

耐寒剤を用いる寒中コンクリート

材料研究室

【問1】 冬期間に耐寒剤を用いたコンクリートが使われているそうですが、それはどのようなものですか？

【回答】 耐寒剤は、一般にその主成分が高性能 AE 減水剤と含窒素無機化合物からなり、これらがコンクリートの凍結温度を下げ、低温下でも初期の水和反応を促進させ、初期強度を増進させる機能を有する

混和剤です。

耐寒剤を用いると、氷点下の環境においても一般的なシート養生で所定の強度および耐久性を有するコンクリートを造ることができます。

【問2】 コンクリートの配合は、どのようなことを考慮して決めることになるのでしょうか？

【回答】 コンクリートの配合は、通常のコンクリートと同様に、所要の強度、耐久性および水密性などを有するコンクリートを造るため、作業に適するワーカビリティを持つ範囲内で、単位水量ができるだけ少なくする必要があります。さらに、耐寒剤を用いたコンクリートの性能は、耐寒剤の性能、外気温および構造物の断面寸法によって相違し、構造物が凍結融解作用を受ける気象条件および構造物の露出状態によって異なってくるので、これらの条件を考慮して配合を決めなければなりません。

水セメント比は、コンクリートの所要の強度および耐久性を満足するように決めなければなりません。開発土木研究所が行った耐寒剤 (NF) を用いた場合のコンクリートの凍結融解試験結果を、図-1 に示します。この図が示すように、水セメント比が50%以下では耐久性指数が80%以上となっており、耐寒剤 (NF) を用いる場合には、最大水セメント比を50%にするるとよいでしょう。

耐寒剤の添加量は、所要の強度および耐久性を確保できる量とします。耐寒剤の効果は、使用する耐寒剤、コンクリートの配合、環境条件などによって相違するので、これらの条件に応じて試験を行い、

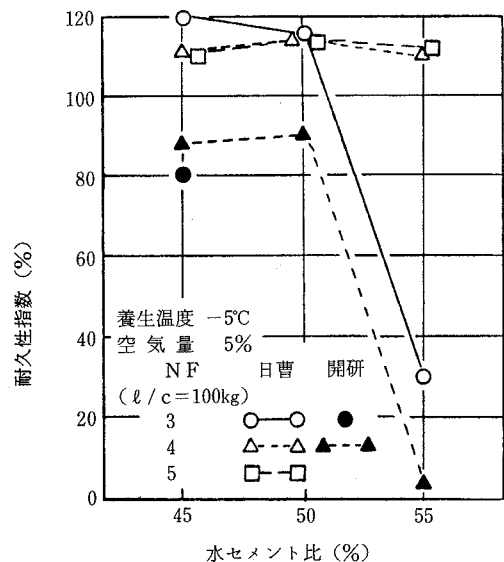


図-1 水セメント比と耐久性指数の係

その試験結果から添加量を決めます。耐寒剤 (NF) を用いる場合には、添加量をセメント 100 kg 当たり 4 l にするとよいでしょう。

〔問3〕 コンクリートの打込み温度は、どのように決めればよいのですか？

〔回答〕 コンクリートが硬化する前に凍結すると、強度発現および耐凍害性に悪影響を及ぼす恐れがあるので、打込み時には、構造物の断面寸法および気象条件などを考慮して適切なコンクリート温度を確保する必要があります。

一方、部材が厚い場合には打込み温度を上げると、水和熱による温度応力によってひびわれが発生しやすく、特に、耐寒剤を用いたコンクリートの場合は給熱養生をしないため、給熱養生をしたコンクリートに比べて表面の温度が低くなり、その結果コンクリート表面の強度も小さくなり、温度応力によるひびわれが発生しやすくなっております。このため、

打込み時のコンクリート温度を低くした方が望ましいわけです。

これらのことを考慮した一般的な場合の推奨値を、表-1に示します。

表-1 寒中コンクリートの施工時のコンクリート温度

部 材 平 均 厚 (cm)		40~80	80以上
打込むときの コンクリート 温度 (°C)	気温 - 5°C以上	11~14	5~ 9
	気温 - 5~10°C	14~17	9~12
	気温 -10~15°C	—	12~15

〔問4〕 コンクリートの養生では、どのような点に注意を払う必要があるのですか？

〔回答〕 コンクリートの養生は、所定の強度を確保するまで行いますが、コンクリートの強度発現は、耐寒剤の性能、外気温および構造物の断面寸法によって異なるので、これらを十分考慮して養生方法および養生期間を決める必要があります。養生方法は、通常の寒中コンクリートの施工で行われている給熱養生ではなく、ブルーシートを用いたシート養生とするのが一般的です。シート養生ではセメントの水和熱を利用して保温養生することになりますので、構造物の端部および下面あるいはシート継ぎ目部より熱を逃がさないようにコンクリートの周囲を覆わなければなりません。また、型枠とシート間に空間があるとそこから熱が逃げやすくなるので、空間ができないように留意する必要があります。

耐寒剤を用いたコンクリートも通常のコンクリートと同様に、硬化する前に凍結すると強度発現および耐凍害性に悪影響を及ぼす恐れがあるので、養生初期におけるコンクリート温度は、耐寒剤の性能に応じて所定の温度を保たなければなりません。耐寒剤(NF)を用いた場合のコンクリート温度は、打込み後24時間まで5°Cに保つのが望ましいでしょう。

コンクリート表面の最も厳しいところでも、コンクリートが凍結温度以下にならないように注意しなければなりません。

養生終了後、春までにコンクリートが凍結融解作用を受ける場合は、凍結融解試験によって凍結融解作用に抵抗できる強度を確認し、その強度が確保されるまで凍結融解作用を受けさせない処置をしなければなりません。耐寒剤(NF)を用いた場合のコンクリートが凍結融解作用を受けてもよい圧縮強度は、構造物の露出状態により表-2に示すものを標準値として用いることができます。

表-2 コンクリートが凍結融解作用を受けてもよい圧縮強度

構造物の露出状態	圧縮強度 (kgf/cm ²)
①連続して、あるいはしばしば水で飽和させる部分	200
②普通の露出状態にあり、①に属さない場合	100

〔問5〕 型わくは、どのようなものを用いればよいのですか。また、型わくの取りはずしにあたって特別な配慮が必要ですか。？

〔回答〕 型わくは、保温性のよいものを用いるのを原則とします。耐寒剤を用いたコンクリートの養生は、コンクリートの水和熱を利用するので、鋼製型わくに比べて熱伝導率が小さく、保温効果の大きい本製型わくを用いるのが望ましいでしょう。

断面が厚い構造物の場合、コンクリート内部の温度は水和熱によりかなり高温になっており、型わく

の取りはずしによってコンクリート表面が急激に冷却すると大きな温度差が生じ、ひびわれが発生する恐れがあるので、型わくの取りはずしが可能な強度が得られた後も、コンクリート部材の表面部と中心部の温度差によるひびわれが生じない状態になるまで型わくを残しておくのが望ましいでしょう。

〔問6〕 所定の品質のコンクリートを得るために、どのような管理を行えばよいのでしょうか。？

〔回答〕 一般的な管理試験のほか、打込まれたコンクリートが計画どおりに養生されているかどうかを管理するために、通常の中コンクリートと同様に、練上がり時のコンクリート温度、養生中のコンクリート温度、シート内の温度および外気温を測定する必要があります。温度の測定回数は、練上がり時および打込み時のコンクリート温度については、各アジテータトラックごとに行う必要があります。養生中のコンクリート温度、シート内の温度および外気温については、所定の間隔で測定する必要があります。

さらに、養生の打ち切り、型わくおよび支保工の取りはずし時期の適否の確認をするために、圧縮強度試験を行う必要があります。圧縮強度は、現場のコンクリートと同じ状態で養生した供試体の圧縮強度によるか、あるいは打設したコンクリート構造物の温度記録から積算温度を求め、あらかじめ調べた積算温度と圧縮強度の関係から推定した圧縮強度により行います。現場のコンクリートと同じ状態で養生する場合は、供試体のコンクリート温度は構造物のコンクリート温度と同一であることが望ましいわけですが、単に構造物と同じ場所に置くだけでは同じ温度状態になりません。そこで、実構造物のコンクリート温度と同じ温度に制御できる簡易な装置があった養生箱があれば、それを用いるとよいでしょう。積算温度と圧縮強度の関係から圧縮強度の推定を行

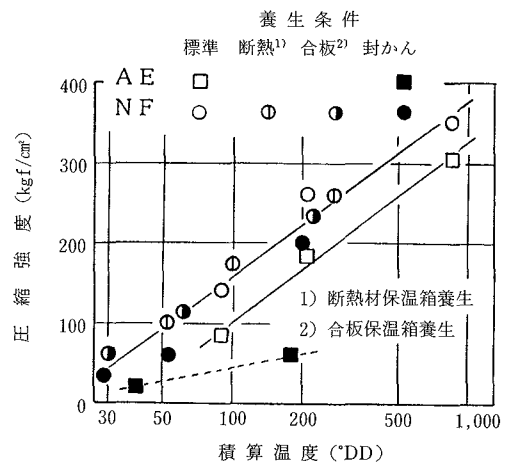


図-2 積算温度と圧縮強度の関係

う場合、図-2 に示すように、低温養生での積算温度と圧縮強度の関係は標準養生のそれと異なる場合があるので、予想される条件での積算温度と圧縮強度の関係あらかじめ試験により求めておく必要があるでしょう。

なお、材料研究室で作成した「耐寒剤を用いる寒中コンクリートの施工指針(案)」が、「コンクリート設計施工要領」に来年度載る予定です。耐寒剤の使用に関して詳しい内容を御知りになりたい方は、材料研究室の方へ御問合わせ下さい。

(文責 渡辺 宏)