

CP法におけるコンペンセーションプレーンに関する一考察

岐阜大学大学院 児嶋 保明

岐阜大学工学部 坪井 俊吾

岐阜大学工学部 森本 博昭 小柳 治

1. はじめに

CP法は、マスコンクリートに生じる温度応力の簡易計算法として、JCIマスコンクリート温度応力委員会より提案されたものである。CP法の特徴として、躯体に生じる全ひずみは直線分布をなしているといういわゆる平面保持の仮定を採用していること、および岩盤等の拘束の程度を表すものとして軸拘束係数、曲げ拘束係数で定義される2種類の外部拘束係数を導入していることがあげられる。

本研究では、3次元温度応力解析により求めた壁構造物の全ひずみの分布形状をもとに、CP法の基本仮定である平面保持の仮定（全ひずみの直線性）の妥当性ならびにこれにおよぼす壁形状などの影響を検討する。特に平面保持の仮定が岩盤を含めた構造物モデル全体あるいは部分にどの程度適用できるか、またそれが各種要因によりどのように変化するかを明らかにし、CP法の精度および適用性改善のための基礎資料を得ることを目的とする。

2. 温度解析、温度応力解析

2.1 解析概要

解析対象構造物は、図-1に示すように壁厚を1m、壁高さを3mと一定にし、壁長さLを3, 6, 9, 12, 15, 18, 21mと変化させたいくつかの壁状構造物である。コンクリートの初期温度を20℃、外気温を20℃一定として、スラブ打設後30日経過してから壁を打設するものとした。使用セメントは普通ポルトランドセメントで単位セメント量300kg/m³とした。温度解析および温度応力解析に用いたコンクリートおよび岩盤の物性値を表-1に示す。解析手法は温度解析、温度応力解析とも3次元有限要素法を用いた。

2.2 温度およびコンクリート応力

コンクリートの最大温度は壁中段中心において打設後約32時間で49.5℃を示した。また、壁中段中心での温度応力は図-2に示すように、Lの影響を大きく受け、Lが大きくなるにつれて圧縮応力、引張応力ともに大きくなる傾向を示す。

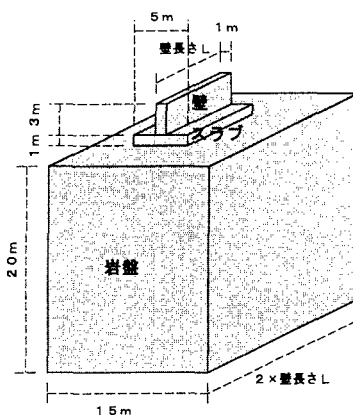


図-1 解析対象構造物

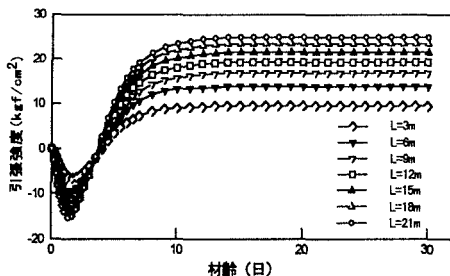


図-2 コンクリート応力（壁中段中心）

表-1 コンクリートおよび岩盤の物性値

項目	単位	コンクリート	岩盤
熱伝導率λ	kcal/mh℃	2.3	3.0
比熱C	kcal/kg℃	0.275	0.180
密度ρ	kg/m ³	2350	2650
断熱温度上昇式 $Q(t) = Q_0 (1 - e^{-\gamma t})$		$Q_0 = 48.0$ $\gamma = 1.104$	
熱伝導率λ _γ	kcal/mh℃	12.0	12.0
有効ヤング係数	kgf/cm ²	$15000 \psi(t) \sqrt{f'(t)}$	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		$\psi(t \leq 3) = 0.73$ $\psi(5 \leq t) = 1.0$ $\psi(3 < t < 5) = 0.73 \sim 1.0$	
圧縮強度 $f_c(t)$	kgf/cm ²	$30R_t$ $4.5 + 0.95t$	
引張強度 $f_t(t)$	kgf/cm ²	$1.4 \sqrt{f_c(t)}$	
ポアソン比ν		0.2	0.2
断熱係数α	/℃	10×10^{-6}	10×10^{-6}

3. コンペンセーションプレーン（全ひずみ分布面）

$L=3\text{m}$ の場合 ($L/H=1$) の全ひずみ分布を図-3に示す。この図から、全ひずみは材齢初期では引張側で推移し、材齢が進むにつれ圧縮側に移行していくことがわかる。壁、スラブ、岩盤の境界で直線性が失われている。また、壁部分だけについても平面保持の仮定が成立しなくなっている。壁厚方向についてもスラブ、地盤については均一性が保たれていない。 $L=9\text{m}$ の場合 ($L/H=3$) の全ひずみ分布を図-4に示す。 $L=9\text{m}$ では各境界で不連続性はなお存在するが $L=3\text{m}$ よりもやや少なくなっている。また、構造物の中心部付近では岩盤上部、スラブ、壁の各部分においてはひずみの直線分布はほぼ成立していることがわかる。 $L=21\text{m}$ ($L/H=7$) の構造物における全ひずみ分布を図-5に示す。 $L=21\text{m}$ の全ひずみは境界での不連続性がほぼなくなり、岩盤のある深さから岩盤、スラブ、壁の全領域を通してひずみの直線性と壁厚方向についてのスラブ厚に相当する領域におけるひずみの均一性が保たれている。

以上の結果から、 L/H がある程度の値以上になればコンペンセーションプレーンを定義することが可能である。本研究での解析の範囲内では L/H が3以上になると壁とスラブを一体としてコンペンセーションプレーンを定義することが可能であると考えられる。また、 L/H が4~7以上になれば岩盤のある深さ(3~6m)以上の岩盤、スラブ、壁を一体としてコンペンセーションプレーンを定義できることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- ①壁形状 (L/H) は全ひずみの分布形状に大きく影響を与える。
- ② L/H が3以下の場合、全ひずみは各部材の境界で不連続となり、特に L/H が1以下の場合はコンペンセーションプレーンの定義は困難である。
- ③ L/H が4~7以上であればある一定深さ以上の岩盤を含めた岩盤、スラブ、壁を一体としてコンペンセーションプレーンを定義することができる。

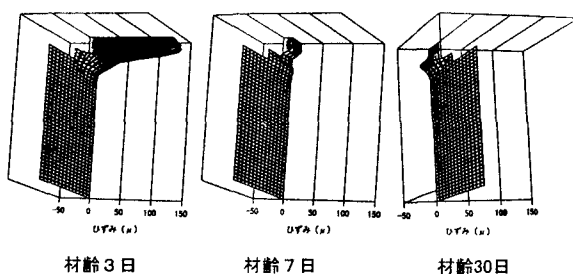


図-3 $L=3\text{m}$ の全ひずみ分布

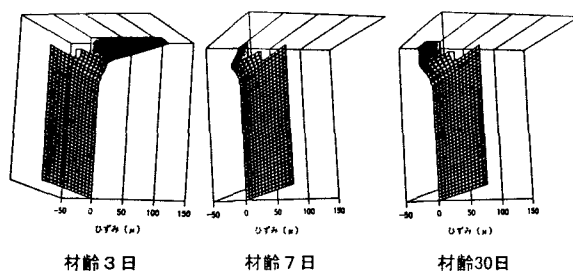


図-4 $L=9\text{m}$ の全ひずみ分布

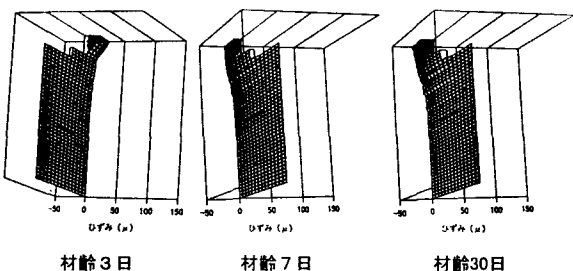


図-5 $L=21\text{m}$ の全ひずみ分布