

全断面早期閉合における初期変位速度の施工管理への活用

(独)土木研究所 (正) 角湯克典
西松建設(株) (正) 〇鬼頭夏樹, (正) 大谷達彦
(正) 明石健

1. はじめに

近年, 山岳トンネル掘削時の変形抑制を目的として, 補助ベンチ付き全断面掘削工法による早期閉合(以降, 全断面早期閉合と称す)の適用事例が増加している. 全断面早期閉合は, 切羽直近で強制的に坑内変位を抑制する工法であり, 採用時や採用後のランクアップ等には早期の判断が求められるため, 全変位量に加えて初期変位速度にも着目した迅速な対応が重要である. そこで本報告では施工実績データの分析を行い, 全断面早期閉合における初期変位速度データの施工管理への活用方法についての検討を行う.

2. 全断面早期閉合適用時の初期変位速度データ

(1) 初期変位速度と地山状況の関係

今回の検討は, 七尾トンネルにおける施工実績データを用いた. 全断面早期閉合の適用実績の詳細については既出の論文に譲る^{1,2)}. まず, 当該トンネル全線における初期変位速度と切羽評価点の一覧を図-1に示す. これより, 全断面早期閉合区間や変状区間では初期変位速度が非常に大きく, 初期変位速度と切羽評価点は一方が増えると他方が減る関係にあることがわかる.

次に, 全断面早期閉合区間とその前後約 30m における比較的変位が大きな断面の実績値を抽出し, 初期変位速度と地山評価点の関係を表したグラフを図-2に示す. これによると, 全体的には, 初期変位速度が大きくなると切羽評価点が小さくなる傾向を示すことがわかる. しかし, 全断面早期閉合区間のデータに限定すると, 初期変位速度と切羽評価点の間に明瞭な関係は認められない. これは, 当該区間での切羽評価点はすでに大きく低下しており, 振れ幅が小さい範囲での評価点となること, さらに膨張性地山における地山の脆弱性の程度については目視判定を主体とする切羽評価では限界があるためと考える.

(2) 初期変位速度と最終変位量の関係

当該トンネルにおける初期変位速度と最終変位量の関係を図-3, 図-4に示す. 使用したデータの範囲は, 図-2と同様である. まず, 全断面早期閉合区間と上半先進ベンチカット工法区間のデータを比較すると, 前者の回帰直線の方が後者のものに比べ傾きが緩やかになっている. これは, 同じ初期変位速度であれば全断面早期閉合により最終変位量が小さくなることを裏付けるものである.

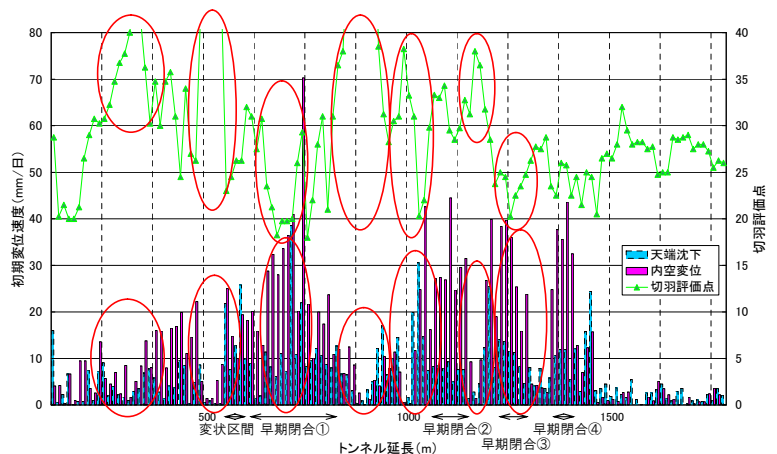


図-1 初期変位速度と切羽評価点一覧

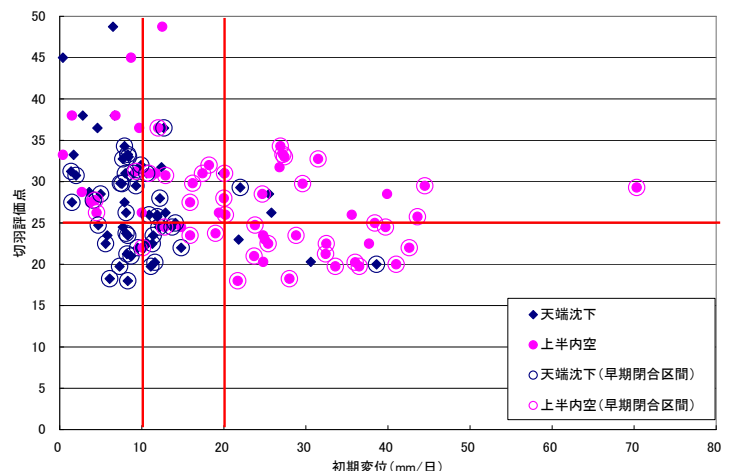


図-2 初期変位速度と切羽評価点の関係

キーワード 早期閉合, 山岳トンネル, 坑内変位, 初期変位速度, 切羽評価

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1丁目20番10号 西松建設(株) 関東土木支社 TEL 03-3502-0391

次に、全断面早期閉合区間の天端沈下と内空変位のそれぞれの回帰直線を比較すると、内空変位の回帰直線の傾きがより緩やかになっており、上半先進ベンチカット工法のデータと比べてその差がはっきりしているようである。一概には言えないが、全断面早期閉合の最終変位低減効果は内空変位の抑制においてより効果的である可能性がある。

全断面早期閉合区間の一部の箇所では吹付けコンクリートにひび割れが発生したが、そのデータをプロットすると、それらの多くが回帰直線の左上側に分布する。このようなデータの存在は回帰直線の傾きを大きくしており、最終変位の低減効果を全体的に小さくしているようである。

3. 初期変位速度の活用方法について

当該トンネルの全断面早期閉合区間で吹付けコンクリートにひび割れが発生した事例を見直したところ、その最終変位の目安は、天端沈下で30mm以上、内空変位で60mm以上であった³⁾。これより、初期変位速度の取り扱いに関する一つの考え方として、これらの目安値と図示の回帰直線との交点における初期変位速度値を管理値とする方法がある。しかし、データのばらつきが大きく、例外が頻繁に起こる可能性があるため、このような厳密な線引きは実務上得策とは言えない。一方安全側になるような線引きを行った場合は過大な支保となる恐れもある。そこで、初期変位速度の閾値については、施工中のデータ分析によって得られた値（天端沈下10mm/日、内空変位20mm/日）のままとし、上記の最終変位の目安値とあわせ、これらの値を下回る領域で支保機能の損傷がないか確認し、それぞれの基準値の妥当性を検証するという方法が現実的な活用方法であると考えられる。

実際、図-3 および図-4 をみると、これらの領域に、吹付けコンクリートにひび割れが生じたデータが一部分布している。しかしこれらは、大きな変位が計測された断面の近傍にあるひび割れか、もしくは進展性がない非常に軽微なものであり、支保機能の損傷と呼べるようなデータはない。

4. おわりに

全断面早期閉合の支保選定にかかわる妥当かつ合理的な施工管理方法については、安全性と経済性の狭間にあって、非常に難しい課題であると言える。今後とも、様々な観点から検討を行っていく必要があると考える。

参考文献

- 1)たとえば、鬼頭夏樹、角湯克典、柳川磨彦、明石健、大谷達彦：計測データに基づく全断面早期閉合の効果に関する一考察、トンネル工学報告集第19巻、2009.11.
- 2)角湯克典、柳川磨彦、鬼頭夏樹、大谷達彦：地山状況の変化に対応し全断面早期閉合の仕様を設定、トンネルと地下、第42巻4号、2011.4.
- 3)角湯克典、大谷達彦、鬼頭夏樹、明石健：全断面早期閉合適用時の管理基準値に関する一考察、土木学会、2012（投稿中）

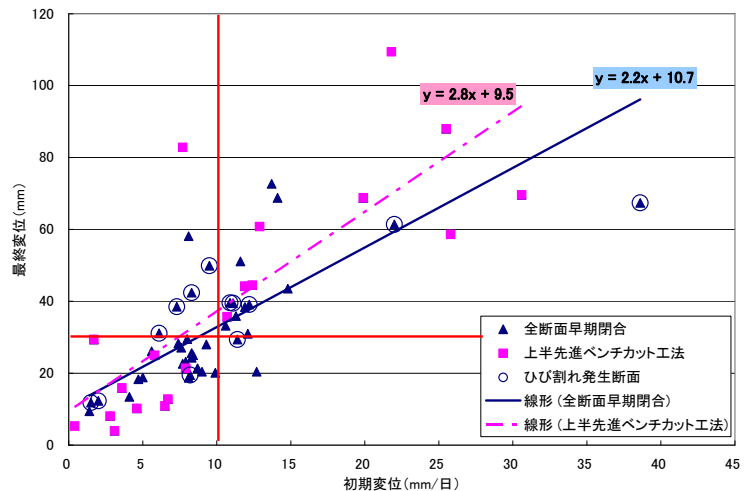


図-3 初期変位速度と最終変位量の関係(天端沈下)

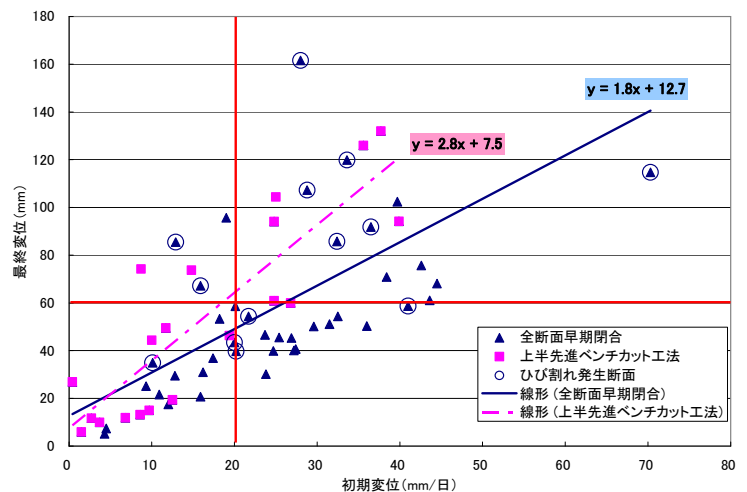


図-4 初期変位速度と最終変位量の関係(内空変位)