

下水処理場の耐震診断に伴う曝気設備全台切替の一例

(株)三水コンサルタント 西日本技術部 寺嶋知幸

F市は震度6弱の地震を経験したことから、下水処理場の耐震診断を実施した。その結果、管理棟の耐震強度が不足していることが判明し、人命確保の観点から早急な対応が必要となった。管理棟内には送風機が設置されているが、作業スペースの関係で送風機室を残した状況での耐震補強ができないため、維持管理者の安全を優先し管理室のみの耐震補強を行うこととなった。

本件のように、管理棟以外の場所に送風機設備を再構築する場合には、送風機棟を含む送風機設備一式の新設が一般的であるが、処理場の敷地条件から、送風機設備一式を収容する新たな建物の設置スペースを確保できないため、実現可能な送風機設備の検討を行った。

Key Words : 耐震診断, 下水処理施設, 曝気

1. はじめに

近年、兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）、熊本地震などの大地震が頻発している。

F市においても過去に震度6弱の地震を経験していることから、下水道施設の耐震診断を行った結果、T処理場の管理棟は耐震補強が必要なことが判明した。

2. 本設計の目的

本処理場はF市の主要処理場の一つであり、日最大汚水量145,300 m³/日（現有能力）で運転を行っている。本施設は昭和50年に供用開始し40年以上を経過している施設であり、供用開始当初の施設は老朽化が進んでいる状態である。

送風機室は管理棟内にあるため耐震補強が必要となるが、構造上から、管理室と送風機室の同時補強は困難であった。管理者の安全を最優先するため、管理室の補強を優先し、送風機設備は適切な箇所に新設することとなった。

水処理施設は全体計画12系列の内9系列で運転を行っており、送風機設備は铸铁製直結式多段ターボブロワ5台が設置されている。

今回、処理場の運転を維持しながら全ての送風機設備の切替を行う必要があるが、管廊内の地下2階に主配管があって、地下1階で各系列の配管を立ち上げているため、新設配管と仮設配管を同時に設置するスペースが取れない状況である。

3. 本処理場の立地条件について

本処理場はF市の東部に位置し、処理場の東北側のT川と西南側のU川に挟まれた形で位置している。東南側と南側は工場街で、U川とT川の対岸は住宅地であるが、特にU川の対岸にはURの団地等があり人口密集地である。

また、処理場を二分するように高速道路が走っており、将来増設用地用の空きスペースは処理場の正門側となる東側に位置する。

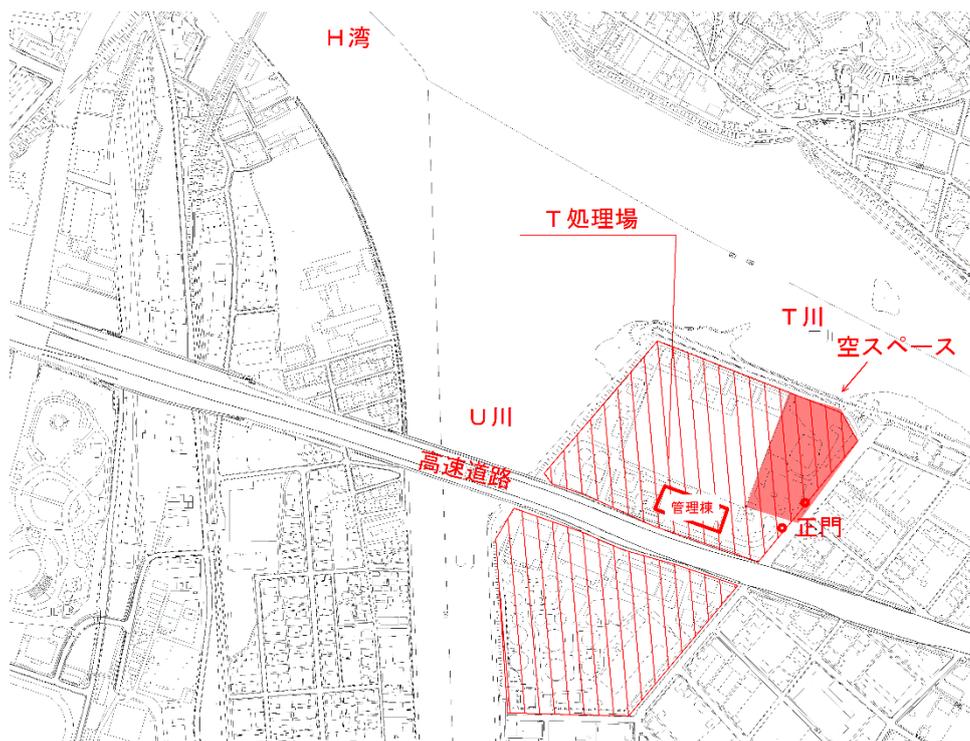


図-1 (処理場全体)



図-2 (場内配置図)

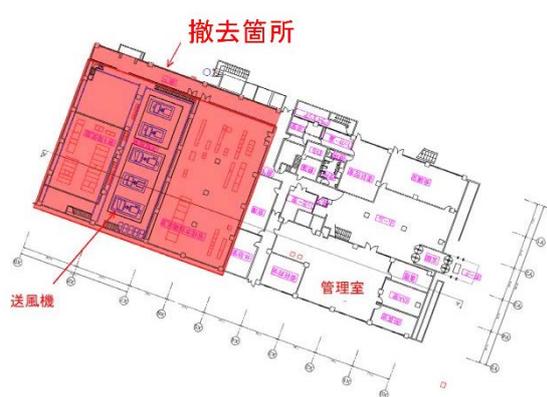


図-3 (管理棟部屋図)

図-2に示す通り、管理棟周辺は構造物が密集している。

管理室と送風機室の位置関係を図-3に示す。

3-1. 処理場の仕様

処理方式 : 嫌気好気活性汚泥法 (うち 1 系列のみ嫌気無酸素好気法)
処 理 量 (認可能力) : 195,300 m³/日 (全体 12 系列)
(現有能力) : 145,300 m³/日 (既設 9 系列)

3-2. 設計内容

【機械設備】

- (1) 既設の送風機 (5 台)、電動機, エアークリフター、送風管及び弁類ならびに関連補機類を更新する。
- (2) 更新により不要となる既設機器、配管弁類ならびに鋼製架台, サポート (基礎含む) は撤去する。
- (3) 稼働中であるため、送風管の切替作業は施設の運転に支障が無い計画とする。
- (4) 各機器の比較検討を行い、維持管理性や経済性に優れた機種を選定する。
- (5) 既設水路の散気方式に対して最適な風量を供給できる計画とすること。

【電気設備】

- (1) 電気設備 (受変電設備, 運転操作設備, 計装設備等) を更新する。

【建築】

- (1) 送風機設置場所付近に電気室の更新を行う。

3-3. 既設送風機の編成

NO.1 ブロワ	: 130m ³ /分 × 5,750mmAq × 220kw	} 鋳鉄製 多段ターボブロワ
NO.2 ブロワ	: 130m ³ /分 × 5,750mmAq × 220kw	
NO.3 ブロワ	: 130m ³ /分 × 5,750mmAq × 185kw	
NO.4 ブロワ	: 240m ³ /分 × 5,750mmAq × 330kw	
NO.5 ブロワ	: 240m ³ /分 × 5,750mmAq × 330kw	
<hr/>		
	870m ³ /分 × 5,750mmAq × 1,285kw	

3-4. 必要空気量

機種については、次頁の比較表より「磁気浮上式ターボブロワ」とした。

吐出圧は既設圧と同等の 56.39kPa (5,750mmAq) とし、必要空気量は現状運転風量の 870m³/分とした。

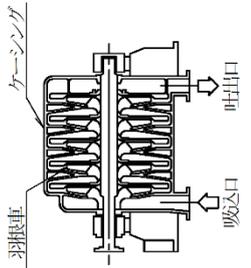
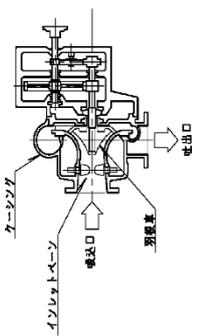
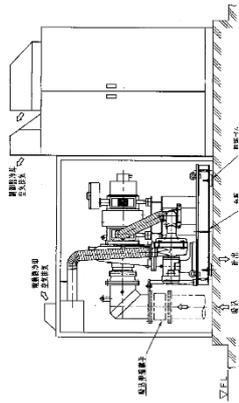
送風機の仕様は全台同一とし、全 4 台運転として 1 台当たりの送風量は 220m³/分とした。

当該機種の制御範囲が 45%~100%であり、1 台で 99~220m³/分を制御可能であるため、1 系列の最小風量である 140m³/分をカバーし、切替時の運転が可能であることを確認した。

4. 検討項目

4-1. 機器選定

設置スペースが限定されており、送風機用に建築物を築造することが困難なことから、屋外設置が可能な「磁気浮上式ターボブロワ」を選定した。

	铸铁製多段ターボブロワ	単段増速式単段ターボブロワ	磁気浮上式ターボブロワ
概略図	 <p>羽根車 ケーシング 吸込口 吐出口</p>	 <p>タービン インレットベーン 電送口 送風口</p>	 <p>磁気浮上式ターボブロワ</p>
概要	<ul style="list-style-type: none"> 共通床板上に多段式ターボブロワ、電動機等を装備した大型の送風機となる。 強制給油装置が必要となる。 ブロワを含めたシステムが大きくなる。 中容量から大容量機に対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 共通床板上に単段式ターボブロワ、電動機及び歯車増速装置等を配置した中型の送風機となる。 強制給油装置が必要となる。 ブロワを含めたシステムが大きくなる。 中容量から大容量機に対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> パッケージ内に単段ターボブロワ及び高速電動機、高速電動機用インバータを取付けた構造である。 制御盤を併設しているため大きさは従来機種と変わらない。 軸受は磁気軸受けのため潤滑油を使用しないが、システムに必要な細機動力が従来機種と同程度必要となる。
原理	<ul style="list-style-type: none"> 回転数が固定であり必要風量・風圧を得るのに羽根車の外径、羽根車の段数で対応している。 	<ul style="list-style-type: none"> 回転数は固定であるが歯車増速機により高速回転にすることにより単段羽根車にて必要風量・風圧を得ている。 	<ul style="list-style-type: none"> 高速電動機軸端に取付けられた羽根車の高速回転により必要風量、圧力を得る。
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 冷却水設備が必要である。 機器重量が重い。 潤滑油装置が必要である。 実績が非常に多い。 放風装置が不要である。 適用風量は80~550m³/minである。 インレットベーンで風量制御を行う。 補器類を含め日常点検箇所がブロワの機器周辺に集中しており、監視が容易である。 屋外設置型は無い。 	<ul style="list-style-type: none"> 冷却水設備が必要である。 機器重量が重い。 潤滑油装置が必要である。 実績が多い。 放風装置が不要である。 適用風量は20~80m³/minである。 インレットベーンで風量制御を行う。 補器類を含め日常点検箇所がブロワの機器周辺に集中しており、監視が容易である。 屋外設置型は無い。 	<ul style="list-style-type: none"> 冷却水設備が不要である。 機器重量が軽い。 潤滑油装置が不要である。 実績が少ない。 放風装置が必要である。 適用風量は30~300m³/minである。 インバータによる回転数制御を行う。 監視及び保護装置が充実しており、ブロワ機側の監視制御が容易である。 屋外設置型が有る。
評価	<ul style="list-style-type: none"> 今回の設計では、ブロワ設置位置が狭いことから、建築物の構築が不要で、屋外設置が可能な「磁気浮上式ターボブロワ」を採用する。 		

4-2. 設置場所選定



図-4 (送風機設置箇所図)

検討内容

- A案：し尿貯留槽付近は、し尿運搬用のバキュームカーが往来していることから、送風機施設の設置にはスペースが不足する。
- B案：U川付近の道路は場内道路を占領するため、迂回道路が必要となる。
- C案：塩素混和池の上部に送風機を設置するには構造物の補強が必要である。
- D案：処理棟側の場内道路は道路に沿って消毒棟があるため、送風機の設置スペースが確保できない。
- E案：砂ろ過設備付近の対象面積が狭いため、機器の設置ができない。
- F案：土壌脱臭床付近に送風機設備を設置した場合、代替用の土壌脱臭床を設置するスペースが確保できないため、他方式の脱臭装置が必要となる。
- G案：正門側の将来系列増設予定地を送風機設備の再構築のために使用する場合は、将来計画の見直しが必須であり、OKとなった場合でも、事業計画の変更手続きに時間を要することから、緊急を要する耐震工事には不向きである。

選定結果：必要設備の全てを1箇所再構築するのは困難なことが判明し、B案位置に送風機本体、C案位置に補器類、A案位置に電気室を設置する分散配置案を採用した。

5. 検討結果

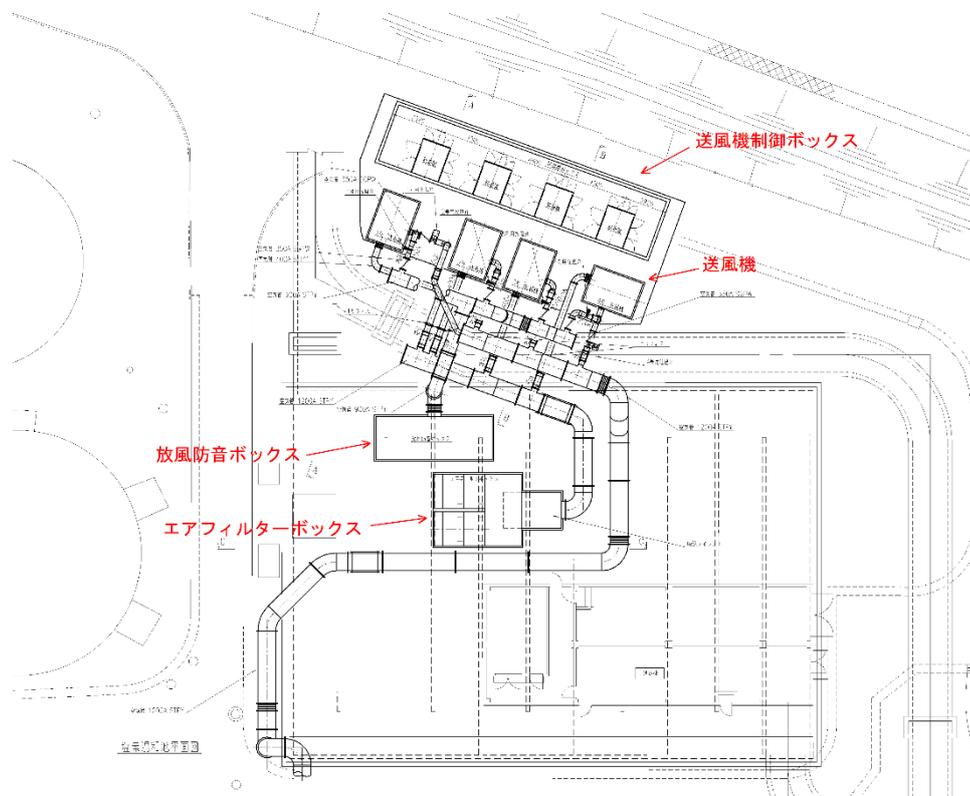


図-5 (完成図)

T 処理場の送風機設備全台を更新することについて検討した結果を下記に示す。

- ① 送風機は屋外型を採用し、新規基礎上に配置して、消毒槽上部には重量が軽いエアフィルターボックスや放風防音ボックス等の付属設備を配置した。
- ② 既設送風機の撤去が急がれるため、新設送風機は全台設置を行った。
- ③ 段階的な風量増加の必要がないことから、同一風量の機器を選択した。
- ④ 管廊内に新旧の配管を設置できないことから、仮設配管を池上部の 1 階に配置し、管廊内の配管を再構築することとした。
- ⑤ 配管に本設用バルブと仮設用バルブを設置することで切替時間の短縮を図った。

6. おわりに

処理場の主要施設である反応槽用の送風機は、流入水量の延びに応じて機器の増設や更新を行うことが通常であるが、耐震診断の結果によっては、送風機設備全台の同時更新という状況が発生する可能性があるため、今回の設計が参考になれば幸いと考える。