

温度依存性を考慮したコンクリートの力学的特性挙動に関する研究

法政大学大学院 ○藤森 勇希

法政大学 溝渕 利明

1.はじめに

マスコンクリート構造物において、セメントの水和熱に起因する温度応力によって生じる温度ひび割れは、コンクリート構造物の耐久性を損なうばかりではなく、鉄筋を降伏させ、構造物の耐力自体の低下を招く場合がある。

本研究では、この温度ひび割れの原因となる水和熱の特性、温度依存性を考慮した圧縮、引張強度などの力学的特性やヤング係数を把握することを目的とし、簡易断熱温度上昇試験、圧縮強度および引張強度試験を行った。

2.研究概要

本研究では、現場等で比較的簡単に断熱温度上昇特性を把握でき、さらに断熱状態に近い温度履歴を受けるコンクリートの強度特性を把握することができる簡易断熱温度上昇試験方法を用いて、セメントの種類、打込み温度などを変化させた場合の力学的特性値について検討を行った。



写真-1 簡易断熱試験

2.1 簡易断熱温度上昇試験

試験は普通ポルトランドセメントおよび低熱ポルトランドセメントを用いて、スランプ 12 cm、空気量 4.5%、水セメント比 55%の配合条件で供試体（外形 100mm×高さ 200mm）52 本を作製し、13 本ずつ写真-1 に発泡スチロール製の容器内に設置し、温度測定を行った。温度測定期間は 29 日間、測定間隔は 60 分とした。

2.2 温度解析

本解析では簡易断熱温度上昇試験における測定結果を基に解析を行い、実験値と解析値との比較を行った。

また、試験同様、内部コンクリートと型枠部を一体構造とし、温度解析を行った。

コンクリートの断熱温度上昇特性式は、以下の式を用いた。

$$T = K[1 - \exp(-\alpha t)]$$

K：終局断熱温度上昇量（℃）

α ：温度上昇に関する定数

t：材齢（日）

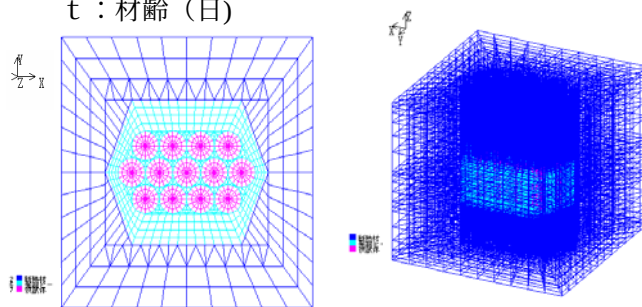


図-1 メッシュレイアウト

項目	断熱養生箱	発泡ビーズ
比熱(KJ/Kg°C)	1.25	2.25
密度(Kg/m3)	11	12
温度上昇/水和	考慮しない	考慮しない

表-1 各部材の物性値

項目	物性値
比熱(KJ/Kg°C)	1.15
熱伝導率(w/m°C)	2.7

表-2 内部コンクリート物性値

2.3 強度試験および弾性係数

コンクリート打込み後、材齢 1 日、2 日、3 日、5 日、7 日、14 日、28 日に発泡スチロール容器から供試体 6 本を取り出し、各供試体の高さ、直径、質量を計測し、圧縮試験及び引張試験を行った。圧縮試験時には、ひずみの計測を行い、ヤング係数を求めた。

キーワード：水和熱、簡易断熱温度上昇試験、強度特性

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 Tel 042-387-6286

3. 結果および考察

3.1 温度履歴

普通ポルトランドセメント及び低熱ポルトランドセメントの温度履歴を図-2に示す。普通ポルトランドセメントは打込み後約22時間で最高温度に達し、その後温度降下し、材齢7日ではほぼ外気温と同様となった。低熱ポルトランドセメントは打込み後約28時間で最高温度に達し、その後徐々に下降をし、材齢9日ではほぼ外気温と同様となった。

今日の実験では、打込み時期の違いにより最高温度は異なるものの、温度の上昇量自体に大きな差異は見られず、温度の上昇量は普通ポルトランドセメントでは約25℃、低熱ポルトランドセメントでは約17℃だった。

本試験では、最高温度に達するまでの時間がセメントの違いによる差異は見られなかった。ただし、温度降下時では低熱ポルトランドセメントのほうが小さい温度変化となっている。

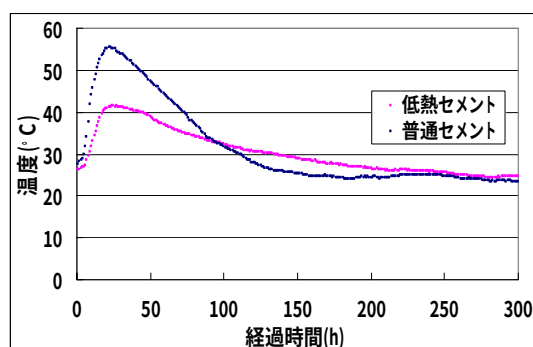


図-2 温度履歴

3.2 積算温度と強度及び弾性係数

圧縮強度と積算温度との関係を図-3、引張強度と積算温度との関係を図-4、弾性係数と積算温度との関係を図-5に示す。

普通ポルトランドセメントの圧縮強度発現はほぼ積算温度と比例する関係となった。低熱ポルトランドセメントは指数曲線で近似することができた。引張強度も圧縮強度と同様に近似することができた。

弾性係数はセメントの種類の影響が強度ほど大きくなかった。

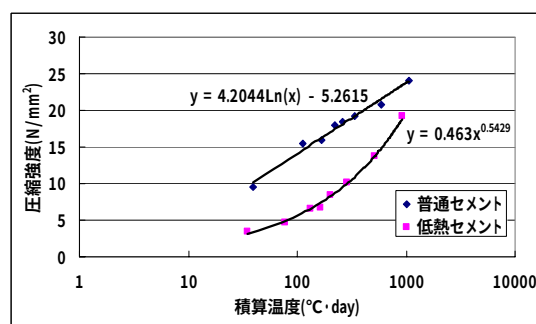


図-3 圧縮強度と積算温度

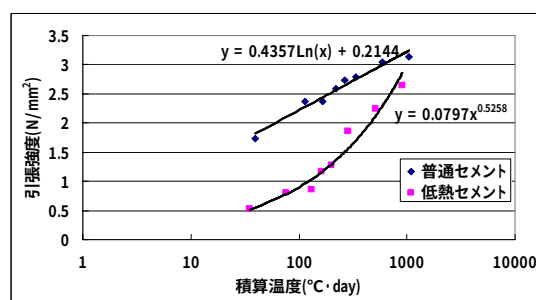


図-4 引張強度と積算温度

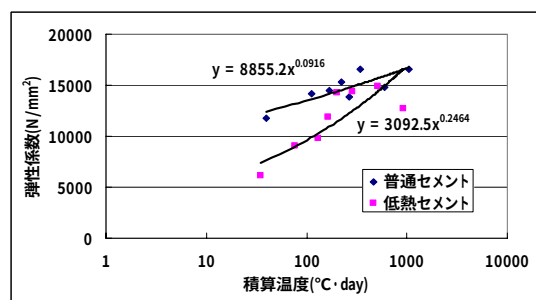


図-5 弾性係数と積算温度

4 まとめ

本試験では打込み時期と温度依存性を考慮した力学的特性について研究を行った。その結果積算温度と強度についての関係をほぼ整理することができた。

参考文献

- 土木学会：最新のマスコンクリート技術，1996
- 資源エネルギー庁：日本のエネルギー2002，pp.15-16，2002