

Ⅲ - B 245

連壁鉄筋応力の温度補正について

鹿島建設 正会員 ○須藤 豊*1、田中 耕一*1、三浦 捷幸、
横浜市下水道局 石川 眞

1.はじめに

現場計測データに基づき円形立坑の挙動解析を実施する場合、実測鉄筋応力に含まれる温度応力が問題となる。これは、円形立坑が周囲からの側圧の大部分を円周方向の軸力で負担する構造形式であり、鉄筋に発生する応力の絶対値が少なく、温度応力の占める割合が高くなってしまったためである。よって、構造解析用の基礎データを把握するには精度良く温度応力を求め、実測鉄筋応力を補正する必要がある。本文は、大深度円形立坑での計測データを例に鉄筋応力の温度補正手法に関し、その概要を取りまとめたものである。

2.検討対象工事の概要

本件で対象とした工事は図-1に示す内径φ 40.0 m、掘削深度 82.4 mの大深度の円形立坑である。連壁は $t=1.6$ m、延長 110.0 mであり、30のエレメントで構成されている。このうち4つのエレメントEL4,12,20,28に鉄筋計などの計測器を設置した。

3.計測結果と傾向

図-2～4に水平鉄筋の温度と応力の計測結果及び掘削の進捗図を示す(測点:EL4, GL-28m)。計測値を見ると、掘削が測点の深度に達すると外気により連壁の温度は急激に変化し、同時に鉄筋には 200kgf/cm^2 程度の応力が発生している。その後、鉄筋応力には日変動・季節変動が認められ、外気の影響を受けやすい内側の計器の変動が大きい。

4.温度応力の把握

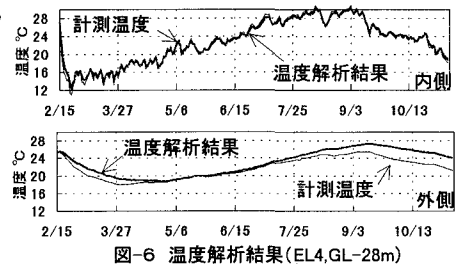
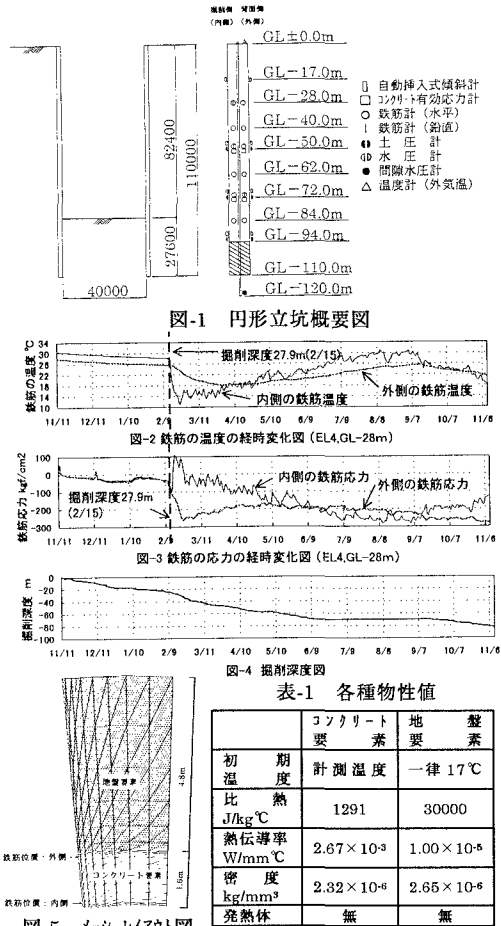
前出した計測データには掘削に伴う応力変動と、温度変化に伴う応力変動が合わさっており、構造解析と対比するデータとしては温度応力を除外する必要がある。ここでは、以下に示すような温度解析と温度応力解析を実施し、温度変化に伴う連壁の応力変動の把握を試みた。

(1) 温度解析

温度解析は図-5に示す後行エレメントの1/2モデルを用い、表-1に示す物性値を用い検討した。境界条件は側方・地盤端部を断熱境界として実測外気温を与え、連壁内の温度変化を解析した。図-6は温度解析結果と内・外側の鉄筋位置の実測温度を比較したものである。両者はかなりの精度で一致しており、連壁断面内の温度変化を時刻歴でほぼ把握できたものと考えられる。

キーワード：円形立坑、温度応力解析

連絡先：*1:鹿島建設(株)土木設計本部 TEL 03-5561-2181 FAX 03-5561-2155



（２）温度応力解析

温度解析で把握した連壁断面内の温度変化を用い、温度応力解析を実施した。表-2に各種物性値を示す。コンクリートのヤング係数は、実際の連壁から採取した数個のコアより求めたヤング係数の平均とした。

（３）拘束の度合い

温度応力は温度変化に伴う歪みが拘束されて発生するため、①構造自体の拘束 ②鉄筋とコンクリートとの付着面の拘束 のような拘束の度合いを各測点ごとに評価する必要がある。拘束度を求める期間は、掘削が停止していた期間(主に 4/25～5/7)とし、その期間で計測された鉄筋応力と温度応力との対比を行って各測点ごとに係数 α を決定した。温度変化に伴う鉄筋の応力 σ_s は以下の式で表わすことができる。

$$\sigma_s = \alpha \cdot n \cdot \sigma_c \quad \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

α : 拘束度 n : ヤング係数比(=5.7)

σ_c : 温度応力解析のコンクリート応力 kgf/cm^2

拘束度 α は各測点でばらつき、 $\alpha = 0.1 \sim 1.0$ の間となった。

5. 実測データの補正

計測値より解析で把握した温度応力を除き、外力変化のみによって生じた鉄筋応力を算定した。その結果を図-7、8に示す。内側の鉄筋応力は補正前に引張応力を示していたのが、補正後は圧縮応力を示した。掘削直後に応力増加が生じ、その後の応力変化は微小なものとなっていることが分かる。

また、図-10、11に各掘削深度における鉄筋応力より換算した連壁の円周方向軸力、曲げモーメントの深度分布図を重ね描きで示したものである。

これを見ると、温度補正により円周方向の軸力は 250～500tf 増加していることがわかる。また円周方向の曲げモーメントに関しては補正前は温度応力により生じていたものが補正後はほとんど0となっている。

6. まとめ

今回、円形立坑の構造解析用の基礎データを把握することを目的に実測鉄筋応力の温度補正を実施した。その結果補正前後で鉄筋応力はかなり傾向が異なっていることがわかった。

筆者らは現在、本立坑の挙動解析を実施中であり、今回把握した補正後の鉄筋応力との対比結果等は別の機会に報告することとしたい。

表-2 各種物性値

	コンクリート 要 素	地 盤 要 素
ヤング係数 kgf/cm^2	3.7×10^8 ($n=5.7$)	1.0×10^8
ポアソン比	0.2	0.2
熱線膨張 係数 / $^{\circ}\text{C}$	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}



図-7 補正前と補正後との比較(内側)



図-8 補正前と補正後との比較(外側)

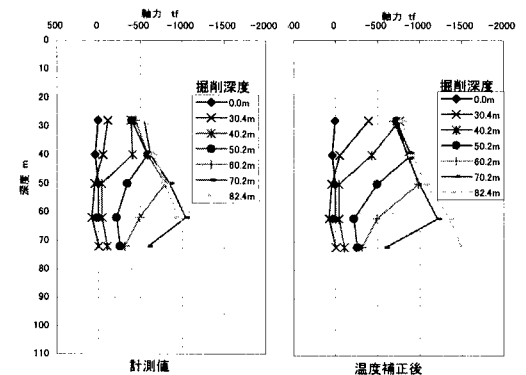


図-9 掘削深度毎の円周方向軸力分布図

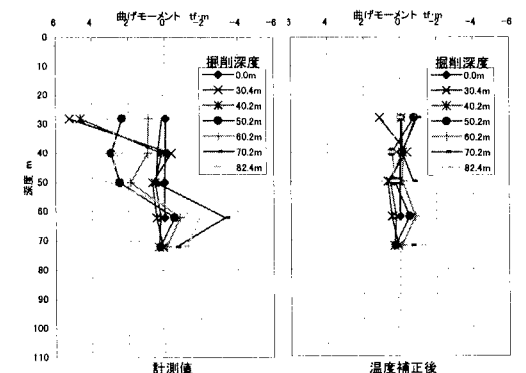


図-10 掘削深度毎の円周方向曲げモーメント分布図