

田村バイオマス発電の HEPA フィルタと事業の採算性

2021年4月18日 筒井哲郎

1. バイオマス発電設備の始動

3月20日午後、福島県田村市大越町の工業団地に建設された田村バイオマス発電の敷地周辺の道路を一周して、完成した設備の外観を見た。気になるのは、計画時に住民の放射能拡散を恐れる声を受けて追加された HEPA フィルタの有効性である。

この設備の概要は、表1の通りである。

事業者	株式会社田村バイオマスエナジー	
名称	田村バイオマス発電所	
場所	福島県田村市大越町上大越字後原 10 番 66	
ボイラープラント設置会社	三菱日立パワーシステムインダストリー株式会社	
変電設備設置会社	株式会社きんでん	
土木建築施工会社	鹿島道路株式会社	
蒸気タービン	種類	衝動式外部抽気復水器
	出力	7,100kW
	蒸気圧力	5.8MpaG (主蒸気止め弁の入口)
	蒸気温度	475℃ (主蒸気止め弁の入口)
ボイラー	種類	単胴式自立型自然循環式
	最大蒸発量	28.0t/h
	最高使用圧力	7.7MPaG
	最高使用温度	483℃
	排出ガス量	45,200Nm ³ /h

表1 発電設備概要

出典:「木質バイオマス発電事業について」(株)田村バイオマスエナジー、2019年4月26日

2. HEPA フィルタの外形寸法

HEPA フィルタの追加は、計画がかなり進んだ段階で行われたが、市民に対する説明は、図1の外形図を示すことによって行われた。

HEPA フィルタと接続ダクトの寸法は、田村バイオマスの公開資料によると、図2の通りである。ダクト中央部に、5段の HEPA フィルタユニットのバンク側面が描かれている。このバンク左側の床面が平面になっている部分が、

フィルタ上流側のメンテナンススペースである。バンク右側の床平面部が下流側メンテナンススペースである。それぞれの大きさは概略、幅 0.9m×奥行 4m(上流側)、幅 1.3m×奥行 4m(下流側)程度である。

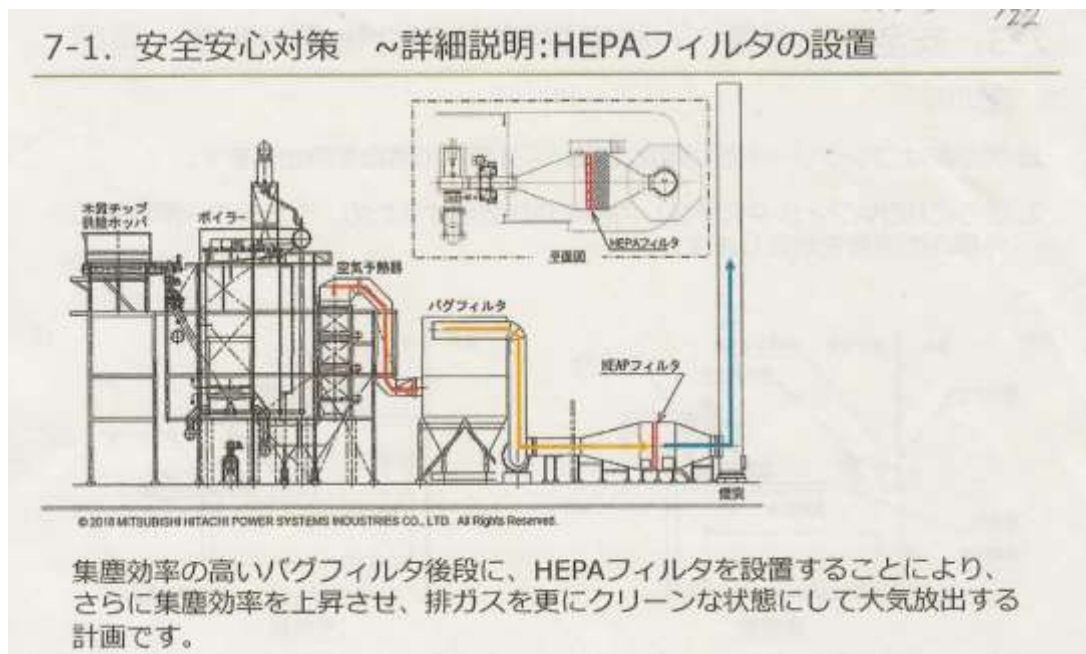


図1. 装置の外形図

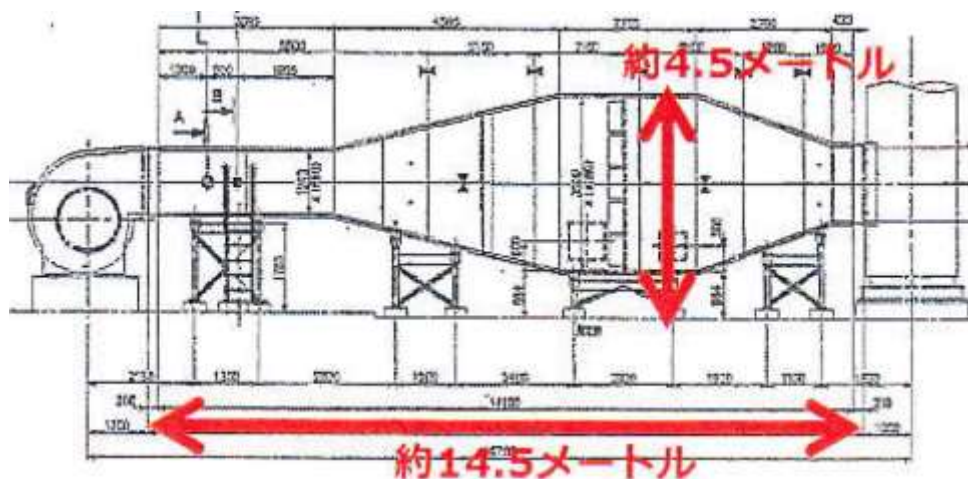


図2. 田村バイオマスエネルギーのHEPA フィルタダクトの外観図

出典 第1回地域協議会資料より

現場へ見に行った理由の第1は、HEPA フィルタの外形寸法がどの程度の大きさだろうか、という関心である。2方向から写真を撮ったが、排気が通過する断面の縦横寸法は、排気筒直径のほぼ2倍程度であった(図3および図4)。



図3. HEPA フィルタと排気筒の側面



図4. HEPA フィルタと排気筒の正面

3. バグフィルタと HEPA フィルタの外形寸法

ここで、バグフィルタと HEPA フィルタの外形寸法を比較する。原理上、バグフィルタと HEPA フィルタの外形寸法を比較した場合、HEPA フィルタの方が圧倒的に大きくなければ、同一風量を通過させることができない。図1の外形図と、図3および図4の写真を見ると、HEPA フィルタの外形寸法があまりに小さい。

HEPA フィルタとは High Efficiency Particulate Air Filter のことであり、第二次世界大戦中に米国で放射性粉じん用エアフィルタとして考案され、原子力施設の労働環境を守るために使用された。1960年代中頃より原子力以外の施設の空調設備に応用され、電子工業、精密機械、医学、薬学産業などのクリーンルーム設置用に急速に増加した¹。図5に一般的な HEPA フィルタユニットの外観を示す。このようなユニットが組み込まれて、室内の除塵目的に使われている。



図5. HEPA フィルタユニットのイメージ

出典:文部科学省「再処理施設の安全性パンフレット」2001年3月

¹ 横地明(1984)「HEPA フィルタに関する最近の動向」『保健物理』19(3)

HEPA フィルタの性能は JIS(日本工業規格) Z 4812「放射性エアロゾル用高性能エアフィルタ」で以下のよう
に定められている²。

- 1) 粒径 $0.15 \mu\text{m}$ の粒子に対し、99.97%以上の捕集効率を有すること。
- 2) 定格風量において初期最大通気抵抗は $25\text{mmH}_2\text{O}$ 以下であること。
- 3) 圧損が $250\text{mmH}_2\text{O}$ になるまで流量を上げ、フィルタユニットに破損および変形のないことを確認した
後、捕集効率試験を実施し、初期の性能を有すること。

HEPA フィルタユニットは製造段階(工場)で全品の性能試験を実施するが、設置後もわずかな漏れも許さず、
装置全体として性能を保証できるような設計、施工が求められる。それを確認するために、現場での試験が重要
になる。このため、先に挙げた JIS Z 4812 においても付属書「放射性エアロゾル用高性能エアフィルタの現場試
験方法」として詳細な方法が規定されている。この現場試験の重要性については、JIS Z 4812 改訂の委員長であ
る横地明氏の論文「JIS・Z・4812「放射性エアロゾル用高性能フィルタ」の改正について」の中においても強調され
ている³。

また現場試験は、装置立ち上げ時だけでなく、定期点検時や故障対応後などにも実施すべきことも記述されて
いる。

HEPA フィルタはバグフィルタに比べ粒子の透過率が低く(粒子捕捉率が高い)高性能であり、その特性から生
ずる制約がある。環境省の対策地域内廃棄物処理チームが福島原発事故後の放射能汚染廃棄物を仮設焼却
炉で焼却するにあたり調査した報告書によれば、「HEPA フィルタは、焼却能力が 5 トン/日程度の原子力発電所
焼却設備への適用事例はあるものの、焼却能力が数十トン/日程度の大きな一般的焼却炉等では適用事例はな
い」⁴と記載されている。

この理由は以下のように「運転制御面や構造面での制約が大きくなる」からである。

- a. バグフィルタのような逆洗による差圧回復処置ができない。
- b. ばいじん流入時の差圧上昇速度がバグフィルタに比べ急速に大きくなる。短時間でのフィルタ交換を避
けるためには HEPA フィルタ装置を巨大なものにする必要が出てくる。そして、目詰まり状態になった場合
(それが寿命になる)は HEPA フィルタユニットごと交換が必要となる。その交換間隔を延長するために、目が
粗く交換が容易な「プレフィルタ」を取り付けることがしばしば行われる。

そのような装置上の必要があるので、HEPA フィルタのケーシングは、内部に作業員が入って、プレフィルタや
HEPA フィルタのエレメントを交換するスペースが十分に設けられていなければならない。特に、放射性的の粉じん
が付着したエレメントを取り扱うので、それらの粉じんが人体に付着しないように緩やかな距離をとって交換作業
ができ、さらに隙間の調整確認を行える空間を設けておかなければならない。けれども、現在のケーシングは、内
部で作業員が自由に交換業務を行うスペースがあるとは考えられない。

4. ブロワとフィルタの接続における順逆

² JIS Z 4812「放射性エアロゾル用高性能エアフィルタ」

³ 横地明(1996)「JIS・Z・4812「放射性エアロゾル用高性能フィルタ」の改正について」『保険物理』31(2)p.205～213

⁴ 環境省対策地域内廃棄物チーム「対策地域内に設置する仮設焼却炉の排ガス処理効果及びモニタリング方法の実験的な確認
について」(平成 24 年 12 月 21 日)p.7

図 1 を見れば明らかなように、排気ブロワの下流側に HEPA フィルタが接続されている。これは、集じん装置をプラス圧にならないように、ブロワの吸い込み側(上流側)に接続するという原則に反している。フィルタ内の粉じんを含んだ空気の圧力が大気圧より高いと、ダクトやケーシングに隙間があった場合に内部の粉じんを含んだ空気が外部へ漏れる危険があるからである。これは、どんな集じん設備においても共通の原則で、業界の常識になっている。ことにこのプラントにおいては、排ガス内の粉じんが放射能を含んでいるので、労働者を守り、周辺住民を守るために HEPA フィルタとブロワの接続の前後関係を逆にしなければならない。

このような業界の常識に反する設計は、このプラントの品質管理が通常の産業界の常識に達していないことを示すものである。

5. 予備の HEPA フィルタ

バッグフィルタは逆洗装置がついていて、目詰まりした袋状のバッグを逆方向から順次高压空気を吹きかけて、袋内部に付着した粉じんを落として、目詰まりを解消する機構があらかじめ組み込まれている。HEPA フィルタは、運転しながら自動的に付着粉じんを払い落として再生することはできない。そのために、粉じん付着による差圧上昇が限度に達した場合にその都度プレフィルタのみか、プレフィルタと HEPA フィルタの双方かを交換する必要がある。交換作業をした後には漏れがないかを入念に検査する必要がある。したがって、この作業は長時間を要する。メンテナンス作業中は発電設備全体を止めることになり、経済的な損失に直結するので、通常、メンテナンスを要する機器にはバイパスラインを設けている。メンテナンス作業を行っていても生産自体は継続できるようにするのがこの種の装置産業の常識である。

本発電設備には HEPA フィルタ装置に並列のラインを設けて、ラインの切替えを行いながらメンテナンス作業を行えるようにして、連続運転を確保することが当然の常識的方法である。何故 HEPA フィルタのバイパスラインが設置されていないのか、理解に苦しむ。

集じん装置の品質管理が不適合の場合を想定すると、HEPA フィルタのシールが悪くて、排ガスが隙間からすり抜ける場合がありうる。正常なメンテナンスを履行しないでこういう設置をすれば、まったくメンテナンスなしで運転を継続する可能性が出てくる。それを許さないように、排気筒内のガス中の放射線を連続測定する計器を設置するようにと、田村市の地域協議会準備会で住民側代表から要望されているが⁵、それが実行されたかどうかは不明である。

6. 工場経営の長期展望があるのか

この発電所の売り上げは、発電量に比例する。年間 330 日間定格出力で連続運転ができたとしてその売上高は、次の金額になる。木質バイオマス発電による販売単価は FIT 制度により 32 円/kWh とする。

年間発電量: $7,100\text{kW} \times 24\text{h/d} \times 330\text{d} = 56,232,000\text{kWh}$

年間売上額: $56,232,000\text{kWh} \times 32 \text{ 円/kWh} \approx 18 \text{ 億円/年}$

この売上金額のうちから、燃料費、人件費および諸経費を支払って、利益を生み出さなければならない。経理上もっとも重要なことは連続運転を確保することである。その観点からすると、HEPA フィルタにバイパスラインが設け

⁵ 田村市産業部長「木質バイオマス発電事業地域協議会に関する提言事項等について」平成 31 年(2019 年)3 月 28 日、p.1

られていないことは、装置産業の観点から、致命的な欠陥である。

7. 産業自体の発展性

この事業は、設備投資の段階で、市から多額の助成金を受け(田村市が既に支払った額は11億6千万円余、今後支払い予定額は20億6千万円弱)、売電単価はFIT(固定価格買取制度)によって高額の販売売上額が保証されている。

主たる燃料は福島県内の森林の木材である。これらの森林は福島第一原発事故時の放射能が拡散して汚染されたが、除染の対象からは除外されており、いまなお放射能に汚染されている。そして「ふくしま森林再生事業」として、毎年45億円前後の交付金が国から助成されている。その事業内容は次のように説明されている⁶。

原子力発電所の事故による放射性物質の影響を受けた森林の再生を図るため、間伐等の森林施業や路網の整備と、その実施に必要な放射性物質対策を行う市町村等事業の支援と県事業の推進に取り組みます。

また、きのこ原木林等広葉樹林の再生に必要な伐採と放射性物質濃度等調査の実証的な取り組みを支援します。

- | | |
|--------------|--------------|
| ① フクシマ森林再生事業 | 4,470,736 千円 |
| ② 広葉樹林再生事業 | 304,240 千円 |

結果として、放射能汚染された木材がこの発電所で燃焼されて排気筒から放射能が放出されることになる。その放射能管理は装置出口で行わなければ正確な値を把握することはできない。

FIT という助成制度は、初期の設備投資負担が大きい産業に対して、初期費用を助成し、減価償却などが終わった段階では自立して健全な運営が継続されるよう、長期的な展望を兼ね備えた産業育成政策である。しかし、現下の田村バイオマスの設備を見ると、長期の展望をもって、設備を計画し、健全な運転を目指しているようには見えない。設備投資においても、FIT 制度による売電価格設定においても、燃料供給を担う林業者に対する助成制度においても、有期の恩典である。現在の設備の態様を見ると、将来的な発展を確実にする経営方針が事業者にあるとはどうも考えられず、国の制度を悪用した一時的な事業としか思えない。

⁶ 『林業福島』福島県森林・林業・緑化協会、No.668、2020年4月、p.4
<https://www.fukurin-net.jp/wp-content/uploads/2020/04/rf668.pdf>