

道路トンネルの鉄筋区間におけるひび割れ発生原因の推定

日本工営（株） 正会員 ○沢田 陽佑
日本工営（株） 正会員 小谷 拓

1. はじめに

現在、国、自治体等では、想定される急速な道路トンネルの老朽化に対し、効率的・効果的な維持管理を実施するため、点検、診断、措置、記録の「メンテナンスサイクル」の構築に向けた取り組みを推進している。本稿において報告する施設は、建設後 20 年程度経過した道路トンネルであり、これまで 1 度だけ近接目視点検が実施されており、主な変状として、ひび割れ、浮き等が報告されている。当該トンネルに対し、近接目視点検を実施したところ、トンネル側壁部に幅 1.5mm のひび割れが確認された。また、トンネル上部には県道が通っており、トンネルへの影響が懸念された。ここでは、対象のトンネルに対し、近接目視点検、コンクリート試験等を実施し、施設のひび割れ発生原因の推定及び健全度評価を実施した事例について紹介する。

2. 対象トンネルの概要

対象のトンネルは、建設後 20 年程度、延長約 300m の NATM 工法の道路トンネルである。当該トンネルでは、供用開始 5 年後に近接目視点検が実施されており、主な変状としてひび割れ、浮き、豆板等が報告されている。また、評価は、利用者被害の恐れがあるため、計画的な対策を検討する必要があるとされていた。当該トンネルに対し、近接目視点検を行った結果、トンネル側壁部に幅 1.5mm のひび割れが確認された。また、トンネル地表部に離隔 2m 程度で道路が交差しており、トンネルへの影響が懸念された。

3. 調査の実施

3. 1. 調査内容

近接目視点検を実施した結果、主な変状として、ひび割れ、浮き、豆板等が確認され、トンネル側壁部に幅 1.5mm のひび割れが確認された。ただし、周辺にはひび割れ等の変状は確認されず、当地点のみひび割れが発生していた。当該ひび割れについて、今後さらにひび割れが進展した場合、中性化等による剥離・剥落、耐久性低下等の原因となる可能性が考えられる。そのため、近接目視点検に加え、反発度法による強度推定調査、鉄筋探査、コア採取及びコンクリート試験（圧縮強度、中性化）を実施し、ひび割れ発生原因の推定を行った。

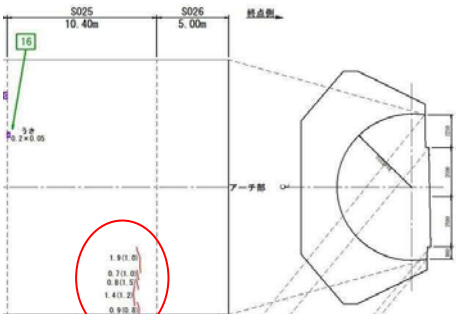


図-1 ひび割れ発生状況

3. 2. 調査結果

ひび割れ付近の右側壁、天端、左側壁で、反発度法による強度推定調査を実施した結果、3 箇所全てで 35 N/mm² を上回っていた。いずれの調査箇所においても、一般的なコンクリートの設計基準強度 18 N/mm²～24 N/mm² を上回っていたため、現時点で十分な強度が確保されていると判断した。

鉄筋探査では、ひび割れが確認された右側壁及び逆側の左側壁で、電磁波レーダ探査により、配筋間隔等を確認した上で、設計資料との整合についても確認した。鉄筋探査を行った結果、縦方向の鉄筋ピッチは概ね 200mm 程度、また横方向の鉄筋ピッチは 290mm 程度であった。また、鉄筋かぶりは 180mm 程度であった。

表-1 調査内容

調査項目	目的	概要	調査数量
鉄筋探査	鉄筋の配筋間隔、かぶり確認	電磁波レーダ等により、鉄筋の配筋状況（配筋間隔、かぶり等）を確認する。	2箇所（側壁）
コア採取	コンクリート試験供試体採取	コンクリート試験に供するコアをコアドリルにより採取する。	2箇所（側壁）
コンクリート試験（圧縮強度、中性化）	コンクリートの状態把握	採取したコアを用いて圧縮強度試験、中性化試験を実施する。	2本
反発度法による強度推定調査	アーチ部の強度推定調査	リバウンドハンマーにより、アーチ部におけるコンクリート強度を確認する。	1箇所（アーチ） 2箇所（側壁）

キーワード 道路トンネル、維持管理、コンクリート調査、健全度評価

連絡先 〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵 1-2-12 日本工営株式会社福岡支店技術第二部 TEL 092-475-7127

コンクリート圧縮強度試験では、ひび割れ付近の右側壁及び逆側の左側壁で実施した結果、右側で 46 N/mm^2 、左側で 45 N/mm^2 を上回っていた。そのため、現時点で十分な強度が確保されていると判断した。また、コンクリート中性化試験では、平均中性化深さは 14mm 程度であり、中性化進行予測を行った結果、今後 50 年を施設の耐用年数とした場合、中性化が構造物に影響を与える可能性は小さいことが分かった。



図-2 調査状況

4. ひび割れ原因の推定

当地点は、地表部に離隔 2m 程度で道路が交差しており、道路荷重の影響によりひび割れが発生したことも考えられたが、コンクリート試験結果からコンクリート強度が十分に確保されていることが分かった。また、構造耐力不足により覆工コンクリートにひび割れが発生する場合は、トンネル断面に対し、軸方向にひび割れが発生するケースが多い。現時点でトンネルの覆工構造には大きな問題はないため、道路荷重の影響により発生したひび割れではないと判断した。

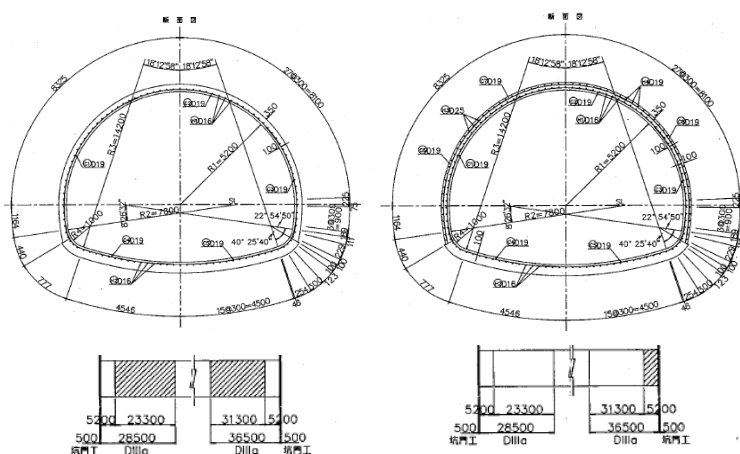


図-3 鉄筋区間の配筋状況

また、当該箇所のトンネルタイプは DIIIa に該当し、支保工は、吹付けコンクリート、ロックボルト、薬液注入工法による地山改良で周辺地山の自立強度を高め、さらに鋼製支保工が 1m ピッチで配置された支保構造になっている。覆工コンクリートは、標準部 300mm に対し、当該区間は 350mm で、鉄筋が 200mm ピッチで配置され、構造補強されている。鉄筋補強区間は、設計図上は、坑口から 40m 間であり、坑口から 5.2m 間が複鉄筋で、 $5.2\text{m} \sim 40\text{m}$ 間は単鉄筋となっている。同様の鉄筋配置が約 35m あるのに、当地点のみ横断方向のひび割れが発生しているため、ひび割れの発生原因として、「コンクリートの初期ひび割れ」、「構造変化箇所での挙動の違いによるひび割れ」が複合的に関連し発生したものと推定した。

5. 総合評価及び今後の維持管理方針

5. 1. 総合評価結果

調査結果をもとに、施設の健全度評価を実施した。健全度評価は、「道路トンネル定期点検要領（平成 26 年 6 月）国土交通省道路局国道・防災課」を参考とした。当該トンネルに対し、健全度評価を行った結果、コンクリート強度は確保されており、覆工部には顕著な変状は確認されない。また、ひび割れについても幅が 1.5mm 程度であり、過年度からの進行は見られないため、トンネル健全度は II と判定した。

5. 2. 今後の維持管理方針

トンネル側壁部で発生していたひび割れについては、現時点で過年度からの進行は見られず、幅 1.5mm 程度であるため、経過観察とした。また、定量的な監視方法として、ひび割れ計測ゲージを設置し、夏場、冬場など 1 年に 2 回程度計測することとした。また、今後の対策の要否判定については、さらに進行し、ひび割れ幅が 3mm を超過した場合は、ひび割れ補修等の対策を実施することとした。また、周辺にひび割れが新たに発生し、閉合の恐れがある場合は、 3mm を超過していない場合でも対策を実施することとした。

参考文献：道路トンネル定期点検要領（平成 26 年 6 月）国土交通省道路局国道・防災課