

幌加内トンネルの省電力化と低圧受電化について

札幌開発建設部 電気通信技術課

○戸来 陸
田村 雅嗣
土岐 尚広

一般国道 275 号幌加内トンネルにおいて照明設備の LED 化工事を実施した。照明設備の更新にあつては全国的に LED 照明とする省電力化を進める施策を行っており、本発表では LED 化による省電力効果を検証し、SDGs の目標「気候変動に具体的な対策を」について考察する。また、負荷容量が減少した利点を生かし受電方式を高圧受電から低圧受電とすることで維持管理上の負担軽減による全体的なコストメリットも併せて報告する。

キーワード：省電力化、コスト縮減

1. はじめに

今年度、一般国道275号幌加内トンネル(図-1)において、既設照明設備をLED照明設備へ更新する工事を実施した。LED照明設備に更新することにより設備の負荷容量が減少し、電力の契約種別を高圧受電から低圧受電へ変更できることが判明した。そのため、低圧受電化に変更したときのメリット・デメリットや国土交通省道路局が策定した「道路脱炭素化基本方針」の重点的に推進する施策である道路照明のLED化とSDGsへの貢献等について検証を行う。

また、従来の照明設備と今回新たに整備したLED照明設備について、照明分電盤設置などのインシヤルコストと維持管理に要する電気料金や点検費などのランニングコストをグラフを用い可視化し、コスト縮減効果を論じるものである。

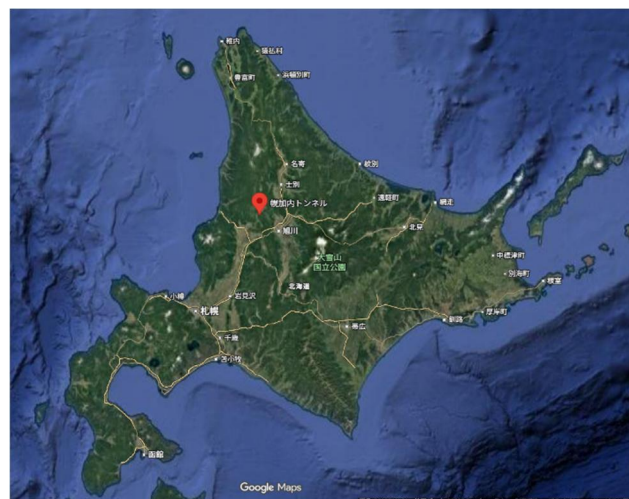


図-1 幌加内トンネルの位置

2. 工事の概要

幌加内町と深川市の境界に位置する一般国道275号幌加内トンネルにおいて、既設照明（セラミックメタルハライドランプ※1）131台をLED照明116台に更新することに加え、照明分電盤を新設した。

※1 セラミックメタルハライドランプ

セラミックメタルハライドランプ(写真-1)は平成20年頃に主流となっていたHIDランプのことで、発光管にセラミック素材を使用した高輝度放電ランプで、高い演色性、安定した光色が特徴で、商業施設、スポーツ施設等の広範な照明として利用されている。



写真-1 セラミックメタルハライドランプの外観

3. セラミックメタルハライドランプとLED照明の比較

セラミックメタルハライドランプは寿命が約15,000～20,000時間程度であるのに対し、LED照明では約50,000～100,000時間と比較的長寿命である。また、セラミックメタルハライドランプはLED照明と比べて比較的安価ではあるが、消費電力が高く定期的な交換頻度が多い特性を持つ。対してLED照明は消費電力が低い上に交換頻度が少ない特性を持つ。（表-1）

表-1 セラミックメタルハライドランプとLED照明の比較

項目	セラミックメタルハライドランプ	LED照明
消費電力	LED照明に比べて高い	低い
寿命	約15,000～20,000時間	約50,000～100,000時間
照度（明るさ）	高輝度だが光が広がりやすい	指向性が高く、効率的に照射可能
点灯時間	ウォームアップが必要（数分）	即時点灯
環境負荷	水銀などの有害物質を含む場合あり	有害物質なし、環境に優しい
初期費用	LED照明に比べて比較的安価	高い
メンテナンス	LED照明に比べて交換頻度が多い	交換頻度が少なく手間が少ない

4. LED照明の特徴

LED照明（写真-2）は、発光ダイオードを利用した高効率な照明技術で、従来の白熱灯や蛍光灯に比べて大幅に消費電力を抑えることができるため、電気料金の削減に大きく貢献する。また、一般的に約50,000時間以上使用可能で寿命が非常に長く、交換の手間やメンテナンスコストも軽減される。点灯は瞬時で、頻繁なオン・オフにも強く、耐久性にも優れている。

さらに、LED照明は水銀などの有害物質を含まず、環境負荷が少ないのも特徴である。発光の指向性が高いため、必要な場所に効率よく光を届けることができ、照明設計の自由度も高まる。火力発電による電力の消費が減ることで、二酸化炭素（CO₂）の排出量も抑えられ、地球温暖化の防止にも繋がる。家庭、オフィス、工場、公共施設など、さまざまな場面で導入が進んでおり、経済性と環境性を両立できる照明として注目されている。

5. LED照明とSDGsの関係性

トンネル照明に限らず、従来の照明をLED照明へと更新することにより、2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標「SDGs」に貢献することができる。具体的に示すと、主に省エネ・CO₂の削減という環境負荷の低減が期待できる。SDGsでは17の目標を掲げており、その中でも関係するものについて次に掲げる。

(1) 目標7「エネルギーをみんなに そしてクリーンに」

- ・省エネルギー化：LED照明は従来の照明に比べて消費電力を大幅に抑えられるため、電力を削減できる。
- ・持続化可能なエネルギーの促進：電力使用量の削減は、発電時のCO₂排出量削減につながり、再生可能エネルギーへの転換を後押しする。

(2) 目標12「つくる責任つかう責任」

- ・廃棄物の削減：LED照明は従来の照明に比べて長寿命であるため、交換による廃棄の頻度が減少する。これにより、製品の生産と廃棄に関わる資源の消費を抑えることができる。

(3) 目標13「気候変動に具体的な対策を」

- ・CO₂排出量の削減：消費電力の削減は、火力発電所の稼働を減らし、CO₂排出量を抑制する。
- ・環境負荷の低減：長寿命であるため、照明の交換頻度が減り、廃棄物の削減にもつながる。
- ・水銀フリー：LED照明は水銀を含んでいないため、水俣条約で禁止されている水銀灯に代わる環境に優しい代替手段となる。



写真-2 LED照明の外観

6. 低圧受電と高圧受電の比較

電力契約・受電方式は施設の規模や用途に応じて選定される。低圧受電は主に一般家庭や小規模店舗に用いられ、100Vまたは200Vの電圧で受電する。設備が簡易で導入コストが低いという利点があるが、比較的電力単価は高めであり、使用電力量が多い場合には経済的負担が増す傾向がある。また、契約容量が比較的小さいため、大規模な電力使用には不向きである。一方、高圧受電では6,600Vなどの高電圧で供給され、工場や大型商業施設などに適している。高圧受電にはキュービクル式高圧受電設備などの専用機器が必要で、初期投資は大きいが比較的電力単価が安く大量の電力を経済的に使用できる利点がある。

表-2 受電方式の比較

項目	低圧受電	高圧受電
受電する電圧	100Vまたは200V	6,000V程度(交流)など、600V超～7,000V以下の電圧
受電場所	電柱の変圧器(トランス)で降圧された電力をそのまま使用	施設内の高圧受電設備(キュービクル等)で高圧のまま受電
必要な設備	電力会社側で変圧されるため、施設側の受変電設備は不要	高圧から低圧へ変換するためのキュービクルなどの受変電設備を設置・管理する必要がある
主な用途	一般家庭、小規模な事務所・店舗	中小規模のビル、マンション、工場、病院など
契約電力	50kW未満が目安	50kW以上が目安
電気料金	高圧受電に比べて単価が高い	低圧受電に比べて単価が安い
管理・維持費	自家用電気工作物としての点検は不要	自家用電気工作物として点検・メンテナンス費用、電気主任技術者の選任が必要

7. コスト比較の前提条件

コスト比較の前提条件として、まずは金額を具体的に算出する。幌加内トンネルでは、既設セラミックメタルハライドランプからLED照明へ更新することにより設備の負荷容量が減少するため、現在の高圧受電設備から低圧受電設備へと改修を行うことができる。試算したところ改修費全体で約940万円必要であった。また、高圧受電設備の場合、北海道開発局自家用電気工作物保安規程において1回/年の点検を行うことが定められており、その費用は約75万円/年かかる。さらに電気料金を比較すると高圧受電では約288万円/年であるのに対し、低圧受電では約312万円/年である。

8. コスト比較

上記、項目7に示した前提条件をまとめるとコスト比較一覧表(表-3)のようになる。

また、表-3の数値をグラフで可視化したところ

表-3 コスト比較一覧表

単位 年目/千円	高圧受電設備	低圧受電化
0	0	0
2	7,260	15,640
4	14,520	21,880
6	21,780	28,120
8	29,040	34,360
10	36,300	40,600
12	43,560	46,840
14	50,820	53,080
16	104,080	59,320
18	111,340	65,560
20	118,600	71,800
22	125,860	78,040
24	133,120	84,280
26	140,380	90,520
28	147,640	96,760
30	154,900	103,000
31	158,530	111,820
32	162,160	114,940
34	169,420	121,180
36	176,680	127,420
38	183,940	133,660
40	191,200	139,900

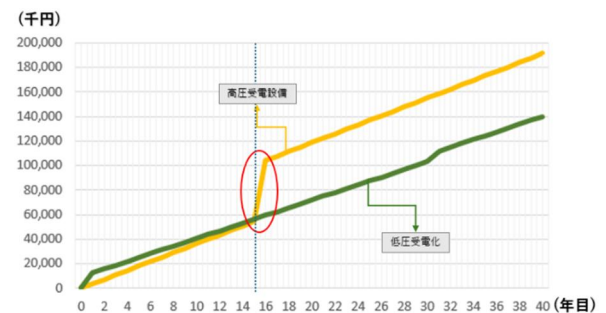


図-2 コスト比較グラフ

16年目にかけてトンネル照明に関するイニシャルコスト、ランニングコストが逆転する。国土交通省のホームページに掲載されている電気通信施設維持管理計画作成の手引き(案)に基づき受変電設備の寿命を30年と仮定し、既設高圧受電設備の更新費用約4,600万円、低圧受電設備の更新費用約570万円を考慮した場合、図-2のようになる。

幌加内トンネルではLED照明とした場合、さらに低圧受電とした方がコストメリットがあることが分かる。

9. CO₂排出量削減と効果

幌加内トンネルでは、既設セラミックメタルハライドランプからLED照明へ更新することに加え、設備の見直しにより、負荷容量が約53kVAから約34kVAまで減少することが判明した。これを消費電力量に換算すると1時間当たり約17.1kWhである。これは一般家庭のエアコンを32時間使用したときのCO₂排出量に相当する。このように数値では想像がつきにくくても身近な物で例えることでCO₂削減量が見える化し、地球温暖化に貢献していることがわかりやすくなる。

10. 日常生活でできるCO₂削減例

国土交通省北海道開発局ホームページTOP > 防災対策・技術・機械・電気通信 > 環境家計簿 > 建設現場におけるCO₂削減事例集に掲載されている内容のうち、日常生活でできるCO₂削減例を抽出したので紹介する。(図-3, 4)



図-3 パソコン・コピー機の省電力設定

省電力設定のあるパソコン・コピー機であれば、省電力モードに設定する一手間のみで、CO₂削減となる。具体的には、CO₂は1ヶ月に4.4kg削減できる。

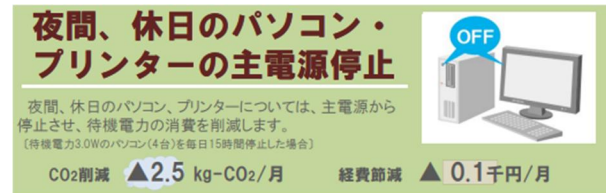


図-4 パソコン・プリンターの主電源停止

今回の削減により、環境家計簿に記載の内容を例とすると、夜間、休日等パソコン1台の主電源を3.2ヶ月間停止したときと、LED化による1時間当たりのCO₂削減量は同様の効果を得られる。

11. まとめ

低圧受電のメリットとして高圧受電と比べ、受変電設備の更新費、点検費用が大幅に削減されるため、ランニングコストを抑制することができる。対してデメリットは、電気料金単価が高圧受電と比べてやや割高になることだが、長期的に見ると低圧受電の方がコストメリットは大きい。

幌加内トンネルに限らずLED照明へ更新を行った場合は、設備の負荷容量減少によりCO₂の排出量が削減され、地球温暖化へ貢献ができることや、SDGsの目標達成に近づくことは明白である。身近な照明設備でLED化されていないものがあれば、更新を検討していただき、本発表が、今後のSDGsの取り組みに少しでも貢献できれば幸いである。

参考文献

1) 国土交通省北海道開発局：建設現場におけるCO₂削減事例集

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/ud49g70000008rna-att/splaat000000zhvs.pdf> (2026. 1. 6閲覧)