

3 次元データを基盤としたシールド工事の可能性

熊本大学 学生会員 ○江頭遼一 熊本大学大学院 正会員 小林一郎
株式会社大林組 正会員 古屋弘 株式会社トリオン 非会員 柿本亮大

1. はじめに

近年、コンピュータの高性能化と低価格化により土木分野では3次元データを利用した設計や施工が行われつつある。しかし、現状では3次元データを単なる形状管理やプレゼンテーションツールと捉えている事業者が数多く存在する。このように目的が小さいためにデータ作成の労力やコストの増加ばかりが取りざたされ、3次元データの活用が阻害されている可能性がある。そこで本研究では、シールド工事を対象として、図面や数値情報のみで管理されている工事を3次元データで統括する意義を考える。

2. シールド工法の概要

(1) 工法の特徴

シールド工法¹⁾とは、シールドマシン(図-1)と呼ばれる筒状の機械により土中を掘進していく工法である。トンネル本体が分割されたブロック(セグメント)を組み上げることによって構築される。軟弱地盤でも掘り進むことが可能であり、セグメントを工場で大量生産することによりコスト削減が図れる。地下鉄や都市内の道路、下水道、地下水路などのトンネル工事ではシールドトンネルが多く採用されている。

(2) 工事手順

シールド工事は、発進立坑の建設から始まる。立坑は地上から施工開始位置までマシンを下ろすための縦穴である。下ろされたマシンは前面についた刃の部分を回転させ、掘進していく。掘進と同時にマシン内部では、あらかじめ工場製作されたセグメントを機械により組みあげてセグメントリング(図-2)を構築する。組み上がったセグメントリングをジャッキで押すことによってマシンは前進していく。このようにトンネルの壁をつくりながら掘り進めていくことで掘削部の土砂の崩落も同時に防いでいる。



図-1 シールドマシン

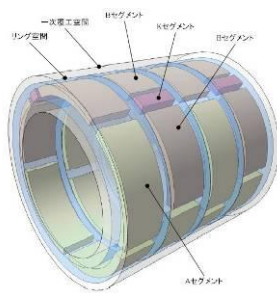


図-2 セグメントリング

3. 現状の管理方法

(1) 調査対象現場

対象事業は東京都品川区の中央環状品川線大井地区トンネル工事である。工事完成予定図を図-3に示す。主な施工対象物は①換気所、②トンネル部、③擁壁・カルバート部、④橋梁区間の4種類である。



図-3 工事完成予定図

(2) トンネル部の管理方法

形状については、平面図や縦断図、横断図といった2次元図面を用いて設計・施工が行われている。また、工事関係者は掘進距離によって施工の進捗を把握している。コスト管理について、シールド工法では、セグメントの種類ごとの数量を把握する必要がある。現状では、セグメント部材の数量は表計算ソフト等で管理

大井北換気所				大井南換気所				大井南橋梁			
区間	長さ(m)	断面径(φ)	管壁厚(mm)	区間	長さ(m)	断面径(φ)	管壁厚(mm)	区間	長さ(m)	断面径(φ)	管壁厚(mm)
大井北換気所～大井南換気所	1,100	2,500	125	大井南換気所～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南換気所～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125

図-4 セグメント材料表例

大井北換気所				大井南換気所				大井南橋梁			
区間	長さ(m)	断面径(φ)	管壁厚(mm)	区間	長さ(m)	断面径(φ)	管壁厚(mm)	区間	長さ(m)	断面径(φ)	管壁厚(mm)
大井北換気所～大井南換気所	1,100	2,500	125	大井南換気所～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南換気所～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125
大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125	大井南橋梁～大井南橋梁	1,100	2,500	125

図-5 セグメント配筋表例

されている（図-4, 5）。形状や進捗状況、コストなどの管理は、それぞれ独立したモデルや図表で管理されている。

4. シールド工事の3次元化

(1) 3次元データ活用の提案

シールド工事では、発注の内容によって、線形制約（設計時の線形を変更不可）や空間制約（線形や横断は変更可能であるが、一定の空間に収まるように施工）などの条件がある。しかし、発注時の設計図面では情報が不足していることや、実物と設計形状の誤差が発生することから、常に設計図面等の変更が発生する。その都度、施工するうえで必要な図面や帳票、書類など様々な管理データを変更する作業は容易ではない。本研究では、形状に関する情報を3次元データで管理することを提案する。平面図や横断図といった2次元図面や数量等は、3次元データから抽出する。変更内容や施工結果を3次元データにフィードバックすることで、各種管理データを連動して更新できると考えられる。

(2) 3次元データ利用の効果

3次元モデルとその基盤となる情報の関係を図-6に示す²⁾。設計時の2次元図面を基にあらかじめ3次元モデルを作成しておくことで、設計変更が起きた際、モデルの修正により平面図などの各種管理情報へ変更点を容易に反映することが可能となる。シールド工事に関しては、前述した掘進状況やコスト管理の他に、地上の計測管理、シールドマシンのコントロール情報、地盤情報、周辺構造物との関係など、独立した様々な事象が存在する。これら全てを3次元モデルで統括することにより、工事全体の視覚的な把握や、施工計画の精度向上など、効率的な施工が行うことができる。また、工程管理やコスト管理については、近年モデルが整備されつつあるIFCを用いたプロダクトモデルを

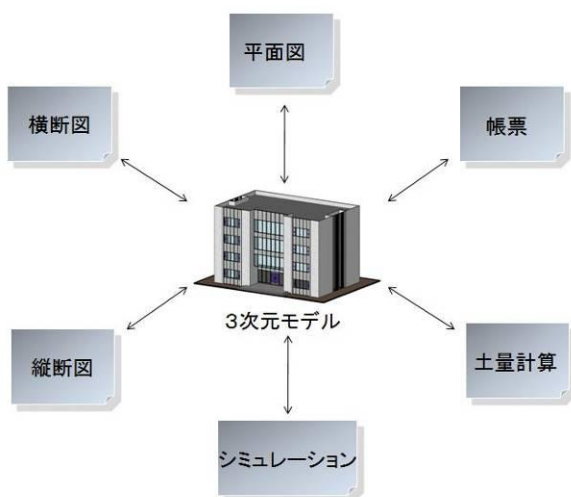


図-6 3次元モデルと基盤情報の関係

活用することで、さらに高度な管理が可能となる。また、必要な情報を容易に取り出すことができ、情報の単一利用だけでなく、連動した利用も可能となる。プロダクトモデルについては文献3)を参照されたい。

5. 3次元モデルの構築

シールド工事の3次元化の効果を検証するため、本研究ではAutodesk社のAutoCAD Civil3D2011を使用し、3次元モデルを作成した。現時点では図-7, 8, 9に示すモデルが完成している。

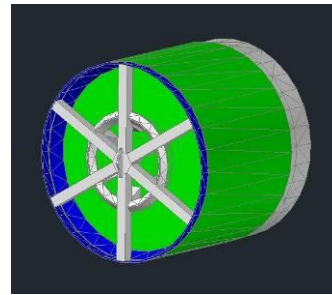


図-7 シールドマシン

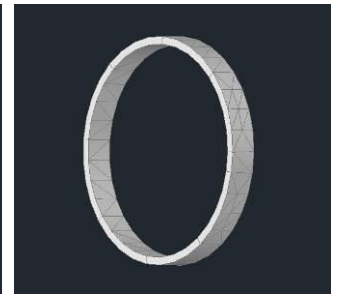


図-8 セグメントリング

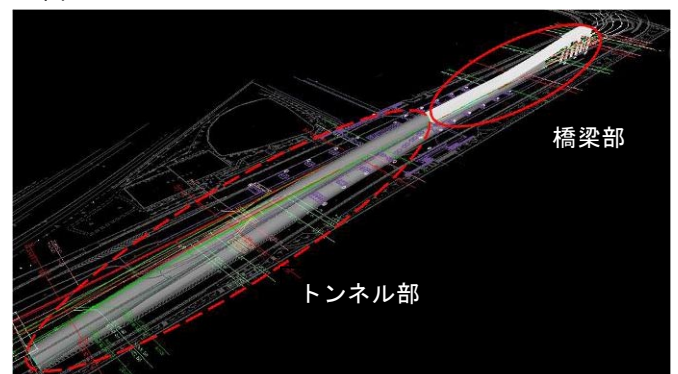


図-9 トンネル部と橋梁部

6. おわりに

シールド工事を対象として、3次元データの活用により工事全体を一元管理する必要性と効果について述べた。今後は構造物の3次元モデルを完成させ、その効果について検討していく。詳細は発表時に述べる。

<参考文献>

- 1) STA : <http://www.shield-method.gr.jp/>
- 2) Autodesk ホームページ : <http://www.autodesk.co.jp/adsk/servlet/home?siteID=1169823&id=3551938>
- 3) 寺中愛瑛、小林一郎、古屋弘、柿本亮大：シールド工法用プロダクトモデルの基盤としての3D-CADの構築、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、2011.3