

公共施設電気設備工事における環境配慮への取組み

Environmental Technologies for Electrical Equipment Installation Work in Public Facilities

宮崎 顕司

MIYAZAKI Kenji

樋田 康志

TOYODA Yasushi

加藤 孝夫

KATO Takao

環境の保全は21世紀における人類共通の課題となっており、全世界的な目標設定の下で問題解決が進められている。ここでは、公共施設の電気設備工事の環境影響で重要なものを明らかにし、様々な環境側面に対する評価をして環境負荷低減についての取組みと技術展望について述べる。当社は、いくつかの要因による環境影響評価の結果、産業廃棄物の量が建設工事でもっとも重要な要因であることがわかり、エコ材料の採用と環境負荷低減に取り組んでいる。

Environmental issues are an area of common concern for humanity in the 21st century. To solve these issues, it is necessary to consider the environmental impact of every activity.

This paper describes environmental technologies applied to electrical equipment installation work in public facilities. As a result of assessing the environmental impacts of several factors, we have found that the amount of industrial waste generated is the most serious factor in installation work. We have therefore made efforts to apply eco-materials to such work and reduce the environmental burden.

1 まえがき

上下水道プラントは、その公共性の観点から、環境配慮へのアカウンタビリティがもっとも求められている施設と言える。その環境配慮は、当然施設の建設から運用、そして廃棄に至るライフサイクル全体での考慮が必要である。これを技術的に見れば、運用時はエネルギーや化学物質の使用といった維持管理の視点が重要となり、建設と廃棄では、環境を配慮した建設と廃棄の計画、設計、施工管理といった視点が重要となる。

施設の建設と廃棄では、大きく分けて製品(機器)の問題と現場施工の問題に分かれる。製品(機器)の問題は、製品の製造から廃棄までの環境への負荷量を少なくする問題であり、製造工場や廃棄・再利用施設での環境負荷低減として設計、製造、廃棄に取り組んでいる。一方、現場施工については、ケーブル、ラックなどの工事材料を現場で加工して施工し、廃棄やリニューアル時には現場で解体し、所定の方法で廃棄することになる。ここでも、環境負荷を低減する設計・施工が必要であり、製造工場と同様に組み込まなければならない問題である。環境負荷を低減する設計・施工を実現するには、様々な環境側面に対する影響を計測・評価し、それらと他の評価因子(安全性、経済性など)とともに合成し、その合成評価に基づいて設計・施工プロセスを最適化する作業となるが、いまだ体系化されていないのが実情である。

ここでは、電気工事の現場における環境負荷削減につい

て、その取組みと技術展望について述べる。まず、現場工事の範囲の中で、何が環境への影響で重要なのかを明らかにする必要がある。この手法として、“環境側面”の特定と環境影響評価の実際について紹介する。次に、工事材料、施工方法の各々について、環境負荷低減への具体的取組みについて述べる。そして最後に、現場工事における環境負荷低減に対しての課題と今後の展望について述べる。

2 現場工事にかかわる環境法令

現場工事の環境管理を実施するうえでは、法令を遵守した工事計画を検討することから始めなくてはならない。そのため、工事にかかわる法令や地方条例を調査し、関係者全員に周知させることにより、設計・施工計画段階から環境負荷の少ない工事設計をすることが必要である。

基本設計当初から環境関係法令の調査と関係者への周知を行い、電気設備工事だけでなく、関係する建築・土木工事や機械設備工事も含めて、総合的に環境負荷の少ない工事を検討する体制の整備が課題である。

3 現場工事の環境影響評価

現場工事の環境管理を実施するためには、現場工事の業務活動が環境に影響を与える環境側面を洗い出し、著しい環境側面を特定する必要がある。

まず、現場工事における環境側面を、産業廃棄物、電力・水、車両、施設、水質・薬品類、大気・ガス、騒音、振動、悪臭、生態系の10項目に分類する。

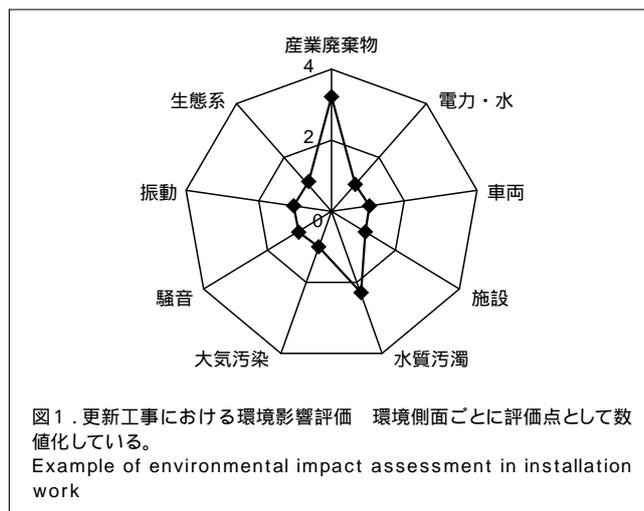
- (1) 産業廃棄物 産業廃棄物は必ず排出される。また、環境に与える影響が大きい。
- (2) 電力・水 工事で使用する電気は、その電力を発生させるために化石燃料を燃焼させ、二酸化炭素(CO₂)の増大につながる。また、工事用水の大量使用は天然資源の枯渇につながる。
- (3) 車両 工事に使用する車両・重機は、大気汚染や資源の枯渇化及び騒音に対する環境影響が大きい。
- (4) 施設 工事にかかわる油タンク、薬品庫、水処理施設などは、その管理がおろそかになると、土壌汚染、水質汚濁の直接的な原因となる。
- (5) 水質・薬品類 有機溶剤や危険物など、水質汚濁、土壌汚染を引き起こす材料などを工事に使用することがある。
- (6) 大気・ガス 大気汚染防止法や条例などで規制されている粉じんやばい煙を発生させる作業、オゾン層の破壊や大気汚染を引き起こすガスを使用する作業がある。
- (7) 騒音 騒音規制法、条例などで規制されている特定施設を使用する工事や特定作業がある。
- (8) 振動 振動規制法、条例などで規制されている特定施設を使用する工事や特定作業がある。
- (9) 悪臭 悪臭防止法などで規制されている特定悪臭物質を使用する工事がある。
- (10) 生態系 森林の伐採や埋立てなど、生態系に影響を与える可能性のある工事がある。

これらの環境側面に対して、その工事で使用する材料、仮設機材、使用工具、工事の結果などから環境に与える影響の大きさを評価する。

評価する期間は、仮設資機材の現地への搬入時から、工事が完了し、すべての工事資機材を撤去し終わるまでの工事期間中だけでなく、工事完了後の産業廃棄物の搬出先での環境への影響や、その施設がリニューアールされる場合も想定して評価する必要がある。

評価の手順は、まず、その工事が持っている環境側面の概要を把握するために、環境に著しい影響を与える可能性のある作業を洗い出す。次に、先に述べた10項目の評価項目ごとに詳細な環境負荷を確認して評価点をつけ、その工事の環境への影響度を数値化する。更に、この評価点の大きな環境側面を評価項目としてピックアップし、その環境負荷を低減させるための環境目標及び推進計画を作成する。

図1は某ポンプ場電気設備更新工事において、その工事の環境側面ごとに環境への影響を評価点として数値化した



ものである。このように数値化することにより、この工事の持っている環境側面が浮き彫りにされる。

この図からわかるように、上下水道プラント電気設備の一般的な工事では、産業廃棄物の環境側面が大きいと言える。産業廃棄物の発生は、使用材料及び工事管理によって、その排出量や環境への影響の大きさが左右される。

環境評価による環境側面の特定とその排出量の低減施策、及び現場工事で使用する材料の選定が非常に重要である。

4 工事材料の環境負荷低減への取組み

4.1 ケーブル

上下水道プラント電気設備工事で使用される材料は、電線・ケーブル類が圧倒的に多い。

この電線・ケーブル用被覆材として、従来ポリ塩化ビニル(PVC)材料が使用されてきた。これらの電線・ケーブル被覆材は、工事現場から端材として、又は撤去後は不要ケーブルとして排出され、埋立てや単純焼却により廃棄されている。

PVCは分子構造中に塩素を含有しており、燃焼時にハロゲン系ガスを発生させる。また、ダイオキシンの発生が懸念されている。更に、電線被覆材に使用されているPVCの多くは、安定剤として鉛化合物を含有しているため、焼却・埋立て時の土壌汚染や水質汚濁も懸念されている。

このような状況から、環境影響を極力少なくするため、環境配慮型電線・ケーブルの使用が拡大している。環境配慮型電線・ケーブル(エコケーブル)のコンセプトは次の4点である。

- (1) ハロゲン化合物を使用していない(燃焼時に有害なハロゲン系ガスやダイオキシンを発生させない)。
- (2) 鉛など重金属化合物を使用せず、有害物質を環境中に溶出しない。

- (3) PVCを用いた従来のケーブルと同等の難燃性を備える。
 - (4) 構成材料を極力統合し,リサイクルを容易にする。
- こうした要件を満たすため 環境配慮型電線・ケーブルは,被覆材としてポリエチレン系の材料を用いている。従来型と環境配慮型ケーブルの構造を図2に示す。

表1. ケーブル被覆材の特性比較
Comparison of cable covering material characteristics

項目	ポリエチレン系材料	PVC
導体許容最高温度	75	60
難燃性	JIS 60 傾斜合格	JIS 60 傾斜合格
ハロゲン系ガス発生量	0mg/g	200 ~ 300mg/g
発煙濃度	80 ~ 120	200 ~ 300
燃焼時発生ガスの酸性度	pH4 ~ 5	約pH2
ダイオキシン発生	可能性なし	可能性あり
鉛溶出	可能性なし	可能性あり

ルの付属品である末端処理材についても環境負荷低減への取組みが始まっている。

従来の三又(さんさ)管やゴムスペーサには,クロロブレンゴムが使われている。クロロブレンゴムにはハロゲン化合物が含まれており,クロロブレンゴムが燃焼すると有害なハロゲン系ガスやダイオキシンを発生させる。

また,末端処理材の成形に使用するビニルテープも同様にハロゲン化合物が含まれているため,クロロブレンゴムと同様の環境影響がある。

高压末端処理材には鉛テープが用いられ,末端処理作業に使用されるはんだには鉛が含まれている。末端処理作業では,はんだの管理が不確実であったり,また末端の撤去後に末端材料を廃棄物として埋立て処分したりすると,土壤汚染の原因ともなる。

末端処理材の環境負荷低減のコンセプトは次の2点である。

- (1) ハロゲン化合物を含まない。
- (2) 鉛を使用しない。

環境配慮型の製品では,末端処理材の部品である三又管やゴムスペーサに,クロロブレンゴムに替えてエチレンプロピレンゴム(EPゴム)が使われている。また,ビニルテープに替え,ポリエチレンテープが使われている。

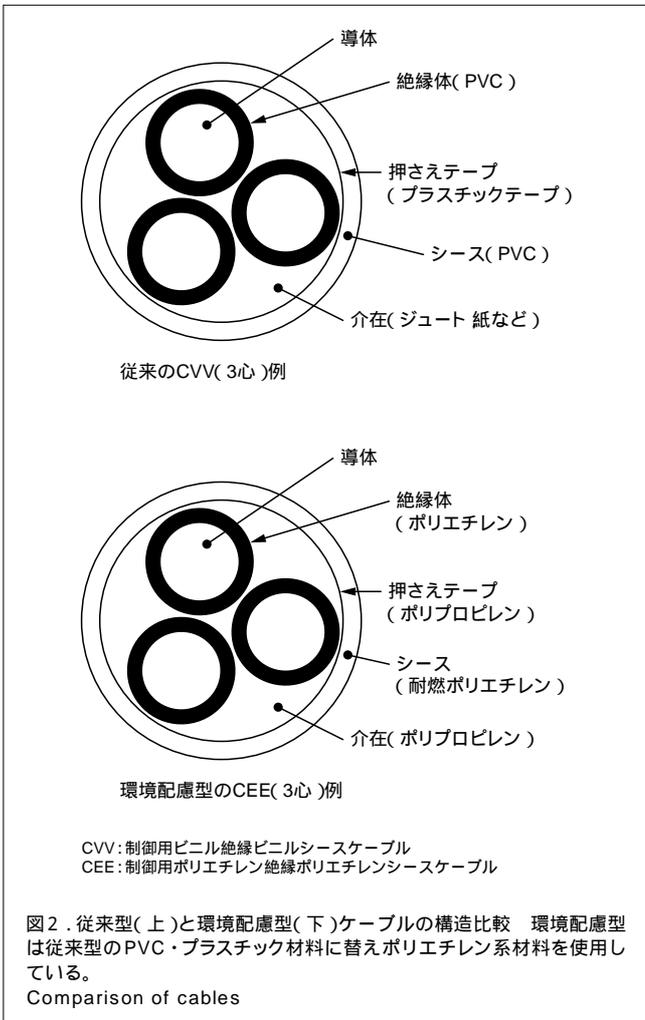
高压末端処理材では,鉛テープを用いたテ - プ巻きストレスコーンは使わず,差込型ストレスコーンを使用し,作業には,鉛成分が含まれていないはんだを使用することが考えられている。

更に,はんだを使わずに,機械的にシールドテープとすずめつき軟銅線を接続できる製品が開発されている。

4.3 電線管類

電線管類にはプラスチック系の材料が多いが,材質としては塩化ビニルとポリエチレンに大別される。

地中電路材として用いられる波付き硬質ポリエチレン管(FEP)や,屋内配線に用いられる合成樹脂製可とう電線管(PF管,CD管)の材質はポリエチレン系であり,環境への影響が少ない材質である。しかし,これらの製品には難燃性を持たせた製品があり,添加剤としてハロゲン化合物が含ま



使用が拡大しつつある環境配慮型材料(ポリエチレン系材料)と従来のPVCとの特性比較を表1に示す。

この表からもわかるとおり,ポリエチレン系材料はPVCと同等の難燃性を持つうえ,万一の火災時でも有害なハロゲン系ガスが発生せず,発煙濃度も大幅に減少するため,防災性,安全性に優れている。更に,導体許容最高温度はPVC絶縁が60 であるのに対して,ポリエチレン系材料は75 であり,許容電流が大きとれるため,絶縁電線ではサイズダウンとなることもメリットである。

ただし,製品単価としては従来のPVCを使用した製品に比べて割高になる。

4.2 末端処理材

ケーブルに対しての取組みが進んでいると同様に,ケーブ

れている難燃剤が用いられている。環境配慮型の製品では、ハロゲン化合物が含まれていない難燃剤を用い、燃焼によりハロゲン系ガスやダイオキシンが発生しないように配慮されている。

硬質ビニル電線管(VE管、HIVE管)は、安価で加工性が良く、腐食に強い材料として広く使用されているが、燃焼により有毒なハロゲン系ガスやダイオキシンが発生するため、業界各社で、塩化ビニルに替わる材質をコストも含めて検討中である。

5 現場工事の環境負荷低減への取組み

5.1 使用材料の削減

使用材料を削減することは、残材として処理される産業廃棄物を削減することにつながり、またリニューアル時の廃材の削減にもつながる。更に、使用材料を削減することにより、その材料を製造するために必要なエネルギーの削減、CO₂の排出削減につながる。

使用材料削減の有効な手段は、プレハブ化、ユニット化である。

電線路や機器類の架台などの鋼材も、工事設計段階で工場加工を検討することにより、現地工事での鋼材加工を削減できる。工場加工に比べて現地加工では作業効率が悪いいため、現地加工を削減し工場加工率を上げることにより、溶接作業による使用電力の削減となる。また、工場加工品に塗装を施して納入することにより、現地工事場所での塗料の保管量削減となり、現地工事場所に設置される仮設の保管施設からの溶剤漏れなどによる環境汚染の危険性が低減する。

制御ケーブルにおいても、制御盤への接続をコネクタによる接続とし、工場でケーブルにコネクタ加工を施して現地に納入することにより、製品コストは上がるがケーブルの残材が減り、産業廃棄物の排出量を削減できる。

こうした使用材料削減には、設計時点から環境を意識した設計が必要である。今後、更に基本設計当初から環境負荷低減の施策を盛り込んだプレハブ化、ユニット化の設計が要求される。

5.2 梱包材料の削減

現地工事に搬入される機材の梱包材は、そのほとんどが産業廃棄物となる。また、梱包材自体も、木材又はダンボールが主流であり、森林の伐採にかかわっている。今後、梱包材のコンテナ化や再利用を進める必要がある。

電線・ケーブルの梱包材では、木製ドラムの回収ルーチンが確立されており、再利用・再資源化が進められている。現場工事で発生した使用済みケーブルドラムをドラム再生業者が回収し、修理、補強したうえで再生ドラムとして電線メーカーに引き渡す。電線メーカーから再び輸送ルーチンに乗り、

現場に回ることになる。

ドラム再生業者は、再利用できないドラムは解体して、ボルト類はスクラップ屑(くず)として処分し(再資源化)、ドラムのつば材や胴体は再生ドラムの部材として利用するか、又は燃料チップとして再資源化する。腐食して再利用・再資源化できない木材は、産業廃棄物として処分される。したがって、現場管理で使用済みの空きドラムを十分に管理すれば、ケーブルドラムからはかなり高いリサイクル率が得られることになる。

ケーブルドラム以外のダンボールや木材の梱包材も再資源化材料であり、現場の意識改革や環境を配慮した現場管理により再資源化が進むが、こうしたコストを掛けて実施することができるかが、今後の課題である。

5.3 リサイクルへの取組み

電気設備工事で発生した廃棄物を再利用(リサイクル)することは、まだまだ定着するには至っていない。しかし、社会の要請、環境への配慮から各方面での検討が進んでいる。ここでは、電線・ケーブルと電線路材への取組みについて述べる。

5.3.1 電線・ケーブルのリサイクル

電線・ケーブルは、基本的には金属導体とゴム・プラスチック被覆材で構成されている。廃棄電線のリサイクル方法としては、廃棄電線から分別回収したこれらの材料を、再び製品の材料として使用するマテリアルリサイクル、そして被覆材は燃料として使用するサーマルリサイクルの二つの方法がある。現在のところ、ゴムや架橋ポリエチレンなどの再利用技術が確立しておらず、マテリアルリサイクルが困難な一部の材料についてはサーマルリサイクル(熱利用)にとどまっている。

工事中や工事完了後の廃棄電線は、産業廃棄物として専門業者に渡されて処分されている。日本電信電話(株)や電力会社など大口需要家からリニューアルなどで撤去された廃材は、地域ごとに回収ルートが確立されており、高い回収率となっている。

回収された廃棄電線は、導体と被覆材に分離される。導体は、マテリアルリサイクルされ、そのリサイクル率は99%と非常に高い。しかし、被覆材の架橋ポリエチレンは燃料としてサーマルリサイクルされ、PVCやポリエチレンはマテリアルリサイクルされている。回収段階での分別が徹底されていないと、架橋ポリエチレンやゴムと混在し、マテリアルリサイクルに回せないため、リサイクル率は低い。更に、このような混在回収被覆材の場合は燃焼時にPVCからハロゲン系ガスやダイオキシンの発生が懸念されるため、埋立て処理に回されている。

上下水道プラントの電気設備工事は、電線・ケーブルの使用量からみると小口需要家であり、工事中や工事完了後も、またリニューアル後の廃棄電線も産業廃棄物として処理され

ている。このような小口需要家の工事であっても、工事中の廃棄物を確実に分別することで、リサイクル率を高めることが必要である。

今後は、先に紹介した環境配慮型電線・ケーブルの使用を拡大することによる、被覆材のリサイクル率向上が望まれる。

5.3.2 電線管類のリサイクル 波付き硬質ポリエチレン管や合成樹脂製可とう電線管などのポリエチレンで作られた製品では、製造メーカーでのリサイクル技術が確立され、既にリサイクルプラスチックを用いた製品も販売されている。しかし、これらの原料となる廃プラスチックは市中業者から製造メーカーが購入しており、現場から発生する残材や産業廃棄物からのリサイクルはまだ確立されていない。また、リサイクル製品はバージン材の製品より割高である。

硬質塩化ビニル電線管については、焼却処分すると有害なハロゲン系ガスやダイオキシンが発生するので、現状では産業廃棄物として埋立て処分されている。しかし、社会の要請から、製造メーカーではリサイクルを検討し始めている。これは市中業者から購入したり、販売店の不良在庫などを引き取り、洗浄し破碎した後、熔融し、再び同質の製品として製造するものである。ポリエチレン同様、現場工事で発生する残材、産業廃棄物からの回収については、まだ見通しが立っていないのが現状である。

これらのリサイクルができない原因としては、現場における分別の不徹底が大きい。リサイクルの基本は分別である。混合廃棄物をリサイクルに回す場合は、その中間処理で多大な費用が発生してしてしまうため、結果的には産業廃棄物として処理しているのが現状である。混合廃棄物をなくすためには、徹底した分別が必要になってくる。

これは、結局はその工事にかかわるすべての人の意識が高まらなくてはならない。現地工事では、安全と同様に環境協議会などを組織して、業者ごとではなく、すべての人がリサイクルに取り組むような体制を構築することが重要であり、今後の課題である。

5.4 産業廃棄物の適正処理

産業廃棄物を適正に処理する目的は、産業廃棄物の排出を抑制し、適切な分別と再生、並びに廃棄物処理を確実にすることにより、環境負荷を低減することにある。現場工事から排出される代表的な産業廃棄物を表2に示す。

法的に定められ管理された処分場以外の場所で投棄された廃棄物からは、悪臭、土壌汚染、水質汚濁などの重大な環境破壊が起こる。これらにより破壊された環境を復元するには多大な費用と膨大な時間が必要であり、これを未然に防ぐため、排出場所から最終処分地までの過程を管理することが、産業廃棄物の適正処理の重要なポイントである。

廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)では、これらの産業廃棄物の管理を管理票(マニフェスト票)の交

表2. 産業廃棄物の種類と現場工事における具体例
Types of industrial waste and examples in installation work

区分	種類	現場工事における具体例	
産業廃棄物	あらゆる事業活動に伴うもの	1. 燃えがら	原則として発生しない
		2. 汚泥	原則として発生しない
		3. 廃油	トランス油, コンデンサ油, 発電機オイル, タービン油
		4. 廃酸	エッチング廃液
		5. 廃アルカリ	液体抵抗器用炭酸ソーダ
		6. 廃プラスチック	塩化ビニルパイプ, ケーブル被覆材, エフレックス管
		7. ゴム屑	原則として発生しない
		8. 金属屑	鋼材, 架台, 電線屑, 盤類
		9. ガラス, 陶磁器屑	ガラス繊維屑(保温材), 磚子(がいし)類, 空き瓶類
		10. 鋳さい	原則として発生しない
		11. コンクリートの破片など	コンクリートがら, アスファルトがら
		12. 煤塵(ばいじん)	原則として発生しない
	特定の事業活動に伴うもの	13. 紙屑	ダンボール, 紙包装材
		14. 木屑	木枠梱包材, ベニヤ板, 空ケーブルドラム
		15. 繊維屑	原則として発生しない
		16. 動物性残さ	原則として発生しない
		17. 動物のふん尿	原則として発生しない
		18. 動物の死体	原則として発生しない
19. 以上の廃棄物を処分するために処理したもので、上記の産業廃棄物に該当しないもの			
特別管理産業廃棄物	3.1. 廃油	廃潤滑油類のうち、引火点が70 未満のもの	
	4.1. 廃酸	pHが2.0以下の廃酸	
	5.1. 廃アルカリ	pHが12.5以上の廃アルカリ	
	20. 感染性廃棄物	原則として発生しない	
	特定有害産業廃棄物	21. 廃PCB(ポリ塩化ビフェニル)など	原則として発生しない
		22. 廃石綿など	建築物から除去した飛散性の吹付け石綿, 石綿含有の保温材
23. その他		蛍光灯(水銀が蒸着されている), 照明器具(安定器にPCBを使用したものがある)	

付と回収により管理することを定めている。

更に法改正(2001年4月1日)で、マニフェストシステムが次のように変更された。

- (1) 排出業者は、最終処分の予定場所をマニフェスト票に記載しなければならない。
- (2) 中間及び最終処分業者は、最終処分が終了した旨を、マニフェスト票により委託した者に通知しなければならない。
- (3) 排出業者は、マニフェスト票による最終処分終了の確認が義務づけられた。
- (4) 不適正処理が行われた場合、マニフェスト票の虚偽記載、不交付、未記載などがあれば、措置命令の対象となる。また、罰則を適用されることがある。

このように大幅に改定され、施行規則でマニフェスト票の様式も定められた。これまで以上に、遵法に徹したマニフェ

スト管理の推進が必要である。

現状では、GPS(Global Positioning System)測位と通信衛星を利用して産業廃棄物の運行管理を行う廃棄物・排出物処理衛星監視システムが一部で実施されている。現場での元請工事業者は排出事業者であり、廃棄物処理法では産業廃棄物の処理責任は排出事業者にあるという観点から、今後このようなシステム運用を取り込み実施しようとするればコストアップも考えられ、検討・議論すべきところである。

6 その他の問題への取組み

6.1 六フッ化硫黄(SF₆)ガスの取扱い

1997年12月の地球温暖化防止京都会議で、温室効果ガスについて、従来のCO₂、メタン、N₂O(亜酸化窒素)にHFC(ハイドロフルオロカーボン)、PFC(パーフルフルオロカーボン)、SF₆ガスを加えた6種類のガスを対象として、国別の排出削減目標が定められた。これを受けて、SF₆ガスに替わる絶縁材料の検討も進められているが、現在のところSF₆ガスと同程度の絶縁性能を備える有効なガスは見つかっていない。

SF₆ガスは、既存のガス絶縁機器から回収されるガスの純度は97%以上であり、再利用ができることから、SF₆ガス排出削減の基本は、増設工事や移設、廃棄に際してガスを回収し再利用することである。また、汚損したガスについては、SF₆ガス製造メーカーによる再生成、又は破碎処理を行う。したがって、SF₆ガス排出削減のためには、現場工事で完全に回収できることが重要である。今後の課題としては、回収技術を向上させるとともに、増設工事や点検時の工程にガス回収時間を見込んだ計画を立てる必要がある。

6.2 石綿の処理

公共施設のリニューアル工事では、既存の建屋部分を更新する可能性がある。既存建築物には、吸音材、保温材として石綿を使っている場合があり、更新にあたりこれらを除去する必要がある。石綿は特定化学物質であり、また特別管理産業廃棄物に指定されている。したがって、工事中はもちろん、工事完了後の廃棄においても、極めて環境負荷の高い物質として留意して取り扱う必要がある。

工事中は、特定化学物質作業主任者を選任する。また、作業にあたっては、石綿を湿潤状態にし、作業員に呼吸用保護具及び保護衣を使用させる。撤去した石綿は、飛散しないようにふた付きの容器に収納する。

石綿を取り扱う作業をする場合に、地方自治体の条例により当局への届出が必要となることがあるので、事前の調査が必要である。

石綿を収集・運搬する場合は、他の産業廃棄物と区分して行う。処分又は再生の場合は、溶融設備により十分に溶融する。埋立て処分は、耐水性の材料で二重に梱包するか固化化するかのいずれかの方法で行う。こうした処分は、未来に向けて大きな環境影響を残すことであり、確実に適正な方法で処分されたことを事業者、排出事業者ともに確認することが重要である。

7 あとがき

地球環境問題は、“経済性と対環境性のトレードオフの構造”と言える。今後は、新たな環境対応型社会システムの枠組みが必要であり、環境負荷量を金額換算して建設費用に反映させるなど、環境負荷低減への何らかのインセンティブ制度の制定が必要と考えられる。また、建設の初期投資だけでなく、運用、廃棄まで含めたLCA(Life Cycle Assessment)的観点での評価も重要であり、これは現状の市場経済の枠組みでも対応できる。これらの点については、行政各位の早急な対応に期待するものである。

今後は、環境についていろいろな経験を経て、環境負荷を低減する設計・施工手法の体系化が必要であると考えます。

文 献

- (1) 吉田 伸・電線・ケーブル類のリサイクル . BE 建築設備 . 2000 , p.43 - 47.
- (2) 小田勇一郎,ほか . 環境配慮型電線の設計に関する一考察 . 電気学会誌 , 1998-8 , p.17 - 20.
- (3) 吉田 伸,ほか . エコ電線・ケーブルの開発 . 昭和電線レビュー . 50 , 1 , 2000 , p.17 - 20.
- (4) 電気協同研究会 . 電力用SF₆ガス取り扱い基準 . 電気協同研究 . 54 , 3 , 1998-12 , p.154 - 155.



宮崎 顕司 MIYAZAKI Kenji

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 社会フィールド建設部主務。上下水道電気設備工事のエンジニアリング業務に従事。

Public & Industrial Systems Div.



樋田 康志 TOYODA Yasushi

東芝プラント建設(株)公共技術部グループ長。上下水道電気設備工事の工事設計業務に従事。

Toshiba Plant Kensetsu Co., Ltd.



加藤 孝夫 KATO Takao

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 公共システム技術第二部長。公共システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会、計測自動制御学会会員。環境システム計測制御学会評議員。技術士(電気・電子部門、水道部門、総合技術監理部門)。

Public & Industrial Systems Div.