

切羽画像から抽出した地層境界面の三次元モデルへの取込みと活用例

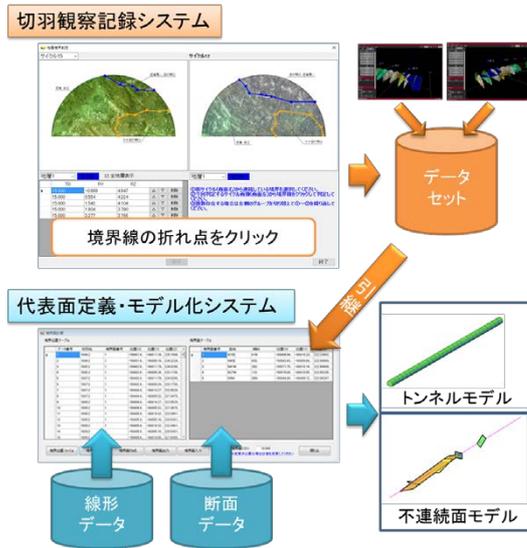
鹿島建設(株) 正会員 ○手塚康成 伊藤一宏 篠原大介 小林真悟
(株)演算工房 伊藤文香
伊藤忠テクノソリューションズ(株) 山根裕之

1. はじめに

国土交通省・CIM 導入ガイドライン(案)第6編トンネル編(平成29年3月)におけるトンネルCIM活用の流れに従えば、施工段階においては地質・土質モデルの更新・活用を行い、維持管理モデルへ引き継ぐことが必要となる。従来のCIMツールにおける施工実績整理は、切羽写真や地質観察記録をキャビネット化して、距離程をインデックスとすることによって必要時に適宜引き出す程度の利用が主流である。一方で、維持管理段階でこれを逐次参照しトンネル背面の分布まで把握することは困難なため、代表的な地層境界面や断層などの不連続面は予め三次元モデルへ取り込み、断面を任意に切り出した時に、トンネル背面の地質情報が適宜付加されるようにしておくことが望ましい。しかしながら、現状では地質専門職が整理したデータを、地質に特化したツールを使用して作成する必要があるため、地質情報の三次元モデルへの取込みを広く普及させるためには、簡単にモデル化でき、汎用ツール(AutoCAD)で閲覧出力が可能なシステムが望まれていた。

2. システム概要

システムの概略フローを図-1に示す。今回作成したシステムは、まず従来のトンネル施工管理で一般に使われている切羽観察記録システムに、各切羽での地層境界線や断層を切羽写真上にトレースする際、線分の構成点を画面上でクリックしてデータセット化するモジュールを追加した。次にAutoCADのアドインとして代表面定義・モデル化モジュールを作成し、切羽観察記録システムからデータを引継ぐことにより、AutoCAD上で1平面に代表面化して簡単に三次元モデル化できるようにした。これによりトンネル背面への拡張や隣接構造物での出現予測も容易にできる。なお、これらの座標は全て世界測地系になっているため、地理情報システムとの連携や走向傾斜リストの出力も可能となっている。



3. 導入事例

図-1 概略フロー

3.1 上下線施工時の地層境界面の出現位置予測

道路トンネルで上下線を並行して掘削するサイトに本システムを導入し、先行する上り線トンネルで得られた地質データ(砂礫層と強風化凝灰岩の分布)を、後続する下り線トンネルでの出現位置予測に活用した。連続切羽写真と各切羽で抽出した境界線の例を写真-1に示すが、このまま線分を連結して定義した面(以下オリジナル面と称す)のままでは、トンネル背面や外部への延伸は困難なため、1平面に代表面化処理が必要となる。その方法は種々考えられるが、本システムではオリジナル面と代表面との乖離距離(オリジナル面の法

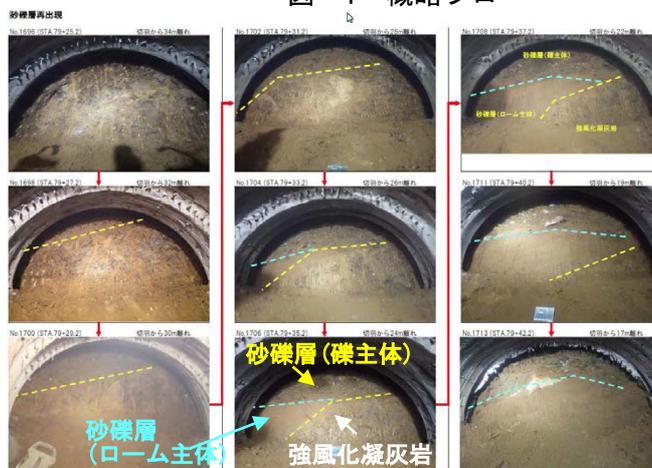


写真-1 連続切羽写真と境界線の例

キーワード トンネル, CIM, 不連続面, 三次元モデル

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-1 鹿島建設(株)土木管理本部 TEL03-5544-0713

線と代表面との離隔距離)が最小となる処理を行っている。

上り線の実績を基に下り線での出現位置を予測した結果を図-2に示すが、上り線で確認された②と③の境界面はその走向傾斜から上下線間でクロスするため、無くなる可能性がある。結果として⑤と①で囲まれた範囲が下り線での出現予想範囲となり、上下線ともほぼ同じ範囲に砂礫層が分布するものと予想された。現在下り線の施工が当該箇所

に到達していないので予測精度の検証には至っていないが、事前に分布を予測できれば、それに応じた対応を取ることでトラブルを未然に防ぐことが可能となるため、施工時のツールとして非常に有用と考えられる。

3.2 坑口部の天端補強範囲への適用

坑口部に注入式鋼管先受け工法(AGF)が8シフト計画されている道路トンネルサイトに本システムを導入し、風化部の分布と天端補強範囲について設計と実績を比較した。結果を図-3に示すが、設計に比較して実績では風化部がトンネルの坑奥まで続いており、またAGFの補強範囲は頁岩砂岩互層と礫岩との境界部に位置している。なお、抽出された代表面の走向傾斜の卓越方向解析結果は図-4に示すとおりであり、事前調査報告書に示されている露頭で確認された基岩の走向傾斜 N76E42N に対して、トンネル内での地層境界面の極大値は N84E27N となっており、トンネル設置深度では走向はほぼ等しいが、やや緩傾斜となっていることが分かった。

4. おわりに

以上のように、切羽観察記録作成時に地層境界面や断層をデータセット化することにより、簡単に三次元モデル化できるため、分布の予測や設計との比較による補強範囲の妥当性の確認が現場で容易に可能となった。これら実績は自動的に蓄積されること、併せて竣工時に維持管理モデルへ引き継ぐことも容易であることから、今後も本システムの積極的な展開を図っていく予定である。

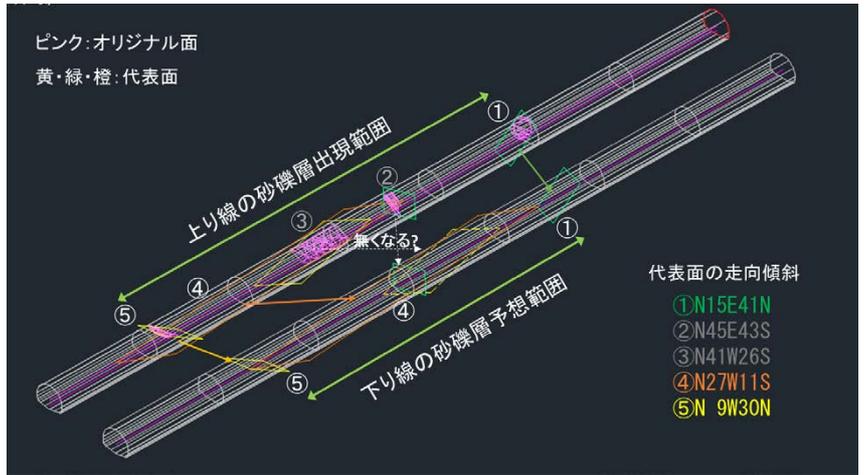


図-2 上り線の実績による下り線での出現予測の例

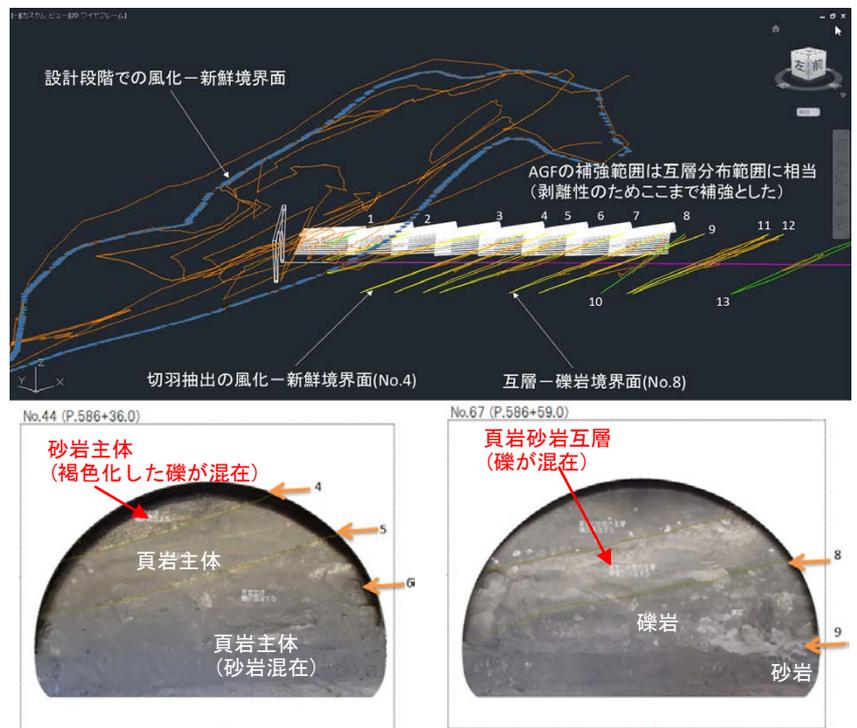


図-3 坑口部における設計と実績の比較例

境界面番号	走向 傾斜	トンネルセンターでの出現座標		
		x	y	z
1	N80E 32N	171.2893	-175000.6885	25.419
2	N88E 26N	175.3507	-175005.6586	24.789
3	N85W 23N	176.9533	-175010.4229	23.478
4	N81E 25N	191.6990	-175024.0875	25.113
5	N79E 26N	193.3957	-175027.3643	24.665
6	N76E 25N	195.8186	-175031.1719	24.355
7	N83E 23N	200.2015	-175036.1485	24.308
8	N78E 25N	206.7555	-175044.9855	24.658
9	N82E 25N	211.2279	-175049.7880	24.500
10	N67E 39N	213.7569	-175053.5806	25.328
11	N74E 26N	224.7787	-175065.9849	27.304
12	N76E 25N	227.1162	-175067.6964	27.318
13	N85E 31N	232.8530	-175079.7666	26.217

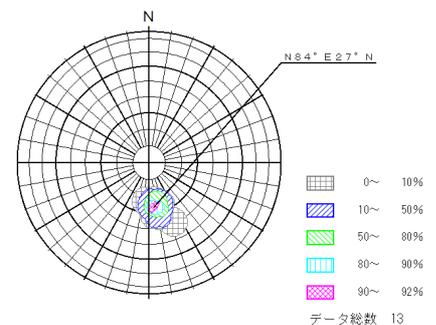


図-4 代表面の卓越方向解析結果