

3次元モデルの活用について

～急傾斜地崩壊対策詳細設計における3次元モデルの活用事例～



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

3次元モデルの活用事例

1. 急傾斜地対策施設

【2D図面では理解し難い位置関係の3Dモデリング】

2. 橋梁設計

【既存構造物との取り合いを考慮した3D施工計画】

3. 橋梁補修設計

【UAV三次元レーザー測量による点群データ計測と
床版補修設計への活用】

4. 道路設計

【長大法面・曲線部・交差点・施工計画に活用した3Dモデリング】

5. その他

【完成イメージ作成】

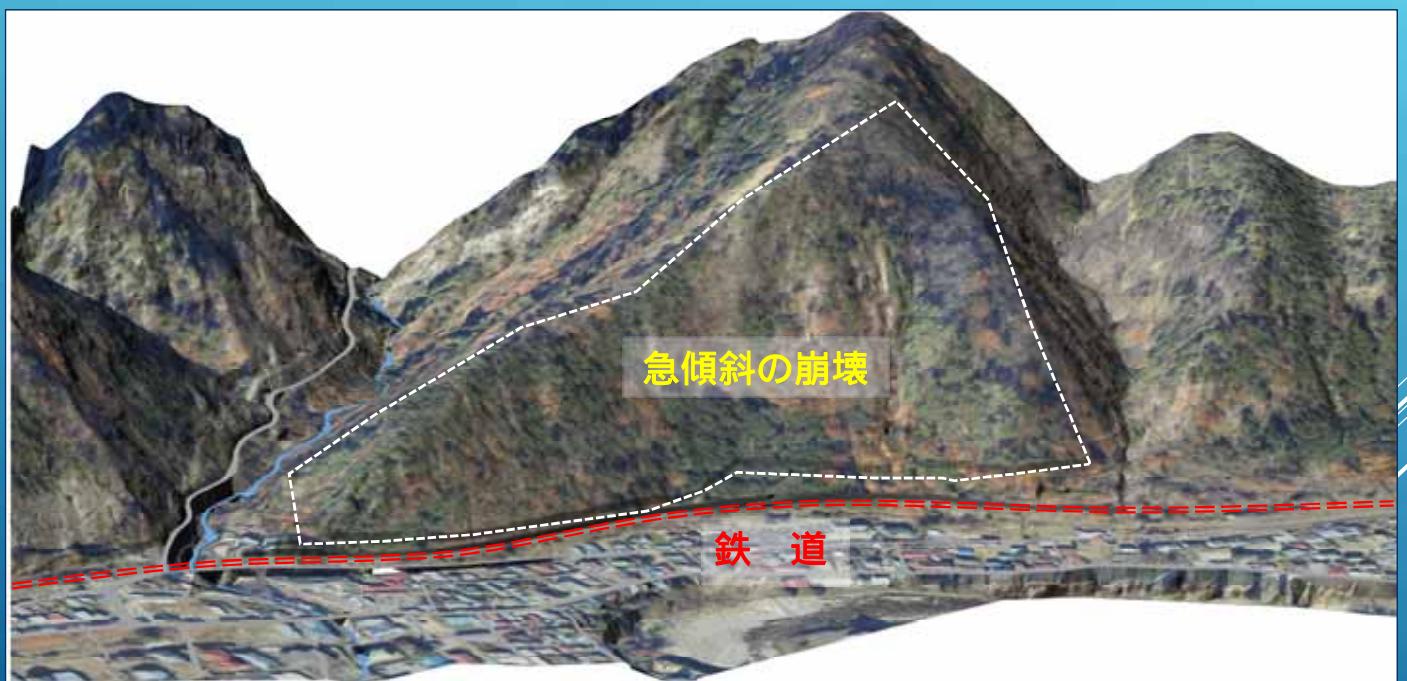


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

1. 急傾斜地対策施設 【2D図面では理解し難い位置関係の3Dモーデリング】

1-1. 対象箇所の概況

山裾を走る鉄道や周辺に住宅が点在する土地利用の中、急傾斜地崩壊による住民の生命や身体への危害が懸念されるため、災害防止の観点から対策工を講じる必要があった。



1-2. 設計概要（完成イメージ図）

5

斜面崩壊に伴い発生する土砂の防護を目的として、伐採や地形変状への影響を最小限に抑える「支柱式崩壊土砂防護柵」を採用した。さらに、支柱下方の残斜面には吹付法枠を設置し、斜面全体にわたる総合的な防災対策を実施した。



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

1-3. 3D活用ポイント

6

3Dの視覚効果を活用することで、2次元図面では表現が困難な測点間の地形の凹凸や規模・施工性を的確に把握することができた。その結果、設計段階における検討が正確かつ円滑に進められ、計画の妥当性を高めることにつながった。



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

1-4. 詳細度の設定【Level of Detail 『lod』】

7

BIM/CIMを活用して作成されるデータは、受発注者間の合意形成や安全管理における認識共有など、プロセスに大きく寄与する。一方で、時間的制約があるため、業務の効率化を図る必要があり、状況に応じて詳細度を適切に使い分けた作業を実施することが求められる。

詳細度	共通定義	工種別の定義	
		構造物（砂防）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル	対象構造物の位置を示すモデル 溪流もしくは山腹内で、砂防構造物の配置がわかる程度のモデル。	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル 標準横断で切土・盛土を表現、又は各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスイープさせて作成する程度の表現	構造形式が確認できる程度の形式を有し、配置計画等で検討した砂防構造物の構造形式が確認できる程度のモデル。 砂防堰堤等の横断構造物は基本形状、地山との関係、前庭保護工の位置が分かる程度のモデル。	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル	主構造の形状が正確なモデル 検討結果を基に砂防堰堤等の横断構造物は、基礎工、間詰工、前庭保護工、水抜き暗渠等を含めて正確な寸法をモデル化する。 鋼製透過部及び砂防ソイルセメントの外壁材は、鋼材もしくは外壁材の形状が分かる程度とする。	
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造及び記筋も含めて、正確にモデル化する	詳細度 300 に加えて、鋼製透過部及び砂防ソイルセメントの外壁材の接続部も含む全てをモデル化する。	

→当該箇所の詳細度
実用性、効率化のバランスを考慮し以下の設定とした。
・本体工:『lod300』
・仮設・検討等:『lod200』

1-5. 3Dを活用した急傾斜地の抽出

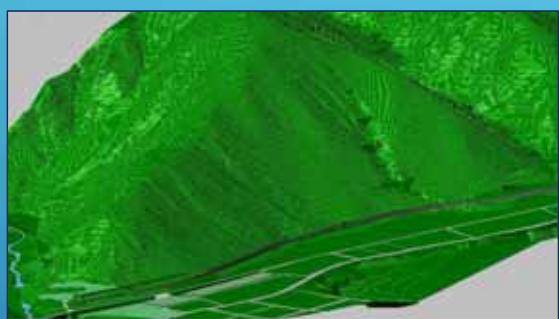
8

急傾斜地の指定基準は、「傾斜度30°以上かつ高さ5m以上の区域」と規定されている。従来の2次元計画では、各横断図を基に急傾斜地の高さおよび傾斜角を計測する手法が用いられていたが、測点間の地形の凹凸を十分に反映できないという課題があった。



2D設計時(横断からの判読)

3Dモデリング
→



3Dモデリング(測点外の地表を把握)

地表面を3次元的にモデリングすることにより、測点間の詳細な地形状況を把握でき、急傾斜地対象箇所の抽出精度が向上した。

1-6. 境界への影響を考慮した工法選定

対象地は土砂崩壊防備の民有保安林に在しており、森林機能の低下を防ぐため、伐採や土地変状に配慮した工法の選定が必要であった。特にアンカー系を伴う工法では、測点間の地表に追随した影響を十分に把握できないという課題があった。

急傾斜地対策 工法案比較表		
	第1案 崩壊土砂受け擁壁案	第2案 崩壊土砂受け張り地盤案
概要図		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 支柱と支撑地盤に構成される基礎構造であるため、自重スペースの狭い現場や斜面上など、狭い空間での施工が可能。斜面の傾斜を最小限に抑えられる工法。 	<ul style="list-style-type: none"> 斜面崩壊土砂の運動力を拘束しつつ土砂を擁護する張り地盤の特性を活かした斜面保護型の防護構造である。 土砂遮蔽力はリレーネットの裏側、プレートアンカの裏側、アンカー及びロープを含めたファンネル全体構造によって受け止め被覆する構造である。

精度の高い用地境界を把握 Iod:300

吊ロープ・アンカー3D反映

用地境界を侵すことが判明

---:3Dモデル影響線
---:用地境界線

視覚的に分かりやすい3次元モデルを工法選定に導入することにより、任意断面の抽出によって、より精度の高い用地境界の確認が可能となった。

建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

1-7. 凸凹の激しい複雑な地形に追随、精度が高い配置計画

10

尾根と谷が連続する地形においては、従来の2次元計画では等高線を基に地形を想定して計画を行っていたが、複雑な凹凸地形に十分に追随できないことが懸念されていた。

The diagram shows a comparison between traditional 2D planning and modern 3D modeling for complex terrain.

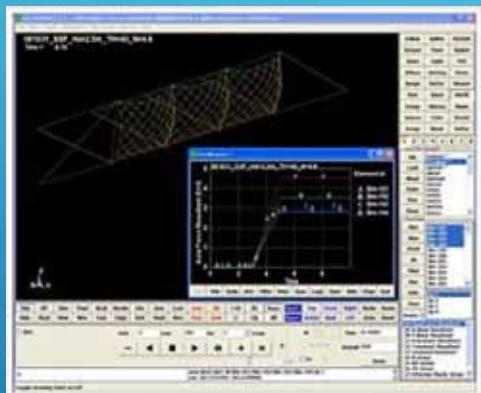
- 2D平面図 (Top Left):** A 2D plan view showing contour lines and labels for ridge (尾根地形) and valley (谷地形). Points IP-12 through IP-15 are marked along a proposed path.
- 3Dモデルで検証 (Bottom Left):** A 3D perspective view showing a fence line (represented by a dashed red line) that fails to follow the complex ridge and valley terrain. An arrow points from the 2D plan to this 3D view with the text "3Dモデルで検証 柵面が尾根に干渉している".
- 地形に追随した配置計画に修正 (Top Right):** A 3D perspective view showing the fence line correctly following the terrain's undulations, with a dashed red line indicating the new path. An arrow points from the 2D plan to this 3D view with the text "簡易的に修正可能".
- 2D展開に反映 (Bottom Right):** A 2D plan view showing the corrected configuration reflected in the layout, with labels for "ロープ3-3-1" and "ロープ3-3-2".

3次元モデルを用いることで、柵面と地形の干渉状況を事前に把握でき、地形に即した精度の高い配置計画が可能となるとともに、修正作業にも柔軟に対応することができた。

建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

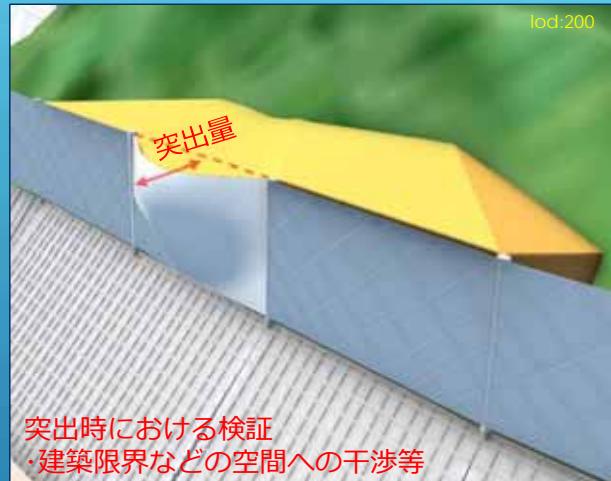
1-8. 緩衝材による突出量の影響を可視化

柔構造の崩壊土砂受け防護柵は、崩壊土砂のエネルギーを受け、緩衝材などで緩和する構造である。衝撃時には柵全体が大きくたわむ特性を有するため、周辺構造物への影響を考慮し、あらかじめたわみ量（突出量）を想定した配置計画を行う必要があった。



構造計算 動的解析
(シミュレーション)

突出量を3D
モデリング



突出時における検証
・建築限界などの空間への干渉等

構造計算および動的解析シミュレーションで算定した突出量を3次元モデルで可視化し、建築限界などの空間への干渉がないかを検証することで、関係機関の視点に配慮したきめ細かな設計を実施することができた。

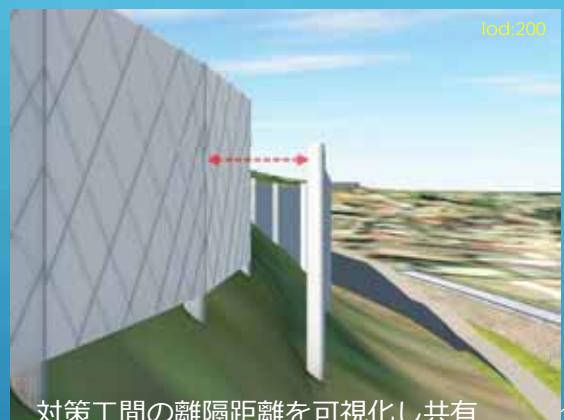
1-9. 対策工の重なり部など、特定箇所のピックアップや情報伝達 12

対策工の重なり部分では、設計者、施主、施工者間で完成形の認識が十分に共有されておらず、その結果、図面間の不整合や施工段階での不具合の見落としといったリスクが生じていた。



2D平面図

3D
モデリング



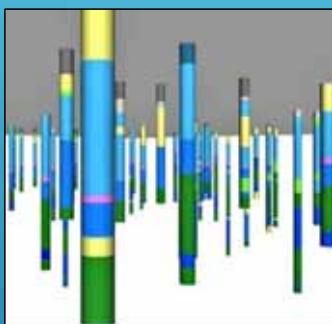
対策工間の離隔距離を可視化し共有

対策工の重なり部分や、複数の構造物が入り組んだ部分を3Dモデルで可視化することで、関係者全員が正確な位置関係を共有し、スムーズに情報を伝達することができた。

1-10. 地質の境界面のデータを3次元空間に配置

13

ボーリング調査は、特定の『点』の地盤情報を詳細に把握できる一方、調査地点間の地盤状況は技術者の推定に頼らざるを得ないため、不確実性が伴うという課題があった。



地質データを3D
モデル化(参考イメージ)

3次元空間
に反映



任意の位置による断面の作図

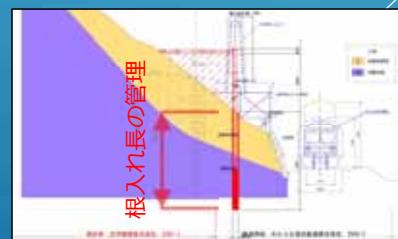
断面作成



地質断面図と相違ない成果が
得られた。

ボーリング柱状図の情報を3次元空間に配置し、任意の位置における支柱根入れの管理に活用することで、設計段階での検討精度が向上した。

ただし、地質・土質モデルは調査の質と量に依存するため、推定に基づくモデリングの考え方を後工程に引き継ぐ体制を整えた。

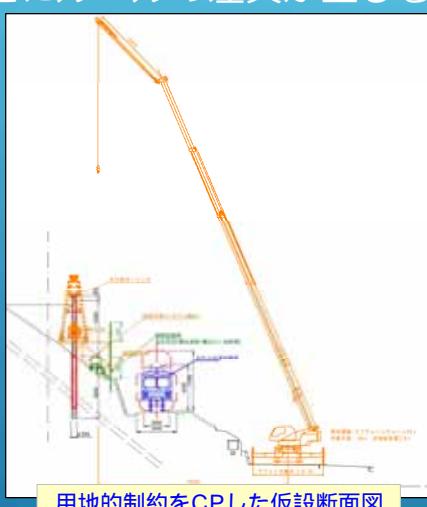


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

1-11. 仮設・施工計画の可視化

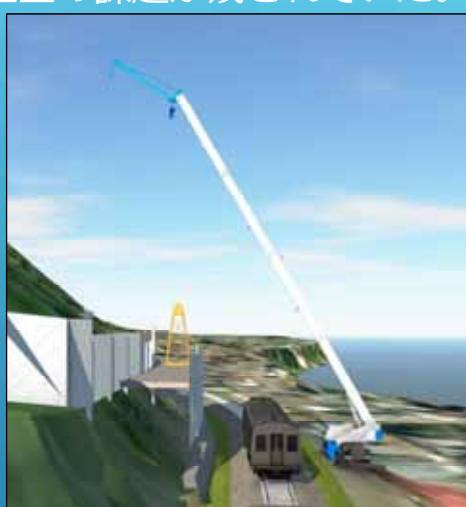
14

これまでの施工計画では、施工手順や重機配置に伴う危険性を注意喚起によって共有してきた。しかし、工種が多岐にわたる場合、情報共有が煩雑になり、現場ごとにルールの差異が生じるなど、安全衛生上の課題が残されていた。



用地的制約をCPした仮設断面図

3Dモデリング

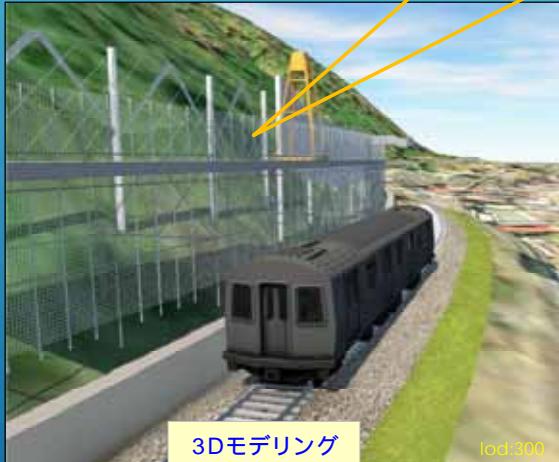


複雑な情報を視覚的に表現することにより、関係者の理解を深め、円滑な協働を促進するとともに、複数の要因に起因するリスクを一元的に管理できるようになった。その結果、工事における事故の未然防止に効果がある成果を得ることができた。

建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

鉄道近接工事の際、列車運転士からの視認性が十分でない場合、列車運行や列車通過時に作業を一時停止せざるを得ないという課題が生じていた。

転落防止対策等、安全対策を講じ
昼間工事に問題がない事を共有化



3Dモデリング

Iad.300



列車運転士からの視認性

2次元的な検討のみでは視認性の確認が困難であるため、VRを活用して運転士目線での視界を提示することで、協議を円滑に進めることが可能となった。



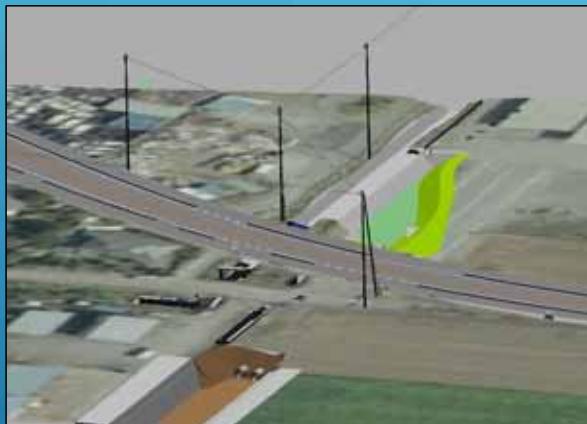
建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

2. 橋梁設計 【既存構造物との取り合いを考慮した3D施工計画】



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

河川改修工事において、地下埋設物として上下水道管に加え、既設函渠が存在しており、2次元図面による施工計画図では、施工手順の誤認や掘削時の損傷などのリスクを回避することが困難であるという課題があった。



改修前（現況）

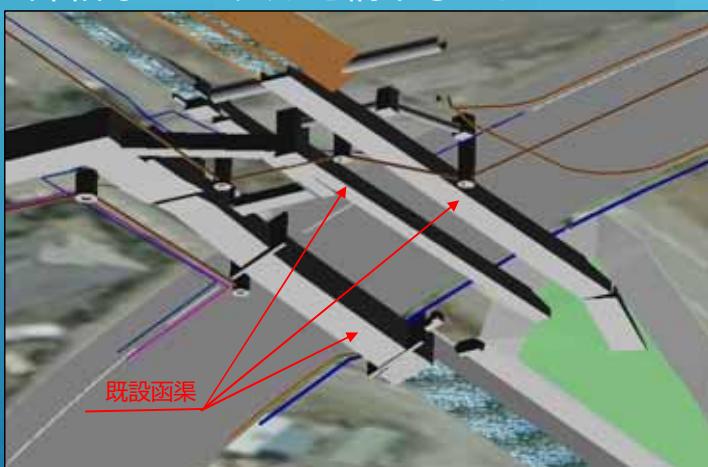


改修後（完成図）

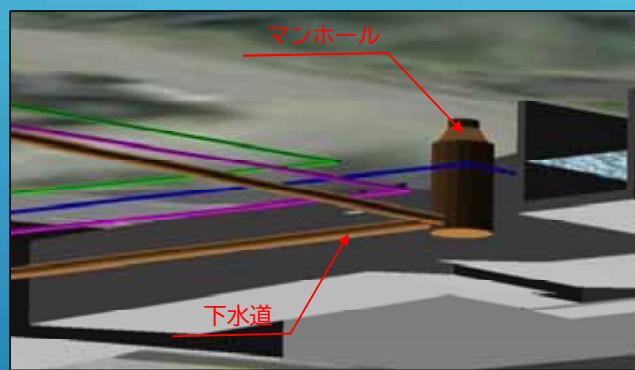
3次元モデルを用いて地下埋設物や水路函渠の位置関係を立体的に可視化することにより、施工手順や掘削範囲の確認が容易になり、リスクを事前に把握・低減することができた。

2-2. 地下埋設物の状況

地下埋設物（上下水道、通信、電力、ガス）などの多様なインフラデータを収集するとともに、既設水路および管渠構造のモデリングを実施し、3D空間情報を活用して位置を特定した。さらに、高さ情報や属性情報を付与することで、詳細な3Dモデルを構築した。



全体図（地中から見上げた視点）

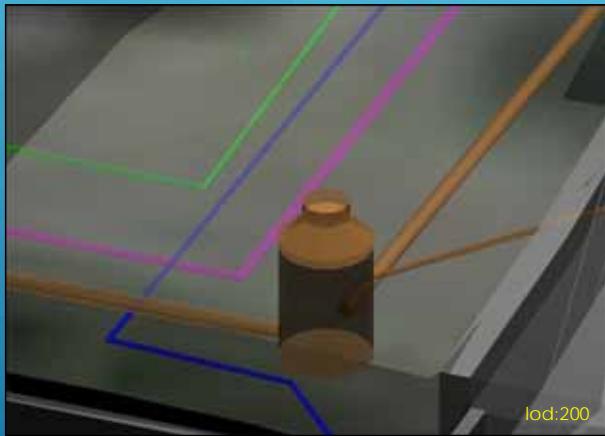


拡大図（地中から見上げた視点）

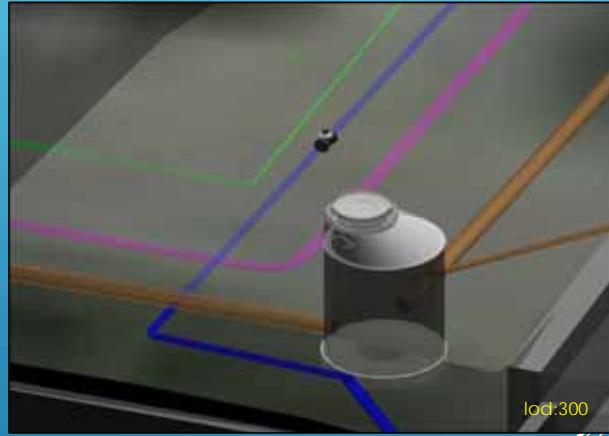
地下からの見上げた視点で作成した図面であり、このモデルを根拠として施工ステップを立案した。

2-3. 詳細度の設定

lodが高いほど、精密な形状や詳細な部品情報が反映され、近接施工の検討における精度を向上させることが可能である。本事例では、埋設管から適切な離隔距離を確保した施工計画を立案しているため、実用性を考慮し『lod200』を用いて計画を実施した。



概形や大きさがより定義されるレベル
『lod 200』



形状、位置、寸法が正確になり、
試掘や精密な施工が求められる場合は
『lod 300』

2-4. 地下埋設物への影響を考慮した施工ステップの作成(1/3) 20

	3Dモデリング	地下から地上側を見上げた景観(地下埋設物)
STEP1	現況	下流側護岸工整備
STEP2	下流側護岸工整備	下流側護岸工整備

2-5. 地下埋設物への影響を考慮した施工ステップの作成(2/3)

21

	3Dモデリング	地下から地上側を見上げた景観(地下埋設物)
STEP3	<p>A2 橋台構築</p>	<p>埋設管離隔確認 A2橋台作業土工</p>
STEP4	<p>A1 橋台構築</p>	<p>既設管離隔確認 A1橋台作業土工</p>



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

2-6. 地下埋設物への影響を考慮した施工ステップの作成(3/3)

22

	3Dモデリング	地下から地上側を見上げた景観(地下埋設物)
STEP5	<p>構架設</p>	<p>既設管撤去</p>
STEP6	<p>完成形</p>	



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

3. 橋梁補修設計

【UAV三次元レーザー測量による点群データ計測と
床版補修設計への活用】

3-1. 対象箇所の概況



- ・架設後50年が経過した鋼箱桁橋
- ・緩和曲線区間を含み、車線拡幅や片勾配が付されている
- ・桁下は急峻な谷地形

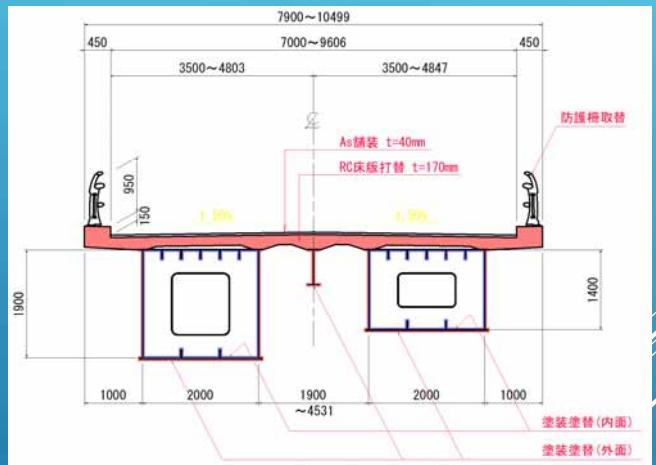
【主な変状】



- ・床版下面の全体に顕著な漏水跡
- ・床版の広範囲に表面2~3cm程度の土砂化
- ・床版面に平行な層状（水平）ひびわれ

【補修方針】

「既設の床版を補修する案」と「床版を打ち替えて全面更新する案」とを比較し、経済的な床版打替えを採用。



3-3. 現地測量の追加実施

床版打替え設計にあたり、

- ・本橋は緩和曲線区間を含み、車線拡幅や路面片勾配の変化により、2本の箱桁の施工高も異なる。
- ・主桁を残置して床版のみを打ち替える工法のため、既存箱桁との複雑な位置関係を詳細に把握する必要があった。

▼
現地測量の追加実施

従来の計測では、橋梁点検車を用いた測量作業で数日の交通規制が必要であり、周辺交通への影響が大きいなど、様々な条件を踏まえ、

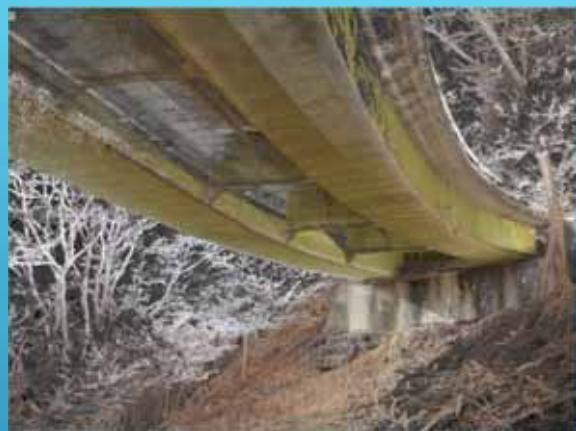
「UAV三次元レーザー測量」を採用。



- ・ 設計精度を確保するため、多点計測により測量精度向上を図った。
- ・ 計測の現場作業時間は半日程度であり、周辺交通への影響を抑えることができた。

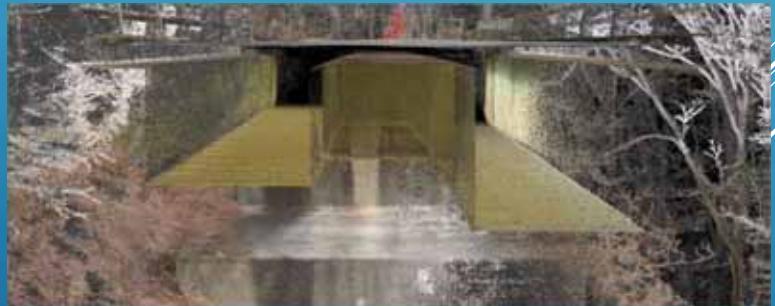


【橋面全景】



【桁下全景】

橋梁全体形状や残置する桁と打ち替える床版との高さ関係を把握することができた。



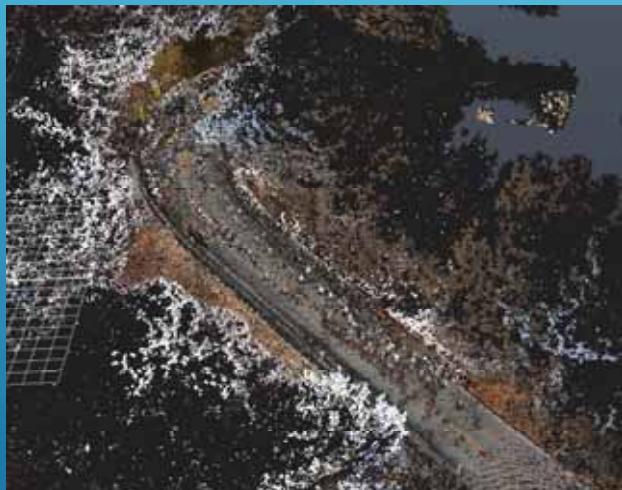
【桁断面】



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

3-5. 3次元点群データの編集

点群データにはばらつきがあり、計測時に車両や樹木などが映り込む不要な点が含まれる。これらを除去し、既存図面と照合しながら設計に必要な部材データとしを整備することで、設計精度を向上させた。



処理前

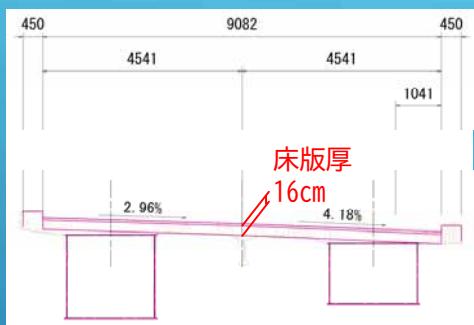


処理後

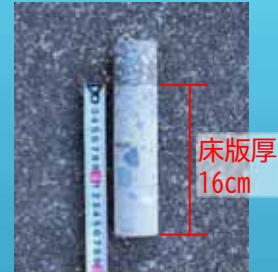


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

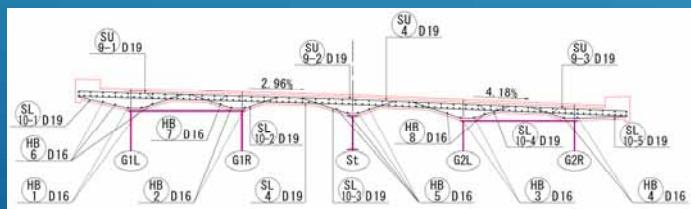
点群データに線形を設定し、2D横断図作成
ハンチを含む床版形状を正確に把握



※点群データの精度確認
点群結果：床版厚が16cmと既往資料(21cm)よりも薄い
⇒別途実施したコア抜き試験で確認された床版厚(16cm)と一致しており、一定の精度が確保されていることを確認。



床版およびハンチの形状、配筋図作成などの床版打替え設計に活用



※今後期待される展開

定点計測による変状の進行把握、出来上がりイメージ確認、施工計画の見える化などを目的とした3Dモデル作成（当業務では作成していない。）

4. 道路設計

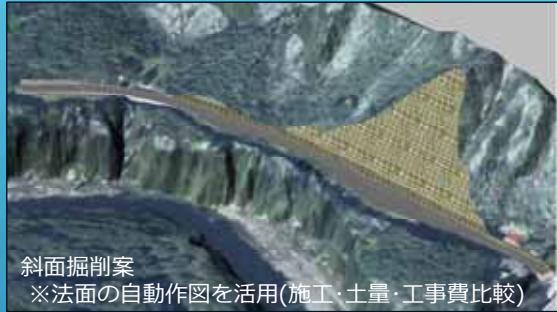
【長大法面・曲線部・交差点・施工計画に活用した3Dモデリング】

4-1. 長大法面

急峻地を通過するルートを選定するにあたり、切土の影響を評価しつつ主要構造物の位置・規模を把握することが求められた。そこで、基盤地図情報や航空写真を統合して3Dモデリングを作成し、切土規模を図化しながら路線案の検討を行った。



現道



斜面掘削案
※法面の自動作図を活用(施工・土量・工事費比較)



河川寄り案
※補強土壁を併用(施工・土量・工事費比較)

この手法により、受発注者間で共通の認識を持ちながら路線案を比較検討することが可能となり、意思決定の効率化に寄与した。

4-2. 曲線部

狭隘区間の解消に向け、安全性の向上を主眼とした道路整備を目的とし、特に斜面掘削に伴う法面对策を併せて行う必要があった。また、斜面掘削の影響により見通し線が複雑化する箇所であるため、3Dモデリングを構築し、走行シミュレーションを用いて視距の可視化による検証を実施した。



現況狭隘箇所



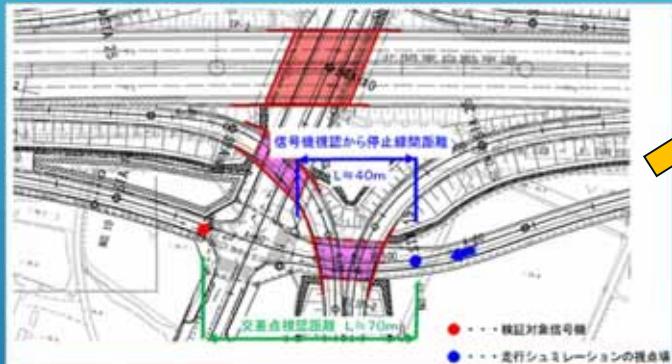
走行シミュレーションによる視距確認

シミュレーションの結果、視認距離は規定値を十分に上回ることが確認された。狭隘区間の解消と併せて、安全性向上という目的を達成し、受発注者間の共通のイメージ形成、円滑な作業に大きく貢献した。

4-3. 交差点(信号視認距離)

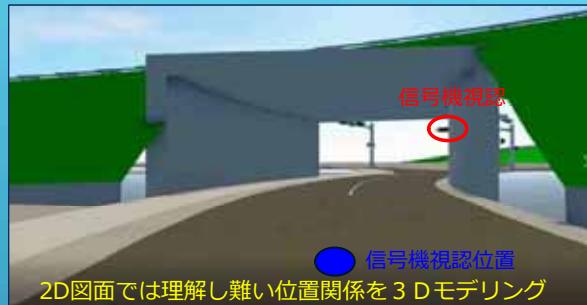
33

函渠工と近接する交差点において、制動停止視距および交差点視認距離を検証した事例



2D図面における視認距離図

発注者に対して、より直感的に設計内容や変更点を説明でき、スムーズな合意形成を築けた。



4-4. 交差点(横断歩道橋)見通し線

34

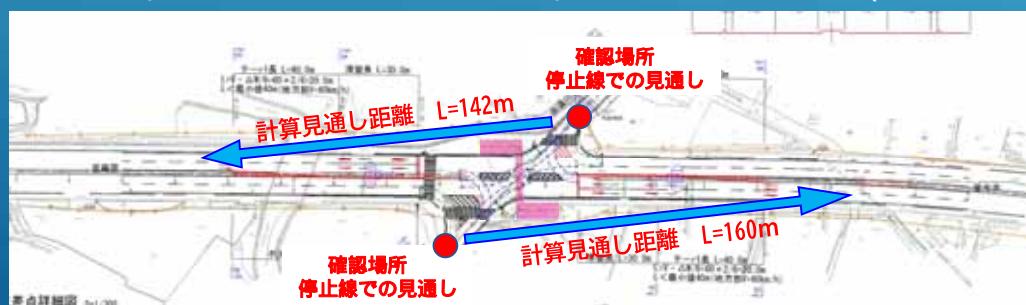
従道路側の車両が安全に通過するためには、停止線から交差道路を十分に見通せることが必要であり、その範囲内に障害物を設けない配慮が求められる。特に、横断歩道橋の階段や柱が視認性を阻害する懸念があった。そこで、3DVRを活用して停止線からの見通し線を再現し、検証を実施した事例。



確認場所①：停止線からの見通し
(計算見通し距離L=142m以上確保)



確認場所②：停止線からの見通し
(計算見通し距離L=160m以上確保)



横断歩道橋の構造物が視認性に与える影響を事前に把握し、安全性に配慮した計画立案に活用することができた。

4-5. 函渠工 施工ステップの作成 概要

35

函渠周辺の地盤高は高低差が大きく、平面的な図面のみでは施工時の空間的イメージを共有しにくく、施工時のミスや認識の齟齬が懸念された。そのため、2次元の図面を基に3次元モデルを作成し、掘削影響範囲や水路瀕替、クレーン架設時の施工状況を可視化した施工ステップを作成した。

完成イメージ図



付帯構造:Iod300
路 面:Iod200

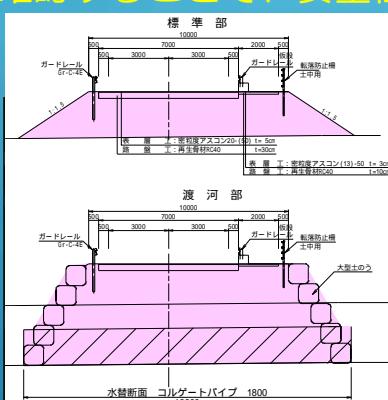


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

4-6. 函渠工 施工ステップの作成(1/4)

36

切回道路の整備



VRによる視認距離の検証



付帶構造:lod300
路 面:lod200



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

4-7. 函渠工 施工ステップの作成(2/4)

37

右岸側 既設橋梁下部撤去・床掘工事【掘削影響範囲・水路の瀬替え】



- ①水替断面 コルゲートパイプ $\phi 1800$ $Q_{max}=2.72m^3/s$ > 渕水流量 $2.0m^3/s$
②右岸側 床掘り 右岸下部工撤去(Co圧碎機)
③水替断面 コルゲートフリューム 1900×1200 $Q_{max}=2.07m^3/s$ > 渕水流量 $2.0m^3/s$

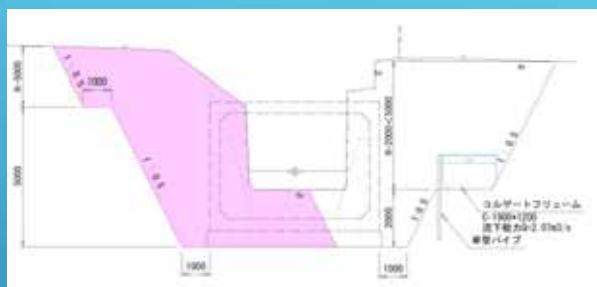


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

4-8. 函渠工 施工ステップの作成(3/4)

38

左岸側 既設橋梁下部撤去・床掘工事【掘削影響範囲】



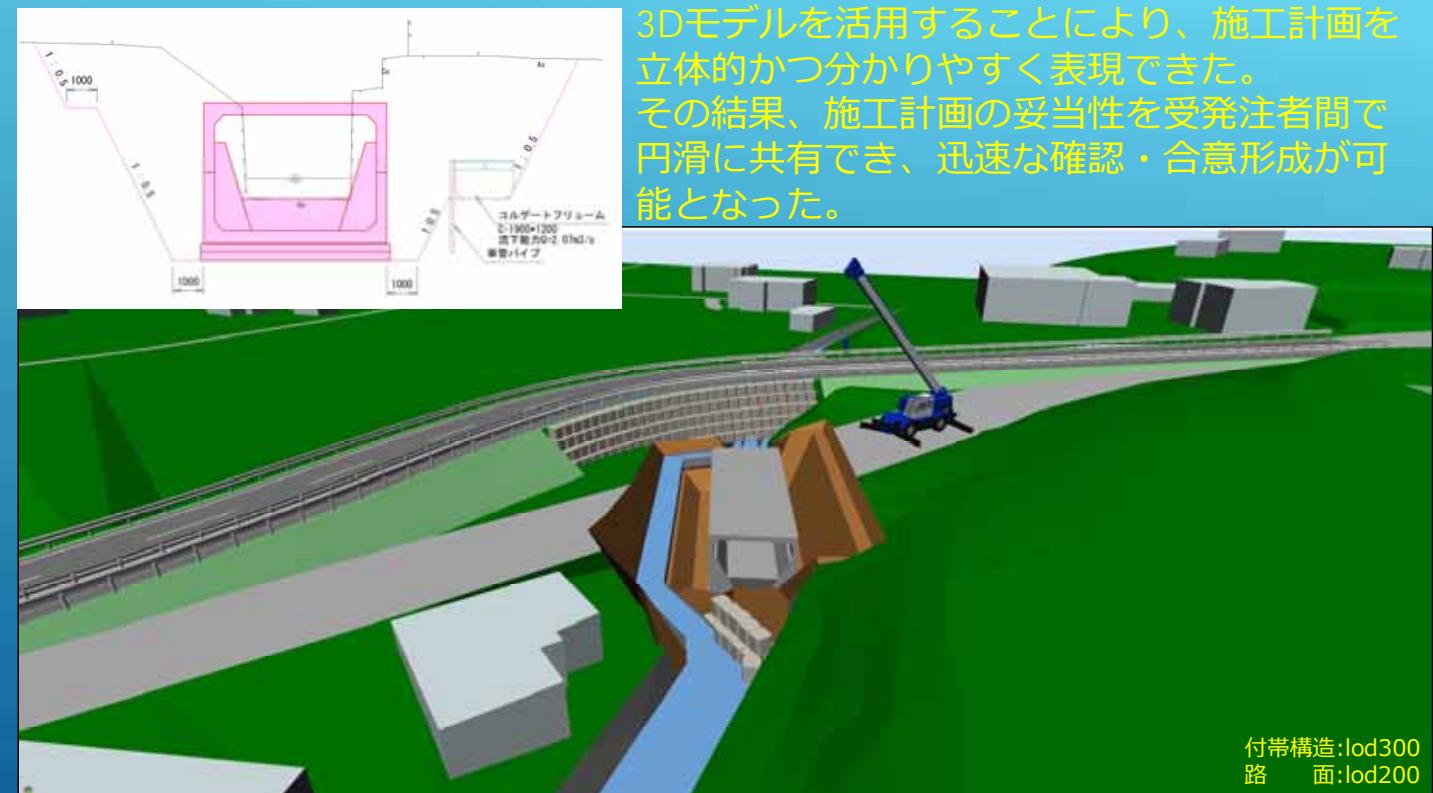
- ①左岸側 床掘り 左岸下部工撤去(Co圧碎機)



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

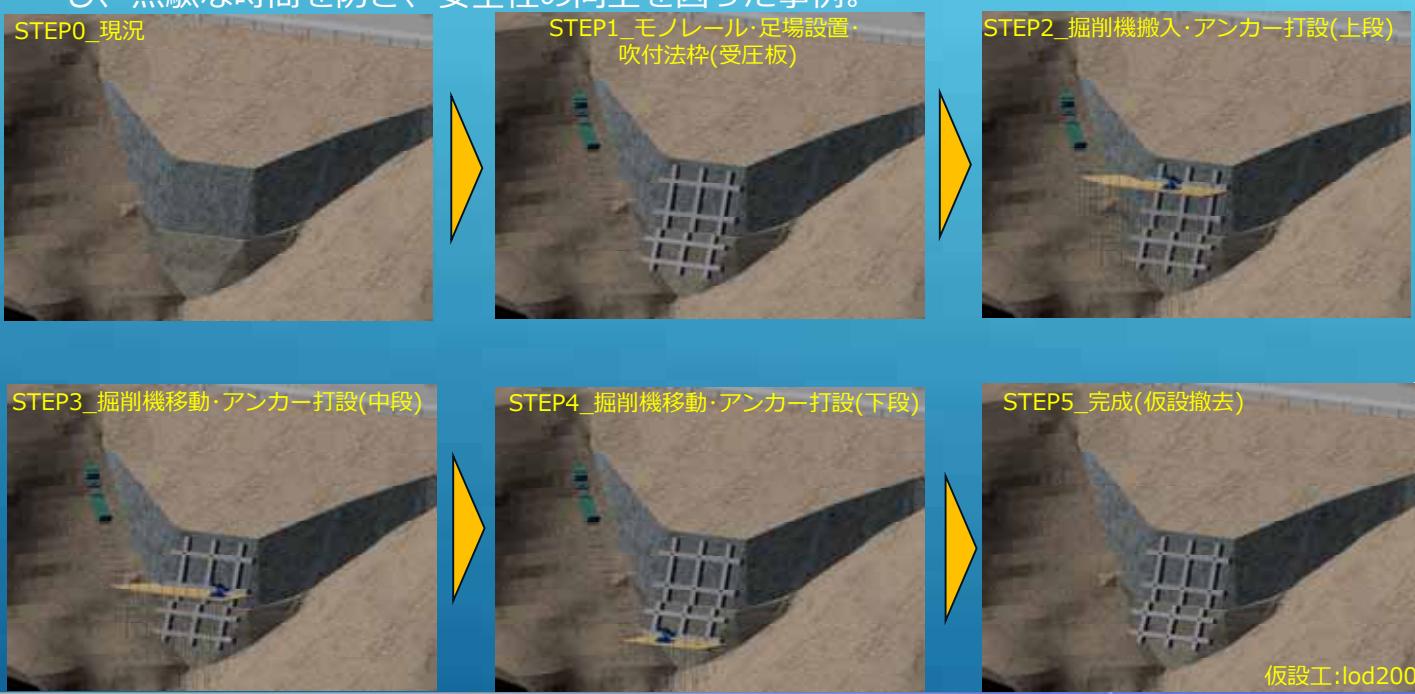
函渠工整備工事【クレーン架設時の影響】

3Dモデルを活用することにより、施工計画を立体的かつ分かりやすく表現できた。その結果、施工計画の妥当性を受発注者間で円滑に共有でき、迅速な確認・合意形成が可能となった。



4-10. 見下げ斜面対策 施工ステップの作成

本工事は急傾斜地での作業や重機・資材の搬入を伴うため、作業時に高い危険性が想定された。そのため、作業の安全確保を最優先とし、作業時間を短縮する方針で施工ステップ図を作成し、一連の作業手順を明確化することで、関係者間で作業内容を共有し、無駄な時間を防ぎ、安全性の向上を図った事例。



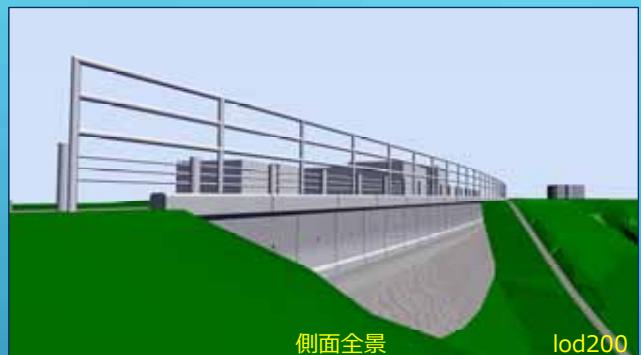
5. その他 【完成イメージ作成】

建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

5-1. 張り出し歩道 完成イメージ

42

立体的な張り出し歩道の完成図

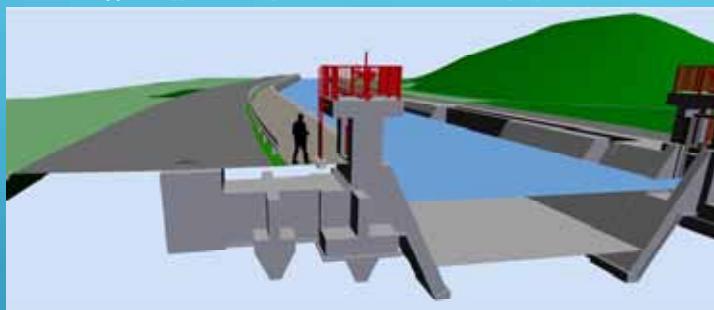


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

5-2. 取水樋門 完成イメージ

43

複雑な構造を持つ樋門の完成図

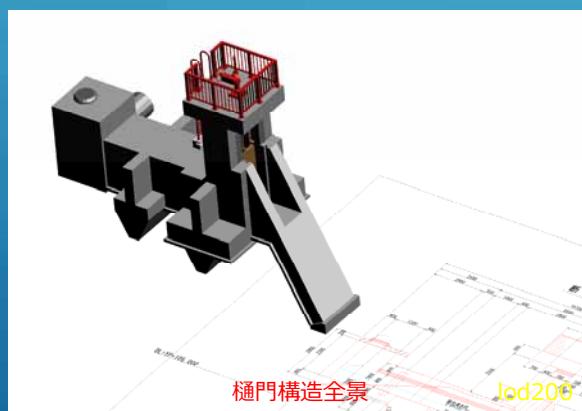


側面全景



正面全景

lod200



樋門構造全景

lod200

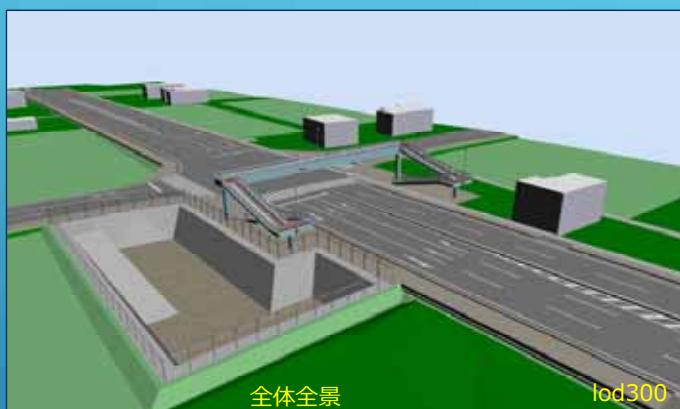


建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

5-3. 横断歩道橋 完成イメージ

44

交通管理者との計画協議の際に、リアルな図を用いて円滑な協議が図られた事例



全体全景

lod300



lod300



横断歩道橋全景

lod300



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service

3D活用により得られた効果

1. 設計精度の向上

- ・3Dモデルにより、複雑な地形や構造物の干渉箇所を事前に確認可能
- ・2D図面では見落としやすい設計ミスを削減

2. 施工計画の効率化

- ・施工順序や作業範囲を3Dで可視化することで、無駄な作業や重複作業を削減
- ・急傾斜地や鉄道沿線など、制約条件下での安全計画を事前に検討

3. 関係者間の情報共有の円滑化

- ・3Dモデルを用いた検討により、発注者・施工者間で共通のイメージを保持
- ・意思決定や確認作業の迅速化に貢献

4. 維持管理への活用可能性の確認

- ・将来の維持管理や補修計画にも3Dデータを活用可能
- ・点検や施工履歴の管理精度向上

3D活用にあたっての課題と対応案

1. 3次元モデルの作成に多くの労力が必要

→ソフトの操作研修を通じた人材育成、ノウハウの蓄積・共有を推進する。
専門性がある構造部において、ある程度パターン化できる部品モデルを蓄積し、再利用性を高めることで、省力化する。

2. データサイズが大きく、PCの動作が重くなる

→不要な詳細や重複データを削除し、モデルの軽量化を図る。
また、部分的に編集用モデルを分離できるようなソフトの活用。

3. 埋設管や地中構造物の情報が不足しがちであり、正確なモデル化が困難

→既存台帳のほか、必要に応じて地中レーダーを活用し、埋設物情報を取得し、モデルに反映する。

4. モデルから算出された数量の計算根拠が不明瞭で、照査が困難。

照査のために2次元図面を作成していくは効率化にならない

→照査方法の確立

ご清聴、ありがとうございました。



建設コンサルタント
株式会社 シー・アイ・エス
Construction Information Service