

V-262

養生温度と早期脱型がモルタルの初期強度に及ぼす影響

群馬大学工学部 正会員 池田 正志
 同 上 正会員 橋本 親典
 同 上 正会員 辻 幸和
 同 上 正会員 杉山 隆文

1. はじめに

掘削と覆工の繰返しから構成されるトンネル工事では、覆工工程のコンクリート施工はトンネル工事全体において軽視されやすい。特に、脱型時にコンクリートが自立するだけの強度が発現していれば十分であるという考えと、工期短縮という経済性から、コンクリートの初期養生期間は非常に短くなっている。しかし、トンネル用コンクリートはその対象となるコンクリートが特殊な施工方法であるため、初期養生期間を著しく短くした場合の強度発現特性には不明な点が多い。

本研究では、トンネル用コンクリートの若材齢時強度特性の定量的把握を目的として、養生温度と脱型時間がモルタルの圧縮強度に与える影響について実験し、従来の積算温度の概念¹⁾を用いた強度特性評価方法の適用性について検討する。

2. 実験の概要

モルタルの配合は、代表的なトンネルの覆工コンクリートの配合を参考に、水セメント比を50%、AE減水剤の添加率をセメントとの質量比で0.23%、S/Cを2.5と一定にした。練混ぜには、万能かくはん機を用いた。なお、急結剤は取扱いが難しいため使用を控えた。

養生温度は、20、40、60℃の各温度に保てるように、養生水槽内に恒温調節器を設置した。

実験は、4グループに分けて行った。グループ別の養生条件と材齢を表-1に示す。グループ1では、打込み後、供試体をビニル袋に入れ、材齢3時間後（養生温度20℃では7時間後）ビニル袋から取り出して水中養生を行う。各材齢で養生水槽から取り出し、石こうでキャッピングを行った0.5時間後に脱型し、圧縮強度試験を行った。

グループ2および3では、養生温度を40℃、60℃とし、トンネル内の早期脱型を想定して材齢4時間後（グループ2）と6時間後（グループ3）に水槽から出して脱型する。その後、トンネル出口付近やトンネル坑内で通気性の高い施工現場を想定し、相対湿度を60%と一定に設定した恒温室内で気中養生を行い、グループ1と同様に圧縮試験を行った。グループ4では、養生温度を40℃、60℃とし、材齢4時間後に水槽から出して脱型する。その後、トンネル坑内の高温多湿状態の施工現場を想定

表-1 グループ別養生条件と材齢

グループ	養生温度	脱型時間	養生方法	脱型後の想定養生	圧縮強度試験材齢(h)
1	20℃	脱型なし	水中(袋内7時間)	なし	4, 6, 8, 10, 12
	40℃		水中(袋内3時間)		16, 20, 24, 48, 72
	60℃				
2	40℃	4時間	水中(袋内3時間) + 気中(湿度60%)	トンネル出口等の 通気性の高い現場	6, 8, 10, 12, 16
	60℃				20, 24, 48, 72
3	40℃	6時間	水中(袋内3時間) + 気中(湿度60%)	トンネル出口等の 通気性の高い現場	8, 10, 12, 16, 20
	60℃				24, 48, 72
4	40℃	4時間	水中(袋内4時間) + 気中(湿度100%)	多湿状態 (トンネル坑内)	6, 8, 10, 12, 16
	60℃				20, 24, 48, 72

し、恒温室内でビニール袋に入れて気中養生を行い、相対湿度を100%に近い養生状態を再現し、所定の材齢で圧縮試験を行った。

積算温度 M の算定式を次式に示す。

$$M = \sum (\theta + 10) \Delta t$$

θ : Δt 時間中のコンクリート温度 (°C)

Δt : 時間 (日または時)

3. 実験結果および考察

グループ1の養生条件が同一の場合について、養生時間と圧縮強度の関係を図-1に示す。養生温度が高いものほど、材齢初期の強度増加に大きな効果を発揮する。しかし、材齢72時間で、養生温度40°Cと養生温度60°Cの圧縮強度が逆転している。これは、養生温度60°Cでは、材齢初期でセメントの水和反応が促進されるが、その後、熱膨張によるモルタル組織の緻密性が悪くなるため、強度増加が少なくなると考えられる。

図-2は、積算温度と圧縮強度の関係を示す。相関係数が97%と極めて高い相関性が得られ、24時間以内の若材齢時の圧縮強度に対しても従来の積算温度の指標は有効であるといえる。

グループ2, 3, 4の養生条件が異なる場合の、養生時間と圧縮強度の関係を図-3に示す。脱型時間別では6時間、養生方法別ではビニール袋養生の圧縮強度がそれぞれ高い。図-4は、積算温度を用いてグループ2, 3, 4のデータを図-2と同様にまとめ直したものである。脱型後の養生条件が異なるため、多少のばらつきがあるものの、脱型直後に強度試験をしたグループ1と同様に、脱型後の養生条件が異なっても積算温度の概念は適用可能である。

4. おわりに

本研究の結果、従来の積算温度の概念を用いて、養生温度と脱型後の養生条件を変化させても、若材齢時における圧縮強度の推定は可能であることが判明した。

謝辞 本研究の実施に際し、ご協力を頂いた俣本間組 渡辺善則氏（当時、群馬大学工学部建設工学科4年生）に感謝いたします。

参考文献 1) 村田二郎：コンクリート技術 100講，山海堂，p.132，1990。

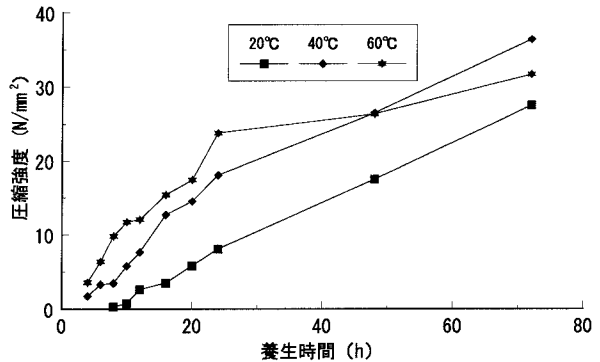


図-1 養生時間と圧縮強度の関係(グループ1)

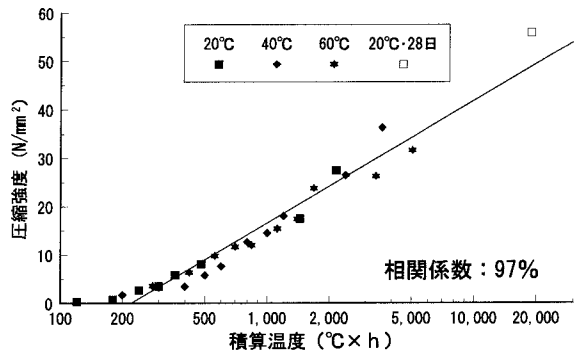


図-2 積算温度と圧縮強度の関係(グループ1)

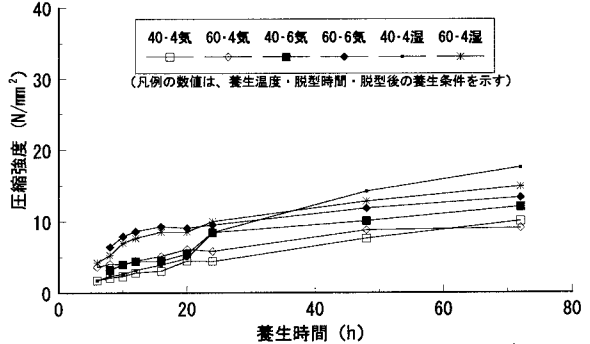


図-3 養生時間と圧縮強度の関係(グループ2, 3, 4)

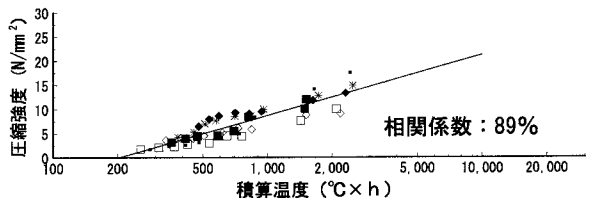


図-4 積算温度と圧縮強度の関係(グループ2, 3, 4)