

初期養生条件がコンクリートの表層劣化に及ぼす影響

東京理科大学
西松建設(株)
東京理科大学

学生員
正会員
学生員

○三田 勝也
佐藤 幸三
鈴木 佑典

東京理科大学
東京理科大学
東京理科大学

正会員
学生員
正会員

辻 正哲
長谷 篤
佐藤 幸恵

1 はじめに

コンクリートの表層劣化の一つに塩類劣化がある。塩類劣化は、コンクリート中に吸収された水中に含まれる塩類が乾燥時に結晶圧を生じる事から、湿潤乾燥の繰返しに伴い微細なひび割れが進展し、コンクリートの表層に劣化が生じる現象である。そのため、コンクリートに対しても塩類劣化が生じるといわれてきたが、現在までこうした方面の研究はほとんど行われていない。

一方、養生の影響は、コンクリート内部よりも表層部の品質に大きな影響を及ぼすと考えられる。また、表層劣化は、コンクリートの表層部の品質に大きく左右されると考えられる。そのため、養生条件は、コンクリートの表層劣化に大きな影響を及ぼす可能性がある。

コンクリートの脱型時期として、コンクリート標準示方書〔施工編〕によると、必要なコンクリート圧縮強度の参考値として、柱、壁、梁の側面に対し5N/mm²と規定されている。また、湿潤養生期間に関しても、日平均気温が15℃以上で普通ポルトランドセメントを用いた場合の標準値として、5日を規定している。現在セメントの強度発現が早くなっているため、早期の脱型が可能となっている。しかし、強度が規定を満たしていても、その後の水和反応が保証されるとは限らないため、以前に比べ脱型後の養生の重要性が増していると考えられる。

本研究では、施工上の都合から初期養生が困難となりがちなトンネルの2次覆工コンクリートを想定し、初期養生条件が塩類による表層劣化に及ぼす影

響について検討した。実験では、トンネルにおいて型枠の転用サイクルの関係から脱型後の養生に使用しているトンネルバルーンに用いられている特殊ナイロンタフタを用いた養生効果と脱型時期を遅らせるという封かん養生の効果を、気中養生の場合と比較した。なお、トンネルバルーン養生とは、風船のように膨らませたトンネルバルーンを、脱型直後のコンクリート表面に密着させることで、温湿度の両面での養生効果を期待したものである。

2 実験概要

2.1 示方配合および使用材料

コンクリートの示方配合は、表-1に示す通りである。使用材料は、普通ポルトランドセメント（密度3.16 g/cm³）、鬼怒川産川砂（密度2.58g/cm³、粗粒率2.58）、山梨産砕石（密度2.72 g/cm³）である。混和剤には、AE減水剤を用いた。

2.2 供試体の作製および養生方法

供試体の形状は、150×300×600mm（B×W×H）の角柱であり、2層に分けて打込み内部振動機による締固めを行った。封かん養生を続けるものを除き、材齢24時間で測定面となる1側面（150×300mm）のみの型枠取りはずした。養生方法は、測定面を気中にさらしたままの気中養生、所定の材齢まで測定面にトンネルバルーンを密着させたバルーン養生、所定の材齢まで測定面の脱型を行なわない封かん養生の3通りとした。なお、トンネル覆工を想定したため、脱型する測定面以外は、試験開始材齢直前まで脱型せず、断熱材を用いて保温を継続した。

表-1 示方配合

最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad
20	15 ± 2.5	4.5 ± 1.5	55.3	38.4	151	273	713	1198	5.46

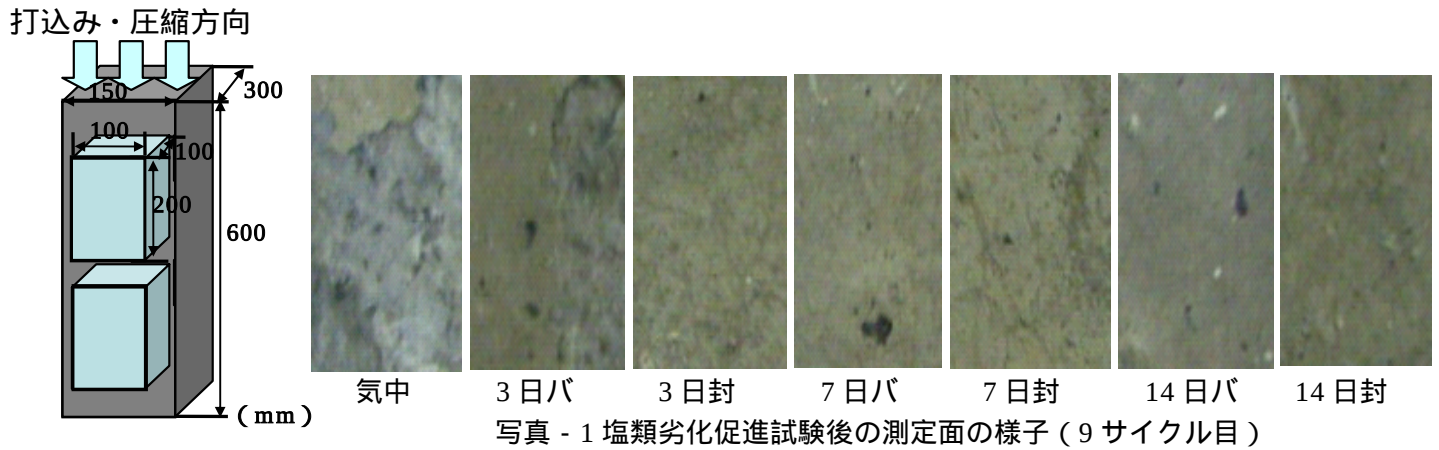


図 - 1 圧縮強度用供試体

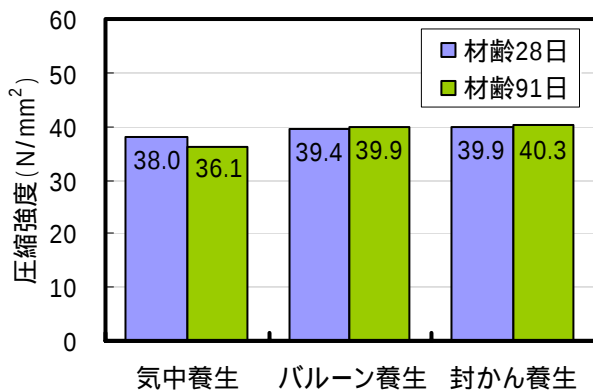


図 - 2 圧縮強度試験結果

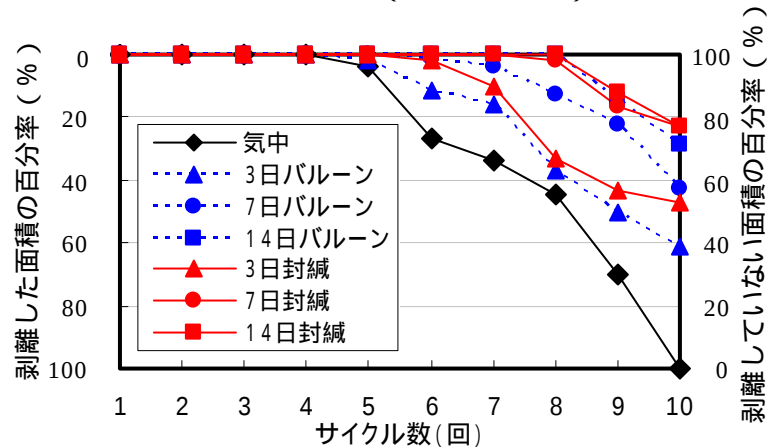


図 - 3 塩類劣化による剥離面積

2.3 試験方法

2.3.1 圧縮強度試験

圧縮強度は、材齢 28、91 日で全ての型枠を脱型し、図 - 1 のように 100×100×200mm の角柱供試体を切り出し、打込み方向に载荷し求めた。

2.3.2 塩類劣化促進試験

試験開始材齢 28 日において全ての面を脱型した供試体全体を飽和硫酸ナトリウム水溶液中に 48 時間浸漬した後、100～110 の温度で 24 時間乾燥させた。この乾湿繰返し操作を 1 サイクルとした繰返し試験により塩類劣化を促進した。1 サイクルごとに、養生方法を変化させた測定面の剥離面積を測定した。なお、測定に当たっては、隅角部の影響を減じるため、測定面の上下左右 5cm は測定範囲から除外した。

3 実験結果および考察

図 - 2 は、材齢 14 日までバルーン養生あるいは封かん養生を行った場合の圧縮強度を、気中養生の場合と比較したものである。気中養生の方が若干低い強度を示しているが、養生方法の違いによる明確な差は現れていない。

図 - 3 は塩類劣化促進試験結果を示したものである。繰返しサイクルが小さい範囲においては、剥落

は見られなかったものの、繰返しサイクルとともに乾燥収縮ひび割れに良く似たひび割れが進展した。特に、気中養生の場合には、ひび割れの進展が速く、5 サイクル目から剥落が生じ、10 サイクル目で測定面の全てが剥落した。バルーン養生および封かん養生の場合には、それらの養生期間が長くなるほど、ひび割れの進展も遅くなり、剥落も小さくなる傾向にあった。

写真 - 1 は、気中養生で全面剥離する直前の 9 サイクル目の測定面の写真である。この様な厳しい劣化作用を受ける場合、バルーン養生および封かん養生の効果は材齢 3 日でも認められるものの、かなりの劣化が発生していると確認された。バルーン養生および封かん養生を行なった場合、養生期間が増すほど養生効果は大きくなるが、実用上 7 日間の養生でもかなりの効果が期待できると考えられる。

4 まとめ

今回のコンクリートの表層劣化に関する実験結果より、トンネルバルーン工法などの封かん養生に近い養生を材齢 7 日程度まで行うことの重要性が明らかになった。