

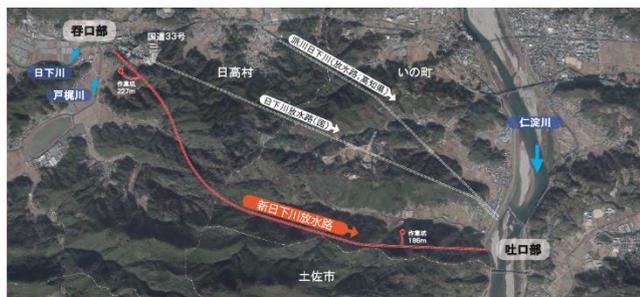
令和5年度全建賞 推薦調書
インフラ整備の事業又は施策の部(インフラの部)

ふりがな	によどがわゆかうえしんすいたいさくとくべつじぎょう(しんくさかがわほうすいろ)
1. 事業(施策)の名称	仁淀川床上浸水対策特別緊急事業(新日下川放水路)
2. 事業(施策)実施期間	平成27年 4月 1日 ~ 令和6年 3月31日
3. 事業費(工事費)	25,700百万円
4. キーワード	放水路トンネル、工期短縮、安全性向上、AI活用、インフラツーリズム
5. 事業概要	高知県日高村では、平成26年8月台風12号・11号により床上・床下浸水合わせて159戸の被害をはじめ、国道33号の通行止め(約18時間)など甚大な被害が発生した。このことを受け、平成27年3月に日下川総合内水対策計画を策定し、109戸の床上浸水被害解消を目的として「仁淀川床上浸水対策特別緊急事業」が採択され、仁淀川水系仁淀川の支川日下川においてトンネル延長約5.1km(日本最長級)にわたる新日下川放水路を建設したものである。

6. アピールする事業又は施策の「手段」と「秀でた成果」		
ハード or ソフトの分類 :該当する方に○印	① ハード面 に秀でた事業	② ソフト面 に秀でた取組
アピールする 1)「手段」	(a)スリップフォーム工法 (a)坑内外シームレス位置検知システム (a)AIによる切羽評価 ()	(g)CO2 吸収型コンクリート () () ()
アピールする 2)「秀でた成果」	(a)当該事業による本来目的の効果 () () ()	(f)地域活性化(インフラツーリズム) () () ()

7. 特にアピールしたい点
<p>■日下川流域は、低奥型地形を呈しているため水はけが悪く、仁淀川本川の背水影響による内水氾濫が発生しやすい地形特性となっており、これまでも幾度となく浸水被害が発生している流域であり、本事業は地域の安全・安心に大きく貢献するものである。</p> <p>■トンネルインバートの施工にスリップフォーム工法を採用することで、標準工法と比較し施工日数を約53%に短縮できた。</p> <p>■トンネル坑内というGNSSの電波が届かない環境下でも坑内外の全車両位置をシームレスに把握し、管理できるシステムを開発したことで、限られた場所でしか離合できない環境においても円滑な運行ができ、安全性はもとより生産性においても著しく向上した。</p> <p>■トンネル掘削時に行う切羽評価に人工知能(AI)によるディープラーニング(深層学習)手法を活用することで、安全にトンネル工事を施工することはもとより、現場技術者への負担軽減(崩落の危険性がある環境下での作業時間および切羽評価に係る時間の短縮)を図るための取り組みを実施した。</p> <p>■建設業における環境配慮の取組みをPRする一環としてCO2吸収型埋設型枠を採用し、建設作業を行いながらも、CO2を197kg削減することができた。</p> <p>■事業完成後はインフラツーリズムとしての活用を計画(日高村)しており、事業完成に先立って活用に向けた実証実験(トンネル内キャンプ)を実施するなど、自治体が主体となって取り組んでいる。</p>

8. 事業を代表する写真及びキャプション



9. 事業内容・添付資料〔特徴を示す写真、諸元(位置図、標準断面図、施策のフローチャート、P Iの方法等)〕

(1) 事業概要【①2)－(a)】

仁淀川水系仁淀川の支川日下川は、河床勾配が緩く、全体として地盤が低い低奥型地形を呈しており、水はけが悪いため、仁淀川本川の背水影響を受け、内水氾濫を引き起こしやすい地形特性となっている。

また、仁淀川流域は、年平均降水量が約 2,500mm を超える全国でも屈指の多雨地帯であり、水害が発生しやすい流域であり、平成 26 年 8 月台風 12 号・11 号洪水により、浸水面積 274ha、床上浸水 109 戸の甚大な被害が発生した。この被害を受け、平成 27 年 3 月に日下川総合内水対策計画を策定し、床上浸水被害解消を目的とした「仁淀川床上浸水対策特別緊急事業」が採択され、平成 27 年度より事業着手し、延長約 5.3km(トンネル部約 5.1 km)の新日下川放水路を建設したものである。本事業は地域の安全・安心に大きく貢献するものである。

(2) スリップフォーム工法によるトンネルインバートの施工【①1)－(a)】

スリップフォーム工法は、コンクリート打設時にその場で強い振動をかけ締固めて成型することで、打設直後のコンクリートを自立させる工法である。トンネルインバートを施工する機械は、ヒューロン(以下「成型機」)である(写真-1)。

まず掘削・床付けを行い(写真-2)、チェアー・タイバー(目地金物)を設置する(写真-3)。次に成型機をセットし、コンクリート打設を行う。コンクリートはミキサー車からベルコンより運搬し、成型機内部に投入し、成型機が連続的に締固め・成型を行いながら前進していく(写真-4)。その後、表面均し(仕上げ)を行いコンクリート打設完了となる(写真-5、6)。



写真-1 使用機械(ヒューロン)



写真-2 掘削・床付け状況



写真-3 チェアー・タイバー設置状況

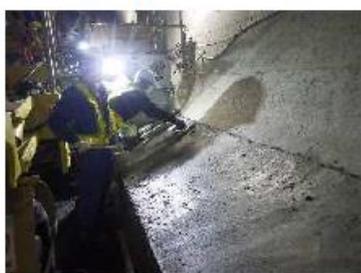


写真-4 生コン打設状況



写真-5 表面仕上げ状況



写真-6 打設完了

新日下川放水路のインバートコンクリートの全幅は 7m であるが、トンネル内空と干渉して全幅一括施工を行うために必要な機械通行のための幅を確保できない。そのため、インバートを横断方向に 3 分割して施工することとした。その際分割したコンクリート同士の継目で目違いが生じないよう、コンクリート舗装で使用するチェアー・タイバーを用いた目地構造とした。

延長 180m を施工した場合を例にすると、標準工法では 12m/日の施工日数となり、必要日数が 15 日間となる。

9. 事業内容・添付資料〔特徴を示す写真、諸元(位置図、標準断面図、施策のフローチャート、P Iの方法 等)〕

一方、スリップフォーム工法は、チェアー・タイバー設置 1 日、機械組立・組替 2 日、打設で両サイド各 1 日、センター 3 日となり必要日数が 8 日間となり、スリップフォームにおける施工日数は、標準工法と比較し、約 53%に短縮できた。

(3) 坑内外シームレス位置検知システムによる車両運行管理【①1) - (a)】

新日下川放水路は狭隘な断面ゆえに大型車両の離合は 200m 毎に設置してある離合場所でしか行えないため、離合場所以外で対面すると離合場所まで引き返すことになる。この場合、運搬効率が著しく低下する他、後退時には事故を起こす恐れもある。

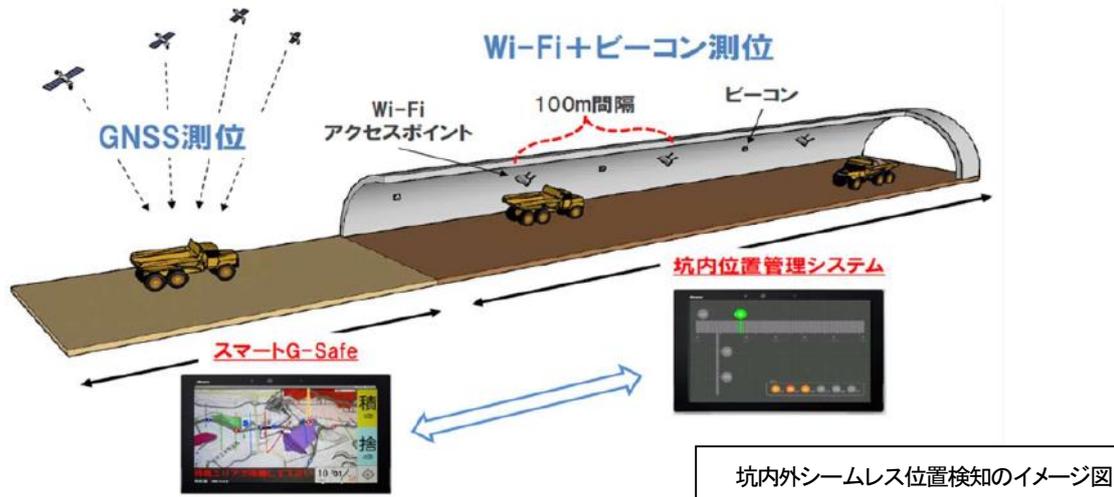
そのため、安全性と効率性の観点から、トンネル坑内というGNSS(衛星を用いた測位システムの総称)の電波が届かない環境下でも坑内外の全車両位置をシームレスに把握し、管理できるシステムを開発した。

本システムは、システムインストール済みの Android タブレット端末を各車両の運転席に設置し、クラウド上に構築した管理サーバで各車両の運行状況を一元管理する、というものである。ドライバーは、車載端末の専用アプリから自車両と他車両の位置関係をデフォルメしたマップ上で確認することができる。

坑内では 100m おきにWi-Fiアクセスポイント(以下、AP)を設置し、これらAPの電波を検知して自己位置の測位を行うようにした。電波強度が低くなるAP間の中間地点にはビーコン(信号発信機)を設置し精度低下を防いだ。

坑内ではAPとビーコンの電波強度から自己位置を測位し、坑外ではGNSSによる単独測位を行う。ドライバーは、坑内においては当システムで、坑外では既存の車両運行管理アプリでリアルタイムの状況把握を可能とした。

その結果、このシステムを使用することで、ドライバーはタブレットを操作することなく、運転に集中し、他車や離合場所との位置関係及び他車の進行方向等の坑内全域の運行状況をリアルタイムに把握できるようになり、限られた場所でしか離合できない環境においても円滑な運行ができ、安全性はもとより生産性においても著しく向上した。



(4) 人工知能(AI)を用いたトンネル切羽評価【①1) - (a)】

近年、トンネル工事における労働災害は NATM 工法の導入やシールド工法の普及により減少してきたが、トンネル掘削時に行う切羽評価は、技術者が現場にて直接確認のうえ評価を実施しており、掘削断面へ近づき、不安定な岩盤と対面することとなり、崩落の危険(肌落ち)と隣り合わせである。

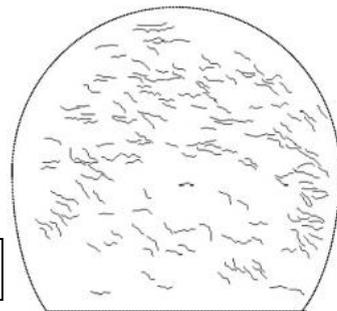
新日下川放水路のトンネル部では、地質的な特徴として付加体地質の分布が確認されており、微細亀裂の発達や風化、地下水による強度劣化を受けている可能性があったことから、より安全にトンネル工事を施工することはもとより、切羽評価についても、現場技術者の負担軽減(崩落の危険性がある環境下での作業時間および切羽評価に係る時間の短縮)を図るため、AIを用いたトンネル切羽評価を活用した。



9. 事業内容・添付資料〔特徴を示す写真、諸元(位置図、標準断面図、施策のフローチャート、P Iの方法 等)〕

活用にあたっては、切羽写真データ及び切羽画像解析データから作成した亀裂抽出画像、トンネル掘削時の穿孔位置、穿孔エネルギーカウンター図、現場技術者による切羽判定結果よりディープラーニングを行い、現場技術者が行う評価と同様の評価をAIが行うようにした。

その結果、割れ目の状態や風化変質の判定では、現場技術者と同じ回答を導き出すことができ、現場技術者の負担軽減に寄与した。

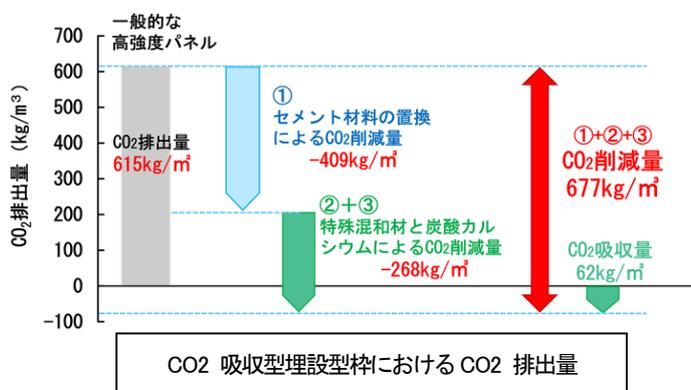


亀裂抽出画像

(5) CO2 吸収型コンクリート埋設型枠を用いた施工【(2)1)-(g)】

新日下川放水路では、まず作業坑を掘削し、そこを經由して放水路トンネルを施工した。この作業坑は最終的に管理用トンネルとして残置し、当該部は一般の人も見学することがあることから、建設業における環境配慮の取組みをPRする一環として、内壁にCO2 吸収型埋設型枠を採用した。

当該埋設型枠は高炉スラグ微粉末と特殊混和材を使用し、セメント量を低減することに加えて、製造時にCO2を吸収させることでCO2 実質排出量マイナスとなる▲62kg/m³を実現しており、埋設型枠は116枚使用、全数量は3.2m³となるため、総排出量は▲197kgとなった。つまり、建設作業を行いながらも、CO2を197kg削減することができた。



完成状況

(6) インフラツーリズム【(2)2)-(f)】

新日下川放水路完成後は日高村によるインフラツーリズムとしての活用を計画しており、事業完成に先立って活用に向けた実証実験(トンネル内キャンプ)を実施するなど、自治体が主体となって取り組んでいる。

実証実験では、日本初となる放水路トンネル内でのキャンパイベントを開催するとともに、観光協会と連携した地元特産品マルシェやランプシェード作り、高知河川国道事務所と連携した現場見学会を同時開催するなど様々な仕掛けを展開し、親子連れを中心に17組46名が参加。マスコミにも報道されるなど、本活用に向けて期待の持てる成果が得られた。



トンネル内でのテント設営



マスコミ取材の様子



特産の和紙を使ったランプシェード作り



同時開催の見学会では約300名参加

(7) まとめ

平成27年に事業着手した新日下川放水路は、令和5年5月末にトンネル通水部が完成し、事業完成に先行して運用を開始しており、地元住民からは多くの喜びの声をいただいている。

引き続き、呑口導流路の護岸及び周辺整備を行い、令和6年3月には事業を完成させ、1日でも早く地域の安全と安心に寄与したい。

<写真: キャンプイベントではアウトドアブランドの協力を得てテントの無償レンタルを実施>