

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 学生会員 ○井ノ口 公寛
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 目的

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や、坑内温度は一定で湿度が高いことから、打設翌日に脱型されることが多く、湿潤養生はされていなかった。しかし、トンネル貫通前後の急激な環境変化によって、坑内の湿度が下がり、乾燥収縮の影響によってひび割れが生じると考えられている。つまり、急激な環境変化がある場合は、初期の養生が重要であると考えられる。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%, $W=172\text{kg/m}^3$,初期養生方法を水中養生(W),気中養生(D),散水養生(wet),封緘養生(S)とした。封緘養生以外は18時間後に脱型し、初期養生期間を7日間とし、封緘養生は7日間型枠を存置した。セメントはNとBBを使用した。

初期養生終了後、環境条件を乾湿繰り返し(WD)と実験室暴露(D)の2種類とし試験を行った。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 $22\pm 2^\circ\text{C}$, $40\pm 5\%$ の管理した部屋で乾燥させた。また、試験開始57日後に内部の空隙量を確認するために空隙試験を実施した。

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、水中

に入れる際、水が入らないよう常時キャップの取り外しを可能にし、温湿度を測定できるセンサが出し入れできるようにした。空隙試験では、まず供試体を 40°C の乾燥炉に入れ絶乾させた。その後、バットに供試体が漬かるように水を張り、真空試験層へ投入して脱気を行った。真空ポンプでの吸引時間を2時間とした。試験前後で供試体の質量を測定し、それを全空隙量として比較した。

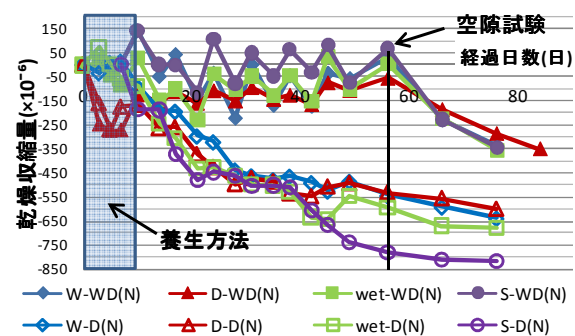


図-1 乾燥収縮試験結果 (N)

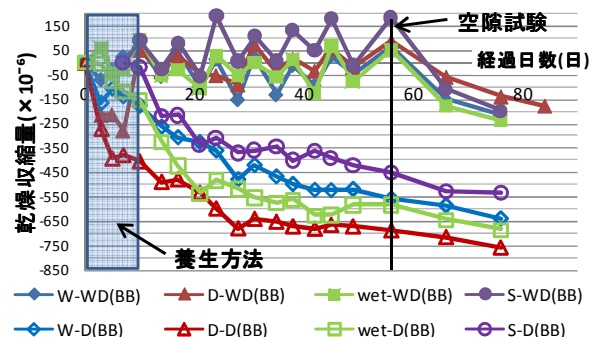


図-2 乾燥試験結果 (BB)

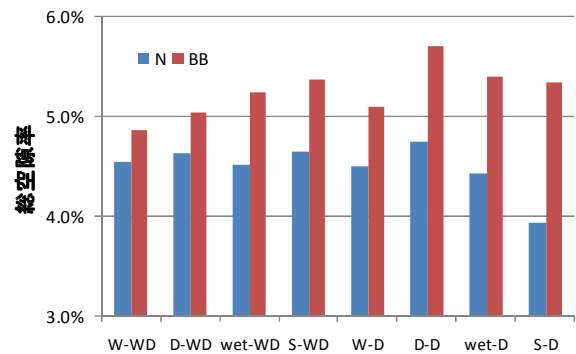


図-3 空隙試験結果

キーワード 初期養生 乾燥収縮 コンクリートの内部湿度

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL 03-5859-8356 E-mail h06012@shibaura-it.ac.jp

3.実験結果

3.1 乾燥収縮試験結果

養生方法と乾燥収縮試験の結果を図-1.2 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が、環境変化後は、ほとんど差がみられなかった。また、気中養生では、収縮に寄与する内部の水分が脱型直後からの乾燥によって急激になくなったこと、水中養生では緻密化することで内部の水分がぬげにくくなったことから、収縮量が同じになったと考えられる。乾湿繰り返し、暴露環境下においても N と BB は同じ傾向を示していたが、暴露環境下の BB では初期養生方法によって収縮量に差がみられた。57 日目以降の連続乾燥後、乾湿繰り返しの供試体では、初期養生方法によって乾燥収縮量に差がみられなかった。それは、乾湿繰り返しにより、水分が供給されることで、水和が進行し、緻密化したからだと考えられる。57 日目に行った空隙試験の結果を図-3 に示す。暴露環境下では、初期養生を行った供試体の空隙量が養生を行っていない供試体より減少したことから緻密化していることが確認できた。

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 に示す。湿度が低下することで収縮しており、相関関係がみられる。気中養生においては乾燥のため他の養生方法より湿度が低いところで収縮していた。セメント種類の比較では、BB のほうが湿度変化に敏感であり、急激な環境変化の場合、収縮量が大きくなると考えられる。よって、図-1.2 より暴露環境下で、N より BB の乾燥収縮量が大きいのは湿度の影響を大きく受けたと考えられる。

次に、乾燥収縮量と質量変化の関係を図-5 に示す。初期養生方法が異なっても乾湿繰り返しをすることで水分が供給され、収縮、質量ともに一定の値で反復する傾向がみられた。暴露環境下では、初期養生方法が異なっても収縮、質量ともに同じ割合で減少することが確認できた。また、乾湿繰り返しを行った気中養生を連続乾燥させても、暴露環境下で初期養生を行った供試体と同じ挙動を示していた。乾湿繰り返し環境下で気中養生は質量の減少に対して、収縮量は小さいが、他の養生方法では収縮量が大きいことが確認できる。図-3 より、乾湿繰り返し環境下で全空隙量は養生方法によらず一定なので、乾燥収縮に寄与している空隙径の量が異なっていると考えられるため、今後検証が必要である。

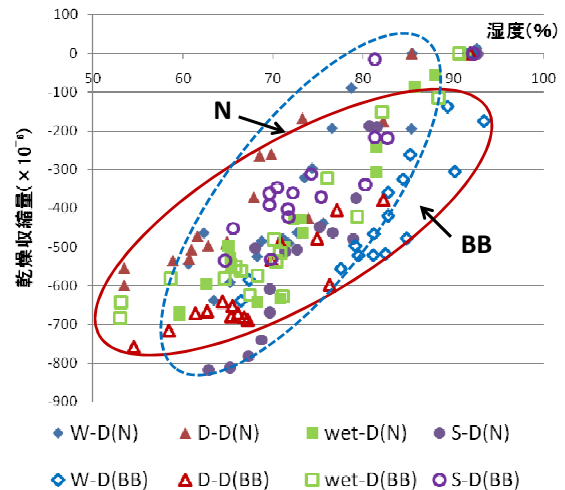


図-4 乾燥収縮量と湿度の関係

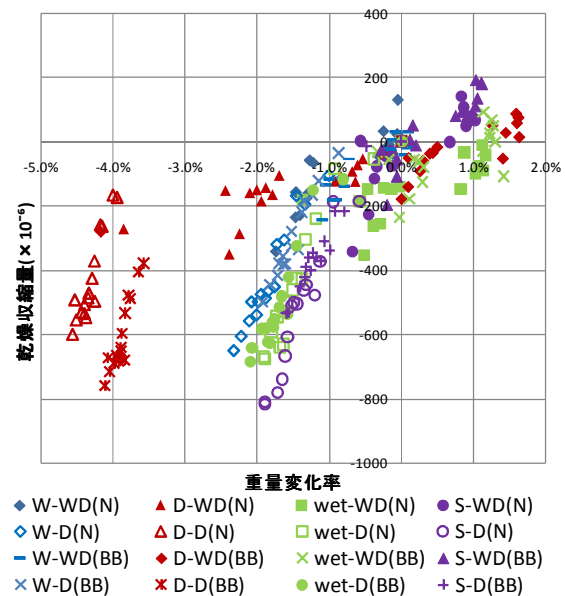


図-5 乾燥収縮量と質量変化の関係

4.まとめ

- 1)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に差はみられなかった。
- 2)乾燥収縮量と湿度は相関性がみられ、N より BB のほうが湿度変化に敏感であることが分かった。
- 3)乾燥収縮量と質量変化率はセメント種類、初期養生方法、その後の環境変化が異なっても同じ挙動を示すことが分かり、乾燥収縮量、質量の増減では一定の関係があることが分かった。

参考文献

郭度連, 國府勝郎, 宇治公隆, 上野敦: コンクリートの乾燥収縮に及ぼす水セメント比および養生条件の影響, コンクリート工学年次論文集 Vol. 25, No1, 2003