

天端は湛水深さ 10mm 以上 50mm 未満, また型枠撤去後の外気に触れる面の熱伝達率()は風速 2~3m/s に対応した 12~14 W/m² の上限 14 W/m² と仮定した.

本橋脚の底版, 壁の施工は鋼矢板による締切り内で行われたことから, 脱型後も風速がきわめて穏やかな状態であった. 外気面の熱伝達率は風速 1m/s 当たり 2.3~4.6 W/m² 程度の増加といわれていることから, 下限値を風速なしに相当する 6 W/m² と仮定した.

4.4 外気温入力条件

解析に使用した外気温は, 実測値から算出した日平均を用いた(外気温の日平均実測値は図-3の緑線を参照).

5.3 層合板型枠の熱伝達率の設定(温度解析結果)

図-3には, 中央側 142 節点における温度解析結果と実測値の関係を示している. なお, 図中の材令は, 壁部第2層目が打設される材令12日を材令0日として表示している. 以下, 壁部の第2層打設を材令0日とする.

図より, 躯体中心部の 142 節点では, 温度ピークに着目した場合, 解析値4日に対して実測値が3.5日程度と若干の差異が生じているものの, 最高温度は熱伝達率 2 W/m² の値と実測値がほぼ一致する結果となった. 次に, ピークからの下降勾配に着目すると, いずれの熱伝達率も実測値と近似していることが分かる. 特に, 熱伝達率 2 W/m² のケースでは, 材令10日頃までの値が実測値とほぼ一致している. なお, 材令20日以降の温度履歴は, 一律に実測値が解析値より高い値で推移しているが, これは埋め戻しや日射の影響によるものと考えられる.

本検討を行った結果, 今回の施工条件下での3層合板型枠の熱伝達率は 2W/m² と推定される. この値は, 3層合板型枠の熱伝達率の参考値である 4.6W/m² と比較して低い傾向にあるが, これは締切り内での施工のため風速の影響が小さかったこと, 埋戻し土の温度の影響など, 本現場での施工環境を反映したものと想定される.

また, 3層合板型枠の熱伝達率は, 通常の合板型枠(8W/m²)に比べ小さく, 保温効果が期待されることが分かった. このことは, 温度下降勾配が緩やかとなり, 温度応力が小さくなる効果が期待される一方で, 発現温度のピーク値を上げ温度応力を大きくする効果もある.

6.まとめ

本検討で得られた知見を要約すると, 以下の通りである.

- ・3層合板型枠の施工から温度解析を行い, 熱伝達率を推定した. 今回の施工条件下では 2 W/m² であった.
- ・3層合板型枠の熱伝達率は, 通常の合板型枠(8 W/m²)

表-2 有限要素の材料定数

項目	コンクリート	地盤
比熱 C (W/m ³)	1.155	1.084
熱伝導率 (W/m)	2.700	1.969
密度 (kg/m ³)	2300	1800
熱膨張率 (/)	0.00001	-

表-3 温度上昇速度に関する常数と終局断熱温度上昇量

項目	フーチング部	壁部
単位セメント量 (kg/m ³)	297	
打込み温度 (/)	20	16
r	0.683	0.578
Q (/)	50.51	51.03

表-4 コンクリートの熱伝達率

対流境界条件	値
<側面型枠(3層パネル)>	
ケース 発泡スチロールと同程度	2 (W/m ²)
ケース と の中間値	3 (W/m ²)
ケース 合板の値の1/2	4 (W/m ²)
参考: 発泡スチロール(厚さ50mm)+シート	2 (W/m ²)
参考: 側面型枠(合板12mm)	8 (W/m ²)
<天端>	
湛水50mm未満	8 (W/m ²)
<外気>	
風速2~3m/s対応の12~14W/m ² 上限	14 (W/m ²)
締切り内を風速無しと仮定した下限	6 (W/m ²)

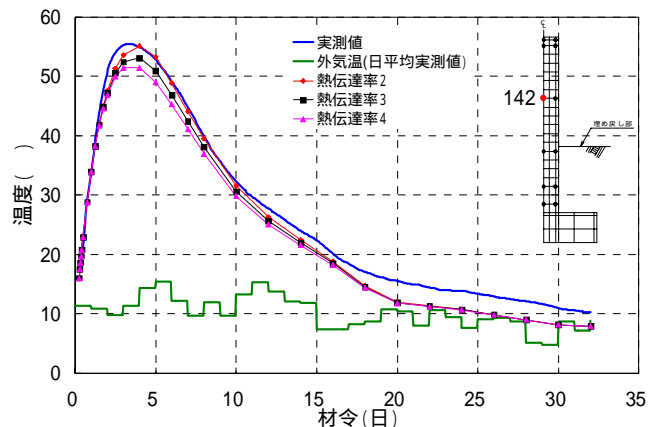


図-3 温度解析結果と実測値の関係(142節点)

に比べ小さく, 保温効果が期待されることが分かった.

- ・この高い保温効果を生かした施工とするためには, 温度解析・温度応力解析を実施し, メリットを生かした計画とすることが望ましい.
- ・今後は, 種々の条件下での温度測定を実施し, 熱伝達率の精度を高めて行きたい.

参考文献

- 1)土木学会:2007年制定 コンクリート標準示方書【設計編】,2008.3.
- 2)日本コンクリート工学協会:マスコンクリートのひび割れ制御指針-2008-,2008.11.
- 3)地盤工学会北海道支部:寒冷地地盤工学-凍上被害とその対策-,2009.12.