

VI-145 3次元測量システムを用いたRCドーム屋根の測量

清水建設	土木本部技術開発部	正会員	和田 孝史
東京ガス	生産技術部		根本 光男
清水建設	土木東京支店土木第2部		安達 昌史
清水建設	土木東京支店土木第2部	正会員	岡村 謙作

1. はじめに

図-1は、世界初の埋設式LNG地下式貯槽であり、その屋根は鉄筋コンクリート（以下RCと称す）製ドーム形式である。このRCドーム屋根の構築には、図-2に示すトラス支保工を採用し、トラスの上部で型枠、鉄筋、コンクリート工事を実施した。屋根は、コンクリート自重や覆土重量で変形するため、トラス支保工に、あらかじめ上げ越しを行い設置するが、コンクリート打設時等において設計通りの変形が生じているかを管理するためには、ドーム屋根の3次元曲面がどのように動いているかを瞬時に把握する必要がある。そこで、3次元測量計算システム（Expert Survey System：EXSUS）を用いて、リアルタイムの測量管理を実施した。以下にその概要を示す。

2. RCドーム屋根及びトラス支保工の概要

RCドーム屋根は図-1に示すように、直径72m、ライズ7.2m、ドーム曲面半径98mの大型RC構造物であり、4万トンの覆土と1.5万トンのドーム自重を支えるため、ドーム厚は中央で1m、端部で2.5mとなっている。

RCドーム屋根の構築は、ドーム自重が大きくかつドーム内面の面精度※が要求されるため、安定性が高く剛性の大きいトラス支保工（図-2）を採用した。また、コンクリートを分割して打設すると、トラスの変形により、打設ブロック間に段差が生じ、内面精度が確保できないため、ドーム屋根全体5,430m³のコンクリートを28時間で一括打設した。

トラス支保工は中央構台と側壁ブラケットを支点とした傘状の立体トラスであり、鋼材重量は2,000トンである。トラスの剛性は非常に大きいですが、それでもコンクリートの打設により、鉛直方向25mm、半径15mmの変位が生じる。（図-3）従って、コンクリートの重量によりトラスがどの程度変形したかを打設中にリアルタイムで把握し、上げ越し量の妥当性を確認する必要がある。

※：RC屋根の内面には、保冷材及びSUS製メンブレンを取り付けるため、表面精度を確保する必要がある。

（段差5mm以下、内面多面体稜線のズレ10mm以下）

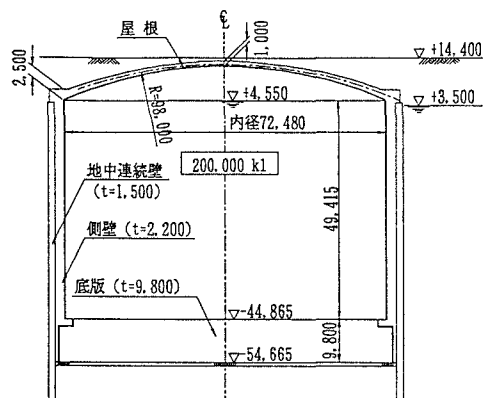


図-1 埋設式LNG地下式貯槽の概要

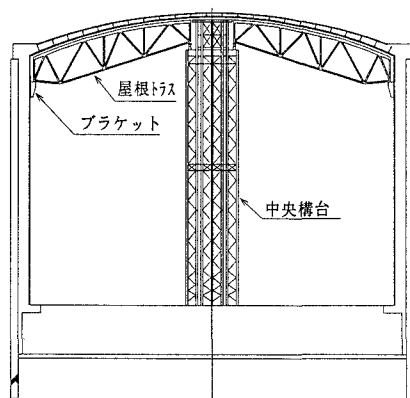


図-2 RCドーム屋根の構築工法

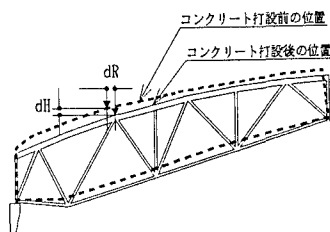


図-3 コンクリート打設に伴うトラスの変形

3. 3次元測量計算システムの採用

コンクリート打設中のトラス支保工の測量管理に要求されることは、精度はもちろんのこと、作業の迅速化、省力化、簡素化、そして安全性である。

従来なら光波測距儀とミラーそしてレベルを使って、角度、距離、高さをそれぞれ別個に測定し、3次元方向の変位を算出し計測管理を行っていた。

今回はドーム屋根曲面上での作業に加えて、コンクリート打設中での足場確保は困難であり、またデータを即、加工し、瞬時に全体形状の動きを把握する必要がある。従って、3次元測量計算システムを採用した。

システムの特徴は、既知点2点を設けて、それを光波測距儀で視準することにより、測定機械の据え付け位置を自動設定し、計測点の1回測定で平面とレベル位置をノートパソコンディスプレイへ直接表示、保存することが容易にできる。（図-4、5、6）

また計測点50点にミラーに変わる反射シートを張り付けておくことで、現場におけるミラーを持ての移動作業を無くすことができた。

今回このシステムをドーム屋根へ応用することで、従来測定法と比べて以下の利点があった。

4. 効果及び考察

- 1) 反射シートの使用により、コンクリート打設中の相番作業を無くし、測定の安定性が向上した。
- 2) 地下式貯槽周囲に複数の基準点を設置し、ドームセンターの測量架台上に光波測距儀をセットすることで機械盛替え作業を無くし、各ステップ50点の3次元測定を1時間以内で行うことができ、瞬時に全体の挙動を把握することが可能となった。また、コンクリートの打設を12ステップに分けて測定を行った。
- 3) 現場における複雑な計算作業を省くことができた。
- 4) 水準測量については $\pm 1\text{mm}$ の精度で測定できた。
5. あとがき

構造物3次元方向計測に今回導入した3次元測量計算システムが有効な方法であることが確認された。特にアプローチが困難な箇所では、あらかじめ反射シートを取り付けておけば容易にその観測が可能となる。

今後の本システムの利用の際には、温度、測定距離と精度の関係、そして反射シートについて光波の入射角度に対する乱反射の影響確認が肝要である。

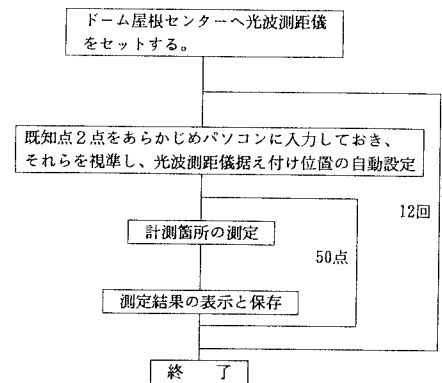


図-4 測定方法フロー

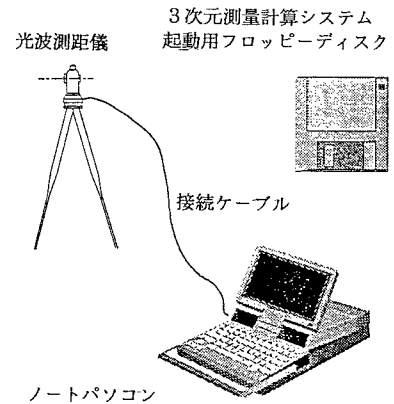


図-5 システム構成図

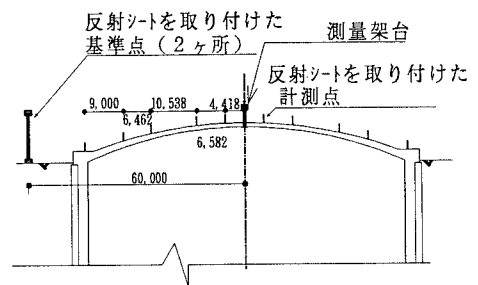


図-6 計測概略図