

契約の変更につき議決を求めることについて (原松原線補助都市計画街路工事)

(事業概要)

都市計画道路原松原線は、彦根市松原町二丁目～彦根市原町(国道306号)を東西に結ぶ、約4.08kmの都市計画道路である。

国道306号においては、名神高速道路彦根ICから流出・合流する車両と相まって、彦根市原町地先から国道8号外町交差点に向けて北進する車両により、慢性的な渋滞を起こしていることから、安全で円滑な通行を確保するため、国道8号古沢町交差点から国道306号原町交差点までの区間においてバイパス整備を行うものである。

本工事では、トンネル工事を実施している。

(工事概要)

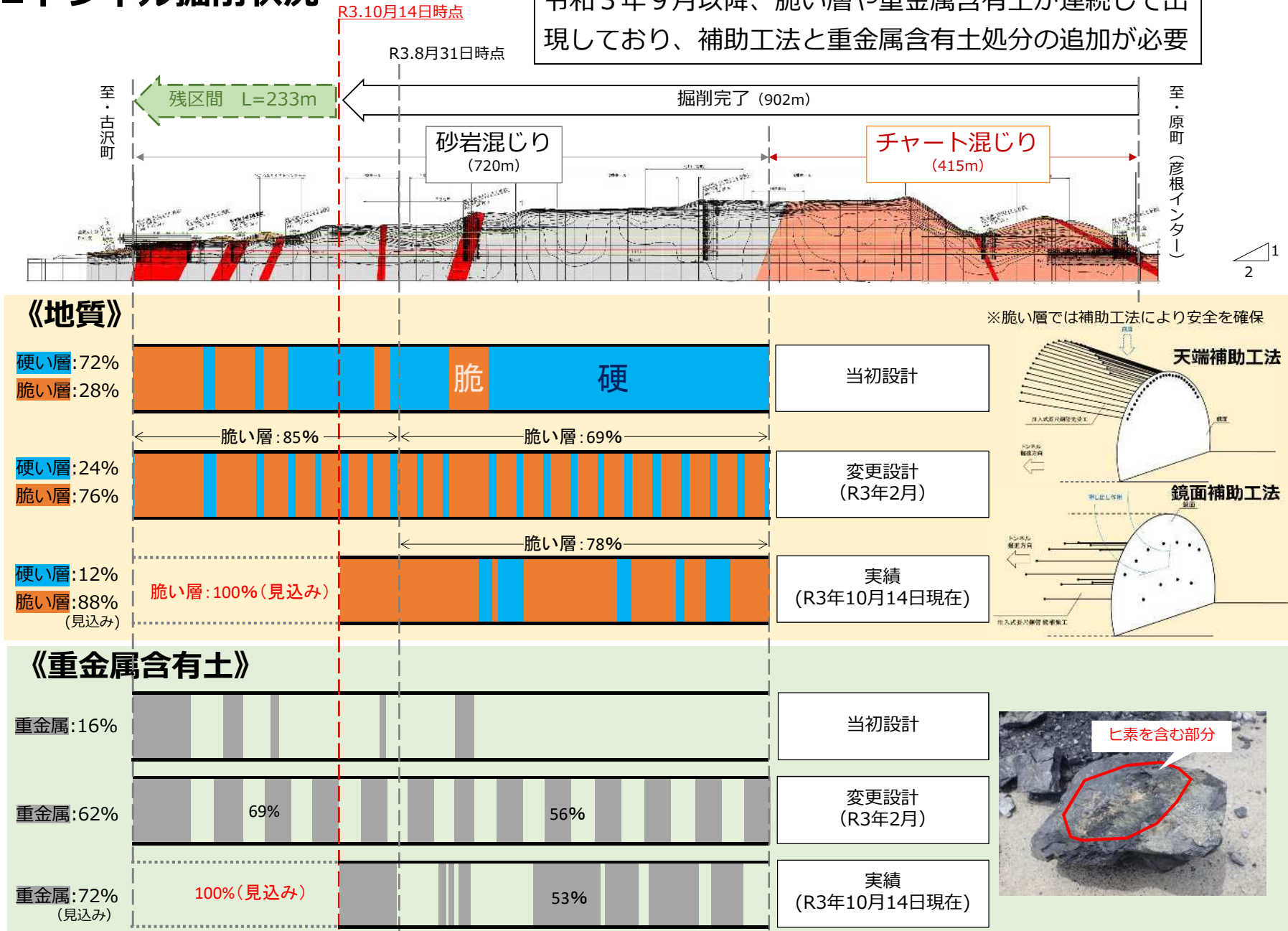
- | | |
|-----------|--|
| 1. 工事名 | 平成30年度 第1-1号 原松原線補助都市計画街路工事 |
| 2. 施工場所 | 彦根市原町他 |
| 3. 概要 | 施工延長 1,233m
トンネル工 1,135m、明かり部道路工 1式、仮設工 1式 |
| 4. 変更理由 | トンネル掘削面における崩落防止対策の追加、重金属含有土の処分の追加 |
| 5. 工期 | 平成31年3月18日～令和5年3月24日 |
| 6・契約金額 | 変更前: 8,841,582,000円
変更後: 9,813,077,800円 |
| 7. 契約の相手方 | 大阪市西区西本町一丁目13-47
戸田・昭建・金子建設工事共同企業体
代表者 戸田建設株式会社大阪支店
常務執行役員支店長 三宅 正人 |

<位置図>

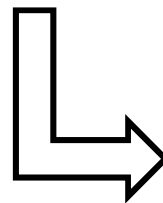
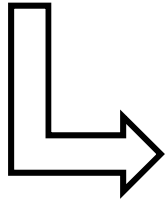


■トンネル掘削状況

令和3年9月以降、脆い層や重金属含有土が連続して出現しており、補助工法と重金属含有土処分の追加が必要



■掘削面の状況（令和3年11月15日（月）時点 … 起点から975m掘り進んだ地点）

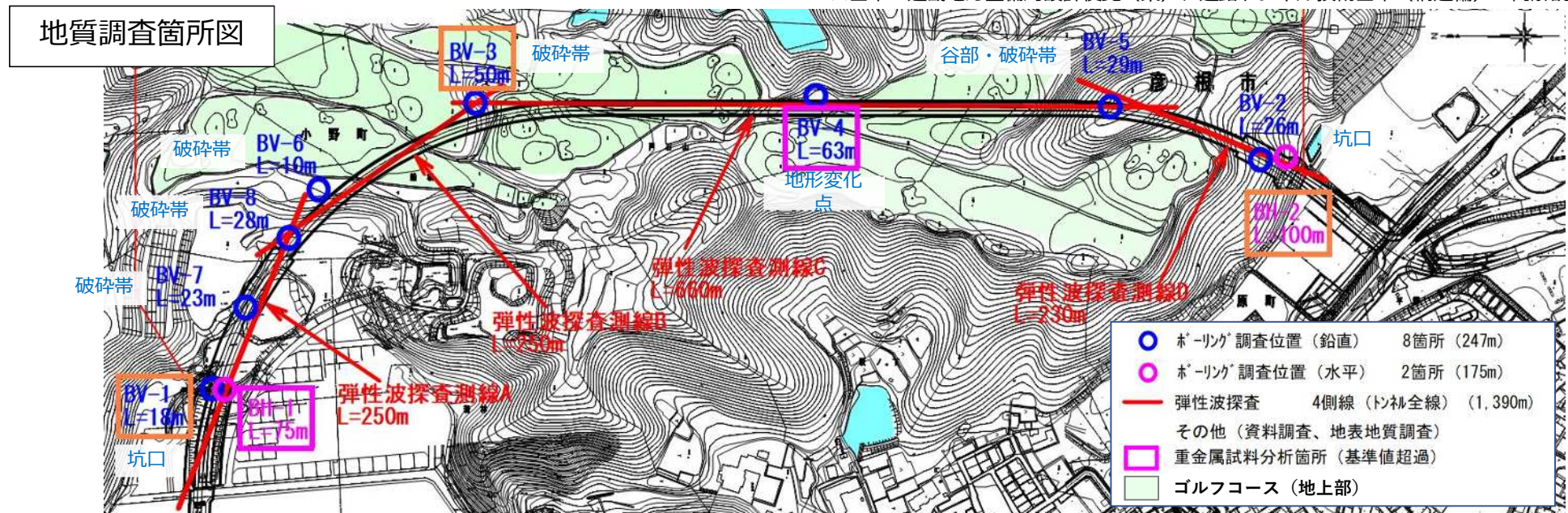


■ 事前調査について

文献調査から、地質が複雑に入り乱れている可能性や、自然由来のヒ素が分布している可能性が認められたため、それらを踏まえた設計検討を行うため、基準に定められた調査のほか、ボーリング孔で速度検層を実施し、地山の強度を8割に低減した。

	地表地質踏査	弾性波探査	ボーリング調査			速度検層
	区間全体	区間全体	坑口 (起点側)	坑口 (終点側)	中間部	ボーリング箇所
基準※	区間全体で実施	区間全体で実施	鉛直:1~2本 水平:1本(100~200m または安定するまで)	鉛直:1~2本 水平:1本(100~200m または安定するまで)	鉛直:地質的に問題がある と考えられる箇所	鉛直:地質的に問題がある と考えられる箇所
原松原線	区間全体で実施	区間全体で実施 (測線BCはスタッキング法による)	鉛直:1本 水平:1本(75m)	鉛直:1本 水平:1本(100m)	鉛直:6本 (代表地質の中間部および 破碎帯や地形変化点)	鉛直:6本 各ボーリング孔で実施
	基準に基づき実施	基準に基づき実施	基準に基づき実施	基準に基づき実施	土被りが薄いことから 追加実施	追加実施

※基準: 近畿地方整備局設計便覧(案)、道路トンネル技術基準(構造編)・同解説



【トンネル技術検討委員会の評価】

- 地表の制約条件がある中でも、基準に基づいた調査が行われており、加えて、付加体であることに留意した追加調査も実施されている。調査結果をもとに設計についても標準どおりに進められており、当初の調査設計は妥当であったと考える。
- 重金属含有土の処分を破碎帯において見込んだことは、事前のボーリング調査結果に加えて、専門家の意見も聴取した上でのものであり、妥当な考え方であったと言える。

■地山等級の評価に関する考察

- 付加体であることを踏まえて実施した追加調査（速度検層）から、トンネル掘削に伴う応力開放による影響を考慮し、地山の強度を基準の8割で評価したが、掘削実績の地山等級からすると、その割合は5割程度であったと考えられる。

○弾性波速度と地山等級の関係

【弾性波探査結果と速度検層結果の比率】

ボーリングNo.	弾性波速度の低減率 (速度検層の速度÷弾性波探査の速度)
1	0.84
6	0.93
3	0.58
4	0.77
5	0.67
2	0.85
平均 (※BV-3は孔壁をセメンテーションしているため除外)	0.81

トンネル掘削に伴う応力開放による地山強度の低減率

- 事前調査時に4km/secの速度が出ていた区間 … C I → D I
- 事前調査時に4km/sec以下だった区間 … C II・D I → D II

道路トンネルの地山等級 [トンネル標準示方書 山岳工法・同解説]
(中古生層頁岩の場合)

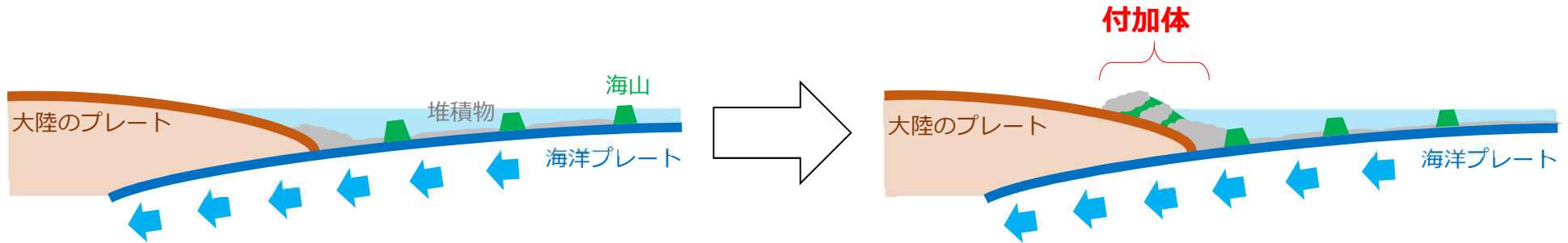
地山強度を基準の8割で評価

標準		当初設計		掘削実績		
事前調査時の 弾性波速度 (km/sec) [a]	地山等級	<u>[a]×0.8</u> (km/sec)	地山等級	地山等級	地山等級から 想定される 弾性波速度 (km/sec)	考えられる 低減率
4.0～5.0	C I	3.2～4.0	C II	D I	2.0～3.0程度	5割 程度
3.0～4.0	C II	2.4～3.2	D I	D II (補助工法あり)	～2.0程度	
2.0～4.0	D I	1.6～3.2				
2.0～4.0	D II (補助工法あり)	1.6～3.2	D II (補助工法あり)			
坑口または 土被りが掘削幅の 2倍(約25m)未滿	D III (補助工法あり)	坑口または 土被りが掘削幅の 2倍(約25m)未滿	D III (補助工法あり)	D III (補助工法あり)	—	

(参考)

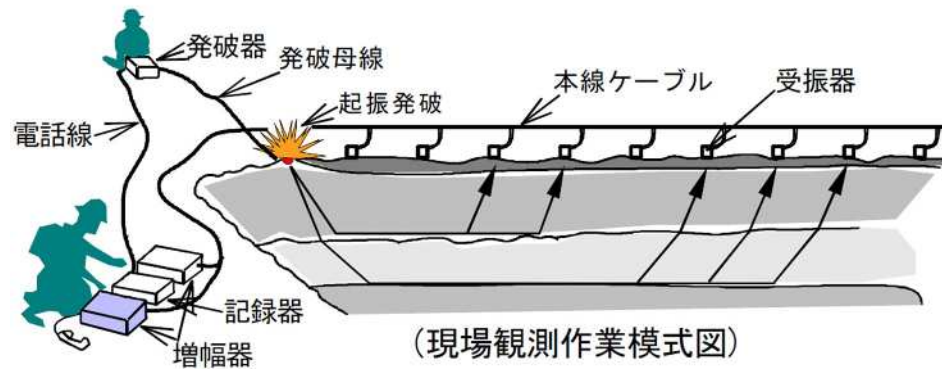
○付加体

海溝やトラフにおいて、海洋プレートが沈み込むときに海洋底にたまっていた堆積物が陸側へ押しつけられ、はぎとられた地質体を「付加体（ふかたい）」という。



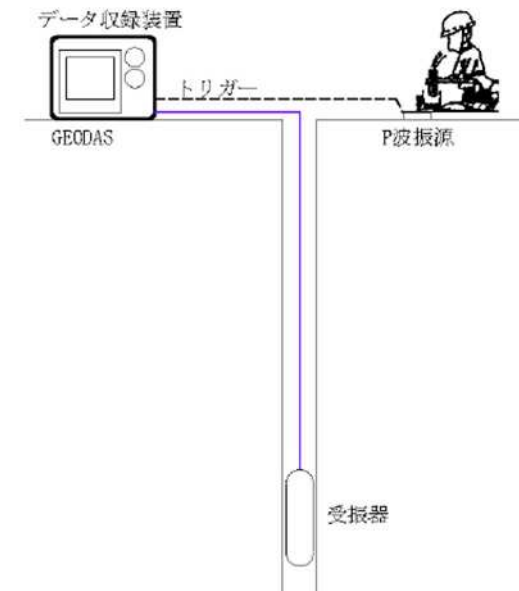
○弾性波探査

地表または地中での発破などによって人工的に発生させた振動（弾性波）が 直接または屈折して地中を伝播する状況を地表に設置した測定装置で観測し、その結果を解析して地下構造を推定する方法。
弾性波が地中を伝わる速度が高いほど固結度が高いと考えられる。



○速度検層

地表面で人工的に発生させた振動が、ボーリング孔に設置した受振器にどのように伝わるかを観測し、地下構造を推定する方法。
受振器を地中に設置するため、より高精度で観測することができる。



■今回工事で見られた特徴と得られた知見

	地質	重金属（ヒ素）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 基準を満たした事前調査を実施したが、当該地は付加体に位置し、硬質部と軟質部が複雑に変化する互層構造であり、脆い層が想定以上に存在していた。 掘削に伴う応力開放により、変位対策が必要なほど地山に想定以上の緩みが生じた。 当該地は、地山が泥岩内に砂岩やチャートをレンズ状・ブロック状・層状に含む混在岩で構成されているという特徴があった。 	<ul style="list-style-type: none"> 各所で基準値以上のヒ素が確認された。 ヒ素と結びつきやすい黄鉄鉱は破砕帯に濃集しやすいという専門家の意見を踏まえ、当初は破砕帯で基準値を超えるヒ素が存在すると見込んだが、当該地はそれ以上に分布している地域であった。
知見	<ul style="list-style-type: none"> 付加体において、地山が泥岩を基本とする混在岩で構成されているという特徴が認められた場合は、地質状況の変化が著しく、脆い層が多数存在するおそれがあるほか、掘削に伴う応力開放により地山に想定以上の緩みが生じるおそれがある。 当該地においては、地質調査結果の一つである弾性波速度を5割程度に低減して地山等級の判断を行うことが適当であったと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 文献調査によりもともと自然由来のヒ素が多く存在している地域においては、破砕帯の有無によらず基準値を超えるヒ素が分布していると考えられる。

■今後の対応

当工事から得られた知見ならびにトンネル技術検討委員会で得られた評価を踏まえ、今後以下の対応を行うこととする。

【トンネル技術検討委員会の評価】

- ・文献調査段階において付加体と考えられ、かつ、事前調査で得られた土質試料において潜在亀裂が確認された場合は、応力開放に伴う緩みが大きく生じるおそれがあることから、地質をより高リスクに評価することも検討する必要がある。
- ・さらに粘土層も確認されるなどした場合は、より安全に施工するための対策工法が必要となることに留意すべきである。
- ・付加体の範囲、土質試料における潜在亀裂や粘土層の有無により、設計と実施工に大きな乖離が生じる可能性があることから、当工事の実績を参照し、トンネル区間全体の地山等級や補助工法の要否を慎重に判断する必要がある。
- ・また、当工事実績を参考に「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）」（令和3年3月改訂、国土交通省 近畿地方整備局）に基づき地質リスクマネジメントを実施されたい。

【事業予定地周辺において今回と同様の地質が見込まれる場合の対応】

・事業の計画検討時の対応

あらかじめ事業予定地周辺の地質について産業技術総合研究所等の専門機関に詳細な地質データの存在を確認するなど、地質リスクのより詳細な把握に努め、当工事実績を参考に「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）」（令和3年3月改訂、国土交通省 近畿地方整備局）に基づく検討を行う。

・調査設計時の対応

今後、付加体においては文献や地質調査結果に加えて、土質試料における潜在亀裂や粘土層の有無等が、設計と実施工に大きな乖離が生じる要因であることを踏まえ、水平ボーリング長の延長や、鉛直ボーリング数の追加について検討する。

また、当工事で見られたように掘削に伴って地山の強度が低下する場合があることも考慮し、地質をより高リスクに評価する等について、慎重かつ十分に検討する。

(参考) 地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案) について

当工事区間と同様の特徴が認められた場合は、地質リスクが想定より高まる可能性を考慮して地質リスクマネジメントを行う必要がある。

表 3-2 地質リスクのランク付け定義例

リスク ランク	対 応 方 針	具体的な対応	想定事象
AA	回 避	構造物や周辺環境に影響が出ない範囲へ回避する 例：路線を変更する	事象が発現した場合、通常考えられる対策工で対応ができない事象 例1：大規模な地すべりや深層崩壊等が発生し、通常計画可能な対策工での対応が困難になる。
A	回 避 ・ 低 減	構造物や周辺環境に影響が出ない範囲へ回避もしくは標準的な工法以上の対策を講じる（詳細な調査や検討が必要） 例：構想計画段階では、路線変更等により回避する、もしくは必要な対策費用を計上する 事業化後は、詳細な調査を実施して、確実なリスク低減策を講じる。	事象が発現した場合、構造形式の変更が必要となる場合や安全性が著しく低下する事象 例1：切土により地すべり（法面崩壊）が発生し、追加調査や追加対策工（グラウンドアンカー工）が必要となる。 例2：支持層が予測より深く、基礎形式が変更となる。 例3：高濃度の自然由来重金属が連続して分布し、相当の対策が必要となる。
B	低 減	標準的な工法で対応（共通仕様書等に表示される調査手法で対応が可能） 例：通常の地質調査を行い、調査結果に応じて対策工を検討する。	事象が発現した場合、軽微な追加対策や、対策範囲の変更により対応できる事象 例1：軟弱地盤の範囲が予測より広くなり改良範囲が変更となる。 例2：崖錐堆積物層の分布範囲が広くなり鉄筋挿入工の範囲が変更となる。
C	保 有	次の事業段階へリスクを保有	事前の低減対策等の必要性が低いため、施工段階や維持管理段階にリスクを保有する事象 例1：擁壁基礎地盤にわずかな不陸があり置き換えにより対応する。 例2：切土法面からの湧水が著しく認められたため、水抜きを行う。

掘削実績に
該当する
地質リスク



当初想定に
該当する
地質リスク