

直流給電方式によるトンネルLED照明設備の整備について

中国地方整備局 広島国道事務所

○津田 英彦

1. はじめに

近年、トンネル照明設備の整備においては、省エネルギー性、省メンテナンス性に優れるLED照明を積極的に採用しており、国道185号休山改良4車線化における休山トンネル（下り線）の新設トンネル照明設備もLED照明でH30年度に整備した。トンネルLED照明設備は受配電設備から交流電源を給電する方式が一般的であるが、今回、休山トンネル（下り線）では、直流給電方式の新技术（NETIS登録技術）を採用した。

本稿では、休山トンネル（下り線）で整備した直流給電方式トンネルLED照明設備のシステム構成、特徴等を紹介する。

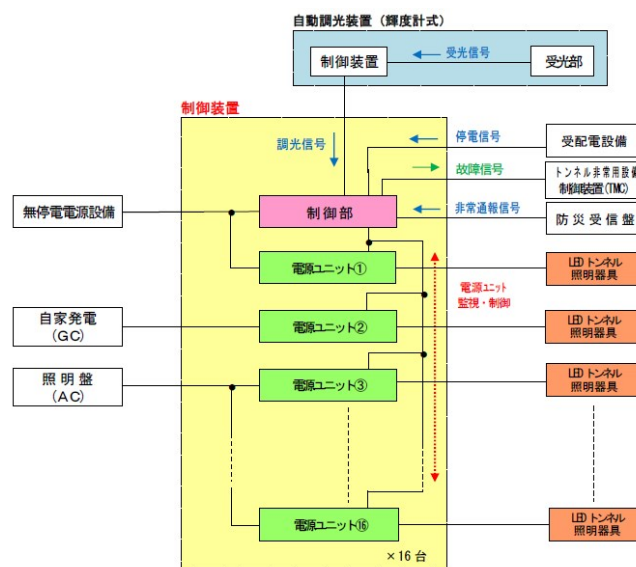


図-1 システム構成（系統）

2. 設備の概要

休山トンネル（下り線）で整備した照明設備は、直流給電用の電源ユニットを収納した制御装置を電気室内に設置し、この制御装置からトンネル内の照明設備に直流電源を給電し、LED照明器具を点灯させている。LED照明器具内に電源装置（交流を直流に変換）を設ける必要がないため、照明器具の小型化、軽量化が図られている。電源ユニットはケーブル配線とLED照明器具の電圧特性に応じて出力電圧を自動的に調整し、また、出力電流の調整によって照明器具の調光が行えるものとしている。ケーブル配線は、直流給電の回路電流を比較的低く設定しているために小径で多心のものを採用することができ配線にかかる労務費の低減が図れる。

3. 設備の構成

(1) 全体システム構成（系統）

直流給電方式トンネルLED照明設備のシステム構成（系統）例を図-1に示す。自動調光装置からの点灯モード（調光信号）を制御部で処理し、各電源ユニットの入／切と調光の制御を行っている。また、他設備（トンネル非常用設備等）との連携機能を制御部に持たせている。

(2) 制御装置（筐体、制御部、電源ユニット）

制御装置は、屋内用自立型の筐体内に、制御部、電源ユニット、配線用遮断器、入出力端子等を収納したものである。（図-2）



図-2 制御装置

（左：全体、右上：制御部、右下：電源ユニット）

(3) 照明器具

照明器具は、細長形状のアルミ合金製軽量筐体にLED光源を収納したものである。（図-3）



図-3 直流給電方式用トンネル LED 照明器具

(4) 照明配線

電気室に設置した制御装置から LED 照明器具に直流電源を給電する照明配線は 2mm^2 の多心ケーブル (CVV および FP) としている (図-4)。



図-4 照明配線 (幹線, 分岐部)

4. 交流給電方式との特徴比較

直流給電方式の主な特徴については第 2 項の設備の概要にも記述したが、直流給電方式の詳細な特徴を従来の交流給電方式と比較すると表-1 に示すとおりとなる。

直流給電方式のメリットは、照明器具の小型化、軽量化による施工性の向上、電源ユニットを電気室内に集約することによるメンテナンス性の向上 (故障による交換時に交通規制や高所作業が不要)、照明配線の低コスト化 (調光制御用配線不要) 等があげられる。

一方でデメリットとしては、一つの電源ユニットで複数の照明器具を点灯させるため、電源ユニットに故障が発生した場合の影響が交流給電方式と比較すると大きくなることがあげられる。ただし、このデメリットに関しては、同一電源ユニットに接続さ

れる照明器具の配置を連続なものとはせず、数台おきに分散することで影響度を低く抑えることが可能であり、また、直流給電方式は電源ユニットの交換が容易であるため、電源ユニットの予備品を常備しておくことで早期に正常状態に復旧させることも可能である。

表-1 交流給電方式との特徴比較

	交流給電 (従来) 方式	直流給電方式
照明器具	ステンレス筐体製 (形状: 大)	アルミ合金筐体製 (形状: 小)
	×	○
照明器具質量	重い	軽い
	×	○
取 付	アンカーボルト4本	アンカーボルト2本
	×	○
電源装置 (ユニット)	照明器具内蔵 (高所作業交換)	制御装置内集約 (交換容易)
	×	○
照明配線	CV、FPケーブル (大径)	CVV、FPケーブル (小径)
	×	○
調 光	調光制御用別途配線必要 (4C)	制御用配線不要 (電源電流調整)
	×	○
停電補償	バッテリー内蔵 (器具内)	無停電電源設備 (電気室内)
	○	○
他設備連動	受配電設備連携 (リレー回路追加必要)	制御装置内制御部処理 (リレー回路不要)
	×	○
電源装置故障時の影響	電源装置故障時は単体異常	電源ユニット故障時は系統異常
	○	△

5. 経済性

トンネル照明設備における経済性の比較手法として一般的に採用されている 20 年間のライフサイクルコストを比較すると、直流給電方式は交流給電方式よりも年間電力費と配線費が大幅に安価となるため、トンネル照明の総合的な経済性が優位な結果となる。(表-2)

表-2 20 年間ライフサイクルコスト比較結果

項 目	CASE① AC方式 (ガイドライン仕様) 基本240V/入口415V	CASE② DC方式 (新方式) 直流600V給電
トンネル照明 初設備費	¥28,610,780	¥28,015,000
同上比率	100%	98%
配線費	¥28,856,611	¥14,502,859
同上比率	100%	50%
年間電力費	¥1,913,884	¥1,056,562
同上比率	100%	55%
20年間トータルコスト	¥101,219,189	¥78,177,195
同上比率	100%	77%
経済性順位	2	1

注) 休山トンネル (下り線) の照明設計条件における比較例

7. 施工実績

休山トンネル (下り線) における直流給電方式トンネル LED 照明の施工実績を図 5~7 に示す。



図-5 トンネル内照明点灯状況（入口照明）



図-6 トンネル内照明点灯状況（基本照明）



図-7 照明器具取付，落下対策

8. まとめ

休山トンネル（下り線）で採用した直流給電方式トンネルLED照明システムは、国内初（H30年度末時点）の実績であるが、直流給電方式のメリットを活かすことによって、照明器具の取り付けにおける施工性の向上および配線コストの削減を実現することができた。また、トンネル照明設備の今後の維持管理においても、照明器具のメンテナンス（電源装置の交換）に関わる作業の省力化が期待できると考えられる。

今後の計画としては、システムの運用実績（動作ログ）を定期的に確認するとともに、現場条件における雷や気温変動に対するシステムの信頼性を確認する予定である。

キーワード 直流給電，LED，トンネル，システム
 連絡先 〒734-0022
 広島市南区東雲2丁目13-28
 TEL 082-281-4133