

温度荷重の簡易予測法に関する研究

その9 地下部 RC 躯体の温度(1次元定常熱伝導解析の適用)

正会員 ○伊藤博夫\*<sup>1</sup> 正会員 石川孝重\*<sup>2</sup>  
正会員 中島秀雄\*<sup>3</sup>

温度荷重 地下壁 地中温度 1次元定常熱伝導解析

1. はじめに

前報<sup>1)</sup>では、図2に示す建家及び周辺地盤を含めた2次元FEMによる非定常温度分布解析を行い、地下部躯体の温度を把握した。一方、簡便な1次元モデルで、しかも定常解析で壁の温度が推定できれば実用的である。

本報告では2次元FEM(2DFEM)の結果をベースに、1次元定常モデル(壁+地盤)を適用する上での資料を得ることを目的とした。検討は地下1階の外壁(WB1)の階高5mの中央(図2のGL-3m水平断面の位置)のTd(断面平均温度:伸縮)及びTg(内外温度差:曲げ)を対象とする。

1次元モデルでは外壁から3m、5m及び7m離れた位置の地盤温度を固定し、定常1次元熱伝導式により温度を算定し、2次元FEM(非定常)の結果と比較して適用性を検討する。検討条件として、

①地盤の温度伝播率は最も平均的な値の  $a=0.0013m^2/h$  とする。

②地下1階の地下壁の仕上げは2重ブロック壁とする(図1)。

③地域は札幌、東京、那覇の3地点とする。

表1に解析ケースを示す。

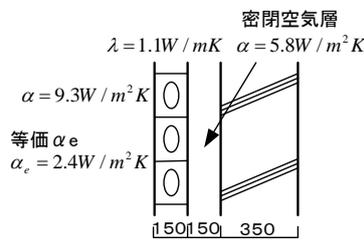


図1 地下壁

表1 解析ケース

ケース	地域	構造タイプ	地盤温度伝播率a(m <sup>2</sup> /hr)	地下壁仕様	地下壁α (W/m <sup>2</sup> K)
1 W2SA13	札幌	2(地下室)	0.0013	2重壁	2.41 (コンクリートブロック及び密閉空気層を考慮)
2 W2TA13	東京				
3 W2NA13	那覇				

2. 解析モデル及び気象データ

2次元非定常解析(図2)では、気象データは文献2)の標準気象データを用い、日射の影響を含めた相当外気温として与えた(図3)。室温は夏26℃~冬22℃とした。

1次元定常熱伝導式は下式による。

$$\phi = K \times (\text{温度差})$$

φ: 熱貫流量、K: 熱貫流率

3. 解析結果

1) 2次元FEM非定常解析結果

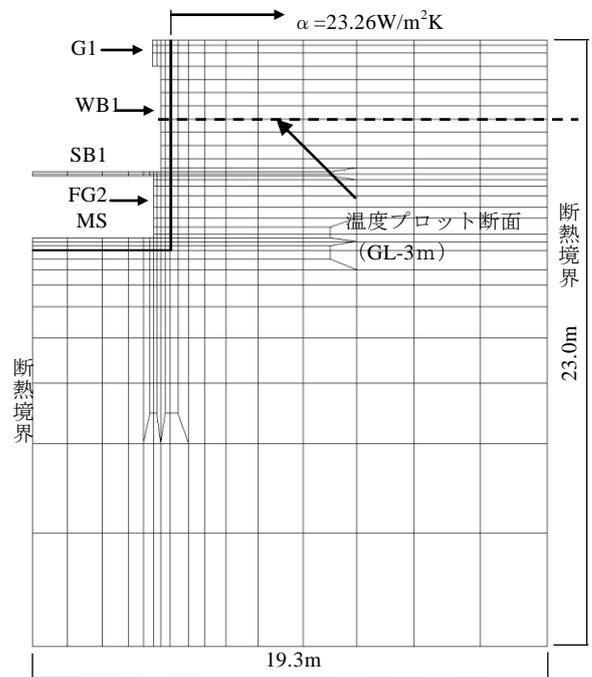


図2 2次元FEMモデル

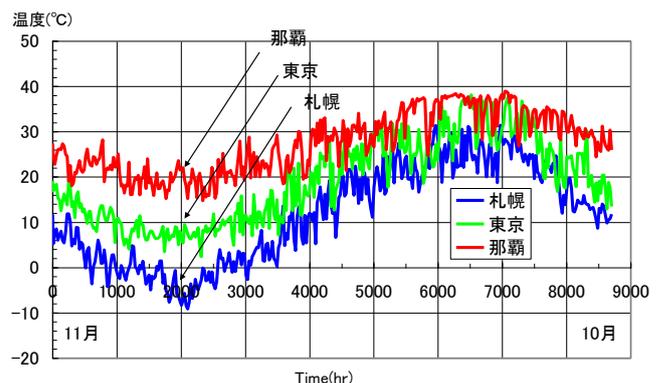


図3 相当外気温

表2 Td、Tgの最大及び最小値(°C)

夏	Tdmax	発生日	その時のTg	Tgmax	発生日	その時のTd
札幌	24.177	9月6日	0.616	1.159	5月18日	21.660
東京	25.191	9月4日	0.217	0.673	5月21日	22.951
那覇	26.220	8月28日	-0.159	0.140	6月10日	24.868
冬	Tdmin	発生日	その時のTg	Tgmin	発生日	その時のTd
札幌	20.085	3月2日	0.867	0.311	10月31日	23.302
東京	21.334	2月28日	0.348	-0.082	10月31日	24.268
那覇	22.720	2月27日	-0.221	-0.543	11月26日	24.522

表2に2DFEMによるTd及びTgの最大、最少を示す。

Tdの最大は札幌、東京、那覇でそれぞれ24.177℃、25.191℃、26.220℃で、発生日は8月28日~9月6日、

Tdの最少は2月27日～3月2日に発生している。

Tgの最大は札幌、東京、那覇でそれぞれ1.159℃、0.673℃、0.140℃で、発生日は5月18日～6月10日、Tgの最小は10月31日～11月26日に発生している。

Td、Tgとも3地点間の差が比較的小さいのは、3地点とも地下室を夏26℃～冬22℃の同一空調条件としているため地中温度の違いがそれほど現れなかったことが考えられる。図4～図6にGL-3mレベルの水平断面の温度分布を示す。地下外壁面から約5m～7m程度の範囲まで建家の影響が見られる。

## 2) 1次元定常解析と2次元FEM(非定常)との比較

図7にTdの最大(東京)について1次元定常解析と2DFEMの結果を比較して示す。図中定常解析は、壁から3m、5m、7mの位置の地盤温度を2DFEMの最右端の温度(地中温度そのもの)に一致させて求めたものである。表3に同数値を示す。図7及び表3より5m～7mとした1次元のケースが2DFEMにフィットする結果となっている。

図8にTgの最大(東京)について示す。3m(点線)が2DFEMに比較的フィットした形となっているが、Tgについては値自体が1℃程度と小さいこと、水平断面の温度分布が曲線状になっている(図6の那覇など)ことから、定常計算がやや適合しにくい点も否めない。

表3 1次元定常解析と2次元FEMの比較(東京)

Td 平均温度	2次元FEM 非定常	1次元定常		
		3m	5m	7m
Tdmax	25.191	24.804	25.107	25.254
Tdmin	21.334	21.401	21.685	21.824

Tg 温度差	2次元FEM 非定常	1次元定常		
		3m	5m	7m
Tgmax	0.673	0.552	0.361	0.269
Tgmin	-0.082	0.168	0.110	0.082

## 4. まとめ

地下外壁を含む水平方向の地中温度分布をベースに、1次元定常解析によって地下部躯体の温度の推定を試みた。本例では地盤の影響範囲として5～7m程度を採れば2DFEMに近い結果が得られた。但し、地下室は空調されていること、地盤定数1種など限られた条件下での検討である。地盤・地下壁温度は要因が多く複雑であり、1次元手法の適用性についてはさらに検討が必要である。

本報告は日本建築学会温度荷重小委員会における活動の一部をまとめたものである。

### 【参考文献】

- 1) 伊藤博夫、林幸雄他：温度荷重の簡易予測法に関する研究 その5, 6, 7 FEM解析による地下部RC躯体の温度、2007.8、2008.9
- 2) 建築学会：拡張アメダス気象データ、2000. 1

\*1 伊藤構造環境研究所・工博  
 \*2 日本女子大学 教授・工博  
 \*3 清水建設(株)

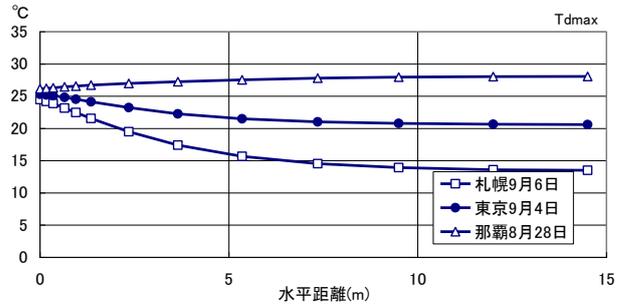


図4 Td最大温度分布(GL-3m)

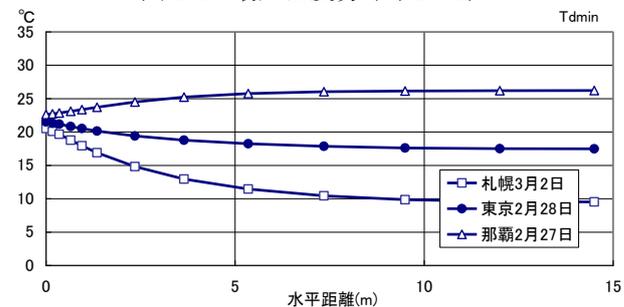


図5 Td最小温度分布(GL-3m)

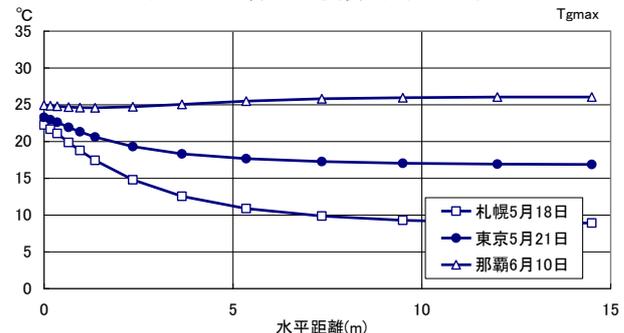


図6 Tg最大温度分布(GL-3m)

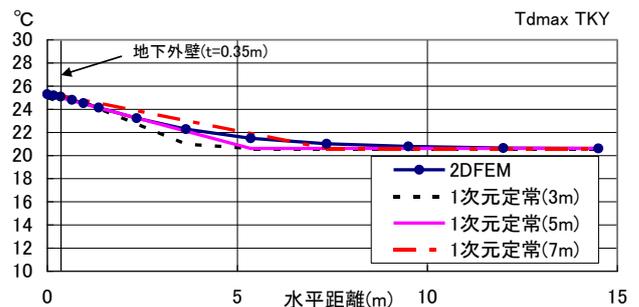


図7 Td最大時1次元と2次元の比較(GL-3m、東京)

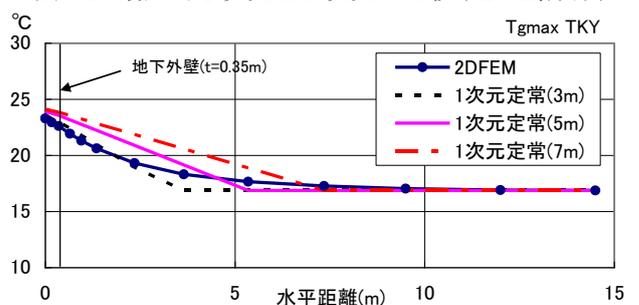


図8 Tg最大時1次元と2次元の比較(GL-3m、東京)