

トンネル維持管理のためのデータベースの検討

山口大学大学院 学 ○古賀克哉 山口県 正 安村成史
 山口大学大学院 学 大場 諭 山口大学工学部 正 重田佳幸
 山口大学工学部 正 進士正人 山口大学工学部 正 中川浩二

1. はじめに

現在、山口県は112本の道路トンネルを保有している。特に1960～1980年代に建設されたトンネルは全体の約4割を占めており、それらの補修・補強の時期が集中することが懸念されている。しかしながら、山口県が現在保管しているトンネル維持管理に関する情報は、補修・補強を検討するための資料としては少ない。また、施工記録は施工後5年のものは処分される傾向があり、過去の維持管理記録も効率的に活用されていない。そのため、それらのトンネルに対する効率的な維持管理が行われることが望まれており、必要な情報を管理・蓄積する維持管理データベースが必要であると考えられる。そこで本研究は、山口県におけるより効率的なトンネルメンテナンスシステムの開発を目的として、山口県の実際のトンネル施工記録と維持管理記録を用いて、維持管理に関する基礎データの保管・整理方法の検討を行った。

2. 維持管理に関する情報の整理

道路トンネルは調査から維持管理まで地質情報やトンネル覆工などの様々な情報が存在する。そこで、それらの情報を調査・設計・施工、維持管理の段階に分け、必要な情報の整理を行った。

(1) 調査・設計・施工段階における情報の整理

計画・設計・施工におけるデータは山口県のNATM工法のAトンネル施工記録を用いて検討を行った。その結果、実際の地質情報を示す切羽観察記録などが必要と考えられた。一方、山口県の約80%を占める在来トンネルについての施工記録や維持管理記録は処分・不明になっていた。よって在来トンネルにおいて、必要な情報を検討する必要がある。

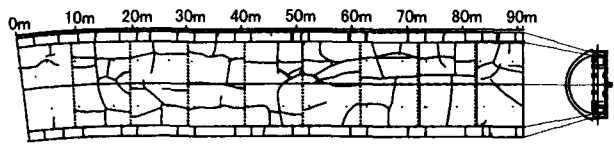


図-1 覆工展開図

表-1 Bトンネル変状調査の検討結果

調査内容	理 由	過去の情報	結 果
調 査 ボーリング	周辺の地山性状の把握 地すべり発生の有無の把握	地形情報 地質情報	変状原因の推定 調査自体の縮小
原位置 調 査	湧水帯や湧水・漏水層の確認 地層の詳細の確認		
室内調査	地山の力学的性質の把握		
クラック 調 査	覆工への荷重のかかり方 変状の状況の把握 変状原因の推定	過去の維持管理 記録（変状展開 図など）	変状進行性の判断の 信頼性向上
覆工背面 空洞調査	背面地山状況の把握 変状原因の推定		
室内試験 調 査	覆工コンクリートの強度 覆工コンクリートの劣化	施工記録 （材質諸元）	劣化の比較
孔内傾斜計	変状の進行性	過去の計測結果	変状進行性の判断の 信頼性向上
亀裂変位	亀裂の進行性		
地下水位	地山性状の把握	地質情報	調査自体の縮小

表-2 データベースの主要項目の検討結果

情報		項目
トンネル 諸元		建設年次、交通量
		設計記録
		施工記録、材質諸元、施工方法
		災害履歴、凍結履歴
環境	周辺地形	調査記録
	地質	地山性状、地下水位
変状	外力	進行の速度、内空変位速度
	ひび割れ	方向、密度、幅、箇所、延長 食塩
	覆工状態	圧ざ、有効覆工厚、覆工強度、断面強度 打ち継目部の欠陥、剥落の有無・状態 劣化の範囲、目地切れ深度、中性化 アルカリ骨材反応、背面空洞
	漏水	有無、量、箇所、水質

維持管理段階においては、在来工法によるBトンネルの変状調査記録を用いて、必要な情報を検討した。

資料収集の結果、施工記録や過去の維持管理記録は残されていないためにクラック調査と漏水調査を行い、現状を調べることとなった。図-1に覆工展開図を示す。これによりおおまかな変状原因の予測ができた。その程度を判断するための詳細な情報を得る目的で、様々な変状調査を行う事となった。

次に、その一連の変状調査について検討を行った。表-1に変状調査の検討結果を示す。このように、実際の変状トンネルの調査は過去の情報により変状調査の縮小、効率的な変状の判断・比較が期待できる。

また、維持管理において利用されている各マニュアルを整理した。その結果、維持管理においては、特に健全度判定と変状原因の推定は重要な情報であった。健全度判定はトンネルの変状の進行性、対策の緊急性を表す指標であり、変状原因の推定は対策工の選定に必要な資料である。そのため、これらの判断を行うにおいて必要な項目を選定し、維持管理の主要項目とし、表-2に示した。

3. データベースに採用する項目の検討結果

Bトンネル変状調査の例から、施工記録や点検記録などを保存することにより、変状調査の縮小と効率性の向上が可能であることが解った。そこで、維持管理に関する情報の整理により得られた情報とBトンネルの実例を比較し、データベースに採用する項目の検討を行った。検討内容を表-3に示す。このように必要最小限の資料を残し、かつ最大限の利点を得るような項目の検討を行った。

そして、それらの検討結果を採用してデータベースの構築を行った。一例として、ひび割れ方向や幅などの情報を含む変状展開図を記すことにより、変状原因の推定の判断に活用できるようにした。この様に、構築を行う際に、情報を効率的に保存できるように考慮した。

次に、実際に変状が起きたCトンネルの施工記録・維持管理記録をデータベースに適用した。図-2にデータベース適用結果の一例を示す。素掘面と風化変質においての切羽評価は一定であったが、湧水の多い箇所と水平クラックの生じた箇所とが一致する。これにより、この変状は水圧によるものではないかと判定ができる。実際の様々な調査の結果、水圧によるものと判断された。この様に、施工時の情報と変状箇所との関連性が認められた。

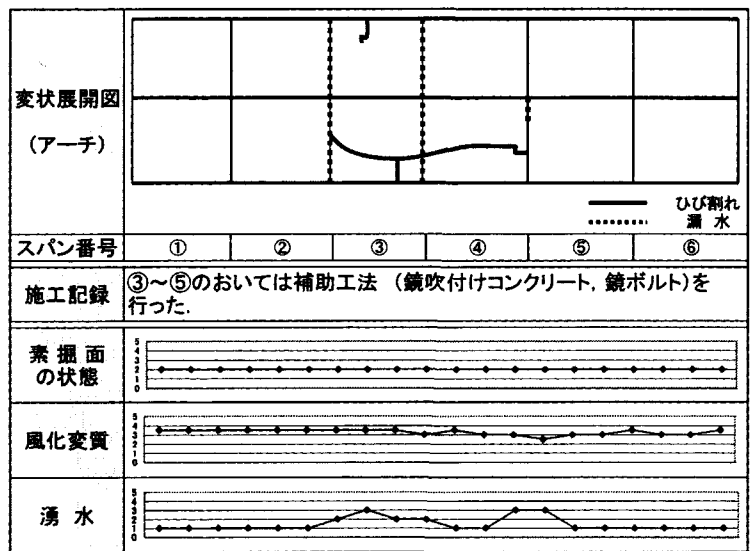
また、適用の結果、各項目において空欄となる箇所が見られたが、維持管理のためには記入されるべき情報である。それらの情報は事前の変状原因の推定などに利用できることから、施工・維持管理段階の情報は残していくことが望まれる。そのような維持管理に関する重要な情報を表-4に示す。

4. おわりに

今回、変状調査の実例から、過去の情報も蓄積することにより、変状原因の推定、変状の進行性の判断に活用できることが解った。また、それに伴い、変状調査の縮小や対策工選定時の資料としての利用など、以後の維持管理において効率的に利用できることが期待される。そのため新設トンネルにおいては、施工・維持管理段階の詳細な情報を残すことが必要であると考えられる。そして、それらの情報をこの様にデータベースに蓄積することにより、効率的な維持管理を行うことが可能である。

表-3 データベースの採用項目の検討

情報	項目	内容	利点
トンネル概要	トンネル諸元	トンネルの概要となる情報	変状原因の推定の際に利用 対策の計画に利用
	トンネル履歴	過去の維持管理履歴	以後の維持管理の計画に利用 変状原因の推定に利用
事前調査設計記録	調査	周辺の地形・地質情報	変状原因の推定の際に利用
	設計	トンネル構造を示す情報	対策の計画に利用
施工記録	施工時の記録	施工結果 施工観察記録	変状原因の推定の際に利用 維持管理の計画に利用
	施工時の計測値	変位計測値 切羽観察記録	以後の維持管理の計画に利用 変状原因の推定に利用
変状調査補修・補強履歴	維持管理結果	点検、調査、対策の情報	変状原因の推定に利用 対策の計画に利用



* 切羽評価点は値が高いほど、その箇所の地山が不安定な状態であることを表わしている。

図-2 データベース適用結果例

表-4 維持管理に関する重要な情報

トンネルの情報		特に重要な情報
施工記録	地質情報	地質・地形に関する詳細な記録・計測値
	施工時の記録	施工中の変状・湧水記録 施工上の工夫の詳細記録 施工者のコメント
	切羽観察記録	切羽状況の観察記録
	計測結果	正確な値・変形の進行性の判断
維持管理記録	点検結果	各所についての点検結果 点検者のコメント
	調査結果	調査による情報の値 変状の進行性に関する記録
	対策結果	対策工・対策方法の詳細記録

参考文献

- 1) JTA 保守管理委員会：トンネルの保守・維持管理 (1)，トンネルと地下，281号，Vol. 25，No.1，pp87-90，1994.1
- 2) JTA 保守管理委員会：トンネルの保守・維持管理 (2)，トンネルと地下，282号，Vol. 25，No.2，pp70-78，1994.2.
- 3) 社団法人日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧，1993.11.