

施工環境の厳しいトンネル工事における ICT の活用

Utilization of ICT for Tunnel Construction in Tough Construction Condition

寺島 巧^{※1}

Takumi Terashima

神宮 将夫^{※1}

Masao Jinguu

神田 裕一^{※1}

Yuichi Kanda

山田 博^{※1}

Hiroshi Yamada

【キーワード】 ICT トンネル 生産性向上

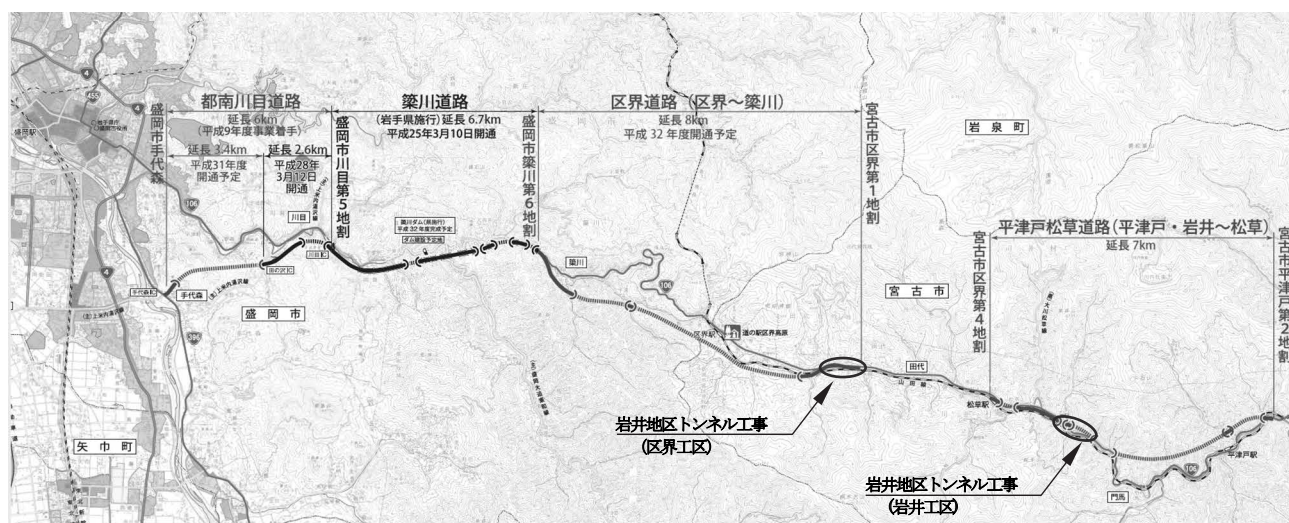


図-1 岩井地区トンネル工事位置図

1. はじめに

宮古盛岡横断道路は、岩手県内陸部（盛岡）から沿岸部（宮古）にアクセスする国道 106 号線の改築工事で、沿岸と内陸の連携を進める復興支援道路として事業が進められている（図-1 参照）。岩井地区トンネル工事は大別してトンネル工事が主の岩井工区と、河川工事が主の区界工区があり、それぞれ平津戸松草道路、および、区界道路に属している。

本工事は本州最寒地である蕨川と隣接する岩手県宮古市区界に位置する。また、標高も 500m 以上で、冬季は極めて寒い地域である。特に岩井工区のある岩井沢は岩手山のある北西からの非常に強い風が吹き、冬季には吹雪が頻発し道路が視認できないこともある。一方で、工事箇所へ近接する国道 106 号線は、内陸と沿岸部とをつなぐ数少ないアクセス道路であるため交通量も非常に多く、トラブルや事故等により通行止めとなると地域生活に多大な影響を与える。

以上のように、本工事は厳しい気象条件や交通量の多い国道での近接作業であり、それぞれに対する配慮が必

要となっている。本稿では施工環境の厳しい工事において、安全で効率よく良好な品質を確保するために導入した様々な ICT とその活用について述べる。

2. 工事概要

工事名：宮古盛岡横断道路 岩井地区トンネル工事
発注者：国土交通省東北地方整備局 岩手河川国道事務所

施工者：飛島建設株式会社

施工場所：岩手県宮古市区界第 4 地割

工期：平成 27 年 3 月 10 日～平成 30 年 3 月 30 日

工事内容：

（岩井工区：図-2 参照）

岩井第 1 トンネル：682m

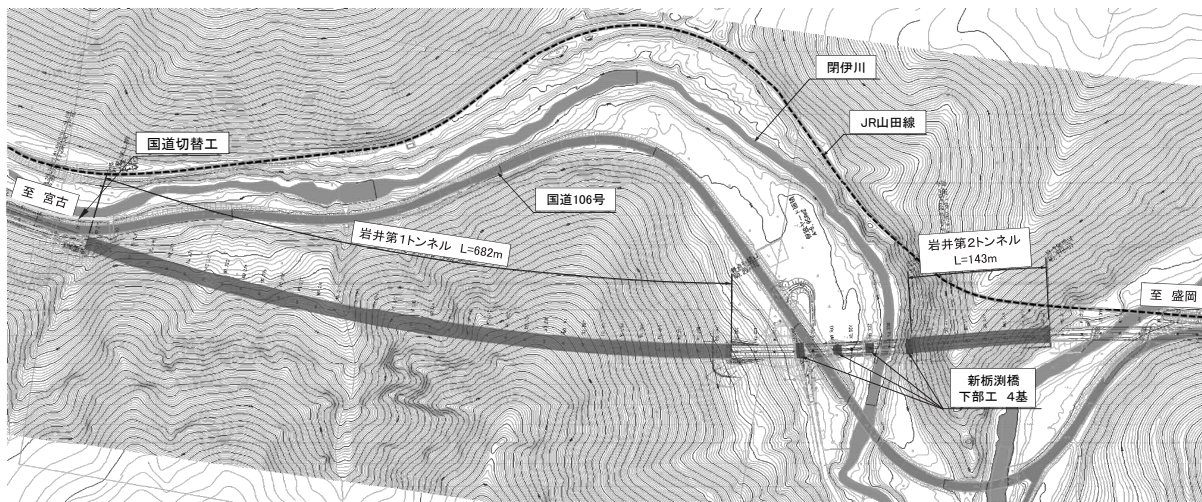
岩井第 2 トンネル：143m

橋梁下部工：橋台 2 基、橋脚 2 基

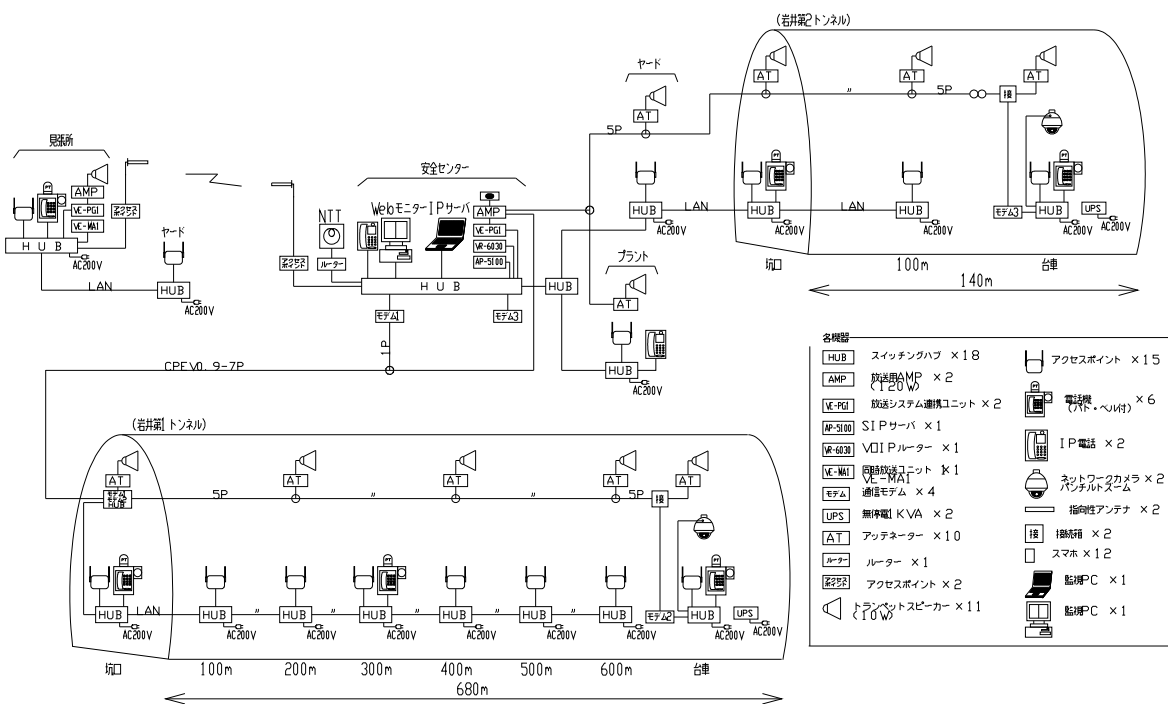
（区界工区）

河川付替え工 500m

本線盛土工 V=140,000m³



図ー2 岩井トンネル平面図(岩井工区)



図ー3 現場内通信ネットワーク用設備の概要

本工事は、岩井工区で国道及び閉伊川を跨いで極近接で配置されているトンネル・橋梁下部工の施工と、岩井工区から7kmはなれた区界工区で河川付替え工及び本線土工を並行して作業を行っている。また、本地域は氷点下20℃に達する最寒冷地である。さらに冬季には非常に強い北風が吹くため体感温度はさらに低く、また吹雪による視界不良も見られる。

3. ICT活用による課題解決

工事を円滑に進める上での検討した具体的な課題を以下に示す。

- ①：事務所から離れた施工箇所における昼夜作業の監視・管理手法
- ②：国道を挟む2本のトンネルの連絡体制の確立

- ③：国道106号に近接した作業ヤードの安全・防犯管理
 - ④：寒冷・強風や熱中症等の気温・気象に起因する災害・疾病
 - ⑤：極寒冷地における吹付けコンクリートの品質確保
- 本工事ではこれらの課題をICT活用により解決を図った。

3.1 現場内通信ネットワーク

ICTを活用する上で、ICTのインフラとなるトンネル内外の通信システムについて検討を行った。工事箇所である宮古市区界(旧川井村)は日本で初めて村内全域に光ファイバによる高速インターネットアクセス環境を整備した地域であり、山間部でありながら大容量のデータ通信が可能であった。

図ー3に現場内通信ネットワーク用設備の概要を示す。



図-4 IPカメラ画面の一例(岩井工区)

現場内通信ネットワークは、作業エリア内にてIP電話を使用できるように有線及び無線LAN (WiFi) のネットワークを構築し、内線・外線通話と非常放送設備が連動するシステムを構築した。各職員の携帯端末(スマートフォン)からの外線通話と、固定電話機との内線通話、非常放送の操作等(一斉放送・発破放送・非常警報等)を可能とした。これにより、現場内のいかなる場所からでも、通話及びデータ通信が可能となり、利便性の向上と緊急時の連絡体制が確立できた。

3.2 IPカメラ

昼夜施工のトンネル工事では事務所と離れた現場状況の把握は重要である。本工事では一般車が多数通行する国道に近接して火薬設備(火薬類取扱所、火工所)があり、より一層の監視体制が必要である。このため、仮設ヤードや坑内にIPカメラを設置している。図-4にIPカメラ画面の一例を示す。事務所のPCや職員スマートフォンにより作業状況や仮設備・降雨時河川状況について休日を含め監視を可能としている。

3.3 気象観測システム

岩井工区は厳冬期には氷点下20℃、夏季には30℃を超える気温変化の激しい地域であり、寒冷による低体温症や凍傷、高温時には熱中症など作業中の疾病が懸念される。また、風の通り道となる地形条件により非常に強い北風が吹くことがあり、クレーン作業や高所作業への注意喚起が必要である。

このため、現場内に気象観測システムを設置している。図-5、および、図-6にそれぞれ、気象観測システムの測定値表示画面の一例、および、気象観測システム外観を示す。本システムでは、気圧、気温、湿度、風向、風速、雨量、および、熱中症指数(WBGT)の測定を行っている。また、工事箇所は閉伊川に隣接していることから、岩井工区から7km上流の区界工区において河川の水位観測も実施している(図-7参照)。



図-5 気象観測システム画面の一例

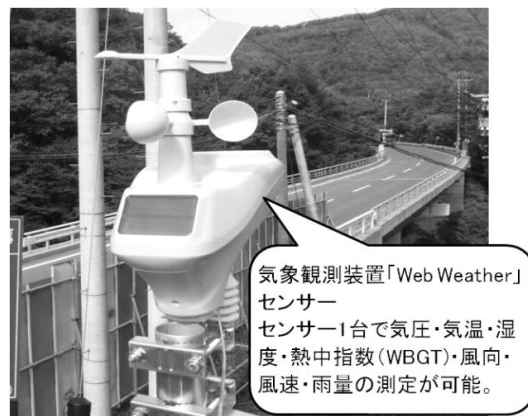


図-6 気象観測システム



図-7 河川水位観測

これらのデータはクラウド内に保存され、リアルタイムで確認できる。さらに、風速や熱中症指数等の管理値逸脱時は携帯端末やPCにメールを転送して、注意喚起を行っている。本システムより、2016年に発生した台風10号の豪雨時にも迅速な工事中止等の対応が図れた。

3.4 切羽監視システム

トンネル肌落ち災害はトンネル特有の災害であるが、発生時には重篤となる場合が多く防止対策が重要である。本工事では、トンネル削岩機にレーザー距離計を用いた切羽監視システムを搭載して切羽面の変位計測を行い、管理基準値毎の警報を作業員に報知している(図-8、図-9参照)。

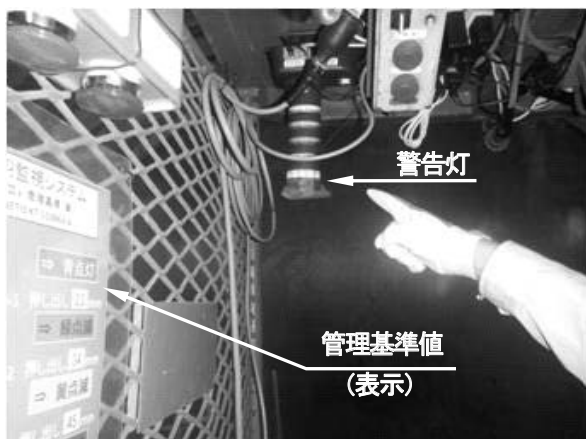


図-8 切羽監視システム（警告灯）



図-9 切羽監視システム（レーザー距離計）

また、自動追尾式坑内 A 計測を採用して 24 時間リアルタイム計測を実施している。図-10 に計測管理画面の一例を示す。坑内 WiFi 環境を介して事務所 PC にデータを送信し、トンネルの安定性を常時確認している。これにより、切羽作業員の安全確保と、計測業務の省力化が図れている。

3.5 温度制御機能を有するバッチャープラント

トンネルでは、吹付けコンクリートの品質確保は重要課題である。本工事では極寒冷地での施工において、安定した品質の吹付けコンクリートを製造するために、温度制御機能を有するバッチャープラントの開発を行った²⁾。本開発により、氷点下 20℃ に達する環境においても、安定して練上がり温度 25℃ の吹付けコンクリートを供給することを可能とした。詳細は参考文献 2) を参照されたい。

4. おわりに

近年の情報通信技術の進歩は目覚ましく、いろいろな分野で新しい取組みが行われており、国土交通省でも i-Construction として建設産業全体の生産性向上を目指す取組みが始まっている。しかし、建設工事ではいまだ、ICT に関する新技術を有効に使っていないと実感しているところであり、現場職員・作業員が一体となって新しいことにチャレンジしていきたい。

岩井地区トンネル工事は平成 29 年 6 月末現在、岩井第 1 トンネルの掘削が 540m となっている。これから 1D 以下の小土被り区間が連続することとなるため、今まで同様慎重な施工を行い、最後まで無事故での竣工を目指したい。

謝辞：本工事での ICT の活用において、国土交通省岩手河川国道事務所をはじめとする、さまざまな方々より貴重なご意見をいただいた。関係各位に感謝の意を表す。



図-10 計測管理画面

【参考文献】

- 1) 熊谷幸樹, 松田浩朗, 寺島佳宏, 小川勲, 藤本克郎, 金子伸：多点同時変位計測による切羽安全監視システムの開発と試験適用, とびしま技報, No.60, pp.21-26, 2011.
- 2) 滝波真澄, 筒井隆規, 熊谷幸樹, 平間昭信, 松田浩朗, 山田博：コンクリートの練上がり温度を制御するバッチャープラントの検証, とびしま技報, No.65, pp.1-6, 2017.