

カーボンニュートラルに向けた トンネル設備用電源の整備

田中 太悟¹・大塚 健司¹・浜田 真寿¹

¹九州地方整備局 延岡河川国道事務所 調査第一課 (〒882-0803 宮崎県延岡市大貫町1丁目2889)

近年、気候変動の影響による自然災害の激甚化・頻発化が懸念され、気候変動問題への対応が国の喫緊の課題とされており、2050年までに温室効果ガス排出ゼロを目指す各施策が関係省庁において取り組まれている。

そのなか、国土交通省が推進しているインフラ分野における脱炭素社会の実現に向けた取組の一環として、延岡河川国道事務所が管理する東九州自動車道における3箇所(3箇所)のトンネル電気設備への電源供給を目的とした太陽光発電設備導入に関する検討内容を報告する。

キーワード カーボンニュートラル、太陽光発電、トンネル照明、CO2削減、維持管理

1. はじめに

延岡河川国道事務所の道路事業は、南北に走る「国道10号」「東九州自動車道」、東西には一部供用を開始し、鋭意事業進捗を図っている「九州中央自動車道」を管轄しており、管理延長は国道10号が63.9 km、東九州自動車道が66.0 km、九州中央自動車道が18.2 kmで総管理延長は148.1 kmにも及ぶ。電気通信施設としては、道路・トンネル照明設備、トンネル非常警報設備、CCTVカメラなど多くの設備の整

備・保守を行っており、なかでも道路管理カメラの台数は、2021年度末時点で九州管内事務所において第一位の保有数となっている。

そのなか、東九州自動車道北川トンネル(630m B等級)、的野トンネル(479m B等級)、須佐トンネル(245m C等級)の設備用電源として、2022年度に太陽光発電設備を北川電気室(223.2kp)に設置する計画を進めている。



図-1 延岡河川国道事務所 道路管内図

2. トンネル設備用電源として太陽光発電の活用

(1) 背景

近年、気候変動の影響による自然災害の激甚化・頻発化が懸念され、気候変動問題への対応が喫緊の課題としてあるなか、日本政府は、2020年10月に2050年までに温室効果ガス排出ゼロとした「2050年カーボンニュートラル」を目指すことを表明し、2021年6月には関係省庁において「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が取り纏められた。

国土交通省では2021年7月にはグリーン社会の実現にむけ「国土交通グリーンチャレンジ」が取り纏められ、2021年12月には「国土交通省環境行動計画」が全面的に改定された。内容としては、インフラサービスにおける省エネ化の推進や再生可能エネルギーの利活用拡大などが明確に掲げられており、インフラ分野における脱炭素社会の実現に向けた取組を加速させることが重点テーマとされている。

表-1 カーボンニュートラル実現に向けた主な動き

| | |
|----------|---------------------------------|
| 2020年10月 | 政府は、2050年カーボンニュートラルを目指すことを表明 |
| 2021年06月 | 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（策定） |
| 2021年07月 | 国土交通グリーンチャレンジとして、6つの重点プロジェクトが公表 |
| 2021年12月 | 国土交通省環境行動計画（全面改定） |

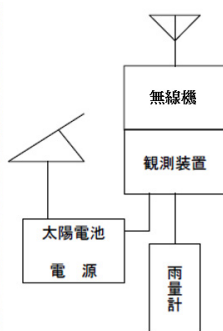
(2) 電気通信施設のカーボンニュートラル化

インフラ管理用電気通信施設のカーボンニュートラル化に向け、①電力の自給自足化、②道路照明施設の高度化、③新技術の導入といった大きく3つの取組を実施していくこととされている。

これまで延岡河川国道事務所では、既設受電引き込み等容易でない山間部の雨量観測所にて太陽光発電と蓄電設備により運用管理してきているなか、今回新たに、トンネル設備用電力についてもカーボンニュートラル化の一環として太陽光発電を取り組むこととなった。



写真-1 太陽光発電で運用する本屋敷雨量観測所（宮崎県五ヶ瀬町）



(3) 太陽光発電の概念

太陽光発電とは、半導体の光電効果という光エネルギーを電気エネルギーへ変換する仕組みを利用し、2種類の半導体を重ね合わせた太陽電池をつなげて大きなパネルを設け、太陽光がパネルに当たることで発電を行うものである。



図-2 太陽光パネル設置イメージ

太陽電池から出力されるのは乾電池と同様直流電力であり、トンネル照明やCCTV等で使用するためにはコンセントの出力と同じ交流電力に変換する必要がある。その役割を担っているのがパワーコンディショナー（以下「PCS」という。）と呼ばれ、PCSは直流電力を交流電力に変換するとともに、電力系統を保護する機能も持ち合わせている。

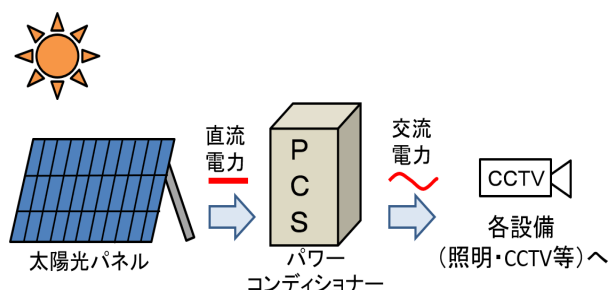


図-3 太陽光発電の概念

太陽光発電は、現在多く使われている原子力発電、火力発電に比べ、発電量は劣る割には建設費・工事費は高くなる。一方、化石燃料から生成されるエネルギーと異なり、太陽光発電は地球環境に有害なものを排出しないものとされている。

そのため、今後、地球温暖化の防止にむけて取り組んでいく温室効果ガス（二酸化炭素、メタンガスなど）を抑制するうえで有益な手段であり、日常的に多くの電力を使用し、天候や時間で消費電力量が変化するトンネル設備用電源として、太陽光発電を使用していくことができれば、カーボンニュートラル化に大きく貢献できる施策のひとつといえる。

3. 太陽光発電の施設設計

(1) 適地の選定

既設トンネルの電力設備に対し、太陽光発電の活用を図るうえで欠かせないのは、日照条件はもちろんのこと、機材等を設置できる必要なスペースが整っていることが条件であり、一般的に1kw発電するために要する太陽光パネルの大きさは15㎡程度必要とされる。今回、適地選定に向け踏査確認したなか、現状で北川電気室周囲には太陽光パネルを設置可能なスペースが存在し、相応の発電ポテンシャルが期待できること、さらに、東九州自動車道は山間部を連なって走る区間が多いことからトンネル区間が多く設置されているが、当該北川電気室の箇所は、最も日照を得られる方位である“南”側に遮蔽する山地稜線や構造物が存在していないこともあり、太陽光発電を設置するうえで最適箇所として選定した。



写真-2 北川電気室の周辺（南側が開けている）
※国土地理院地図データより、3D化して作成



写真-3 東九州自動車道と北川電気室の状況

(2) 現在のトンネルの電源供給状況

現在、北川電気室では前述の3箇所のトンネルに設けられた照明、トンネル非常警報、CCTVカメラ等に要する電気を供給している。

現在は九州電力からの商用電源により電力を供給しており、年間使用量は約16.8万kwhであり、推計される年間CO2排出量は約61tにもなる。一般家庭での年間消費電力量は約5千kwhとされており、約30倍近い規模の電力消費量となっている。



写真-4 主な道路電気通信設備

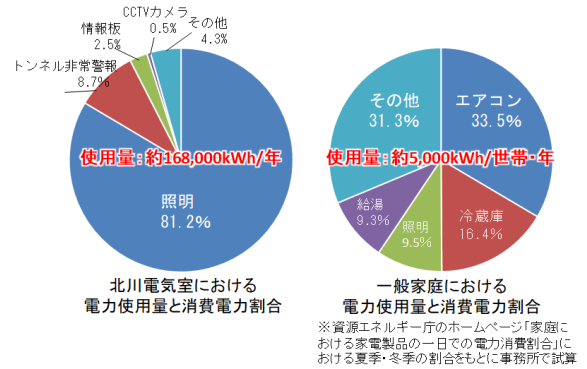


図-4 北川電気室における電力使用量と使用割合
※北川電気室の電力使用量は、一般家庭の約30倍

(3) 設計内容

設計条件としては、限られた予算のなかで最大限の効果を得る観点で、太陽光発電で得られた電力をトンネル照明電力などに全て活用するとともに、余剰電力により“逆潮流”が生じることのないものとして検討を行った。

今回、3箇所のトンネルを受け持つ北川電気室の直近1年間の最大需要電力は平均67.5kwであり、主たる負荷はトンネル照明設備が占めている。このトンネル照明設備は屋外の明るさや時間によってトンネル内の明るさを自動調光装置で調整するため、晴天や曇天といった天候によって、およそ25kw電気使用量が変動する。

発電量が消費電力量を上回った場合、電力会社の配電網へ流れ込む“逆潮流”が発生することとなり、この“逆潮流”が生じると安定した電力供給に支障を及ぼす恐れが生じてくる。これを防止するため、出力制御機能を有したPCSを設けるなどの対策が考えられるが、初期費用が高額になる傾向があり、今回の施設規模においての導入は不向きという結論に至った。このほか、余剰電力のみを逃がす回路や自動調光装置からの信号を基にPCSに発停信号を与える装置を内蔵したPCSを標準品として扱う製造メーカーは確認できなかった。いずれにしても前述の回路を具備しない場合は、逆電力継電器を既設受電盤内に設置

し、電力系統への“逆潮流”を防がなければならないが、PCSの運転再開には直流電圧の確認時限等があり、短時間のうちに機器の運転・停止を繰り返すのは好ましくない。

したがって、太陽光発電設備で得られた発電電力は自己消費するものとし、その容量は電力使用量の最大値となる67.5kwと考えた時に曇天時の電力低下分約25kw相当を考慮し、40kwのアレイ出力を採用した。

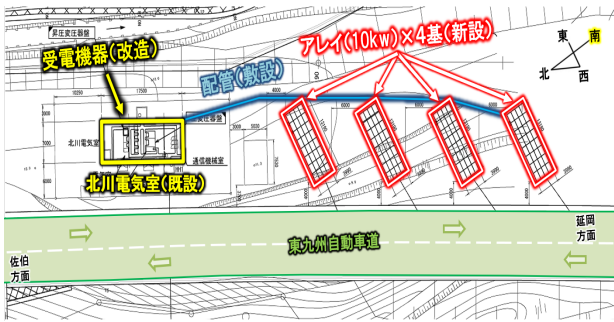
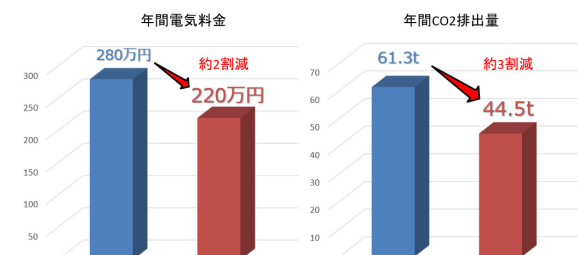


図-5 北川電気室敷地 太陽光発電配置計画図

4. 考察（既設商用電源との比較評価）

アレイ出力40kWは九州地方整備局では最大の太陽光発電設備となり、年間約46,000kWh発電できることから換算すると年間電気料金約60万円の維持費軽減、年間CO2排出量にいたっては16.8tの削減が期待される。ちなみに二酸化炭素1tは、杉の成木約70本が1年間で吸収できる量とされ、既設商用電源のCO2排出推算量と比べても、今回太陽光発電を導入することで、毎年30%もの軽減効果を得られていくと推察でき、カーボンニュートラルに寄与できるものと考えられる。

表-2 設置コストとCO2削減の比較



5. 今後に向けて

今回は、カーボンニュートラルに向けたトンネル設備用電源について改良を行い、一部の電力を太陽光発電を用いることで、将来にわたってのコストならびにCO2排出量を削減できる試算が得られた。さらに、将来的には蓄電池設備を併置することで夜間や天気が悪い状態でも商用電源を用いることなく稼働させ、より多くのCO2の削減・電気料金の軽減も期待できる。

太陽光発電設備の現状の課題として、初期設置費

用が高いところや維持管理費等が考えられるが、今回のようなトンネル設備用電源であれば、今後は電気設備の新設か更新時に併せ太陽光発電を選択するような整備を展開していくことで、将来の既設受電盤の改造費が伴わず、トータルコストの面でも優位となりうる。

6. まとめ

太陽光発電の技術は年々進歩しており、さらに小型で発電効率が高いものが、市場にでてきている。今回、トンネル設備用として太陽光発電を活用検討したが、延岡河川国道事務所では既存の無線中継所の電源についても活用検討を進めており、比較的負荷容量の小さい遠見山中継所においてオフグリッド化を図る計画も進めている。オフグリッド化とは、電力会社の送配電網から完全に切り離し、独立した電源を所有することにより、電力を自給自足化することであり、効果としては、電気料金の削減はもちろんのこと、CO2の削減や対災害性の向上（停電時にも稼働）といった面が期待できる。

今年度中には、実際に北川電気室を整備改良工事を行い、早ければ次年度から本格運用していく予定である。実際に整備・本格運用していくなかでの得られた知見や、毎年様々な新技術と共に自分の視野・知識を高めつつ、新設・既設機材の検討時には最適な機材配置・効率的な電気通信関連施設を設け、インフラ管理用電気通信施設の省エネ化再生エネルギーの利活用拡大、しいてはカーボンニュートラルにむけて意識しながら携わっていきたい。



写真-5 遠見山中継所（将来オフグリッド化）

参考文献

- 1) 電気通信施設カーボンニュートラル整備ガイド：令和4年3月
- 2) 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネポータルサイト
- 3) 地理院地図（電子国土 Web）