

1-2-3 湯島ポンプ所における非常用発電設備設置事例について

建設部 設備設計課 中川 裕太

1. はじめに

当局では、非常用電源確保のため、各センター及びポンプ所へ非常用発電設備（ガスタービン発電機、ディーゼル発電機）の整備を進めている。

湯島ポンプ所は所内敷地が非常に狭く、これまで非常用発電設備を設置できなかった。しかし、平成 23 年に発生した東日本大震災では、東京都内でも計画停電が実施され、下水処理施設など、重要インフラの非常用電源確保の重要性が、改めて認識された。

このため、湯島ポンプ所への非常用発電設備の設置再検討が実施され、運用実態等を鑑み、特高受変電設備を高圧受変電設備へ再構築することで、非常用発電設備を設置する種地を確保する整備計画が立案された。

平成 27 年度より、湯島ポンプ所内の受変電設備等の電気設備再構築工事が順次施行され、令和 2 年度までに非常用発電設備の設置スペースを確保できる見通しが立ったため、当設備設計課において、令和元年度、及び 2 年度に発電設備工事を起工した。本稿では、非常用発電機を設置するにあたり、発電機室等を構築する建設工事と競合する部分について調整を行ったので、報告する。

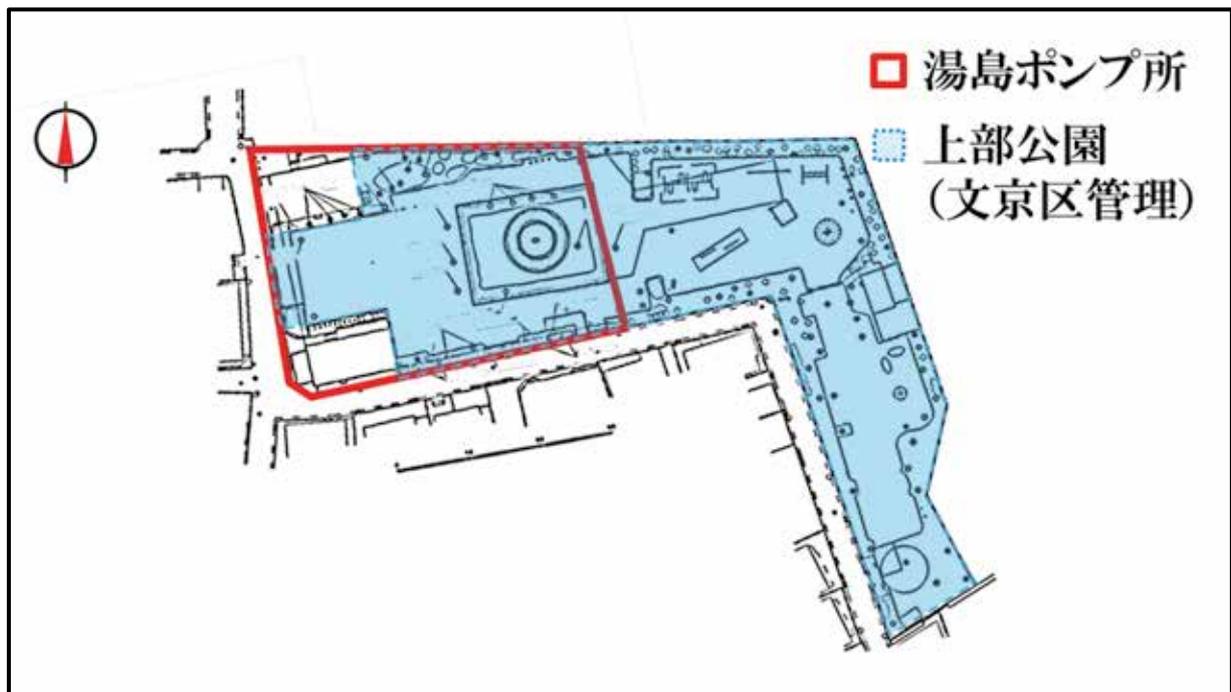


図 1 湯島ポンプ所一般平面図

2. 非常用発電設備が設置できるまで

湯島ポンプ所は、施設のほとんどが地下に埋設されており、地上部には文京区により公園（切通し公園）が整備されている（図 1 参照。地上部の敷地は当局所有）。このため、ポンプ所地下施設を拡張して、発電機用のスペースを確保することは非常に困難であった。また、公園の敷地内に発電機用の建屋を新たに建造することは、都市公園法（都市公園法

第4条 都市公園に公園施設として設けられる建築物（建築基準法（昭和二十五年法律第二百一十号）第二条第一号に規定する建築物をいう。以下同じ。）の建築面積（国立公園又は国定公園の施設たる建築物の建築面積を除く。以下同じ。）の総計の当該都市公園の敷地面積に対する割合は、百分の二を参酌して当該都市公園を設置する地方公共団体の条例で定める割合（国の設置に係る都市公園にあつては、百分の二）を超えてはならない。）により規制されている。

上記の理由により、湯島ポンプ所における非常用発電設備の設置には、ポンプ所内設備の小型化や集約をすることでスペースを確保することが求められた。

様々な検討の結果、設置スペースを確保する方法として、所内の特高受変電設備を省スペースな高圧受変電設備に変更する施策が採用された。

需要家が電力会社から供給を受けるために設置する受変電設備の仕様は、各施設の設備容量に依存する。具体的には設備容量 50～2,000kW までは高圧受変電設備、2,000kW を超える場合には特高受変電設備を設置しなければならない。

湯島ポンプ所の設備容量は、2,270kW（余裕分含む）であるため、建築当時（昭和44年）には、特高受変電設備を設置している。

一方、現状の運用実態に合わせ、余裕分を除いて再検討した設備容量は、1,830kW である。この条件だと、2,000kW 以下になるため、高圧受変電設備の設置で十分である。

このため、湯島ポンプ所の設備容量については、運用実態に合わせた 1,830kW を採用することで、受変電設備の変更をすることとした。

具体的な効果として、特高受変電設備を高圧受変電設備に変更することで、設置面積にして、87%程度の省スペース化を図ることができる（図2）。施工前及び施工後それぞれの赤枠が実際の特高受変電設備及び高圧受変電設備を示している。明らかに設備の設置に要する敷地が大幅に縮小できていることが分かる。

また、同時に所内の各電気室に配置されていた配電盤類の集約を行った結果、建屋内にT字型の空間を確保することが可能となった。この空間を利用し、発電機室として整備することとした。

発電設備の設置にあたり、発電機本体及び補機類に関しては当設備設計課、発電機室の改築及び、建築付帯設備の施工については土木設計課により設計している。

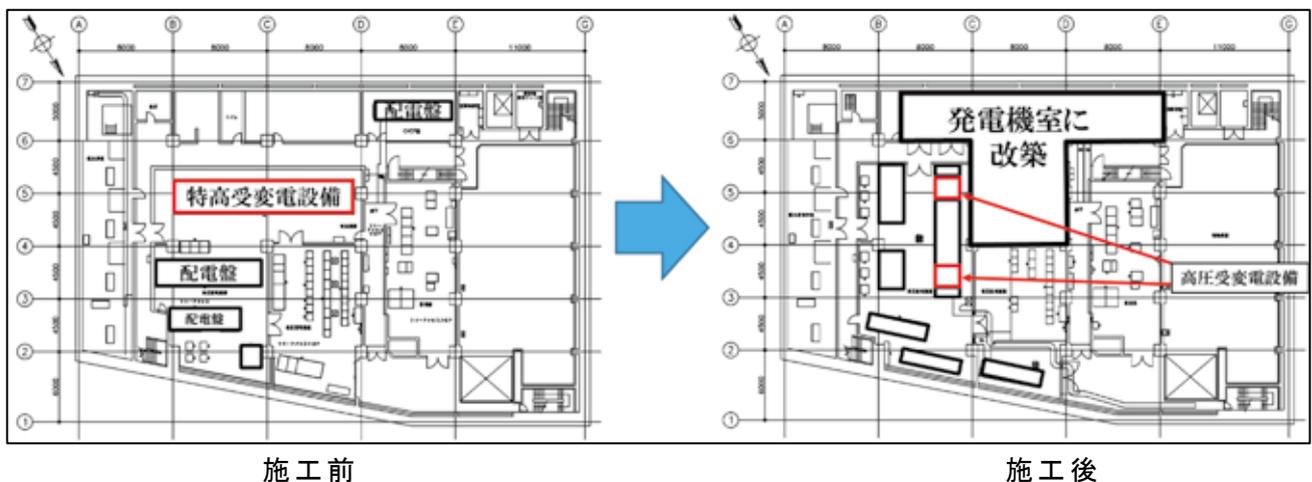


図2 湯島ポンプ所地下1階 再構築工事施工前後

なお、非常用発電設備の設置完了は令和5年中を予定しており、それまでの期間は、移

動用電源車（平成 28 年度運用開始）によりバックアップ電源の確保を行っている（図 3）。

移動用電源車は、当時、非常用発電設備が未設置だった湯島ポンプ所及び業平橋ポンプ所への非常用電源確保のため整備されている。平時は蔵前ポンプ所に停車しており、停電等の有事に際に、各ポンプ所へ出動して電源供給を行う体制をとっている。

発電容量は 400kW×2 台（ディーゼル発電）、約 2 時間の電源供給が可能である。

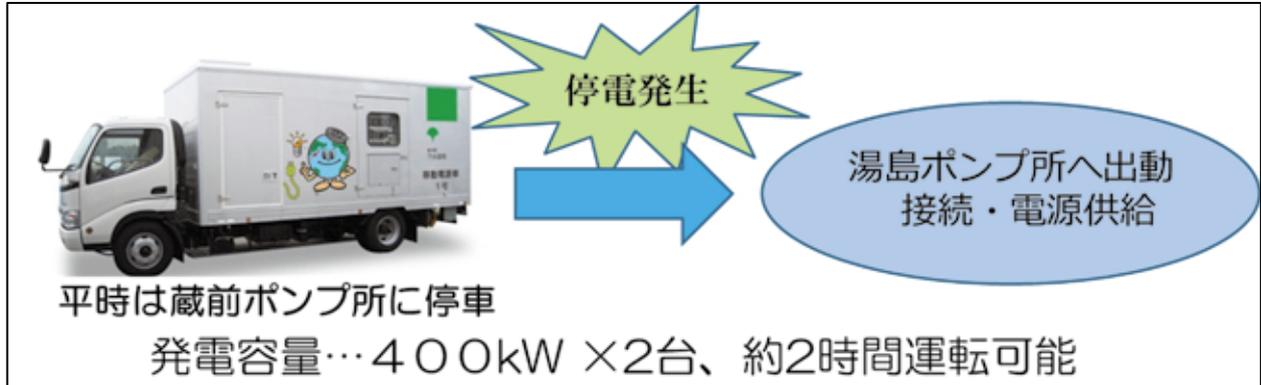


図 3 移動用電源車

3. 建築工事との調整事項

3.1 工事錯そう部分の取り扱いについて

非常用発電設備を設置するためには、発電機本体以外にも、躯体構造の補強や燃料タンク、吸排気口、消火設備の施工など、様々な付帯設備が必要になる。当局では、電気工事と建築工事の工事所掌について、概ね図 4 のとおりに取り決めている。

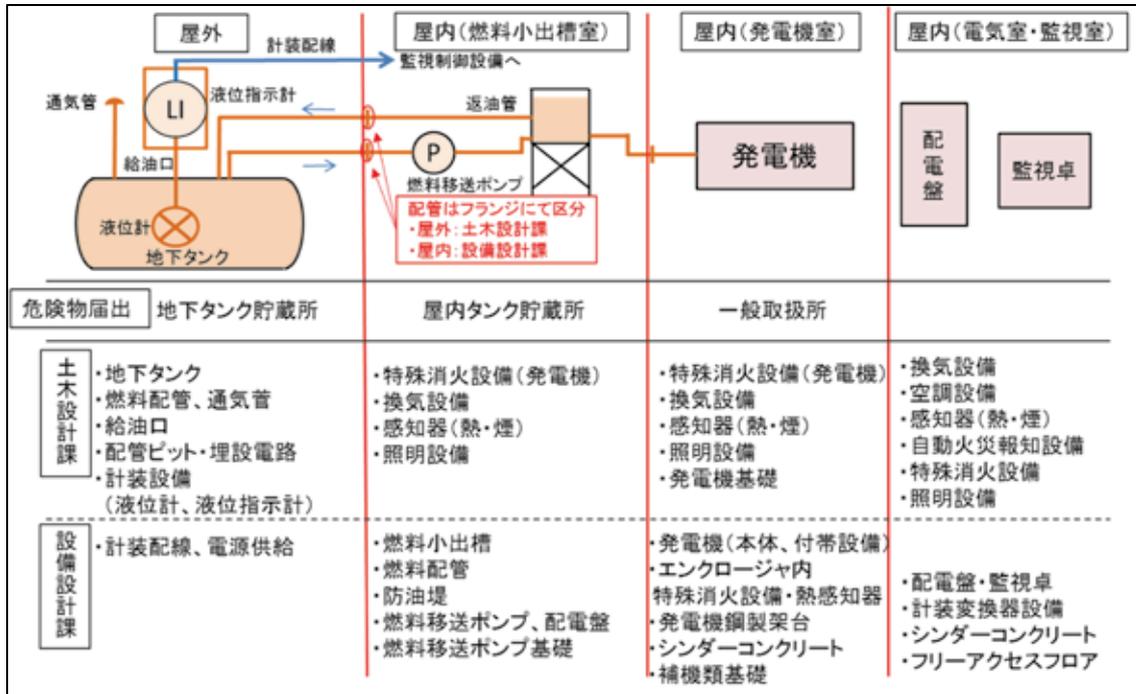


図 4 建築工事と電気工事の施工区分について

本稿では、上記以外に特に調整が必要だった事例について紹介する。

湯島ポンプ所内への発電機の据付は、地上部を掘削し、クレーンで吊り下ろして搬入する計画である（図 5 参照）。続いて給排気ダクト、発電機室天井の復旧、カルバート及び煙突築造へと続いていくが、ここで以下の課題が発生した。

給排気ダクトは本工事で施工し、天井復旧以降については建築工事で施工する予定となっていたが、給排気ダクトと天井の接合を本工事と建築工事のどちらで施工するのかを決める必要があった。

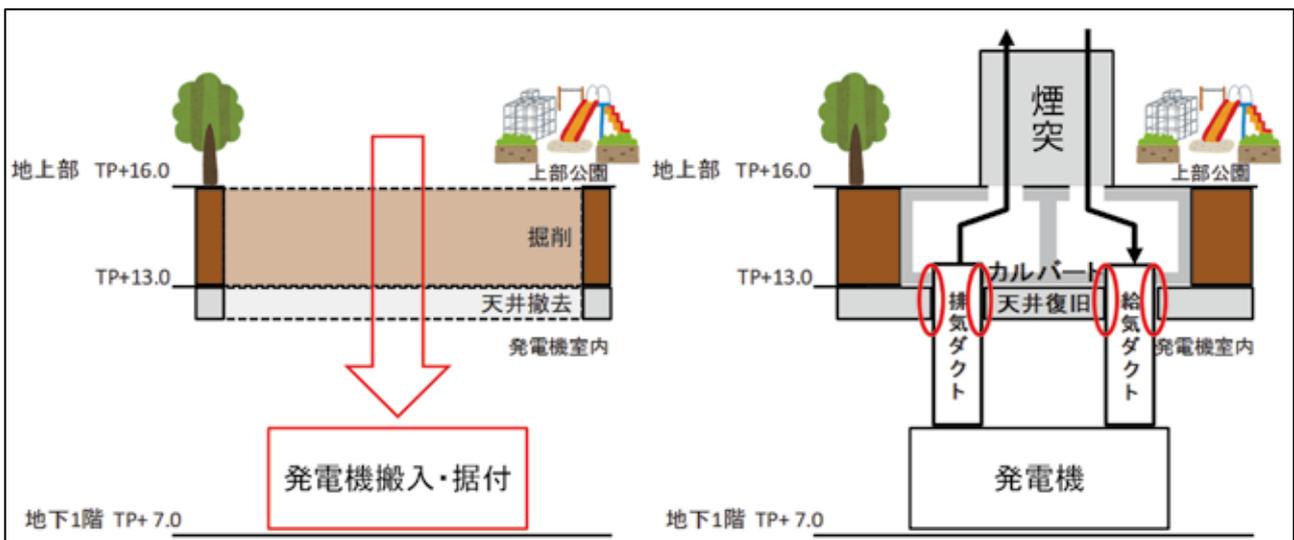
天井とダクトの接合を本工事で施工する場合、発電機の据付後、天井復旧までの期間、施工が停止する。また、建築工事側も、ダクトの据付が完了するまで、カルバートの築造を待つ必要が発生する。

加えて、据付完了後、発電機の試運転の際などに天井構造に異常が発生した場合、完了検査済みの天井構造に電気工事で手を加えるため、建築工事に調査や是正協力を依頼できなくなる可能性が発生する。

一方、天井とダクトの接合を建築工事で施工する場合、発電機とダクトを一体的に施工できる。また、建築工事も、天井復旧とカルバート築造の工程管理がスムーズに進められることから、上記と比較し、工期短縮が可能となる。

さらに、天井とダクトの据付完了後、発電機の試運転の際などに天井構造に異常が発生した場合にも、建築工事は天井構造とダクトの接合部分を合わせて完了検査することから、調査や是正協力を依頼しやすい。

以上のように、建築工事側で天井とダクトの据付を施工した方がメリットは大きいいため、建築工事側で施工を行う方針で決定した。



発電機搬入

天井復旧及び煙突築造

図5 非常用発電設備の据付断面ポンチ絵

3.2 発電機室躯体の耐荷重について

発電機の総機器重量は、付帯設備も含めるとかなりのボリュームになる。湯島ポンプ所の2000kW級の発電機の場合、80トンを超える見込みである。

そのため、躯体構造に与える影響も大きいことから、発電機室内の構造計算を建築工事で実施したところ、図6赤色部分の梁に補強が必要となることが判明した。

梁の補強は、袖壁を施工する方向で協議、検討を進めていたが、施工図面を突き合せたところ、袖壁と発電設備が近接するため、発電設備の据付に支障が出るということが判明した(図7)。

発電設備と袖壁の位置関係を図8当初案に示す。赤く示す箇所が発電設備と袖壁の離隔

である。上記のとおり、離隔が 300mm 程度しかなく、施工が非常に困難であることが分かる。

対して、改善策が図 8 改善案である。幸いなことに、発電設備上部の構造が凹型をしていたため、袖壁を僅かにずらして施工することで、離隔が確保（850mm 程度）できることが判明した。

袖壁の施工位置をずらす改善案について、建築工事で再度構造計算を行ったが、問題ないという判定が出たため、改善案の施工位置で袖壁の設置をすることとした。

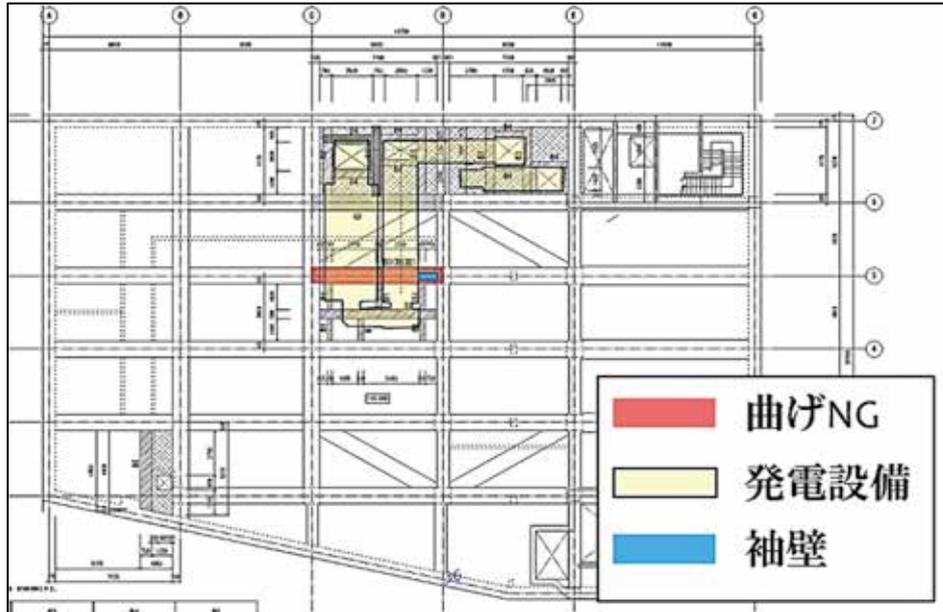


図 6 曲げ応力 NG 箇所と補強用袖壁 平面図

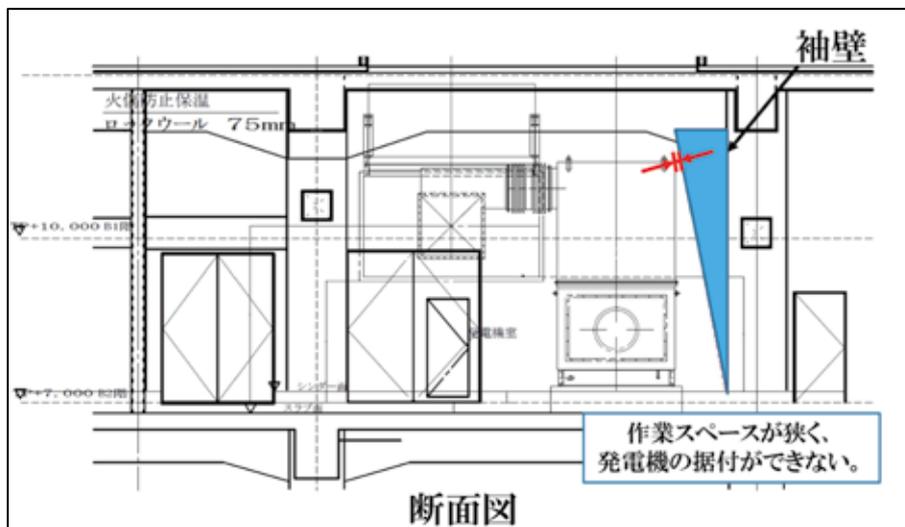


図 7 発電設備と袖壁 断面図

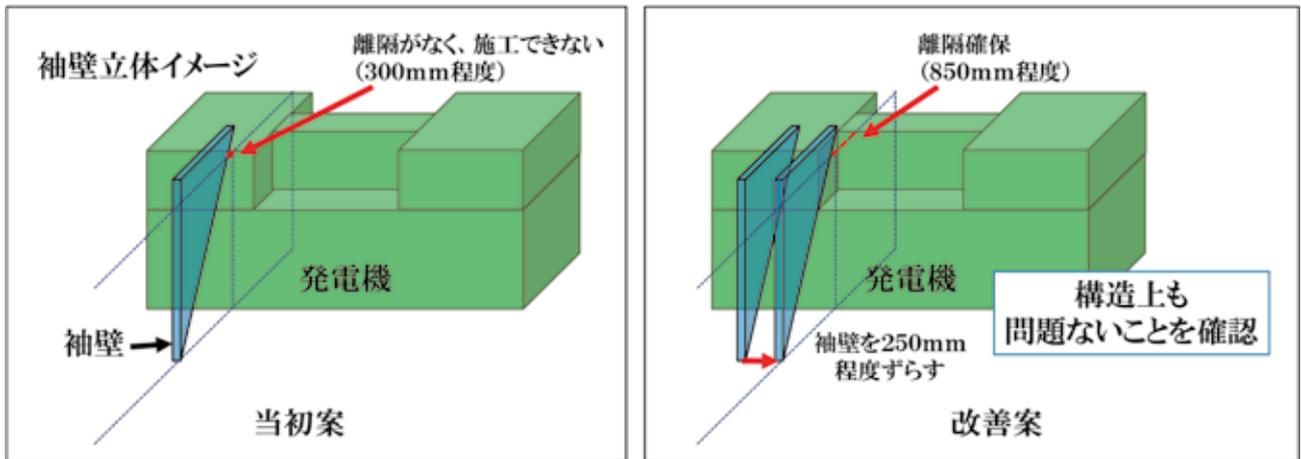


図 8 発電設備と袖壁の立体イメージ

3.3 屋外機器の騒音対策

湯島ポンプ所は第二種住居地域に施設されているため、「騒音規制法」及び「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」により、敷地境界線での騒音値の規制が極めて厳しい45dB以下に制限されている。(参考に、一般的に図書館の騒音レベルは40dB程度とされている。)

今回発電設備を導入するにあたり騒音対策が必要となるものは、発電機の給排気塔からの給排気音と、屋外装置の燃料移送用ポンプの駆動音の2つである。

設計上の機器配置を図9に示す。

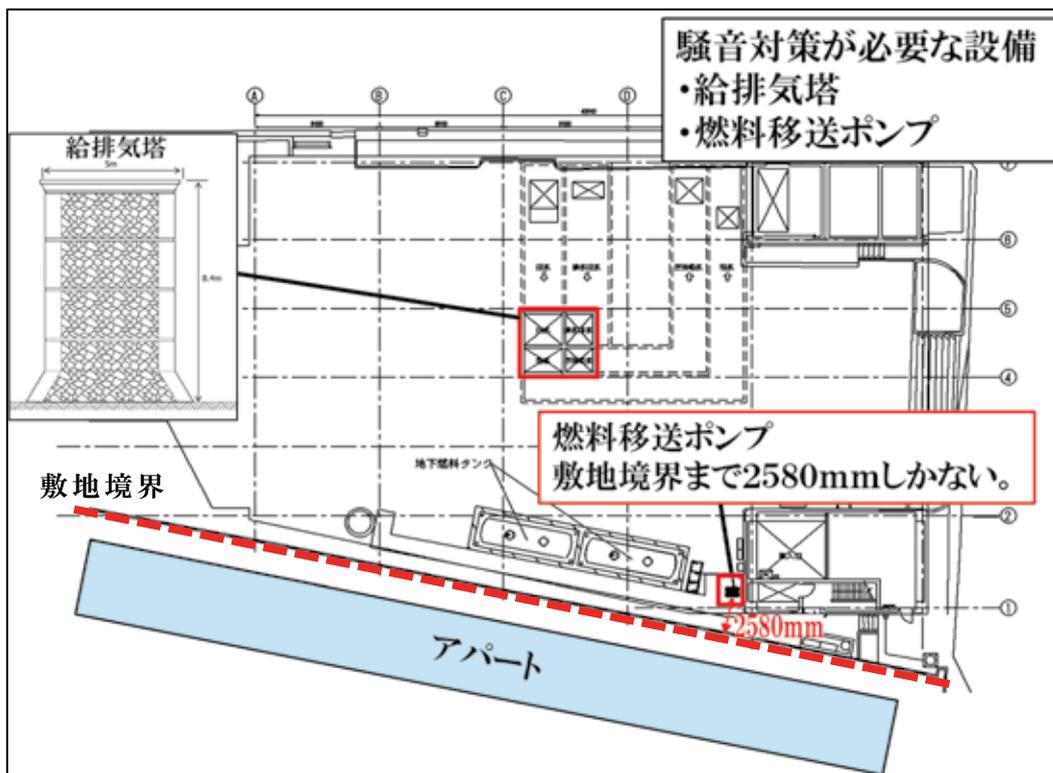


図 9 ポンプ所地上部 騒音対策が必要な屋外機器配置図

給排気塔は、敷地境界までの距離減衰が最も大きい、上部公園内中央付近に設置予定で

ある。

一方、燃料移送ポンプは燃料配管の経路を踏まえると敷地境界のすぐそばに設置しなければならず、騒音抑制の面からはかなり厳しい配置となる。

以下に各機器の騒音値と騒音値の計算式を記載する(図 10 右表が各機器の騒音値であり、左式 B に各値を代入する。)

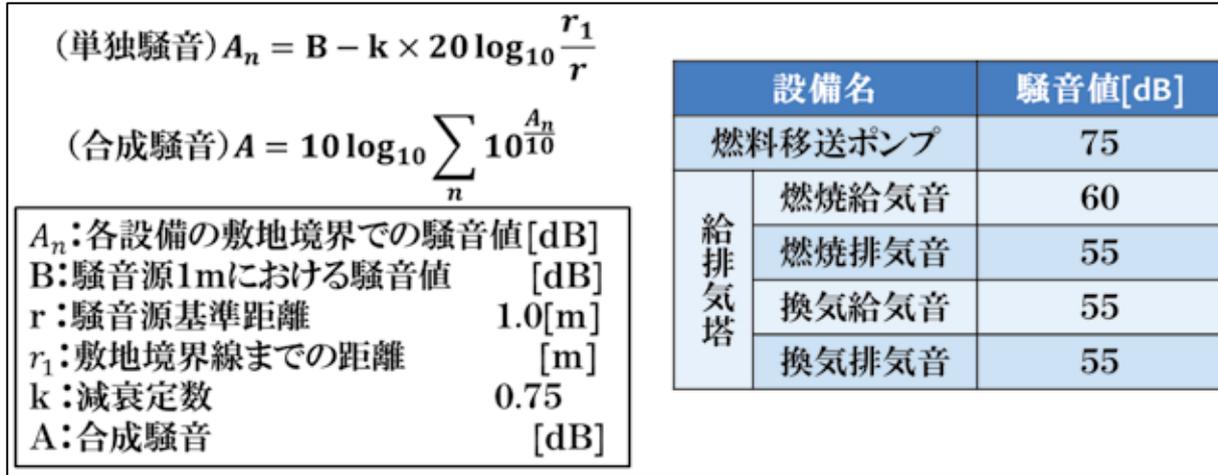


図 10 各機器の騒音値と計算式

図 10 の計算式に則り、給排気塔及び燃料移送ポンプの合成騒音を計算したところ、敷地境界での騒音値は 68.8dB となった。この結果は、第二種住居地域の騒音規制値を大幅に超過することから、対策を行う必要があった。

給排気塔から発される燃焼給排気音及び換気給排気音の騒音値については、距離減衰により敷地境界の合成騒音が規制値を下回ることから(敷地境界における給排気塔合成騒音 = 42.9dB)、ここでは燃料移送ポンプの駆動音の抑制について検討を行った。

当局で屋外設備の騒音対策をする際には、防音フェンスや防音箱の設置により対応を行っているが、本件についても同様に実施する。

防音フェンスについては、フェンス上空からの音の回り込みを考慮して、直線方向に 15dB 程度の低減効果が期待できるものを使用する予定であり、燃料移送ポンプの周囲全体を囲うように施工する(図 11 参照)。

また、防音箱は、内面にロックウールの吸音材を取付けたもので、ポンプ本体を防音箱内に収納することで駆動音の低減を図る(図 12 参照)。

上記の防音フェンスと防音箱を合わせて施工することで、給排気塔との合成音が 45dB 以下になる見込みである。

ただし、実際の設置状況によっては、建物からの反射音等により騒音値が規制値を上回る可能性があるため、設置後に実測を行い、必要な処置を検討する必要がある。

なお、アパート側以外の敷地境界線での騒音値についても、防音フェンスと防音箱の施工により規制値を下回ることを確認済みである。

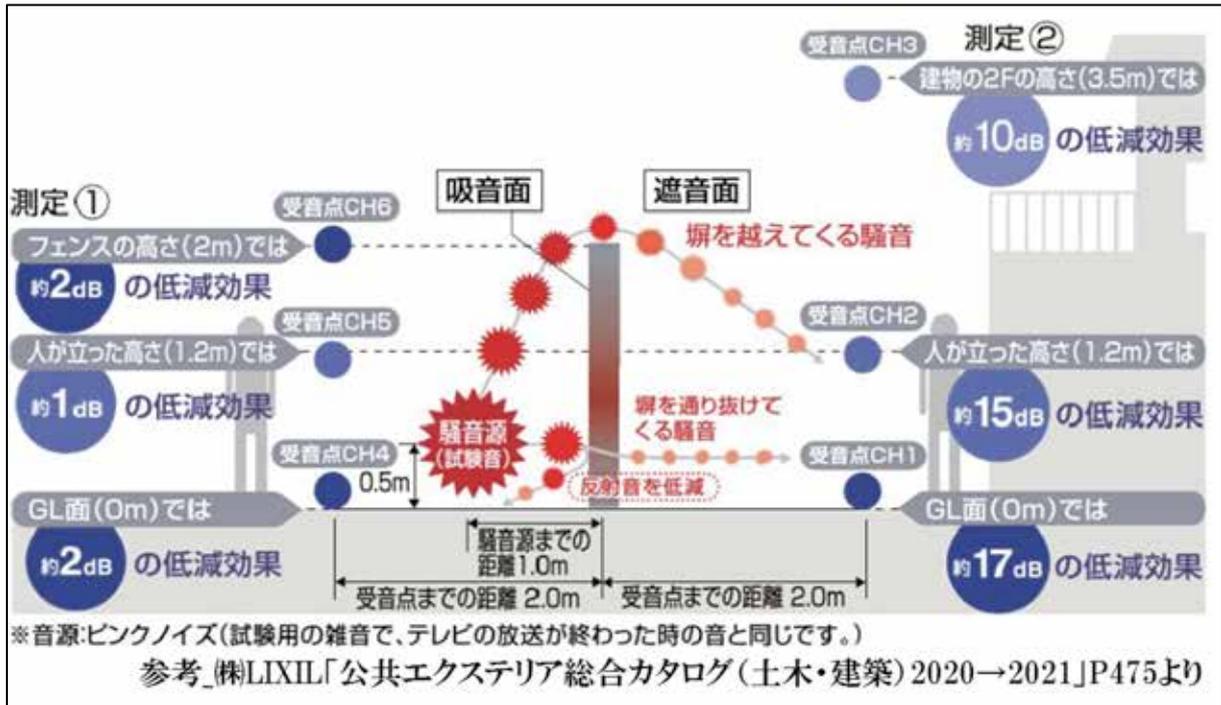


図 11 防音フェンスの騒音低減効果

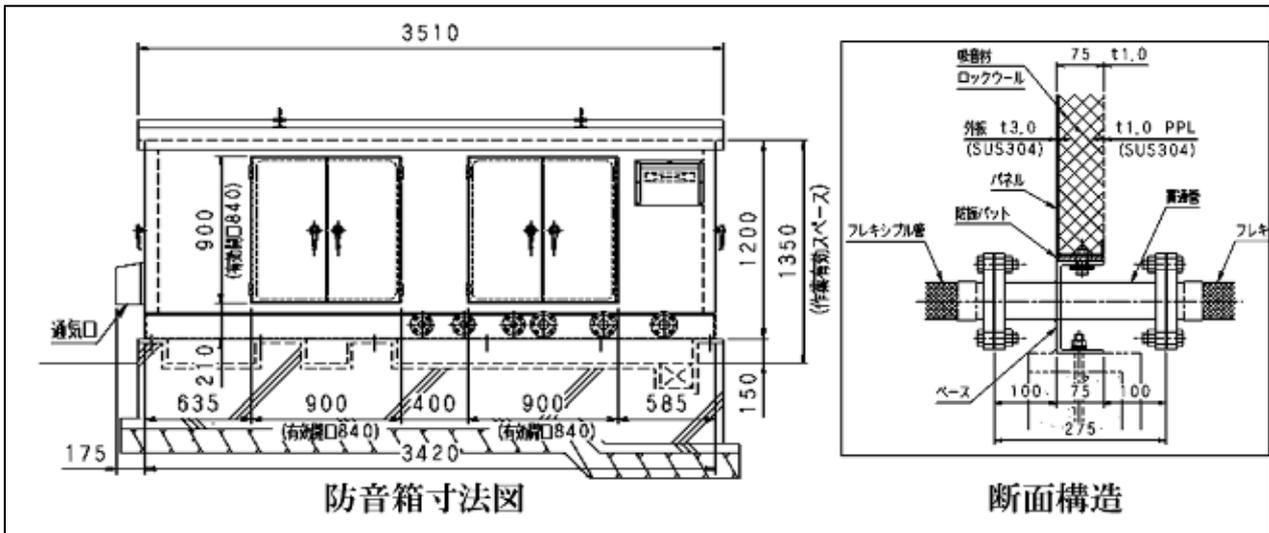


図 12 防音箱の構造

4. おわりに

当局施設は、「都心部に集中し、民家や商業施設との距離が近い」、「敷地が狭く、増築の余地がない」、「施設上部に公園が施設されている場合がある」といった特徴を併せ持つ関係上、施工の難易度が高い傾向にある。

本設計対象の湯島ポンプ所では、上記の特徴全てに当てはまり、特に難しい現場である。このため、検討すべき項目も多岐にわたるが、設計上の工期を順守して工事を進めるために、設計段階で建築工事と施工方法を細やかに協議しておくことは、極めて重要である。

特に、躯体構造が絡む内容について、発注後に改めて検証することになれば、構造計算

の再委託や、計算結果が出てくるまでにかかる時間を鑑みると、何か月もの工期延長が必要になる場合もある。

本稿では、一例として発電設備の導入例について紹介したが、そのほか設備の増設や再構築についても同様に、様々な検討を必要とする。

建設部では、今回の事例のような協議検討や、技術職員の創意工夫により、1 つずつ着実に課題を解決しながら設備計画や再構築計画を検討しているところである。