

温度応力解析による鋼—コンクリート合成桁の温度—ひずみ関係の検討

茨城大学 学生会員 ○渡邊 誠

茨城大学 フェロー 横山 功一

茨城大学 正会員 原田 隆郎

1. はじめに

構造物ヘルスマニタリングでは長期間にわたって計測値に対する温度影響を把握することが重要なであり、その補正方法が検討されている¹⁾。その際に、構造物の温度とひずみの関係を正確に把握することが重要となってきた。しかしながら、合成桁などの複雑な温度分布を有する構造では、ひずみや応力に対する温度の影響は鋼とコンクリートの熱容量の違いから、その特性については必ずしも明確になっていない。本研究では、鋼—コンクリート合成桁の温度分布の時間変化を求め、温度変化に伴うひずみの変化を解析した。これにより、ひずみへの温度分布の影響を理解し、適切な補正方法の提案に役立てることができる。

2. 鋼合成桁曝露試験における温度とひずみの関係

右の図1に示すのは、2005年9—10月に新日本製鐵(株)で行われた鋼合成桁曝露試験¹⁾において9月23日のコンクリート床版表面の温度と幅方向のひずみの関係を表したグラフである。このグラフを見ると、1日のうちで同じ温度でも異なるひずみが生じており、温度変化によるひずみの値が、午前と午後で異なった軌跡を描いている。本研究ではこれをループと呼ぶことにする。このループが起これしまうと、ヘルスマニタリングの際の損傷判定を正しく行うことができない。そのため、ループの原因を特定することとした。

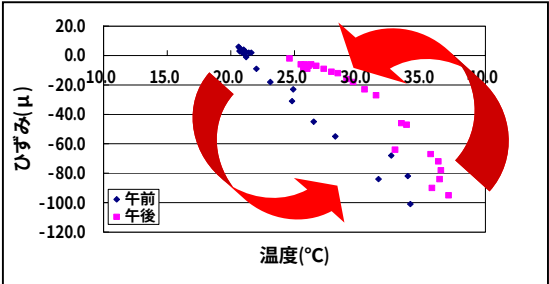


図1. 実測における温度—ひずみの散布図

3. 鋼—コンクリート合成桁における熱応力解析ならびに計測値との比較

まず本研究では、有限要素法解析ソフト ANSYS ED 8.0 を用い、9月23日の温度とひずみの関係を解析し、実測値と比較した。解析では、図2に示すモデルを用い、実測データから得られた2005年9月23日の温度を温度荷重としてコンクリート上面、側面、下面、鋼部材上フランジ、ウェブ、下フランジの表面に与えた。また初期温度として全体に23℃を与え温度とひずみの関係について解析した。この時の、コンクリート、鋼部材の材料特性を表1とした。

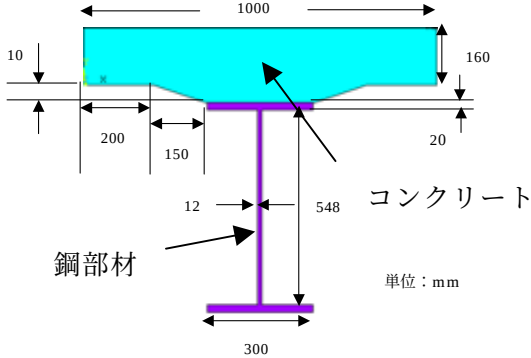


図2 解析モデル寸法図

表1. 熱応力解析における材料特性

	コンクリート	鋼部材
熱伝導率(W/mm・K)	1.4×10^{-3}	5.2×10^{-2}
ヤング係数(Pa)	2.5×10^{10}	2.0×10^{11}
ポアソン比	0.3	0.2
線膨張係数(/°C)	13×10^{-6}	11×10^{-6}
比熱(J/kg・K)	1200	460
密度(kg/mm ³)	2500×10^{-9}	7850×10^{-9}

キーワード：ヘルスマニタリング、温度応力、温度ひずみ、合成桁

連絡先：〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1 TEL：0294-38-5172 FAX：0294-38-5268

図3に解析結果と実測値との比較図を示す。

そこで、実測値と解析値を比べると、実測値、解析値共にループを確認することができた。また、解析値、実測値別に線形の近似曲線を描くと、傾きの値がほぼ一致した。よって、この解析を用い、次にループの原因を追及する。

4. 伝熱解析における構造物内部温度の解析及びループの原因の追及

2005年9月23日に新日本製鐵(株)で行われた鋼合成桁曝露試験¹⁾では、ひずみを測定する際、温度補償型ひずみゲージを使用した。このひずみゲージは温度変化による材料の自由膨張分のひずみを測定しないように設計されている。そのため、実測データとして計測されるひずみは断面内の温度勾配によって生じるひずみとなる。そこで、解析で求めた温度分布をもとに断面内の温度勾配を2時間毎に比較したものを図4に示す。

図4を見ると、温度勾配は14時に最大となり、4時に最小となっている。また0-6時は温度勾配がほとんどなく、8-14時はコンクリート表面温度が最大となり、16-22時はコンクリート内部温度が最大となっていることがわかる。このような複雑な温度勾配がループを引き起こす原因となっていると考えられる。そこで、次に温度勾配が無い場合とある場合を比較する。

図5は温度勾配がない場合と温度勾配がある場合の温度とひずみの関係を表したグラフである。温度勾配がない場合とは、全エリアを同じ条件の20℃～40℃～20℃を1℃ずつ増やしていき41ステップをANSYSにより解析し、それぞれの温度とひずみを算出し、その関係を解析値2(温度勾配なし)として図に示している。図5を見ると、温度勾配がない場合は、温度を高くした場合と温度を低くした場合で同じひずみが出ておりループが生じていないことがわかる。また、温度勾配がある場合と比較すると温度勾配がない場合はひずみがあまり生じていない。つまり、温度勾配がない場合は供試体全体が同じ温度のためひずみが生じなかったことだと考えられる。

5. おわりに

ここまで述べてきたことを考えると、午前と午後で異なった軌跡を描く現象であるループが起こる原因は構造物断面内の温度勾配が大きく影響していることが確認できた。夏の暑い日など昼間と夜の温度差が激しい日などは特にループという現象が起こりやすいと考えられる。今後は、コンクリート床版の板厚を変えるなど構造物の寸法を変えた場合、温度とひずみの関係はどのような挙動をするのか検討中である。これらの結果を総合的に踏まることによって、構造物ヘルスマonitoringにおける計測値の温度補正方法の提案が支援できると考える。

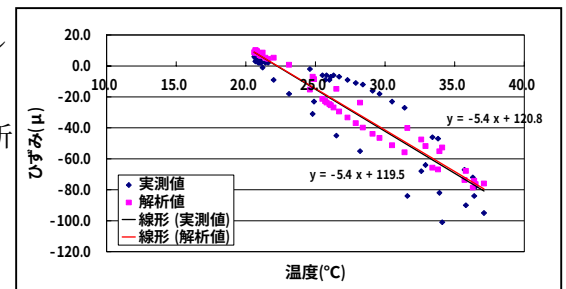


図3. 解析値と実測値の温度—ひずみ散布図

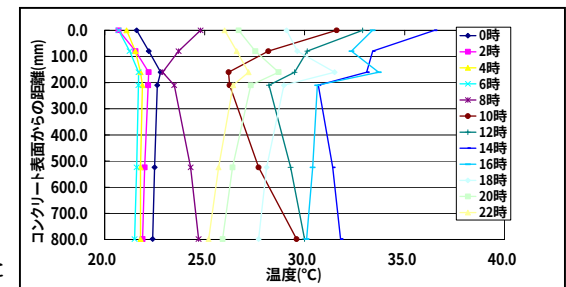


図4. 断面内の温度勾配(2時間毎)

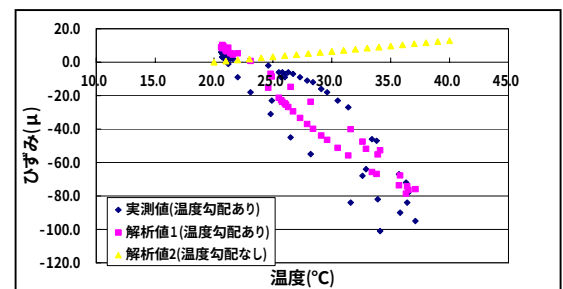


図5. 温度勾配がない場合とある場合の温度とひずみの比較

参考文献：1)町口敦志，横山功一，原田隆郎，高木優任：構造ヘルスマonitoringのセンシングにおける温度影響によるひずみの補正に関する研究，構造工学論文集(投稿中)Vol.53A，2007年3月