

V-128 凍結融解環境下に暴露したコンクリートの温度・ひずみ特性

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 嶋田 久俊  
北海道開発局 開発土木研究所 正会員 堺 孝司

1. まえがき

急速凍結融解試験結果と実際の凍害の関連を明らかにするためには、自然環境下におけるコンクリートの挙動を把握する必要がある。Moukwaらは、コンクリート内の温度を測定し、表面と内部の温度差により温度応力が生じること、コンクリート内部まで完全に融解する前に表面から再凍結が起こった場合、閉じ込められた水により膨張圧が生じることを指摘した<sup>1)</sup>。本研究は、屋外に暴露したコンクリート内の温度とひずみを測定し、凍結融解環境下におけるコンクリートの温度・ひずみ特性について検討を加えたものである。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント、骨材は川砂と碎石を用い、水セメント比65%のプレーンコンクリートおよびAEコンクリートを作製した。AEコンクリートに関しては、AE減水剤および空気量調整剤を使用し、5.4%の空気量を連行した。表-1にコンクリートの配合を示す。暴露用供試体は図-1に示すような30×30×20cmの角柱体であり、コンクリート内の温度とひずみを測定するため、熱電対と埋め込み型ひずみゲージを埋設した。水中養生28日後供試体を取り出し、1日後に暴露上面(打設面)以外の5面をエポキシ系接着剤でシールした。これは暴露上面以外からの水分蒸発を避けるためである。その後2日間給水を行い、当研究所の屋上に暴露した。暴露時の温度とひずみのデータは、デジタル測定器を介して3分ごとにパソコンに収録し、合わせて処理を行った。

表-1 コンクリートの配合

|      | W/C | s/a | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      | AE減水剤 (l/m <sup>3</sup> ) | 空気量調整剤 (l/m <sup>3</sup> ) | X <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (cm) | 空気量 (%) |
|------|-----|-----|--------------------------|-----|-----|------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------|
|      |     |     | W                        | C   | S   | G    |                           |                            |                                    |         |
| プレーン | 65  | 48  | 168                      | 258 | 984 | 1018 | —                         | —                          | 8.0                                | 2.6     |
| AE   | 65  | 46  | 149                      | 229 | 940 | 1056 | 2.29                      | 0.23                       | 8.5                                | 5.4     |

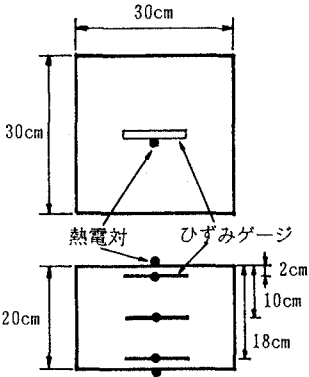


図-1 供試体形状

3. 結果および考察

コンクリート表面、底面の曇天時における温度変化と、温度差を図-2に示す。日射の影響がほとんどないため、コンクリート表面と底面の温度差は最大で3℃程度と小さい値を示している。このような天候では、供試体内に作用する温度応力は非常に小さいと考えられる。

図-3に晴天時の結果を示す。コンクリート表面温度は日射の影響を受け、著しい温度上昇が見られるが、底面では日射の影響を受けないため、両者の温度差は大きく、最大13℃となっている。コンクリート内の温度は、コンクリート表面温度に伴い上昇するが、一旦上昇した後は、日射がさえぎられたことにより表面温度が急激に下がっても追従はせず、緩やかな下降曲線を示している。

図-4に、プレーンコンクリートの表面から2cm、10cm(中心)、18cmの位置における温度およびひずみの経時変化を示す。温度特性のあるひずみゲージを用いる場合、供試体内に温度差が生じないような勾配で温度とひずみを測定し、両者の関係から補正係数を求める必要があ

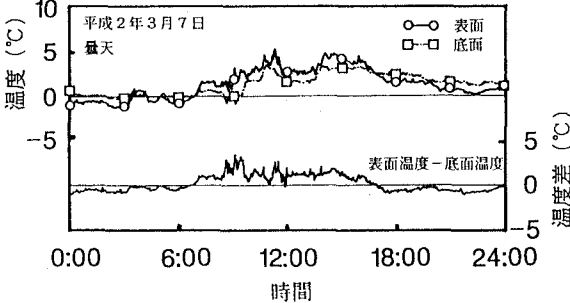


図-2 温度および温度差(曇天時)

る<sup>2)</sup>。今回は、実測データから補正係数を求めたため、補正係数に多少の誤差が含まれている可能性がある。しかし、補正係数の違いがひずみ量に及ぼす影響は温度が低いほど大きく、今回の温度範囲では、補正係数の求め方による影響は小さいと考えられる。

図-4より、 $-2^{\circ}\text{C}$ 程度までは凍結による膨張がほとんど生じていないが、その後の温度降下に伴い膨張挙動を示していることがわかる。また18cmの位置における膨張ひずみが最も大きい、これは気温の上昇に伴う温度上昇が遅く凍結過程が持続したことが原因であると考えられる。

図-5に、A Eコンクリートの場合の結果を示す。プレーンの場合と同様に18cmの位置における膨張ひずみが最も大きい、2cmの位置においてほとんど膨張ひずみが生じていない。これは、乾燥による表面付近の水分減少が、プレーンの場合に比べ大きかったためであると考えられる。このように、コンクリート内の温度変化や水分量は膨張収縮挙動に大きな影響を及ぼしており、自然環境下におけるコンクリートは、常に複雑な挙動を示していると思われる。

#### 4. おわりに

凍結融解環境下に暴露したコンクリートの温度およびひずみを測定し、日射がコンクリート内の温度変化に大きな影響を及ぼすこと、温度変化によりコンクリートは複雑な膨張収縮挙動を示すことが確認できた。今回は、測定時期の関係で最低気温が $-5^{\circ}\text{C}$ と高かったため、凍結が長時間継続した場合や一部が融解し再凍結が生じた場合の挙動等を明らかにすることができなかった。しかし、用いた測定方法は、自然環境下におけるコンクリートの劣化過程を明らかにする有力な手法であると思われる。今後の実験では、環境条件を日射量、風向、風速等の物理量として捉え、温度分布や膨張収縮挙動との関連について検討を加える所存である。

#### 【参考文献】

- 1) Mosongo Moukwa and Dan Adkins : New Approach for a Concrete Scaling Test Based on Field Conditions, Cement, Concrete and Aggregates, Vol.10, No.2, pp 103 - 108, 1988.
- 2) 渡辺 宏、堺 孝司：凍結融解作用を受けるコンクリートの膨張収縮挙動、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集、pp 628 - 629 1989年

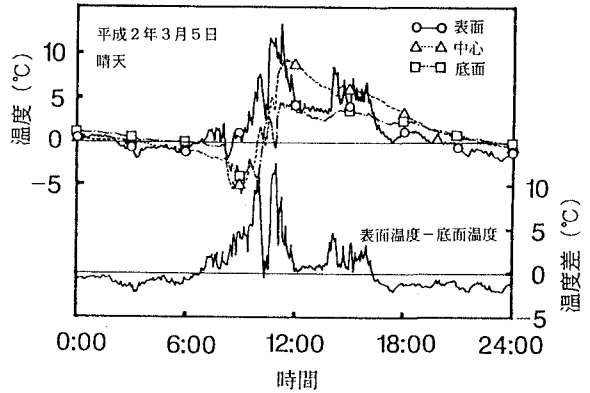


図-3 温度および温度差（晴天時）

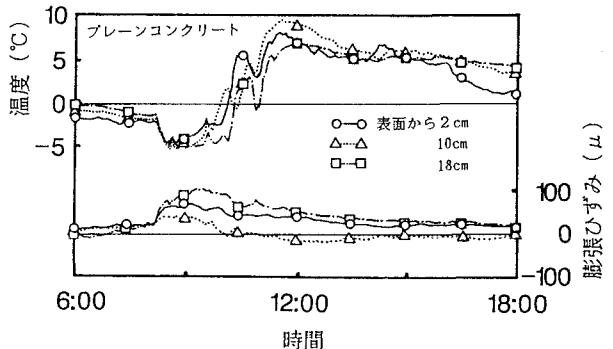


図-4 コンクリート内の温度、ひずみ（プレーン）

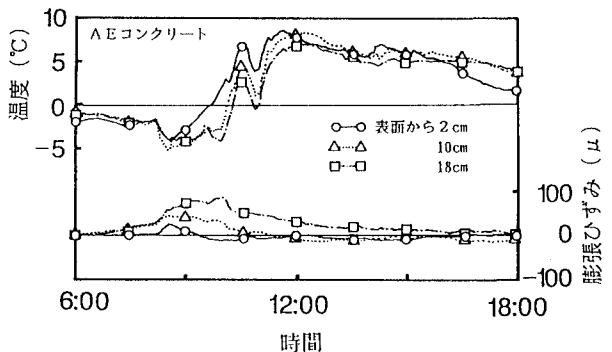


図-5 コンクリート内の温度、ひずみ（A E）