

電力中央研究所 正会員 ○原口 晃

電力中央研究所 正会員 田辺忠顕

電力中央研究所 正会員 山川秀次

1. まえがき

ここ数年、土木構造物のみならず、建築構造物においても断面寸法の大きなマスコンクリート構造物の使用が増大しているが、その際の問題点は、単位セメント量の大きなマスコンクリートの安全かつ能率的な施工である。マスコンクリート施工の技術上の要点は、熱応力によるひびわれ発生の制御であって、単位セメント量が多い程より入念な検討が必要となる。

本報告は、マスコンクリートについて新しく開発された応力計を埋設して応力を直接測定し、それと同時に湿度、ひずみを測定し、それらの結果と有限要素法による熱応力解析を行った結果とを比較検討し、熱応力の発生メカニズムについて考察を加えたものである。

2. 解析手法

被拘束物と拘束物との打継ぎ面、すなわち岩盤とコンクリートブロックとの境界、あるいはコンクリートリフト間の境界等における拘束の程度を種々に変化させる解析手法として Joint 要素を用いる方法を採用し、そのバネ係数をコンクリートの硬化を考慮して、時間の経過にともなって変化させて解析を行った。この Joint 要素を入れる解析の物理的な意味は、コンクリートがまだ十分硬化していない打設初期の粘性物体のような状態の時、温度上昇による膨張は底面の拘束物体との接触面においてコンクリートが相対変位をしていることを表わしている。

3. 解析に用いたコンクリートの諸定数

解析に用いたコンクリートの熱定数は、表-1に示した配合のコンクリートについて各々実験によって求めた。その結果は表-2に示した。また、マスコンクリート部分の熱応力を計算する場合、弾性係数を材令によって変化させて実際の状態にできるだけ近似させる必要上、若材令時の弾性係数は次のようにして求めた。すなわち、20℃密封養生条件下のコンクリートの強度と材令、強度と弾性係数の関係を求め、積算温度を用いて温度と材令が変化する場合のコンクリートの強度を求め、その強度にむとづいて弾性係数を決定した。さらに、水和反応による時間の経過にともなう発熱率も実験によって求め、解析に用いた。

表-1 コンクリートの配合

セメントの 種 別	粗骨材 最大粒 径 (mm)	水セメント 比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m^3)				スラブ 厚 (cm)	空気量 (%)
				セメント	水	細骨材	粗骨材		
小野田中熱	25	55	44.1	322	177	765	1066	11±1	±5±05

表-2 コンクリートの熱定数

種 別	熱膨張係数	熱伝導率	比 熱	単位重量
	($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	($\text{Kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$)	($\text{Kcal}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$)	(kg/m^3)
岩 盤	10.0	1.94	0.25	2,600
コンクリート	8.8	1.945	0.321	2,422

4. 応力分布

岩盤上に高さ1.5mのマスコンクリートを打設した場合の材令の経過にともなうコンクリートブロック内の実測応力の経時変化の一例を図-1に示した。これによると上部においては打設後1日において引張応力が増加し始める。中心部以下では、最初圧縮応力が増大し材令3~4日から反転して引張応力が増大し、材令とともにそ

の値は大きくなってゆく。中心部の引張応力の増加率は下部よりさらに大で、もしブロック内にクラックが発生するとすれば、この場合には中心部が起点となり下部に進展してゆくのではないかとと思われる。また、引張応力の最大は、ブロック上部で打設4~5日、中心部以下では次の上部ブロック打設後3~4日に発生すると思われる。今回の場合これらの最大値はそれぞれ 7 kg/cm^2 および 11 kg/cm^2 となっている。

解析によりこれらの現象を追求するためには、ブロック下部の境界にすべりを考慮する必要があり、その結果を図-1に示した。実測値と解析値はよく相似しており、応力解析を実施する場合、上下リフト間における相対変位を認めた解析を行うことにより、ある程度まで実態に則した解析が行えるのではないかと考えられる。

図-2は、実測値と解析値のひずみ分布の一例を示した。

<参考文献>

1) R. E. Goodman: "A Model for The Mechanics of Jointed Rock" Journal of the Soil Mechanics And Foundation Division, Proceeding of ASCE, May 1968

2) 阿部, 原口, 田辺 : マスコンクリートの温度応力分布についての考察 (第30回 土木学会年次学術講演概要集)

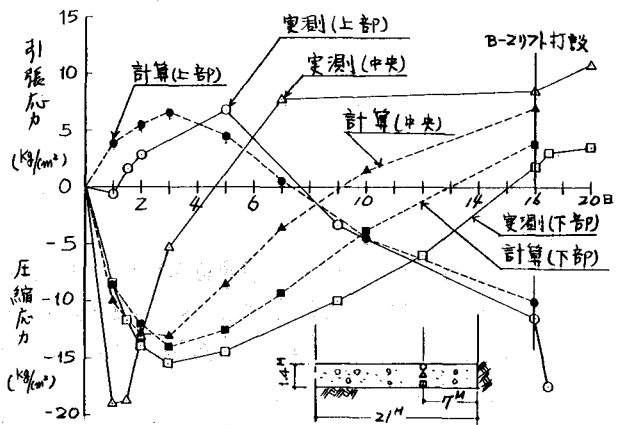


図-1 リフト断面内の応力の経時変化

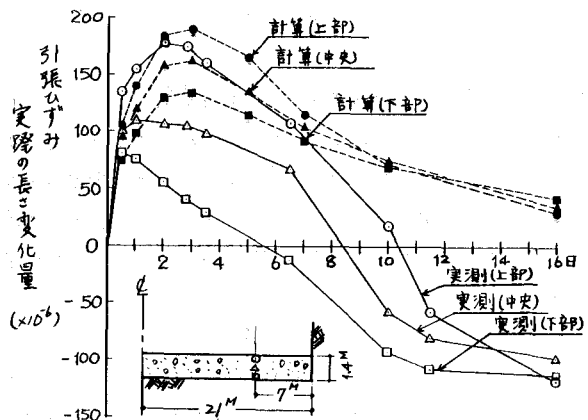


図-2 リフト断面内のひずみの経時変化