

初期養生方法と養生後の環境変化が乾燥収縮に与える影響

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○井ノ口 公寛
 芝浦工業大学(現・五洋建設(株)) 佐藤 健太郎
 佐藤工業(株) 正会員 歌川 紀之
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

従来トンネルの覆工コンクリート打設では、工期短縮によるコスト削減のため、打設翌日に脱型されることが多く、坑内湿度は一定で湿度が高いことから、湿潤養生はされていなかった。しかし、トンネル貫通前には、坑内湿度の急激な低下や風の吹き抜けなどの環境変化によるひび割れが生じると考えられている。そのため、養生方法と養生後の環境変化をパラメータとした乾燥収縮量とコンクリート内部の湿度を試験体で、トンネル貫通前後の環境変化が乾燥収縮に与える影響を実構造物で測定し、比較検討を行った。

2. 実験概要

2.1 養生方法と環境条件

実験に用いた角柱試験体(10×10×40cm)は、W/C を55%, W=172kg/m³とした。初期養生方法は水中(W),気中(D),散水(wet),封緘(S)の4種、環境条件は、乾湿繰り返し(WD)と実験室暴露(D)の2種とした。各々の条件は図-1に示す。封緘養生以外は18時間後に脱型した。セメントはNとBBを使用した。乾湿繰り返しの周期は、湿潤期間を3日間、乾燥期間を4日間とした。湿潤期間では供試体を水中養生し、乾燥期間では供試体を22±2℃, 40±5%の管理した部屋で乾燥させた。乾湿繰り返し行った供試体は、材齢57日以降は連続乾燥を行った。

2.2 測定方法

本研究での測定項目は、乾燥収縮量、質量、コンクリート内部の湿度とした。測定周期は、養生期間1, 3, 5, 7日で測定を実施し、環境変化後では環境変化前後に測定を実施した。

乾燥収縮試験では、JIS A 1129のコンタクトゲージ法に準拠して行った。コンクリート内部湿度の測定は、打設時に供試体の中心にアクリルパイプを差し込み、常時キャップの取り外しを可能にし、温湿度を測定で

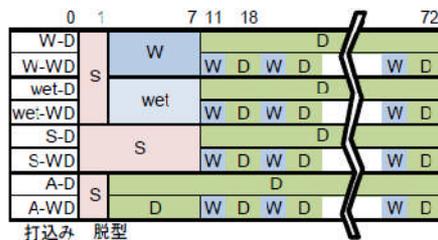


図-1 養生条件と環境条件

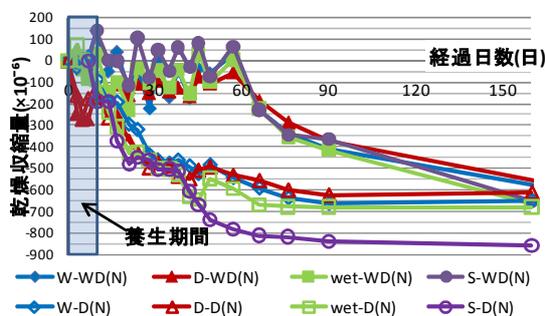


図-2 乾燥収縮試験結果 (N)

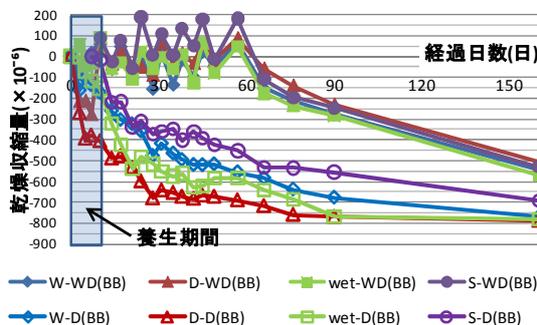


図-3 乾燥試験結果 (BB)

きるセンサが出し入れできるようにした。

3. 実験結果

3.1 乾燥収縮試験結果

養生方法と養生後の環境変化が乾燥収縮に与える影響を調査した結果を図-2, 3に示す。乾湿繰り返し、暴露環境下においても、養生期間中は、初期養生方法によって差が生じた。そのため、初期に生じる乾燥収縮のひび割れには養生が重要であると考えられる。長期的に考えると、養生方法、セメントの種類、養生後の環境変化が異なっても、終局の乾燥収縮量は同じところに収束していくことが確認できた。セメント種

類の比較では、乾湿繰り返し環境下において、BB では57日目からの連続乾燥後の収縮量が少なかった。それは、乾湿繰り返しにより、水分が再供給されることで、水和反応が再開し緻密化したことが原因だと考えられる。このことについては空隙の測定を行い、調査をする必要があると考えられる。よってBBの場合、長期間水分を供給し続けることで、急激な湿度低下が生じた場合でも乾燥収縮が大きく生じないことが示唆される。

3.2 乾燥収縮量とコンクリート内部の湿度の関係

乾燥収縮量とコンクリート内部の湿度の関係を図-4、5に示す。乾湿繰り返し、暴露環境下において、湿度が低下することで乾燥収縮量が増加しており、相関関係がみられる。よって、急激な環境変化が生じ湿度が低下した場合、想定以上に乾燥収縮が大きくなりひび割れにつながる可能性があると考えられる。

4. トンネル現場測定

4.1 測定概要

急激な湿度の低下が乾燥収縮に与える影響を実構造物において把握するため、トンネル貫通前後で測定を行った。乾燥収縮測定では、JIS A 1129のコンタクトゲージ法を使用し、トンネルの側壁中心部で、坑口からの距離が異なる3つのブロックを測定した。図-6に測定したブロックの位置関係を示す。また、同時に坑内の湿度も経時的に測定した。

4.2 測定結果

乾燥収縮の測定結果を図-6に示す。坑口付近では、外部の環境の変化を大きく受けていたため乾燥収縮量は、坑口に近づくにつれて増加していた。図-7に乾燥収縮量と湿度変化の関係を示す。湿度変化が大きくなるにつれて乾燥収縮量が増加しており、相関関係がみられた。3.2で行った実験と同様の結果が得られた。

5. まとめ

- 1) 初期養生期間中は養生方法によって乾燥収縮量に差がみられた。そのため、初期に生じるひび割れには養生が重要であると考えられる。
- 2) 初期の養生方法とその後の環境変化が異なっても終局の乾燥収縮量は同じところに収束していくことが確認できた。セメント種類の比較では、BBでは長期間水分を供給することで、急激に湿度が低下しても、乾燥収縮が大きく生じないことが確認できた。
- 3) 乾燥収縮量とコンクリート内部湿度は相関性がみられ、実構造物での結果でも同様のことが確認できた。

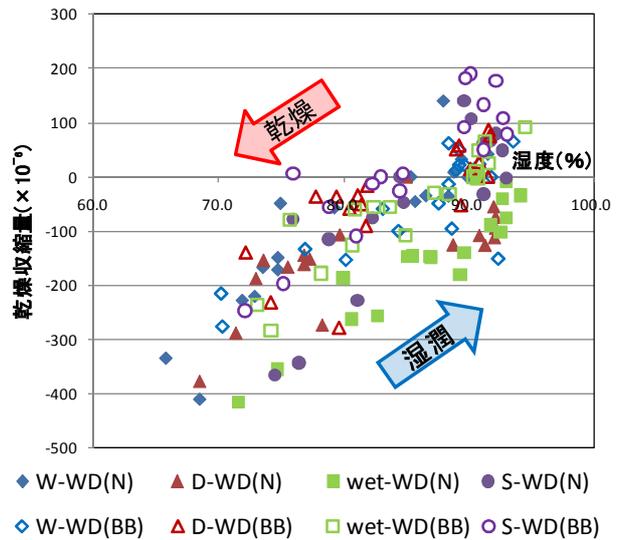


図-4 乾燥収縮量と湿度の関係(WD-環境下)

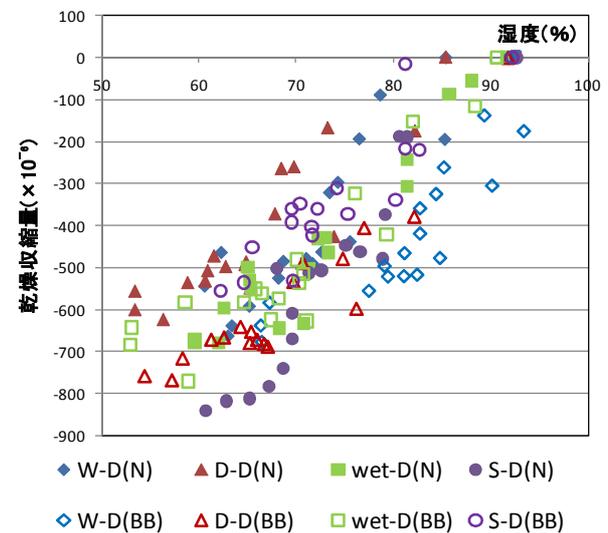


図-5 乾燥収縮量と湿度の関係(D-環境下)

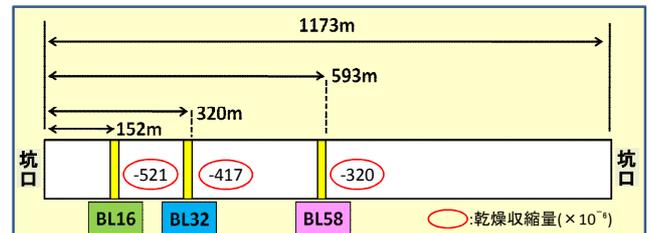


図-6 測定ブロック位置と乾燥収縮試験結果

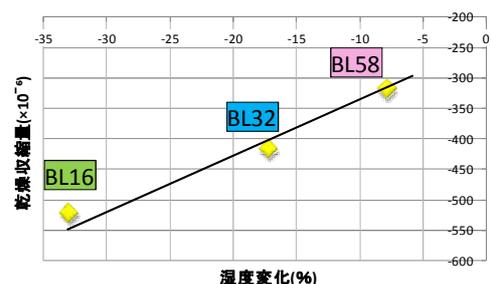


図-7 乾燥収縮量と湿度変化の関係