



PETRONAS TWIN TOWER 2 프로젝트의 공정관리에 관한 고찰

A Study on the Scheduling of PETRONAS TWIN TOWER 2 PROJECT



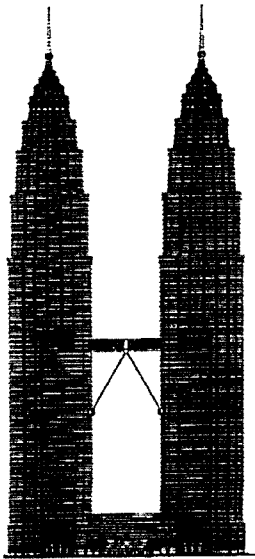
글 | 崔 洵 默

(Choi, Soon Mook)
건축시공기술사,
두원공과대학 건축디자인과 교수.
E-mail: smchoi@doowon.ac.kr

The purpose of this study is to understand the method of scheduling of Petronas twin tower project. Petronas twin tower is the highest building in the world today. Kuala Lumpur City Center Berhad which is owner of Petronas twin tower, managed this construction project by use of useful scheduling techniques, that is, milestone, NSC, NS, PDM, rolling wave, hammock. Now we consider this techniques and try to apply to our construction management.

1. 서론

건설프로젝트의 대형화와 초고층화는 프로젝트 관리기술의 새로운 변화를 요구하고 있다. 건설프로젝트의 관리기술은 여러 측면에서 발전되어 왔는데 그 중에서도 공정관리 기술은 프로젝트 관리 기술의 핵심이라 할만하다.



1994년에서부터 2년에 걸쳐 말레이시아 쿠알라룸푸르에는 Petronas Twin Tower가 세워졌다. 이 건물은 92층짜리(높이 451.9M)의 두 개의 타워와 41층과 42층(높이 175M)에서 두 개의 타워

를 연결하는 길이 58.4M의 Sky Bridge로 구성되었다. 발주자는 미국의 Leherer Mcgovern사의 Construction Management 서비스를 받는 Kuala Lumpur City Center Berhad (KLCCB)였으며, 시공자는 극동, 삼성의 J/V (SKJ)였다.

건설사업관리(CM)의 관점에서 이 프로젝트의 진행과정은 미국의 건설관리 기술과 국내건설사가 50여 년간 닦아온 공사관리 기술의 절충 과정이라고 할 수 있을 것이다. 이 프로젝트에서 시공자는 정해진 공기 내에 건물을 완료하였고, 약간의 흑자도 기록하였으므로 나름대로 성공한 프로젝트, 성공한 건설사업관리였다고 말할 수 있겠다.

본 논문에서는 Leherer Mcgovern사의 CM 서비스를 받은 Petronas Twin Tower 프로젝트의 발주자가 시공자에게 요구한 공정관련 사항을 되짚어봄으로서 그들의 공정관리 방법을 파악하고자 한다.



2. 공정관리용 S/W 및 H/W의 내용

2.1 공정관리용 S/W

사용 S/W는 발주자가 지정하였으며 Primavera Project Planner(Dos ver 5.1) 3 Set(현 지구매)를 사용하였다. Primavera Project Planner는 미국 Primavera System Inc.에서 개발한 것으로 액티비티 10만개까지 처리가 가능하고 ADM과 PDM 둘 다 적용 가능하며, 사용자 정의 리포트, 바차트 그래픽 리포트, 네트워크 그래픽 리포트 등 다양한 크래픽 리포트를 제공한다.

공사 수행 중 P3 Windows 버전이 개발됨에 따라 Windows ver 1.1을 병행 사용하였다.

2.2 H/W

공정관리용 컴퓨터로는 IBM 호환 486, 16M Ram 기종 1대, 586 16M Ram 기종 2대를 사용하였고, 프린터와 플로터는 IBM Inkjet (A3 Size) 1대, HP Laser Printer 4V (A3 Size) 1대, HP Design Jet 650C (A0 Size) 1대를 사용하였다.

3. 공정계획과 관련된 계약상의 주요 특징

3.1 Milestone

발주자는 효과적 프로젝트 관리를 위하여 공정 관리와 관련된 여러 조건을 계약조건으로 제시하였는데, 그 중의 하나가 <표 1>의 Milestone 이다. KLCC 프로젝트는 여러 시공사들로 분리 발주되었는데 Tower 2 프로젝트와 관련된 다른 시공사들은 크게 Tower 1 시공사와 지하주차장 부분의 Car Park 시공사, 그리고 Tower 1과 2의 마감 시공사(Fit-Out Contractor)로 되어 있다.

발주자는 이러한 여러 시공사들의 상호 연관된

공정을 관리하기 위해 마일스톤을 사용하였다. 이 마일스톤을 지키지 못할 경우는 후속공정의 시공

<표 1> Petronas Twin Tower 2 Milestone

No	Activity Description(작업명)	Week	Date(날짜)
1	Award Contract	-17	15-Nov-93
2	Notice to Proceed	-17	15-Nov-93
3	Date of Site Possession	1	14-Mar-94
4	Tower:Completion of Structure & Firespray to L12	31	16-Oct-94
5	Release P4-P1 for car park construction	43	02-Jan-95
6	Release Concourse-L1 for lobby finishes	47	30-Jan-95
7	Release L2-L5 for retail fit out	51	27-Feb-95
8a	Release Floors L8-L11 for fit out	55	27-Mar-95
8b	Release Floors L12-L15 for fit out	58	17-Apr-95
8c	Release Floors L16-L19 for fit out	61	08-May-95
8d	Release Floors L20-L23 for fit out	64	29-May-95
8e	Release Floors L24-L27 for fit out	66	12-Jun-95
8f	Release Floors L28-L31 for fit out	69	03-Jul-95
8g	Release Floors L32-L35 for fit out	72	24-Jul-95
8h	Release Floors L36-L37 for fit out	74	07-Aug-95
9	Release of 1st three cars bank A	55	27-Mar-95
10	Completion shell & core serv. install to L37(Tower)	62	21-May-95
11	Release of 1st two cars main shuttle	65	05-Jun-95
12	Completion of small service lift	64	04-Jun-95
13a	Release Floors L45-L48 for fit out	79	11-Sep-95
13b	Release Floors L49-L52 for fit out	74	07-Aug-95
13c	Release Floors L53-L56 for fit out	78	04-Sep-95
13d	Release Floors L57-L59 for fit out	80	18-Sep-95
14a	Release Floors L40-L43 for fit out excluding L41-L42 Sky lobby	77	28-Aug-95
14b	Release Floor L44 for fit out	79	11-Sep-95
14c	Release Sky lobby/Skybridge L41-L42 for lobby finishes	93	18-Dec-95
15	Complete shell & core serv. install to L65 (Tower)	93	24-Dec-95
16a	Release Floors L60-L63 for fit out	84	16-Oct-95
16b	Release Floors L64-L67 for fit out	87	06-Nov-95
16c	Release Floors L68-L71 for fit out	91	04-Dec-95
16d	Release Floors L72 for fit out	92	11-Dec-95
17	Completion of Structure inclusive Firespray	96	14-Jan-96
18	Complete shell & core serv. install to L87 (Tower)	107	31-Mar-96
19a	Release Floors L73-L76 for fit out	95	01-Jan-96
19b	Release Floors L77-L80 for fit out	99	29-Jan-96
19c	Release Floors L81-L82 for fit out	100	05-Feb-96
20	Completion of single deck lifts	113	12-May-96
21	Completion of double deck lifts	108	07-Apr-96
22	Completion of cladding to L88	106	24-Mar-96
23	Completion of large service lifts	94	31-Dec-95
24	Release Floors L83-L87 for fit out	105	11-Mar-96
25	Total completion of structure & ext. facade	108	07-Apr-96
26	Completion of works	118	16-Jun-96



사에게 막대한 지장을 가져오게 되고 결국 전체 프로젝트를 공기 안에 끝내지 못하게 될 것이다. 발주자는 이러한 마일스톤에 강한 구속력을 주기 위해 각 마일스톤마다 지연시 지체상금을 부과하였다. 일반적인 지체상금이 전체 공기 지연일수에 부과하는 방법과는 많이 상이한 방법이다.

공사 초기부터 우리는 마일스톤을 충족하는 공사범위에 대한 논의를 계속하여 왔다. 이에 대한 해석은 공정표작성과 밀접한 관계가 있어 매우 중요하였다.

우리는 마일스톤의 "Release for fit out"를 광의로 해석하여 마일스톤이 요구하는 층을 릴리즈 하였다. 즉 마일스톤에서 릴리즈하기를 요구하는 해당층의 모든 공사를 완료한 후 발주자에게 릴리즈 하는 것이 아니라 Fit Out Contractor가 인테리어 마감작업을 할 수 있는 정도로 완료하여 릴리즈 하는 것으로, 해당층 골조와 내화피복, 그리고 Fit Out Contractor의 작업에 지장을 주지 않는 공사를 제외한 공사들을 완료하고 발주자에게 릴리즈 하였다.

3.2 공사지연시 발생하는 지체보상금의 적용

Petronas Twin Tower 프로젝트의 경우 일반 프로젝트와는 달리 40개의 마일스톤의 부분완공조건으로 구성되었으며, 각 마일스톤이 공사지연한도 및 지체보상금을 가지고 있어 이러한 계약 조건은 시공사의 공사운영에 제한을 가하게 되어 있다.

지체보상금의 총액은 계약금액의 10%를 넘을 수 없으나, 계산상 시공사는 공사완료 시점이 전체 공사기간을 넘지 않더라도, 각각의 Milestone를 지키지 못한 경우 전체공사기간 기준으로 지체보상금 전체금액의 90%를 지불하여야하는 불리한 점을 안게되어 있다.

3.3 지명하도급업체와 지명납품업체

이 프로젝트에서 발주자는 몇몇 주요 공정과 자재납품에서 지명방식을 채택하였다. 지명하도급업체(Nominated SubContractor : NSC) 및 지명납품업체(Nominated Supplier : NS)는 발주자가 시공사와 상관없이 해당공사에 투입되는 NSC와 NS의 자격심사 및 공사금액을 결정한 후 시공자와 NSC, NS간의 계약을 체결하게 하여 NSC와 NS의 공사관리를 시공사에게 일임하는 방법이다. 이 프로젝트에서는 Elevator/ Escalator, Curtain wall, Building control system, Fire alarm system, Marble, Window washing equipment에서 NSC가 적용되었고, Marble, Door, Sanitaryware, Chilled water, Ironmongery에서 NS가 적용되었다. NSC와 NS가 늦게 발주되거나 또는 발주자와 사전 합의된 설치 납품 일정이 시공사와의 코디네이션 및 시공 계획과 불일치하는 경우가 발생하므로 공사초기부터 특별한 관리가 필요하였다.

4. 단계별 공정계획 및 관리

모든 공정계획은 CPM기법 중 PDM기법으로 작성되었으며, 발주자가 단계별로 요구한 공정계획의 주요 내용은 다음과 같다.

4.1 입찰단계

발주자는 입찰단계에서 다음의 공정계획을 요구하였다.

1) Outline Tender Schedule

주요작업에 대한 공사순서 및 기간과 타 계약자에 대한 현장 인도시기 명기



2) Tender Schedule

작업에 대한 상세 공정과 Critical Path 명기

3) Tender Milestone Schedule

입찰서를 기준으로한 마일스톤 표기

4.2 계약단계

발주자는 계약단계에서 다음의 공정계획을 요구하였다.

1) Work Summary Schedule

공사발주후 28일 이내 제출토록 했으며 마일스톤을 포함하여 주요 공중에 대하여 단계별, 위치별로 구분하여 작성하고, 향후 상세공정표 작성의 기본되는 것으로서 1개의 공중은 3개의 단계별 액티비티로 구성된다. 즉,

- ① Bid & Award Contract Activity
: 업체결정 및 계약단계
- ② Initial Lead-In Period Activity
: 도면승인, 샘플승인
- ③ On-Site Construction Activity
: 공사단계

각 공중 및 단계별 액티비티간의 논리 구성은 FS(Finish to Start)와 SS 또는 FF를 이용하여 구성한다. 논리구성은 관련 있는 공중 간에 연결하며, 공중의 시작 및 종료시점에 유의하여 작성한다. 요약공정표의 경우 Critical Path 및 TF 값은 별다른 의미를 갖지 못하므로 특별히 Critical Path를 표시하지 않아도 되었다.

2) Detailed Work Schedule

상세공정표는 공사발주후 63일 이내에 제출하

도록 되었으며, 상세공정표는 요약공정표의 각 공중별 3단계를 세부 액티비티로 Develop시켜 작성하도록 되어 있다.

그리고 역으로 이들 세부 액티비티는 Ham-mock 기능을 통해 요약공정표의 공중별 3단계로 Summarize된다.

상세공정표의 액티비티 번호(ID)는 발주자측의 Schedule Instruction에 따라 분류된 번호의 범위 내에서 번호를 정하며 추후에 액티비티의 추가를 위해 일정한 간격을 띄어 번호를 정한다.

상세공정표는 실적자료의 관리보다는 목표달성을 위한 잔여공사의 관리를 위하여 작성되었다. 이를 위하여 요약공정표를 기본으로 하여 현재시점에서 향후 6개월 내에 발생하는 공중에 한하여 단위 액티비티의 공사기간이 15일을 넘지 않는 범위 내에서 상세공정표를 작성하고, 향후 6개월 이후에 발생하는 공중에 대해서는 요약공정표의 작성 수준을 유지한다. 발주자는 이를 Rolling Wave 원칙이라고 불렀으며, 실질적인 공정표를 얻기 위한 방안으로 보인다.

4.3 공사진행단계

공사진행 중에는 매월 각 공정을 세부액티비티로 디벨로프(Develop)시키고, 진도를 업데이트(Update) 시킨 후,

- ① Baseline VS Current Summary Schedule,
- ② Work Comp. & 2 Month Look Ahead Schedule,
- ③ Tender Event Variance Schedule,
- ④ Activity & Milestone Variance Report
- ⑤ Update Data 저장 디스켓을 제출하도록 되었으며, 매주 별도의 1 Month Look Ahead Schedule와 그 주의 주요 관심사에



대한 부분 공정표를 제출하도록 하였다.

5. 결론

KLCCB의 공정관리 방법중 마일스톤 공정표, NSC, NS, 단계별 공정계획과 관리 방법 등은 주목할 만하다. 특히 마일스톤 공정표는 우리가 관리해야할 현장의 수만 가지 작업중 중점적으로 관리해야할 점검점을 일목요연하게 보여준다. 그리고 상세공정표 작성에서 발주자가 적용한 Rolling Wave의 방법은 다소 생소한 방법으로 더 많은 연구가 필요한 것으로 판단된다.

(원고 접수일 2000. 5. 2)

참고문헌

- [1] Planning & Scheduling System Instruction, KLCCB, 1993
- [2] Richard H.Clough/Glenn A. Sears, Construction Project Management, WILEY, 1991
- [3] Donald S. Barrie/Boyd C. Paulson, Professional Construction Management, McGRAW-HILL, 1992.
- [4] James J. O'Brien, CPM in Construction Management, McGRAW-HILL, 1984.
- [5] 말레이시아 KLCC현장, Malaysia KLCC 기술자료, 1996.