

川崎製鉄(株) 正員 ○鹿 毛 征 二
 清水建設(株) 森 山 謙 久
 清水建設(株) 正員 小 野 定

1. まえがき

マスコンクリート構造物を施工する場合、コンクリート打込み後のセメントの水和熱による温度上昇が、温度ひびわれを制御する上で重要な要因となる。千葉県で建設した熱風炉基礎スラブは、断面寸法が約43 m×68 mで厚さが5.6 m(コンクリート量は約16,000 m³)のマッピンな鉄筋コンクリート構造物であるため、施工時の温度ひびわれを最小限に制御することを目的に種々の検討を加えて施工した。施工時における温度ひびわれの制御としては、コンクリート打込み後のリフト中心部と表面部との温度差で行なった。本報文は、コンクリート施工時に実施した温度上昇の測定結果について述べたものである。

表1 コンクリート量および打設日

打設アローフ	打設日	打設量	打設日
I	43×68×1.8m	5170	5/10
II	43×32×1.8	2289	5/11
III	43×36×1.8	2716	5/12
IV	43×39×2.0	3132	5/13
V	43×29×2.0	2652	5/14

2. コンクリート工事の概要

コンクリートの打込みは、表1に示すように温度上昇および温度応力の計算値をもとにして、全体を3リフト(5ブロック)に分けて施工した。図1は各ブロックの平面図および断面図を示したものである。コンクリートの配合は、構造物の特性および施工性などを考慮して設計した結果、表2に示す配合を使用した。図2にそれらの断熱温度上昇試験の結果が示してある。コンクリートの打込みはポンプ車を使用した。ブロック側面の型枠にはメタルフォームを使用し、さらに養生は打込み後7日間むしろ養生を行なった。打込み開始より終了までの平均外気温は約10℃であった。

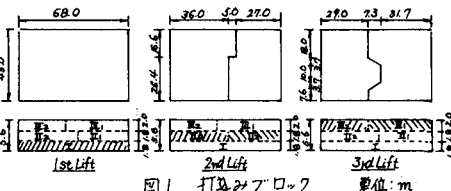


図1 打込みブロック

表2 コンクリートの配合

配合名	M.S. (mm)	S.L. (cm)	Air (%)	W/C (%)	W/S (%)	W/G (%)	W/A (%)	W/O (%)	W/P (%)	W/C (%)	W/S (%)	W/G (%)	W/A (%)	W/O (%)	W/P (%)
MNR91A	25	15	4	61.7	44.9	184	298	805	1002	0.745	2.02				
MNR91C	25	15	4	63.8	48.5	178	279	793	1071	0.678	2.40				

3. 温度測定概要

温度上昇の測定は、図3に示す個所にφ0.65 mmのC-C熱電対を埋設して行なった。計測には電子管自動式多記録計を用い、また測定はコンクリートの打込み直後より約2ヶ月間実施した。

4. 温度上昇の測定結果および考察

図4(Point 12の履歴)は、各リフト中心部および表面部の実測値と計算値との比較を行なったものである。計算値には、打込み前と後に実施した結果が示してある。測定結果より以下の実が示された。(1)第1リフトの温度履歴;打込み温度は約12.9℃であり、打込み3日目まで第1リフトの下面より約80 cmの地点で最高温度上昇47.0℃(打込み温度よりの上昇量は34.1℃)を示した。最高温度を示した後の中心部および表面部の温度降下速度は、中心部で2.1%/日、表面部で1.7%/日とほぼ同じ傾向を示していた。第2リフト打込み直前の温度は、中心部で24℃および表面部で13℃であ

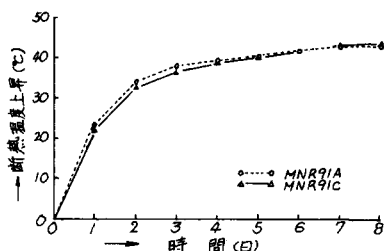


図2 断熱温度上昇曲線

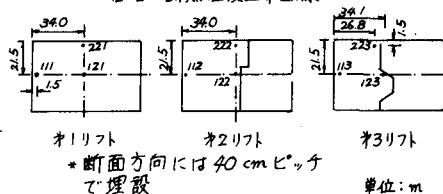
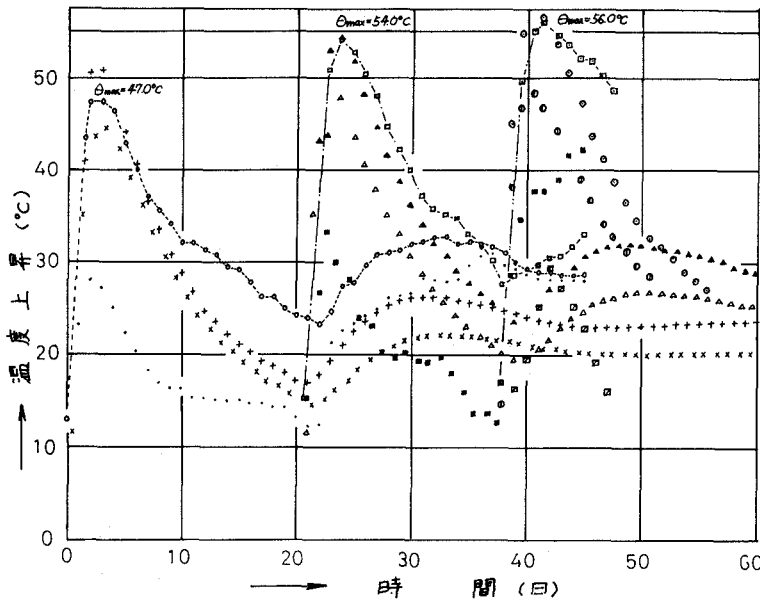


図3 熱電対埋設位置



- 1リフト実測値・中心
 - 計算値A・中心
 - × 2リフト実測値・中心
 - 計算値B・中心
 - △ 3リフト実測値・中心
 - ◇ 計算値C・中心
 - 1リフト実測値・表面
 - 計算値A・表面
 - × 2リフト実測値・表面
 - 計算値B・表面
 - △ 3リフト実測値・表面
 - ◇ 計算値C・表面
 - 1リフト実測値・中間
 - 計算値A・中間
 - × 2リフト実測値・中間
 - 計算値B・中間
 - △ 3リフト実測値・中間
 - ◇ 計算値C・中間
- * 計算値 A: 打込み前のもの
B: 打込み後のもの

図4 コンクリート打込み後の温度履歴

た。第2リフトが打込まれると表面部は閉塞され、第2リフトの影響で再び温度は上昇し、第1リフト打込み後37日目まで中心部の温度とほぼ等しい温度約31°Cを示した。第3リフトの打込みによる影響はほとんどみられず、材令60日目では中心部および表面部ともに約25°C程度の安定温度となっていた。(2)第2リフトの温度履歴；第2リフトの打込み温度は約15.3°Cであり、中心部(第2リフトの下面より80 cmの地奥)は材令24日目まで最高温度上昇54.0°C(打込み温度よりの上昇量は38.7°C)を示した。温度降下速度は、中心部で2.4°C/日、また表面部で2.0°C/日と中心部の方が大きい降下速度を示した。(3)第3リフトの温度履歴；第3リフトの打込み温度は約17.0°Cであった。中心部(第3リフトの下面より100 cmの地奥)は、材令41日目まで約56.0°Cの最高温度上昇(打込み温度よりの上昇量は39°C)を示した。温度降下速度は、中心部で1.4°C/日、また表面部で2.0°C/日と中心部の降下速度は他リフトに比べて比較的小さい傾向を示した。(4)図5にリフト中心部と表面部との温度差の履歴が示してある。各リフトの温度差がピークを示す材令は4~7日目であり、各リフトの最高温度上昇を示す材令より1~4日遅れている。第1リフトの温度差(Point 111, 121)は、最高で $\Delta T = 23^\circ\text{C}$ であった。一方、第2、第3リフトの温度差はともに28°C前後を示しており、第1リフトより5°C程度高くなっていた。Point 111とPoint 121との温度差の履歴を比較してみると、Point 111では急激に高くなり、そして急激に低下しているのに対して、Point 121ではなだらかな傾向を示していた。この理由としては、ブロック側面よりの熱拡散の影響がPoint 111では大きいに対して、Point 121ではその影響がほとんどみられないことによるものであると考える。(5)コンクリート打込み前に温度差(ΔT)を20~25°C以内に管理することを目標にしていた。第1リフトに関してはほぼ満足しうる結果が得られたが、第2および第3リフトに関しては養生、型枠などによりさらに制御する必要があった。

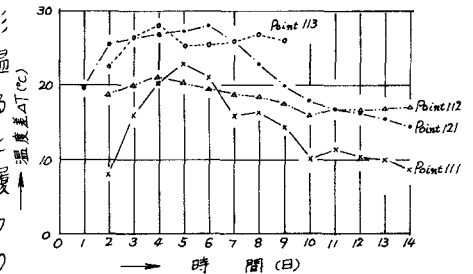


図5 リフト中心部と表面部との温度差

(参考文献) 1) 鹿毛, 小野, “マニツな熱風炉基礎スラブコンクリートの施工計画について”, 第30回セメント技術大会, 1976, 2) 小野, “マスコンクリートの配合に関する一考察”, 第3回関東支部年次研究発表会, 1976.1