

(株)熊谷組 正会員 岩波 基
同 上 緒方 明彦
同 上 正会員 江島 裕章

1. はじめに

筆者らは、外郭放水路第1立坑の第3ロット本体コンクリートについて、計測値とFEMによる温度応力解析値(以降解析値と称す)との比較を行った。本報告は、別稿^{1,2)}に引き続きコンクリート応力の計測結果と温度応力解析について述べると共に、その結果の相違点について考察を加えるものである。

2. 解析条件

2.1 コンクリート温度

温度応力に解析に使用するコンクリート温度は別稿²⁾において計測値とフィッティングさせた解析値を用いる。

2.2 コンクリートの力学特性

コンクリートの圧縮強度と引張強度、有効弾性係数、ポアソン比、等は試験練りの圧縮強度試験結果を基にして、コンクリート標準示方書に準じて定めた。表-1にそれぞれの値と推定式を示す。

2.3 熱膨張係数

無応力計の計測結果から熱膨張係数を $3.86 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ に設定した。無応力計の計測結果を図-1に示す。

2.4 その他の材料物性

連壁および地盤の物性値を表-2に示す。

表-2 基礎地盤、連壁の力学特性

項 目	基礎地盤	連 壁
弾性係数 (N/mm^2)	9.0	25000.0
ポアソン比	0.3	0.2
熱膨張係数 ($1/^\circ\text{C}$)	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}

3. モデル化

解析は、軸対称モデルのFEMにより行った。また、解析領域にはコンクリートを第4ロットまで、地盤を温度解析と同様に5mまでとした。モデル構造を図-2に示す。

表-1 コンクリートの力学特性

項 目	コンクリートの力学性質
圧縮強度 (N/mm^2)	試験練りの圧縮強度試験結果より以下の関係式を設定した $f'_c(t) = 0.05664 M$ ($M < 217.534$) $f'_c(t) = 28.37 \log_{10} M - 53.995$ ($M \geq 217.534$) ここに、M: 積算温度 ($^\circ\text{C} \cdot \text{D}$)
引張強度 (N/mm^2)	$f_t(t) = c \sqrt{f'_c(t)}$ ここに、c: コンクリート標準示方書による定数(=0.35)
有効弾性係数 (N/mm^2)	$E_c(t) = \psi(t) 4.7 \times 10^3 \sqrt{f'_c(t)}$ ここに、 ψ : 温度上昇時の弾性係数の補正係数 $\psi = 0.73$ ($t \leq 3$ 日) $\psi = 0.73 + 0.135(t-3)$ ($3 \text{ 日} < t < 5 \text{ 日}$) $\psi = 1.00$ ($t \geq 5$ 日)
ポアソン比	$\nu = 0.2$

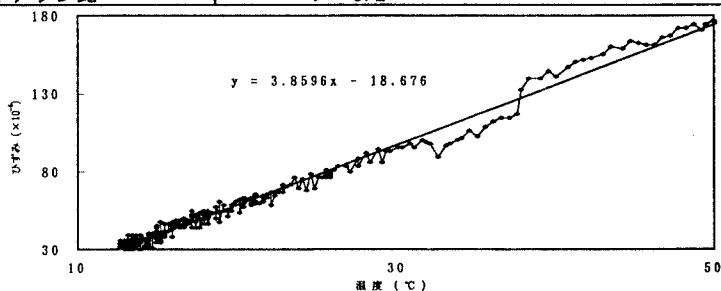


図-1 無応力計の計測結果

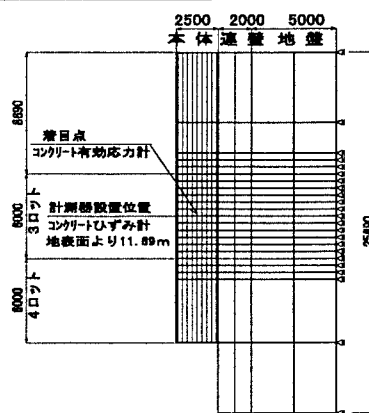


図-2 モデル図

キーワード: マスコンクリート, 円形立坑, 大深度, 温度応力解析

連絡先: 新宿区津久戸町2-1 株式会社 熊谷組 TEL 03-3235-8622 (直通) FAX 03-3266-8525

4. 計測値と解析結果の比較

コンクリート有効応力および最大引張応力発生時の計測器設置断面におけるひずみ分布について、計測値と解析結果との比較を行った。有効応力の経時変化を図-3、4に、コンクリートひずみの分布を図-5に、図-3、4における最大主応力値と発生時期を表-3に示す。

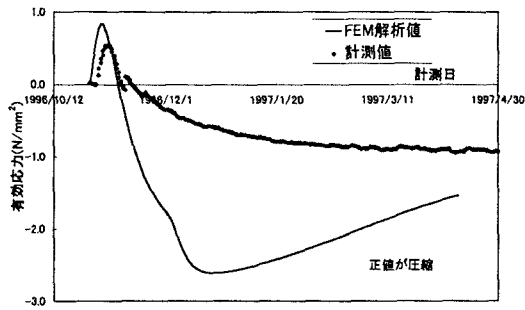


図-3 有効応力経時変化図 (断面中心)

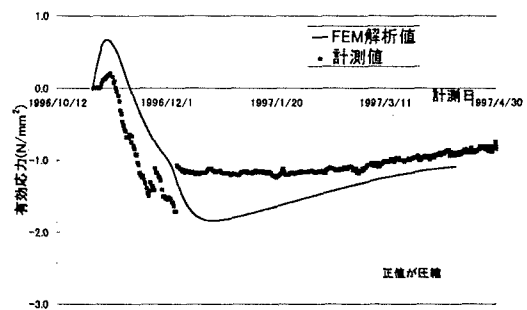


図-4 有効応力経時変化図 (連続地中壁側)

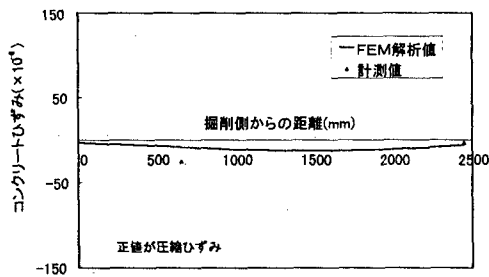


図-5 本体コンクリートひずみ分布

表-3 コンクリート最大応力

	計測日	断面中心		連壁側	
		計測値	FEM解析値	計測値	FEM解析値
		(N/mm²)	(N/mm²)	(N/mm²)	(N/mm²)
最大圧縮応力	1996/11/3	0.47	0.84	0.16	0.67
最大引張応力	1996/12/23	-0.59	-2.61	-1.17	-1.83

表-4 最大引張応力発生時のコンクリートひずみ

掘削側からの距離 (mm)	計測値 ($\times 10^{-5}$)	FEM解析値 ($\times 10^{-5}$)
50	130.4	-3.4
650	-25.6	-8.3
1250	-65.2	-12.1
1850	-106.0	-11.7
2450	-3.6	-6.0

- ・コンクリート応力については、計測値、解析値ともに温度上昇時に圧縮応力が発生し、温度降下時には引張応力に転ずる結果となった。断面中心の引張応力は計測値と解析値の差が大きい。
- ・解析値で最大引張応力が発生する時の断面内のひずみ分布は、計測値、解析値ともに断面中心付近で最大の引張ひずみが生じた。しかし、掘削側では計測値と解析値の正負が逆になった。また、ひずみの大きさは解析値に対し計測値の方が10倍程度大きな結果となった。

5. 考 察

コンクリート応力とひずみ分布の計測結果から内部拘束による応力が生じたことが図-3、4から推測できる。また、外部拘束については、連壁側のコンクリート応力計測値では影響を受けているが、断面中心応力とひずみの計測結果では影響が小さいことが読みとれる。このことから、内部拘束と外部拘束の両方が現れる解析結果と断面中心応力およびコンクリートひずみの計測結果に大きな差が生じたと考えられる。

6. おわりに

今回の研究では本体コンクリートのみに着目して検討したが、今後は連壁を含めて研究を進めて行く予定である。

参考文献 1) 竹内ら"大深度立坑における連続地中壁および本体コンクリートの温度応力について(その1)", 第25回関東支部技術研究発表会
2) 野口ら"大深度立坑における連続地中壁および本体コンクリートの温度応力について(その2)", 第25回関東支部技術研究発表会