

環境負荷を低減する寒中コンクリートの養生方法の推進について

日本コンクリート技術(株)	○山田 瞬
北沢建設(株)	北沢 資謹
(株)共立土建	小林 知紀
坂田建設(株)	鈴木 正司
徳倉建設(株)	三ツ井 達也

1. はじめに

寒中コンクリートの養生としては、ジェットヒーター等を使用した給熱養生が一般的に行われている。この方法は化石燃料を使用するため環境負荷増大への影響を無視しえない。また、最近では化石燃料のコストが上昇していることから、それらを極力使用しない方法を検討することが望ましい。

ここで紹介する寒中コンクリート養生システムは、環境負荷低減型の寒中養生方法として開発、実用化を進めているものである。マスコンクリートは、セメントの水和熱により断面内に温度が蓄積されるが、本養生システムは、このセメントの水和熱を有効利用することに着目したものである。

本報告では、養生システムの開発時に実施した室内実験の内容ならびに寒冷地における実施工への適用事例等について示した。

2. 寒中コンクリート養生システム

発泡スチロールやエアキャップ等が断熱材として利用されているのは、内部に空気層を有するためである。本養生システムは、図-1 に示すように型枠の外側に一定の距離を設けてビニールシートを設置し、型枠とビニールシート間に空気層を設けたものである。すなわち、この空気層が断熱効果を発揮してコンクリートの保温養生を可能とする。特に、マスコンクリートは水和熱により多量の熱を断面内に蓄積するため、本養生システム(NETIS 登録番号：C B-100058-A)を利用することで保温養生を実現できる。なお、本養生システムは、マスコンクリートのひび割れ制御対策にも活用できる。すなわち、断面内の温度勾配を緩和することにより、温度応力を低減させることが可能である。

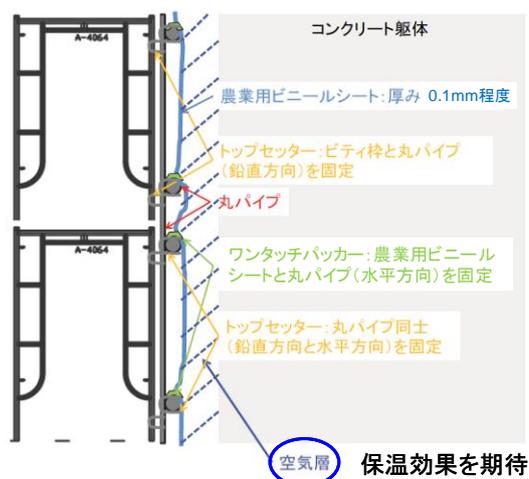


図-1 寒中養生システムの概要

3. 室内実験

本養生システムの開発にあたり、足利工業大学に設置された氷点下 10℃以下の低温状態を実現できる温度可変槽を使用して各種養生材の保温効果に関する室内実験を行った。実験は温度可変槽内の温度を-10℃で一定に保つ条件下で、周囲を厚さ 20cm のスタイロフォームで覆ってマスコンクリートを模擬した状態で作製した供試体に対して、各種養生材の保温効果の違いを確かめる方法で実施した。すなわち、図-2 に示すように、供試体の一面に設けた厚さ 30cm の空気層を各種養生材で覆い、空気層内部の温度変化を熱電対により測定する方法で各種養生材の保温効果を確認することとした。

室内実験の実施状況を写真-1に示す。実験における養生条件は、①合板型枠のみ、②2重シート方式、③エアキャップ3層配置の3ケースとした。図-3に上記3ケースの実験により得られたコンクリート供試体の温度履歴を示す。図-3より、①の合板型枠のみの場合は、材齢2日程度で空気層の温度(養生温度に相当)が5℃以下となり、材齢3日では0℃以下となる。また、②の2重シート方式では、-10℃の環境下でも空気層の温度は材齢5日まで5℃程度以上に保たれる結果となった。③のエアキャップを用いた場合は5℃が保たれるのが材齢3.5日までであることから、②の2重シート方式は③のエアキャップ3層方式と比べても高い保温効果を有することが確認された。

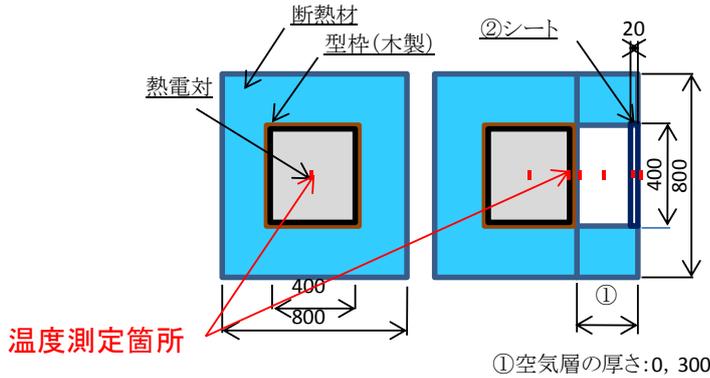


図-2 供試体概要

写真-1 室内実験実施状況

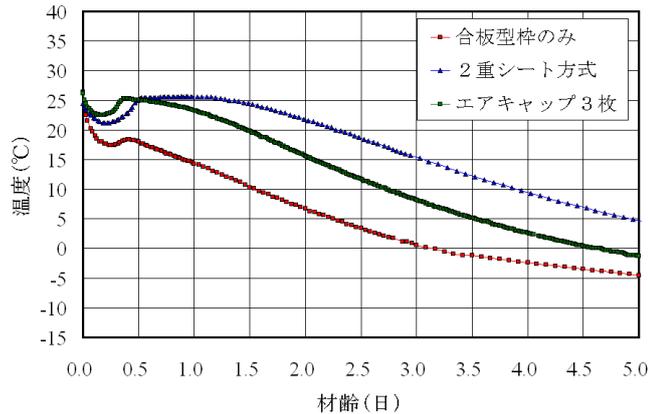


図-3 室内実験結果(空気層内の温度履歴)

4. 実施工への適用

4.1 施工事例1(福島県)

国土交通省東北地方整備局郡山国道事務所発注の関柴地区函渠工工事に本養生システムを適用した。函渠工の外寸法は、図-4に示すように高さ4.2m、幅3.5m、壁厚0.4mである。また、1ブロックのSPAN長は19.4mであった。本養生システムの適用にあたっては事前に温度解析を行い、養生温度の確認を行った。温度解析結果として、図-5に温度分布、図-6に温度履歴を示す。壁部の最高温度は、26.1℃と16.1℃の温度上昇量となる。温度上昇量の小さい表面部においても、材齢7日まで10℃以上を保つ結果となった。

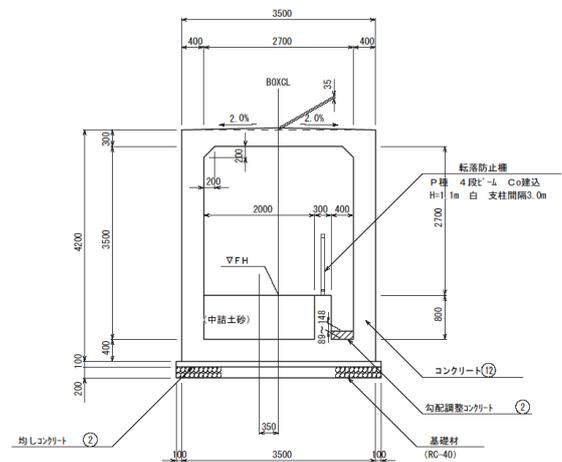


図-4 断面図

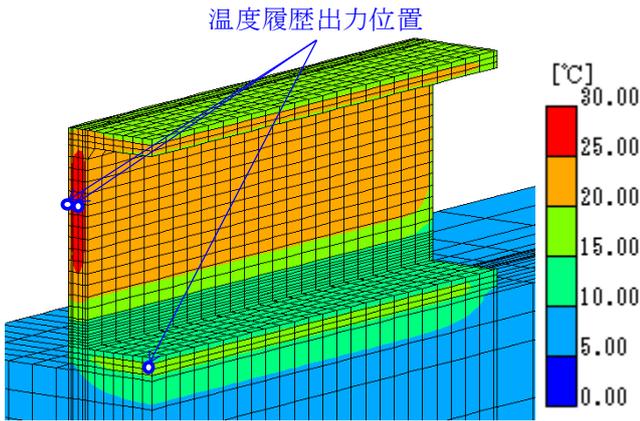


図-5 温度分布

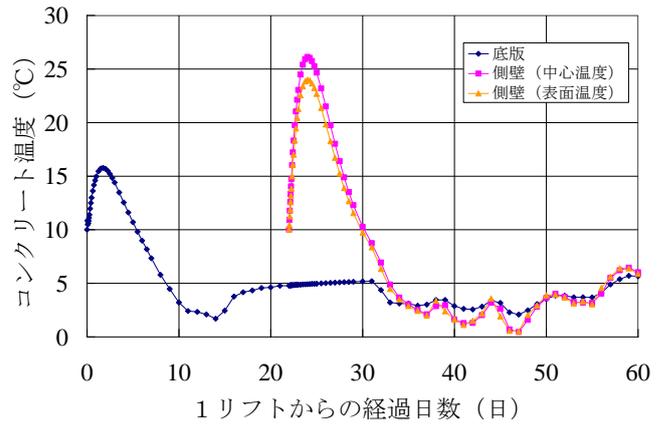


図-6 温度履歴

本養生システムの適用状況を写真-2 に示す。施工時に外気温，コンクリート温度，養生温度を計測した。図-7 にそれらの計測結果を示す。コンクリート温度は材齢 10 日間まで 10°C 以上が保たれる結果となった。すなわち養生温度は，材齢 5 日以上の間 10°C 以上が維持されており，外気温と比較して気温変動も小さくなっていることがわかる。また，最高温度が 24°C 程度で，養生温度が材齢 5 日間 10°C 以上を維持しており，これらの結果は事前解析とほぼ一致している。



写真-2 養生システム適用状況

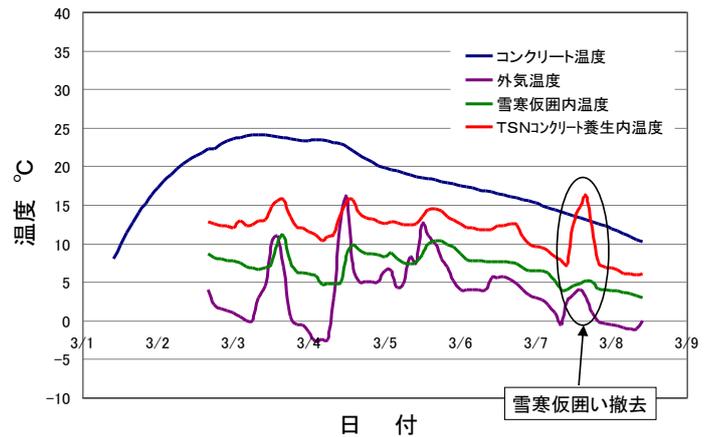


図-7 温度計測結果

4. 2 施工事例 2 (長野県)

本養生システムを長野県飯田建設事務所発注の橋台工事に適用した事例を示す。橋台は，図-8 に示すように高さ 7.83m，厚さ 2.7m 以上となっており，スパン長は 9.0m となっている。本養生システムの適用にあたっては，事前に温度解析を行い，養生温度の確認を行った。図-9 に温度分布，図-10 に温度履歴を示す。温度解析より，コンクリート温度は 45°C 程度と，30°C 以上の大きな温度上昇量となる。温度上昇量が大きいため，コンクリートの表面温度は，材齢 10 日程度まで 10°C 以上を保つ結果となった。

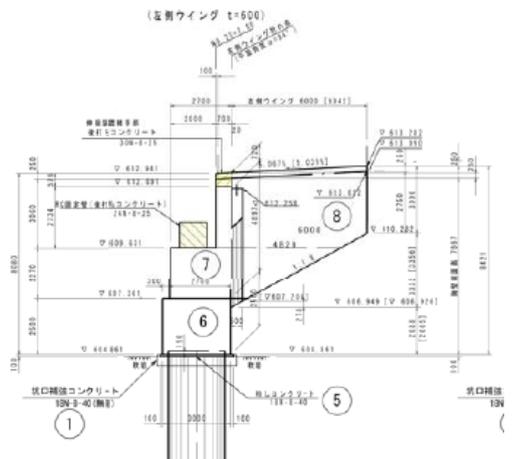


図-8 断面図

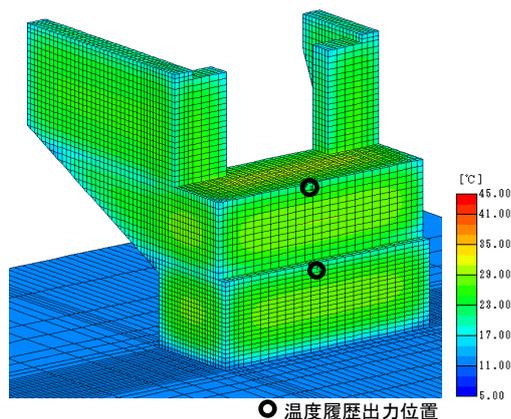


図-9 温度分布

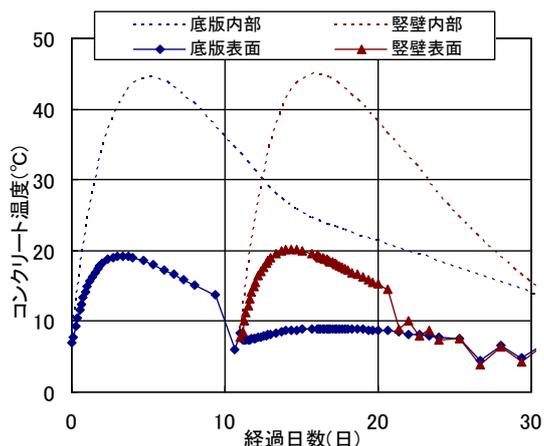


図-10 温度履歴

本養生システムの適用状況を写真-3 に示す。温度は外気温、コンクリート温度を計測した。図-11 にかぶり 10cm の位置のコンクリート温度と外気温の計測結果を示す。コンクリート温度は材齢 10 日以上の間 15°C以上が維持されている。また、外気温と比較して気温変動も小さくなっている。実施工では、打込み温度が 10°C程度となっているため事前解析よりも温度が高い結果となっている。温度勾配については、事前解析とほぼ一致する結果となった。



写真-3 養生システム適用状況

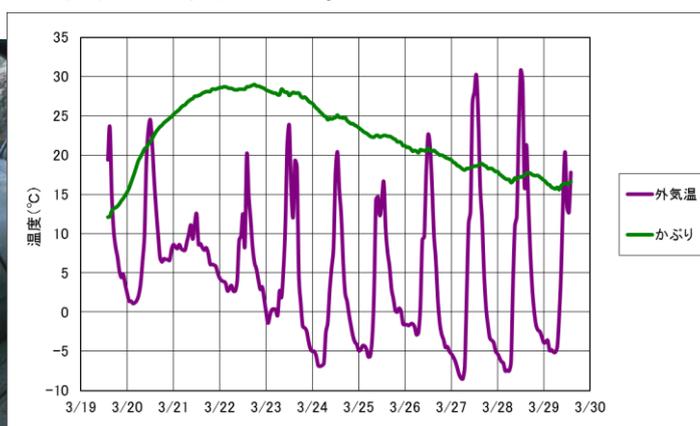


図-11 温度履歴

5. まとめ

室内実験および施工事例より得られた知見を以下に示す。

- (1) 本養生システムは、-10°Cの環境下においても、材齢 5 日以上 5°C以上を保つ結果となった。室内実験より、空気層の断熱効果が高いことを確認した。
- (2) 寒冷地の適用においても、コンクリート温度を材齢 10 日間 10°C以上保つことができた。また、養生温度は材齢 5 日以上の間 10°C以上を維持できた。
- (3) コンクリートのかぶり部分では、材齢 10 日以上 15°C以上保つことができた。また、外気温の変動の影響を受けることなく、緩やかな温度勾配となっている。

6. 謝辞

寒中コンクリートの養生方法については 2008 年から開発を進めており、足利工業大学工学部都市環境工学科 宮澤伸吾教授には開発から実用化に際してご指導頂いたことに厚く感謝申し上げます。