

III-B 213

円筒形連続地中壁を用いた山留めの計測結果に関する一考察

清水建設株式会社 土木本部

正会員

樋口 義弘

清水エル・エヌ・ジー株式会社 建設グループ

垂井 和也

清水建設株式会社 土木本部

フェロー会員

中澤 亨

清水建設株式会社 名古屋支店

石田 宏一

1. はじめに

大規模な地下構造物を構築する場合、連続地中壁（以下、連壁と称す）を山留め構造として構築し、その後内部掘削を行う工法が採用されている。この場合、連壁を円筒形にすると外力に対して円周方向圧縮力で抵抗でき、コンクリート構造物としては有利になるため、円筒形連壁が採用されることが多い。

本論文では、LNG地下式貯槽を構築するために設けた円筒形連壁において、内部掘削時の計測結果に対して、考察を行ったものである。

2. 構造概要（図-1 参照）

連壁は内径 61 m、長さ 64 m、厚さ 1.1 m で、内部掘削深さは 34 m である。コンクリートの配合強度は 675 kgf/cm^2 であり、コアを採取して圧縮強度を測定した結果、平均で 814 kgf/cm^2 であった。

地盤は、施工基盤面の下に層厚 21 m 程度のシルト質埋立土・沖積粘性土、層厚 20 m 程度の洪積粘性土、層厚 18 m 程度の洪積礫層、その下に連壁を根入している洪積粘性土層という構成である。

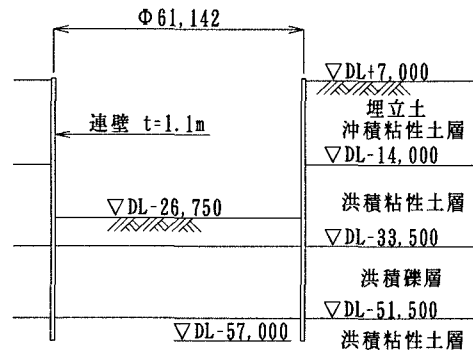


図-1 構造、土質概要

3. 計測結果および考察

《円周方向鉄筋応力度》

・円周方向鉄筋計の計測結果には同一レベルでは円周方向に応力度のばらつきは少なく、特に異方向性は認められないことから、偏圧の影響は少ないと考えられる。（図-2 参照）

また、内外面の応力度の差は各深度ともにほぼ一定であり、これは連壁の内外面の温度差によるものと考えられる。ちなみに、下式により、内外面の応力度の差から内外面の温度差を逆算した結果、平均で 15°C となり、実測の地中温度 20°C 、外気温 5°C に一致する。

$$\Delta T = \Delta \sigma_s / (E_s \alpha) \quad \Delta T: \text{内外面温度差}, \quad \Delta \sigma_s: \text{内外面応力度差}$$

E_s : 鉄筋のヤング係数、 α : 線膨張係数

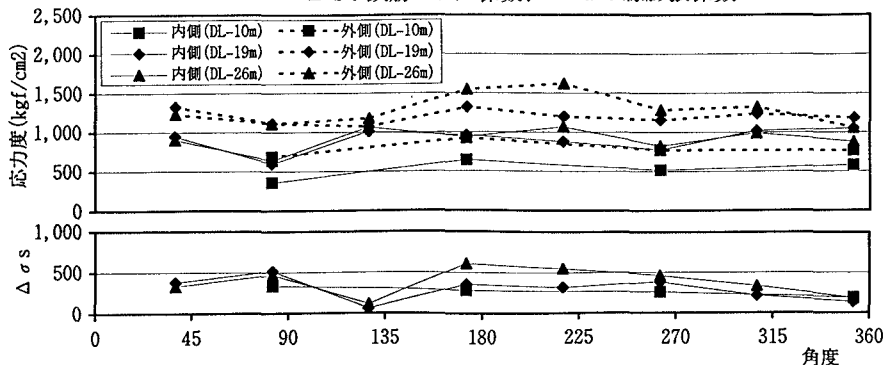


図-2 円周方向鉄筋計計測結果

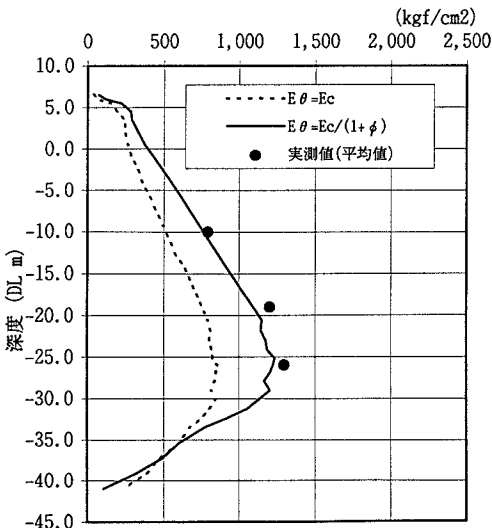
- ・採取したコアより測定した変形係数（ $=E_c$ ）を用いて、発生応力度を温度の影響も考慮した解析モデルで、シミュレーションした結果、クリープを考慮〔等価剛性 $E_\theta = E_c / (1 + \phi)$ 〕すると、計測値によく合う。（図－3参照）

尚、シミュレーションでは、土圧係数を $K_o=0.5$ 、水圧は静水圧分布とし、温度は実測値を基に設定した。また、クリープ係数は既往文献等より、 $\phi=0.4$ とした。

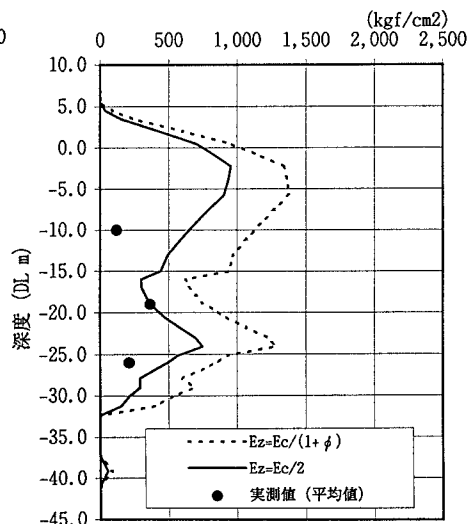
《鉛直方向鉄筋応力度》

- ・鉛直方向鉄筋計の計測結果は、従来の円筒形連壁と同様に、発生応力度はわずかであり、温度の影響も考慮したシミュレーション結果では、鉛直方向剛性を全断面有効剛性の $1/2$ 程度とすると計測値によく合う。（図－4参照）

鉛直方向剛性の低下の要因としては、温度荷重（内外面の温度差や気中にさらされることによる断面平均温度の低下）によるひびわれや、土水圧によって生じる鉛直方向曲げモーメントによるひびわれが生じたことが考えられる。



図－3 円周方向鉄筋計測結果



図－4 鉛直方向鉄筋計測結果

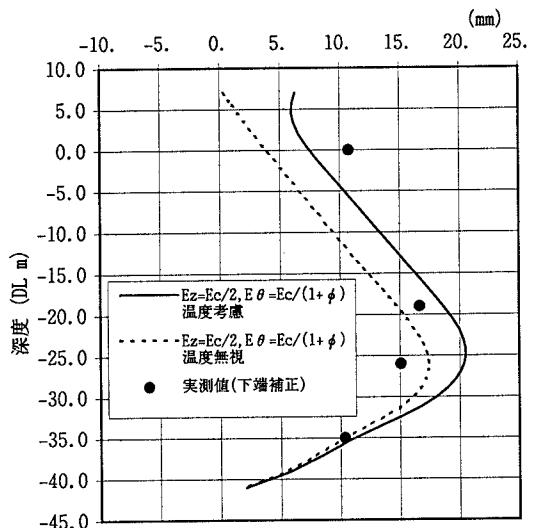
《半径方向変位》（図－5参照）

- ・可動式傾斜計による半径方向変位の計測結果は、ばらつきはあるものの、温度の影響を考慮した場合にほぼ合っている。

4. まとめ

以上のように、剛性を円周方向にはクリープを考慮した等価剛性 $[E_\theta = E_c / (1 + \phi)]$ 、鉛直方向には全断面有効剛性の $1/2$ とし、温度の影響を考慮することによって、応力度（円周方向・鉛直方向）と変位（半径方向）をある程度シミュレートすることができた。

今後、同様の構造物における検討の参考となれば幸いである。



図－5 可動式傾斜計測結果