

平成 27 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 28 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	-----	8
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	-----	11
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) 登録 No. 24446 工学博士	印
-----	------	-----------------------------------	---

部門統括技術士

建設委員長	岡 孝夫	技術士(建設部門) 登録 No. 16663	印
-------	------	---------------------------	---

担当技術士	森 豊	技術士(機械部門) 登録 No. 57642 工学博士	印
-------	-----	-----------------------------------	---

NPO 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/FAX 03-3403-2325

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27年11月30日(月)

1.3 調査場所 杉並清掃工場建替工事現場事務所1階会議室及び現地

### 1.4 出席者

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)

建設部建設課 工場建設第三係 依藤 正輝 (機械)

建設部建設課 建設調整係 半澤 剛 (機械)

監査事務局長 林 英彦

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

- 9時55分：工事の概要説明
- 10時15分：書類調査
- 12時00分：休憩
- 13時10分：技術審査及び質疑
- 14時30分：質疑終了
- 14時30分：現場状況の確認
- 15時10分：休憩
- 15時25分：講評
- 15時50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 26,355,000,000円（契約変更金額27,932,275,200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

ごみ焼却設備 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) 新工場の旧工場との相違、特徴、及び技術的ポイントについて確認した。

旧工場は300t/h×3炉であったが、新工場では300t/h×2炉となっている。旧工場では炉の定期整備中も工場内で同一ごみ量进行处理する必要があったため予備1炉を含めて3炉必要であったが、現在は、炉の整備中には清掃一組の別工場に振り分けて処理できるので2炉としている。また旧工場にも発電設備はあったが、同一ごみ量にもかかわらず（発熱量も高くなっている）発電出力は旧工場の4倍となっている。発電効率は24.4%で清掃一組の施設の中では最高効率である。

新工場では、マンションが敷地前にあることから、北東部及び西側には人工地盤を設け、清掃車の騒音をできるだけ抑えるように配慮している。周囲には600mのウォーキングロードを整備し、また電気自動車の充電設備も付設する計画である。その他、太陽光パネルによる自然エネルギーの利用や緑化を特徴としている。

このように新工場建替にあたっては、施設規模の見直しや、エネルギーの有効利用、そして地域への配慮が行われている。

- (2) 特記仕様書に「既存煙突外筒等は再使用する。」と記載されているがプラント機械について、その他に再使用するものがあるのか確認した。

非常時（断水時）にごみ焼却設備を運転するために必要な水は井水を使用する。このために既存の深井戸を継続使用するが、井戸のケーシング（長さ約100m、鋼材製）については再利用が可能であれば再利用することである。再利用できるものは無駄に廃棄しないという考えは適切である。

- (3) 杉並清掃工場の使用年数は何年を目標としているか確認した。またこの目標に準じて機器を選定しているか確認した。

現段階では25～30年を目標として機器を選定している、それ以上延命化を図るかは今後の検討課題である。なお機器については「5年毎に寿命診断を行い寿命を判断していく」との説明であり、長寿命化、延命化に対して配慮されていることは良好である。

- (4) プラント機械に関して、今までに設計変更はあったか、また、契約金額の変

更があったかを確認した。

飛灰搬出設備に関し、現在、別途の灰溶融炉設備が休止のため、飛灰積出貯槽コンベヤ、飛灰積出貯槽、飛灰積出コンベヤ及び飛灰積込装置を設置しないことになった。この部分については減額対象として所定の手続きをとっている。設計変更に対して手続きは適切に行われている。

- (5) プラント機械単体の工場検査・試験が適切に行われているかの確認として、一例としてストーカ駆動装置（油圧発生装置を用いてごみの乾燥・燃焼・後燃焼装置を駆動させる装置）の検査・試験結果を確認した。

検査・試験は的確に実施されており、記録が整理されていることを確認した。

- (6) 特記仕様書には、詳細に施工のかしの対象とかし担保期間、また、かしの判定方法が記載されている。どのようにしてかし担保期間と判定方法を決めたのか確認した。

清掃一組では、通常、瑕疵（かし）担保期間は引渡し後3年、その中で可動部は2年としている。その他、特例的なものは実績から期間を決め、期間は適宜見直しを行っている。瑕疵の判定方法についても実績から決めているが、そのような方法で今まで特に問題となったことはないとのことである。基本線をまず決め、実績から適時見直しを行っていく方法は適切と判断する。

なお、ボイラ設備（ボイラ本体）についての瑕疵判定基準に「性能に著しい低下が認められた場合」という定性的な判断基準が記載されている。耐火レンガや火格子等の重要部品の瑕疵判断基準には、具体的で定量的な評価基準（例えば「損耗量が50mmを超えた場合」や「重量の減少量が12%を超えた場合」等）が記載されている。ボイラの過熱管は非常に重要な部品である。

高温高圧蒸気下（400℃、4MPa）の厳しい条件で使用する過熱管は、清掃一組では平成13年度から数箇所の清掃工場で使用しているとのことで、判断基準に対する実績も揃いつつあると判断する。重要な部品であるが故に曖昧な表現でなく、「著しい低下」の具体的な判断基準を実績に基づきそろそろ策定すべきことを推奨する。



- (7) 清掃工場では、ごみの保有するエネルギーを有効利用して発電機の出力をできるだけ大きくするだけでなく、場内の補機の所要動力を低減することも重要である。今回は高効率モータ、ポンプ、コンプレッサ、熱源機を使用しているとのことであるが、具体的にはどの機器にどのような対策を講じているのか確認した。

誘引ファン(520kW)には高圧インバータを採用、押込ファン(75kW)には低圧インバータを採用、コンプレッサはインバータ式を採用、その他の大容量モータには高効率モータを採用している。また、小容量(3.5kW)ではあるがごみクレーンにはサーボモータを使用し約90%の電力削減が可能となったとの説明である。省エネルギーに対し入念に配慮されている。

- (8) ごみ性状は清掃工場の機器仕様を決める上の基本データである。また長期に亘っては変化するものである。どのようにして決めたのか、将来はどのように変化すると予測し仕様に反映しているのか確認した。

ごみ性状は、杉並清掃工場に持ち込まれるごみのサンプリングを行い、杉並工場独自の値として決めた。その結果を特記仕様書に、低質ごみ、基準ごみ及び高質ごみの各数値として記載されている。ごみ性状の長期的な変化の予測については、施策にも影響されるので予測が困難であり通常は考慮していないとのことである。

ごみ収集方法によってごみ性状は影響を受けるので将来を考慮したごみ性状の決め方は確かに難しいように感じる。ごみ性状の決め方としては現状の方法にならざるを得ないと判断する。

- (9) 大気汚染防止に関する排ガス条件は国の基準より厳しい値になっている。この数値の決め方、根拠について確認した。

清掃事業を東京都が行っていた平成8年より現在の基準値となっている。事業主体が清掃一組となった現在でも、当時の基準を準拠した独自の基準として設定し、それに則っているとの説明である。なお、特記仕様書には「排ガスの条件は、大気汚染防止法、環境確保条例、及び独自基準値(表記)による」と記載されており、全ての中で最も厳しい値を適用することになっている。

自主的に厳しい基準を設けており、環境に対する配慮は適切である。

- (10) プラント機器の構成について、1 炉停止時の対応、及び全炉停止期間の短縮化についてどのような対策を講じたか確認した。

基本的に 1 炉 1 系列とする考え方を採用し、焼却炉へのごみ投入から、焼却、灰の排出まで 1 系列としているので、万一、1 系列が停止しても残りの 1 系列は稼働できる機器構成となっている。(但し、ごみクレーンと灰クレーンは共通として 2 基 (うち 1 基は予備))

例えば焼却炉 2 炉に対して灰コンベヤを 1 系統とすると、設備費は削減できるが、万一、灰コンベヤが停止すると焼却炉は 2 炉とも使用できなくなる。そのような経験を踏まえて 1 炉 1 系列にしていることは、焼却設備の安定使用の点からも好ましく、配慮は適切である。

- (11) 特記仕様書には、配管の水圧試験圧力は「最高使用圧力の 1.5 倍の圧力」と記載しているが、気密試験については試験圧力を記載していない。一方、発電設備が準拠すべき電気事業法では、気密試験の試験圧力は最高使用圧力の 1.25 倍と規定している。なぜ気密試験圧力を記載しないのか確認した。

例えば、発電設備でない箇所は都条例を準拠し、気密試験の圧力は最高使用圧力の 1.1 倍としている。箇所毎に適用規格が異なるので気密試験については試験圧力を記載しないとの説明を受けた。

しかしながら、水圧試験の試験圧力のみを記載し、気密試験の試験圧力を記載しないと、規定がないとの誤解も与えるので、今後は、例えば「気密試験の試験圧力については、各適用法規や基準に準ずること」と追記した方が間違いないと判断する。

- (12) 特記仕様書の汚水処理施設の放流装置の箇所に「放流水の pH 値が、設定値を超える場合には、放流ポンプを停止するインターロックとする。」と記載している。設定値を超える場合は場外へ放流しない重要なインターロックであるが、実際にはポンプを停止しただけでは流れは停止できず、ポンプの吐出弁を閉止する必要がある。この点を確認した。

実施図書を確認したところ、実際には吐出弁を閉止するインターロックも講じられていた。重要なインターロックであるので、今後は「放流水の pH 値が、設定値を超える場合には、放流ポンプを停止するとともにポンプの吐出弁を全閉とするインターロックとする。」とすべきである。

- (13) 特記仕様書の誘引ファンの箇所には容量として「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。一方、押込ファンについては容量として「風量は最大必要風量の 1.1 倍以上」との規定はあるが、誘引ファンで規定しているような圧力の規定がない。この理由を確認した。

両者の記載内容に相違があるのは、当初引用していた指針が異なることによるとの説明であった。しかしながら、特記仕様書には必要十分なことをできるだけ統一して記載した方が分かりやすく間違いが起きにくい。今後は、誘引ファンや押込ファンのように比較的大型のファンについては、特記仕様書への記載内容を統一すべきと判断する。

- (14) 特記仕様書に、「スートブロワ、槌打装置からの蒸気噴射によるボイラチューブの減肉、腐食等に対し、耐熱・耐食材料等による損耗防止対策措置を考慮する。」と記載している。具体的にはどのような対策を講じているか確認した。

請負者作成の提案書に詳細な検討結果が記載されており、それにより説明を受けた。蒸気噴射によるボイラチューブの減肉、腐食に対してはチューブの管径によってプロテクタを使用したり、チューブへの耐食肉盛を行っている。併せて想定減肉速度や寿命予測を行っており、適切かつ入念な検討と対策を講じている。

- (15) 特記仕様書の計装一覧表の蒸気タービン発電機の箇所に、発電に対して最も重要な「発電出力」の項目がない。この表は（参考）と但し書きが付記されているものの、重要な「発電出力」の記載がない理由を確認した。

この一覧表は警報関連の計装信号を示すことが目的の表との説明であったが、そうであれば表題は「計装一覧表（警報関係）」としたほうが分かり易い。

## 2.2 実施設計図書の調査

- (1) 設計計算書の熱収支表には、外気温度 35℃、外気温度 20℃、外気温度 10℃・4℃に対する表がある。一方、用役収支表については、夏季 20℃、冬季 10℃・4℃の表のみである。この表記法と数値の整合性について確認した。

用役収支表について夏季が 20℃ということと、35℃についての記載が不要な理由について疑問は残るが、この方法は、清掃一組の従来からの方法によるものであり、その旨が文書化された資料の説明を受け了解した。

- (2) タービン排気圧力は、タービン入口温度・圧力及びタービン蒸気流量とともにタービン発電機の出力を決める重要な要素である。特記仕様書には、「タービン排気圧力はタービン最大出力時、空気温度 35℃においてタービン排気圧力 24.5kPa(abs)以下、17℃（年平均気温）以上において 14.7kPa(abs)以下とする。」と記載されている。

一方、設計計算書では 2 炉使用時の 35℃のタービン排気圧力は 24.5kPa(abs)と記載されていて、確かに特記仕様書の値を満足している。しかしながら、設計計算書には 20℃の排気圧力の記載はあるが、特記仕様書で規定の 17℃の値の記載がない。設計計算書の数値は特記仕様書の仕様を満足しているか確認した。

設計計算書に記載の「20℃の時に排気圧力は 14.7kPa(abs)」であれば、空気温度が低くなるほど排気圧力は低下するので、必然的に「17℃以上において 14.7(abs)以下」を満足するとの説明があった。年平均気温という代表値に対して特記仕様書で 17℃の排気圧力を規定しているのであれば、設計計算書も年平均気温の時の排気圧力を記載したほうが理解しやすいのはいいか。今後は記載方法を検討頂きたい。

- (3) 主要図面集には作成者の印、及び承諾印の全てが全く無い図面が 20 枚近くあった。図面管理の手続きについて確認した。

承諾印のない図面は、変更途中の図面との説明を受けた。ただしこれらの図面も縮小版にして担当者は日々使用しているとのことである。変更版でありながら図番に変更番号を付記したり変更履歴を明示しないと、変更前の図面か最新図か分からなくなり間違いの元となる可能性がある。図面を変更したら図番を変えて変更履歴を明示し、かつ作成者と承諾者の印のついた図面を使用するのは ISO でも決められた方法であり、今後は厳守すべき内容と考える。

- (4) 特記仕様書には、焼却炉の耐火物には炭化珪素質レンガ（SiC90 相当）を使用する、と記載されている。一方、主要図面集には同材料は SiC85 と記載されている。SiC85 が「SiC90 相当」に該当するかを確認した。

請負者作成の「耐火物築炉 仕様比較表」の提示を受け、その文面から SiC85 は「SiC90 相当」であることを確認した。特記仕様書に SiC85 または SiC90 と記載すれば第 3 者が見ても明瞭であり、今後は特記仕様書にこのような記載ができないものか検討をお願いしたい。

- (5) ボイラ本体の過熱器管は高温高压の非常に過酷な使用環境で使用される部品である。従って材料の選定は注意して行うべきものである。特記仕様書には特に材料の指定がないが、主要図面集では同材料として STB340-S と QSX5 を使用している。この材料が適切と判断した根拠を確認した。

どちらの材料も、同一使用環境のボイラ過熱管として、メーカーのノウハウがあることと、清掃一組で実績のある材料であることから適切な材料と判断したとのことである。なお STB340-S は JIS で規定されたボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管無継目管であり、また QSX5 は高効率廃棄物発電の過熱器管材料として材料メーカー、プラントメーカーおよび清掃一組等の協力により開発されたもので今回の使用条件に適した材料と判断する。

## 2.3 積算分野資料の調査

- (1) プラント機械に対する積算の基本的手順を確認した。

具体的には、最近建設した同一形式のごみ焼却設備の実績値と比較して価格の妥当性評価を行ったとのことである。

汎用品について物価本等に公表されている価格との比較をしたか確認したが、性能発注ということからこのような単品について個別の価格評価は行っていない。

清掃一組では清掃工場のプラント機械の積算手順を確立している。今回の建替工事に対しても「杉並清掃工場建替工事の積算方法について」という資料を作成し、それに基づいて積算を行っている。個別機器の積み上げは行っていないが、確立した手法の元に積算を行っており、現状ではほぼ適切な方法と考えられる。

## 2.4 施工分野の調査

- (1) プラント機械に関する工事の進捗状況（遅れ、進み、その理由）を確認した。

11 月末現在、工事全体として 21.87%の総合実績出来高で予定出来高の

24.95%に対して若干遅れている。この原因は解体工事が遅れたことによることである。現在、地下の機器を据付始めたところであり、今後この遅れを挽回したいとのことである。

- (2) 前述のようにプラント機器はまだ据付が始まったばかりである。そのような状況のため施工分野の現地調査は今回できなかったが、工事に関わる「建設業の許可証」「労災保険関係成立」などの看板は見やすい位置に表示されていることを確認した。

### 第3章 総合評価

プラント機械については、ようやく機器の据付が始まった段階である。したがって特記仕様書、実施設計図書および積算資料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) 的確な設計により、清掃一組の清掃工場の中で発電効率が最高で最新鋭のごみ清掃工場の建設が着々と進んでいる。
- (2) 特記仕様書には必要十分な内容が網羅されているが、第3者が間違いのない判断をするためには、もう少し分かり易い表記とした方が良い箇所が何点か見受けられた。今後の改善を期待する。
- (3) 特記仕様書の記載内容と設計計算書の表現方法が異なるため、設計計算書の結果が特記仕様書を満足しているか判断しにくい箇所があった。比較対応が容易にできるよう、設計計算書の表記方法を工夫することを望む。
- (4) 主要図面集に作成者の印、及び承諾者の印がない図面が20枚近くあるのは改善を要する。また図面変更がありながら変更番号や変更履歴のないのも間違いの元となるので改善すべきである。
- (5) 積算については、全体額を実績と比較評価しているが、手法は明確化されており、現状では適切な方法と考える。
- (6) 総じて質の高い設計を行っているとは判断する。今後の新工場建設に向け、建設時及び竣工後の課題抽出とフィードバックを実施頂き、一層素晴らしい清掃工場の建設を推進して頂きたい。

#### 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