

第 1 章 総 則

第 1 節 目 的

§ 1 目 的

本ガイドラインは、下水道事業における大幅なコスト縮減や省エネルギー・創エネルギー効果に寄与するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の革新的技術の 1 つである「温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術実証研究」（以下、「本技術」とする）について、実証研究の成果を踏まえて、技術の概要、導入検討、計画・設計及び維持管理などに関する技術的事項について明らかにし、もって導入の促進に資することを目的とする。

【解 説】

下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）は、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における資源回収、省エネルギー・創エネルギー効果やコスト縮減を実現し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、国土交通省が実施しているものである。

B-DASH プロジェクト全体の概要は、図 1-1 に示すとおりである。各実証事業においては、国土技術政策総合研究所からの委託研究として、実証研究を実施している。

平成 23 年度は、①水処理における固液分離技術（高度処理を除く）、②バイオガス回収技術、③バイオガス精製技術、④バイオガス発電技術に係る革新的技術を含むシステムについて公募を行い、2 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 24 年度は、⑤下水汚泥固形燃料化技術、⑥下水熱利用技術（未処理下水の熱利用に限る）、⑦栄養塩（窒素）除去技術（水処理に係る技術は除く）、⑧栄養塩（りん）除去技術（水処理に係る技術は除く。回収技術を含むことは可）に係る革新的技術について公募を行い、5 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 25 年度は、⑨下水汚泥バイオマス発電システム技術（低含水率化技術、エネルギー回収技術、エネルギー変換技術を組み合わせたシステム技術）、⑩管きょマネジメント技術に係る革新的技術について公募を行い、5 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 26 年度は、⑪下水汚泥から水素を創出する創エネ技術、⑫既存施設を活用した省エネ型水処理技術（標準活性汚泥法代替技術・高度処理代替技術）、⑬ICT による既存施設を活用した戦略的水処理管理技術、⑭既存施設を活用した ICT による都市浸水対策機能向上技術に係る革新的技術について公募を行い、6 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 27 年度は、⑮複数の下水処理場からバイオガスを効率的に集約・活用する技術、⑯バイオガスから CO₂ を分離・回収・活用する技術、⑰設備劣化診断技術、⑱都市域における局所的集中豪雨に対する降雨及び浸水予測技術、⑲下水管路に起因する道路陥没の兆候を検知可能な技術、⑳下水処理水の再生利用技術に係る革新的技術について公募を行い、9 件の実証研究を採択・実施

第1節 目的

し、⑯⑱⑳についてガイドライン案を策定した。

平成 28 年度は、㉑中小規模処理場を対象とした下水汚泥の有効利用技術、㉒ダウンサイジング可能な水処理技術に係る革新的技術について公募を行い、4 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 29 年度は、㉓汚泥消化技術を用いた地産地消型エネルギーシステムの構築に向けた低コストなバイオマス活用技術、㉔省エネ社会の実現に向けた低コストな地球温暖化対策型汚泥焼却技術、㉕既設改造で省エネ・低コストに処理能力（量・質）を向上する技術に係る革新的技術について公募を行い、3 件の実証研究を採択・実施した。

平成 30 年度は、㉖ICT を活用した効率的な下水道施設（処理場・ポンプ場）管理に関する技術、㉗ICT を活用した効率的管路マネジメント技術、㉘高純度ガス精製・バイオガス利用等による効率的エネルギー化技術、㉙他の熱源よりも低コストに融雪できる下水熱利用技術に係る革新的技術について公募を行い、7 件の実証研究を採択・実施している。

平成 31 年度（令和元年度）は、㉚ICT 活用スマートオペレーションによる省スペース・省エネ型高度処理技術、㉛クラウドや AI 技術を活用した効率的なマンホールポンプ管理技術、㉜AI データ解析による効率的な管内異常検知技術について公募を行い、4 件の実証研究を採択・実施している。

本技術は、㉔省エネ社会の実現に向けた低コストな地球温暖化対策型汚泥焼却技術に係る革新的技術であり、実証研究のとりまとめにあたっては、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取したうえで、学識経験者で構成される「下水道革新的技術実証事業評価委員会」（以下、「評価委員会」とする。（<http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm>））の評価を受け、十分な成果が得られたと評価された。本ガイドラインは、下水道事業におけるコスト縮減や温室効果ガス排出量削減を実現するため、評価委員会で評価された本技術の実証研究の成果を踏まえ、本技術の導入の促進に資することを目的として、国土技術政策総合研究所において策定するものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体などの下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計及び維持管理などに関する技術的事項についてとりまとめている。

なお、本ガイドラインについても、実証研究の成果と同様に、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取のうえ、評価委員会の評価を受け、了承されたものである。

B-DASH実規模実証の全体像

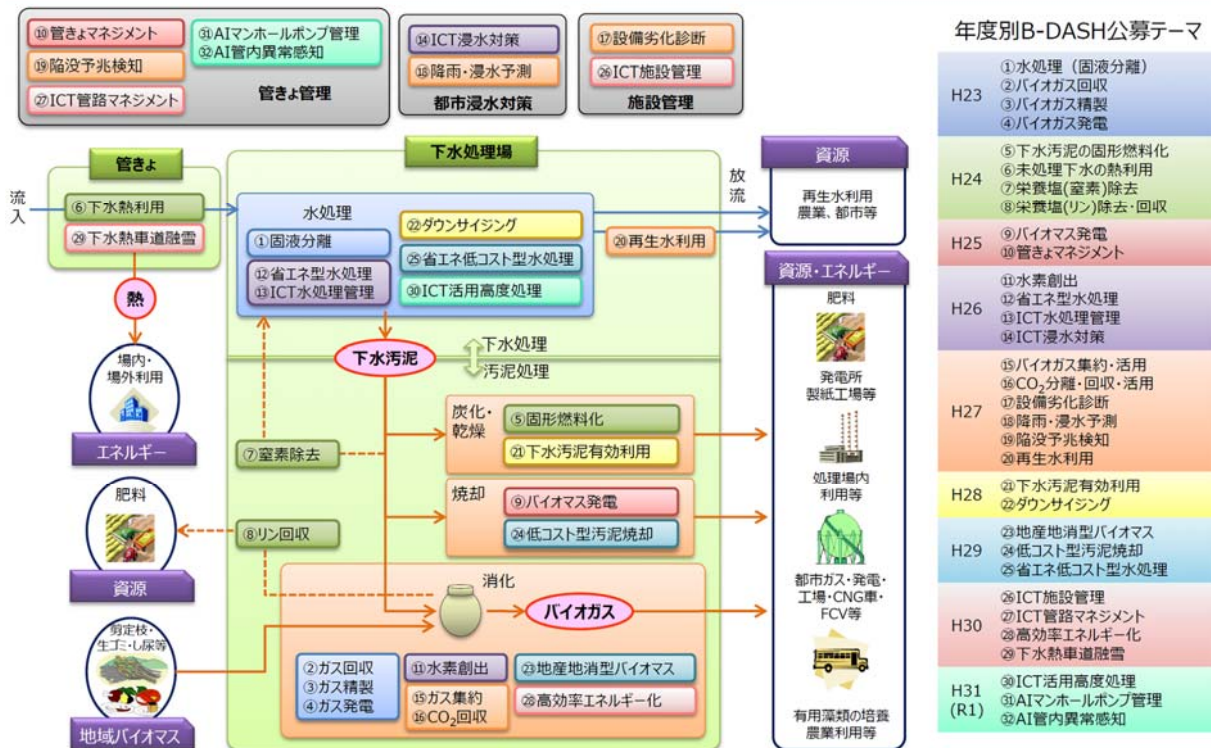


図 1-1 下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)の概要(全体)

第 2 節 適用範囲

§ 2 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、本技術のシステム全体または一部についての、下水道施設を対象とした導入検討、計画・設計および維持管理に適用する。

【解説】

本ガイドラインは、下水道施設の新・増設あるいは既存施設・設備の更新に際して、本技術システム全体または一部の導入を促進する事を目的として、本技術の導入検討、計画・設計、維持管理の参考となるよう取りまとめたものである。

本技術のシステム全体を同時にまたは段階的に導入する場合、または、一部の要素技術のみを導入する場合のどちらにも、本ガイドラインは適用される。

本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道事業者および関連する民間企業などに利用されることを想定して策定している。

第 3 節 ガイドラインの構成

§ 3 ガイドラインの構成

本ガイドラインは、総則、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計、維持管理及び資料編から構成される。

【解説】

本ガイドラインは、図 3-1 に示す構成から成る。

各章の内容は、以下のとおりとする。

(1) 第 1 章 総則

第 1 章では、目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義について記述する。

(2) 第 2 章 技術の概要と評価

第 2 章では、革新的技術の目的、概要、特徴、適用条件、導入シナリオ例について整理する。また、実証研究で得られた成果に基づく革新的技術の評価結果を示す。

(3) 第 3 章 導入検討

第 3 章では、革新的技術の導入を検討する際に必要な手順、手法を整理するとともに、導入効果の検討例を示す。

(4) 第 4 章 計画・設計

第 4 章では、導入検討の結果として、革新的技術の導入効果が期待できると判断された場合に、導入に向けてより具体的に計画・設計を進めるための方法について整理する。

(5) 第 5 章 維持管理

第 5 章では、革新的技術を導入した場合において、管理者等が実施すべき維持管理の具体的方法について整理する。

その他、資料編として、実証研究結果、ケーススタディ、問い合わせ先等に関する資料を整理して添付する。

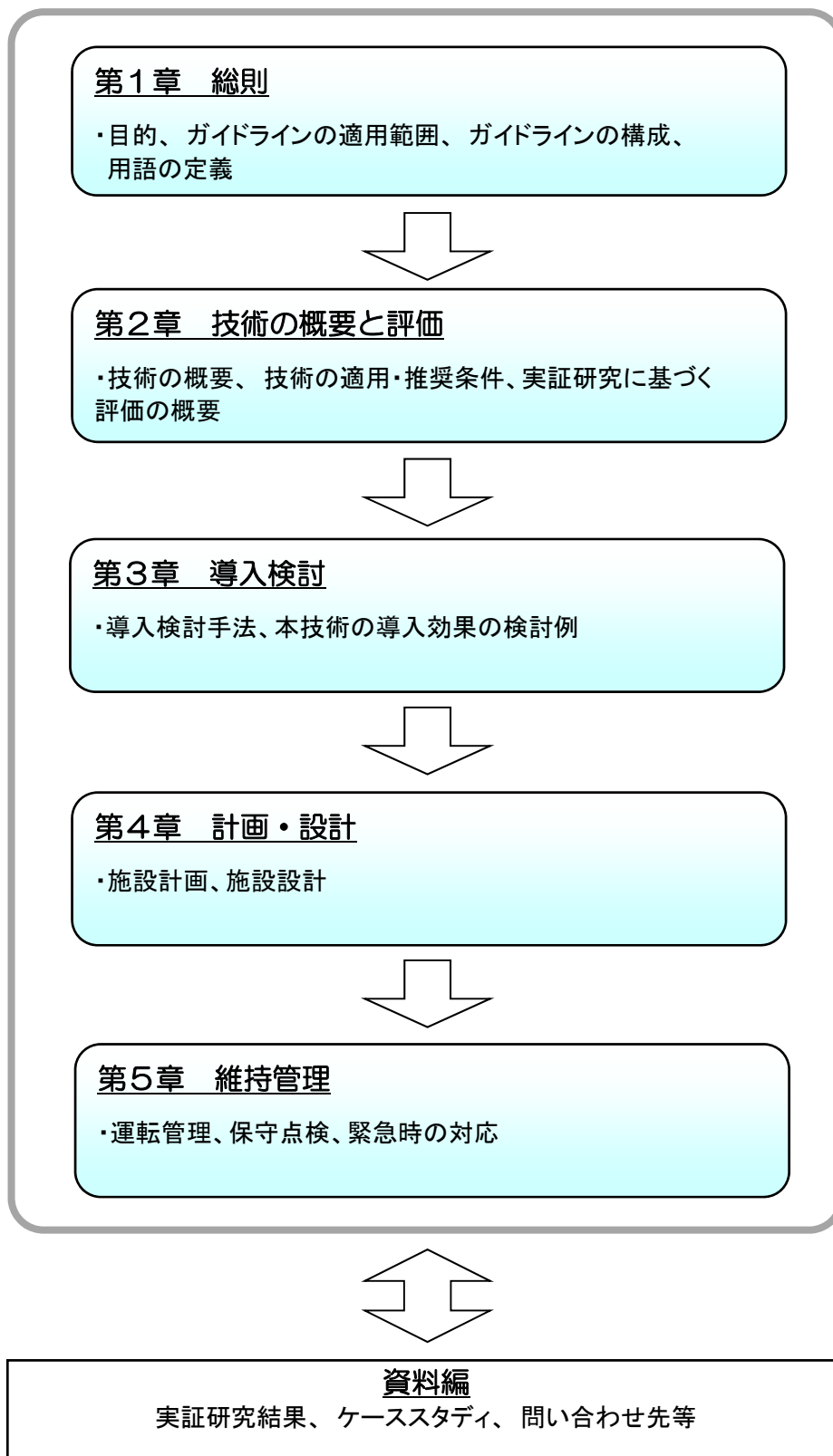


図 3-1 本ガイドラインの構成

第 4 節 用語の定義

§ 4 用語の定義

本ガイドラインで取り扱う用語は、以下に示すように定義する。なお、下水道施設の基本的な用語に関しては「下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年版」(社団法人日本下水道協会)¹⁾、「下水道維持管理指針 2014 年版」(社団法人日本下水道協会)²⁾、「下水道用語集 2000 年版」(社団法人日本下水道協会)³⁾に準拠する。

(1) 用語の定義

1) 一括新設

焼却設備の新設もしくは更新に合わせ、高効率発電技術と局所攪拌空気吹込み技術を同時に新設する導入方法。

2) 一括追加設置

既存の焼却設備に対し、高効率発電技術と局所攪拌空気吹込み技術を同時に追加する導入方法。

3) 一次空気

流動空気/燃焼空気から分岐した局所攪拌空気以外の砂層に供給される空気

4) 温室効果ガス

大気圏にあって地表から放射された赤外線の一部を吸収することにより、温室効果をもたらすガスの総称。地球温暖化対策推進法において規定されている物質としては、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O)、亜酸化窒素、ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)、パーフルオロカーボン類 (PFCs)、六フッ化硫黄 (SF₆)、三フッ化窒素 (NF₃) の 7 種類があるが、下水道温暖化対策推進計画においては、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素が対象とされている。

本技術では、メタンは汚泥焼却過程で全量分解処理されるため、対象となる温室効果ガスは二酸化炭素と一酸化二窒素である。

5) 温室効果ガス排出量 (N₂O 由来)

N₂O 排出量に温室効果ガス排出量原単位を乗じ、N₂O 由来の温室効果ガス排出量を CO₂ 相当量として算出したもの。

6) 温室効果ガス排出量 (電気由来)

消費電力量に温室効果ガス排出量原単位を乗じ、電力由来の温室効果ガス排出量を CO₂ 相当量として算出したもの。

7) 温室効果ガス排出量(発電由来)

発電電力量に温室効果ガス排出量原単位を乗じ、発電由来の温室効果ガス排出量を CO₂ 相当量として算出したもの。発電により温室効果ガスが削減されるため、負の値とする。

8) 温室効果ガス排出量(補助燃料由来)

補助燃料使用量に温室効果ガス排出量原単位を乗じ、補助燃料由来の温室効果ガス排出量を CO₂ 相当量として算出したもの。

9) 局所攪拌空気/二次空気

フリーボード部を攪拌し、未燃ガスを効率的に燃焼させ、局所高温場を形成するために、焼却炉下部から吹込まれる燃焼空気を分岐し、焼却炉フリーボード部に供給される空気のこと。

10) 高効率発電

既存発電技術よりも効率を上げ発電を行うもの。

11) 最小流動化空気量

砂層を流動状態で維持するために必要な最小の流動空気/燃焼空気の量。

12) 段階追加設置

既設の焼却設備に対し、高効率発電技術のみを先行設置し、既設設備の設備更新時に局所攪拌空気吹込み技術を設置する導入方法。

13) 電力自立

汚泥焼却炉における消費電力を、発電設備による発電電力で賄う状態。

14) 流動空気/燃焼空気

焼却炉の砂層部を流動状態にして汚泥を燃焼させるための燃焼前の空気を指す。焼却連続運転に必要な熱量を焼却排ガスから回収する。空気予熱器で昇温させる。また、流動空気には大気以外に臭気を混ぜることが多い。これは、焼却炉の燃焼を利用した、燃焼脱臭を行うためである。

15) 流動不良

流動床型の汚泥焼却炉において、流動媒体である砂の流動が悪化し、局所的に砂層の温度が低下した状態。

16) 連続ブロー

ボイラ運転中に、胴部に設けられた吹出し管から蒸気を吹き出し、ボイラ水の電気伝導度・pHを調節するもの。必要最小限量の吹出しが連続的に行われ、ボイラ水の電気伝導度・pH も一定範囲を保持できる。

17) N₂O／亜酸化窒素／一酸化二窒素

常温において無色透明の気体。二酸化炭素、メタン、フロン類などと並ぶ地球温暖化の主な原因物質である。

18) NO_x／窒素酸化物

大気汚染物質、窒素の酸化物の総称で、NO、NO₂、N₂O、N₂O₃、N₂O₅ などが含まれる。大気汚染でNO_xという場合はこのうちのNOとNO₂の混合物を指す。NOやNO₂は主に燃焼過程で生成される。大気汚染防止法で有害物質に指定されている。

(2) 用語の解説

1) アキュムレータ

ボイラの低負荷時および負荷変動時に余剰蒸気の熱量を加圧飽和水として蓄え、ピーク負荷または応急時などにそれを利用するもの。

2) 風箱

流動空気を均圧して炉の砂層部へ吹込む均圧室。炉の構造は流動部、フリーボード部から構成され、流動層を均一に形成するためには、流動空気が均一に流動層に噴出されることが重要で、風箱(ウインドボックス)と分散板が用いられてきた。近年は分散パイプ方式が増加している。

3) 過熱器

ボイラ本体で発生する飽和蒸気を、さらに加熱して過熱蒸気を作るための容器。

4) 空気予熱器

汚泥焼却炉の排ガス、蒸気等より熱を回収し、燃焼空気の前熱に供する機器。

5) グランド蒸気復水器

タービンロータがケーシングを貫く部分に蒸気を使用して漏れを防止する装置からの漏れ蒸気を、大気中に放散しないために、凝結させる復水器。

6) ケーキ投入機

焼却炉へ汚泥を投入する機器。投入方法は様々な形式がある。

7) 始動バーナ

主に焼却炉運転開始時に、砂層部の温度を上げるために使用するバーナ。燃料として一般に重油、灯油、消化ガス、または都市ガスを用いる。

8) 自燃運転

焼却炉において、補助燃料を使用せずに運転を行うこと。自燃運転を行うことにより、燃料使用量の抑制および補助燃料の燃焼に伴い発生する温室効果ガス排出量の低減が可能となる。

9) 集塵装置

焼却排ガスより、焼却灰を捕集する装置。サイクロン、電気集塵機、バグフィルタ、セラミックフィルタ等がある。

10) 純水装置

ボイラ給水として利用する水中に含まれるイオンを陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂により取り除く装置、その再生には塩酸ならびに苛性ソーダが用いられる。

11) 蒸気復水設備

復水器等の機器からなる、蒸気から潜熱を奪い、復水化する設備

12) 焼却炉

汚泥ケーキ、廃棄物等の減容化、安定化を図るため焼却処理を行う設備。炉の形式により、流動床焼却炉、ストーカ焼却炉、立形多段焼却炉などがある。炉本体は、鋼板製シェル、耐火れんが、断熱キャストブル、空気分散管(流動炉)、火格子(ストーカ炉)等により構成される。付属設備として、通風設備、助燃設備、汚泥ケーキ供給設備、排ガス処理設備、灰搬出設備などが設置される。

13) 蒸発器

容器内の液体を加熱し、その蒸気を発生させる容器。容器内の圧力は大気圧を超える。

14) 真空ポンプ

真空ポンプは、復水器中に導入される非凝縮性気体(窒素等)を取り除き復水器内の真空度を確保するために設置する。

15) スートブロー

ボイラの伝熱面に付着した灰分、未燃分、添加剤などの付着物を除去する装置。蒸気又は圧縮空気が用いられる。

16) スケール

カルシウムイオンやマグネシウムイオンが、濃度や pH、温度など条件が揃った場合に、二酸化炭素や、イオウ化合物、リン酸などと結合して結晶化したもの。

17) 砂層

流動焼却炉における最下部の流動砂が充填されている部分のこと。脱水汚泥の分散および蓄熱体としての役割を持つ。

18) 脱気器

ボイラ給水中の溶存酸素や二酸化炭素等の非圧縮性ガスを除去する機器。

19) 軟水装置

ボイラ給水として利用する水中に含まれるカルシウムイオンやマグネシウムイオンなどの陽イオンを、イオン交換樹脂の働きでナトリウムイオンに置き換える働きを持つ装置。

20) 燃焼空気ダクト

流動空気を通すダクトをさす。燃焼前の空気であり、酸素量も焼却排ガスに比べ多い。焼却排ガスダクトと区別することが多い。

21) 排煙処理塔

焼却排ガスの減温、減湿を行う水洗スプレー塔、減温部で排ガスの急冷を行いつつ pH を調整する。減湿部で排ガス中の水分を減らす。スプレー水と焼却排ガスの接触効率を上げるため、内部にセラレット、ラシヒリング等の充填材を入れる。また、塔下部は水槽を設け循環利用する。

22) 廃熱回収機器

焼却排ガスより熱回収を行う機器の総称。廃熱ボイラ、シェル&チューブ式熱交換器、輻射式熱交換器、チューブ式交換器、プレート式交換器、チャンネル式交換器等、様々な型式があり、温度、性状に適した仕様の機器を選定し、利用可能な排熱を再利用する。

23) 廃熱ボイラ

焼却炉高温排ガスから回収した廃熱を利用して蒸気発生を行うもの。

24) 白煙防止予熱器

汚泥焼却炉の排ガスが、大気放出時にガス中の水分が冷却されて白煙となることを防ぐための機器。空気を予熱し、排ガスに合流させることで白煙を防止する方法や、排ガスを直接再加熱する方法がある。

25) 発電機

軸を機械的に回転させて、電磁誘導の応用で電気を発生させる装置。

26) 復水器

タービン内の蒸気を水に戻し、排気圧力を下げて蒸気タービン内での熱落差を大きくするための水冷装置。

27) 復水式タービン

タービンの排気を復水器で凝縮させて高真空を得て、蒸気をタービン内で十分に低圧まで膨張させて仕事をさせるタービンのこと。

28) 復水タンク

復水タンクは、復水を一次的に貯留し、発電設備系内の蒸気・復水流量の変動を吸収するためのタンク。

29) 復水ポンプ

蒸気タービンの復水器内の復水を引出すポンプのこと。吸込み側が高真空になるので吸込み性能が高い。

30) フラッシュタンク

高圧蒸気ドレンを受け入れ、器内圧を蒸気ドレンの圧力よりも低く維持することで、低圧蒸気を回収する圧力容器。

31) フリーボード

流動焼却炉における砂層上部の空間のこと。砂層で分解生成した可燃ガスの燃焼用空間となる。

32) ボイラ給水ポンプ

復水器で凝縮された低圧の水をボイラ入口圧力まで昇圧して、ボイラへ送り込むためのポンプ。主に遠心ポンプを使用する。

33) ボイラ強制循環ポンプ

廃熱ボイラドラムから缶水を水管へ強制的に循環させるためのポンプである。形式はキャンドポンプ等の適切な揚程のものを選定する。

34) ボイラドラム

水管ボイラにおいて加熱した熱水を蓄える部分。ボイラの主要部分を成すもので細長い円筒形になっている。円筒形になっているのは、同種、同厚の材料において他の形状よりも大きな強度を得ることができるからである。

35) ボイラ薬注設備

ボイラ水の水質を基準値内に維持するために、ボイラ水配管中にスケールの形成等を防止するための薬品(ボイラ薬品)を注入する装置

36) ボイラ薬品(清缶剤、脱酸剤、復水処理剤)

水に起因するスケールの付着による熱伝導率の低下、水管の腐食、蒸気への固形物の流出などの障害を防止するために、ボイラ水に直接添加する薬剤で、酸消費量調整剤、軟化剤、脱酸素剤、泡立ち防止剤などの総称。