

最新の廃棄物炭化燃料システム

新潟県糸魚川地域広域行政組合納め循環型大規模ごみ処理施設

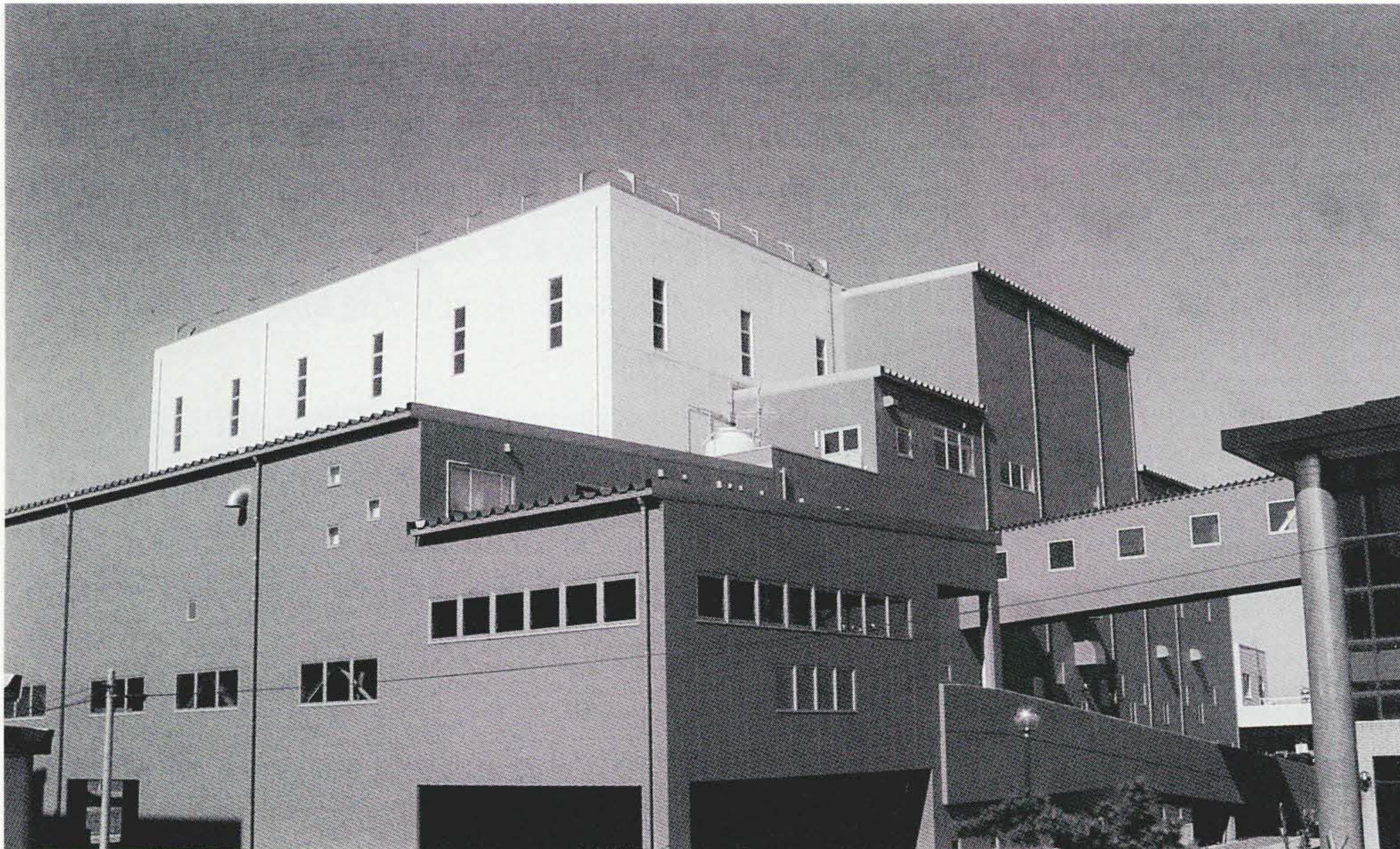
Carbonized-Fuel System Using a Kiln-Type Gasification Waste Furnace

柳田 光昭 Mitsuaki Yanagida

津村 俊一 Shun'ichi Tsumura

馬場 彰 Akira Baba

石井 和夫 Kazuo Ishii



新潟県糸魚川地域広域行政組合納めごみ処理施設(炭化システム)

施設規模は70 t/d(35 t/d×2系列)で、一般ごみと可燃性粗大ごみを処理対象とし、2002年4月から運用を開始した。

廃棄物炭化燃料システムは、都市ごみを乾燥、炭化して、石炭に近い性状の燃料を製造するものである。これは、都市ごみを単に焼却してしまうのではなく、エネルギーとして有効に利用することで、ゼロエミッションに貢献できるという特徴を持つ。2002年4月から稼動を開始した新潟県糸魚川地域広域行政組合納めの廃棄物炭化燃料施設は、都市ごみを積極的に活用する国内初の循環型大規模処理施設として注目されている。

この施設では、補助燃料を使わず、ごみの持つエネルギーだけを炭化炉や乾燥炉の加熱源とするなど、システム内で徹底したエネルギーの有効利用を図ってい

る。廃棄物は、炭化炉内で無酸素、約500℃の状態では熱分解されるため、金属を未酸化の状態で回収することができ、リサイクルに回すことができる。また、排水はシステム内で100%処理し、再利用される。排ガス中のダイオキシン類濃度も、規制値の約 $\frac{1}{500}$ 以下にとどめている。

ごみを炭化燃料に変え、資源として利用する循環型社会を実現するためには、炭化燃料の利用先の確保が不可欠となる。日立グループは、炭化燃料を安定的に供給できる処理施設を増やすよう努めるとともに、大量かつ長期に炭化燃料を使う利用先を開拓し、需要と供給をつなぐ役割を積極的に進めている。

1 はじめに

わが国の一般廃棄物(都市ごみ)の約80%は焼却処理されている。しかし近年は、排ガス中のダイオキシン類などの微量有害物質の存在、焼却灰などを含む不燃物の最終処分場のひっ迫や、金属などのマテリアルリサイクル(資源利用)、

廃熱のサーマルリサイクルの必要性などが社会的な問題として取り上げられている。このような社会環境を背景に、次世代型廃棄物処理システムとして、ガス化溶融炉が実用化されつつある。同時に、200 t/d以上の処理施設では、廃棄物燃焼時の熱エネルギーを活用したサーマルリサイクルとしての、ごみ発電が一般化されてきている。

一方、廃棄物そのものを燃料としてマテリアルリサイクルす

ることも検討されている。その代表的なものとして、一般廃棄物を破碎、乾燥、成形して固形燃料(RDF:Refuse Derived Fuel)にする方法が実用化されている。しかし、一般廃棄物からのRDFには専用の焼却設備が必要となるなどの課題があることから、一部のRDF発電所での活用を除き、その普及にブレーキがかかっている。

近年、一般廃棄物を炭化し、石炭代替燃料として活用する廃棄物炭化燃料システム¹⁾が注目されており、すでに実用段階に達している。

ここでは、廃棄物炭化燃料システム、炭化燃料の活用方法、および実用化されたリサイクル施設について述べる。

2 廃棄物炭化燃料システム

2.1 システムの概要

廃棄物炭化燃料システムのフローを図1に示す。このシステムは、乾燥炉、炭化炉、チャー(熱分解残さ)処理設備、および排ガス処理設備で構成している。

このシステムでは、まず、一般廃棄物を破碎機で150 mm程度に破碎し、乾燥炉で約10～20%の水分まで乾燥する。これをロータリキルン式の炭化炉に投入し、間接加熱によって熱分解ガスとチャーに分解する。熱分解ガスは約1万2,600 kJ/kg(約3,000 kcal/kg)の熱量を持っているため、熱分解ガスバーナで全量を燃焼し、排ガスの熱で炭化炉と乾燥炉用の空気を加熱する。

一方、チャーについては、水冷却後に未酸化の金属を回収し、マテリアルリサイクルするとともに、がれきなどの不燃物を除去する。次に、チャーから燃焼時に有害な塩素を除去するために水洗浄を行い、脱水後に炭化燃料として貯留する。

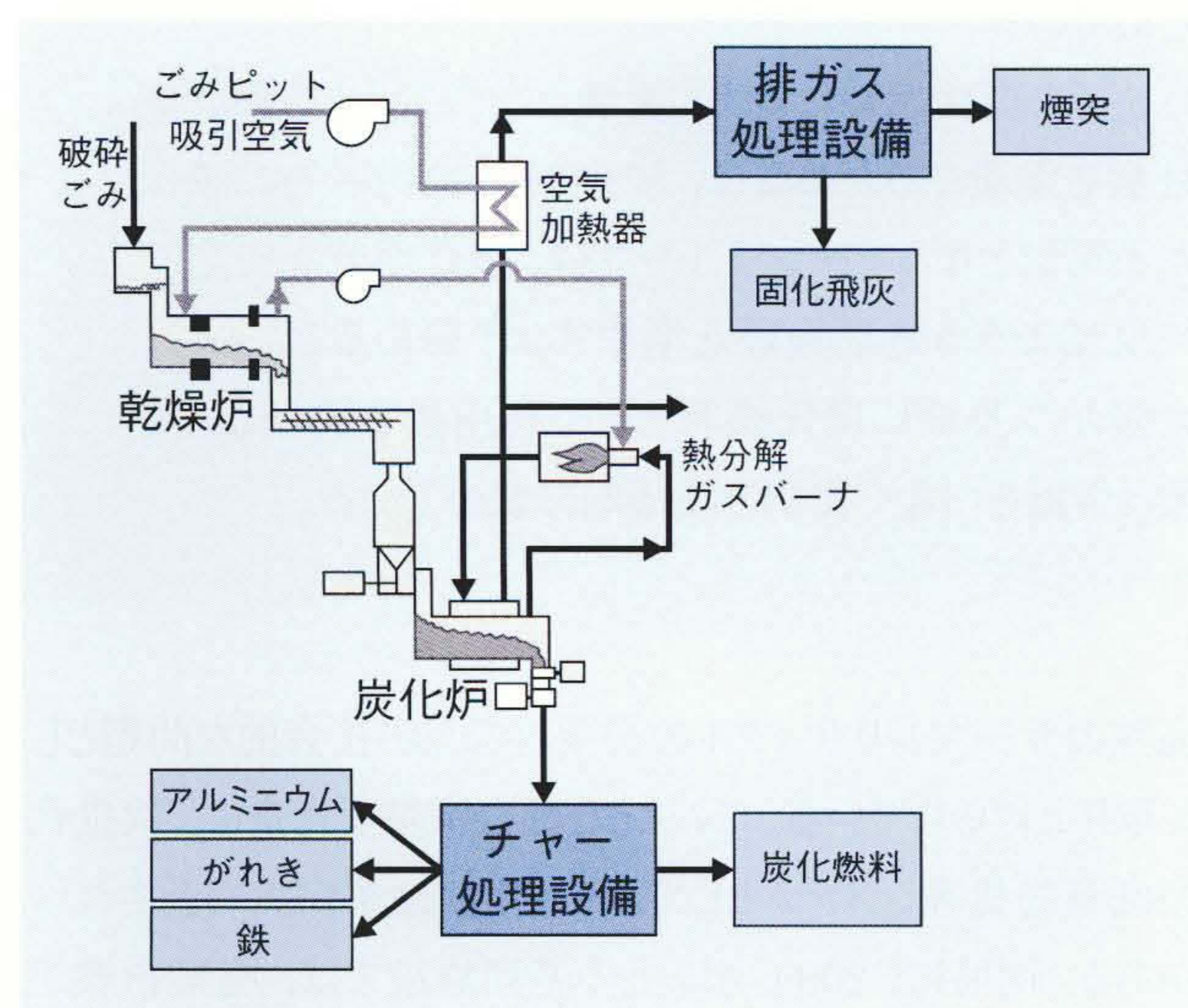


図1 廃棄物炭化燃料システムのフロー

都市ごみの持つエネルギーを最大限に活用することにより、少ないエネルギーで炭化物・金属類などの貴重な資源を回収し、石炭並みの熱量を持つ新たな固形燃料を生産する。

なお、ごみピットからの吸引空気は空気加熱器で約300℃に加熱され、乾燥炉を通過した後に熱分解ガスバーナの燃焼空気に用いて脱臭される。排ガスは処理した後に大気放出される。

2.2 システムの特徴

廃棄物炭化燃料システムの特徴は以下のとおりである。

(1) 環境負荷の低減

炭化燃料システムでは、従来の廃棄物焼却炉と比べて、排ガス量と飛灰の発生量が約 $\frac{1}{2}$ から $\frac{1}{3}$ と少なく、環境負荷を大幅に低減することができる。特に、排ガス中のダイオキシン類を0.01 ng-TEQ/m³N以下と規制値の $\frac{1}{10}$ 以下に、また、飛灰中のダイオキシン類も0.06 ng-TEQ/g以下と、規制値の $\frac{1}{50}$ 以下にそれぞれ抑えることができる。当然、廃棄物として10～15%が最終処分されていた焼却灰を発生させない。

(2) 運転費の削減

一般廃棄物が持つ熱カロリーを有効に利用しているため、乾燥空気と炭化炉の加熱には外部燃料を必要としない。廃棄物が5,000～6,300 kJ/kg(1,200～1,500 kcal/kg)の発熱量を持っていれば、定常運転時の補助燃料は不要であり、運転費を削減することができる。

(3) 金属の回収・リサイクル

未酸化状態で廃棄物中の金属を回収することができるので、マテリアルリサイクルが可能である。

(4) 良質な炭化燃料

ごみ固形燃料(RDF)中の塩素は1～2%であるが、このシステムでは炭化燃料中の塩素を0.2～0.5%以下に制限できるため、燃焼時に有害となる塩素を大幅に低減することができる。

また、低位発熱量が1万6,000～2万kJ/kg(3,800～4,700 kcal/kg)の高カロリーであり、熱量と成分が安定した炭化燃料と言える。

(5) 地球温暖化の防止

地下資源(化石燃料など)をほとんど含まない(2～3%)一般廃棄物から製造しているので、その燃焼時にCO₂をカウントする必要がない。

2.3 リサイクル施設の実績

新潟県糸魚川地域広域行政組合納めの廃棄物炭化燃料施設(リサイクル施設)は2000年9月に実施設計が開始され、2001年2月に建設に着手、2002年3月に完成し、同年4月から運用を開始している。その規模は、70 t/d(35 t/d×2系列)である。

施設の外観を図2に示す。平日は24時間連続運転で、土・日曜日は運転を休止する。ごみの種類は一般可燃ごみと可燃性粗大ごみであり、これに対応するため、破碎機は一般可燃ごみ用破碎機2台と粗大ごみ用切断機1台を備えてい

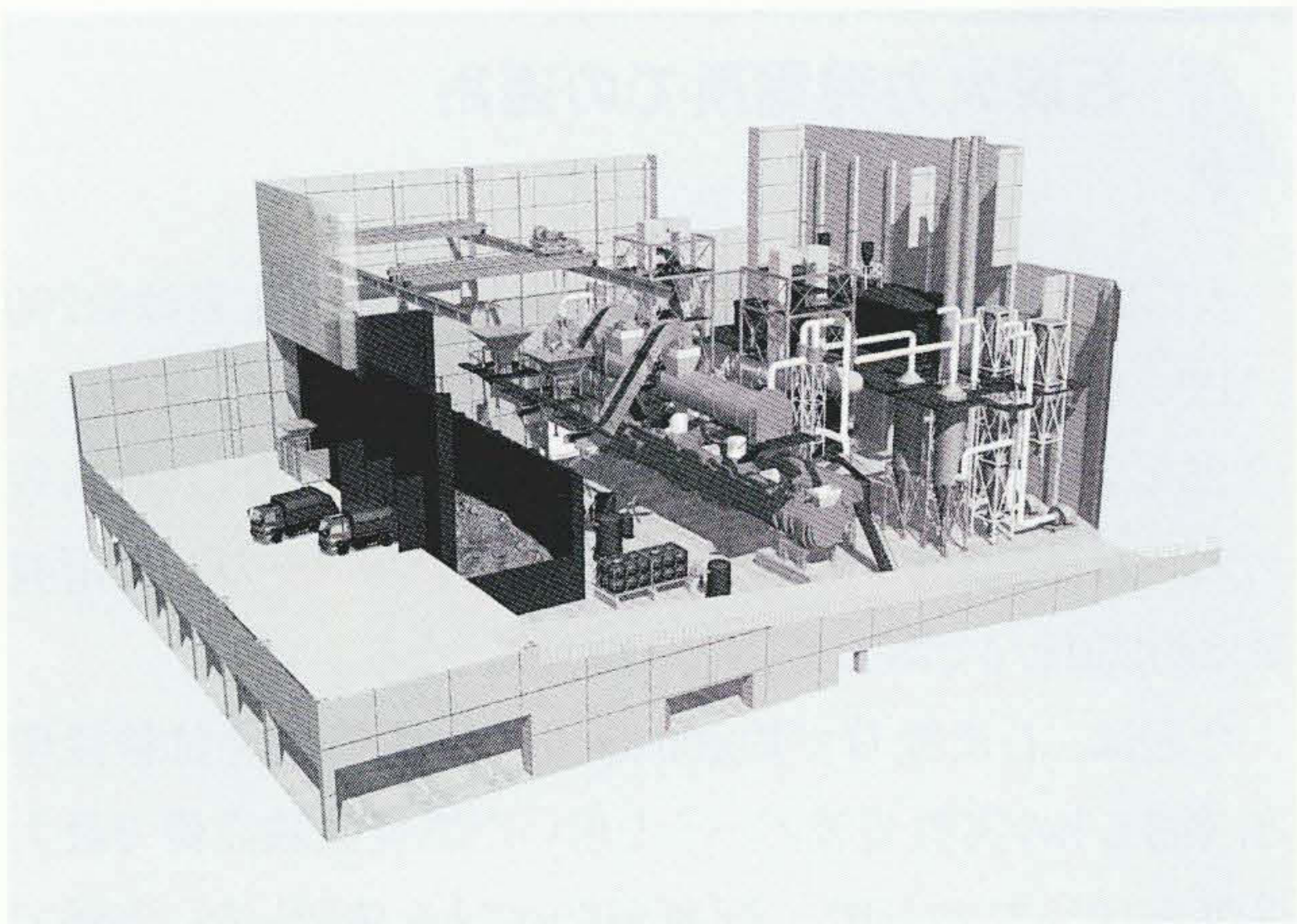


図2 糸魚川地域広域行政組合の清掃センタ(炭化システム)の外観
都市ごみから炭化燃料を製造し、炭化燃料を地元セメント会社の原燃料として利用する。排ガス中のダイオキシン類濃度は0.0056 ng-TEQ/m³Nであり、国の新設基準値(1 ng-TEQ/m³N)の $\frac{1}{100}$ 以下に抑えている。

る。建屋は省設置スペース化を図っており、乾燥炉(3階)を炭化炉(1, 2階)の上に立体配置することで、従来のキルン炉に比べて設置面積を削減した。

製造した炭化燃料を脱塩、造粒処理したうえで、石炭の代替燃料として石炭と混合し、セメント製造用燃料に利用する。また、燃焼後の灰をそのままセメント原料として利用する。

排ガス処理では、ダイオキシン類について排出濃度を規制値(5.0 ng-TEQ/m³N:2 t/h以下)の $\frac{1}{500}$ の0.01 ng-TEQ/m³Nとするなど、特別の配慮をしている。実測値は0.0006～0.002 ng-TEQ/m³Nである。また、炭化物の脱塩洗浄水をはじめとする施設内のプラント用水をすべて再利用し、場外に排出しない「クローズドシステム」を採用した。

プラントから排出されるエネルギーを積極的に利用するために余熱利用設備を設置しており、場内の暖房・給湯利用はもとより、隣接する福祉設備(浴場)への温水供給も行う。

3 廃棄物炭化燃料の石炭との混焼

3.1 廃棄物炭化燃料による発電

最近の一般廃棄物処理は、政府の広域処理指導もあり、大型焼却設備となっている。また、大量に安定して処理するため、各種の燃焼処理方法が開発されている。本稿で取り上げる、一般廃棄物を炭化して既設の石炭燃焼ボイラの燃料として利用する方式も、その有力な方法である。廃棄物炭化燃料は、その性状が石炭と類似していることから、石炭との混合が容易であり、既設燃焼設備の大幅な改造を必要としないという利点がある。

廃棄物炭化燃料を既設石炭火力発電所で混焼するためには、(1) 安定燃焼の維持、(2) 大気汚染の防止、(3) 焼却灰の汚染防止、(4) ボイラの高温腐食防止のような幾つかの検討項目がある。

これらを確認するために、基礎物性の分析、パイロット規模の燃焼排煙処理設備での試験、さらに、実機規模燃焼器での燃焼確認試験を実施した。なお、今回の試験では、脱塩処理を施していない廃棄物炭化燃料を使用した。

3.2 基礎燃焼特性

廃棄物炭化燃料の基礎燃焼特性を把握するため、一定の昇温速度で加熱して質量減少を見てみると、一般的な石炭とはほぼ同様に約400℃で質量減少が見られ、燃焼性が良好であることがわかった。また、灰の溶融温度は1,150℃と低温であり、国内の火力発電所で利用される石炭と比べると、250～300℃低い結果となった。これは、廃棄物炭化燃料にアルカリ金属が多く含まれることに起因する。

さらに、燃焼時の排ガスと同じ成分の混合ガス雰囲気、焼却灰を塗布した高温腐食試験を実施した。脱塩未処理の炭化燃料を使用したので、HCl(塩化水素)が高濃度であることから、腐食は見られたが軽微であり、顕著な差があるとは言えなかった。

3.3 パイロット規模での混焼特性

中規模の混焼試験として、石炭相当で200 kg/hの燃焼試験設備を用い、石炭専焼と廃棄物炭化燃料10%混焼との燃焼比較試験を実施した。その結果は以下のとおりである。

(1) 排ガス性状

石炭専焼と混焼時の代表個所におけるガス濃度、ダスト濃度、ガス温度を表1に示す。排ガス特性では、HClとNO_x(窒素酸化物)濃度に差異が見られた。廃棄物炭化燃料を10%混合することで燃焼炉出口でのHCl濃度の増加が見られたが、予測の範囲であった。使用した廃棄物炭化燃料は、脱塩処理を施しておらず、処理後の燃料を使用した場合は石炭専焼と同レベルになるものと考える。

NO_x濃度に関しては、混焼時のほうが約20 ppm低かった。しかし、これは、燃焼設備の性能を考慮すると、燃料による明確な差異があるとは言えず、同等と評価した。

(2) 灰分析

電気集じん機で捕集した石炭専焼灰と混焼灰を分析比較

表1 燃焼排ガスの特性

燃焼炉出口と電気集じん機出口部での燃焼排ガス特性について、石炭専焼時と廃棄物炭化燃料(脱塩処理なし)10%混焼時と比較した。

項目	単位	石炭専焼		混焼(10%)	
		燃焼炉出口	電気集じん機出口	燃焼炉出口	電気集じん機出口
NO _x	ppm	133	-	115	-
HCl	ppm	6	-	90	-
O ₂	%	2.6	11.2	3.4	11.2
CO	ppm	15	-	20	-
ダスト	g/m ³ N	3.3	0.0005	5.1	0.0122
ガス温度	℃	422	67	424	75

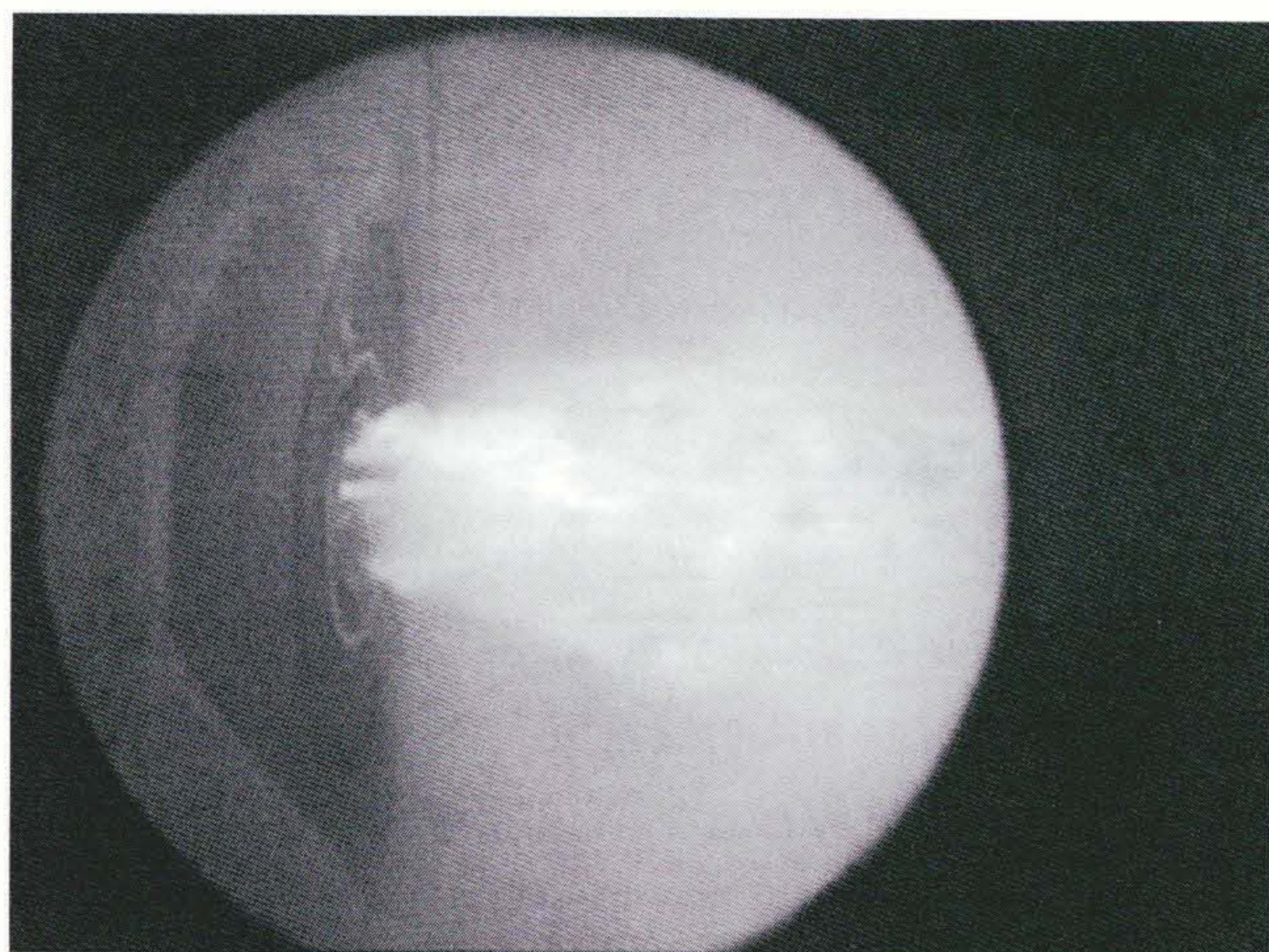


図3 石炭と廃棄物炭化燃料の混焼火炎

微粉炭流量3 t/hの実機規模試験設備での廃棄物炭化燃料5%混焼時の火炎状況を示す。

した結果、 Na_2O と K_2O については、混焼灰は専焼灰の約2倍の濃度になった。ただし、微量であることから、石炭灰の再利用に支障はない。その他の成分に関しても優位差は見られなかった。

3.4 実機規模装置での燃焼性確認

3 t/hの単一バーナを用いた燃焼試験を実施し、石炭専焼と廃棄物炭化燃料5%の混焼を比較した。その結果、着火安定性については、バーナから高輝度火炎が形成されており、石炭専焼と同等の安定燃焼を維持できることを確認した(図3参照)。

実機規模のバーナを使用したことから、 NO_x と灰中未燃分について実機での燃焼を予測することができ、 NO_x では、石炭専焼時よりも約10%(最大10 ppm)低い濃度となった。一方、灰中未燃分に関してはほぼ同等であり、廃棄物炭化燃料を石炭と混焼することによる燃焼性への悪影響はないと評価した。なお、石炭との同一粒度粉碎では、ミルモータの動力に若干の低下が認められた。

4 石炭火力発電所での運用

人口20万人程度の中規模都市からのごみ発生量は約200 t/dであり、これから生産できる廃棄物炭化燃料は、約30 t/d (1.25 t/h)である。これを、最新鋭の発電機出力1,000 MWクラスの石炭燃焼ボイラで混焼する場合、ボイラの石炭消費量は約250 t/dであり、混焼率は約1%となる。

今回は、石炭換算で約200 kg/hの中規模燃焼試験設備と、約3 t/hの実機規模バーナを用いた燃焼試験設備で最大混焼率10%まで試験し、問題がないことを確認した。実機での運用を考えると、多くても数パーセントの混焼率となる。したがって、石炭火力発電所での中規模都市から発生する廃棄物炭化燃料の混焼技術には問題がないと言える。

現状では廃棄物炭化燃料の供給量が少ないことから、その供給と貯蔵の安定運用に留意することが必要と考える。今後、実機規模の設備で廃棄物炭化燃料の受け入れ、貯蔵、混合粉碎まで、ハンドリング技術を含めた総合検証を行い、実機適用まで展開していく考えである。

5 おわりに

ここでは、廃棄物炭化燃料システムについて述べた。

廃棄物炭化燃料システムは開発段階を終え、自治体の施設が運用を開始している。このシステムは、わが国の廃棄物処理の広域化対応、環境保全、リサイクル化、安定運転と処理費の低減などに寄与するものであると考える。

日立グループは、今後もユーザーの状況に適したシステムを提案し、循環型社会形成の一翼を担っていく考えである。

参考文献

- 1) 中平, 外: 廃棄物炭化燃料による発電, 日本機械学会2001年度年次大会講演資料集(VII), 589~590 (2001.8)

執筆者紹介



柳田光昭

1990年日立製作所入社, 電力・電機グループ 社会システム事業部 環境システム本部 環境ソリューション部 所属
現在, 廃棄物処理システムの関連業務に従事
日本機械学会会員
工学博士
E-mail: mitsuaki_yanagida@pis.hitachi.co.jp



馬場 彰

1977年バブコック日立株式会社入社, 呉研究所 火力研究部 所属
現在, 燃焼装置の開発関連業務に従事
日本機械学会会員
E-mail: baba-a@krl.bhk.co.jp



津村俊一

1980年バブコック日立株式会社入社, 呉事業所 火力技術本部 ボイラ設計部 所属
現在, 発電用ボイラの開発・設計に従事
日本機械学会会員, 火力原子力発電技術協会会員
E-mail: tumura@kure.bhk.co.jp



石井和夫

1961年バブコック日立株式会社入社, エネルギー事業部 開発技術部 所属
現在, 新燃料(ジメチルエーテル, バイオマス, ごみなど)を発電用燃料に適用する関連業務に従事
E-mail: isiik@tho.bhk.co.jp