

7 施工計画

設計照査における 3D モデルの活用

兵庫県土木施工管理技士会
株式会社新井組
久保田 耕司

1. はじめに

建設業における施工とは、設計者によって作成された設計図書に基づき、所定の場所に所定の構造物を構築したり、既存構造物を補修・補強あるいは除却撤去したりする行為である。設計図書は工事発注者の要求事項・目的を果たすべく、自然条件や環境条件、施工条件を明示した上で作成されるものである。

設計時に明示した各種条件と施工時に明らかとなる現場条件が合致すれば設計図書どおりの施工が可能となる。しかし、施工時に予見できない条件が判明したり、周辺環境が変化したりすれば、設計図書どおりの施工が困難となり何らかの変更、すなわち設計変更が発生する。

この設計変更の手続きは工事費や工程に大きな影響を及ぼすので、あらかじめ施工者が工事着手時に設計図書の照査（設計照査）を行う必要がある。

本稿はこの設計照査において、構造物やそれを構成する部材の詳細な位置形状を把握するために、設計図書をもとに3Dモデルを作成し、位置形状や部材の干渉等のチェックを容易としたケースを紹介・報告するものである。

2. 設計照査

設計照査においては、現場の状況・環境が設計時に明示された条件と合致しているかどうかの確認の他に、

①設計計算書の計算結果が設計図面に正しく反映されているかどうか。

②材料の仕様や構造寸法が各種関連基準に合致しているか。

といった設計図書についてのチェック・確認も行っている。

その前提として目的とする構造物の詳細な形状寸法を正しくイメージ・理解することが重要で、それにより設計図面の整合性や配筋チェックが可能となる。

構造物の形状について、延長方向に一定の断面形状をもつようなボックスカルバートや擁壁等は比較的容易に設計図面から読み取ることができる。しかし、水門や樋管、排水機場等はスラブ・壁・開口部等が複雑に入り組んだ構造物であることが多いので設計図面からの読み取りは容易とは言い難い。また、土留め工や構台といった仮設構造物との位置関係も把握する必要がある。

このように、設計図面から目的とする構造物やそれを構築するための仮設構造物の立体的な形状や位置関係を正確にイメージすることは、照査する上で重要なことである。これをより確実にするための何らかの手立て・手法があれば設計照査におけるミス・錯誤を減らすことが可能となる。

ここで事例として、斜面上に構築する道路橋の橋台の設計照査について以下に述べる。

この橋台は段差フーチングを有する直接基礎形式の逆T式橋台である（図-1）。

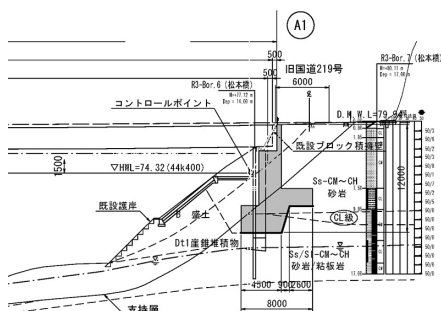
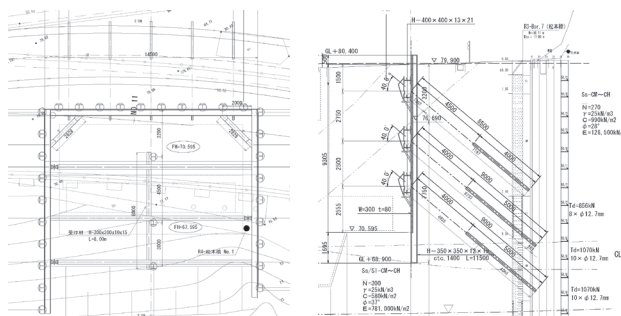


図-1 斜面上に構築する道路橋の橋台¹⁾

斜面を掘削するため周囲三方を親杭横矢板の土留め工が計画されている。支保工は、両側面は切梁により腹起しを支持し、背面はアンカー工により腹起しを支持している（図-2）。



平面図 断面図

図-2 土留め工²⁾

設計図面からは、

- ①土留め工と橋台の間に十分な離隔がとれていないこと、
- ②切梁や中間杭が橋台躯体を貫通していること、
- ③躯体と土留め工が一連の図面になっておらず、整合性がとれているか疑わしいこと、

等が初見で判明したが、互いの位置関係や形状寸法を明確に把握することは容易ではなかった。

3. 2D図面から3Dモデルの作成

橋台・土留め工の位置関係や形状寸法を明確にするために、2Dで表現されている設計図面から立体的な3DモデルをPC上で作成し、これを確認することとした。

3Dモデルの作成はオートデスク社のAutoCADを使用した。AutoCADは建設業界においては2Dの図面作成に幅広く使われていたが、本来は3次元座標を扱えるソフトウェアであり、今回の3D

モデルを作成することは十分可能であった。

3Dモデルの作成は基本的には断面形状の外形線を延長方向に「押し出す」ことで作成した。また、複雑な形状の3D図形（オブジェクト）については複数のオブジェクトを合成して作成した。

(1) 橋台

橋台は段差フーチングのある逆T形の断面なので設計図面のCADデータから断面形状を示す外形線を抽出し、橋軸直角方向に橋台の幅だけ押し出してオブジェクトを作成した。パラペット周辺の部材（踏掛版受台、親柱基礎等）は別途作成したオブジェクトを合成して作成した（図-3）。

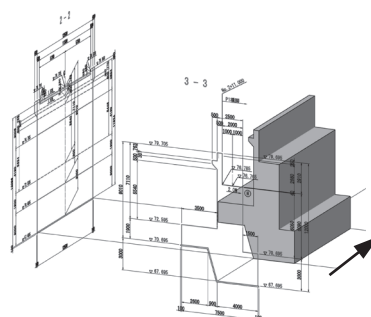


図-3 断面形状の押し出し

(2) 地盤面

地盤面は掘削床付けの面を3D面で作成した。これも設計図面のCADデータから橋軸直角方向の掘削形状の線を抽出し、掘削幅だけ押し出して作成した（図-4）。

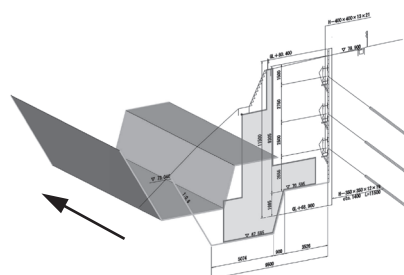


図-4 地盤面の押し出し

(3) 土留め工

土留め工は多くの部材から構成されているのでそれぞれの部材はその断面形状を延長方向に押し出す方法で作成した。そして、それらをxyz方向に移動や回転といった操作で配置した。例えば、横矢板は直方体で作成してz方向に横矢板（幅）の間隔で複写し、親杭はH形鋼の断面を杭長だけ

押し出して作成し、xまたはy方向に親杭間隔で複写した。

腹起し・切梁・中間杭等も同様に作成・配置した（図-5）。

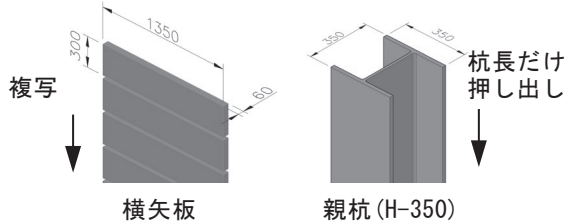


図-5 横矢板・親杭の作成

アンカーはケーブルを円柱で作成したほか、台座金物、ブラケットについては構成される部材を分けて作成し合算して1つの台座金物、ブラケットとして所定の位置に配置した（図-6）。

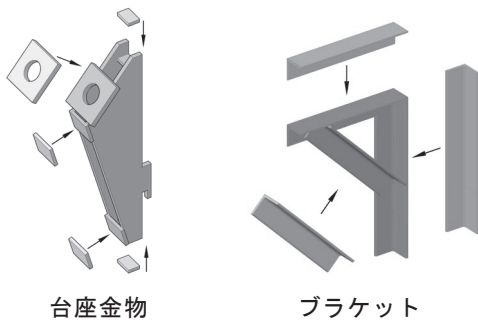


図-6 台座金物・ブラケットの作成

4. 構造物の位置形状、干渉のチェック

以上の手法を用いて3Dモデルを作成した。設計図面では2Dの断面図で判断するが、3Dモデルだと全方向から全体を見渡すことができた（図-7）。

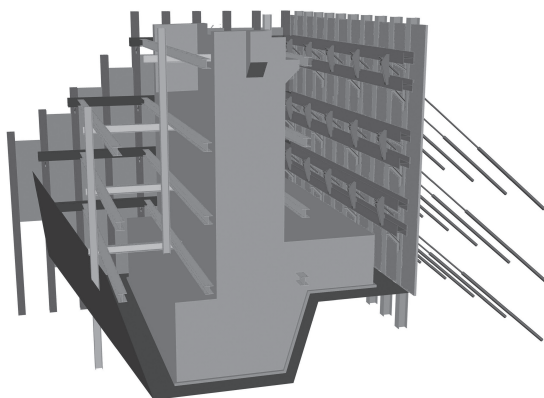


図-7 橋台と土留め工の3Dモデル

また、画層切替により隠された部分を確認したり、3Dモデルを回転させて様々な角度から確認したりしてチェックを行った。その結果、判明した内の4件を下記に示す。

(1) 支保工と橋台躯体の干渉（貫通）

切梁と中間杭が橋台躯体を貫通している位置が明らかとなった（図-8）。

ただし、設計図面にはその処理について記載が無かった。鋼材を躯体に残置するのであれば補強鉄筋が必要となり、コンクリート打設前に干渉する支保工を撤去するのであれば支保工の盛替えが必要となる。

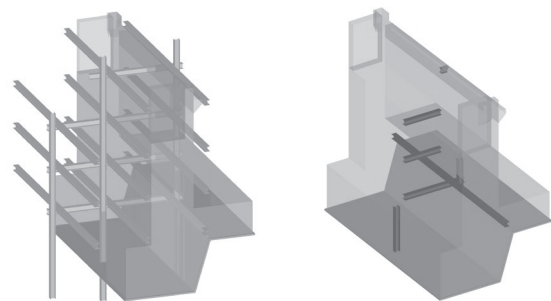


図-8 支保工の干渉（貫通）

(2) 切梁と躯体の干渉

切梁のH形鋼下フランジが壁背面の張出部分（踏掛版受台）にわずかではあるが食い込んでいることが分かった。このままでは型枠を組むことが不可能である（図-9）。

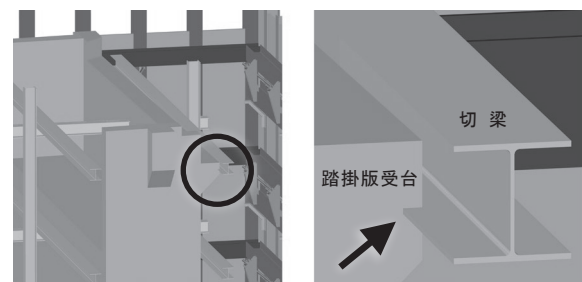


図-9 切梁フランジの干渉

(3) 支保工と躯体の離隔

側面側土留め工の腹起しとパラペット側面にある親柱基礎張出部の離隔がほとんど無いことが分かった。両者の離隔距離を測ると50mmで前項と同様型枠を組むことが不可能である（図-10）。

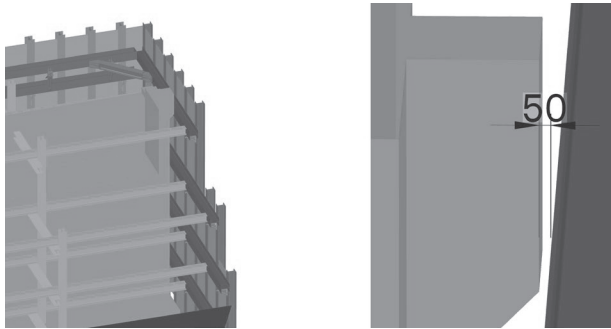


図-10 躯体張出部と腹起しの離隔

(4) アンカー頭部と火打の離隔

干渉はしていないが、アンカー頭部と火打が近接していることが分かった。作業に必要なスペースが確保できているかどうかは、施工手順や施工方法の確認が必要である（図-11）。

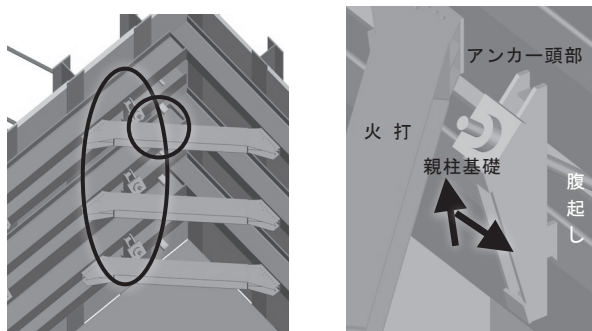


図-11 アンカー頭部と火打の離隔

5. 3Dモデルによるチェックの効果と今後の課題

以上については設計図面を注視すれば気づくこともかもしれないが、それとわかるようなジャストポイントの断面図・詳細図が無いと気づきにくいところである。しかし3Dモデルを作成し様々な方向から見ることで設計図面に描かれていない部分を見ることができ、干渉や不具合があったり逆に無かったりを確認することができた。

3Dモデルを作成するには、設計図面の2次元データから3次元の形状をいかに正確に読み取り、イメージできるかが重要である。比較的単純な構造物であれば3Dモデルの作成は容易だが複雑な構造物だとまずその理解に時間を要する。

今回は設計図面をもとにいわば0から3Dモデルを作成したのであるが、H形鋼などの基本的な

部材については、省力化・時間短縮を図るため、それらのモデルをブロックとしてあらかじめ登録・ストックしておくことが今後必要になると考えられる。

また、ツール（3Dモデルを扱えるソフトウェア）の普及が十分でなく、費用や運用等の解決すべき問題点は少なくない。誰もが手軽に扱える環境が整備されることを望むところである。

6. おわりに

設計照査においては設計図面の構造物を正しく理解することがまず重要であり、それを補う手段として3Dモデルを作成し確認した実例を挙げた。

3Dモデル作成の過程においては、設計図面の整合性（平面図と断面図で矛盾が無いかなど）の確認も合わせて行うことができた。

その結果、設計図面のみからでは読み取ることが難しい詳細部分も容易に確認することができた。

また仮設計画や施工手順の検討等においても、構造物や施工機械の配置・干渉チェックに3Dモデルは有効に活用でき、さらに設計・施工・維持管理の流れや品質管理・出来形といった属性情報が加わればBIM/CIMの活用につながる。

普通に2Dの図面を作成するのと同じように、今後3Dモデルの作成およびその利用が容易なものになることを期待するものである。

(参考資料)

- 1) 2) 設計図面 球磨村道松本大坂間線
災害復旧松本橋下部工（P1）基礎工事
（国土交通省 九州地方整備局）