

排水湿潤連続養生を適用した覆工コンクリートの長期材齢における品質向上効果

大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○臼井 達哉
大成建設 九州支店 正会員 鈴木 修 大成建設 東北支店 正会員 森島 伸吾

1. はじめに

著者らは、これまでに壁高欄や壁部材を対象として打込み直後の余剰水の排出と湿潤養生を連続で実施する排水湿潤連続養生を適用し、耐久性向上効果を確認してきた。加えて、トンネル工事において、凍結抑制剤のタイヤによる引きずり、巻上げによる凍害や塩害などの複合劣化に対する耐久性向上対策として覆工コンクリートの SL 下部、トンネル坑口壁面に排水湿潤養生を適用し、材齢初期における品質向上効果を確認している¹⁾。本稿では覆工コンクリートの SL 下部において材齢3年の品質向上効果を非破壊試験にて確認し、長期材齢における品質向上効果を検証した。

2. 覆工コンクリート用の型枠構造¹⁾と排水湿潤連続養生の適用

一般に山岳トンネルの覆工コンクリートは2日に1回のサイクルでコンクリートの打ち込みを行う。そのサイクルを維持するため、材齢12-20時間程度で覆工コンクリート用の移動式型枠(以降、セントル型枠と記載)を脱型し、次のブロックの打ち込みのために移動させ、組み立てを行う。以上のような施工サイクルとなることから、セントル型枠の一部を完全に排水湿潤連続養生用の透水板兼せき板、透水性シートに置き換えて固定してしまうと、脱型をせずに湿潤養生を行うことができなくなる。このことから、透水板、透水性シートをセントル型枠から切り離すことができる構造とし、セントル型枠が移動後も透水板、透水性シートを残置できる型枠構造を考えた。考案した覆工コンクリートにおける排水湿潤連続養生用の型枠構造を図-1に示す。まず、SL下部のセントル型枠の一部を内空間側にセットバックさせる。その後、セットバックすることでできた空間に透水板、透水性シート等が一体となったユニットを設置する構造とした。そうすることでセントル型枠を移動後は排水湿潤連続養生用の型枠ユニットを残置することができ、湿潤養生を脱型せずに連続して実施できるものである。

起点側坑口から約30m、終点側坑口から約20mの区間についてSL下部の覆工コンクリートに排水湿潤連続養生を適用した。排水湿潤連続用の型枠ユニットをセントル型枠の内側に設置し、コンクリートの打ち込みを行い、材齢1日まで余剰水の排出を行った。コンクリートの配合は、21-15-25BB, W/C53.2%のレディーミクストコンクリートである。余剰水の排出量は、2.59kg/m²であった。コンクリート打ち込み翌日に、排水湿潤連続養生用型枠ユニットを残置する形で、セントル型枠のみを脱型し、次の施工ブロックに移動した。残置した排水湿潤連続養生用の型枠の上部に水を供給し材齢7日まで湿潤養生を行った。SLより上部の面は、保水養生テープを用いて材齢28日まで封かん養生を行った。

3. 長期材齢における品質向上効果の検証

これまでに材齢6週において品質向上効果を確認している¹⁾。本稿では、材齢3年における品質向上効果を確認するために非破壊試験として、リバウンドハンマーの反発度(JIS A 1155)、トレント式表層透気係数、表面吸水速度²⁾を測定した。コンクリートの含水率(T社, CMEXII)をあわせて測定した。表層透気係数は各測定位置で3点、表面吸水速度は2点測定し、その平均値を測定結果とした。測定位置は、測定対象ブロック12mの中央、ブロック中央から坑内側4m、ブロック中央から坑口側4mの3箇所とし、SL下部の排水湿潤連続養生部とSL上部セントル型枠部にて行った。

リバウンドハンマーの反発

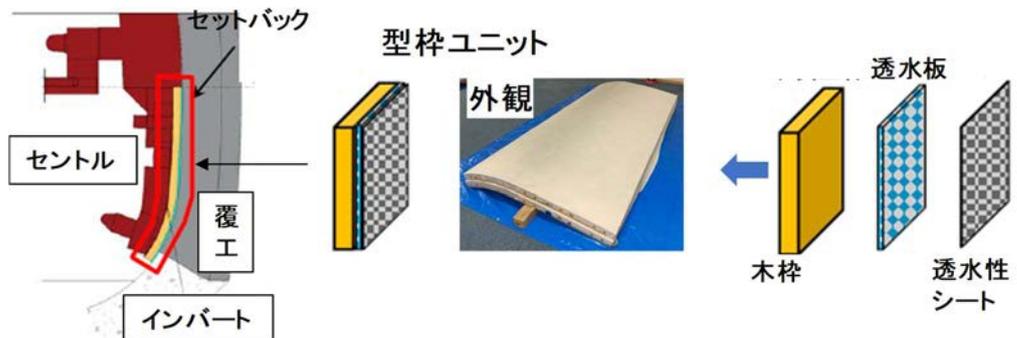


図-1 覆工コンクリートにおける排水湿潤連続養生用の型枠構造

キーワード 養生, 透水型枠, 覆工コンクリート, 表層透気係数, 表面吸水速度

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設 技術センター TEL045-814-7228

度の計測結果を図-2 に示す。排水湿潤連続養生における反発度は、材齢6週では約1.2倍、材齢3年では約1.1-1.2倍大きな値を示しており、表層部分の硬度(強度)が向上していることが確認できた。表層透気係数の計測結果を図-3 に示す。排水湿潤連続養生における表層透気係数は、セトル型枠部と比較して材齢6週では、1/100以下、材齢3年では、1/20以下となっている。排水湿潤連続養生部では、材齢の経過とともに透気係数が増加しているが、セトル型枠部は、逆に表層透気係数が低下している。その要因としてコンクリートの含水率(表-1)に着目すると、セトル型枠部の材齢3年のコンクリートの含水率が6.0%程度と測定時の含水率の上限³⁾5.5%を超えており、排水湿潤連続養生部よりも1.0%以上高い含水率となっていることがわかる。一般的には材齢の経過によるコンクリートの乾燥の進行により、表層透気係数が増加すると報告⁴⁾されているが、セトル型枠部では、コンクリートの含水率が高いため材齢3年における表層透気係数が低下したと考えられる。しかしながら、同じ環境条件でも排水湿潤連続養生部では含水率が、セトル型枠部ほど高い値とはなっていない。これは、排水湿潤連続養生部では後述する表面吸水速度が非常に小さいことから明らかなように養生効果によって表層が緻密化しているため、表面からの吸水が小さいためである。同じ環境条件でも表層品質によって含水率が異なり、緻密なものほど含水率が低くなり、見かけ上透気係数の差が小さくなる可能性が示された。長期材齢における計測を行う場合には含水率に留意が必要であり、計測結果の中には表層透気係数の値以上の差が潜在している場合があることも考えられる。表面吸水速度の計測結果を図-4 に示す。排水湿潤連続養生における表面吸水速度は、セトル型枠と比べ材齢6週では1/6以下、材齢3年では1/20以下であり、長期材齢においても品質向上効果が保たれていることが確認された。また、セトル型枠部における測定結果が含水率により大きく変動していないことから、表面吸水速度の方が表層透気係数よりも含水率の影響を受けにくい結果であると推察される。

4. まとめ

本研究では、排水湿潤連続養生を適用した覆工コンクリートのSL下部において材齢3年の品質向上効果を確認した。いずれの非破壊試験の測定結果においても排水湿潤連続養生の高い品質向上効果が持続していることを確認した。

参考文献

- 1) 白井達哉ら:排水湿潤連続養生を適用した覆工コンクリートの品質向上効果,コンクリート工学テクニカルレポート,土木学会 全国大会 第73回年次学術講演会 V-068, 2018.9
- 2) 国土交通省 東北地方整備局:コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編), 2015.5
- 3) 林和彦ら:表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究,土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造), Vol.69, No.1, pp82-97, 2013
- 4) 蔵重勲ら:透気係数の含水依存性を考慮したコンクリート表層品質の非破壊評価法の一提案,セメント・コンクリート論文集, No.65, pp225-232, 2011

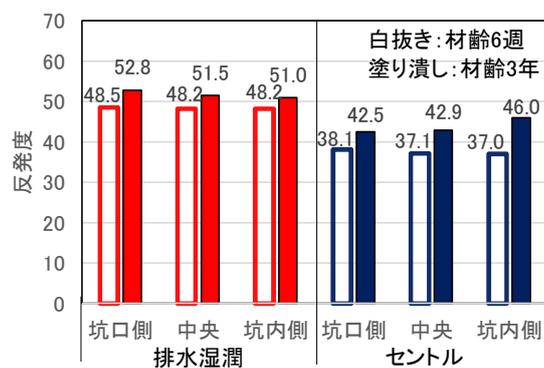


図-2 リバウンドハンマーの反発度

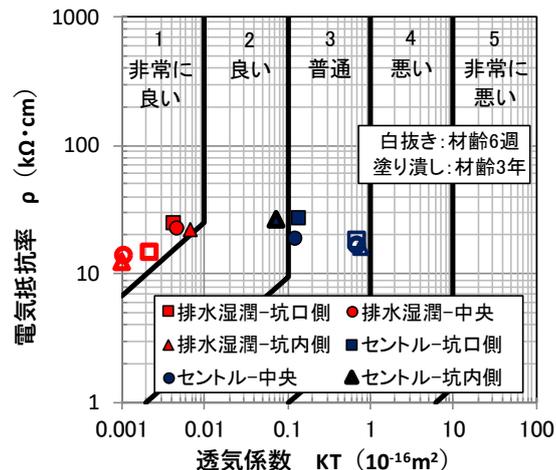


図-3 表層透気係数

表-1 覆工コンクリートの含水率

測定位置	排水湿潤		セトル(封かん28日)	
	材齢6週	材齢3年	材齢6週	材齢3年
坑口側	4.4	4.7	5.1	5.9
中央	4.4	4.7	4.7	6.1
坑内側	4.2	4.8	4.7	6.1

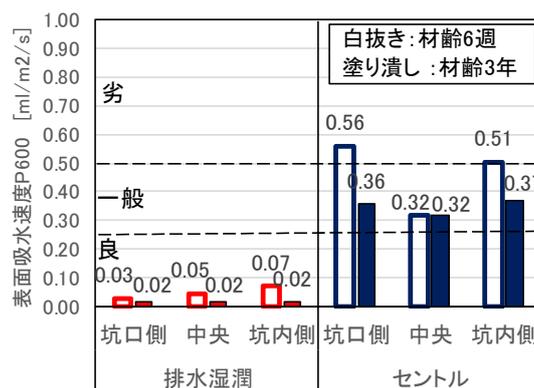


図-4 表面吸水速度