

国道188号藤生長野バイパスにおけるBIM/CIMを活用した橋梁計画について

西野 翔太¹

¹中国地方整備局 山口河川国道事務所 計画課 (〒747-8585 山口県防府市国衛1丁目10-20)

藤生長野バイパスは、路線全体が土砂災害警戒区域にある。このため、路線の橋梁は、工事による急傾斜地の拡大回避、地すべり区域における不動層への支持、土石流流下幅を避けた下部工配置など、土砂災害に配慮した計画とした。また、現国道から架橋位置までのアクセス道路が限られるため、本線と並行した工事用道路を計画し、最終的に側道として利用することとした。黒磯地区では、側道盛土が橋梁計画に影響する上、住宅地に近接することから、視覚的圧迫感等が懸念された。そこで、側道の盛土高を比較検討し、盛土高別の最適橋梁形式の選定、BIM/CIMを活用した圧迫感の確認、日照時間の確認を行い、総合的に優れた計画を採用した。

キーワード 土砂災害警戒区域、土石流、橋梁計画、機能復旧道路、BIM/CIM

1. 藤生長野バイパスの概要

藤生長野バイパスは、令和2年に事業化された山口県岩国市藤生町から山口県岩国市長野に至る延長7.6kmの主要幹線道路である。現道の国道188号で多発している渋滞や越波による通行止めに対し、これらを緩和し災害に強いネットワークの確保と物流支援が期待されている(図-1)。



図-1 路線概要図

2. 地形特徴

藤生長野バイパスのルート帯は、主要な団地からのアクセス性を確保し、住宅団地や集落への影響を極力回避するため、海岸線から1km程度の山麓に計画されている。また、当地域は、花崗岩を基盤とした傾斜地であり、土砂災害警戒区域と土砂災害特別警戒区域に指定されている。

(1) 土砂災害警戒区域等¹⁾ (図-2)

土砂災害警戒区域等とは、急傾斜地崩壊警戒区域、地すべり警戒区域、土石流警戒区域の総称である。

区域指定には、警戒区域と特別警戒区域があり、道路事業等の開発行為は制限されないが、警戒区域に指定された箇所は、建物の売買等にあたり、警戒区域内である旨の説明が必要である。特別警戒区域に指定された箇所は、宅地用の土地開発は都道府県知事の許可が必要となる。

このように道路事業は、制限の対象にはなっていないが警戒区域を拡大させない計画をすることが必要である。

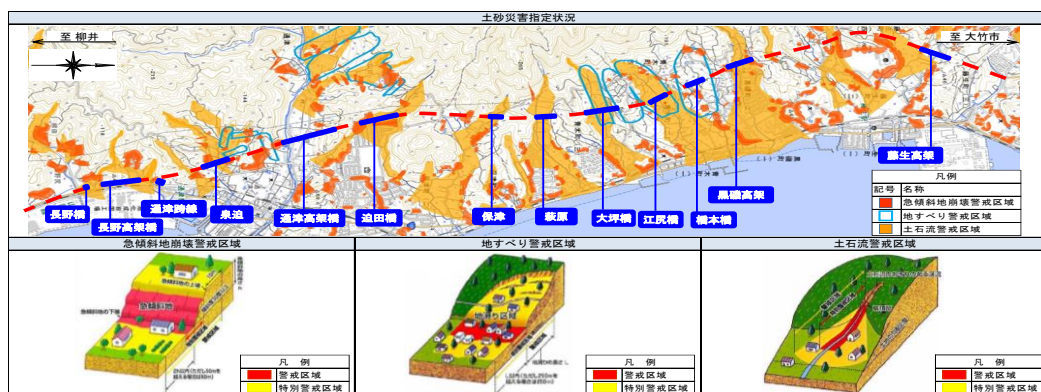


図-2 土砂災害警戒区域の指定状況

(2)急傾斜地崩壊警戒区域

傾斜度が30度以上, 高さが5m以上の区域において, 家屋が近接する場合に指定される.

(3)地すべり警戒区域

地すべりしている区域, または, 地すべりするおそれのある区域において, 家屋が存在する場合に指定される.

(4)土石流警戒区域

土石流の発生する恐れのある溪流で, 扇頂部から下流側で, 勾配が2度以上の区域にて, 家屋が存在する場合に指定される.

3. 土砂災害警戒区域を考慮した橋梁設計

道路橋示方書²⁾では, 橋梁計画において斜面崩壊等による影響を受けない配慮が必要とされている.

藤生長野バイパスでは, 13箇所の橋梁が計画されており, 上記を踏まえ土砂災害警戒区域に配慮した橋梁予備設計を行った.

1.4 架橋位置と形式の選定において耐震設計上考慮する事項

橋の耐震設計にあたっては, 想定される地震によって生じ得る津波, 斜面崩壊等及び断層変位に対して, これらの影響を受けないよう架橋位置又は橋の形式の選定を行うことを標準とする. なお, やむを得ずこれらの影響を受ける架橋位置又は橋の形式となる場合には, 少なくとも致命的な被害が生じにくくなるような構造とする等, 地域の防災計画等とも整合するために必要な対策を講じなければならない.

～解説文抜粋～

落橋という致命的な被害が生じている. また, 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震では, 地震動の影響だけではなく, 断層変位や斜面崩壊等の影響により, 橋の通行機能を確保できなくなった事例が生じている. 津波, 斜面崩壊等, 断層変位の影響については, 橋の設計に取り入れるために必要なこれらの事象の予測技術や影響の評価方法等が工学的に確立されておらず, 設計計算で評価できる手法として確立されていない. また, 設計で考慮する地震動に対して耐震設計された橋は, これらの事象に対してもある程度までは抵抗特性を発揮することができると思われるもの, 極めて大きな作用に対してまで抵抗特性を確保することは困難であり, また, これらの極めて大きな作用に対しては対応できる対策にも限界がある. そのため, 橋の耐荷性能を確保するにあたって, 津波, 斜面崩壊等及び断層変位については, 橋に作用する具体的な影響を評価する手法は規定されておらず, これらの影響を受けないよう架橋位置又は橋の形式の選定を行うことが標準的な対応となることが示されている.

出典: H29年道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編

(1)橋梁の設計条件

橋梁計画では, 各土砂災害警戒区域に対して, 以下の事項を路線統一条件として設定した.

・急傾斜地崩壊警戒区域(図-3a)

橋台背面の盛土や切土法面構築によって, 周辺の家屋が新たに警戒区域等に指定されない計画とする.

・地すべり警戒区域(図-3b)

万が一の地すべりの可能性を踏まえ, 橋梁の下部工は不動層である岩盤層に支持する.

・土石流警戒区域(図-3c)

土石流の流下幅を可能な限り回避した下部工位置とする.

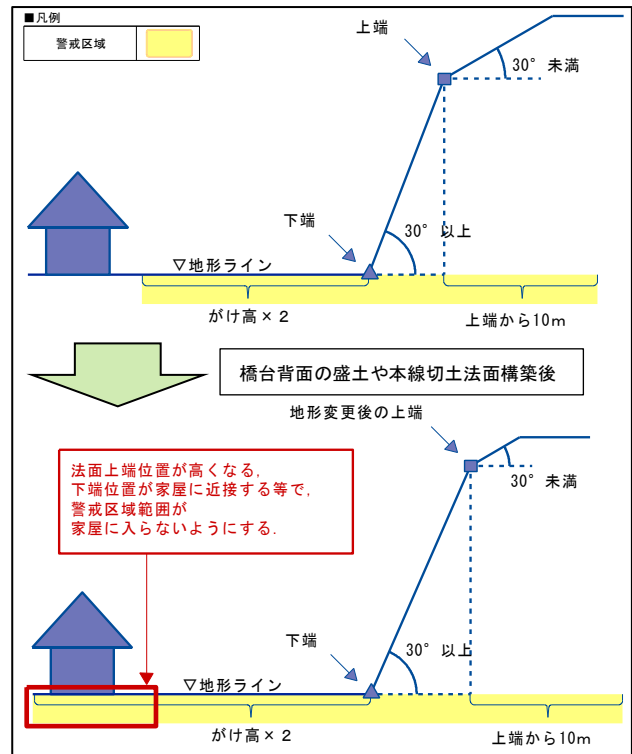


図-3a 急傾斜地崩壊警戒区域に対する設計条件

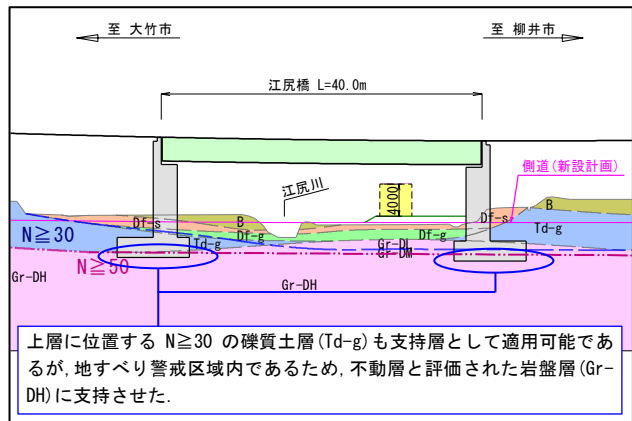


図-3b 地すべり警戒区域に対する設計条件

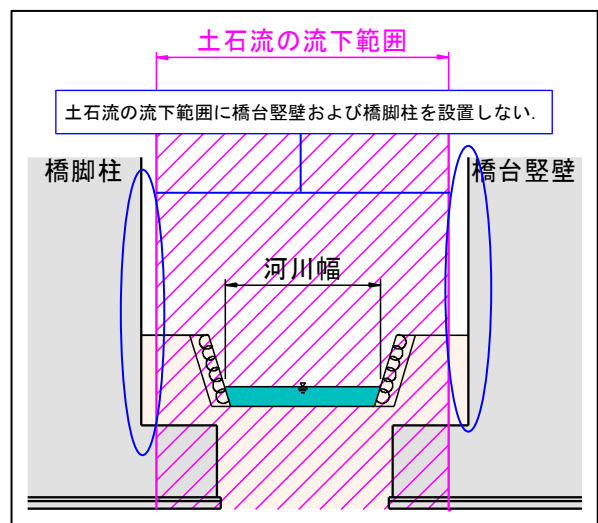


図-3c 土石流警戒区域に対する設計条件

(2) 土石流の流下幅設定

土石流の流下幅は、砂防基本計画策定指針(H28.4 国土交通省国土技術制作総合研究所)を参考に、土石流のピーク流量を考慮して設定している。

山口県では、県内全ての土石流警戒区域において、上記の考えに基づき土石流量や流下幅を設定しており、「土砂災害防止に関する基礎調査資料³⁾」としてまとめられている(図-4)。

藤生長野バイパスでは、この条件を基に各橋梁計画地の土石流量と流下幅を設定し、流下幅内に橋台を設置しない方針とした(図-5)。橋脚においても可能な限り、土石流流下幅に設置しない計画としたが、支間長が100mを超える場合等、現実的ではない計画となる場合は、土石流の流体力による橋脚の安定を確認したうえで、橋脚配置を許容した(図-6)。

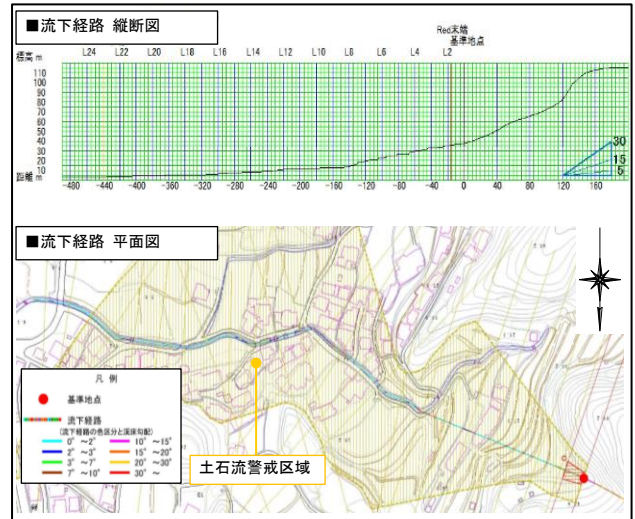


図-4 土砂災害防止に関する基礎調査(土石流)資料例

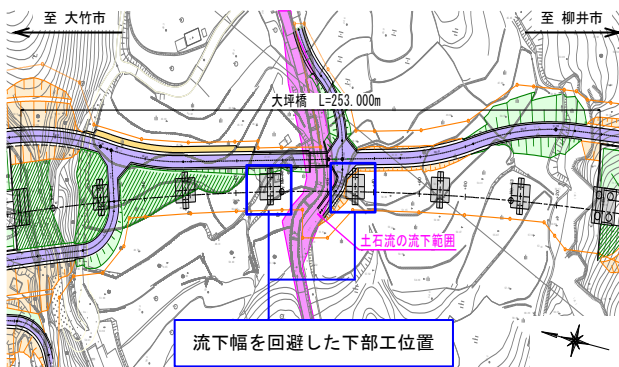


図-5 土石流流下幅を回避した橋梁計画例

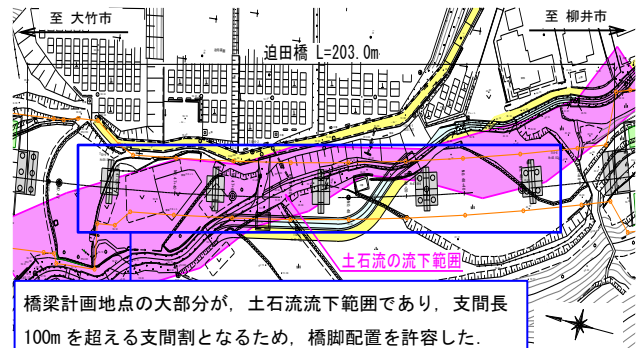


図-6 土石流流下内に橋脚配置を許容した橋梁計画例

(3) 黒磯高架橋の橋梁計画

黒磯高架橋の計画地は、土石流警戒区域に指定されているものの、「土砂災害防止に関する基礎調査資料³⁾」によれば土石流量及び土石流幅は、現況河川断面内に収まるものとなっている。

このため、土石流の流下を阻害しないように、現況河川の付替えを行わないこととし、河川区域に下部工を配置しない計画とした。その結果、渡河部の支間は34.5m以上となった(図-7)。

この渡河部の支間長34.5mをコントロールにして、残る区間の支間割を行い、橋梁形式選定を実施した。結果、橋長160.0m(支間長: 2×39.5m+2×40.5m)の鋼4径間連続少数鉸桁橋を選定した(図-8)。

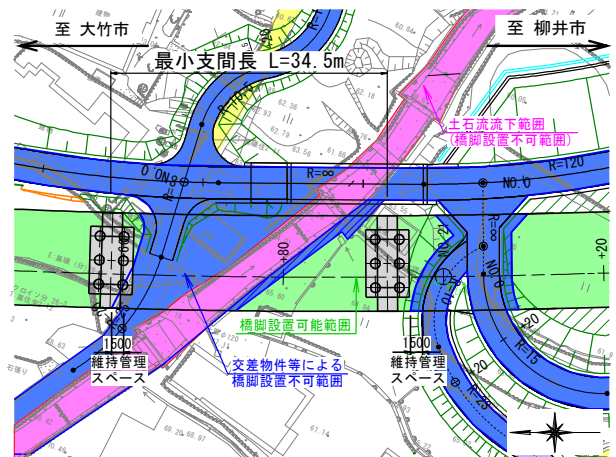


図-7 下部工設置のコントロールポイント

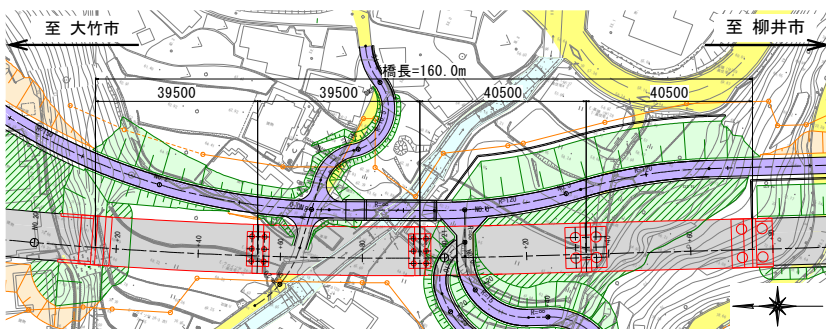
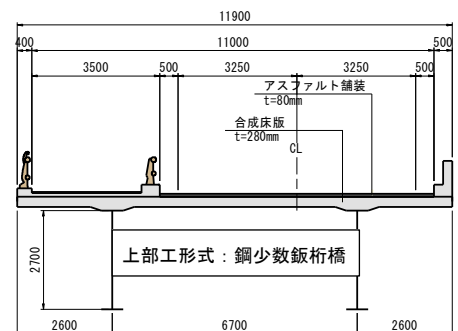


図-8 黒磯高架橋の橋梁計画



4. 工事中用進入路と機能復旧道路の計画

(1) 工事中用進入路

近隣国道から本線計画地までは、大型車が通行できる現道がないため、5本のアクセス道路が計画された(図-9)。

そのうち、黒磯地区から青木地区は、住宅団地や集落が密集しており、工事中用道路の計画が困難である。そのため、近隣のアクセス道路から橋梁計画地まで、別途工事中用進入路が必要であった。

本路線の橋梁は、完成断面で施工されることから、用地幅全てを使い構造物が造られる。このため、用地内の工事中用道路の配置が困難であった。

そこで、黒磯高架橋計画地点から萩原橋計画地点は、本線道路と並行して工事中用進入路を構築し、本線道路完成後は側道として運用する計画とした(図-10)。工事後も側道として残すことで、維持管理用通路として利用でき、点検や補修・補強工事の際には、橋梁桁下まで容易に重機がアクセス可能となる。

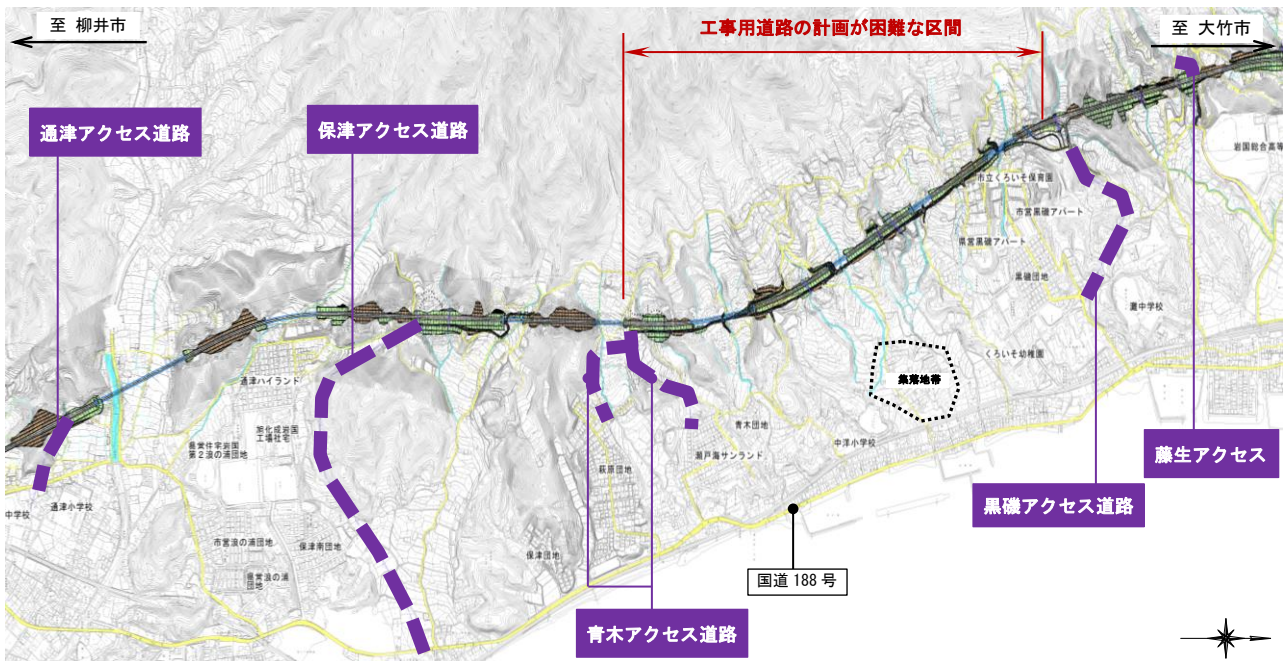


図-9 藤生長野バイパス 施工時のアクセス道路計画

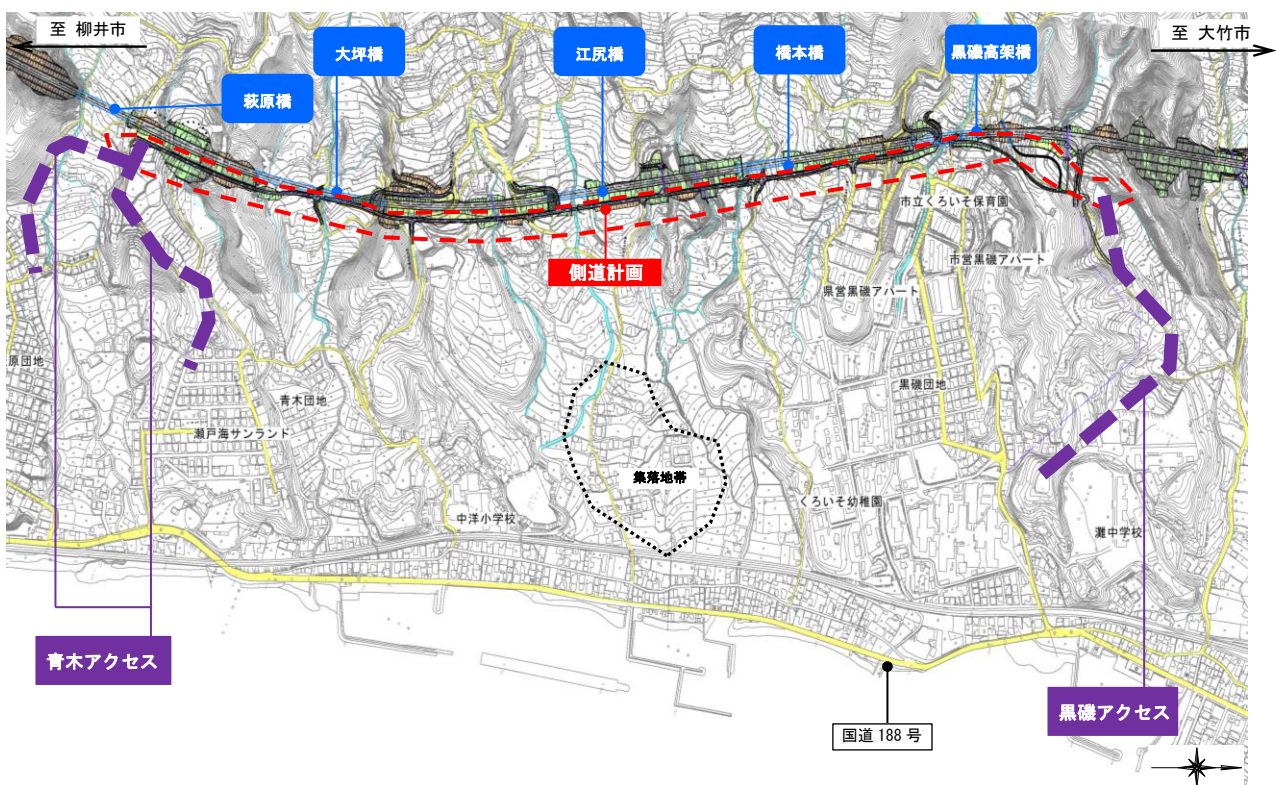


図-10 黒磯高架橋計画地点から萩原橋計画地点までの側道計画

(2) 黒磯地区の工事用道路と周辺状況

黒磯地区では、斜面の状況から本線の東側に工事用道路(後に側道となる)を計画した。工事用道路は、山頂から15%の最急勾配で下ってくる機能復旧道路との接続のため、現地盤よりも高い縦断となり、盛土で計画される。このため、近隣の住宅地、特に保育園への日照、視覚的圧迫感等が懸念された(図-11)。

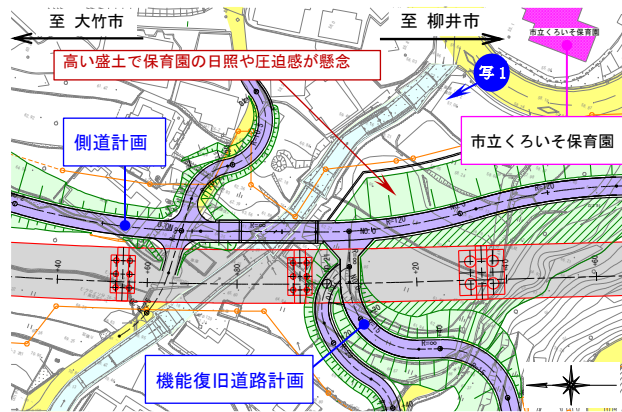


図-11 黒磯地区周辺の道路計画

(3) 側道と機能復旧道路計画

黒磯地区の側道は、前述の課題を可能な限り解消するため、次の条件を満たす計画を検討した。

- ① 接続する機能復旧道路の縦断勾配を15%以下に抑えて、側道を接続する。
- ② 側道の盛土の高さをできるだけ抑える。

上記①②の条件を満たす計画として、以下の2案が考えられた。

【第1案】

側道縦断高を高くし、機能復旧道路(最急勾配15%)の延長を短く設定した案(表-1左)。

【第2案】

側道縦断高を低くし、機能復旧道路(最急勾配15%)の延長を長く設定した案(表-1右)。



写真-1 黒磯地区の周辺状況写真

表-1 側道と機能復旧道路の計画案

項目	第1案の側道と機能復旧道路計画	第2案の側道と機能復旧道路計画
西側から東側の眺望	<p>機能復旧道路延長 L=91.0m</p>	<p>機能復旧道路延長 L=229.0m</p>
東側から西側の眺望	<p>側道縦断高(機能復旧道路との接続部)▽70.0 H=8.0m</p>	<p>側道縦断高(機能復旧道路との接続部)▽66.0 H=4.0m</p>

(4) 各案に対する橋梁計画

第1案と第2案の計画で大きく異なるのが、側道の盛土高さと同線橋梁の計画である。

第1案は、側道縦断が高く、8.0m程の高盛土となる。この時、本線橋梁は橋長79.0m(PC3径間連結コンボ橋)となる。第2案は、側道縦断高が低く、盛土高は4.0m程であるが、本線橋梁は橋長160.0m(鋼4径間連続少数鈹桁橋)と長くなる。

盛土高と橋長が、トレードオフの関係になることから、経済性だけでなく、斜面安定に対するより高い安全性や周辺環境影響など、総合的に判断する必要があった。

(5) BIM/CIMモデルを活用した計画の比較

黒磯地区は、複数の住居や保育園が近接していることもあり、特に景観への配慮が必要であった。そのため、比較案のBIM/CIM(Building/Construction Information Modeling)モデルを作成し、供用後の見え方を確認した(表-2)。

第1案は、機能復旧道路の延長や本線橋梁の橋長が短くなるため経済的となるが、傾斜地での高盛土の安定性が懸念されるほか、土被り増大による下部工

本体等の維持管理性の低下が考えられた。また、保育園付近からの景観では、盛土による圧迫感が感じられた。さらに、近接住居の日影時間が、第2案に対して0.4時間程、長くなる。

以上の結果、黒磯地区の側道と機能復旧道路は、第2案を採用した。

5. まとめ(今後の展望)

周辺の盛土量を下げた影響をBIM/CIMモデルを活用することで、圧迫感の低減を視覚的に把握することができ、2次元図面では伝わりにくい完成後のイメージを地元住民にも伝えることができた。

今年度から着手している、地盤および地質リスクマネジメントの結果を踏まえ、現在の路線計画が、安心して安全なルートであることを確認した後、道路や橋梁の詳細設計を進めたいと考えている。

参考文献

- 1) 山口県土砂災害ポータルサイト
<https://d-keikai.pref.yamaguchi.lg.jp/Top.aspx>
- 2) 道路橋示方書・同解説V耐震設計編(平成29年11月)
- 3) 土砂災害防止に関する基礎調査(土石流)

表-2 BIM/CIMモデルを活用した計画の比較

項目	第1案の側道と機能復旧道路計画	第2案の側道と機能復旧道路計画
側道盛土高による橋梁形式比較		
保育園付近からの眺望比較		