

CP法における外部拘束係数についての一考察

岐阜大学工学部 児嶋 保明 前田 隆彦
 岐阜大学大学院 鈴木 唯士
 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、マスコンクリートの温度応力委員会より提案されたものである。CP法の特徴は、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に立脚していることおよび、岩盤等の拘束の程度を表す指標として軸拘束係数 R_N 、曲げ拘束係数 R_M で定義される外部拘束係数を導入している点にある。

CP法は適正な解析条件下においては実用上十分な精度を有しており、現場等で広く用いられている。しかし、数多くの適用例の中には外部拘束係数の考え方に相違が見られ、また外部拘束係数の算出方法によっては計算結果が実際の構造物の挙動と一致しない場合も起こることが指摘されている。

本研究では、外部拘束係数の算出方法とコンクリートの温度応力計算結果との関連を検討するとともに、FEMによる3次元応力解析との比較により、合理的な外部拘束係数の評価法についての基礎資料を得ることを目的とする。

2. 解析概要

解析モデルは、図-1に示すように、岩盤上の基礎コンクリート上に構築されるコンクリート壁状構造物とした。コンクリートの配合は、普通ポルトランドセメントを使用し、単位セメント量は $280\text{kgf}/\text{cm}^2$ として、材齢91日での圧縮強度は $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ とした。また、基礎コンクリートおよび岩盤の弾性係数はそれぞれ、 $2.5 \times 10^5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、および $4.0 \times 10^4\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、またコンクリートの断熱温度上昇式および圧縮強度発現式は、土木学会標準示方書に示されている式を用いた。なお、外気温は 20°C 一定とした。

2.2 CP法における外部拘束係数の算出方法

外部拘束係数の算出方法には、図-2に示すように次の3つの方法が考えられる。

- (1) 岩盤と構造物（基礎コンクリート+擁壁）を一体と考える方法
- (2) 拘束体を岩盤、被拘束体を構造物（基礎コンクリート+擁壁）とする方法
- (3) 拘束体を基礎コンクリートとして、被拘束体を擁壁とする方法

これらのうち(1)の方法では、岩盤および構造物は一体とし、拘束体は考えないため、 R_M および R_N は0となる。(2)の方法は土木学会標準示方書に示されている方法で、基礎コンクリートおよび擁壁のそれぞれについて R_M 、 R_N を決定する。(3)の方法では、擁壁について R_M 、 R_N を決定する。本研究では、これらの3ケースの方法により外部拘束係数を決定し、これらを用いて解析を実施した。それぞれの算出法によって決定された外部拘束係数の一覧を表-1に示す。

表-1 外部拘束係数

解析ケース	算出方法	被拘束体	拘束体	R_N	R_{M1}^*	R_{M2}^{**}
CASE1	(1)	解析モデル全体	なし	0	0	0
CASE2	(2)	壁	岩盤	0.65	1.11	1.04
		基礎コンクリート	岩盤	0.32	0.76	2.10
CASE3	(3)	壁	基礎コンクリート	1.40	1.10	2.63

*応力反転前 **応力反転後

2.3 FEMによる3次元温度応力解析¹⁾

3次元温度応力解析では、前節で示した構造物を3次的に有限要素分割を行

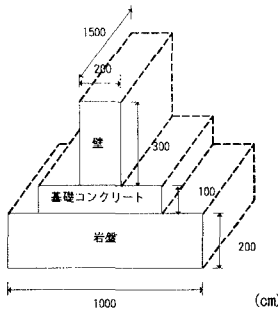


図-1 解析モデル

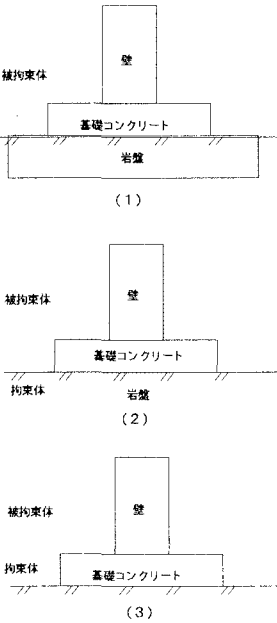


図-2 外部拘束係数の算出方法

った。応力解析を行うにあたり、まず壁（基礎コンクリート、岩盤を含む）横断面で温度解析を実施した。そして、壁長手方向の温度変化を無視して壁各断面に温度解析結果をそのまま適用することにより、構造物各部の温度変化を与えた。拘束条件は岩盤下部を固定とし、その他の解析条件等についてはC P法と同一とした。

3 解析結果

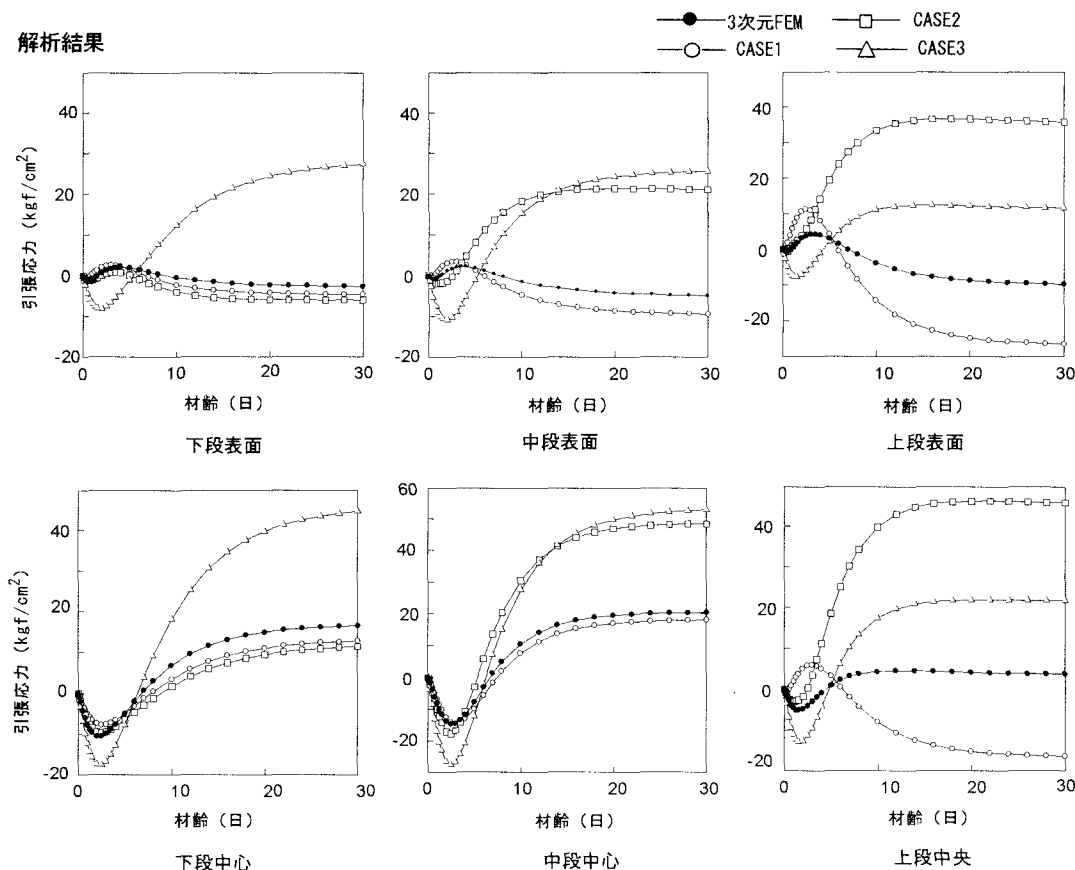


図-3 各手法における温度応力の経時変化

図-3に各手法を用いた場合の壁各部における温度応力の経時変化を示す。それぞれの方法で温度応力を計算した結果、C P法では拘束係数の算出法によって、計算結果に大きな差が生じた。すなわち、壁下段ではCASE1とCASE2は、FEMと良く合致するが、CASE3は外部拘束応力をかなり大きく評価している結果を与える。壁中段では中心および表面ともCASE1がFEMと良く合致する。一方、CASE2とCASE3はほぼ同様の結果となり、いずれもFEMにくらべ、かなり外部拘束応力を大きく評価している結果を与える。壁上段では、CASE1はFEMより外部拘束係数を小さく評価し、一方、CASE2とCASE3、特にCASE3は外部拘束応力をかなり大きく評価する結果となる。

これらの結果から、外部拘束係数の算出法のうち、岩盤、基礎コンクリートおよび擁壁を被拘束体とする方法が本研究の範囲以内では比較的FEMとよく合致する結果となった。

4. あとがき

本研究ではC P法における外部拘束係数の算出法が計算結果に与える影響をFEMと比較しながら検討した。その結果、本研究の範囲内では岩盤、基礎コンクリートおよび擁壁を一体と考えて解析する方法が比較的FEMとよく合致した。今後、壁のL/H、岩盤および基礎コンクリートの剛性などを含めてさらに検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 高井茂信、国枝 稔、森本博昭、小柳 治：「マスコンクリート構造物の3次元温度ひび割れ解析」第17回コンクリート工学年次論文報告集 PP.1109～1114 1995