

場所打ち PC 床版の温度応力解析に関する一考察

日本道路公団静岡建設局		寺田 典生
日本道路公団静岡建設局	正会員	本間 淳史
住友建設 PC 設計部	正会員	益子 博志
住友建設 PC 設計部	正会員	○玉置 一清

1. まえがき

近年、合理化、省力化を背景として、さかんに建設が進められている少数鉋桁構造を、広幅員規格の橋梁に適用した事例において、活荷重などの後荷重が載荷されていない施工途中段階、さらにはコンクリート打設直後の初期材令段階で、ひび割れが生じるという問題が生じた。この原因として、従来、部材厚の小さい床版部材などでは無視されてきた水和熱による温度応力が、次の要因により深刻化されてきたことが原因の一つであるということが、最近の研究、実験などで明らかになってきた。床版支間の増大にともない、床版厚が増加、床版横締めおよび移動型枠施工の採用により、コンクリートに早期の強度発現が要求されてきた結果、40N程度の富配合や早強セメントの使用

本報告は、これまでマスコンという概念の少なかった床版部材に対して、温度応力解析を適用する際の知見について報告を行うものである。

2. 断熱温度上昇特性

温度解析を実施するに際して、境界面からの放熱条件を表す熱伝達率と、コンクリートの発熱条件を表す断熱温度上昇特性が特に重要な入力条件となる。熱伝達率については、風速や日照の影響など、その把握が困難な課題はあるが、屋根設備や防風設備を備えた移動型枠施工では、ある程度、経験的に求めることが可能であると考ええる。

一方、断熱温度上昇特性については、土木学会において、セメント量と打ち込み温度によって推定する試験回帰式が提案されている。しかし、セメントメーカーや骨材産地によるばらつきが指摘されており、また単位セメント量が $400\text{kg}/\text{m}^3$ 前後の富配合や膨張材を混合した配合での試験実績が少ないと言われている。図1に、静岡と福島で実施された断熱温度上昇試験の結果と、土木学会推定式の比較を示す。セメント+膨張材の結合材量 ($370\text{kg}/\text{m}^3$) をほぼ同一とした試験であるが、終局温度上昇量は約 10℃以上の差が生じた。この相違が生じた原因については、試験装置やセメント成分等の詳細な比較分析が必要であるが、ここでは、これらの相違が温度解析に与える影響についてのみ、考察を行うものとする。

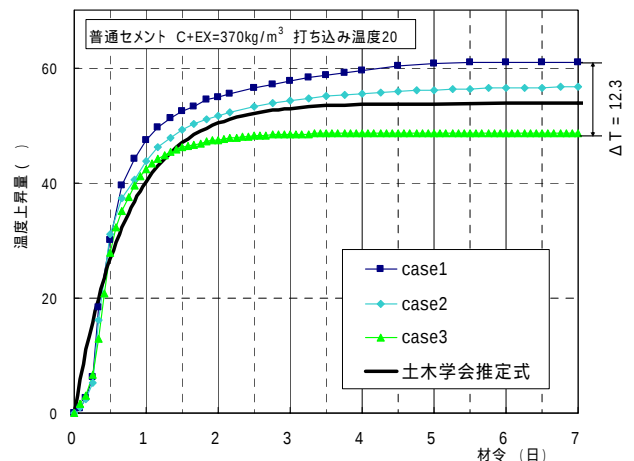


図1 富配合における断熱温度上昇試験結果

3. 温度応力解析

1) 部材厚さによる最高温度の相違

部材厚を 30cm、150cmとした図2に示す簡単なモデルに、それぞれ、単位セメント量を 340kg 、 400kg と仮定して、土木学会推定式により断熱温度上昇特性を入力した時の、温度履歴を図3に示す。部材厚の大きいモデル(いわゆるマスコン)では、終局温度上昇量の相違が、最高温度にそのまま影響するが、部材厚が小さくなるほど、終局温度上昇量の影響が小さくなる事が分かる。

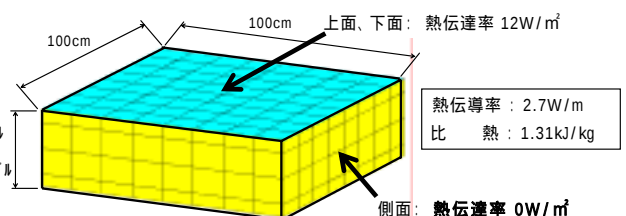


図2 解析モデル

キーワード 温度応力解析、断熱温度上昇特性、場所打ち PC 床版

連絡先 〒160-8577 東京都新宿区荒木町 13-4 住友建設(株) PC 設計部 TEL 03-3225-5136

2) 断熱温度上昇曲線による影響

図4に示す2主鉄桁橋モデルに、図1に示す各種断熱温度上昇試験値を入力とした場合の温度解析値を図5に示す。いずれも、コンクリート打込み後、15～18時間程度で最高温度に達しているが、土木学会推定式による温度解析値のみが傾向的に若干低い値を示していることが分かる。一方、case1～3の解析結果は、終局温度上昇量が大きく異なる断熱温度上昇特性を入力条件としているにも関わらず、最高温度及び傾向が概ね一致している。これは、図1の断熱温度上昇試験結果において、12時間程度までの立上がり曲線が、ほぼ一致していることに起因すると想定される。すなわち、床版の温度解析においては、終局温度上昇量よりも、特に立上りのS字曲線に着目した断熱温度上昇特性の設定が重要であると考えられる。

3) 温度応力

橋軸方向に発生する温度応力の履歴を図6に示す。鉄桁による外部拘束の他に、床版の表面と内部の温度差によって生じる内部拘束も考慮したもので、応力が最も大きくなる床版内部（着目点参照）のものを示している。

断熱温度上昇特性に土木学会推定式を用いた温度応力解析値は、水和熱上昇（膨張）時に生じる圧縮応力が小さい分、温度応力は若干大きな値を示しているが、その他のcaseと比較して、大きな差異は認められない結果となった。

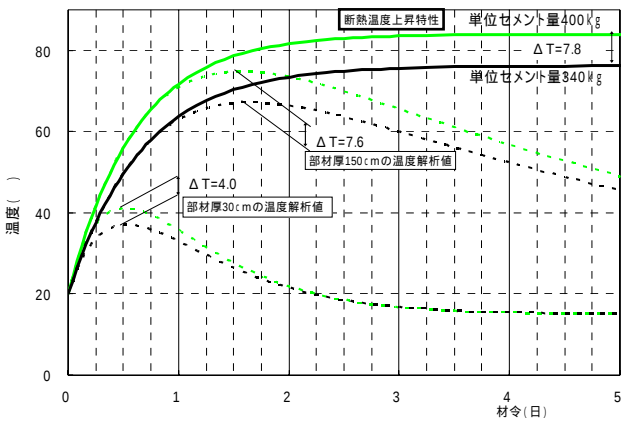


図3 部材厚による温度挙動の比較

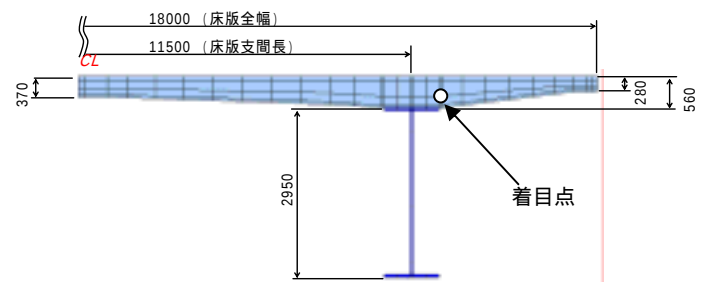


図4 2主鉄桁モデルの断面図

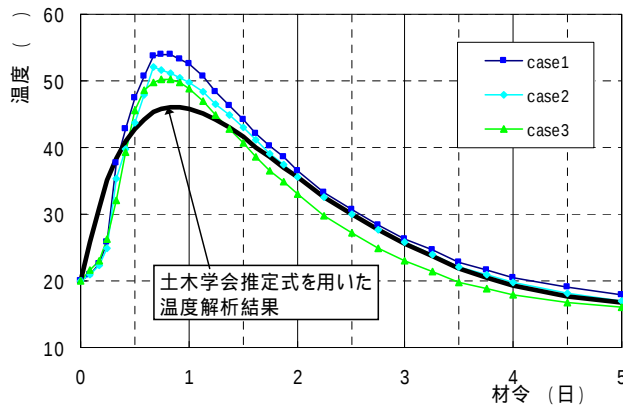


図5 PC床版の温度履歴

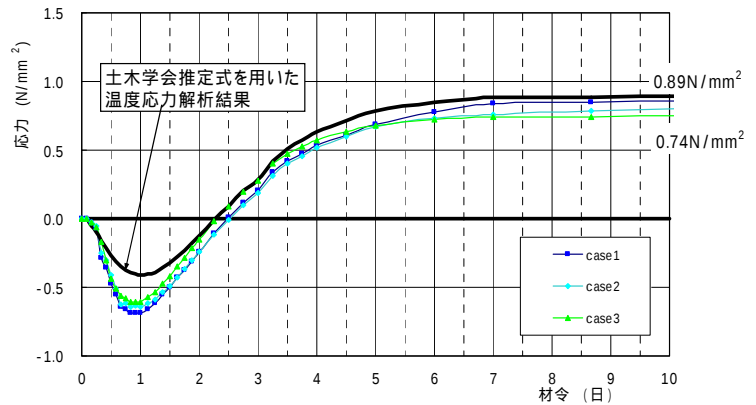


図6 PC床版の橋軸方向に生じる温度応力履歴

4. まとめ

1) 床版に生じる水和熱を適切に解析するためには、断熱温度上昇特性の設定において、材令初期の曲線（打ち込み後、12時間程度までに現れるS字曲線）の再現が特に重要であり、一般にマスコン等で問題となる終局温度上昇量については、影響が少ないものと考えられる。

2) 今回の検討の範囲では、断熱温度上昇特性の相違による、温度応力の差はあまり見られなかった。

今後、床版に生じる温度応力推定法の標準化に向けて、さらにデータを収集、分析する所存である。

参考文献

土木学会コンクリート標準示方書施工編 [平成8年制定] 17章 マスコンクリート