

練上り温度がモルタルの強度発現に及ぼす影響

九州工業大学大学院 学生会員 ○市川 翔太郎
九州工業大学大学院 正会員 日比野 誠, 合田 寛基
九州工業大学工学部 非会員 福山 隼人

1. 研究目的

Price の報告¹⁾では、練上りから 2 時間のコンクリートの温度が高いほど、初期強度は大きく長期強度の増進が抑制されることが指摘されている。これに対し村上²⁾は、打込み後 2 時間を 40℃で養生したコンクリートの強度は、常に 20℃で養生したコンクリートの強度発現と顕著な差が見られなかったことを報告している。Price と村上らの検討では練上り温度に相違があり、練上り温度とその後の養生温度の影響を分離して検討する必要があると考えられる。そこで本研究では練上り温度に着目し、練上り温度とその後 2 時間の養生温度がモルタルの強度発現に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

使用材料の物性値を表-1 に示す。セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には絶乾状態の海砂を使用した。モルタルの配合は W/C を 40%, S/C を 2.0 とした。また、練上り温度にかかわらず、モルタルの 15 打フロー値が 180~200 mm となるよう、AE 減水剤をセメント質量に対して 0.4%添加した。検討要因と水準は表-2 に示すとおり、練上り温度を 20, 40℃、打込み後 2 時間の養生温度を 20, 40℃とした。なお、練混ぜは 20℃の室内で行うため、練上り温度を 40℃とする場合、すべての材料を 50℃の恒温槽に 1 日保管して使用した。

セメントおよび細骨材を 30 秒間練り混ぜた後、水および混和剤を投入し 120 秒間練り混ぜた。練り混ぜたモルタルをブリキ製の型枠（寸法：φ50×100 mm）に 1 層で打ち込んだ後、アクリル板とシリコン系シーリング材を用いて封かん状態にした。注水の 15 分後から、供試体を所定の養生温度で 2 時間養生した後、圧縮強度試験を行う材齢まで 20℃の室内で封かん状態のまま保管した。強度試験は JIS A 1108 に準拠し、材齢 1, 3, 7, 14, 28, 91 日に行った。凝結時間試験は、所定の養生を行った後、JIS A 1147 に準拠して行った。

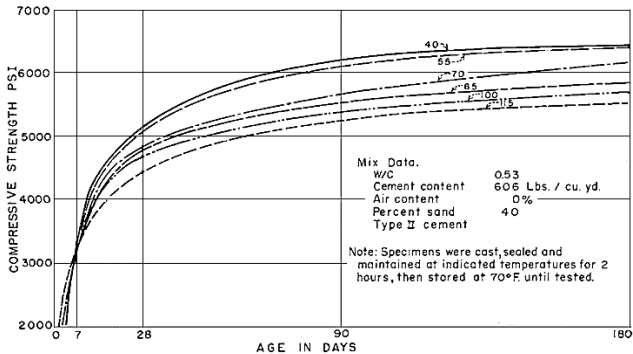


図-1 初期のコンクリートの温度と圧縮強度¹⁾

表-1 使用材料の物性値

材料	記号	概要
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm ³ , 比表面積 3210cm ² /g
細骨材	S	海砂 絶乾密度 2.55 g/cm ³ , 吸水率 1.32%, 粗粒率: 2.82
混和剤	Ad	AE 減水剤・標準形 (1 種) リグニンスルホン酸系

表-2 検討要因と水準

検討要因	水準
練上り温度	20℃, 40℃
初期の養生温度 (打込み後の 2 時間)	20℃, 40℃

3. 実験結果と考察

3.1 強度発現

図-2 に本実験における圧縮強度試験の結果を示す。圧縮強度はバッチの異なる 6 本の平均値とした。

材齢 1~91 日において、練上り温度を 20℃とした供試体の強度に比べ、練上り温度を 40℃とした供試体の強度は大きく発現している。しかし、どちらの練上り温度でも、打込み後 2 時間の養生温度を 40℃とした供試体の強度は、養生温度を 20℃とした供試体の強度との顕著な差が見られなかった。したがって、打込み後

キーワード 練上り温度, 養生温度, 強度発現, 凝結特性

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学建設社会工学科 TEL:093-884-3122

2 時間の養生温度よりも練上り温度の方が強度発現に及ぼす影響が大きいと考えられる。

さらに、練上りから常に 20℃で養生したモルタルに比べ、Price の報告と同様に 40℃で練り上げた後 40℃で 2 時間養生した場合、材齢 28, 91 日でも強度が大きくなっていた。Price の報告は当時の TypeII Cement, 現在の中庸熟ポルトランドセメントに近いセメントを使用したコンクリートの結果であるため、セメントの種類や単位量の影響を考慮する必要がある。

図-3 に練上り温度と材齢間の強度増加率を示す。材齢 m 日から材齢 n 日までの強度増加率は以下の式により算出した。

$$r_{m \rightarrow n} = \frac{f_n - f_m}{f_m} \times 100 \quad (\%)$$

$r_{m \rightarrow n}$: 材齢 m 日から n 日までの強度増加率 (%)

f_m, f_n : 材齢 m 日および n 日の圧縮強度 (N/mm²)

練上り温度を 20℃としたものと比較して練上り温度を 40℃とした場合、材齢 1 日から 3 日までの強度増加率 ($r_{1 \rightarrow 3}$) が 25%程度大きくなっているが、材齢 3 日以降の強度増加率は練上り温度を 20℃としたものと同程度か若干低くなる傾向を示している。あわせて、材齢 1 日の強度でも練上り温度を 40℃としたものは約 30%大きくなっている。したがって、練上り温度を 40℃とした場合、材齢 3 日までの強度増進に影響を及ぼしたと考えられる。

3.2 凝結特性

練上り温度を 40℃とした場合、硬化に至るまでの凝結過程で水和が促進されていることが予想されるため、モルタルの凝結時間を測定した。その結果を図-4 に示す。40℃でモルタルを練り上げても 20℃の室内に静置すると約 2 時間でモルタルの温度は 20℃に低下した。それが原因と考えられるが、凝結の始発、終結時間が早まることはなかった。これに対して、20℃で練り上げ、その後 40℃で 2 時間養生した場合、始発時間は早まったが、始発と終結の時間間隔はほとんど短くならず、さらには強度発現でも有意差を示さなかった。

4. まとめ

練上り温度と初期の養生温度の影響を分離し、強度発現に及ぼす影響を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 練上り温度を 20℃としたものに対して 40℃とした場合、材齢 3 日までの強度発現が大きくなった。

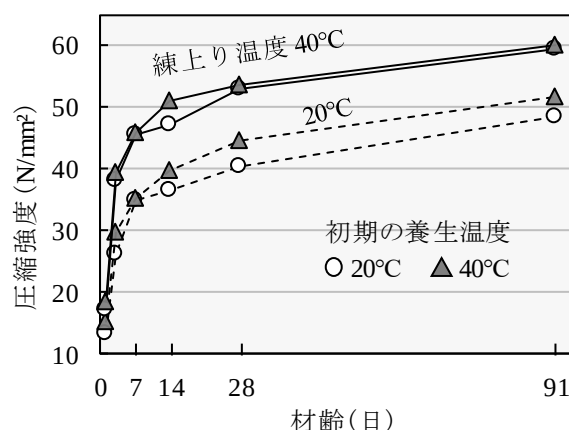


図-2 圧縮強度試験の結果

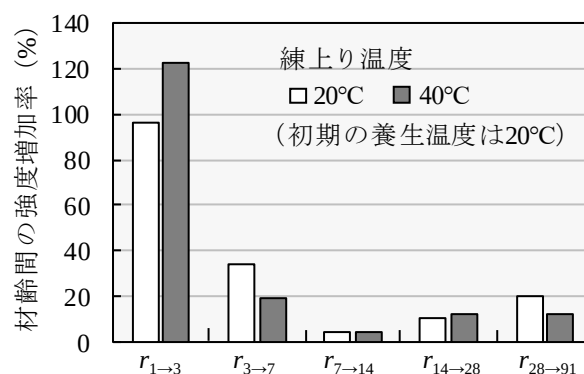


図-3 練上り温度と材齢間の強度増加率

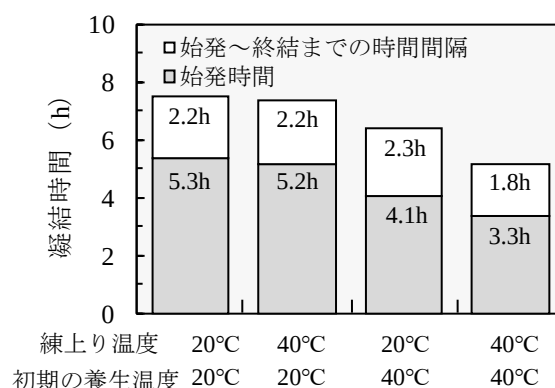


図-4 練上り温度と凝結の始発・終結時間

- (2) 練上り後の 2 時間を 40℃で養生するだけでは、強度発現が促進されることはなかった。

参考文献

- 1) WALTER H. PRICE : Factors Influencing Concrete Strength, Journal of the American Concrete, No.47, pp.417-432, 1951.2
- 2) 村上光樹ら：初期養生がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響, 土木学会第 72 回年次学術講演会概要集, V-384, pp.767-768, 2017.9