

正員 竹中技術研究所 神山行男
竹中土木 大森秀高
竹中土木 米田正剛

1. はじめに

本研究は、N A T M施工時の安全性やサイクルタイムと密接に関係する吹付けコンクリートの初期強度の問題を取り上げ、その支配的な要因である養生温度、特に実施工で問題となる冬期低温時の初期強度に及ぼす影響について検討したものである。なお、併せて急結剤の種類および添加量の影響についても検討した。

2. 室内実験

2.1 実験概要

現場実験では、養生温度、コンクリートの配合いずれも一定にコントロールしにくいことから、まず、室内実験を行なって養生温度、急結剤の種類および添加量がコンクリートの初期強度に及ぼす影響を検討した。

急結剤は表-1に示す市販の代表的なもの3種類とし、実験の要因および組合せは表-2に示すとおりとした。

2.2 実験方法

コンクリートの製造は、ハンドミキサ(750r.p.m)を用いて、あらかじめそれぞれの養生温度にしておいたセメント、細粗骨材を同時投入して30秒間空練りした後、水、急結剤を投入してさらに20秒間練り混ぜた。

練り上ったコンクリートは手早く $\phi 5 \times 10$ cm型わくに詰め、テーブル振動機(振動数1500r.p.m, 全振幅0.8mm)を用いて入念に締固めた。成形した供試体はそれぞれの温度雰囲気中の恒温室中で養生し、試験材令の約30分前にキャッピングを行なって試験に供した。

試験材令は3時間から24時間までとした。

2.3 実験結果および考察

急結剤を添加したコンクリートの初期強度と材令の関係は、図-1に1例を示すようにいずれの条件においてもべき乗回帰式で表わされた。

低温養生したコンクリートの初期強度は同一条件における20℃養生のもの比較していずれも低い値を示し、その低下の程度は養生温度が低い程、材令が進む程大きくなる傾向を示した。

また、この試験結果を横軸に積算温度($T \cdot t$)、縦軸に初期強度をとってプロットすると、図-2～4に示すようにいずれの急結剤を用いた場合にも、直線式で回帰され、急結剤を添加しないコンクリートの初期強度

表-1 急結剤の性状

剤 類	主 成 分	外 観
A	急 結 性 セメント 鉱物	粉 末
B	無機アルミニウム 塩	白色粉末
C	アルミ酸 塩	黄褐色の液体

表-2 室内実験の要因と組合せ

要 因	水 準
温度条件($^{\circ}\text{C}$)	0、5、10、15、20
急結剤の種類	A、B、C
急結剤添加量 (セメント重量%)	2、4、6、8

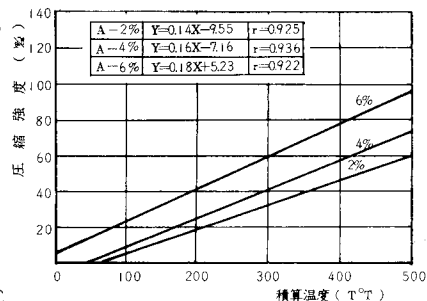


図-2 積算温度と圧縮強度の関係

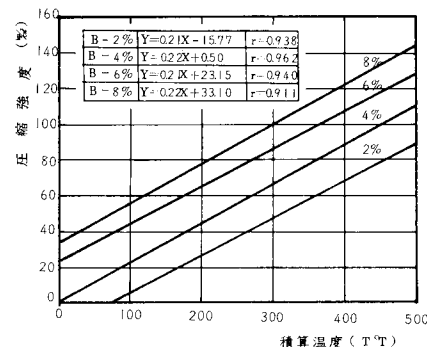


図-3 積算温度と圧縮強度の関係

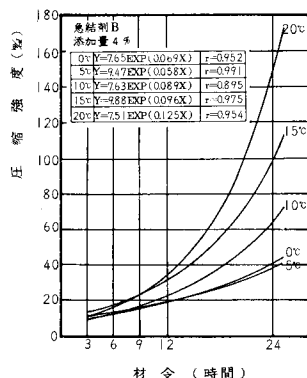


図-1 材令と圧縮強度の関係

発現が両対数あるいは片対数上で直線回帰するのとは異なった傾向を示した。急結剤添加量が相違しても養生温度の影響はほぼ一定であり、急結剤の種類の影響はやはり液状タイプの強度発現が小さかった。(図-5)

3. 現場実験

3.1 実験概要

吹付けコンクリートは一般のコンクリートとその性状を異にすることから、当社某現場で外気温が10℃および20℃の時期に実施工と同一の方法で試験体を作製して、初期強度試験を行ない、室内実験との比較を行なった。なお、吹付け方法は乾式法とし、急結剤の種類はB，添加量は4～11%の5種類とした。

3.2 実験方法

試験体の作製方法は、10×10×40cm ビーム型わくの底盤をはずして壁に立てかけて吹付けを行ない、吹付け直後に表面の成型を行なった。試験材令は6時間，9時間，12時間および24時間の4材令とした。

3.3 実験結果

現場における初期強度試験の結果は図-6に示すようであって、初期強度と材令の関係はべき乗回帰式で表わされ、室内実験の結果と一致した。しかし、強度レベルは全体的に室内実験結果よりも大となった。

また、急結剤添加量の上限值を確認する目的で、急結剤添加量を11%まで増加したコンクリートの初期強度は、添加量8%が最大となり、それ以上急結剤を増加した10%および11%のものの初期強度は逆に低下した。このことは、アルミニウム塩系の急結剤を用いた場合、急結剤添加量をいわずに増加させても効果はなく、8%程度が上限値であることを示すものである。

室内実験の傾向は現場実験でも再現されるとして、添加量4%は現場の回帰式を用い、添加量の変化については室内実験の差をとって、室内実験結果で現場実験を補正すると図-7に示すようである。図-7の積算温度と圧縮強度の関係から、1日2サイクル、発破時の必要強度を30kg/cm²として外気温を求めると7.5℃となり、実施工時のバラツキを考慮すると外気温が10℃以下となることが予想される場合には、なんらかの保温，加熱対策の必要と考えられる。

4. まとめ

今回の実験結果から、急結剤を添加したコンクリートにおいても、初期材令では養生温度の影響が著しいこと、積算温度と初期強度の関係は直線回帰式で表わされることならびにアルミニウム塩を主成分とする急結剤の添加量は8%程度が上限値であること等が明らかとなった。

しかし、今回の実験は限られた範囲のものであり、今後、さらにデータを蓄積していく必要が認められる。

笠井芳夫「コンクリートの初期強度，初期養生に関する研究」

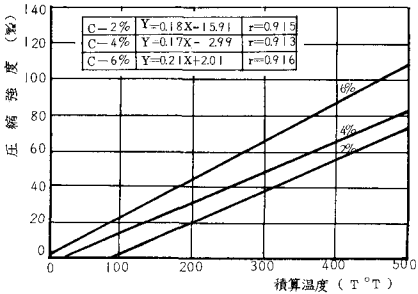


図-4 積算温度と圧縮強度の関係

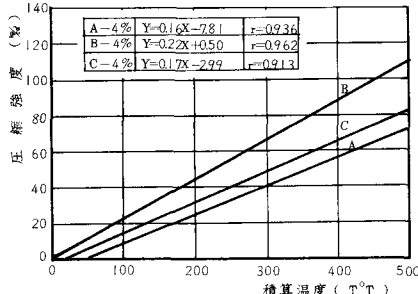


図-5 積算温度と圧縮強度の関係

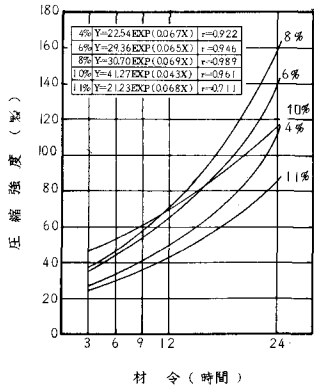


図-6 材令と圧縮強度の関係

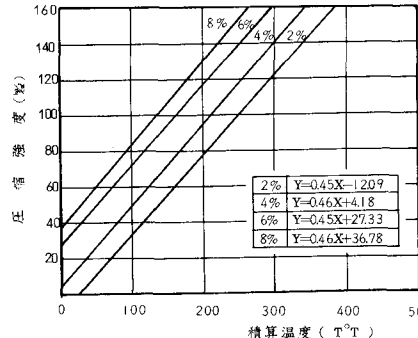


図-7 積算温度と圧縮強度の関係