

低温下におけるモルタルの強度と変形について

A study of strength and deformation of mortar in below freezing

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 大河内孝彦 (Takahiko Okochi)
北海道大学大学院環境創生工学専攻 正会員 佐藤靖彦 (Yasuhiko Sato)

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の耐久性が大きな問題として取り上げられてきている。寒冷地におけるコンクリートの凍害劣化はコンクリートを使用する上で避けられない問題であり、近年の研究では対凍害性をコンクリート持つコンクリートの開発などメカニズムの解明などが行われ、凍害深さや相対動弾性係数を凍害の劣化の指標としているものの、実構造物において凍害の劣化と強度の関係は明らかにされていない。また凍結融解サイクルによって、コンクリートが劣化しその強度が低下することは既往の研究に明らかにされているが、実際の環境のような低温化ではにさらされている状態での強度はわかっていない。そこで本研究では凍害による劣化がその強度に与える影響を考える第一歩としてコンクリートの中でも温度変化の影響を受けやすいセメントを用いて、低温下における曲げ試験時を実施しその強度と変形を計測することを目的としている。

2. 実験概要

2.1 供試体条件

セメントは早強ポルトランドセメントを使用した。本実験で供試体としてモルタルを用いるのは、コンクリートすなわち粗骨材を混入した供試体においては粗骨材の位置や大きさが強度または劣化の程度に大きな影響を及ぼすと考えられるためである。なお、本研究では、JISの規定により普通環境では $W/C < 60\%$ と定められているため、より劣化の影響が現れやすいと思われる W/C の上限値を採用している。モルタル供試体は $40 \times 40 \times 160$ (mm) の角柱供試体として打設し、打設 2 日後に脱型した。28 日間水中養生を行ったのち $5 \times 30 \times 70$ (mm) のサイズに切りそろえ、再び実験直前まで水中養生を行った。本実験に用いた使用材料と配合を表-1 に示す。

表-1 モルタルの配合条件

単位水量 W (kg/m ³)	水セメント比 W / C (%)	細骨材率 S / a (%)	空気量 Air (%)
175	60	41	5

2.2 実験条件

本実験において温度条件は -30°C から 20°C までの 10°C きざみとし、実験開始時の温度は 20°C とした。氷点下以下の温度条件に限り設定温度に到達してから 40 分の温度保持時間を設け、それ以外の条件では保持時間を 20 分として保持時間が終了した時点で曲げ試験を行うこととした。また、実験直前まで実験直前まで水につけておくことで供試体の水分状態をほぼ 100% として実験を行った。なお小型環境室の冷却速度は $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、加熱速度は $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ とし、曲げ試験時に併設した環境室の冷却速度は $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以内、加熱速度は $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以内に設定した。図-B に温度-時間変移と曲げ試験を行うタイミングを示す。

2.3 実験方法

モルタル供試体の強度と変形は三点曲げ試験による計測とし、変位の計測には変位形を供試体の中央と両端 5mm の 3 点に設置することで計測した。なお本実験において変位は曲げ試験開始時から、供試体の破壊後十分に荷重が除かれるまでとし、一条件につき供試体の個数を 3 個として実験を行った。図-A に本実験に使用した試験機を示す。



図-A 小型環境室 (左)、曲げ試験機(右)

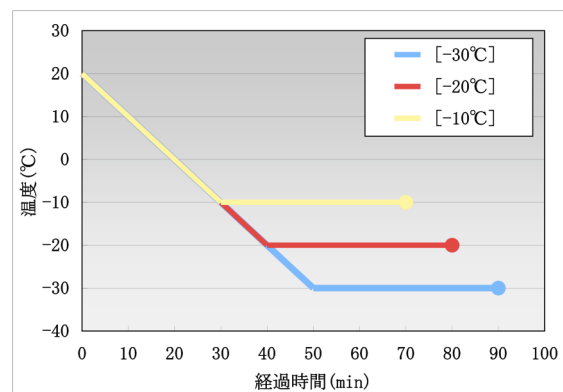


図-B 曲げ試験における温度変位と経過時間

3. 実験結果と考察

3.1 最大応力と温度

曲げ試験の結果を図-1 に示す。これより 0°C から -30°C の範囲では温度が低くなるにつれて応力が増加することといえる。応力が低温になるにつれて上昇した理由としては供試体中の水分が凍結したために骨材のような働きをしたと考えられる。本実験では温度の下限を -30°C としたが、既往の研究によりコンクリートの温度が -30°C 以下では凍結による応力増加量は徐々に減少すると考えられる。

3.2 弾性係数

弾性係数と温度の関係を図-2 に示す。弾性係数の値には若干のばらつきがみられるものの、温度による影響はみられないといえる。

3.3 最大荷重時の変位

最大荷重時の変位と温度の関係を図-3 に示す。前項で言及した弾性係数とグラフの形が似ているものの、図-4. 5. 6 に示すとおり、最大荷重時の変位は温度が下がるにつれてわずかながら大きくなっていると言える。また変位-荷重曲線の形も温度によって大きな影響はないと言える。

4. まとめ

- (1) モルタルは氷点下では徐々に強度が上がる事が確認された。
- (2) 弾性係数に違いは大きな違いは生じなかった。
- (3) 温度によって荷重-変位曲線に大きな変化は見られないが、最大荷重時の変位はわずかながら小さくなる。

5. 参考文献

- (1) 三浦泰人：登別温泉水に浸漬したモルタルの化学・力学的特性に関する一実験、北海道大学卒業論文、2009

