

大成建設(株) 正会員 松岡康訓
大成建設(株) 正会員 新藤竹文

1. 予 え ぎ

PC構造は単位セメント量が大きい。ため、比較的部材厚の薄いPCタンクをさへも、その施工時期が夏期になる場合には、セメントの水和熱を起因した温度ひびわれを防止することは極めて困難であり、事後処置しているのが現状である。しかしながら、ひびわれが発生したこの種の構造物の温度応力を解析すると、いずれの場合もひびわれ発生限界ぎりぎりであり、対策によってはこれを防止することも可能であると考えた。そこでPC構造の特色を生かし、側壁断面内に配置された横締め用シース管に外気を送風するエアークーリング方式により、部材内の温度分布の均一化と温度上昇の低減をはかった。本報告は、エアークーリング方式による施工したPCタンクの温度上昇の抑制およびひびわれ防止効果について言及したものである。

2. 実施概要

2.1 クーリング断面形状および温度測定位置

側壁部の断面形状およびクーリング用シース管の配置図を示す。温度測定用の熱電対設置位置を図-1に示す。

2.2 打設コンクリート

打設したコンクリートは、普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は荒川・横瀬川混合砂(比重2.61, F.M.2.90)粗骨材は、荒川産(比重2.64, F.M.6.80)を用いたものである。また、混和剤としてAE減水剤(遅延タイプ)を使用した。配合は、表-1に示すとおりである。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤
25	10	4	35.0	37.8	152	434	674	1120	1.805

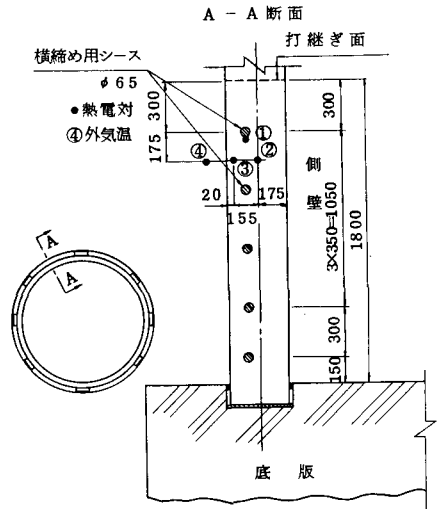


図-1 クーリング実施断面および温度測定位置

3. 理論値

エアークーリング実施にさき、数種の条件を仮定して数値解析により、クーリングを行なった場合(以下、クーリングと略す)と、クーリングを行行なわなかった場合(以下、無処置と略す)の温度履歴を求め、実測値と比較することにより、解析方法を検討することとした。

3.1 解析ケース

計算は、打設温度30℃、平均外気温27.6℃とした場合における、クーリング処置と無処置

表-2 境界条件

因 子	単 位	数 値
断熱温度上昇	℃	54.03
温度上昇係数	-	1.877
コンクリートの比熱	Kcal/kg℃	0.20
コンクリートの単位重量	kg/m ³	2400
コンクリートの熱伝導率	Kcal/mhr℃	2.00
型枠の熱貫流量	Kcal/mhr	1.60

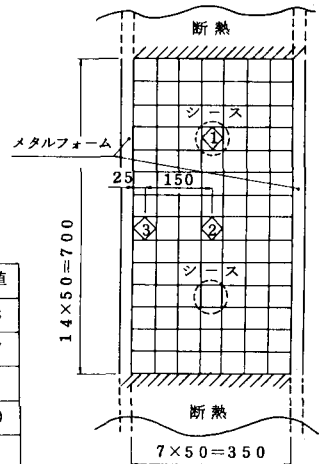


図-2 解析モデル

の2ケースについて行った。解析に用いた諸条件および解析モデルを表-2、図-2にそれぞれ示す。

3.2 解析結果

図-2に示す解析モデルにおける、実測位置(図-1参照)と対応する位置(①,②,③)における温度履歴を図-3に示す。

図-3より明らかなように、クーリングが十分に行なわれた場合(ここでは、シース管内が外気温相当に冷却された場合を想定する)は、4℃程度、温度上昇を抑えることが可能であるという結果が得られた。

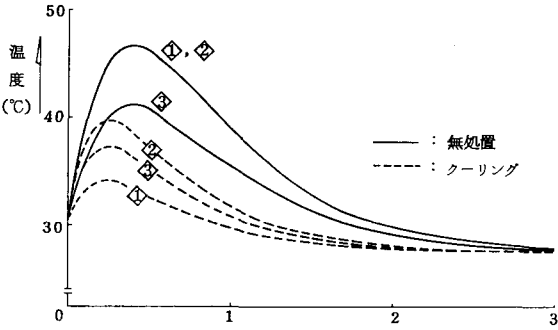


図-3 温度履歴(理論値)

4. クーリング実施結果

4.1 温度測定結果

図-1に示す位置における温度測定結果を、図-4に示す。また、先に理論計算により算定したクーリングの温度履歴も併記する。

4.2 シース管排出口における風速測定

シース管のエア-排出口において送風状態を調べるため、風速を測定した。その結果を、表-3に示す。

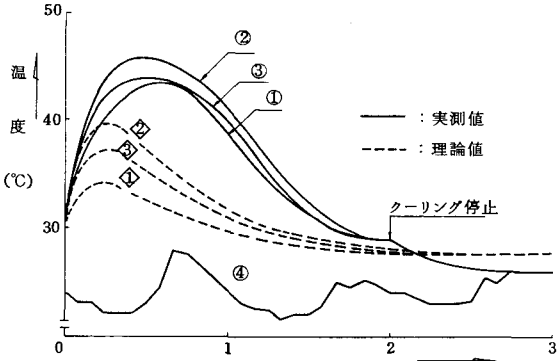


図-4 温度履歴(実測値)

5. まとめ

図-4に示すように、実際のコンクリート温度は、理論値に比べ、6~9℃程度も高く、無処置に近い結果となった。この理由としては、施工の都合上、シース内にクーブルを配置した状態で送風せざるを得なかったことから当初予想した1/6程度の風量しか得られなかったために、シース内の空気温度を外気温相当に低減できなかったことが原因と考えられる。しかしながら、図-4に示すようにクーリングパイプ位置近傍の温度が、型枠近傍の温度よりも低くなり、しかも中心部温度よりも2℃程度低下していた。

一方、クーリングした場合および無処置の場合のびびわれ発生状況を示すと、それぞれ図-5、図-6のようであり、クーリングすることによって、びびわれは約1/6に減少した。また、この場合のびびわれ発生位置は、いずれの場合も応力が集中する定着部と一般部の境界部位置に集中していた。

以上述べたように、約2℃というわずかな温度低下で、びびわれを1/6に低減し、かつその発生位置が定着部に集中していることから、エア-クーリングの効果はあったものと考えられる。

今後は、送風量に対する温度低下量をより正確に、かつ定量的にとらえるよう実験、研究を進めていくつもりであり、これによって、より効率の良い簡易エア-クーリング手法を確立するつもりである。

表-3 風速測定結果

フローの種類	シース管の位置	風速(m/sec)	平均
排出口6ヶ	上段	3.8 5.1	3.9
	中段	2.4 3.6	
	下段	4.4 4.0	
排出口4ヶ	上段	3.0 3.3	3.6
	下段	4.2 4.0	

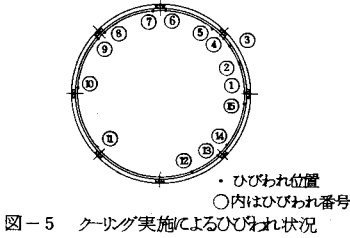


図-5 クーリング実施によるびびわれ状況

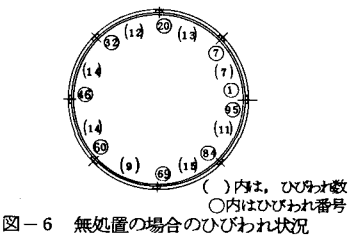


図-6 無処置の場合のびびわれ状況