

## III-549

## 軟岩ボルト工による大規模山留工の計測結果概要

東京ガス㈱ 正 中下 兼次

鹿島建設㈱ ○正 林 宏延 坂本 好謙 田中 篤

## 1. はじめに

神奈川県横浜市根岸地区に建設中の地下式貯槽の大規模山留工の設計と計測管理を行った。従来の地下タンクの山留工は、一般には地中連壁工あるいはアンカー工法が採用されているが、本貯槽建設地の地質条件も考慮して、地山が本来有している強度を最大限利用することにより、施工性及びコスト、工期面での優位性を追求した山留構造を採用し、床付けを無事完了した。

本報告は、この大規模山留工の設計・施工並びに施工時の計測・解析結果について紹介するものである。

## 2. 工事概要

本貯槽は掘削径約76m、掘削深さ約57mの直掘りの後、躯体を構築する開削順巻工法である。また、当地区の地質構造は、主に旧海底面以深の土丹層と土丹層上面に存在するN値1~5程度の埋立シルト層から構成され、土丹天端はDL-2.4~-2.8mでほぼ平坦になっているが、一部に幅23mの谷部が存在し、不陸最深部はDL-11.0mとなっている。

そこで、本貯槽では、上部山留工として「リングコンクリート+鋼矢板」による山留壁を下部山留工として「ロックボルト+保護コンクリート」工法を採用し掘削を行った。

## 3. 軟岩ボルト工の設計

下部土丹層山留工は、当建設地点の土丹層が比較的未風化の均一な地質となっていることから、ロックボルト及び保護コンクリート( $t=16\text{cm}$ )のみによる直掘施工とし、計測による情報化施工により掘削時の地山安全性を確認した。山留工の設計については以下の項目について検討した。

- ① 直線すべりの計算により、無補強時の全体地山の自立性を確認した。

- ② 軸対称FEM解析により、ゆるみ領域を設定した。

変形係数は $10,000\text{kg/cm}^2$ 、初期地圧は孔内水平載荷試験による初期地圧測定結果を用い、Alpan式による側圧係数分布により解析を行った。ゆるみ領域の判定方法はmohrの破壊基準を用い、破壊接近度 $R < 0.33$ 、岩盤内最小主応力が引張となる $\sigma_3 < 0$ についてゆるみ領域と設定した。その結果、壁面部のゆるみ領域は6mと設定した。

(図-1参照)

- ③ ロックボルトは、崩落ブロックのすべり荷重による引抜き力に対してゆるみ領域外に確実に定着できる長さとし、ロックボルト長は $\ell = 6.5\text{m}$ とした。

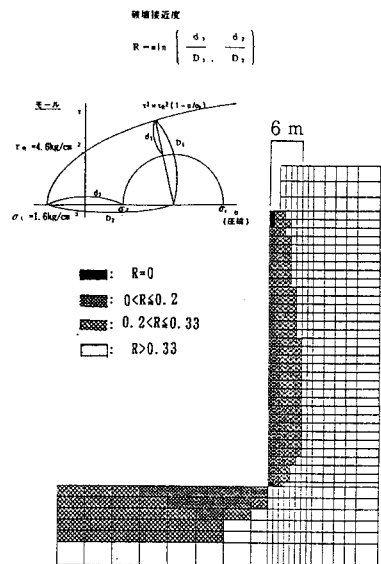


図-1

#### 4. 計測結果

山留施工時における計測工は、①掘削中の地山の自立性の確保、②ロックボルト、保護コンクリートの安全性の確認、③タンク躯体構築のための出来型寸法を確保するために実施するものである。各計測器は図-2に示す通りとし、地山の異方向性および不均一性等を確認できる配置とした。

床付け時での傾斜計の変形の最大値は土丹天端で発生し、その値は1.0～3.0cmであった。

#### 5. 計測結果に基づく完成後地山の検討

計測管理は、掘削途中の壁面変位等の計測結果から現状解析による設計、パラメータの見直しを行い、予測解析により次ステップの安全性の確認を行うこととした。

すなわち、掘削地山の变形係数 $E$ 及び初期地圧 $K_0$ をパラメータとして変化させ、掘削壁面変位について解析値と実測値との差の二乗和を最小にする様に变形をフィッティングさせ、最適パラメータの $E$ 及び $K_0$ を算出し、次段階以降における予測解析を行った。図-3に掘削床付け時における実測変形量（掘削壁面部）と解析変形量の比較、図-4にゆるみ領域の解析値を示す。解析の結果、初期地圧は、当初設計値（ $K_0=0.94\sim 4.11$ ）に比べ、 $K_0=0.75\sim 1.50$ 、变形係数は $E=10,000\text{kg}/\text{cm}^2$ に比べ、 $4,000\sim 10,000\text{kg}/\text{cm}^2$ と小さい値を示した。求められた解析変形量は、実測変形量に比較的良好にフィッティングしており、ゆるみ領域については、側壁部で4.0m、底版部で2.0mとなっており、当初設計の6.5mのロックボルトは、安全側の設計であったといえる。

#### 6. あとがき

以上、大規模山留工として軟岩ボルト工を採用し、下部土丹層掘削時の計測管理を行った概要を紹介した。大規模大深度掘削を安全に進めていくために、逆解析による情報化施工を実施し、床付けまでの山留及び地山の挙動を把握することにより無事床付けを完了することができた。

しかしながら、地山物性値を定量的に推定する段階には達しておらず、今後さらに詳細な検討が必要と思われる。

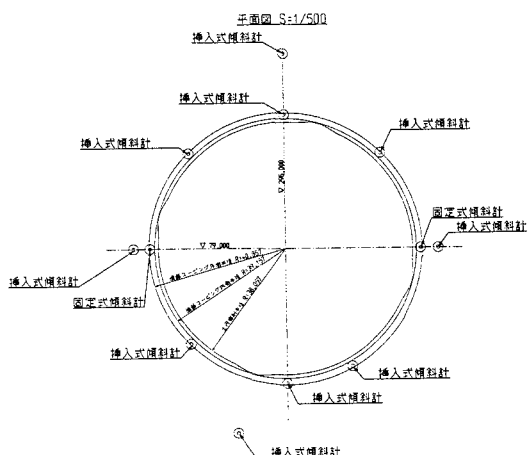


図-2

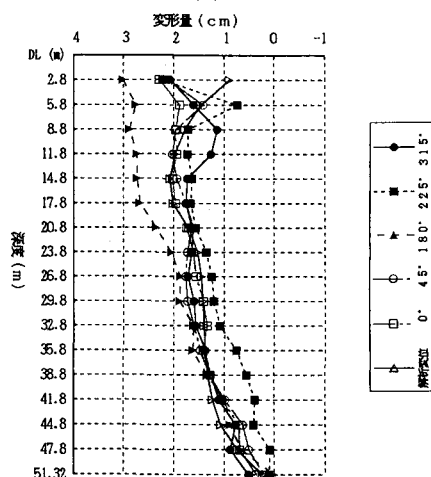


図-3

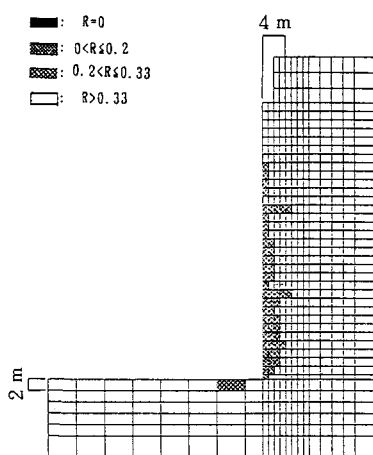


図-4