

一般骨組解析プログラムを利用した仮締切兼用鋼管矢板井筒基礎の仮締切の計算

清水建設株式会社 流 太郎

1. まえがき

仮締切兼用鋼管矢板井筒工法は本体構造となる鋼管矢板井筒を水面上まで上げて、継手部に水密性をもたせることによって仮締切と本体とを兼用させる工法で、施工中の仮締切の挙動は作業の安全に関係するだけでなく、その変形、応力は本体構造に重要な影響を与える。

とくに井筒内掘削、排水によって生じる変形や応力が、フーチングコンクリートに剛結され、仮締切撤去後も残留応力として本体構造物に残る可能性がある。したがって設計時にその残留応力と井筒本体の地震時応力の合力が許容応力を越えないように仮締切の検討を行う必要がある。そのために残留応力を適確に推定することが重要であり、その一つの方法として一般骨組解析プログラムを利用したケースを述べる。

2. 計算方法の概要

計算方法を簡条書きにすると次のとおりである。

(1) 使用プログラム

電々公社科学技術計算システム一般骨組解析プログラム (DEMOS-FRAP) を用いる。

(2) 鋼管矢板井筒仮締切壁

仮締切壁は壁長 1 m 当りの断面剛性を考慮した完全弾性体とする。

(3) 支点状況

支保工・底盤コンクリートは単純支持とする。掘削地盤面以下は Y.L. Chang の第 1 不動点である

$\ell = 1/\beta$ ($\beta = \sqrt[4]{KD/4EI}$) を仮想支持点として、支保工、底盤コンクリート、仮想支持点を支点とした連続ばりとする方法と地盤を弾性評価して仮想支持点を考慮しない方法がある。

(4) 側圧の仮定

側圧は土圧と水圧に分け図-1, 図-3 のように施工段階に応じて増分を加える。また土圧係数は粘性土の場合は 0.5, 砂質土の場合はランキン土圧として三角分布にする。水圧は静水圧分布を考慮して台形分布とする。いずれも仮想支持点まで働くものとする。地盤内の水圧分布は井筒内外水圧が等しくなってくる位置があると考えられるが、水圧の低減方法がいろいろあり、問題が残るため、仮締切の安全性を考慮して、水替によって生じた水位差分の水圧が仮想支持点まで働くものとした。

(5) 計算結果

モーメント, 変位, 支保工反力は掘削段階ごとに計算される値を累加して求める。

3. 計算結果と考察

仮締切兼用鋼管矢板井筒工法はまだ歴史も浅いので施工例, 実測例ともに少ないが, 代表例として 2 例を上げる。

最初の A 工事はシルトと細部の互層を貫ぬいて砂レキ層を支持地盤とする鋼管矢板井筒基礎の例である。

設計条件としては設計水位を大潮満潮位, 土質条件を水中単位体積重量 $\gamma'_s = 0.7 \text{ t/m}^3$, $K_d = 0.5$ として計算した。また最下端支点としては, 第 1 段階は Y.L. Chang の第 1 不動点を取り, 第 2 段階以後は底盤コンクリートの天端とした。

計算結果は図-2 に示すものである。

図-2 の最も曲げモーメントが大きくなる 4 段階目を見ると, 2 段目支保工の位置に取りつけてある鋼管矢板内ひずみ計による実測値は計算値と逆向きのモーメントになっているが, 実測最大曲げモーメントは計

算値を下まわっている。これは設計水位が実際測定した時の水位より約2 m高くなっていることが主な原因かと思われる。しかし、設計応力より実測応力が下まわっていることから、設計の実用上さしつかえないであろう。

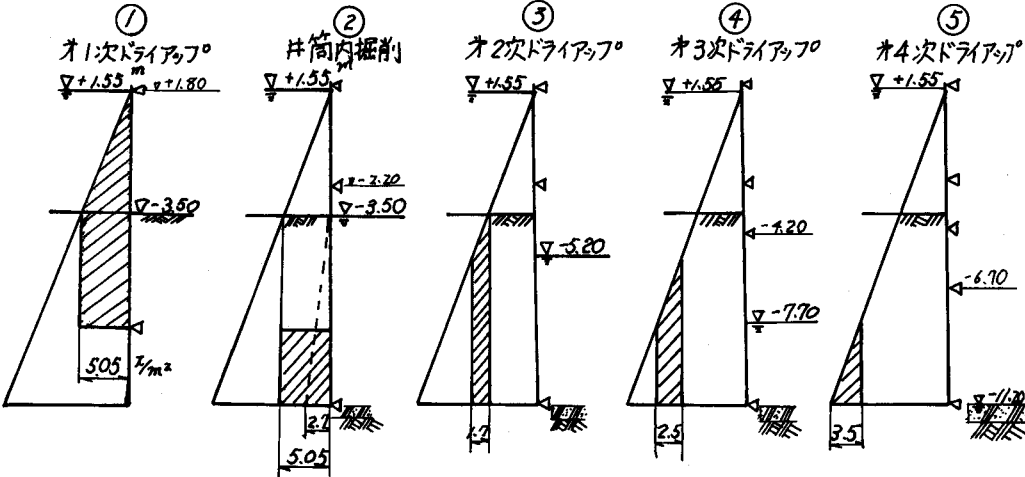


図-1 A工事の各施工段階における土圧と水圧

次のB工事は砂地盤に打込んだ例である。

水中単位体積重量を $\gamma_t = 1.0 \text{ t/m}^3$ $K_A = 0.3$ として図-3のような荷重を施工段階ごとに働かせると、結果は図-4のごとくなる。

図-4を見ればわかるように測定点が多いので深さ方向によう応力変化がよくわかる。傾向として

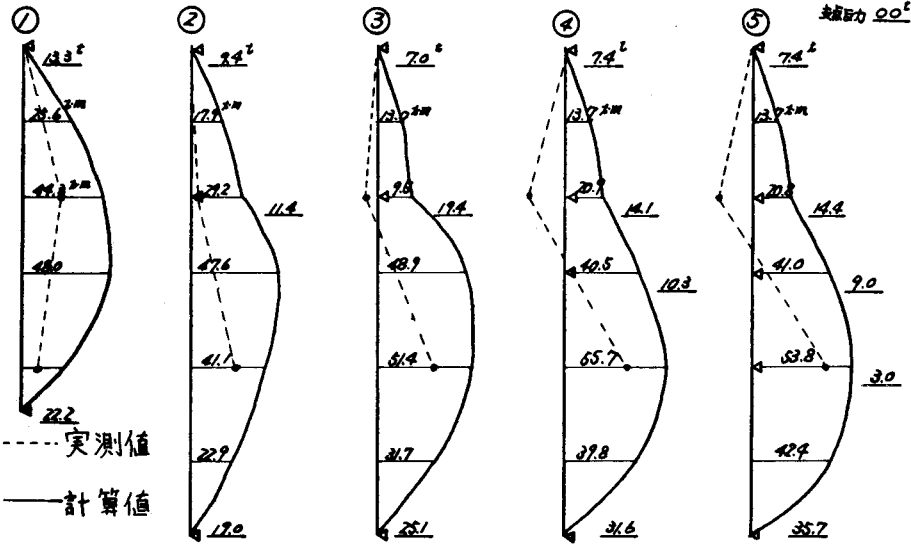


図-2 A工事の各施工段階における曲げモーメント

計算値は4段階以後2段目支保工の部分が負になっているが、実測値はなっていない。これは実際は2段目支保工と鋼管矢板のなじみが弱かったと考えられる。また底盤コンクリート部分で実測値が2点負になっているが、計算値は支点と仮定した部分だけ負になっている。実際には底盤コンクリートの厚みが複雑なる支点機構であるのに、計算上は一点と仮定したところに差違がみられるものと推定している。

また実測値を見るとよくわかるが、第2段階目で井筒内部に注入すると実測曲げモーメントは減少し、注水による水圧の減少効果をはっきり現われており、第3段階目は掘削を進めたにもかかわらず、土圧の増加はそれほど大きく働いていないことが伺える。

全体的に見てB工事の実測値が計算値より小さくなっており設計計算に関しては有効であるといえる。

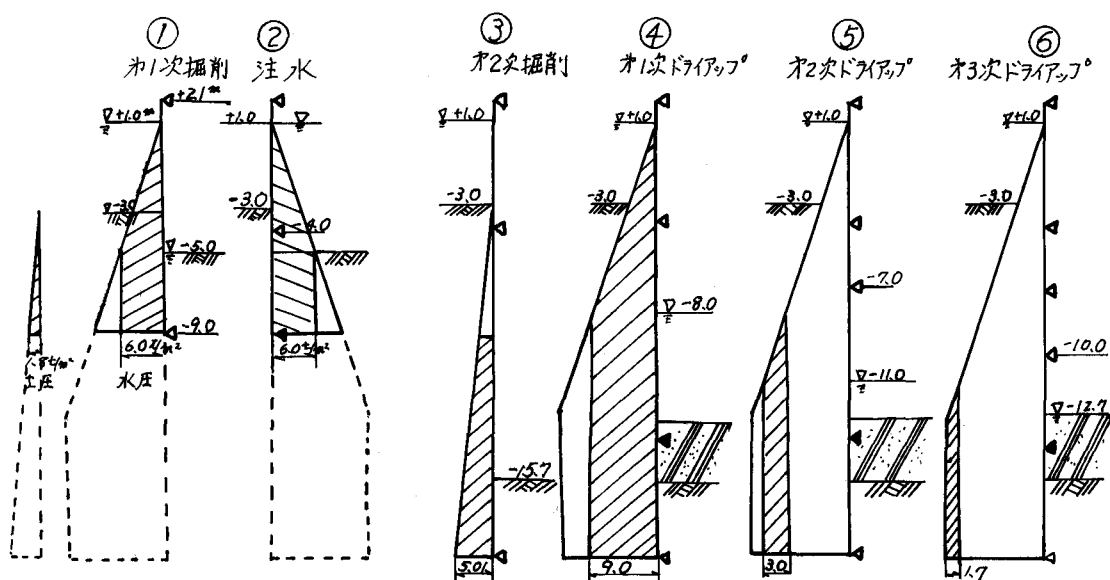


図-3 B工事各地施工段階における土圧と水圧

実測値と計算結果との相違は仮定条件が充分現実を表現しえないため次のような理由が考えられる。

鋼管矢板前面地盤の評価方法、仮想支持点の位置などに問題がある。また計算で仮定できないものとして、支保工と鋼管矢板の継手効果の程度

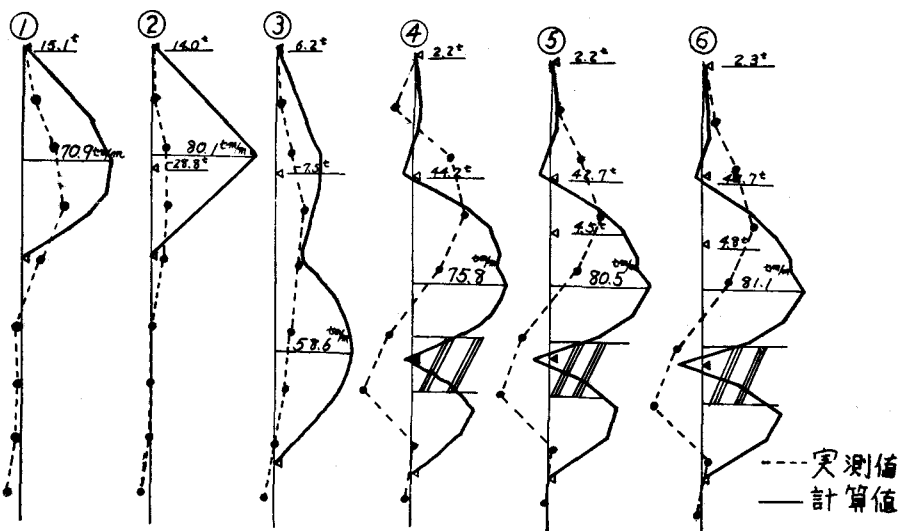


図-4 B工事各施工段階における曲げモーメントと支点反力

(現在は継手を無視した断面2次モーメントで計算している)、井筒の形状(円型になっていても計算は直線壁としている)などがある。

そこでA工事を図-5のように、第1段階で鋼管矢板前面地盤をバネ評価し、第2段階以後は連続ばりとし、井筒内外水位を実測データにもとづいて計算すると図-6のように実測値によく近似した結果となる。

図-6を見ると第1段階目がよく近似し、第2,第3段階目になると第2段支保工の位置で計算値が大きく負の方向になっている。しかし曲げ応力が最大となる第4,第5段階目では計算値と実測値がよく一致してくる。つまり残留応力となる第5段階目の応力を推定できることになる。

4. あとがき

仮締切兼用鋼管矢板井筒基礎の仮締切の計算方法として一般骨組解析プログラムを利用したケースを述べた。まえがきでも書いたとおりこの工法の仮締切計算は一般的な仮締切と異なっ

て、破壊が起らないような支保工間隔、大きさを決定するものではない。フーチング部分のように本体構造物として残る所に、施工時にはどの程度の応力が発生するかを適確につかむ必要がある。

そこでこの残留応力は図-5、図-6に示すように外力条件、地盤条件を適確に把握すれば、今回の計算方法で十分推定できると思われる。

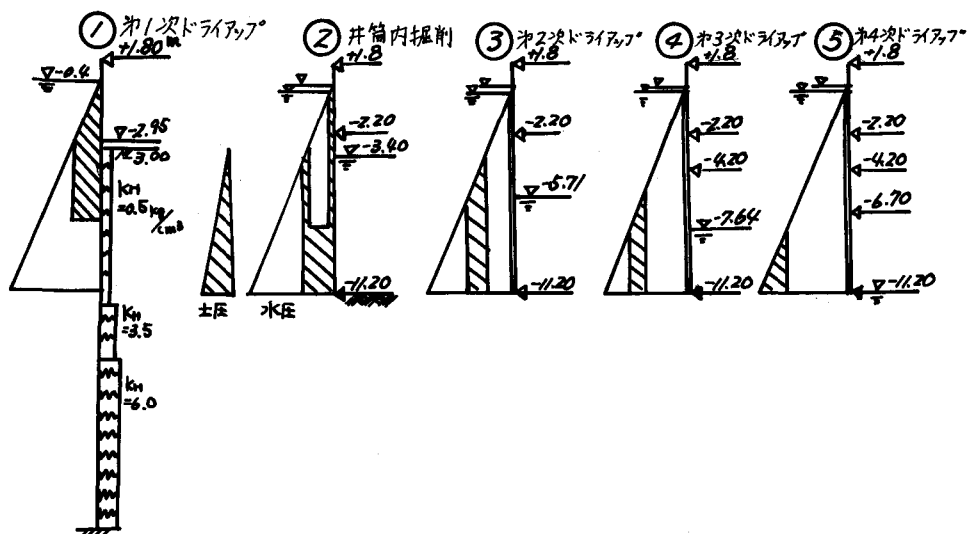


図-5 A工事の実測データにもとづいた土圧と水圧

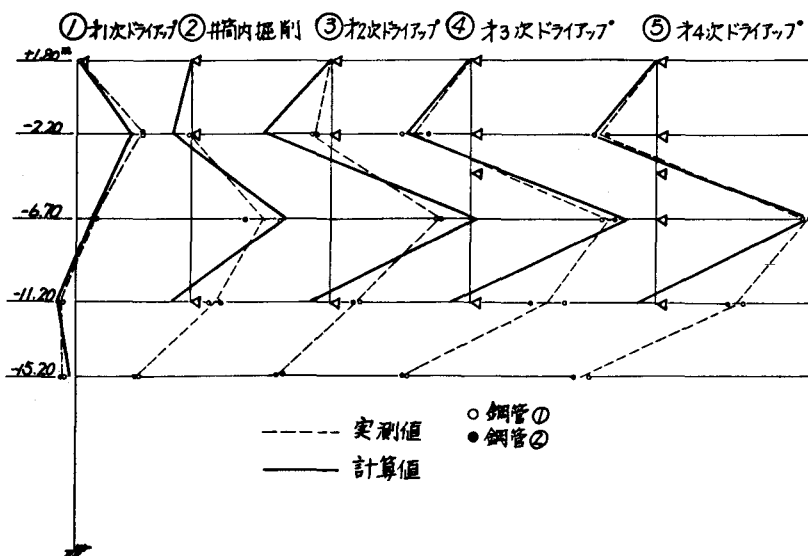


図-6 A工事の実測データにもとづいた計算結果