

## 2. 処理方式の選定について

### 2-1 ごみメタン化施設処理方式の選定

#### 2-1-1 メタンガス処理方式の分類

メタン発酵は、酸素のない嫌気性的条件において嫌気性菌の作用により、有機物をメタン（ $\text{CH}_4$ ）と二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）に分解するもので、古くから污水、下水、し尿処理の分野で用いられている技術である。最近では、固形廃棄物に対応する高濃度発酵装置などの新しい技術も開発されている。

メタンガスを生成する処理方式は、メタン発酵槽へ投入する固形分濃度により、湿式方式と乾式方式に分類される。

また、発酵温度の違いにより中温方式（湿式のみ）と高温方式（湿式、乾式）に分類される。

#### (1) 湿式方式

湿式方式によるメタン発酵方式は、下水汚泥のメタン発酵などの実績があり、乾式に比べ畜産糞尿等を対象にしたメタン発酵施設の実績は多い。湿式の場合は、固形分濃度を 10%程度に調整した後、メタン発酵槽へ投入する。生ごみ等を対象として場合は、型式によっては希釈水が必要となる場合がある。発酵槽は、酸生成とメタン槽を 1 槽で行う型式と可溶化や酸発酵の促進のために、前段に可溶化槽を設ける型式がある。

#### (2) 乾式方式

メタン発酵槽へ投入する物の固形分濃度が 15~40%程度のもをを対象としている。このため、一般的に湿式方式に比べて、水処理の規模が小さくて済む。また、湿式方式では処理しにくい剪定枝や紙ごみ類も処理できる。

#### 2-1-2 処理方式の選定

湿式方式と乾式方式の特徴を比較したものの表 2-1-1 に示す。本計画ではメタン発酵の対象となるのは、生ごみである。下水汚泥等の水分の多い有機物の混合処理はないので、この表に示すように生ごみ以外の紙類、剪定枝も処理できる乾式方式のほうが有利である。発酵残渣（発酵液）の量も希釈水量が少ない乾式のほうが少なく、その分水処理施設は、湿式方式より小さくて済む。

表 2-1-1 処理方式の比較

比較項目	湿式方式		乾式方式	
希 釈 水 量	△	多い(原料を液状化するために希釈水が多く必要) ごみ1tに対し約2m <sup>3</sup> 程度	○	少ない(固形物濃度が高いことから希釈水は少ない。) ごみ1tに対し約1m <sup>3</sup> 程度
固 形 物 濃 度	△	固形分濃度10%	○	固形分濃度15~40%
施 設 概 要	高温環境(約55℃)で分解速度が高まるメタン菌を利用する方法(高温発酵)と中温環境(約35℃)で分解速度が高まるメタン菌を利用する方法(中温発酵)がある。		固形分15~40%と高い固形分濃度でも活動するメタン菌を利用する発酵方法で、高温環境(約55℃)で発酵を行う。	
有機物負荷率 有機物処理量(g/ℓ・day)	△	小さい 約4~5	○	大きい 約4~6
ガス生成量(Nm <sup>3</sup> /ごみ1t)	△	約120Nm <sup>3</sup> /ごみ1t	○	約150Nm <sup>3</sup> /ごみ1t
処 理 対 象 物	△	・家畜糞及びし尿 ・下水汚泥、し尿処理汚泥 ・生ごみ ・紙、草木(剪定枝)は一般に不適	○	・家畜糞 ・下水汚泥、し尿汚泥 ・生ごみ ・紙、草木(剪定枝)
発酵液(ごみの希釈水のため)	△	ごみ1トン対して1~2t程度	○	ごみ1トン対して1~1.6t程度
発酵液		—		ごみ1tに対し約1.3m <sup>3</sup> 程度
発酵残さ		—		ごみ1tに対し約0.3t程度
発酵残さ(発酵液含む)計		—		ごみ1tに対し1.6t程度
発 酵 温 度	中(約35℃)、高温(約55℃)		高温(約55℃)	
要するエネルギー	○	機械等の駆動部が少なく稼動に要するエネルギーは小さい。	△	駆動部が多く稼動に要するエネルギーは大きい。
排 水 量	△	排水量は多い。	○	排水量は湿式に比べると少ない。
国 内 実 績	○	乾式と比べて多い ・北空知衛生センター(北空知衛生センター) ・リサイクリン(中空知衛生施設組合) ・クリーンプラザくるくる。(砂川地区保険衛生組合) ・城南島食品リサイクル施設(バイオエナジー(株)) ・三浦バイオマスセンター(三浦地域資源ユーズ(株)) ・建設中が1件	△	湿式と比べると少ない ・カンポリサイクルプラザ(カンポリサイクルプラザ) ・先進型高効率乾式メタン発酵システム実験事業(穂高広域施設組合穂高クリーンセンター) ・建設中が4件

## 2-1-3 発酵温度による分類

### (1) 中温発酵

35℃付近で活性化するメタン生成菌により発酵を行う方法である。一般に中温発酵は、高温発酵に比べ、負荷変動やアンモニア阻害には強い。しかし、その一方で有機物の分解速度が遅いので、メタン発酵槽の容量は大きくなる。なお、乾式中温発酵方式については稼働実績はない。

### (2) 高温発酵

55℃付近で活性化するメタン発酵菌により発酵を行う方法である。中温発酵に比べ、有機物の分解速度は速いためメタン発酵槽の容量は小さくできるが、負荷変動やアンモニア阻害に対しては、湿式より弱い。高温発酵は乾式方式で採用されている。

## 2-1-4 中温発酵と高温発酵の比較

中温発酵と高温発酵の比較を表2-1-2に示す。この表に示すように、高温発酵の方が、反応速度が速い、メタンガス発生量が多い等の特徴がある。本計画では生ごみを対象にメタン発酵を考えており、乾式方式のほうが有利と考えられる。乾式方式の発酵は高温発酵方式である。

表 2-1-2 中温発酵と高温発酵の比較

項目	湿 式		乾 式	
	中温発酵	高温発酵	高温発酵	
発酵温度	約35℃		約55℃	
容積負荷率 [kg-VS/m <sup>3</sup> ・d]	△ 小さい4程度	○ 大きい(4~5程度)	○ 大きい(約4~6程度)	
発酵期間	20~25日程度		10~15日程度	
アンモニア濃度の上限	○ ~4,000ppm	△ ~3,000ppm	△ ~3,000ppm	
長 所	○ メタン発酵菌の種類が多く、負荷変動に強く、維持管理が比較的容易。	○ メタン発酵日数が中温に比べて少ない。	○ 紙類もメタン発酵可能。	
	○ アンモニア阻害に対する安定性が高い。	○ 微生物の増殖速度が大きいいため高い容積負荷をとることができる。(中温発酵に比べ発酵槽は小さくて済む。)	○ 微生物の増殖速度が大きいいため高い容積負荷をとることができる。(中温発酵に比べ発酵槽は小さくて済む。)	
		○ 中温に比べてガス発生量は多い。	○ 中温に比べてガス発生量は多い。	
短 所	△ メタン発酵日数が高温発酵に比べてかかる。	△ メタン発酵菌の種類が少ないため、負荷変動に注意を要する。	△ 施設の必要面積が大きい	
	△ メタン発酵槽が大きくなる。	△ 加温に必要な熱量が大きい。	△ 実績は少ない	

## 2-1-5 ごみメタン化施設規模

### (1) 生ごみ全量の場合のメタン化施設

生ごみ 50 t を対象にメタン化施設で処理しようとする、可燃ごみ全量を機械選別を行い、選別の機能上、紙類等も処理対象とすることになるために、施設規模は 120 (t/日) となり、A 社の回答では、メタン発酵槽は 4 系列が必要となる。この規模の場合は、メタンガスの有効利用として発電を優先するとして発電量は、A 社で 1,226 (kW)、B 社で 1,410 (kW) 程度という結果である。

A 社の可燃ごみの物質収支は図 2-1-1 に示すように焼却施設規模は、192 (t/日) となる。また、この場合のごみメタン化施設の物質収支は図 2-1-2 のとおりとなる。この場合は、外部からの熱供給は不要である。

敷地面積は、A 社で 36,000 (m<sup>2</sup>)、B 社で 21,000 (m<sup>2</sup>) の回答であった。但し B 社は、不燃・粗大ごみ処理施設の建設面積を含んでいない。メタン発酵槽の 1 系列の大きさが Φ6.8m×40m と非常に大きいために広い敷地面積が必要となる。

### (2) ごみメタン化施設 50 t / 日

生ごみの分別収集等については、今後検討していくとして、生ごみ 50t に相当するごみメタン化施設規模として 50t/日の場合について、再度、アンケートを行った。その結果 B 社の回答が得られた。その回答は、発電量約 590kwh である。総発電量 14,200 (kW/日) のうち施設内所用動力用は 6,620 (kwh/日) で、残りの 50% は外部へ供給 (売電) できる結果となっている。

### (3) メタン化施設規模による比較

ごみメタン化施設規模 50t/日と 120 t/日の比較について、B 社から回答を得られた。なお、その比較を表 2-1-3 に示す。建設費は、ごみメタン化施設 50 t/日の場合で、3,040,000 (千円)、120t/日で 7,500,000 (千円) の回答であった。A 社は 120t/日で 8,000,000 (千円) である。(いずれも消費税抜き)

年間の用役費 (点検補修費は含まず) は、50t/日で 29,400 (千円)、120 t/日で 70,600 (千円) である。敷地面積は、焼却施設を含んで 50t/日の場合で 15,000 (m<sup>2</sup>)、120 t/日で 21,000 (m<sup>2</sup>) である。電力については、どちらの規模でも発電量の 50% を売電できる回答であった。

ごみメタン化施設規模 120 (t/日) の場合の A 社と B 社の比較を表 2-1-4 に示す。この表をみると、バイオガス発生量は、A 社 15,732 (Nm<sup>3</sup>/日)、B 社 15,600 (Nm<sup>3</sup>/日) と同じ乾式のメタン発酵方式のため大差はない。発電量は、A 社 1,226 (kWh)、B 社 1,410 (kWh) と B 社が若干大きい発電量である。建設費は、A 社 8,000,000 (千円)、B 社 7,500,000 (千円) と B 社が 500,000 (千円) 安価となっている。焼却施設を含めた敷地面積は、A 社 36,000 (m<sup>2</sup>)、B 社 21,000 (m<sup>2</sup>) と B 社が敷地面積は狭い。但し、B 社は不燃粗大ごみ処理施設の建設面積は含んでいない。用役費は、A 社 28,640 (千円)、B 社 70,600 (千円) で B 社のほう 2 倍以上高くなっている。

以上から、ごみメタン化施設は、町田市の建設候補地の可能性を考慮すると少しでも狭いほうが可能性は高くなること、また、メタン化施設としては、可燃ごみを対象とした実績が少ないことを考慮すると、メタン施設規模は 50 t/日のほうがリスク回避の面からは望ましいと考えられる。但し、50t/日の規模においては、今後、生ごみの分別収集が漸次実施されるのであれば、当初の目標である生ごみのリサイクルは確実に進められることになる。

以上から、各メーカーのごみメタン化施設からの残さを考慮し、規模別に熱回収施設の規模を

見直すと以下のとおりとなる。

表 2-1-5 ごみメタン化施設規模別による熱回収施設規模

ケース	ケース 1	ケース 2
ごみメタン化施設	50	120
熱回収施設規模 (焼却施設)	216	175

(4) 関連法規

メタンガス化施設の主な関連法規を以下に示す。

	法律名	特記事項等
環境面	廃棄物処理法	一定規模以上の処理施設の設置に許可が必要。
	大気汚染防止法	ガスエンジンにて燃料を 35L/h (重油換算) 以上利用する場合、またはボイラーで伝熱面積が <sup>6</sup> 10m <sup>2</sup> 以上の場合は、ばい煙排出基準の遵守が必要となる。
	水質汚濁防止法	自治体によっては上乘せ基準が設定されている。
	騒音規制法	空気圧縮機及び送風機 (原動機の定格出力が 7.5kW 以上のものに限る) は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。
	振動規制法	圧縮機 (原動機の定格出力が 7.5kW 以上のものに限る) は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。
	悪臭防止法	本法においては、特定施設制度をとっていないが、知事が指定する地域では規制を受ける。
	下水道法	処理水を公共下水道へ排出する場合に適用する。
安全面	消防法	重油タンク等は危険物貯蔵所として本法により規制される。
	労働安全衛生法	ボイラー利用設備に対し、ボイラー技師が必要となるが、伝熱面積が 6m <sup>2</sup> (蒸気ボイラー)、28m <sup>2</sup> (温水ボイラー) 未満の場合は不要となる。
	肥料取締法	堆肥について届出や品質表示が必要となる。
	建築基準法	建築物を建築しようとする場合、建築主事の確認が必要である。

	法律名	特記事項
事業面	電気事業法	特別高圧（7,000V以上）で受電する場合。 高圧受電で受電電力の容量が50kW以上の場合。 自家用発電設備を設置する場合及び非常用予備発電装置を設置する場合。
	ガス事業法	ガスの製造能力又は供給能力のいずれか大きいものが300m <sup>3</sup> /日以上である場合、メンプレンガスホルダーはガス事業法技術基準への適合・維持義務が課せられる。
	高圧ガス保安法	高圧ガスの製造、貯蔵等を行う場合。
	熱供給事業法	複数の建物（自家消費は除く）へ熱を供給し、加熱能力の合計が21GJ/h以上の熱供給者が対象。

#### (5) 安全対策

メタン発酵施設は、可燃性ガスであるメタンガスを回収・取り扱う施設であるために、「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」〔(2006（改訂版）(社)全国都市清掃会議)〕、[メタンガス化（生ごみメタン）施設整備マニュアル]〔(平成20年1月)環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課]等では、最も留意すべき安全対策として、爆発・火災事故と酸欠防止対策を挙げており、以下のような対策について述べている。安全対策については、これらの事項に配慮し万全な対応を図る。

##### ① 発火・火災対策

爆発・火災防止対策として、漏洩ガスの検知器の設置、および貯留施設、燃焼施設に逆火防止装置および圧力調整装置の設置を検討する必要がある。

##### ② 酸欠防止対策

酸欠防止対策としては、十分な換気を行うとともに、定期的にガス濃度測定を行う。

##### ③ 臭気対策

施設内で発生した臭気は、生活環境の保全上支障がないように、また、周辺環境を良好に保つために、脱臭設備を設置し、処理し大気放出する。これにより、周辺環境の保全を図る。

### 生ごみ100%メタン化した場合の物質収支

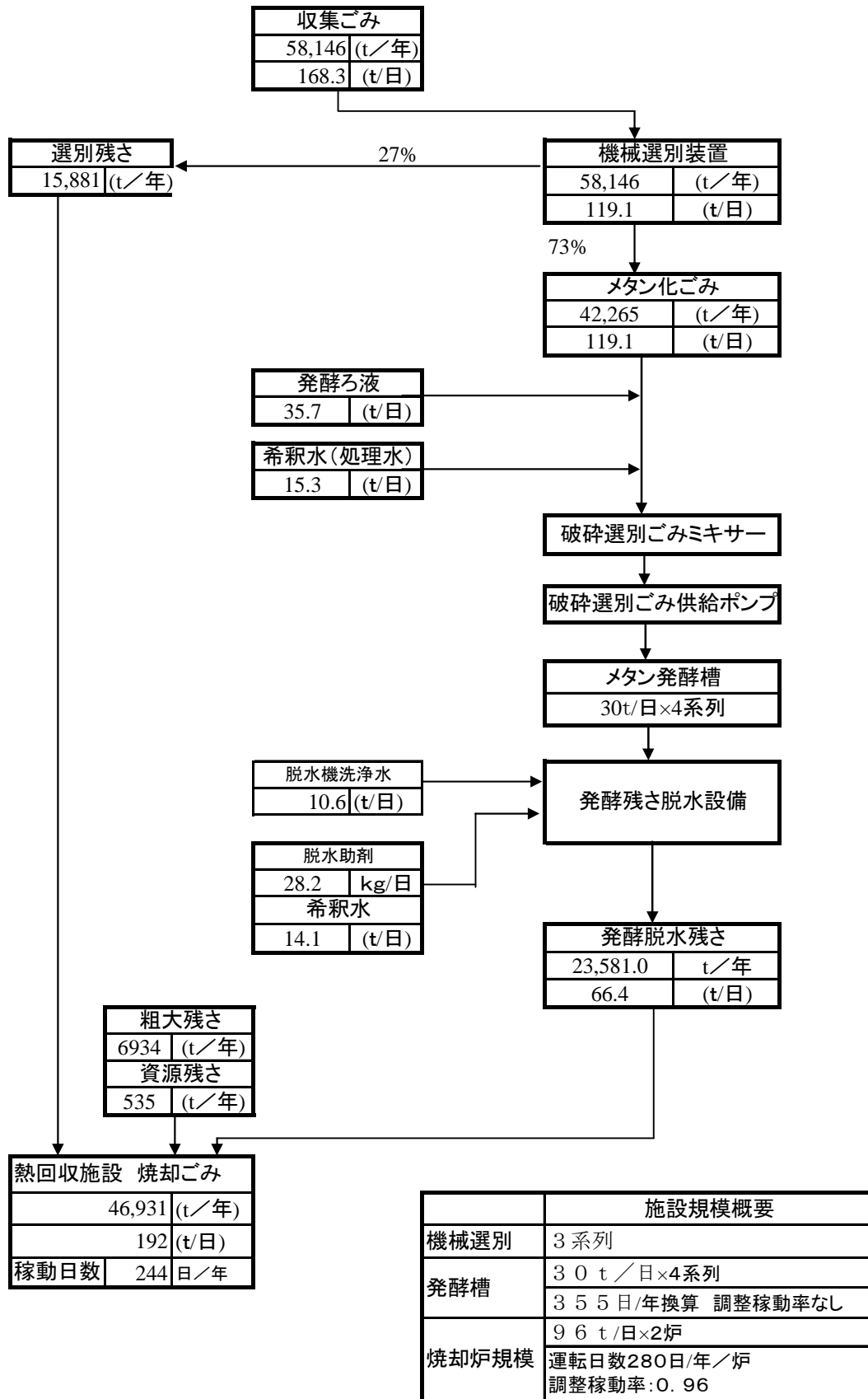


図 2-1-1 可燃ごみ全量を機械選別した場合の物質収支

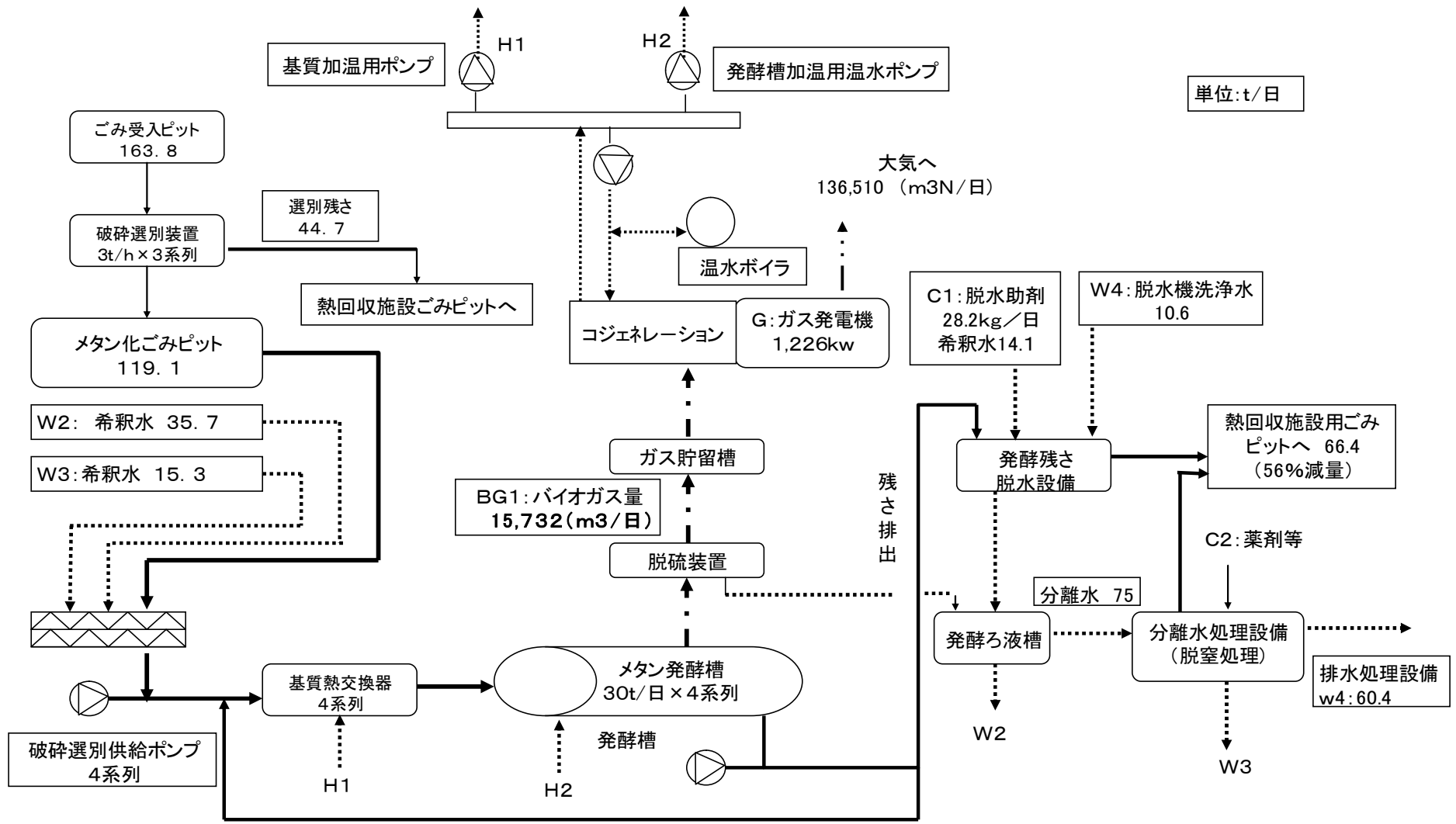


図 2 - 1 - 2

メタン化施設 規模 120t/日(生ごみ100%対象)の物質収支 基準ごみ



表 2-1-3 ごみメタン化施設規模別の比較 (B 社回答)

比較項目	メタンガス施設規模 50 t/日 ※H23.11検討ベース	120 t/日 ※ 機械選別後の メタン化施設入口処理量
バイオマスガス発生量(Nm <sup>3</sup> /日)	7,700(wet)/6,500(dry)	18,500(wet)/15,600(dry)
メタンガス発生量〔Nm <sup>3</sup> /日〕	3,770	9,050
発電量(kWh)	590	1,410
発電量(kW/日)	14,200	34,000
発電量(kWh/年)	4,700,000	11,200,000
施設内所要動力(電力使用量kwh/日)	6,620	15,800
外部供給電力量(Kwh/日)	6,620	15,800
外部供給電力量(Kwh/年)	2,350,000	5,640,000
建設費(千円、税抜)	13,600,000	19,900,000
ごみメタン化施設	3,040,000	7,500,000
焼却施設	10,560,000	12,400,000
建築面積(m <sup>2</sup> )	5,000	7,000
必要敷地面積(焼却施設含む)(m <sup>2</sup> )	15,000	21,000
必要水量(m <sup>3</sup> /日)	18	43
発酵残さ(m <sup>3</sup> /日)(発酵液)	87	210
脱すい残さ(t/日)(含水率70%程度)	19	46
用役費(千円)〔点検補修費除外〕	29,400	70,600

- 注1) メタン化施設50 t/日の欄は、平成23年11月に提示しましたベース(機械選別後のメタン化施設のご指定処理量17,416 t/日ベース)のメタン化施設に関する概算値です(注4、5参照)
- 注2) メタン化施設120 t/日の欄は、全量58,146 t/年を選別装置に投入し、弊社の選別率を考慮したベースで概算したものです。
- 注3) 外部供給電力量(kWh/日)は、外部供給電力量(kWh/年)をメタン化施設の年間稼働日数355日/年(ガスエンジンの年間稼働日数は330日/年)で除しています。
- 注4) 建築面積、必要敷地面積は、メタン化施設と熱回収施設の合計(概算値)です。
- 注5) 上表の建設費および各数値は概算であり、今後の検討により変更の可能性がございますことをご了解願います。

表 2-1-4 ごみメタン化施設 120 (t/日) の各社の比較

比較項目 \ 各社	A 社	B 社
バイオマスガス発生量(Nm <sup>3</sup> /日)	15,732	15,600
発電量(kWh)	1,226	1,410
発電量(kW/日)	29,424	34,000
発電量(kWh/年)	10,394,000	11,200,000
施設内所要動力(電力使用量kWh/年)	6,254,000	5,767,000
外部供給電力量(Kwh/日)	11,342	15,800
外部供給電力量(Kwh/年)	4,140,000	5,640,000
建設費(千円、税抜)	8,000,000	7,500,000
必要敷地面積(焼却施設含む)(m <sup>2</sup> )	36,000	21,000
必要水量(m <sup>3</sup> /日)	27.4	43
発酵残さ(m <sup>3</sup> /日)(発酵液)	111	210
脱すい残さ(t/日)	66.4	46
用役費(千円)[点検補修費除外]	28,640	70,600

## 2-1-6 発電以外の有効利用方法

以上はメタンガスを発電した場合について検討内容であるが、メタンガスを発電した場合は、発電効率は30%程度であり、メタンガスの有効な利用方法としては、熱を有効利用する面から考えるとメタンガスそのものを精製してCNGとして有効利用する方がより効率的である。

メタンガスの活用としては、ガス発電するのではなく、市が保有しているごみ収集車への活用や地域へのインセンティブとしてのコミュニティバスの燃料として活用する等町田市でメタンガスを有効利用できる需要面からごみメタン化施設の規模の検討を行った。

### (1) ごみ収集車での利用

現在、市保有しているごみ収集用のパッカー車 31 台（予備車等も含め）で定期車の 1 日当たりの平均走行距離は、55km/台・日であり、31 台の車両の総走行距離は、1,705km/日となる。

CNG車の燃費を 3km/Nm<sup>3</sup>（2010 年実績で平均 3.4km/Nm<sup>3</sup>）とすると、1 日当たり約 570Nm<sup>3</sup>が必要。

### (2) 地域コミュニティバスでの利用

地域へのインセンティブとして、計画地と市内中心部（市役所・市民病院・町田駅等）の循環バスに必要な量の検討を行った。

市内中心部より一番遠い相原町からで片道 20 k m 程度の距離にあり、午前 7 時から午後 9 時まで 15 時間に 1 時間に 1 本、2 本又は 3 本を運行する計画とすると、1 日の走行距離は、1 時間に 1 本の場合 600km、2 本の場合 1,200km、3 本の場合 1,800km となる。

CNGバスの燃費を 2km/Nm<sup>3</sup>（カタログより）1 日当たりの必要量は、300Nm<sup>3</sup>、600Nm<sup>3</sup>、900Nm<sup>3</sup>が必要となる。

### (3) 利用量からの施設規模

メタンガスの利用量よりごみメタン化施設の規模を考えると、以下のようになる。

#### ①利用量

収集車利用 570Nm<sup>3</sup>+コミュニティバス利用 900Nm<sup>3</sup>=1,470Nm<sup>3</sup>（濃度 98%）

#### ②施設規模

メーカーアンケートよりごみ 1 t 当たりのメタンガス発生量は、150Nm<sup>3</sup>（濃度 50%）

CNG用として利用するには、メタンガスの濃度を天然ガス程度の濃度 98%まで精製する必要があるので、

$$1,470\text{Nm}^3 \div (150\text{Nm}^3/\text{ごみ t} \times (50\%/98\%)) = 19.2 \text{ t (ごみ)}$$

施設規模は、調整稼働率等を考慮すると

$$19.2 \text{ t} \div 0.96 \div 1.00 = 20 \text{ t}$$

となる。さらにメタン発酵槽の加温用 20%と考慮すると施設規模は 25 t/日程度となる。

このようにメタンガスを原材料として有効利用する例は、神戸市等で実施されている。

次に神戸市の例を示す。

## 2-1-7 神戸市のメタンガス有効利用

### (1) 神戸市天然ガス化設備の経緯

平成 16 年度に神戸市と C 社でバイオガスを天然ガス自動車燃料に活用する共同実験を開始し、以下に経緯を述べる。

- ① 実証プラントにより神戸市東灘処理場の下水汚泥から発生するバイオガスを天然ガス相当に精製することを確認
- ② 第三者自動車試験にて、排ガス試験・出力試験など天然ガス自動車燃料としての性能試験を実施、都市ガス 13A 使用時と性能差がないことを確認。

さらに、平成 17 年度に

- ③ 独立行政法人土木研究所とバイオガスを天然ガス自動車燃料に活用するためのガス品質・管理基準などをガイドライン化。
- ④ 脱硫装置としての適用を（財）下水道技術推進機構より、建設技術審査証明を取得  
平成 18 年度にこうべバイオガス活用設備を建設
- ⑤ 平成 20 年 4 月より 3 年間、市バス等へ天然ガス自動車燃料として安定供給を継続

### (2) 神戸市天然ガス化設備の概要

「神戸市天然ガス化設備」概要を表 2-1-6 に、「こうべバイオガスステーション」の概要を表 2-1-7 に示す。

表 2-1-6 バイオガス天然ガス化装置

施設	規模
バイオガス天然ガス化装置	
バイオガス処理能力	15,840 m <sup>3</sup> /日
精製ガス製造能力	9,500 m <sup>3</sup> /日
中圧ガスタンク	
精製ガス貯留量	3,000 m <sup>3</sup> /日



バイオガス天然ガス化装置

表 2-1-7 こうべバイオガスステーション

施設	規模
こうべバイオガスステーション	
充填ガス量	1,300 m <sup>3</sup> /日
充填台数(平成22年度)	13,500 台
主要顧客	塵芥車、市バス、 大手運送会社等



中圧ガスタンク



こうべバイオガスステーション

### (3) バイオ天然ガス装置

バイオ天然ガス装置によりメタン濃度 60%のメタンガスが 97%以上の天然ガス相当の精製ガスとなっている。これにより 40%の CO2 が除去され体積は 6/10 に減少している。

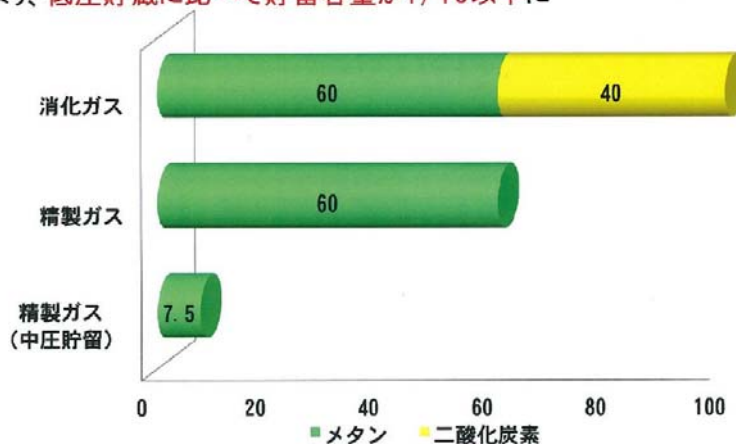
### (4) 中圧貯留

さらに、ガスホルダのコスト、設置面積の削減として、中圧貯蔵(0.8 MPa)により、低圧貯蔵に比べ容量が 1/10 以下になっている。

これらの技術によりガスホルダの容量削減が可能である。

#### ガスホルダ容量

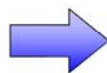
CO2除去によるガス量減(▲40%)と精製圧力活用による中圧貯蔵(0.8Mpa)により、**低圧貯蔵に比べて貯留容量が1/10以下に**



#### ガスホルダ容量 (一例)

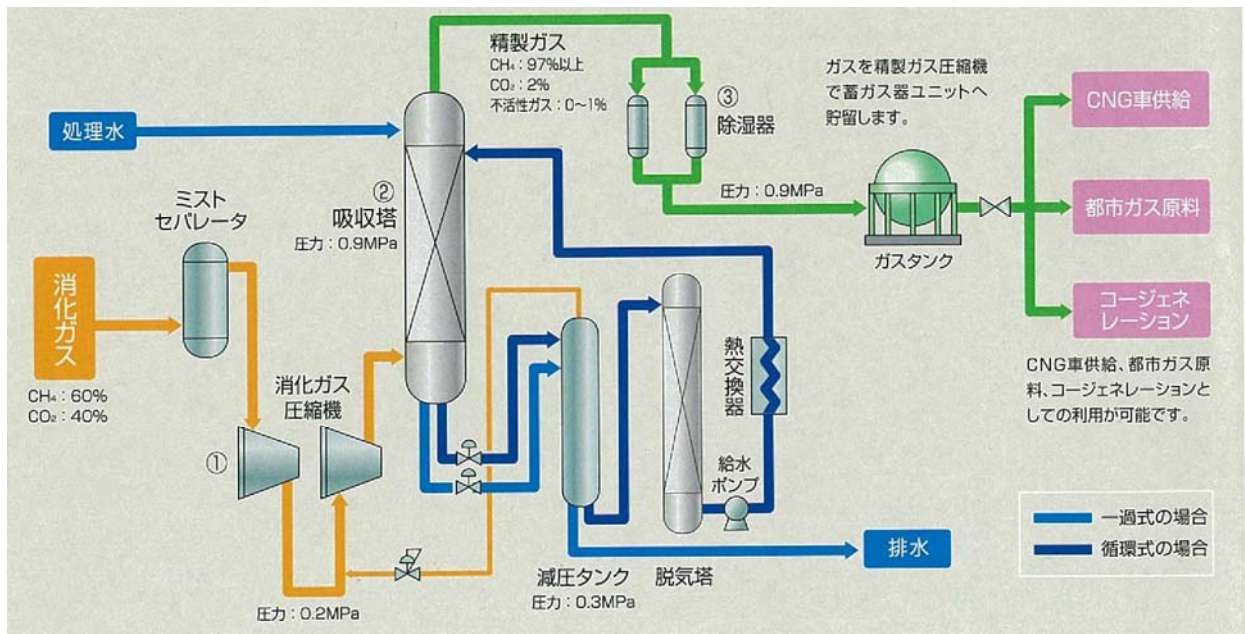
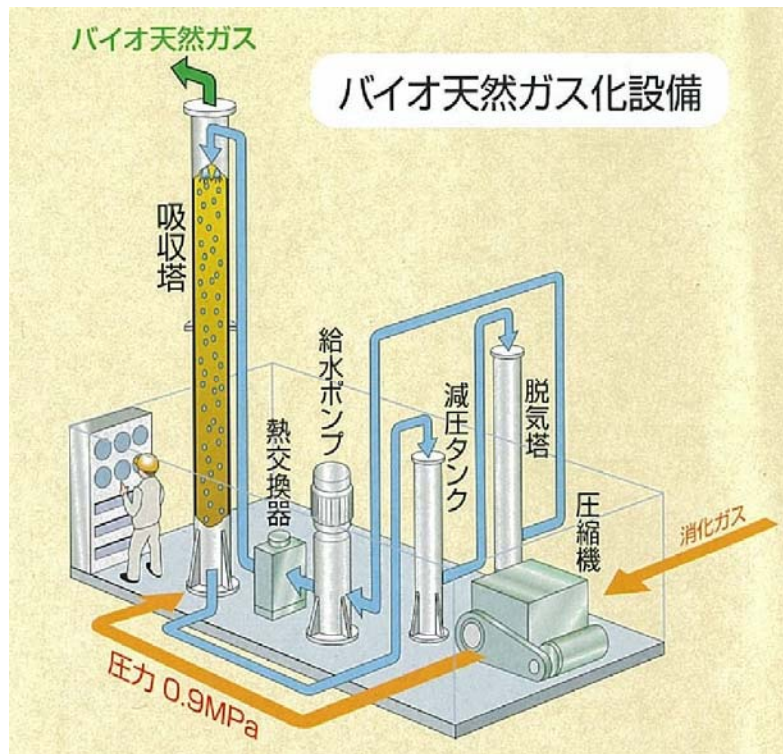


低圧貯留: φ 14.3m × 17.0mH  
(2,500m³)



1号 ガスホルダ  
容量 188.2m³  
精製・中圧貯留: φ 7.1m × 9.2mH  
(188.2m³)

$$2,500\text{m}^3 \times 60\%(\text{メタン精製貯留}) \div 8(\text{中圧貯留}) = 187.5\text{m}^3$$



## 2-1-8C社の提案

前述したように町田市において、メタンガスの有効利用として CNG として塵芥車等や地域コミュニティバス利用等が考えられる。C社が自社の実績から以下のメタンガスの有効利用を提案している。

### (1) バイオガス自動車燃料利用と都市ガス代替利用の事業採算性

町田市資源循環型施設における天然ガス化設備導入の検討を以下の条件で提案している。

### (2) 条件

- ① バイオガス量 6,600Nm<sup>3</sup>/日、メタン濃度 57%。
- ② メタン発酵槽の加温はごみ焼却廃熱を利用。
- ③ 環境省循環型社会形成交付金を受ける。
- ④ 大手ガス会社のバイオガス買取価格

同社バイオガス購入要領（平成 21 年 11 月 12 日実施）による購入価格は、「バイオガス購入量と同規模の需要における販売価格を目安として個別に算定する。」としており、平成 22 年度実績では、58.6 円/m<sup>3</sup> となるが、環境価値を考慮して 80 円/m<sup>3</sup> とした。

- ⑤ 熱量調整用のプロパン単価は実勢値であり、変動は含まないものとする。
- ⑥ 建設費については、受変電設備、土木杭工事、場外への接続導管敷設費は含まない。
- ⑦ 維持管理費については、電力単価は 12.3 円/kWh とし人件費は除く。

以上の条件でケース 1「バイオガス精製による自動車燃料販売」、ケース 2「バイオガス精製によるガス販売」について以下のような提案をしている。

# 設備導入検討

	ケース1 天然ガス自動車燃料利用	ケース2 都市ガス導管注入利用
<p>概略フロー</p> <p> <span style="color: orange;">→</span> バイオガス  <span style="color: green;">→</span> 精製ガス  <span style="color: blue;">→</span> 高度精製ガス  <span style="border: 2px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> 検討範囲         </p>		
物質収支	<p>① 発生消化ガス量 6,600 Nm<sup>3</sup>/日 (メタン濃度 57%)</p> <p>② 精製ガス量 3,762 Nm<sup>3</sup>/日 (メタン濃度 97%)</p> <p>③ 自動車燃料ガス量 3,762 Nm<sup>3</sup>/日 (回収率 97%)</p> <p>④ 焼却処分ガス量 0 Nm<sup>3</sup>/日</p>	<p>① 発生消化ガス量 6,600 Nm<sup>3</sup>/日 (メタン濃度 57%)</p> <p>② 精製ガス量 3,762 Nm<sup>3</sup>/日 (メタン濃度 97%)</p> <p>③ 都市ガス原料ガス量 3,762 Nm<sup>3</sup>/日 (メタン濃度 97%)</p> <p>④ 都市ガス化ガス量 4,138 Nm<sup>3</sup>/日 (メタン濃度 97%)</p> <p>⑤ 焼却処分ガス量 0 Nm<sup>3</sup>/日 (LPG添加 10%)</p>
機械設備工事費 <sup>※1</sup> (千円)	880,000	900,000
維持管理費 (千円/年)	23,000	56,000
事業収入 (千円/年)	137,000	121,000
温室効果ガス削減量 (t/CO <sub>2</sub> )	3,603	3,459

※1 機械設備工事費には土木建築工事費および受変電設備工事費を含まない



## 2-2 灰処理について

灰の溶融設備は、使用電力量が多く発生スラグ等の普及促進が進まない状況にあること、今後も三多摩でエコセメント事業を推進する現状から、町田市としては灰溶融施設を建設しない方向で考えたい。

「灰溶融処理」とは

焼却後の灰を約1300℃以上で溶融することにより減容化し発生量を減らすとともに、溶融し水冷した灰はスラグ化し土木・建築資材として、またメタル等の金属の有効利用を図る処理(その方式は電気加熱と燃料加熱がある。一般的には電気加熱方式)

焼却灰溶融方式→電気加熱 (アーク方式、プラズマ方式、電気抵抗方式、誘導加熱方式)

「灰溶融の現状」

### ○ 利用率

灰は溶融スラグとしてコンクリート二次製品や道路等に有効利用(資源化量)しているが、利用率は減少傾向にある。以下近隣の事例

事業所名	上段:利用量 下段:生産量 t/年	利用率	状況
多摩川衛生組合	3,693(H20年度) 5,292(〃)	約70%	H16年度(利用量7,143t)
東京都23区	68,747(H19) 88,045(〃)	約78%	都内各区及び中防施設内公共事業で利用
相模原南清掃工場	約6,000t(H22)	未利用	公共事業利用予定で検討中

多摩川衛生組合の場合、スラグの利用量は年々減少し過去5年間でほぼ半減している。また、相模原南清掃工場でも事業者へのスラグ売却ができず場内に保管状態である。(23年度は一部売却予定)

この理由としては、エコアスファルトで使用する場合スラグを10%以上混入すると、アスファルトの粘りに問題を生じ利用先の道路面の強度が不足する等が民間の自主検査で判明していること、テトラポット利用時の重金属の溶出の可能性があることが利用率に影響している。(改良中)

### ○ 使用電力量

一般的な灰溶融設備の電力使用量は、**焼却設備全体の約50~60%**を占めている。

多摩川衛生組合灰処理量 t/年 × トン当たり電気式、灰溶融電力使用量 MWh/灰・t

$$10,684\text{t/年} \times 1.272\text{MWh/灰} \cdot \text{t} = 13,590\text{MWh/年}$$

$$\text{多摩川衛生組合総電力使用量} \quad 24,074\text{MWh/年}$$

$$\text{灰溶融電力割合} \quad 56.4\%$$

### ○ 処理経費(年間)

(東京都23区の場合) 処理単価 56,250 円/t

溶融量約12万トン、処理経費約67億5千万円

町田市推定

**処理経費 約1億4千万円**

全焼却量 5,000t、溶融量約2,500 t、処理単価 56,2/t

## 2-3 熱回収施設の処理方式選定

### 2-3-1 処理方式

#### (1) ストーカ炉と流動炉の比較

町田市としては三多摩でエコセメント事業推進及びコスト面から灰の溶融施設は設けない方向で考えている。そのため、熱回収施設としては、焼却施設は、灰溶融施設を設けずに単独の焼却処理方式を考えている。

焼却施設の処理方式としては、ストーカ炉、流動床炉がある。

ストーカ炉と流動床炉の比較を表 2-3-1 に示す。ストーカ炉は、この表の中で記載しているように、他の方式より実績は最も多く、安定操業、技術的な信頼性等は高い。流動床炉は、間欠運転には優れているものの、瞬時燃焼であることから、燃焼速度が速くCOが発生しやすい。そのために燃焼制御はストーカ炉より留意を要する。最近では、流動床炉の製作プラントメーカーは、流動床炉の特徴を活かしながら、ごみを焼却するのではなく、ごみをガス化して溶融する流動床炉式ガス化溶融施設の技術開発を行い、現在では、流動床炉よりも、流動床炉式ガス化溶融炉を推奨している。

以上より、灰を溶融しないことを前提とするならば、熱回収施設の処理方式としては、安定操業、安全性等からは、ストーカ炉の方が有利と考えられる。

#### (2) ストーカ炉と流動床炉式ガス化溶融炉の建設費の比較

熱回収施設とメタン化施設（生ごみ 100%の場合）を併用した場合と熱回収施設単独の場合のストーカ炉と流動床炉式ガス化溶融炉の建設費について、メーカーからのアンケート調査結果を表 2-3-2 に示す。この表では、併設と単独のいずれの場合でも、流動床式ガス化溶融炉の方が多少であるが安価であるという結果になった。但し、ストーカ炉の場合は、物質収支より発電規模等の内容が明らかになっているが、流動床炉式ガス化溶融炉の場合は、発電規模等の設備内容が不明なために、これらの建設費の多少の差の要因がはっきりしない。そのため、その差の優劣性については何ともいえない。

表 2-3-2 ストーカ炉と流動床炉式ガス化溶融炉の建設費（単位：千円）

炉方式	ストーカ炉		流動床炉式 ガス化溶融炉 (乾式有害ガス除去)
	ケースA (乾式有害ガス除去)	ケースB (乾式+排ガス洗浄塔)	
併設の場合 192[t/日]	12,075,000	12,180,000	11,555,000
単独の場合 244[t/日]	13,965,000	14,070,000	13,335,000

表2-3-1 ストーカ炉と流動床炉の比較

	ストーカ炉	流動床炉
概要図		
システム概要	乾燥・燃焼・後燃焼とそれぞれ階段状になった火格子の上をゴミが移動し、燃焼が進むことで最終的に焼却灰となる。	炉の底部に熱媒体となる砂を入れて空気を吹き込み砂を流動させ、この砂を加熱し、高温(550℃前後)を維持した状態でゴミを投入し短時間で乾燥・焼却する。
燃焼特性	○ 流動床炉のような瞬時燃焼と異なり、1～2時間をかけてゴミ焼却するので、炉内の温度、圧力の変動は少なく、流動床炉より安定燃焼がしやすい。	△ 流動砂の持っている熱量でゴミを瞬時に焼却してしまうので、炉内温度や炉内圧力が排ガス量の変動に応じて変動するために、燃焼管理はストーカ炉に比べてと留意を要する。
運転管理の容易性	○ 炉内圧、温度は比較的安定しており、運転管理は流動床炉より容易。	△ 瞬時燃焼のために炉内温度、炉内圧力管理に注意を要する。
生成物の比率(主灰:飛灰)	概ね85 : 15程度	概ね30 : 70程度
特別管理廃棄物生成量(飛灰量)	○ 飛灰は15%程度、流動床炉に比べると飛灰の発生量は少ない	△ 灰分の70%程度は飛灰となるので、ストーカ炉より飛灰量が多い
間欠運転	△ 流動床炉のような瞬時に炉の停止はできないので、間欠運転は不向き。	○ 瞬時に炉の停止はできるので、中、小型炉の間欠運転は対応し易い。
建設費(千円/ゴミ1トン)	26,606 ~ 44,950 (平成18年～22年の7件実績より。ストーカ炉単独受注のみ)	61,520 (平成14年の1件の実績より)
最近の実績	○ 8件 平成22年度 東京23区一部事務組合 600t/日(大田) 平成21年度 秦野市伊勢原市環境衛生組合 200t/日 平成21年度 広島市 400t/日(安佐南工場) 平成21年度 別枠遠見地域広域市町村圏組合 235t/日 平成20年度 西宮市 280t/日 平成20年度 金沢市 340t/日 平成19年度 川崎市 450t/日 平成18年度 延岡市 218t/日	△ 1件 平成22年度 平塚市 315t/日
評価	他の方式に比べて実績は最も多く、技術的には信頼性は高い。近年では、次世代ストーカ炉として低空気比や高効率発電の技術が開発されている。従来、灰を熔融するために、発電した電力の50～60%程度が使われていたが、灰を熔融しないのであれば、高効率発電で得られた余剰電力は売電できることになる。また、流動床炉に比べて、燃焼は安定しており、信頼性は高い。	流動床炉の欠点とされてきた瞬時燃焼を改善する目的と灰の熔融を兼ね流動床炉式ガス化熔融炉が開発され、最近では流動床炉に代わって採用されている。そのため、最近では流動床炉メーカーも流動床炉式ガス化熔融炉に注力している。灰を熔融するのであれば、流動床式ガス化熔融炉も検討対象と考えられるが、灰を熔融しない場合は、飛灰の発生量が多いことや燃焼管理に留意を要すること等から最近の採用実績が少ない。

(3) ストーカ炉と流動床炉式ガス化溶融炉の点検補修費の比較

流動床炉式ガス化溶融炉の維持補修費については、点検・補修費のみ回答があったので、維持補修費について、比較したものを表 2-3-3 に示す。この表をみると、20 年間の合計の維持・補修費は併設の場合は、ストーカ炉のケース A で、5,316,000(千円)、ケース B で 5,916,000 (千円)、流動床炉式ガス化溶融炉が 4,600,000(千円)で、流動床炉式ガス化溶融炉のほうが、最大で 1,316,000(千円)安価となっている。単独の場合は、ストーカ炉のケース A で、4,608,000(千円)、ケース B で 5,112,000 (千円)、流動床炉式ガス化溶融炉が 5,300,000(千円)で、ストーカ炉のほうが、逆に最大で 692,000(千円)安価となっている。これは、併設の場合は、ストーカ炉のほうで、生ごみの機械選別装置等の維持補修費を見込んでいるためと思われる。

表 2-3-3 ストーカ炉と流動床炉式ガス化溶融炉の点検補修費

単位：千円

規模	炉方式	ストーカ炉		流動床炉式 ガス化溶融炉
		ケースA (乾式有害ガス除去)	ケースB (乾式+排ガス洗浄塔)	(乾式有害ガス除去)
併設の場合192[t/日]点検・補修費				
	20年間の合計	5,316,000	5,916,000	4,600,000
	20年間の平均	265,800	295,800	230,000
単独の場合244[t/日]点検・補修費				
	20年間の合計	4,608,000	5,112,000	5,300,000
	20年間の平均	230,400	255,600	265,000

(4) 熱回収施設規模

熱回収施設の規模は、2-1 ごみメタン化処理方式の選定で述べたように、メタン化施設が 50t/日で熱回収施設(焼却施設)は、216t/日、メタン化施設 120 t/日で 175 t/日となる。

## 2-4 資源化施設 施設箇所・分け方について

資源化施設は、施設規模として以下に示す処理施設が必要。

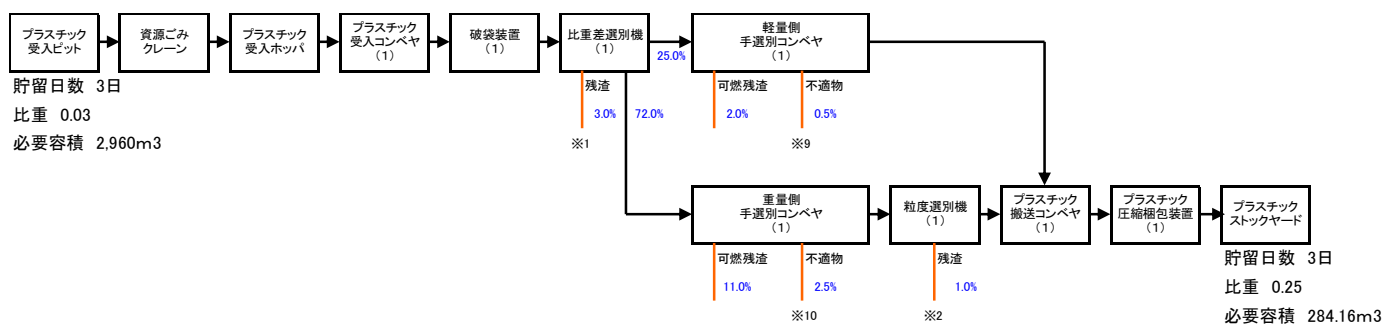
表 2-4-1 施設規模

施設		規模
4	資源ごみ処理施設	60.7 (t/5h)
4-1	プラスチック圧縮・減容化ライン	29.6 (t/5h)
4-2	カン選別・圧縮ライン	6.4 (t/5h)
4-3	ビン選別ライン	19.0 (t/5h)
4-4	ペットボトル圧縮・減容化ライン	5.6 (t/5h)
4-5	トレイ・紙パックヤード	(ストックヤード)
4-6	有害ごみ	(ストックヤード)

資源ごみ処理施設の各ラインについて述べる。

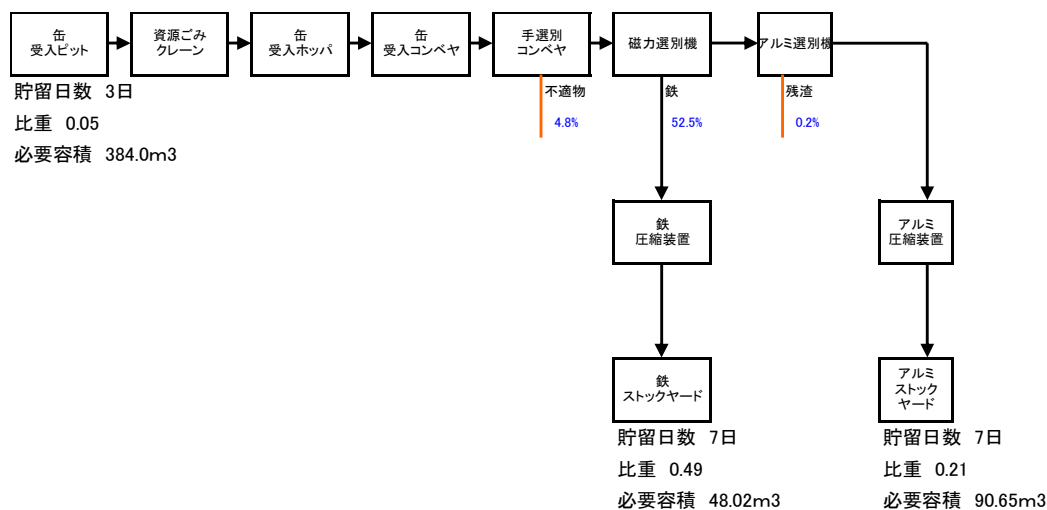
### (1) 4-1 プラスチック圧縮・減容化ライン

袋収集されたごみはピットで一旦貯留されて、クレーンでホッパーに投入され破袋機を経て比重差選別機で重いものと軽いものに分けて手選別を行い異物を除去して圧縮梱包を行う。本施設は、処理量が多い為多摩市のようなヤードではなく、ピット&クレーン方式となっている。メーカーによっては、系列は2系列や4系列と違いがある。



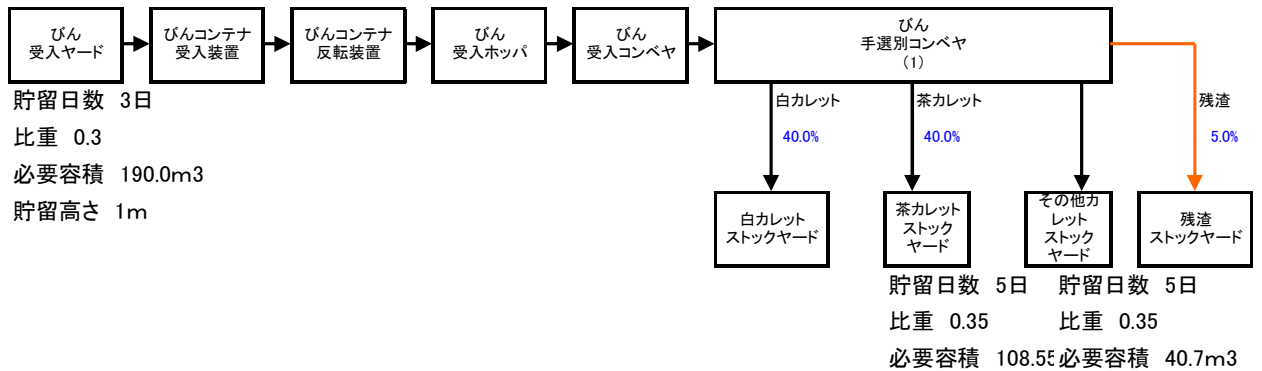
### (2) 4-2 カン選別・圧縮ライン

ピットで受入れた缶はクレーンで受入ホッパに投入され、手選別で不適物を除去された後、磁力選別・アルミ選別機で鉄とアルミに選別され圧縮装置で圧縮される。



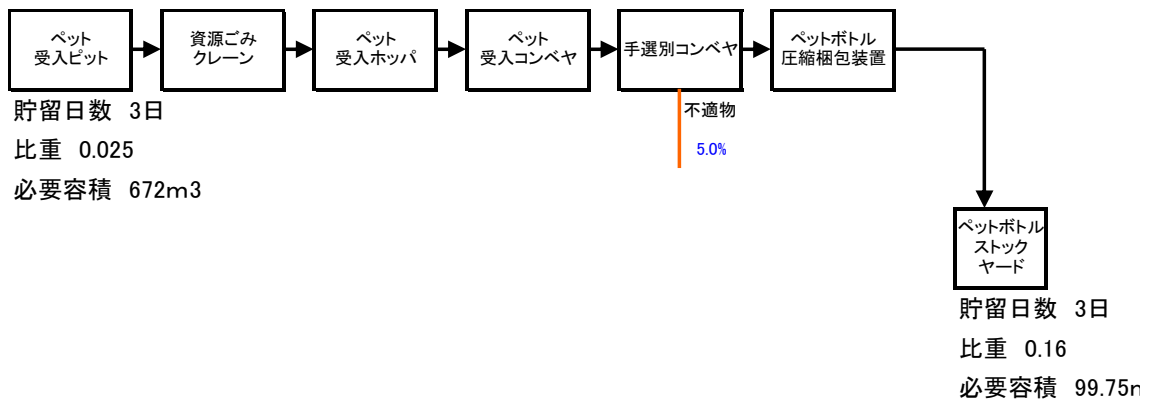
### (3)4-3 ビン選別ライン

コンテナ収集されているビンはヤードでコンテナ毎に貯留され、コンテナ反転装置で投入されて、手選別によって分別される。



### (4)4-4 ペットボトル圧縮・減容化ライン

ピットで受入れたペットボトルはクレーンで受入ホッパに投入され、手選別で異物を除去された後、圧縮梱包機で圧縮される。メーカーによって系列が1系列・2系列の違いがある。



### (5) 4-5 トレイ・紙パックヤード、4-6 有害ごみ

収集したごみを一次貯留保管するヤードを設置する。

資源化施設の箇所については、熱回収施設とは別の場所につくることを前提として

- ケース 1 4-1～4-6 まで一体に整備
  - ケース 2 4-1～4-6 までを 2 箇所に整備
  - ケース 3 4-1 を 1 箇所・4-2～4-6 を 1 箇所整備
  - ケース 4 4-1 を 3 箇所・4-2～4-6 を 1 箇所整備
- が考えられる。

以下に各ケースの概算工事費・建築面積・敷地面積を示す。(メーカーアンケート結果より)

表 2-4-2 資源化施設の概算工事費・建築面積・敷地面積

		概算工事費	建築面積	敷地面積
		千円	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
ケース1	4-1～4-6	4,500,000	5,200	14,400
ケース2	4-1～4-6(1箇所当たり)	2,830,000	3,700	11,150
	2箇所計	5,660,000	7,400	22,300
ケース3	4-1	2,900,000	2,800	8,500
	4-2～4-6	1,900,000	3,200	9,300
ケース4	4-1(1箇所当たり)	1,200,000	1,200	5,000
	3箇所計	3,600,000	3,600	15,000
	4-2～4-6	1,900,000	3,200	9,300

ケース1（1箇所整備）とケース2を比較すると、ケース2（2箇所で整備）のほうが、工事費で11億6000万円高くなる。また、ケース3（プラスチック施設1箇所とその他資源施設を1箇所で整備）では、ケース1より3億円高くなる。

ケース4（プラスチック施設3箇所とその他資源施設を1箇所で整備）では、ケース1より10億円高くなる。

必要敷地面積は、ケース1（1箇所整備）の場合14,400m<sup>2</sup>、ケース2の場合は1箇所あたり11,000m<sup>2</sup>程度、ケース3の場合は1箇所あたり9,000m<sup>2</sup>程度が必要となる。

また、ケース4の場合は、5,000m<sup>2</sup>を3箇所と9,000m<sup>2</sup>程度が必要となる。

施設の箇所数は、前々回専門部会としては、資源化施設も一極集中するのではなく、2～3箇所程度に分割するとの見解であった。しかし、分割すればするほど掛かる費用は、高くなることから2つに分割して、分割方法としては、施設ライン毎に分けるケース3が経済的である。しかし、適地選定において可能な面積が見つからない場合は、ケース4も考えられる。