는 일단 배제하고 일정문제에만 집중하고 있으므로 이에 대한 논의를 자세히 하지는 않겠지만 이것은 아주 중요한 문제임에 틀림이 없을 것이다.

2.4 그 밖의 문제점

건설 프로젝트를 관리하는 중에 있어 공정을 지킬 수 없게 되는 가장 큰 이유중의 또 다른 하나는 사용자의 요구 사항 변경이나 시공방법의 변경 등과 같이 아예 일정을 재조정 할 수밖에 없는 경우이다. 건설 프로젝트의 기간은 대부분의 경우 1-2년을 초과하는 장기적인 프로젝트가 많다. 이럴 경우 사용자는 시공 도중에 시공자에게 더욱 많은 요구사항을 추가하게 되며, 주변환경의 급속한 변화로 말미암아 설계를 변경할 수밖에 없는 경우가 발생하게 된다. 이 같은 경우 critical path로 이루어진 스케줄링 상에서의 후속공정변화는 불가피한 것이다. 이것은 전체 일정에 안 좋은 영향을 미치게 되고 새로운 설계 및, 작업기간의 연장 등으로 생기게 되는 직, 간접비의 증가를 가져오게 된다..

이 외에도 건설 프로젝트의 특성상 육외 작업이 많고 위험 작업이 많아 여러 가지의 불확실 상황, 예를 들어, 일기

나, 사고에 의한 머피가 자주 발생하게 되는 것도 빠트릴 수 없는 것들이다.

이처럼 많은 애로사항들이 프로젝트를 관리하는데 어려움을 주고 있으며 이런 상황들을 개선하기 위해서는 일회적인 조치가 아닌, 근본적인 변화가 선행되어야 할 것이다. 본 연구에서는 그 변화의 시도로 CCPM에 대한 접근을 타진해본다.

3. PERT/CPM을 대체할 CCPM

3.1 CCPM의 개요

CCPM은 일본의 경제 성장에 아무런 대응을 하지 못하던 미국이 20세기 후반 새로운 경제 도약을 할 수 있도록 하는데 결정적인 계기가 된 경제이론인 제약이론(TOC)에 그 기반을 두고 있다. TOC를 간단하게 소개하자면 “TOC는 조직의 목표를 달성하는데 제약이 되는 요인을 찾아 집중적으로 개선함으로써, 단기간에 가시적인 경영개선의 성과가 나타나고, 장기적으로는 지속적인 경영개선을 추구하여 시스템의 전체적 최적화를 달성하는 프로세스 중심의 “경영혁신 기법”이라고 할 수 있다¹⁾. 다시 말해 전체 공정에서 제약이 되는 요인을 집중적으로 개선 발전시킴으로서 전체공정에 생산성을 최대화시키는 기법이다.

TOC의 세부적인 방법중 하나인 CCPM 역시, 전체 공정에 좋지 않은 영향을 미치는 애로공정에 대한 위험을 제거함으로써 정해진 기간에, 정해진 예산대로 일정을 수행할 수 있도록 도와주는 스케줄링 기법이다. 특히 CCPM은 프로젝트의 기간 준수를 최대의 목표(GOAL)로 삼는다.

3.2 Critical Path 가 아닌 Critical Chain

CCPM은 기존의 PERT/CPM의 애로 경로(Critical Path)를 대신해서 애로 사슬(Critical Chain)을 사용한다. 애로 경로는 일정만을 고려하고 있는데 반해서 애로 사슬에서는 자원의 한정을 고려하고 있다. 애로 경로와 애로 사슬에 대한 좀더 세부적인 상황은 참고문헌을 살펴보기 바란다.

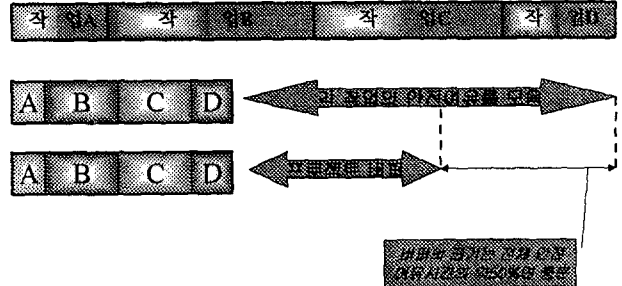
애로 사슬은 기존의 애로 경로가 제공하고 있지 않던 여러 가지 것들을 제공해 주고 있다.

첫 번째, 애로사슬은 불확실 상황에 대비 할 수 있는 여유를 제공한다. 프로젝트를 운영함에 있어 어쩔 불확실한 상황은 당연한 것일지도 모른다. 건설 프로젝트의 기간은 타 프로젝트에 비해서 훨씬 긴 편이기 때문에 불확실 상황의 발생은 불가피한 것일지도 모른다. 그러므로 불확실 상황에 대한 대비는 꼭 필요한 것이다.

본 연구의 2장에서 언급했던 것처럼 완성시간의 분포인 β 분포는 오른쪽이 완만한 경사를 가지고 있으며 그로 인해 예상 공기 준수 확률을 90%로 보는 것과 50%로 보는 것의 차이는 두배에서 세배정도의 시간차이가 있다는 것을 설명하였다. 애로 사슬에서는 각 공정의 준수확률을 50%정도로 줄이고, 나머지의 여유시간은 각 공정이 아닌 전체 프로젝트에 대한 버퍼 즉 프로젝트 버퍼(Project Buffer)를 설치하여 한 곳에서 관리한다. 즉 각각의 공정에

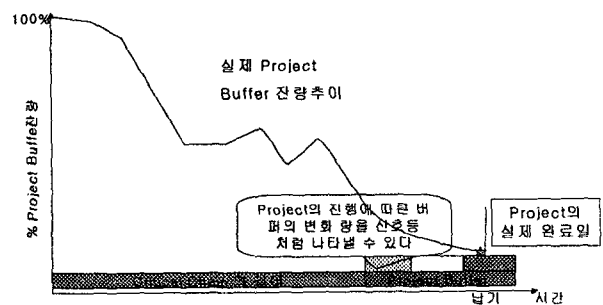
여유를 설치함으로써 불필요한 안전여유시간을 배제하고, 전체 프로젝트에 대한 여유시간을 설치함으로써 전체 프로젝트에 대한 신뢰성을 높일 수 있는 것이다.

Critical Path



<그림 3.1> 프로젝트 버퍼의 설정

두 번째, 애로 사슬은 확실한 관리점을 제공한다. 기존의 애로 경로에서는 전체 프로젝트에 대한 관리점이 없었다. 이것은 그만큼 프로젝트의 진행상황을 검토하는데 시간, 노력, 비용이 많이 든다는 것을 뜻한다. 하지만 애로 사슬 상에서 생긴 프로젝트 버퍼는 관리점의 역할을 해준다. 감독자는 프로젝트 버퍼의 크기의 변화만으로 쉽게 전체 프로젝트 일정을 감시할 수가 있다. 프로젝트가 30%진행되었을 때 프로젝트 버퍼의 크기가 30%가 소모되었다면 이 프로젝트의 진행 상태는 매우 양호한 것이다. 하지만 만약 프로젝트가 30%진행되었을 때 버퍼의 양은 90%가 소모되었다면 이 프로젝트는 뭔가 다른 대책을 필요로 하게 되는 것이다. 한가지, 여기서 말하는 진도율은 지금의 건설 프로젝트관리에서 일반적으로 말하는 금액에 대한 진도율이 아닌 일정에 대한 진도율을 상기할 필요가 있다.



<그림 3.2> 동적 Buffer Management

세 번째, 애로사슬은 Multi Tasking의 문제점을 극복한다. 처음에도 말했듯이 애로 사슬은 시간의 종속성에 대한 고려 뿐 아니라 자원의 한정에 대한 문제점까지 고려하고 있으므로 자원의 경쟁으로 발생하는 일정 지연이나, 자원의 추가 투입 등의 문제점을 예방할 수 있다.

위에서 언급한 세 가지의 특징 외에도, 애로 사슬은 프로젝트 버퍼뿐만 아니라 각 자원에 대한 여유를 고려한 자원 버퍼(Resource Buffer)와 일정 진도율을 고려한 공급버퍼(Feeding Buffer)를 가지고 있어 프로젝트의 신뢰성을 높일 수 있도록 하는 등의 애로 경로와는 다른 차이점들이 있다.

1) 최광식, “기업회생을 위한 패스워드 TOC” p.27, 한·언, 2001

3.3 EST가 아닌 LST의 사용

기존의 Critical Path를 중심으로 한 스케줄링의 경우 작업의 시작시간은 그것이 애로 경로 상의 작업인지, 아닌지에 상관없이 항상 EST(Earliest Start Time:최초개시시간)의 사용을 독려 받아왔다. 감독자나 작업자는 모두 그것을 당연하게 받아들이며 지금까지 그렇게 해 왔다. 하지만 CCPM상에서는 그것을 인정하지 않는다. 오히려 CCPM에서는 LST(Latest Start Time:최지개시시간)의 사용을 권장한다. 이것에 대한 고려는 부분 최적화와 전체 최적화의 문제로 생각할 수 있다. 작업자나 감독자들이 EST의 사용을 당연하게 받아들이는 바탕에는 각 자원과 인력이 100%운영 될 때, 프로젝트는 최대의 실적을 올릴 수 있다는 생각에 무의식적으로 동의하고 있기 때문이다. 하지만 CCPM에서는 이것이 전체 최적화가 아닌 부분 최적화일 뿐이라고 본다. 즉 각 공정의 부분적인 빠른 진행이 전체 프로젝트에 영향을 미치지 않는다는 것이다. 어차피 전체 프로젝트의 일정은 애로 경로나 애로 사슬상의 작업에 의해 좌우되는 것이므로 나머지의 공정들은 그것들에 종속시켜주면 충분할 것이다.

이것은 인간의 심리적인 측면에서도 논의 될 수 있다. CCPM은 집중의 원리를 잘 활용하고 있다. 이것은 건설 프로젝트의 질을 향상시킬 것이며, 작업의 안전도 확보 할 수 있도록 도와줄 것이다.

3.4 CCPM 활용의 극대화 (TP의 사용)

앞에서 우리는 CCPM이 계약이론의 한 방법임을 설명한 바 있다. TOC는 CCPM 이외에도 현금창출율회계(Throughput), DBR(Drum-Buffer-Rope), TP(Thinking Process) 등과 같은 Process들을 포함하고 있다. 이 중에서도 건설 프로젝트의 특징상 TP의 활용가치는 매우 클 것으로 사료된다.

프로젝트를 진행함에 있어 감독자들은 의사결정을 해야할 많은 문제점들에 부딪치게 된다. TP는 그런 상황에 잘 활용 할 수 있다. 이것의 세부적인 방법을 따로 언급하진 않겠지만 TP는 Trade-off 상황 즉, 두 요소의 대립 상황에서 적당한 타협이 아닌, 두 요소 모두 만족 할 수 있는 Win-Win의 방법을 제시 할 수 있도록 도와준다. 물론 CCPM을 활용하는데 TOC의 모든 도구들을 이해할 필요는 없다. 한지만 굳이 TP를 소개하고자 하는 것은 프로젝트를 관리하는데 있어 의사결정의 중요성을 무시할 수가 없기 때문이다. TP는 골드랫 박사가 사람들에게 생각하는 법을 제대로 가르치기 위해 고안하였다고 한다. 이는 논리적으로 생각하는 법을 알게 하는 방법이다. 다섯 가지의 논리적인 나무(CRT, EC, FRT, PT, TT)들을 통하여 우리는 현실을 바로 보게 되고 그럼으로써 비논리적인 의사결정으로 인한 리스크(Risk)를 줄일 수 있게 되는 것이다. TP의 사용은 그리 어렵지 않다²⁾. 다만 숙달이 조금 필요할 뿐이다. 현명한 감독자나 작업자라면 이것을 절대 놓치지 않을 것이다. TP는 분명 CCPM을 활용한 건설 프로젝트를 관리하는데

있어서 리스크를 줄여주고, 프로젝트를 성공으로 인도해 주는 지팡이가 되어줄 것이다.

4. 결 론

건설프로젝트의 성공 여부는 크게 예산(Budget), 일정(Timeless), 품질(Quality)의 세 가지로 판단 할 수 있다. 하지만 현재 진행되거나 완공되어진 건설 프로젝트의 경우 일정의 연기나, 예산의 초과를 당연한 것처럼 받아들이고, 오히려 그것들을 지키는 것이 사례화 될 만큼, 세 가지를 한꺼번에 만족시키는 것은 어려운 일이다. 본 연구에서는 이런 현상이 발생하는 근본적인 이유를 PERT/CPM을 사용한 스케줄링의 문제로 보고, PERT/CPM을 대신 할 수 있을 것으로 사려되는 CCPM의 도입을 검토해 보았다.

	PERT/CPM	CCPM
주공정	Critical Path	Critical Chain
시간의 종속성	고려	고려
자원의 종속성	이론적으로 고려되지 않음(현장에서 임의적으로 고려)	고려
작업개시시간	EST 사용	LST 사용
불확실 상황의 대비	고려치 않음	고려
Control Point	세부공정 각각에 대한 세부적 진도관리.(적당한 기준점 존재하지 않음)	버퍼의 소모에 따른 개략적인 진도 관리 가능
신뢰성	50년 이상 현장에서 사용됨(일정 및 예산에 대한 준수율은 극히 떨어짐)	아직 국내 건설 현장에서 사용된 적 없음.(검증이 필요)

<표 4.1> PERT/CPM 과 CCPM의 비교

하지만, CCPM을 도입하기에는 아직 CCPM이 우리나라 건설현장에 사용된 예가 없어 신뢰성이 부족하며, 이에 대한 이해가 부족하다는 점을 인정하지 않을 수 없고, 우리나라 건설시장 여건상 계약방식의 문제, 작업준비기간의 문제, 버퍼의 크기 산정 문제 등 해결해야할 몇 가지 과제들이 산적해 있는 것이 사실이다.

CCPM은 TOC를 배경으로 하는 새로운 프로젝트 관리 기법이다. 제조공정을 중심으로 한 프로젝트 및 R&D사업에서의 CCPM 성공 사례는 이미 여러 차례 보고되고 있으며, PERT/CPM에서는 고려되지 않은 자원종속의 문제 머피에 대한 대비 등 건설 프로젝트에 적용에도 많은 장점들이 있는 만큼, CCPM은 날로 복잡해지고 대형화되고 있는 건설 프로젝트를 관리하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단 된다.

2) 정남기, "TOC 골든 룰" pp. 128-137, 한·인, 2001

참고문헌

1. 정남기, "TOC 골든 룰", 한·언, 2001
2. 최광식, "기업 회생을 위한 패스워드 TOC", 한·언, 2001
3. Lawrence P. Leach, "Critical Chain Project Management", Artech House, 2000
4. PMBOK, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Project Management Institute, 2000
5. Kimio Inagaki, "TOC Critical chain 혁명", 1998
6. <http://www.Gmsco.co.kr> , GMS사 홈페이지 자료

Abstract

Nowadays in Korea, there has been extreme competition due to market reduction in the domestic construction industry. As a result every company try to change rapidly to secure competitive power. Although it isn't betterment for the way of construction project management then there has many problem such as a delay of the appointed date of delivery and go over the budget.

In this study, we suggest an introduction of CCPM which is based on TOC to construction projects.

KEY WORDS : CCPM, TOC, PERT/CPM, Critical Chain, Critical Path
