

V-203 壁状マスコンクリートに対するCompensation Plane法の適用性に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生員 ○石田有三
名古屋工業大学工学部 正 員 梅原秀哲
名古屋工業大学工学部 正 員 吉田弥智

1. まえがき

一昨年土木学会コンクリート標準示方書が全面改訂されたが、中でもマスコンクリートの内容は大幅に変更されている。特に、これまで行う必要のなかった温度解析や応力解析が要求され、応力解析にはJCIマスコン委員会によって提案されたCompensation Plane法⁽¹⁾（以下CP法と略記）という簡易手法が、その解析に必要な外部拘束係数とともに記されている。ところで、外部拘束係数は高さが1.5 mのスラブ状構造物を対象として、二次元有限要素法による数値計算により同定されたものである。しかも、これらの拘束係数は構造物の中央部分の上、中、下層の応力から求められたものであり、壁厚の影響を考慮し、三次元的な取扱いの必要な壁状構造物に適用した場合、その適用性を調べておく必要がある。

そこで本研究は、岩盤に直接打設されたコンクリートブロックを対象として、三次元有限要素法とCP法による解析結果を比較することにより、CP法の適用性について検討したものである。

2. 解析モデル

図-1に示すような岩盤上に直接打設されたコンクリートブロックを対象として、三次元有限要素法では対称性を考慮し、図-2に示すようにこの1/4モデルの解析を行った。一方、CP法では図-3に示すように、図-2のモデルをX軸方向から見た断面を対象として解析を行った。

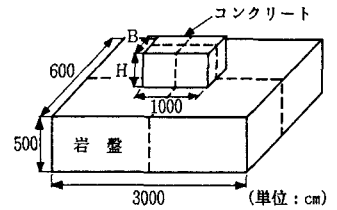


図-1 対象構造物

3. 解析パラメータ

表-1に示すように解析パラメータとして、幅（B）および高さ（H）をそれぞれ0.75、1.5、3.0 mの3種類に、また岩盤のヤング係数を 1.0×10^4 、 1.0×10^5 (kgf/cm²) の2種類として、合計18ケースの解析を行った。なお、長さ（L）は10mとして一定にした。また、解析条件を表-2に、外部拘束係数を表-3に示す。

表-1 解析パラメータ

L (m)	H (m)	L/H	B (m)	E _r (kg/cm ²)
1	0.75	13.3	0.75	1.0×10^4 or 1.0×10^5
2			1.5	
3			3.0	
4	1.5	6.7	0.75	
5			1.5	
6			3.0	
7	3.0	3.3	0.75	
8			1.5	
9			3.0	

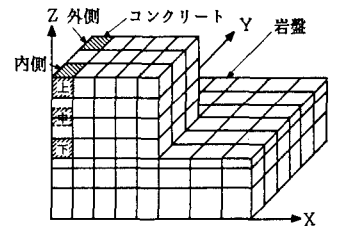


図-2 三次元解析モデル

4. 解析結果および考察

三次元とCP法との温度応力の比較は、図-2に示す三次元モデルの中央部分がX軸方向にはほとんど断熱状態であることから、中央部分の要素において行った。すなわち、図-2および図-3に示す内側及び外側の上層、中層、下

表-2 解析条件

比 熱 (kcal/kg℃)	岩 盤	コンクリート
0.25	0.25	0.31
熱伝導率 (kcal/cm h℃)	0.0194	0.0250
密 度 (kg/cm ³)	0.00260	0.00231
熱膨張係数 (1/℃)	0.00001	0.00001
断 熱 温 度 上 界 値		
Q(t) = 41.8(1 - e ^{-0.001t})		
Q(t): 材料t日における断熱温度上昇量(℃)		
コンクリートのヤング係数		
$E(t_s) = \frac{t_s}{A + B \cdot t_s} \times 10^4$ $t_s = \sum_{i=1}^{30} \frac{(T_i + 10)}{30} \Delta t_i$ A = 0.0761738 B = 0.0241210 Δt_i: 材令(i日) T_i: コンクリート温度(℃) E_c(28) = 244000 (kgf/cm²)		

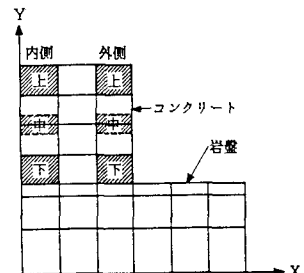


図-3 CP法解析モデル

層(図の斜線部分で、中層は2要素の平均)の合計6要素について、材令30日までの各要素の最大引張応力を算定し、三次元とCP法との比率(三次元/CP法)を求めて比較を行った。なお、三次元およびCP法とも各要素における各材令ごとの応力の傾向はほとんど同じであるので、最大引張応力での比較を選択した。

図-4に、上層部の内側、外側、図-5に、中層部の内側、外側、図-6に、下層部の内側、外側における三次元とCP法との比率を、表-1に示す各形状パラメータおよび岩盤のヤング係数別に示す。なお、最大引張応力が小さい場合差が小さくても比率が大きくなるので、CP法で5 kgf/cm²以下の場合には図の記号に'を付けた。

全体的に岩盤の拘束が小さくなると、最大引張応力が5 kgf/cm²以下の場合が多くなり、比率が0.5以下や2.0以上のケースがかなりあるが、これらを除くと比率はほとんど1.0近くになる。中でも中層は、上層や下層に比べて比率が1.0に近く、またばらつきが少ないので、中層においてCP法は良い値を与えていることがわかる。

次に、CP法の基準となる高さが1.5mの場合(④⑤⑥)をみると、幅が0.75mから3.0mと大きくなり、スラブ状構造物に近づくにつれて、上層、中層、下層とも比率が1.0に近づいてくる。しかし、幅が0.75mの場合は、内側において比率が1.5倍近くになるケースもある。一方、高さが0.75mの場合(①②③)は、上層、中層、下層ともに比率は、ほとんど1.0である。これは、幅が0.75m以上であるため、いずれの場合もスラブ状構造物に近い挙動を示していることが原因と思われる。また、高さが3.0mの場合(⑦⑧⑨)は、上層では比較的1.0に近いが、中層、下層と下方になるにつれてばらつきが大きくなっている。特に高さが3.0mで幅が0.75mのような高さに比べて壁厚の薄い構造物になると、下層では内側の比率が2倍近くに、外側は0.5倍近くになり、外部拘束係数において何らかの考慮が必要となる。

5. 結論

以上のことをまとめると、温度応力解析を行うにあたって、スラブ状構造物の場合、CP法は高さが1.5mから変化しても十分な精度が得られることが確認された。一方、壁状構造物の場合、高さに比べて壁厚が薄くなるにつれて、中層や下層ではCP法によって得られた応力が三次元とかなり異なるため、このような場合にCP法を適用させるには、外部拘束係数において何らかの考慮が必要であることが明らかになった。また、今回は、岩盤上に直接打設した場合についての解析を対象としたが、今後はコンクリート基礎上に打設した場合についても検討を行う予定である。

参考文献

- (1) マスコンクリートの温度応力研究委員会報告書、日本コンクリート工学協会、1985年11月

表-3 外部拘束係数

L (m)	H (m)	E_r (kgf/cm ²)	R_w	R_w (ピーク前)	R_w (ピーク後)
1.0	0.75	1.0×10^4	0.150	1.135	1.125
		1.0×10^5	0.775	1.090	1.040
	1.50	1.0×10^4	0.063	0.925	1.360
		1.0×10^5	0.425	1.170	1.550
	3.00	1.0×10^4	0.025	0.500	0.705
		1.0×10^5	0.240	0.900	1.910

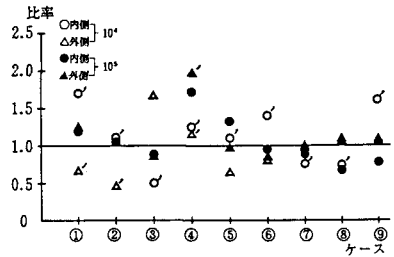


図-4 三次元とCP法との比較(上層部)

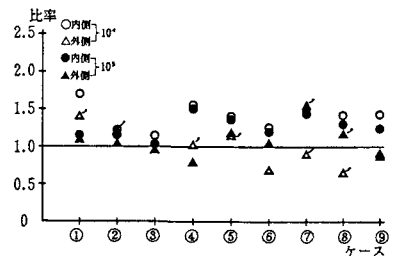


図-5 三次元とCP法との比較(中層部)

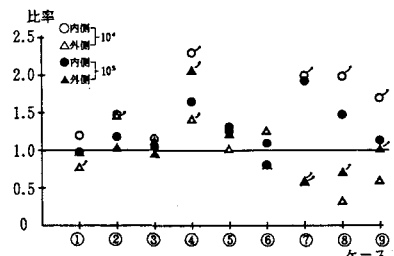


図-6 三次元とCP法との比較(下層部)