

17. トンネル覆工の浸水養生における各種設備と施工方法

(株)間組 機電部 ○副島 幸也
 (株)間組 九州支店 古川 幸則
 (株)間組 技術第三部 白井 孝昌

1. はじめに

コンクリートの品質向上を図る上で、コンクリート工事における養生工程は極めて重要な作業のひとつである。

コンクリートの養生では、給水養生により、セメントの水和反応に必要な水分を十分供給することで、コンクリート表層部が緻密化し品質向上を図ることができる。

型枠を使用しないコンクリートスラブ上面では、打込みの翌日から湛水や水を含んだ養生マットを敷設する給水養生が広く行われているが、覆工コンクリートにおいては、型枠を取りはずした後の給水養生は難しい。そこで、型枠取りはずし後の覆工コンクリートに対して、給水を行いコンクリート表面に常に水膜を形成させる浸水養生システム（アクアカーテン）を開発した。

本稿では、浸水養生システムの概要、各種設備の考え方、および道路2車線断面トンネルにおける施工事例について紹介する。

2. 浸水養生システムの概要

2.1 システム概要

本システムは、図-1 に示すように、浸水養生シート、吸引装置、給水装置から構成される。

吸引装置によりコンクリートと浸水養生シート間の空気を吸引し、負圧にすることでコンクリ

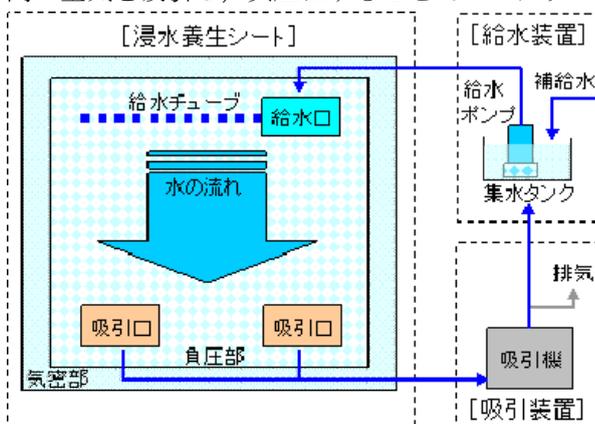


図-1 浸水養生システム概要図

ト面に浸水養生シートを密着させる。さらに、上部から給水を行うことでコンクリート表面に水膜を形成することが可能となる。

養生水は常時運転する吸引装置により空気とともに吸引され、再利用も可能な循環システムとなっている。

2.2 主要設備

(1) 浸水養生シート

本システムでは、養生シート表面に凹凸をもつ負圧部と、表面が滑らかな気密部からなる浸水養生シートを使用する。写真-1 に浸水養生シートの負圧部と気密部の形状を示す。

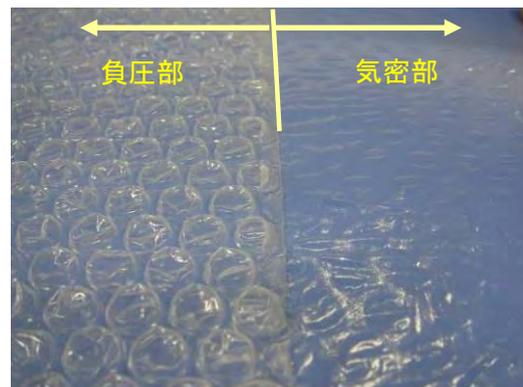


写真-1 浸水養生シートの負圧部と気密部の形状

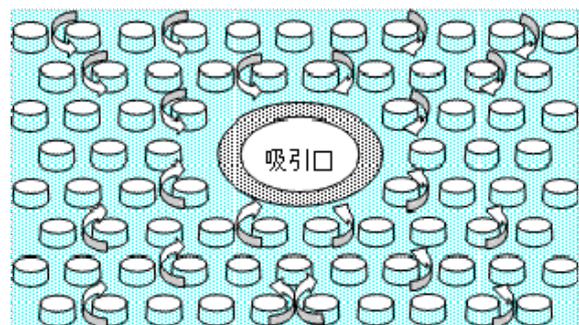


図-2 浸水養生シート内部の空気の流路

流路としての空間を持たない、平坦な形状の養

生シートを吸引した場合、吸引箇所付近だけが負圧になり、その周りには吸引力が伝わらない吸引ムラが発生する。しかし、凹凸形状の浸水養生シートを採用することで、図-2 に示すように空気の流路が広範囲に確保され、浸水養生シート全体を負圧にできる。

(2) 吸引装置および給水装置

吸引装置としては、安定した吸引力、浸水養生シートを壁面に吸着する静圧、また長時間運転の耐久性などが求められる。遠心ファンの中で、静圧効率が高いターボファンを採用した。

給水装置には、所定の水量と揚程の確保、また連続運転に対する耐久性の確保が求められる。工事現場において一般的に用いられる水中ポンプから、これらの条件に見合ったものを選定した。写真-2 に吸引装置、給水装置の設置例を示す。



写真-2 吸引装置・給水装置

2.3 浸水養生の位置付け

コンクリート養生において、外部から積極的に水を供給する給水養生は、コンクリートの品質および耐久性の向上に及ぼす効果が非常に高い。

浸水養生システムは、外部への水分の逸散を防止する保水養生とは異なり、外部から水を積極的に供給する給水養生を可能としている。養生方法の区分を図-3 に示す。

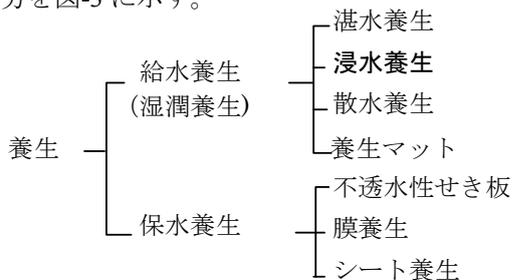


図-3 養生方法の区分

2.4 浸水養生の効果

浸水養生の効果については、高炉セメントB種

を用いた配合による大型試験体を用いて養生期間を変化させた圧縮強度試験⁴⁾により確認がされている。

図-4 に大型試験体のテストハンマー試験結果を示す。7日間型枠養生後、半年間気中放置した場合のテストハンマーの反発度比率を100%とすると、15時間脱型では86%、浸水養生では104%であり約20%反発度が向上している。

また、大型試験体作製時に採取した円柱供試体(φ10×20cm)の圧縮強度試験結果を図-5 に示す。15時間で脱型し気中放置した試験体は、材齢7日以降圧縮強度は増加していないが、脱型後1ヶ月以上浸水養生した試験体は標準養生(水中)した供試体と同等の圧縮強度を確保(15時間脱型気中の2.0~2.5倍)している。

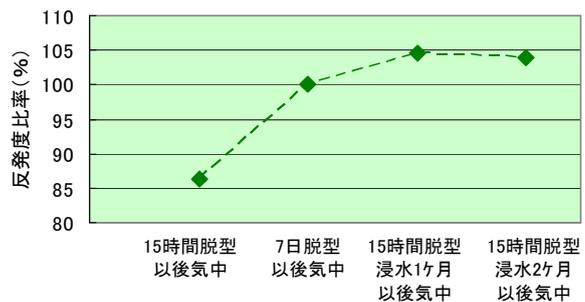


図-4 テストハンマー反発度

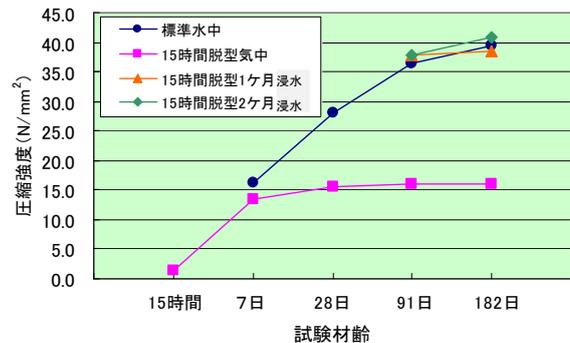


図-5 材齢と圧縮強度(円柱供試体)

3. トンネル構造物での適用について

3.1 システム構成

トンネルの覆工コンクリートは、打込み後15~20時間程度の早期に脱型される。そのため、脱型後の覆工コンクリート表面は急激に乾燥し、セメントの水和反応の十分な進行が妨げられている。

覆工コンクリート表面に給水を行い、水膜を形成させることが、覆工コンクリートの品質向上に有効である。トンネルに本システムを適用する場合の構成を図-6 に示す。基本的には図-1 で示したものと同様であるが、トンネル工事の特殊性を考慮し以下の対策を行っている。

- ・ 天端から供給される養生水は覆工左右両脚部

へ流下する。養生水回収のため両脚部に一定間隔で吸引口を設ける。

- ・ 浸水養生シート落下防止対策として、塩ビパイプを用いたマルチフレームを設置する。なお、本フレームには給水チューブを固定するための支持材としても利用する。
- ・ 浸水養生シートの展張に際しては、トンネル通行車両に影響を与えないよう専用の浸水養生シート展張台車を利用する。

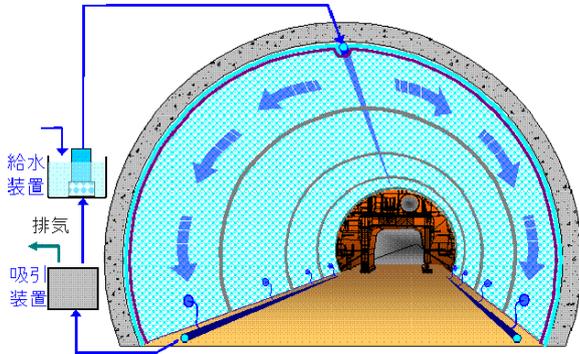


図-6 トンネルでの浸水養生システム構成

3.2 浸水養生シート展張台車

道路2車線断面トンネルの浸水養生シート展張台車は、トンネル工事で一般的に使用されている防水シート台車に袋体による養生シート押付け機能を追加する構造とした。

浸水養生シート及び給水チューブを台車上に広げ、展張台車上の袋体により壁面へ押し付け、マルチフレームにて仮固定する。所定のピッチ(2m程度)で浸水養生シートを仮固定した後、各部材の設置を行い、ジャッキアップにより本締め固定する。台車を移動し、同様の作業を繰り返すことで浸水養生シートを展張する。

図-7 に浸水養生シート展張台車の配置図を、図-8 に浸水養生シート展張台車の概要図を、写真-3 に台車のA部およびB部の詳細設備を示す。

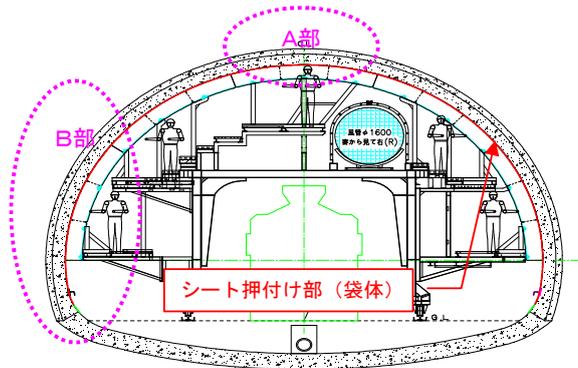


図-8 浸水養生シート展張台車概要図

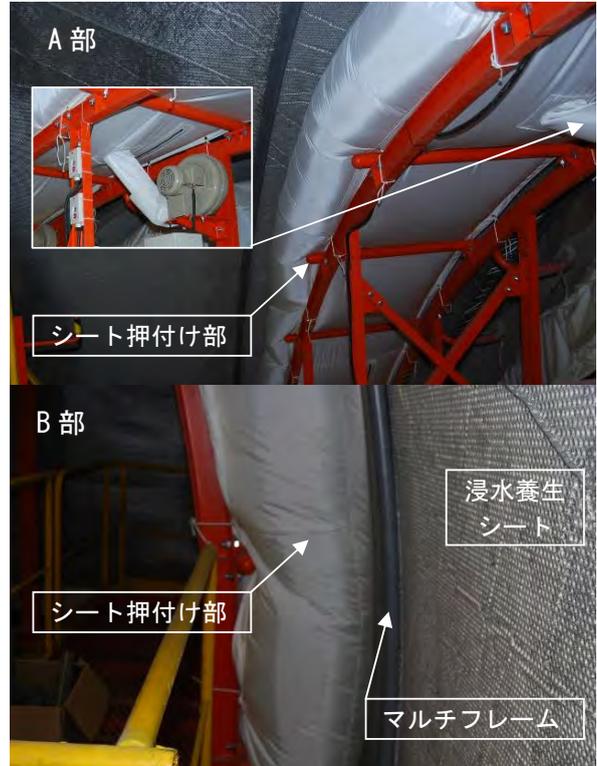


写真-5 展張台車各部詳細

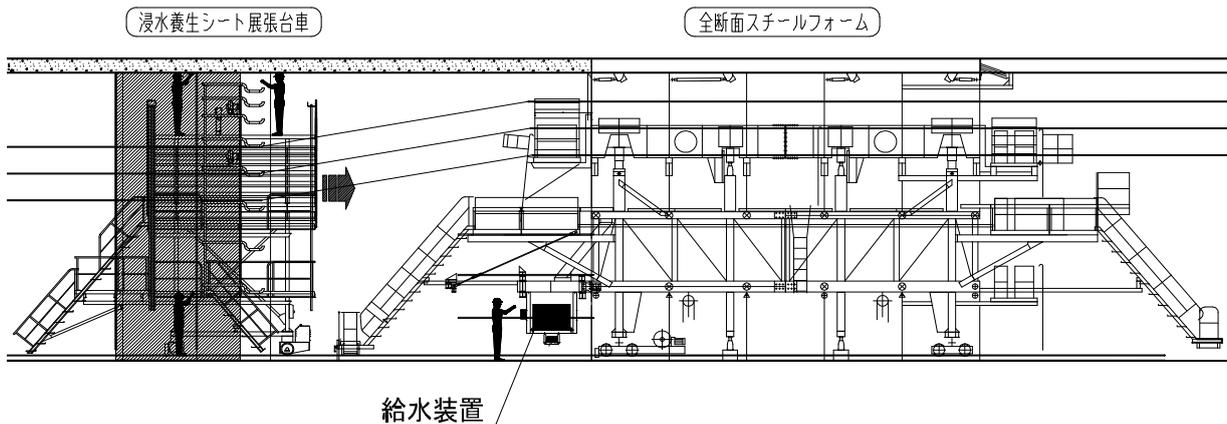


図-7 浸水養生シート展張台車配置

3.3 道路2車線断面トンネルでの適用事例

写真-6 にトンネルでの水膜形成状況を、写真-7

に浸水養生シート展張完了状況を示す。1スパンの養生面積は約 250m²であり、左右に設置した2台のファンにて吸引を行った結果、給水開始後30分程度で水膜が形成された。これにより、道路2車線断面トンネルにおいても十分な浸水養生ができたと判断している。



写真-6 トンネルでの水膜形成状況



写真-7 浸水養生シート展張完了状況

4. 明り構造物での適用について

浸水養生システムは、覆工コンクリート以外にもあらゆる構造物に適用することができる。

明り構造物では、フォームタイ等を利用し、浸水養生シートを仮固定する。下端部に設けた吸引口に吸引機を接続し、シート内を吸引する。そして浸水養生シートが壁面に密着したことを確認した後、給水を開始する。なお、必要に応じて浸水養生シートの落下および飛散防止対策を、テープや仮設材等を利用して行う。

これまでの養生状況例を写真-8に示す。



写真-8 浄水場工事の例

5. おわりに

社会資本のライフサイクルコスト縮減に取り組む中で、コンクリート構造物の長寿命化は重要課題である。

浸水養生システムは、あらゆる構造物の壁面でコンクリート表面に均一な水膜を形成させることができるため、コンクリートの品質向上・長寿命化には最適な養生方法のひとつであるといえる。

トンネル現場での覆工コンクリートは、設備の盛替と打設を日々行う。本システムの展張作業時間は、工事の進捗に大きな影響を与える要素でもある。

今後は適用現場を増やしていきながら、実施工で得られた各種データを整理し、本システムの性能向上と施工性向上のため、更なる改良を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書【施工編】，pp.126～129, 2007
- 2) 古川幸則・白井孝昌：アクアカーテンを用いた覆工コンクリート養生について，2011トンネル技術研究発表会論文集，pp.83～92, 2011
- 3) 古川幸則：コンクリート壁面で水中養生を再現できる浸水養生システム [アクアカーテン]，土地改良，271号，pp.52～54, 2010
- 4) 古川幸則・塩崎修男・白井孝昌：シート吸引方式による覆工コンクリート養生システムの開発，土木学会第65回年次学術講演会論文集，pp33～34, 2010