

タイ電力庁向け冷却塔の納入例紹介

Cooling Towers Supplied to Electricity Generating Authority of Thailand



(気) 生産部工務課
山 田 茂 夫
Shigeo Yamada

The thermal power station of Mae Moh in Thailand, situated about 600km north of Bangkok and about 100km southeast of Chiang Mai, boasts the largest-scale facilities in the world for generating a thermal power of 2,625,000 kW by using the coal mined from openpits in Mae Moh in the suburbs of Lampang as well as a higher operation rate than any other power plant owned by the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT).

Shinko Pantec has delivered cooling towers and circulating water pumps to the EGAT, starting with No. 4 cooling towers delivered in 1980 up to No. 13 cooling towers completed in 1995. Further, we have successfully completed erections, commissioning (test run) and performance inspection of each of these cooling towers by dispatching our supervisors. As a result, our expertise, quality/delivery control, field erection work, etc. are highly regarded by the EGAT.

This paper reports the details of these achievements.

ま え が き

タイ国マエモ火力発電所はバンコクの北方約600 km, チェンマイの南東約100 kmに位置し, ランパン近郊マエモ地区の露天掘り石炭を燃料として262.5万 kW の出力を誇る石炭火力としては世界最大級の規模を有する発電所であり, EGAT (タイ電力庁) 所有の発電所では最も高い稼働率を誇っている。

当社は1980年納入の UNIT 4 冷却塔を皮切りに1995年完成の UNIT 13 冷却塔まで本体はもとより循環水ポンプ, 配管, 電気計装品を納入し, 加えてエレクション (建設), コミッショニング (試運転), パフォーマンス (性能確認) のそれぞれに S/V を派遣して対応した。その結果,

EGAT から当社の技術力, 品質・納期管理, 現地工事能力等について高い評価を得ることが出来た。納入年と規模は次の通りである。

1980年～1985年 15 840 m³/H 冷却塔 (15万 kW) × 4 基

1987年～1992年 32 760 m³/H 冷却塔 (30万 kW) × 4 基

1993年～1995年 33 120 m³/H 冷却塔 (30万 kW) × 2 基

また, これらの冷却塔の総冷却水量は26万 m³/H を超えており, 同一サイトにおける機械通風式冷却塔設備としては世界最大級の規模である。

UNIT 12 冷却塔着工時のマエモ発電所の全景を写真 1 に示す。冷却塔のフロシートを第 1 図に, 冷却塔全体図を第 2 図に, 冷却塔の仕様一覧表を第 1 表に示す。

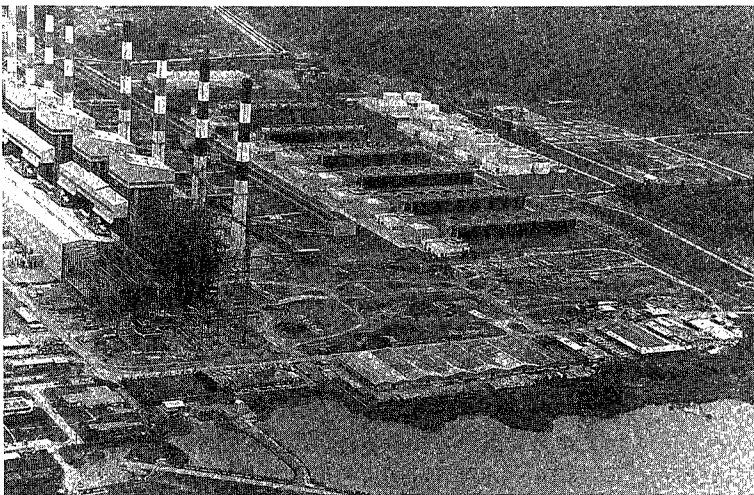


写真 1 マエモ発電所全景及び冷却塔 (1993年 6月)

Photo. 1 View of Mae Moh Power Plant with Cooling Towers on June, 1993.

第 1 表 冷却塔の仕様一覧表

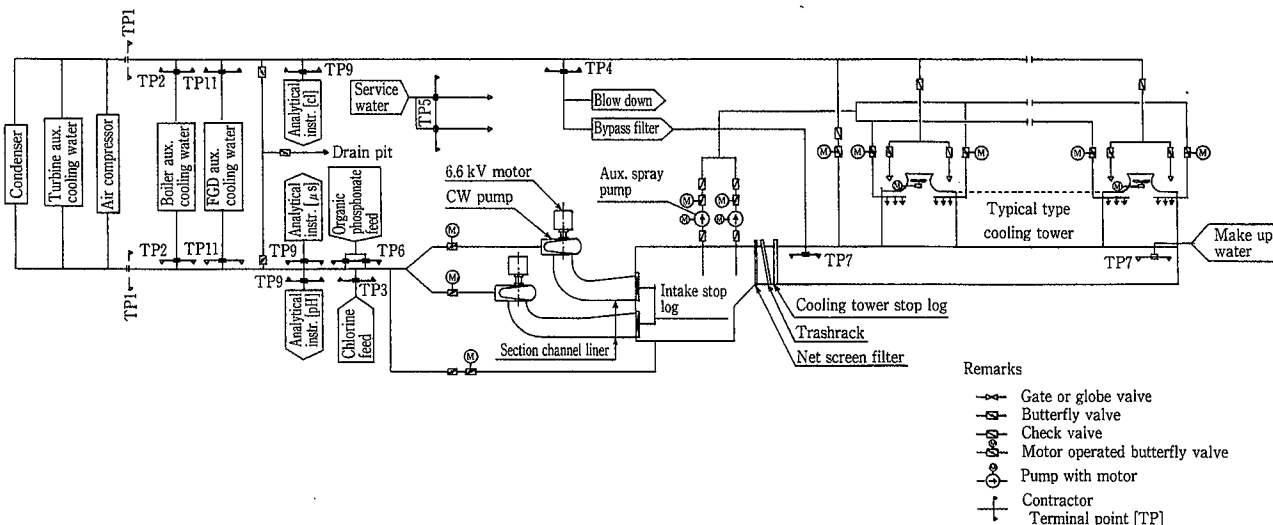
Table 1 Cooling Tower Summary

Item	Unit 4	Unit 5	Unit 6	Unit 7	Unit 8	Unit 9	Unit 10	Unit 11	Unit 12	Unit 13
Plant Power (MW)	150	150	150	150	300	300	300	300	300	300
Type of Tower	Mechanical-Draft Cross-Flow, Splash Fill									
Water Flow (m ³ /h)	15 840	15 840	15 840	15 840	32 760	32 760	32 760	32 760	33 120	33 120
Hot Water Temp. (°C)	39.4	39.4	39.4	39.4	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0
Cold Water Temp. (°C)	28.5	28.5	28.5	28.5	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
Wet-Bulb Temp. (°C)	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
No. of Cell	5	5	5	5	9	9	9	9	9	9
Material Structure	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood
Fill	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood
Casing/Louver	ACB	ACB	ACB	ACB	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP
Eliminator	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	Wood	PVC	PVC	PVC	PVC
Fan Dia. (mm)	8 535	8 535	8 535	8 535	9 760	9 760	9 760	9 760	9 760	9 760
No. of Blades	8	8	8	8	6	6	6	6	8	8
Material	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP	FRP
Motor (kW)	150	150	150	150	155	155	155	155	160	160
CW Pump Capacity (m ³ /h)	7 920	7 920	7 920	7 920	16 380	16 380	16 380	16 380	16 560	16 560
Head (m)	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26
No. of Units	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CW Pipe Dia. (mm)	1 600	1 600	1 600	1 600	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300
Time Sch. Erection Works	Oct.'80~	Dec.'81~	Oct.'83~	Jan.'84~	Jun.'87~	Jan.'89~	Mar.'90~	Jun.'90~	Feb.'93~	May.'93~
Commissioning	Dec.'83	Jun.'84	Dec.'84	Jun.'85	Mar.'89	Dec.'89	Mar.'91	Jun.'91	Nov.'94	May.'95
Performance Test	Oct.'84	—	—	—	—	Jul.'90	—	Jan.'92	—	Sep.'95

15 840 m³/h CT (150MW) × 4 Units

32 760 m³/h CT (300MW) × 4 Units

33 120 m³/h CT (300 MW) × 2 Units



第 1 図 冷却水系統図

Fig. 1 Cooling Water System Flow Diagram.

1. 調達

当社は初めて参入した1980年の当プロジェクトからローカルファブリケーションを積極的に推進した。

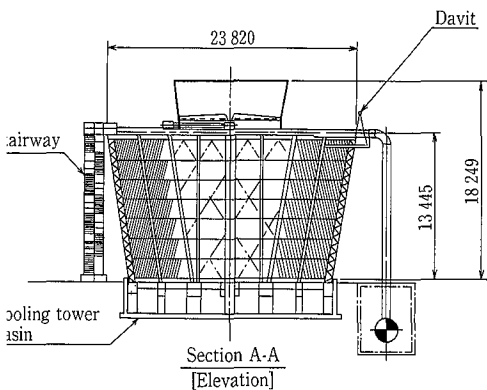
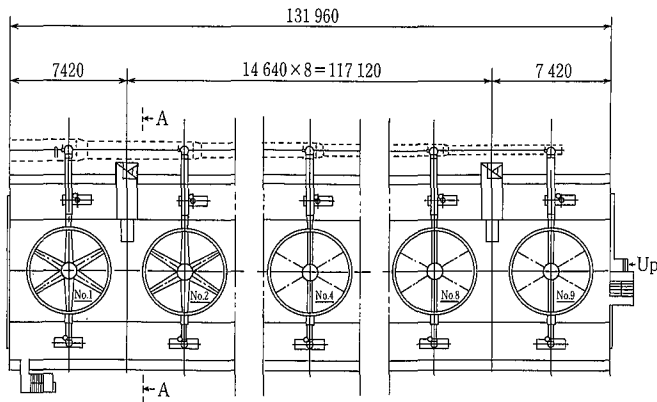
電動機や減速機のような完成品は従来通り海外調達の方法をとったが、製作物についてはそれらを遠隔地から海上輸送により調達するのではなく陸送によりサイト隣接地から搬入させること、軽薄長大な部材はサイトで製作するこ

とが検討された。

調達関係図を第 3 図に示す。

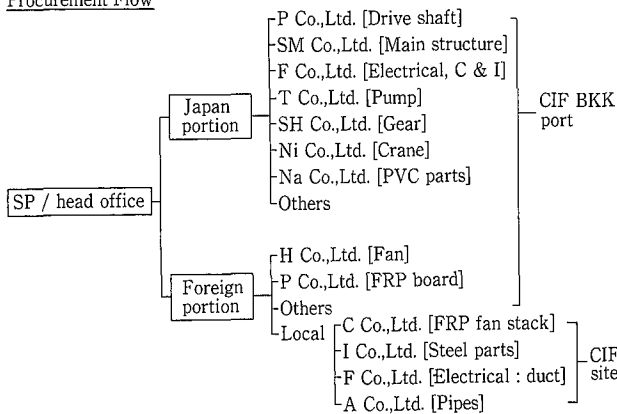
これらは競争力のある価格設定を可能にするばかりでなく、円・ドル等外国通貨と現地通貨との配分が盛り込まれた契約条件を満足させることが出来る、と同時に為替変動に対しても有利にはたらくことになる。

そこで我々は、建設コストをミニマムにするためにそれ



第2図 冷却塔全体図，断面図
Fig. 2 Cooling Tower General Arrangement.

Procurement Flow

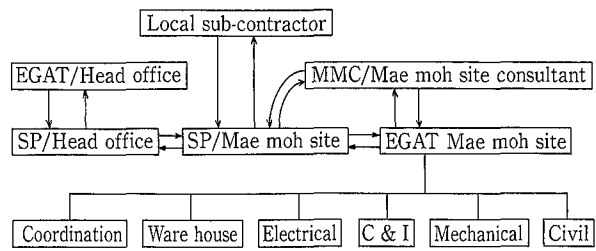


第3図 調達関係図
Fig. 3 Procurement Flow

それぞれの製作区分・範囲をどうするべきか，輸送手段と製作部材の大きさ及び荷姿との関連等について順次解決しながらより良い海外調達システムをつくりあげて行ったが具体的なには次のような問題点があった。

(イ) ローカルの実務作業の発注先である殆どの会社がオーナー経営であるため作業員の*ジョブホッピングが激しく要員の確保がままならないこと。

Working organization



第4図 マエモサイト組織図
Fig. 4 Working organization at Mae Moh Site

MAE MOH CONSULTANTS
Site Office

Replies to: Mae Moh Consultant
P.O. Box 200 LAMPANG 52000, THAILAND
Tel. (66 2) 433 64 59

A Joint Venture consisting of:
J.WATY Services Ltd. COLENGO Power Consulting Ltd.
Zurich CH - 5405 Baden

Minutes of Meeting
44th Regular Site Coordination Meeting held on 30 MAR 94
Moh Power Project Unit 12
Meeting No.: 11125 File No.: 00
Conducted by: R. Brown/Ch. Maeder/W. Pfeifer

Your ref.: Memorandum No. 12SO-120
APR 94

Participants:

EGAT-Site:	Mr. H. Narin	Mr. Ch. Maeder	C-Site:	Mr. F. R. Brown	M.K.P.:	Mr. K. Higashi
Mr. I. Watchara	Mrs. P. Sermasak	Mr. Ch. Maeder	Dr. Ch. Maeder	Dr. W. Pfeifer	Mr. W. Worapote	
Mr. B. Surachart	Mr. P. Wanchai	Mr. Ng. Phanlop	Mr. J. Udorn	Mr. P. Koonchorn	Mr. R. Mee	

*Absence from Site
Mr. D. O'Sullivan*
Mr. V. Seer*

CEMAR: Mr. D. O'Sullivan*
Mr. V. Seer*

6. MH 1206 : COOLING

	Completed	Compare to ETS
Total	73.18 %	+12.32 %
Civil	96.67 %	+10.57 %
Mechanical	81.82 %	+25.40 %
Electrical	10.10 %	-11.83 %
C & I	0.00 %	-2.90 %

AT 12

DESCRIPTION	PLANNED		ACTUAL		CONTRACT	START	FINISH
	NO.	DATE	NO.	DATE			
MAE MOH COOLING WATER SYSTEM	0.00	2.00	2.30				
1. PIPING, FITTING, LIFT	0.00	(10.00)	100				
2. CONCRETE	0.00	(20.00)	100				
3. CABLEING & WIRING	0.00	(15.00)	100				
4. CONTROL BOARD	0.00	(10.00)	100				
5. CHECK FUNCTION	0.00	(5.00)	100				
MAE MOH COOLING WATER SYSTEM	2.50	10.10	3.37				
MAE MOH POWER							
1. 3.3 kV Electric Motors FOR ELECTRICITY	0.00	(115.00)	100				
2. 11. kV Motors & Solenoid Valves	0.00	(120.00)	100				
3. Auxiliary Motor Speed Switch, MCC	3.00	(15.00)	100				d
4. Power & Control Cabinet	0.00	(125.00)	100				
5. Cabinet Trays & Cables	0.00	(125.00)	100				d
6. Grounding & Lightning Protection System	0.00	(5.00)	100	30.00			
- Cooling Water Pumphouse (IM)	0.00	(0.00)	100	00.00			18 MAR 94

第5図 打ち合せ議事録
Fig. 5 Minutes of meeting

...転職を繰り返すことにより自分に対する評価価値を上げていくこと。後述の3. 3項を参照。

(ロ) 生産効率を上げるため生産設備の改造や治具・ゲージの使用について指導する必要があること。

(ハ) きめ細かいQA・QCの実施について指導する必要があること。

(ニ) 現地調達が可能な材料に合わせた設計を行ったが，入手難のため設計変更への対応が必要になること。

これらに対し，テクニカルツールとしてのテクニカルマ

ニュアルの整備を行い、それらを積極的に活用することに努めた。このことがこのプロジェクトにおける国際的競合他社より優位な技術評価を得ることにつながったと考える。

一方、工事期間が1.5～2年間にわたるため書類（ドキュメント）・設計図面の作成、部材の製作等をサイトのスケジュールに合わせて進め契約納期の遵守を最優先するよう配慮した。

FOBで発注された部材については本社工務課での管理のもと順次指定港に陸揚げされたが、ローカル発注部材の管理はCIFサイト契約のもと先行製作に努め、サイトから直接全体工程に合わせて発注先に出向き出来高管理及び製品検査を行った。これらについては次項以降で詳しく述べる。

2. マエモサイト

本プロジェクトはタイ電力庁（EGAT）からの直接発注であったが、コンサルタントとしてスイスのMMC社がテクニカル部分の管理を担当しており、2週間毎に各国・各社のS/Vが出席してサイトミーティングが開催された。第4図に業務組織図、第5図にサイトミーティングの議事録の部分を示す。

EGATとは毎週個別ミーティングを行い、種々の問題点の解決を行う等合理的な運用がなされていた。

当社は冷却塔と大型送水設備一式についての設計、調達、製作、据付指導（S/V）から性能確認までを受注範囲とするいわゆるタンキー方式での受注であった。

従って、サイトの全ての業務はEGATの社員及び協力会社の従業員とともに行われ、コモワーカーはサイト雇用、エンジニアは各社ともバンコクにある本社からの派遣という形態がとられていた。

当然ながら業務組織はライン化されているので各セクションのキーマンをいち早く認識し、相互理解による緊密なコ

ミュニケーションを維持することが最重要課題であった。

一方、着任に際しては長期間の海外工事に携わるS/Vとして、まず第1に公私両面での業務・生活計画の立案が大切である。住居の確保、銀行口座の開設、通勤・通信手段の確保、就労許可の取得、納税手続き等はS/V業務に専念するために欠かせない事項である。

3. 建設工事

3.1 工事体制及び本社とのコミュニケーション

現地工事において着工から工事完了までなんら問題なく業務が進行することは極めて希である。

現地で発生する問題の多くはサイト内でS/Vを中心に解決されて行くが、本社に指示を仰いだり、援助を要請しなければいけないことも多々発生する。

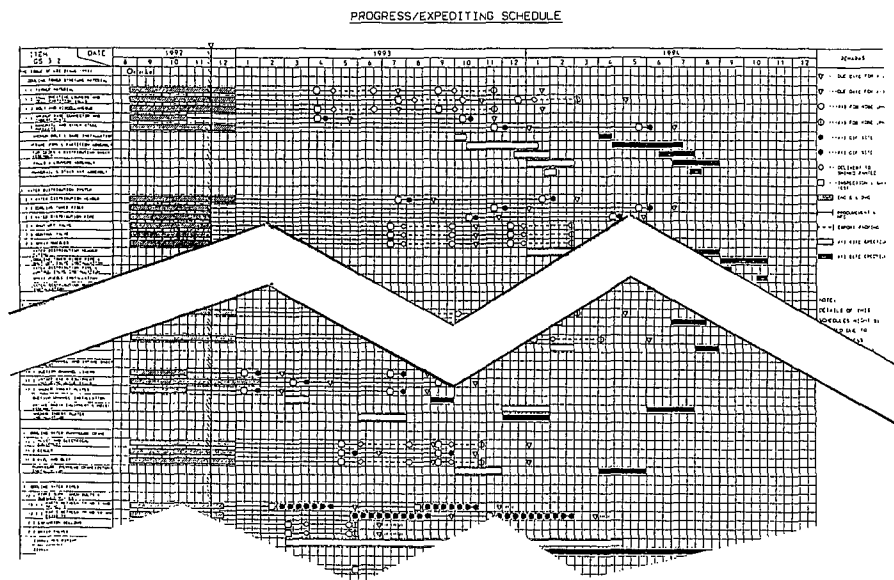
それらを解決していくためには本社内にプロジェクト業務の一貫した流れを掌握して、組織に適切な処置がうてるレシーバー兼コーディネーターの存在が必要である。彼らにはそのプロジェクトに最も適した柔軟な思考による判断力が期待されるが、あくまで基準となるものはマスタースケジュール（第6図）とサイトプログレスレポート（第7図、第8図）との照合による現場の現状把握である。

また同時に、長期の海外生活での環境の変化に早く順応して業務に支障を生じさせないようにS/Vに対して適切なアドバイスが出来る能力も求められる。

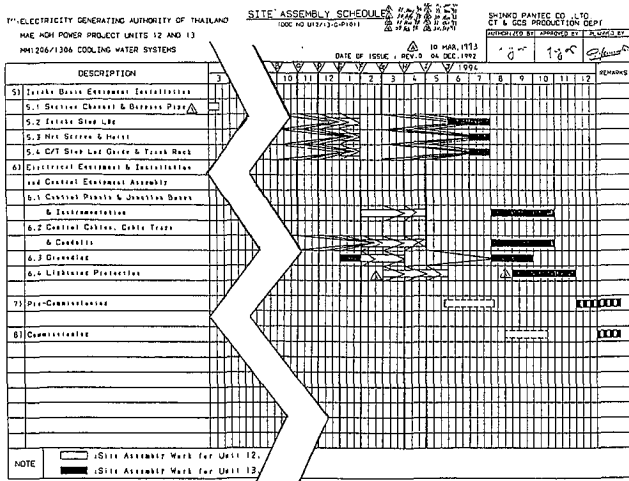
3.2 建設工事

建設工事は約130名のワーカーと5名のエンジニア、10名のインスペクターによって進められた。

現地は亜熱帯性気候のため11月から5月は乾期、6月から10月は雨期と1年の気候がはっきりと分かれている。雨期には足元が悪くならないよう粘土層への対策を施すことにより、資材の運搬車両及び組立・据付用重機の運行に支障をきたさないようにすることがキーポイントとなる。



第6図 全体工程表
Fig. 6 Progress/Expediting Schedule



第7図 現地工事月次出来高報告書
Fig. 7 Monthly Report for Site Assembly Schedule

屋内工事については建屋の建設後メンテナンス用クレーンの設置を先行させ、ポンプ設備、配管設備工事に移った。屋外工事はメイン配管(2300mmφ×1700m/ユニット)工事を乾期に集中的に行い、冷却塔の組立用として吊上能力2ton×ブーム長50mのタワークレーンを設置した。

特殊工具、計測器については当社から供給したが、道具は日本国内に比べ不十分なため鋼板・丸鋼・角鋼を加工して間に合わせる必要があった。

3.3 ワーカーへの職歴証明書

海外でのS/V業務の中で、時としてワーカーから職歴証明書(C/V;ガリキュラムバイテ)の発行又はサインを求められることがある。

契約ベース、プロジェクトベースでジョブホッピングを行い自らの評価価値を高めていくこのシステムは彼等にとってまさに生活の手段であるため、気持ちよく応ずる必要がある。

むすび

今日、日本の製造業においては国際化が一段と激しさを増しているが、当社の冷却塔部門は創業以来海外展開を積極的に進め、国際的交流を深めるとともに技術レベルの向上と人材の育成に努めてきた。

現地工事はプロジェクト業務の中で最下流に位置するものであるため、それぞれの業務の集約と結果がそこに現れ

Equip'	Description	Unit No. 12 Progress		Unit No. 13 Progress		Remarks for unit No. 12
		%	Total%	%	Total%	
C/T	Anchor bolt, base	100	100	100	100	
	Frame & partition	100	100	45	45	
	Top deck & dist basin	100	100	—	—	
	Wall & louver	100	100	—	—	
	Handrail & stairway	100	100	—	—	
	Water dist header pipe	100	100	100	100	
	C/T riser & valve	100	100	50	50	
	Spray nozzle	100	100	—	—	
	Water dist box	100	100	—	—	
	Filling	100	100	—	—	
	Eliminator	100	100	—	—	
	Mecha equip	100	100	—	—	
	Davit	100	100	—	—	
	Add affairs & others	100	100	—	35	
Spray	Spray system	100	100	—	0	
Intake equip	Suction channel	100	100	100	100	
	Basin equip & hoist	100	100	100	100	
	Anchor insert plate	100	100	90	90	
Pump house	MCW pump & access	100	100	10	10	
	MCW pump header	100	100	10	10	
	Discharge valve	100	100	10	10	
	By pass valve	100	100	—	—	
	20 ton over head crane	100	100	100	20	
MCW pipe	2300 MCW piping	100	100	—	—	
	12VC30-41	100	100	—	—	
	12VC50-64	—	—	95	95	
	13VC30-43	—	—	100	96	
Electrical & C & I	@6.6 kV MCW pump motor	100	100	—	—	
	@Fan motor & motorized valve	100	100	—	—	
	@Spray system bord	—	—	—	—	
	@Fan motor, C & I, spray wiring	50	50	—	—	Waiting for ZL ditto
	@C/T fan motor wiring	50	50	—	—	
	@Grounding assembly	100	100	50	50	
	@Lightning assembly	90	90	—	—	On going
	@MCW pump system ass'	95	90	—	10	

第8図 工事出来高報告表
Fig. 8 Progress Report of Erection

るといっても過言ではない。滞りなく工事を完成させ、コミッシングとパフォーマンステストを無事終えることはS/Vの責務である。それ故にその達成感は何ものにもかえ難い喜びであり、誇りでもある。

この技報ではソフト面での技術的成果の発表が中心となるが、客先との契約事項を遵守することを基本におき、いかに立案された計画通り現地業務を遂行するか、如何にして円滑なコミュニケーションを図るかなども現地工事のハードに付随する技術の一端と考え本稿を執筆した。

ワンユニットあたり15ヶ月の工期で、10ユニットについて約15年間にわたる大プロジェクトであったマエモ発電所の冷却塔工事について紹介させていただきましたが、何らかのご参考にしていただければ幸いです。