

原松原線都市計画街路事業における トンネル工事の紹介

濱田 大輔¹

¹湖東土木事務所 道路計画課

原松原線都市計画街路事業は国道8号と国道306号が交差する外町交差点の渋滞を緩和させることを目的として、国道306号と名神高速道路彦根ICの交差点である原町交差点から国道8号古沢町交差点を結ぶ新たなバイパス整備を行う事業であり、2024年に開催される国民スポーツ大会および全国障害者スポーツ大会主会場へのアクセス道路としても位置づけられている。

本論文では、本事業における主要工事となるトンネル工事（延長1,135m）が2020年1月に本格的に掘削を開始することに先立ち、トンネル工事の今後の予定、自然由来重金属を含有する恐れのあるトンネル掘削土の管理方法、安全・環境対策等について紹介するものである。

キーワード トンネル掘削土、自然由来重金属(ヒ素)、安全・環境対策

1. はじめに

(1) 概要

原松原線は、国道8号と国道306号の交差点である外町交差点の渋滞緩和対策として新たなバイパス整備として計画している（図-1-1、写真-1-1）。

(2) 特徴

事業地は、市街地に近接しているうえに、彦根IC付近にある佐和山から連なる山地を開発により平坦化された地域で、トンネル上部にはゴルフ場とアウトドアレジャー施設があり、その直下に低土被りのトンネルを建設する計画である。

市街地に近接し、営業中のゴルフ場およびアウトドアレジャー施設直下ならびに低土被りでのトンネル掘削であることから、近隣への影響および直上の営業中の施設への影響を考慮し、本トンネルは全線にわたり発破工法ではなく機械掘削工法による計画としている。

また、事前調査結果より、トンネル掘削土は自然由来重金属（ヒ素）の溶出基準値を超過する恐れが高いことが懸念されている。

(3) 現況

トンネル工事は2019年3月に本契約し、施工計画策定および関係機関・地元調整を経て、8月に現地着手し、現在工事用道路等の仮設工および仮設備設置等を行っており、1月より本格的にトンネル掘削に着手予定である。

(4) 発表内容

本稿では1月からのトンネル本格掘削に先立ち、今後の予定、掘削土の管理方法、安全・環境対策等について紹介する。



図-1-1 原松原線位置図



写真-1-1 外町交差点渋滞状況

2. 本トンネル工事の流れ

本トンネル工事の特徴として、前述のとおり事業地が市街地に近接していることが挙げられ、騒音・振動対策のため、通常の工事より仮設備等のトンネル掘削に必要な準備に非常に時間を要することとなっている。また、発注前から関係機関・地元自治会との調整を行ってはいったものの、実際の工事着手に際して、調整に時間を要したこともあり、現場着手が8月となり、現在急ピッチで1月からの掘削に向けて準備を行っているところである。本章では、本トンネル工事の流れを紹介する。

(1) これまでの流れ

- 2018年9月28日 滋賀県公報により一般競争入札公告 (WTO標準型)
- 2018年12月20日 開札
- 2018年12月27日 戸田・昭建・金子 建設工事共同企業体と仮契約
- 2019年3月15日 同JVと本契約
- 2019年3月26日 着工
～施工計画策定、関係機関協議
地元調整、準備工（事前測量等）
- 2019年8月～ 現地着手
～仮囲い、工事用道路（写真-2-1）
仮設備（写真-2-2）
終点側坑口付け（写真-2-3）



写真-2-1 工事用道路



写真-2-2 仮設備施工状況



写真-2-3 坑口付け施工状況

(2) 今後の予定

a) トンネル本体工事

- 2020年 1月～ トンネル掘削（～2021年8月貫通）
- 2020年 4月～ インバート（～2021年10月）
- 2020年11月～ 覆工（～2021年11月）
- 2021年11月～ 排水構造物工（～2022年2月）
- 2022年 3月～ 舗装（～2022年4月）
- ※2019年度中に130m程度掘削予定（上半）

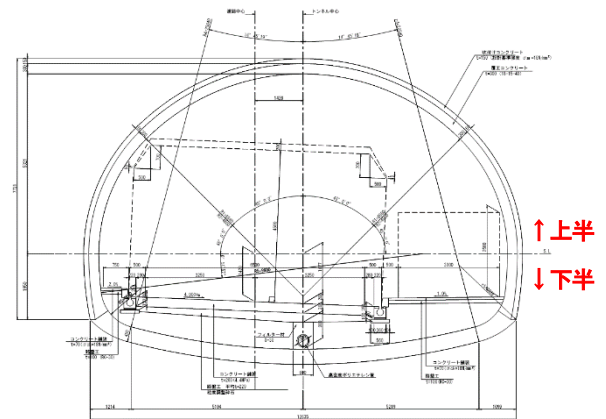


図-2-1 標準断面図 (DI-b, DI-b-1)

b) 道路改良工事

- 2021年1月～ 起点側道路改良（～2021年3月）
- ※アウトドアレジャー施設冬期休業期間中施工

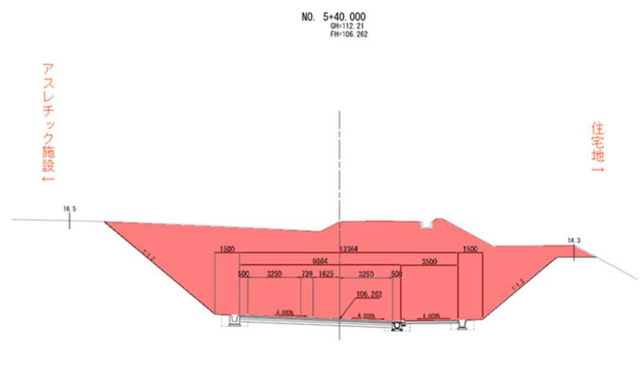


図-2-2 標準断面図 (起点側道路改良)

3. トンネル掘削土の管理

本トンネル地質縦断図を図-3-1に示す。起点側には砂岩優勢な混在岩が終点側にはチャート優勢な混在岩が分布しており、その混在岩内に破砕帯(赤着色部)が分布している状況である。この破砕部には黄鉄鉱が濃集している箇所が確認される場合があり、黄鉄鉱は水と空気中の酸素と接触し酸化されることによってヒ素を溶出する。



図-3-1 地質縦断図

(1) 掘削土の判定方法

a) 分析の頻度

溶出基準値を超えるヒ素が含まれる恐れのない破砕帯区間以外の通常区間については定期分析とし、掘削50m(5,000m³)毎に1回の割合で分析し判定することとする。

ただし、通常区間掘削中においても、切羽観察により破砕帯もしくは黄鉄鉱が多く含まれる地山に遭遇した場合は、「破砕帯区間」に切り替え、後述の破砕帯区間における分析判定を実施する。

溶出基準値を超えるヒ素が含まれる恐れの高い破砕帯区間については、図-3-2のように半日(1方:250m³)分の仮置き土毎に公定法に基づく分析を実施し判定を行う。(1断面100m²とし1方の平均掘進量は2.5mとして計画)

なお、1日(2方:500m³)当たりの掘削土を1単位として分析するのではなく、半日(1方:250m³)当たりを1単位として分析判定することで、基準値超過土の処分量を低減する方針としている。

破砕帯区間の判定方法としては、基本的には破砕帯区間については、補助工法適用区間が該当すると考えられるため、トンネル切羽に破砕帯と思われる地山が出現した際には岩判定委員会を開催し、岩判定委員会において判定するものとする。

また、破砕帯区間を通過したのち、連続して3回の分析判定の結果が基準値以下となった場合には、通常区間に移行したと考え、掘削50mに1回の試験頻度とする。

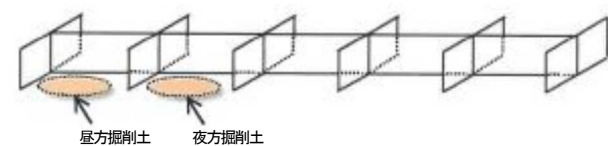


図-3-2 掘削土の仮置き状況

本トンネルにおいても、1章に記載したとおり、事前調査の結果から、特に破砕帯部におけるトンネル掘削土については溶出基準値を超過するヒ素が含まれている恐れが高いと考えられ、掘削土の管理には十分注意する必要がある。

本章では、トンネル掘削土の管理方法について紹介する。

b) 掘削土判定サイクル

試験試料採取から試験結果速報を受領するまでに要する時間を最短とするために、昼方から採取した試料と夜方から採取した試料は同じ試験機関の別の試験所で実施することとする。

判定の結果、基準値内の掘削土については、国スガ会場整備予定地へ搬出し流用土として有効利用するものとし、基準値超過の掘削土については、汚染土壌処理業の許可を取得している処理業者へ搬出する。

表-3-1に掘削土の判定サイクルを示す。

表-3-1 掘削土判定サイクル

		①15:00まで掘削 当日15:00試料出発				宅急便運搬				
昼勤 (山梨)	月曜日掘削	17:00	火曜日掘削	17:00	水曜日掘削	17:00	木曜日掘削	17:00	金曜日掘削	17:00
	火曜日搬入	10:00	水曜日搬入	10:00	木曜日搬入	10:00	金曜日搬入	10:00	月曜日搬入	10:00
	水曜日判定	7:00	木曜日判定	7:00	金曜日判定	7:00	月曜日判定	7:00	火曜日判定	7:00
	木曜日 昼搬出		金曜日 昼搬出		月曜日 昼搬出		火曜日 昼搬出		水曜日 昼搬出	
夜勤 (大阪)	火曜日掘削	6:00	水曜日掘削	6:00	木曜日掘削	6:00	金曜日掘削	6:00	土曜日掘削	6:00
	火曜日搬入	10:00	水曜日搬入	10:00	木曜日搬入	10:00	金曜日搬入	10:00	月曜日搬入	10:00
	水曜日判定	13:00	木曜日判定	13:00	金曜日判定	13:00	月曜日判定	13:00	火曜日判定	13:00
	木曜日 昼搬出		金曜日 昼搬出		月曜日 昼搬出		火曜日 昼搬出		水曜日 昼搬出	

c) 仮置き場

前項の表-3-1により、掘削土の仮置き箇所は昼方の掘削において4カ所、夜方の掘削において3カ所必要となり、予備仮置き場を各1カ所を加えた計9カ所の仮置き場を配置する計画とした。

なお、夜方の掘削においては騒音対策として屋根付きの防音ハウス内に仮置き場を設置するため、雨水対策は不要としたが、昼方の掘削により生じる掘削土の仮置き場については、雨水により汚染物質の地盤への浸透を防止するために、アスファルト舗装を施し、周囲に排水側溝を設置し1か所に集水し水質試験を実施したのちに排水することとする。

4. 安全対策

本トンネル工事においては、様々な安全対策を実施することとしている。

本章では、今後予定している安全対策も含めて、いくつかの安全対策について受注者の承諾を得て紹介する。

(1) 仮囲い点検用枠組足場(実施済み)

通常の仮囲いの場合、台風等の後の点検・手直し等が発生した際に、はしごにより作業を行うこととなり、はしごからの転落やはしごの転倒等により災害の発生レベルが高くなる懸念があった。

当現場においては、図4-1のように仮囲いの内側に枠組足場(ピティ)を設置し、転落・転倒といった危険を少しでも低減させる工夫を行っている。



写真4-1 仮囲い点検用枠組足場

(2) ペッパー君を活用した新規入場者教育

当現場においては、工事運営の一環としてペッパー君を活用した新規入場者教育を導入している。

新規入場者教育は元請職員が新規に現場に入場した作業員に現場概要、作業内容、注意事項、禁止事項等の教育を実施することが通常であるが、実施する職員によっては、ばらつきが生じる可能性がある。

そのため、当現場においては、ペッパー君を活用した新規入場者教育を実施することにより、作業内容に応じた教育(坑内作業員向け、ダンプ運転士向けおよび一般作業員向け)を実施することで、漏れなく重要事項の説明を行うこととしている。これにより朝の調整事の多い時間帯の元請職員の時間の有効活用にもつながっている。

補足であるが、今後は工事説明会での工事概要説明についても、ペッパー君を活用して実施する予定である。



写真4-2 ペッパー君を活用した新規入場者教育

(3) ICタグを用いた安全管理(NETIS KK-160059-A)

a) トンネル入退坑管理システム

従来のトンネル工事においては、坑内作業員の入退坑管理は入坑札等を反転するなどして入坑者の把握を行っていたが、人為的なミスや入坑時間の把握ができない等の課題があった。

本トンネル工事においては、このような課題を解決するために、作業員がヘルメット等にICタグを身に着けることで人為的なミスなく自動的に入坑時間を含めた入退坑管理を行う予定であり、坑口および事務所において確認可能とする予定である。

b) 重機接近警報システム

従来のトンネル工事においては、トンネル内の重機作業時にはカラーコーンによる明示および誘導員の配置による安全管理を行っていたが、重機の死角等によっては、誘導員が気付かず、接触事故が発生する危険があった。

本トンネル工事においては、作業員が前述のICタグを身に着けることで、作業員が重機に接近した際に、重機に設置した検知機が感知し、オペレーターに警報を発することにより、誘導員やオペレーターによる見落としに起因した接触事故を防止する予定である。

図4-1に前述a)b)のシステム概要図を示す。

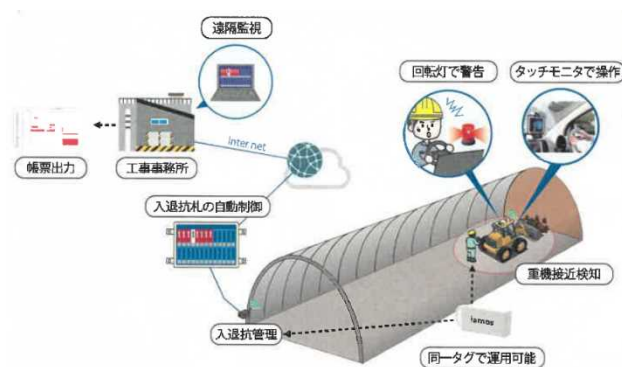


図4-1 システム概要図

(4) デジタルサイネージを活用した安全掲示板の工夫

本トンネル工事現場においては、前節において紹介した入退坑管理のほか、作業内容、坑内環境(酸素・温度・湿度・ガス等)の自動計測結果の表示や、一般に建設現場で普及しているラジオ体操を補完し、建設現場における墜落・転落などの労働災害の未然防止と健康なカラダ作りを目指したけんせつ体操などを、安全掲示板をデジタルサイネージ化して表示することで「見せる化」の工夫を行う予定である。

5. 環境対策

本トンネル工事については、昨年度実施した滋賀県生物環境アドバイザー会議において、現場近隣に生息する猛禽類等への対応について指導・助言をいただいている。

本章では、生物環境アドバイザー会議における指導・助言への対応やその他の環境対策について紹介する。

(1) 猛禽類等への対応

a) 指導・助言内容

本トンネル工事現場近隣にはサシバ、ハチクマ、オオタカといった猛禽類が生息しており、営巣期である4月下旬から8月下旬、および、サシバやハチクマ等の渡り（「タカの渡り」）の集中期間である9月初旬から10月初旬については、大きな騒音や振動を伴う工事を避けるよう指導・助言を受けており、これを踏まえた対応が必要であった。

b) 現場での対応計画

2章で述べたように、2019年8月に現場着手し2020年1月からトンネル本格掘削に入るためには、時間的な余裕がないなかで、受注者と施工時期・施工法について調整を行った。

具体的には、この期間中に大きな騒音・振動を伴う作業として、バッチャープラントの骨材ピット掘削および終点側坑口付け掘削の岩掘削作業が挙げられ、この2つの作業について検討を行った。

坑口付けの作業については、10月2週目以降での施工により工程上影響を回避することが可能となったが、骨材ピット掘削については、ピット掘削後のバッチャープラント設置、防音ハウスの設置といった後工程への影響を回避することができず、8月中に行う必要があった。

そこで、猛禽類の営巣期とタカの渡りのはざまにあたる、8月最終週にピット掘削作業を行うこととし、施工時期を最大限考慮した計画とした。

なお、使用機械についても極低騒音型のブレーカを使用することにより、従来型より約10db騒音を低減させ、ベースマシンについても国土交通省認定の超低騒音型を使用することにより、回転時の騒音・振動を低減させることとし施工方法についても最大限考慮した計画とした。

b) 相談結果

前項について生物環境アドバイザーに相談した結果、想像以上に配慮した施工方法となっており、バッチャープラントピット掘削を予定している8月最終週においては、「営巣期間も終わり、雛鳥が旅立ちの準備期間でもあるため、影響は小さい」とのことで、前項の通り施工することに対して、了解をいただくことができた。

また、10月2週目以降の坑口付け作業についても、

「渡りの大部分は飛び立った後と思われるため、影響はないだろう」と、こちらについても了解をいただいた。

なお、当該施工については、無事に施工を終えているところである。

写真-5-1に超低騒音型機械を使用したバッチャープラント骨材ピット掘削状況を記す。



写真-5-1 超低騒音型機械を用いた骨材ピット掘削状況

(2) 住宅街に対する騒音・粉塵対策

本トンネル工事現場については、起終点ともに住宅地に近接していることから、明かり工事施工時における騒音・粉塵対策には特に留意する必要がある。

そこで、本トンネル工事現場においては、前節記載の使用機械を超低騒音型とすることのほか、写真-5-2のように仮囲いの壁材に軽量防音壁(H=3m)を使用することで騒音伝搬を約12db低減させるとともに、軽量防音壁上部に防塵ネット(H=2m、目合い1mm)を設置することで、現場外部への粉塵の飛散を防止している。

また、トンネル掘削土の仮置き場および起点側の開削箇所においては、大型噴霧水発生装置付き送風機を配置することで粉塵発生を抑制する計画としている。

なお、仮囲い上部にデジタル騒音計およびデジタル粉塵計を設置し、常時事務所において計測値を表示するとともに、自主管理値を超過した場合には緊急メールを自動受信することで、即座に対応できる体制としている。



写真-5-2 軽量防音壁・防塵ネット

6. おわりに

本トンネルは長大トンネルではないものの、本文中に記載のとおり、トンネル上部には営業中のゴルフ場およびアスレチック施設があり、両坑口は市街地および猛禽類の営巣地に隣接していることから、安全面・環境面に特段の配慮が必要なトンネル工事となる。

さらに、国民スポーツ大会・全国障害者スポーツ大会主会場へのアクセス道路としても位置付けられていること、ならびに供用すれば県管理トンネルとしては、延長TOP10(表-6-1参照)に入るトンネルとなるなど、非常に注目の高いトンネル工事でもある。

これから、本格的にトンネル工事に入っていくことになるが、発注者・施工者が一体となって、よりよい施工管理・品質管理のもと、安全に工事を推進していく所存である。

また、ここで紹介したものは本トンネル工事現場における一例であり、その他にも技術面、安全・環境面でも多くのことに配慮の行き届いた現場となるので、多くの方々にも実際に見ていただき、参考にいただければ幸いです。

表-6-1 県管理トンネル(延長TOP10)

	トンネル名	延長(m)
1	石樽トンネル	4,157
2	八草トンネル	3,025
3	椿阪トンネル	1,842
4	柳ヶ瀬トンネル	1,377
5	奥琵琶トンネル	1,155
6	【仮称】原松原トンネル	1,135
7	川合トンネル	1,131
8	佐目トンネル	1,045
9	三雲トンネル	900
10	富川トンネル	852
11	水坂トンネル	798

謝辞：本報告は戸田・昭建・金子建設工事共同企業体との施工協議事項ならびに施工計画書、技術提案の一部をもとに作成しました。本稿作成にあたっては、資料等の提供ならびにアドバイスをいただきましたことを、この場をお借りして心より感謝申し上げます。