

V-362

多層打設される構造物へのCL法の適用に関する一考察

大林組土木技術本部 正会員 渡辺 慎一

大林組土木本部 正会員 今枝 靖典

大林組土木技術本部 正会員 入矢桂史郎

1. 概要

ダムや橋梁アンカレイジ等の高さを有するマスコンクリートは、一般に層状打設される。これらの多層打設される構造物においては、先行リフトの計測結果を次リフトの施工方法に反映できるため、温度応力の計測管理が可能である。CL法は簡単にかつ正確に温度応力を解析できるため、瞬時にデータを整理し反映させる施工管理等には有効な方法である。しかし、コンクリート標準示方書では、CL法は2層までの適用が推奨されており、3リフト以降への適用例の報告は少ない。

本論文では、多層打設される構造物でFEMとCL法による解析を行い、CL法の応力の発生傾向をFEMの結果と比較し、これら構造物へCL法を適用する場合の適用の限界について検討を行った。

2. 検討方法

検討対象とした構造物は、リフト厚と L/H （ L ：構造物の全幅、 H ：全高）が異なる2種類（A，B）の構造物とした。それぞれの断面図を図-1に示す。FEM解析結果は、2次元

のFEM温度解析を行った後に、2次元平面ひずみモデルによる

応力解析を行った。また、CL法の解析結果は、FEM解析で行われた2次元温度分布のうち、断面中心の鉛直方向温度分布を用いて算出した。応力値の評価位置はFEM、CL法ともに、各リフト中央の高さとした。その他の解析条件はFEMとCL法で全く同じとなる様に設定した。解析定数を表-1に示す。

2次元平面ひずみモデルによる
応力解析を行った。また、CL法の解析結果は、FEM解析で行われた2次元温度分布のうち、断面中心の鉛直方向温度分布を用いて算出した。応力値の評価位置はFEM、CL法ともに、各リフト中央の高さとした。その他の解析条件はFEMとCL法で全く同じとなる様に設定した。解析定数を表-1に示す。

3. 解析結果

(1) FEM解析結果

FEM応力解析の最大圧縮応力時から次リフト打設時までの引張応力増分（ $\Delta\sigma$ ）をその間の温度降下量（ ΔT ）で除した温度降下量1℃当りの引張応力増分値（ $\Delta\sigma/\Delta T$ ）を L/h （ h ：拘束面から着目リフト天端までの高さ）で整理したものを図-2に示す。A，B両構造物は、 L/H が異なるにも関わらず、 L/h が小さくなるほど $\Delta\sigma/\Delta T$ が小さくなっており、 L/h が小さいほど発生応力が小さいという関係があることを示している。また、 $\Delta\sigma/\Delta T$ は、 $L/h > 5$ 程度まではほぼ直線の関係が見られ、それ以降になると応力は急激に減少する。

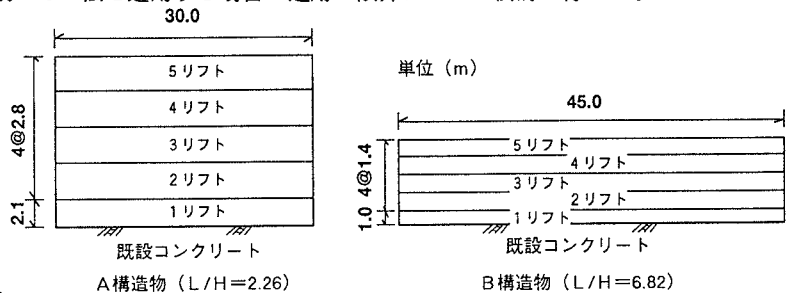


図-1 断面図

表-1 解析定数

項目	定数	備考
断熱温度上昇式 (20℃)	$T=23.5(1-e^{-1.45(t-0.625)})$ t : 材齢(日)	断熱温度上昇試験とシミュレーション解析より算出
線膨張係数 (1/℃)	8.2×10^{-6}	実測値に準拠
圧縮強度 (kgf/cm ²)	$f'_c=158.2 \log M-389$ M : 積算温度(hr・℃)	圧縮強度試験結果に準拠
弾性係数 (kgf/cm ²)	$E_c=24050 \cdot f'_c^{0.457}$	1/3割線弾性係数
引張強度 (kgf/cm ²)	$f_t=0.141 \cdot f'_c^{0.926}$	割裂引張強度試験に準拠

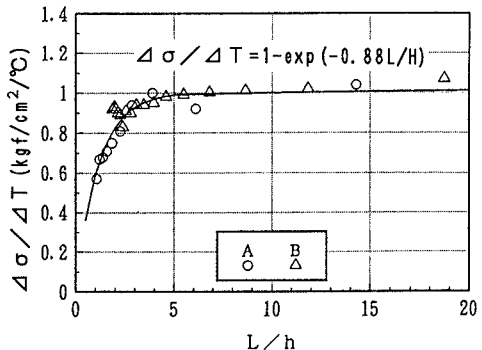


図-2 L/h と $\Delta\sigma/\Delta T$ の関係（FEM）

(2) C L 法と F E M の解析結果の比較

C L 法では、構造物の長さである L の影響を考慮することが不可能で、リフトが高くなると先行リフトの拘束による内部拘束応力が卓越することが懸念される。F E M 解析と比較するために、A、B 両構造物で、 $R_N = R_M = 0$ と $R_N = R_M = 1$ の条件で解析を行い、 L/h と応力増分値の関係を求めた。

図-3 にその比較を示す。内部拘束のみで解析した $R_N = R_M = 0$ において、 h が高くなるにつれて、応力増分値が大きくなる傾向が認められ、F E M と全く逆の傾向を示した。さらに h が大きい領域になると、内部拘束のみの応力で F E M 解析値を上回り、外部拘束係数を変化させても F E M と一致しない領域が存在している。内部拘束の影響が認められる L/h は、A と B の構造物で異なっており、内部拘束が卓越してくる境界値は L/h の影響のみでないと推定される。

次に、C L 法の解析値を L/h と無関係にリフト別にプロットしたものを図-4、図-5 に示す。A と B ではほぼ同様な値を示しており、C L 法において内部拘束が卓越する境界値は、 L/h ではなく、リフト数に関係があると考えられる。C L 法では先行リフトによる内部拘束の影響は2リフト以降に見られる。リフト数が4を越えると、内部拘束の影響が R_M を小さくすることによる応力緩和を上回り、応力が増加する傾向が見られた。

4. まとめ

本研究において以下のことが明らかとなった。

- (1) F E M 解析の応力は、 L/h と相関があり、 L/h が小さくなるほど発生応力は、小さくなる傾向がある。特に $L/h < 5$ の領域では応力の緩和傾向が強くなる。
- (2) C L 法による応力はリフト数との相関が大きい。リフトが高くなると先行リフトの内部拘束により応力が増加する。
- (3) C L 法で解析を行う場合、リフト数に応じ R_M を小さくして行く処置が必要である。しかし、4リフト以降では内部拘束の影響が R_M を小さくすることによる応力減少を上回る。
- (4) 温度応力の解析手法としては、3リフトまでのモデル化として、3リフトを C L 法により解析し、その下のリフトは外部拘束体として解析する方法がよい。

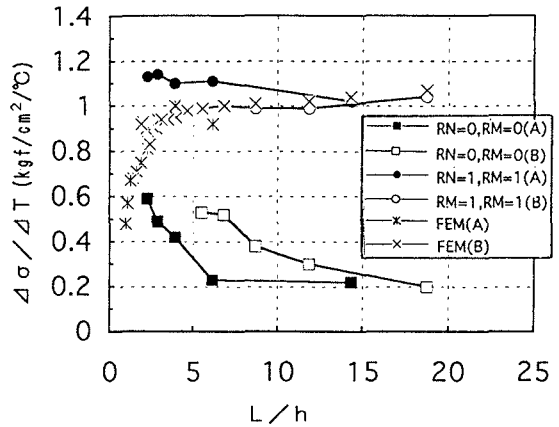


図-3 L/h と $\Delta\sigma/\Delta T$ の関係

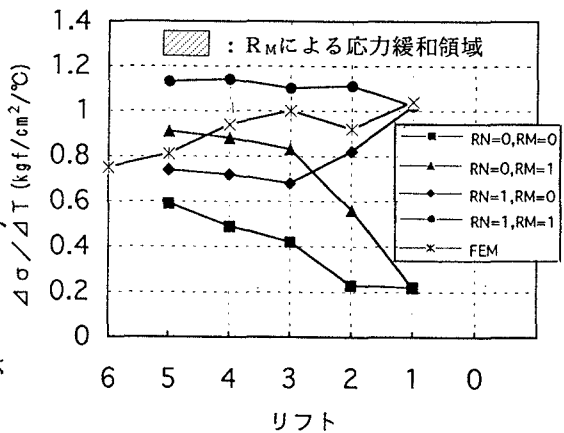


図-4 リフトと $\Delta\sigma/\Delta T$ の関係 (A)

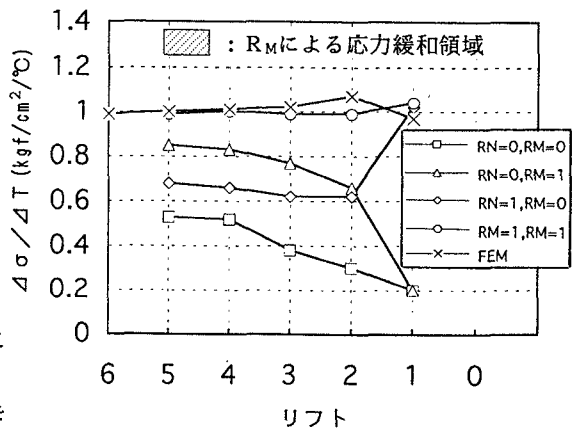


図-5 リフトと $\Delta\sigma/\Delta T$ の関係 (B)