

計測結果のインターネット配信によるトンネル安全管理事例

(株) 藤井基礎設計事務所 ○藤井 俊逸
(有) シンク・フジイ 梶 成隆

1 はじめに

トンネル工事は狭い空間で行われる為、非常に危険な工事だと言われている。その理由を列記すると、

- a) 切羽の作業は狭い場所で行われるため、何かあっても簡単に逃げる事ができない。
- b) 切羽の作業者は、既存の観測データを頭に入れた上で、切羽の目視観察のみから安全性の判断を行う。

このため、近年様々な補助工法が採用され安全第一で工事が行われているが、弊害として建設コストの上昇が挙げられる。補助工法を用いる区間では、300～400万円/mの施工単価となるため、安全性を確認しながら経済的な工法を採択することが望まれる。

本報告は、トンネルの坑口部・地すべり部の地盤変動を無線式伸縮計で測定し、結果をインターネットにて表示した事例紹介である。関係者全員が計測結果をリアルタイムに確認しながら、安全管理に努めたものである。

2 実施事例におけるシステム

トンネル施工現場の平面図を図-1に示す。起点側坑口付近の斜面崩壊と、トンネル中央付近の地すべりブロックの挙動が注意すべき点である。地すべりブロックについては、施工時の安全管理を伸縮計S2、S3とパイプ歪計で行った。起点側坑口は伸縮計S1にて安全管理を行った。

次に、無線式伸縮計を用いた安全管理システム²⁾を図-4に示す。システムの構成を以下に示す。

- ①無線式伸縮計で地表面変形を観測
- ②作業休憩所でデータを受信
- ③パソコンで処理し所定の動きで自動警報
(携帯電話、パトライト、サイレン)
- ④データを電話回線でサーバーへ
- ⑤サーバーでインターネットに自動アップロード
- ⑥工事関係者がインターネットで結果確認

警戒基準値は雨量(時間雨量、日雨量)、移動量(移動速度、累積移動量)を自由に設定できる。関係者の携帯電話への音声通報は6箇所まで、メール連絡は何箇所でも可能である。

さらに警報時の安全体制や連絡体制なども文書化し、関係者に周知することが大事である。図-3に伸縮計S1設置位置図とインターネット配信画面を示す。

3 計測結果と変形機構の考察

図-3にて施工と計測結果の因果関係を示す。

- ① 図中の伸縮計S1は、杭イと杭ロの距離の変化を測定するものである。
- ② A点～B点までトンネル掘進した際、14mmの引張

り変動が生じた。

- ③ B点～C点の掘進時には圧縮変動が記録された。引張量と圧縮量がほぼ同じであったため、トータル変形量は無い形となった。

図-2はナットモデル¹⁾を使ってAGFの説明を行ったものである。図中③の写真で、掘進時にAGFが撓み、地表では沈下範囲が広がることがわかる。

図-3は各切羽位置で地表面の沈下範囲を想定したものである。最初は杭イが沈下するが、後半は杭ロが沈下することがわかる。伸縮計の捉えた変形は、掘進時の地表面沈下による変形と対応することがわかる。

観測結果から「すべり変形」は結果的にはなかったが、切羽がA点～B点に向かう間の引張り変形は、地表沈下なのか？すべり変形なのか？がわからない状態が続いた。施工業者には側壁にクラックが入らないかを詳細に確認するようにお願いした。発注者には考えられる変形機構をナットモデルで説明し、理解していただいた。

「すべり」であれば、切羽がB点～C点に進むにつれ引張り変動が増加するため、補助工法を早急に検討する必要があった。

また、図-1中の伸縮計S2は、移動杭がトンネル真上に位置するため、その位置まで掘削が進んだ8月末～9月上旬にかけ引張り変動が見られた。これもトンネル掘進に伴う沈下の影響であった。S3には動きが見られなかったことから、地すべりに対して安全に施工ができたことと判断した。

4 おわりに

当初、関係者は計測結果にあまり興味を示さなかったが、インターネットで変形している状況を見てからは、切羽の作業員、施工管理者、発注者、設計者が連絡を密にとるようになってきた。コミュニケーションをとることで、一体感が出てきて、安全管理意識も高まってきた。

インターネット計測を行うことで「関係者の意識に変化が見られる」ことは大きな収穫であった。今後、土木の計測にインターネットを利用していくことで、安全に対する意識が向上し、事故の減少・工法変更の早期対応に役立つものと考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 藤井基礎設計夏期研修会(1995) 論文集「トンネル安定機構に関する研究」
- 2) 全地連「技術eフォーラム2004」講演集：「IT技術を利用した地すべり観測・警報システムの事例」, 論文番号96, 2004.9.

