

CP法に関する一考察

岐阜大学工学部 西森 純 高井知哲
児嶋保明 森本博昭

1. はじめに

CP法はマスコンクリート構造物に生じる温度応力の算定法として、我が国では広く普及している。しかし、過去における数多くの適用例の中には実測値と合致しなかった例も報告されている。CP法の適用性に影響を及ぼす要因の一つとして外部拘束係数の精度が考えられる。解析対象物によっては、外部拘束係数が正確に評価することが困難な場合もある。従って、CP法において外部拘束係数を不要とすることが可能となれば、CP法の精度および適用性を大きく向上させることができる。

本研究では、外部拘束係数を用いない新しいCP法の方角性を示すとともに、この新しいCP法を開発するために不可欠と考えられる岩盤を含めた解析対象構造物全体についての全ひずみ分布および岩盤の変形領域を明らかにする。

2. 外部拘束係数を用いないCP法の可能性

図-1に示すように、岩盤上の(スラブ+壁)構造物を考える。従来のCP法では、(スラブ+壁)を被拘束体、そして岩盤を拘束体と考え、岩盤の拘束効果を外部拘束係数で評価している。さて、(スラブ+壁)が温度変形すると、岩盤にも変形が生じる。今、図-1に示すように変形が生じる岩盤を含めて解析対象構造物(被拘束体)と考えれば、これには外部拘束係数が作用しないことになり、外部拘束係数を用いる必要がなくなる。ただし、このような解析を実現するためには、岩盤の切り出し深さ(モデル化の範囲)を明らかにしておくことが前提となる。

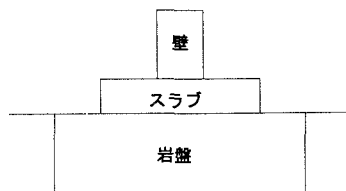


図-1 解析モデル

3. 岩盤の変形領域の解析

3次元FEM解析により、図-2に示す構造物モデルの温度応力解析を行い、構造物全体のひずみ分布および岩盤の変形領域を検討した。温度解析は3次元FEM解析を用いた。解析ケースは、図-2に示すようにに壁厚を1m、壁高さHを3mと一定にし、壁長さLを3, 6, 9, 12, 15, 18, 21mの7通り、また、岩盤の弾性係数 E_r を 50000kgf/cm^2 および 10000kgf/cm^2 と変化した計14ケースである。温度解析および温度応力解析に用いた物性値を表-1に示す。

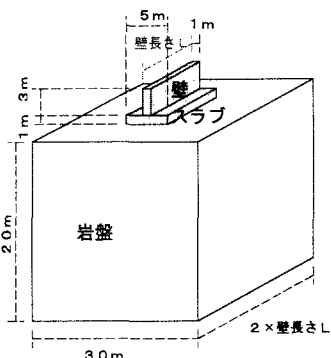


図-2 解析対象構造物

表-1 物性値

項目	単位	コンクリート	岩盤
熱伝導率 λ	$\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	2.3	3.0
比熱 c	$\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$	0.275	0.190
密度 ρ	kg/m^3	2350	2650
断熱伝達上係数 $Q_{00} = \frac{1}{\alpha_0(1 + \gamma)}$		$Q_{00} = 46.0$ $\gamma = 1.104$	
熱伝達率 γ	$\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	12.0	12.0
有効ヤング係数	kgf/cm^2	$15000 \phi(t) / (f_c(t))$	1×10^4 or 5×10^4
クリープの影響を考慮したヤング係数の補正係数		$\phi(t \leq 3) = 0.75$ $\phi(3 < t < 7) = 0$ $\phi(7 < t < 30) = 0.75 \sim 1.0$	
圧縮強度 $f_c(t)$	kgf/cm^2	3094	
引張強度 $f_t(t)$	kgf/cm^2	$4.5 \sim 0.95 f_c(t)$	
ポアソン比 ν		0.2	0.2
熱膨張係数 α	$1/^\circ\text{C}$	10×10^{-6}	10×10^{-6}
単位セメント量	kg/m^3	300	

4. 解析結果

3次元FEM温度応力解析により算定した各解析モデルにおける中央断面の全ひずみの分布形状を図-3に示す。また、表-2に各解析モデルについて変形領域(全ひずみの値が 1μ 以上となった部分)を、図-4に最大深さと片側最大幅におよぼす L/H および岩盤の弾性係数の影響を示す。図-3から、 L/H が2以上であれば少なくとも岩盤、スラブおよび壁の各々においては全ひずみ平面、すなわちコンペンセーションプレーンを定義できるが、 L/H が1の場合には壁の全ひずみ分布が曲線状となり定義はやや困難であると考えられる。 L/H が6以上になると岩盤、スラブ、壁全体についてコンペンセーションプレーンが成立するようになる。図-4から、岩盤の変形領域について、深さについては2~16mの範囲で変化し、 L/H および E_r の影響が大きい。一方、幅については2.5~15mの範囲で L/H により変化するが E_r の影響が小さいことがわかる。ただし、表-2から深さについては6m以内の領域で一度反転してから再び0に収束していく傾向が見られる。反転以後のひずみは比較的小さな値であるので、深さ方向の岩盤の変形領域としては、近似的に反転以降の領域を無視しても大きな問題はないものと考えられる。

