

寒冷地用断熱型枠を用いたコンクリートの温度特性に関する一実験

(株) 砂子組土木部 ○正 員 近藤里史
 (株) 砂子組土木部 非会員 平島博樹
 (株) 砂子組土木部 非会員 広上伸二
 室 蘭 工 業 大 学 正 員 小室雅人

北海道において冬期にコンクリート打設を行った場合、防寒養生として型枠に寒気を入れないようにビニールシートで大がかりな囲いを行い、さらにジェットヒーターで+5℃以上を確保することから多大な費用を要している。このことから、厳冬期での土木構造物にも適応できる断熱型枠を考案し、一般の型枠との打設したコンクリートの温度計測を行いその有用性を実験で確かめた。

1.はじめに

本研究では、断熱窓のようにいかにコストをかけないで断熱性を保持するかという観点からコンパネ+押出法ポリスチレンフォーム保温板+コンパネの3層構造の型枠を考案しその断熱性能に関わる特性を一般的な型枠と比較することを試みた。基準実験は、図-1に示したとおり5面を厚さ500mmのEPSで囲み一面をコンパネ3枚(基準試験1)、そして基準試験2としてコンパネ+押出法ポリスチレンフォーム保温板+コンパネの3層構造としている。実験では、囲まれた室内の温度をヒーターで+50~70℃にして熱電対を配置しEPS内の温度低下と型枠の外側側面の温度、および外気温を計測した。

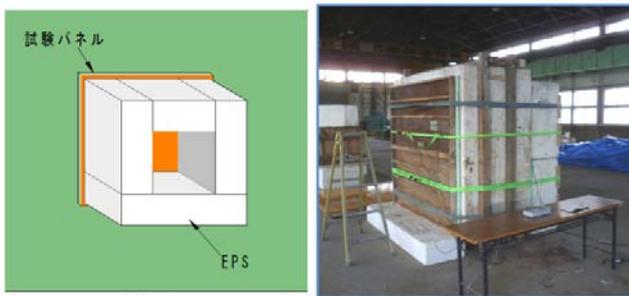


図-1

2.各 CASE の伝熱特性

図-2-1, 2はEPS室内の温度が50℃に達以降14時間経過までの基準試験1, 2の温度変化のグラフであり、EPS室内の各点の時間変化と時間を同軸にとったEPS側の型枠温度、外気側の型枠温度および外気温を示したものである。基準試験1をもとに考察すると基準試験2の温度

勾配は2から4時間後までは急速に低下するがそれ以降は漸近線的になだらかになる傾向にある。また、基準試験2の断熱型枠も温度勾配が基準試験1と比較してなだらかに下降し外気温との差は+5℃以上に保持されている。

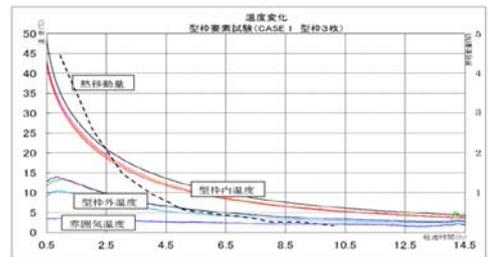


図-2-1

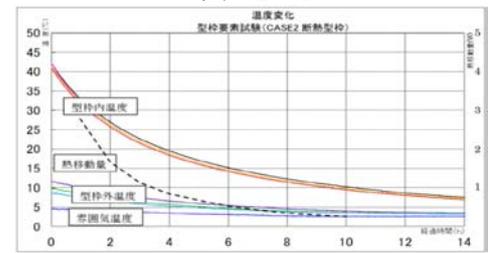


図-2-2

また、温度変化率で比較すると、基準試験1では計測してから30分後に数分で50℃程度の差だった変化が見られるのに対して断熱型枠の基準試験2の温度変化率は1℃程度でほぼ一定になっている(下図3-1,3-2)。

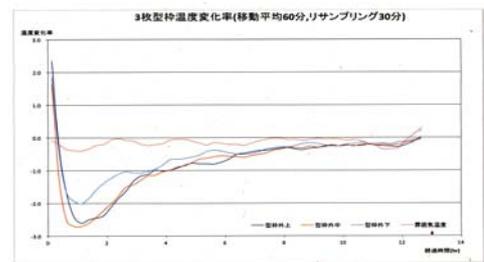


図-3-1

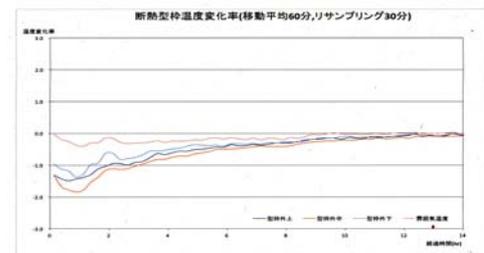


図-3-2

キーワード 防寒養生、断熱型枠、冬期コンクリート打設、内部ひび割れ抑制、環境負荷

連絡先 〒079-0394 北海道空知郡奈井江町字チャシュナイ 987 番地 10 (株)砂子組 土木部 TEL0125-65-2326

3.コンクリートを打設した場合の発熱傾向

ここでは、コンクリート1m³を打設した場合の外気温とコンクリートの発熱との関係を求めることから2ケースすなわちコンパネ3枚とコンパネ+押出法ポリスチレンフォーム保温板+コンパネの3層構造に対して型枠面とコンクリートとの発熱関係を測定した。コンクリートの設計基準強度は24N/mm²である。

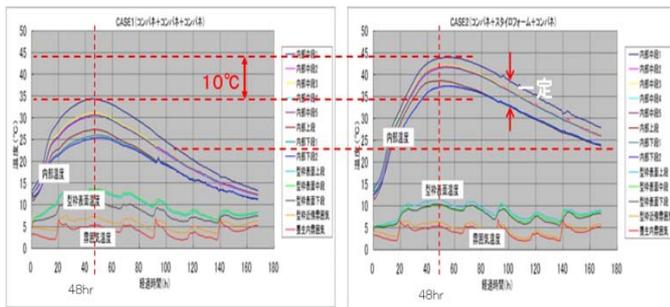


図-4-1

図-4-2

図-4で見て取れることは、両ケースにおいて強度の立ち上がりかたに顕著な差はないがコンパネ3枚、断熱型枠と比較するとコンクリート内部と型枠側での温度差は最大で10度程度の差が認められる。すなわちコンパネ3枚型枠を用いた場合は水和熱が型枠側に移動しやすく、外気温に内部の熱が奪われていることがわかる。一方で、コンパネ+押出法ポリスチレンフォーム保温板+コンパネの3層構造の場合は材令3日までコンクリート内部の温度と型枠表面温度の差が小さいことから断熱効果が高いことを示している。

強度の発現については断熱型枠でない方がコンクリート内部の温度が20°Cで湿潤状態に近いがそれ以降は外気温を高くしないと強度低下が著しいコンクリートになる可能性が高いと推察される。材令7日までの結果であるが前述したとおり、コンパネ3枚の場合はコンクリート内部と型枠側の温度差が大きい。一方で、断熱型枠は保温された状況でσ₇でも型枠側の温度は+3°Cを保ち健全なコンクリートができるとともに早期に強度発現するものと考えられる。特に、優位な差があるかどうかは今後の研究にもよるが断熱材を用いたものでは厳寒期でも打設した後の温度管理に関しては比較的簡便に良質なコンクリートができるものと考えられる。

上記をもとに断熱型枠とコンパネ1枚を比較する例として躯体1000m³(W20*H20*D2.5m)を打設する際に気温が-3°Cで、熱収支にロスがないと仮定しかつ1m³を27分割して熱量計算を行った場合の燃料と環境負荷(北海道開発局環境家計簿)を試算は以下の様になる。

- ・高さ1mの1時間毎のコンクリート温度差×時間＝質量×温度差×時間＝時間当たりの熱量
- ・上記の7日間の積分が断熱材とコンパネ1枚を同等とする熱量 819000kcal
- ・通常のジェットヒータの1時間当たりの供給熱量×ロス率(0.8) 24080kcal/h
- ・28日分の必要石油料と排出CO₂ 灯油550L 1380kg-CO₂ に加えて発電機の軽油料も必要となる。

4.結論

今回の実験では効率的な寒中コンクリートの養生を目的に3層(コンパネ+押出法ポリスチレンフォーム保温板+コンパネ)の新しい型枠での養生実験を行った。今回の実験では以下のことが確認された。

- 1) 基準試験で1m³の5面をEPSで囲い1面を3層のコンパネと断熱型枠の熱量放出実験を行った結果、断熱型枠を用いると3層のコンパネに比較して1時間後は2.4倍の断熱効果、12時間後で1.3倍の断熱効果が発揮することがわかった。
- 2) 基準試験において断熱型枠を用いた場合、温度の低下はどの場所においても温度低下率は同じであった。一方で、今後の試験にもよるがコンパネ3枚は比較的早い時期に温度降下が見受けられた。
- 3) 各型枠でのコンクリートを打設した場合の傾向として断熱型枠では、特にコンパネ3枚と比較するとコンクリート内部と型枠側の温度差は小さく外気温の影響を受けないという結果を得た。
- 4) 断熱型枠を用いた場合、寒中養生でも殆どジェットヒータ等で養生温度を保つ必要がないことからコスト削減は勿論のこと環境に配慮した施工を目指すことが可能となった。

以上、断熱効果に関して確固たる試験方法は見あたらないがコンクリート構造物を製作に当たり一般的な現場をイメージした中での断熱実験を行い新しい断熱パネルの効果を確認したが、今後は実際のコンクリート橋脚等でも適応できるかの現場実験も行って効果の確認を行ないたいと考えている。