

神戸製鋼所の不適切行為に関する泊発電所に対する調査状況等について

1. はじめに

原子力施設に対する株式会社神戸製鋼所及びそのグループ会社（以下、神戸製鋼所等という）の不適切行為に関しては、泊発電所の安全性の観点から安全上重要な部位、燃料集合体及び新規制基準対応設備を対象として自主的に調査を進めています。

今回、泊3号機に関する安全上重要な部位の調査結果が纏まったことから、泊1, 2号機に関する安全上重要な部位の調査状況、並びに燃料集合体及び新規制基準対応設備に関する現状の調査進捗状況と合わせて報告するものです。

また、上記調査とは別に、神戸製鋼所等の不適切行為のあった製品の泊発電所への納入について、協力会社及びプラントメーカ（以下、協力会社等という）に問い合わせをしていたところ、一部の製品において、製品の問題ではないが当該製品の検査証明書の内容を製造メーカが書き換えたと考えられるものがあるとの報告をプラントメーカから受けました。

この報告を受け、当社自ら製造メーカの工場に立入調査を行い、当該製品には問題がないと考えられることを確認しており、その概要を報告いたします。

なお、三菱マテリアル株式会社の子会社の不適切行為についても現在調査中であり、結果が纏まり次第報告いたします。

2. 調査対象

泊発電所での調査対象は、以下のとおりです。

(1) 安全上重要な部位

事故発生防止の観点から「原子炉冷却材圧力バウンダリ」及び事故の影響緩和の観点から「原子炉格納容器バウンダリ」を構成する部位を調査対象としています。

(2) 燃料集合体

今後使用する燃料集合体を対象としています。

(3) 新規制基準対応設備

新規制基準対応設備のうち、適合性確認検査を実施する材料を対象としています。

3. 調査方法

(1) 安全上重要な部位

材料の製造メーカを特定するため、建設時の検査記録に添付されている検査証明書から製造メーカを特定し、神戸製鋼所等の不適切行為のあった製品は使われていないことを確認します。

(2) 燃料集合体

材料の製造メーカを特定するため、検査証明書から製造メーカを特定し、神戸製鋼所等の不適切行為のあった製品は使われていないことを確認します。

また、神戸製鋼所等の製品が使用されていることが確認された場合には、製造工場に当社自ら立入調査を行い検査プロセスの妥当性を確認します。更に、製造工場に検査証明書作成の元となるデータが現存している場合には検査証明書との照合を行います。

(3) 新規制基準対応設備

検査証明書や図面等により製造メーカを特定し、神戸製鋼所等の不適切行為のあった製品は使われていないことを確認します。

確認に際しては、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準への適合を確認する適合性確認検査の成立性に影響をおよぼす可能性を考慮して、工事計画に記載する予定である設備のうち、以下に該当する材料（材料検査対象の強度部材）であるか確認します。

- ・ 機器等の主要仕様表（要目表）に記載される材料
 - ・ 基本設計方針において設計条件としている材料
 - ・ 添付説明書（強度計算書、耐震計算書等）において設計条件としている材料
- また、関連する溶接材料も含めて確認します。

調査方法等については、今後の神戸製鋼所が行う不適切行為に対する外部調査委員会の結果等も踏まえ、適宜見直しします。

4. 調査結果・状況及び評価

(1) 安全上重要な部位

安全上重要な部位については、泊3号機についての調査が完了しました。また、泊1, 2号機については、「原子炉格納容器バウンダリ」を構成する弁類の一部について調査中ですが、それ以外の調査は完了しています。

泊1, 2号機及び3号機の「原子炉冷却材圧力バウンダリ」及び「原子炉格納容器バウンダリ」についての調査状況は別紙1のとおりであり、神戸製鋼所等で製造された部材が認められました。これらのいずれの部材についても検査証明書により、不適切行為のあった製品でないことが確認できました。

また、発電所建設時には、当社による品質調査や、設計・製作・据付の各段階において検査（溶接検査や使用前検査による耐圧試験等）を行っていることに加え、これまでの運転実績において特に異常は認められていません。

以上のことから、当社としては安全上の問題となるものではないと評価しています。

なお、泊1, 2号機の「原子炉格納容器バウンダリ」を構成する弁類の一部の調査は今年度内に完了させる計画としています。

(2) 燃料集合体

泊3号機の燃料集合体に使用されている部材のうち、神戸製鋼所等で製造された部材を特定し、これらの部材については不適切行為のあった製品でないことを燃料メーカーから直接確認しています。また、検査証明書と元データの照合については、スリーブ等のステンレス製小部品の一部について実施しており、不適切行為が行われていないことを確認しています。

残りのステンレス製小部品、被覆管等の部材に対するデータ照合及び神戸製鋼所等の検査プロセスの妥当性の確認については、今年度内を目途に調査を完了する計画としています。

(泊1, 2号機の燃料集合体につきましては、3号機の調査完了後に実施する予定です。)

(3) 新規制基準対応設備

泊3号機の新規制基準対応設備として工事計画に記載する予定である設備のうち、既に配備又は設置が完了している設備の材料について、検査証明書や図面等により神戸製鋼所等の製品であるかの確認をしています。

確認の結果、これまでのところ、神戸製鋼所等の製品としては、溶接材料が確認されています。

引き続き、使用が確認されている溶接材料並びに現在工事中である設備及び今後配備又は設置する設備について、適合性確認検査を実施するまでに確認等を行っていきます。

(泊1, 2号機につきましては、工事計画に記載する予定である設備を決定した後、確認を行っていきます。)

5. その他

上記調査とは別に、神戸製鋼所等の不適切行為のあった製品の泊発電所への納入について、協力会社等に問い合わせをしていたところ、一部の製品において、製品の問題ではないが、製造メーカーが発行する検査証明書と保管している元データとの間に不整合があり、検査証明書の内容を製造メーカーが書き換えたと考えられるものがあるとの報告をプラントメーカーから受けました。

この報告を受け、当社自ら製造メーカーの工場に立入調査を行い、当該製品の検査証明書に記載されている銅成分の値と元データとの間に不整合があり、検査証明書の内容を製造メーカーが書き換えたと考えられることを確認しました。

当該製品製造時に製造メーカーで実施した別の分析手法による結果及び同一溶解チャージの製品の化学成分分析を製造メーカー及び第三者機関で新たに実施した結果、J I S規格を満足していることから、当該製品は当社の要求仕様を満足すると考えています。

また、当該製品の機能要求も満足しており、装置も健全であることを確認しているため、当該製品の使用継続については問題ないものと考えています。

以上

安全上重要な部位に対する調査結果

安全上重要な部位について調査を行った結果、下表のとおり神戸製鋼所等で製造された部材を確認しているが、不適切行為のあった製品は使用されていない。

	主要設備	神戸製鋼所等製品使用有無（○：有、×無）			
		<u>泊1, 2号機</u>		泊3号機	
原子炉冷却材圧力 バウンダリ	原子炉容器	×		×	
	加圧器	×		×	
	蒸気発生器	×		×	
	1次冷却材ポンプ	×		×	
	1次冷却材管	×		×	
	高圧/低圧/蓄圧 注入配管	○	<u>管継ぎ手、弁蓋、弁体</u> (上記のほか、弁のボルト・ナットもあり)		×
原子炉格納容器 バウンダリ	原子炉格納容器	×	但し、機器搬入口用ボルトは有り	×	但し、機器搬入口用ボルトは有り
	貫通部 (主蒸気/主給水)	×	<u>但し、弁のボルト・ナットは有り</u>	×	但し、弁のボルト・ナットは有り
	<u>貫通部</u> (上記以外)	○	<u>管継ぎ手、弁蓋、弁箱</u> (上記のほか、弁のボルト・ナットもあり)	○	<u>管継ぎ手</u> (上記のほか、弁のボルト・ナットもあり)
上記主要設備の溶接部		○	<u>溶接継手、肉盛溶接</u>	○	溶接継手、肉盛溶接

なお、下線部が前回報告（2017年11月20日）から追加された調査結果である。

泊1, 2号機については、原子炉格納容器バウンダリを構成する弁類の一部についての調査を継続中である。

補足説明資料

1. 不適切行為が公表された神戸製鋼所等製部材の使用状況
2. 使用が確認された神戸製鋼所等製品の工場
3. 燃料集合体に関する調査状況
4. 新規規制基準対応設備に関する調査状況
5. 泊発電所1号機の配管における検査証明書記載内容の不整合について

不適切行為が公表された神戸製鋼所等製部材の使用状況

不正対象製品	会社名	使用部材	泊1, 2号機、泊3号機 安全上重要な部位での使用有無 ¹
アルミ・銅	(株)神戸製鋼所 アルミ・銅事業部門	アルミ板	無
		アルミ鋳鍛造部品	無
		アルミ押出品	無
		銅板	無
	(株)コベルコマテリアル銅管	銅管	無
	神鋼メタルプロダクツ(株)	銅合金管モールド	無
	神鋼アルミ線材 Kobelco & Materials Copper Tube(Malaysia) Sdn.Bhd. Kobelco & Materials Copper Tube(Thailand) Co.,Ltd 蘇州神鋼電子材料有限公司	銅管、銅板条 アルミ線材	無
その他	コベルコ科研	ターゲット材	無
	(株)神戸製鋼所 鉄鋼事業部門鉄粉本部	鉄粉	無
	日本高周波鋼業(株) 神鋼鋼線ステンレス(株) 江陰法爾勝杉田弾簧製線有限公司 神鋼新確弾簧鋼線(佛山)有限公司	鋼線、ステンレス線	無
	神鋼鋼板加工(株)	厚板加工	無
	機械事業部門(10/26 プレス本文の4件含む)	コーティング他	無

※1：原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ

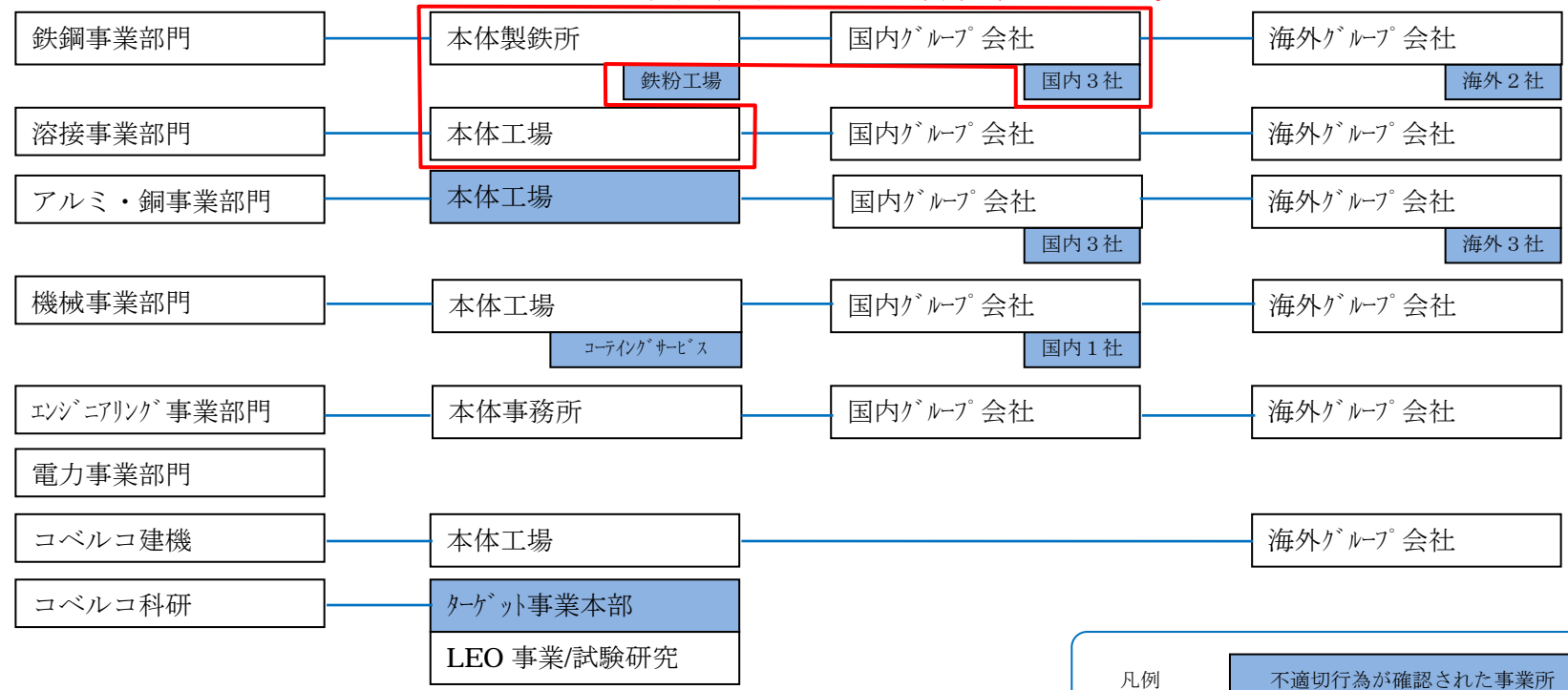
使用が確認された神戸製鋼所等製品の工場

使用が確認された神戸製鋼所等製品の工場

泊 1～3 号機	製造工場
管継ぎ手、弁箱、弁蓋他	神戸製鋼所、コベルコ鋼管、日本高周波鋼業*
溶接継手、肉盛溶接	神戸製鋼所

※：当社の製品は、公表された期間(2008年6月～2015年5月)ではない時期に製造された製品であることを確認している

該当事業所 不適切行為が行われていた事業所ではない。
不適切行為が行われていた期間の製品ではない。



凡例 不適切行為が確認された事業所

燃料集合体に関する調査状況

3 (1/2)

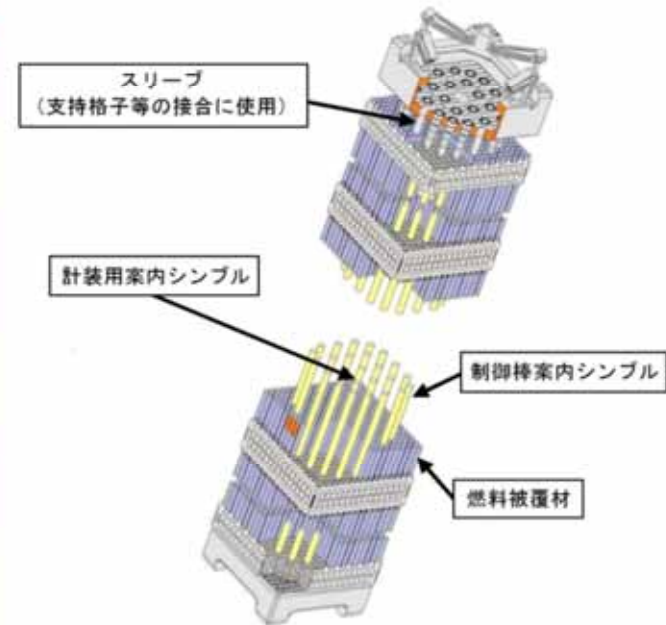
燃料集合体における使用状況

対象	今後使用する燃料集合体とする。
優先順位	泊3号機の燃料集合体※ ¹
調査方法	検査証明書等により燃料集合体に使用されている部材の製造メーカーを特定する。 また、神戸製鋼所等の製品が使用されていることが確認された場合には、製造工場に当社自ら立入調査を行い検査プロセスの妥当性を確認する。更に製造工場に検査証明書作成の元となるデータが現存している場合には検査証明書との照合も行う。
調査状況	<ul style="list-style-type: none">・3号機の燃料集合体に使用されている部材のうち、神戸製鋼所等で製造された部材を特定している。(神戸製鋼所等の製品の使用を確認している。)・スリーブ等のステンレス製小部品の一部についてはデータ照合を終了しており、不適切行為が行われていないことを確認している。残りのステンレス製小部品及び被覆管等の部材に対するデータ照合については、今年度末を目途に調査を進める。・工場の検査プロセスの妥当性の確認に関する立入調査については今年度末の完了を目途に調査を進める。

※1：泊1，2号機の燃料集合体については、3号機の調査完了後に実施する予定。

燃料集合体に関する調査状況

	使用有無 (○：有、×：無)	
	泊3号機	
燃料被覆材	○	ジルコプロダクツ製
制御棒案内シンプル	○	ジルコプロダクツ製
計装用案内シンプル	○	ジルコプロダクツ製
スリーブ等の ステンレス製小部品	○	コベルコ鋼管製
上部・下部ノズル、 支持格子等 上記以外の部材	×	



新規制基準対応設備に関する調査状況

新規制基準対応設備における使用状況

対象	新規制基準対応設備を対象とする。 これらの設備に関して工事計画に記載する予定であるもののうち、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準への適合を確認する適合性確認検査の成立性に影響をおよぼすおそれのある以下の材料（材料検査対象の強度部材）であるかを調査において確認する。 <ul style="list-style-type: none">・ 機器等の主要仕様表（要目表）に記載する材料・ 基本設計方針において設計条件としている材料・ 添付説明書（強度計算書、耐震計算書等）において設計条件としている材料 また、関連する溶接材料
優先順位	泊3号機※1
調査方法	検査証明書や図面等により製造メーカーを特定する。 また、神戸製鋼所等の製品が使用されていることが確認された場合には、製造工場に当社自ら立入調査を行い検査プロセスの妥当性を確認する。更に製造工場に検査証明書作成の元となるデータが現存している場合には検査証明書との照合も行う。
調査状況	<ul style="list-style-type: none">・ 新規制基準要求に適合するための対応設備として補正申請を予定している設備のうち、既に配備又は設置が完了している設備について、上記の対象部位について調査方法に基づき神戸製鋼所等の製品が含まれているか確認を進めている。・ 確認が完了した範囲においては、溶接材料として神戸製鋼所等の製品を使用しており、その他の材料では使用していない。・ 現在工事中である設備及び今後の審査等により基準適合のために必要となる追加対応設備も含めて、神戸製鋼所等の製品の使用有無を確認し、適合性確認検査を実施するまでに成立性に影響を与えないこと、影響するおそれがある場合には取替え等の対応を行っていく。

※1：泊1，2号機については、工事計画に記載する予定である設備を決定した後、確認を行っていく。

泊発電所1号機の配管における検査証明書記載内容の不整合について

1. はじめに

神戸製鋼所等の不適切行為のあった製品の泊発電所へ納入について、協力会社等に問い合わせをしていたところ、一部の製品において、製品の問題ではないが当該製品の検査証明書の内容を製造メーカーである（株）コベルコマテリアル銅管（以下、マテリアル銅管という）が書き換えたと考えられるものがあるとの報告をプラントメーカーから受けました。

この報告を受け、当社自ら製造メーカーの工場に立入調査を行い、当該製品には問題がないと考えられることを確認しており、その概要を報告いたします。

2. 検査証明書の不整合の内容について

（1）不整合の概要

検査証明書に記載されている化学成分のうち、銅成分の記載値とマテリアル銅管で保管している元データに不整合が確認されました。検査証明書に不整合が確認されたのは、当該の検査証明書のうち銅成分の値のみです。

（2）対象部品

不整合が確認された検査証明書の対象部品は、1号機B-非常用ディーゼル発電機の機関の排気弁箱出口冷却水配管全12本及び入口冷却水配管全24本のうち、2017年10月に取替えを行った出口冷却水配管2本と入口冷却水配管4本です。

なお、当該配管は、工事計画認可、届出の対象ではありません。

（3）不整合の具体的内容

マテリアル銅管では、一次判定と二次判定の2回の化学成分分析を実施しています。また、一次判定の化学成分分析は乾式分析、二次判定は湿式分析により行うこととしており、検査証明書には二次判定の湿式分析の値を記載することとしています。

不整合は湿式分析の値がJIS規格から外れていたにもかかわらず、乾式分析ではJIS規格を満足する値となっていたことから、乾式分析の値を参考にしたためと考えられます。

具体的には銅成分のJISで定める規格値の99.90%以上に対し、湿式分析値が97.98%、乾式分析値が99.97%であったため、乾式分析の値を参考に書き換えたものと考えられます。

3. 当該配管に関する検査証明書等の確認結果

1月31日に、プラントメーカーと共にマテリアル銅管の秦野工場に立ち入り、調査及び聞き取りを実施しました。

(1) 元データとの照合について

当該配管の検査証明書の記載値と、検査証明書作成の元となるマテリアル銅管に現存する元データが、表1のとおりであることを確認しました。

表1 銅成分の確認結果

検査方法	検査証明書記載値	元データ
湿式分析	99.97%	97.98%
乾式分析		99.97%

本来、JIS規格では湿式分析の結果に基づき検査証明書に記載すべきですが、当該配管の検査証明書に記載されている銅成分の記載値は、湿式分析の結果ではなく乾式分析の結果を参考にしたと思われるJIS規格内の値が記載されていることから、検査証明書を書き換えたものと考えられます。

なお、銅成分のJISで定める規格値は99.90%以上です。

(2) 当該配管と同一溶解チャージの製品による再分析の結果について

マテリアル銅管では、現存していた当該配管と同一溶解チャージから製造された製品の再分析を行っています。マテリアル銅管で2回、第三者機関で1回の計3回の再分析を実施した結果が、表2のとおりであることを確認しました。

表2 再分析における銅成分の確認結果

検査方法	マテリアル銅管の再分析データ	第三者機関の再分析データ
湿式分析	99.98%	99.96%
	99.97%	

再分析の値は、いずれも銅成分のJISで定める規格値の99.90%以上であることを確認しました。

4. 当該配管に対する評価

(1) 再分析結果について

マテリアル銅管及び第三者機関で実施した当該配管と同一溶解チャージの製品による再分析の値がすべてJIS規格内であることから、当該配管はJIS規格要求を満足するものと考えています。

(2) 製造時の分析について

① 乾式分析について

乾式分析による分析結果については、以下の観点から信頼性は十分にあると考えています。

- 分析作業がシンプルであり、作業者による結果のばらつきが少ない。
- 分析結果がシステムに自動転送され、分析結果に対して人が介在する余地がない。
- 湿式分析とほぼ同等の精度を有している。

② 湿式分析の結果について

銅成分の不整合が確認されたものを除いた同種製品の過去3年間の湿式分析値は、J I S規格に対して余裕のある値となっていること、湿式分析は乾式分析と比較して作業手順が多く、それが分析値に影響を与える要因となりえること等から、検査証明書の記載値と現存する元データに不整合が認められた当該配管の湿式分析においては、実際の銅成分はJ I S規格を満足しているにも関わらず正確な分析値が得られていなかったものと考えられます。

(3) 評価

以上から、当該配管については、実際にはJ I S規格を満足しているものと考えています。また、当該配管以外の同種配管についても、検査証明書の記載値と、検査証明書作成の元となるマテリアル銅管に現存する元データの照合が可能なものについて照合を行い、J I S規格要求を満足していることを確認しています。

5. まとめ

(1) 検査証明書の不整合について

以下の理由から、当社は、当該配管はJ I S規格要求を満足するものと考えています。

- 再分析の値がすべてJ I S規格内である。
- 乾式分析値はJ I S規格内であった。
- 湿式分析は作業手順が多く分析値に影響を与えることが考えられる。

(2) 当該配管の健全性について

当該配管に対する要求機能としては、内部に冷却水を保持及び通水することであり、製品完成後に耐圧試験により要求機能を満足することを確認しています。

また、非常用ディーゼル発電機は、1回/月の頻度で起動し、健全であることを確認しています。

これらのことから、当該配管の使用継続については問題ないものと考えています。

以 上

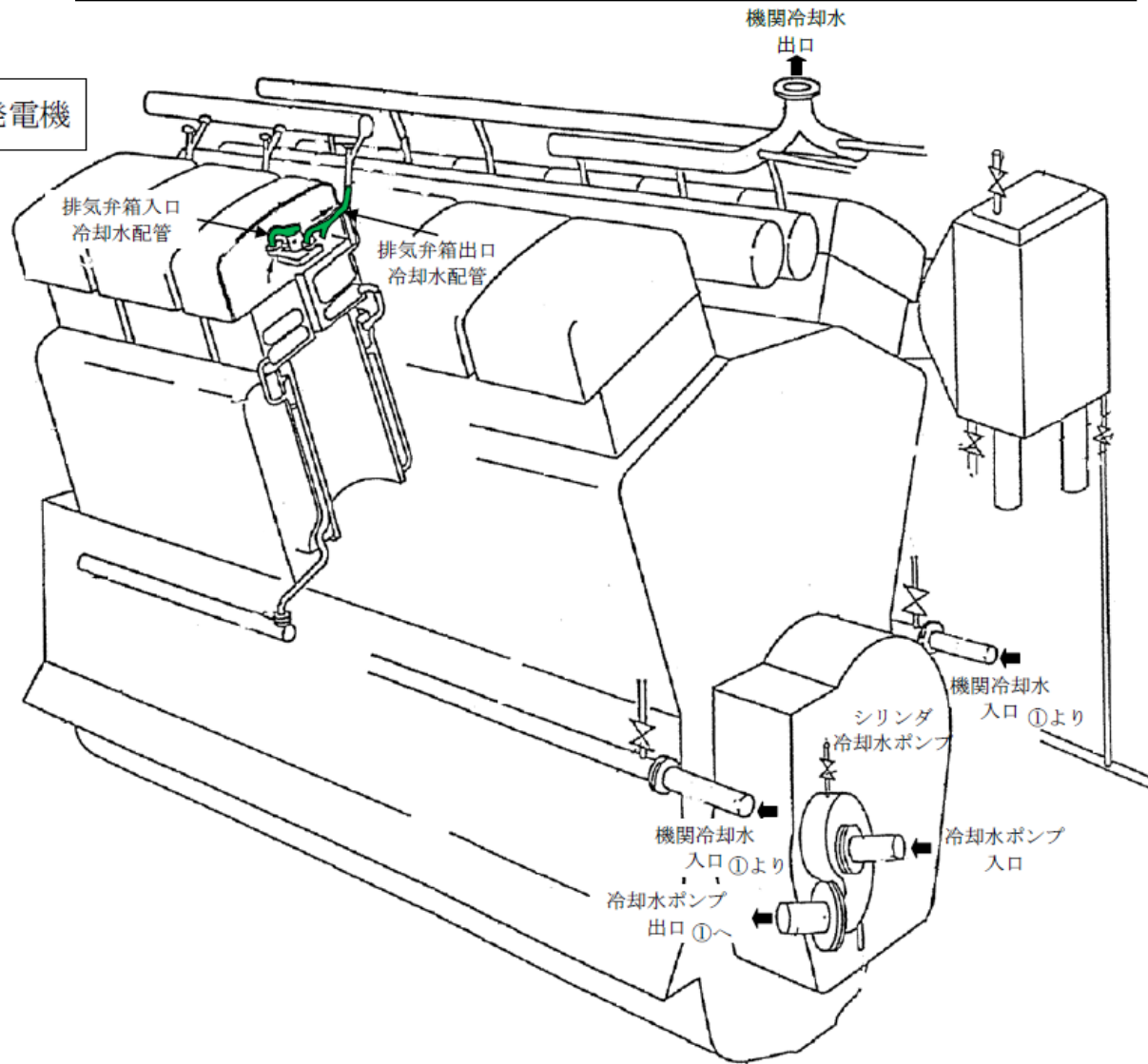
添付資料

1. 検査証明書で不整合が確認された箇所
2. マテリアル銅管の製品検査の流れ
3. 排気弁箱冷却水配管の検査証明書の確認状況
4. 化学成分の分析方法について

検査証明書で不整合が確認された箇所

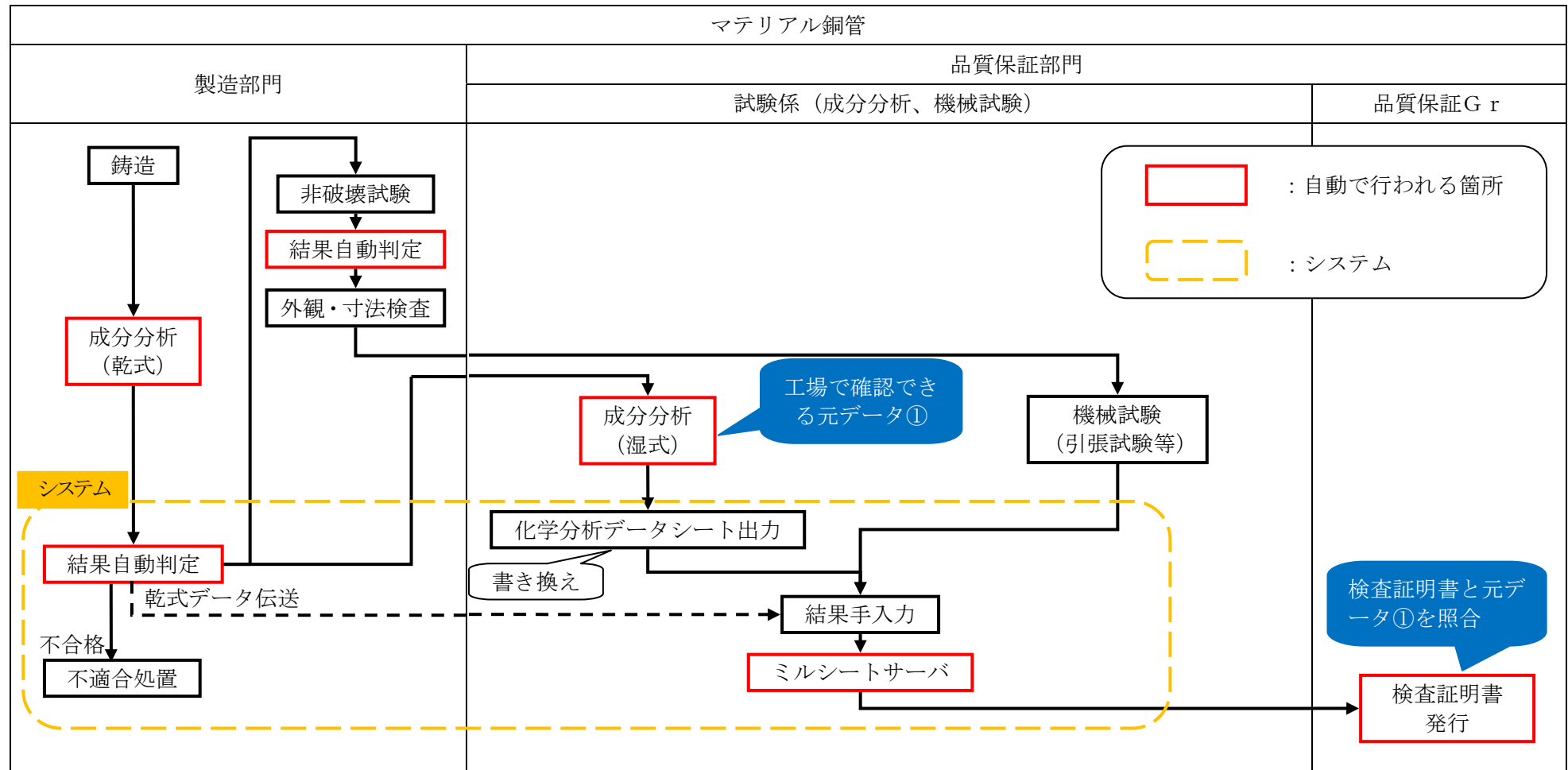
添付資料 1

ディーゼル発電機



マテリアル銅管の製品検査の流れ

添付資料 2



検査プロセスについて

- 成分分析については、乾式分析と湿式分析の2回行われている。
- 検査証明書に記載される値は湿式分析の値としている。
- 乾式分析の結果は、値がシステムに自動転送されるため人が介在することはない。
- 湿式分析の結果は、検査装置から直接値が自動転送されるものの、検査証明書への入力に至る過程では試験者が一人作業により変更入力が可能の状況であった。
- なお、機械試験については大部分が手入力であり、システムの入力も試験者が直接入力でき、入力値のダブルチェックもなされていない状況であった。

排気弁箱冷却水配管の検査証明書の確認状況

添付資料 3

- マテリアル銅管で湿式分析の元データが保存され検査証明書との照合が可能な期間(2014年9月～2017年8月の3年間)に出荷された排気弁箱冷却水出入口配管の検査証明書の記載(化学成分、機械試験)に対する確認状況は以下のとおりである。

検査証明書番号	質別	工場出荷時期	データ突合せ結果	不整合の内容
500098	1/2H	2017.4	NG	・銅成分の記載値に不整合有り。 ・銅成分以外には不整合無し
521583	1/2H	2016.7	OK [※]	
506463	1/2H	2016.2	OK [※]	

※：数値調整又は記載ミスによるものと思われる不一致あり。

(湿式分析では分析精度等の影響のため、化学成分の合計が100%を僅かに外れる数値となることがあり、JIS規格の範囲内で合計が100%に近づくように、マテリアル銅管では数値調整を行うことがあった。なお、湿式分析及び乾式分析の値がともにJIS規格内であることから、品質は問題ないと判断しています。)

- 上記以外のものについては、以下の理由から問題ないと判断しています。

【化学成分分析】

- ・乾式分析には信頼性あり、5年間の乾式分析の元データは出荷されたすべての製品でJIS規格を満足している。このため、乾式分析において化学成分の外れが確認された製品は、不適合品として適切に処理されていると考えられる。
- ・1980年から湿式分析に加えて乾式分析による検査を導入し、システムによる判定を実施している。
- ・不整合が確認されたもののうち、同一溶解チャージの製品が残っていた約20%については、再分析(湿式分析)の値はすべてJIS規格を満足している。
- ・湿式分析は作業手順が多く分析値に影響を与えることが考えられる。

化学成分の分析方法について

添付資料 4
(1/2)

1. 湿式分析（銅電解重量法）の原理

試料中の銅の含有率を求める方法。JIS H 1051（銅及び銅合金中の銅定量方法）で規定されており、対象の銅合金試料を酸で溶解後、白金電極を用いて電解を行い、陰極に金属銅を析出させ、陰極（白金電極）の重量増分（A）を測定する方法。析出しきれなかった酸中の残銅分については、溶解銅分を測る別な方法（原子吸光法 等）にて測定（B）し、A+Bを銅分して定量する。

2. 乾式分析（発光分光分析法）の原理

分析試料の分析面を研削した後、試料にアルゴンガス雰囲気中で放電し、試料中元素を励起状態にさせ、得られた光を分光し元素毎の発光強度を測定する方法。この方法により銅中に含まれる10種以上の微量成分を測定し、差数法により不純物総量を差し引いた数値を銅量として計算処理する。

3. 湿式分析と乾式分析の比較

湿式分析は、銅そのものを分析する方法で、多くの作業（試料秤量、電解、乾燥、秤量、残液分析等）を伴うもので、試料採取時の不純物の混入、秤量器の取扱やその環境、溶液の取扱が分析結果に影響を与える可能性があります。

一方、乾式分析は表面研削された分析試料を測定装置にセットすれば、発光分析、データ出力は作業に関わらず分析値が出力されるものであり、作業スキルに依存しない測定方法である。但し、銅そのものでなく不純物元素総量を差し引いた値を銅分としている。また、過去の乾式分析のばらつきは、湿式分析と比較して同等以下のばらつきであることから、湿式分析と同程度の精度を有していると思われる。

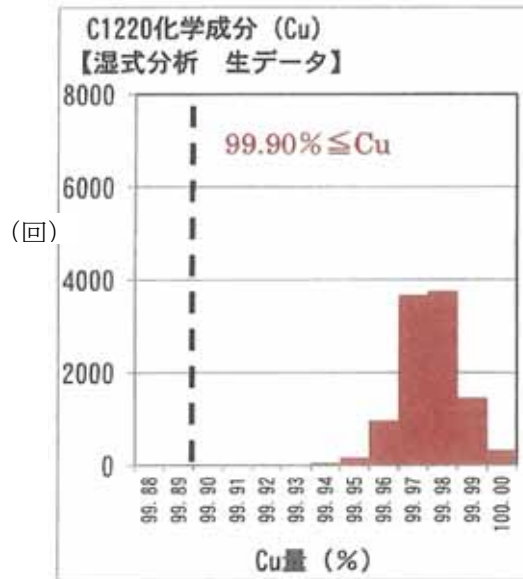
4. マテリアル銅管での乾式分析精度

- ▶ マテリアル銅管では乾式分析の精度を検証するため第三者機関（2社）による湿式分析との比較を実施しているが、その結果は第三者機関による湿式分析と相応の精度で対応している。

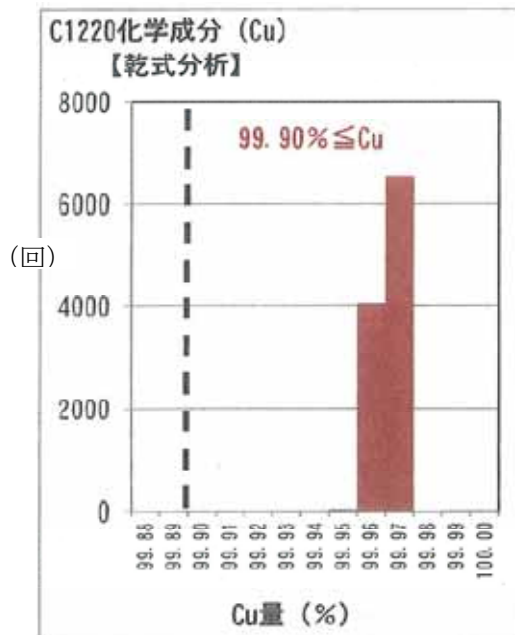
サンプル No.	銅 (%)		サンプル No.	銅 (%)	
	マテリアル銅管 (乾式)	第三者機関A		マテリアル銅管 (乾式)	第三者機関B
A-1	99.97	99.96	B-1	99.96	99.96
A-2	99.97	99.95	B-2	99.96	99.95
A-3	99.97	99.96	B-3	99.96	99.96
A-4	99.96	99.98	—	—	—
A-5	99.97	99.96	—	—	—
A-6	99.96	99.96	—	—	—

- ▶ マテリアル銅管では乾式分析の繰返し精度（安定性）を検証するため、一定の期間同一サンプルを用いた繰返し分析を実施しており、分析値の最大値と最小値の差は0.01%であり、安定した分析結果が得られている。

5. マテリアル銅管での化学分析（湿式、乾式）の実績



湿式分析値のヒストグラム



乾式分析値のヒストグラム

(注) ヒストグラムには、書き換えを行っていた値は正しい分析値ではないと考えて、除外している。

- ◆ 湿式分析、乾式分析とも J I S 規格値に対して十分余裕がある。
- ◆ 湿式分析に比べ乾式分析の方が、ばらつきが小さい。