

## 特集 ■社会で生きる VR

## 土木計画・設計分野における VR



飯田潤士

大日コンサルタント

IIDA JUNJI

## 1. はじめに

近年、土木計画・設計分野におけるバーチャルリアリティ(以下 VR)技術の利用が活発になりつつある。

土木事業は物理的および予算的な規模が大きく、周辺環境におよぼす影響も多大であることから、工事施工前の綿密な調査・計画・設計が必要とされている。従来より、事業計画を空間的に把握可能な VR 景観シミュレーションは、こうした事業の計画段階において非常に効果的であると主張されてきたにもかかわらず、実際の事業への利用は限定された範囲に留まってきた。その理由としては、以下が考えられる。

- ① 多大なモデリングおよびシステム構築費用
- ② 作成費用に対して十分な費用対効果が得られない
- ③ 持ち運び不可能な大掛かりなハードウェア構成

次項では、これら土木事業における VR 普及の障害要因について説明するとともに、近年の急速な VR 利用の広がりについて考察する。

## 2. 土木計画・設計分野における VR 利用の普及

## 2.1 土木 VR には多大なコストが必要

これまで土木分野における VR の利用が他分野(自動車をはじめとした工業機械分野など)に比較して普及しなかった最大の理由は、VR 作成コストの高さに起因すると考えられる。

土木分野では、事業対象の構造物をとりまく環境を表現するため、山や川、森林あるいは農地など広範囲かつ多様な自然物を VR 上で表現する必要がある。また、構造物は立地する地形の状況に応じて完全オーダーメイドで設計されるため、部品としてのライブラリ化が困難であるとともに、地形の形状についてもできる限り正確に反映させることが求められる。このため、地形および構

造物の 3D モデルは膨大なポリゴンから構成されることとなり、その作成には多大なコストと時間が必要となる。

さらに、数年前まではこうした膨大なデータを VR として表示するためには、専用の大型グラフィック・ワークステーションと VR アプリケーションからなる高価なシステムが必要とされた。

土木事業は計画・調査・設計から施工を経て供用にいたるまで数年、長期の場合は 10 年近くもの期間を要する。また、公共事業として実施される場合には事業主体(国、地方自治体など)は一貫するものの、実際の作業を担当する企業は各段階ごとに選定される。土木分野における 3D モデルや VR システムの標準化が確立されていないため、各段階間での 3D モデルの共有と継承が困難なこともコストを引き上げる一因となっている。

## 2.2 費用対効果の問題

土木分野の構造物(道路、橋梁など)は、大量生産を前提とせず、個別の事業ごとのオーダーメイドとして計画設計される。このため、多大なコストを必要とする VR を事業単位の先行投資として作成することは、大規模なプロジェクト以外では困難とされた。

また、計画設計段階における VR 景観シミュレーションの利用効果を高めるためには、計画設計の結果を VR に反映するとともに、これによる検討、検証結果を計画設計にフィードバックすることが重要である。

しかしながら、前述のように地形および構造物の 3D モデル作成には多くの時間を必要とするため、計画設計の作業に対してタイムリーに対応することが困難であった。このため、検討後の最終形のみが VR として作成され、検証および対外的な説明用の資料として利用されるに留まっていた。

以上の要因から、対外的な説明が重要視され十分な予算が確保可能な大規模事業以外では、VR作成に対する費用対効果が見込めないと判断されてきた。

### 2.3 VR利用の広がり

近年の土木分野におけるVR利用が急増しているのはなぜか？これは、前述のコスト面における課題が技術的に解決されつつあり、これに伴う費用対効果が向上してきたことによる。あわせて、景観形成や住民参加への取り組みなど、国や地方自治体における公共事業推進プロセスが変化しつつあり、CGやVR利用の必要性が認識されたことにもよる。

1998年より段階的に推進されてきた国土交通省の公共事業支援統合情報システム(CALS/EC)により、各種図面や地形図の電子化およびデータ形式の標準化が進められ、3Dモデル作成に必要なデータの入手が容易となっていった。さらに、CALS/ECにより蓄積された電子データを活用し土木設計の効率化、高度化を目指す各種土木設計用3D-CADが登場あるいは高機能化していった。これらのCADでは、地形形状データをもとに道路や構造物などを3次元で設計するとともに、地形や道路、構造物の形状を3Dモデルとしてアウトプットする機能を有する。このため、VRのための3Dモデル作成コスト低減が可能となっていった。現在は、3次元設計のデータ標準化については試行が開始された段階であり、標準化に伴ない今後一層のコスト低減が期待される。

一方、最近のコンピューター、特にPCの高性能化と低価格化は著しい。特に、ここ数年における3Dグラフィック関連のハードウェアとソフトウェアの低価格化は目を見張るものがあり、市販のノートPCが従来大型で高価なグラフィック・ワークステーション以上の性能を備えるようになった。ソフトウェアについても低価格化が進み、PCベースでのVRシステム構築が土木事業の計画設計を担当する企業(建設コンサルタント)でも可能なレベルとなってきている。

公共事業の推進プロセスの変化として、景観形成への取り組みが挙げられる。過去の高度成長期における社会資本整備のありかたに対する反省から、今後の国土整備を「美しい国づくり」へ向けようとするものである。国土交通省では、よりよい景観を創出するための具体的施策をとりまとめ、この中でCGやVRの有用性と活用方法について提示している。

また、公共事業に対する住民、国民の関わり方についても大きく変わろうとしている。近年は公共事業の不透明性が問題点とされ、説明責任(アカウントビリティ)の重要性が認識され、事業主体が事業内容をわかりやすく住民や国民に説明することが求められるようになってきた。さらに平成16年度からは、公共事業への住民参加を進めるための「事業構想段階からの住民参加」が推進されている。公共事業における住民参加のためには、事業の構想や内容を正しく理解したうえでの議論、検討が必要とされる。しかしながら、従来の公共事業における説明資料(パースや設計図面)では、土木の専門知識を持たない人々に対して事業の内容を正しく、わかりやすく提示することは困難である。

大規模な事業計画をリアルタイムに、あらゆる視点から、ビジュアルに表示可能なVRは、こうした住民参加の場における説明資料として最適であると認識されつつある。今後、住民参加型の社会資本整備の広がりとともに、土木計画分野におけるVR利用は増加すると考えられる。

### 3. VRの利用事例

土木の計画設計分野におけるVR利用について、当社の事例をもとに紹介する。

当社は、岐阜県岐阜市に本社を置き、主に道路関連の計画、調査、設計を生業としている。国土交通省や日本道路公団、および岐阜県をはじめとした地方公共団体における数多くの計画、調査、設計業務を受託している。

平成4年度より土木設計高度化の一環として3D-CADによる土木設計および3Dデータ活用によるCG景観シミュレーションへの取り組みを開始した。平成12年度よりは土木計画設計におけるVR利用の有用性に着目し、大学や研究機関との共同研究などを通じてVR技術の展開を進めている。

当社は「公共事業推進の現場におけるVR利用の実用性」を重視し、受託した業務の検証・検討の場で、あるいは住民説明などの場において、効果的な利用が可能なVRを開発してきた。以下、当社がこれまで手がけてきた業務の中からいくつかの事例を紹介する。

#### 3.1 設計検討、検証ツールとしての利用

設計作業における各種の検討や検証のため、次のような項目に対してVRを利用した。

- ・道路計画(線形、視認状況、走行性など)
- ・構造物計画(橋梁などの形式、色彩)
- ・サイン計画(案内板、標識など)
- ・植栽計画(配置、樹種選定など)
- ・景観計画

以下、道路計画における走行性、視認性の検討におけるVR利用例について述べる。図1は、国道バイパスに設置するサービスエリアの設計におけるランプのループ部の画像である。設計作業実施時に、ループ内側の盛土高さと同側のカーブ半径から、走行時の見通しの悪さが懸念された。



図1 内側盛土が高いループ部

VRによる走行シミュレーション(図2)を行ったところ、見通し距離が約55mであり、走行上の問題が確認されたため、盛土法面の形状修正を実施し、見通しの改善が確認された(図3、図4)。

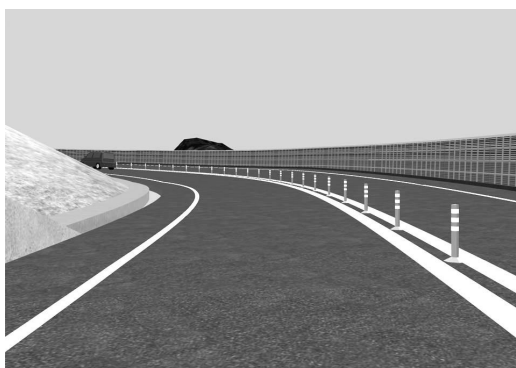


図2 当初設計による見通し状況



図3 盛土形状を修正した案



図4 盛土形状修正による見通し状況

当社では、このように設計者自身の設計品質向上のためのVR利用が、最も一般的なVRの利用パターンとなっている。

### 3.2 設計業務におけるプレゼンツールとしての利用

設計業務を実施するなかで、当社が提案する設計内容について発注者(事業主体)や関連機関などの協議が必要とされる。このような場において、複雑な工法や施工計画を効果的に説明する資料としてVRを利用している。特に、形状が非常に複雑であったり、施工計画など時系列の表現を加味する必要がある場合には、設計図面など従来の資料では説明が困難であり、VRによるプレゼンが効果的である。

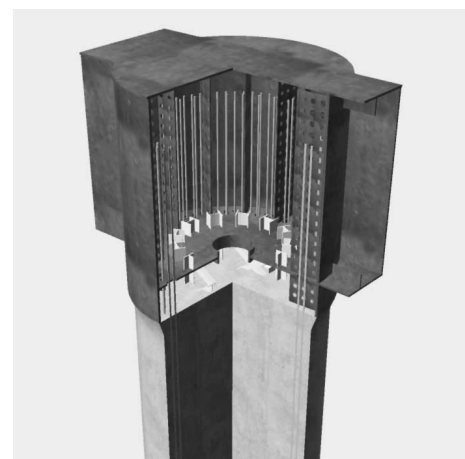


図5 複雑な形状の橋脚柱頭部

図5は、橋梁の橋脚柱頭部の内部を表現したVRである。モデルを四つのオブジェクトに分割し、各オブジェクトの表示・非表示を切り替える機能(図5では手前の1/4の部分を非表示)を付加した。自由に視点を移動することが可能なため、複雑な内部形状を容易に把握可能となっている。また、橋脚の施工順序の説明に際しても、

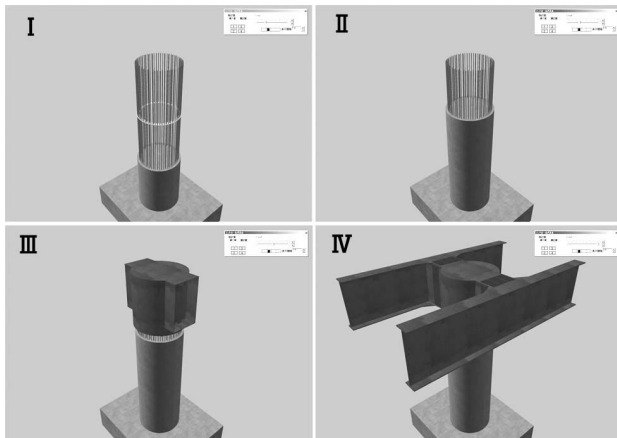


図 6 施工の順序

各施工ステップの切替表示機能を付加した VR により、効果的な説明をおこなった(図 6)。

土木の計画設計を担当する建設コンサルタントには、計画設計に関する技術とともに、プロジェクトを円滑に進行させるためのプレゼンテーション能力が求められている。プレゼンテーションの場において、こうした VR の利用は大きな威力を発揮する。

### 3.3 住民・関係機関との協議における利用

土木計画・設計分野における最も一般的な VR 利用として、住民や関係機関との協議における説明が挙げられる。主に、事業の計画イメージを提示することを目的とし、将来計画全体の 3D モデルを仮想空間内に構築し、ウォークスルーやフライスルーによるプレゼンテーションを行う(図 7)。

このような地元住民説明あるいは関係機関との協議のための VR 作成にあたっては、以下の 2 点が重要であると考えられる。



図 7 地元住民説明用 VR

- ・可搬性(持ち運び可能であること)
- ・容易な操作性(だれでも操作可能なこと)

地元住民説明会は、事業計画を地域の住民に説明するために開催され、地域の公民館などを会場に事業主体の職員が出向き、事業内容に関する説明を行なうことが多い。このため、可搬性の高いノート PC 上で VR を表示、操作する必要がある。また、このような場では、事業主体の職員が直接説明を実施するため、誰でもが意図した説明を容易に行なえる操作性が求められる。

住民説明のための VR 利用においては、コンテンツの品質や価格もさることながら、この運用性が重要な要素であると考えられる。

### 4. 今後の土木設計分野 VR について

美しい景観の創出あるいは住民協働による事業推進など、社会資本整備プロセスが大きな変革期を迎えている中、あらたなツールとしての VR の有用性が認識されつつあり、土木の計画設計分野における利用の広がりが想定される。

一方、作成コストの低減や設計内容反映のレスポンス向上など、まだまだ改善されなければならない点も多い。また、現状では各社が提供する VR コンテンツの品質や価格には大きなばらつきがあり、実行環境やデータ形式の標準化もなされていない。今後は、これら課題解決のための取り組みが必要と考えられる。

また、本稿で紹介してきた事例も含め、土木設計分野における VR 利用は VR 技術のごく一部の利用にとどまっており、その多くはリアルタイム CG 技術のみの応用となっている。今後は VR 技術の応用範囲を拡大し、土木計画設計の高度化に寄与していきたいと考える。

### 参考文献

[1] 国土交通省: 美しい国づくり政策大綱 ([http://www.mlit.go.jp/keikan/keikan\\_portal.html](http://www.mlit.go.jp/keikan/keikan_portal.html))

### 【略歴】

飯田潤士 (IIDA Junji)

大日コンサルタント株式会社 情報技術部 情報技術課  
1996 年静岡大学工学部卒業、1997 年より現職において土木設計分野における 3 次元 CAD, CG, VR 技術の研究・開発に携わる。