跨道橋設計におけるARを活用した関係者間の情報共有による早期合意形成

小野凌平[1]・鏡幸二[1]・石川敦之[1]・高木耕[1]

[1]大日本ダイヤコンサルタント（株）東北支社（〒980-0021 仙台市青葉区中央1-6-35）

国道を跨ぐ跨道橋の詳細設計において，関係者間でAR等の活用による情報共有を行い，業務の効率化を図った．本業務では交差する交差点形状の早期決定，IC施工に伴う現道交通の切回し道路における施工計画が課題であった．交差点協議や施工計画において走行シミュレーション・ARによる現実空間への可視化を行い「交差点形状の早期確定」，「支障物の現状把握と移設方針決定」，「道路との交差条件に対する橋梁計画の妥当性確認」及び「施工時の道路切回し形態・各種施工状況」を視覚的に共有することで，議論の活発化や深掘りによる施工時の課題の抽出，意思決定の迅速化・作業効率化に寄与できた．

Key Words ： *跨道橋，BIM/CIM，AR，走行シミュレーション*

１．はじめに

本業務は，**図-1**に示す一般国道4号下北半島縦貫道路「野辺地七戸道路」の早期供用に向け，七戸北ICにおいて交差道路（国道4号）を跨ぐ本線跨道橋の詳細設計である．本稿では，**図-2**に示す七戸北IC橋の橋梁設計を実施していく上で，関係者との課題等の情報共有・早期合意形成に向けて実施したBIM/CIM及びARの活用効果を報告するものである．

本橋を設計する上での課題は，①：橋長のコントロールポイントとなる交差点形状の早期決定，②：供用中の七戸北ICの現道交通を確保した施工計画である．これらの課題を円滑に解決していくために，BIM/CIMだけでなくAR(Augmented Reality；拡張現実)を活用して警察，道路管理者等の関係者の理解促進を図ることが最も効果的と判断した．このため，本業務におけるAR及びBIM/CIM[2)]の活用目的は，交差点形式比較，施工計画等の各計画段階で円滑な合意形成を図ることである．

設計段階でARを積極的に活用したことで，従来（2次元図面）よりも直感的な情報共有がしやすく，関係者間で円滑な合意形成を実現でき，作業効率化に寄与した．

２．交差点形式比較での活用

業務着手時に交差点形状が未確定であったため，橋長を確定させるために交差点協議で早期に合意形成を図る必要があった．

図-1　野辺地七戸道路[1)]

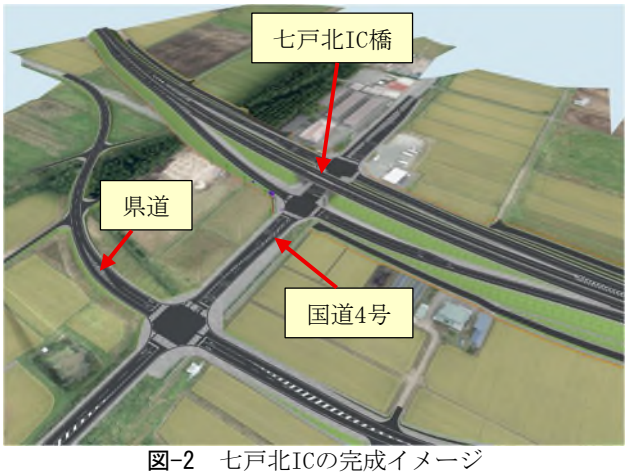


図-2　七戸北ICの完成イメージ

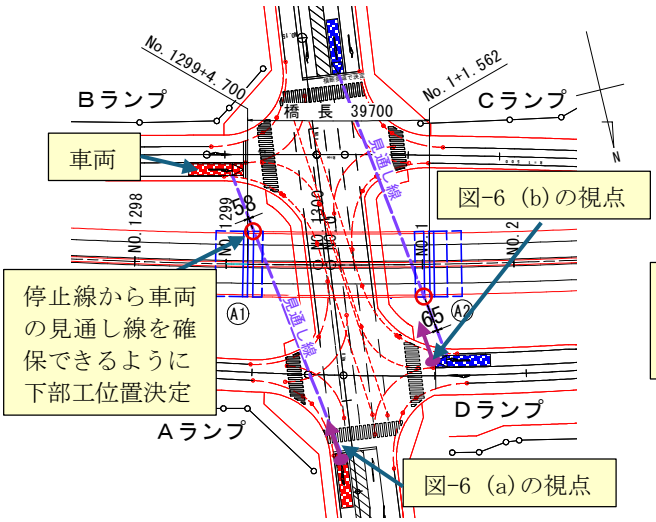


図-3　内回り交差点

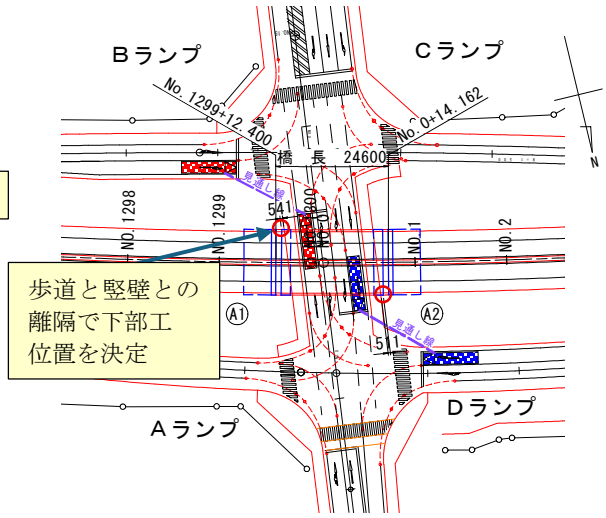
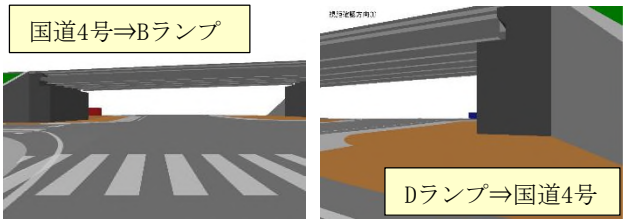


図-4　外回り交差点

当初の内回り交差点案では，橋台位置は交差点内の見通しで決定されるため橋長が39.7mと長い(**図-3**)．更に，重要物流道路としても建築限界の確保と本線縦断制約から上部工構造高は1.2m以下に制限されるため，適用可能な橋梁形式がプレビーム橋等の低桁高の特殊橋に限定される．このため，交通安全性を損なうことなく，交差点をコンパクト化することで停止線間の見通しを短くし，橋長短縮（橋長24.6m）できる外回り交差点を道路設計業務と連携して提案した(**図-4**)．関係機関協議前に受発注者間でARを活用した情報共有により妥当性確認を行うことで，完成イメージ（**図-5**）の理解促進が図られ，早期合意形成を実現した．

関係機関協議において交通管理者は，外回り交差点の事例が少なく，交通安全性について懸念していた．外回り交差点の事例・交通事故の頻度等の他に，BIM/CIMモデルを活用した視距確認図(**図-6**)と走行シミュレーション(**図-7**)を交通管理者に示した．これにより交差点内の視距を具体的に提示し交差点内の安全性を示すことができ，当初想定の約半分の期間で合意形成を図ることができた．橋長を当初計画から約14m短縮できたことに加え，橋梁形式をプレテンション方式中空床版橋（**図-8**）に見直したことで，内回り交差点案に対し約20%の橋梁コスト縮減を実現した．

図-5　検討段階の完成イメージ



(a)直進車両からの視距　(b)左折車両からの視距

図-6　内回り視距確認(3D)

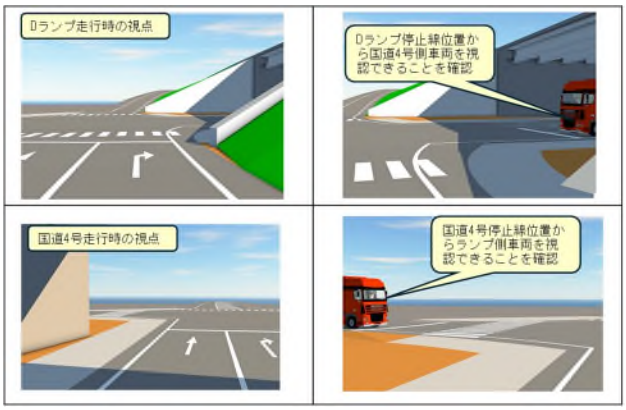


図-7　外回り交差点の走行シミュレーション
(Dランプ⇒国道4号を南方向)

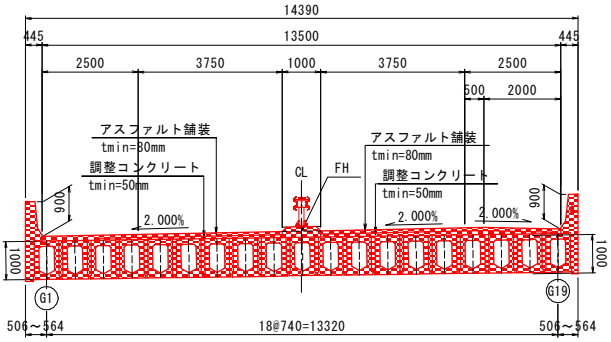


図-8　七戸北 IC 橋の上部工断面

３．施工計画での活用

七戸北ICは**図-9**に示すように暫定供用されており，完成系ICとする際に，現道交通の切回しを複数回行い，橋梁及び道路盛土を施工していく必要がある．

各施工段階について，施工ステップを2次元図面とBIM/CIMモデル(**図-9～11**)で作成した．

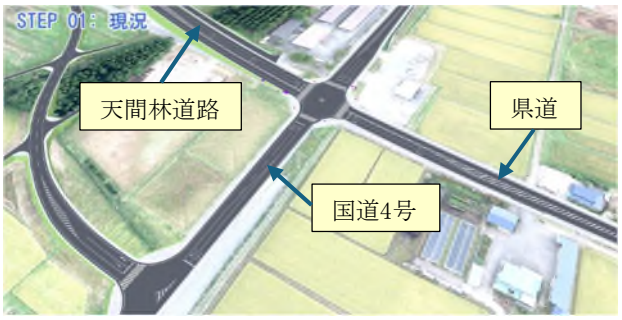


図-9　現況

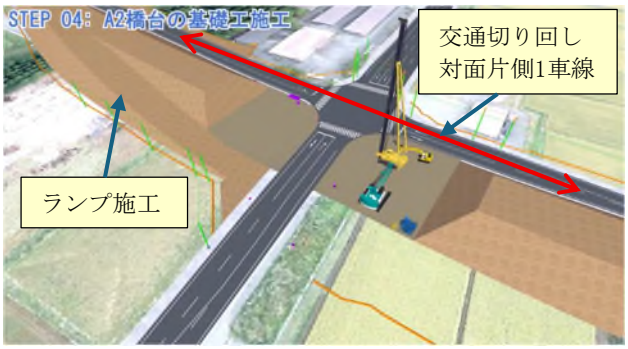


図-10　現道切回し・A2橋台施工状況

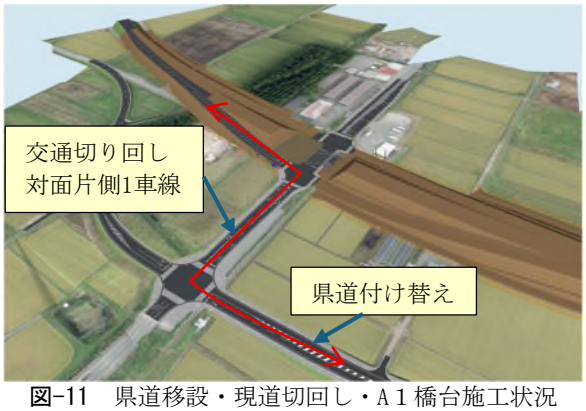


図-11　県道移設・現道切回し・A１橋台施工状況

用地内で現道交通を切り回して施工する場合，土工形態が複雑に変化する交通切り回しは，図面のみでは立体的に捉えるイメージに個人差が生じるだけでなく，施工時の課題を見落とす恐れがある．

そこで，立体的なイメージ共有及び施工時の課題抽出を目的に，支障物件（架空・埋設物），橋梁完成形，施工計画のBIM/CIMモデルをARに活用した．

合同現地踏査は，橋梁計画の進捗に応じて計２回実施し，それぞれでARによる構造物の可視化を行った．

第1回合同現地踏査では，完成形モデル（橋梁とIC）と橋台施工時の仮締切及び施工ヤード範囲について確認した(**図-12～15**)．これにより計画妥当性や，施工時の課題を早期に共有することで円滑な業務進捗に寄与した．

図-12　施工ヤード・切回し道路

図-13　完成ランプ

図-14　A2橋台施工時

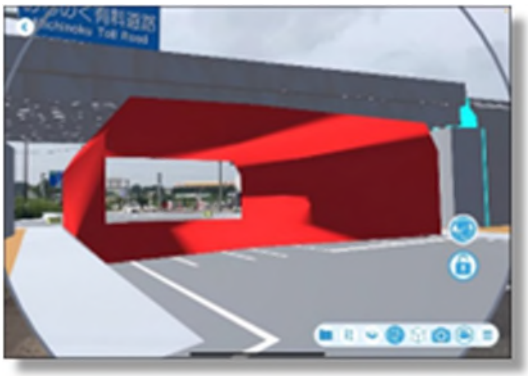


図-15　完成時の建築限界

第2回合同現地踏査では，現道切回しステップによる交通切替毎の支障物の移設計画，暫定交差点の隅切りと仮締切工との干渉，及び架設計画について確認(**図-16～19**)を行った．支障物件をARで表示することで，埋設物の錯綜状況や施工段階ごとの移設必要性が容易に把握できる．これにより，「支障物の現状把握と移設方針決定」「道路との交差条件に対する橋梁計画の妥当性確認」「施工時の道路切回し形態・各施工状況の確認」を関係者間で視覚的に共有を図り，議論の活発化による課題の深掘りによる施工時の課題の抽出，意思決定の迅速化・作業効率化に寄与できた．

AR活用の手順としては，BIM/CIMによる3Dモデルに現地の基準点（マンホールや横断歩道等）を加えたFBX形式のモデルを作成する．作成したFBXデータをタブレット端末用のARアプリ(TerraceAR[3])に取り込むことで，構造物を可視化することが容易にできる．

合同現地踏査では，ビデオ通話アプリを用いて説明用の端末へARアプリを起動している端末の画面を共有することで，全員が同じ画面をみて議論できるように工夫した．施工ステップのモデルを切り替えながら現地でON・OFFランプ切回し位置，鋼矢板と埋設物との干渉・移設位置の確認ができるため，施工ステップの変化をわかりやすく表現できた．また，埋設物は，路面データを非表示にすることで，地中を透過したイメージで確認可能である．

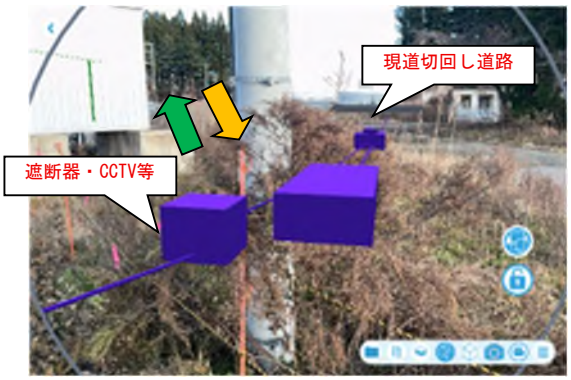


図-16　情報管の仮移設配置（地中部表示）

図-17　基礎工施工状況

図-18　下部工施工状況（地中部表示）

図-19　上部工架設状況

４．まとめと今後の課題

現地踏査や施工計画において，従来の2次元図面を用いた場合，縦横断の展開等の立体的なイメージの把握は，個人差があり，実際の現地において取り合い等のズレによる現場対応等が生じやすい．

BIM/CIMは出来上がりの完成イメージに対してだけ作成するのではなく，業務序盤の計画段階で概略モデルを用いて積極的に活用することで，３次元のイメージを共有しながら協議ができるため，関係者間で共通の認識をもつことができ，円滑な合意形成を実現できた．

ARを用いた3Dモデルの現実空間への可視化は，構造物を立体的に表現できるため，直感的な情報を共有しやすく円滑な合意形成を実現し易いと感じた．受発注者間の協議も活発化することで，課題の深掘りによる計画の手戻り防止，設計計画の最適化が図れた．ARの活用は現地以外でも机上の図面を用いて可視化を図ることが可能であり，BIM/CIMの3Dデータをモニターにより視認するのに比べ現実感が高い．協議や地元説明会等でも活用可能であり，今後も積極的に予備・詳細設計の中で活用を図っていきたい．

一方で2次元図面の修正に比べて倍以上モデル修正に時間を要するため，パラメトリック機能の拡充等によるモデル化作業の効率化が必要である．

参考文献

1）国土交通省東北地方整備局青森河川国道事務所：野辺地七戸道路パンフレット，2023.3.
2）国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン(案)，2022.3.
3）株式会社ネクステラス：TerraceARマニュアル，2023.7.