

マスコンクリートにおける橋脚基礎の暑中施工について

名古屋高速道路公社 設計課 正会員○加藤三樹夫
 浅沼三菱建設工事共同企業体 中山 邦彦
 名古屋工業大学 土木工学科 正会員 梅原 秀哲

1. まえがき

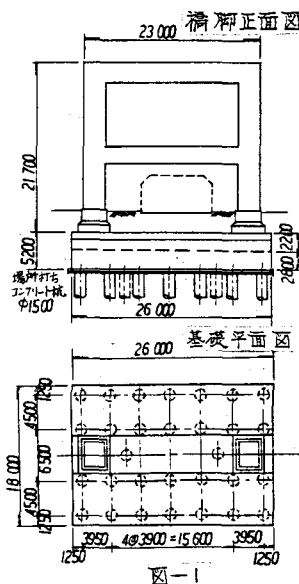
名古屋高速道路1号、P172橋脚の基礎コンクリートについては、マスコンクリート構造物であり、暑中での施工時には、コンクリート温度が、かなり高くなり、施工方法によっては、温度応力によるひびわれ発生が懸念された。このため温度解析及び温度応力解析をすることにより、施工方法を決定した。図-1に一般図を示す。

2. 施工概要及び方法

本橋脚基礎部のコンクリート量は、 2230.8m^3 であり、セメントは、同一メーカーとした。配合を表-1に示す。施工方法としては、コンクリート量が大量であるが、工期短縮とコンクリートの供給を考慮すれば、十分1度で打設可能であった。

表-1 $\text{O} \times \text{K} \quad 210\text{-B-25-N}$

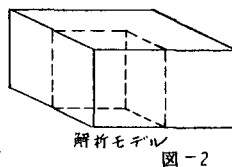
粗骨材の最大粒径の範囲 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	粗骨材の割合 (%)	単位量 (kg/m ³)				混和材料 No.5L
					水	セメント	粗骨材	粗骨材	
(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	W	C	S	G	
25	8±25	4±1	60	43.3	158	264	77.7	1086	0.660



しかし暑中であり1度で打設すると内部温度が、高くなり過ぎると予測され2度打設(2層に分けて打設)により、温度を低く抑えることが出来るのではないかと考えた。そこで温度分布、温度応力解析をすることにより、1度で打設可能か判断した。そして2度打設の場合の適切なリフト量や、打継ぎ時期についても検討を行った。

3. 温度解析及び温度応力解析法

解析は、case 1 (1層打設、層高=520cm)、case 2 (2層打設、層高=260cm)の2種類を比較検討した。解析方法としては、8節点アイソパラメトリック6面



体要素を用いた三次元有限要素法プログラムを利用した。なおこのプログラムは、クリープについては考慮していない。解析モデルとして対称性を考慮して $\frac{1}{4}$ 部分についてのみ解析を行った。温度解析の境界条件としては、露出面については、すべて熱伝達境界として、それ以外は断熱境界とした。要素分割は、図-2に示す通りであり、高さ方向に4層、全体で140要素となる様に分割した。応力解析の境界条件として、杭基礎部の1~9点すべて固定点として解析を行った。なお温度解析及び応力解析に用いた主な諸定数を表-2に示す。また次に断熱温度上昇式を示す。 $Q = 41.8 (1 - e^{-0.0000118426 t})$ 、 t : 秒以上の条件下におけるコンクリートの任意の材令の温度分布及び応力を求めた。

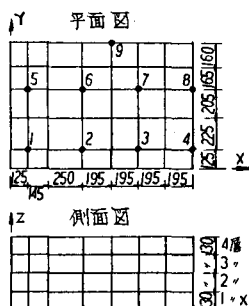


表-2 コンクリートの物理定数

熱伝導率 (kcal/mh ²)	1.9
比熱 (kcal/kg ²)	0.21
比重 (kg/cm ³)	2300
熱伝達率 (kcal/mh ²)	10.0
外気温 (°C)	30.0
熱膨張係数 (α/°C)	9.0

4. case 1、case 2 の比較及び考察

温度解析：コンクリート内の温度解析結果を図-3に示す。case 1、2 共、解析場所は、上層部 1、下層部 2 の点で、中心部の値である。上層部は、両 case 共、温度差はなく、ほぼ同じ経過となっている。7 日以降では、共に温度変化が非常に小さくなっている。30 日後で、外気温より 2.5°C 位高い温度となっている。下層部では、共に温度が下らず 30 日後でも、かなり高い値となっている。case 1 では、特にこの傾向が顕著である。case 2 では、10 日以降やや温度が下降している。しかし全般的に温度がかなり高く、またあまり低下していない原因としては型枠を残置していると仮定し、側面及び下部を断熱温度境界としたため外気温の影響が、表面からしか及ぼさなかったものと考えられる。したがって層厚の薄い case 2 では温度が低下し、case 1 では低下しなかった。

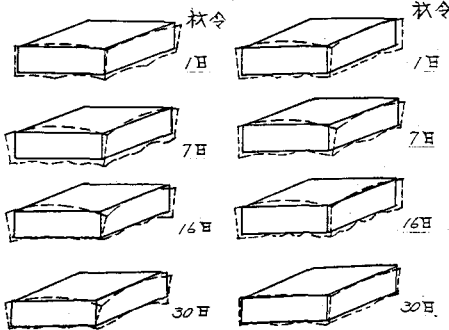
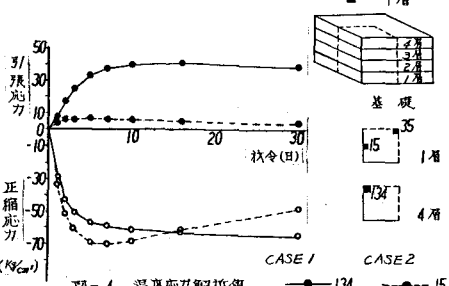
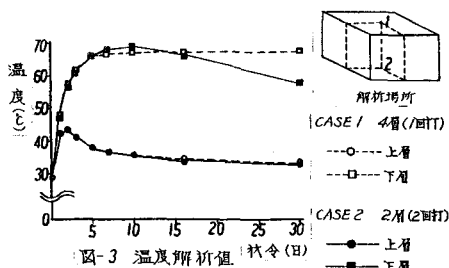


図-5 CASE 1 変形図

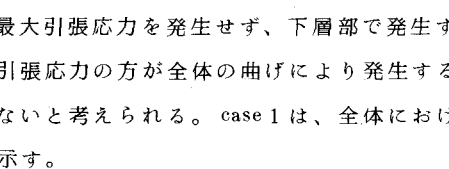


図-6 CASE 2 変形図

温度応力解析：コンクリート内の応力解析を図-4に示す。応力値は、両 case 共、圧縮、引張の最大となる要素を選び出した。圧縮応力は、共に第 1 層（下層部）の中心部で最大圧縮応力を発生しており、応力と材令の関係は、温度と材令の関係と酷似している。引張応力は、顕著な違いが現われている。（両 case 共最大引張応力の発生する場所は、異っている。）、最大引張応力は、case 1 では、 $40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ case 2 では、 $5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 程度となった。又 case 2 の上層部では、最大引張応力を発生せず、下層部で発生する。このことは、下端の固定点（杭支点）近くで発生する引張応力の方が全体の曲げにより発生するそれより大きい結果となり、全体の曲げは、大きく発生しないと考えられる。case 1 は、全体における曲げは、大きいものとなる。図-5.6 に全体の変形図を示す。

5. まとめ

以上の結果より施工は、表-3に示す。case 1、2 を比較した場合、温度ひび割れの可能性から判断して case 2 が妥当であり、打ち継ぎ時期についても、1 層部の温度が下降し、次の打設にはほとんど影響がないと思われる 7 日前後がよいと判断された。

又 1 回のリフト量については、これだけのデータでは、問題であるため今回は、ひび割れ発生温度を推定することにより決定した。リフト量は、上層部と下層部の比を、1:1.3 程度とした。最後に解析にあたって電力中研の川原場氏のプログラムを利用しました。又浅沼組の大沼氏の協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。（参考文献）1)：マスコンクリートの温度応力研究委員会「マスコンクリートの温度応力推定方法に関する既往の研究とその総括」日本コンクリート工学協会 昭和 59 年 2 月 2)：泉満明「大断面を有する鉄筋コンクリート構造物における温度ひびわれ」土木施工、23 巻 12 号～24 巻 2 号

表-3

打設回数	日時	外気温	コンクリート温度	打設数量	時間当り打設数量	リフト量
1 回目	57.7.11	28°C	30°C	130.4 m³	146 m³/h	2 m 800
2 回目	57.7.17	27°C	30°C	920.4 m³	102 m³/h	2 m 200