

老朽化した既設トンネルの調査及び補強工事

戸田建設(株)九州支店 正会員 堀之内 和広
戸田建設(株)大阪支店 久野 建明
戸田建設(株)大阪支店 関口 高志

1. はじめに

国道1号線東山トンネル(矢板工法)は、供用開始から35年を経過し、老朽化が進んでいる。近年、覆工表面の剥落を生じるに至ったため、抜本的な補強工事が必要となった。当トンネルは、8万台/日を超える重交通下にあり、また建築限界に余裕がないため、補強工法の選定に対し厳しい制約条件が課せられた。

今回、補強工事に先だてて実施した調査工と、補強工事の目的・問題点について、以下に報告する。

2. 調査

2. 1 補強工法の選定と調査目的・方法

長期的な効果が期待できること、夜間のみの短期間で施工できること、断面縮小が小さいことを考慮し、補強工法として、断面修復工、裏込注入工、ロックボルト工、鋼板内張工を選定した。ここで、各工法に対する調査項目・目的・方法を、表-1に示す。

2. 2 クラック及び断面調査

超高圧水による洗浄後、目視による調査を行った(表-2)。

表-2 目視調査結果：トンネル延長(274.5m)当たり

	設計数量	調査数量
クラック調査	170m	377m
断面調査	15m ²	48m ²

※ クラック調査の対象は、幅1mm以上

2. 3 空洞厚及び覆工厚調査

レーダー探査により、空洞厚及び覆工厚調査を行った(図-1)。中央また、データの精度向上のため、コアボーリングサンプルを採取し、レーダー探査の数値と照合した。

2. 4 支保工位置の調査

レーダー探査により、支保工位置の調査を行った(図-2)。

2. 5 調査結果の活用

補強工事に対し、各調査結果を、以下のように活用した。

- ① 覆工内の洗浄により、補強工事の数量が設計時より増加したため、施工方法と工程の再調整を行った。
- ② 空洞厚の大きい箇所は、コアボーリング孔から、ファイバースコープを挿入して、地山の崩壊状態を目視確認した。
- ③ 空洞厚の調査により、裏込注入工の施工範囲を限定できた。
- ④ 覆工厚が小さい箇所で、圧縮強度試験を行い、28N/mm²と健全であることを確認した。
- ⑤ 覆工内の鋼製支保工位置が確認できたので、ロックボルトの打設位置を限定できた。

表-1 調査目的と調査方法

工法と調査項目	調査目的	調査方法
断面修復工 クラック・不良箇所	施工数量の把握	目視
裏込注入工 空洞・覆工厚	施工数量の把握	レーダー探査 コアボーリング
ロックボルト工 支保工位置	打設位置の決定	レーダー探査
鋼板内張工 覆工現況寸法	加工・割付けの決定	測量

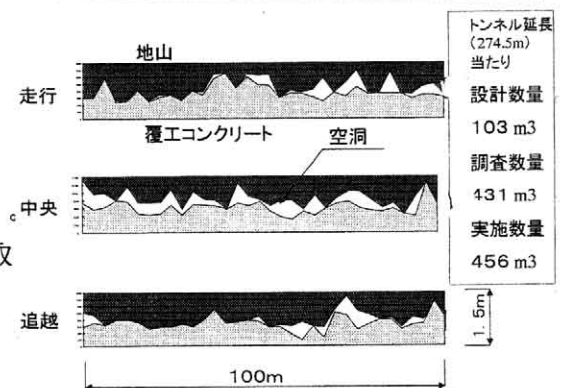


図-1 空洞厚・覆工厚調査

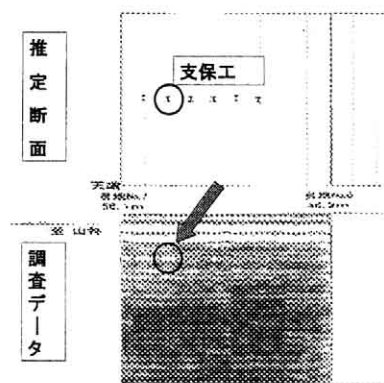


図-2 支保工位置の調査

キーワード：老朽化トンネル、補強工、レーダー探査、裏込注入工、ロックボルト工、鋼板内張工

連絡先(住所：大阪市西区西本町1-13-47 新信濃橋ビル・電話：06-6531-7981・FAX：06-6531-9898)

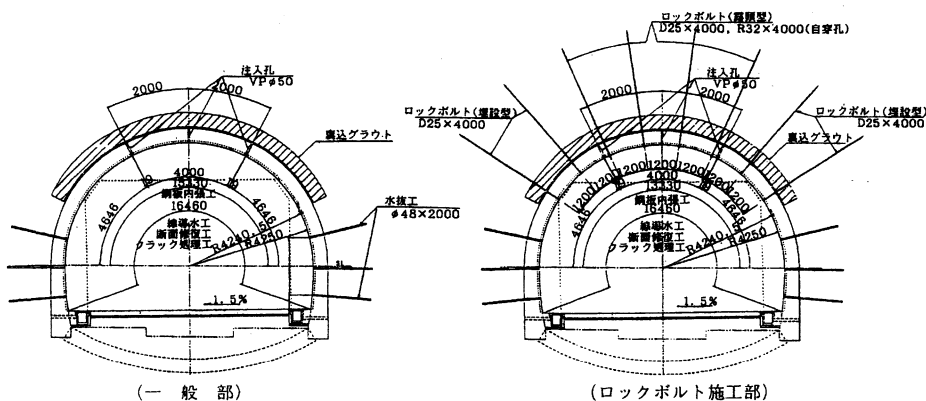


図-3 標準断面図

3. 補強工事

3. 1 施工手順

補強工事の標準断面図を図-3に、施工手順を、図-4に示す。

3. 2 補強工法の目的

①裏込注工：裏込注工の目的は、覆工自体の強度を向上させるのではなく、トンネル背面の空洞を充填することで、覆工と周辺地山の安定を図ることである。これにより、トンネルにかかる荷重が均等に地盤反力として働き、覆工には圧縮力のみが作用することとなる。

②ロックボルト工：当トンネルは、一部区間で地山に破碎帯が存在する他、覆工厚が非常に薄い箇所がある。そこで、ロックボルト打設により、地山の縫付け効果や、アーチ形成効果等の地山改良効果を期待した。

③鋼板内張工：鋼板内張工の目的は、コンクリートの剥落防止、覆工の引張区間での応力負担、溶着樹脂による覆工被覆効果による覆工劣化の抑制、補強後の内空断面の確保等である。

3. 3 施工上の問題点

①裏込注工：当トンネルは周辺地山からの湧水が豊富である。また、工事は夜間に行い、昼間は車両通行を全面開放するため、漏水やグラウト材の漏れがあると、通行に支障がでてしまう。

②ロックボルト工：当トンネルは矢板工法のため、削孔ロッドが矢板を貫通すると、ロッド引拔が困難となる。また孔荒れにより、ドライモルタルの注入パイプやロックボルトの挿入ができない箇所が発生した。

③鋼板内張工：既設の覆工表面が凸凹であり、覆工と鋼板との間に小さな隙間が生じた。

3. 4 解決策

①裏込注工：止水性があり、ゲル化の時間が短い材料として、エアバック工法を採用した。エアバック工法は、特殊な気泡材を用いたエアーモルタルに可塑剤を加え、瞬時に可塑状にする。また注入材に水が接触しても、エアーやモルタルの材料分離が起きない。そのため、漏水箇所の施工や、限定注入が容易である。

②ロックボルト工：地山の緩みが大きい箇所や矢板厚が厚い箇所では、削孔用のロッドビットをそのまま埋殺しとする自穿孔型ロックボルトを採用した。自穿孔型ロックボルトは、中空鋼管状のボルト先端に削孔ビットをつけたものである。削孔作業とボルト挿入作業が同時にでき、ボルト自体を注入パイプと兼用している。そのため、注入パイプを後から挿入する必要がなく、サイクルタイムを短縮できる特徴を持っている。

③鋼板内張工：覆工と鋼板の間への充填材料として、流動性が良く、短時間でゲル化が可能なエポキシ樹脂系接着剤を採用した。また、漏水箇所でも接着効果のある湿潤型とした。

4. まとめ

トンネル崩落事故を契機に、老朽化したトンネルの調査・補修に対し、社会的な関心が高まってきた。一般に、既設トンネルの撤去・新設は難しく、補修・補強による延命化が求められる。今回の調査では、覆工内の洗浄により不良部位が顕在化した。今後、計画段階から現状把握を行うため、簡易で信頼できる調査方法の開発が望まれる。また、補強工法では、断面や施工時間・工期に制約のある場合が多いと予想される。今回採用した鋼板内張工等は有効であったが、今後、コンパクトな施工設備による迅速な施工が望まれる。

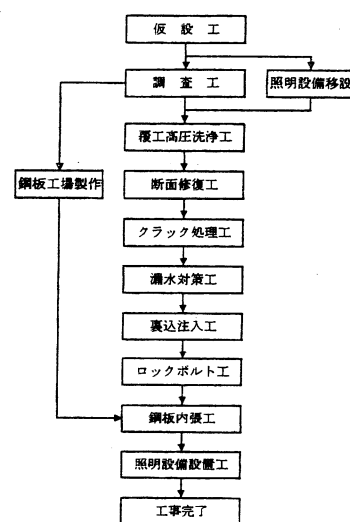


図-4 施工手順図