

## 「断熱型枠コンクリート建築」における コンクリート壁の温度と含水費の推移

長谷 英法 (株式会社 只石組コンクリート診断士)

成田 優 (シスコン・カムイ株式会社一級建築士)

只石 光昭 (株式会社 只石組)



COLD  
REGION  
TECHNOLOGY  
CONFERENCE 2005

### 1. はじめに

コンクリート構造物は、頑丈で半永久的といわれ、橋梁、トンネル、港湾、ビル等多岐にわたり建設されており、これまで90億m<sup>3</sup>のストックがあるといわれている。しかしながら近年、耐久性に問題がある事例が度々報告されている。

関東大震災から昭和10年頃までに建設されたコンクリート構造物は数十年経過しても、耐久性上比較的健全なものが多い。その理由として、良質な骨材が入手でき、水セメント比の少ない固練りのコンクリートを使用し、かつ、施工が極めて丁寧に行われていたことが挙げられる。しかし、高度成長期にかけて建設されたコンクリート構造物は、ポンプ圧送技術の開発等により大量に建設され、この際、急速な需要に対し適切な材料が間に合わない状態、また、熟練工が不足しながら工事を獲得する傾向が多く見られ、その結果、40年あまり経過した今日、耐久性や寿命について種々の問題が生じている。

このようにコンクリート劣化の要因は、セメントや骨材等の材料に起因するもの、練り混ぜ・運



図-1 凍害を受けた橋梁部材



図-2 乾燥収縮によりひびのはいた建物外壁

搬・打込み等の施工に起因するもの、荷重の増加等の構造・外力に起因するもの等さまざまであるが、北海道においては相当外気温の変動が日温度差 50 を超える厳しい環境にあり、外部からの水分の供給やコンクリート内外の温度差等による凍害の事例が多く報告されている。

凍害とはコンクリート中の水分が氷点下になった時の凍結膨張によって発生し、長年にわたる凍結と融解の繰り返しによってコンクリートが徐々に劣化する現象で、この凍害を防ぐためには水分供給を抑え、さらにコンクリートの温度変化を制御することはあまり重要視されてこなかった。

著者らは、数年前から「断熱型枠」を利用したコンクリート建築物の施工を事業化するにあたり、気温の変化とコンクリート内部の温度変化の関連性や外界からの水の供給に着目し、これまで継続的に断熱型枠コンクリート建築物のコンクリート内部温度やコンクリート内部の含水率を計測し、この、建築物が凍害の防止に寄与できる研究を行ってきた。本論文ではこれまでの実験結果について報告する。

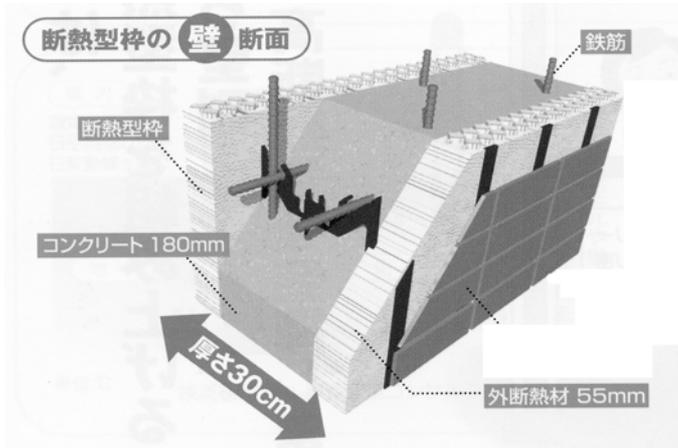


図-3 断熱型枠コンクリートの断面

## 2. 「断熱型枠」を用いたコンクリート構造

### 2.1 コンクリートの内部温度変化測定

温度の測定は、実際に建設し入居を前提とした、断熱型枠コンクリート建築物の集合住宅で行った。断熱型枠はビーズ法ポリスチレンフォーム2号厚さ55mmを使用している。建築物の構造壁の、コンクリート厚さ180mm、床、天井のコンクリート厚さは200mmで、断熱型枠によって壁の両面に断熱を施し

ている1階の外壁、1階の内部の壁、断熱を施していない1階床、1階天井の各コンクリート内部に、それぞれ温度測定用の熱電対を配線しメモリハイログ-8420-5(日置電機株製)にて各部位、また、外の気温、居住空間の温度、床下の温度を継続して(現在約1年経過)行い、温度変化の相関関係を観測した。



図-4 温度測定状況

### 2.2 コンクリートの内部含水率測定

コンクリート・モルタル水分計 HI-800(ケット科学研究所製)を使用して、すぐ測定位置にデイスタンス・ゲージ(穴間隔30mm)を当て、穴あけ位置に印をつける。次に、6mmのドリルの刃を用いて、穴2本を測定深さ(100mm)まであけ、プロアなどで穴の中を掃除する。最後に、2本のセンサを穴に100mm深さまで挿入し、水分計の表示部から90mm深さ位置の含水率を読み取り、そして、70、50、30、20、10mm深さ位置の含水率を読み取る。



図-5 内部含水率測定状況

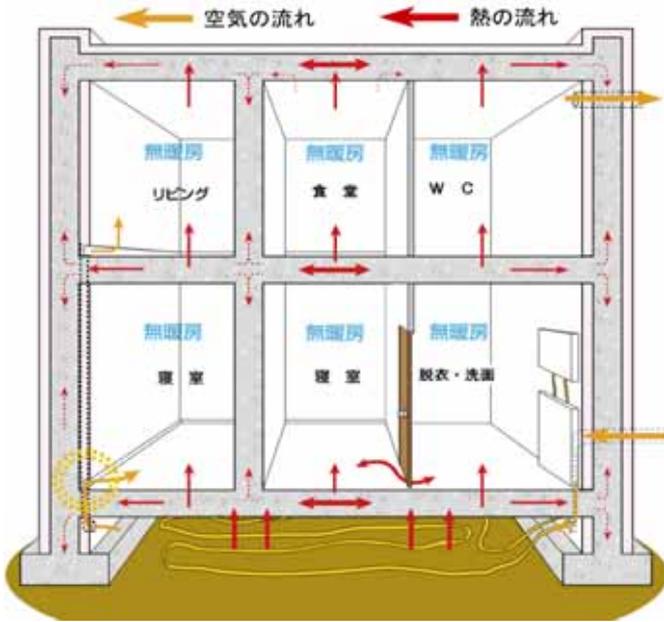


図-6 断熱型枠コンクリート建築物の断面

図-8は、室内の暖房を停止した場合の、コンクリート内部温度の変化を観察した。暖房を停止し、室内の温度が徐々に下がりはじめ、5日間22 から16まで低下、それに同調し、断熱を施していない天井、床の内部温度は下降した。外壁・内壁のコンクリート内部温度は室内温度変化に若干影響されたものの1程度の下りだった。5日後の暖房再運転時にも天井、床の内部温度は室温に同調したが、両面断熱の外壁、室内の構造壁ともにコンクリートの内部温度は1程度の上昇であった。

### 3. 測定結果

#### 3.1 コンクリートの内部温度変化測定結果

図-7は、平成17年1月1日から1月15日にかけて計測した断熱型枠コンクリートの建物のコンクリート内部温度と気温を実測したものである。早朝-20を下回っている日や、日中プラス気温になっている日もあり、その温度差が最大25を超えたにもかかわらず、室内温度変動は5、天井2、内壁・外壁では1変動している程度であった。

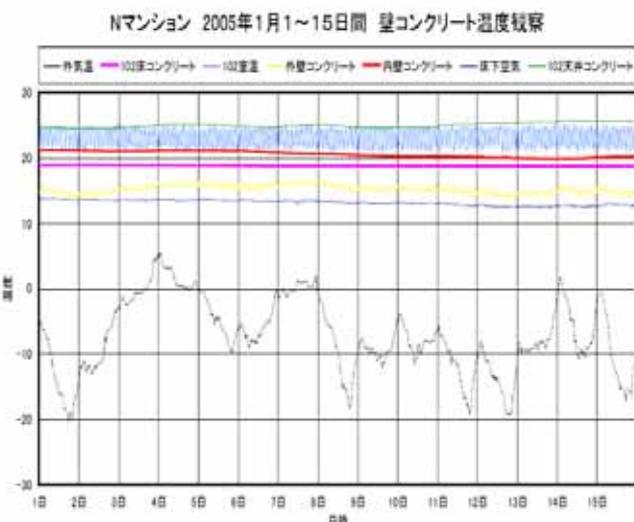


図-7 屋外、室内、コンクリート内部温度変動(暖房有)

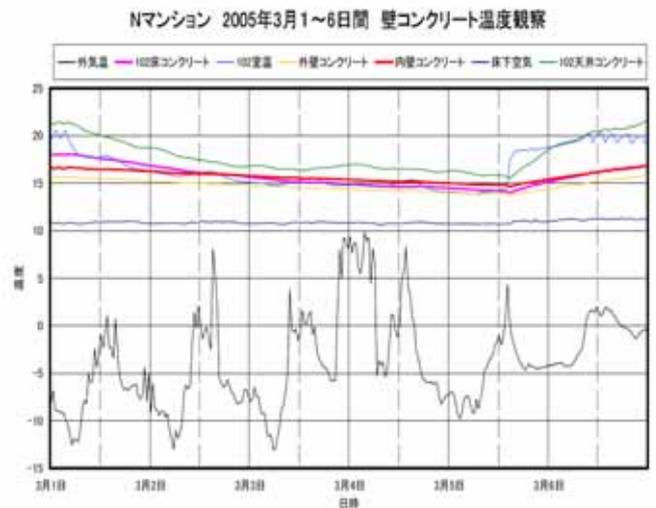


図-8 屋外、室内、コンクリート内部温度変動(暖房無)

#### 3.2 コンクリートの内部含水率測定結果

図-9、図-10は、コンクリート内部の含水率とコンクリート打込み直後からの内部温度の推移を継続して計測したグラフである。水和反応によるコンクリートの内部温度の上昇は打込み後から24時間程度で、最大値の56まで到達した。その時点で、単位水量並びに骨材付着水等、合計質量の9%程度あった含水率が、6%まで低下した。含水率は5日間横ばいで推移し、その後5日間を掛け、内部温度の変化に同調しながら4%まで低下した。打込み後1ヶ月経過した頃では3.7%程度で落ち着き、その後、降雨、降雪の融雪水もあったが2ヶ月を経過しても含水率の上昇は見られなかった。また、コンクリート表面から70、50、

30、20、10mm 深さ位置の含水率を計測したが、表面付近で多少含水率は低かったものの、各深さほぼ一定の含水率であった。

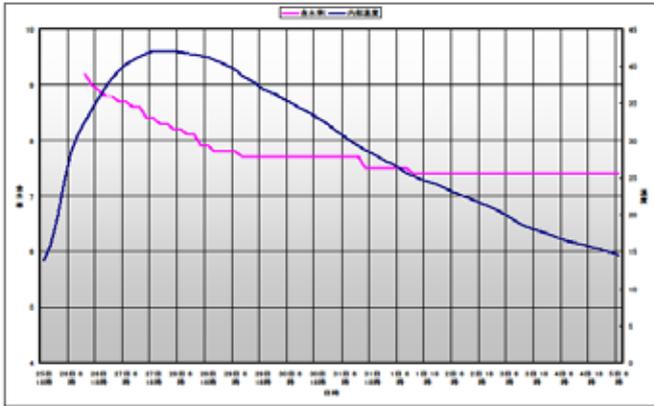


図-9 内部温度と含水率の推移（10日間）

旭川市内 コンクリート住宅におけるコンクリート壁の含水率(2005年8月11日～10月18日)

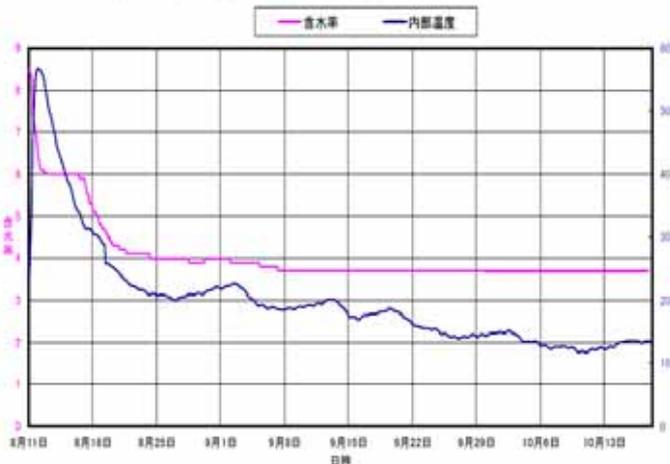


図-10 内部温度と含水率の推移（2ヶ月間）

と比較すると、大変危険度の高い地域である。

断熱型枠コンクリート建築物では、コンクリートの両側を断熱することで、結露防止、室内環境の改善、省エネルギーなどの多くのメリットがあり、また、躯体は室内側の環境および気温や直射日光等の厳しい外界変動の影響を遮り保護されていることから、劣化の危険度は軽減される。外界温度の変化が大きくても断熱効果によりコンクリート自体が受ける温度変化が少なくなることで、コンクリートの膨張・収縮量が小さくなり、温度応力および乾湿繰り返しによるひび割れ発生の可能性も低くなる。

内部の水分の凍結に関しては、水分計の数値にも表れているとおり、ビーズ法ポリスチレンフォームの断熱材で表面が覆われていることで、降雨や融雪水による水分供給も防ぐことができる。また、コンクリートの表面及び内部の温度が氷点下になることがないので、内部の水分の凍結による膨張は考えられない。

以上のことから、断熱型枠を用いたコンクリート構造物には北海道のコンクリート構造物において劣化事例の多い、凍害の危険性が及んでいないことがわかった。

〔参考文献〕

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術 04
- 2) 成田優、長谷英法、S・M・タギ他：「断熱型枠を見直した寒冷地コンクリート構造の物性観察」第17回ふゆトピア研究発表会論文 2004年

4. まとめ

コンクリート構造物は、適切に施工された場合、丈夫で、美しく、長持ちするものである。しかし、コンクリート構造物は、製造・施工に人の手にかかってつくられるもので、わずかな欠陥があっても年数を経るとともに劣化が進行する可能性をもっている。北海道では、夏季の気温は本州並みの30 程度まで上昇し、冬季には-30 を下回るコンクリートにとっては大変厳しい環境であり、凍害による劣化は、他の都府県