

V-358

大深度円形立坑におけるコンクリートの温度応力について（その1）

～ 側壁におけるフィッティング結果について ～

建設省関東地方建設局

櫛原賢二

(株) 熊谷組

中島善夫

同 上

緒方明彦

同 上

正会員○岩波 基

1. はじめに

首都圏外郭放水路建設事業は、中川・綾瀬川流域の中流部に治水対策として実施される建設省の直轄工事として全国で初めての大規模地下河川建設事業であり、本工事はそのうち最下流の第1立坑を構築するものである。第1立坑は、その重要性から構造物は高品質であることが求められている。しかし、連続地中壁（以下連壁と称す）と本体コンクリートはマッシュな構造となるため、施工時の温度応力によるひび割れ発生が懸念された。そこで、通常のコンクリート工事より高頻度な計測管理を行い、また、施工段階初期に計測したデータを、その後の施工に反映させる高品質な施工を目指した。本報告では、初期施工でフィッティングを行った温度応力解析結果と計測結果の比較について報告するものである。

2. 立坑の構造概要

外郭放水路第1立坑の連壁および本体コンクリートの構造寸法を図-1、材料仕様を表-1に示す。

表-1 材料仕様

鉄筋	SD 295A, SD345				
	セメント呼び強度 種類 (N/mm ²)	スランブ (cm)	G _{max} (mm)	水セメント比 (%)	水 (kg/m ³)
コンクリート	低発熱 24	15	25	50.5	157
	セメント (kg/m ³)	細骨材(kg/m ³)		粗骨材 (kg/m ³)	
	311	337	516	985	

3. 解析条件

3.1 解析モデル

コンクリートの温度及び応力、ひずみを計測している第3ロットについて、軸対称モデルによるFEM解析を実施する。図-2に解析モデル図を示す。

3.2 温度解析条件

計測とのフィッティングから、気温と地盤及び連壁初期温度を設定した。断熱温度上昇特性は、試験結果から打設温度による補正を行い式(1)のようにした。また、熱物性値を表-2～4に、外気温を式(2)に示す

キーワード：円形立坑，マスコンクリート，大深度地下，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 TEL03-3235-8622（直通） FAX03-3266-8525

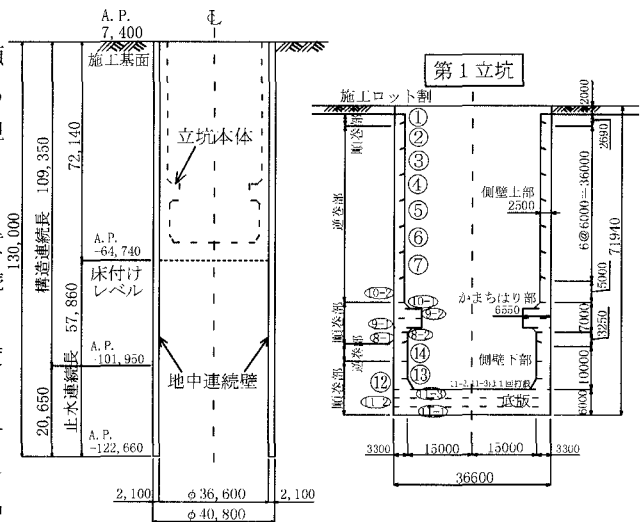


図-1 構造および計測位置図

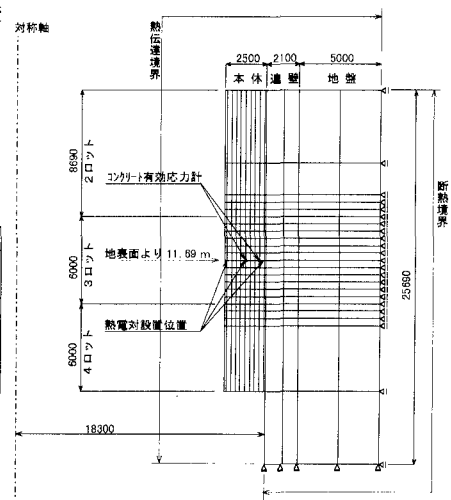


図-2 解析モデル図

表－2 熱物性値（標準示方書、設計計算書より）

項 目	本体コンクリート	連壁コンクリート	基礎地盤
密度 (kg/m ³)	2306	2500	1900
比熱 (kJ/kg°C)	1.15	1.15	0.96
熱伝導率 (W/m°C)	2.70	2.70	1.63

表－4 連壁コンクリートの初期温度（計測値より）

位 置	地中側	中央部	本体側
初期温度	22°C	20°C	18°C

- ・断熱温度上昇特性

$$Q(t) = 44.0 \times (1 - e^{-0.353 \cdot t}) \quad \text{式(1)}$$

- ・外気温

$$T(t) = 18.0 + 11.4 \times \sin \left(2\pi \frac{t-117}{365} \right) \quad \text{式(2)}$$

$T(t)$: 外気温 (°C)

t : 1月1日を $t=0$ とした日数 (日)

- ・熱伝達率（標準示方書より）

型枠部: 10.5W/m²°C、露出部: 14.0W/m²°C

3.2 温度応力解析条件

コンクリートの弾性係数及び線膨張係数は、計測値を基に表－5のように設定した。また、連壁、地盤は表－6のように仮定した。

4. 解析結果

4.1 温度解析結果

熱電対設置位置における解析値と計測値の経時変化を図－3に示す。図－3のとおり、中心と掘削側、連壁側全ての位置で解析値と計測値がほぼ一致した。しかし、打設直後の温度上昇における傾きは、計測値と小差を示した。

4.2 温度応力解析結果

断面中心における円周方向のコンクリート応力度の解析値と計測値の比較を図－4に示す。

温度上昇時に発生する圧縮応力度については計測値と解析値がほぼ一致しが引張の領域では解析値が計測値より大きな値を示した。

5. 考察

温度解析については、外気温と打設温度、連壁・地盤の初期温度に計測値を用いることで、その他の熱物性にコンクリート標準示方書の一般的な値を採用しても、計測値と解析値がほぼ一致する結果を得た。しかし、温度応力解析については両者に差があった。これは、計測した有効弾性係数が当初設定した値より小さいことが原因であると考えられる。

6. 終わりに

今後、今回着目した計測結果以外の計測値についても分析を進めて、大深度立坑の温度応力解析について研究を進める予定である。

表－3 コンクリート打設日程、温度（実績より）

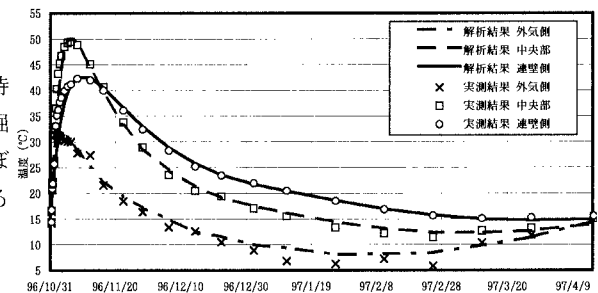
打設位置	打設日	打設温度
3 ロット	96/10/31	16°C
4 ロット	96/12/06	16°C

表－5 コンクリートの力学的性質（計測値より）

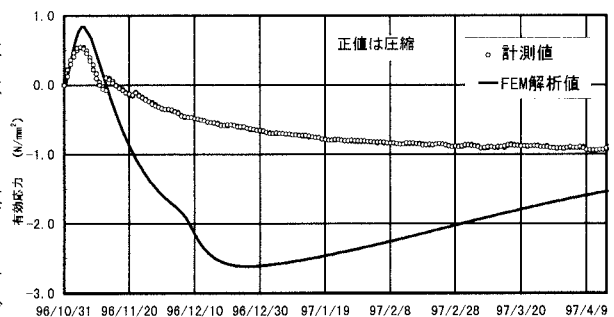
項 目	コンクリートの力学的性質
圧縮強度 (N/mm ²)	試験りの圧縮強度試験結果より以下の関係式を設定した $f'_{co}(t) = 0.05664M \quad (M < 217.534)$ $f'_{co}(t) = 28.37 \log_{10} M - 53.995 \quad (M \geq 217.534)$ ここに、M: 積算温度 (°C・D)
有効弾性係数 (N/mm ²)	$E_c(t) = \psi(t) \times 4.7 \times 10^3 \sqrt{f'_{co}(t)}$ ここに、 ψ : 温度上昇時の弾性係数の補正係数 $\psi = 0.73 \quad (t \leq 3 \text{ 日})$ $\psi = 0.73 + 0.135(t-3) \quad (3 \text{ 日} < t < 5 \text{ 日})$ $\psi = 1.00 \quad (t \geq 5 \text{ 日})$
ポアソン比	$\nu = 0.2$
線膨張係数 (1/°C)	$\alpha = 3.8 \times 10^{-6}$

表－6 連壁・地盤の力学的性質

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/°C)	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}



図－3 計測値と解析値の温度経時変化図



図－4 計測値と解析値の周方向応力の経時変化図（中心）