

温度荷重の簡易予測法に関する研究

その6 FEM 解析による地下部 RC 躯体の温度(解析結果)

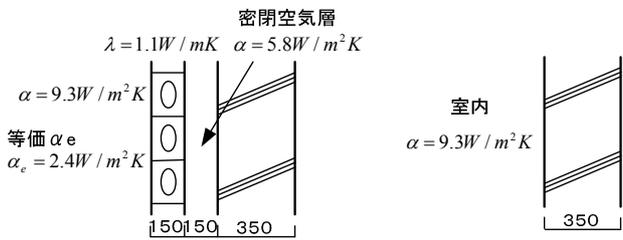
正会員 ○林 幸雄*¹ 正会員 石川孝重*²
正会員 伊藤博夫*³ 正会員 中島秀雄*⁴

温度荷重 基礎梁 地下壁 地盤 相当外気温

1. はじめに

前報¹⁾の解析法に引き続き、地下部分の躯体の温度を把握することを目的として、2次元 FEM による非定常温度分布解析を行った。解析パラメータは、

- ①地下構造タイプ2種
 - 1)基礎梁のみ(地下階無しの場合)。
 - 2)地下階の有る場合。
- ②地盤の熱物性：温度伝播率 a (m^2/hr) 3種。
- ③地下1階の地下壁の仕上げ仕様2種(2重ブロック壁及び1重壁)とした(図1)。解析ケースを表1に示す。



(a) 2重ブロック壁 (b) 1重壁(RC躯体のみ)

図1 地下壁仕上げ仕様

表1 解析ケース

ケース	構造タイプ	地盤温度伝播率 $a(m^2/hr)$	地下壁仕様	地下壁 $\alpha(W/m^2K)$
1	FGA23	0.0023	-	-
2	FGA13	0.0013	-	-
3	FGA07	0.0007	-	-
4	W2A23	0.0023	2重壁 (コンクリートブロック及び密閉空気層を考慮)	2.41
5	W2A13	0.0013		
6	W2A07	0.0007		
7	W1A13	0.0013	1重壁	9.30

2. 解析モデル及び解析手順

FEM 解析モデルを図2、図3に示す。解析は相当外気温の年平均値(19.2°C)をモデルの初期温度として与え、気温が年平均を示す11月1日をスタートとし、2年間の非定常解析を行い、各部のTd(断面平均温度：部材の伸びに対応)を算定した。時間刻みは $\Delta t = 24hr$ とした。

3. 解析結果

1)タイプ1の温度分布：図4に基礎梁(FG1)のTdが最高及び最低となった日の左端(屋内側)、中央(基礎梁位置)、右端(屋外)の高さ方向分布を示す。基礎梁位置は屋内外の双方の影響を受けて中間的な分布となっている。

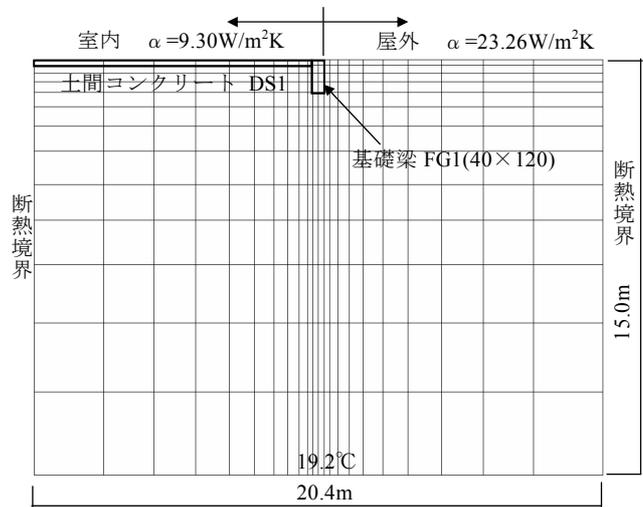


図2 FEMモデル(タイプ1)

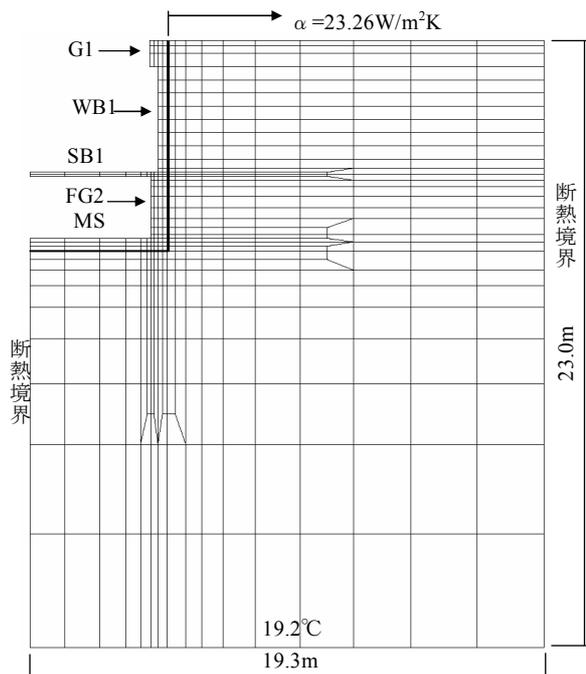


図3 FEMモデル(タイプ2)

2)タイプ2の温度分布：図5に左端(屋内側)と地下外壁の壁厚中心位置での高さ方向分布を示す。1階基礎梁(G1)と地下外壁(WB1)上部は屋外地中温度の変動の影響を受けていることが分かる。基礎スラブ下の地中温度は上部の室温変動の影響を受けている。

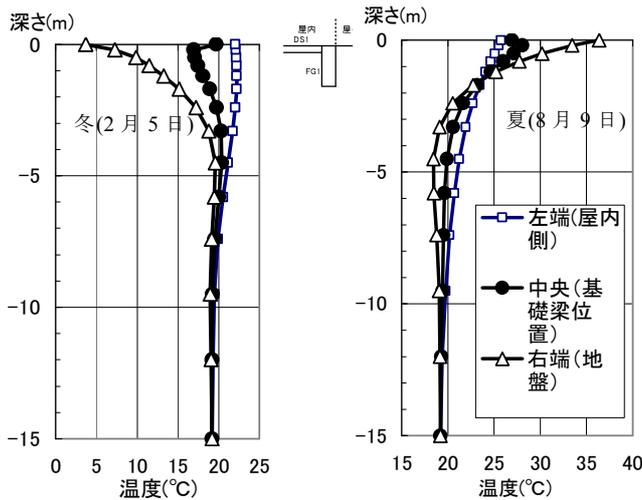


図4 タイプ1(地下室無し)温度分布

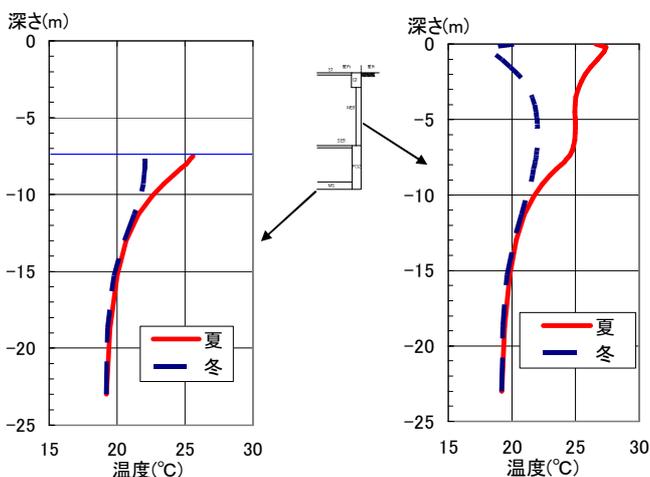


図5 タイプ2(地下室有り)温度分布

3) 温度履歴: 図6にタイプ2(二重壁タイプ: W2A13)の各部のTdを示す。1階の梁(G1)は地表レベル近傍のため、気温日変動の影響を受けている。他の部位ではほぼ室温のsinカーブ推移に対応して変動している。

4) Tdの最高及び最低値

①表2より、FGA13の基礎梁(FG1)のTdは夏約26.7°Cで室温の26°Cよりわずかに高め、冬約17.3°C程度で室温22°Cより約5°C程度低い。文献²⁾で簡易的に基礎梁の無い地中温度と室温の平均から設定した基礎梁温度(24.5°C、15.3°C)は本結果より約2°C程度低めである。

温度伝播率aの違いによるTdの変動幅は、夏1.2°C、冬1.4°C程度であり、aの違いの影響は小さいと言える。

土間コンスラブのTdは夏冬とも、ほぼ室温の夏冬26°C、22°Cと同程度である。

②表3より、地下壁(WB1)のTdmaxは地盤のaが大きいほど高いが、変動は0.4°C程度と極めてわずかである。

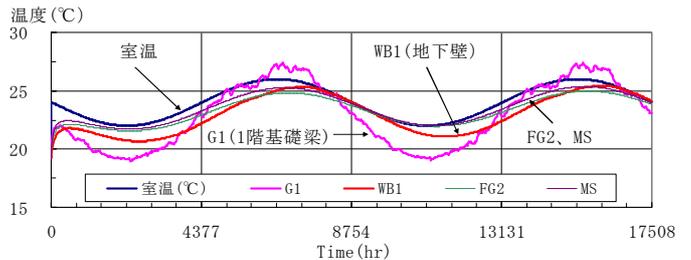


図6 Td(断面平均温度)の履歴(W2A13)

表2 タイプ1(地下室無し)のTdの最高、最低値(°C)

(a)最高温度 Tdmax

ケース	基礎梁 (FG1)	発生月日	土間コンスラブ(DS1)	発生月日
FGA23	27.28	8月9日	25.61	8月8日
FGA13	26.69	8月9日	25.65	8月7日
FGA07	26.10	8月24日	25.72	8月7日

(b)最低温度 Tdmin

ケース	基礎梁 (FG1)	発生月日	土間コンスラブ(DS1)	発生月日
FGA23	16.69	2月5日	22.05	2月7日
FGA13	17.33	2月5日	22.05	2月6日
FGA07	18.07	2月5日	22.05	2月5日

表3 タイプ2(地下室有り)のTdの最高、最低値(°C)

(a)最高温度 Tdmax

ケース	梁 (G1)	発生月日	地下壁 (WB1)	発生月日	基礎梁 (FG2)	基礎スラブ (MS)
W2A23	27.73	8月9日	25.68	9月7日	24.83	25.24
W2A13	27.37	8月9日	25.41	8月31日	24.98	25.35
W2A07	27.00	8月9日	25.31	8月26日	25.19	25.48
W1A13	27.33	8月9日	25.70	8月16日	25.05	25.35

(b)最低温度 Tdmin

ケース	梁 (G1)	発生月日	地下壁 (WB1)	発生月日	基礎梁 (FG2)	基礎スラブ (MS)
W2A23	18.50	2月5日	20.43	2月19日	21.88	21.98
W2A13	19.08	2月5日	21.07	2月20日	21.96	22.01
W2A07	19.71	2月5日	21.57	2月19日	21.99	22.03
W1A13	19.37	2月5日	21.51	2月11日	21.97	22.01

また、1重壁(ケース W1A13)は2重壁(ケース W2A13)に比べてTdmaxは約0.3°C程度高めである。

地下壁(WB1)の最低温度Tdminは地盤のaが大きいほど低下(1.1°C)する傾向にあるがわずかである。

4. まとめ

地盤の熱物性等をパラメータとして、基礎梁及び地下部躯体の温度を把握した。上記パラメータの違いによる地下部躯体への影響は小さいと言える。

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) 伊藤博夫他: 温度荷重の簡易予測法に関する研究 その5 FEM解析による地下部RC躯体の温度(解析法)、2007.8
- 2) 建築学会: 温度変化を考慮した建築構造の設計、建築学会大会パネルディスカッション資料、2006.9

*1 鹿島建設株式会社
*2 日本女子大学 教授・工博
*3 伊藤構造環境研究所・工博
*4 清水建設株式会社

Kajima Corporation
Prof., Japan Women's Univ., Dr. Eng.
ITOH Structural and Environmental Engineering, Dr. Eng.
Shimizu Corporation