

III-527

円筒形連続地中壁を用いた山留めに関する一考察

清水建設株式会社	土木東京支店	正会員	児島 統一
東京ガス株式会社	生産技術部		青木 浩之
清水建設株式会社	土木本部	正会員	浅野 清
三井建設株式会社	東京土木支店		仲松 明

1. はじめに

大規模な地下構造物を建設するための施工法として、近年、連続地中壁(以下、連壁と称す)を円筒形に構築し、これを山留めとして内部掘削を行う工法が多くなってきている。これらの連壁の強度は、設計基準強度 $f'_{ck} \leq 370(\text{kgf/cm}^2)$ が一般的であり、大規模掘削に伴う発生応力度増加に対しては、壁厚を大きくすることで対処している。本編は、 $f'_{ck} = 510(\text{kgf/cm}^2)$ という高強度コンクリートを連壁に用い、壁厚を薄くした山留めの内部掘削時の計測結果と、その考察について示したものである。

2. 土質及び構造概要(図-1 参照)

本連壁は、LNG地下タンクを構築するための山留めであり、その主要寸法は内径77(m)、長さ68(m)、厚さ1.5(m)で内部掘削深さは60(m)である。連壁の強度は上部、下部で各々 $f'_{ck} = 300, 510(\text{kgf/cm}^2)$ であり、仮設構造物であるため許容応力度は $0.5 f'_{ck}$ としている。そのためコンクリートの発生応力度も $255(\text{kgf/cm}^2)$ まで許容している。

周辺地盤は各々約30(m)厚の沖積層等、洪積砂層の下部に軟岩層があり、最終床付はこの軟岩層としている。内部掘削は軟岩層まで一挙に行った。

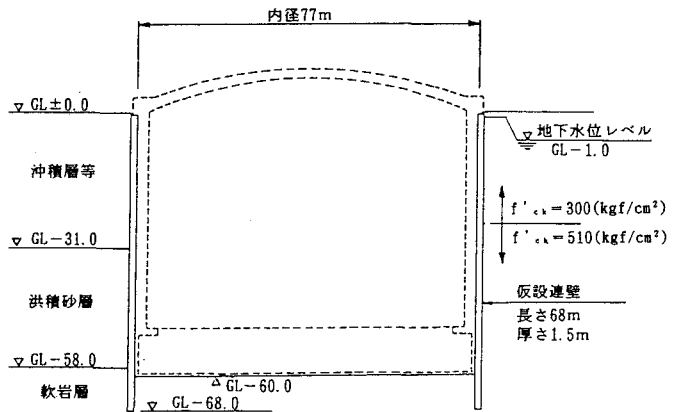


図-1 土質及び構造概要図

3. 計測管理

連壁には鉄筋計や可動式傾斜計等を設け、連壁の応力、変形、温度及び連壁に作用する土圧、水圧を計測し、リアルタイムで山留めの安全性を確認した。また、内部掘削に伴い得られた諸データを基に次期予測解析を行い、最終床付時までの山留め状況を推定した。

4. 計測結果及び考察

軟岩層(GL-58m)まで掘削した時点での計測結果及び考察を以下に示す。

- ・ 連壁の円周方向鉄筋圧縮応力度(図-2 参照)は、円周方向でバラツキがあるものの管理値(コンクリート応力度を $2/3 f'_{ck}$ 以内とする)以内に収まっている。

また、設計時点での予測値に比べ実測値が小さいのは、土圧や連壁厚を設計では安全側に評価しているためであり、これらの諸条件を表-1に示すように見直すとフィッティング値は実測値と良く合う。

- 連壁の半径方向変位（円周8方向の平均値：図-3参照）は、軟岩層で変形を抑えられているため、洪積砂層で最大値となっている。変位は応力に比べ温度変化の影響を受けやすいため、連壁の温度低下に伴う半径方向変位の増加を考慮すると、フィッティング値（温度考慮）は実測値と良く合う。

- なお、本山留めは発生

応力度も大きく、クリープの影響を比較的受けやすいことから、フィッティングに用いるヤング係数にはクリープによる影響を考慮した。

クリープの値は、並行して行ったクリープ試験及び既往の文献等より $\phi = 0.4$ を設定し、コア供試体の圧縮強度試験で得

られたヤング係数から、換算ヤング係数

$$E_c = 4.96 \times 10^5 / (1 + 0.4) \\ = 3.5 \times 10^5 (\text{kgf/cm}^2)$$

とした。

5. まとめ

前述のとおり、実構造物での諸条件を用いることにより、実際の連壁の挙動をある程度精度良くシミュレートすることができ、安全性の高い山留め管理を行うことが可能である。このような円筒形連壁を用いた山留めは、今後も増加すると考えられ、本稿がその検討の一助となれば幸いである。

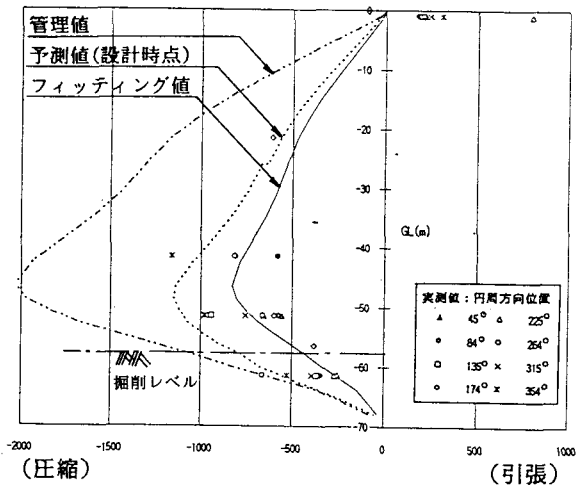


図-2 連壁円周方向鉄筋応力度の鉛直分布

表-1 計算条件のフィッティング

No.	項目	設計値	実測値	フィッティング採用値	設定方法
①	連壁有効厚 t (mm)	1,440	平均 1,530 (1,500~1,565)	1,500	・実測値は、連壁掘削時の超音波による溝壁幅測定値。
②	連壁内半径 R (mm)	38,620	平均 38,721	38,620	・実測値は、GL-52mでの光波距離計による測定値。
③	コンクリート強度 f_{cs} (kgf/cm²)	510	588 (標準養生) 575 (コア)	588	・標準養生: $\bar{X} - t/3 \times 1.7\sigma = 687 - t/3 \times 1.7 \times 33.4$ * : 泥水中コンクリートでの割増し(実験値) ・コア A : $\bar{X} - 1.64\sigma$
④	コンクリートヤング係数 E_c (kgf/cm²)	3.32×10^5	4.96×10^5	3.5×10^5	・クリープ係数を0.4とし、 $4.96 \times 10^5 / (1 + 0.4) = 3.5 \times 10^5$
⑤	ヤング係数比 n	6.33		6.00	・ $f_{cs} = 588$ kgf/cm²の部分
⑥	土圧係数 K_0	0.5	0.3	0.3	・土圧計及び間隙水圧計の測定値より設定。
⑦	水圧 p_w	静水圧	間隙水圧分布	間隙水圧分布	・間隙水圧計実測値により設定。

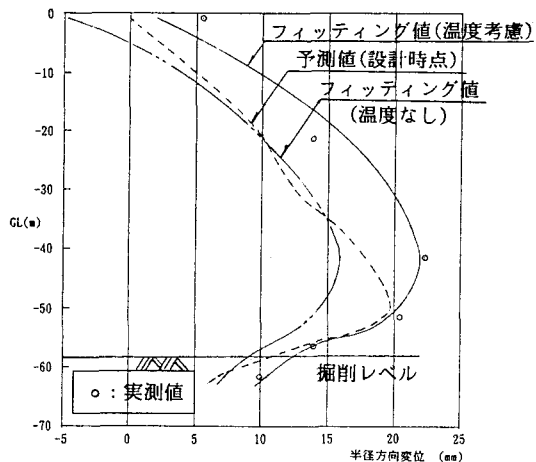


図-3 連壁半径方向変位の鉛直分布