

上下水道施設の省エネルギーとリサイクル

山本 総一郎(やまもと そういちろう)

増澤 栄一(ますざわ えいいち)

佐藤 治(さとう おさむ)

① まえがき

周知のとおり、二酸化炭素による地球温暖化、窒素・硫酸化物による酸性雨などの地球環境破壊に警鐘が鳴らされて以来、地球環境保全に対する取組みが「気候変動枠組み条約第3回締約国会議」(地球温暖化防止京都会議：1997年12月)以降本格化している。

「改正省エネルギー法」(エネルギーの使用の合理化に関する法律の改正法：1999年4月施行)や「グリーン購入法」(国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律：2001年1月施行)のような具体的な目標を示した法整備も行われ、また水道事業体において環境会計の導入など、環境対策と経営効率の調和を目指した取組みも行われ始め、環境負荷軽減による環境保全への取組みが実現しつつある。

このような状況のもと、上下水道事業のエネルギー消費の伸びは、水道事業の2.1%/年、下水道事業の5.1%/年といわれており、日本のエネルギー消費の伸び(3.1%/年)がこれらの平均値近傍となっている。近年の高齢化、少子化などにより給水人口の伸びは鈍化すると考えられているが、水源環境の悪化などが水処理プロセスの負担増加を招き、エネルギー消費(原単位)を増大させること、生活の質の向上に伴い利用水量が増加することなど、上下水道におけるエネルギー消費状況も楽観視できない。

本稿では、環境負荷軽減の観点から最近の電気設備の省エネルギーとリサイクル技術について述べる。

② 法整備が求める省エネルギー、リサイクルと対応

2.1 改正省エネルギー法

2.1.1 省エネルギー法改正の背景と主旨

省エネルギー法は内外におけるエネルギー消費量の著しい増加、大量のエネルギー消費が環境に及ぼす影響に対する懸念の高まりなどのエネルギーをめぐる経済的・社会的環境の変化に応じた燃料資源の有効な利用の確保に資する

ことを目的として改正された。

特に、地球温暖化防止京都会議の議論を背景に、二酸化炭素の発生起源であるエネルギーに関し徹底した使用合理化の推進が必要と判断され、工場・事業場におけるエネルギー使用合理化の徹底を目的として、以下の主要な項目が創設された。

- (1) エネルギーの多消費工場である現行エネルギー管理指定工場(第1種エネルギー指定工場)において、計画的なエネルギー使用合理化の取組みを促すため、合理化に関する将来の計画の提出を義務づける項目
- (2) 中規模エネルギー消費工場・事業場(第2種エネルギー指定工場)において、省エネルギーを徹底するための項目(エネルギー管理員の選任、省エネルギー講習受講義務、エネルギー使用状況の記録義務)

2.1.2 上下水道施設への適用

改正省エネルギー法では、上下水道施設(事業所)はエネルギーの使用量に応じて第2種エネルギー指定工場に該当する場合がある。

対象は、原油換算1,500kL/年(電力600万kWh/年)以上のエネルギーを使用する事業所で、平均受電電力が680kW程度以上の事業所は対象となる可能性がある。

第2種エネルギー指定工場の取り組むべき義務は、

- (1) 判断基準に沿って合理化する努力義務
- (2) エネルギー管理士選任義務
- (3) 省エネルギー講習受講義務
- (4) エネルギー使用状況の記録義務

であり、合理化の努力義務については施行規則の定める判断基準に照らして著しく不十分な場合、勧告を受けることになる。

2.1.3 主要な判断基準と対応する省エネルギー機器

電気使用設備について定められた合理化の目標と計画的に取り組むべき措置に対する判断基準の主な項目は以下のとおりである。

- (1) 高効率電動機の採用を検討する。
- (2) 負荷に応じた運転制御のため、回転速度制御装置などの設置を検討する。



山本 総一郎

上下水道用電気・計装システムの設計に従事。現在、電機システムカンパニー環境システム本部水処理システム事業部首都圏技術部次長。電気学会会員。



増澤 栄一

上下水道用電気・計装システムの設計に従事。現在、電機システムカンパニー環境システム本部水処理システム事業部首都圏技術部主任。



佐藤 治

水力、火力、原子力などの発電設備用配電盤の構造設計および上下水道用電気・計装システムの設計に従事。現在、東京システム製作所システム装置部。

- (3) 受電点の力率 95 %以上を目標とし、力率改善用コンデンサの設置などにより力率の向上を検討する。
- (4) 電気使用設備ごとに、電気使用設備にかかわる電気の使用状態（電気の使用量、電気使用により得られた動力・熱などの状態、利用過程で生じる排ガスの温度など）を把握し、的確な計測とエネルギー管理の実施を検討する。これらに関連する省エネルギー電気機器を表 1 に示す。

省エネルギーへの取り組みには、まず事業所内における設備稼働状況とエネルギー使用状況を把握し、改善可能なエネルギーの量と改善への投資額を見積もり、次に設備の補修、改良、更新計画と整合した長期的な省エネルギー計画を立案し実施することが求められている。さらに、省エネルギーの検討については個々の機器・装置から、システム、プロセス、事業環境全体の視点が求められており、継続的で広範囲な対策をこれらの機器を用いることをはじめとして実施する必要がある。

また、省エネルギー技術は日進月歩しており、これらの最新技術により省エネルギー計画を適時最適化することも重要である。

2.2 グリーン購入法

2.2.1 グリーン購入法の目的と対応

グリーン購入法の目的は、国、独立行政法人、地方公共団体が環境物品（一部または全部の再使用、再生利用によりリサイクルが可能な物品、使用に伴って温室効果ガスなどの環境への負荷が少ない物品、環境負荷を低減する製品を用いて提供される役務）の購入を促進することで、環境負荷の少ない持続的発展が可能な社会を構築することであ

る。

木材を原料にする紙製品は森林破壊の問題などにより再資源化が早くから実施されており、これらと同様な取組みが広がってきている。（財）日本環境協会のエコマークの商品類型も多種になっており、これらの取組みの広がりが確認できる。

電気設備機器については、ダイオキシンの発生を抑制した配線用のケーブル、電線などが製品化されているだけで装置としての取組みはこれからであるが、富士電機は、雰囲気の良い環境に設置され経年劣化の進行度が早く、設置数量も多い現場盤に着目し、エコロジー化項目を適用した製品系列（エコロジー配電盤）を開発した。

2.2.2 エコロジー配電盤

(1) エコロジー配電盤におけるエコロジー化実施状況

環境物品として求められることは、環境汚損物質の発生抑制（reduce）、再利用（reuse）、再資源化（recycle）である。

エコロジー配電盤で見れば、発生抑制は、製造段階ではめっき作業などに伴う重金属の使用抑制のように有害物質を使用しないこと、再資源化段階、廃棄段階においては加工、処分時にダイオキシンなどの環境汚損物質を発生させないこと、使用段階においては省エネルギーによって間接的に二酸化炭素の発生を抑制することである。再利用、再資源化は、長寿命化によって部品の一部が補修程度でそのまま再使用できるか、別の材料の原料にできることである。

今回、現場操作盤で実施したエコロジー化項目とエコロジー化率（製品質量換算値）を表 2 に示す。この例では、板金材料の再利用と廃棄素材の分離と回収を容易にした、板金構造の薄板リベット構造化が 77 %を占めている。ま

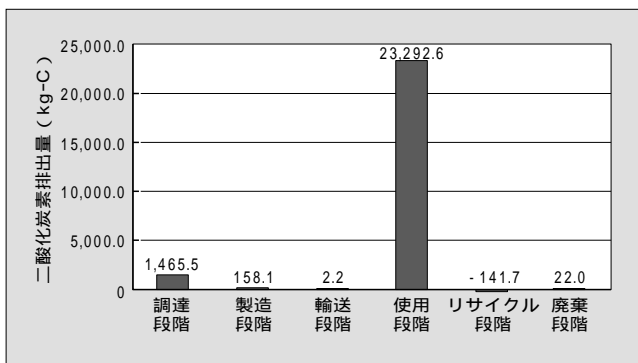
表 1 主な省エネルギー電気機器一覧

区分	機器名称	概要	用途	効果	その他
電力設備	アクティブフィルタ	○高調波による電気機器の過熱、異音、振動などの悪影響や損失抑制 ○無効電力の補償	○可変速制御装置、無停電電源装置、整流器などの高調波発生機器	○高調波による過電流抑制 ○力率改善による電力料金低減	高調波抑制対策ガイドラインの適用範囲 < 受電電圧 > < 高調波機器合計 > 6.6 kV : 50 kVA 超過 22 kV : 300 kVA 超過 66 kV : 2,000 kVA 超過
	デマンドコントローラ	○契約電力の監視制御	○受電点電力量デマンド	○契約電力低減 ○契約電力超過防止	
	自動力率調節器	○無効電流による抵抗損の抑制	○変圧器励磁保障 ○誘導電動機	○電力料金低減 ○電力損失低減	○電圧降下の低減や設備容量の利用率の増加効果もある。
	モールド変圧器	○鉄心材料およびモールド技術による損失の大幅な低減	○受変電設備、動力設備、照明設備	○従来の乾式に対し無負荷損約 2/3、負荷損を 1/2 から 2/3 に低減	○台数切換運用 ○最高効率点での運用
ポンプ動力設備	可変速制御装置 VVVF	○周波数と電圧を変化させ高効率運転を実現	○汎用として 0.2 kW から 900 kW のかご形誘導電動機	○70%速度にて約65%低減	
	サイリスタセルビウス	○二次滑り電力を電源へ返還させ高効率運転を実現	○100 kW から 5,000 kW 程度の巻線形誘導電動機		
	高効率電動機	○最新設計と低損失材料の使用により高効率を達成	○誘導電動機	○軽負荷（50%以上）での高効率維持	
設備照明	節電装置	○過剰電圧を適正電圧に抑え余剰電力分を節電	○低圧動力照明設備	○使用電力を 10% から 20% 低減	○機器の延命効果も期待できる。
その他	待機電力削減	○国際エネルギースタープログラムにより省エネルギー機器にロゴマークを与える。	○コンピュータ、ディスプレイ装置、プリンタ、ファクシミリ、複写機	○ほとんどの OA 機器に普及	ロゴマーク 

表2 エコロジー配電盤（現場操作盤）のエコロジー化率

区分	名称	質量 (kg)	エコロジー適用質量 (kg)				適用内容
			発生抑制	再使用	再利用	合計	
盤内器具	表示灯	6.3	6.3	0	0		省電力化
	コンタクト	43.3	43.3	0	0		省電力化
	端子カバー	0.7	0.7	0	0		ハロゲンフリー化
	(小計)	50.3	50.3	0	0	50.3	
筐体(きょたい)構成部品	板金	1,077.0	0	1,077.0	0		解体性向上 再利用化
	電線・配線材料	116.9	116.9	0	0		ハロゲンフリー化
	塗装取っ手	3.7	3.7	0	0		重金属抑制
	(小計)	1,197.6	120.6	1,077.0	0	1,197.6	
その他	適用外盤内器具	152.1	0	0	0		
	(小計)	152.1	0	0	0	0	
質量合計		1,400.0	170.9	1,077.0	0	1,247.9	
エコロジー率			12%	77%	0%	89%	

図1 エコロジー配電盤（現場操作盤）のLCC評価



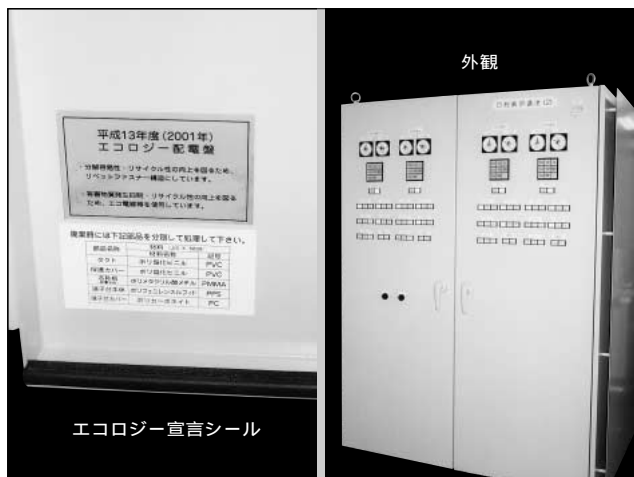
た、ハロゲンフリー（焼却時のハロゲンガスの発生抑制）を主体とした発生抑制は12%で、現場操作盤の89%をエコロジー化した。

(2) エコロジー化とライフサイクルコスト

エコロジー化を製品に適用するにあたってエコロジー化の結果、製造、使用、廃棄といった製品の寿命期間において環境負荷が増加しないことも重要で、二酸化炭素排出量の指標としてライフサイクルコスト（LCC）で評価している。図1に今回エコロジー化を適用した現場盤の20年間の寿命期間でのLCCを示す。

使用段階で必要な電力を二酸化炭素排出量に換算した値が約23.3tと最も大きく94%を占め、省エネルギーの重要性がうかがえる結果となっていること、リサイクル段階（再利用、再資源化）の排出量が再使用を可能にしたこと

図2 エコロジー配電盤（現場操作盤）



でマイナスになっている点が注目される。

(3) エコロジー化の今後

盤内器具ではまだエコロジー対応できないものもあり、今回適用しなかったエコロジー化項目がある。

使用材料のハロゲンフリー化、はんだフリー化を徹底し環境汚損物質の発生をさらに抑制すること、再使用、再資源化の困難な使用部品は長寿命化し寿命期間中の廃棄物化の抑制を検討するなどが今後のエコロジー化の課題である。

図2にエコロジー配電盤を示す。

③ あとがき

横須賀市などの地方自治体や東京都水道局（2000年度から）、大阪府水道部（1999年度から）などの水道事業体において、環境会計が導入されている。経営効率と環境対策の費用対効果のバランスをとった、自治体の地球環境保全への取組みとして注目されている。これらの環境会計の中で省エネルギー（新エネルギー分も含む）は、環境負荷低減コストで25～52%、経済効果（回収）で28～41%、環境保全効果（二酸化炭素削減量）で43～88%程度を占めている。

また、リサイクルは、環境負荷低減コストで46～65%、経済効果（回収）で59～72%、環境保全効果（二酸化炭素削減量）で12～56%程度を占めている。環境会計の面で省エネルギーとリサイクルの意義は同等である。

富士電機は、プロセスやシステム全体の省エネルギー技術と電気設備機器のエコロジー化の開発をさらに進め、地球環境保全の取組みに寄与したいと考えている。

参考文献

- (1) 中原泰男ほか．水処理施設における新エネルギー技術，富士時報．vol.71，no.6，1998，p.324-329．
- (2) 環境庁．環境会計システムの確立に向けて（2000年報告）．



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。