

初期養生条件の違いがモルタルの強度発現に及ぼす影響

明石工業高等専門学校 正会員 ○武田 字浦

南澤 幹人

テクノプロ株式会社

佐土原 大輔

1. 目的

トンネル覆工コンクリートは、季節により脱型時のコンクリート強度発現が異なることから、その後の品質に影響を及ぼすことがある。本研究では、冬季におけるトンネル覆工コンクリートの養生温度と脱型時期の管理のために、初期養生条件の違いがモルタルの圧縮強さおよび透気係数に与える影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

表1に養生条件、配合およびモルタルのフレッシュ性状を示す。モルタルの配合は、水セメント比0.5、セメント細骨材比1:3と設定した。セメントには、普通ポルトランドセメント（以下、N）と高炉セメントB種（以下、BB）を用いた。モルタルの練上がり温度は、冬季を想定し、10°Cに調整した。型枠への打ち込み後、脱型までの養生条件は、気中養生（20°C）、加温養生（40、50、60°C）の4水準とし、脱型後は、気中養生した供試体は脱型後20°Cの水中もしくは気中養生、加温養生した供試体は20°Cの気中養生とした。供試体は、材齢16時間および40時間で脱型し、材齢16、40時間、7、28、91日で強さ試験、材齢7、28、91日で透気試験を行った。

3. 実験結果

図1に脱型時期の違いによる圧縮強さの変化を示す。いずれのセメントを使用した場合においても、材齢の進行に伴い、強度の増加が確認できた。また、材齢40時間の圧縮強度を比較すると、16時間で脱型した供試体より、40時間で脱型した供試体の方が大きい。これは、弱材齢時に脱型することによって作用する外力の有無、型枠があることでより長期間冷気や乾燥から保護されることが挙げられる。また、加温養生では、加温による効果を、より長く受けることが強度発現につながると考えられる。このため、工期を工夫し脱型時期を調整できれば、覆工コンクリートの品質向上につながれると推察できる。材齢16および40時間における圧縮強さは、加温養生した場合の方が水中・気中養生よりも大きいことが確認できる。このことから、加温養生には弱材齢時の圧縮強さを確保する効果があるといえ、冬季の施工に向いていると考えられる。

図2に、材齢28日での圧縮強さの比較を示す。20°C水中養生と加温養生を比較すると、Nでは水中養生し

表1 養生条件、配合およびモルタルのフレッシュ性状

配合名	使用セメント	養生温度 (°C)	養生環境	単位質量 (kg/m ³)			練混ぜ水温 (°C)	練上がり水温 (°C)	フロー
				W	C	S			
N-20-W	N	20	水中	251	503	1509	22	22	149
N-20-A			気中				25	25.3	117
N-40-A		40	気中				2.5	10.5	158
N-50-A		50	気中				2.5	10.1	154(145)
N-60-A		60	気中				2.5	10.1	149
BB-20-W	BB	20	水中	250	500	1499	21	21	153
BB-20-A			気中				20	22	155
BB-40-A		40	気中				2.5	10.7	154
BB-50-A		50	気中				2.5	11.8	146
BB-60-A		60	気中				2.5	10	151

キーワード 加温養生、初期強度、透気係数、トンネル覆工コンクリート、

連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校 TEL078-946-6176

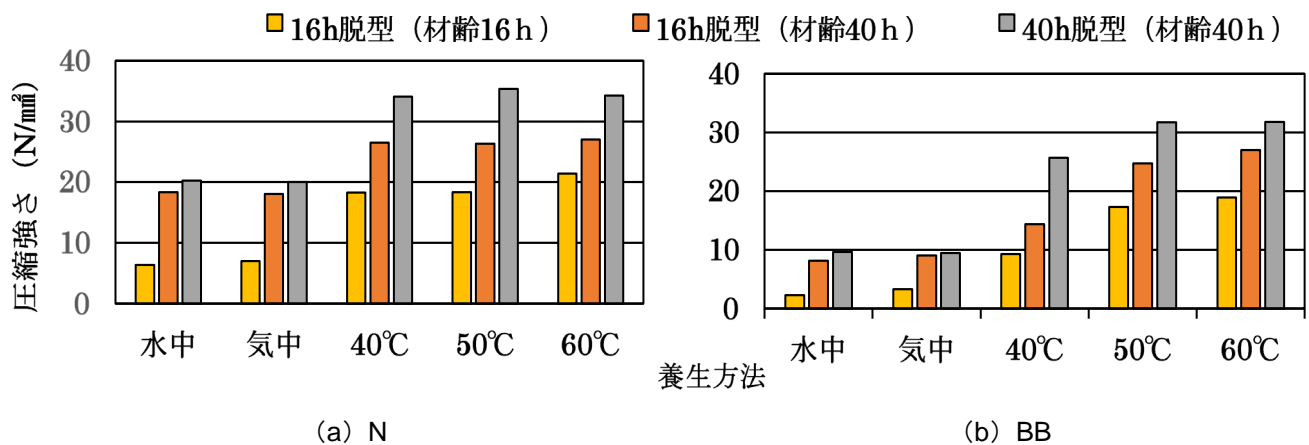


図1 脱型時期の違いによる圧縮強さの違い

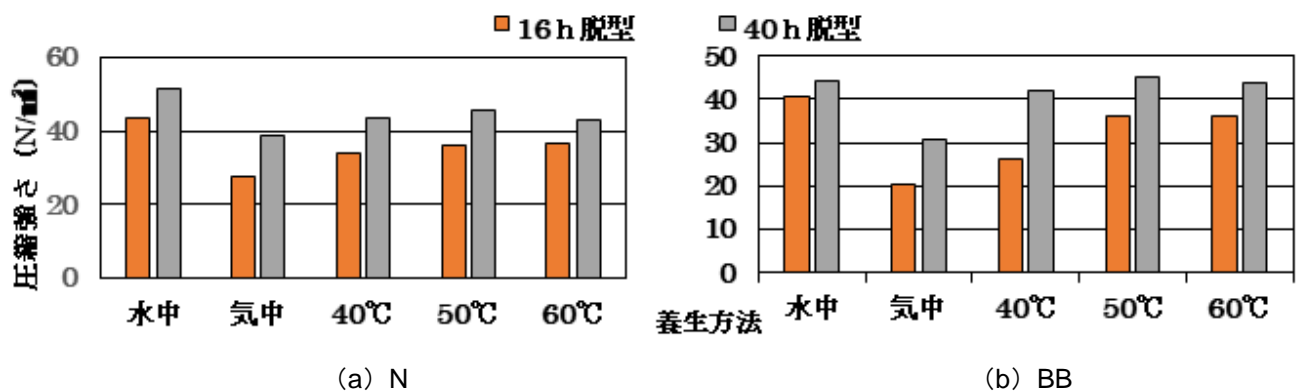


図2 材齢28日の圧縮強さ

たものより加温養生した供試体の圧縮強さが小さく、BBでは40時間で脱型した場合においてはほぼ同程度となった。加温養生をする場合、50°Cで加温養生することで、28日の強度が確保しやすいことが分かった。20°C水中養生した供試体と比較すると、強度が低下する傾向が大きい、BBを用い50°Cの加温養生することで、強度確保できる可能性が高いことが示唆された。

図3に材齢28日での圧縮強さと透気係数の関係を示す。図より水中養生を行った供試体の透気係数(図中の青色の点)は気中養生(黄色の点)と加温養生(赤色の点)より小さい傾向にあることがわかる。また、加温養生を行った供試体は、圧縮強さが概ね30~45 N/mm²であり、透気係数も1.0×10⁻⁸ (cm/s)以下に収まった。また、気中養生を行った供試体は透気係数にばらつきが大きいことが確認できる。加温養生をした場合の透気係数と既報告¹⁾を参考に物質移動抵抗性を評価すると、中性化速度係数は普通ポルトランドセメントで約0.5mm/√年、高炉セメントB種で約1.5mm/√年、見掛けの塩化物イオン拡散係数は普通ポルトランドセメントで約5cm²/年、高炉セメントB種で約2cm²/年となり、十分な耐久性を有する覆工コンクリートの施工につながると期待できる。

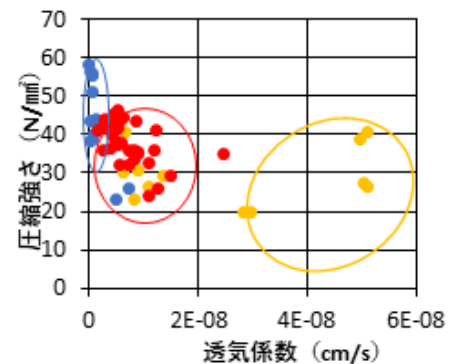


図3 圧縮強さと透気係数の関係

4. 結論

以上のこのことから、50°Cで加温養生し、材齢40hで脱型することで、トンネル覆工コンクリートの品質確保と耐久性向上が期待できることが明らかとなった。

【参考文献】1) 林亮太ら:透気係数による各種コンクリートの物質移動抵抗性評価方法に関する基礎的研究コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.745-750, 2013