

長大トンネルでの照明設備更新工事における 通行規制のあり方 (並行する現道を活用した通行規制)

西本 愛輝¹

¹中部地方整備局 名古屋国道事務所 防災情報課 (〒467-0833 愛知県名古屋市瑞穂区鍵田町2-30)。

自動車専用道路の長大トンネルにおける修繕工事では、交通規制方法について十分な検討が必要である。規制の方法について夜間全面通行止めの場合、夜間割増しによる工事費の増大に繋がり、限られた管理予算上で修繕するには昼間施工が求められる。今回、中部縦貫自動車道小鳥トンネルにおける照明LED化工事を行うため交通規制方法を検討した結果、並行する現道を活用した昼間片側通行止め規制を行った。本論文では実施した片側通行止めに関わる課題検討と対応事例を報告する。

キーワード 片側通行止め迂回規制、優位性、損失時間

1. はじめに

トンネル設備の修繕工事は、交通規制を行い施工する必要があり、交通量や施工時間の状況を分析し、交通への影響を最小限に抑えつつ、作業規模に応じて規制の範囲や期間を最適化し、利用者への負担も軽減する必要がある。

高山国道事務所では、通行車両への影響を減らすため、自動車専用道区間内の工事は路肩規制で工事が可能な場合を除き夜間通行止めを実施し工事を実施している。

夜間工事の場合、労務費の夜間割増しによる工事費の増大が課題となる。予算に制約がある中で設備の修繕・更新を行う上で大きな負担となる。

また自動車専用道区間内の長大トンネルにおける昼間の規制方法では、通行車両への影響が大きいため片側交互通行規制を選択することが難しい。このような背景のもと、トンネル照明設備工事において、昼間施工を前提

に並行する現道を活用した交通規制方法【以下（片側通行止め迂回規制）という。】を検討し採用した。本論文では、昼間片側通行止めを採用した際の課題検討と対応事例について報告するものである。

2. 工事の概要

令和5年度高山国道管内トンネル照明設備工事は、岐阜県高山市にある中部縦貫自動車道（高山清見道路）小鳥トンネルL=4,346mのうち半分の2,173mの照明設備をLED化する工事である。

工事の実施にあたり、中部縦貫道高山西IC～飛騨清見IC区間を並走する国道158号を迂回路とし昼間片側通行止め規制を行った。規制期間は、更新照明の設置作業の期間として令和6年4月16日～7月12日（土日祝日・GW期間除く）、既設照明の撤去作業の期間として令和6年10月16日～11月8日（土日祝日除く）の2回実施した。



図－1 工事概要図

3. 従来工事での課題

長大トンネルにおける照明設備工事は効率的かつ安全に実施することが求められている。しかし、従来の夜間工事及び片側交互通行ではそれぞれ以下の課題がある。

(1) 夜間工事の課題

工事を夜間を実施することにより労務費の夜間割増しによる工事費の増大が課題となる。また作業者にとって、夜間での作業は日中とは異なる負担を伴い、通常的生活サイクルを維持することが難しくなり作業効率や安全性に悪影響を及ぼすことが懸念される。

(2) 片側交互通行規制の課題

長大トンネル工事での片側交互通行規制の課題は交通渋滞の発生である。長大トンネル工事での片側交互通行規制ではトンネル内は見通しが悪く、車線変更や合流が難しいため、工事区間だけでなく前後も含めて長めに規制を設ける必要があり規制延長がトンネルの延長に合わせて長くなる。それにより交互に通行するための待ち時間長くなるため、周辺にも交通状況に大きな影響を与える。

これらの課題を解決するため、夜間から昼間に施工時間を変更する事で工事費を抑制することとし、昼間の通行規制においても交通への影響が少ない規制法について検討を実施した。

4. 適切な規制方法の検討について

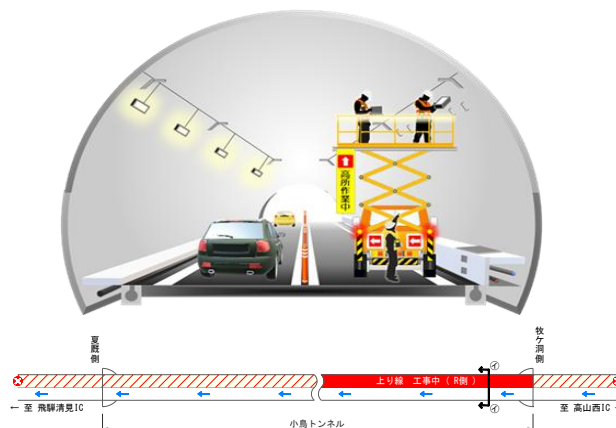
本工事（トンネル照明設備更新工事）での適切な規制方法を決定するにあたって、施工方法及び施工中の規制方法を確認した。施工は以下の手順で実施する。施工イメージを図－2に示す。

- ① 照明器具の設置
- ② 照明電源供給の配線設置
- ③ 既設照明設備の撤去
- ④ 既設照明の電源配線撤去

照明器具・電源配線の設置・撤去は、横断配線部を除いては図－2のように、片側ずつ施工ヤードを確保できれば可能である。片側交互通行止め規制以外の規制方法として、片側通行止め迂回規制を今回の施工で採用できるか検討を行った。

横断配線部は通行規制を最小限とするため、年一回実施しているリフレッシュ工事の夜間全面通行止め規制時に施工した。

検討時に比較した通行規制規制方法は、①片側交互通行止め規制②並走道路完全迂回規制③片側通行止め迂回規制、以上3種類の規制方法を設定した。比較する際の



図－2 施工イメージ図

指標として通行にかかる損失時間を用いて規制ごとの優位性を評価した。

損失時間とは、走行速度や走行時間に関する規制が、車両の走行効率に与える影響を反映した時間である。この損失時間は、規制がある場合に走行に要する総走行時間が長くなることで発生する。損失時間の算出方法を以下に示す。

損失時間：規制有総走行時間－規制無総走行時間

総走行時間：1台あたり所要時間（分）×走行台数

規制方法毎に損失時間を算出するにあたり、今回工事の条件に合わせて条件を以下のとおり設定した（ケース1とする）。また、交通量が増加したパターンについても確認した。（ケース2とする）

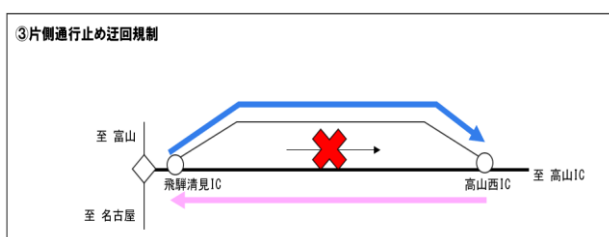
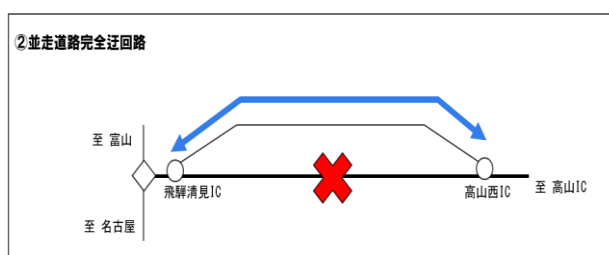
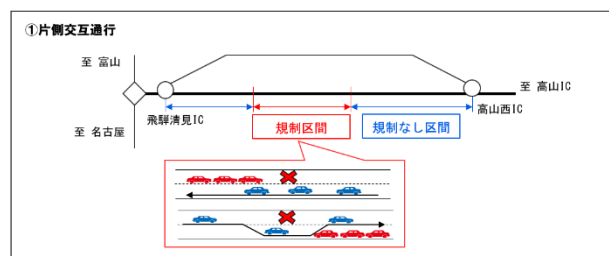
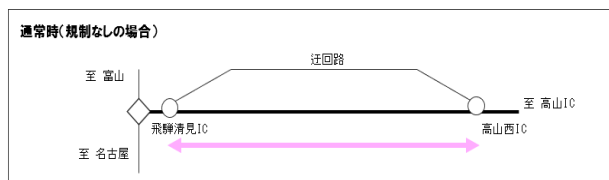
高山西IC～飛騨清見IC本線区間距離	9km
高山西IC～飛騨清見IC迂回路距離	13km
規制区間延長	4km
自動車専用道区間（規制区間外）走行速度	70km/h
自動車専用道区間（規制区間内）走行速度	40km/h
区間内設定交通量（パターン1）	500台/h
区間内設定交通量（パターン2）	1000台/h

詳細な設定条件については、表－1 ケースごとの条件表に示す。

表－1 ケースごとの条件表

ケース	本線	規制区間	規制なし区間	迂回路
ケース1	区間延長：9km 走行速度：70km/h 交通量：500台/h	区間延長：4km 走行速度：40km/h 青時間：2分 全赤時間：3分	区間延長：5km 走行速度：70km/h	区間延長：13km 走行速度：50km/h 交通量：140台/h 交通容量：500台/h
ケース2 本線 交通量増加	区間延長：9km 走行速度：70km/h 交通量：1,000台/h	区間延長：4km 走行速度：40km/h 青時間：2分 全赤時間：3分	区間延長：5km 走行速度：70km/h	区間延長：13km 走行速度：50km/h 交通量：140台/h 交通容量：500台/h

規制方法ごとの規制イメージを通常（規制無）の場合も含めて図－3に示す。



図－3 規制イメージ図

3つの規制方法の損失時間の詳細を以下に記載する。

①片側交互通行止め規制は、工事により上り線・下り線のどちらかを規制した際に、残った車線で上り線と下り線の交通を交互に通行させる規制である。本線を交互通行する車両の総走行時間を算出し、本線を通常通り走行した時の総走行時間からの増加量を損失時間として算出する。

②並走道路完全迂回規制は、本線を規制により完全に通行止めし、本線を走行する車両すべてを迂回路に迂回させる規制である。迂回させた車両と迂回路を走行する車両の総走行時間を算出し、本線を通常通り走行した時の総走行時間からの増加量を損失時間として算出する。

③片側通行止め迂回規制は、本線を規制により上り線・下り線のどちらかのみ通行止めし、本線を走行する車両の一部を迂回路に迂回させる規制である。迂回させた車

両と迂回路を走行する車両の総走行時間を算出し、本線を通常通り走行した時の総走行時間からの増加量を損失時間として算出する。

各ケースごとの損失時間を表－2に示す。

表－2 損失時間 (分)

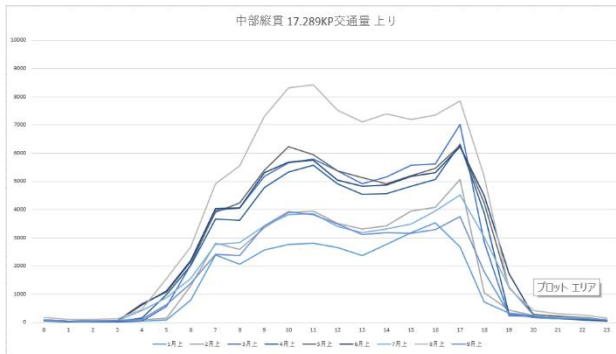
損失時間(分)の比較

ケース	①片側交互通行	②並走道路完全迂回	③片側通行止め迂回
ケース1	23,052 増加 ↓	6,825 増加 ↓	2,614 増加 ↓
ケース2 (交通量を増加)	127,576	79,022	8,111

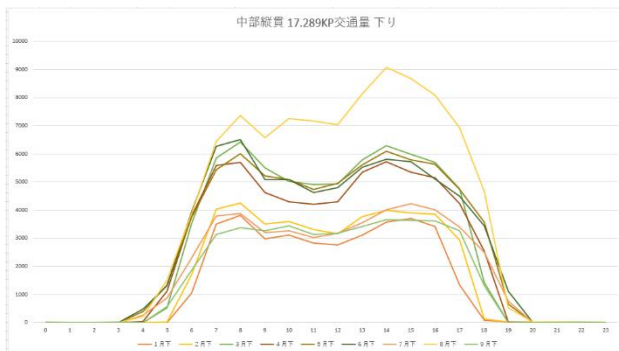
規制方法毎の損失時間を比較した結果、今回検討した片側通行止め迂回規制が優位性が高いことが分かった。要因は片側交互通行止め規制は、本線の通行のみで迂回路を使用しなかったが規制区間延長が4kmで長いため走行できない時間が増え総走行時間が延びる結果となった。並走道路完全迂回規制は、本線を規制し迂回路13kmと長い距離を走行しなければならず、従来交通に加えて迂回交通量が多くなることによって走行速度が低下してしまい損失時間が大幅に増加する結果となった。

次に、片側通行止め迂回規制を実施するにあたり、通行止めし迂回する方向を上り下りのどちらにするか検討した。検討にあたって、自動車専用道のような走行速度が速い場所では追突のリスクがあり注意して規制準備を行わなければならないため、規制開始時の安全性に着目して検討を行った。中部縦貫道高山清見道路17,289kpに設置された交通量観測装置(画像処理型交通量観測装置)の計測データを用いて検討した。上り線、下り線それぞれの一年間の交通量を図－4交通量(上り)、図－5交通量(下り)に示す。

上り線(飛騨清見ICから高山西IC方向)と下り線(高山西ICから飛騨清見IC方向)の計測データを比較すると、下り線の方が上り線よりも朝の6時～8時台の交通量が多く、午前7時～午後17時の交通量を比較すると上り線は、平均2,000台ほどの交通量に対し、下り線の平均交通量は3,000台以上通行しており全体的に平均1,000台以上の通行車両の差があるため通行量が少ない上り線を規制対象とした。また、上り線を規制することによって、飛騨清見ICの料金所から入ってきた車は迂回路へと案内されるため、下り方向に向かう走行車両よりも速度が落ちており安全に誘導することが可能であるため採用することとした。



図－4 交通量（上り）



図－5 交通量（下り）

5. 交通状況の事後検証について

（1）通行規制時の交通状況

中部縦貫自動車道において採用した片側通行止め迂回規制時の交通状況についてETC2.0プローブデータを活用し事後検証を実施した。通行規制実施有無における走行速度、急挙動発生状況を確認した。確認した走行状況を図－6、急挙動発生状況を図－7に示す。具体的な比較は、通行規制を行っていない4月1日～4月15日と規制を行った4月16日～4月30日で比較した。規制開始前と開始後を比較したところ、走行速度低下及び急挙動の発生について大きな変化が確認されなかった。どちらも大きな違いはないが図－6の赤いラインで速度が減少している箇所については、交差点で左折しようとする車両が規制によって上り線が通行できないため迂回した車両が、本線から市街地に通行しようとするため規制なしと比べて交通が多く滞留しているため走行速度が減少していると考えられる。

6. 昼間施工による効果について

（1）工事費の低減

試算ではあるが夜間から昼間施工にした際の工事費の増大について比較を行った。表－3に比較表を示す。

■片側通行規制有無の走行状況 14時台

・片側通行規制無し(2024年4月1日～4月15日(平日))



・片側通行規制あり(2024年4月16日～4月30日(平日))



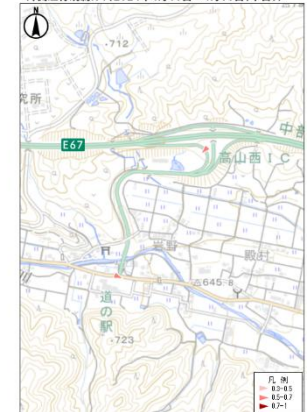
図－6 走行状況

■片側通行規制有無の急挙動発生状況

・片側通行規制無し(2024年4月1日～4月15日(平日))



・片側通行規制あり(2024年4月16日～4月30日(平日))



図－7 急挙動発生状況

表－3 工事費の比較（試算）

工事費の比較（試算）		工事費（円）	削減率
夜間施工	工事費（円単位）	303,281,000	約21%
昼間施工	工事費（円単位）	240,493,000	

昼間施工の工事費は、実際に施工をするうえで掛かった全体の工事費である。夜間施工の工事費は労務費に夜間割増しによる補正率（50%）をかけて算出した。比較すると今回の工事による差は約21%6,000万円ほどの費用を削減することができた。

（3）労働環境の改善

夜間施工は労働者の体のリズムを狂わせ、睡眠不足や体調不良に繋がるだけでなく、私生活においても家族と繋がる時間や趣味に費やす時間を減らすなど、労働者にとって望ましくないデメリットが想定される。また、発注者や他工事との調整を実施する現場代理人や監理技術者は、実体的に昼間での調整が行われるため、更に厳しい状況である。

夜間施工から昼間施工へ変更することで上記の課題を

改善され、労働者のワークライフバランスの改善も図られると思われる。実際に本工事を実施した受注者に対し、昼間施工化に関わるヒアリングを実施したところ、労働者のワークライフバランス確保の観点において好意的な回答が得られた。

7. 全体の評価と今後の方針について

今回、交通への影響が少ない規制法について検討を行い現道を活用した片側通行止め迂回規制を行った。片側交互通行規制の規制に比べて損失時間（影響度）を比べることで優位性が明確になった。実際、検討した片側通行止め迂回規制を行い利用者への負担を減らすことができたと感じる。事後検証については、工事費では夜間施工から昼間施工にすることによって労務費の夜間割増しによる費用を低減し、全体の約21%6,000万円削減することができたのは非常に大きいものと言える。通行規制時の交通状況においても滞留状況を確認したところ影響はなかった。

働き方改革の観点からみても、夜間施工から昼間施工に変えたことによって作業者の負担を大きく減らすことができたと感じる。

高山国道事務所では今回実施した片側通行止め迂回規制は当初想定していた課題の対策として良い結果が得られたと考えている。心配していた迂回路側への影響もETC2.0の計測結果検証から問題が無いことが分かった。本工事で実施した並走道路を活用した片側通行止め迂回規制は、令和6年度高山国道管内トンネル照明設備でも採用している。中部縦貫道高山IC～高山西IC区間を同様に並走道路（現道158号）を迂回路とし規制を行っている。この区間は市街地と隣接しているため、事後検証では滞留状況や急挙動発生状況を確認し、再度検証することが重要であると感じる。

迂回路を活用した片側通行止め迂回規制については、トンネル照明設備更新工事だけでなく、その他の電気通信設備・機械設備などの付属設備の更新工事だけでなく、トンネル本体や橋梁等、土木構造物の補修工事等にも施工方法による制限がない場合は採用していきたい。

謝辞：本稿の執筆にあたり、ご協力いただきましたご担当者様及び関係各位に感謝申し上げます。