

## 19. 潜函工法による最近の実施例

(株)竹中工務店： 柴田 恭同・菊池 公男  
北野 勝康

### 1. まえがき

潜函工法は、地上で地下構造体(以下潜函体という)を構築し、その内部を掘削して構造体の自重により沈設させる工法である。

本工法は、戦前に開発され昭和40年代まで大規模建築の地下工法として数多く採用されてきた。その後、新しい地下工法の開発等の理由により、最近では採用される例が少なくなってきた。しかし、浄化槽などの場合、工期的および経済的理由により採用される場合がある。

潜函工事において重要なことは、潜函体を均等に沈下させるとともに掘削担当者の安全を図ることである。そこで、施工中の潜函体の状態をリアルタイムに把握し沈下の予測、掘削効率の向上および安全を図ったシステムを構築し、適用した。

本報告は、最近実施した2つの潜函工事の概要を述べるとともに、計管測理システムの概要および施工結果について述べる。

### 2. 工事概要

潜函工事の概要を表-1に示す。両工事は、水を入れるための施設の建設で、ほぼ同規模である。

工事は、潜函体を構築した後に潜函体内部にバックホウおよびブルドーザを配置して掘削を行い、クラムシェルによって掘削した土砂を搬出した。

図-1は、両工事の概略を示したものである。

加古川食肉センターの場合は、クラムシェルを潜函体上部に配置し、山止めとしてH形鋼を1mピッチで潜函体外周部に貫入して施工した。サントリー桂の場合は、クラムシェルを潜函体の外部に配置し、潜函体外周部にソイルパイル柱列を構築した後に施工した。

図-2は、掘削面における土質柱状図を示したもので

表-1 工事概要

項目	加古川食肉センター	サントリー桂
規模	W = 23.7m L = 35.5m H = 9.6m	W = 28.7m L = 20.7m H = 9.2m
構造	RC造	同左
重量	3,200 t	3,300 t
掘削土量	8,900 m <sup>3</sup>	5,300 m <sup>3</sup>
計画沈下量	8,200 mm	7,250 mm
山止め	H型鋼	ソイルパイル柱列
掘削	バックホウ ブルドーザ クラムシェル	同左

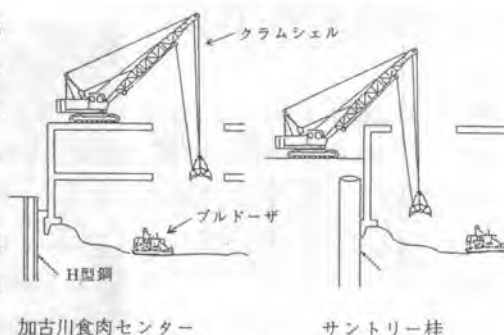


図-1 工事の概略

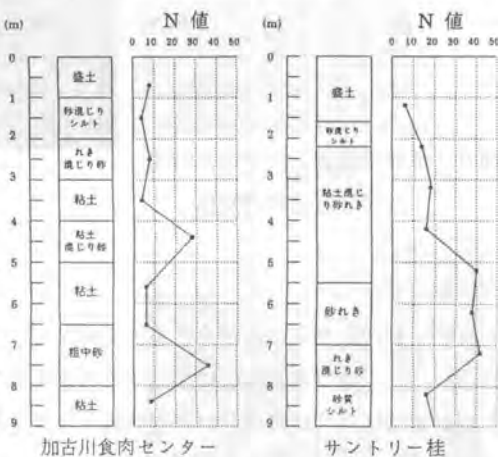


図-2 土質柱状図

ある。加古川食肉センターの場合は、硬質化した粘土層が多く、サントリー柱の場合は、砂れきを多く含んだ地盤となっている。

### 3. 計測管理システム概要

#### 3.1 計測管理項目

潜函工事において、潜函体を均等かつ安全に沈設させるためには、潜函体の挙動を随時施工管理者が把握し、適確な施工管理を行う必要がある。このため、潜函体の沈下量および刃先部の土圧を連続的に計測するとともに、掘削および排土作業におけるクラムシェルの動きを自動的に監視することにした。

表-2は、計測管理項目を示したものである。

#### 3.2 計測機器の構成

図-3は、計測機器の構成を示したものである。潜函体の挙動は、沈下量をストローク計、刃先部の土圧を土圧計で計測した。計測データは、計測室に設置したパーソナルコンピュータにより一括収集し、時系列に記録および画面表示する。

また、掘削担当者は潜函体の傾きが分からないため、ストローク計のデータよりレベルの一番低い所を基準にレベル差をパソコンで演算し、掘削面に設置した表示器にcm単位でデジタル出力し、掘削担当者への目安とした。

施工管理者は、画面表示された計測データより潜函体の挙動を把握し、沈下が起こると判断される場合には、手元スイッチにより掘削面に設置したパトライトを点灯する。さらに、マイクを用いて掘削担当者に沈下予知を行い安全を図った。表-3は、主な計測機器の仕様を示したものである。図-4は計測機器の設置箇所を示したものである。

#### 3.3 測定方法

図-5は、沈下量および土圧の測定方法を示したものである。ストローク計は、潜函体四隅の潜函体とは縁切れした位置に設置し、潜函体上面に設置したアングルとの間にワイヤーロープを張る。潜函体が沈下するとストローク計に内蔵したエンコーダを介してモータ

表-2 計測管理項目

測定項目	測定点数	目的
潜函体の沈下量	4	潜函体の挙動を常時監視し、掘削作業の効率化および安全を図る。
刃先部の土圧	8(4)	
クラムシェルの旋回	2(1)	掘削および排土作業の安全を図る。
集土位置の状況	2(1)	

\* ( )内はサントリー柱

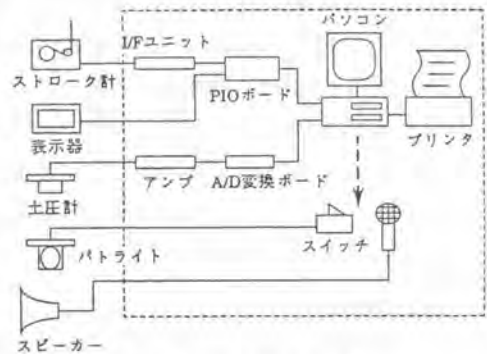


図-3 計測機器の構成

表-3 主な計測機器の構成

計測機器名	形式	仕様
ストローク計	L-30	分解能: 1mm
土圧計	BE-5KR 86	容量: 5kg/cm <sup>2</sup>
アンプ	DPM-613B	出力: ±5V, ±5mA
光センサ	JC-R2M-X9	出力形態: 長距離反射形
パソコン	FC-9801V	CPU: μPD70116

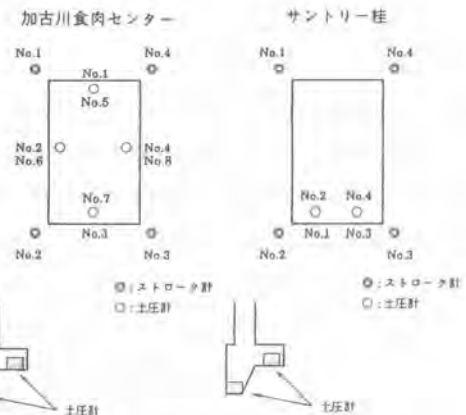


図-4 計測器設置位置

がワイヤーロープを巻き取る。このとき潜函体の沈下量をエンコーダによって検出する。

土圧計は 潜函体の刃先構築時に設置のためのスペースを確保しておき、潜函体構築後に設置した。

### 3.4 安全管理システム

掘削と排土作業は、上下重複するため双方の施工担当者への安全対策を講じる必要がある。このため、図-6に示すようにクラムシェルの開口部への旋回を光センサによって検出し、掘削面に設置したパトライトを点灯させる。また、クラムシェルのバケット降下位置をT.Vカメラで撮影し、クラムシェルの運転室でオペレータがモニタできるようにして、二重の安全システムにした。

### 4. 施工管理結果

潜函工事期間中の潜函体の沈下は、図-7に示すような結果であった。

掘削開始より2~3日間は、捨コンおよび地盤改良した層の掘削のため沈下は起こらなかった。沈下が始まって1週間程は、ほぼ毎日のように沈下が起こったが、沈下が進むに従って沈下しない日が増加した。

図-8は、掘削土量の実績を示したものである。掘削は、上下作業によるトラブルもなく期間中順調に行われた。

最終沈下量は計画沈下量に対して、加古川食肉センターの場合±85mm, サントリー桂の場合+150mm以内であった。

#### 4.1 沈下量の測定結果

図-9~10は、今回の潜函工事における代表的な沈下の記録結果である。今回の沈下の特徴は、数時間にわたって40~50cmという非常にゆっくりした速度で沈下する場合と、最初徐々に沈下が起こり、5~10分後に急激な沈下が起こったことである。このため、沈下の予測は徐々に沈下が起こった段階で把握することができ、急激な沈下の起こる前に十分な余裕をもって、掘削担当者への警報を確実に伝え、安全に掘削を完了することができた。

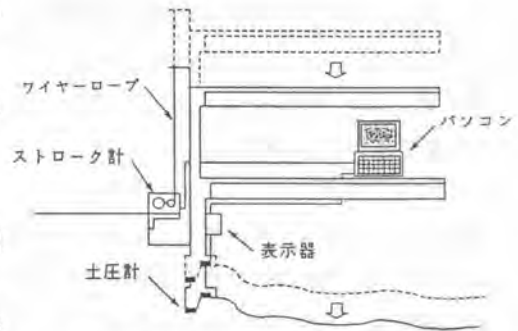


図-5 沈下量・土圧測定方法

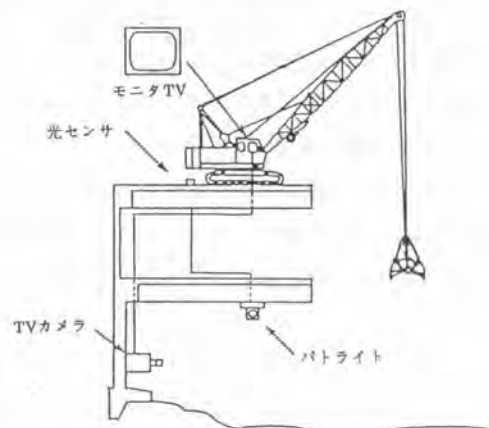


図-6 安全管理システム

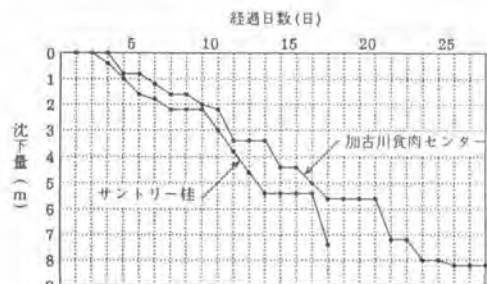


図-7 施工期間中の沈下量

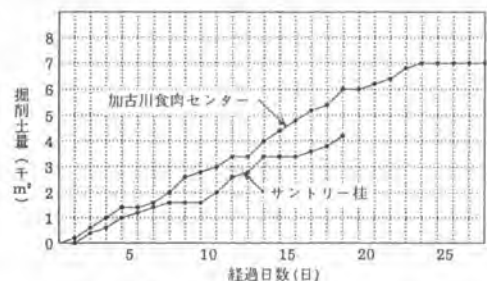


図-8 掘削土量の実績

また、潜函体の沈下は、最初片側の短辺を基軸に長辺方向に交互に起こったが、沈下が進むにつれて潜函体全体が一度に起こる場合が多かった。

この原因は、地盤改良を行った層を含め全体に硬質で、沈下が進むにつれて周面摩擦抵抗が増大したため、刃型付近の掘削を刃型下部に向かって徐々に進めて行った結果と考えられる。

#### 4.2 土圧の測定結果

刃型部の土圧は、沈下前に増加あるいは減少の変化が確認された。土圧に変化の現れる時間は、沈下前5～20分の範囲の場合が多かった。深度0～2.5mの浅い所において、沈下する側の辺の沈下前の土圧は、増加する場合が多く、2.5m以深では減少する場合が多かった。

図-11は、潜函体の刃先位置と支持土圧を示したものである。実測された土圧は、刃先部の土の支持幅25～50cm程度とし、周面摩擦を考慮して計算した土圧の範囲にあり、実際の掘削に近い結果であった。

#### 5. まとめ

今回、2つの貯水施設の潜函工事に対して、潜函工法施工管理システムを構築し適用した。その結果、潜函体の挙動をリアルタイムに把握することができ、潜函体の沈下を確実に予測できた。これにより、施工能率の向上および安全性の確保に効果を上げたことから当初の目標を満足したものと考えられる。

以下に施工管理結果をまとめて示す。

- 1) 潜函体の沈下性状は、数時間にわたって徐々に沈下する場合と最初徐々に沈下を始め5～10分後に急激な沈下をする場合があった。
- 2) 1回の沈下量は、ほぼ200～1000mm程度で沈下が進むにつれ沈下量は大きくなった。
- 3) 沈下が進むと潜函体は、全体が急激に沈下する場合が多かった。

今後の課題は、沈下量の制御、定着方法等の検討が上げられる。

最後に本システムを適用するにあたり御協力頂いた関係各位に感謝の意を表します。

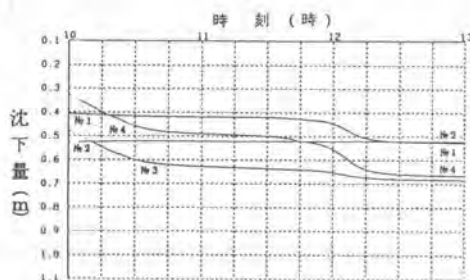


図-9 沈下量測定結果

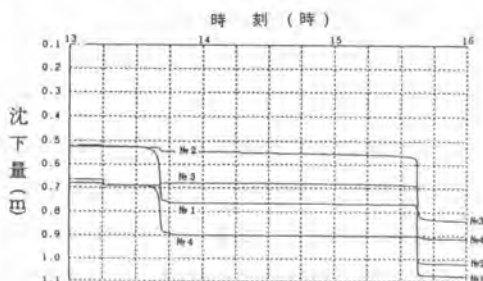


図-10 沈下量測定結果

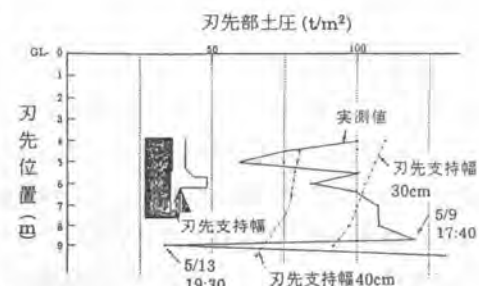


図-11 潜函体の刃先位置と刃先部土圧