

V-222

マスコンクリートの外部拘束係数における適用範囲の拡張に関する研究

名古屋工業大学 学生員 ○今井 智満
 名古屋工業大学 正員 上原 匠
 名古屋工業大学 正員 梅原 秀哲

1. まえがき

マスコンクリート構造物に生じる温度応力を算定する簡易手法として、土木学会「コンクリート標準示方書」¹⁾(以下示方書と略記)にCompensation Line 法²⁾(以下CL法と略記)がその解析に必要な外部拘束係数とともに記載されている。このCL法とは、コンクリート内部に温度変化が生じた際に、コンクリートに対する地盤の拘束状態を軸力と曲げで表し、その拘束係数を R_N (軸拘束係数)、 R_M (曲げ拘束係数)として温度応力を算定する手法である。 R_M を更にピーク前とピーク後に分けているが、これはモーメントのピーク材令時を境にして分けたものである。ところで、この外部拘束係数は、コンクリートの長さ L と高さ H の比(以下 L/H と略記)と、コンクリートのヤング係数 E_c と地盤のヤング係数 E_r の比(以下 E_c/E_r と略記)のパラメータとして表されるが、その適用範囲は L/H については1~15、 E_c/E_r については0~40と限定されている。そこで本研究では、二次元有限要素法を用いて、 L/H が30、 E_c/E_r が80までの範囲で新たに外部拘束係数を求めて、示方書に記載されている外部拘束係数の適用範囲の拡張を行うとともに、拡張された外部拘束係数を用い、実際にCL法にて算定した応力と二次元有限要素法により得られた応力を比較することにより、その適用性を調べることを目的とした。

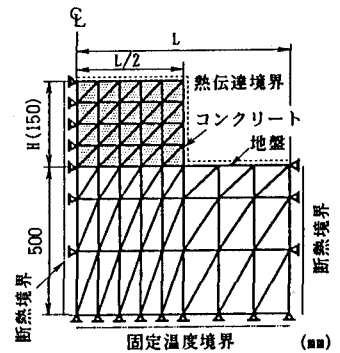


図-1 二次元解析モデル

表-1 解析結果

L/H	外部拘束係数	E_c/E_r									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	
1	R_M (ピーク前)	0.21	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	
	R_M (ピーク後)	0.27	0.58	0.47	0.39	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	
5	R_M (ピーク前)	0.85	0.15	0.09	0.06	0.08	0.04	0.04	0.03	0.03	
	R_M (ピーク後)	1.20	1.01	0.89	0.80	0.73	0.68	0.63	0.58	0.55	
10	R_M (ピーク前)	1.05	0.32	0.19	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	
	R_M (ピーク後)	1.09	1.09	1.04	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	
15	R_M (ピーク前)	1.03	0.47	0.30	0.22	0.18	0.15	0.12	0.11	0.10	
	R_M (ピーク後)	1.08	1.11	1.08	1.05	1.03	1.01	1.00	0.98	0.97	
20	R_M (ピーク前)	1.02	0.60	0.41	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	
	R_M (ピーク後)	1.10	1.10	1.10	1.08	1.05	1.05	1.04	1.02	1.01	
25	R_M (ピーク前)	1.11	1.11	1.11	1.10	1.09	1.07	1.06	1.05	1.04	
	R_M (ピーク後)	1.21	0.96	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	
30	R_M (ピーク前)	1.01	0.77	0.60	0.49	0.41	0.35	0.31	0.28	0.25	
	R_M (ピーク後)	1.12	1.11	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	

2. 外部拘束係数同定のための解析概要

解析手法として、文献²⁾に記載されている二次元有限要素法による外部拘束係数の同定と同じ数値計算法を用いた。解析では地盤に直接打設されたコンクリートブロックを対象構造物とし、二次元有限要素法には図-1に示すような解析モデルを用いた。

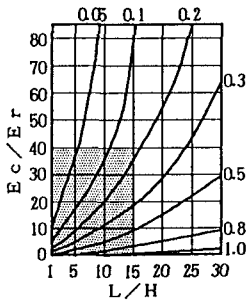


図-2 軸拘束係数 R_N 図

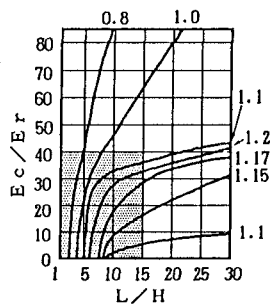


図-3 曲げ拘束係数 R_M (ピーク前)図

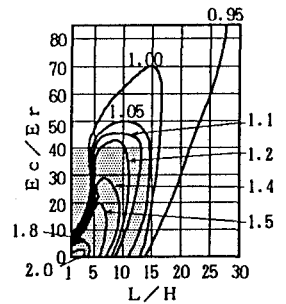


図-4 曲げ拘束係数 R_M (ピーク後)図

解析パラメータとして、コンクリートの長さ L と高さ H の比 L/H 、およびコンクリートと地盤のヤング係数の比 E_c/E_r を選び、計63ケースの解析を行った。

3. 同定された外部拘束係数

解析結果を表-1に、またその表を基に作成された各外部拘束係数の分布曲線を図-2, 図-3および図-4に示す。軸拘束係数 R_N および曲げ拘束係数 R_M (ピーク後)の分布曲線は図に示されるように、示方書に記載されている外部拘束係数の分布曲線を延長した形の曲線が得られるが、図-3の曲げ拘束係数 R_M (ピーク前)図については、 E_c/E_r が30以上の領域において示方書の曲線の傾きを少し変える必要が生じた。

4. 外部拘束係数の適用性の検討

ここでは、解析から得られた外部拘束係数を用いて、実際にCL法にて算定した応力と二次元有限要素法から得られた応力を比較することにより、外部拘束係数の適用性の検討を行った。図-5に示すように、最大引張発生時において両者の間で $0.1 \sim 8 \text{ kgf/cm}^2$ 程度応力の差が見られ、特に L/H および E_c/E_r がともに大きくなるにつれて、大きな応力差が見られるため、外部拘束係数に修正を加える必要性が認められた。

5. 修正後の解析結果

CL法において、曲げ拘束係数 R_M (ピーク前)および曲げ拘束係数 R_M (ピーク後)に比べて応力に比較的大きな影響を与える軸拘束係数 R_N についてのみ外部拘束係数に修正を加えた。示方書に記載されている範囲および拡張を行った範囲に対して、曲げ拘束係数 R_M (ピーク前)および曲げ拘束係数 R_M (ピーク後)の値を変化させず、軸拘束係数 R_N だけを変化させ、二次元有限要素法から得られた応力とCL法との応力差が 2 kgf/cm^2 以内になるように修正を行った。その修正結果を基に作成された分布曲線を図-6に示すが、修正前の分布曲線と比べ、 $L/H=1$ 、 $E_c/E_r=0$ を中心に右に回転しているような図が得られた。また、図-6より読み取った軸拘束係数 R_N を用いて、図-5と同様にCL法にて算定した応力と二次元有限要素法から得られた応力を比較した一例を図-7に示す。この図からわかるように二次元有限要素法とCL法との応力の差はほとんどなく、また他のケースについても同様な結果が得られた。したがって、この修正された軸拘束係数 R_N を用いて温度応力の算定を行うことにより、より正確な応力を推定することが可能となった。

6. 結論

- 1) 拡張された外部拘束係数を用い、実際にCL法にて算定した応力と二次元有限要素法により得られた応力を比較した結果、 L/H および E_c/E_r が大きくなるにつれて最大で 8 kgf/cm^2 ほどの応力差がみられるため、外部拘束係数に修正を加える必要性が明らかとなった。
- 2) 軸拘束係数 R_N に対してのみ修正を行い、その値を用いてCL法にて温度応力の算定を行うことにより、より正確な応力を推定することが可能となった。

参考文献

- 1) 土木学会『コンクリート標準示方書』昭和61年制定
- 2) マスコンクリートの温度応力研究委員会報告書 1986年10月 日本コンクリート工学協会編

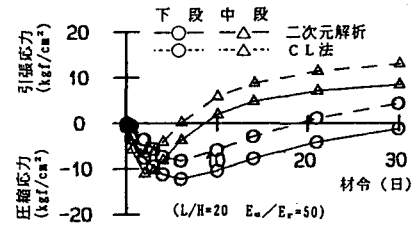


図-5 二次元解析結果とCL法の比較

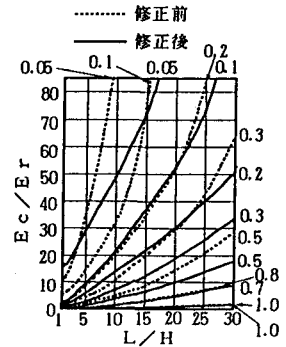


図-6 軸拘束係数 R_N 図(修正後)

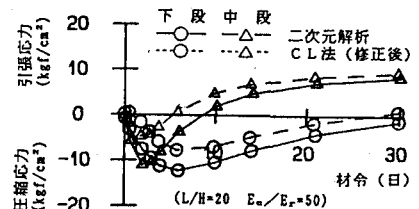


図-7 二次元解析結果とCL法(修正後)の比較