

マスコンクリートの温度応力解析精度向上に関する一考察

東北学院大学工学部 学生会員 ○遠藤 拓也
東北学院大学工学部 学生会員 加藤 玲
東北学院大学工学部 フェロー会員 遠藤 孝夫

1. はじめに

マスコンクリートの水和熱に起因する温度応力算定精度の向上は、耐久性確保のため特に重要なことと考えられる。本研究では、この温度応力解析精度の向上を目的として、既往の実験¹⁾をもとに、温度応力解析ソフト ASTEA-MACS による三次元有限要素法で解析を行い、解析値と実測値を比較しながら、適正な入力条件と精度とを検討したものである。

2. 既往の実験¹⁾

ここで対象としたのは毛利ら¹⁾の実験で、拘束コンクリート壁体上に打設されたコンクリート壁の温度応力を測定したものである。

毛利らは図-1に示すように、まず拘束コンクリート壁体を打設し、その上にコンクリート壁を打設している。このコンクリート壁の中央中心部に応力計、ひずみ計、熱電対を、端部中央および打継部にはひずみ計、熱電対を設置し測定している。拘束コンクリート壁の寸法(長さ×高さ×厚さ)は2730×1189×80cmであり、その上に打設されたコンクリート壁の寸法は1430×280×80cmである。構造物および計器の設置位置を図-1に示す。

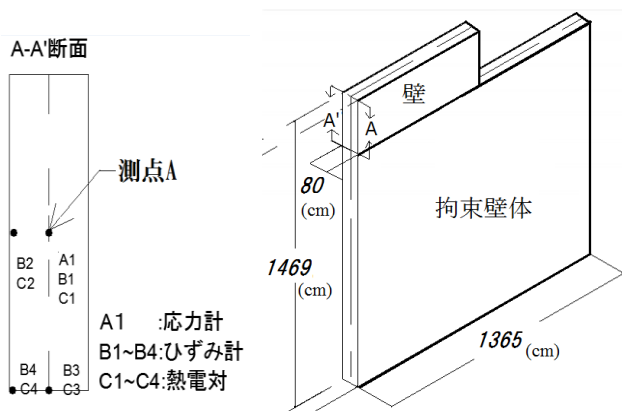


図-1 構造物および計器位置

コンクリート壁の施工は昭和58年6月、型枠は合板を用い、その脱型は材令5日目である。またコンクリートの打設温度は25℃である。表-1、2にコンクリートの示方配合と材令28日における力学的性質および物性値を示す。

表-1 コンクリートの示方配合

スラン プ (cm)	水セメン ト比(%)	細骨 材率 (%)	単位量(Kg/m ³)			
			水	セメント	細骨材	粗骨材
8	55.5	44.7	163	294	813	1031

表-2 力学的性質(材令28日)および物性値

	本 研 究 の 条 件	毛 利 氏 ら の 条 件
圧縮強度 Fc	28.22 (N / m m ²)	28.22 (N / m m ²)
引張強度 Ft	2.33 (N / m m ²)	2.13 (N / m m ²)
弾性係数 E	2.5×10 ⁴ (N/mm ²)	2.43×10 ⁴ (N/mm ²)
断熱温度上昇 (℃)	*T = 49.3 (1-e ^{-1.498 t})	*T = 37.8 (1-e ^{-0.0731 t})
熱伝導率	2.60 (W / m ℃)	2.51 (W / m ℃)
比 熱	1.05 (kJ / kg ℃)	1.00 (kJ / kg ℃)
熱伝達率	14 (W / m ² ℃)	11.63 (W / m ² ℃)
	(コンクリート表面)	(コンクリート表面)
熱伝達率	8 (W / m ² ℃)	5.82 (W / m ² ℃)
	(型 枠 面)	(型 枠 面)
コンクリート打設温度 (℃)	25	25

3. 実験結果

図-3に実験で得られたA点に関する温度履歴を示す

¹⁾ 実測によると、壁中央中心の温度は材令1~2日で最

キーワード：マスコンクリート、温度応力、断熱温度上昇特性

連絡先：〒985-8537 多賀城市中央一丁目13-1 東北学院大学工学部 遠藤孝夫研究室 TEL 022-368-7390

大 52℃を示し、材令 6～7 日でほぼ定常状態に達する。また温度応力については応力計による測定値を取り上げ、図-4 に示す。これによると、A 点での温度応力は、材令 1～2 日で圧縮応力となり、約 0.59N/mm² 程度の最大値を示した後、材令 2～3 日で引張応力に変化し、材令 7 日付近で約 0.98N/mm² の値を示している。

4. 毛利らの解析結果¹⁾

毛利らは、実験結果を示すとともに、解析も行っている。有限要素法による温度解析では、A 点における解析結果は実測値とよく近似することが示されている。また、温度応力についての解析結果では、数値の定性的な履歴傾向は測定結果に近似しているものの、絶対的な数値には開きがあった。すなわち、材令初期の圧縮応力の最大値は測定値の 1/3 程度であり、引張応力については材令 8 日で、同時期の測定値に比べ約 0.39～0.49N/mm² 大きい値となった。

5. 本研究における解析結果

本研究では既往の報告をもとに、ASTEA-MACS に同一条件を与えて解析を行った。この結果、ASTEA-MACS では既往の研究と同じ条件を与えても、既往の解析結果が異なることが判明した。ここで使用している解析ソフトは、すでに多くの研究者に使用され、数値解析的に大きなエラーが報告されていないことから、既往の研究で使用した入力条件の吟味を行った。その結果、コンクリートの断熱温度上昇特性が現在の知見から見て大きく異なっていることが判明した。そこで、土木学会の標準示方書に従い、実験で使用したセメントの種類、単位セメント量、打設温度を与えてコンクリートの断熱温度上昇特性を計算し直した。また、その他の解析条件も現在推奨されている数値の範囲に置き換えて表-2 に示す値を用いて解析を行った。

解析で得られた A 点における温度履歴を図-3 に示す。温度履歴の解析値は、実測値とほぼ近似していると言える。また、図-4 に温度応力の実測値と解析値の比較を示す。解析値は、初期ではコンクリートの圧縮応力が実測値の半分程度で、引張応力に転ずる時期が幾分遅れ、引張応力の絶対値が最大 0.4 N/mm² 程度大きくなった。すなわち、解析値は全体的に引張り側に 0.3～0.4 N/mm² 程度シフトしているように見受けられる。

6. まとめ

本研究において、解析ソフト「ASTEA-MACS」を用いて三次元有限要素法で温度応力解析を行った結果、

まず既往の論文と同一条件を用いた場合、論文に示された結果とは異なり実験と近似しない結果が得られた。そこで、論文に示された条件を検討し、現在の土木学会標準示方書に則り、条件を再吟味して解析を行った。その結果、既往の研究に比べて測点 A 点（中心部中央）の解析値は実測値とほぼ近似する結果が得られた。

今後、表面近くや打ち継ぎ目近傍のデータが記録されている実測結果を検討し、入力条件の適正化を図り、マスコンクリートの温度応力解析の精度向上を目指していきたい。

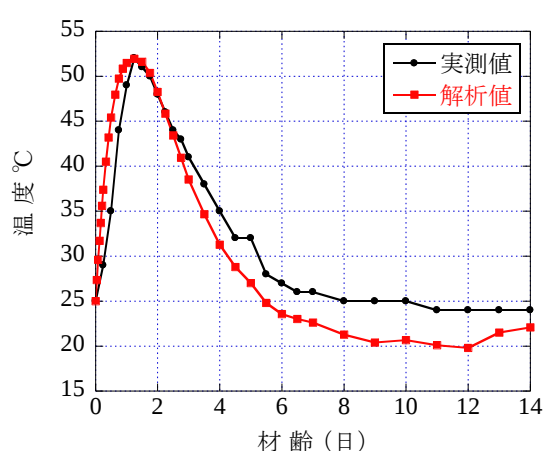


図-3 A 点における温度の実測値と解析値

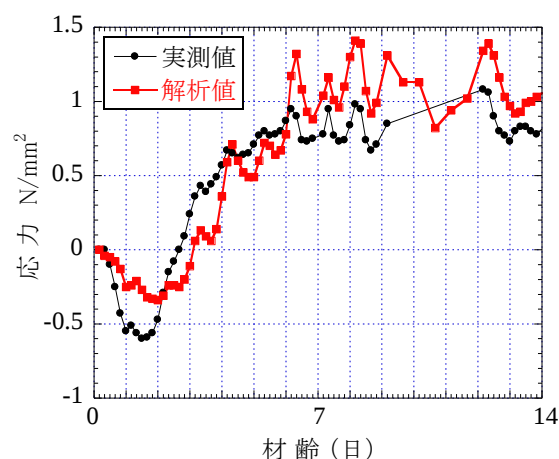


図-4 A 点における応力の実測値と解析値

【参考文献】

- 1) 毛利泰治, 戸田博文, 森本博昭, 小柳洽: 2, 3 の方法によるコンクリート壁の温度応力の実測と解析—マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム, 論文集(1984. 3)
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書設計編(2007 制定)