

実構造物を対象とした温度応力解析による初期ひび割れに関する解析的研究

徳山工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○中谷 俊晴
徳山工業高等専門学校 正会員 田村 隆弘

1. 諸言

コンクリート構造物の高品質化が求められる中で、今なお、新設構造物の初期段階に発生するひび割れが問題とされている。初期ひび割れは、多くが構造体の断面を貫通して発生するため、ひび割れ幅が大きい有害なひび割れは構造物の耐久性を著しく低下させてしまう。従って、コンクリート構造物の初期ひび割れの発生の予測は、高品質のコンクリート構造物の施工には必要不可欠となる。初期ひび割れの発生の予測に関する研究は、長年にわたり活発に行われているが、ひび割れの発生確率や発生位置、そして、ひび割れ幅についても正確に予測できていないのが現状である¹⁾。

本研究では、コンクリート構造物の初期ひび割れの発生をより精度よく予測することを目的として、実際に施工された橋台の温度とひび割れの実測値と解析値の比較をおこなった。

2. 研究概要

2.1 概要

実際に施工され、ひび割れが発生した橋台の温度応力解析を試みた。温度応力解析には、3次元有限要素法が用いられた市販のソフト「ASTEA MACS」を使用した。解析対象は、平成25年に山口県内で新設された橋台とした。施工時に橋台内部に10個の温度計を設置し、第1リフト(底盤)打設時から約2ヵ月間、図-1に示す位置で内部温度および外気温を測定した。解析では、打設日程や外気温などは山口県コンクリート施工記録²⁾に基づき、実際と同じの値を適用し、得られた結果を実測値と比較することで温度応力解析の精度を確認し、誤差の原因について考察した。

2.2 解析条件

解析対象とする橋台は、高さ2.0m、長さ14.0m、幅8.0mの底盤、その上部には高さ7.0m、長さ14.0m、幅2.4mのたて壁となっている。たて壁部分は3回に分けて打設された。解析モデルは図-1に示す通り2分の

1スケールの対称モデルとし、内部鉄筋は設計図面に基づき考慮した。

2.3 結果

2.3.1 温度

図-2に構造物の実測温度、図-3に温度解析結果をそれぞれ示す。10点の計測点とも概ね解析値と一致しており、特に各リフトの中心温度はよく一致した結果となった。

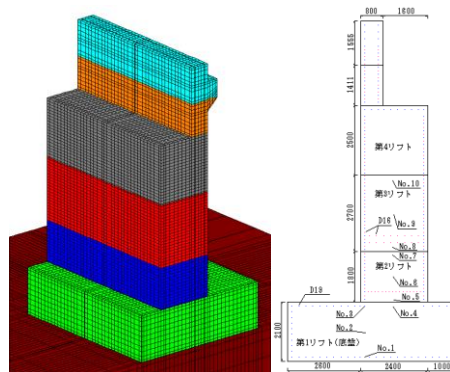


図-1 実構造物解析モデルおよび断面配筋図

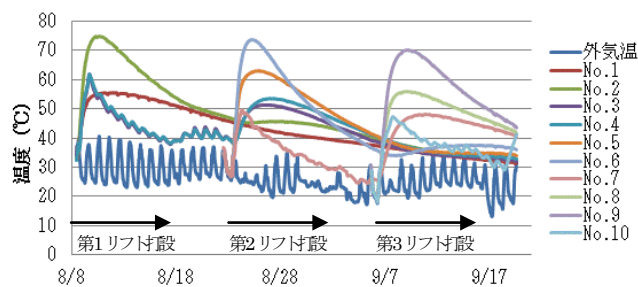


図-2 温度実測値の履歴

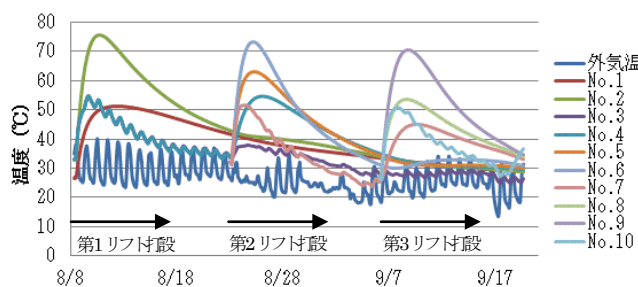


図-3 温度解析値の履歴

キーワード 初期ひび割れ、温度応力解析、橋台

連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校 環境建設工学専攻 中谷俊晴

T E L 090-7506-7026

表面付近での解析結果は実測値に対して若干誤差があったが、実構造物の表面に近い位置での温度は、コンクリートの外気温のみならず風雨の影響も受けることがその原因として考えられる。

2.3.2 ひび割れ

(1) ひび割れ指数とひび割れ発生状況 橋台に発生した実際のひび割れ状況を逐次弾性解析によるひび割れ指数から考察した。各リフトにおけるひび割れの有無とひび割れ指数、ひび割れ指数から求めたひび割れ発生確率を表-1に示す。実際の橋台には、図-4に示すように第3リフトに貫通したひび割れが1本発生した。第3リフトのひび割れ発生確率は100%であるため、ひび割れの予測はできたといえる。しかし、第2リフトでは、実際にはひび割れは発生していないがひび割れ発生確率が100%という解析結果になった。

(2) ひび割れ幅 解析では、第3リフトの中心部にひび割れが発生したと仮定して、解析ソフトのひび割れ幅解析手法³⁾に基づいた離散ひび割れモデルとして、ひび割れ幅の解析を行った。

表-2にひび割れ幅の実測値と解析値を示す。中心部でのひび割れを仮定した解析値は、実測値をやや上回る結果となった。この原因として、実際のひび割れがリフトの中心部ではなく、中心から約2m離れた位置で発生したことや、実構造物でのひび割れ調査が目視(クラックスケール)に依るため、計測精度に問題があることが挙げられる。

(3) ひび割れに関する考察 これらの解析と実測の差異の原因として、降雨と湿度による影響が考えられる。図-5に気象庁⁴⁾のデータに基づいた山口市における降水量と湿度のグラフを示す。これによると、第2リフト打設後に、比較的多い降水になっており、湿度も100%に近い値となっている。また、1週間の型枠養生期間直後にも降水があり、湿度も高くなっている。一方、ひび割れが発生した第3リフトでは、コンクリートを打設後には降水がなく、湿度も比較的低い値となっており、乾燥を受けやすいことが確認できる。解析では、降雨による“温度降下”は考慮できるが、“外部からの水分供給”の影響は考慮できない。すなわち、第2リフトではコンクリートを打設後、温度変化や乾燥によって収縮する期間に外部からの水分の供給と、乾燥による水分逸散の抑制がされることで、乾燥収縮や自己収縮による収縮力が低減したことから、実際の

トータルでの収縮量は解析よりも小さい値となったことがひび割れが発生しなかったという要因の一つとして考えられる。

3. 結論

- 1) 温度解析では、実際のコンクリートの初期温度および気温を入力することで精度良く解析することができた。
- 2) 応力解析では、降雨などの環境条件が解析に十分に考慮できないことが、実測値と解析値の間の差異の原因であることが示唆された。

表-1 実測値と解析値のひび割れの比較

リフト	ひび割れ	ひび割れ指数	発生確率
2	なし	0.38	100%
3	あり	0.47	100%
4	なし	1.03	47%

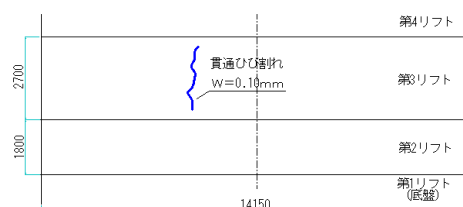


図-4 実際のひび割れ状況

表-2 実測と解析によるひび割れ幅

実測値	0.10mm
解析値	0.19mm

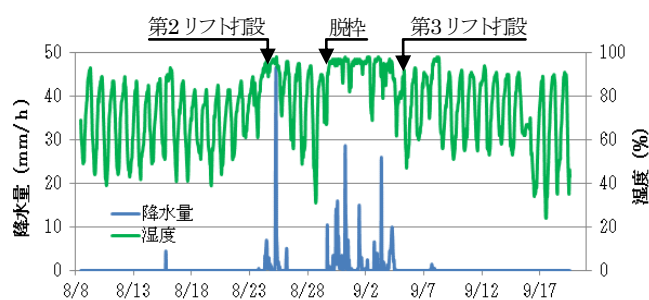


図-5 山口市における降水量と湿度

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会, マスコンクリートのひび割れ制御指針, 2008
- 2) 山口県建設技術センター,
<http://www.yama-ctc.or.jp/>
- 3) 計算力学研究センター, 離散ひび割れモデルの作成について(改訂版), 2011
- 4) 気象庁: <http://www.jma.go.jp>