特集≫≫　i-Construction

VRによる安全管理

ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化

坂　下　淳　一・真　柄　　毅

水管橋架設上部工事を施工するにあたり，作業環境の難易度に関わらず施工ステップと建造される橋桁の規模を事前に把握する事により，従来の目視やスケッチに替えてゴーグル型ディスプレイの3DVRを採用するに至った。これを用いることによって現場での圧倒的な没入感をよりリアルに体感する事ができ，施工関係者全員が施工ステップと危険箇所を容易に把握し，安全意識の高揚と安全性が確保できたので，以下に施工ステップを可視化した安全管理について紹介する。

キーワード：安全管理，水管橋，鋼橋架設，バーチャルリアリティ

1. はじめに

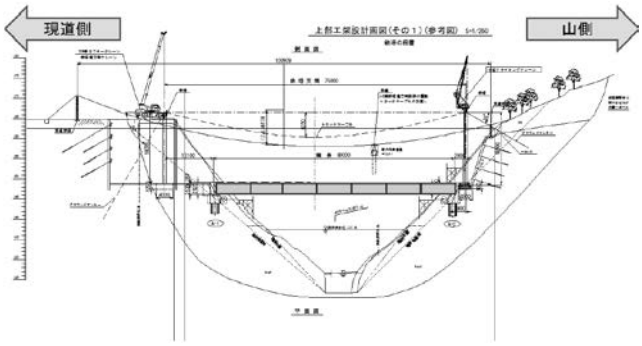
本工事は札幌市水道水源の98％をまかなう豊平川の水源水質を将来にわたって保全していくために，豊平川上流域における自然由来に含有するヒ素，ホウ素などの水質悪化の要因を排除するとともに，災害発生時においても良質な原水を確保することを目的としている。その内，桁高2.9 m 橋長60.0 m の水管橋鋼橋桁を架設する工事における安全管理を報告する。

2. 工事概要

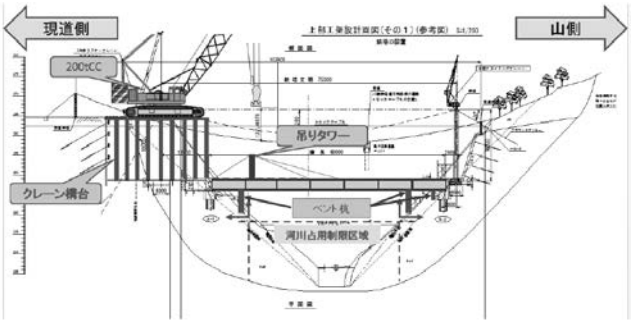
工事概要を「**表―1**」，全体図を「**図―1**」に示す。

表―1　工事概要

工事場所	札幌市南区定山渓温泉東1丁目
工　　期	平成27年2月25日～平成28年3月25日
発注者	札幌市水道局　給水部　工事課工事一係
施工者	一二三北路㈱
工事内容	橋梁上部　①工場製作工　223.5 t ②鋼橋架設工 架設工　一式 支承工　8基 現場継手工　15,226本 橋梁下部　①深礎工　2本　橋台躯体工　1基



図―1　全体図



図―2　架設工法計画図

3. 施工上の課題と対策

(1) 水管橋架設施工課題について

鋼橋が4種7分割にされた構造の架設において国有林野内の渓谷に位置し，作業環境が非常に制限されている。このため，仮設備や搬入車両を厳選し施工する必要性があった事から，架設工法の検討を行った。

まず，河川占用制限区域を明確にし現場内に搬入施工の出来る機械を考慮し以下の通り検討を行った。

①ケーブルクレーンエレクション工法
② 750 t 大型クレーンによる一括架設工法
③送り出し工法
④ベント架設工法

この結果，大型クレーンの機種選定や分割された橋梁架設に必要なベント杭などを特定し施工可能である

事が確認できた為，④のベント架設工法を採用した（図―2）。

(2) 施工上の留意点

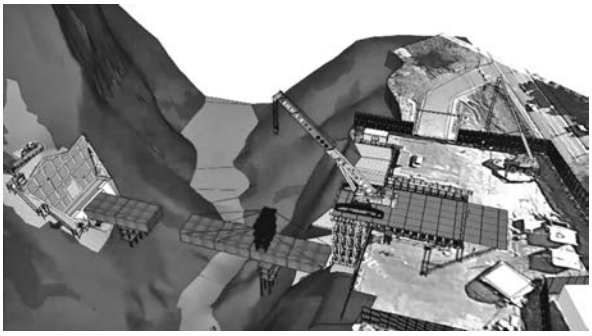
施工場所の作業環境の制限と，特異な工法により現場従事者の安全確保を充分に考慮しなければならなかった。さらに，当該工事においての施工班は年配の熟練工から若手の未熟練工まで幅広い層で構成されているために，工法に関しての認識度の差異が生じて不安全行動が多発する事が予想された。

この事から，施工関係者全員で現場環境と施工方法を熟知し共有する事で不安全行動の撲滅が図られ無事故・無災害が達成されると考えた。

4. 安全管理について

施工関係者全員が作業環境と作業方法を熟知共有するために，コンピューターグラフィックスによって作成された画像などを閲覧する事で様々な危険箇所の可視化ができると考えた。

まず，SketchUp（スケッチアップ）を採用し３次元化した施工方法のモデリングの作成を行った（図―3）。



図―３　架設工法施工ステップ３次元画像

そして，SketchUp（スケッチアップ）３次元画像を施工開始前に施工関係者全員で閲覧し検討を行い不可視部分の可視化や施工ステップの確認を行った（図―4）。

これにより，施工関係者全ての意識共有を実現する事が出来たが，視認効果のみで体感できるものが少なかったため，安全意識向上への成果が低かった。

そこで，ゴーグル型ディスプレイを採用した「現場没入型」の VR（バーチャルリアリティ）を活用し更なる現場の可視化を図った（図―5）。

基礎知識がある程度無いと作業環境や施工方法の説明を受けても構造物や完成イメージが理解できない事

図―４　SketchUp（スケッチアップ）３次元画像閲覧状況

図―５　ゴーグル型ディスプレイ体感状況

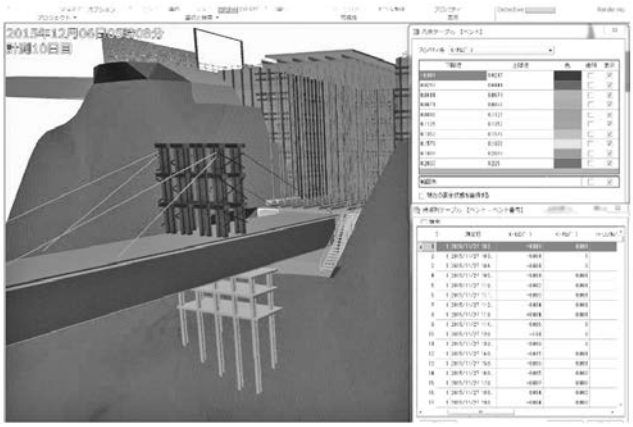
が多い。そこで，ゴーグル型ディスプレイ採用により，工事の内容あるいは施工順序や施工ステップ，構造物の完成イメージなどといった視覚情報を強調・補完する仕組みを活用する事で，構造物の規模・形状寸法について理解度が向上した。

つまり，視覚情報の優位性（例えばメラビアンの法則など）の解消が達成されたと判断する。

さらに，施工方法以外にも架設に伴う仮設構造物（特にベント杭とクレーン構台）の変位をリアルタイムに計測管理する事で，危険予知を行い安全性の向上に努めた。

これには，変位計・ひずみゲージを**図―1**に表記した現道側河川部ヘベント杭12箇所とクレーン構台に4箇所設置しインターネット回線を利用し現場内外で監視できるようした（**写真―1**，**図―6**）。

写真―1　現場内変位確認状況



図―6　現場外変位確認状況

この表示は「青＝正常」「赤＝異常」を示した情報になっており，架設状況の偏移をリアルタイムで監視する事で安全性の向上に繋がったと判断する。

5. おわりに

水管橋架設工事は，13ヶ月間の工期であったが無事故・無災害で完成する事ができた。これは，ゴーグル型ディスプレイの活用により安全性の可視化が図れた事と，施工ステップなどを施工関係者全員が熟知共有する事で実現でき，さらには施工ロスの減少にも繋がった事に貢献できたと判断する。

その他，施工関係者以外の一般向けの現場見学会にも採用する事で，見学者に工事を分り易く伝えることができ，工事への理解度向上に繋がった事は，独自のアンケート結果などの検証で実証することができた。

つまり，安全の可視化を実現しながら工事情報の明確化が達成される事で，工事全体を可視化する事ができるツールとして今後も安全管理に大きく貢献できるものと考える。

謝　辞

本工事を進めるにあたり御指導と御協力を賜った札幌市水道局様，そして関係者の皆様に感謝の意を表するとともに，建設業本来の魅力と安全を最優先に考え，引き続き工事に従事していく所存である。

JCMA

［筆者紹介］

坂下　淳一（さかした　じゅんいち）
一二三北路㈱
土木工事部
課長

真柄　毅（まがら　たけし）
㈱岩崎
CIM・情報化施工チーム
課長