

V-140 C P法におけるコンペンセーションブレンに関する一考察

岐阜大学大学院 学生員 児嶋 保明

岐阜大学工学部 正会員 森本 博昭

1. はじめに

C P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、J C I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。C P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、C P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、岩盤の弾性係数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岩盤、基礎スラブおよび壁の各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、C P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Hを3mと一定にし、壁長さLを3, 6, 9, 12, 15, 18, 21mと変化させた壁状構造物である。また、岩盤の弾性係数 E_r も 1.0×10^4 , $5.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ と変化させた。解析は各要因を組み合わせた計14ケースについて行った。コンクリートの初期温度を 20°C 、外気温を 20°C 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は 300 kg/m^3 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。

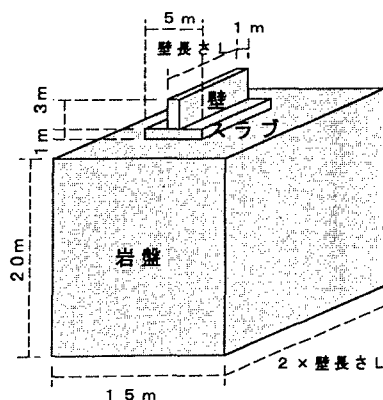


図-1 解析対象構造物

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°C を示した。また、壁中段中心での温度応力は壁長さLおよび岩盤の弾性係数の影響を大きく受け、壁長さLと岩盤の弾性係数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した。

3. コンペンセーションブレン（全ひずみ分布面）

$E_r = 5.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ について、 $L=3\text{m}$ の場合（ $L/H=1$ ）の全ひずみ分布を図-2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

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	$\text{kcal/m}^2\text{C}$	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
断熱温度上昇式 $q(t) = Q_{\infty}(1 - e^{-\gamma t})$		$Q_{\infty} = 48.0$ $\gamma = 1.104$	
熱伝導率 η	$\text{kcal/m}^2\text{C}$	12.0	12.0
有効ヤング係数	kgf/cm^2	$15000 \psi(t) \sqrt{f'(t)}$	1×10^4
クリープの影響を考慮したヤング係数の補正係数		$\psi(t \leq 3) = 0.73$ $\psi(3 < t \leq 7) = 1.0$ $\psi(7 < t \leq 28) = 0.73 \sim 1.0$	
圧縮強度 $f'_c(t)$	kgf/cm^2	$309t$ $4.5 + 0.85t$	
引張強度 $f'_t(t)$	kgf/cm^2	$1.4 f'_c(t)$	
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}

キーワード：温度応力、C P法、3次元FEM解析、コンペンセーションブレン

連絡先：〒501-11 岐阜市柳戸1-1 TEL 058-239-2471 FAX 058-230-1891

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-3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-4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、岩盤の一部(本研究の範囲内では岩盤表面から3~6mまでの部分)、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。

$E_r=1.0 \times 10^4 \text{kgf/cm}^2$ について、 $L=9\text{m}$ の場合($L/H=3$)の全ひずみ分布を図-5に示す。図-3との比較から、岩盤の弾性係数の変化に伴う影響については、 $E_r=1.0 \times 10^4 \text{kgf/cm}^2$ の方が $5.0 \times 10^4 \text{kgf/cm}^2$ よりも全体的に全ひずみの値が大きくなるが、コンペンセーションの性状におよぼす影響は小さいことがわかる。

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2~3程度になると壁とスラブの各部分では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

- 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が、岩盤の弾性係数の変化に伴う影響については小さい。
- 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そのもの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。

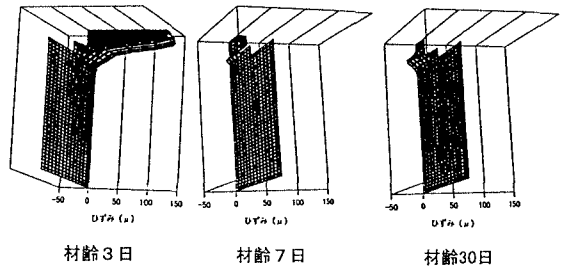


図-2 $L=3\text{m}$ の全ひずみ分布 ($E=50000\text{kgf/cm}^2$)

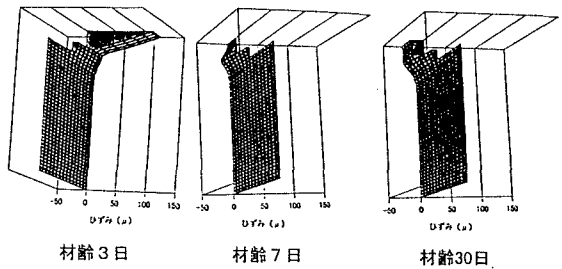


図-3 $L=9\text{m}$ の全ひずみ分布 ($E=50000\text{kgf/cm}^2$)

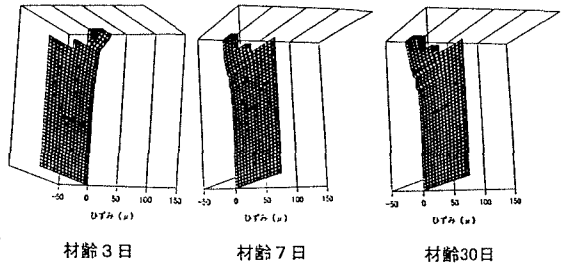


図-4 $L=21\text{m}$ の全ひずみ分布 ($E=50000\text{kgf/cm}^2$)

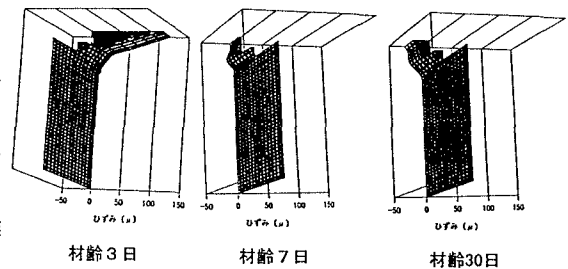


図-5 $L=9\text{m}$ の全ひずみ分布 ($E=10000\text{kgf/cm}^2$)