

프로젝트遂行에 너무나 많은 條件

現地地圖부터 作成해야하는 “原始環境”

需要家調査에만도 迷路 4 個月

Power Distribution Line Construction in the Middle East Region

李 軫

(株) 漢陽海外工事管理部 次長

부족하나마 해외공사 디경험자를 위해 궁금증을 풀어 주고 앞으로 해외에 진출하는 기술자들에게 조금이나마 도움이 되길 바라며 여기 한 Project를 소개하고자 한다.

1. 海外工事 節次

Project를 소개하기 전에 간략하게 절차를 알아보면

(1) 입찰

일반적으로 Turn-Key Project를 제외하고는 Owner로부터 Conditions of Contract, Specifications, Bill of Quantity와 Drawing을 구입하게 되며 B/Q에 Offer 가격을 기재하여 입찰일에 제출하게 되는데 입찰방법은

- A. Open Tendering : 공개경쟁입찰
- B. Limited Tendering : Prequalification을 업자로부터 미리 받아 자격을 선별하여 입찰에 참가케 하는 지명입찰
- C. Joint Tendering : 대규모 공사의 경우 몇개 회사가 Joint Venture 또는 Consortium을 형성하여 입찰하는 방법 등이 있다.

(2) 계약

계약의 종류는 다음과 같이 대별할 수 있다.

- A. Measurement Contract는 견측하는 계약으로서 Unit Rate Contract와 B/O Contract로 분류한다.
- B. Schedule of Rates Contract는 단위 공사 항목의 금액을 정하는 계약
- C. Cost Reimbursement Contract는 실비 정산하는 계약으로서 일정율의 Overhead & Profit를 가산하는 방법

- D. Lump-Sum Contract는 총액을 정하여 일정금액을 초과하지 못하게 하는 방법
- E. All-In Contract는 Owner가 제시하는 개략적인 개모를 만족시키는 설계시공을 모두 담당하는 것으로 보통 Turn-key 또는 Package Contract 라고 한다.
- F. management Contract는 공사수행을 위한 Owner의 대행업무로서 공사업자의 선정과 감리등을 하여 완제품을 Owner에 인계하는 계약

(3) 보증

Bond의 종류로서는 입찰시 제출하는 Bid-Bond와 계약시 제출하는 Performance-Bond(이행보증), Advance Payment-Bond(선수금보증)과 하자만료까지 매기성금액에서 Retention 약 10% 금액을 대체하기 위한 Warranty-Bond 등이 있으며 이들 Bond는 모두 은행에서 보증하게 된다.

(4) 착공

P-Bond를 제출하고 계약이 되면 Contractor는 Mobilization 들어가게 되며 Owner로부터 Notice to Proceed 또는 Site Hand Over에 따라 Count-Down을 하게 된다. 각종 Permission과 Insurance의 부분도 매놓을 수 없다.

(5) 공사의 수행

공사를 수행하기 위해서는 먼저 계획과 예산이 필요하게 마련인데 시간은 곧 돈과 연결되므로 Project가 계약에 가까워지면 모든 계획과 실행예산은 마련이 되어 있어야 하며 MOB는 Count-Down이 되기전부터 착

수하는 것이 보통이며 이때부터 시간을 벌고 이득을 창출하기 위한 전투가 시작되는 것이다.

자재장비 인력이 하나의 작품을 만들기 위해 동원되는데 자재의 선정은 SPEC에 명시되어 있는 것을 만족하면서 더욱 저렴하고 작업에 편리한 제품을 찾기 위해 국내는 물론 해외 각 지사 지점망으로부터 Quotation과 Technical Data를 입수하게 되며 이를 위한 선정작업으로 Bill of Material을 정확히 작성 송부해야 한다.

이렇게 해서 선정된 자재는 곧 Owner 동 감독처의 Approval을 득하기 위해 Submittal을 하고 Approved 된 자재는 P/O를 발급하게 되는데 공정계획에 차질이 없도록 Delivery기간을 항상 염두에 두고 사전에 충분히 검토되어야 하며 자재선정에 너무 많은 시간을 허비하면 시기를 놓쳐 공사에 차질이 생기므로 주의해야 할 일이다. 공법 또한 계속적으로 연구하고 적극적인 시도로 능률향상과 궁극적으로 이득을 위한 노력은 공사를 수행하는 사람으로서 필수적이라 하겠다.

또한 Contract Drawing과 Spect, 선정된자재, 공법 등에 적합한 Working Dwg, Shop Dwg, Detail Dwg 등을 해야 하는 것은 물론이다.

(6) 기성

공사를 하는 것은 즉 돈을 벌기 위한 것이기 때문에 시공보다 오히려 더 중요하다 하겠다. Interim Payment가 몇개월씩 지연되는 일은 허다하다. 해외공사는 대개 단위가 크므로 1,000만불 기성이 1개월 지연되었다고 볼때 한국의 은행금리로 보더라도 한화 약 6억원이 넘는 이차소득을 손해본다는 생각을 할 때 기성이 그만큼 중요성을 가지고 있으므로 하루라도 빨리 더 많이 받도록 해야 할 것은 자명하다.

또 각종 Claim 관리를 철저히 해야 하는 것은 조금이라도 소득없이 공짜로 해야할 이유는 없는 것이므로 상호 유대를 지속하면서 Time Extension이나 Change Order로 이끌어 Contractor의 이윤을 추구해 나가야 할 것이다.

(7) 검사

Inspection의 종류는 여러가지가 있겠으나 공사에서는 우선 Activity별로 공사도중 Dwg과 Spec에 적합한지 Inspector나 Supervisor의 검토를 받아야 하고 완공시 시설물의 정상적인 성능과 기능을 발휘하는지 계약요건에 맞는 시공과 Quality에 대한 Final Inspection을 받게 된다.

여기서 배놓을 수 없는 것은 모든 Inspection을 위한 Test'g Instrument가 사전에 준비되어야 한다는 것이다.

(8) 준공

보편적으로 준공이라함은 Provisional Completion을 말하는데 Final Inspection을 거쳐 Certificate가 발급되면 Project를 Hand-Over하게 되고 Certificate가 발급된 날로부터 Maintenance Period를 거쳐 Certificate of Final Completion이 발급되면 완전히 한 Project의 종료로 맞게되는 것이다.

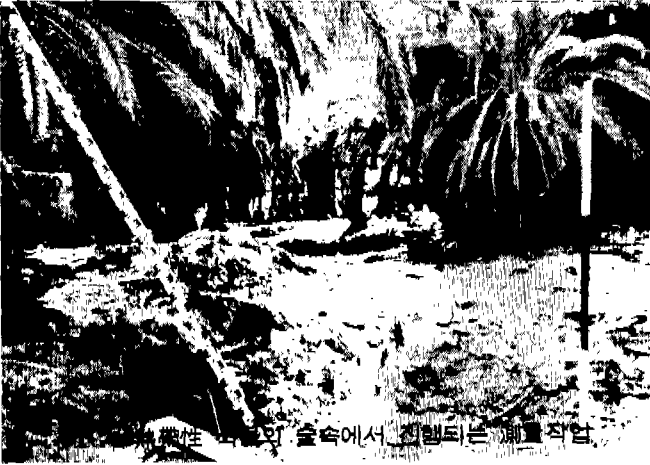
이렇게 해서 하나의 소임을 끝내는 것이나 하나의 Project를 수행하기 위해서는 열거할 수 없으리만큼 많은 조건과 제약이 뒤따르며 쉬지않고 지혜를 짜내야 국제적인 경쟁에서 승리하고 이득을 가져올 수 있으며 Project의 Operation과 Owner, Inspector, Supplier 등 외국인을 요리하는 Technician은 많은 경험으로써 향상되고 1등 국민들에 대한 두려움에서 벗어날 수 있으리라 본다.

2. Project의 紹介

여기 주식회사 한양에서 시공하고 있는 Saudi Arabia의 배전선로 공사를 소개 함으로써 앞으로 배전선로 공사에 참여할 전기기술자들의 참고가 되었으면 한다.

(1) 공사의 개요

- ① 공 사 명 : Najran Central Electrification Project
- ② 위 치 : Najran의 10개지역
- ③ 발 주 처 : Electricity Corporation
- ④ 공 사 기 간 : 1982. 3. 17~1984. 8. 2
- ⑤ 계 약 금 액 : SR 218,587,000—(475억원)
- ⑥ 선 수 금 : 20% 기성시 균등함
- ⑦ 유 보 금 : 10%
- ⑧ BOND : B-Bond : 1% A/P-Bond 20%
P-Bond 5%
- ⑨ 하자보수기간 : 12개월
- ⑩ 기 성 조 건 : Delivered Material 77% Erection 70%
- ⑪ PENALTY : 1stWK 1/2%, 2ndWKS 1%, 3rdWKS 2%, 4thWKS 3%, 5thWKS 4%, MAX10%
- ⑫ 공 사 내 역 :



A) Over Head Line	33Kv Double	45Km	
	33kV Single	41km	
	13.8kV	192km	
	0.22kV	1,211km	
	Total	1,498km	
B) Steel Pole	13M	84Nos	
	12M	13,014 "	
	10M	32,771 "	
	8 M	20,821 "	
	Total	66,690 "	
C) Transformer	33kV/220/110V	50kVA	18Nos
	"	100 "	26 "
	13.8kV/220/110V	50 "	3,901 "
	"	100 "	538 "
	"	200 "	7 "
	"	300~800 "	10 "
	Total		4,500 "
D) Surge Arrester		13,341Nos	
E) Load Break Switch		656Set	
F) Capacitor Zookver		198Nos	
G) K. W. H. M		27,413Set	
H) Fused Cut Out Switch		13,331Nos	
I) Recloser		79Set	
J) A. C. S. R Conductor		6,748Km	

(2) PRELIMINARY WORK

이것은 크게 들러나갈 수가 있는데 본공사를 위한 건설공사와 숙식을 할 수 있는 Camp공사로 대분되며 우리는 이공사를 위한 Staff이 양분되어 작업을 착수했다

하나는 작공에 필요한 Owner와의 모든 행정업무 처리와 자재 선정을 위한 Part는 당사 지사가 위치한 Riyadh에서 작업을 하고 또하나는 Temporary Part로서 Camp공사를 담당하는 Staff들은 현지로 급파되어 부지 약 75,000SQM를 임대하여 정지를 하고 Camp를 건설하기 시작했다. 약 2개월이 지나 편안히 숙식을 할 수 있는 시설과 사무실이 마련이 되었다.

다행히도 약 300km떨어져 있는데 당시의 완공된 현장이 있어 가설자재는 모두 전용할 수 있어 좋았으며 Temporary자재는 모두 국산자재이며 견실은 한양공임 제품으로 모두 조립식이므로 설치하는데 많은 시간이 단축되었다.

앞으로 대물량을 적치 해야 하므로 Stock Area에 신경을 많이 쓴편이었다. Spec에 Stock방법등에 대해서도 명시되어 있고 Material Inspection과 반출입 차량 동행이 편리하도록 야적장공사를 마쳤다. 또 광활한 지역에서 공사를 수행해야 하므로 이동식 Camp 및 본공사용 가설재 제작에 박차를 가하고 있을즈음 양 Team으로 분리되어 작업을 하던 Staff이 Site로 합치게 되었고 본 공사가 본격적으로 착수되었다.

(3) SITE SURVEY

토목 Team으로 하여금 Camp공사와 병행해서 벌써 착수되어 있었으나 현지 행정관서에 백방으로 뛰다니며 측량에 도움이 되는 지도를 입수하려 했으나 아무데서도 얻을 수 없었으며 오히려 우리가 측량하여 지도가 완성되면 교육용 자료가 되도록 문교성에 제출해 발라는 것이었다. 이 공사는 향후 10년동안 전력을 공급하기 위한 설계, 자재공급, 감리, 시공일체를 수행하는 공사이므로 어디서부터 시작을 해야할지 막연하기만 했다.

그렇다고 해서 황급같은 시간만 허비할 수는 없으므로 집단부락을 먼저 조사키로 하고 산악이고 사막이고 간에 자동차가 다녔던 길이라면 모두 찾아 다녀 보기로 하여 몇 Part로 나누어 조사에 착수하고 대략 위치를 기록해 나갔으나 도시나 인근지역(도시라야 일개동만 도 못하지만)은 그런대로 측량이 가능했으나 강원도 산골보다 더한 산악에서는 몇개 수용가를 위해 몇시간씩 헤매야 했고 길을 잃으면 몇시간씩 방황하는 상태이므로 이런 방법으로는 도저히 공기내에 호구조사도 못꿀 것 같아 항공측량을 시도하는 방법을 찾기로 하고 수소문 끝에 Saudi 정부에서 지도를 작성하기 위해 한국의 아세아 합업에서 항공측량을 하고 있다는 정보를

입수하여 아세아 항업에 찾아 갔으나 정부도급 측량으로 도무지 한양의 일을 할 수 없다하므로 한가닥 희망마저 사라져 허탈한 상태에 빠졌으나 심기일전하여 전자의 방법으로 강행키로 하고 똑똑한 현지인을 몇명 고용하여 수용가 조사팀과 동행토록 하고 새벽부터 해지기 전까지 매일매일 차근차근히 진행해 나갔으며 조사 결과에 따라 측량팀이 개략 Route를 잡기 시작했고 수용가수를 도상에 표기하여 방대한 지역을 수용가 위치 조사에만 무려 4개월이 걸렸다.

한편 거의 수용가 조사가 끝났다는은 지역부터 정밀 측량에 착수했고 Route Staking을 해나갔으며 이러한 동안 현지 부락민들과도 얼굴을 익히 처음에는 아녀자들은 낯설은 사람을 보고 하던일 집어치우고 집안으로 도망가기 바쁘더니 이제 도둑고양이처럼 숨어서 동정을 살피고 남자들은 밖에 나와 손님으로 맞으며 샤이(홍차)를 권하며 전기 가설을 해준다니까 좋아라 하며 언제쯤 전기를 사용할 수 있느냐도 동축도 한다.

맘흔리고 흥헌지 위집어 쓰고 고달픈 일과를 보내다가도 동리사람들로부터 식사 대접을 받고나면 피로가 얼마간 풀리고 용기를 얻는다.

(4) ROUTE PLAN & DESIGN

Survey이 결과 평면도가 작성되고 이에 따라 합리적인 Route를 검토하게 되고 개략적인 Route를 Owner 및 Supervisor와 협의 Main Line을 확정하고 수용용량 조사에 착수 했다.

설계 용량을 확정하기 위해 Eustomer Application (수용신청)을 받기 시작했고 이를 취합하여 선로설계에 들어 갔으며 Construction Unit (장주도) 배치와 선로 용량 설계는 물론 기후 조건에 따른 Structure (Pole) 의 구조설계 및 기초 Design을 하고 Profile Dwg, Assemble Dwg, Net Work Schematic Dwg 및 Interface Dwg이 속속 완성되어 갔으며 세월은 6개월이나 지나갔다. 여기서 Design을 지면판계로 소개할 수 없으므로 뜻이 있으면 별도 연락주시 바란다.

(5) STAKING

완성된 Route Plan에 의해 실제 전주의 위치를 확정해가며 말뚝을 박는 것이 Staking이다.

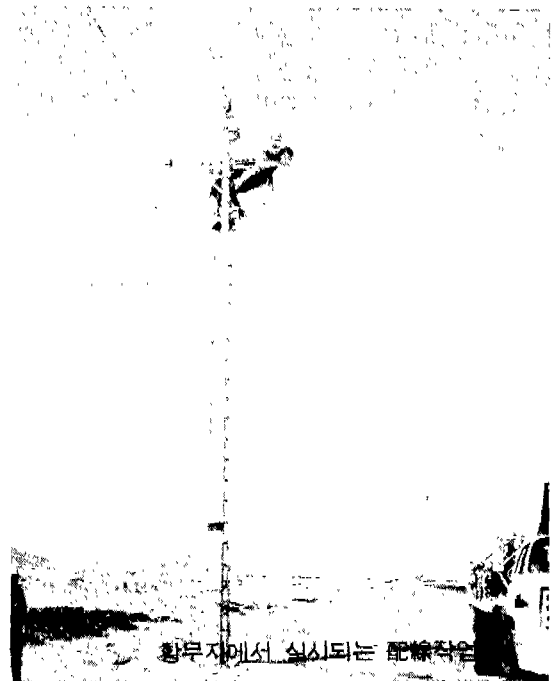
Route를 따라가며 구간별 Staking Sheet를 작성 Pole Numbering 및 지선표기, C/U표기 등 실제 시공에 필요한 모든 것이 Staking Sheet 상에 표기된다.

설계를 하는 과정에서 가장 난관에 부딪혔던 것이

Staking작업이었다. 우선 전주 말뚝을 박기 전에 확인해야 할 사항이 있다. 도로계획, 농지계획, 공업단지계획, 옥림계획, 개인지주 승락 등의 확인이 상당히 중요하게 대두되는데 각 행정관서마다 서로 틀린 계획을 하고 있으며 명확치가 못하고 한국처럼 등기소나 지적도가 있는 것도 아니다. 다만 조상때서부터 차지하고 있는 방목지 아니면 EMIR (지방왕족)가 써준 쪽지하나가 땅문서인데 경계가 불분명하다. 즉 어느 나무 또는 웅덩이에서 어느쪽으로 몇발자욱 아니면 WADI (비올때만 흐르는 개울)를 따라 얼만큼등 심지어 말뚝을 하나 박으려하면 땅주인이 몇명씩이나 되고 서로 싸우기 일쑤이니 전주위치를 확정 짓는데 몇주일씩이나 걸리며 그나마도 어렵게 EMIR나 MUDIR (촌장)가 증재하여 말뚝을 박아놓으면 며칠후에는 말뚝이 온데간데 없어진다.

또 부락에서는 연결인입을 잡으려하면 자기집까지 오기 위해 전주를 심는 것은 좋으나 자기집에서 다른집은 절대로 못간다고 완강히 거부하므로 바로 뒷집에 공급하기 위해 2km씩이나 돌아가야 하는 경우도 허다하다. 자기 소유나 권한은 절대로 양보할줄 모르는 민족인 것 같다.

(6) LIGHT OF WAY



황무지에서 실시되는 配線작업

Access Road(공사용도로)는 별문제 없겠으나 이 Light of Way 또한 골치거리다.

특히 Oasis지역에는 Palm Tree(대추야자나무)가 울창하여 숲속 구석구석에 있는 수용가에 선로를 연결하려면 가지치기 또는 아주 베어버려야 하는 나무가 많은데 전기는 쓰지 해달라면서 나무베는 것은 한국의 조상 묘소 파내는 것보다 더 완고하다. 그도 그럴 것이 야자 열매로 식량내지는 수입원이 되니 생계와 연결되고 수십년씩 된 나무이며 3~4년생 나무도 한국돈으로 약15만원씩이나 하니 오죽하랴!

지하 Cadle공사를 하려하니 나무 뿌리 또한 머리카락보다 더 엉켜있어 뿌리를 자르면 베어 버리는 것 보다는 많은 나무가 희생되어 가공 절연 전선을 사용하는 방법을 검토 하고 있으나 여기 또한 시공상의 어려움이 있어 아직도 미해결 상태이며 정부 차원에서 해결해 주도록 요청하고 있다.

(7) 자재의 구입

이곳은 해발 3,000m에 두더운 기후와 모래폭풍(Sand Storm) 및 폭우등 악성조건이므로 자재발주시 꼭 유의해야 할 점이다.

A. Steel Pole—팔각으로 철판을 접어서 만든 Pole로서 당초 국내에서 제작하려 하였으나 제작기술 및 12M 이상의 노크 시설이 없어 U.K(영국)과 France에서 수입하고 있다.

B. Transformer—국내 호성중공업 제품을 우여곡절 끝에 승인받아 국산 수출에 기여하고 있다.

C. Load Break Switch—미국의 S & C 제품을 국내 증원전기를 통해 공급하고 있다.

D. C. O. S—국내 증원전기 제품을 S & C압각 조건으로 공급

E. K. W. H. M—Swiss제품

F. Cross류—한양공영 제품

G. Hard Ware—미국 A. B. Chance

H. Conductor—국내 제품을 사용하려 하였으나 자국 생산품 보호로 인해 Saudi Cable제품사용

기타 Equipment류는 미국을 수입원으로 하고있다. 자재구매에서 기술할 사항이 많으나 다시 기회를 갖도록 하고 생략하겠다.

(8) 장비

대략 주장비만 소개하면 굴착하고 전주하기 위한 Auger Crane을 사용하고 운반 장비로는 Truck에 Crane

이 부착되어 중량물의 상하차를 편리하게 했으며 암반 굴착용으로 Jack Hammer를 사용하고 Conductor를 Pulling하기 위해 Puller Car의 Tension을 주기 위한 Tensioner가 있으며 Hot Line Toll로서는 A. B. Chance 제품을 구매 했고 기타 Lift Car등 일반장비는 국내공사와 동일하다.

(9) COMPLETION

Erection과정은 국내 공사나 동일하므로 생략하고 준공 준비를 위해 다음과정을 거치게 된다.

A. Final Erection Check—Construction Unit에 의해 설치되었는가 Spec에 맞게 Dwg과 일치하는가를 검사하는 과정이며

B. Acceptance Test—이것은 설치된 모든기기가 정상적으로 동작할 수 있는지의 여부를 Test하고 Energiize이전에 행해지는 시험이다.

C. Trial Operation—모든 Test가 끝나고 승전준비가 된 상태에서 시운전에 돌입하게 되며 이트써 각 구간별로 Commissioning이 이루어지면서 최종적으로 Performance Test가 실시되는데 이때에는 그동안 제출했던 모든 Data와 적합한지의 여부를 확인하게되고 이상이 없을때 Provisional Taking Over를 함으로써 공사를 완료하게 되는 것이다.

이외에 Operation과 Maintenance를 위해 Owner 의 요원을 Training 시켜야 하며 각종 Manual보 작성제출해야 함을 유의해야 할 것이다.

이상 개략적으로 거별만을 열거하다 보니 실제 중요한 여러분야가 많이 생략되어 죄송할 따름이며 조금이나마 도움이 돼 주었으면 더 없는 보람이겠습니다.

