

平成 29 年度
工事及び委託監査に伴う技術調査委託
報告書

杉並清掃工場建替工事（プラント機械分野）

平成 30 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 調査場所	-----	1
1. 4 出席者	-----	1
1. 5 日程	-----	2
1. 6 調査方法	-----	2
1. 7 工事概要	-----	2
第2章 調査内容	-----	4
2. 1 特記仕様書の調査	-----	4
2. 2 実施設計図書の調査	-----	5
2. 3 積算分野資料の調査	-----	10
2. 4 施工分野の調査	-----	10
第3章 総合評価	-----	12
むすび	-----	12

総括管理技術士

理事長

原田敬美 技術士(建設部門) 印
登録 No. 24446
工学博士

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) 印
登録 No. 21921

担当技術士

森 豊 技術士(機械部門) 印
登録 No. 57642
工学博士

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の工事及び委託監査に伴う技術調査委託として、対象工事のプラント機械分野について機械部門の技術士の観点から調査及びヒアリングを行い、その適否、あるいは問題点の把握・分析を行った結果の報告である。

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、当該工事の係わる①特記仕様書、②実施設計、③積算、④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妥当性、公正性、適正性、経済性、公平性の確認を行うことを目的としたものである。

1.2 調査実施日 平成29年12月5日(火)

1.3 調査場所 杉並清掃工場3階会議室及び現地

1.4 出席者

建設部 工場建設担当課長 横田 幸利 (機械)

(プラント機械)担当

建設部建設課 工場建設担当係長 金野 泰久 (機械)

建設部建設課 工場建設第三係 吉田 慎太郎 (機械)

監査事務局長 畑山 二男

監査担当係長 皆川 雅昭

監査担当係長 金子 信之

技術士 (プラント機械) 森 豊

1.5 日程

- 10時00分：工事の概要説明
- 10時20分：資料確認、技術審査及び質疑
- 12時00分：休憩
- 13時10分：技術審査及び質疑
- 14時40分：現場状況の確認
- 15時40分：講評
- 16時00分：終了

1.6 調査方法

工事調査は、下記手順により実施した。

- (1) 建設部建設課による工事概要説明
- (2) 特記仕様書の調査
- (3) 実施設計図書の調査
- (4) 積算分野資料の調査
- (5) 施工分野の調査

以上の事項について、担当課及び関係各位からのヒアリング、質疑応答、書類を基に調査を行ったものである。

1.7 工事概要

工事件名 杉並清掃工場建替工事
工事場所 杉並区高井戸東三丁目7番6号
発注者 東京二十三区清掃一部事務組合 管理者
主幹部課 建設部建設課
請負者・契約金額・工期
請負者 日立造船・奥村組特定建設工事共同企業体
契約金額 28,354,652,400円（当初契約金額26,355,000,000円）
工期 平成24年9月27日～平成29年9月30日

施設概要

(1) 建築物

工場棟 鉄骨鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造） 高さ約28m
煙突 鉄筋コンクリート造外筒・鋼製内筒型
高さ約160m（外筒再使用）

(2) プラント工事概要

1) 炉形式及び処理能力

全連続燃焼式火格子焼却炉（廃熱ボイラ付）

600t/日（300t/日・炉×2基）

2) 設備内訳

ごみ焼却設備

給じん設備、焼却炉本体設備、灰処理設備、汚水処理設備、通風設備、煙道設備、集じん設備、洗煙設備、触媒反応設備、煙突設備、ボイラ設備、発電設備、余熱利用設備、蒸気復水設備、純水設備、電気設備、計装・自動制御設備、給水設備、その他設備

3) 主要設備概要

① ボイラ設備

型式：過熱器付自然循環式水管ボイラ

数量：2基（1炉1基）

容量：63.21t/h(1炉)

常用使用蒸気圧力（過熱器出口）：4.0MPa以上

常用過熱蒸気温度（過熱器出口）：400℃以上

② 発電設備

・蒸気タービン発電機

型式：抽気復水タービン（再生サイクル）

定格出力：24,200kW

タービン入口蒸気圧力/温度：3.85MPa/395℃

最大蒸気量：117.67t/h

・非常用発電装置

形式：ガスタービン発電機

定格出力：1,200kW

③ 排ガス処理設備

ろ過式集じん器

洗煙塔（湿式か性ソーダ洗浄方式）

触媒反応塔（アンモニアガス吹き込み）

④ 汚水処理設備

形式：凝集沈殿＋ろ過

第2章 調査内容

2.1 特記仕様書の調査

- (1) 本工事の特徴、従来の設計・施工から改善した点、また今後に活かすことのできる実績について確認した。

建設工事については従来の手法を踏襲し特に大きく改善した点はない。また、今後に活かすことのできる内容について敢えて特筆すべき点はない。但し、本工事に先だって実施した解体工事については、施設全体をテントで覆って行う新しい手法であり、本工事に続く光が丘清掃工場及び目黒清掃工場の解体工事に経験は活かされている、との説明を受けた。

特筆すべき点はなくとも、実際の工事で得た具体的な一つ一つの経験は貴重である。是非今後の工事に実績を活かして頂きたい。

- (2) 工事内容の変更、工期の変更、及び実施設計の変更について確認した。

プラント機械の工事内容としては、別途の灰溶融炉設備が現在休止しているため、飛灰積込装置は設置しないことに変更された。工期の変更はない。また実施設計の変更はない、との説明を受けた。

なお飛灰積込装置に関する工事変更手続きは平成27年の技術調査の際に確認されている。変更内容は明確になっており適切である。

- (3) 旧工場の深井戸のケーシング（長さ約100m、直径200mm程度、鋼管製）について再利用の有無を確認した。

深井戸は緊急時（断水時）にごみ焼却設備を運転するために必要な水の確保で、旧工場のものを継続使用している。深井戸のケーシングについては、建設時に調査を行い、再利用が可能であればそのまま使用することだったので、その結果を確認した。

調査の結果、再利用が可能と判断されたため、新工場では旧工場のものを使用することになった。費用については調査費と相殺されるので増減は発生していない、との報告を受けた。

再利用できるものを流用することは、資源保護の上からも適切である。

- (4) 技術提案書は、請負者の視点で技術評価を行い、技術を詳細検討しその結果を提案するものである。そして請負者の責任において実施設計・施工で補完・完備させるものである。当初の提案から、施工段階において補完、

変更、あるいは未実施となったものがなかったかを確認した。

結果として、前述の飛灰積込装置の設置が中止となったことに関連した未実施以外に補完や変更は無い、との説明を受けた。技術提案書の取り扱いは適切である。

- (5) 特記仕様書には、試運転期間中に調整及び点検を行い、手直し箇所が発見された場合は原因究明と手直しを行うよう記載されている。この有無と対応を確認した。

平成 29 年 6 月 26 日にごみの投入を開始し、現在まで 5 ヶ月以上運用している。当初保温割れが生じたが既に解決し対応も図られているとのことで、適切な処置が行われていると判断する。

2.2 実施設計図書の調査

- (1) 主要図面集（製本版）を確認した。

主要図面集（製本版）に承諾印のない図面が 17 枚含まれていた。建築申請に時間がかかり、製本に間に合わないことから一部の図面は承諾印が押されていないとのことである。施工時には別途一括ファイルした施工図（承諾印は各図面ではなく鑑に一括したもの）を使用しているので施工上の支障はないとのことであるが、主要図面集は実施設計図書として重要なものであり、今後は全体工程を考慮し、必ず承諾印のついた図面を製本し使用すべきと判断する。

- (2) 施工関係図書について、代表的な工事及び試運転を抽出し関係書類を確認した。

施工関係図書の一例として、出来高実績が 78%時点の平成 29 年 1 月 10 日の日報を確認した。当日、工事としては焼却炉のキャストブル（耐火材）の打設を行っている。工事状況の写真と月報も併せて確認した。また、試運転期間中の平成 29 年 9 月 11 日の日報、工事写真及び月報を確認した。いずれについても記録の管理は適切に行われている。

- (3) 建設副産物の処理手続きについて手続方法と書類を確認した。

建設副産物の処理手続きの一例として、平成 29 年 3 月 31 日に排出された廃棄金属のマニフェストを確認した。処理完了シート（E 票）は平成 29 年 4 月 8 日に発注者に返却されている。また全てのマニフェストはファイルにまとめて保管されており、手続きは適切に行われている。

- (4) ごみ処理施設に使用するプラント機械の中でも重要でまた使用環境が厳しいと判断される下記材料について材料証明書を確認した。なお材料名称は主要図面集の中の機器仕様一覧表に記載の名称である。

- ① 焼却炉耐火材：炭化硅素質レンガ SiC-85
- ② ストーカ火格子：高 Cr 耐熱鋳鋼相当品
- ③ ボイラ過熱器管高温部：Q555

各材料証明書により、これらの材料については施工関係図書に記載された材料が適切に使用されていることを確認した。なお、ボイラ過熱器管高温部は腐食の面から厳しい環境にさらされるため、伝熱管そのものの外部にプロテクタを追加している。この部分については、写真によりプロテクタが技術提案書通りに付いていることを確認した。

- (5) 誘引ファンは燃焼排ガスを煙突まで誘引するために必要で重要な機器である。特記仕様書に記載の誘引ファンの仕様を満足しているか、製造工場で行った単体試験成績を確認した。

特記仕様書には「風量は最大必要風量の 1.15 倍以上とする。圧力は、最大必要圧力の 1.1 倍以上とする。」と記載されている。誘引ファンの工場試験時の風量-圧力線図により特記仕様書に記載の要求仕様を十分満足していることを確認した。

- (6) 予備性能試験及び性能試験について確認した。

平成 29 年 8 月 17 日の予備性能試験の記録、及び平成 29 年 9 月 11 日に実施した性能試験（定格試験）の記録を確認した。

定められた手順通り、予備性能試験に合格した後に性能試験（定格試験）が 9 月 10 日及び 11 日の 2 日間にわたり実施されている。試験条件は、平均ごみ低位発熱量が 8.985kJ/kg のもと、同日 9 時～21 時において規定の 145t/12h 以上（290t/24h 以上）を焼却し、実施設計図書の焼却性能曲線に示す保証値を満足している。性能試験は的確に実施され、保証性能を満足す

ることが確認されていると判断する。

なお、本施設の焼却炉能力は1炉あたり300t/日である。本来は性能試験で300t/24h(日)の能力を確認するべきであるが、以下の経緯によりこのようになったとの説明を受けた。燃焼時のごみ質は時々刻々変化する。廃棄物処理法では300t/24h(日)を超えて運転することは認められないため、ごみ質の変化を考慮して、請負者との協議により290t/24h以上が処理できることの確認を行った、とのことである。このような背景の下では致し方のないことと判断する。

- (7) 特記仕様書に記載されている焼却炉の立上げ時間と、焼却炉立上げ後の燃焼ガス温度を確認した。

特記仕様書には、焼却炉の立上げ時間については「昇温バーナー着火から24時間以内に焼却炉の立上げを完了すること」と規定している。また燃焼ガス温度については、主燃焼室出口温度が「指定ごみ質の範囲内において850℃以上」と規定している。

立上げ時間については、平成29年10月20日の運転データにより、仕様の24時間以内に対し21時間で完了していることを確認した。また燃焼温度については、平成29年9月19日の17時開始から21時間の運転データにより、仕様の850℃に対して平均900℃となっていることを確認した。どちらも仕様を満足しており適正である。

- (8) 低温エコノマイザ^{注)}の出口排ガス温度を確認した。

本施設では燃焼排ガスを有効利用するために、大田清掃工場、練馬清掃工場に続き低温エコノマイザを採用している。一般的に、低温エコノマイザ出口の排ガス温度は従来のエコノマイザを使用した場合(200℃以上)より低下し150℃程度となる。この温度が低いほど排ガスの熱を有効利用していることになる。

低温エコノマイザを導入した効果があるか、実際に測定された低温エコノマイザ出口の排ガス温度を確認した。運転状況によって若干この温度は変わるが、試験時の運転記録では159℃となっており、低温エコノマイザの効果は得られていると判断する。

注) エコノマイザ

ボイラへの供給水をボイラに入る前に排ガスで加熱しておく

発電サイクルの効率が良くなる。このための熱交換器をエコノマイザと呼ぶ。

(9) 発電性能を確認した。

発電関係の性能試験は電気事業法に基づく使用前自主検査の合格をもって性能試験に代えることが特記仕様書に明記されている。

使用前自主検査記録により同検査に合格したことを確認した。

なお今回の施設の発電性能は、設計計算書によれば、発電端出力^{注)}は約24,200kWで発電端効率^{注)}は約24.4%となっており、ごみ発電設備としては国内有数の高効率発電設備である。このような性能を達成するには、特記仕様書に記載の蒸気（過熱器出口圧力 4.0MPa 以上、過熱器出口温度 400°C 以上）が所要流量得られていることが必要である。

注) 発電機の端子における出力と効率をいう。なお実際に外部で使用できる電力は送電端出力(=発電端出力-所内の補機動力)となる。

平成29年8月19日の使用前自主検査における5時間の連続発電試験では、発電端出力が24,200kWの発電状態で、発電端効率が24.4%を達成していることを確認した（なお、電気事業法の規定により定格出力24,200kWを超えて運転する必要がある。しかし、連続運転中すべての時間で定格出力を発電する規定はないため、平均発電出力は定格出力より若干低め(23,269kW)となっている)。この時の蒸気圧力は4MPaで蒸気温度は400°Cとなっていることを運転データから確認した。また流量についても設計条件117.67t/hに対し、運転結果118.2t/hが達成できていることを記録により確認した。

発電性能に関しては適切な試験が行われ、必要な仕様を満足していると判断する。

(10) 低質ごみ、低負荷時の助燃について確認した。

特記仕様書には、「低質ごみにおいて、定格焼却能力の85%以上の運転では（都市ガスを使用した）助燃の必要がないよう設計する。」と記載されている。一方、試運転成績書を確認したところ、試運転時のごみ熱量が10,077kJ/kgに対して定格焼却能力の70%以上で助燃なく焼却したことを確認している。

ごみ熱量10,077kJ/kgは基準ごみ(10,200kJ/kg)に近く、低質ごみ(7,100

kJ/kg) ではない。特記仕様書では、熱量の低い低質ごみに対しても燃焼を助ける補助燃料が不要であることを規定しているのであるから、やはり仕様通りに低質ごみ相当の試験を行うべきであると判断する。今回は低質ごみ相当が得られなかったので、基準ごみの 70%負荷で検証した。その結果が低質ごみに対する仕様を満足していることを換算から確認した。

特記仕様書では「設計する」という表現となっており本件は保証性能ではないが、助燃の有無は燃料代の増加にもつながる可能性のあることであり、判定をもう少し明確にすべきと判断する。

(11) 特記仕様書の公害防止条件を満足しているか測定記録を確認した。

以下の項目を確認した。全て 9 月 11 日の性能試験（定格運転）時に測定した結果である。

- ・ 大気汚染関連：ばいじん、塩化水素、いおう酸化物、窒素酸化物、水銀、ダイオキシン類
- ・ 放流水
- ・ 騒音、振動
- ・ 悪臭

いずれも仕様の数値を満足しており、公害防止条件の順守は適切であると判断する。

(12) 基準水質を満たさない際の放水の処置について確認した。

特記仕様書には「放流水の pH 値が設定値を超える場合は、放流ポンプを停止するインターロックとする。」と記載されている。一方、実際はポンプを停止せずに、ポンプ出口にある弁を放流側から場内処理設備に再度戻す系統に切り替えて放流させないようにしている。実際に施工された方法の方が連続的運用できて優れていると判断される。

今後の計画では、特記仕様書の内容を今回の現状に合わせて改訂しては如何であろうか。

(13) 騒音、振動に関する配置への配慮について、特記仕様書の機器の配置及び点検スペース等の箇所には、極力、民家のある工場北側への配置を避けることと記載されている。この点について確認した。

工場施設の中では空冷復水器が屋外に設置され、また大きなファンがある

ことから、騒音源となる可能性がある。従って本施設では空冷復水器は南側に設置するように配慮されている。また振動の大きなタービン発電機は独立基礎上に設置されており、建築物とは縁を切っている。

騒音、振動に対する配慮は適切になされている。

(14) 配管・ダクトの耐震防振対策について確認した。

設備機器と配管等の接続及び槽類と配管との接続については、設計計算書の技術評価の箇所で接続方法についての対策を示している。実際に実施されていることを現地にて確認した。

2.3 積算分野資料の調査

(1) 契約金額の変更の有無を確認した。

契約金額は3回変更しており、一点は土壌汚染対策に関するものである。工事の進捗により指定区域内での工事を行ったため、進捗に合わせた設計変更となっており平成26年、平成27年および平成29年の3回に分けて変更を行っている。もう一点は材料費を物価上昇に合わせ東京二十三区清掃一部事務組合で規定したスライド方式により変更している。

変更理由については理解できる内容である。

(2) 積算書の内容と竣工結果の相違の有無を確認した。

積算書の内容と竣工結果について相違の発生したものがなかったか確認した。結果として変更はなく、積算書通りの工事となったとのことである。

なお前項のように、プラント機械の一部については積算書の中で物価上昇補正をスライド方式により平成26年10月に行っている。

2.4 施工分野の調査

(1) ごみ受け入れ設備、焼却設備、ボイラ、発電設備を中心にプラント機械に関わる施工状況、完成状況を確認した。

まず全体としてゆったりとしたスペースが確保できている設備と感じた。この点に関しては特記仕様書に点検スペースの確保として記載があるが、今回確認した範囲では、今後維持管理をする上で十分なスペースが確保されていると判断する。また、ボイラの過熱管は将来交換の可能性ある部品である

が、過熱管の引き抜きスペースも十分確保されていることを確認した。
また、配管やダクトの耐震対策についても実際の施工状況を確認した。

プラント機械に関する施工に関しては、非常に満足のいく状態にあると判断する。

(2) 見学者に対する配慮を確認した。

本施設は見学者に対する配慮が各所になされている。見学者は焼却炉の燃焼状態が見学専用の炉内見学窓を通して実際に見ることができる。また焼却炉やボイラは高さがあるため、通常は全高にわたり見ることができないが、本設備では見学用エレベータに乗れば上下にわたり 20m 以上の構造物を上から下まで見ることができる。また見学者自身が廃棄物になったつもりで映像に入り込み、ごみ処理の過程が分かる映像装置があるなど、様々な工夫が見られる。

本設備は、今まで以上にごみ処理を身近に感じられるような工夫が随所にみられ、ごみ処理施設のイメージを塗り替える施設である。

第3章 総合評価

特記仕様書、実施設計図書、積算資料および施工状況を中心に技術調査を行った。これらの調査を通し特に大きな指摘事項はない。以下、今回の技術調査で気が付いた点を列記する。

- (1) ごみ焼却、公害防止条件、および排熱利用について重要な使用材料や試験成績を重点的に確認した。全体として特に大きな問題はなく、仕様を満足していることを確認した。
- (2) 放流装置のインターロックに関し、特記仕様書の内容と一部実施状況が異なる箇所が見受けられた。本文で指摘した点を再検討頂き、今後は特記仕様書を改訂するか、あるいは特記仕様書を逸脱しない方法で施工するか御検討頂きたい。
- (3) 主要図面集に作成者の印、及び承諾者の印がない図面が複数枚見受けられた。主要図面集は施工時の重要な図書である。今後は図面管理について更なる配慮をすべきと判断する。
- (4) 積算については、施工段階での変更は無いことを確認した。
- (5) 総じて質の高い設計・施工を行っている判断する。今までの技術の蓄積を活かした素晴らしいごみ清掃工場が完成した。ごみを処理するだけでなく、有効なエネルギー利用にも貢献する施設と判断する。今回の実績を是非次の建設工事に活かして頂きたい。

むすび

今回の工事調査はサンプリング調査により実施したもので、調査範囲から得られた結果に基づいて判断を示した。したがって、今回の調査目的以外についても同様な自主点検を行うことを要望する。

また、今回の建設工事の貴重な経験を是非とも蓄積され、今後の清掃工場建設工事に反映させて頂きたい。

以上