

工業分野の暫定排水基準見直しに係る検討結果

1. 検討の経緯

亜鉛含有量（以下「亜鉛」という。）に係る暫定排水基準、カドミウム及びその化合物（以下「カドミウム」という。）に係る暫定排水基準が設定されている工業分野の5業種については、工業分野検討会を設置し、排水濃度の低減方策についての技術的助言及び検討を行ってきた。

昨年度に開催した検討会では、亜鉛に係る暫定排水基準が平成28年12月10日に、カドミウムに係る暫定排水基準が平成28年11月30日に適用期限を迎えることから、2回にわたり検討会を開催し、排水実態の把握、暫定排水基準の見直し（案）及び今後の排水濃度低減方策について検討を行った。

2. 暫定排水基準の設定状況

暫定排水基準については、工場等における排出濃度実態や適用可能な排水処理技術の有無・導入可能性等考慮し、現実的に対応可能な濃度レベルを業種毎に定め、将来的な排水対策及び技術開発の動向等を踏まえ、必要に応じその見直しを行うこと等が適当とされている。

亜鉛については、亜鉛を主に扱う業種の特殊性（原材料使用量の低減や代替品導入の困難性）、排水処理の困難性（凝集沈殿法による膨大なスラッジの発生等）、工場等の排出濃度実態を踏まえ、平成23年度の見直しにおいて引き続き一般排水基準への対応が困難と認められる金属鋳業及び電気めっき業の2業種について、5年間の適用期限で暫定排水基準を設定している。

カドミウムについては、平成26年度に金属鋳業及び溶融めっき業（溶融亜鉛めっきを行うものに限る）の2業種について2年間、非鉄金属第1次精錬・精製業及び非鉄金属第2次精錬・精製業（亜鉛に係るものに限る）の2業種について、3年間の適用期限で暫定排水基準を設定している。

現行の亜鉛及びカドミウムに係る暫定排水基準を表にまとめると、表1の通りである。

表1．亜鉛及びカドミウムに係る暫定排水基準の設定状況

業種	暫定排水基準値		適用期限
	亜鉛	カドミウム	
金属鋳業	5 mg/L	0.08 mg/L	亜鉛：5年 (H23.12.11～H28.12.10) カドミウム：2年 (H26.12.1～H28.11.30)
電気めっき業	5 mg/L	/	5年 (H23.12.11～H28.12.10)
溶融めっき業(溶融亜鉛めっきを行うものに限る。)	/	0.1 mg/L	2年 (H26.12.1～H28.11.30)
非鉄金属第1次製錬・精製業 (亜鉛に係るものに限る。)	/	0.09 mg/L	3年 (H26.12.1～H29.11.30)
非鉄金属第2次製錬・精製業 (亜鉛に係るものに限る。)	/	0.09 mg/L	

一般排水基準：亜鉛 2 mg/L、カドミウム 0.03 mg/L
網掛けは今回の見直し対象外

3．排水濃度の実態

暫定排水基準が適用される事業場のうち、一般排水基準を達成していない事業場数の推移について、亜鉛に係るものを表2に、カドミウムに係るものを表4に取りまとめた。

また、各業種における年間の排水濃度の最大値及び平均値について、亜鉛に係るものを表3に、カドミウムに係るものを表5に取りまとめた。

なお、年間の集計は、暫定排水基準の適用期限(亜鉛：12月11日から翌年の12月10日まで、カドミウム：12月1日から翌年の11月30日まで)をもとに集計を行っている。

表2．亜鉛の暫定排水基準が設定されている各業種の一般排水基準超過事業場数

業種分類	H23	H24	H25	H26	H27	事業場数
金属鋳業	4	4	4	4	4	115 ¹⁾
電気めっき業 (公共用水域に放流)	28	21	24	21	16	1,428 ²⁾
電気めっき業 (下水道放流)	97	95	84	82	84	

1：日本鋳業協会会員事業場数(平成27年度)(全事業場数の100%)

2：全国鍍金工業組合連合会会員事業場数(平成27年度)(全事業場数の94%)

表3．亜鉛の暫定排水基準適用業種における一般排水基準超過事業場の排水濃度推移
(単位：mg/L)

業種分類		H23	H24	H25	H26	H27
金属鋳業	平均値	2.7	3.0	2.8	2.5	2.7
	最大値	3.4	3.9	3.6	2.9	3.3
電気めっき業	平均値	1.9	2.3	2.3	2.4	2.0
	最大値	5.5	5.8	5.6	5.0	5.2

平均値は各年における、(一般排水基準超過事業場からの排水年平均濃度の和) / (一般排水基準超過事業場数)

最大値は各年における一般排水基準超過事業場の最高濃度

表4．カドミウムの暫定排水基準が設定されている各業種の一般排水基準超過事業場数

業種分類	H26	H27	事業場数
溶融めっき業	-	2 ⁴⁾	98 ³⁾
金属鋳業	1	1	115 ⁵⁾

3：日本溶融亜鉛鍍金協会会員事業場数(平成27年度)

4：データの集まった94事業場中、一般排水基準を超過した事業場の数

5：日本鋳業協会会員事業場数(平成27年度)(全事業場数の100%)

表中の「-」はデータなし。

表5．カドミウムの暫定排水基準適用業種における一般排水基準超過事業場の排水濃度推移
(単位：mg/L)

業種分類		H26	H27
溶融めっき業	平均値	-	0.005
	最大値	-	0.09
金属鋳業	平均値	0.022	0.034
	最大値	0.035	0.058

平均値は各年における、(一般排水基準超過事業場からの排水年平均濃度の和) / (一般排水基準超過事業場数)

最大値は各年における一般排水基準超過事業場の最高濃度

表中の「-」はデータなし。

4. 各業種における取組状況及び暫定排水基準値見直し(案)

(1) 金属鉱業(別紙1)

＜対象物質：亜鉛(一般排水基準：2 mg/L、暫定排水基準：5 mg/L)＞

1) 取組状況：

金属鉱業において亜鉛の一般排水基準を達成していない事業場は、4事業場(A～D事業場)である。金属鉱業については、山間部にあり処理に必要な電力の供給がない、急峻な谷間にあり中和・凝集沈殿処理設備の設置・維持管理が困難等の理由により、平成18年度の暫定排水基準設定時には16事業場が暫定排水基準の適用を受けていたが、これまで、排水処理設備の増設・維持管理の改善等の対策により、4事業場に減少している。各事業場における取組状況及び今後の対応方針は以下の通りである。

A事業場ではこれまで排水処理方法の変更(中和処理の効率化等)等により排水濃度の低減を進めてきた。前回の暫定排水基準見直し以降である直近5年間の最大濃度は3.0 mg/L(平成27年3月)であった。A事業場は現在中和処理による排水処理を行っており、今後、排水処理設備の増設(凝集剤添加設備の増設)を行い、平成30年12月までに一般排水基準を達成する見込みとしている。

B事業場は電力の供給がなく、これまで重力滴下式の中和処理による排水濃度低減を進めてきている。直近5年間における最大濃度は4事業場中最大の3.9 mg/L(平成24年3月)であるが、平成27年に実施した中和沈降試験では、今後処理pHを安定させることができれば一般排水基準を達成できるという試験結果が出ている。今後は、受電要請を行い、中和・攪拌処理によるpHの安定化等を行うことにより、平成28年度中に一般排水基準を達成する見込みとしている。

C事業場についても電力の供給がなく、これまで重力滴下式の中和処理による排水濃度低減を進めてきているが、現在の設備では中和剤の滴下量の調節が困難であることから、降雨時に処理対象水量が増加した際に水質が悪化する傾向にある。直近5年間の最大濃度は3.7 mg/L(平成24年4月)であるが、平成26年から平成27年には排水処理に凝集剤の添加が有効であることを確認している。今後は、中和・凝集・沈殿方式の排水処理設備を平成32年11月までに導入する予定であり、併せて排水処理の安定化・コスト低減のためのパッシブトリートメント導入についても平成33年末までに検討・導入を進め、一般排水基準を達成する見込みとしている。

D事業場についても電力の供給がなく、これまで事業場内の水路に重力滴下式の中和処理設備を設置する対策等により排水濃度低減を進めてきているが、近隣鉱山の浸透水の流入等により水量が一時的に増加する場合があり、十分な処理効果が得られていない。直近5年間での最大濃度は2.3 mg/Lであるが、浸透水の流入が少ない月は一般排水基準を達成(直近5年間で一般排水基準超過は60回測定中2回)しており、今後、浸透水の流入が多い時

でも中和処理を安定化させることにより、平成 33 年末までに一般排水基準を目指すとしている。

2) 暫定排水基準値(案):

直近 5 年間での最大濃度が 3.9 mg/L (B 事業場。平成 24 年 3 月)であり、C 事業場及び D 事業場においては、これまでも排水濃度低減に向けた取組を進めているが、一般排水基準達成に向けた取組には平成 33 年末まで時間を要することから暫定排水基準の延長はやむを得ないと考えられる。従って、現行の暫定排水基準 5 mg/L を 5 年間(平成 33 年 12 月 10 日まで)の適用期限で延長することが適当であり、特に一般排水基準達成に向けた対策に時間を要する C 事業場及び D 事業場については、途中年度での取組状況のフォローアップが必要と考えられる。

<対象物質：カドミウム(一般排水基準：0.03 mg/L、暫定排水基準：0.08 mg/L)>

1) 取組状況：

金属鋳業においてカドミウムの一般排水基準を達成していない事業場は、1 事業場 (C 事業場) である。

C 事業場については前述の通り、電力の供給がなく重力滴下式の中和処理による排水濃度低減を進めてきているが、降雨時に処理対象水量が増加し水質が悪化する傾向にある。暫定排水基準の設定以降の直近 2 年間の排水の最大濃度は 0.058 mg/L (平成 27 年 9 月) である。C 事業場では今後、中和・凝集・沈殿方式の排水処理設備を平成 32 年 11 月までに導入する予定であり、併せて排水処理の安定化・コスト低減のためのパッシブトリートメント導入についても平成 33 年末までに検討・導入を進め、一般排水基準を達成する見込みとしている。

2) 暫定排水基準値(案):

直近 2 年間での最大濃度が 0.058 mg/L (平成 27 年 9 月) であり、現行の暫定排水基準 (0.08 mg/L) 延長はやむを得ないと考えられる。暫定排水基準の適用期限については、業界団体及び事業者からは、上記の亜鉛に係る対策と講じる対策が同じであることから、亜鉛と同様に 5 年間の要望があるが、有害物質に係る暫定排水基準の適用期限は通常 3 年であることから、適用期限を 3 年 (平成 31 年 11 月 30 日まで) とし、その時点で対策の進捗状況を把握して、再度必要な期間を検討することが適当と考えられる。

(2) 電気めっき業(別紙 2)

<対象物質：亜鉛(一般排水基準：2 mg/L、暫定排水基準：5 mg/L)>

1) 取組状況：

電気めっき業において一般排水基準を達成していないのは 100 事業場(うち、公共用水域放流が 16 事業場、下水道放流が 84 事業場)存在する。暫定排水基準基準設定当初の平成 18 年度には約 200 事業場に暫定排水基準が適

用されていたが、業界団体の普及啓発の取組等により、一般排水基準を達成する事業場数は増加してきている。しかしながら、亜鉛の排水処理の困難さ等もあり、業界全体として一般排水基準の達成には依然至っていない状況にある。

これまで業界団体は講習会等の開催等、普及啓発等の実施により、各事業場においては、工程中のめっき液の代替薬品への切替え、使用濃度の低減及びくみ出し量の削減等により、排水濃度の低減を進めてきた。今後もこれらの取組を継続的に実施することにより、一般排水基準の達成を目指すとしている。

2) 暫定排水基準値(案):

直近5年間での排水中亜鉛の最大濃度は5.8 mg/L(平成24年)であり、業界における取組等により濃度は減少傾向(平成27年度の最大濃度は5.2 mg/L)である。新たな暫定排水基準としては、水質の悪化を容認しない観点から現行の暫定排水基準値5 mg/Lを維持し、排水濃度が高い事業場に対して引き続き改善指導等を進めていくことが適当と考えられる。

(3) 溶融めっき業(溶融亜鉛めっきを行うもの)(別紙3)

<対象物質:カドミウム(一般排水基準:0.03 mg/L、暫定排水基準:0.1 mg/L)>

1) 取組状況:

溶融めっき業において一般排水基準を達成していないのは、2事業場(F事業場及びG事業場)である。直近2年間の最大濃度はF事業場の0.09 mg/L(平成27年8月)であり、F事業場ではこれまで排水処理設備の改善(pH調整槽の追加、凝集剤の変更)により排水濃度低減対策及び基準超過の原因究明を進めてきたが、濃度低減には至っていない(直近の測定結果は0.061 mg/L(平成28年6月))。このため既存設備では一般排水基準の達成は困難と判断し、平成28年6月に排水処理設備の増設を行った。今後は、設備導入の効果を確認して濃度低減の可能性を検証し、設備を本格稼働させることにより平成29年11月末までに一般排水基準を達成する見込みとしている。

G事業場については、平成27年6月に一般排水基準を超過(0.04 mg/L)したが、その後、凝集剤の変更により直近の排水濃度は<0.003 mg/L(平成28年5月)まで低下している。

なお、平成23年に暫定排水基準を設定した際に最も排水中のカドミウム濃度が高かったE事業場(平成25年に最大0.07 mg/L)については、排水処理原水に混入する腐食防止剤EDTA(ボイラー用清缶剤。洗浄時に混入。)の除去及び排水処理設備の補修等の対策により、平成26年1月以降は継続して一般排水基準を達成している。

2) 暫定排水基準値(案)

直近の測定結果で一般排水基準を唯一超過しているF事業場(0.061 mg/L、平成28年6月)においては、排水処理設備を新設して対策の効果を見極め

る等、一般排水基準達成に向けた取組を進めており、今後は排水処理施設の本格稼働により1年間で一般排水基準達成する見通しを立てている。このため、現行の暫定排水基準0.1 mg/Lを1年間（平成29年11月30日まで）の適用期限で延長することが適当と考えられる。

5. 今後の対応

各業種における排水実態や排水濃度低減に向けた取組の進捗状況を、暫定排水基準の適用期限の中間年度にフォローアップを行うこと等により、的確に把握し、自治体及び業界団体とも連携し指導等を進める等、排水濃度のさらなる低減に向けた取組を進める。

金属鉱業の取組状況

対象物質：亜鉛

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>(業界団体)</p> <p>会員事業場(115事業場。カバー率100%)の排水実態把握を行った結果、亜鉛の一般排水基準を達成出来ていない事業場は4事業場(A～D)事業場。これらの企業に対し、業界団体は各事業場の処理技術情報を共有する等の普及啓発を実施。</p> <p>(A事業場)</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成22年に中和反応槽へ沈澱物沈降促進用仕切り板取付け 平成24年に中和反応槽2分割直列化による、中和反応距離の延長 平成25年に苛性ソーダ添加水路に攪拌用の板を設置(水路に板を設置し水の対流を生じさせるもの。) 平成26年に苛性ソーダ添加水路への攪拌用邪魔板増設 平成27年にポリ鉄添加による、亜鉛の共沈効果を検証。中和反応槽通過時間の2倍延長試験実施 <p>(B事業場)</p> <ul style="list-style-type: none"> 苛性ソーダ添加量調整による処理pHの安定化、中和沈降試験の実施 電化による処理場改善計画作成 処理場改善工事の実施 <p>をこれまでに実施。</p> <p>(C事業場)</p> <p>平成26年から平成27年に坑廃水に凝集効果があるか否かを判断するための試験(ポリ硫酸第二鉄を添加する試験)を実施。亜鉛の濃度低減に効果があることを確認。また、水処理コスト削減のため電気を必要としない処理技術で</p>	<p>該当する4事業場は電気が無く安定した中和処理が困難な状況。各事業場とも今後電化して中和処理の自動化を目指す。併せて電気を必要としない処理技術であるパッシブトリートメントの導入も検討の予定。</p> <p>(A事業場)</p> <p>排水処理設備の導入(ポリ鉄添加設備導入)により、平成30年12月までに一般排水基準の達成を目指す。</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成28年：ポリ鉄添加設備の導入。 平成29、30年：効果の検証。検証し改善後本格稼働。 <p>(B事業場)</p> <p>電気引込み及び処理制御の自動化により、平成28年度中までに一般排水基準の達成を目指す。</p> <p>(C事業場)</p> <p>電力確保及び処理制御の自動化、パッシブトリートメントの導入により一般排水基準の達成を目指す。</p>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>あるパッシブトリートメント技術の導入に向けた試験・研究も並行して実施。</p> <p>凝集沈殿処理</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 28 年度：坑廃水の現状確認と排水処理設備での凝集効果を確認するためのジャーテスト（室内試験）を実施。 <p>パッシブトリートメント</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 27 年度：坑廃水を用いた予備試験を実施して良好な結果を得ている。 <p>（D 事業場）</p> <p>これまでに下記の取組を実施。</p> <p>下記の対策により一定の効果が見られているが、近隣鉱山からの浸透水が事業場沈殿池の底から湧水として流入しているため、苛性ソーダによる中和やろ過の効果が十分に得られていない。近隣鉱山からの浸透水は、処理水量の約 2 ～ 5 割を占めるため、浸透水対策が今後の課題である。</p> <p>溶存亜鉛濃度低減対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 無電力であるため、中和を行う水路（苛性ソーダを投入）に邪魔板を設置し、滞留時間を増加させ反応効率を高めるよう改善 pH 計を設置し、中和反応槽の pH を連続監視。管理体制の強化を図った。 <p>粒子態亜鉛濃度低減対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 固液分離改善策として、中和処理後の水を沈殿池底に溜まった沈殿物に通過させる処理を実施。 	<p>凝集沈殿処理</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 29、30 年度：排水処理設備の設計。 平成 31、32 年度：排水処理設備の試運転、本格稼働。 平成 33 年度：排水処理の効果確認等。 <p>パッシブトリートメント</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 28 年度：現地にカラム試験装置を設置し、通水量数 mL/min 程度の連続通水試験を計画する。試験期間は 2 年とする。 平成 30 年度～：通水量を数 L/min に増やして実証プラント試験を 2 年間実施し、フルスケールプラントの設計を実施。 <p>（D 事業場）</p> <p>今後、浸透水の流入が多い時でも中和処理の安定化することにより、平成 33 年末までに一般排水基準の達成を目指す。</p>

対象物質：カドミウム

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>(C事業場)</p> <p>平成26年から平成27年に坑廃水に凝集効果があるか否かを判断するための試験(ポリ硫酸第二鉄を添加する試験)を実施。カドミウムの濃度低減に効果があることを確認。</p> <p>また、水処理コスト削減のため電気を必要としない処理技術であるパッシブトリートメントの導入に向けた試験・研究も並行して実施。</p> <p>凝集沈殿処理</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成28年度：坑廃水の現状確認と排水処理設備での凝集効果を確認するためのジャーテスト(室内試験)を実施。 <p>パッシブトリートメント</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成27年度：坑廃水を用いた予備試験を実施して良好な結果を得ている。 	<p>(C事業場)</p> <p>平成33年度を目標として、中和・凝集沈殿方式の排水処理設備を導入・運用・安定化できるように、必要な試験・検討を進める。</p> <p>凝集沈殿処理</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成29、30年度：凝集沈殿法による水処理プラントの概要設計、詳細設計を実施。 平成31、32年度：プラントの建設、試運転、立ち上げを実施。 平成33年度：プラントの安定運転、効果確認を行う。 <p>パッシブトリートメント</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成28年度：現地にカラム試験装置を設置し、通水量数mL/min程度の連続通水試験を計画する。試験期間は2年とする。 平成30年度～：通水量を数L/minに増やして実証プラント試験を2年間実施し、フルスケールプラントの設計を実施。

電気めっき業の取組状況

対象物質：亜鉛

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>(業界団体)</p> <p>各事業場において排水中の亜鉛濃度低減に向けた取組を進めているが、亜鉛の排水処理の困難さ等もあり取組は十分に進んでいない状況。</p> <p>業界団体(組合員1,428事業場。カバー率94%)では全組合員を対象とし、排水濃度の実態把握のため、年2回の調査(半年間での最大濃度の報告を求める依頼)を平成16年より継続して実施している。月間機関誌「全鍍連」及び年誌「めっき要覧」を通じて、更なる排水濃度低減努力を各事業者に促している。</p> <p>また、毎年3回各都府県めっき工業組合の環境委員を集めた委員会を開催して情報共有するとともに、各地域の一般排水基準を達成していない事業場に対して改善を求めている。</p> <p>この他、亜鉛排水対策に関する冊子を作成して、毎年配布するとともに各都府県めっき工業組合において、年1回以上の講習会、情報交換会を実施している(講習会は直近3年半で16都府県において20回以上実施。)</p> <p>また、直近3年間に亜鉛排水対策に関するテーマで合計6回の講演会を開催。各都府県の公設試験場とともに、毎年5~10事業場を対象にした巡回指導を実施している。</p> <p>めっき工場の集中する東京都においては、改善事業所の見学・講習会を継続して実施するとともに、平成27年度から公設試験場及び排水処理専門家等による巡回指導を実施(平成27年は合計20事業場)している。また、東京都下水道局においても、同様に立入調査と指導を実施しており、平成27年度は約30事業場に立入り調査を実施している。</p>	<p>(業界団体)</p> <p>専門家による巡回指導を続けることにより一般排水基準を超過する事業場を減らし、5年後の一般排水基準達成を目指す方針である。また、引き続き、めっき工場の集中する東京都等を中心とし巡回指導を継続する方針。</p>

溶融めっき業の取組状況

対象物質：カドミウム

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>(業界団体)</p> <p>平成 25 年の暫定排水基準設定に先立って、業界団体において会員企業のカドミウムの排出実態把握を実施 (H25 年 8 月)。その結果、協会会員 79 事業場中 34 事業場から回答が得られ、このうち 1 社 (E 事業場) が一般排水基準 (0.03 mg/L) を超過。この結果を受け、2 年間の期限を定めて暫定排水基準 (0.1 mg/L) を設定。</p> <p>その後、業界団体において再度測定結果の収集を行ったところ、平成 27 年 12 月末までに、協会会員 98 事業場中 94 事業場の排水データが集まった。その結果 2 事業場 (F 事業場、G 事業場) が一般排水基準を超過していた (H27 年度実績)。</p> <p>(E 事業場)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボイラー循環水による腐食防止剤 (EDTA) が洗浄の際に混入していたため除去 ・腐食防止剤 (清缶剤) を変更 (EDTA の使用中止) ・凝集沈殿後の上澄み水濾過装置の補修 ・中和処理後の排水タンクのひび割れ補修 <p>上記対策によって、排水濃度の低減が見られ、平成 26 年 1 月以降は継続して一般排水基準以下 (直近データでは <0.001 mg/L、H28 年 6 月)。</p> <p>(F 事業場)</p> <p>H27 年度まで pH 調整、凝集剤の変更等の対策を実施してきたが原因究明には至らず、対応策を検討。既存設備では一般排水基準達成は困難と判断し、排水処理設備を新設する方針に切り替え、H28 年 6 月に設備を設置。直近の排水濃度は 0.061 mg/L (平成 28 年 6 月。設備導入前)。当該対策等を進めることにより H29 年 11 月末までに一般排水基準を達成する見通し。</p>	<p>(業界団体)</p> <p>引き続き、会員企業の排水実態の把握に努める。</p> <p>(F 事業場)</p> <p>～平成 28 年 3 月頃：pH 調整、凝集剤の見極めと同時に、キレート混入等、高濃度排水の原因究明</p> <p>平成 28 年 6 月：排水処理設備を新設し、対策結果の見極め、一般排水基準の達成を目指す</p>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>(G 事業場)</p> <p>H27 年 6 月に一般排水基準を超過 (0.04mg/L)。その後、排水中のカドミウムを沈降させるために廃水処理設備に滴下する凝集剤の変更により排水濃度は低減。直近の測定結果では<0.003 mg/L (H28 年 5 月)。</p>	