

中空断面を有するコンクリート構造物の温度解析手法について

飛鳥建設 正会員 川島 知佳夫 飛鳥建設 吉田 州利
 飛鳥建設 石塚 健一 飛鳥建設 中平 隆明

1. はじめに

プレグラウトPC鋼材（熱硬化型）をコンクリート構造に使用する場合、事前に温度解析を行い、適切な樹脂タイプを選定する必要がある。今回、中空断面を有するPC斜材付き型ラーメン橋（以下PC斜橋）を施工するにあたり、斜材および主桁にプレグラウトPC鋼材を使用するため、その樹脂選定を目的として事前にFEM温度解析を行った。

本報文では、中空部を有するコンクリート構造物に対する温度解析方法などについて、温度計測を基にした検討により得られた知見について報告する。

2. 対象構造物

今回、解析の対象となった構造物は図-1に示すとおり、橋長62m、有効幅員9m、桁高1.1~1.65mを有するPC斜橋である。

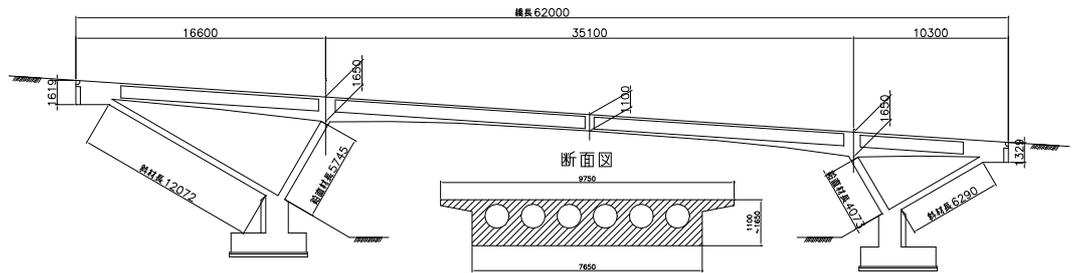


図-1 対象構造物構造一般図

3. 解析モデル

対象橋梁の主桁は、桁高変化および円筒型枠のかぶり厚の変化はあるものの、概ね橋軸方向には一様であると判断し、解析は直角方向断面を2次元要素でモデル化した。入力した熱定数は、示方書などに示されている一般的な値を用いた。入力値を表-1に示す。

表-1 入力熱定数一覧

初期温度	打設記録より15
外気温	計測外気温
熱伝達率	$\mu=8.0 \text{ W/m}^3$
断熱温度上昇量	次式により算出 $Q = Q \times (1 - e^{-t})$
熱伝導率	コンクリート 2.7 W/m 空気 0.022 W/m 水 0.60 W/m
比熱	コンクリート 1.15 kJ/kg 空気 1.0 kJ/kg 水 4.2 kJ/kg
密度	コンクリート 2300 kg/m ³ 空気 1.3 kg/m ³ 水 998 kg/m ³

解析ケースは、以下の4つを考慮した。

- CASE1 : 横桁部断面の解析モデル（一様にコンクリート材料）
- CASE2-1 : 中空部を空気の熱特性をもつ要素としてモデル化
- CASE2-2 : 中空部周囲を断熱境界としてモデル化
- CASE3 : 中空部を水の熱特性をもつ要素としてモデル化
(CASE2-1の空気の熱定数を水の熱定数に置換)

各ケースのモデル図を図-2に示す。

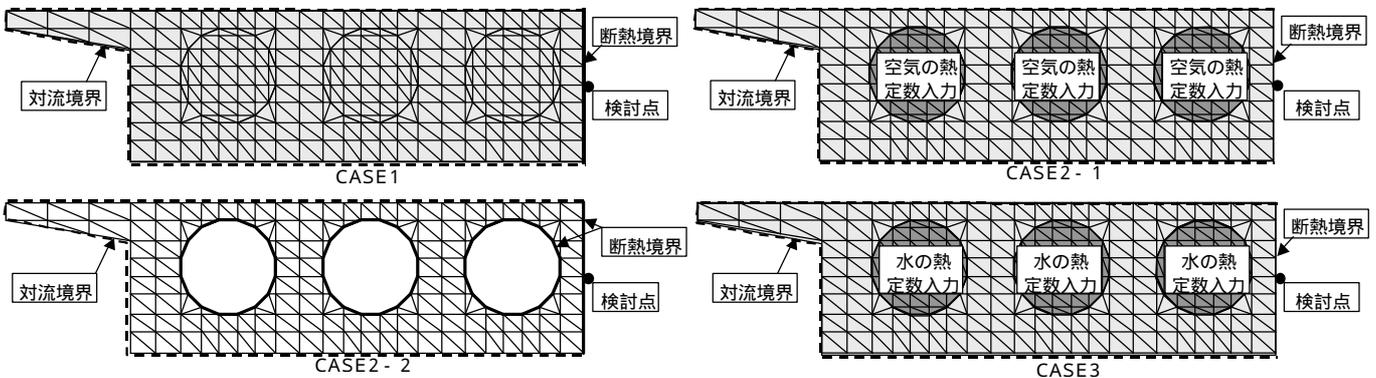


図-2 解析モデル図

キーワード : 温度解析, 中空断面

連絡先 : 〒102-8332 千代田区三番町2番地 TEL : 03-3288-6507 FAX : 03-3288-5285

4. 計測結果および検討結果

解析値と計測値を比較した結果を図 - 4 および図 - 5 に示す。

5. 考察

中空部を有しない横桁部断面 (A - A) において、一般的によく用いられる熱定数を用いた解析値を計測値と比較した結果、両者はよく整合している。従って、本構造物に対する2次元解析モデルおよび熱定数は妥当であると考えられる。中空部を有する側径間中央部断面 (B - B) について、中空部を要素の熱特性をもつ要素としてモデル化した場合 (CASE2-1) と中空部周囲を断熱境界としてモデル化した場合 (CASE2-2) の2通りで解析を行った結果、両者とも計測値と良く整合している。よって、中空部のモデル化は、いずれの方法を用いても妥当であると判断できる。

で両者の結果にほとんど差が見られなかったのは、コンクリートから空気への熱移動が少ないことが理由と考えられる。空気はコンクリートに比べ質量が小さく熱容量が非常に小さい。従って中空部の温度は僅かな熱量で上昇し、短時間に空気とコンクリートとの温度差がなくなるためと考えられる。

のような状態では、中空部に挟まれるコンクリート部の熱の移動は、上下方向の1次元的なものとなる。

の考察の妥当性を確認するため、中空部の要素に、より熱容量の大きい水の熱定数を与えた場合の解析を行った (CASE3)。この結果、CASE1 および CASE2 に比べピーク温度が小さく、その後の温度低下も緩やかな勾配となった。このことは熱の移動が1次元的なものから、上下左右方向の2次元的なものになったことを示し、の妥当性が確認できたと考えられる。

6. まとめ

以上の検討により得られた知見をまとめると以下の通りとなる。

中空部のモデル化については、空気の熱特性を持つ要素でモデル化する方法と断熱境界としてモデル化する方法のいずれも実際の挙動を反映した結果が得られる。

中空部を水のような熱容量の大きい物質で満たしておくことは、コンクリートのピーク温度を小さくし、その後も緩やかに温度を低下させる効果があり、今回のように温度そのものが問題となる場合や、温度応力が問題となる場合の対策として有効であると考えられる。

7. おわりに

今回の検討結果が今後のコンクリート構造の技術発展の一助となれば幸いです。最後に、本橋の計測にあたり、多大な協力をして頂いた、日本道路公団 北海道支社の皆様と帯広工事事務所の皆様に深く感謝いたします。

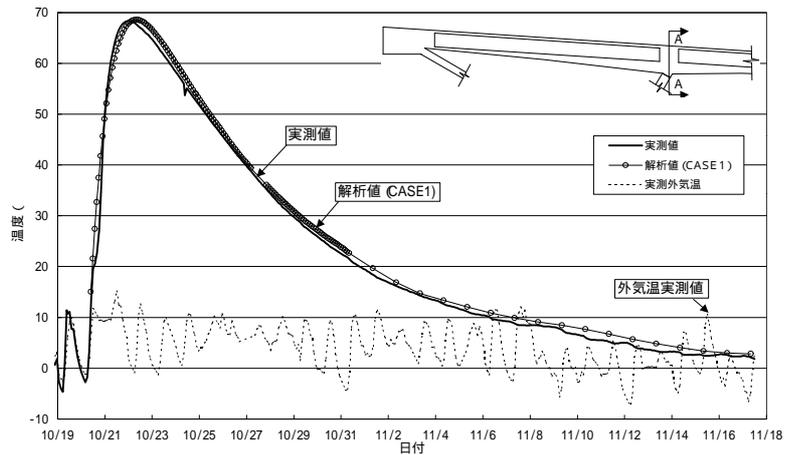


図 - 3 計測値と解析値の比較検討結果 (横桁部断面)

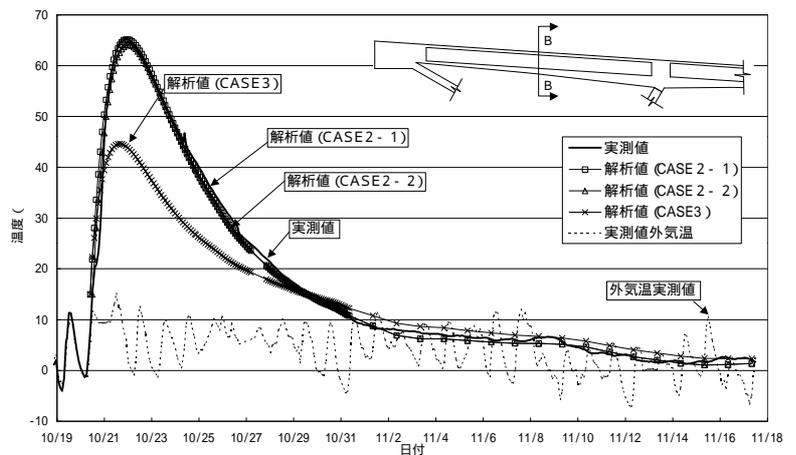


図 - 4 計測値と解析値の比較検討結果 (側径間中央部断面)