

令和2年度工事及び委託監査に伴う技術調査委託

報告書

板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事

令和3年1月



目 次

担当技術士一覧

まえがき	1
第1章 調査概要	1
1. 1 調査目的.....	1
1. 2 調査実施日.....	1
1. 3 調査対象.....	1
1. 4 技術調査関係者.....	2
1. 5 調査資料.....	2
1. 6 調査対象工事の概要.....	3
1. 7 調査対象システムの概要.....	3
第2章 調査内容	4
2. 1 計画.....	4
2. 2 設計.....	6
2. 3 詳細設計.....	9
2. 4 発注・契約方式.....	11
2. 5 積算.....	12
2. 6 施工.....	13
第3章 総合評価	17
むすび	18

担当技術士一覧

総合管理技術士

理事長	原田 敬美	技術士（建設部門） 登録No. 24446 博士（工学）
-----	-------	------------------------------------

部門統括技術士

建設委員長	石川 敏行	技術士（電気電子部門） 登録 No. 21921
-------	-------	-----------------------------

主担当技術士

会員	篠原 哲哉	技術士（電気電子部門/総合技術監理部門） 登録 No. 44433
----	-------	--------------------------------------

副担当技術士

会員	小佐野市男	技術士（情報工学部門/総合技術監理部門） 登録 No. 30190 公認システム監査人
----	-------	---

特定非営利法人 地域と行政を支える技術フォーラム

〒106-0032

東京都港区六本木 3-14-9 妹尾ビル 4F

TEL 03-3403-2325 FAX 03-3403-0734

まえがき

本技術調査報告書は、東京二十三区清掃一部事務組合（以下、「清掃一組」という）の工事及び委託監査に伴う技術調査委託（板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事）において、当該事業の執行が技術面で適切に行われているかを調査・確認した結果の報告である。

調査対象工事について、電気電子系（主としてハードウェア）および情報系（主としてソフトウェア）の2観点から調査及び質疑を行い、その適否、あるいは問題点の把握・分析を行い、本報告書を提出するものである。

第1章 調査概要

1. 1 調査目的

本報告書は、専門技術者の立場から主として、本工事に係わる①計画、②設計、③仕様書、④積算、⑤施工に関する事項に対して調査を実施し、これらの諸事項に係る法規性、経済性、効率性、有効性、安全性等の確認を行うことを目的としたものである。

この調査に当たり、電気電子部門：ハードウェア主体の技術士と、情報工学部門：ソフトウェア主体の技術士が協力して実施した。

なお、今回の技術調査を行うにあたっては、現地調査は行わず書類調査のみとし、書類調査おける質疑回答については、電子メール及び電話を利用して行った。

1. 2 調査実施日

以下のスケジュールで電子メールの交換と電話インタビューを実施した。

日程	担当	実施内容
令和2年10月27日	監査事務局	事前調査資料の送付・受領
令和2年11月17日	技術フォーラム	第1回質問メールの送付
令和2年11月25日	監査事務局	第1回回答メールの送付
令和2年11月30日	技術フォーラム	第2回質問メールの送付
令和2年12月4日	監査事務局	第2回回答メールの送付
令和2年12月8日	板橋清掃工場・技術フォーラム	電話インタビュー日程調整
令和2年12月11日	板橋清掃工場・技術フォーラム	電話インタビュー

（技術フォーラム：特定非営利法人 地域と行政を支える技術フォーラム）

1. 3 調査対象

板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事

1. 4 技術調査関係者

東京二十三区清掃一部事務組合

板橋清掃工場	工場長	川西 朗
同	副工場長	松田 清
同	整備係長	高橋 勉
同	整備係	中井 勇気
監査事務局	局長	高橋 知之
同	担当係長	金子 信之
同	担当係長	蛸谷 秀邦

特定非営利法人 地域と行政を支える技術フォーラム

技術士	篠原 哲哉 (電気電子部門/総合技術監理部門)
技術士	小佐野市男 (情報工学部門/総合技術監理部門)

1. 5 調査資料

当該システムの調査は以下の資料の確認により実施した。

- (1) 原義一式
- (2) 施工計画書 承諾申請書
- (3) プラント画面仕様書 承諾申請図
- (4) 展開接続図 承諾申請図
- (5) 御指摘事項 是正報告書
- (6) データ収集及び画像データ処理サーバ/トレンドサーバ 承諾申請書
- (7) 現地改造要領書 承諾申請書
- (8) 制御盤図面 承諾申請書
- (9) 現地試験要領書 承諾申請書
- (10) システム基本計画書 承諾申請書
- (11) 御立会検査要領 承諾申請書
- (12) システム納入機器仕様書 承諾申請書
- (13) 立会検査成績書
- (14) 施工体制台帳
- (15) 協議・報告・承諾書
- (16) 工事記録写真CDデータ
- (17) 工事報告書CDデータ
- (18) しゅん功図CDデータ

1. 6 調査対象工事の概要

工事件名 板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事

工事場所 板橋区高島平九丁目48番1号

工事概要 プラント制御用電算システム整備 一式

- 1 オペレータステーション整備
- 2 データベースステーション整備
- 3 エンジニアリングワークステーション整備
- 4 プロセスコントロールステーション整備
- 5 リモート I/O 盤整備
- 6 プログラマブルロジックコントローラ整備
- 7 光コンバータ収納盤設置
- 8 周辺機器整備
- 9 システム作成及び試運転調整

契約金額 794,880,000 円 (税込)

工事工期 2018年12月27日～2019年12月13日

契約方法 特命随意契約

請負者 富士電機株式会社

プラント 焼却能力：600t/日（300t/日焼却炉×2基）

1. 7 調査対象システムの概要

更新対象のシステムは、板橋清掃工場全体の集中監視・操作を行うために液晶ディスプレイ機器をヒューマンマシンインターフェイス（HMI）としたシステムである。

監視・操作を行うオペレータステーション（XOS）、プロセスデータを一括管理するデータベースステーション（XDS）、プロセス制御を行うプロセスコントロールステーション（XCS）を制御用 LAN／情報用 LAN で接続して構成されている。

システム更新にあたって、情報技術の進展の成果を取り入れ、以下の機能アップを行う方針とした。

1. HMI の更新→高解像度化、マウスによる操作性向上
2. プロセスコントロールステーションの更新→高速化、大容量化
3. プログラマブルロジックコントローラの更新→高速化、大容量化

第2章 調査内容

2.1 計画

(1) 板橋清掃工場の位置づけ

東京二十三区清掃事業全体に対する板橋清掃工場の位置付けについて確認した。

本工場は清掃事業の中間処理を担う清掃一組において、災害時における連絡拠点として新江東清掃工場に不測の事態があった際の連絡拠点として役割がある。焼却規模としては300t/日焼却炉×2基、発電出力は13,200kWであるとの回答であった。

(2) 清掃一組としての電算システム更新についての考え方

清掃一組全体として電算システム更新計画をどのように立案しているかを確認した。

電算システムについてはしゅん功後15年を目途に更新を行っており、板橋清掃工場もしゅん功後15年目に契約を行い16年目に施工を行った。システム構成機器の耐用年数等が特に定められてはいないが、清掃工場の操業年数(25年～30年)のほぼ中間時期にあたり、機器の耐用年数、保守対応期限等を勘案し15年を目途に更新を行っているとの回答であった。

重要なプラントの連続運用を担うシステムとして適切な時期でのシステム更新であると考える。

(3) システムの更新の必要性

システムの更新が必要となる必要性、要件等を確認した。

今回の板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事を行う理由は、システムを構成する主要部品等の経年劣化による故障の増加である。工事を行う目的はプラントの寿命25年～30年までの今後の10年間あまりをトラブルなく24時間連続運用できるシステムを構築することである。従って、本工事において重要なことは、更新においてトラブルのないこと、及び今後の24時間運用が継続的に行うことができる信頼性である。これらの目的に従い、基本的なシステムの構成を変更せずに、システムを構成する各ステーションのハードウェアとソフトウェアとを更新することにより、更新に伴うリスクを回避し、従来と同じレベルの信頼性を確保した。

システム更新はプラントの運用継続のために必要であり、信頼性の確保は必要な要件である。

(4) システム更新に求められた制約条件

システムの更新に求められた制約条件を確認した。

焼却炉の限られた共通停止期間(3週間)のうちに、施工をほぼ全て完了させる必要があった。また、焼却炉停止期間も稼働する汚水処理設備については、さらに短い期間(1週間程度)で設備を再度稼働させる必要があった。焼却炉停止期間中は、プラントメーカーによ

る定期補修工事等も行われており、機器の試運転等について、他の工事との調整が必要であったとの回答であった。

事前に必要な制約条件が十分に整理・認識されていた。

(5) 板橋清掃工場、もしくは既設清掃工場での経験からの配慮

過去のシステム更新等の経験、ノウハウに基づく配慮について確認した。

今回は改造対象のリモート I/O 盤が清掃工場内の各所に多数あることから、プラントメーカーとの作業錯綜防止を図る事により、作業の円滑化を図った。特にハード改造及び試験段階で、プラントに影響を与えることが無いような作業環境を十分に確保したとの回答であった。

今回のシステム更新特有の条件に対処するため、過去の経験が適切に活かされていた。

(6) システムの保守性、柔軟性への配慮

システムの保守性や今後のシステム改変における柔軟性への配慮について確認した。

本システムはプラントの寿命まで今後 10 年程度運用を続けなければならないことを考え、汎用技術の採用により、将来における保守の容易さに配慮した。さらに、必要に応じ今回納入のシステムの部分更新をする場合にも、その更新が容易になるというメリットがある。このような観点からハードウェアは汎用の FA (Factory Automation) パソコン、OS (Operating System) は汎用の Windows10 を選択し、ネットワークは TCP/IP (注 1) というネットワークの標準通信規格に準拠した FL-net (注 2) という LAN (Local Area Network) を採用したとの回答であった。

保守性、柔軟性への適切な配慮が払われていた。

(注 1) TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) : 現在のインターネット通信、及びイントラネット通信において最も利用されている通信プロトコル (通信規約・手順)。IP 通信で使用するプロトコル群 (IP, ICMP, TCP, UDP, HTTP, SMTP, SSH, TELNET など) を総称して TCP/IP と呼ぶ。

(注 2) FL-net : 日本の自動車産業等の FA (Factory Automation) 分野での主要な産業用ネットワーク規格。安価な汎用パーツを利用できる Ethernet (イーサネット) のハードウェア規格を利用し、プログラマブルコントローラ、数値制御装置、ロボット、パソコンなどを相互接続するオープンなネットワークの規格。日本工業規格 (JIS B 3521) と (社) 日本電機工業会規格 (JEM 1480, JEM-TR 213, JEM-TR 214) として制定されている。

(まとめ)

今回の板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事の計画にあたり、必要性、背景、制約条件や過去の経験に基づく保守性、柔軟性への配慮を確認した。いずれも十分に検討されており、工事計画は適切である。

2. 2 設計

(1) プラント制御用電算システムの準拠規格、技術基準

プラント制御用電算システムの設計に際しての準拠すべき規格、技術基準について確認した。

規格は JIS、IEC に準拠した製品及び設計とする。清掃一組独自の電算システムに関する標準仕様は無いが、平成 29 年版東京都工事標準仕様書（電気設備）の第 6 編通信・情報設備工事、第 7 編中央監視制御設備工事、第 9 編改修工事の該当工事箇所等を準用する形で設計、施工を行っているとの回答であった。

東京都電気設備工事標準仕様書には中央監視制御設備の記載はあるが、特に今回更新される液晶ディスプレイ機器をヒューマンマシンインターフェイスとすることを前提としたシステムについて詳細な記載は無い。システム構築の拠り所として、清掃一組建設部発行「清掃工場建替工事標準仕様書 [解説版]」のように、蓄積されたノウハウに基づき、考え方を盛り込んだ標準仕様を作成されることを提言する。

(2) システムの信頼性

プラント制御用電算システムの全体、及び構成要素につき確認し、以下の回答を得た。

①システム全体の考え方

既存の電算システムは主要機器の故障により、プラント全体が停止してしまう恐れがある。また保守対応期限の過ぎている機器が多く、故障した場合、復旧までに多くの期間を要する懸念があった。さらに、光ケーブルや入出力基板は経年劣化による故障件数が増加している。

主要機器や劣化の進んだ機器を更新することで故障のリスクを低減し、故障した場合も復旧までの期間を短くすることができる。

断線等のトラブルの際に安定して通信が行えるように制御 LAN をすべて二重化した。

②オペレータステーション

既存のシステムではオペレーション用の 5 つの操作卓に対し 3 つのコントローラで制御を行っていた。新規のシステムでは 5 つのコントローラで個々の操作卓を制御する、より踏み込んだ分散・冗長構成とした。

③データベースステーション

データの欠損が生じないようにシステムを二重化し、常に稼働側のデータが待機側に

等値化（デジタル値を等しく反映されている状態）されており、稼働側故障にて、瞬時に待機側への切替えが可能である。

④エンジニアリングワークステーション

ソフトウェアの実行状態を監視しており、異常の調査が可能である。また、実機を使わずシミュレータ上でソフトウェアを実行しデバッグ等を行うことができる。

⑤プロセスコントロールステーション

MPU（主演算装置）を二重化し冗長性を持たせている。ECCメモリ（注3）を採用している。RAS（注4）情報が保存されトラブルの際に調査することができる。

⑥リモート I/O

入出力基板が故障した際に、故障箇所の特定・交換を容易に行うことができる。汎用性の高い通信方法を採用することで、他社製の機器との通信も容易に行うことができる。

⑦プログラマブルロジックコントローラ

プラントの各機器の挙動と比べ、十分に高速（9ns/命令）な信号の通信、処理を行うことができる。

⑧その他

新設する光コンバータ収納盤の固定は「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説（平成8年版）」及び「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」に準拠して行った。

また、周辺機器についても汎用品で構成し、故障の際の更新等を容易にした。

（注3）ECCメモリ（Error-correcting code memory, Error checking and correction memory等）とは、コンピュータの記憶装置の種類の一つで、データ破損を検出し修正する機能を持つメモリ。

（注4）RAS（Reliability, Availability and Serviceability）とは、コンピュータシステムが期待された機能・性能を安定して発揮できるか否かを検証するための評価項目として知られる3つの要素（信頼性、可用性、保守性）の頭文字。

以上の通り、プラント制御用電算システムの全体、及び構成要素毎に、現在採用可能な信頼性を高める技術が十分に盛り込まれている。

（3）技術革新の成果の盛り込み

情報技術全般としての技術革新を取り込み、機能向上を図ったポイントについて確認した。

データの保存容量が大きくなったことで、トレンドデータ等の監視や保存ができる項目が増え、日々の運転監視業務に活かすことができるようになった。また、プラント表示画面がタブとして4つの画面まで開けるようになり、複数の画面での監視や操作が容易になっ

たとの回答であった。

情報技術における費用対効果の向上により、適切に機能向上を盛り込むことができた。

(4) 経済性

情報技術全般として費用対性能が向上する中、今回のシステム更新におけるコスト削減策について確認した。

今回は従来機の更新であるため、必要以上の高性能のものとはせず、各ステーションのプロセッサには Intel Core i3 等の比較的安価なものを採用し、メモリは 16GB、ハードディスクは 1TB と必要十分な性能としたとの回答であった。

オーバースペックとなるのを防ぐ、合理的な考え方により仕様が決定されている。

(5) 維持管理性

更新システムの設計に際し、維持管理の容易性に対し配慮した事項を確認した。

汎用 OS (Windows10) を用いた計算機や一般的な通信技術 (TCP/IP、FL-net) を使用することで、トラブルの際に機器の交換や補修を容易にした。また、光コンバータを新設した光コンバータ収納盤の 1 カ所に集約することで、日々の点検やトラブルの際の対応を容易にしたとの回答であった。

維持管理の容易性について配慮されている。

(6) データのバックアップ

運転履歴データのバックアップ、今回の更新におけるデータの扱いについて確認した。

電算システムについては毎年年度点検を行い、その際にデータのバックアップを取っているとの回答であった。また、既設の各ステーションに保存されているデータは全て一旦バックアップし、新設のステーションに移行したとの回答であった。

プラントの運転履歴データは適切にバックアップされ、今回のシステム更新でも問題なく引き継がれている。運転履歴データは情報資源として、異常値・トラブル発生時等の対応に十分に活かされている。

(7) システム更新における運転状態の継続性

既設システムからの更新・切替に際し、既存の運転状態の継続性に配慮した事項を確認した。

既設オペレータステーションの設定値や状態は、全て更新工事開始前の状態のリストと画面の写真撮影によって記録し、新設オペレータステーションへ反映させたとの回答であった。

運転状態の継続性に十分な配慮が払われていると判断する。

(8) システム更新特有の工夫

既設システムからの更新・切替に際し、工事を安全・確実に行うための工夫を確認した。

各ステーション等は製作工場で組立てまで完了した状態で試験をし、現場にそのまま取り付けられる状態で納入することにより、現場での工期を短縮できるようにした。

光ケーブルは撤去を省略し、新たに敷設のみを行った。また、光コンバータ収納盤を新設し、既設では各所に配置されていた光コンバータを 1 箇所に集約することで工期を短縮した。このことは保守性の向上、さらには将来の更新に向けても有利であるとの回答であった。システム更新をスムーズに行うための工夫が盛り込まれている。

(9) 工期の設定の考えかた

工期の設定に際して配慮した事項について確認した。

現地での実際の施工は令和元年 8 月中旬からを予定したが、材料の手配、ソフトウェアの設計等に時間を要することを踏まえ、工期開始を前年の 12 月とした。また、焼却炉の立上げ前、及び立上げ途中の動作確認、工事資料の作成等の期間を考慮し、履行期限を令和元年 12 月中旬としたとの回答であった。

請負事業者負担を強いることなく、安全・確実な更新工事に向けた適切な工期設定であったと考える。

(まとめ)

プラント制御用電算システムの設計並びにシステム更新工事につき、信頼性、新規技術の取り込み、経済性、維持管理への配慮、既存データの活用、安全・確実な更新工事への工夫等、総合的な確認を行った。

機能向上について必要以上のコストをかけず、有効なポイントに絞って最新技術の取り込みを行っている判断する。安全・確実な更新工事への配慮も十分であり、設計は適切に行われている。

2. 3 詳細設計

(1) システム機器の耐震性

地震発生時におけるシステム機器の揺れに備えての耐震の考え方について確認した。

筐体（機器収納箱）ごと新たに更新する、オペレータステーション、データベースステーションについては既設の筐体と同等の寸法及び重量とし、既設と同等の耐震強度を持たせるものとした。今回工事で新設する光コンバータ収納盤については、盤の固定は「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説（平成 8 年版）」（社団法人公共建設協会）及び「建築設備耐震設計・施工指針 2014 年版」（一般財団法人日本建設センター）によるものとし、施工に際し強度計算書を請負事業者から提出され、監督員が承諾した。

耐震に対する検討・配慮は十分であり、適切である。

(2) 設計内容詳細

設計内容につき以下の個別確認を行い、回答を得た。

①システム構成図によると、1、2号溶融炉のデスク、コンソールとデータウェイの接続が表現されていない。その理由について確認した。溶融炉は現在休炉中であり、コンソール等も使用していないとの回答であった。

さらに溶融炉を現在休止している理由を確認したところ、焼却灰の溶融を行うためには放電による電力消費がある。東日本大震災により、電力需給の逼迫や放射能問題など、新たな課題への対応を求められた時に、東京二十三区、東京都と共に溶融施設の運営を見直し、灰溶融を休止したとの説明を受けた。資源の有効活用としては、現在セメント原料への転用を行っているとの説明であった。

焼却灰の有効活用の方法の変更、並びに今回の更新で接続対象としなかった理由とも適切である。

②ごみ・灰クレーン関連の機器は既設流用で今回の更新の範囲とはなっていない。その理由について確認した。クレーン関連システムについてはクレーンの製造メーカが設計製作も行っている。そのため、今回の工事には含めず、更新等が必要な場合は別途工事で対応を行うという回答であった。

今回の更新で接続対象としなかった理由は適切である。

③更新後のシステムにおいて、オペレータステーション、データベースステーションには Windows 系の汎用 OS (Operating System) が採用されているが、OS アップデート対応の考え方を確認した。プラント制御用電算システムは外部との通信を行っておらず、清掃工場内のみで通信を行うシステムである。そのため、新型のウイルス等による脅威は無いものと考えられるため、基本的には納入以降の OS アップデートの必要は無い。また、システム用途もプラント制御用に特化したものであるから、様々なアプリケーションが追加されることも無く、システムとして完成されている。以上のことから、OS アップデートの必要はないものとする。システムに重大な影響を及ぼす OS のバグ等が確認された場合は個別に判断して対応を行うという回答であった。

OS のアップデートに対する考え方は適切である。

④運転実績システムは当該システムと接続されているが、今回工事の対象では無く別契約となっている。このことの背景・理由を確認した。運転実績システムは各清掃工場の運転状況を確認するためのシステムで、各清掃工場のプラント制御用電算システムとは別に、清掃一組全体の清掃工場について清掃一組本庁が一括で管理を行っている。そのため、運転実績システムの更新については、本庁が取りまとめを行い他清掃工場分と合わせて契約を行っているとの回答であった。

今回工事の対象とはしなかった正当な理由が確認できた。

(まとめ)

設計図書の確認だけではその経緯、理由が見て取れなかった耐震の考え方、並びに詳細な

事項について確認した。いずれも設計上の判断に明確かつ合理的な理由があり、設計の細部についても適切であることが確認できた。

2. 4 発注・契約方式

(1) 発注・契約の方式

発注・契約について、本工事は特命随意契約で発注されている。特命随意契約とした理由を確認した。

本工事では、プラント制御用電算システムの更新を短期間で確実に行う必要があり、開発期間の短縮や既存システムとの接続において動作の確実性が求められた。既存システムは開発請負者の独自システムであるため、本工事の請負者は既存システムに精通した業者が望ましく、既存システムの開発請負者を指定しての特命随意契約としたとの回答であった。

特命随意契約を採用するに至る十分な理由であった。

(2) ソフトウェア改変の範囲と方法

既存システムから更新後システムへのソフトウェアの改変範囲と移行方法について確認した。

今回の工事ではプラント側の変更を伴わないため、ソフトウェアの設計は既存のものを変更せず、更新後のシステムに合わせてソフトウェアを書き換える方法を採用した。そのため、既存システムの開発請負者である富士電機株式会社を特命とするのが費用的にも優位に働く。さらに、計算機や通信装置のハードウェアも工事請負者にて用意し、ソフトウェアを組み込み、システムとして機能することを確認した状態で工事現場に納入することとしたとの回答であった。

今回採用したソフトウェア改変の範囲と方法は合理的なものであった。

(3) 契約経緯の確認

特記仕様書、図面については、システム構成機器仕様、全体からローカルまでのシステム構成が明確に記されていることを確認した。平成 30 年 9 月 28 日作成の工事施工依頼書、工事設計書の契約目途額(設計金額)は 799,351,200 円(税込)である。特命理由書が付された起工書が平成 30 年 10 月 9 日に起案され、平成 30 年 10 月 22 日に決定された。同日、契約締結請求確認書・契約締結請求書を発行、平成 30 年 10 月 26 日に契約方法が決定された。平成 30 年 11 月 20 日に富士電機株式会社から配置予定技術者、工事实績、建設工事等競争入札参加資格審査受付標が付された見積書を提出された。見積金額は 736,000,000 円(税抜)であり、同日、本見積が採用され仮契約となった。

平成 30 年 12 月 26 日に他 2 工事とともに東京二十三区清掃一部事務組合議会にて、板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事工事請負契約の締結が議決された。これを受け、翌日の平成 30 年 12 月 27 日に契約金額 794,880,000 円(税込)にて工事請負契約

が締結され、同日工事着手となった。

前払金保証加入、労働者災害保障保険加入、建設業退職金共済制度加入、並びに現場代理人及び主任技術者通知についても写しを確認した。

契約に至る経緯は適正であった。

(まとめ)

システム更新工事の性格やソフトウェアの移行方法から特命随意契約での発注は技術的に見て合理的な判断であったと考える。

清掃一組内の決裁プロセスにおいても適正であった。

2. 5 積算

(1) 契約目途額(設計金額)の決め方

特命随意契約であることを踏まえ、契約目途額の決め方を確認した。

請負業者からの見積金額徴取を踏まえ、他清掃工場の先行同様工事の契約金額を参考に、清掃一組の積算基準に則った積算を行い、契約目途額を決定するとの回答であった。

今回の技術調査、では詳細な査定プロセスを確認できなかったが、考え方は適切であると考える。

(2) 積算基準について

適用された積算基準とその適用範囲について確認した。

適用されたのは、清掃一組の設備積算標準単価、東京都財務局の電気設備工事積算標準単価表、経済調査会の積算資料であった。用いられたのはソフトウェア設計、機器の撤去・据付・搬入・搬出、ループ試験との回答であった。

積算基準の適用方法は適正であると判断する。

(3) 見積について

見積徴収の方法について確認した。

請負業者に更新範囲及び内容について情報提供を行い、見積を徴収した。今回の工事ではシステム更新工事という性格上、請負業者以外からの見積は徴収されていない。見積金額の妥当性の判断は他清掃工場の同様工事の契約金額からプラントの規模、電算システムの入出力の点数等を考慮するとともに、前記積算基準、積算資料やカタログ等を参考に金額の妥当性を判断しているとの回答であった。

また、設計業務、ソフトウェア作成についての見積についても業者からの見積による開発時間を基に、積算資料に記載のソフトウェア開発費用を反映させて金額を算出しているとの回答であった。

設計書内訳を提示され、確認したが、見積の項目として「画面設計・標準画面設計」、ループ試験・制御ソフト設計」、「入出力信号確認」などが1式のくくりで記載されており、書

面からは妥当性判断の経緯が読み取れなかった。

(まとめと提言)

見積については清掃一組と請負業者にて十分に精査され決定されており、積算に反映しているとの説明を受けた。その精査のプロセスは書類等で記録され、ノウハウとして活用されているものと考えられるが、透明性については更なる検討をされたい。

システム構成各機器のハードウェア価格についても十分に精査されているものとは考えるが、今回の技術調査では詳細な確認はできなかった。

類似仕様の他社製品の見積価格等との比較を示して組織内で確認するなどの改善方法について検討されたい。

また、今後は見積段階での見積額の妥当性判断に、第三者的な視点（コンサルタント、システム構築経験者等）からの評価を加える等の方策も検討され、積算の透明性についての更なる向上を提言する。

2. 6 施工

(1) 施工監理体制

清掃一組の施工監理の体制と方法について確認した。

施工監理体制としては総括監督員（副工場長）、主任監督員（整備係長）、担当監督員 4 名（整備担当係長、整備課主事）が任命された。施工監理については、毎週プラントメーカーと清掃工場の主任監督員、担当監督員とで行っている定期補修工事の週間工程会議に当工事の現場代理人等も出席し、工事の進捗状況や施工方法について報告を受け、並行して行われている他工事との調整などを行い記録した。また、板橋清掃工場では毎週係長会を実施しており、その場で主任監督員である整備係長から総括監督員に工事の進捗状況等について報告を行ったとの回答であった。今回の技術調査として、週間工程会議のサンプルの提供を求め、令和 2 年 7 月 31 日の週間工程会議の議事録を確認した。係長会については、工事の遅れ等異常値があれば記録されるが、当該工事は記載が必要な異常値が発生しなかったため、記録されていないとの回答であった。

施工監理については綿密に行われ、その結果として工事は順調に進展したものと判断する。

(2) 請負者の施工体制

請負者の施工体制について、施工体制台帳及び施工体系図により確認した。

元請け富士電機株式会社を筆頭に一次下請負 7 社、二次下請負 6 社、三次下請負 3 社について施工体制台帳、注文書・注文請書、契約書、建設業許可証、各社従事者の資格者証等を確認した。

下請けとの契約書に記載のある富士電機テクノエンジニアリング株式会社、富士電機システムズ株式会社と元請け富士電機株式会社の関係につき確認した。

いずれも過去の分社化・統廃合の過程の社名であり、当時締結された基本契約書に残っているが、現在は富士電機株式会社に統合されたものであるとの回答であった。

請負者の施工体制は適切に管理、運営されていた。

(3) 安全管理

安全管理の方法、考え方を確認した。

毎日の作業前に現場代理人から監督員に、当日作業に対する安全教育実施内容について説明を行い、確認・記録しているという回答であった。サンプルとして令和元年8月19日の作業予定（実績）表について確認した。

また、熱中症対策について確認した。現場事務所内に冷房装置、冷蔵庫を設置し、適宜休憩、こまめな水分補給の実施を周知しているとの回答であった。

今回の技術調査では現場での確認はできなかったが、適切な安全管理がなされているものと判断する。

(4) 建設副産物の管理

今回の工事につき建設副産物の管理についてマニフェスト集計表にて確認を行った。計3回の産業廃棄物運搬が行われ、適切に管理されていた。

(5) 設計変更

設計変更（契約変更）の有無について確認を行った。今回は該当無しとの回答であった。

設計変更に至らない軽微な設計数量の変更がいくつかあり、変更の記録を確認した。特に議事録は作成せず、協議書の添付資料を基に富士電機の担当者より各項目の変更理由について説明を受けた後に、書類を交し、承諾されていた。工事における主要諸元の変更も無かったとの回答であった。

設計に対する変更点の管理は適切に行われているものと判断する。

(6) 請負者提出図書等

施工について事前に提供された図書について確認を行った。

システム基本計画書の承諾申請書、システム納入機器仕様書の承諾申請書、プラント画面仕様書の承諾申請書、展開接続図の承諾申請書、データ収集及び画像データ処理サーバ/トレンドサーバの承諾申請書、制御盤図面の承諾申請書、御立会検査要領の承諾申請書、立会検査成績書、施工計画書の承諾申請書、現地改造要領書の承諾申請書、現地試験要領書の承諾申請書、協議・報告・承諾書について確認した。

さらに、工事記録写真、工事報告書、しゅん功図についてはCDデータを確認した。

最終に至る前の段階の承諾図で返却時に変更を求めた項目について確認したが、特に該当する問題点は無かったとの回答であった。

提出図書類、記録は適切に作成、管理され、しゅん功図として纏められていた。

(7) 工場立会検査

御立会検査要領書、成績書を確認した。工場試験における模擬の範囲の記載がなかったため、どのような方法で機能検証したかを確認した。

疑似的に機器の故障等の信号を入力し問題無く表示されることを確認した。さらには監督員が普段のオペレータによる運転監視業務と同様に 30 分ほど画面操作等をし、動作に問題が無いことを確認したとの回答であった。

現地試験での大きな問題発生が無かったことと併せ、工場試験にて十分に品質確認がなされていたものと判断する。

(8) 現地改造、現地試験

現地改造要領書、現地試験要領書、現地試験成績表を確認した。

現地における入出力の確認は全数でなく、サンプルを抽出しての確認であると読み取れたので、サンプル数の決め方など、性能を担保するための考え方を確認した。

各入出力基板は社内試験段階で全点チェックされ、問題が無かった事を単体成績書にて確認済みである。そのため、アナログ信号については現地で全数確認をしたが、デジタル信号についてはソフトチェックが主体のため、16 点 (1 ワード) につき 1 点の確認とした。これは、各 CPU から入出力基板へはワード単位で情報が転送されており、1 点のアドレスを確認することで 16 点について問題なしと判断したとの回答であった。

時間の制約の上で行う現地試験の方法としては合理的であると考ええる。また、その後の運用に支障が出てないことから適切な方法であったと判断する。

(9) 現地調整、更新後システムの立上げ

更新後のシステム立上げについて、制御指令の誤出力のリスクが考えられる特に配慮されたポイントについて確認した。

出力関係の確認完了まで (静試験) は外線の離線、及び PLC (注 5) とのリンク未確立での試験を行い、誤出力により他設備が影響しないように養生し機能確認を行ったとの回答であった。インターロックの実機確認は、出来る範囲として 5 割程度実施した。試験体制としては 10 名程度で正味 2 週間を費やしたとの説明であった。

制約条件が多い中、様々なリスク低減の工夫を重ねた結果、無事にシステム更新が完了したものと評価する。

(注 5) PLC : Programmable Logic Controller (プログラマブルロジックコントローラ)

の略称。主として入出力、内部出力などの論理演算の組合せでシーケンス(順番)を制御するための制御装置。

(10) しゅん功検査

しゅん功検査にて電源端子の増し締め、マーキングを行うよう指摘されている。これはネジの締付け後のマーキングが実施されていなかった点について検査員が指摘したことによるとの回答であった。再度トルクドライバーによる増し締めとマーキングを実施したとのことであり、今後の留意点とされたい。

(11) その他、ダイバーシティ対応等

施工管理台帳にて外国人建設就労者、外国人技能実習生の従事が「無」と記載されていた。清掃一組の外国人従事者に対する立場を確認した。

現状、清掃一組では外国人建設就労者、外国人技能実習生の従事について、推奨するものでも拒絶するものでもない。外国人の活用については請負者側に判断を委ねている。今後については、社会情勢に合わせて変化していくものと認識しているとの回答であった。立場として適切なものだと考える。

(まとめ)

施工につき、清掃一組の施工監理体制、請負者側の管理状況を確認した。また請負者による設計・工場製作の状況、製作工場での試験、清掃工場現地での改造、試験、調整まで、各段階においての状況について、提出図書、各種記録に加え、メールによる質問・回答のやり取り及び電話インタビューによって確認した。

プラント制御用電算システムを限られた期間内に更新するという目的の中で、発注者・請負者が適正に責任分担し、多くのリスク要因を押さえ込んだ結果として更新工事の完遂を見たと考える。施工は適切に行われていた。

第3章 総合評価

板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事に関わる計画、設計、仕様書、積算・契約、施工監理、施工等に関する事項に対して技術調査を実施した。

これらの技術調査を通し大きな指摘事項はない。以下に今回の技術調査での総合的な評価を示す。

〈1. 計画〉板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事による更新は、当該プラントの寿命 25 年～30 年に対し 15 年の稼働を経て計画され、今後の 10 年間余り 24 時間連続でプラントを稼働するため、十分な信頼性のあるシステムを構築するために必要であった。更新計画は短期間での更新という制約条件を満たすため、過去のノウハウを活かし、適切に計画されたものである。

〈2. 設計〉プラント制御用電算システムの設計は、信頼性、新規技術の取り込み、経済性、維持管理への配慮、既存データの活用、安全・確実な更新工事への工夫等十分な配慮が確認できた。機能向上について必要以上のコストをかけず、有効なポイントに絞って最新技術の取り込みがなされていた。安全・確実なシステム更新への配慮も十分であり、設計は適切である。

〈3. 発注・契約〉本工事は特命随意契約で発注された。プラント制御用電算システムの更新を短期間で確実に行う必要がある。また、ソフトウェアの設計は既存のものを変更せず、更新後のシステムに合わせてソフトウェアを書き換える方法を採用した。これらは特命随意契約を採用するに至る十分な理由であり、発注・契約方式の決定は適切である。また、契約に至る決裁の経緯についても適正である。

〈4. 積算〉工事の性格から見積を採用する比重が高い。他清掃工場の先行同様工事の契約金額を参考に、清掃一組の積算基準に則った積算を行い、契約目途額を決定されていたと考えるが、今回の技術調査では査定プロセスの詳細な確認はできなかった。今後は類似仕様の他社製品の見積価格等との比較や、見積段階で第三者的な視点（コンサルタント、システム構築経験者等）での評価を加える等積算の透明性に対する更なる向上を図ることが望ましい。

〈5. 施工〉システム更新工事施工につき、施工監理、請負者側のきめ細かい管理、設計・工場製作での品質確保、清掃工場現地での改造・試験・調整までのリスク管理などが確認できた。限られた期間内での更新という目的を発注者と請負者が共有し工事の完遂を見たと考ええる。施工は適切に行われている。

むすび

今回の技術調査は工事書類のやりとり、電子メールの交換、電話での確認という形で、対面調査は行わずに実施し、判断を示した。清掃一組からの電子メールによる詳細な状況の提供により無事終了することができた。今後は更新後のシステムをフルに活用され、安定したプラント稼働を続けられることを望む。

また、今回の板橋清掃工場プラント制御用電算システム整備工事で得たノウハウを活かし、後続のシステム構築・更新をよりよいものにすることを望む。

—以上—

