

I - A 301

鋼・コンクリート合成鋼管柱の日照による内部温度分布に関する検討

川崎重工業(株) 正会員:橋本靖智 正会員:磯江暁 正会員:江上武史

川崎重工業(株) 正会員:大西悦郎 非会員:吉川孝男 正会員:矢木誠一郎

1 はじめに

近年、鋼管の中にコンクリートを充填する合成構造が盛んに研究されており、また兵庫県南部地震以降は鋼製橋脚内にコンクリートを充填する事により耐震性の向上を計る方法も採られている。鋼とコンクリートの線膨張係数がほぼ等しいことは良く知られているが、両者のその他の材料定数にはかなりの差があり(表1)、合成構造を考える上で熱伝導・熱応力を検討しておく必要がある。本研究は、日照を受けるコンクリート充填鋼管の温度分布をFEM解析により計算し、その結果を踏まえて設計計算用の簡易温度分布を提案するものである。

2 解析方法

図1に示すようなコンクリート充填鋼管の平面モデルを用いて、鋼管表面の温度変化に伴う内部コンクリートの温度変化を計算した。鋼管の板厚は23mmとし、直径については1,500mm, 1,000mmおよび500mmの3種類を考えた。解析に用いた材料定数を表1に示す。温度は、鋼管表面を日照部分と日陰部分の2種類に分け(図1のA, B)、過去の工事経験等から日照部の最高温度を50℃、昼夜の温度差35℃とし、また日照部分と日陰部分との温度差が最大25℃(最高温度時)、夜間は温度差0となるように設定した。A, Bの時間の経過に伴う変化を図2に示す。

3 解析結果

コンクリート充填鋼管表面の温度変化(図2A, B)に伴うコンクリート内部温度の推移を、図2に示す(直径1,500mmの場合)。コンクリート内部温度の初期値は一律に15℃としたが、解析開始後48時間経過状態では初期値の影響は無視できる状況にある。48時間経過以降の変化に着目すると、表面に近い部分は若干のタイムラグをもって表面に追随しながら温度が変化するが、中央部温度はほぼ一定(22.5℃程度)になり、あまり変化していないのが分かる。図3に経過時間60時と72時における鉛直断面の温度分布を示す。図には22.5℃の線を合わせて描き込んでいる。温度分布は直径の大きさに係わらず、表面から内部約300～400mmの深さまで線形に変化しており、それより内側部分の温度変化は極めて緩慢で、22.5℃±3℃の範囲にある。日照部が最高温度(50℃)に達した時の日陰部分の温度は25℃であるが、この時は図3(a)のように、日陰側表面付近も含めたコンクリート断面下側半分の温度が22.5℃±3℃の範囲にある。

4 設計用簡易温度分布の提案

以上の解析結果から、設計時の熱応力見積り用簡易温度分布を作成した。コンクリート断面において各部の温度差が最も大きくなるのは日照部分の温度が最高温度に達する時なので、この時の温度分布を熱応力チェックの対象とする。図4(a)に提案する温度分布を示す。鋼管表面を日照部分と日陰部分に分ける。日照部分は120°、日陰部分180°とし、その間の両側30°部分は温度が周方向に線形に変化するとする。日照部分の温度を最高温度とし、表面から中心に向かって深さ350mmまで温度が線形に分布する。論文中には示していないが、コンクリート断面の温度分布を見ると、日照部分表面に沿って厚さ300～400mmの平行な温度分布層が形成されており、この仮定は解析結果と照らして合理的なものである。深さ350mmのところの温度は中心部温度とし、また以上述べた以外の全ての部分の温度も中心部温度で代用する。以上の仮定に基づいて求めたコンクリート中央断面の温度分布を、図4(b)に示す。図のように提案した温度分布は極めて単純なものであるが、図3(a)に示したFEM解析結果を良く表している。

5 おわりに

提案した温度分布は表面温度の影響を受ける層の深さを350mmとしたが、コンクリートの材料定数が表1と異なる場合は、層の深さの修正が必要となる。日照部表面の最高温度と共に今後の課題としたい。

〒136-8588 東京都江東区南砂2-6-5 (Tel:03-3615-5127/Fax:03-3615-6988)

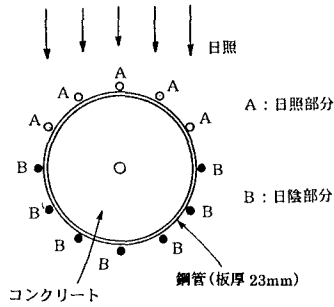


表1 鋼, コンクリートの材料定数

	鋼	コンクリート
ヤング率	$21,000 \text{ kgf/mm}^2$	$3,400 \text{ kgf/mm}^2$
ポアソン比	0.3	0.167
密度	$7.86 \text{ E}-06 \text{ kgf/mm}^3$	$2.4 \text{ E}-06 \text{ kgf/mm}^3$
比熱	$440 \text{ J/(kgf} \cdot \text{k)}$	$1,045 \text{ J/(kgf} \cdot \text{k)}$
熱伝導率	$0.056 \text{ W/(mm} \cdot \text{k)}$	$0.0026 \text{ W/(mm} \cdot \text{k)}$
線膨張係数	$1.2 \text{ E}-05 \text{ 1/k}$	$1.2 \text{ E}-05 \text{ 1/k}$

k : 温度 J : ジュール W : ワット 時間の単位としては秒を使用

図1 コンクリート充填鋼管平面歪みモデル

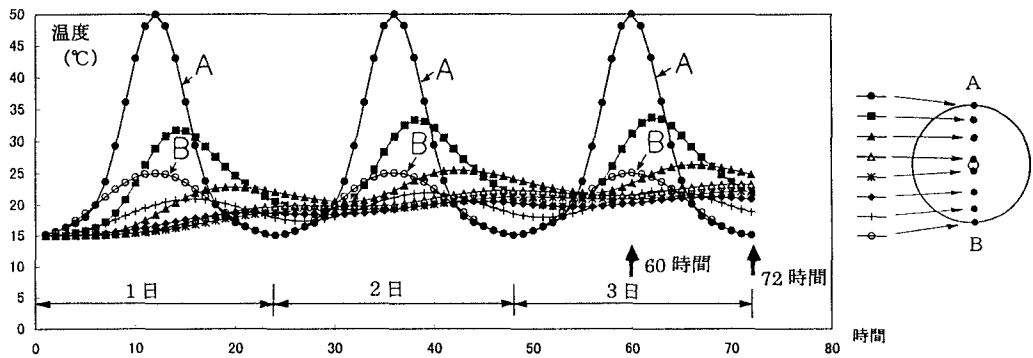


図2 コンクリート内部の温度変化(D=1,500mm)

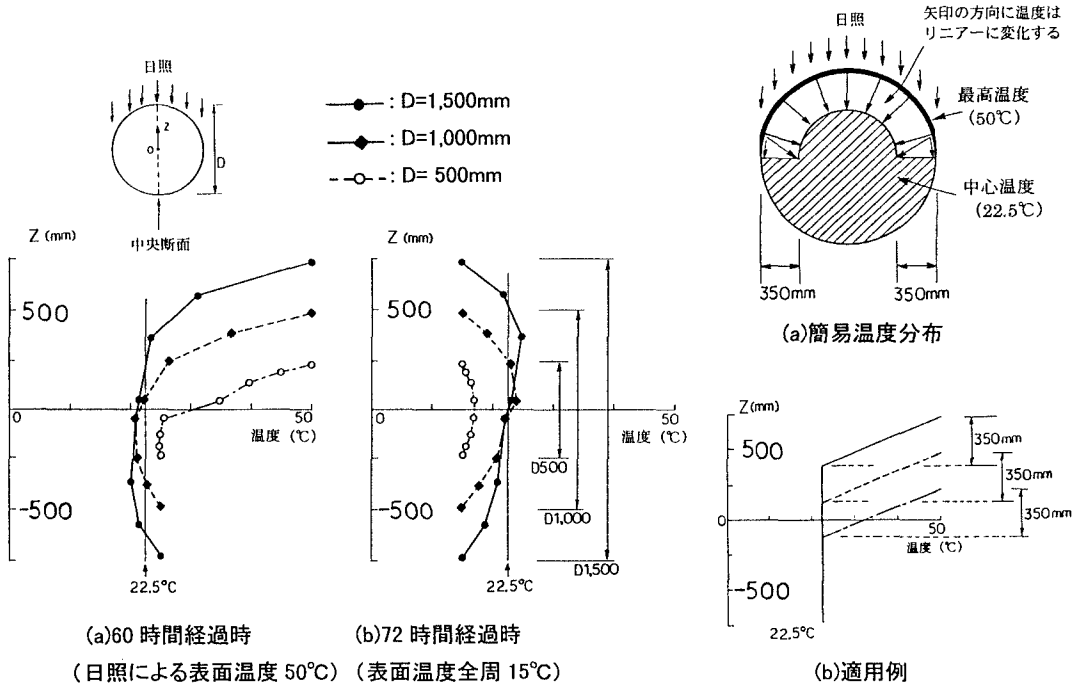


図3 コンクリート中央断面における鉛直方向温度分布

図4 熱応力計算用温度分布と計算例