

令和3年度環境省委託業務

令和3年度CO₂排出削減対策強化誘導型
技術開発・実証事業
(高効率エネルギー利活用に向けた
次世代型廃棄物処理システムの開発)
委 託 業 務

成 果 報 告 書

令和4年3月

日 立 造 船 株 式 会 社

執筆上の前提について

本事業は令和２年度から令和５年度までの複数年事業を想定した委託業務ではあるが、契約は単年度契約である。そのため、本業務の次年度以降の継続及び今年度受託者の継続を保証するものではない。一方で、本報告書では一部便宜上、次年度以降の実施を想定した記述を行っている。

要約

本委託事業は、エネルギー起源 CO₂ 排出量の削減および脱炭素社会実現に向けた、新しい都市ごみ処理プロセスを開発し社会実装を目指すものである。具体的には、一般廃棄物から熱分解ガス（水素リッチな可燃性のガス）を生成することにより高効率かつ多用途のエネルギー利活用に資する、独自構造のロータリーキルン（熱分解ガス化改質炉）を用いた新たな熱分解ガス化改質システムの実証を行う。

本委託事業において実施する実証試験では、自治体の一般廃棄物を対象とした熱分解ガス化改質システムの実証試験設備を設計・建設し、その技術的な性能を評価・検証する。

R3 年度の主な成果は以下のとおりである。

1. 熱分解ガス化改質炉の最適化

1) 製作

R2 年度に実施した基本設計、詳細設計等を基に、熱分解ガス化改質炉を製作した。

2) 建設工事

製作完了した熱分解ガス化改質炉について、機器据付工事および電気計装工事を完了した。

3) 機器調整

建設工事が完了した熱分解ガス化改質炉について、操作前の機器確認や冷間動作確認等を行い、機器調整を完了した。

4) 運転

機器調整が完了した熱分解ガス化改質炉について、実際の一般廃棄物を投入して熱分解ガス化改質炉の運転を開始した。

2. ガス精製装置の最適化

1) 製作

R2 年度に実施した基本設計、詳細設計等を基に、ガス精製装置を製作した。

2) 建設工事

製作完了したガス精製装置について、機器据付工事および電気計装工事を完了した。

3) 機器調整

建設工事が完了したガス精製装置について、操作前の機器確認や急冷塔および吸収塔の噴霧水量の調整を行い、機器調整を完了した。

4) 運転

機器調整が完了したガス精製装置について、熱分解ガス化改質炉で発生した熱分解ガスを通し、ガス精製装置の運転を開始した。

5) 排水処理システムの検討

ベンチ試験の排水について有害物質の含有量を分析し、排水処理方法の基礎検討を行った。その結果を基に、実機プラントを想定した排水処理フロー案を作成した。

3. システム全体の最適化

1) 詳細（工事）設計

R2 年度に実施した基本設計および詳細設計の後、「機器発注・製作に付随する作業」、「工事を円滑に施工するために必要な作業」および「運転準備に必要な作業」を検討し、各種資料を作成した。

2) 製作、手配

R2 年度に実施した基本設計、詳細設計等および詳細（工事）設計を基に、実証試験設備を製作、手配した。

3) 建設工事

製作完了した実証試験設備について、機器据付工事、電気計装工事、土建工事を完了した。

4) 機器調整

建設工事が完了した実証試験設備の各機器について、単体機器調整を完了した。

5) 運転

機器調整が完了した実証試験設備について、実際の一般廃棄物を投入して実証試験設備の運転を開始した。

6) 運転方案の作成

基本設計、詳細設計等を基に、運転方案を検討し、運転要領書を作成した。また、運転方案を基に、実証試験設備全体の制御システムを完成した。

7) 運用に関する検討

実証試験設備を運転するために必要な維持管理、補修方法について検討し、機器の保守点検リスト、ユーティリティ管理リストを作成した。

安全運転対策のため、R2 年度に作成した HAZOP を実証試験設備に反映した。また、諸官庁へ届出を行い、法律を遵守した設備で安全に運転を行えるようにした。

4. 事業化計画の策定

1) 自治体へのヒアリング調査

自治体のニーズを把握するために、2 つの自治体に対してヒアリングを行い、各自治体が興味のある点や要求事項などを調査した。

2) 導入対象となる施設数の調査

国内における一般廃棄物の焼却施設のデータベースを基に、2022 年度から 2030 年度に運転開始から 35 年経過する 40 t/(日・炉)以下の施設数を調査した。

3) 想定される実機フロー

実証試験設備のフローシートを基に、想定される実機フローとの違いを検討した上で、実機フローシートの案を作成した。

4) 実証試験設備のコスト積算

実機プラントのコスト積算の事前検討として、実証試験設備の建設費についてコスト積算し、実機プラントで想定される建設コストと差異の出る部分を整理した。

Summary

[Title]

Development of a next-generation waste treatment system for highly efficient energy utilization

[Representative of the project]

Michiro Hirama

Business & Product Development Center

Environmental Business Headquarters

Hitachi Zosen Corporation

[Abstract]

This project aimed to develop and implement a new urban waste treatment process to reduce CO₂ emissions and help achieve a carbon-free society. Specifically, we aimed to develop a rotary kiln (pyrolysis gasification reformer) with a unique structure that contributes to highly efficient and versatile energy utilization by generating pyrolysis gas (hydrogen-rich flammable gas) from general waste. This has been demonstrated in a new pyrolysis gasification reforming system. For the demonstration conducted in this consignment project, we designed and constructed a demonstration test plant for a pyrolysis gasification reforming system for general waste from local governments and evaluated and verified its technical performance.

The main results obtained during the third year of Reiwa were as follows:

1. Optimization of pyrolysis gasification reformer

1.1 Fabrication

The pyrolysis gasification reformer was fabricated based on the basic and detailed designs prepared during the second year of Reiwa.

1.2 Construction

Installation of equipment and electrical instrumentation required for the pyrolysis gasification reformer was completed at the demonstration test site.

1.3 Adjustment

Equipment checks were completed before operation, and operation checks were conducted when the kiln reached the normal temperature of the pyrolysis gasification reformer.

1.4 Operation

The pyrolysis gasification reformer was supplied with municipal solid waste.

2. Optimization of gas refining equipment

2.1 Fabrication

The gas refining equipment was fabricated based on the basic and detailed designs prepared during the second year of Reiwa.

2.2 Construction

Installation of equipment and electrical instrumentation required for the gas-refining equipment was completed at the demonstration test site.

2.3 Adjustment

The gas refining equipment was adjusted by checking the equipment before operation and by adjusting the amount of water sprayed into the quenching and absorption towers.

2.4 Operation

The gas refining equipment was operated by passing the pyrolysis gas (generated by the pyrolysis gasification reformer) through the refiner.

2.5 Examination of wastewater treatment system

Using wastewater analyzed in bench tests, the treatment of hazardous substances by treatment systems was investigated, and a preliminary study of the treatment methods was conducted. Based on these results, a rough wastewater treatment system flow was developed, assuming the existence of an actual plant.

3. System-wide optimization

3.1 Detailed (construction) design

After basic and detailed designs were developed during the second year of Reiwa, “work associated with equipment ordering and fabrication,” “work necessary for smooth construction,” and “work necessary for preparation for operations” were considered and the relevant documents were prepared.

3.2 Fabrication

The demonstration test plant was fabricated based on the detailed (construction) designs, as well as the basic and detailed designs prepared during the second year of Reiwa.

3.3 Construction

Installation of the equipment and electrical instrumentation, as well as associated engineering work, at the demonstration test plant was completed.

3.4 Adjustment

Equipment checks at the demonstration test plant were completed.

3.5 Operation

Operations were initiated at the demonstration test plant.

3.6 Preparation of operation plan

Based on the basic and detailed designs, an operations plan was developed and an operational manual was prepared. Based on the operational plan, the control system for the entire demonstration test plant was completed.

3.7 Consideration of operation

Maintenance and repair methods necessary to operate the demonstration test plant were considered. Lists for equipment maintenance, inspection, and utility management were prepared. The HAZOP prepared during the second year of Reiwa was used at the demonstration test plant to ensure safe operational measures. In addition, we submitted notifications to various government agencies to ensure the safe operation of the facility in compliance with the law.

4. Commercialization plan formulation

4.1 Interviews with municipalities

To understand the needs of municipalities, interviews were conducted with two municipalities to investigate their interests and needs.

4.2 Survey on the number of facilities targeted for introduction

Based on a database of general waste incineration facilities in Japan, the number of facilities from FY2022 to FY2030 that had a capacity of 40 t/day/incinerator or less that will be in operation for 35 years was investigated.

4.3 Consideration of actual plant flow

A draft flow sheet for an actual plant was prepared based on the demonstration test plant flow sheet after considering the differences between the plants.

4.4 Cost estimation for the demonstration test facility

As a preliminary study to estimate the cost of an actual plant, we estimated the construction costs of the demonstration test plant and listed areas in which the actual cost differed from the assumed construction cost of an actual plant.

[Keywords]

Municipal Solid Waste, Gasification, Reforming, High efficiency power generation

令和3年度CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業
(高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発)
成果報告書目次

第1章 委託業務内容	1
1.1 業務の目的	1
1.2 業務の内容	1
1.2.1 熱分解ガス化改質炉の最適化	2
1.2.2 ガス精製装置の最適化	2
1.2.3 システム全体の最適化	3
1.2.4 事業化計画の策定	3
1.2.5 検討会の開催	4
1.2.6 報告書の作成	4
1.2.7 技術開発・実証の目標設定	4
1.3 業務履行期限	7
1.4 成果物	7
1.5 著作権等の扱い	7
1.6 情報セキュリティの確保	7
1.7 実施体制	8
第2章 背景と目的	9
2.1 背景	9
2.2 本技術の位置づけと目的	9
2.2.1 技術的意義	9
2.2.2 政策的意義	9
2.3 本技術開発の概要	10
2.3.1 本システムのフローおよびエネルギー収支	10
2.3.2 コンセプト	11
2.3.3 実用化に向けた課題	11
2.3.4 想定されるユーザ	11
2.3.5 周辺技術の開発／整備の必要性	12
2.3.6 平行して開発されている競合技術の開発状況	12
2.3.7 規制及び社会受容性への検討・対応状況	12
2.4 本事業の推進体制	13
第3章 熱分解ガス化改質炉の最適化	14
3.1 熱分解ガス化改質炉について	14
3.1.1 熱分解ガス化改質炉の構造	14

3.2 事前検討	16
3.2.1 基本設計	16
3.2.2 詳細設計	19
3.3 製作	21
3.3.1 製作工程	21
3.3.2 製作状況	24
3.3.3 検査	26
3.4 建設工事	29
3.4.1 工事工程	29
3.4.2 据付	32
3.5 機器調整	33
3.5.1 工程	33
3.5.2 単体機器調整	35
3.6 運転	36
第4章 ガス精製装置の最適化	37
4.1 事前検討	37
4.1.1 基本設計	37
4.1.2 詳細設計	40
4.2 製作	44
4.2.1 製作工程	44
4.2.2 製作状況	46
4.2.3 検査	48
4.3 建設工事	50
4.3.1 工事工程	50
4.3.2 据付	54
4.4 機器調整	56
4.4.1 工程	56
4.4.2 単体機器調整	58
4.5 運転	60
4.6 排水処理システムの検討	60
4.6.1 ベンチ試験の排水性状の把握	60
4.6.2 実機を想定した排水処理フロー	64
第5章 システム全体の最適化	66
5.1 事前検討	66
5.1.1 基本設計	66
5.1.2 詳細設計	75

5.1.3	実証試験設備に対する安全性評価(HAZOP)の実施	77
5.1.4	各種届出	86
5.2	詳細(工事)設計	86
5.2.1	メーカー検図	86
5.2.2	工事用図面	86
5.2.3	取扱説明書	86
5.2.4	予備品・消耗品リスト	86
5.3	機器の製作、手配	87
5.3.1	破碎ごみ供給コンベア	92
5.3.2	給じん装置	93
5.3.3	燃焼炉	94
5.3.4	排ガス誘引送風機	94
5.3.5	空気圧縮機	95
5.4	建設工事	95
5.4.1	工事工程	95
5.4.2	建設工事の状況	100
5.5	機器調整	112
5.5.1	工程	112
5.5.2	単体機器調整	114
5.6	運転	118
5.6.1	運転条件	118
5.6.2	運転状況	119
5.6.3	その他	125
5.7	運転方案の策定	125
5.7.1	運転要領書の作成	125
5.7.2	制御システムの検討	129
5.8	運用に関する検討	129
5.8.1	維持管理、補修	129
5.8.2	安全運転対策	132
第6章	事業化計画の策定	137
6.1	自治体へのヒアリング調査	137
6.1.1	A市ヒアリング	137
6.1.2	B広域行政事務組合ヒアリング	138
6.2	導入対象となる施設数の調査	139
6.3	想定される実機フロー	140
6.4	実証試験設備のコスト積算	142

第7章 検討会の開催	144
7.1 R3年度第1回検討会	144
7.2 R3年度第2回検討会	150
第8章 まとめ	155
対外発表等の実績.....	158
参考文献	159

第 1 章 委託業務内容

1.1 業務の目的

一般廃棄物は雑多な生活ごみが主体なため、食品残渣、紙・布類、プラスチック等の可燃分以外にも金属や不燃分等の雑多なごみが混在しており、発電出力の変動が生じやすく、燃焼排ガスには腐食成分（酸性ガス、揮発した塩類等）が含まれているため、蒸気温度を高くすることができず火力発電に比べると発電効率が低いのが実態である。

さらに、BTG 発電の発電効率は施設の規模に依存するため、処理量 70 t/日未満の小規模施設では発電効率が低い等の理由により、発電せずにエネルギーを有効利用できていない施設が多く、廃棄物エネルギーの有効活用（CO₂ 排出量削減）が十分に行われていない状況である。

本業務では、一般廃棄物から熱分解ガス（水素リッチな可燃性のガス）を生成することにより高効率かつ多用途のエネルギー利活用を図ることで CO₂ 排出削減に大きく貢献することを目的として、独自構造のロータリーキルン（熱分解ガス化改質炉）を用いた新たな熱分解ガス化改質システムを開発する。

1.2 業務の内容

一般廃棄物の熱分解ガス化改質システムの評価・検証ができる実証試験設備を整備して、自治体の一般廃棄物を用いた実証試験（評価・検証）を行う。なお、建設・設置する設備は以下の設備概要および必要とされる要件を満たすものである。

【設備概要】

- ・設備仕様：ロータリーキルン方式の一般廃棄物の熱分解ガス化改質システム
（システムは熱分解ガス化改質炉とガス精製装置から構成される）
- ・設置場所：大阪広域環境施設組合舞洲工場地内（大阪市此花区北港白津一丁目）
- ・処理能力： 2.0 t/日程度（実機の 1/10 スケール）の一般廃棄物を処理

【必要とされる要件】

- ・速やかに事業化へ移行するために、実証試験設備は実機に展開可能な構成にする。
- ・性状が雑多で変動が大きな一般廃棄物の減容化処理が衛生的かつ安定的に行える。
- ・人材不足を考慮して、省力化・省人化を促進する運転維持管理ができる。
- ・高効率で汎用性の高い熱分解ガス化改質炉である。
- ・ガス精製装置は熱分解ガス化改質炉から生成される熱分解ガスを適切に処理できる。

- ・計画・整備にあたっては、協力者である大阪市環境局、大阪広域環境施設組合と協議して、一般廃棄物を安全かつ衛生的に取扱えるものとする。

1.2.1 熱分解ガス化改質炉の最適化

1) 事業期間全体の実施内容

2.0 t/日程度の処理能力を持つ熱分解ガス化改質炉を設計・製作し、実際の一般廃棄物を用いた実証試験を実施する。

実証試験を通じて、熱分解ガス化改質炉の基本的な性能として供給量や温度等の運転条件がタール濃度、生成ガスやチャーの性状や発生量に及ぼす影響を明らかにする。

ごみ質が変動してもタール生成量を低減しつつ安定的かつ連続的に処理可能な最適な形状や材質、運転条件を確立する。

2) 本年度の実施内容

実証設備の製作を第3四半期内に完了した。

建設工事をR3年度内に完了した。

実証設備の機器調整をR3年度内に完了した。

実証設備の運転を第4四半期から開始した。

1.2.2 ガス精製装置の最適化

1) 事業期間全体の実施内容

熱分解ガス化改質炉において生成される熱分解ガスを処理可能なガス精製装置を設計・製作し、実証試験を実施する。

実証試験を通じて、一般廃棄物の熱分解ガス特有の有害成分(煤塵、タール、酸性ガス等)を安定的かつ連続的に99%以上除去可能な運転条件を確立する。

ガス精製に適した冷却水噴霧量、循環方法及び溶媒(水、アルカリ水、オイル等)について検討する。

実機プラントを想定し、実証設備からの排水(煤塵、タール等を含有)を用いて最適な排水処理システムを検討し立案する。

2) 本年度の実施内容

実証設備の製作を第2四半期内に完了した。

建設工事をR3年度内に完了した。

実証設備の機器調整を R3 年度内に完了した。

実証設備の運転を第 4 四半期から開始した。

実機プラントを想定した排水処理システムについて、個別機器の組み合わせとプロセスを検討した。

1.2.3 システム全体の最適化

1) 事業期間全体の実施内容

一般廃棄物を対象とした熱分解ガス化改質システムの実証試験に必要な構成機器（1.2.1 と 1.2.2 に記載以外の受入れ・貯留ヤード、前処理設備、燃焼炉、排ガス処理設備、熱風発生炉等）を手配する。

計画的に実証試験を行い、一般廃棄物を安定的かつ連続的に処理するためのシステム構成と、操作条件、維持管理方法、補修方法等の長期運転方案を確立し、90 日連続運転を達成する。

AI 等を用いた自動運転、遠隔監視等の省力、省人化について検討する。

以上の業務により、一般廃棄物から水素リッチな可燃ガスを生成する熱分解ガス化改質システム（2.0 t/日）を実証、最適化する。

実証試験終了後は実証設備の解体と用地の原状復旧を行う。

2) 本年度の実施内容

本システムの運転方案を検討し、運転要領書、制御システムを R3 年度内に作成した。

本システムの維持管理、補修方法、安全運転対策を検討、立案し、R3 年度に実証設備に反映した。

実証設備全体の詳細（工事）設計を第 3 四半期に完了した。

実証設備の各機器の製作、手配、建設工事を R3 年度内に完了した。

実証設備の機器調整を R3 年度内に完了した。

実証設備の運転を R3 年度内に開始した。

1.2.4 事業化計画の策定

1) 事業期間全体の実施内容

実機規模のシステム構成を検討する。

建設費、運転費、維持管理費等のライフサイクルコストを試算し、社会実装に向けた事業性を検討する。

ガスの性状、発生量から発電効率を試算し、本システムが普及することによる CO₂ 排出削減効果を検証する。

本実証事業後に市場投入及び事業化を円滑に進めるために、本システムの事業化計画を策定する。

また、事業性を高めるためのシステムを検討する。

2) 本年度の実施内容

本実証試験設備と実機では処理規模（約 10 倍）、発電設備の有無、間接加熱熱源等の相違点がある。

R4 年度に実機規模のシステムを検討・策定するために、R3 年度内にベースとなる原案を検討した。

R4 年度に実機規模のライフサイクルコストを検討・試算するために、R3 年度内に実証設備のコストを試算・積算した。

1.2.5 検討会の開催

業務の円滑な実施のため、検討会を設置し、業務実施期間内において、2 回開催した。コロナウィルスの感染拡大防止の対策等によりウェブ会議による開催とした。

なお、検討会の委員に対しては、1 名 1 日当たり 17,700 円の謝金を支給することとし、検討会に使用する資料についても電子データ等により事前に配布した。

また、検討会終了後、速やかに議事録を作成し、関係者に配付した。

1.2.6 報告書の作成

業務の内容についての最終的な取りまとめを行い、業務報告書を作成し、提出する。

1.2.7 技術開発・実証の目標設定

本事業の目標は、次表 1-2-1 のとおりとし、表 1-2-2 の工程表に従って実施する。

表 1-2-1 CO2 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業
(高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発) 目標

	項 目	令和3年度 当初の技術の状況	最終目標	令和3年度の目標
0	全体 (高効率エネルギー利 活用に向けた次世代型 廃棄物処理システムの 開発)	・ 実証設備全体の基本設計（フローシート、物質収支、機器容量計算書等）：100%完了 ・ 実証設備全体の詳細設計（P&ID、機器仕様決定、電力負荷リスト、電気・計装設計仕様決定・発注等）：80%完了 ・ 建築工事の各種届出完了	・ 一般廃棄物から水素リッチな可燃ガスを生成する熱分解ガス化改質システム（2.0 t/日）の実証、最適化 ・ 本システム普及による CO₂ 排出削減効果の確認	・ 実証設備全体の詳細（工事）設計完了 ・ 実証設備の機器調達・製作完了 ・ 実証設備の工事完了 ・ 実証設備の機器調整完了 ・ 実証運転の開始
1	熱分解ガス化改質炉の最適化（スケールアップおよび一般廃棄物処理に伴う課題解決）	・ 基本設計（システム、機器構造、寸法等）、詳細設計（詳細構造、寸法、製作・工事対応等）：100%完了 ・ 炉本体の候補材を机上調査により3鋼種を選定し、ラボ腐食試験により各鋼種の耐食性能の評価：100%完了 ・ 低質、基準、高質の各ごみ質について熱分解ガス化炉内の解析を行い、タール生成に影響が大きい温度を制御する諸元の設定：100%完了 ・ シミュレーションにより熱分解ガス改質炉内の内部運動を可視化することによる炉の形状の最適化：100%完了	・ 熱分解ガス化改質炉のシステム、形状、材質等の確立 ・ 一般廃棄物の安定した処理能力の確認	・ 実証設備の製作完了 ・ 実証設備の工事完了 ・ 実証設備の機器調整完了 ・ 実証運転の開始
2	ガス精製装置の最適化（スケールアップおよび一般廃棄物処理に伴う課題解決）	・ 基本設計（ラボ試験状況からシステム決定等）：100%完了 ・ 詳細設計（機器サイズ、能力検討等）：100%完了	・ 一般廃棄物の熱分解ガス特有の有害成分除去装置の確立 ・ 実機プラントを想定した排水処理システムの検討、立案	・ 実証設備の製作完了 ・ 実証設備の工事完了 ・ 実証設備の機器調整完了 ・ 実証運転の開始 ・ 実機プラントを想定した排水処理システムの検討
3	システム全体の最適化	・ ベンチ試験装置において得られた知見（トラブル、維持管理、補修方法、運転状況等）を整理、検討：100%完了 ・ 基本運転方案：100%完了 ・ HAZOP (Hazard and Operability Studies)：100%完了	・ 長期運転方案（安定運転のための操作条件、維持管理、補修方法等）の確立 ・ 連続運転90日以上での達成	・ 維持管理、補修方法、安全運転対策を立案し実証設備に反映 ・ 実証設備の運転方案を検討し、運転要領書、制御システムを作成
4	事業化計画の策定		・ 本実証事業完了後、円滑に事業化を進めるために、本システムの事業化計画を策定 ・ 事業性向上に向けたシステム検討	・ 実機規模（市場投入規模）のシステム原案を検討 ・ 実証設備のコスト積算

表 1-2-2 工程表

委託業務実施上の区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	摘要
(1)熱分解ガス化改質炉の最適化													
・実証設備の製作													
・実証設備の建設工事													
・実証設備の機器調整													
・実証設備の運転開始													
(2)ガス精製装置の最適化													
・実証設備の製作													
・実証設備の建設工事													
・実証設備の機器調整													
・実証設備の運転開始													
・実機プラントを想定した排水処理システムの検討													
(3)システム全体の最適化													
・運転要領書、制御システムを完成													
・維持管理、補修方法、安全運転対策の立案、実証設備へ反映													
・実証設備の詳細(工事)設計													
・実証設備の各機器の手配													
・実証設備の建設工事・土工工事													
・実証設備の機器調整													
・実証設備の運転開始													
(4)事業化計画の策定													
・実証コスト積算													
・実機システム検討													
(5)技術開発検討会の開催													
(6)業務報告書の作成及び提出													3月下旬 指定日
(7)業務精算報告書の提出													3月下旬 指定日

※本工程表に変更が生じた場合には、新旧工程を表示する。

新工程 ————
旧工程 ……………

1.3 業務履行期限

令和4年3月31日

1.4 成果物

紙媒体：報告書 11部（A4判 150頁程度）

電子媒体：報告書の電子データを収納したDVD-R等 2枚（セット）

提出場所 環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課

1.5 著作権等の扱い

- ・成果物に関する著作権、著作隣接権、商標権、商品化権、意匠権及び所有権（以下「著作権等」という。）は、納品の完了をもって受託者から環境省に譲渡されたものとする。
- ・受託者は、自ら制作・作成した成果物に対し、いかなる場合も著作権者人格権を行使しないものとする。
- ・成果物の中に受託者が権利を有する著作物等（以下「既存著作物」という。）が含まれている場合、その著作権は受託者に留保されるが、可能な限り、環境省が第三者に二次利用することを許諾することを含めて、無償で既存著作物の利用を許諾する。
- ・成果物の中に第三者の著作物が含まれている場合、その著作権は第三者に留保されるが、受託者は可能な限り、環境省が第三者に二次利用することを許諾することを含めて、第三者から利用許諾を取得する。
- ・成果物納品の際には、第三者が二次利用できる箇所とできない箇所の区別がつくように留意するものとする。
- ・納入される成果物に既存著作物等が含まれる場合には、受託者が当該既存著作物の使用に必要な費用の負担および使用許諾契約等に係る一切の手続を行うものとする。

1.6 情報セキュリティの確保

受託者は、下記の点に留意して、情報セキュリティを確保する。

- ・受託者は、委託業務の開始時に、委託業務に係る情報セキュリティ対策とその実施方法および管理体制について環境省担当官に書面で提出する。
- ・受託者は、環境省担当官から要機密情報を提供された場合には、当該情報の機密性の格付に応じて適切に取り扱うための措置を講ずる。

また、委託業務において受託者が作成する情報については、環境省担当官からの指示に応じて適切に取り扱う。

- ・受託者は、環境省情報セキュリティポリシーに準拠した情報セキュリティ対策の履行が不十分と見なされるとき又は受託者において委託業務に係る情報セキュリティ事故が発生したときは、必要に応じて環境省担当官の行う情報セキュリティ対策に関する監査を受け入れる。
- ・受託者は、環境省担当官から提供された要機密情報が業務終了等により不要になった場合には、確実に返却し又は廃棄する。また、委託業務において受託者が作成した情報についても、環境省担当官からの指示に応じて適切に廃棄する。
- ・受託者は、委託業務の終了時に、本業務で実施した情報セキュリティ対策を報告する。

1.7 実施体制

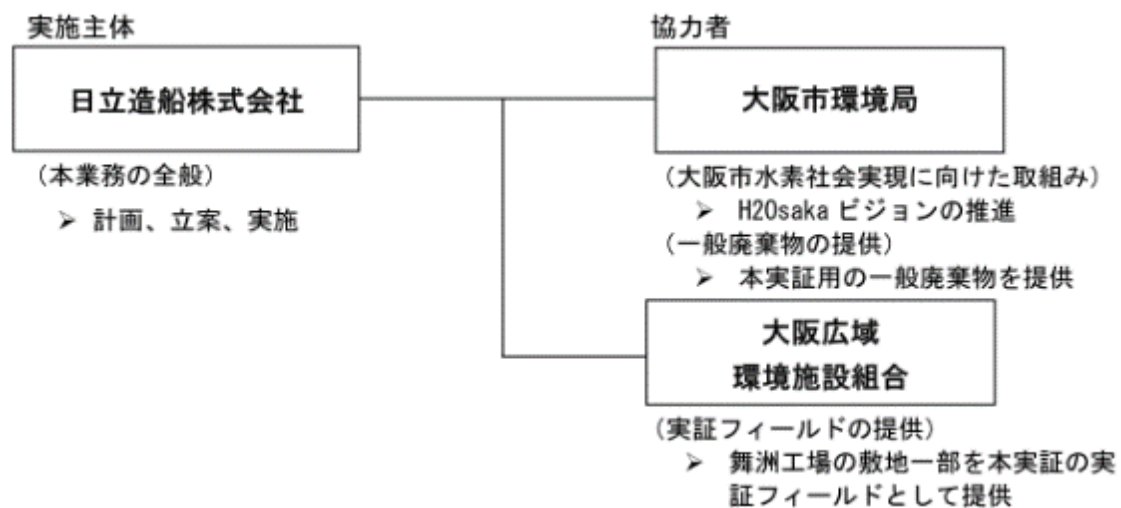


図 1-7-1 実施体制

本委託業務は、日立造船株式会社が実施主体となって全て業務を実施する。

ただし、協力者とは緊密に連携しながら進める。また、必要に応じて環境省担当官と打合せを行う。

第2章 背景と目的

2.1 背景

廃棄物発電は、廃棄物を焼却により衛生的に減容化するとともに、高温の燃焼排ガスの保有する熱エネルギーをボイラー(Boiler)、蒸気タービン(Steam Turbine)、発電機(Generator)によって電気エネルギーに変換する発電システム(BTG 発電)である。

しかし、BTG 発電の発電効率は施設の規模に依存するため、処理量 70 t/日未満の小規模施設では発電効率が低い等の理由により、発電せずにエネルギーを有効利用できていない施設が多い²⁻¹⁾。

2.2 本技術の位置づけと目的

2.2.1 技術的意義

廃棄物発電は太陽光発電や風力発電と比較すると、ある程度の出力制御ができる安定電源である。しかし、一般廃棄物は家庭からの生活ごみが主体で食品残渣、紙・布類、プラスチック等の可燃分以外にも金属や不燃分等の雑多なごみが混在するため、発電出力の変動が生じやすい。また、その燃焼排ガスには腐食成分(酸性ガス、揮発した塩類等)が含まれているため、蒸気温度を高くすることができず火力発電に比べると発電効率が低い。

廃棄物処理の異なる技術として生ごみのメタンガス化方式などの生物反応を利用した技術もあるが「ごみに含まれる木・プラスチック等の処理が難しい」「発酵残渣や廃液の処理が別途必要」といった減容化やコスト等の課題があるため、焼却処理の代替にするのは難しい状況である。

これらの課題を解決して、CO₂排出削減および一般廃棄物処理基本計画に貢献しうる革新的なシステムを確立することが本技術開発の目的である。

2.2.2 政策的意義

2016 年に閣議決定された「地球温暖化対策計画」に掲げられている温室効果ガス排出削減目標(2030 年までに 26%削減、2050 年までに 80%削減/2013 年比)を達成するためには、エネルギー起源 CO₂排出量の約 40% (5 億 t) を占める国内の電力供給に伴う CO₂排出量を削減することが不可欠である。そのためにはベースロード電源として、化石燃料火力発電に代替可能な高効率の脱炭素エネルギー創出システムの確立が必須である。

そのような状況下で廃棄物発電はサステナブルな発電システムとして期待されており、

高効率な廃棄物発電システムを広く普及することで CO₂ 排出削減に大きく貢献することができる。また、廃棄物発電は人々の生活に伴い排出される一般廃棄物をエネルギー源とした地域に分散した生活圏内のエネルギーシステムであり、高効率な廃棄物発電システムを普及することにより、地域循環共生圏に掲げられている「自立分散型のエネルギーシステム」かつ「災害に強いまち（災害時でも安心感のあるエネルギーシステム・ライフライン）」を同時に実現できる。

また 2020 年 10 月、第 203 回臨時国会の所信表明演説において菅義偉内閣総理大臣が「2050 年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち 2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」のように宣言されたことを受け、にわかに脱炭素社会への流れが勢いついている社会情勢を鑑みれば、熱分解ガス化により廃棄物から水素リッチガスを回収しケミカルリサイクル等の展開が図れる点で脱炭素社会の構築に貢献しうるものである。

2.3 本技術開発の概要

2.3.1 本システムのフローおよびエネルギー収支

本システムの目指す構想は、一般的な廃棄物発電方式である「焼却処理+BTG 発電」とは異なり「熱分解ガス化改質処理+発電機」である。本システムの概略フローおよびエネルギー収支を図 2-3-1 に示す。

熱分解ガス化改質炉で生成した熱分解ガスは、ガス精製装置によりガス中に残留したタールと酸性ガスおよび夾雑物を除去した後に熱分解ガス貯留タンクを経て発電機（ガスエンジンや燃料電池）において電気に変換される。

また、熱分解ガス化改質炉の熱源は、本装置から排出されるチャーを燃焼させた高温の燃焼排ガスを活用する。熱量が不足する場合は、生成した熱分解ガスを充当するため外部熱源は不要である。

さらにシステム全体のエネルギー効率を高めるため、発電機の排ガスを熱風発生炉の熱源に利用するほか、熱分解ガス化改質炉を出た後の間接加熱ガスを廃熱ボイラーで水蒸気発生用の熱源として活用するシステム構成としている。

物処理組合に拡大する。

2.3.5 周辺技術の開発／整備の必要性

本システム中で新たな開発または検証が必要な機器・設備は、熱分解ガス化改質炉、ガス精製装置であり、それ以外（ガスエンジンを含む）は既存技術を活用する計画であるため、本事業では検討を実施しないものとしている。しかし、本システムを計画どおりに機能させるためには、各種機器・設備を一貫システムとして検討、設計、製造、建設して安定運転を実証する必要がある。

2.3.6 平行して開発されている競合技術の開発状況

10～20 年ほど前は、各社がガス化溶融炉向けの技術として、廃棄物の熱分解ガス化技術を開発していた。しかし、ガス化溶融炉はライフサイクルコストが嵩むことや溶融処理の需要が少ないこと等から、近年はほとんど発注されることが無くなり、各社の開発状況も進んでいないようである。

近年に公開されている情報では「廃棄物の高効率ガス化発電プロセス」に(株)神鋼環境ソリューションが以下の開発に取り組んでいる。

- ・平成 25、26 年度に環境研究総合推進費補助金次世代事業「廃棄物ガス化発電技術の高効率化の実証」（3J132001）において流動床ガス化炉と改質炉を用いたガス化改質プロセスを開発
- ・平成 29 年度環境省委託業務 中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業「流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの要素技術検証」において熱分解ガスのガス精製システムを開発

2.3.7 規制及び社会受容性への検討・対応状況

一般廃棄物処理は廃棄物処理法の適用を受けるために各種基準・規制を満足する必要がある。また、一般廃棄物処理施設の技術評価・選定を単独で行うのが難しい自治体への指標として、(公社)全国都市清掃会議の技術認証・確認制度がある。本認証を取得したシステムは信用度が高くなるため、早期普及に向けてこの認証は必須である。

新規システムの技術認証、認知度向上、普及には時間がかかるが、弊社ではこれまでに何度か対応した手順であり、実績を踏まえて計画的に推進する。

2.4 本事業の推進体制

本事業を推進するにあたり、以下2者からの協力を得る。

- ・ 大阪市環境局

大阪市は、大阪府・堺市と「H2Osaka ビジョン」を共同体制で推進し、また、わが国有数の水素の需要地であるという地域性を生かし、新たな技術開発・実証プロジェクトの検討・立案に取り組んでいる。

本システムは大阪市の特性を踏まえた都市資源を活用した将来の水素サプライチェーンの具体化として期待できるため、本実証事業への全面的な支援をしていただいております、大阪広域環境施設組合舞洲工場で実証試験を行う。

なお、本実証試験に用いる一般廃棄物を提供していただいております。

- ・ 大阪広域環境施設組合

大阪広域環境施設組合は、構成団体（大阪市、八尾市、松原市、守口市）から排出される一般廃棄物を焼却処理し処分を共同で行うための特別地方公共団体（一部事務組合）であり、所有施設の効率的な運用や高効率の廃棄物処理システムの導入等を検討している。

大阪広域環境施設組合としては本実証試験への協力を通じて、本システムの長所・短所を詳細に把握することで、新たな廃棄物処理施設の機種選定を適切に行って、より効率的な廃棄物処理の実現を図る。

第3章 熱分解ガス化改質炉の最適化

本章の熱分解ガス化改質炉の最適化は、6つの項目（3.1 熱分解ガス化改質炉について、3.2 事前検討、3.3 製作、3.4 建設工事、3.5 機器調整、3.6 運転）で構成されている。

本章では、R2年度に実施した基本設計および詳細設計を基に、設備の製作、工事、調整を経て、実証試験を開始した内容について記載する。

3.1 熱分解ガス化改質炉について

本事業で開発する熱分解ガス化改質炉は、一般廃棄物の熱分解ガス化およびガス改質を同時に行うことで、一般廃棄物を衛生的に減容化しながらも可燃ガスを生成する装置であり、「次世代型廃棄物処理システム」の中心となる装置である。

生成された可燃ガスの用途としては、ガスエンジンによる発電だけでなく、将来的には燃料電池を用いた高効率発電やケミカルリサイクル等の資源活用といった多用途の展開も可能である。

3.1.1 熱分解ガス化改質炉の構造

熱分解ガス化改質炉の構造を図3-1-1に示す。

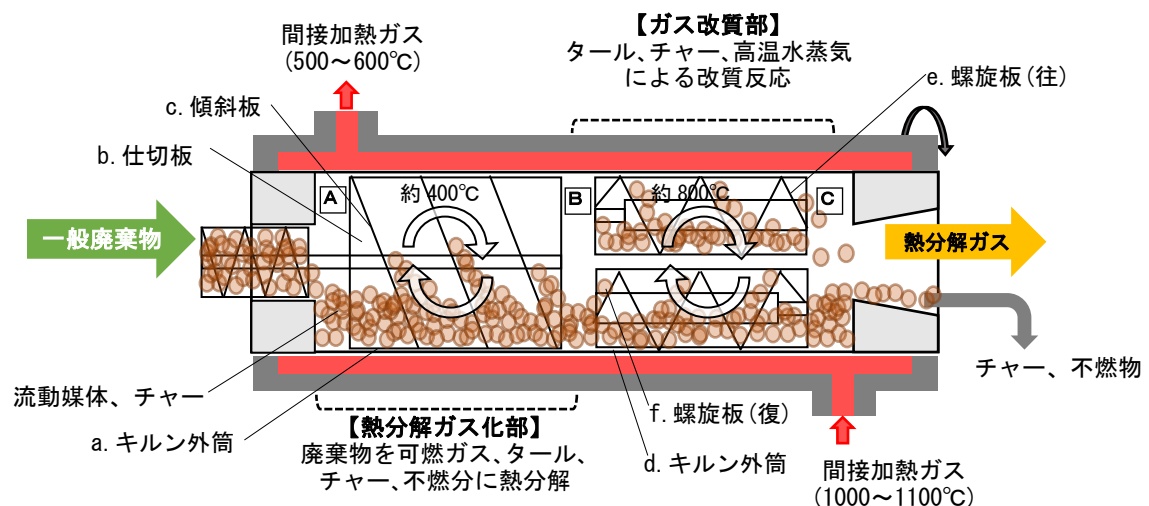


図3-1-1 熱分解ガス化改質炉の構造

熱分解ガス化改質炉は、図 3-1-1 のとおり独自の内部構造を設けた間接加熱方式（外部加熱）ロータリーキルン炉（横型内部循環流動方式）である。

その内部には「熱分解ガス化部」と「ガス改質部」が設けられており、単一のキルン内で熱分解ガス化およびガス改質を同時に行うことが大きな特徴である。

ガス改質反応は水蒸気改質反応が中心であるために、生成ガスとして、水素リッチな可燃性のガスが生成される。

1) 熱分解ガス化部

熱分解ガス化部は、a. キルン外筒、b. 仕切板（キルンを往路・復路に分割する）、c. 傾斜板（流動媒体を循環させる）で構成される。

流動媒体（300～450℃）は、キルンの回転により流動化して図 1 中の[A]～[B]間を循環する。[A]に投入された廃棄物は高温の流動媒体と接触・攪拌して、可燃ガス、タール（高温気化した油分）、チャー（炭化物）、不燃分に熱分解する。

熱分解しにくい廃棄物（粒形が大きい等）は、流動媒体と一緒に熱分解ガス化部を循環することにより熱分解を促進する。

ガス化温度が低下しやすい状況（水分の多い廃棄物が投入される等）でも、外熱により約 400℃に加熱された大量の流動媒体により攪拌して昇温する構造のために、急激な温度低下を回避させて安定した熱分解を実現できるシステムとしているため、ごみ質の変動が避けられない一般廃棄物に適したシステムである。（廃棄物の保有熱量を直接利用する部分燃焼方式だと、ごみ質の変動による熱分解温度の変化は避けられない。）

2) ガス改質部

ガス改質部は、d. キルン外筒、e. 螺旋板（往）、f. 螺旋板（復）で構成され、キルンの回転により固体粒子（600～800℃の流動媒体とチャー、不燃物）が流動化しながらガス改質部の[B]～[C]間を循環する。

熱分解ガス化部で生成したガス（可燃ガス、高温タール）と高温水蒸気はガス改質部に充填された 600～800℃の固体粒子の空隙を固気接触しながらすり抜けてキルン出口から排出される。

その際に可燃ガス、タールやチャーは昇温されると同時に水蒸気改質反応により改質されて、タール分の少ない水素リッチな可燃性のガスに改質される。

この改質反応は一般的には 800～1000℃以上の高温域でおこる反応であるが、本システムにおける改質反応は、廃棄物由来のチャーがタールの水蒸気改質反応の触媒的效果を持つ

ことを利用して、タール、水蒸気およびチャーを約 800℃で接触させることで改質反応を可能としている。

熱分解ガス化部およびガス改質部の温度は、キルン外部の間接加熱ガスの温度や流量等により制御可能である。

3.2 事前検討

熱分解ガス化改質炉の開発に伴う事前検討として、R2 年度に実証試験設備の熱分解ガス化改質炉について「基本設計」「詳細設計」などを実施した。

3.2.1 基本設計

熱分解ガス化改質炉の基本設計条件は下記数値で計画した。

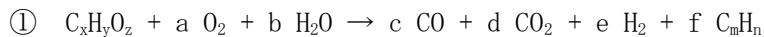
1) ごみ性状

弊社が実施した過去の案件で提示されたごみ質の平均値から表 3-2-1 の数値を用いた。

2) 反応式

(1) 熱分解反応式

ごみ成分のうち代表的な熱分解反応式は以下のとおりとした。



(2) 改質反応式

タール等の改質反応の代表的な反応式は以下のとおりとした。

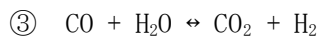
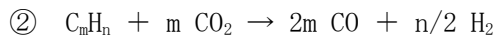
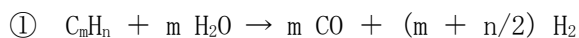


表 3-2-1 ごみ性状一覧

項目			単位	低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
ごみ条件	処理量		t/日	2.0	2.0	2.0
			(kg/h)	(83.3)	(83.3)	(83.3)
	比重		t/m ³	0.3	0.3	0.3
	温度		℃	20	20	20
	組成	三成分	可燃分	34.8	47.7	58.4
			水分	47.0	36.3	27.3
			灰分	18.2	16.0	14.3
			合計	100	100	100
		元素組成	C	19	26	32
			H	2.5	3.5	4.3
			Cl	0.4	0.8	1.1
			S	0.1	0.1	0.1
N			0.4	0.5	0.6	
O			13	17	20	
低位発熱量(LHV)		kJ/kg-wet	5,860	9,620	12,700	
発生熱量		kJ/h	488,000	802,000	1,060,000	
		kW	136	223	294	

3) 基本設計数値

熱分解ガス化改質炉で生じる各種反応の基本数値は(1)～(4)のとおりとした。

(1) 熱分解反応温度

弊社における実験結果から熱分解反応温度は 300～400℃となるように設計した。

(2) 改質反応温度

弊社における実験結果から熱分解反応温度は 700～900℃となるように設計した。

(3) 熱分解反応熱量

弊社における実験結果から熱分解反応熱量は、熱分解対象物の単位質量当たり 0～3,350 kJ/kg とした。

(4) タール改質反応熱量

弊社における実験結果から熱分解反応熱量は、タール単位質量当たり 6,280 kJ/kg とした。

上記(1)～(4)の基本設計数値の相関関係を模式図（図 3-2-1）で示す。

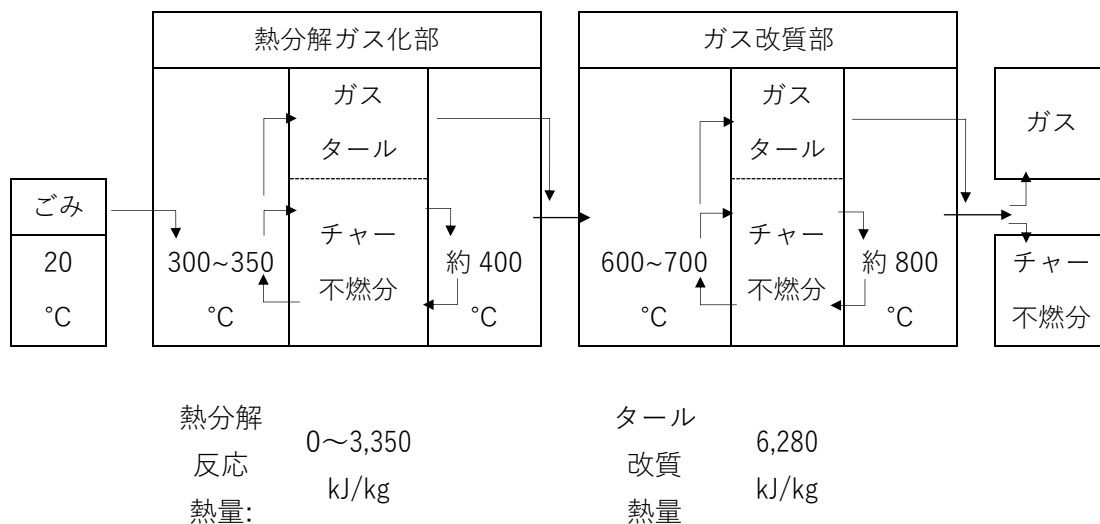


図 3-2-1 熱分解ガス化改質炉の設計条件

3) 基本設計結果

前項の設計条件および DEM 解析等により、算出した熱分解ガス化改質炉の基本設計の主要数値を表 3-2-2 のとおり設計した。

表 3-2-2 熱分解ガス化改質炉の基本設計仕様

項目		単位	数値
キルン全長		mm	3,800
キルン直径		mm	1,200
熱分解 ガス化部	熱分解ガス化熱量	kJ/h	167,000～178,000
	熱分解部長さ	mm	1,650
	有効伝熱面積	mm ²	6,220,000
ガス 改質部	ガス改質熱量	kJ/h	159,000～224,000
	ガス改質部長さ	mm	2,150
	有効伝熱面積	mm ²	8,100,000

3.2.2 詳細設計

熱分解ガス化改質炉は、機械設計上は高温のキルン炉（横型回転炉）に分類される。そのため、前項の基本設計仕様を設計条件として、一般的な設計手順に沿って熱分解ガス化改質炉の詳細設計を行った。

1) 詳細構造

(1) シール部構造

熱分解ガス化改質炉はキルン炉（横型回転炉）であり、回転部と固定部には摺動部が存在する。

また、熱分解ガス化改質炉で生成する熱分解ガスは高温の可燃ガスであり、外気と触れると爆発する危険性がある。

そのため、摺動部のシール性を高める構造を検討、決定した。機械的な構造だけではシール性能を担保できないため、シール部に不活性気体を封入して、外気を遮断する構造とした。

(2) 煤塵分離構造

熱分解ガス化改質炉はキルン炉（横型回転炉）であるために、内部の固形物（チャー、不燃分、流動媒体）はキルン内部を流動する間に接触、摩耗し、煤塵として生成ガスと一緒に飛散する。

そのため、熱分解ガス化改質炉の出口部分でガス流れを反転（下向きから上向きの180°反転）させ、煤塵を除去する構造とした。

(3) 内部状況の確認

熱分解ガス化改質炉の内部状況は温度計、圧力計等により把握する計画である。しかし、独自構造の熱分解ガス化改質炉は、性状が把握できない雑多な一般廃棄物を処理対象としていることから、温度計、圧力計だけでは内部状況を把握するのが困難である。

そのために、熱分解ガス化改質炉の出口付近に高温対応ののぞき窓を設ける構造とした。

(4) 断熱材施工範囲、施工構造

熱分解ガス化改質炉の内部は、400～800℃の高温を保持するためには断熱材は不可欠である。

しかし、熱分解ガス化改質炉内部への熱供給方法は間接加熱方式であるために、本体材質は熱伝導率の高い金属材料で製作する必要があったため、キルン炉という回転体の特性を保持しながら、外部への放熱を抑えると同時に内部への熱伝導を高めることが可能な構造とした。

(5) 製作方法

熱分解ガス化改質炉を高温の回転炉として機能させるために、熱伸びの逃げや溶接位置、溶接方法等の詳細構造を検討した。

(6) 分割方法・位置

熱分解ガス化改質炉は、陸送で製作メーカーから設置場所まで輸送する必要がある。そのために、道路交通法で定められる最大サイズの車両で搬送可能なサイズまで分割する構造とした。

また、現地工事における組立作業が複雑にならないような分割方法、構造とした。

2) 熱伸び

熱分解ガス化改質炉は約 800℃に加熱されるために、各部温度を算出して、それに応じた熱伸びやクリアランスを計算した。

また、クリアランスを一定に保つために熱伸び方向にベローズを設けた。

3) 強度計算

熱分解ガス化改質炉内部にチャー、不燃分等が投入された状態における約 800℃のキルン本体の強度を計算した。

4) メンテナンス性

熱分解ガス化改質炉は新開発のシステムであり計画どおりに進まないことを想定しておくべきである。

そのような状況でも、定められた実証試験期間内に結果を出すために、早いサイクルでトライ＆エラーを繰り返すことが重要になる。

そのため、メンテナンス性を高めるために点検口を各所に設け、また分解のしやすさに配慮した構造とした。

5) 分析口、分析座

実証試験用の装置のために、各部に温度計、圧力計、ガスサンプリング口等の分析口・分析座が不可欠であるが、内部状況を正しく分析するためには、分析口、分析座を直胴部に設ける等の適切な位置、形状が不可欠であるために、機器設計、配管設計時から位置、形状等を検討した。

3.3 製作

基本設計や詳細設計を基に装置の手配を行い、熱分解ガス化改質炉を製作した。製作にあたっては工程通りに進捗するよう、管理した。

3.3.1 製作工程

熱分解ガス化改質炉の製作工程を表 3-3-1、表 3-3-2 に示す。

熱分解ガス化改質炉は R3 年 7 月～10 月に機械の製作を行い、並行して R3 年 8 月～10 月に電気計装関係の製作を行った。

表 3-3-1 製作工程（機械）

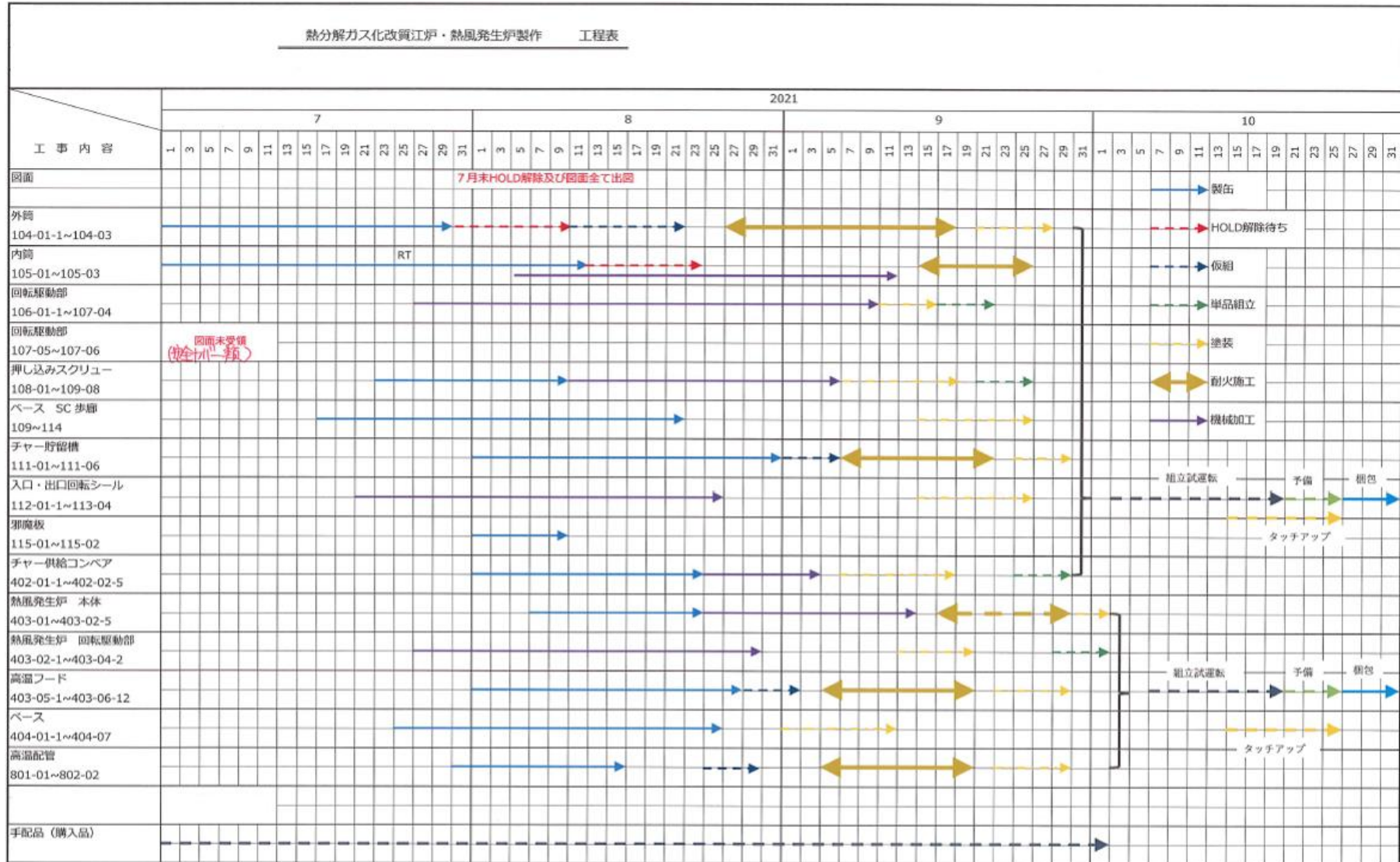


表 3-3-2 製作工程（電気計装）

電気計装関係工程表																						
顧客名			日立造船株式会社			プロジェクト名			高効率発電に向けたごみ燃料化技術の開発													
						設備名称			熱分解ガス化改質炉・熱風発生炉													
No.	項 目	月 日	2021年												2022年							
			8月			9月			10月			11月			12月			1月		2月		
			担当	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20		
1.	盤図面																					
2-1.	盤製作																					
2-2.	盤内構成機器(手配)																					
3.	ロジック図(ラダー図)																					
4.	タッチパネル画面																					
5.	I/Oリスト(RELSHEET/Hリスト含)																					
6.	警報リスト																					
7.	設定値リスト(パラメータリスト)																					
8-1.	計装機器																					
8-2.	計装機器リスト・計装機器図及び仕様書																					
9.	結線表(外部配線接続図又は資料)																					
10.	機器取扱説明書・タッチパネル操作説明書																					

3.3.2 製作状況

R3 年 9 月に熱分解ガス化改質炉の製作途中の状況を確認した。その時の様子を図 3-3-1～図 3-3-4 に示す。



図 3-3-1 熱分解ガス化改質炉の出口



図 3-3-2 熱分解ガス化改質炉の円筒部分



図 3-3-3 熱分解ガス化炉改質炉の外筒



図 3-3-4 熱分解ガス化炉改質炉の接続管

3.3.3 検査

R3 年 10 月に熱分解ガス化改質炉の完成検査を実施した。図 3-3-5～図 3-3-7 に検査時の様子を示す。



図 3-3-5 溶接の状態



図 3-3-6 チャー貯留槽



図 3-3-7 熱分解ガス化改質炉全体

また、図 3-3-8 に検査成績表を示す。全ての検査項目について確認を行い、完成検査を完了した。

検査要領							
①-1. 検査区分表							
No.	検査項目	検査区分			記録提出	備 考	評 価
		自主検査	社内検査	立会検査			
押込みスクリーン							
1	外観検査	○	○	○	—	目視確認	○
2	寸法検査	○	○	○	○		○
3	塗装検査	○	○	○	—	40 μ m以上	○
4	給脂チェック	○	○	○	○	目視確認	○
5	動作チェック スクリーン回転	○	○	○	○	目視確認 工場試運転(常速)	○
熱分解ガス化改質炉							
1	外観検査	○	○	○	—	目視確認	○
2	寸法検査	○	○	○	○		○
3	塗装検査	○	○	○	—	40 μ m以上	○
4	給脂チェック	○	○	○	○	目視確認	○
5	動作チェック 炉体回転	○	○	○	○	目視確認 工場試運転(常速)	○

図 3-3-8 完成検査要領書

3.4 建設工事

熱分解ガス化改質炉の工事は、機器据付・配管工事および電気計装工事の大きく2つに分類される。工事を進めるにあたっては工程通りに進捗するよう管理し、建設工事を完了した。

以下に建設工事の内容を記載する。

3.4.1 工事工程

機器据付・配管工事、電気計装工事および土工工事のそれぞれについて、工事工程を作成し、工程管理を行いながら工事を進めた。

1) 機器据付工事

熱分解ガス化改質炉の機器据付工事を実施するにあたり、表 3-4-1 のとおり工事工程を作成した。熱分解ガス化改質炉の機器据付工事は R3 年 11 月に完了した。

2) 電気計装工事

熱分解ガス化改質炉の電気計装工事を実施するにあたり、表 3-4-2 のとおり工事工程を作成した。なお、電気計装工事は特性上、熱分解ガス化改質炉だけの工程が作成できないため、全体の電気計装工事の工程とした。

表 3-4-1 機器設備据付工事の工程表

[illegible]

表 3-4-2 電気計装工事の工程表

御注文先		工 事 工 程 表 (案)												監理技術者		現場代理人										
日立造船株式会社																										
工事名称		高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発電気計装工事																								
		作成 令和 4年 2月 15日																								
No.	項 目	日 数	令和3年(2021年)												令和4年(2022年)											
			10月			11月			12月			1月			2月			3月								
			1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30						
1	準備工				備品搬入現場確認										試運転立会											
					仮設発電機搬入			産廃搬出			産廃搬出			産廃搬出		産廃搬出	仮設発電機・産廃・備品搬出									
2	主電路																									
	実証ヤード				1階(113～118)3階(119～202)1階(109～112)														カバー取付							
	貯留ヤード												(103～108)													
	屋外													(101・102)			カバー取付									
3	配線工																									
	実証ヤード 電線管敷設							排ガス	コンベヤ廻り	水槽廻り	キルン廻り コンデンサ廻り	ろ過集じん器廻り	熱風発生炉廻り			ヒータ	キレート・苛性ソーダ									
	配線敷設																									
	配線結線																									
	貯留ヤード 電線管敷設												破砕機・火災検知器													
	配線敷設																									
	配線結線																									
	屋外 電線管敷設													給水ポンプ廻り			事務所									
														脱臭装置廻り												
	配線敷設													接地・脱臭装置廻り			事務所									
	配線結線													接地・脱臭装置廻り			事務所									
4	計装工																									
	実証ヤード									機器取付 配管敷設																
	貯留ヤード												機器取付 配管敷設													
5	搬入据付工																									
					変圧器搬入据付			ケーブル搬入			火災検知器警報盤設置		ケーブル搬入		接地盤設置											
					計装機器搬入					計装配管搬入																
					ケーブルラック搬入						ケーブルラック搬入															
					電線管搬入																					
	イベント																耐圧試験									
																	★受電									

3.4.2 据付

熱分解ガス化改質炉の据付を R3 年 11 月に実施、完了した。据付工事の状況を図 3-4-1～図 3-4-2 に示す。



図 3-4-1 熱分解ガス化改質炉の据付状況 1



図 3-4-2 熱分解ガス化改質炉の据付状況 2

3.5 機器調整

熱分解ガス化改質炉の建設工事完了後、機器調整を実施し、本試験に向けての準備を完了した。なお、機器調整は R4 年 3 月に完了した。

3.5.1 工程

機器調整の工程を表 3-5-1 に示す。熱分解ガス化改質炉の単体機器調整は、主に図中の赤枠の R4 年 2 月上旬～3 月上旬に実施した。

表 3-5-1 機器調整工程表

[illegible]

3.5.2 単体機器調整

熱分解ガス化改質炉の運転調整のため各種動作確認・調整を実施、完了した。調整内容について一部を以下に示す。

1) 操作前確認

熱分解ガス化改質炉の据付後、操作前の装置の状態を目視等で点検した。その結果を図 3-5-1 に示す。

注文主：－
工事名： 高効率エネルギー利活用に向けた 次世代型廃棄物処理システムの開発

単 体 調 整 確 認 シ ー ト

設備名： 熱分解ガス化設備 機器 No.		機器名称： 熱分解ガス化改質炉		製造業者： －		点検者： 日立建機株式会社	
仕様： 操作前機器							
No.	点 検 ・ 調 整 項 目	設定値・確認基準	点検調整結果			実施日	備 考
	軸組確認	○/×	○			2/3	
	点検口開、内部異物確認	○/×	○				
	回転部のタイヤ及びローラ部に異物、錆、損傷等がないことを確認。	○/×	○				
	回転部の廻りに干渉物がないことを確認	○/×	○			2/3	さび有
	貯品の積立に間違いがないか、溢漏している部品がないことを確認	○/×	○				
	基礎ボルト、取付ボルトにゆるみ等がないことを確認	○/×	○				
	タイヤ受けローラ用軸受位置ケガキ	○/×	○				
	スラストローラ用軸受位置ケガキ	○/×	○				
	駆動チェーンのテンション調整	○/×	○				
	入口・出口伸縮継手面間	記録	○				別シートに記録
	取付計器	○/×	○				別資料参照
	シール部からのドレン抜き	○/×	○				

連絡・特記事項：

図 3-5-1 操作前の機器確認結果

2) 熱分解ガス化改質炉の冷間動作の確認

熱分解ガス化改質炉の初期動作の確認のため、冷間で熱分解ガス化改質炉を回転させたときの電流値、振動の有無、異音の有無等を確認した。その結果を図 3-5-2 に示す。

冷間動作記録											
機器名称：熱分解ガス化改質炉											
動作確認項目											
No	キルン回転数		開始時刻	電流値	回転方向	タイヤ・ローラ	振動	異音	電動機温度上昇	船受温度上昇	備考
	Hz	rpm		A							
定格	-	-	-	10.1	-	+30°C以内	無/有	無/有	+30°C以内	+45°C以内	-
1	15	1	14:55	5.2	✓	✓	無	無	✓	✓	-
2	30	2	15:38	5.1	✓	✓	無	無	✓	✓	-
3	45	3	16:08	5.3	✓	✓	無	無	✓	✓	-
4	60	4	16:30	5.3	✓	✓	無	無	✓	✓	-

1. 各回転数で15分間連続運転すること
2. タイヤ・ローラは本体の回転に合わせてローラが滑ることなく、スムーズに回転すること

図 3-5-2 冷間動作の記録票

3.6 運転

R4 年 3 月に一般廃棄物を投入した第一回目の実証試験を実施し、熱分解ガス化改質炉を運転できることを確認した。

なお運転は、実証試験設備全体を一連で稼働させるため、運転の詳細については、5.6 にまとめて記載した。

第4章 ガス精製装置の最適化

本章のガス精製装置の最適化は、6つの項目（4.1 事前検討、4.2 製作、4.3 建設工事、4.4 機器調整、4.5 運転、4.6 排水処理システムの検討）で構成されている。

本章では、昨年度実施した基本設計および詳細設計を基に、設備の製作、工事、調整を経て、実証試験を開始した内容および今年度実施した業務内容を報告する。

4.1 事前検討

ガス精製装置の開発に伴う事前検討として、R2 年度に実証試験設備のガス精製装置について「基本設計」および「詳細設計」を実施した。

4.1.1 基本設計

実証試験設備におけるガス精製装置のフローシートを図 4-1-1 に示す。本装置は、3.2.1 および 3.2.2 で設計した熱分解ガス化改質炉において発生した熱分解ガスを約 600℃から約 50℃に冷却するとともに熱分解ガスに含まれる微量のタール、煤塵、HCl や SO_x 等の酸性ガスを除去して、連続かつ安定的に処理することを目的として設置した。それぞれの系統におけるフローは以下のとおりである。

1) 熱分解ガスのフロー

ガス精製装置入口より流入した高温の熱分解ガスは、急冷塔において塔上部からスプレーノズルで過剰量噴霧した循環水（以下 噴射水）と並行流にて接触させることにより、噴射水の蒸発潜熱および顕熱により飽和温度まで急冷される。また、同時に熱分解ガスに含有する微量のタール、煤塵、酸性ガスは気液接触により噴射水側に移行し除去される。

急冷塔から出た熱分解ガスは吸収塔 1 および吸収塔 2 へ流入し、塔上部からスプレーノズルで噴霧したアルカリ水（以下 減湿水）と接触することにより、残存する酸性ガス（SO_x、H₂S 等）を除去する。

吸収塔 2 から出た水分飽和の熱分解ガスは減湿コンデンサへ流入し、プラント冷却水を用いて間接冷却することにより熱分解ガスを約 50℃に減温するとともに、ガス中に含まれる水分を飽和以下にまで減湿する。

減湿コンデンサから出た熱分解ガスはミストセパレータに流入し、機器内部に設置したデミスターによって同伴ミストを除去する。ミストセパレータから出た熱分解ガスは不純

物を除去された精製ガスとしてガス精製装置から流出する。

なお、上記の熱分解ガスの通ガスラインはベンチ試験で得られた知見から長期連続運転による煤塵およびタールの閉塞が懸念されるため、A 系統および B 系統の 2 系統並列で設置する。

2) 急冷塔噴射水のフロー

急冷塔で噴霧する噴射水は pH が制御できるように薬剤注入装置で水酸化ナトリウム水溶液を注入して pH 調整を行う。pH 調整された噴射水は急冷塔において噴霧され、タール、煤塵、塩を含んだ排水として塔下部より排出される。急冷塔排水はタール・飛灰分離槽に流入し、排水中に含まれるタールおよび煤塵を槽内部で浮遊、沈降分離する。タールおよび煤塵を分離した排水は噴射水ポンプにより水槽中間部から抜き出され、急冷塔スプレーノズルまで圧送されて噴射水として再利用される。なお、急冷塔内で噴霧する噴射水の水量はスプレーノズル上流側に設置した流量計および調節弁において調整する。

3) 吸収塔 1 および吸収塔 2 減湿水のフロー

吸収塔 1 および吸収塔 2 で噴霧する減湿水の pH は薬剤注入装置で水酸化ナトリウム水溶液を注入して調整され、また減湿水循環クーラーにおいて冷却水と熱交換することで約 60℃から約 40℃に冷却される。pH 調整および冷却された減湿水は吸収塔 1 および吸収塔 2 の塔内においてスプレーノズルで噴霧され、熱分解ガスの減温によって凝縮した水分および残存する酸性ガスと中和反応によって発生した塩を含んだ排水として塔下部より排出される。吸収塔 1 および吸収塔 2 排水は減湿水槽に貯留される。減湿水槽で貯留された排水は減湿水循環ポンプにより抜き出し、再度 pH 調整および減湿水循環クーラーで冷却されることで減湿水として再利用する。なお、吸収塔 1 および吸収塔 2 で噴霧するそれぞれの減湿水の水量はスプレーノズル上流側に設置した流量計および調節弁において調整する。

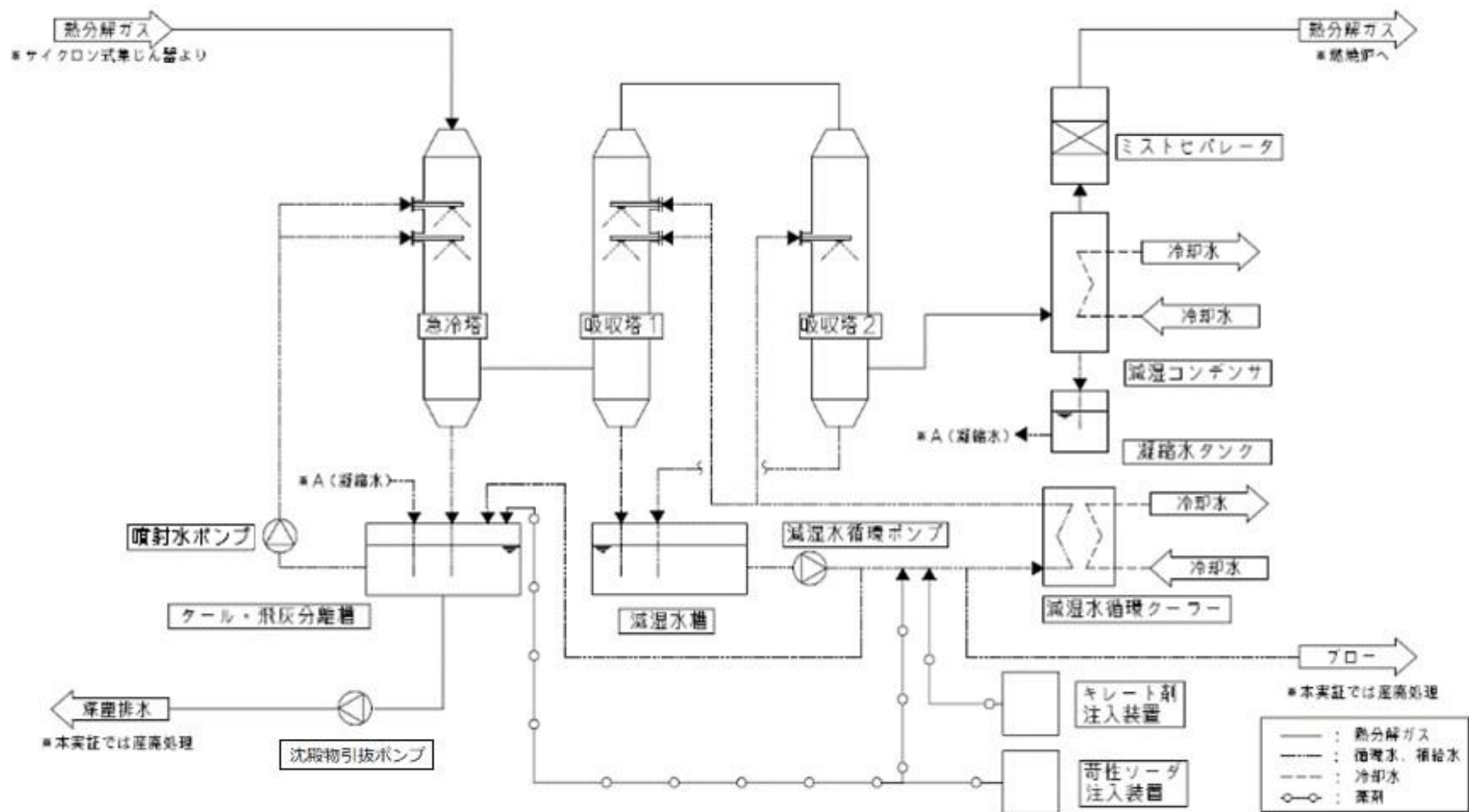


図 4-1-1 実証試験設備ガス精製装置 フローシート

4.1.2 詳細設計

1) 機器仕様

前項において検討したフローシートに基づき物質収支を決定した上で、容量計算を実施し、各機器の形式、寸法および材質を決定した。実証設備におけるガス精製装置の主要機器リストを表 4-1-1 に示す。

表 4-1-1 ガス精製装置 機器リスト

機器番号	機器名称	形 式	寸 法・仕 様	材 質
3-1	急冷塔	スプレーノズル式 冷却塔	φ 300mm x H4150mm	SUS304
3-2	吸収塔 1	スプレーノズル式 冷却塔	φ 300mm x H4310mm	SUS304
3-3	吸収塔 2	スプレーノズル式 冷却塔	φ 300mm x H4310mm	SUS304
3-4	減湿コンデンサ	二重管式 熱交換器	φ 150mm x H3800mm 伝熱面積：2.4 m ²	SUS304/SGP
3-5	ミストセパレータ	デミスター式	φ 300mm x H1200mm	SUS304
3-6	凝縮水タンク	縦型円筒槽	φ 300mm x H600mm	SGP/SS400
3-7	タール・飛灰分離槽	油水分離槽	W1200mm x L2700mm H1200mm	SS400
3-8	沈殿物引抜ポンプ	遠心ポンプ	Q = 1.1 m ³ /h 揚程 = 20 m	FC250/SS400
3-9	噴射水ポンプ	遠心ポンプ	Q = 1.3 m ³ /h 揚程 = 50 m	FC250/SS400
3-10	減湿水槽	角型水槽	W1200mm x L2700mm H1200mm	SS400
3-11	減湿水循環ポンプ	遠心ポンプ	Q = 3.7 m ³ /h 揚程 = 50 m	FC250/SS400
3-12	減湿水循環クーラー	プレート式 熱交換器	伝熱面積：2.2 m ²	SUS316L/SS400
3-13	苛性ソーダ注入装置	薬注ユニット	W550mm x L750mm x H830mm	PE/PVC
3-14	キレート剤注入装置	薬注ユニット	W460mm x L650mm x H510mm	PE/PVC

2) 機器配置図

1) において検討した機器リストに基づき、各機器の図面を作成し、実証試験設備におけるガス精製装置の機器配置を決定した。ガス精製装置の機器配置平面図(1階)を図4-1-2に、機器配置平面図(2.5階)を図4-1-3に、装置断面図を図4-1-4に示す。

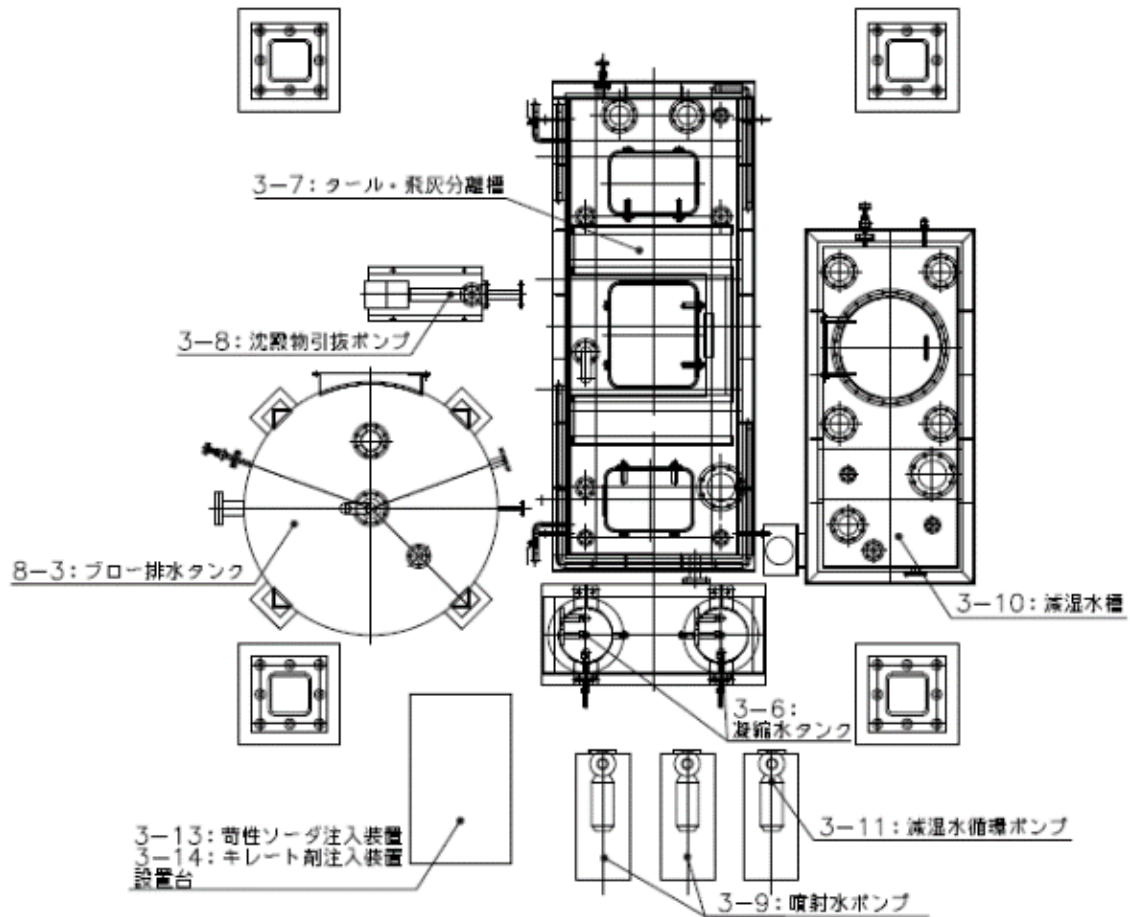


図 4-1-2 実証試験設備ガス精製装置 機器配置図(1 階)

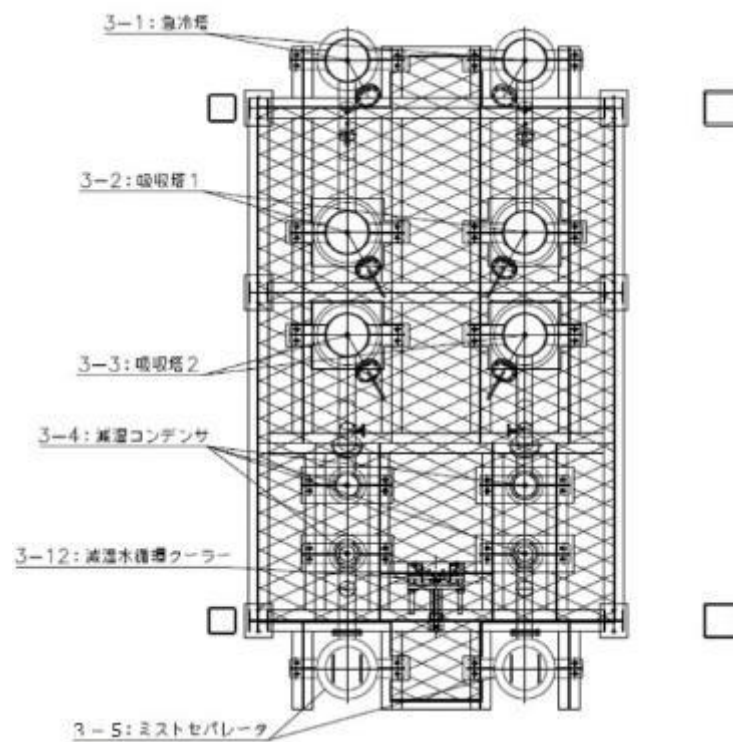


図 4-1-3 実証試験設備ガス精製装置 機器配置図(2.5 階)

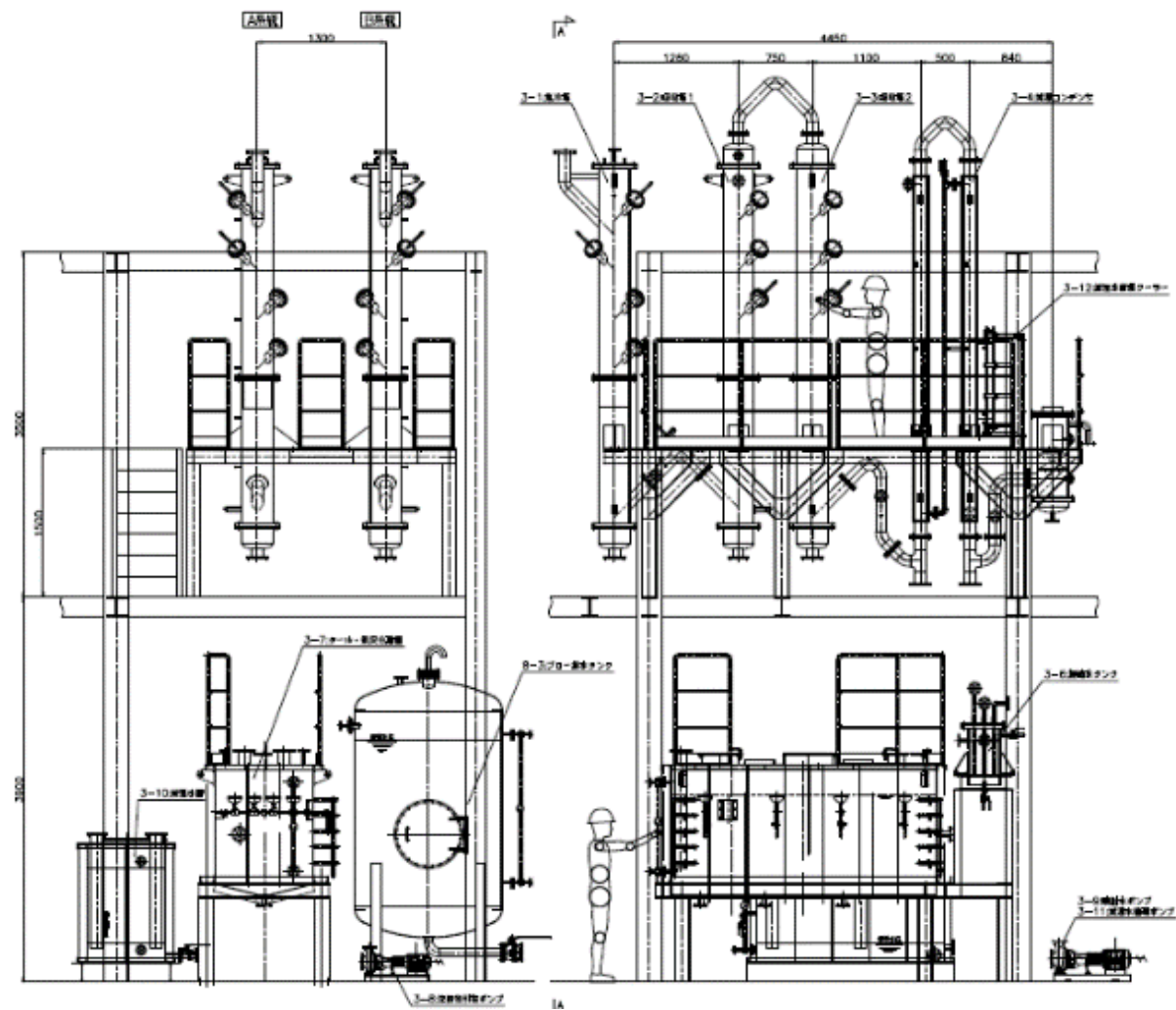


図 4-1-4 実証設備におけるガス精製装置 装置断面図

4.2 製作

基本設計や詳細設計を基に装置の手配を行い、ガス精製装置を製作した。製作にあたっては工程通りに進捗するよう、管理した。

4.2.1 製作工程

ガス精製装置の製作工程を表 4-2-1 に示す。ガス精製装置は R3 年 6 月～9 月に製作した。

表 4-2-1 ガス精製装置の製作工程

製作大工程表

客先名 日立造船株式会社 殿

機器名 ガス精製設備

納期 ①凝縮水タンク
②タール・飛灰分離槽
③減湿水槽④ブロー排水タンク
8月31日
①急冷塔②吸収塔1③吸収塔2
④減湿コンデンサ
⑤ミストセパレータ
⑥ステージ⑦接続配管
9月15日

項目	月日																																
設計(5/13KOM~)																																	
ご承認																																	
材料手配																																	
材料入荷																																	
製作																																	
自主検査																																	
御立会																																	
酸洗/塗装																																	
出荷段取り																																	
出荷																																	
納入																																	
累計																																	

ケ：検査、出：出荷

4.2.2 製作状況

R3 年 8 月にガス精製装置の製作途中の状況を確認した。その時の様子を図 4-2-1～図 4-2-5 に示す。



図 4-2-1 急冷塔および吸収塔



図 4-2-2 減湿コンデンサ



図 4-2-3 ミストセパレータ



図 4-2-4 タール・飛灰分離槽



図 4-2-5 減湿水槽

4.2.3 検査

R3 年 9 月にガス精製装置の完成検査を実施した。図 4-2-6～図 4-2-7 に検査時の様子を
示す。なお、実証試験設備の設置場所へ運搬するため、製作時は装置の組立てを行わず、検
査は外観、寸法について機器毎に実施した。



図 4-2-6 接続配管



図 4-2-7 吸収塔の接続配管

次に、図 4-2-8 に検査成績結果を示す。全ての検査項目について確認を行い、完成検査を完了した。

打 合 議 事 録										
作成 令和3年 9月 1日										
打合 月日	2021.9.1	件 名	完成立会	部 長	課 長	担当				
打合 場所										
出席者	社 名	氏 名	記 布 先							
			本社工場	尾越工場	明石工場	加古川営業所	藤岡良村	営業部	技術室	総務・経理
打 合 内 容										
1. 検査対象 工事名: 高効率エネルギー利活用に向けた次世代空廃棄物処理システム開発実証試験設備 建設工事 品名: ① 3-1 急冷塔 A・B 2基 ② 3-2 吸収塔1 A・B 2基 ③ 3-3 吸収塔2 A・B 2基 ④ 3-4 脱湿コンデンサ A・B 2基 ⑤ 3-5 ミストセパレータ A・B 2基 ⑥ 接続配管 一匹 ⑦ 3-15 ガス精製設備 スタージ 一匹 2. 検査内容 ・書類審査 ・外観検査 ・寸法検査 検査結果: 合格										

図 4-2-8 検査成績結果

4.3 建設工事

ガス精製装置の工事については、機器据付・配管工事および電気計装工事の大きく2つに分類される。工事を進めるにあたっては工程通りに進捗するよう管理し、建設工事を完了した。

以下に建設工事の内容を記載する。

4.3.1 工事工程

機器据付・配管工事、電気計装工事および土工事のそれぞれについて、工事工程を作成し、工程管理を行いながら工事を進めた。

1) 機器据付工事

ガス精製装置の機器据付工事を実施するにあたり、表 4-3-1 のとおり工事工程を作成した。ガス精製装置の据付は R3 年 9 月に完了した。

2) 電気計装工事

ガス精製装置の電気計装工事を実施するにあたり、表 4-3-2 のとおり工事工程を作成した。なお、電気計装工事は特性上、ガス精製装置だけでの工程が作成できないため、全体の電気計装工事の工程とした。

表 4-3-1 機器設備据付工事の工程表

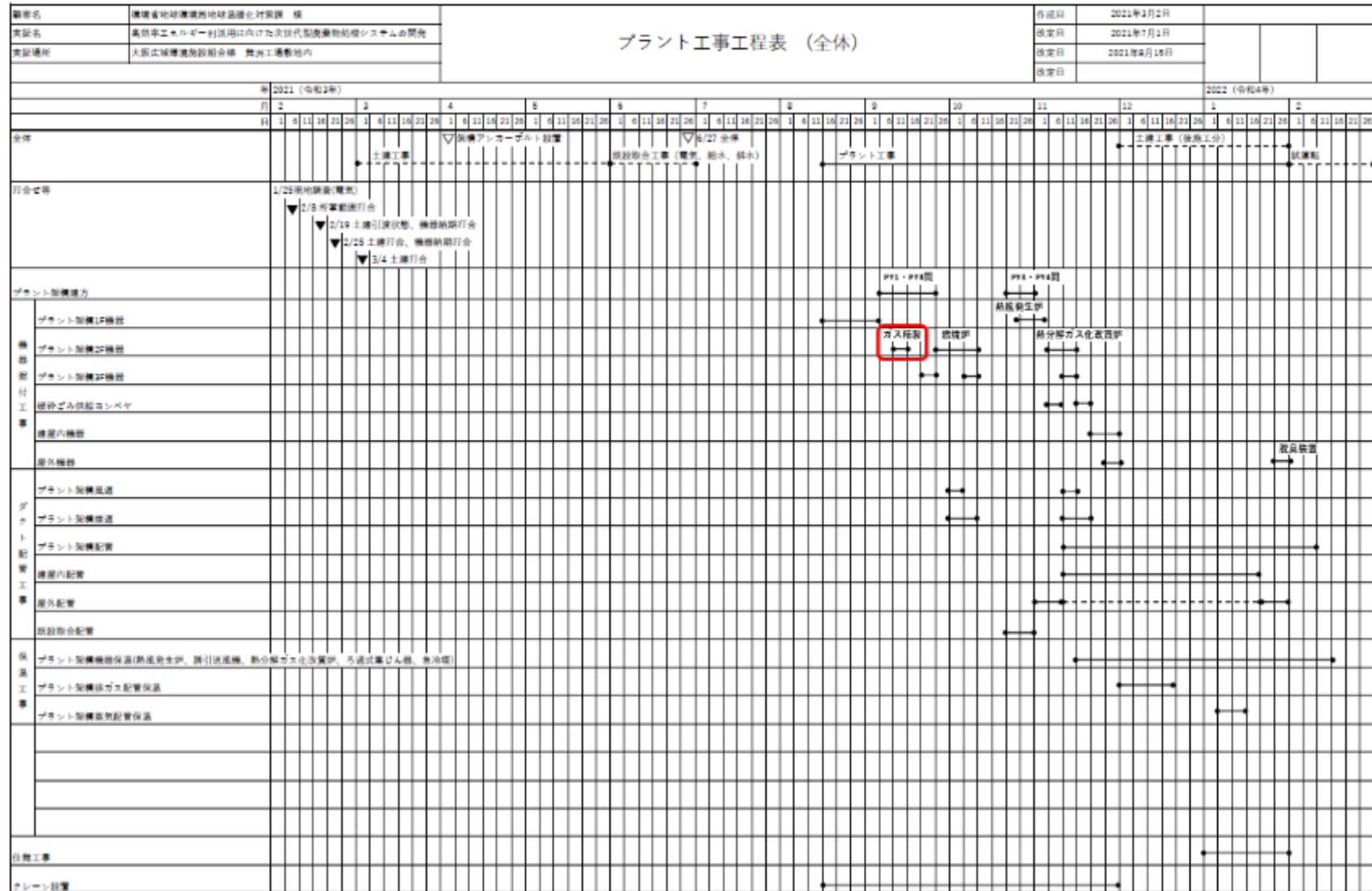


表 4-3-2 電気計装工事の工程表

御注文先		工 事 工 程 表 (案)												監理技術者		現場代理人										
日立造船株式会社																										
工事名称		高効率エネルギー活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発電気計装工事																								
		作成 令和 4年 2月 15日																								
No.	項 目	日 数	令和3年(2021年)												令和4年(2022年)											
			10月			11月			12月			1月			2月			3月								
			1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30	1	15	30
1	準備工																									

4.3.2 据付

ガス精製装置の据付を R3 年 9 月に実施、完了した。据付工事の状況を図 4-3-1～図 4-3-5 に示す。



図 4-3-1 ガス精製装置の据付状況 1



図 4-3-2 ガス精製装置の据付状況 2



図 4-3-3 ガス精製装置の据付状況 3



図 4-3-4 ガス精製装置の据付状況 4



図 4-3-5 ガス精製装置の据付状況 5

4.4 機器調整

ガス精製装置の建設工事完了後、機器調整を実施し、本試験に向けての準備を R4 年 2 月に完了し、機器調整は完了した。

4.4.1 工程

機器調整の工程を表 4-4-1 に示す。ガス精製装置の単体機器調整は主に図中赤枠の R4 年 2 月初旬から中旬に実施した。

4.4.2 単体機器調整

1) 急冷塔スプレーノズルの流量調整

急冷塔では、水を噴霧することによりタールや酸性ガス等を除去する。水の噴霧量はダンパ開度を変更することで調整できる。試験時に、目的の噴霧水量にするためのダンパ開度を把握するため、流量調整の検討を実施した。

図 4-4-1 に急冷塔のダンパ開度と流量の関係を示す。また、調整時の写真を図 4-4-2、図 4-4-3 に示す。図 4-4-1 より、測定した 2 回の流量が概ね同じような傾向となり、再現性のあるデータであることを確認し、このデータを活用することとした。

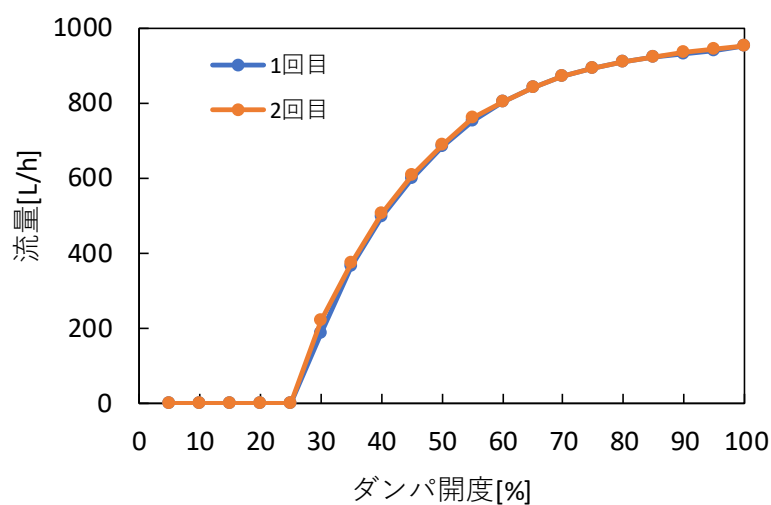


図 4-4-1 急冷塔のダンパ開度と流量の関係



図 4-4-2 急冷塔スプレーノズルの流量調整試験の状況 1

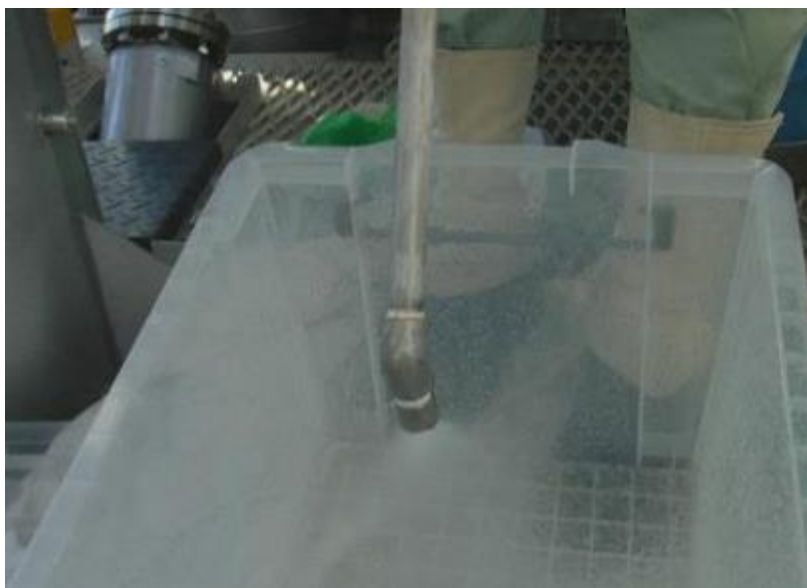


図 4-4-3 急冷塔スプレーノズルの流量調整試験の状況 2

2) 吸収塔スプレーノズルの流量調整

急冷塔と同様に、吸収塔 1 および吸収塔 2 についてもスプレーノズルの流量調整を行った。なお、吸収塔は 2 塔あり、減湿水循環ポンプの下流で配管を分岐してそれぞれの吸収塔へ水噴霧するため（図 4-1-1 参照）、一方のスプレーノズルの流量を固定した状態で、他方のスプレーノズルの流量調整を行った。

一例として、吸収塔 2 の流量を 300L/h に固定した時の吸収塔 1 のダンパ開度と流量の関係を図 4-4-4 に示す。図 4-4-4 より、測定した 2 回の流量が概ね同じような傾向となり、再現性のあるデータであることを確認し、このデータを活用することとした。

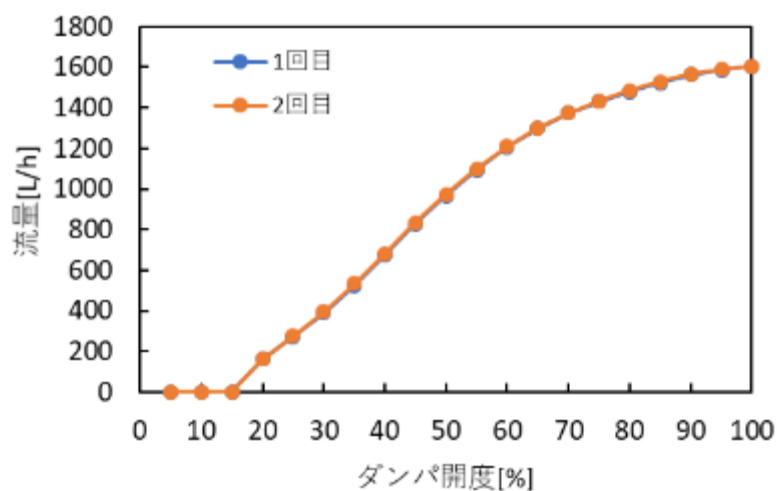


図 4-4-4 吸収塔のダンパ開度と流量の関係

4.5 運転

R4 年 3 月に一般廃棄物を投入した第一回目の実証試験を実施し、装置を運転できることを確認した。

なお運転は、実証試験設備全体を一連で稼働させるため、運転の詳細については、5.6 にまとめて記載した。

4.6 排水処理システムの検討

ガス精製装置では、熱分解ガス中に含まれる不純物の除去のために水を噴霧することから、タール、煤塵、酸性ガス等を含んだ排水が発生する。実機プラントでは排水処理をした後、下水放流することを想定しているため、下水道法の基準を遵守する排水処理システムの確立にむけた検討を行った。

4.6.1 ベンチ試験の排水性状の把握

排水処理システムの検討にあたっては、実際の排水の有害物質の含有量を調査し、適切な処理フローを検討する必要がある。初期段階の検討として、ベンチ試験のガス精製装置からの排水を採水、分析し、処理対象となる有害物質の調査を行った。また、排水処理を行う際に、事前に凝集沈殿を行うことで有害物質が沈殿除去される可能性を検討した。

1) 排水中の有害物質の分析

(1) 実験方法

図 4-6-1 にベンチ試験装置のガス精製フローを示す。

ベンチ試験では、模擬ごみ（RDF）を熱分解ガス化改質して発生した熱分解ガスを精製するために、急冷塔および吸収塔にそれぞれ約 100 L/h で循環水を噴霧して、ガス精製を行った。噴霧水は排水貯水槽、循環水槽を経由して系内を循環させた。

本検討では、2 回実験を実施し、1 回目は 36 時間後、2 回目は 56 時間経過後の排水を採水した。

採水は排水貯水槽から行った。排水は静置されるとタールや煤塵などの不純物が沈殿・浮遊した状態で存在するため、攪拌機で攪拌しながら行った。採水サンプルについては、排水処理プロセスの設計検討に必要な 15 項目の濃度を分析した。表 4-6-1 に排水の分析項目および分析方法を示す。

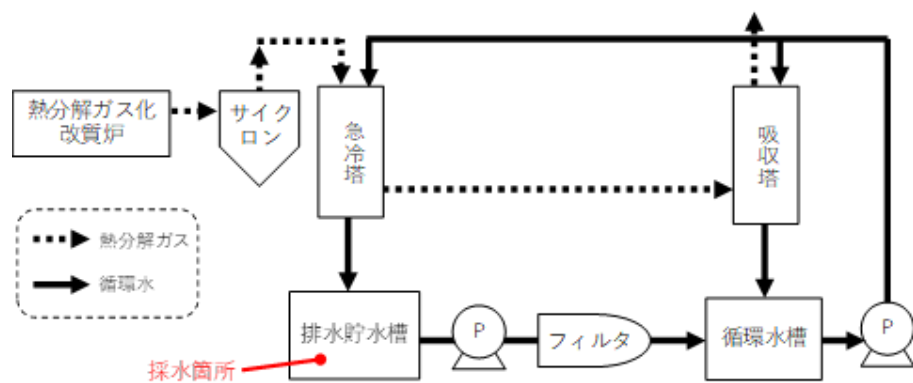


図 4-6-1 ガス精製装置のフロー

表 4-6-1 排水の分析項目および分析方法

分析項目	分析方法
BOD	JIS K 0102-21及び32.3 隔膜電極法
SS	下水試験方法 第5編 第1章 第9節 遠心分離法
n-Hex抽出物質	昭和49年環境庁告示第64号 付表4 抽出・重量法
T-Hg	昭和46年環境庁告示第59号 付表2 還元気化原子吸光法
Pb	JIS K 0102-54.3 ICP発光分光分析法
As	JIS K 0102-61.3 水素化物発生ICP発光分光分析法
六価クロム化合物	JIS K 0102-65.2.1 ジフェニルカルバジド吸光光度法
シアン化合物	JIS K 0102-38.1.2,38.5 4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン発色CFA法
ATU-BOD	JIS K 0102-21 32.3 備考1 隔膜電極法
TOC	JIS K 0102-22.1 燃焼酸化-赤外線式TOC分析法
TDS	JIS K 0102-14.3 重量法
T-N	JIS K 0102-45.1 総和法
NH4-N	JIS K 0102-42.2 インドフェノール青吸光光度法
T-P	JIS K 0102-46.3.2 硝酸-過塩素酸分解法
PO4-P	JIS K 0102-46.1.1 モリブデン青吸光光度法

(2) 分析結果

排水の分析結果を表 4-6-2 に示す。下水道法に定める基準と比較すると、SS や重金属類など一部の項目で基準値を超過しており、これらの有害物質を処理するシステムが必要と考えられる。このデータを基に、排水処理フローを既存の処理装置の組み合わせで検討する。

表 4-6-2 排水分析結果

	1回目	2 回目	下水道法に定める基準
ベンチ試験運転時間 [h]	36	56	-
BOD [mg/L]	880	400	600 (製造業又はガス供給業：300)
SS [mg/L]	2,800	3,600	600 (製造業又はガス供給業：300)
n-Hex抽出物質 [mg/L]	630	460	鋼油類：5 動植物油脂類：30
T-Hg [mg/L]	0.038	0.035	0.005
Pb [mg/L]	2.6	4.2	0.1
As [mg/L]	0.02	0.03	0.1
六価クロム化合物 [mg/L]	0.02未満	0.02未満	0.5
シアン化合物 [mg/L]	15	10	1
ATU-BOD [mg/L]	670	380	-
TOC [mg/L]	1,100	1,400	-
TDS [%]	0.15	0.16	-
T-N [mg/L]	1,400	1,700	240 (製造業又はガス供給業：150)
NH4-N [mg/L]	1,200	1,500	-
T-P [mg/L]	10	14	32 (製造業又はガス供給業：20)
PO4-P [mg/L]	0.4	0.5	-

2) 凝集試験

排水処理方法の一つである凝集処理は排水中の SS を低減するとともに、BOD や重金属類を併せて除去する効果が期待できるが、一方で廃棄物由来の塩類は凝集を阻害する可能性がある。そこで、ベンチ試験の排水に凝集処理を行い、凝集フロック形成の可否、凝集条件を調査した。

(1) 実験方法

採水は排水貯水槽から行った。攪拌機で槽内を攪拌しながら、ベンチ試験の排水を 200 mL ビーカーに採取した。採水サンプルに 10 倍希釈したポリ硫酸第二鉄（浅野アタカ製、以下、ポリテツ）を 0.2 mL～0.4 mL ずつ添加しながら、凝集フロック形成の様子を観察し、凝集した時の pH を測定した。

(2) 結果

ポリテツの添加量と pH の関係を図 4-6-2 に示す。また、凝集沈殿前の排水の様子を図 4-6-3、凝集沈殿後の排水の様子を図 4-6-4 に示す。ポリテツ添加量の増加に伴い、pH が低下することを確認した。ポリテツの添加量が 7.8 mL に達した時点でフロックが形成され、ポリテツを添加することで凝集することが確認された。この時の pH は 7.9 であった。

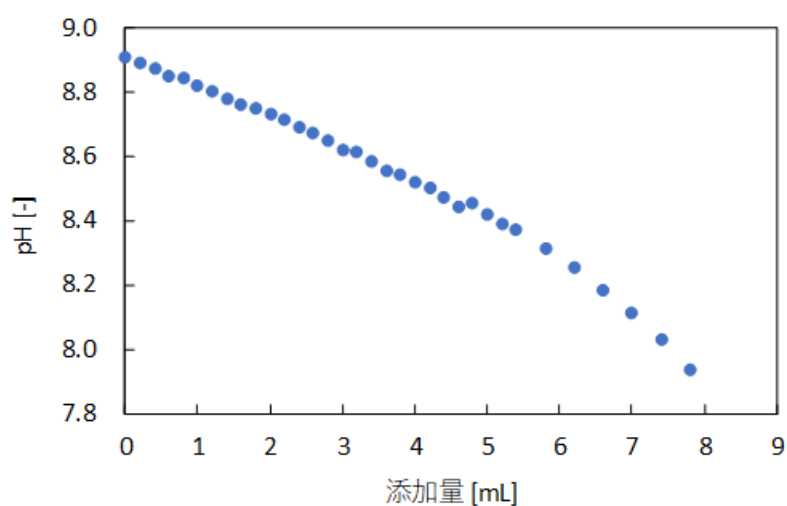


図 4-6-2 ポリテツ添加量と pH の関係

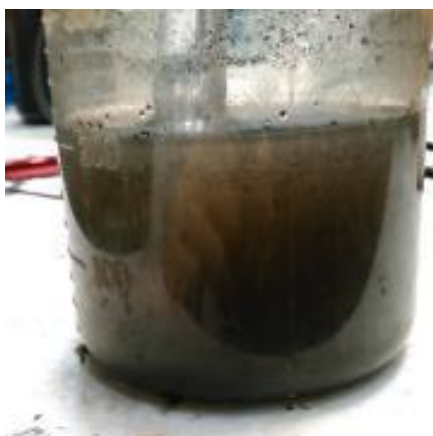


図 4-6-3 凝集沈殿前の排水

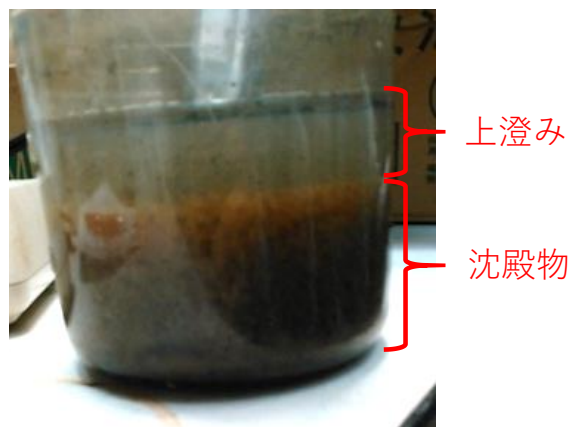


図 4-6-4 凝集沈殿後の排水

4.6.2 実機を想定した排水処理フロー

ベンチ試験の排水分析結果を基に、排水処理の大まかなフローを検討した。

図 4-6-5 に実機を想定した排水処理のフローシート案を示す。フローシート中段の洗煙排水がガス精製装置からの排水に該当する。まず、次亜酸化設備（第 1 凝集沈殿装置）で主にシアン化合物を除去し、第 2 凝集沈殿装置で主にカルシウムを除去するフローとした。カルシウム除去はスケールによる配管閉塞を予防するために行い、加圧浮上装置では主にノルマルヘキサン抽出物質を除去し、第 3 凝集沈殿装置で第 1・第 2 凝集沈殿装置および加圧浮上装置で取り除けなかった重金属類を除去した。続いて、フローシート下段の硝化・脱窒槽でアンモニア態窒素を除去する。以降、吸着塔を用いた高度処理を行い、滅菌後、下水放流するシステムとした。

本項では、ベンチ試験の排水を基に想定フローとして作成したが、R4 年度以降、実証試験で実際の一般廃棄物を処理した排水の分析を実施し、排水処理システムについてさらなる検討を行う。

第5章 システム全体の最適化

本章のシステム全体の最適化は、8つの項目（5.1 事前検討、5.2 詳細（工事）設計、5.3 機器の製作、手配、5.4 建設工事、5.5 機器調整、5.6 運転、5.7 運転方案の策定、5.8 運用に関する検討）で構成されている。

本章では、R2年度に実施した基本設計および詳細設計の後、詳細（工事）設計を行い、さらに機器の製作、手配、工事、調整を経て、実証試験を開始した内容について記載する。

5.1 事前検討

5.1.1 基本設計

本システムの主要装置である「熱分解ガス化改質炉」および「ガス精製装置」を運転してシステム全体として性能を発揮するためには、各種機器・設備、制御装置、計測装置等との連携が重要となる。

本項では「熱分解ガス化改質炉」と「ガス精製装置」も含めたシステム全体の最適化における基本設計を示す。

1) フローシート

ベンチ試験での知見の整理および対策立案を踏まえて、本システム全体を安定稼働させるプロセスを決定した。

本実証試験設備におけるフローシートを図 5-1-1～図 5-1-3 に示す。

2) 物質収支

前項で検討したフローシートに基づいて、一般廃棄物を処理した際の各機器・設備の内部状況（温度、圧力、流量等）を決定し、物質収支を作成した。

3) 機器仕様

前項で検討した物質収支に基づいて、各機器の基本設計（容量計算）を実施して、機器仕様を決定した。

4) 機器配置図

前項で検討した機器仕様にに基づき、社内概略設計、メーカー見積、これまでの実績値等か

ら各設備・機器の外形図を決定した。

また、各設備・機器の接続、取り回しや使い勝手等を考慮して、機器レイアウトを決定した。

本実証試験設備の機器配置図として、図 5-1-4 1F 全体平面図、図 5-1-5 2F 全体平面図、図 5-1-6 3F 全体平面図を、断面図として図 5-1-7 全体断面図を示す。

5) 土建設計

5.1.1 3) 機器仕様で検討した各機器概算重量と 5.1.1 4) で検討した機器配置図に基づき、実証試験設備を支える建築構造物の基本設計を実施した。

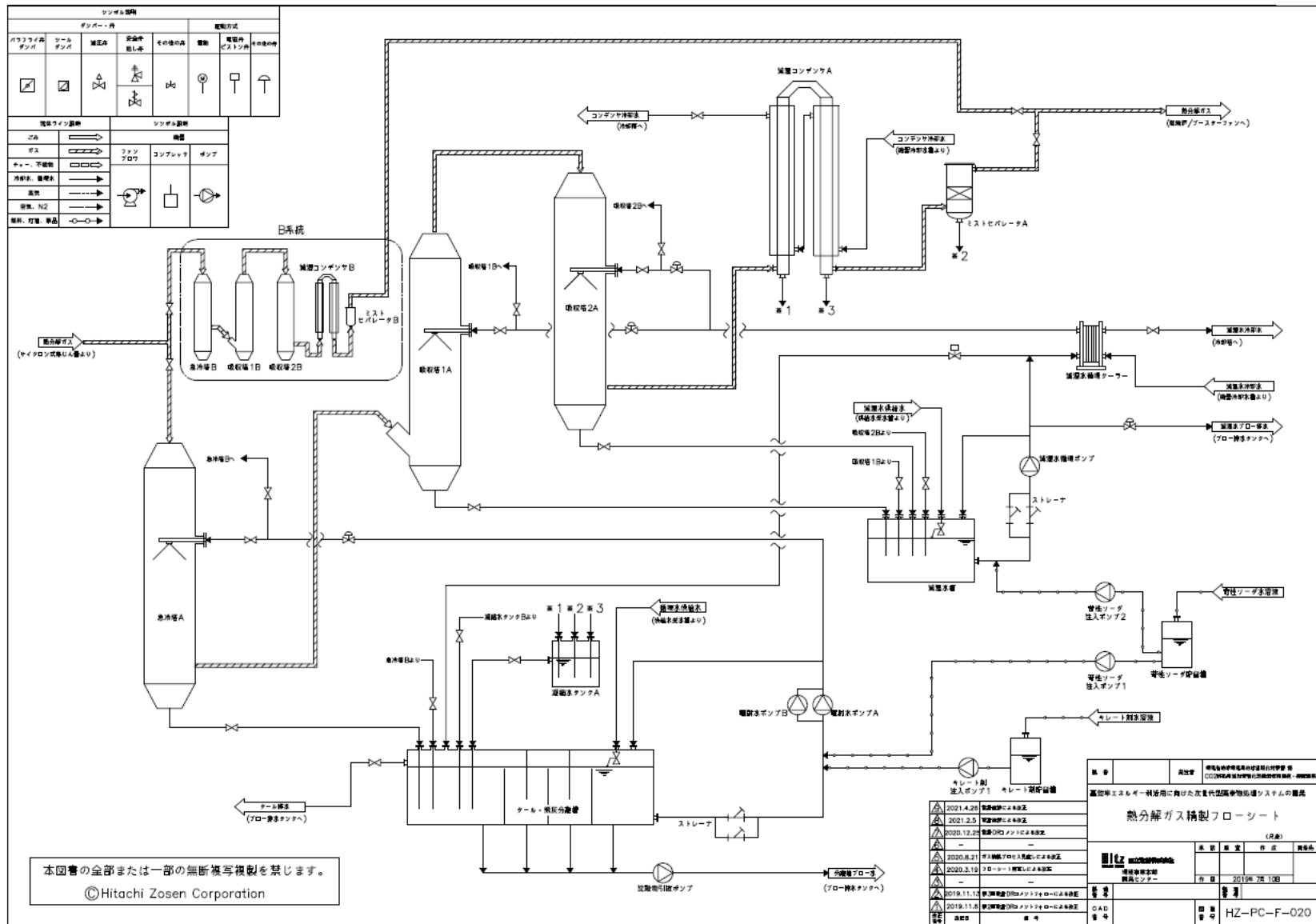


図 5-1-2 熱分解ガス精製フローシート

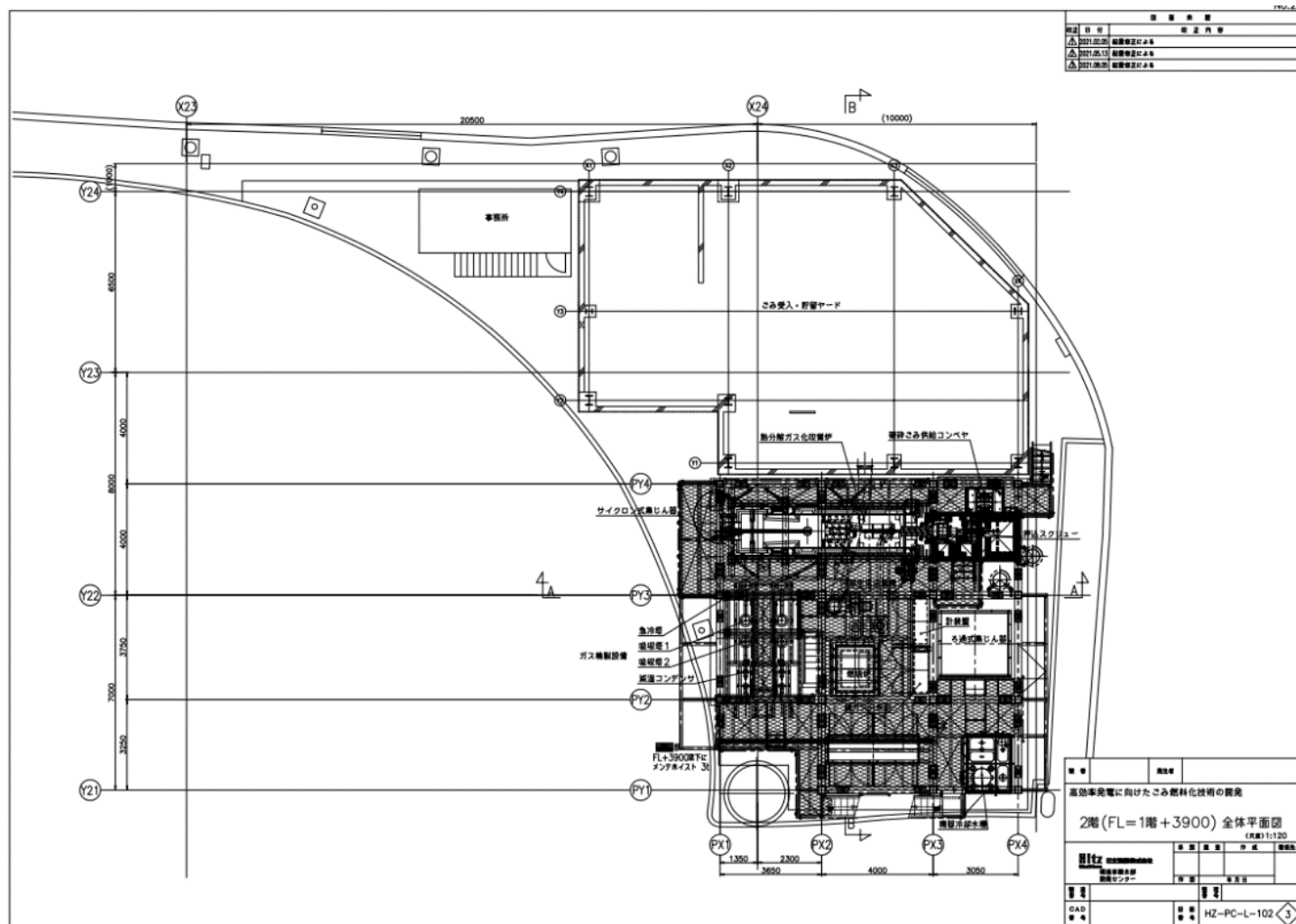


図 5-1-5 2F 全体平面図

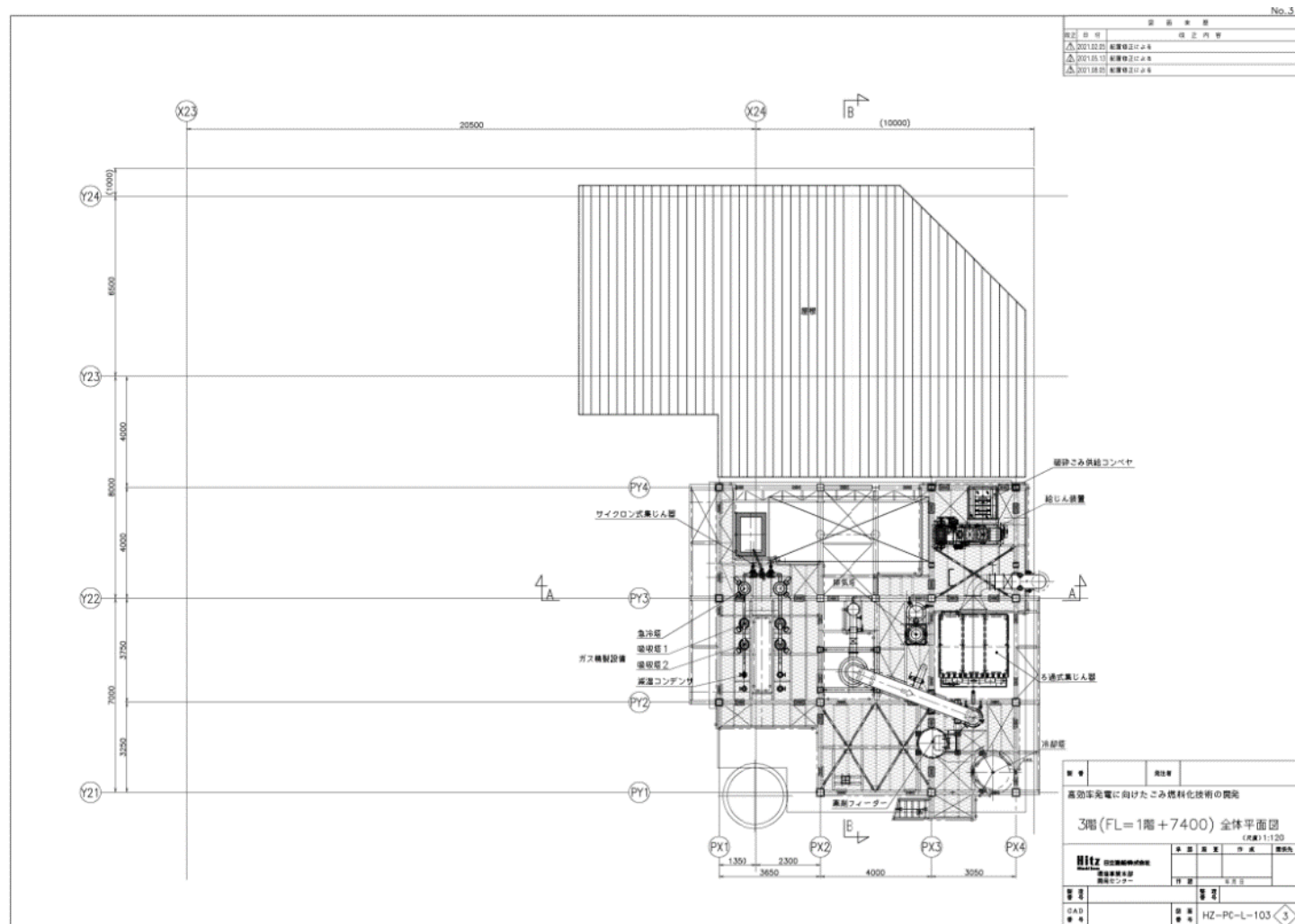


図 5-1-6 3F 全体平面図

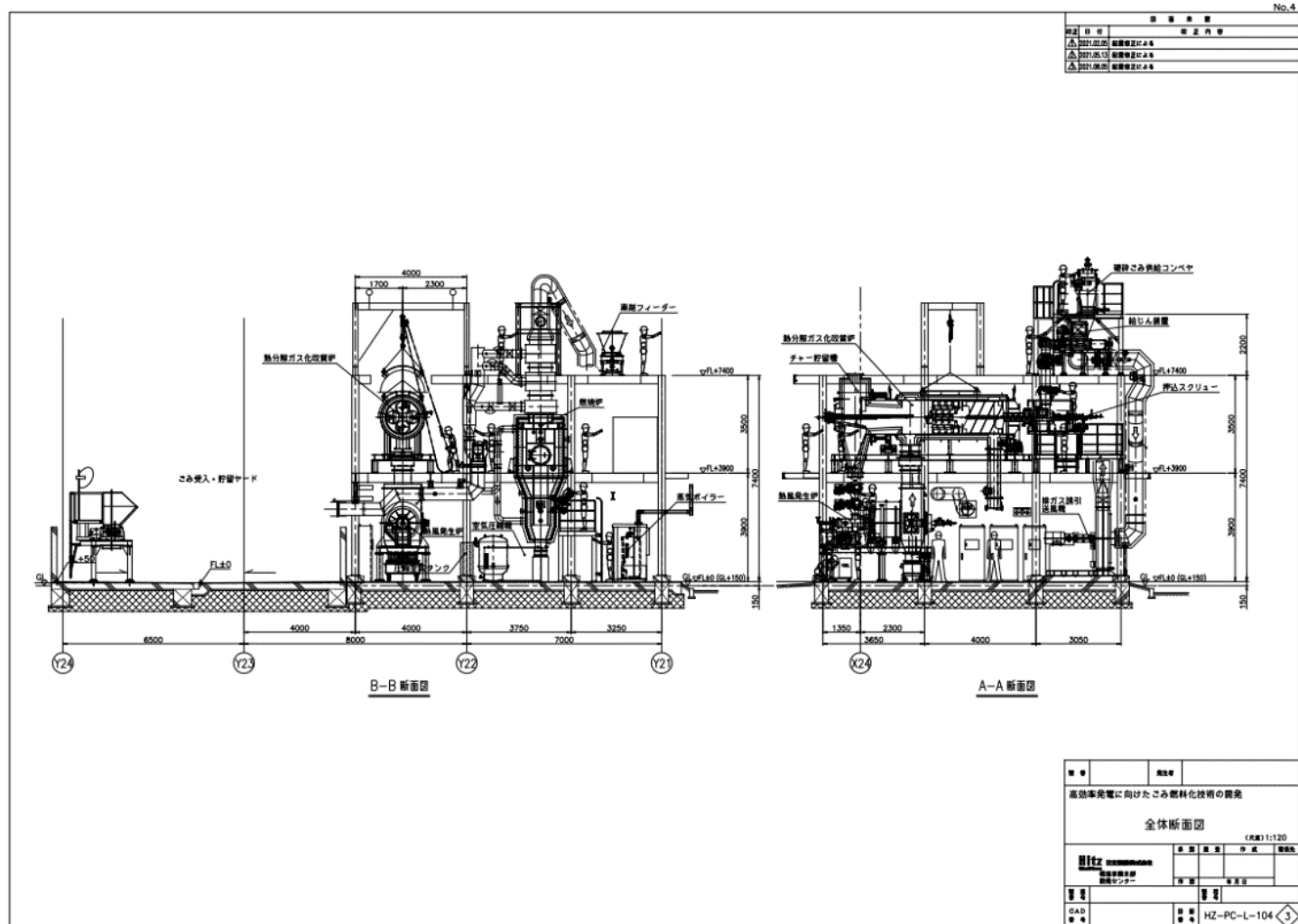


図 5-1-7 全体断面図

5.1.2 詳細設計

5.1.1 基本設計に基づきシステム全体の詳細設計を行った。

1) 各機器の選定・発注

機器仕様および機器レイアウト等に基づき、詳細仕様を検討して、製作メーカーを選定・発注するための注文仕様書を作成した。

注文仕様書をこれまでの取引実績等を勘案しながら複数社に見積もりを依頼した。

見積書は原則として2社以上から入手することでコストダウンに努めた。

コストダウンのため、見積もりは原則として2社以上から入手することとしたが、技術資料等から技術評価も行い、本システムに適したメーカーを選定した。

2) 配管系統図

フローシート、物質収支および各機器（メーカー決定）から内部流体の種類、温度、流量、流速、圧力、運転方法、メンテナンス、操作性等を検討した。

その検討内容から、各部の配管の口径・肉厚、材質、各種配管部品等を決定して、配管系統図を作成した。

3) 配管装置図

選定および発注した各機器、配管系統図、機器配置図に基づき運転特性、メンテナンス、操作性等を検討して、配管装置図を作成した。

4) 電気制御機器の設計・選定・発注

各機器から必要な電力を算出して、受配電盤の仕様を検討して注文仕様書を作成した。

また、各機器の運転制御特性（連続・間欠運転、正逆回転、回転数制御等）を検討して、それに応じた動力制御盤の仕様を決定し、注文仕様書を作成、見積を依頼した。

メーカーから入手した見積書、技術資料等から技術評価を行って、本システムに適したメーカーを選定した。

5) 計装品の選定・発注

配管系統図、配管装置図等に基づき、各種計装品（温度計、圧力計等の計器類、圧力調整弁、流量調整弁等のコントロールダンパー等）の詳細仕様を検討して、メーカーを選定・発注するための注文仕様書を作成し、見積を依頼した。

メーカーから入手した見積書、技術資料等から技術評価を行って、本システムに適したメーカーを選定した。

6) 点検歩廊敷設図

配管装置図、機器配置図に基づき点検歩廊敷設図を作成した。

7) 土建詳細設計・土工工事の実施

土建基本設計に基づき、土工工事施工会社を選定・発注するための注文仕様書を作成した。

注文仕様書を複数社に送付して、見積を依頼した。

各社から入手した見積書、技術資料とこれまでの実績等を検討して、本実証試験建設に適した会社を選定した。

契約した土工工事施工会社において詳細設計を実施した。

また、R3 年度からの機械設備据付のために、R2 年度内に土工工事（基礎工事）を実施した。

5.1.3 実証試験設備に対する安全性評価(HAZOP)の実施

基本設計および詳細設計を実施した実証試験設備に対して必要な安全対策を講じることが目的として、プラント設備における安全性評価の一つとして知られている HAZOP (Hazard Operability Studies)を実施した。

5.1.1 および 5.1.2 で設計した実証試験設備のシステム全体において、各設備（廃棄物供給設備、熱分解ガス化設備、熱分解ガス精製設備、燃焼排ガス処理設備、給排水設備）および各配管系統（灯油配管、蒸気配管、その他配管）のそれぞれに対して HAZOP を実施した。なお、本実証試験設備において HAZOP を実施するにあたり、以下のルールを原則とした。

- a) ずれの発生原因として「機器の故障」「誤操作」「外乱」などについて検討する
- b) ずれの原因を洗い出す範囲は設備内に絞り込むことを基本とする
- c) 停電、地震等の天災事象や、ガス拡散、火災・爆発といった事故事象は検討しない
- d) 2 か所同時に発生する事例は検討しない
- e) 手動弁の誤操作は検討しない
- f) 配管もしくは機器からのリークは検討しない
- f-例外) 熱分解ガス化改質炉についてのシール部は空気漏れ込みが発生する可能性があるために考慮する

それぞれの設備において HAZOP を実施した結果（ワークシート）を表 5-1-2～表 5-1-9 に示す。なお、それぞれの設備と表の対照表は表 5-1-1 に示す。

表 5-1-1 設備名称と表の対照表

設備名称	本書で対象となる表
廃棄物供給設備	表 5-1-3
熱分解ガス化設備	表 5-1-4
熱分解ガス精製設備	表 5-1-5
燃焼排ガス処理設備	表 5-1-6
給排水設備	表 5-1-7
灯油配管系統	表 5-1-8
蒸気配管系統	表 5-1-9
その他配管系統	表 5-1-10

表 5-1-2 廃棄物供給設備 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		廃棄物供給設備				
設計意図、設計条件		指定粒度以下に破碎した廃棄物 2 t/日 (83 kg/h) を安定かつ連続的に熱分解ガス化改質炉に供給する				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク 評価	実証試験設備での対策	反映 結果
流量	停止/減少	定量供給コンベヤ ホッパのブリッジ	・破碎ごみの供給量低下	L	・ホッパに監視用カメラを設置 ・定量供給コンベヤに点検口を設置	○
		定量供給コンベヤ/破碎ごみ供給 コンベヤの故障	・破碎ごみの供給停止 ・熱分解ガス流量の減少	L	・給じん装置ホッパにバフファを設ける ・給じん装置ホッパにレベル計を設置、警報 (L) 発砲 により異常を早期検知可とする ・熱分解ガスラインに流量計を設置	○
		給じん装置スクレーパー/ロータリー バルブ噛み込みによる停止	・破碎ごみの供給停止	M	・機械保護のためのショックリレーを設置 ・電動機電流値を中央盤に表示させ、噛み込みによる 異常を早期検知可とする ・解消用にイン칭ング運転が可能な仕様とする ・各機器異常時に上流側コンベヤが起動しないよう にインターロックを設定する	○
圧力	上昇	N. A.	-	-	-	-
	低下	散水ポンプの故障	・散水配管内部圧力の低下	L	・散水ポンプ吐出側圧力計の設置 ・散水ノズル手前側圧力計の設置	○
温度	上昇	給じん装置ホッパでの発火、ガ ス逆流	・ホッパ内部の温度が上昇	M	・ホッパ内部に温度計を設置 ・警報 (H) により異常を早期検知可とする ・消火用散水ノズルを給じんホッパに設置する	○
	低下	給じん装置ホッパ用散水自動 弁の誤作動	・ホッパ内部の温度が低下	L	・散水自動弁前後に手動バルブを設置して遮断可能 な構造とする	○
組成／粘度	組成変化	一般ごみ由来	・機器の故障、閉塞 ・破碎ごみの供給不可	L	・前処理として破碎機を設置して下流側搬送可能サ イズ以下に破碎する ・破碎ごみ貯留エリアを設けて手動攪拌することで 破碎ごみを均質化する	○
反応	停止/上昇	N. A.	-	-	-	-
攪拌	停止/増加	N. A.	-	-	-	-
レベル	上昇	給じん装置スクレーパーコンベ ヤの故障/空運転	・破碎ごみの供給不可 ・ホッパ内ごみレベルの上昇	L	・給じん装置ホッパにレベル計を設置し、レベル異常 を早期検知できるようにする。	○
	低下	定量供給コンベヤの故障	・破碎ごみの供給不可 ・ホッパ内ごみレベルの降下	L	・給じん装置ホッパにレベル計を設置し、レベル異常 を早期検知できるようにする。	○

表 5-1-3 熱分解ガス化設備 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		熱分解ガス化設備				
設計意図、設計条件		熱風発生炉で生成した加熱ガス(1000℃)により間接加熱された熱分解ガス化改質炉(400℃～800℃)において破碎ごみを熱分解ガス化および改質を行い、高温の水素リッチな熱分解ガス(800℃)を得る				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク評価	実証試験設備での対策	反映結果
流量	停止/減少	押込スクリュウ噛み込みによる停止/故障	・破碎ごみの供給停止 ・熱分解ガスの流量減少	L	・機械保護のためのショックリレーを設置する ・電動機電流値を中央盤に表示させ、噛み込みによる異常を早期検知可とする ・スクリュウコンベヤ停止時に上流側コンベヤが稼働しないようにインターロックを設定する ・ガス精製出口に熱分解ガス流量計を設置	○
		タール・煤塵による配管閉塞	・熱分解ガスの流れ停止	M	・熱分解ガス上流側に安全装置を設置 ・配管閉塞対策用バイパス配管を設置 ・ガス精製出口に熱分解ガス流量計を設置	○
		チャー排出ダンパ噛み込みによる停止/故障	・熱風発生炉へのチャー供給停止 ・熱分解ガス化改質炉のチャー排出停止	L	・チャー排出ダンパのリミットスイッチに一定時間触れない場合は、ダンパ異常として警報発砲するように設定 ・チャー排出ダンパ前後に点検口を設置 ・熱風発生炉は灯油専焼でも性能を満足できる仕様とする	○
	増加	熱分解ガス化改質炉での空気漏れ込み	・熱分解ガスの流量増加	M	・熱分解ガス化改質炉回転シール部は過熱水蒸気パージをして空気漏れ込みが発生しない構造とする	○
	異経路流れ	タール・煤塵による配管閉塞/煤塵・飛灰による熱分解ガス化改質炉外部ジャケットの閉塞	・熱分解ガス化改質炉で発生した熱分解ガスが熱風発生炉側へ流入	M	・熱分解ガス化改質炉～熱風発生炉間のチャーシュートにダブルダンパ（チャー排出ダンパ）を設置 ・圧力計を設置	○
圧力	上昇	タール・煤塵による配管閉塞	・チャー貯留槽内部圧力の上昇 ・サイクロン式集じん器出口圧力の上昇	M	・熱分解ガス上流側に安全装置を設置 ・配管閉塞対策用バイパス配管を設置 ・ガス精製出口に熱分解ガス流量計を設置	○
	低下/負圧	加熱ガス制御ダンパの故障/異常開	・熱風発生炉内部の圧力低下（熱分解ガス異経路侵入）	L	・圧力計を設置 ・チャー排出ダンパの緊急閉が可能な仕様とする	○
温度	上昇	熱分解ガス化改質炉回転シール部からの空気漏れ込み	・チャー貯留槽内部温度の上昇	M	・温度計を設置する ・配管閉塞対策用バイパス配管を設置	○
反応	減少	煤塵・飛灰による熱分解ガス化改質炉外部ジャケットの閉塞	・熱分解ガスの発生量減 ・チャー排出量増	L	・ガス精製出口に熱分解ガス流量計を設置 ・チャー排出ダンパで排出量測定可能なようにサンプリング用点検口を設置	○

表 5-1-4 熱分解ガス精製設備 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		熱分解ガス精製設備				
設計意図、設計条件		熱分解ガス化改質炉で発生した一般廃棄物由来の熱分解ガス(800℃)を約 50℃まで減温させるとともに、熱分解ガス中に含まれる有害成分を発電装置許容値以下まで除去する				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク評価	実証試験設備での対策	反映結果
流量	停止/減少	タール、煤塵による配管、機器の閉塞	・ 熱分解ガスの流量低下	M	・ ガス精製出口に流量計を設置する ・ 熱分解ガスの通ガスラインは 2 系統設置する ・ 煤塵堆積対策として接続配管は傾斜配管とする ・ 閉塞箇所を特定可能なように圧力計を配管、機器各所に設置する ・ ガス精製設備手前配管上に燃焼炉へのバイパスラインを設置する	○
	増加	循環水流量調節弁の動作不良、故障	・ 急冷塔、吸収塔 1、吸収塔 2 の循環水流量の増加	L	・ 噴射水ポンプ吐出側および減湿水循環ポンプ吐出側に流量計を設置する ・ 各計装弁に対してバイパスラインを設置する ・ 急冷塔ガス出口配管の温度計、吸収塔 2 ガス出口配管の温度計を設置する	○
	逆流	噴射水ポンプ、減湿水循環ポンプの吐出側逆止弁の動作不良	・ 噴射水および減湿水の逆流	M	・ 配管内流体が逆流した場合に備えてタール・飛灰分離槽、減湿水槽の容量に余裕を見込む ・ 機械保護のためポンプ吸込側にストレーナを設置する	○
圧力	上昇	循環水流量調節弁の故障閉	・ ポンプ吐出側圧力の上昇	L	・ ポンプ吐出側に圧力計(PG)を設置する ・ 流量調節弁故障時に手動開できるようにバイパス弁を設置する	○
温度	上昇	タール、煤塵によるスプレーノズル閉塞	・ 急冷塔、吸収塔 1、吸収塔 2 ガス出口配管の温度上昇	M	・ 各温度計に警報(H)を設定して、異常な温度上昇を早期検知可能な仕様とする ・ スプレーノズルの閉塞を感知できるように各スプレーノズル上流側に圧力計を設置する ・ 循環水流量測定用に流量計を設置する	○
レベル	上昇	沈殿物引抜ポンプの故障、配管閉塞	・ タール・飛灰分離槽の水位上昇	L	・ 配管内部の清掃が可能なようにタール・飛灰分離槽の沈殿物引抜ラインの集合管はヘッダー管とする ・ 沈殿物引抜ポンプ吐出側に圧力計を設置する ・ 液面計を設置する ・ オーバーフローラインを設置する	○

表 5-1-5 燃焼排ガス処理設備 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		燃焼排ガス処理設備				
設計意図、設計条件		燃焼炉において熱分解ガス（約 50℃）を燃焼処理して発生した排ガス（850℃以上）を減温するとともに排ガス中に含まれる有害成分を大気放出基準値以下まで除去する				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク評価	実証試験設備での対策	反映結果
流量	停止/減少	タール・煤塵・飛灰による配管閉塞	・熱分解ガス化改質炉加熱ガスの流れ停止	M	・熱分解ガス化改質炉加熱ガス出口に流量計を設置する ・熱風発生炉の緊急立ち下げが可能な仕様とする	○
		冷却空気送風機 2 の故障	・冷却ダクト用冷却空気の流量減、流れ停止	L	・冷却空気送風機 2 吸込側に流量計を設置する ・冷却空気送風機 2 吐出側に圧力計を設置する ・冷却ダクト出口排ガス温度計を設置する ・冷却ダクト出口排ガス温度計に警報 (H) を設置することで、冷却ダクト性能未達、送風機故障、ダンパ故障等の異常を早期検知可能な仕様とする ・冷却空気送風機 2 故障時の燃焼排ガス冷却用に冷却ダクト出口煙道に冷却空気吸込口（手動弁）を設置する	○
		薬剤供給ラインの閉塞	・薬剤含有空気の流量減、流れ停止	L	・配管材質を硬質塩化ビニルホースとすることで、内部流体の目視、振動での閉塞物除去が可能な仕様とする	○
圧力	上昇	煙道閉塞	・燃焼炉内部圧力上昇 ・煙道各所圧力上昇	L	・燃焼炉内部および煙道各所に圧力計を設置し、閉塞箇所を特定できるようにする ・排ガス誘引送風機の能力に余裕を見込む	○
		パルスの電動弁故障	・ろ過式集じん器の差圧上昇	L	・パルスラインを 12 列それぞれわけすることで電動弁も 12 個とし、パルス不可のリスクを低減する ・差圧計を設置し、かつ警報 (HH) を発報することでパルス異常を早期検知できるようにする	○
温度	上昇	灯油調節弁の故障/異常開	・燃焼炉内部温度の上昇	L	・燃焼炉内部の温度計を設置する ・燃焼炉内部温度計に警報 (H) を設定し、温度の異常上昇に早期検知可能なようにする ・燃焼空気送風機 2 および冷却空気送風機 2 の能力に余裕を見込む	○
		冷却空気送風機 2 の故障	・冷却ダクト出口排ガス温度の上昇	L	・流量-停止/減少-冷却空気送風機 2 の故障と同様の対策とする	○

表 5-1-6 給排水設備 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		給排水設備				
設計意図、設計条件		実証試験設備に必要な用水を既設舞洲工場から受排水するための設備、機器冷却水を供給するための設備、プロセス排水を貯留するための設備、から構成される				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク評価	実証試験設備での対策	反映結果
流量	停止/減少	機器冷却水ポンプ/給水ポンプの故障	- 機器冷却水の流れ停止 (冷却水損失) - 供給水の流れ停止 (供給水の損失)	L	- 各ポンプ吐出配管側に圧力計を設置する - 機器冷却水濃縮によるスケール析出防止のため、機器冷却水槽にブローラインを設置する - 給水ポンプは2系列とする	○
		機器冷却水槽/供給水受水槽の水枯れ	- 機器冷却水の流れ停止 (冷却水損失) - 供給水の流れ停止 (供給水の損失)	M	- 各水槽にレベル計を設置する。また、目視確認用として液面計を設置する - 各水槽レベル計に警報(L)を設定し、水枯れおよびポンプ故障を未然に防止する - ポンプ機械保護のため水槽レベル L 時はインターロックを設定する	○
圧力	降下	各ポンプの故障	ポンプ吐出圧力の低下	L	流量-停止/減少-機器冷却水ポンプ/給水ポンプの故障と同様の対策とする	○
温度	上昇	冷却塔ファンの故障/異常	機器冷却水温度の上昇	L	- 機器冷却水槽に温度計を設置する - 機器冷却水温度計に警報(H)を設定し、冷却塔ファンの故障、それ以外の異常について早期検知できるような仕様とする - 冷却塔ファンの故障時には、中央制御に故障を発報するような仕様とする	○
組成	組成変化	N. A.	-	-	-	-
反応	停止/異常反応	N. A.	-	-	-	-
攪拌	停止/増加	N. A.	-	-	-	-
レベル	降下	機器冷却水槽/供給水受水槽のボールタップ故障/異常閉	- 機器冷却水槽のレベル降下 (冷却水損失) - 供給水受水槽のレベル降下 (供給水の損失)	M	- 各水槽にレベル計を設置する。また、目視確認用として液面計を設置する - 各水槽レベル計に警報(L)を設定し、水枯れおよびポンプ故障を未然に防止する - ボールタップ動作不良での給水不可時対策のため、バイパスラインを設置して手動で給水可能とする	○

表 5-1-7 灯油配管系統 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		灯油配管系統				
設計意図、設計条件		風発生炉灯油バーナー、燃烧炉灯油バーナー、蒸気ボイラーに灯油を供給する				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク評価	実証試験設備での対策	反映結果
流量	停止/減少	灯油送液ポンプの故障	・ 燃烧炉用灯油バーナー/熱風発生炉用灯油バーナーへの灯油供給停止（灯油損失）	L	・ 油送液ポンプ吐出側に圧力計を設置する ・ 灯油送液ポンプは2系統設置する ※自動交互運転はせずに、手動で切り替え	○
		燃油調節ユニットのバルブ故障/異常閉	・ 燃烧炉用灯油バーナー/熱風発生炉用灯油バーナーへの灯油供給停止（灯油損失）/流量減	L	・ 油送液ポンプ吐出側に圧力計を設置する ・ 燃油調節ユニットに流量計を設置する ・ 燃烧炉用灯油バーナー側に失火検知器を設置し、失火時に早期検知できるようにする ・ 灯油送液ポンプはギヤポンプとしているため、逃がし弁を吐出側に設置する ・ 灯油送液ポンプ吐出側の設計圧力は逃がし弁設定圧以上とする	○
圧力	上昇	燃油調節ユニットのバルブ故障/異常閉	・ 灯油送液ポンプ吐出側の圧力上昇	L	・ 油送液ポンプ吐出側に圧力計を設置する ・ 灯油送液ポンプはギヤポンプとしているため、逃がし弁を吐出側に設置する ・ 灯油送液ポンプ吐出側の設計圧力は逃がし弁設定圧以上とする	○
	低下	N. A.	-	-	-	-
温度	上昇	燃油調節ユニットのコントロールバルブ故障/異常閉	・ 燃烧炉内部温度/熱風発生炉内部温度の上昇	L	・ 燃油調節ユニットに流量計を設置する ・ 燃烧炉内部/熱風発生炉内部に温度計を設置し、警報(H)を設定することで灯油バーナーの異常燃焼を早期検知できるようにする	○
	低下	燃油調節ユニットのコントロールバルブ故障/異常閉	・ 燃烧炉内部温度/熱風発生炉内部温度の低下	L	・ 流量-停止/減少-燃油調節ユニットのバルブ故障/異常閉と同様の対策とする	○
組成	組成変化	N. A.	-	-	-	-
反応	停止/異常反応	N. A.	-	-	-	-
攪拌	停止/増加	N. A.	-	-	-	-
レベル	上昇	N. A.	-	-	-	-
	降下	想定流量よりも灯油消費量が増大	・ 灯油貯留タンクのレベル降下	L	・ 灯油貯留タンクにレベル計を設置し、警報設定することで、レベル降下の早期検知可能な仕様とする	○

表 5-1-8 蒸気配管系統 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		蒸気配管系統				
設計意図、設計条件		熱分解ガス化改質炉に必要な過熱蒸気(300℃、0.1 MPa～0.2 MPa)を灯油焚貫流ボイラーおよび蒸気ヒーターを用いて生成し、熱分解ガス化改質炉に供給する。				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク 評価	実証試験設備での対策	反映 結果
流量	停止/減少	蒸気ボイラーの故障	・ 蒸気流れの停止（蒸気供給不可）	L	・ 蒸気ボイラー蒸気出口側に圧力計を設置することで、蒸気発生の有無を確認できるようにする ・ 故障時には蒸気ボイラーから信号出力し、蒸気ボイラー異常に早期検知できるようにする ・ 蒸気ラインに N2 バージラインを追加して、蒸気供給不可の際にキルン水蒸気パージを窒素に置換できるようにする（※蒸気ヘッダー管の予備座から吹き込む、その場合、蒸気ボイラーの元弁と各ラインのバルブをチェックする）	○
		蒸気流量調節弁の故障/異常閉	・ 蒸気流れの停止（蒸気供給不可）	L	・ 蒸気ボイラー蒸気出口側に圧力計を設置することで、蒸気発生の有無を確認できるようにする ・ 下流側締切による圧力上昇に伴う配管保護のため蒸気ボイラー出口に安全弁を設置する	○
		配管内部のドレンによる閉塞	・ 蒸気流れの停止（蒸気供給不可）	L	・ 各所スチームトラップを設置し、落ち込み部にドレンが溜まらないようにする ・ 蒸気配管は基本傾斜配管とし、ドレンがスチームトラップ側に流れるように考慮する	○
		軟水器の陽イオン交換樹脂再生	・ 供給水の停止（給水不可）	L	・ 軟水器は 2 系統設置して、陽イオン交換樹脂の再生時に運転切替できるようにする	○
圧力	上昇	蒸気流量調節弁の故障/異常閉	・ 蒸気ボイラー蒸気出口側圧力の上昇	L	・ 流量-停止/減少-蒸気流量調節弁の故障/異常閉と同様の対策とする	○
	低下	蒸気ボイラーの故障	・ 蒸気ボイラー蒸気出口側圧力の低下	L	・ 流量-停止/減少-蒸気ボイラーの故障と同様の対策とする	○
温度	上昇	蒸気流量調節弁の故障/異常閉	・ 蒸気ヒーターのヒーター温度の上昇 ・ 蒸気ヒーター出口温度の上昇	L	・ 蒸気ヒーター出口に温度計を設置する。また、蒸気ヒーター出口温度を一定する制御仕様とする。 ・ 蒸気ヒーターのヒーター温度計を設置し、警報(H)により異常昇温を早期検知可能なようにする ・ 機械保護のためヒーター温度が一定以上とならないようにヒーターの ON/OFF 制御を行う	○

表 5-1-9 その他配管系統 HAZOP ワークシート（実際の HAZOP ワークシートからの一部抜粋）

設備／配管系統名称		その他配管系統				
設計意図、設計条件		圧縮空気・計装空気配管 (0.7 MPa、20℃)、脱臭装置配管 (0.1 MPa、20℃)				
パラメータ	ずれ	考えられる原因	起こり得る事象	リスク評価	実証試験設備での対策	反映結果
流量	停止/減少	空気圧縮機の故障/異常	・圧縮空気の停止 (計装空気、プラント空気供給停止)	L	・圧縮空気タンクおよび出口配管に圧力計を設置する ・計装空気配管の圧力スイッチに警報 (L) を設定することで、空気圧縮機の故障/異常を早期に検知可能とする ・空気圧縮機から故障/異常の信号出力を行い、中央制御室で状態監視することにより異常/故障を早期検知できるようにする ・圧縮空気喪失時に最低限計装空気として必要な空気量を貯留できるだけの圧縮空気タンクを設置する	○
	増加	N. A.	-	-	-	-
	逆流	脱臭ファン吸込側手動ダンパ開	・脱臭装置の逆流	L	・プラント稼働中はヤード内が負圧になることから、脱臭ファン手前ダンパは閉とする	○
圧力	上昇	空気圧縮機の故障/異常	・圧縮空気タンクの圧力上昇	L	・圧力計を設置する ・空気圧縮機本体に圧力スイッチを内蔵することで、仕様以上の圧力にならない仕様とする ・圧縮空気タンクに安全弁を設置する	○
		脱臭装置内部活性炭の閉塞	・脱臭装置の差圧上昇	L	・脱臭装置本体に差圧計を設置する ・脱臭装置に点検口を設けて内部確認できるようにする	○
	低下	空気圧縮機の故障/異常	・圧縮空気の圧力低下 (計装空気、プラント空気供給停止)		・流量-停止/減少-空気圧縮機の故障/異常と同様の対策とする	○
温度	上昇/低下	N. A.	-	-	-	-
組成	組成変化	N. A.	-	-	-	-
反応	停止/増加	N. A.	-	-	-	-
攪拌	停止/増加	N. A.	-	-	-	-
レベル	上昇/低下	N. A.	-	-	-	-

5.1.4 各種届出

本実証試験設備は高温で廃棄物を熱分解処理するシステムであるため、諸官庁への届出が必要となる。

また、ごみ貯留ヤードは臭気対策として屋根を設けた密閉構造としたため、建築物として建築確認申請が必要となる。

これらのように本実証事業を実施するために必要な届出については、所轄省庁に相談して届出の要否を調査・検討し、届出が必要なものは書類を作成して届出を実施した。

5.2 詳細（工事）設計

基本設計および詳細設計が完了した後に発生する「機器発注・製作に付随する作業」や「工事を円滑に施工するために必要な作業」および「運転準備に必要な作業」の検討および各種資料を作成した。

具体的な設計内容を 5.2.1～5.2.4 に記載する。

5.2.1 メーカー検図

一般的な汎用機器はカタログ品であるため、メーカーから仕様書や各種図面を入手して社内共有した。一方、特注品や特殊仕様機器の場合は一品一様になることが多く、各種仕様や図面を調整・確認・決定して、メーカーに製作を指示した。

システム全体の能力を確保するために、各機器のメーカー仕様に合わせた各種検討および社内調整を実施した。

5.2.2 工事用図面

各機器・装置・実証試験設備全体の建設工事（据付・組立等）を円滑に行うため、機器毎に工事用図面（機器仕様、部品図、組立図、施工要領書、設置図面等）を作成・発行した。

5.2.3 取扱説明書

運転をスムーズに行うために、各機器の取扱説明書を入手するとともに、システム全体の運転要領書を検討、作成した。運転要領書の詳細については 5.7.1 に後述する。

5.2.4 予備品・消耗品リスト

運転時のメンテナンスを円滑に行うために必要な予備品や消耗品のリストを作成すると同時に必要部数を手配した。

5.3 機器の製作、手配

機器仕様および機器レイアウト等に基づき、発注した機器を手配、製作し、すべての機器について納品を完了した。各機器の手配状況を把握、管理するため、発注機器の管理リストを作成した。表 5-3-1 に各機器の発注機器管理リストを示す。

また、納品された機器のうち、大型の機器について 5.3.1～5.3.5 に示す。

表 5-3-1 発注機器管理リスト (1/4)

機器番号	機器名称	基数		注文仕様書 発行	技術評価 発行	注文書(発注) 発行
		常用	予備			
1. 受入れ・供給設備						
1-1	ごみ受入・貯留ヤード	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
1-2	フォークリフト	1	-	レンタル品	レンタル品	レンタル品
1-3	脱臭装置	1	-	2020/11/9	2020/11/17	2020/11/30
1-3-2	脱臭ファン	1	-	2020/12/25	2021/4/14	2021/5/14
1-4	一次破砕機	1	-	2020/10/13	2020/10/30	2020/11/30
1-4-2	一次破砕機制御盤	1	-	2020/10/13	2020/10/30	2020/11/30
1-5	二次破砕機	1	-	2020/10/13	2020/10/30	2020/11/30
1-5-2	二次破砕機制御盤	1	-	2020/10/13	2020/10/30	2020/11/30
1-6	計量器	1	-	2020/11/24	2020/12/24	2021/1/15
1-7-1	投入ホッパー	1	-	2020/12/16	2021/4/16	2021/5/20
1-7-2	定量供給コンベヤ	1	-	2020/12/16	2021/4/16	2021/5/20
1-8	破砕ごみ供給コンベヤ	1	-	2021/1/29	2021/4/16	2021/5/20
1-9	給じん装置	1	-	2021/3/16	2021/4/22	2021/5/20
1-10	給じん用ロータリーバルブ	1	-	2021/3/18	2021/5/18	2021/6/14
1-11	給じん装置下スライドゲート	1	-	2021/3/18	2021/5/18	2021/6/14
2. 熱分解ガス化設備						
2-1	押込スクルー	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-2	熱分解ガス化改質炉	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-3	チャー貯留槽	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-4	チャー排出ダンパ	1	-	2021/3/18	2021/5/18	2021/6/14
2-5	排出チャー受1	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
2-6	サイクロン式集じん器	1	-	2021/2/17	2021/7/5	2021/7/13
2-8	排出チャー受2	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
2-9-1	熱風発生炉	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-9-2	チャー供給コンベヤ	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-10	燃焼空気送風機1	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-11	冷却空気送風機1	1	-	2020/10/29	2021/2/19	2021/3/12
2-12	排出チャー受3	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
2-13	排出チャー受4	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
2-14	チャー供給コンベヤ下スライドゲート	1	-	2021/3/18	2021/5/18	2021/6/14
2-15	排出チャー受用伸縮継手	4	-	工事業者	工事業者	工事業者

表 5-3-1 発注機器管理リスト (2/4)

機器番号	機器名称	基数		注文仕様書 発行	技術評価 発行	注文書(発注) 発行
		常用	予備			
3. 熱分解ガス精製設備						
3-1	急冷塔	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-2	吸収塔1	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-3	吸収塔2	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-4	減湿コンデンサ	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-5	ミストセパレータ	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-6	凝縮水タンク	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-7	タール・飛灰分離槽	1	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-8	沈殿物引抜ポンプ	1	－	2020/12/25	2021/5/13	2021/6/4
3-9	噴射水ポンプ	2	－	2020/12/25	2021/5/13	2021/6/4
3-10	減湿水槽	1	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
3-11	減湿水循環ポンプ	1	－	2020/12/25	2021/5/13	2021/6/4
3-12	減湿水循環クーラー	1	－	2021/3/24	2021/5/18	2021/5/26
3-13	苛性ソーダ注入装置	1	－	2021/1/22	2021/6/10	2021/10/28
3-14	キレート剤注入装置	1	－	弊社所有	弊社所有	弊社所有
3-15	ガス精製設備ステージ	1	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
4. 燃焼排ガス処理設備						
4-1-1	燃焼炉	1	－	2021/2/19	2021/4/12	2021/5/10
4-1-2	冷却ダクト	1	－	2021/5/7	2021/7/8	2021/7/26
4-1-3	燃焼炉用灯油バーナ	1	－	2021/3/18	2021/5/11	2021/5/14
4-1-4	燃焼炉点検ステージ	1	－	2021/2/19	2021/4/12	2021/5/10
4-2	燃焼空気送風機2	1	－	2020/12/25	2021/4/14	2021/5/14
4-3	冷却空気送風機2	1		2020/12/25	2021/4/14	2021/5/14
4-4	燃焼炉灰受	1	－	工事業者	工事業者	工事業者
4-5	ろ過式集じん器	1	－	2021/10/27	2021/1/17	2020/11/24
4-6	集じん器灰受	1	－	工事業者	工事業者	工事業者
4-7	薬剤貯留槽	1	－	2021/1/21	2021/4/8	2021/5/28
4-8	薬剤フィーダー	1	－	2021/1/21	2021/4/8	2021/5/28
4-9	灰受用伸縮継手	2	－	工事業者	工事業者	工事業者
5. 通風設備						
5-1	排ガス誘引送風機	1	－	2020/12/25	2021/4/14	2021/5/14
5-2	風道	1式	－	2021/5/7	2021/7/8	2021/7/26
5-3	ガス配管	2	－	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27

表 5-3-1 発注機器管理リスト (3/4)

機器番号	機器名称	基数		注文仕様書 発行	技術評価 発行	注文書(発注) 発行
		常用	予備			
5-4-1	煙道	1式	-	2021/5/7	2021/7/8	2021/7/26
5-4-2	煙道用伸縮継手	1式	-	2021/5/25	2021/7/2	2021/7/30
5-5	排気塔	1	-	2021/5/7	2021/7/8	2021/7/26
5-6	ガスコンプレッサー	1	-	HOLD	HOLD	HOLD
5-7	ガス貯留タンク	1	-	HOLD	HOLD	HOLD
5-8	ブースターファン	1	-	2021/3/18	2021/9/27	2021/11/1
6. 電気・計装設備						
6-1	電気設備	-	-	-	-	-
6-1-1	高圧受電盤	1	-	2021/2/9	2021/3/15	2021/3/18
6-1-2	高圧変圧器	1	-	2021/2/9	2021/3/15	2021/3/18
6-1-3	進相コンデンサ盤	1	-	2021/2/9	2021/3/15	2021/3/18
6-1-4	400V主幹盤	1	-	2021/2/9	2021/3/15	2021/3/18
6-1-5	200V主幹盤	1	-	2021/2/9	2021/3/15	2021/3/18
6-1-6	100V主幹盤	1	-	2021/2/9	2021/3/15	2021/3/18
6-1-7	400Vプラント動力盤	1	-	2021/2/18	2021/5/14	2021/6/7
6-1-7	200Vプラント動力盤	1	-	2021/2/18	2021/5/14	2021/6/7
6-1-7	400V回転数制御盤	1	-	2021/2/18	2021/5/14	2021/6/7
6-1-8	建築配電盤	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
6-1-9	散水設備制御盤	1	-	2021/3/24	2021/4/19	2021/6/9
6-1-10	プラント照明	1式	-	工事業者	工事業者	工事業者
6-2	計装設備	-	-	-	-	-
6-2-1	計装盤	1	-	2021/3/23	2021/4/16	2021/7/2
6-2-2	排ガス分析計	1	-	2021/4/5	2021/6/1	2021/7/5
6-2-3	排ガス分析計 (HCl レーザー式)	1	-	2021/4/5	2021/5/13	2021/5/27
6-2-4	ガス分析計 (H2)	1式	-	所有機器	所有機器	所有機器
6-2-5	ガス分析計 (CH4)	1式	-	所有機器	所有機器	所有機器
6-2-6	ガス分析計 (CO)	1式	-	所有機器	所有機器	所有機器
6-2-7	前処理装置	1式	-	所有機器	所有機器	所有機器
6-2-8	ITV装置	1式	-	2021/3/23	2021/4/16	2021/5/28
6-2-9	火炎検知器	1式	-	2021/3/24	2021/4/16	2021/6/3
6-2-10	ガス検知器	1式	-	所有機器	所有機器	所有機器
6-2-11	ピトー管	1式	-	2021/4/5	2021/5/12	2021/6/4
6-2-12	流量計	1式	-	2021/4/5	2021/8/1	2021/8/19

表 5-3-1 発注機器管理リスト (4/4)

機器番号		機器名称	基数		注文仕様書 発行	技術評価 発行	注文書(発注) 発行
			常用	予備			
	6-2-13	温度計	1式	-	2021/4/5	2021/5/13	2021/5/31
	6-2-14	レベル計	1式	-	2021/4/5	2021/5/13	2021/5/31
	6-2-15	伝送器	1式	-	2021/4/5	2021/5/12	2021/5/25
	6-2-16	調節弁	1式	-	2021/4/5	2021/4/28	2021/5/17
	6-3	ガスエンジン	1	-	HOLD	HOLD	HOLD
	6-4	発電機	1	-	HOLD	HOLD	HOLD
7. その他設備							
	7-1	灯油貯留タンク	1	-	2020/12/10	2021/5/21	2021/6/1
	7-2	灯油送液ポンプ	1	1	2021/1/6	2021/5/14	2021/5/26
	7-3-1	蒸気ボイラー	1	-	2020/10/28	2021/6/10	2021/6/18
	7-3-2	軟水器	1	1	2020/10/28	2021/6/10	2021/6/18
	7-4	蒸気ヒーター	1	-	2021/5/20	2021/6/18	2021/6/25
	7-5	空気圧縮機	1	-	2020/12/23	2021/4/6	2021/4/16
	7-6	圧縮空気タンク	1	-	2020/12/23	2021/4/6	2021/4/16
	7-7	エアフィルタ	1	-	2020/12/23	2021/4/6	2021/4/16
	7-8	窒素ガス発生装置	1	-	2022/3/2	2022/3/2	2022/3/2
	7-9	配管材料	1式	-	工事業者	工事業者	工事業者
	7-10	プラント架構	1式	-	2021/3/26	2021/4/13	2021/4/28
	7-11	点検歩廊	1式	-	2021/3/26	2021/4/13	2021/4/28
	7-13	メンテナンス用ホイス	1式	-	工事業者	工事業者	工事業者
	7-14	チェンブロック	-	3	2021/9/16	2021/10/7	2021/10/13
8. 給水・排水設備							
	8-1	供給水受水槽	1	-	2021/4/5	2021/5/13	2021/5/25
	8-2	機器冷却水槽	1	-	2021/4/5	2021/5/13	2021/5/25
	8-3	ブロー排水タンク	1	-	2021/3/19	2021/4/19	2021/4/27
	8-4	冷却塔	1	-	2021/4/2	2021/5/20	2021/6/1
	8-5	機器冷却水ポンプ	1	-	2020/12/25	2021/5/13	2021/6/4
	8-6	給水ポンプ	1	1	2020/12/25	2021/5/13	2021/6/4
	8-7	散水ポンプ	1	-	2020/12/25	2021/5/14	2021/5/26
	8-8	排水ポンプ	1	-	工事業者	工事業者	工事業者
	8-9	排水貯留槽	1	-	工事業者	工事業者	工事業者

5.3.1 破碎ごみ供給コンベア

破碎ごみを給じん装置に供給するための破碎ごみ供給コンベアを納品した。装置を図 5-3-1～図 5-3-2 に示す。



図 5-3-1 破碎ごみ供給コンベアの製作時の状況



図 5-3-2 破碎ごみ供給コンベアの納入時の状況

5.3.2 給じん装置

破碎ごみを熱分解ガス化改質炉に供給するための給じん装置を納品した。装置を図 5-3-3～図 5-3-4 に示す。



図 5-3-3 給じん装置の製作時の状況



図 5-3-4 給じん装置の納入時の状況

5.3.3 燃焼炉

熱分解ガスや熱風発生炉排ガス等を燃焼するための燃焼炉を納品した。装置を図 5-3-5 に示す。



図 5-3-5 燃焼炉の納入時の状況

5.3.4 排ガス誘引送風機

実証試験設備で発生する排ガスを煙突へ誘引するための排ガス誘引送風機を納品した。装置を図 5-3-6 に示す。



図 5-3-6 排ガス誘引送風機の納入時の状況

5.3.5 空気圧縮機

実証試験設備の系内に供給する圧縮空気を製造するための空気圧縮機を納品した。装置を図 5-3-7 に示す。



図 5-3-7 空気圧縮機の納入時の状況

5.4 建設工事

実証試験設備の工事については、機器据付・配管工事、電気計装工事および土建工事の大きく 3 つに分類される。工事を進めるにあたっては工程通りに進捗するよう管理し、建設工事を完了した。

以下に建設工事の内容を記載する。

5.4.1 工事工程

機器据付・配管工事、電気計装工事および土建工事のそれぞれについて、工事工程を作成し、工程管理を行いながら工事を進めた。

1) 機器据付・配管工事

実証試験設備の機器据付・配管工事を実施するにあたり、表 5-4-1 のとおり工事工程を作成した。実証試験設備の工事は R4 年 2 月に完了した。

2) 電気計装工事

実証試験設備の電気計装工事を実施するにあたり、表 5-4-2 のとおり工事工程を作成した。実証試験設備の工事は R4 年 2 月に完了した。

3) 土建工事

実証試験設備の土建工事を実施するにあたり、表 5-4-3 のとおり工事工程を作成した。実証試験設備の工事は R4 年 2 月に完了した。

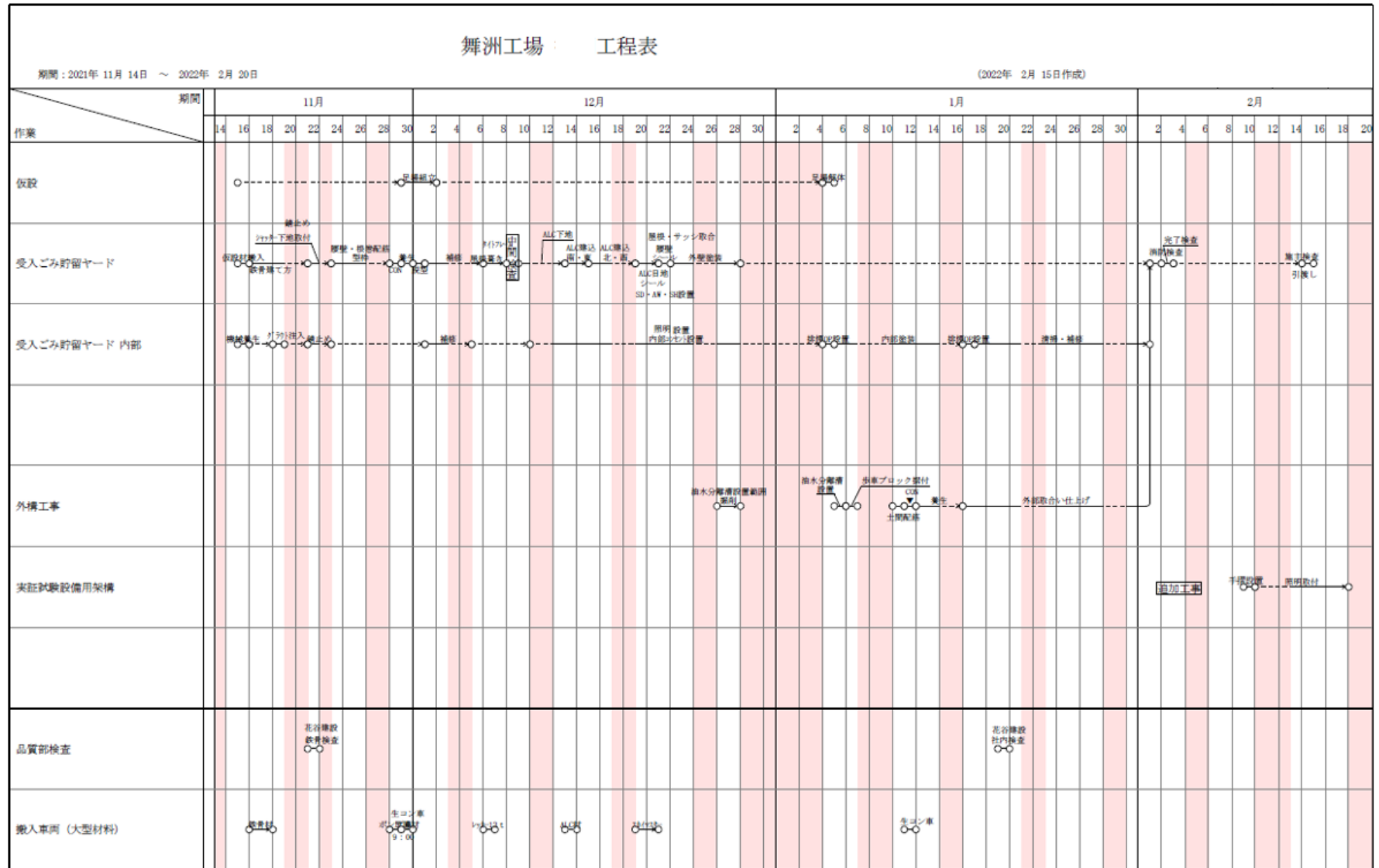
表 5-4-1 機器設備据付工事の工程表

顧客名	環境省地球環境部地球温暖化対策課 様	プラント工事工程表 (全体)	作成日	2021年3月2日										
実証名	高効率エネルギー創活用にに向けた次世代型廃棄物処理システムの開発		改定日	2021年7月1日										
実証場所	大阪広域環境施設組合 舞洲工場敷地内		改定日	2021年8月15日										
			改定日											
年 2021 (令和3年)					2022 (令和4年)									
月 2					1									
日 1 6 11 16 21 26					1 6 11 16 21 26									
全体	▽ 架橋アンカーボルト設置 ▽ 5/27 全停 土壌工事 既設取合工事 (電気、給水、排水) プラント工事 土壌工事 (後施工分) 試運転													
打合せ等	1/25現地調査(電気) ▽ 2/3 所掌範囲打合 ▽ 2/19 土建引渡状態、機器納期打合 ▽ 2/25 土建打合、機器納期打合 ▽ 3/4 土建打合													
プラント設備建方	PV1・PV3間 PV3・PV4間 熱風発生炉 ガス結製 燃焼炉 結分解ガス化改質炉													
機器据付工事	プラント設備1F機器													
	プラント設備2F機器													
	プラント設備3F機器													
	破砕ゴミ供給コンベヤ													
	建屋内機器													
ダクト配管工事	屋外機器													
	プラント設備風道													
	プラント設備煙道													
	プラント設備配管													
	建屋内配管													
保温工事	屋外配管													
	既設取合配管													
	プラント設備機器保温 (熱風発生炉、誘引送風機、熱分解ガス化改質炉、ろ過式集じん器、集冷器)													
	プラント設備排ガス配管保温													
	プラント設備蒸気配管保温													
仕舞工事														
クレーン設置														

表 5-4-2 電気計装工事の工程表

[illegible]

表 5-4-3 土工事の工程表



5.4.2 建設工事の状況

5.4.1 の工事工程に基づき、建設工事を実施した。以下に工事の状況を記載する。

1) 機器据付・配管工事

実証試験装置の機器据付・配管工事の状況を図 5-4-1～図 5-4-13 に示す。



図 5-4-1 一次破碎機



图 5-4-2 二次破碎机



图 5-4-3 計量器



図 5-4-4 投入ホッパ・定量供給コンベヤ



図 5-4-5 破碎ごみ供給コンベヤ



図 5-4-6 給じん装置



図 5-4-7 押込スクルー



图 5-4-8 熱風發生炉



图 5-4-9 燃烧炉



図 5-4-10 燃焼炉用灯油バーナ



図 5-4-11 ろ過式集じん器



図 5-4-12 薬剤フィーダ



図 5-4-13 排ガス誘引送風機

2) 電気計装工事

実証試験装置の電気計装工事の状況を図 5-4-14～図 5-4-19 に示す。



図 5-4-14 動力盤据付



図 5-4-15 トランス搬入据付

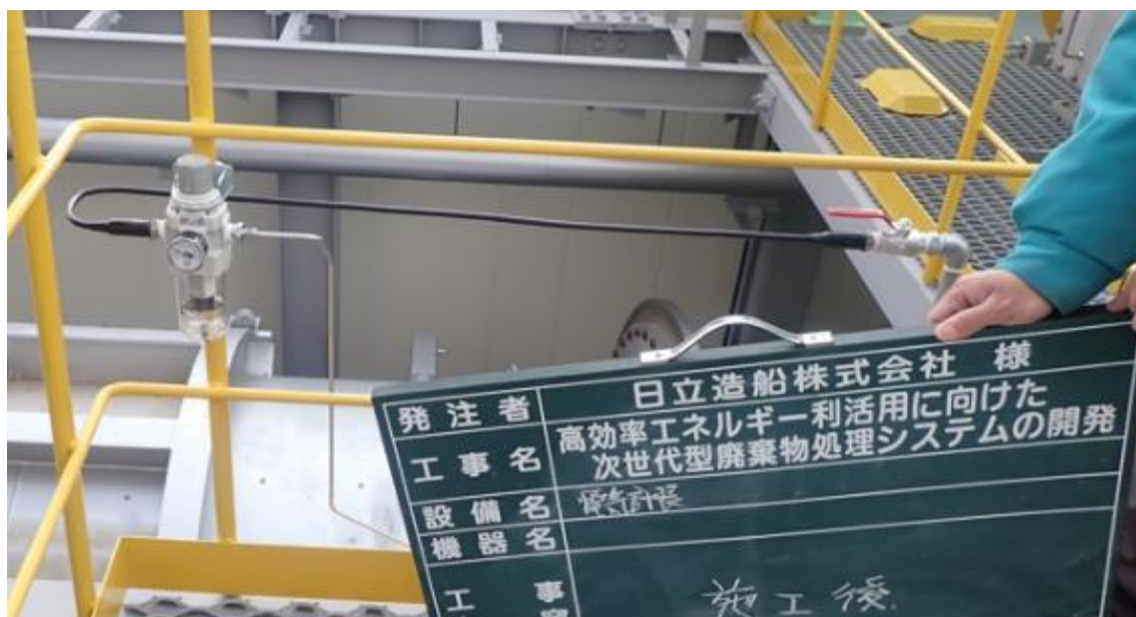


図 5-4-16 計装機器取付



図 5-4-17 電線管敷設



図 5-4-18 配線敷設

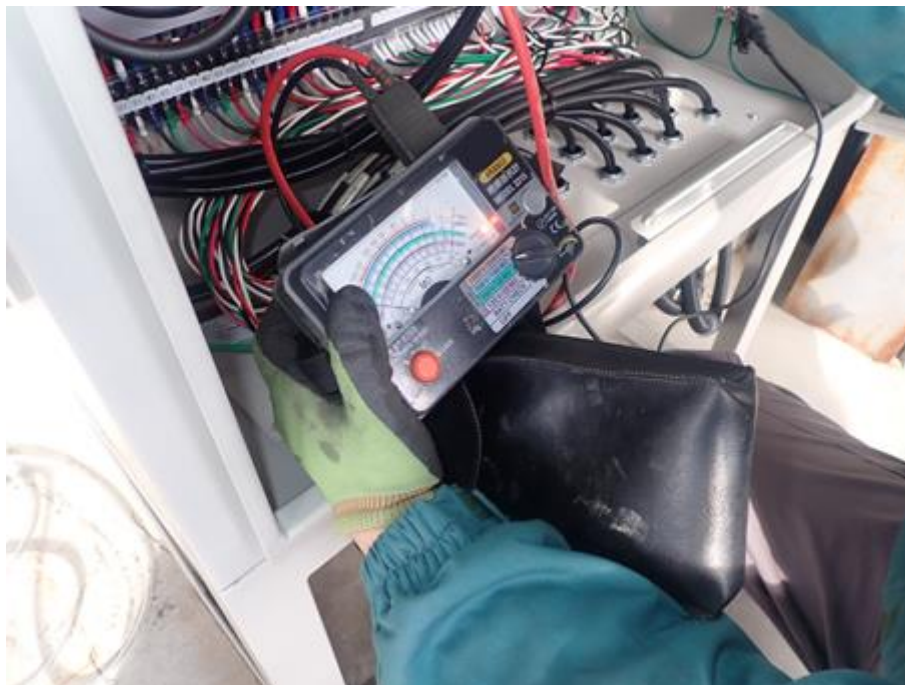


図 5-4-19 絶縁抵抗測定

3) 土工工事

実証試験装置の土工工事の状況を図 5-4-20～図 5-4-24 に示す。



図 5-4-20 整地



図 5-4-21 鉄骨工事



図 5-4-22 受入れごみ貯留ヤード基礎工事 1



図 5-4-23 受入れごみ貯留ヤード基礎工事 2



図 5-4-24 受入れごみ貯留ヤード建屋工事

5.5 機器調整

実証試験設備の建設工事完了後、機器調整を実施し、本試験に向けての準備を完了した。
なお、機器調整は R4 年 3 月中旬に完了した。

5.5.1 工程

機器調整の工程を表 5-5-1 に示す。実証試験設備の各機器の調整は R4 年 2 月～3 月中旬に実施した。

表 5-5-1 機器調整工程表

[illegible]

5.5.2 単体機器調整

実証試験設備の各機器について、運転調整のため各種動作確認・調整等を実施、完了した。
調整内容の一部を以下に示す。

1) 破碎ごみ供給コンベア

破碎ごみ供給コンベアの機器調整を実施、完了した。その結果の一部を図 5-5-1 に示す。

注文主: -		単 体 調 整 確 認 シ ー ト				No: -001	
工事名: 高効率エネルギー利活用に向けた 次世代型廃棄物処理システムの開発		機器名称:		御立会者:		点検者:	
設備名:	受入れ・供給設備 機器 No.	破碎ごみ供給コンベア		-		日立造船株式会社	
仕様:	バケットコンベヤ 搬送能力: 0.5t/h						
No.	点 検 ・ 調 整 項 目	設定値・確認基準	点検調整結果				備 考
1	ローラチェーンの給脂: 1箇所/基	O/x	Q			2/8	適量
2	減速機、変速機の給油: 1箇所/基	O/x	Q			2/8	初期給脂済
3	駆動軸軸受け(UCF312)給脂: 2箇所/基	14g/箇所	Q			2/8	初期給脂済
4	従動軸軸受け(UCF308)給脂: 6箇所/基	4.6g/箇所	Q			2/8	初期給脂済
5	主務チェーンに給油はされているか?	O/x	Q			2/9	滴下式給油装置で給油
6	ローラチェーン sprocket の芯出し	食い違い1.5mm以内	0.5mm			2/9	2mm
7	ローラチェーンの張り調整	弛み約34mm	Q			2/9	
8	主務チェーンの張り調整	O/x	Q			2/10	取扱説明書参照
9	主務チェーンのテークアップの目盛	左右同じ位置	Q			2/10	
10	ショックリレーの設定(スタートタイム)	設定値: 1.0s	Q			2/4	
11	ショックリレーの設定(ショックタイム)	設定値: 0.2s	Q			2/4	
連絡・特記事項:							

図 5-5-1 破碎ごみ供給コンベアの機器調整結果

2) 給じん装置

給じん装置の機器調整を実施、完了した。その結果の一部を図 5-5-2 に示す。

注文主: -		単 体 調 整 確 認 シ ー ト				No: -001	
工事名: 高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発		機器名称: 給じん装置		調立会者: -		点検者: 日立造船株式会社	
設備名:	受入れ・供給設備 機器 No.						
仕様:	スクリーンコンベヤ 搬送能力: 0.055~0.125t/h						
No.	点 検 ・ 調 整 項 目	設定値・確認基準	点検調整結果			実施日	備 考
1	異常振動の有無	有/無	○			2/8	
2	軸受けの発熱	80℃以下	○			2/9	
3	減速機の発熱	80℃以下	○			2/9	
4	油漏れの有無	有/無	○			2/9	
5	スクリーン軸回転速度(最低速)	0.51min ⁻¹ ±10%	0.51	○		2/8	出力10% 6Hz
6	スクリーン軸回転速度(最高速)	5.1min ⁻¹ ±10%	5.2	○		2/8	出力100% 60Hz
7	無負荷運転時の電流値(最低速)	定格:1.76A以下	1.6A	○		2/8	
8	無負荷運転時の電流値(最高速)	定格:1.79A以下	1.6A	○		2/8	
9	電動シリンダ(圧密防止装置)の作動状況	○/×	○			2/8	
10	電動シリンダのリミットスイッチの作動状況	○/×	○			2/9	
11	電動シリンダの電流値	0.32A以下	0.28A			2/9	
連絡・特記事項:							

図 5-5-2 給じん装置の機器調整結果

3) 燃烧炉

燃烧炉の機器調整を実施、完了した。その結果の一部を図 5-5-3 に示す。

バーナ試運転実施内容	
1 内容	
実施日	2022年 2月 14~15日
立会者	日立造船株式会社
試運転者	
確認	
2 準備	
1 電源、電圧の確認。AC440V 60Hz	460
2 バーナから制御盤の配線確認	✓
3 制御盤の、入力 出力信号の確認	✓
4 機器取付、取り合い確認	✓
5 燃料配管、取り合い確認	✓
6 配管内エア抜き	✓
7 モータ回転方向確認	✓
3 運転	
1 バーナファン運転スイッチ ONで運転を確認	✓
2 バーナ運転スイッチ ONで運転を確認	✓
3 燃烧ランプ点灯と着火を確認	✓
4 油量制御することを確認。	✓
4 燃烧調整	
1 低燃烧から高燃烧 噴燃ポンプ圧力調整 燃烧空気調整	✓ ✓
2 油銅配管のもれがないことを確認	✓
3 着火テスト 着火遅れがないことを確認	✓
4 失火テスト 火災検出器を取外して検出部をふさぐと燃烧 が停止して、失火ランプが点灯することを確認	✓
5 信号取合	
1 入力信号 非常停止 灯油送液ポンプ運転 排ガス誘引送風機運転 燃烧空気送風機2運転	✓ ✓ ✓ ✓
2 出力信号 バーナファン運転 バーナ運転 一括故障 失火 非常停止	✓ ✓ ✓ ✓ ✓
6 バーナ停止	
1 バーナ停止スイッチ ONで燃烧停止することを確認	✓
2 バーナファン停止スイッチ ONでモータが停止する ことを確認	✓

図 5-5-3 燃烧炉の機器調整結果

4) 排ガス誘引送風機

排ガス誘引送風機の機器調整を実施、完了した。その結果の一部を図 5-5-4 に示す。

注文主: -		単 体 調 整 確 認 シ ー ト				No: -001		
工事名: 高効率エネルギー利活用に向けた 次世代型廃棄物処理システムの開発		機器名称: 排ガス誘引送風機		御立会者: - -		点検者: 日立造船株式会社		
設備名: 通風設備	機器 No.							
仕様: 片吸込ターボ形								
No.	点 検 ・ 調 整 項 目	設定値・確認基準	点検調整結果				実施日	備 考
1	掘付・締付ボルトに緩みは無い	O/x	○				2/1	
2	点検開口、内部異物確認	O/x	○				2/9	
3	潤滑油の充填確認	O/x	○				2/9	
4	耐熱潤滑材を使用していること	O/x	○				2/9	高温空気の為、軸受
5	バルブの設定は良い	O/x	○				2/9	
6	計器類は使用可能になっているか	O/x	○				2/9	
7	カップリングのアライメントは良い	O/x	○				2/1	
8	カップリング手回し確認	O/x	○				2/1	
9	モータ回転方向確認	O/x	○				2/9	
10	軸シール部のエアリーク有無確認	O/x	○				2/9	
11	待機運転時のエキスパンションからのリーク有無確認	有/無	無				2/9	
12	異常振動、騒音の無い事	O/x	○				2/1	
13	負荷運転時の電流値、電圧値	定格:92A、440V	91.5A				2/9	
14	運転時吐出圧力の確認	0.91kPa	132.7kPa/min				2/9	
15	空運転総合調整	O/x	○				2/1	
連絡・特記事項:								

図 5-5-4 排ガス誘引通風機の機器調整結果

5) 空気圧縮機

空気圧縮機の機器調整を実施、完了した。その結果について、一部を図 5-5-5 に示す。

注文主: -		No: -001	
工事名: 高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発		単 体 調 整 確 認 シ ー ト	
設備名:	その他設備	機種 No:	
仕様:	スクリー式給油式、吐出圧0.7MPa 吐出量3.7m3/min	機器名称:	空気圧縮機
		独立設置:	-
		点検者:	日立造船株式会社
No.	点 検 ・ 調 整 項 目	設定値・確認基準	点検調整結果
1	据付・締付ボルトに緩みは無いか	O/x	○
2	配管、配線状態は良いか	O/x	○
3	運転ラインの設定は良いか	O/x	○
4	安全弁の接続確認	O/x	○
5	潤滑油の充填確認	O/x	○
6	アンロード、オンロード圧力の確認	0.70MPa、0.50MPa	○
7	ドレンセパレータの作動確認	O/x	○
8	異常振動、騒音の無い事	O/x	○
9	負荷運転時の電流値、電圧値	定格:45A、440V	44.0A、440V
10	空運転総合調整	O/x	○
連絡・特記事項:			

図 5-5-5 空気圧縮機の機器調整結果

5.6 運転

5.6.1 運転条件

R4 年 3 月 15 日～16 日に一般廃棄物を投入した第一回目の実証試験を実施した。実証試験当日のスケジュールを表 5-6-1 に示す。

3 月 15 日は実証試験設備の各機器の立上げおよび昇温と並行して、一般廃棄物の受け入れ、破碎を行った。3 月 16 日には立上げおよび昇温を完了した。その後、まず性状の安定した木材を投入し、運転状況を確認した後、続いて投入物を実際の一般廃棄物に変更して運転を実施した。

表 5-6-1 実証試験のスケジュール

日時	イベント
3月15日 9:00	立上げ開始 一般廃棄物受入れ、破碎開始
9:30	昇温開始
3月16日 13:30	木材供給開始
15:40	一般廃棄物の供給開始 (40~50kg/h)
17:15	一般廃棄物の定格運転 (83kg/h)
18:10	負荷運転終了、立下げ開始

5.6.2 運転状況

実証試験時の運転状況を図 5-6-1～図 5-6-12 に示す。今回の運転では、2 時間半程度、一般廃棄物を投入した運転を行い、目標である R3 年度内の実証試験開始を達成した。

なお、今回の運転により、一般廃棄物を投入して装置が問題なく運転可能であることが確認された。引き続き詳細なデータの採取、解析を行って、システムの最適化を進める。



図 5-6-1 一般廃棄物の受入状況



図 5-6-2 一般廃棄物の破砕機への投入状況



図 5-6-3 一般廃棄物の一次破砕



図 5-6-4 一般廃棄物の二次破碎



図 5-6-5 熱分解ガス化改質炉への給じんの様子



図 5-6-6 運転時の熱分解ガス化改質炉の状況

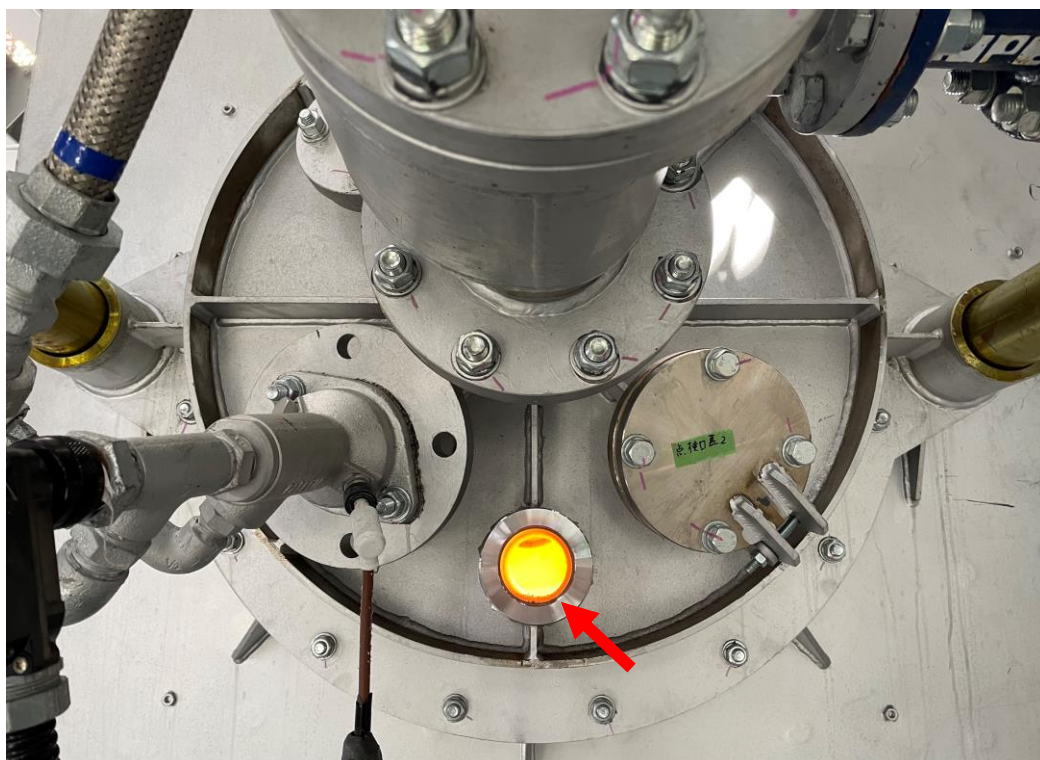


図 5-6-7 運転時の熱風発生炉内の様子（図中赤矢印の指示部）



図 5-6-8 運転時の吸収塔の水の噴霧状況

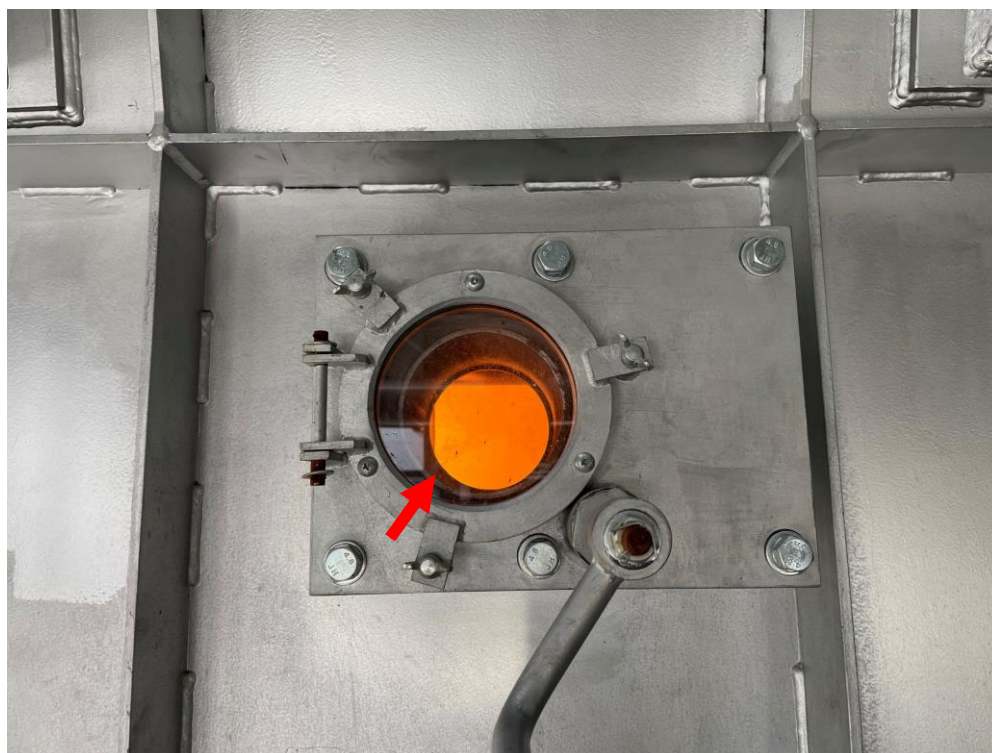


図 5-6-9 運転時の燃焼炉内の様子（図中赤矢印の指示部）



図 5-6-10 運転操作パネルでの運転監視、操作の様子



図 5-6-11 運転後の内部点検の様子



図 5-6-12 運転後の排出チャー受けの底部に溜まったチャー

5.6.3 その他

成果報告書の提出期限の都合上、本報では一回目の実証試験の結果のみを記載したが、R4 年 3 月末に 5 時間連続で一般廃棄物を投入する実証試験を計画している。

5.7 運転方案の策定

5.7.1 運転要領書の作成

実証試験設備の設計思想等を基に、運転方案を検討し、運転要領書を作成した。運転要領書は設備概要、立上げ操作要領、定常時操作要領、立下げ操作要領から構成される。

熱分解ガス化改質炉系統、ガス精製系統、排ガス処理系統、ユーティリティ系統について操作要領をまとめ、実証試験時のマニュアルとして活用できるようにした。

図 5-7-1 に立上げ操作要領書の一部、図 5-7-2 に定常時操作要領書の一部、図 5-7-3 に立下げ操作要領書の一部を示す。

2-7 ユーティリティ系統 立上げ操作要領書				
No.	操作内容	操作場所	確認事項・その他	異常処理操作
4-1-1	1. 起動準備 (1) プラント電源系統の確立(各種動力盤の起動) (2) 計装盤起動 (3) 灯油貯留タンクレベル、ブロー排水タンク、ブロパン、空素ポンベの残量を確認する (4) 立上時の各手動弁開閉状況を確認する	(1)、(2): 計装盤、動力 (3)、(4):現場	<注記> 手動弁のバルブ記号は「2-2 立上げ準備」における弁初期設定」を参照のこと 立上時の手動弁開閉状況は「2-2 立上げ準備」における弁初期設定」を確認すること	
4-1-2	2 空気圧縮機起動 (1) 空気圧縮機吐出側配管止弁(VB-012)、空気圧縮機吐出側配管ドレン弁(VB-013)が「全閉」になっていることを確認する (2) プラント動力盤の元電源「ON」になっていることを事前に確認する (3) 空気圧縮機操作盤の主電源を「ON」にする (4) 空気圧縮機吐出側配管止弁(VB-012)を「全開」とする (5) 空気圧縮機操作パネルで運転モードが「ACCS制御」となっていることを確認する (6) 空気圧縮機操作パネルで吐出圧力の設定(制御圧力、アンロード圧力、自動復帰圧力)を確認する (7) 空気圧縮機操作パネルの「始動ボタン」を1秒以上長押しして「始動」する (8) 始動後、エア漏れ、油漏れ、異常音がないことを確認する	制御盤	長期間機器停止時は運転開始前にならし運転を実施のこと。要領は機器取扱説明書に従い実施のこと。 主電源「ON」後、メイン画面の警報・異常操作が消灯していることを確認する	
	点灯 圧縮空気圧力下限(PA-002) L警報 消灯	LCD/計装盤/ タブレット		
4-1-3	3 排水ポンプ起動 (1) プラント動力盤の元電源「ON」になっていることを事前に確認する (2) 排水ポンプ吐出側手動弁(VS-503、VS-504)が「全開」になっていることを確認する (3) 排水ポンプ制御盤の主電源を「ON」にする (4) 操作パネルの「電源表示灯」が「点灯」したことを確認する (5) 操作パネルの「盤面表示部」が「Good」となっていることを確認する (6) 操作パネルの「運転選択」を数回押し、運転モードを「自動(A)」に選択する (7) 運転モードを「自動(A)」に選択してから1秒後に確定され、排水ポンプが自動起動する (8) 現場で排水ポンプが起動状態であることを確認する	制御盤	異常ランプが点灯している場合は、盤面表示モニターに表示されている番号をもとに原因を特定して、原因を解消してから起動すること	
4-1-4	4 火災検知警報盤起動 (1) 計装盤の元電源「ON」になっていることを事前に確認する (2) 火災検知警報盤の主電源を「ON」にする (3) 火災検知警報盤内のタッチパネルで自動放水弁の放水時間のタイマー設定が10minになっていることを確認する	制御盤		

図 5-7-1 立上げ操作要領書

3-6 ユーティリティ系統 定常時操作要領書				
No.	操作内容	操作場所	確認事項・その他	異常処理操作
3-6-1-1	給水ポンプ切替え ※下記要領は給水ポンプAから給水ポンプBに切替えを示す。 給水ポンプB起動 (1) LCD/計装盤/タッチパネルで給水ポンプAの連続運転時間が 200 (hr) を経過していることを確認する (2) LCD/計装盤/タッチパネルで給水ポンプBの「故障」、「非常停止」の消灯を確認する (3) 現場で供給水受水槽の液面レベル(LG-901)が0.8 m以上であることを確認する (4) 現場で給水ポンプBの一次側手動弁(VB-526)を『全開』にして、給水ポンプBへの呼び水を行う (5) LCD/計装盤/タッチパネルで給水ポンプBの状態を『運転』にする (6) 現場で給水ポンプBが起動したことを確認する (7) 過熱防止ラインの玉型弁(VG-501)を『全開』にする ↓ 給水ポンプA停止 (1) 現場で給水ポンプBが起動していることを確認する (2) LCD/計装盤/タッチパネルで給水ポンプAの「故障」、「非常停止」の消灯を確認する (3) 現場で給水ポンプBの二次側手動弁(VB-529)を『全開』にすると同時に、給水ポンプAの二次側手動弁(VB-525)を『全開』に切り替える (4) LCD/計装盤/タッチパネルで給水ポンプAの状態を『停止』にする (5) 現場で給水ポンプAが停止したことを確認する (6) 給水ポンプAが完全に停止したことを確認してから、給水ポンプA一次側手動弁(VB-522)を『全開』にする (7) 過熱防止ラインの玉型弁(VG-501)を指定開度(相マーク箇所)まで『調整開』にする (8) LCD/計装盤/タッチパネルで給水ポンプAの積算運転時間のリセットを行う ↓ 給水ポンプ切替完了	(1)、(2)、(5): LCD/計装盤/ タッチパネル (3)、(4)、(6)、 (7): 現場 (2)、(5)、(9): LCD/計装盤/ タッチパネル (1)、(3)、(4)、 (6)、(7)、(8): 現場	給水ポンプの切替タイミングは1週間に一度程度とする。なお、左記要領は運転中での切替えの要領となるが、基本的にはプラント停止時に切り替えること。 切替え時はならし運転も含めて、ミニフローラインだけで運転する	

図 5-7-2 定常時操作要領書

4-6 ユーティリティ系統 立下げ操作要領書				
No.	操作内容	操作場所	確認事項・その他	異常処理操作
4-2-1	通常運転中 2-2-2 ガス精製N2バージ開始 操作手順はガス精製系統立下げ「2-2-2」を参照のこと 3-2-1 自動制御モード「立上モード1」切替 操作手順は排ガス処理系統立下げ「3-2-1」を参照のこと 2-2-3 ガス精製バイパス切替 操作手順はガス精製系統立下げ「2-2-3」を参照のこと 2-2-4 ブースターファン停止 操作手順はガス精製系統立下げ「2-2-4」を参照のこと 1 改質蒸気供給停止 (1) LCD/計装盤/タブレットでキルン改質蒸気流量調節弁(FV-601)の運転モードを「自動(A)」から「手動(M)」に切り替える (2) LCD/計装盤/タブレットでキルン改質蒸気流量調節弁(FV-601)の開度SV値を「0%」にする (3) LCD/計装盤/タブレットでキルン改質蒸気流量(FIC-601)の指示値が「0 kg/h」になったことを確認する	LCD/計装盤/ タブレット	<注記> 手動弁のバルブ記号は「2-2 立上げ準備における弁初期設定」を参照のこと	
	1-2-11 熱風発生炉灯油バーナー停止 操作手順は熱分解ガス化改質炉系統立下げ「1-2-11」を参照のこと			
	2 冷却塔停止 (1) LCD/計装盤/タブレットで冷却塔の「故障」、「非常停止」が消灯していることを確認する (2) LCD/計装盤/タブレットで冷却塔の運転モードを「自動(A)」から「手動(M)」に切り替える (3) LCD/計装盤/タブレットで冷却塔の状態を「停止」にする (4) 現場で冷却塔のファン電動機が停止したことを確認する			
4-2-2		LCD/計装盤/ タブレット		
4-2-3	3 機器冷却水ポンプ停止 (1) LCD/計装盤/タブレットで機器冷却水ポンプの「故障」、「非常停止」が消灯していることを確認する (2) LCD/計装盤/タブレットで機器冷却水槽レベル下限警報(L)が「消灯」していることを確認する (3) LCD/計装盤/タブレットで機器冷却水ポンプの状態を「停止」にする (4) 現場で機器冷却水ポンプが「停止」したことを確認する (5) 現場で機器冷却水槽ブロー弁(VN-501)、機器冷却水配管元弁(VY-501)、機器冷却水ポンプ吐出側手動弁(VY-502)、機器冷却水ヘッダー管の減湿コンデンサ行配管元弁(VB-510、VB-511)および減湿水循環クーラー行配管元弁(VB-509)のそれぞれを「全開」にする	LCD/計装盤/ タブレット	機器冷却水槽内部の水を全て抜く場合は、排水弁(VB-506)を「全開」とするとともにVN-501は開のままとする	

図 5-7-3 立下げ操作要領書

5.7.2 制御システムの検討

実証試験装置の設計思想を基に作成した運転方案から、制御のフローチャートの作成などを行い、制御システムを完成させた。

制御システムを完成させることで、タッチパネルでの運転操作を可能にした。運転操作タッチパネルの画像の一例を図 5-7-4 に示す。

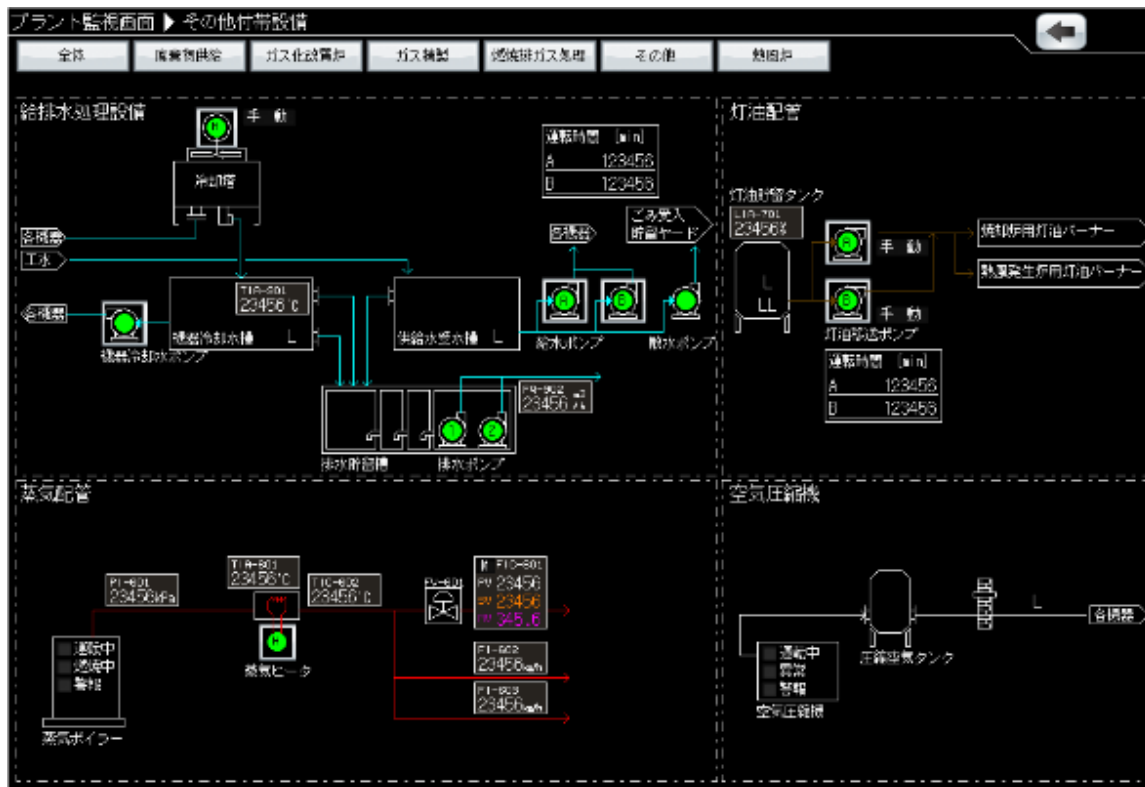


図 5-7-4 運転操作画面

5.8 運用に関する検討

5.8.1 維持管理、補修

実証試験設備を運転するにあたり、機器やユーティリティ等の維持管理、補修を適宜行う必要がある。ここでは、維持管理、補修に必要な項目を洗い出し、チェックリスト等にまとめることで、実証試験設備を適切に運転できるようにした。

1) 機器の保守点検リスト

実証試験設備の機器についてそれぞれ定期点検を行い、異常箇所を確認次第、補修し円滑に実証試験を遂行できるように機器の保守点検リストを作成した。図 5-8-1 に保守点検リストの一部を示す。

保守点検リスト

8 給水・排水設備

項 目		機器名称	短期定期点検				長期定期点検				
整 番	区 分		点検項目	3回／1日	1回／1日	1回／7日	点検項目	1回／1月	1回／3月	1回／6月	1回／1年
8-1	1	供給水受水槽					1 水槽内の清掃				○
							2 水位制御機器及び警報装置の作動の良否	○			
							3 通気口、溢水口等の詰まりの有無	○			
							4 マンホール蓋の点検（ガタつき等）	○			
							5 漏水の有無	○			
							6 本体の異常な変形の有無	○			
							7 水槽外部の補強材、梯子等の金属部品の発錆の有無				○
							8 水槽外部のボルトナットの脱落、発錆、ゆるみ、ガタつきの有無				○
							9 静水圧以外の圧力（内圧・外圧）の有無	○			
							10 水槽内部補強材等の金属部品の塗装のはがれ、発錆の有無				○
							11 水槽内部のボルトナットの脱落、発錆、ゆるみ、ガタつきの有無				○
8-2	1	冷却塔	1 散水パイプ（目詰まりの確認）		○		1 ファン（外観・異物付着・取付ボルトのゆるみ）		○		
			2 下部水槽（水位）		○		2 ケーシング（外観・ファンとのクリアランス）				○
			3 異常音の有無		○		3 モータ（回転確認・絶縁抵抗・腐食）				○
							4 スプリングラヘッド（回転不良）		○		
							5 ルーバ（付着物・破損・変形・劣化）		○		
							6 充填材（スケール・スライムの付着）		○		
							7 充填材（目詰まりの点検清掃）				○
							8 下部水槽（水漏れ・清掃）	○			
							9 本体骨組（錆・ボルトのゆるみ）				○

図 5-8-1 保守点検リスト

2) ユーティリティ管理リスト

実証試験を行うにあたって、灯油等のユーティリティを消費する。そのため、日々の点検において残量を確認することで、補充、交換等の運用が漏れ無くできるようにユーティリティ管理リストを作成した。図 5-8-2 にユーティリティ管理リストを示す。

ユーティリティ管理リスト											
委託事業：CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業										No.	
工事名称：高効率エネルギー利活用に向けた次世代廃棄物処理システムの開発 実証試験設備											
	点検日時	記録者	灯油タンク	フロー排水タンク	LPGボンベ	液体窒素ボンベ	重曹+活性炭	苛性ソーダ	キレート	交換の要否	備考
最大貯留量	-	-	950L	3.5m3	2本	2本	300L	120L	30L		-
交換等目安	-	-	≦400Lで追加発注	≧2.5m3で廃液回収	≦1本で追加発注	≦1本で追加発注	≦100Lで追加	≦40Lで追加	≦10Lで追加		-
記入例	2022/2/1 9:00	日立	800	3	1	2	250	100	25	要LPG	2/1にLPG1本発注済 2/3納品予定
残量											

※交換目安に達した場合、記録者は担当者に連絡し、追加・発注等を行うこと

図 5-8-2 ユーティリティ管理リスト

5.8.2 安全運転対策

1) 実証設備への反映

R2 年度の検討にて、実証試験設備に対する安全性評価（HAZOP）を実施し、HAZOP の結果を設計に反映した（5.1.3 参照）。

本年度は設計した実証設備を製作するにあたって、検討結果を組み込んだ。ここでは、HAZOP での対策の実証試験設備への反映状況について、一部を記載する。

(1) 空気圧縮機および圧縮空気タンクへの安全対策

空気圧縮機および圧縮空気タンクへの安全対策として、HAZOP の項目(表 5-1-9)を反映した内容について以下に記載する。

- ・圧縮空気タンクおよび出口配管に圧力計を設置し、圧力監視をすることで異常を確認できるようにした。圧力計の設置状況を図 5-8-3 に示す。



図 5-8-3 圧縮空気タンクの圧力計設置状況

- 空気圧縮機に圧力警報(L)の設定をすることで、空気圧縮機の故障や異常を検知可能とした。圧力設定画面を図 5-8-4 に示す。



図 5-8-4 空気圧縮機の圧力警報の設定画面

- 空気圧縮機から故障および異常の信号出力を行い、中央制御室で状況監視することで異常、故障を早期に検知できるようにした。中央制御室の監視画面を図 5-8-5 に示す。

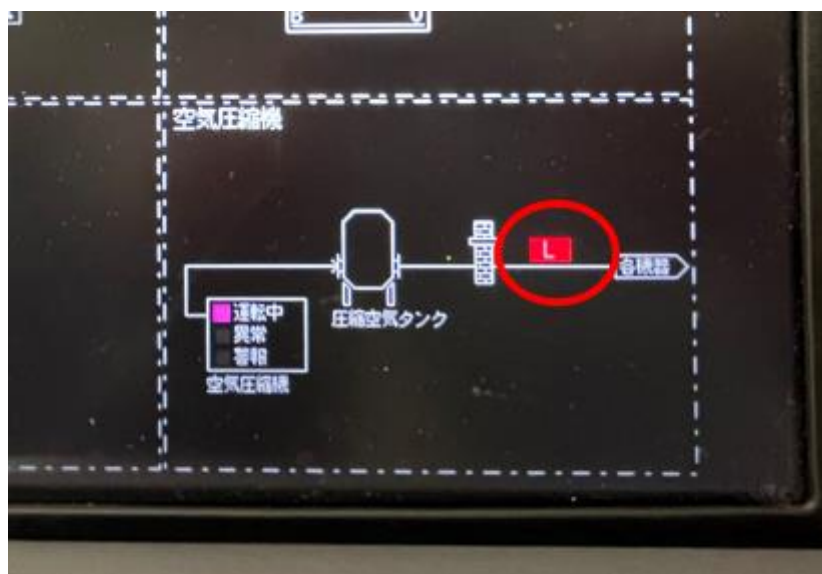


図 5-8-5 中央制御室の監視画面

- ・圧縮空気タンクに安全弁を設置し、設定圧力以上になる圧縮空気タンク内の空気を逃がす構造とした。圧縮空気タンクの安全弁を図 5-8-6 に示す。



図 5-8-6 圧縮空気タンクの安全弁設置状況

(2) 脱臭装置への安全対策

脱臭装置への安全対策として、HAZOP の項目(表 5-1-9)を反映した内容について以下に記載する。

- ・プラント稼働中はヤード内が負圧になることから、脱臭ファン手前ダンパを設置し、閉止できるようにした。脱臭ファンのダンパを図 5-8-7 に示す。



図 5-8-7 脱臭ファンのダンパ

- ・脱臭装置本体に差圧計（マノメータ）を設置して差圧を計測できるようにした。脱臭装置の差圧計を図 5-8-8 に示す。



図 5-8-8 脱臭装置の差圧計設置状況

- ・脱臭装置に点検口を設けて内部確認できるようにした。脱臭装置の点検口を図 5-8-9 に示す。



図 5-8-9 脱臭装置の点検口の設置状況

2) 各種届出

R2 年度の検討において、諸官庁に届出が必要な各種法規を調査、整理した。本年度は実際に届出を行い、法律を遵守した実証試験設備とした。対応済みの法律および条例一覧を表 5-8-1 に示す。

表 5-8-1 対応済みの法律および条例

No.	法律名称	届出書類	届出先
1	建築確認申請	・確認申請書(建築物) 等	大阪市都市計画局
2	ダイオキシン類対策特別措置法 (大気基準適用施設)	・特定施設設置届出書 ・付近見取図、全体配置図、機器配置図 ・特定施設の構造概要図 ・発生ガスの処理施設の構造概要図 等	大阪市環境局
3	ダイオキシン類対策特別措置法 (水質基準対象施設)	・特定施設設置届出書 ・付近見取図、全体配置図、機器配置図 ・特定施設の構造概要図 ・汚水等の処理の方法 等	大阪市環境局
4	騒音規制法	・特定施設使用届出書 ・付近見取図、全体配置図、機器配置図 ・特定施設の構造概要図 等	大阪市環境局
5	振動規制法		
6	消防法 (火を使用する設備等の設置届出(変電設備))	・変電設備設置届出書 ・付近見取図、全体配置図、機器配置図 ・機器外形図、機器仕様書 ・単線結線図 ・標識図 等	所轄消防署長
7	消防法 (火を使用する設備等の設置届出(炉ボイラ))	・ボイラー設置届出書、炉設置届出書 ・付近見取図、全体配置図、機器配置図 ・機器外形図、機器仕様書 ・配管系統図、配管ルート図 ・消火設備 等	
8	消防法 (少量危険物届出)	・少量危険物貯蔵取扱設置届出書 ・付近見取図、全体配置図、機器配置図 ・建築物の構造図 ・配管系統図、配管ルート図 ・機器外形図、機器仕様書 ・消火設備仕様図 等	
9	消防法 (防火対象物使用開始届出)	・防火対象物使用開始届出書 ・付近見取図、全体配置図 等	
10	消防法 (消防用設備等設置届出)	・消防用設備等設置届出書(消火器) ・消火器試験結果報告書 ・消防用設備等設置届出書(誘導灯) ・誘導灯及び誘導標式試験結果報告書 等	

第6章 事業化計画の策定

本章の事業化計画の策定は、4つの項目（6.1 自治体へのヒアリング調査、6.2 導入対象となる施設数の調査、6.3 想定される実機フロー、6.4 実証試験設備のコスト積算）で構成されている。

本章では、実機プラントへの適用に向けた事業化計画の策定に向けて、今年度の業務内容を記載する。

6.1 自治体へのヒアリング調査

事業化計画を検討するためには、自治体のニーズ等の把握のためにヒアリングすることが重要である。今年度は、2つの自治体に対してヒアリングを実施した。

6.1.1 A市ヒアリング

A市へのヒアリング内容を表6-1-1に示す。

従来、発電設備を設けていない小規模一般廃棄物処理施設においても発電可能な施設が実用化されることに関して、興味を持っていただいた。一方で、本システムを導入した場合の費用面を明確にすることも要望されていた。

また、A市施設は24時間運転ではなく、1日あたりのごみ処理時間が短いことから、施設規模よりも実際のごみ処理量が少ないことが分かった。このことから、本事業では1号機のターゲットの規模を20 t/(日・炉)以下と想定しているが、A市のような例を踏まえて、潜在的にニーズのある自治体は想定より多くなることが分かった。

表 6-1-1 A市のヒアリング内容

ヒアリング先	A 市
ヒアリング日時	2021 年 12 月 17 日 13:00～14:00
出席者	(ヒアリング先)1 名、(Hitz)3 名
内容	
1. 説明内容 環境省委託事業「高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発」の①事業概要、②本開発が目指す姿を説明して、自治体様からご意見をいただいた。 2. 意見交換(A:A市、日:日立造船) ・A:現在のA市のごみ焼却場は発電設備を有していないので、市民や議員からの声として発電設備付きのごみ処理施設のニーズはある。 ・A:機種選定にはコンサルタントが入って検討・決定するが、自治体のごみ処理施設であり、実績が重視される傾向である。 ・日:最終処分場と調整すべき項目はあるのでしょうか。 ・A:現在より最終処分場への影響(量、有害物質等)が大きくなることは避けてほしい。 ・A:新たな運転資格は必要ないのか。外部に運転委託すると思うが、運転会社が制限されないような配慮も必要と考える。 ・日:現時点では特殊な資格は不要と考えています。	

6.1.2 B広域行政事務組合ヒアリング

B 広域行政事務組合へのヒアリング内容を表 6-1-2 に示す。

B 広域行政事務組合においても、発電機を設けていない小規模一般廃棄物処理施設で発電可能な施設が実用化されることに関して、興味を持っていただいた。一方でコストについては、現状より LCC が高くないようにすべきという認識を持たれているため、コストの検討は必須と考えられる。

表 6-1-2 B 広域行政事務組合

ヒアリング先	B 広域行政事務組合
ヒアリング日時	2021 年 12 月 16 日 13:00～14:30
出席者	(ヒアリング先)4名、(Hitz)2名
内容	
1. 説明内容 環境省委託事業「高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発」の①事業概要、②本開発が目指す姿を説明して、自治体様からご意見をいただいた。 2. 意見交換(B:B 広域行政事務組合、日:日立造船) ・B: 小型施設でも発電できるのは魅力である。 ・B: 従来のごみ発電との違い(メリット、デメリット等)は何か。 ・日: 小規模施設の発電が可能となることと大規模施設の発電効率アップと考えています。 ・B: ごみ質の変化に対応できるのか。 ・日: 設計・計画では対応できるシステムです。今回の実証試験で検証します。 ・B: 新しいシステムであり、運営等で想定外の費用がかかるのではないか。 ・日: これからの実証試験で、ランニングコスト等の詳細を検証していく予定です。 ・B: 20 年ほど前に各メーカーが新システムとして取り組んでいたガス化溶融炉はどうなっているのか。また、その状況になっている理由は何なのか。 ・日: 自治体のニーズは少ないもののゼロではありません。 ニーズが少ない主因はスラグの有効利用先が少ないことと聞いています。	

6.2 導入対象となる施設数の調査

本事業では、20 t/(日・炉)以下を1号機のターゲットとして普及を目指している。本項では、環境省から発行されている一般廃棄物処理実態調査結果⁶⁻¹⁾を基に、日本国内の一般廃棄物の焼却施設の処理量や稼働年数等のデータを用いて、導入対象となる施設数を調査した。

当初想定していた20 t/(日・炉)の規模の施設に加えて、6.1.1でそれ以上の規模の施設に関しても潜在的なニーズがあることが判明したため、調査対象を20 t/(日・炉)の倍である40 t/(日・炉)以下まで拡大した。また、現状の一般廃棄物処理施設の稼働年数は30～40年であることから、運転開始から35年を迎える施設を建替え時期として、調査を行った。

2022年度から2030年度に運転開始から35年を迎える40 t/(日・炉)以下の施設数を図6-2-1に示す。なお、本検討では運転開始後35年未満での廃炉や建替えの施設数については考慮していない。

図6-2-1より、2022年度に35年を経過する施設が多く、45件以上となったが、2024年以降は10件前後の施設が対象となることが分かった。

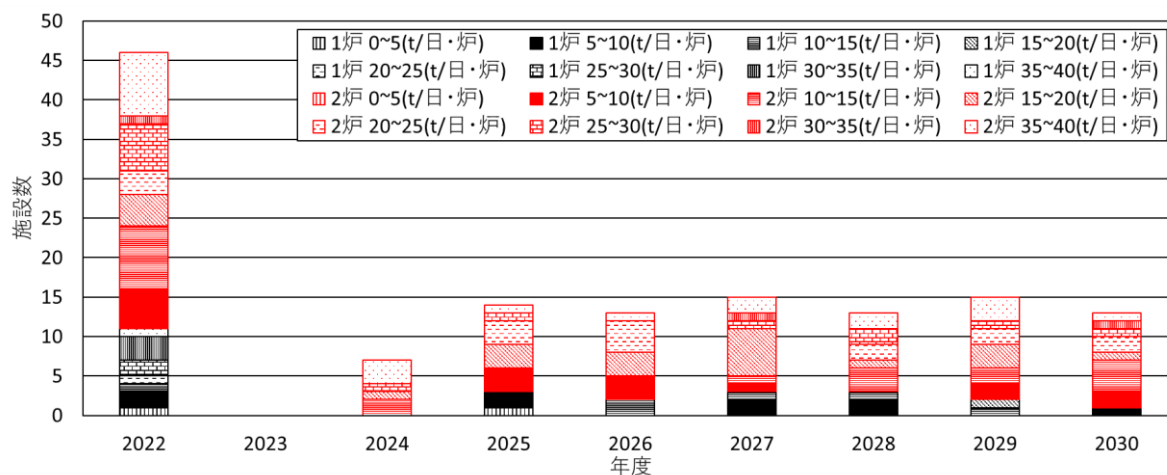


図 6-2-1 導入対象となる施設数

6.3 想定される実機フロー

実証試験設備のフローを基に、実機プラントで想定されるフローシートを作成した。

想定される実機フローシートを図 6-3-1 に示す。実証試験設備と実機プラントの違いとして、大きく以下3点が挙げられる。

- ・実証試験設備では発電設備を設けていないため、熱分解ガスは燃焼炉で燃やされるフローとしているが、実機では発電を想定しているため、熱分解ガスはガスエンジンに投入されるフローとした。
- ・実証試験設備では、熱風発生炉の熱源を灯油で補っているが、実機プラントでは補助燃料の代わりにチャー熱分解ガスの一部を熱風発生炉で燃やすシステムを想定しているため、コンプレッサー出口を分岐して熱風発生炉に熱分解ガスを投入できるフローとした。
- ・ガスエンジン排ガスや熱風発生炉排ガスの余熱を回収するために、空気予熱器を設置した。空気予熱器で熱回収した空気は、熱風発生炉の燃焼空気として利用するフローとした。

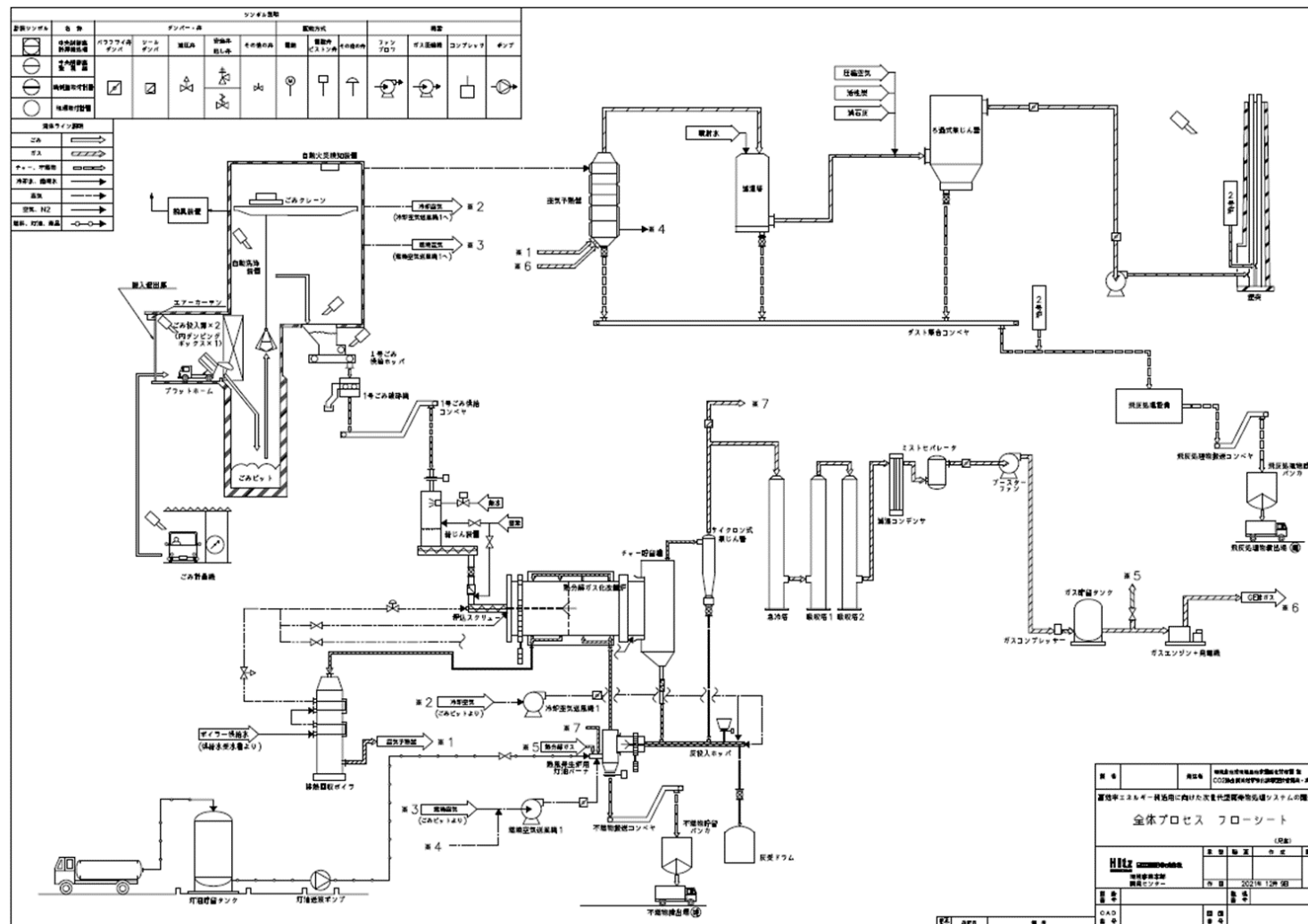


図 6-3-1 想定される実機フロー

6.4 実証試験設備のコスト積算

事業化計画を策定するためにはコスト積算は必須である。実機プラントのコスト積算の事前検討として、本年度は実証試験設備の建設費を積算し、実機プラントで想定される建設コストと差異の出る部分を整理した。

表 6-4-1 に実証試験設備の建設コストを示す。また、表 6-4-2 に実証試験設備と実機の建設コスト積算時に想定される差異を示す。

表 6-4-1 実証試験設備の建設コストの積算結果
(税抜)

項目	合計（百万円）
機器材料費	441
土木建築工事費	89
機械電気工事費	232
設計・監理費、経費	198
一般管理費	144
合計	1,104

表 6-4-2 実証試験と実機プラントの主な差異

項目		実証試験設備	実機プラント
機器材料	ごみ投入扉	×	○
	ごみクレーン	×	○
	燃焼炉	○	×
	空気予熱器	×	○
	減温塔	×	○
	排熱回収ボイラ	×	○
	排水処理設備	×	○
	飛灰処理設備	×	○
	発電設備 (ガスエンジン発電機)	×	○
土木建築工事	計量棟建屋	×	○
	ごみピット	×	○
	プラント建屋	×	○
	中央制御室、管理事務所	×	○

※1 ○：該当項目のコスト積算が必要 ×：該当項目のコスト積算不要

※2 個々の自治体の要求に基づく仕様は考慮していない

表 6-4-1 より、実証試験設備の建設コストは合計 11.3 億円であった。その内、機器材料費が 40%弱の割合を占めていることが分かった。

表 6-4-2 より、実証試験設備と実機プラントでは、主に機器材料および土木建築工事にフローの違いによる差異があり、燃烧炉を除いて実機プラントで点数が増える見込みである。R4 年度ではこのまとめを基に実機プラントにかかるコストの試算を進める。

第7章 検討会の開催

R3年度の検討会を下記要領で開催した。

7.1 R3年度第1回検討会

R3年度第1回検討会の概要および議事内容を以下に記載する。

- ・会議名 : 令和3年度 第1回検討会
- ・日時 : 令和3年9月24日(金) 15:30～17:00
- ・形式 : オンライン会議
- ・出席者
 - － 委員 : 国際環境研究協会 藤沼 P0、村木 P0、森下 P0、
工学院大学 工学部 小林教授
 - － オブザーバ : 環境省環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課
田中課長補佐、越智担当
 - － 実施者 : 日立造船株式会社 環境事業本部 開発センター
大地、平間、原田、杉村、水関、寺本
 - － 実施協力者 : 大阪市 環境局 環境施策部 環境施策課 田中課長代理
大阪広域環境施設組合 施設管理課 山本課長代理
- ・議題
 - － 1. 開会
 - － 2. 出席者紹介
 - － 3. 配布資料の確認
 - － 4. 議事及び質疑応答
 - － 5. P0、環境省担当官 ご講評
 - － 6. 連絡事項
 - － 7. 閉会
- ・議事録 : 表 7-1-1 のとおりである。

表 7-1-1 検討会の議事録 (1/5)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
1		開会
	日立造船	R3 年度の検討会を開会した。
2		出席者紹介
	日立造船	検討会出席者を紹介した。
3		配布資料の確認
	日立造船	配布資料を確認した。
4		議事及び質疑応答
4-1		R3 年度 委託業務の進捗状況のご報告
	日立造船	R3 年 9 月時点の進捗状況を説明した。
4-2		質疑応答
		検討状況に関する質疑応答は以下の通り。 (Q：質疑、A：回答、C：コメント)
		【実証設備について】
	委員	Q：本委託業務は計画通りに進捗していると説明があったが、今後課題になりそうなことはないのか。
	日立造船	A：現地工事工程が遅れ気味で、辛うじて工程を順守している状況である。 その原因として、現地工事関係者から COVID-19 の感染者が発生したこと等がある。COVID-19 の影響は随所に生じており、納期遅れや検査立会等にも影響が生じている。
	委員	Q：前回の検討会で指摘したが、ごみ貯留ヤードの建物を、事業完了後も解体せず大阪市（大阪広域環境施設組合）で活用することはできないのか。
	日立造船	A：組合様に相談させて頂いているが、再活用は難しいという考えである。実物が完成すると異なるイメージを感じる可能性もあるので、建設工事完了後に再検討することとしたい。
		【実証試験の運転について】
	委員	Q：各所にセンサーを設けて自動化、省人化を図るとのことだが、具体的に何をするのか。
	日立造船	A：各所のセンサーで状態を把握して自動化を図るとともに、運転員の現場点検時にタブレット PC を所有させて、現場にいてもプラント全体の状況把握や機器の遠隔操作ができるようにする計画である。また、弊社内のベンチ試験では印刷して運用していた点検リスト等についても、タブレット PC での運用を検討して省人化を図りたい。

表 7-1-1 技術開発検討会の議事録 (2/5)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
	委員	Q：タブレット PC で省人化を図るとのことだが、実機展開において想定される 10 万人以下の自治体では、廃棄物焼却施設や工学系の知識が少ない人が運転を担当する可能性がある。そのような人でも操作できるシステムになっているのか。
	日立造船	A：実証試験時の 24 時間連続運転以降では、工学知識を有しない運転員が操作できるシステムを構築する予定である。
	委員	Q：ご協力頂いている大阪市（大阪広域環境施設組合）にシステムの操作性をご確認頂くことはできないのか。
	日立造船	A：現時点ではご相談していない。
	委員	C：是非ご協力いただくよう検討してほしい。
	実施協力者	C：別途確認する。
	実施協力者	C：別途確認する。
	委員	Q：停電や地震等の非常時に、本装置が安全に停止するシステムになっているのか。
	日立造船	A：機械設計時の安全係数を大きめにしたり、安全弁を設置するなどの配慮をしている。また、電源喪失時でも安全停止に必要なセンサーが機能するように、制御盤にバッテリーを搭載している。
		【熱分解ガス化改質炉について】
	委員	Q：熱分解ガス化改質炉について、実証 3 年目には最適な設備設計が達成できているという認識で良いか。
	日立造船	A：性状にばらつきのある実ごみを対象でも対応可能なシステムを考案しているが、その結果については、実証運転の初期段階で見極めて、必要があればハードおよびソフトの改造を実施する計画である。
	委員	Q：そのために各種センサーを設置しているという認識で良いか。
	日立造船	A：そのご認識で間違いない。トラブルシュートを速やかに実施するために各種センサーを設置しているので、R4 年度に改造を実施する計画である。 R5 年度はその成果を早期に確認した後に 90 日連続運転を実施する計画である。
	委員	Q：熱分解ガス化改質炉の設計について、現状の完成度はどの程度なのか。改質部が本プロセスの心臓部であるため、十分に検討してほしい。
	日立造船	A：各種シミュレーション等を実施して検討を進めている。しかし、廃棄物処理技術は経験工学といわれるほど予測通りに進まない分野であり、本システムのような新しいシステムでは相当な試行錯誤が必要になると考えている。出来る限り早期にトラブルシュートに取り組んでいく計画である。
	委員	C：安全には十分に気をつけて進めていくこと。

表 7-1-1 技術開発検討会の議事録 (3/5)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
		【ガス精製設備について】
	委員	Q：急冷塔 1 と 2 について、ガスの流れが逆向きになっている理由は何か。
	日立造船	A：接続配管を極力短くした結果である。対向流及び並向流の性能の差異については、実証運転を通じて検証したいと考えている。
	委員	Q：精製したガスはどう活用するのか。
	日立造船	A：ガス量や組成を適宜分析した後に、燃焼炉で燃焼処理を行う計画である。
		【実機展開、事業化計画について】
	委員	Q：実機は実証装置の 10 倍スケールとなるが、実機設計の際に追加の検討課題はあるのか。
	日立造船	A：追加設備は不要で現システムのスケールアップで対応可能と考えている。 ただし、現システムで設けている燃焼炉やろ過式集塵機は実機では不要になる可能性がある。その要否については実証運転を通じて検討したい。
	委員	Q：全国都市清掃会議の技術認証を取得しなければ、実機に展開できないのか。
	日立造船	A：東京都や大阪市のような大きな自治体は独自の知見を保有しているために、全国都市清掃会議の技術認証は必須ではない。しかし、本システムがターゲットとしている小さな自治体には効果があると考えている。
	委員	Q：技術認証取得に向けて、具体的な戦略はあるのか。
	日立造船	A：弊社では過去にガス化熔融炉で技術認証を取得した実績があるため、その際の経験を参考にする計画である。技術認証取得にあたっては、90 日連続運転の達成が大きな課題だと考えている。
	委員	C：事業化計画についても検討を進めること。 検討に際して、導入対象となる規模の施設が全国で何か所程度あるか調査しておくこと。また、各年度毎の更新対象施設数を調査しておくこと。 さらに導入対象規模の施設を運営する自治体に対して、ヒアリングを行うこと。これ以外にも設置コスト、ランニングコストの概算を進めて、事業化の全体イメージを R3 年度内に示すこと。
	日立造船	A：拝承。実機の導入対象規模の廃棄物処理施設は、弊社グループ会社が対応しているために、連携して対象となる自治体の調査を進めたい。なお、コストについては時間的に概算しか算出できない。

表 7-1-1 技術開発検討会の議事録 (4/5)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
	委員	Q：実証の 10 倍スケールでの試算を行うとあるが、実証では発電設備を組み込んでいない中で、実機ではどのような発電設備を搭載するのか見通しはたっているのか。発電装置の選択肢は複数あると思われる。
	日立造船	A：現時点では、レシプロエンジン発電機を検討している。弊社内のベンチ装置で得られたガス成分を模擬したガスを用いた稼働試験を実施して、稼働することを確認している。
	委員	C：酸性度の高いガスが発生する可能性があるので、機器の選定について十分に検討してほしい。また、冷ガス効率が高くなる運転条件についても検討すること。
	日立造船	A：拝承
		【その他】
	委員	C：当日に画面共有した資料は後日送付すること。
	日立造船	A：拝承。
	委員	C：R4 年 3 月の運転開始時にはプレスリリースを行うこと。
	日立造船	A：実施する方向で社内調整を進める。
	委員	C：R3 年 11 月中旬に中間評価があるため、R3 年 11 月上旬に資料を提出すること。
	委員	C：中間評価の際、ヒアリングも実施するので留意しておくこと。
	日立造船	A：拝承。
	委員	Q：COVID-19 のまん延状況次第だが、次回検討会では現地視察を計画すること。
	日立造船	A：拝承。検討会は R4 年 1 月に開催予定のため、その時の状況を鑑みて計画する。
	委員	C：本日の議事録を早めに配信すること。
	日立造船	A：拝承。1 週間以内を目途に配信する。
5		PO、環境省担当官 ご講評
	オブザーバ	・順調に事業を進行して頂き感謝申し上げる。 ・ごみ貯留ヤードの建物の再活用は、資産評価や財産処分の手続きが非常に複雑になるために、現時点では売却できるかどうかは判断できない。 ・本システムが自治体導入時の補助金対象になるのかは、環境省内で確認を進める。
	実施協力者	・遅延なく事業を進めて頂き感謝する。引き続き安全に注意して進めていただきたい。 ・ごみの搬入についても改めて相談したい。

表 7-1-1 技術開発検討会の議事録 (5/5)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
	日立造船	・ 本日長時間にわたって、議論、ご助言頂き感謝申し上げます。 今後ともご協力、ご支援いただきたい。 引き続き、大阪市様、大阪広域環境施設組合様と密に連携しながら、 安全第一で事業を進めていく所存である。
6		連絡事項
		・ 議事録は速やかに作成のうえ、1 週間以内に出席者に送付すること。 ・ 事前配布していなかった資料を送付すること。 ・ R3 年 11 月頭頃に中間評価の資料を送付すること。 ・ R4 年 1 月予定の R3 年度第 2 回検討会は、COVID-19 のまん延状況を 鑑みて可能なら現地視察も併せて計画すること。
7		閉会挨拶
	日立造船	検討会を閉会した。

7.2 R3 年度第 2 回検討会

R3 年度第 2 回検討会の概要および議事内容を以下に記載する。

- ・会議名 : 令和 3 年度 第 2 回検討会
- ・日時 : 令和 4 年 1 月 24 日(月) 16:00～17:30
- ・形式 : オンライン会議
- ・出席者
 - 委員 : 国際環境研究協会 藤沼 P0、村木 P0
工学院大学 工学部 小林教授
 - オブザーバ : 環境省環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課
田中課長補佐、越智担当
 - 実施者 : 日立造船株式会社 環境事業本部 開発センター
大地、平間、原田、杉村、水関、寺本
 - 実施協力者 : 大阪市 環境局 環境施策部 環境施策課 田中課長代理、脇坂担当係長
大阪広域環境施設組合 舞洲工場 梅本工場長、施設管理課 山本課長代理
- ・議題
 - 1. 開会
 - 2. 出席者紹介
 - 3. 配布資料の確認
 - 4. 議事及び質疑応答
 - 5. P0、環境省担当官 ご講評
 - 6. 連絡事項
 - 7. 閉会
- ・議事録 : 表 7-1-2 のとおりである。

表 7-1-2 検討会の議事録 (1/4)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
1		開会
	日立造船	R3 年度の第 2 回検討会を開会した。
2		出席者紹介
	日立造船	検討会出席者を紹介した。
3		配布資料の確認
	日立造船	配布資料を確認した。
4		議事及び質疑応答
4-1		R3 年度 委託業務の進捗状況のご報告
	日立造船	R4 年 1 月時点の進捗状況を説明した。
4-2		質疑応答
		検討状況に関する質疑応答は以下の通り。 (Q：質疑、A：回答、C：コメント)
		【実証設備について】
	委員	Q：3 月から実際の廃棄物を用いた実証運転が始まるが、廃棄物中の異物を除去するシステムはどう考えているのか。
	日立造船	A：廃棄物はフォークリフトにて一次破砕機・二次破砕機へ投入し事前破砕するため、その過程で目視可能な異物は除去する計画である。目視できない異物については、熱分解ガス化改質炉、熱風発生炉を経て、不燃物として搬出される。
	委員	Q：性状が雑多な一般廃棄物を処理する上で、ごみ質の変化に対応できる設備であることが重要であるが、設備仕様や運転条件等により、どの程度の変化に対応できる設備となっているのか。
	日立造船	A：ごみ質については、大阪広域環境施設組合の直近の見積案件における低質～高質のごみ質を基に装置を設計している。また、運転面では、廃棄物の供給量、間接加熱を行う熱風量、キルン炉の回転数の 3 つのパラメータを制御することにより、ごみ質の変動に対応するシステムとしている。
	委員	Q：前述の制御方案にて、ガス精製装置へ入る熱分解ガスの成分の変動を抑えることが可能か。
	日立造船	A：ガス量の変動は起こるが、ガス質についてはある程度変動を抑えることが可能な設計と考えている。その点も実証運転を通じて検証する。
	委員	Q：本設備の処理能力は 2.0 t/日程度とあるが、運転負荷の下限はどの程度か。
	日立造船	A：熱分解ガス化改質炉は、負荷率 50%程度でも目標とする性能が出るように設計しており、ベンチ試験装置においても確認済みである。システム全体でどの程度まで負荷率を下げることが可能かは実証運転を通じて検証する。

表 7-1-2 技術開発検討会の議事録 (2/4)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
		【実証試験の運転について】
	委員	Q：通常の廃棄物焼却施設では、ピット内部において廃棄物を攪拌することにより組成や性状平準化を行っているが、パッカー車 1～2 台/日程度の廃棄物にて実証する本設備の場合、ごみ質に偏りは出ないのか。また、パッカー車は常に同じルートを収集した車両を使用するのか。
	実施協力者	A：特定の行政区から収集された廃棄物を提供する予定である。
	日立造船	A：設備としては平準化されていない廃棄物であっても運転可能なように設計している。
	委員	C：同じエリアの廃棄物にて実証運転を行うとのことだが、廃棄物には季節変動もあるため、その方が統計的に良いデータが取得できると考える。
	委員	Q：ごみ質分析を抜き取りで実施する予定はあるのか。
	日立造船	A：実証運転初期に何回か実施する予定である。運転期間における頻度については、運転計画を策定する際に検討していく。
		【実機展開、事業化計画について】
	委員	Q：実機の導入対象となる自治体へヒアリングを行った際に、想定していなかった要求事項はあったか。
	日立造船	A：想定外の要求は特に無かった。むしろ、準連続炉を 24 時間連続運転へ運転時間を延長することによって、予想よりも大きな処理規模の施設も導入対象とすることができる見込みである。一方で、運転時間の延長は自治体の整備計画レベルの内容であり、かなり前からの PR やロビー活動等が必要になる。また、自治体はライフサイクルコストを重視している印象であった。
	委員	C：自治体へのヒアリングの際は、概算で良いので金額も含めて説明すること。
	日立造船	A：拝承。
	委員	C：本設備は実証期間の終了後に解体する予定であるが、その時期に既存施設の建て替え等で本システムを活用したい自治体が存在すれば、移設等も検討して欲しい。
	日立造船	A：全国都市清掃会議の技術認証を取得する前では、自治体側も整備計画に本システムを織り込むことは難しいと考える。引き続きヒアリング等を通じて、興味を示す自治体が見つかった場合は検討していく。
	委員	Q：全国都市清掃会議の技術認証は 90 日連続運転を達成しないと取得できないのか。
	日立造船	A：達成前での取得は難しいと考える。

表 7-1-2 技術開発検討会の議事録 (3/4)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
	委員	Q：本システムの施設を年間何件程度売ることができれば、日立造船は採算が取れるのか。
	日立造船	A：廃棄物処理施設は、工場出荷製品のように 1 度の設計で大量生産する物ではないため、件数はあまり関係しない。一方、設計等のエンジニアリング費は施設規模にかかわらず一定で必要となるため、採算を考えると大型化が重要である。
	委員	Q：早期の実用化に向けて技術認証を取得するため、90 日連続運転の工程を前倒しへできないか。
	日立造船	A：一般的に廃棄物処理の開発においては、中心となる炉のみならず、供給系等の前後のシステムも最適化には時間を要する。本実証事業も現状の工程でタイトな工程であるが、少しでも前倒しできるよう善処する。
		【その他】
	委員	Q：概要資料にエネルギー収支を記載した図があるが、フローシートを基にエネルギー、マスバランス等を記載した資料を今後提出すること。
	日立造船	A：拝承。概要資料は実機を想定した構成のため、経緯が分かりやすいように資料を今後に作成する。
	委員	Q：検討会資料の内容について、「検証します」との抽象的な文言が多い。検証する内容等を具体的に記載すること。
	日立造船	A：拝承。今年度は実証運転を開始する段階のため、ご指摘のような記載となっている。実証運転を本格的に進める令和 4 年度の仕様書は記載を修正する。
	オブザーバ	Q：添付資料 4 について、データの引用元は環境省が公表している「一般廃棄物実態調査」なのか。
5	日立造船	A：ご指摘の通りである。データの出典元を記載した資料へ差替える。
	オブザーバ	C：環境省が公表している資料の存在を世間に周知するためにも、大いに活用し、出典として記載してほしい。
	日立造船	A：拝承。
5		PO、環境省担当官 ご講評
	委員	・リモート現場視察および検討会の内容からも実証設備の整備が順調に進行いただいていることが感じられ感謝申し上げます。今後の実証運転では、安全第一で進めていただきたい。 ・また、技術認証を早期に取得して事業展開できるよう努力いただきたい。
	オブザーバ	・順調に事業を進行していただき感謝申し上げます。 ・リモート現場視察は現場の進捗状況を知ることができ良い試みであった。他の委託事業でも参考にさせていただく。
	オブザーバ	・遅延なく事業を進めていただき感謝申し上げます。今後 2～3 月における COVID-19 の状況によって、万が一、令和 3 年度事業の繰越が必要となった場合は早期に相談いただきたい。

表 7-1-2 技術開発検討会の議事録 (4/4)

項目 番号	発言者	打 合 内 容
	実施協力者 実施協力者 委員 日立造船	・遅延なく事業を進めていただき感謝申し上げます。工事也大詰めを迎えているため、引き続き安全に注意して進めていただきたい。 ・今後始まる廃棄物の搬入についても引き続き協力していく。 ・遅延なく事業を進めていただき感謝申し上げます。実証運転が始まると、搬出入車両や新規入場者なども増えると考えため、引き続き安全に注意して進めていただきたい。 ・安全第一としつつも、課題点を早期に洗い出すための積極的な実証運転を期待している。実証終了後に、すぐさま事業展開が可能となるほどの知見を得られるよう努力いただきたい。 ・本日は長時間にわたって、議論、ご助言いただき感謝申し上げます。本実証は2月に受電、3月より実際の廃棄物を用いた運転が始まるため、安全には十分注意して進めていく。一方、脱炭素の流れの中で開発のスピードアップも重要と考えているため、引き続きご指導、ご協力いただきたい。
6		連絡事項
	日立造船	・第1回検討会にてコメントいただいたニュースリリースについては、案文を作成中である。2月中には内容確認の案内を出す予定である。
7		閉会挨拶
	日立造船	検討会を閉会した。

第8章 まとめ

一般廃棄物から熱分解ガス（水素リッチな可燃性のガス）を生成することにより高効率かつ多用途のエネルギー利活用を図ることで CO₂ 排出削減に大きく貢献することを目的として、令和3年度 CO₂ 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業委託業務（高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発）を実施した。表 8-1-1 に今年度の成果を示す。

表 8-1-1 今年度業務の成果（1/2）

項目	今年度業務の成果
熱分解ガス化改質炉の最適化 (第 3 章)	・ R2 年度に実施した基本設計、詳細設計等を基に、熱分解ガス化改質炉を製作完了した。 ・ 製作した熱分解ガス化炉の機器据付工事および電気計装工事を完了した。 ・ 建設工事が完了した熱分解ガス化改質炉について、操作前の機器の状態確認や、冷間での機器調整等により、問題なく操作できるようにし、機器調整を完了した。 ・ 機器調整が完了した熱分解ガス化改質炉について、実際の一般廃棄物を投入して熱分解ガス化改質炉の運転を開始した。
ガス精製装置の最適化 (第 4 章)	・ R2 年度に実施した基本設計、詳細設計等を基に、ガス精製装置を製作完了した。 ・ 製作したガス精製装置の機器据付工事および電気計装工事を完了した。 ・ 建設工事が完了したガス精製装置について、急冷塔および吸収塔の噴霧水量を調整するため、ダンパ開度と噴霧水量の関係を把握し、開度調整を行うことで、問題なく操作できるようにし、機器調整を完了した。 ・ 機器調整が完了したガス精製装置について、実際の一般廃棄物を投入した熱分解ガスのガス精製の運転を開始した。
システム全体の最適化 (第 5 章)	・ R2 年度に実施した基本設計、詳細設計の後に、実証試験設備の詳細（工事）設計を完了した。 ・ R2 年度に実施した基本設計、詳細設計等を基に、実証試験設備を製作完了した。 ・ 製作した実証試験設備の機器据付・配管工事、電気計装工および土工事を完了した。 ・ 建設工事が完了した実証試験設備について、各機器の操作前点検や操作調整等を行い、問題なく運転できるようにし、機器調整を完了した。

表 8-1-1 今年度業務の成果 (2/2)

項目	今年度業務の成果
システム全体の最適化 (第 5 章) (前頁からの続き)	・機器調整が完了した実証試験設備について、実際の一般廃棄物を投入して実証試験設備の運転を開始した。 ・基本設計、詳細設計等を基に、運転方案を検討し、実証試験設備の立上げ時、定常時、立下げ時のそれぞれについて運転要領書を作成した。 ・運転方案を基に、実証試験設備全体の制御システムを完成させ、遠隔操作ができるようにした。 ・実証試験設備を運転するために必要な維持管理、補修方法について検討し、機器の保守点検リスト、ユーティリティ管理リストを作成した。 ・安全運転対策のため、R2 年度に作成した HAZOP に基づき実証試験設備に安全対策を反映した。 ・諸官庁の法規に対応する届出を行い、法律を遵守した設備にて安全に運転を行えるようにした
事業化計画の策定 (第 6 章)	・本システムの自治体のニーズを把握するために、2 つの自治体に対してヒアリングを行い、各自治体が興味のある点や要求するシステムなどを調査した。 ・国内における一般廃棄物の焼却施設のデータベースを基に、2022 年度から 2030 年度に運転開始から 35 年経過する 40 t/(日・炉)以下の施設数を調査し、本システムの導入対象となる施設数を把握した。 ・実証試験設備のフローシートを基に、実証試験設備と実機プラントフローとの違いを検討した上で、実機フローシートの案を作成した。 ・実機プラントのコスト積算の事前検討として、実証試験設備の建設費についてコスト積算し、実機プラントで想定される建設コストと差異の出る部分を整理した。

対外発表等の実績

なし

参考文献

- 2-1) 環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課, “高効率ごみ発電施設整備マニュアル” (2019. 3)
- 6-1) 環境省, “廃棄物処理技術情報 一般廃棄物処理実態調査結果 統計表一覧 令和元年度調査結果” (2019)