

沈埋トンネル側壁の漏水に関する一考察

首都高技術(株) 正会員 ○由井 稔也
 首都高速道路(株) 正会員 白木 孝雄
 首都高技術(株) 正会員 布施 光弘

1. はじめに

供用 17 年経過した首都高速道路湾岸線の多摩川トンネルの点検において、側壁の一部に漏水損傷が確認された。本トンネルは、往復 6 車線の車道部と管理・避難用施設及び占用施設空間で構成されている沈埋トンネルである。構造形式は、鉄筋コンクリート構造を基本としているが、ひび割れ制御を目的として軸方向に縦締 PC ケーブルによりプレストレスを導入している(図-1)。また、全 12 函体の函体相互の継手形式は可撓性継手(ゴムガスケットと PC ケーブル)方式を採用し、防水工法は底面および側面が防水鋼板、頂部が防水シート構造となっている。

本稿は、沈埋トンネルの点検・調査結果および補修検討の概要を報告するものである。

2. 点検結果の概要

(1) 外観目視調査

全函体に対して外観目視点検を 5 年に 1 回実施している。第 8 函体以外の函体では錆汁を伴う損傷はほとんどなかった。そこで、第 8 函体のうち損傷の程度が著しい箇所に着目して詳細調査を行った(図-2)。

外観目視調査の結果、沈埋トンネルの第 8 函体の側壁の一部において遊離石灰やスケーリングを伴う多数のひび割れ及び錆汁が確認された。第 8 函体側壁部の最大ひび割れ幅は 0.5mm であった。損傷箇所の詳細図を図-3、図-4 に示す。

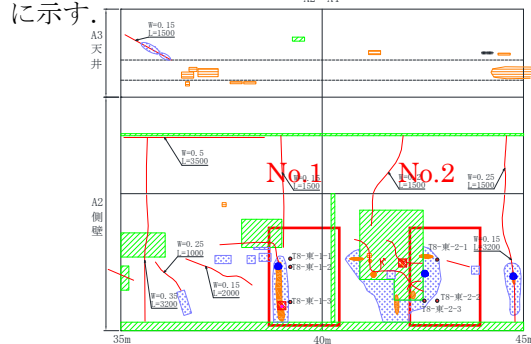


図-3 詳細調査箇所と損傷詳細図

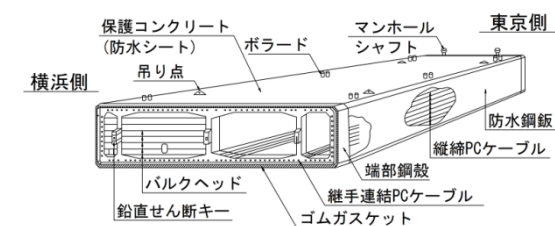


図-1 沈埋トンネル断面構成図

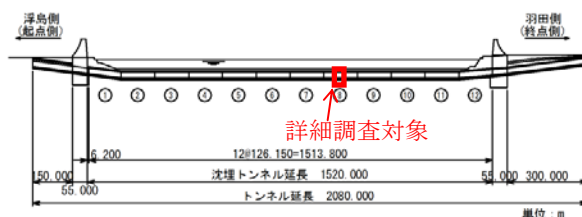
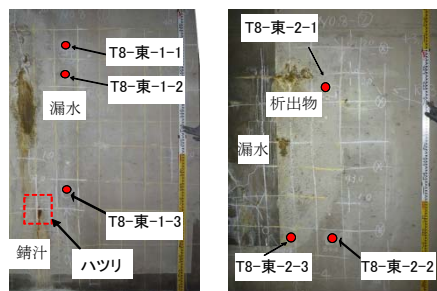


図-2 多摩川トンネル全体図



NO. 1 断面 (39m 付近) NO. 2 断面 (43m 付近)

図-4 側壁の損傷状況とコア採取及びハツリ位置

(2) 鉄筋腐食及び中性化の状況

漏水が確認された側壁のコンクリートについて部分的にハツリ調査を行った結果、かぶり 50mm のスターラップは局部的に鉄筋の断面欠損が生じており、主鉄筋に若干の発錆が認められた(図-5)。主鉄筋直上のひび割れは、鉄筋位置にまで到達していた。コンクリート中性化深さは、23mm 程度であった(図-6)。



図-5 漏水部のハツリ状況 (NO. 1 断面)



図-6 中性化の状況 (NO. 1 断面)

キーワード トンネル、沈理工法、漏水、塩害、補修

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 首都高技術(株) TEL 03-3578-5768

(3) 塩化物イオン量

漏水が確認された側壁近傍（図-4）において採取したコアの各 3 供試体の平均した塩分濃度分布図を図-7 に示す。

コア試料の分析結果、塩化物イオン量が高い範囲は、表面から深さ約 30mm までであり、最大 9.1kg/m^3 であった。

以上により、設計かぶり 53mm の位置における塩化物イオン量は低く、現状において補修が必要なレベルではないと考えられる。

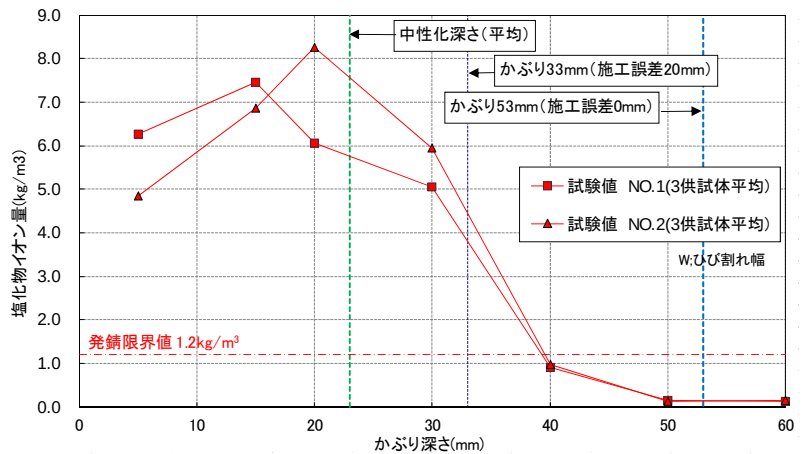


図-7 塩化物イオン濃度とかぶり深さの関係

3. 点検結果に対する考察

点検結果から構造物の塩害による影響、漏水損傷について、以下の通り考察した。

(1) 漏水による損傷の進み方についての考察

建設時に防水鋼板の電気防食として、耐用年数 60 年のアルミニウム合金陽極を設置している。別途調査で防食機能は機能していることが確認されていることから、頂版と保護コンクリートを接続するジベルや防水鋼板（8mm）の現場溶接部などからの漏水浸入し、コンクリートの初期欠陥であるジャンカ、コールドジョイント、打継ぎ目、セパレータ部等から躯体内部に浸入した可能性が考えられる。

(2) 塩害に対する考察

側壁のひび割れを通じて浸透した漏水がトンネル内の表面からコンクリート中への塩分浸透があり、中性化の進行によりセメント水和物に固定化されていた塩化物イオンが解離し未中性化領域に濃縮したため、中性化しているかぶり 20mm 付近の塩化物イオン濃度が高くなったと考えられる。表面から深さ約 30mm より深い塩化物イオン量は、急激に減少する傾向が見られたことから、「コンクリートが密実で、塩化物が浸透しにくい」あるいは「比較的新しい時期（近年）より、塩化物が供給されている」のいずれかの状況にあると推測できる。しかしながら時間の経過とともに、塩化物イオンがコンクリート中に浸透するため耐久性の向上を図る必要があると考えられる。

4. 補修方針の考え方（案）

点検の結果から、全面的な海水の浸入や漏水ではなく、一部のひび割れ等を通じて海水が入り込んだ可能性が考えられる。これに対して、補修は、①漏水がある場合は、ひび割れ部を充填することにより更なる海水の浸透を防止する。②すでに塩素イオンが高濃度になっている箇所はハツリにより除去する。③今後の漏水による表面からの塩素イオンの浸透、中性化防止のために表面保護（塗装）を行う。④腐食が著しい場合は鉄筋の置換、追加及び防錆処理を行うことを基本とした。

5. おわりに

供用後 20 年近く経過した沈埋トンネルの側壁の一部に生じた損傷について、詳細調査を行った結果、高い濃度の塩素イオンがコンクリート中に浸透しており、コンクリートをハツリ取ったところ一部に鉄筋腐食が生じていることを確認したが、中性化は鉄筋位置までは到達していなかった。建設当初より水密性には配慮し、防水鋼板等の設置やプレクーリングによる温度ひび割れの防止などの対応を行っていたが、微細なひび割れの発生は避けられず、海水圧及び毛細管現象により、ひび割れや防水鋼板との隙間などから、年月をかけて浸透してきたものと考えられる。特に、損傷が目立った第 8 函体は、側壁のコンクリート打設が 11 月となりプレクーリングを行っていないなど、様々な条件が重なり、損傷が早期に顕在化したものと考えられる。

沈埋トンネルの維持管理上の弱点の一つが、海水圧による継手部やひび割れからの漏水と鋼材の腐食であり、今後、補修を行うこととした。点検においても変状の進展がないか十分注意を払う必要があると考えている。