

国 鉄 正 員 西田正文
 東北大学 正 員 三浦 尚
 東北大学 学生員 ○石田孝平

1. まえがき

場所打ち張り出しブロック工法によるプレストレスト・コンクリート橋においては、従来から、新旧コンクリート打継目付近の新コンクリート側に、打継目面にほぼ直角なひび割れの発生がしばしば認められてきた。このようなひび割れの発生原因はいろいろあると思われるが、その一つとしてセメントの水和による新旧コンクリートの温度差が考えられる。すなわち、旧コンクリートに接して新コンクリートが打込まれると、新コンクリート側は水和熱によって温度が上がり、新旧コンクリートに大きな温度差が生じる。そして、このような状態で硬化し、最終温度まで冷却されると、打継目付近の新コンクリートに引張応力が働く。東北新幹線第2、第3所武隈川橋りょうは、張り出しブロック工法で施工され、しかも、断面が大きいので、上記のひび割れ発生の問題は重要であると考えたので、このようなひび割れを防止するために旧コンクリート側にあらかじめ温床線を埋設し、新コンクリート打設時に旧コンクリートを温めて、その温度差を小さくする実験を行った。この研究は、温床線の最も有効な適用方法を求めるために、ウェッジ部分を単純化したモデルにおいて、旧コンクリートに埋設した温床線への通電方法を種々に変えた場合における温度分布を有限要素法を用いて計算・検討したものである。

2. 解析に用いた諸定数

解析に用いたコンクリートの熱定数は、実橋と同配合のコンクリートについて実験によって求めた。その結果を表-1に示した。また、型枠材料は松材を用い、その熱定数は表-2に示した。水和反応による時間にもなう発熱率は、同じコンクリートで行った断熱温度上昇試験結果(図-1)から求めた。

表-1 コンクリートの熱定数

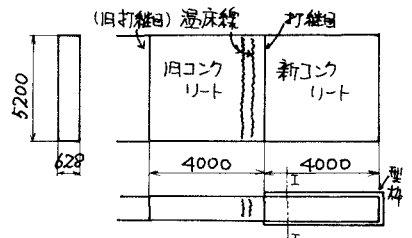
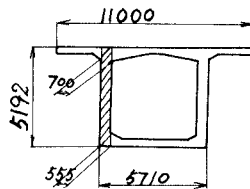
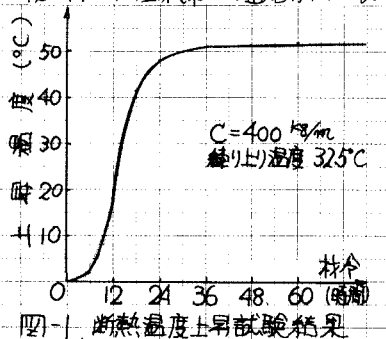
熱伝導率	熱伝達率	単位容積重量	比熱
$K(kcal/m \cdot ^\circ C)$	$\alpha(kcal/m^2 \cdot ^\circ C)$	$\rho(kg/m^3)$	$c(kcal/kg \cdot ^\circ C)$
2.33	50	2359	0.30

表-2 型枠材料の熱定数

熱伝導率	熱伝達率	単位容積重量	比熱
$K(kcal/m \cdot ^\circ C)$	$\alpha(kcal/m^2 \cdot ^\circ C)$	$\rho(kg/m^3)$	$c(kcal/kg \cdot ^\circ C)$
0.12	50	380	0.29

3. 解析方法

対象とした橋りょう断面は図-2に示したような箱型断面であり、その斜縁の部分を実単純化して図-3のような、高さ5.2m、厚さ0.628m、長さ8mのコンクリート壁として計算をした。型枠は厚さ24mmで、新コンクリート打設後60時間まで新コンクリートを囲み(図-3)、その後は除去するものとして計算を行った。温床線は旧コンクリート中の打継目から0.2m~0.5mの間にあるものとし、その給熱量は、その範囲内で $2857 kcal/r \cdot m^3$ とした。また、比較を行った温床線への通電方法を表-3に示した。



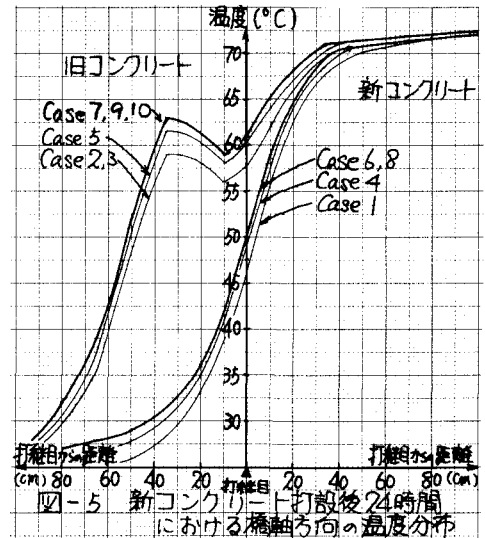
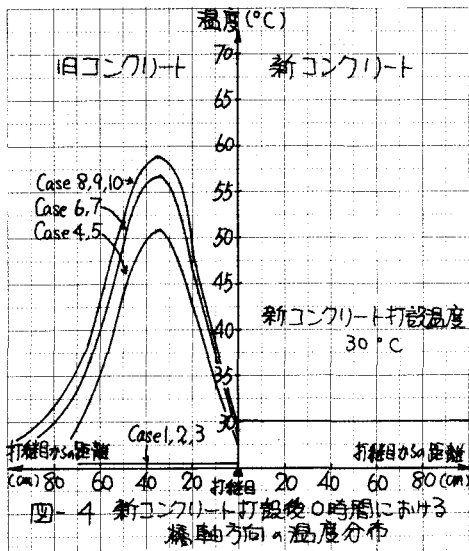
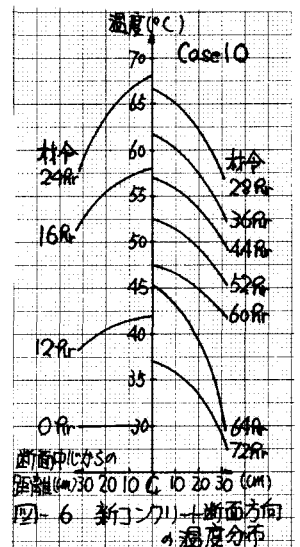


表-3 給電パターン

Case	新コンクリート打設前 の通電時間	新コンクリート打設 後の通電時間
1	通電しない	
2	・	0分~+24分
3	・	0分~+26分
4	-12分~0分	通電しない
5	・	0分~+24分
6	-24分~0分	通電しない
7	・	0分~+24分
8	-36分~0分	通電しない
9	・	0分~+24分
10	・	0分~+36分

④ 新コンクリート打設時EO分とする



温度解析は鉛直方向の熱移動がないものと仮定して、水平断面(図-3平面図)での非定常二次元熱伝導問題として行った。また、境界条件として、旧コンクリートの旧打継目部分では温度が一定であると仮定した。更に、外気と接する面を通してコンクリートから外気への熱伝達が行われるものとする。

4. 解析結果

この計算による新コンクリートの温度上昇は、打設8時間ごろから激しくなり24~28時間でピークを示し、その後徐々に温度降下が起っている。これは実橋での測定結果とほぼ同じである。図-4は新コンクリート打設時の橋軸方向の温度分布である。温床線への通電により、旧コンクリートがかなり温められ、高温になっていることがわかる。しかし、36時間の通電を行った場合でも打継目では29°C程度までしか温度が上がっていないので、新コンクリートへの大きな熱の流れは考えられず、凝結を異常に早める等の影響は少ないと考える。

図-5は新コンクリート打設後24時間における橋軸方向の温度分布を示している。新コンクリート打設後に温床線への通電を行ったもの(Case 2, 3, 5, 7, 9, 10)は、行わないもの(Case 1, 4, 6, 8)に比べて、打継目付近の温度勾配を小さくするのに効果的であることがわかる。このような傾向は、その後打継目が進んでも変わらない。また、新コンクリート打設後の温床線への通電時間が等しい場合、新コンクリート打設前の温床線への通電時間が長い程、温度勾配を小さくするようであるが、その効果は明らかではない。温床線への通電による新コンクリートへの影響範囲は、打継目からほぼ1m程度であり、従って、新コンクリート部材の最高温度を更に高めるような影響も少ないと考えられる。図-6は新コンクリートの断面方向(図-3.I-I断面)の温度分布である。型枠脱型(打設60時間)後に、一時温度勾配が大きくなっており、図-5と比べると、その温度勾配がかなり大きいものであることがわかる。従って、型枠脱型打設の選定にも留意する必要があると考えられる。