

V-150

マスコンクリートの自然冷却に関する一考察

清水建設㈱ 正会員 嶋田 洋
 清水建設㈱ 正会員 江渡 正清
 清水建設㈱ 正会員 小野 定

1. はじめに

コンクリートダムや長大吊橋などの大規模なマスコンクリート工事では、打設能力や温度ひびわれ制御の観点から、通常、鉛直継目が設けられる。鉛直継目部には、コンクリートブロックの一体化を図るためジョイントグラウト工が施される。ジョイントグラウト工は、コンクリートブロックが建設サイトの安定温度に達した時点で行われている。構造物の温度を安定温度まで冷却するには、1) パイプクーリングによる強制冷却、2) 自然冷却の2つが考えられる。前者は、自然冷却に比べ安定温度に下がるまでの所要時間が短いため、これまでに多く用いられてきたが、クーリングパイプの設置および実施のための労務、費用、工程が必要となる。自然冷却を積極的に活用した例は、過去にいくつかあり¹⁾、図-1に示すような、コンクリートブロックに、鉛直方向に溝（スロット）を設けている（スロット工法と称す）。

著者は、スロット工法の有する特徴に着目し、解析的研究を行った結果、ブロックの大きさによっては、鉛直スロットのみでは、十分な冷却が得られないことがわかり、水平方向のスロット（以下水平スロットと称す）も併用する方法を考案した。

本報告は、これら鉛直、水平スロットの冷却効果と、水平スロットの代わりにパイプクーリングを局部的に設置した場合の（パースシャルクーリング）の冷却効果について、有限要素法を用いて解析的に検討したものである。

2. 解析概要

2.1 解析モデル

解析モデルは、図-2に示すとおりである。モデルは長大吊橋アンカレイジを想定し、巾20m、高さ27mのブロックが、両側面熱伝達境界となる場合（鉛直スロット設置）を考えた。水平スロット設置のケースは、図-2のモデルのうち  の要素を取り除き、熱伝達境界とした。パースシャルクーリングの場合は、図-2の●部を固定温度境界とした。

2.2 解析条件

解析条件は、以下のとおりである。打込み温度 T_p : 15℃、コンクリートの熱容量および熱伝達率 725kcal/m³℃、2.424kcal/mhr℃、外気温: $T_a = 15.4 + 11.6\sin(t +$

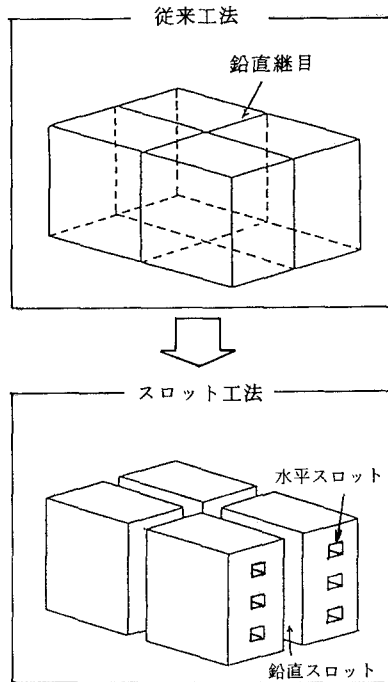


図-1 スロット工法

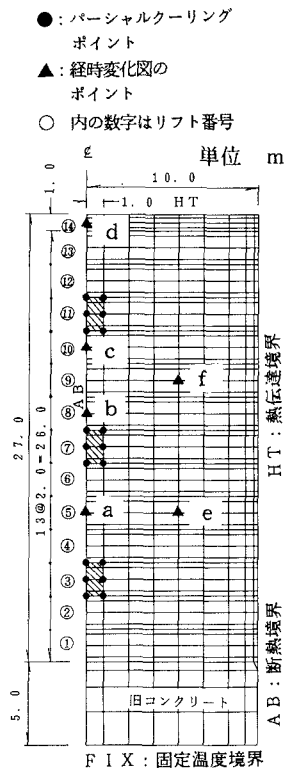


図-2 解析モデルと境界条件

21) $2\pi/365$ °C、(t は解析材令(日)で第3リフト打設時6月1日を0とした)。断熱温度上昇特性 $Q(t) = 41.8(1 - e^{-0.381t})$ 、固定温度 15.4°C 、旧コンクリートの初期温度 20°C 、通水温度 20°C ($210 \leq t \leq 300$ 日)、 15°C ($t > 300$ 日)。

3. 解析結果および考察

図-3は、鉛直スロットを設置した場合の、ブロック各点のコンクリート温度の経時変化を示したものである。最終リフトの温度は、他リフトに比べ温度降下の程度が大きく、また外気温の影響を受け大きく変化している。他のリフトは、温度降下が緩慢で、解析材令17ヶ月の時点でも、まだ安定温度(15.4°C)に達していない。このように、鉛直スロットのみでは、十分な冷却が得られないことがわかる。

図-4は、鉛直スロットに加え、水平スロットを設けた場合のコンクリート温度の経時変化である。コンクリートの温度上昇量自体は、鉛直スロットのみの場合と大差ないが、温度降下が大きく、解析材令約12ヶ月でほぼ安定温度に達している。温度ピークからの温度降下量についてみると、鉛直スロットのみの場合が、 $15 \sim 25^{\circ}\text{C}$ であるのに対し、水平スロットを併用した場合は、約 30°C であり、また、ブロック全体が安定温度に達している。

水平スロットは、本研究では、 $2\text{m} \times 2\text{m}$ の断面を有しているが、このような水平スロットの代わりに、この部分に局所的なパイプクーリング(パーシャルクーリング)を施した場合の解析結果が図-5である。パーシャルクーリングを行うことにより、水平スロットと同等の冷却効果が得られることがわかる。

4. おわりに

マスコンクリートの冷却方法として、鉛直スロット、水平スロット、パーシャルクーリングを考え、その効果について、有限要素法により解析的に検討した。その結果、これらの方法が、自然冷却方法として十分適用できることが認められた。

<参考文献>

- 1) 藤田博愛：ダムコンクリートの温度管理に関する調査研究、1961

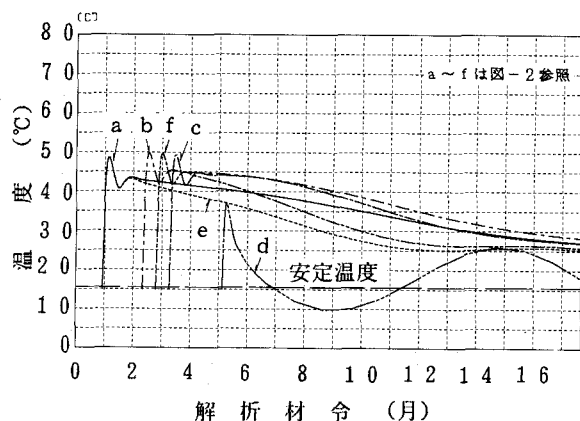


図-3 温度経時変化図
(鉛直スロットのみ使用)

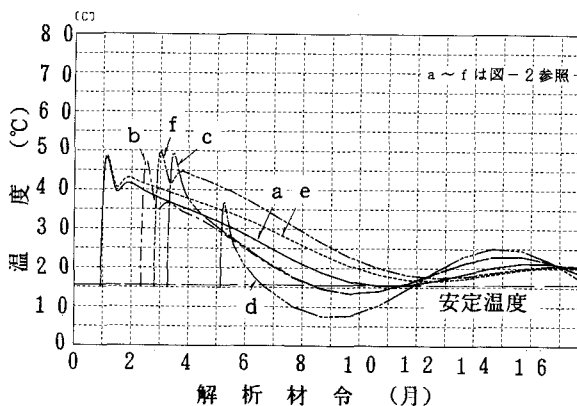


図-4 温度経時変化図
(鉛直および水平スロットを併用)

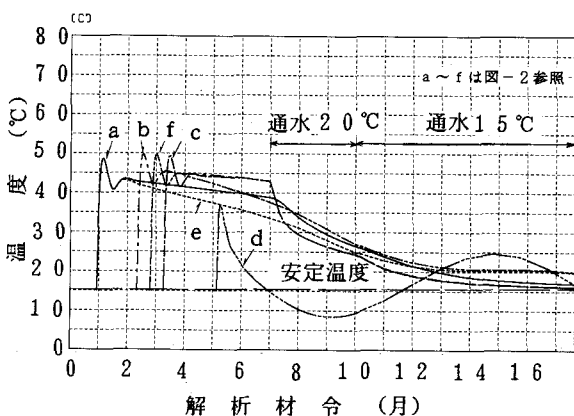


図-5 温度経時変化図
(鉛直スロットとパーシャルクーリングを併用)