

5. LED 道路・トンネル照明のライフサイクルコスト算定
5.1 LED 照明導入判断の考え方

LED 照明の新規導入又は水銀やナトリウムランプなど HID 照明からの更新に当たっては、安全な道路交通を確保するため、「3.LED 照明設計要領」で示す性能指標として平均路面輝度や平均路面照度、輝度均斉度、照度均斉度、相対閾値増加などの基準を満足する必要がある。

また、照明灯具の設置などに係わるイニシャルコストと照明に要する電気料などに係わるランニングコストを合わせたライフサイクルコスト (以下「LCC」という。) が HID ランプによる道路照明と同等程度かそれ以上の経済性を確認する必要がある。LED 照明の導入判断における検討フローを図 5.1 に示す。

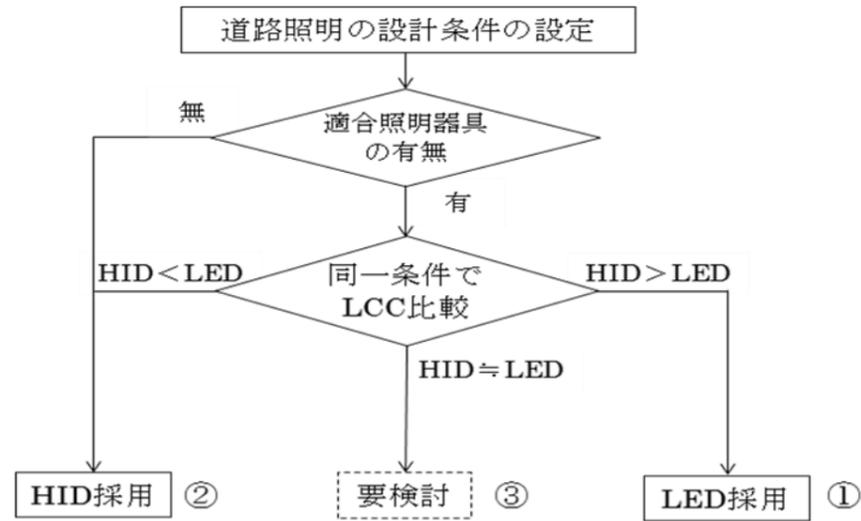


図 5.1 LED 照明導入判断のフロー

5.1.1 LED 照明灯具の適合性判断

LED 照明の適合性については当該道路が表 3.7 で設計条件タイプへの適応が確認できれば、当該道路に適合する LED 照明灯具が存在し、性能指標を概ね満足することとなる。設計条件タイプと異なる道路の場合は類似のタイプからの類推または 3.1.3 及び 3.2.5 に記載した照明設計の光束法による照明計算を行い適合性を確認するものとする。

表 3.7 において導入可能と判定されていないものは、実証実験の公募において、応募が無かったもの又は応募があっても性能指標を満足していなかったものである。要因としては性能指標である所要平均路面輝度に必要な定格光束を有する LED 照明灯具が存在しないことが推測され、今後 LED 素子の高効率化による定格光束増大、器

5. LED 道路・トンネル照明のライフサイクルコスト算定
5.1 LED 照明導入判断の考え方

LED 照明の新規導入又は ~~水銀やナトリウムランプなど~~ HID 照明からの更新に当たっては、安全な道路交通を確保するため、「3.LED 照明設計要領」で示す性能指標として平均路面輝度や平均路面照度、輝度均斉度、照度均斉度、相対閾値増加などの基準を満足する必要がある。

また、照明灯具の設置などに係わるイニシャルコストと照明に要する電気料などに ~~関~~わるランニングコストを合わせたライフサイク ル コスト (以下「LCC」という。) が HID ~~ランプによる道路~~ 照明と同等程度かそれ以上の経済性を確認する必要がある。LED 照明の導入判断における検討フローを図 5.1 に示す。

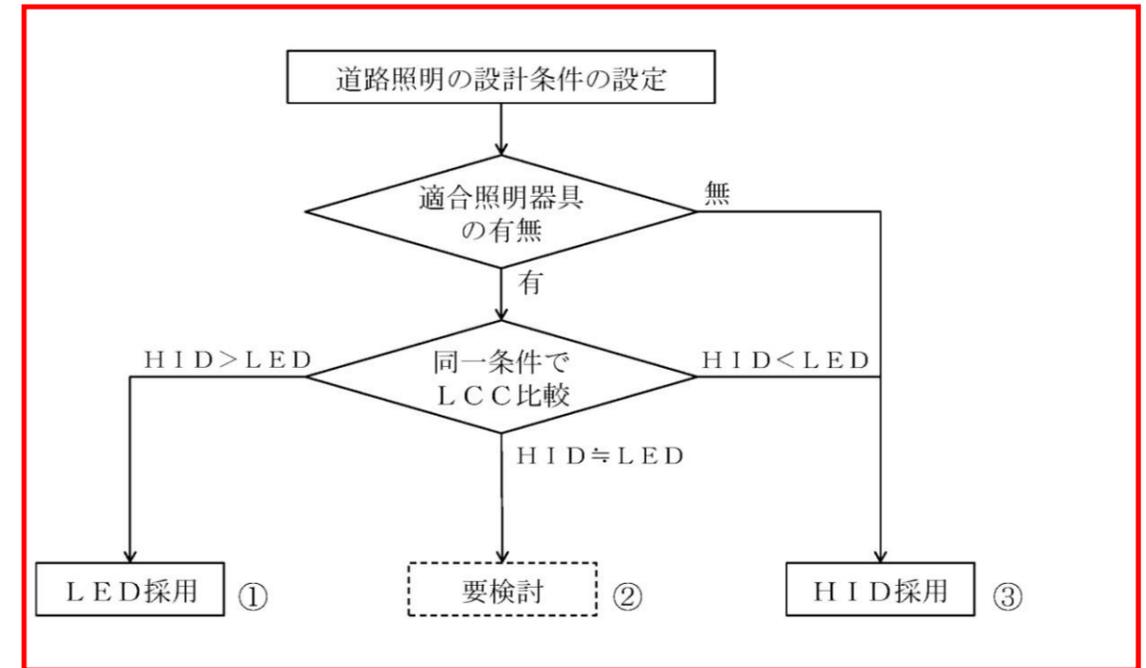


図 5.1 LED 照明導入判断のフロー

5.1.1 LED 照明 ~~灯具~~ の適合性判断

LED 照明の適合性については、~~表 2.1 の設計条件タイプ又は~~設計条件タイプと異なる道路の場合は「3.LED 照明設計要領」により照明設計を行い、適合性を確認するものとする。

具への実装技術、放熱設計技術の進展により導入可能なLED照明灯具が商品化されると考えられる。

5.1.2 LED照明のライフサイクルコスト判定

道路・トンネル照明の新設もしくは照明灯具の取替を検討する場合は、同一道路条件におけるHID照明と同等の照明性能を有するLED照明について、同一条件でライフサイクルコストの算定を行う。HIDランプとLEDの場合のコスト算定における条件などについては、5.2以降に示す。

LED道路照明灯具はLED技術の進展や民生用灯具の急速な普及などにより、ここ1,2年で灯具価格の低下や消費電力の低下によりランニングコストの低下が進んでいるため、LCC算定において将来的にLEDの優位性が高まると考えられる。

5.2で行うLCC試算におけるLED照明灯具の価格は、実証実験の応募資料をベースにしており、ランニングコストに係る電気料金は平成23年3月時点のものであることから、今後の入札契約時期によっては、LED照明灯具の価格低下や競争入札における応札価格の低下などが期待できる。

以上を勘案して、LCC算定における判断は以下の通りとする。

ケース①：LED照明の採用

ケース③：算定LCCがほぼ同じで、LED照明を採用してもデメリットが無く、入札時点のコスト低下も見込まれるため、LED照明の採用を前提とした設計を行う

ケース②：原則としてはHID照明の採用であるが、LCCコスト差が小さい場合は発注時点で当該道路条件におけるLED照明灯具コストを確認し、LCCの再計算を行い判断する。HID照明灯具更新の場合は更新時期の延期などを考慮するものとする。

また、消費電力の抑制が社会的要請となっている他、今後の化石燃料の価格動向や再生可能エネルギーの導入などにより電気料金の上昇が見込まれるため、それらの要素も含めて消費電力の小さいLED照明採用の可否を検討するものとする。

現状では、長期的なLED灯具コストや電気料金の動向は不確定要素が大きく、定量的にLCC算定に取り込むことが困難であるため、本ガイドライン（案）では既存資料のみで算定を行うものとする。

5.2 道路照明におけるLEDとHIDのライフサイクルコスト算定

5.2.1 比較対象HIDランプの種類

現在、道路照明に使用されているHIDランプの種類は、以下が一般的である。

- ・水銀ランプ（HF）
- ・高圧ナトリウムランプ（NHT）

5.1.2 LED照明のライフサイクルコスト判定

道路・トンネル照明の新設もしくは照明灯具の取替を検討する場合は、同一道路条件におけるHID照明と同等の照明性能を有するLED照明について、同一条件でLCCライフサイクルコストの算定を行う。HIDランプとLEDの場合のコスト算定における条件などについては、5.2以降に示す。

LCC算定における判断は以下の通りとする。

ケース①：LED照明の採用

ケース②：算定LCCがほぼ同じで、LED照明を採用してもデメリットが無く、入札時点のコスト低下も見込まれるため、LED照明の採用を前提とした設計を行う

ケース③：原則としてはHID照明の採用であるが、LCCコスト差が小さい場合は発注時点で当該道路条件におけるLED照明灯具コストを確認し、LCCの再計算を行い判断する。HID照明灯具更新の場合は更新時期の延期などを考慮するものとする

また、消費電力の抑制が社会的要請となっている他、今後の化石燃料の価格動向や再生可能エネルギーの導入などにより電気料金の上昇が見込まれるため、それらの要素も含めて消費電力の小さいLED照明採用の可否を検討するものとする。現状では、長期的なLED灯具コストや電気料金の動向は不確定要素が大きく、定量的にLCC算定に取り込むことが困難であるため、本ガイドライン（案）では既存資料のみで算定を行うものとする。

5.2 道路照明におけるLEDとHIDのライフサイクルコスト算定

5.2.1 比較対象HIDランプの種類LED照明と比較する光源の種類

現在、道路照明に使用されているHIDランプの種類は、以下が一般的である。

- ・水銀ランプ（HF）
- ・高圧ナトリウムランプ（NHT）
- ・（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

水銀ランプに関しては発光効率が低く、消費電力が大きいため経済性から高圧ナトリウムやメタルハライドランプに変更してきており、LED 照明と比較しても LED 照明の優位性が高い。

メタルハライドランプに関しては演色性が良く、水銀ランプより変更して使用される例もあるが、JIS 化されておらず製造メーカー間で形状やコストに差があり高圧ナトリウムより若干高コストである。

高圧ナトリウムランプは一般国道、街路などで最も多くの採用実績があり、JIS 規格品であり技術的特性、コストも製作メーカーで差違がなく、HID ランプの中では総合的経済性が高い。

以上から LED 照明とのライフサイクルコスト算定の比較対象は高圧ナトリウムランプとする。

5.2.2 器具・照明柱の種類

(1) 照明器具

デザイン照明灯など個別に設計される特殊な照明器具を除き、一般国道などで使用される道路照明器具は、「器材仕様書」において標準化されており以下の照明器具がある。

- ・KSC タイプ
- ・KSN タイプ
- ・KSH タイプ

各タイプの照明器具の中で、KSC と KSN タイプはアーム取付形であり、KSH タイプはポールヘッド形で照明柱との取付方式が異なる。従前はハイウェイタイプなどのアーム取付形が主体であったが、近年は高圧ナトリウムランプとの組み合わせで器具効率も高く、経済性が良い直線型照明柱が適用されており、新設の道路照明灯は直線型照明柱の採用実績が最も多くなっている。

以上から LED 照明とのライフサイクルコスト算定の比較対象は、直線型照明柱、高圧ナトリウムランプと組み合わせ最も多く採用されているポールヘッド型の KSH タイプとする。

既存照明柱を利用して照明灯具のみ更新、交換するケースもライフサイクルコスト算定の対象とする。LED 照明灯具の場合は照明柱への取付方式としてアーム取付形とポールヘッド形の両方式を規定しており、KSC や KSN タイプの照明器具と交換することも可能であるが、ライフサイクルコスト算定においては最も経済的な KSH タイプとの比較を行うものとする。

(2) 照明柱

照明柱は、「照明器材仕様書」において以下のタイプがある。

- ・直線型
- ・曲線型 (長円形)

水銀ランプに関しては発光効率が低く、消費電力が大きいため経済性から高圧ナトリウムランプやメタルハライドランプに変更してきており、LED 照明と比較しても LED 照明の優位性が高い。

メタルハライドランプに関しては演色性が良く、水銀ランプより変更して使用される例もあるが、JIS 化されておらず製造メーカー間で形状やコストに差があり高圧ナトリウムランプより若干高コストである。

高圧ナトリウムランプは一般国道、街路などで最も多くの採用実績があり、JIS 規格品であり技術的特性、コストも製作メーカーで差違がなく、HID ランプの中では総合的経済性が高い。

以上から LED 照明との ~~LCC ライフサイクルコスト~~ 算定の比較対象は高圧ナトリウムランプとする。

5.2.2 器具・照明柱の種類

(1) 照明器具

デザイン照明灯など個別に設計される特殊な照明器具を除き、一般国道などで使用される道路照明器具は、「器材仕様書」において標準化されており以下の照明器具がある。

- ・KSC タイプ
- ・KSN タイプ
- ・KSH タイプ

各タイプの照明器具の中で、KSC と KSN タイプはアーム取付形であり、KSH タイプはポールヘッド形で照明柱との取付方式が異なる。従前はハイウェイタイプなどのアーム取付形が主体であったが、近年は高圧ナトリウムランプとの組み合わせで器具効率も高く、経済性が良い直線型照明柱が適用されており、新設の道路照明灯は直線型照明柱の採用実績が最も多くなっている。

以上から LED 照明との ~~LCC ライフサイクルコスト~~ 算定の比較対象は、直線型照明柱、高圧ナトリウムランプと組み合わせ最も多く採用されているポールヘッド型の KSH タイプとする。

既存照明柱を利用して照明灯具のみ更新、交換するケースも ~~LCC ライフサイクルコスト~~ 算定の対象とする。LED 照明灯具の場合は照明柱への取付方式としてアーム取付形とポールヘッド形の両方式を規定しており、KSC や KSN タイプの照明器具と交換することも可能であるが、~~LCC ライフサイクルコスト~~ 算定においては最も経済的な KSH タイプとの比較を行うものとする。

(2) 照明柱

照明柱は、「照明器材仕様書」において以下のタイプがある。

- ・直線型
- ・曲線型 (長円形)
- ・曲線型 (折線型)

・曲線型（折線型）

照明柱はLED 照明の場合とHID 照明の場合でも比較条件は基本的に同じであり、既存照明柱を利用して照明灯具のみ更新交換する場合はコスト算定の対象外となる。新設する場合のコスト算定の採用照明柱は、(1) の照明器具においてKSH タイプの照明器具を対象としているため直線型照明柱を対象とする。

5.2.3 設備規模

ライフサイクルコスト比較は工事積算基準ベースで行うことを基本とする。工事積算の場合は照明灯の数量により材料費や労務費が異なり、共通仮設費、現場管理費などの諸経費率が変化するため設備規模（照明灯の数）を想定して適切な比較を行う必要がある。

LED 照明とHID 照明では、照明灯具の単価が異なり、積算上の諸経費対象が異なるため設備規模によって積算上のコストが異なるので適切な工事規模を想定して比較を行うものとする。

照明工事の発注は国道事務所単位で行っており、一般的には連続照明と交差点、横断歩道などの局部照明を一括して発注している場合が多い。設備規模としては連続照明や局部照明を厳密に区分けする必要は無く、工事としての連続照明及び局部照明の合計照明灯の数によって設備規模別の傾向を推定することができる。

また、照明柱も含めた新設の場合と、照明灯具のみを取替交換するケースについて同様の比較を行うものとする。

5.2.4 積算における諸経費の扱い

土木請負工事工事費積算基準（電気通信編）に準拠して工事費（イニシャルコスト）を算出するものとする。

間接費の適用について、LED 照明灯具は共通仮設費の対象外とする。

表 5.1 間接工事費等の項目別対象表

間接工事費等 対象額 項目	共通仮設費 直接工事費	現場管理費 直接工事費 + 共通 仮設費 = 純工事費	一般管理費等 純工事費 + 現場管理 費 + 機器間接費 = 工事原価
材料費（HID 器具ランプ 等）	○	○	○
材料費（LED 照明灯具）	×	○	○
○対象とする ×対象としない			

照明柱はLED照明の場合とHID照明の場合でも比較条件は基本的に同じであり、既存照明柱を利用して照明灯具のみ更新交換する場合はコスト算定の対象外となる。新設する場合のコスト算定の採用照明柱は、(1) の照明器具においてKSHタイプの照明器具を対象としているため直線型照明柱を対象とする。

~~5.2.3 設備規模~~

~~ライフサイクルコスト比較は工事積算基準ベースで行うことを基本とする。工事積算の場合は照明灯の数量により材料費や労務費が異なり、共通仮設費、現場管理費などの諸経費率が変化するため設備規模（照明灯の数）を想定して適切な比較を行う必要がある。~~

~~LED 照明とHID 照明では、照明灯具の単価が異なり、積算上の諸経費対象が異なるため設備規模によって積算上のコストが異なるので適切な工事規模を想定して比較を行うものとする。~~

~~照明工事の発注は国道事務所単位で行っており、一般的には連続照明と交差点、横断歩道などの局部照明を一括して発注している場合が多い。設備規模としては連続照明や局部照明を厳密に区分けする必要は無く、工事としての連続照明及び局部照明の合計照明灯の数によって設備規模別の傾向を推定することができる。~~

~~また、照明柱も含めた新設の場合と、照明灯具のみを取替交換するケースについて同様の比較を行うものとする。~~

~~5.2.4 積算における諸経費の扱い~~

~~土木請負工事工事費積算基準（電気通信編）に準拠して工事費（イニシャルコスト）を算出するものとする。~~

~~間接費の適用について、LED 照明灯具は共通仮設費の対象外とする。~~

表 5.1 ~~間接工事費等の項目別対象表~~

間接工事費等 対象額 項目	共通仮設費 直接工事費	現場管理費 直接工事費 + 共通 仮設費 = 純工事費	一般管理費等 純工事費 + 現場管理 費 + 機器間接費 = 工事原価
材料費（HID 器具ランプ 等）	○	○	○
材料費（LED 照明灯具）	×	○	○
○対象とする ×対象としない			

5.2.5 設備費用の算出

設備費用（イニシャルコスト）の比較に当たってはLED 照明灯具以外の扱いは全て（HID 器具、安定器、ランプ、照明柱等）現行積算基準に準拠して行う。

~~5.2.5 設備費用の算出~~

~~設備費用（イニシャルコスト）の比較に当たってはLED 照明灯具以外の扱いは全て（HID 器具、安定器、ランプ、照明柱等）現行積算基準に準拠して行う。~~

5.2.3 耐用年数の考え方

(1) 照明器具の耐用年数

照明器具の耐用年数は、使用条件（周囲温度・点灯時間・汚損・振動など）によって大きく影響され、一律に規定することが困難であるが、「道路照明器具・テーパーポール経年劣化の実態と点検」（平成 11 年 12 月建設電気技術協会）の調査結果によれば、アルミダイカスト製 KSC 灯具の設計耐用寿命は 15 年としている。

LED 照明器具においてもアルミダイカスト製同等の性能としているため、照明器具の耐用年数は 15 年とする。

(2) 光源の交換周期

光源の交換周期は、光源の定格寿命と年間点灯時間：4,000 時間（（社）日本照明器具工業会「照明経済計算方法」より）より求める。

1) LEDモジュールの交換周期

・LEDモジュールの定格寿命：60,000 時間

よって、LEDモジュールの交換周期は15年とする。

~~LEDモジュールの定格寿命を60,000時間とし、年間点灯時間を4,000時間で換算すれば交換周期は15年となる。~~

2) 高圧ナトリウムランプの交換周期

~~高圧ナトリウムランプの交換周期の算出には、ランプの定格寿命と、年間当たりの点灯時間より求める。~~

・高圧ナトリウムランプの定格寿命：24,000 時間

（「道路・トンネル照明器材仕様書」より）

よって、高圧ナトリウムランプの交換周期は6年とする。

(3) LEDモジュール用制御装置及び安定器の交換周期

1) LEDモジュール用制御装置の交換周期

・LEDモジュール用制御装置の定格寿命：60,000 時間

よって、LEDモジュール用制御装置の交換周期は15年とする。

~~LEDモジュール用制御装置の定格寿命を60,000時間とし、年間点灯時間を4,000時間で換算してすれば交換周期は15年とする相当となる。~~

2) 安定器の交換周期

安定器の交換周期の算出には、安定器の寿命を決定する必要がある。

各種諸基準には以下のような記述がある。

・JIS C 8110：平均寿命 8～10 年

<p>5.2.6 ランニングコストの算出期間 ランニングコストの算出期間については、以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・HID ランプ照明器具耐用年数：15 年 ・LED：60,000 時間（LED 道路照明灯具技術仕様 15 年相当） ・LED モジュール制御装置：60,000 時間（LED 道路照明灯具技術仕様 15 年相当） <p>以上から本ガイドライン（案）におけるライフサイクルコスト算定期間は 15 年とする。</p> <p>照明ポールの耐用年数なども含めてさらに長期間のコスト算定期間を設定することも考えられるが、その場合には LED 照明灯具の更新取替が生じるため、更新費用を計上する必要がある。しかしながら、前述の様に LED 技術の進展や LED 灯具のコスト低下、電気料金の 15 年後を推定することが困難であるとともに 15 年後に HID ランプが継続して生産供給されているかを予測することも困難であり、現時点で算定可能な 15 年を算出期間とする。</p> <p>5.2.7 耐用年数の考え方</p> <p>(1) 照明器具の耐用年数 照明器具の耐用年数は、使用条件（周囲温度・点灯時間・汚損・振動など）によって大きく影響され、一律に規定することが困難であるが、「道路照明器具・テーパーポール経年劣化の実態と点検」（平成 11 年 12 月建設電気技術協会）の調査結果によれば、アルミダイカスト製 KSC 灯具の設計耐用寿命は 15 年としている。</p> <p>LED モジュール制御装置の定格寿命を 60,000 時間とし、年間点灯時間を 4,000 時間で換算すれば耐用年数として 15 年相当となる。</p> <p>以上から、照明器具の耐用年数は 15 年とする。</p> <p>(2) ナトリウムランプの交換周期 ナトリウムランプの交換周期の算出には、ランプの定格寿命と、年間当たりの点灯時間より求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナトリウムランプの定格寿命：24,000 時間 （「道路・トンネル照明器材仕様書」より） ・年間の点灯時間：4,000 時間 （（社）日本照明器具工業会「照明経済計算方法」より） <p>よって、<u>ナトリウムランプの交換周期は 6 年</u>とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電気用品の技術上の基準を定める省令：絶縁物の限界値 40,000 時間 （年間点灯時間 4,000 時間よりとすると10 年） <p>よって、<u>安定器の交換周期は 10 年</u>とする。</p> <p>5.2.4 ランニングコストの算出期間 ランニングコストの算出期間については、以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・H I Dランプ照明器具耐用年数：15 年 ・L E D：60,000 時間（L E D道路照明灯具技術仕様 15 年相当） ・L E Dモジュール用制御装置：60,000 時間（L E D道路照明灯具技術仕様 15 年相当） <p>以上から本ガイドライン（案）におけるL C Cライフサイクルコスト算定期間は 15 年とする。</p> <p>照明ポールの耐用年数なども含めてさらに長期間のコスト算定期間を設定することも考えられるが、その場合にはL E D照明灯具の更新取替が生じるため、更新費用を計上する必要がある。しかしながら、前述の様にL E D技術の進展やL E D灯具のコスト低下、電気料金の 15 年後を推定することが困難であるとともに 15 年後にH I Dランプが継続して生産供給されているかを予測することも困難であり、現時点で算定可能な 15 年を算出期間とする。</p>
--	--

(3) 安定器の交換周期

安定器の交換周期の算出には、安定器の寿命を決定する必要がある。

各種諸基準には以下のような記述がある。

- ・ JIS C 8110 : 平均寿命 8~10 年
- ・ 電気用品の技術上の基準を定める省令 : 絶縁物の限界値 40,000 時間
(年間点灯時間 4,000 時間とすると 10 年)

よって、安定器の交換周期は 10 年とする。

5.2.8 電気料金の算定

(1) 契約種別及び電気料金について

電気料金は、道路照明に適用される電力会社毎の電気料金により算定することとし、各一般電気事業者が約款等で定めている単価を適用して、実際の契約にあわせてランニングコストを算定する。

1) 契約種別

「公衆街路灯 A」

「公衆街路灯 B」

2) 料金区分

各電気事業者では、公衆街路灯の区分が異なるが契約容量が 50kVA 以下の場合は、表 5.2 の料金区分になる。

表 5.2 電気事業者別、契約種別及び適用区分

電気事業者	契約種別	適用
北海道・東北・東京・北陸・中部・九州・沖縄電力	公衆街路灯 B	1kVA 以上 50kVA 未満
関西・中国・四国電力	公衆街路灯 B	1kVA 以上 6kVA 未満
	公衆街路灯 C	6kVA 以上 50kVA 未満

3) 料金単価

該当の電気事業者の単価を採用する。

4) 契約容量

契約容量に用いる容量計算 (kVA) は、
灯数×安定器等の入力電流×電圧とする (0.1kVA 単位で切り上げ)。
安定器等の入力電流は、HID 照明の場合は安定器の入力電流とし、LED 照明の場合は、LED モジュール制御装置の最大容量とする。

5) 電力量

5.2.5 電気料金の算定

(1) 契約種別及び電気料金について

電気料金は、道路照明に適用される電力会社毎の電気料金により算定することとし、各一般電気事業者が約款等で定めている単価を適用して、実際の契約にあわせてランニングコストを算定する。

1) 契約種別

「公衆街路灯 A」

「公衆街路灯 B」

2) 料金区分

各電気事業者では、公衆街路灯の区分が異なるが契約容量が 50kVA 以下の場合は、表 5.2 の料金区分になる。

表 5.2 電気事業者別、契約種別及び適用区分

電気事業者	契約種別	適用
北海道・東北・東京・北陸・中部・九州・沖縄電力	公衆街路灯 B	1kVA 以上 50kVA 未満
関西・中国・四国電力	公衆街路灯 B	1kVA 以上 6kVA 未満
	公衆街路灯 C	6kVA 以上 50kVA 未満

3) 料金単価

該当の電気事業者の単価を採用する。

4) 契約容量

契約容量に用いる容量計算 (kVA) は、
灯数×安定器等の入力電流×電圧とする (0.1 kVA 単位で切り上げ)。
安定器等の入力電流は、H I D照明の場合は安定器の入力電流とし、L E D照明の場合は、L E Dモジュール制御装置の最大容量とする。

5) 電力量

電力量は、

$$\text{年間電力量 (kWh)} = \text{灯数} \times \text{安定器等の入力電力} \times \text{年間点灯時間 (4,000 時間)}$$
 なお、年間点灯時間は、(社)日本照明器具工業会「照明経済計算方法」の4,000時間を適用する。
 LED照明の入力電力は、LEDモジュール制御装置の平均入力電力とする。

5.2.9 補修費の算定

(1) HID 照明の条件

HID照明の場合はライフサイクルコスト算定期間中にランプ及び安定器等の取替交換が発生するため補修費の算定については、各器材の交換費用として、以下を算出する。

- 1) 安定器の交換
- 2) ランプの交換 (リフト車を計上)
- 3) 安定器及びランプの交換の際の交通誘導員は、道路構造、交通状況により交通規制帯の取り方が異なるため、必要に応じて計上する。
- 4) 器具の清掃については、計上しない。

(2) LED 照明の条件

LED照明の場合は原則としてライフサイクルコスト算定期間中に器具の交換などは発生しないが、算定条件として交換が発生する場合は以下による。

- 1) 「器具」及び「LEDモジュール制御装置」は、材料費(共通仮設費対象外)として計上するものとする。
- 2) LED照明のランプ交換は、一般的にLEDモジュールが器具と一体であるため、灯具取替(器具及びLED部は一体)として計上する。また、一部灯具の機能としてLEDモジュールのみを交換できる機能を有しているが、LEDモジュールの定格寿命を15年相当としており、15年後に同一規格のモジュールが供給される保証が無い場合ライフサイクルコスト算定においては考慮しない。
- 3) LEDモジュール制御装置の交換は、LEDモジュールと対で動作するためLED照明器具と同じサイクルでの交換を前提とする。
- 4) 器具の清掃については、計上しない。

5.2.10 LCC の算定例

実証実験に応募のあったLED照明灯具のうち、設計条件タイプ毎に書類及び実証実験で性能指標を満たすことが確認された応募照明灯具に関して、ライフサイクルコストの比較試算を行った。

LCCの比較条件として、電気料金：公衆街路灯B、設備規模：連続照明の新設(40m

従来灯具の電力量は、

$$\text{年間電力量 (kWh)} = \text{灯数} \times \text{安定器等の入力電力} \times \text{年間点灯時間 (4,000 時間)}$$
 なお、年間点灯時間は、(社)日本照明器具工業会「照明経済計算方法」の4,000時間を適用する。

LED照明の消費電力は、初期光束補正機能を考慮しLEDモジュール用制御装置の平均消費電力とする。

$$\text{年間電力量 (kWh)} = \text{灯数} \times \text{制御装置の平均消費電力} - \frac{((\text{点灯初期の消費電力} + \text{寿命末期の消費電力}) / 2) \times \text{年間点灯時間 (4,000 時間)}}{2}$$

5.2.6 補修費の算定

(1) HID 照明の条件

HID照明の場合はLCCライフサイクルコスト算定期間中にランプ及び安定器等の取替交換が発生するため補修費の算定については、各器材の交換費用として、以下を算出する。

- 1) 安定器の交換
- 2) ランプの交換 (リフト車を計上)
- 3) 安定器及びランプの交換の際の交通誘導員は、道路構造、交通状況により交通規制帯の取り方が異なるため、必要に応じて計上する。
- 4) 器具の清掃については、計上しない。

(2) LED 照明の条件

LED照明の場合は原則としてLCCライフサイクルコスト算定期間中に器具の交換などは発生しないが、算定条件として交換が発生する場合は以下による。

- ~~1) 「器具」及び「LEDモジュール用制御装置」は、材料費(共通仮設費対象外)として計上するものとする。~~
- 1) LED照明のランプ交換は、一般的にLEDモジュールが器具と一体であるため、灯具取替(器具及びLED部は一体)として計上する。また、一部灯具の機能としてLEDモジュールのみを交換できる機能を有しているが、LEDモジュールの定格寿命を15年相当としており、15年後に同一規格のモジュールが供給される保証が無い場合LCCライフサイクルコスト算定においては考慮しない。
 - 2) LEDモジュール用制御装置の交換は、LEDモジュールと対で動作するためLED照明器具と同じサイクルでの交換を前提とする。
 - 3) 器具の清掃については、計上しない。

5.3 トンネル照明におけるライフサイクルコスト算定

5.3.1 ライフサイクルコスト算定における基本条件

トンネル照明のLCCライフサイクルコスト算定の対象は基本照明及び入口部照明を対象とする。

トンネル照明の場合は、トンネル断面により照明設計が異なり、内装板等の有無や

スパン) 1,000m 規模において設計条件 6 タイプ中 5 タイプ 5 照明灯具種で LED 照明の LCC が低いケースがあった。同様条件で、灯具のみの更新の場合も 4 タイプ 4 照明灯具種で LED 照明の LCC の方が低いケースがあった。

2,000m 規模の公衆街路灯 B では同様に新設の場合 3 タイプ 4 照明灯具種、更新の場合 5 タイプ 6 照明灯具種で LED 照明の LCC が HID 照明の LCC より低い試算となった。

5.3 トンネル照明におけるライフサイクルコスト算定

5.3.1 ライフサイクルコスト算定における基本条件

トンネル照明は、基本照明と入口部照明などがあるが、3.2 トンネル照明設計に記述されるようにトンネル入口部照明は高光束光源が必要で、現時点では LED 照明は採用できないことから、トンネル照明のライフサイクルコストは基本照明とする。

しかしながら、トンネル照明の場合は、トンネル断面により照明設計が異なり、内装板等の有無や反射率の設定、建築限界などから照明器具取付位置の制約などがある他、以下に示すように照明器具光源の種類、設備規模などで照明設計の基本条件として標準的なケースを示す事が難しい。

実際のトンネル照明の設計においては、各トンネル毎の具体的設計条件を反映して個別トンネル毎に器具配置や採用光源を検討して最も経済的な設計を行っている。

トンネル照明における LED 照明の採用に関しても、具体的設計条件より比較検討する必要がある、本ガイドライン(案)においては、LED 照明ライフサイクルコスト算定における基本的考え方を示し、具体的には他の光源の照明器具との比較を行った上で、個々に採用の判断を行うものとする。

5.3.2 LED 照明と比較するランプの種類

トンネル照明器具は「器材仕様書」において標準化されているが、JIS 規格化されているのは蛍光灯ランプ、低圧ナトリウムランプ及び高圧ナトリウムランプである。しかしながらトンネル照明設計においては個別トンネル毎に経済性を比較して適用光源を選定しており、近年は器材仕様書で規定されていないセラミックメタルハイドランプや無電極ランプなどの採用が増加している。

セラミックメタルハイドランプや無電極ランプは JIS 等で規格化されておらず、製造メーカー間でランプ口金や安定器等の互換性が無く、供給メーカーが限定されている。

このため、採用実態を踏まえて比較対象ランプを選定するものとするが、比較する照明器具の代表的特性を設定するためには、比較時点の性能などの調査が必要である。

本ガイドライン(案)において基本照明のコストを比較する対象のランプは、最近のトンネル照明で採用実績の多い以下とする。

- ・蛍光灯ランプ
- ・高圧ナトリウムランプ

反射率の設定、建築限界などから照明器具取付位置の制約などがある他ほか、以下に示すように照明器具光源の種類、設備規模などで照明設計の基本条件として標準的なケースを示す事が難しい。

実際のトンネル照明の設計においては、各トンネル毎の具体的設計条件を反映してトンネル毎に器具配置や採用光源を検討して最も経済的な設計を行っている。

トンネル照明における LED 照明の採用に関しても、具体的設計条件より比較検討する必要がある、本ガイドライン(案)においては、LED 照明 ~~LCC ライフサイクルコスト~~ 算定における基本的考え方を示し、具体的には他の光源の照明器具との比較を行った上で、個々に採用の判断を行うものとする。

5.3.2 LED 照明と比較する光源の種類

トンネル照明器具は「器材仕様書」において標準化されているが、JIS 規格化されているのは光源は、蛍光灯ランプ、低圧ナトリウムランプ及び高圧ナトリウムランプである。しかしながらトンネル照明設計においてはトンネル毎に経済性を比較して適用光源を選定しており、近年は器材仕様書で規定されていないセラミックメタルハイドランプや無電極ランプなども採用されている。

このため、採用実態を踏まえて比較対象光源ランプを選定するものとするが、比較する照明器具の代表的特性を設定するためには、比較時点の性能などの調査が必要である。

本ガイドライン(案)において ~~基本照明のコスト~~ を比較する対象光源のランプは、最近のトンネル照明で採用実績の多い以下とする。

- ・蛍光灯ランプ (基本照明)
- ・高圧ナトリウムランプ (入口照明)

対象ランプによって、定格光束や器具効率が異なっている。基本照明の設計においては、灯具の取付間隔によって照明性能指標の評価が左右されるため、代表的器具例に応じた照明設計を行い取付間隔を決める必要がある。交通量の少ないトンネルなどでは、基本照明の中央配列を検討する場合もあるが、照明灯具等交換のための工事規制等、交通確保などを考慮した上で比較対象とすることも可能とする。

5.3.3 設備規模

設備規模は、ライフサイクルコスト算定における諸経費率に影響し、トンネル照明の場合は、基本照明以外に入口部・出口部照明、配電盤（調光装置含む）、配線などが一括して発注されるため基本照明以外の工事量も多く、更に入口部照明などは設計速度の他に、野外輝度の設定によっても設計が変化し、トンネル延長によって全体工事量に対する基本照明の工事比率が変化する。

従って、ライフサイクルコスト算定においてトンネル照明工事のうち基本照明のみのライフサイクルコストの比較を行うために標準的モデル工事を設定することは困難であり、実際のトンネル照明工事の設備規模毎に、5.3.2 のランプ及びLED の場合について基本照明のライフサイクルコスト算定を行うのが望ましい。

5.3.4 設備費用の算出

設備費用（イニシャルコスト）のコスト比較に当たっては、積算における諸経費の扱いは道路照明と同様に5.2.4、5.2.5によるものとし、LED 照明灯具以外の扱い以外は全て（HID 器具、安定器、ランプ、配線等）現行積算基準に準拠して行う。

~~5.3.3 設備規模~~

~~設備規模は、ライフサイクルコスト算定における諸経費率に影響し、トンネル照明の場合は、基本照明以外に入口部・出口部照明、配電盤（調光装置含む）、配線などが一括して発注されるため基本照明以外の工事量も多く、更に入口部照明などは設計速度の他に、野外輝度の設定によっても設計が変化し、トンネル延長によって全体工事量に対する基本照明の工事比率が変化する。~~

~~従って、ライフサイクルコスト算定においてトンネル照明工事のうち基本照明のみのライフサイクルコストの比較を行うために標準的モデル工事を設定することは困難であり、実際のトンネル照明工事の設備規模毎に、5.3.2 のランプ及びLED の場合について基本照明のライフサイクルコスト算定を行うのが望ましい。~~

~~5.3.4 設備費用の算出~~

~~設備費用（イニシャルコスト）のコスト比較に当たっては、積算における諸経費の扱いは道路照明と同様に5.2.4、5.2.5によるものとし、LED照明灯具以外の扱い以外は全て（HID器具、安定器、ランプ、配線等）現行積算基準に準拠して行う。~~

5.3.3 耐用年数の考え方

(1) トンネル照明器具の耐用年数

一般的な環境でのトンネル照明器具の耐用年数として、「器材仕様書」では、SUSプレス加工器具の耐用年数は20年とされている。LED照明器具においてもSUSプレス加工器具同等の性能としているため、トンネル照明器具の耐用年数は20年とする。

(2) 光源の交換周期

1) LEDモジュールの交換周期

LEDモジュールの定格寿命は4.5.4LEDモジュールの寿命によるものとし、年間点灯時間より換算して交換周期を求める。

2) Hf 蛍光灯及び高圧ナトリウムランプ等の交換周期

Hf 蛍光灯及び高圧ナトリウムランプ等の交換周期の算出には、ランプの定格寿命と、年間当たりの点灯時間より求める。

ランプ寿命は、「器材仕様書」を参考とする。

(3) 安定器及びLEDモジュール制御装置の交換周期

1) LEDモジュール用制御装置の交換周期

<p>5.3.5 ランニングコストの算出期間 ランニングコストの算出期間としては、照明器具の耐用年数を考慮するが、トンネル照明の場合は設置環境によって劣化状況等に影響を受ける。漏水や塩分、排気ガスなどにより器具の劣化が進むと考えられるため、トンネルの状況に応じて適切な期間を設定するものとする。</p> <p>5.3.6 電気料金の算定 電気料金は、各一般電気事業者が約款等で定めている単価を適用して、実際の契約状況に準じてランニングコストを算定する。 トンネル照明の場合は、短いトンネルで入口部、出口部照明が無く、契約種別が低圧電力の公衆街路灯契約となっている場合、中規模トンネルなどで他のトンネル付帯設備（トンネル非常警報、換気設備）と合わせて高圧受電としている場合、長大トンネルで付帯設備等が大きく特別高圧受電の場合があり、電力料金の単価が異なっているため、個別のトンネルに応じた電気料金により比較するものとする。 トンネル照明の場合はトンネル断面により照明設計が異なり、建築限界などから照明器具取付位置の制約などがある他、照明器具光源の種類、設備規模などで照明設計の基本条件として標準的なケースを設定する事が難しいため、LCCとして明確な比較はできなかったが、ガイドラインの改定時に整理することとしたい。</p> <p>6. LED 道路・トンネル照明工事における性能等の確保について LED 道路・トンネル照明工事の実施にあたって公平性、透明性、競争性の高い入札・契約手続きを円滑に行うとともに、前章までに規定した技術的性能の確保を図る必要がある。具体的には、技術仕様、特記仕様書等の記載及び競争参加資格における応札者の審査（技術資料）項目等を適切に設定する必要があるため、以下の項目の記載を求める場合がある。 なお、特記仕様書を含めた発注図書は、個別の工事において示されるものである。</p> <p>6.1 特記仕様書等における構成及び記載項目の例 6.1.1 構成 発注図書は一般的に以下の資料で構成される。 ①特記仕様書、施工図面、入札説明書 ②LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案） ②LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）については、本ガイドライン（案）</p>	<p>LEDモジュール用制御装置の定格寿命は 4.5.6 LEDモジュール用制御装置の寿命によるものとし、年間点灯時間より換算して交換周期を求める。</p> <p>2) 安定器の交換周期 安定器の交換周期は 10 年とする。</p> <p>5.3.4 ランニングコストの算出期間 ランニングコストの算出期間としては、照明器具の耐用年数を考慮するが、トンネル照明の場合は設置環境によって劣化状況等に影響を受ける。漏水や塩分、排気ガスなどにより器具の劣化が進むと考えられるため、トンネルの状況に応じて適切な期間を設定する必要がある。 一般的な環境での SUS プレス加工器具の耐用年数は 20 年とされているため、<u>LCC</u> の算出期間は 20 年とする。</p> <p>5.3.5 電気料金の算定 電気料金は、各一般電気事業者が約款等で定めている単価を適用して、実際の契約状況に準じて <u>LCC</u> ランニングコスト を算定する。 トンネル照明の場合は、短いトンネルで契約種別が低圧電力の公衆街路灯契約となっている場合、中規模トンネルなどで他のトンネル付帯設備（トンネル非常警報、換気設備）と合わせて高圧受電としている場合、長大トンネルで付帯設備等が大きく特別高圧受電の場合があり、電力料金の単価が異なっているため、個別のトンネルに応じた電気料金により比較するものとする。</p> <p>6. LED 道路・トンネル照明工事における性能等の確保について LED 道路・トンネル照明工事の実施にあたって公平性、透明性、競争性の高い入札・契約手続きを円滑に行うとともに、前章までに規定した技術的性能の確保を図る必要がある。具体的には、技術仕様、特記仕様書等の記載及び競争参加資格における応札者の審査（技術資料）項目等を適切に設定する必要があるため、以下の項目の記載を求める場合がある。 なお、特記仕様書を含めた発注図書は、個別の工事において示されるものである。</p> <p>6.1 特記仕様書等における構成及び記載項目の例 6.1.1 構成 発注図書は一般的に以下の資料で構成される。 ①特記仕様書、施工図面、入札説明書 ②LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案） ②LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）については、本ガイドライン（案） 「4.1 LED 道路照明器具」、<u>「4.2 LED 歩道照明器具」</u>「4. 23 道路照明・歩道照</p>
--	--

「4.1 LED 道路照明器具」、「4.2 道路照明用 LED モジュール・LED モジュール制御装置」、「4.3 LED トンネル照明器具」及び「4.4 トンネル照明用 LED モジュール・LED モジュール制御装置」を灯具の技術仕様書として使用する。

6.1.2 特記仕様書等の記載項目の例

特記仕様書等の記載項目として、表 6.1 の構成を一般的な例として示す。表 6.1 の記載項目の例のうち、「設置基準・同解説」及び技術仕様書で規定される項目であれば、特記仕様書等の記載を省略することが可能である。

なお、通常の道路・トンネル照明工事では照明灯設置箇所毎の照明灯規格として照明器具タイプとランプ出力の記載で目的物を規定している場合が多いが LED 道路照明工事の場合は、平均路面輝度や交差点内の平均路面照度などの性能規定となるため留意が必要であり、施工現場が複数となる場合はそれぞれに性能規定を明確に記載する必要がある。また、「設置基準・同解説」において推奨事項となっている項目については必要に応じて特記仕様書に記載する。表 6.2 の確認項目は、必要に応じて特記仕様書に規定する。

その他、表 6.1 に記載が無い個別の工事内容等については、一般的な道路・トンネル照明工事と同様の記載とする。

6.1.3 入札説明書の記載項目の例

入札説明書においては、必要に応じて表 6.2 に示す資料に記載した道路照明の性能を確認する。

表 6-1 特記仕様書等の記載項目の例

項目	記載内容の例
遵守事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案） ・ 道路照明施設設置基準・同解説 ・ 道路・トンネル照明器材仕様書 ・ 電気通信施設設計要領（電気編） ・ 電気通信設備工事共通仕様書 ・ 電気通信設備施工管理の手引き ・ 土木請負工事必携 ・ 電気設備に関する技術基準を定める省令

「~~明~~用 LED モジュール・LED モジュール~~用~~制御装置」、「4.~~34~~ LED トンネル照明器具」及び「4.~~45~~ トンネル照明用 LED モジュール・LED モジュール~~用~~制御装置」を灯具の技術仕様書として使用する。

6.1.2 特記仕様書等の記載項目の例

特記仕様書等の記載項目として、表 6.1 の構成を一般的な例として示す。表 6.1 の記載項目の例のうち、「設置基準・同解説」及び技術仕様書で規定される項目であれば、特記仕様書等の記載を省略することが可能である。

なお、通常の道路・トンネル照明工事では照明灯設置箇所毎の照明灯規格として照明器具タイプとランプ出力の記載で目的物を規定している場合が多いが LED 道路照明工事の場合は、平均路面輝度や交差点内の平均路面照度などの性能規定となるため留意が必要であり、施工現場が複数となる場合はそれぞれに性能規定を明確に記載する必要がある。また、「設置基準・同解説」において推奨事項となっている項目については必要に応じて特記仕様書に記載する。表 6.2 の確認項目は、必要に応じて特記仕様書に規定する。

その他、表 6.1 に記載が無い個別の工事内容等については、一般的な道路・トンネル照明工事と同様の記載とする。

6.1.3 入札説明書の記載項目の例

入札説明書においては、必要に応じて表 6.2 に示す資料に記載した道路照明の性能を確認する。

表 6-1 特記仕様書等の記載項目の例

項目	記載内容の例
遵守事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案） ・ 道路照明施設設置基準・同解説 ・ 道路・トンネル照明器材仕様書 ・ 電気通信施設設計要領（電気編） ・ 電気通信設備工事共通仕様書 ・ 電気通信設備施工管理の手引き ・ 土木請負工事必携 ・ 電気設備に関する技術基準を定める省令 ・ その他関係法令規則等

	・その他関係法令規則等		
平均路面輝度／平均路面照度 (車道／歩道毎)	1)連続照明の場合の記載 ・平均路面輝度(車道) ○○cd/m ² 以上 2)交差点照明の場合の記載 ・平均路面照度(交差点) ○○lx以上	平均路面輝度 (連続照明、基本照明)	連続照明の場合の記載 ・平均路面輝度(車道) ○○cd/m ²
総合輝度均斉度／照度均斉度 (車道／歩道毎)	0.4以上	総合輝度均斉度(車道)	0.4以上
車線軸均斉度 (車線毎)	0.5以上	車線軸均斉度 (車線毎)	0.5以上
相対閾値増加 (車線毎)	15%以下	相対閾値増加 (車線毎)	15%以下
歩道平均路面照度 (歩道毎)	5lx以上	平均路面照度 (交差点／横断歩道)	平均路面照度(交差点／横断歩道) ○○lx以上
歩道照度均斉度 (歩道毎)	0.2以上	照度均斉度 (交差点毎)	0.4程度
舗装の種類	アスファルト(又はコンクリート)	歩道平均路面照度 (歩道毎)	5lx以上
LEDモジュール制御装置の 定格入力電圧	AC200V	歩道照度均斉度 (歩道毎)	0.2以上
提出図書	(1)監督職員の確認を必要とする図書 1)器材の仕様に関する図書 2)特記仕様書及び図面の設計条件に基づく照明設計資料 ・光度値(水平角0～360°、鉛直角0～90°の光度値を1°又は5°刻みに記入した表) ・光度値から各項目の計算式及び計算結果 ・輝度分布図 ・照度分布図 ・定格光束 ・LED道路照明器具の照明率表 (0.01刻み。光度値表から器具前面(車道側) 3W/H～器具背面(歩道側)2W/H間の照明率データ) ・照明灯設置図 3)施工図 (2)監督職員の確認を必要としない図書 (※通常の道路照明設備工事と同じ)	舗装の種類	アスファルト(又はコンクリート)
性能の確認等	LED道路照明器具の性能等の確認は、次の各号のとおり行うものとし、その確認結果については整理して記載することが求められる。	LEDモジュール用制御装置の 定格入力電圧	AC200V または240V <u>AC100V～265V</u>
		提出図書	(1)監督職員の確認を必要とする図書 1)器材の仕様に関する図書 2)特記仕様書及び図面の設計条件に基づく照明設計資料 ・光度値(水平角0～180°、鉛直角0～90°の光度値を1°又は5°刻みに記入した表) ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 輝度分布図(連続照明) 照度分布図(局部照明) 定格光束 ・LED道路照明器具の照明率表 (0.01刻み。光度値表から器具前面(車道側) 3W/H～器具背面(歩道側)2W/H間の照明率データ) ・照明灯設置図 3)施工図 (2)監督職員の確認を必要としない図書 (※通常の道路照明設備工事と同じ)
		性能の確認等	LED道路照明器具の性能等の確認は、次の各号のとおり行うものとし、その確認結果については整理して記載することが求められる。 (1)LED道路照明器具等の仕様に関する確認

(1)LED 道路照明器具等の仕様に関する確認

LED 道路照明器具等については、使用する器材が、本特記仕様書及び器材仕様書に規定された品質基準を満足することが求められる。なお、主な確認項目は、表 6-2 のとおりとする。

(2)工事材料の品質及び検査等

LED 道路照明器具等については、発注者の確認を受けたものを使用する。

(3)設置完了時の性能に関する確認

LED 道路照明の光学性能については、「道路照明施設設置基準・同解説」8-2 性能の確認により実施するものとし、現地の状況から測定が困難と判断される場合についても、部分的な測定により、出来る限り性能を確認する。

なお、性能についての主な確認項目は、表 6-2 のとおりとする

LED道路照明器具等については、使用する器材が、本特記仕様書及び器材仕様書に規定された品質基準を満足することが求められる。なお、主な確認項目は、表 6-2 のとおりとする。

(2)工事材料の品質及び検査等

LED道路照明器具等については、発注者の確認を受けたものを使用する。

(3)設置完了時の性能に関する確認

LED道路照明の光学性能については、「道路照明施設設置基準・同解説」8-2 性能の確認により実施するものとする。

試験項目に対する試験個数は、器種（タイプ）別の数量に応じ下表のとおりとする。

表 6.1-1 試験項目及び標準試験個数

タイプ別 器具数量	10 以下	11～50	51～200	201～ 500	500 を超 える 場 合
点灯試験 (照度測定箇所)	2	4	7	10	13

照度測定箇所は、当該工事の器種（タイプ）別の数量に応じ、表○に示す試験個数（箇所）によるものとする。

1) 連続照明

供用中の道路では、原則、交通規制を行い、器種（タイプ）毎に 1 スパンを測定し、所要の性能を満足していることを確認する。（設置基準、付録 5 測定要領、付図 5-1 参照）

交通規制が困難な場合は、直下照度等の代表的な箇所（直下照度等）を測定し、計算値と測定値を照合し所要の性能を満足していることを確認する。

2) 交差点照明

供用中の道路では、原則、交通規制を行い、「ガイドライン」に示す交差点照明のタイプ別及び、器種（タイプ）毎に代表的な交差点を選定し、所要の性能を満足していることを確認する。（設置基準、付録 5 測定要領、付図 5-2、参照）

交通規制が困難な場合は、横断歩道や歩道等の代表的な箇所（横断歩道、歩道等）を測定し、計算値と測定値を照合し所要の性能を満足していることを確認する。

3) 局部照明（灯具単体等）

1)、2) によらず灯具単体での局部照明の場合は、特記仕様書に示す種別毎の測定を行い、所要の性能を満足していることを確認する。

器材配置	<p>器材の配置は、添付図面によるほか次のとおりとする。なお、詳細については、施工図等の提出により監督職員の確認を得るものとする。</p> <p>(1) 国道〇号 〇〇バイパス ポール・基礎は新設 (2) 国道〇号 ××道路 ポール・基礎は既設流用 (3) 国道〇号 □□交差点 ポール・基礎は既設流用 (4) 国道〇号 △△交差点 ポール・基礎は既設流用</p>
かし担保	<p>LED 道路照明灯具のかし担保は、通常に定める契約条項の他、次のとおりとする。</p> <p>・受注者は、LED 照明灯具が引き渡し後 2 年以内に、特記仕様書に基づき受注者が提出した照明設計資料による光学性能を満足しなくなった場合は修補を行わなければならない。</p>
平面図	<p>1)連続照明の場合 車線数、歩道の有無、幅員、対象延長が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>2)交差点照明の場合 交差する車線数、幅員、交差点の対象範囲が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>3)横断歩道の場合 車線数、幅員が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>※更新の場合には、既設照明灯の位置、ポール仕様(高さ、直線/長円)を明示する。</p>
灯具詳細図	灯具詳細図は添付しない。
LED 道路照明器具の数量表	LED 道路照明器具 ○タイプ ○台

表 6-2 LED 道路照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

- 凡例) ○道路照明の性能に関する確認 (書類確認)
●設置完了時の性能に関する確認 (実測)
△器材の仕様に関する確認 (書類確認)
▲照度測定結果により計算
(部分的な測定しか出来ない場合は省略)

本ガイドラインにおける 項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加 段階	提出資料	施工確認 段階

	<p>測定時には、交通規制を原則とするが、交通規制が困難な場合は、直下照度等の代表的な箇所(直下照度等)を測定し、計算値と測定値を照合し所要の性能を満足していることを確認する。</p> <p>なお、性能についての主な確認項目は、表 6-2 のとおりとする。</p>
器材配置	<p>器材の配置は、添付図面によるほか次のとおりとする。なお、詳細については、施工図等の提出により監督職員の確認を得るものとする。</p> <p>(1) 国道〇号 〇〇バイパス ポール・基礎は新設 (2) 国道〇号 ××道路 ポール・基礎は既設流用 (3) 国道〇号 □□交差点 ポール・基礎は既設流用 (4) 国道〇号 △△交差点 ポール・基礎は既設流用</p>
かし担保	<p>LED 道路照明灯具のかし担保は、通常に定める契約条項の他、次のとおりとする。</p> <p>・受注者は、LED 照明灯具が引き渡し後 2 年以内に、特記仕様書に基づき受注者が提出した照明設計資料による光学性能を満足しなくなった場合は修補を行わなければならない。</p>
平面図	<p>1)連続照明の場合 車線数、歩道の有無、幅員、対象延長が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>2)交差点照明の場合 交差する車線数、幅員、交差点の対象範囲が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>3)横断歩道の場合 車線数、幅員が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>※更新の場合には、既設照明灯の位置、ポール仕様(高さ、直線/長円)を明示する。</p>
灯具詳細図	灯具詳細図は添付しない。
LED 道路照明器具の数量表	LED 道路照明器具 ○タイプ ○台

表 6-2 (1) LED 道路照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

- 凡例) ○道路照明の性能に関する確認 (書類確認)
■工場立会い試験時に関する確認 (実測)
(工場立会いを実施しない場合は省略)
△器材の仕様に関する確認 (書類確認)
▲照度測定結果により計算
(部分的な測定しか出来ない場合は省略)

本ガイドラインにおける 項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加 段階	提出資料	施工確認 段階
	平均路面輝度 (連続照明区間)	連続照明の場合の記載 ・平均路面輝度 (車道) ○○cd/m ² 以上	○	※1 ・光度値 (水平角 0~180°、鉛直角 0	▲

表 6-2 (2) LED歩道照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

凡例) ○歩道照明の性能に関する確認 (書類確認)
 ■工場立会い試験時に関する確認 (実測)
 (工場立会いを実施しない場合は省略)
 △器材の仕様に関する確認 (書類確認)
 ▲照度測定結果により計算
 (部分的な測定しか出来ない場合は省略)

本ガイドラインにおける項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加段階	提出資料	施工確認段階
	歩道平均路面照度 (歩道毎)	5lx 以上	○	※1 ・光度値 (水平角 0~180°、鉛直角 0~90° の光度値を 1° 又は 5° 刻みに記入した表) ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 照度分布図 定格光束	▲
	歩道照度均斉度 (歩道毎)	0.2 以上	○	・LED 道路照明器具の照明率表 (0.01 刻み。光度値表から器具前面 (車道側) 2W/H~器具背面 (歩道側) 1W/H 間の照明率データ) ・照明灯配置図	▲
	LED モジュール用制御装置の総皮相電力	特記仕様書の規定値又は技術提案値		制御装置の試験成績書 (入力電圧、入力電流) 及び照明灯数	■ △
4.2.4(1)1	器具の形状寸法及び質量	LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書 (案) 参照		製品図面	■ △
4.2.4(1)3	塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護	LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書 (案) 参照		試験成績書	△
4.2.4(2)1	本体	LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書 (案) 参照		製品図面 <u>(本技術仕様で規定する材料以外を用いる場合は、その性能評価書を提出すること)</u>	△
4.2.4(2)2	透光性カバー	LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書 (案) 参照		製品図面	△
4.2.5(1)	上方光束比	LED 道路・トンネル照明灯具技術仕様書 (案) 参照		配光特性図	△

			4.2.5(2)	絶縁抵抗	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	■ △
			4.2.5(3)	耐電圧	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	■ △
			4.2.5(4)	耐熱衝撃	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
			4.2.5(5)	耐振動性	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
			4.3.3	LED モジュールの性能	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
			4.3.4	LED モジュールの寿命	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照	○	※2 寿命試験は、JIS C 8155 による。 寿命推定は①、②のいずれかによる。 ①IES LM80 及び TM-21 より求めた推定値 ②温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値 ・ケース温度 ・ジャンクション温度 ・温度管理・実測データ ・LED の寿命	△
			4.3.5(5)	諸特性	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	■ △
			4.3.5(6)	耐湿性及び絶縁性	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	■ △
			4.3.5(7)	雑音特性	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
			4.3.5(8)	高調波電流	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
			4.3.5(9)	耐雷サージ	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△

4.3.6	LED モジュール 用制御装置の寿命	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照	○	※3（①～③のいずれか） ①温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる仕様温度による寿命推定値 ②使用する主要部品の最大温度ディレーティング率等から算定される寿命推定値 ③LED モジュール制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定値を、実装状態にて周囲温度条件により換算した値	△
-------	-----------------------	--------------------------	---	---	---

表 6-2 (3) LEDトンネル照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

凡例) ○トンネル照明の性能に関する確認（書類確認）

■工場立会い試験時に関する確認（実測）

（工場立会いを実施しない場合は省略）

△器材の仕様に関する確認（書類確認）

▲照度測定結果により計算

（部分的な測定しか出来ない場合は省略）

本ガイドラインにおける 項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加 段階	提出資料	施工確認 段階
	平均路面輝度	1)トンネル基本照明の場合の記載 ・本線部 ○○cd/m ² 以上 （夜間○.○cd/m ² 以上、深夜○.○cd/m ² 以上） （路面：○○○○舗装） 2)トンネル入口照明の場合の記載 ・平均路面輝度 別添図面の入口照明曲線図に示す輝度(cd/m ²) （路面：○○○○舗装）	○	※1 ・光度値（水平角0～180°、鉛直角0～90°の光度値を1°又は5°刻みに記入した表） ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 輝度分布図（基本照明） 入口部照明曲線図（入口部照明） 定格光束 ・LEDトンネル照明器具の照明率表 （1度刻み。光度値表から基準軸より 上方（車道側）90度～下方（歩道側） 90度の照明率データ） ・照明灯具配置図	▲
	総合均斉度	0.4 以上	○		○
	車線軸均斉度 （車線毎）	0.6 以上	○		○
	相対閾値増加 （車線毎）	15%以下	○		○
	歩道平均路面照 度（歩道毎）	5lx 以上	○	※歩道があり、その光学性能を要求する場合	▲

		壁面輝度比	L側○：○以上、R側○：○以上	○		○
		LED モジュール 用制御装置の総 皮相電力	特記仕様書の規定値又は技術提案値		制御装置の試験成績書（入力電圧、入 力電流）及び照明灯数	■ △
	4.4.4(1)	塵埃、固形物及び 水気の侵入に対 する保護	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
	4.4.4(2)1)	本 体	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		製品図面 <u>（本技術仕様書に規定する材料以外を用 いる場合は、その性能評価書を提出す ること）</u>	△
	4.4.4(2)2)	取付脚	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		製品図面	△
	4.4.4(2)3)	透光性カバー	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		製品図面 及び試験成績書	△
	4.4.5(1)	光出力比	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
	4.4.5(2)	絶縁抵抗	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	■ △
	4.4.5(3)	耐電圧	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	■ △
	4.4.5(4)	耐熱衝撃	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
	4.5.3	LED モジュール の性能	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
	4.5.4	LED モジュール の寿命	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照	○	※2 寿命試験は、JIS C 8155 による。 寿命推定は①、②のいずれかによる。 ①IES LM80 及び TM-21 より求めた 推定値 ②温度加速度試験結果からアレニウ スプロットによる仕様使用温度によ る寿命推定値 ・ケース温度 ・ジャンクション温度 ・温度管理・実測データ ・LED の寿命	△
	4.5.5(5)	諸特性	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
	4.5.5(6)	雑音特性	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
	4.5.5(7)	高調波電流	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△

4.5.5(8)	耐雷サージ	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		試験成績書	△
4.5.5(9)	初期光束補正機能	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		製品図面又は及び製品仕様書等	△
4.5.5(10)	調光機能	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照		製品図面又は及び製品仕様書等	△
4.5.6	LEDモジュール用制御装置の寿命	LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）参照	○	※3 ①～③のいずれか ①温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる仕様温度による寿命推定値 ②使用する主要部品の最大温度ディレーティング率等から算定される寿命推定値 ③LEDモジュール制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定値を、実装状態にて周囲温度条件により換算した値	△

設計寿命確認方法例

別紙 1

1 LEDモジュール

1) 検証方法

周囲温度 30℃の状態での LED 照明灯具を連続点灯し、温度が安定した状態で器具内に組込んだ LED モジュールのケース温度測定を行い、測定結果から算定式で求めたジャンクション温度が、設計寿命の温度管理値以内であることを確認する。

2) 試験方法

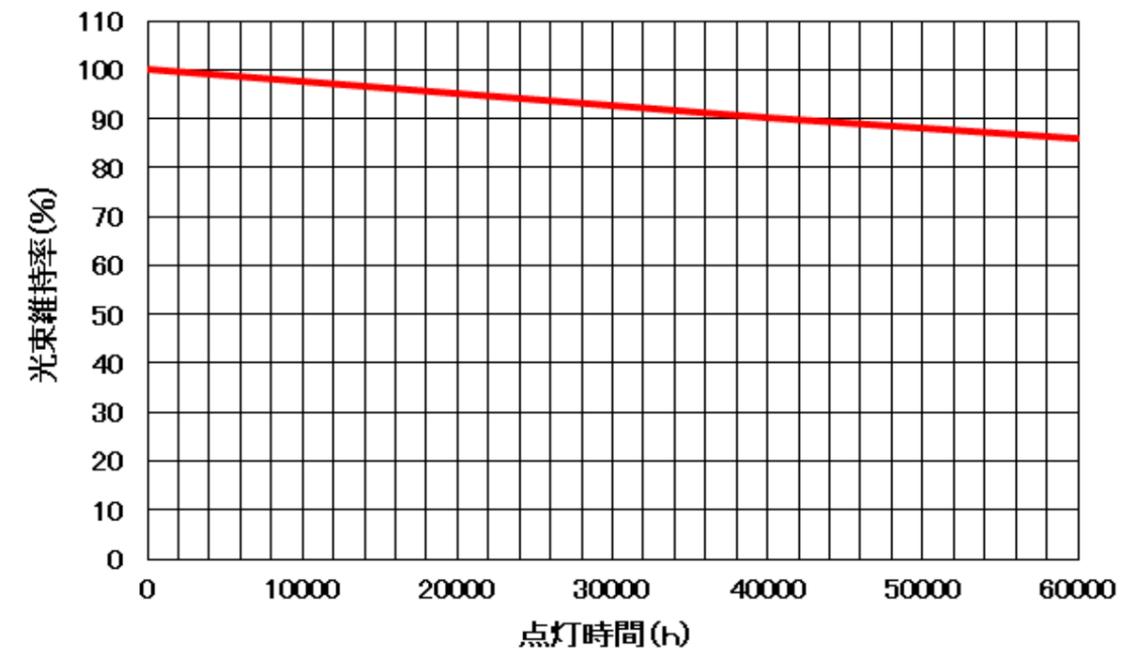
LED モジュールのケース温度測定を行い、その測定結果より、ジャンクション温度を算定式で求める。

この算出したジャンクション温度が、LED モジュール寿命特性の図表（LED 単体の製造業者が定めた LED 順方向電流に対する光束維持率の時間変化の関係を示した技術資料）による設計寿命の温度管理値以内であることを確認する。

ここでいう温度管理値とは、光束維持率 80 %を満足できる値とし、LED 順方向電流は最大定格値とする。

最大定格電流時における寿命特性（LED 単体製造業者値）は以下のとおり。

LEDジャンクション温度 (T_j) = 120 °C
 LED順方向電流 (I_f) = 0.8 A



3) 寿命の検証について

LEDのジャンクション温度 (T_j) を求めるためには、LEDケース温度 (T_c) を測定して計算を行う。

算定式

$$T_c = T_j - R_{j-c} \times P$$

T_c : LEDケース温度 (°C)

T_j : LEDジャンクション温度 (°C)

R_{j-c} : ジャンクション・ケース間の熱抵抗 (°C/W)

P : 消費電力 (W)

(計算例)

$T_j = 120$ (°C) (絶対最大定格値) : メーカー仕様値

$R_{j-c} = 2.4$ (°C/W) : メーカー仕様値

$P =$ LED素子の消費電力

$$= \text{LED順方向電流 (If)} \times \text{LED順方向電圧 (Vf)} = 0.8 \text{ A} \times 10 \text{ V} = 8 \text{ W}$$

上記の条件で T_c を計算すると以下のような値となる。

$$T_c = T_j - R_{j-c} \times P = 120 - 2.4 \times 8 = 100.8 \text{ °C}$$

したがって、 T_j を 120°C 以下にするためには、LEDケース温度 (T_c) は、100.8°C 以下となればよい。

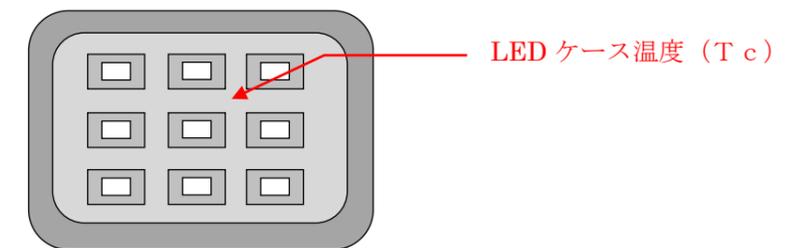
4) 検証結果

器具周囲温度30℃におけるLEDケース温度の測定結果は、温度試験成績書のとおり98℃である。

測定結果

	測定箇所	LEDケース温度
1	LED	98
2	LED	98
3	LED	98
4	LED	98

測定結果から算定式で求めたジャンクション温度が、設計寿命の温度管理値以内であることがいえる。よって、設計寿命60,000hを満足する。



別紙 2

LEDモジュール用制御装置

1) 検証方法

器具周囲温度30℃（器具に内蔵するLED モジュール用制御装置の場合）

周囲温度40℃（照明ポール内等に設置する独立型LEDモジュール用制御装置の場合）

周囲温度が安定した状態で、制御装置により照明灯具を連続点灯し、温度が安定した時点で制御装置の電解コンデンサの温度測定結果あるいは、メーカー仕様値の電解コンデンサ温度と制御装置の温度（テストポイント）の技術資料を用いて寿命を検証する。

2) 試験方法

周囲温度：30℃（器具に内蔵するLED モジュール用制御装置の場合）又は、40℃（照明ポール内等に設置する独立型LEDモジュール用制御装置の場合）

入力電圧・周波数：AC200V、50Hz（又は60Hz）

接続負荷：試験用LED照明灯具

測定時間：点灯開始後、測定箇所の温度が一定となった状態で温度測定を実施

評価方法：周囲温度30℃（器具に内蔵するLED モジュール用制御装置の場合）又は、40℃（照明ポール内等に設置する独立型LEDモジュール用制御装置の場合）において主要部品の測定温度が最大定格温度以下になることを確認する。

3) 寿命の検証について

推定寿命 L_x (h) を求めるためには、周囲温度 T_x (°C) を測定して算定式により計算を行う。

算定式

$$L_x = L_o \times 2^{(T_o - T_x)/10}$$

L_x : 推定寿命 (h)

L_o : 定格温度での寿命 (h)

T_o : 定格温度 (°C)

T_x : 周囲温度30°C又は、40°Cにおける測定温度 (°C)

4) 検証結果

測定結果

	測定箇所	定格温度 T_o (°C)	定格温度での 寿命 L_o (h)	周囲温度30°C又は、40°C における測定温度 T_x (°C)	推定寿命 L_x (h)
1	電解コンデンサ	105	8,000	70	90,510
2	電解コンデンサ	105	8,000	65	128,000
3	電解コンデンサ	105	8,000	65	128,000
4	電解コンデンサ	105	10,000	70	113,137
5	電解コンデンサ	105	10,000	65	160,000

よって、設計寿命 60,000h を満足する。