

スコリア斜面を有する国道の上下線断面分離化による防災性等向上に関する検討

○山崎大嗣¹・関口貴志¹・高羽俊光¹・中村哲也¹・水谷和真¹

¹中日本建設コンサルタント（株）（〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目16番15号）

本稿では、暫定2車線供用中である国道本線（重要物流道路）の完成4車線整備に向けて実施した道路予備修正設計について報告する。スコリア斜面の土砂流出災害を受け過年度計画を精査した結果、防災性に関する課題を確認した。そのため、上下線断面を分離化し、登り勾配車線へ縦断勾配特例値を採用することで、防災性に関する課題解消の他、施工性及び経済性等の向上を実現した。

Key Words：一般国道バイパス、完成4車線整備、上下線断面分離化、スコリア

1. はじめに

一般国道246号裾野バイパスは、静岡県駿東郡小山町から沼津市大岡に至る延長L=35.3kmのバイパスであり、交通渋滞の緩和、交通事故の削減、地域経済活性化の支援等の役割を担う路線である。加えて、並行する東名高速道路の代替路線の役割も担っており、南海トラフ地震発生時の広域緊急輸送路として、第一次緊急輸送道路にも位置付けられている。

当路線の中で唯一の暫定2車線区間を有する当設計区間は、急峻な山間部と河川の間を通過する地形状況より、線形不良に起因する重大事故が多く発生している。また、新富士火山噴出物（スコリア）から成る脆弱な地質状況を抱えた雨量規制区間であり、豪雨時には土砂災害により長時間の通行止めが発生している。これらの状況を踏まえ、当設計区間は早期の4車線化整備が求められている。



図-1 業務位置図

令和3年度には、一般国道246号裾野バイパスの暫定2車線区間を対象に、道路予備修正設計が行われたが、令和3年7月の土砂災害を受け過年度計画の内容を精査した結果、防災性の課題を有していることが確認された。

本稿では完成4車線整備にあたり、防災性等の向上を目的とした本線の道路予備修正設計を実施した内容について報告を行う。

2. 基本的事項の整理

(1) 検討フロー

検討フローを図-2に示す。

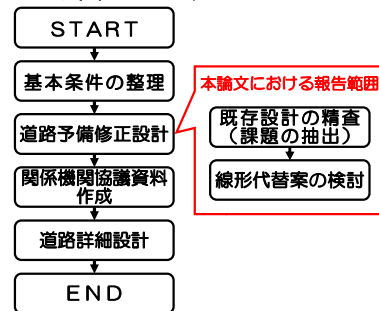


図-2 検討フロー

(2) 基本条件の整理

a) 設計条件

一般国道246号裾野バイパス本線の計画諸元を以下に示す。

- ・計画交通量 : 22,800台/日 (R22推計値)
- ・道路の区分 : 第3種第2級
- ・設計速度 : V=60km/h
- ・車線数 : 4車線

b) 過年度の計画経緯

当設計区間の完成4車線形状については、平成29年度に道路詳細設計が実施され、道路の詳細構造が決定された状況にある。その後、地域との調整結果を踏まえ、令和3年度に道路予備修正設計を実施し、取得困難用地を回避した平面線形に修正されている。

c) 事業進捗状況

完成4車線化整備にあたり、過年度の詳細設計にて道路法第95条の2第1項の規定による意見聴取に向けた事前協議や計画協議、並びに設計協議を行っていたものの、平面線形および縦断線形を変更することから、改めて各種協議を実施する必要があった。また、完成4車線整備に必要な用地は既に取得済みであった。

d) 地質状況

当設計区間の地質状況としては、下層に比較的堅固な古富士火山噴出物が堆積し、上層に新富士火山噴出物（スコリア）が堆積している。新富士火山噴出物であるスコリアは、宝永噴火時のマグマが多孔質となったものであり、比重が小さい、保水性が低い、粘着力が低い特性を有する。当地域ではこれまでも豪雨時にスコリア斜面が繰返し崩壊しており、令和3年7月の豪雨時には、スコリア斜面の土砂が当路線の本線に流出したため、15時間に及ぶ通行止めが発生している。（図-3）



図-3 被災状況

3. 過年度計画における課題

過年度計画では、スコリアを含む脆弱な斜面に対して大規模なグラウンドアンカー工を連続的に施工計画となっていた。グラウンドアンカー工は、切土面に働く土塊のすべり力を受圧板とアンカーの引張力で抑止させる工法であり、採用に当たっては、アンカー受圧板を安定した斜面に定着させる必要がある。しかし、スコリアを有する斜面の場合、表層が侵食される可能性があり、受圧板が沈下し、引張力を保持できなくなることが懸念された。

そのため、良好な岩体を確認できない特異な地質特性を持つ当設計区間においては、長期安定性を有する道路構造の立案が課題であると判断した。

ここで、過年度計画において大規模なグラウンドアンカー工が計画された経緯を以下に示す。

(1) 縦断勾配

過年度計画では、設計速度V=50km/hで整備された縦断勾配*i*=6%の現道に対し、V=60km/hの標準最急勾配の*i*=5%を用いて縦断計画されているため、計画高が現道よりも最大4m高くなり、擁壁の設置が必要となる。（図-4）

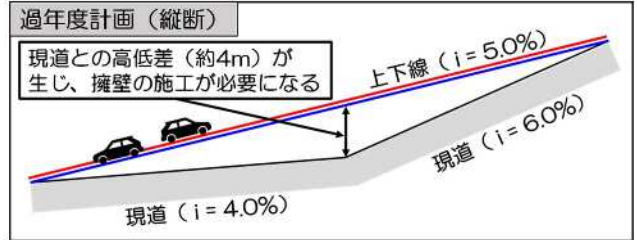


図-4 過年度計画における縦断線形

(2) 横断的なコントロールポイント

現道との高低差により生じる擁壁は、昭和44年の暫定2車線整備時に施工した腹付盛土部に支持を求めることを避けつつ、4車線化施工時の対面2車線幅員を谷側へ確保した位置に計画されていた。そのため、路側擁壁の位置が横断的なコントロールポイントとなり、現道の平面線形に対し、計画時の平面線形を山側へ移程する必要があり、大規模なグラウンドアンカー工が連続的に計画されていた。（図-5、図-6）

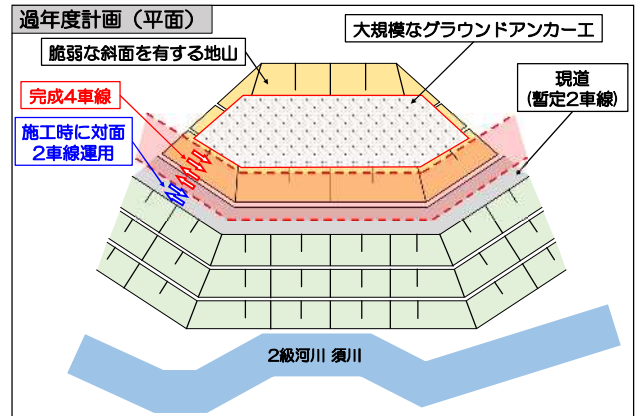


図-5 過年度計画の平面イメージ図

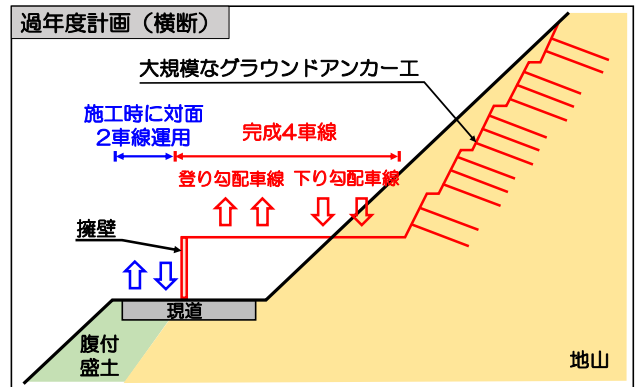


図-6 過年度計画の横断イメージ図

4. 課題解決に向けた技術的対応

(1) 課題解決の方向性

急峻な斜面における道路の拡幅方法としては、山側斜面を切土して拡幅するか、谷側に張り出して拡幅するのが一般的である。しかし、当設計区間において、脆弱な斜面を有し、斜面崩壊の危険性を高めるため山側への拡幅は難しいと判断した。また、暫定2車線整備時に施工した腹付盛土上に擁壁を設置する必要がある谷側への拡幅も支持力の確保の観点から難しいと判断した。

このように、山側にも谷側にも拡幅余裕がない状況下における課題解決の方向性として、谷側の登り勾配車線では、現道路面幅を最大限活用するため道路計画高を現道と同程度まで下げること、山側の下り勾配車線では、車線を谷側へ寄せ、脆弱斜面の掘削量を削減することが有効であると考えた。

(2) 技術的対応

谷側の登り勾配車線へのみ縦断勾配の特例値を採用し、上下線断面を分離化した上で、本線の中心線を谷側へ半断面分シフトすることで、山側への切土影響を大幅に低減し、防災性の課題を解消した。

具体的な検討内容を以下に示す。

a) 縦断勾配特例値の採用

登り勾配車線では、現道路面を完成4車線の道路用地として最大限活用するため、縦断勾配に特例値 ($i=6.0\%$) を採用した。(図-7)

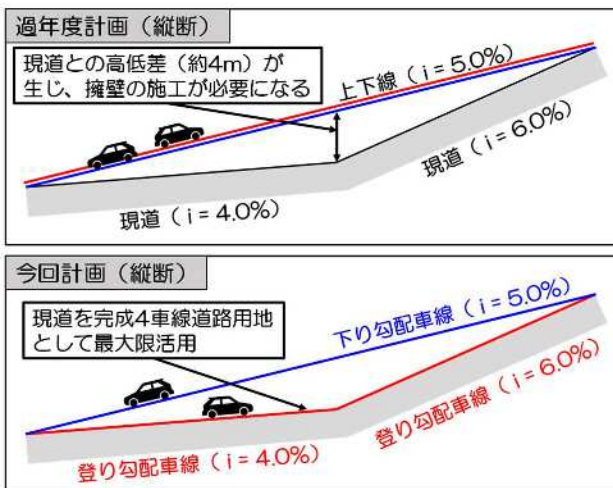


図-7 今回計画の縦断線形

ここで、登り勾配車線への縦断勾配特例値の採用にあたり、過去の現道の事故データより当該路線の事故特性の分析を行った。当設計区間で平成23年～令和2年に発生した事故件数は18件であり、内13件が速度超過を促す下り勾配車線で発生した事故であった。さらに、登り勾配車線では、死亡事故は発生しておらず、急なS字カーブが連続する平面線形を起因とする車線変更時の事故が主体であった。(表-1)

表-1 交通事故状況 (H23～R2)

事故内容	登り勾配車線 事故件数[件]	下り勾配車線 事故件数[件]
正面衝突	—	4 (1)
追突	2 (0)	3 (0)
工作物衝突	—	3 (1)
追越追抜時	1 (0)	—
すれ違い時	—	1 (0)
進路変更時	1 (0)	—
転回時	—	1 (0)
その他	1 (0)	1 (0)
合計	5 (0)	13 (2)

※()内は死亡事故件数

以上のことから、今回の縦断勾配特例値の採用は、登り勾配車線であり、速度超過が抑制されること、また完成4車線整備により、平面線形が改良されることより、安全性に大きな問題が無いと判断した。

b) 擁壁位置の変更

登り勾配車線の縦断勾配の変更により、上下線断面を分離化し、過年度計画において路側に計画されていた擁壁を中央分離帯に設置した。

c) 平面線形の変更

擁壁を中央分離帯の位置に変更し、登り勾配車線の計画高を現道路面と同程度まで下げることで、平面線形を谷側へ半断面分シフトすることが可能となる。

これにより、施工時の対面2車線運用幅員を確保した上で、脆弱な斜面に対する切土影響を大幅に低減した。(図-8, 図-9)

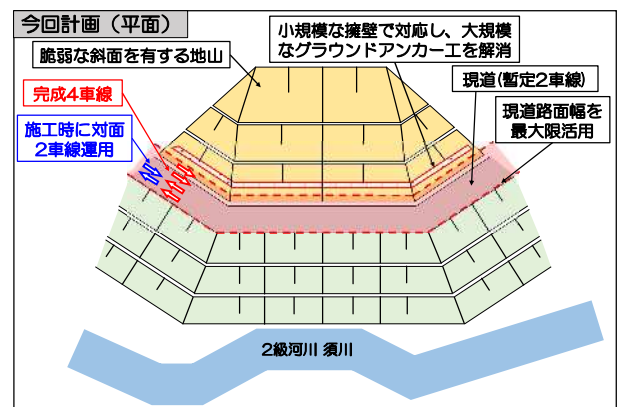


図-8 今回計画の平面イメージ図

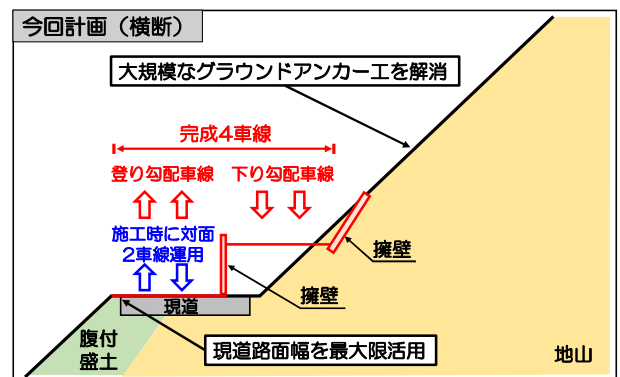


図-9 今回計画の横断イメージ図

d) 中央分離帯構造の変更

当該区間では過去に山側斜面からの土砂流出を受け、上下線が通行止めとなる被害をうけている。そこで、万が一完成4車線整備後に同様の土砂流出が発生した場合においても、土砂を中央分離帯の位置で食い止め、谷側の登り勾配車線だけで対面2車線を確保する応急復旧が可能な構造を提案した。

具体的には、過去の豪雨時の被災状況を確認した結果、中央分離帯部に縁石（H=25cm）が設置されている区間では、土砂の流出が食い止められていることを確認した。（図-10）

そこで、スコリアの流出が想定される箇所に対して、剛性防護柵を設置する計画とし、土砂流出時の応急的な谷側2車線の対面運用が可能な構造とした。



図-10 被災状況

5. 新たな課題とその対処

現道の縦断勾配に $i=6.0\%$ が用いられている区間では、冬期にたびたびスタックが発生するとの意見があったため、登り勾配車線に縦断勾配特例値の $i=6.0\%$ を用いるにあたり、完成4車線整備後のスタック発生リスクの確認を行った。

ここでは、以下の2点について確認を行い、完成4車線整備後の当該区間のスタック発生リスクは大きく低減されていると判断した。

(1) 合成勾配の緩和

現道でスタックの発生が確認されている縦断勾配 $i=6.0\%$ 区間は、最小平面曲線半径が $R=110\text{m}$ であり、最大 $i=8.0\%$ の片勾配が附されているため、合成勾配が $S=10.0\%$ となる。一方で、完成4車線整備後は、縦断勾配 $i=6.0\%$ 区間は最小平面曲線半径が $R=330\text{m}$ であり、 $i=5.0\%$ の片勾配が附されているため、合成勾配が

$S=7.8\%$ と大きく緩和されていることを確認した。

(2) 路面凍結のリスクの低減

当該地域は積雪寒冷地ではないが、12月～2月の最低気温が氷点下となる日数が5割～8割程度であるため、スタックの発生に直結する冬期の路面凍結リスクについて確認を行った。その結果、完成4車線整備後の舗装厚（ $T=93\text{cm}$ ）は、現況の舗装厚（ $T=80\text{cm}$ ）より13cm厚く、当該地域の凍結深さ（55cm）に対する余裕が増加するため、路面凍結のリスクは現況に比べ大きく低減されていることを確認した。

6. 本計画の成果（波及効果）

本計画の下り勾配車線と登り勾配車線の断面を分離することにより得られる効果は、防災性の向上に加えて、以下の3点が挙げられる。

(1) 施工性の向上

過年度計画では、山側への切土影響を極力減らすため、現道路面のセンターライン付近に路側擁壁を計画していたが、擁壁施工時に必要となる施工ヤードを考慮すると、現道を通りさせながらの施工が厳しい状況にあった。当設計では、擁壁施工ヤードと現道との離隔（施設帯）を十分に確保しているため、完成4車線整備時の施工性の向上に寄与した。

(2) 経済性の向上

分離断面の採用により、アンカー付き法面が $A=9,000\text{m}^2$ から 200m^2 まで削減したことに加え、切土により生じる残土処理量を $V=50,000\text{m}^3$ から $1,600\text{m}^3$ に削減した。これにより、過年度計画に対して、約10億円の工事費を削減し、経済性の向上に寄与した。

(3) 安全性の向上

過年度計画時の平面線形は、用地取得困難箇所を回避するため「道路構造令の解説と運用」において、避けることが望ましいとされているブローケンバック曲線および凸型曲線となっていた。これに対して、分離断面を採用し、線形を谷側へ寄せる際に卵形クロソイドを用いた線形代替案を検討し、ブローケンバック曲線および凸型曲線を解消した。これにより、登り勾配車線の事故要因である線形不良の改善に加え、本線交通の更なる安全性向上に寄与した。

7. おわりに

本稿では、道路詳細設計以降に発生した土砂災害を受け、過年度計画に防災性の課題を確認したことから、道路予備修正設計を行い、上下線断面の分離化に加え、本線の道路線形を見直すことで防災性の課題解消を図った結果について報告を行った。

今後は、縦断勾配特例値を採用した区間について、路面標示や注意喚起看板等の安全対策を別途検討する必要がある。