

## VI-176

## 立型鋼管方式の圧縮空気地下貯槽への適用に関する検討

中部電力 正○神山 博 奥田宏明 近藤久雄  
清水建設 正 八田敏行 西崎晶士 熊坂博夫

## 1. はじめに

わが国で検討されている圧縮空気貯蔵ガスタービン発電（CAES-GT）の岩盤内貯蔵方式としては水封方式、ライニング方式がある。一方、電力の大需要地は東京、名古屋、大阪などの大都市とその近郊である。これらはともに沖積層が厚く堆積した平野に広がり、比較的強度の低い地盤・岩盤が大深度まで分布している。このような地域の発電所は大都市近郊の沿岸に立地していることが多く、このため軟質な地盤に大深度の貯蔵空洞を建設するための技術的な検討を行う必要がある。本論文は名古屋近郊の軟質地盤を対象とした立型鋼管方式CAESの貯蔵空洞の概略設計を行ったので報告する。

## 2. 立型鋼管方式の概要

電力中央研究所<sup>(1)</sup>は、主に東京近郊を対象とした大規模地下空洞の建設に関わる研究・開発を行っている。この研究・開発の一つには現状技術を用いて軟質地盤中に貯蔵空洞を建設する方法で、泥水掘削による立型鋼管方式が提案されている。水封方式等が建設時に空洞内に人が中に入り作業することが可能な硬岩を対象としているのと比べ、この方式は大深度に空洞を掘削し空洞内を大気圧に開放すると空洞が安定することが難しい軟質地盤を対象とする。そのため掘削時は空洞内を泥水で満たすことにより空洞の安定性を確保した後、その中に貯槽鋼管を建て込み最終的には土圧、貯蔵空気圧、静水圧等により外圧と内圧をバランスさせる方式である。

## 3. 基本条件

- (1) 基本条件 昼間のピーク時発電を行うことを対象としたときの基本条件を表-1に示す。
- (2) 地質条件 地質は名古屋市を中心分布する新生代の地層群（東海層群と呼ばれている）を対象とする。地層構成は図-1に示すように上部の粘性土と下部の固結シルトからなる。この工学的物性を表-2に示す。
- (3) 貯蔵方式と鋼管の仕様 貯蔵方式は水置換方式、乾式方式および混合方式がある。ここでは、空洞容量が小さい水置換方式を採用した。また、鋼管径は現場製作の大口径の場合と工場製作が可能な小口径の場合についてそれぞれ設計を行った。

## 4. 立型鋼管の設計

- (1) 掘削時の安定性と泥水比重の設定 今回は最大貯蔵圧が $80\text{kgf/cm}^2$ であることおよび圧縮空気貯蔵方式を水置換方式を採用したことにより、深度800mまで鋼管を設置することになる。泥水比重は泥水が空洞掘削時に内圧として作用する効果を考え、空洞周辺の地盤が安定するのに必要な内圧より決められた。ここでは掘削時の泥水

表-1 基本条件

|        |                            |                         |
|--------|----------------------------|-------------------------|
| 発電出力   | 3.5MW                      |                         |
| 発電時間   | 3.5時間                      |                         |
| 貯蔵時間   | 3.5時間                      |                         |
| 貯蔵方式   | 水置換による変圧方式                 |                         |
| 貯蔵圧力   | $40\sim 80\text{kgf/cm}^2$ |                         |
| 貯蔵容量   | $7,100\text{m}^3$          |                         |
| 鋼管径、本数 | $\phi 2.8\text{m}$ (3本)    | $\phi 4.8\text{m}$ (1本) |

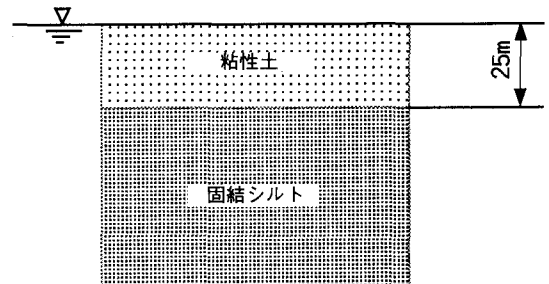
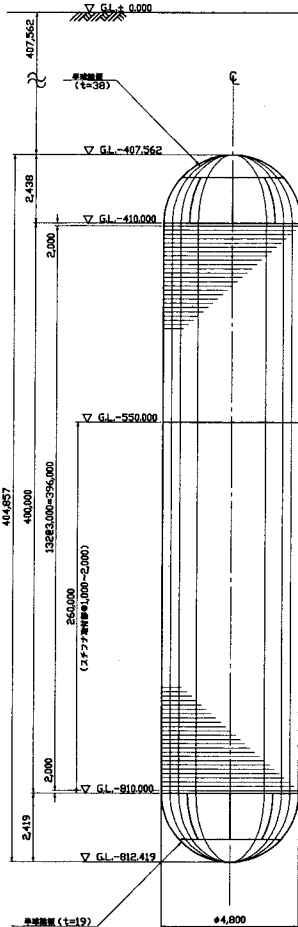


図-1 地盤構成図

表-2 地盤の工学的物性

|                                 | 粘性土   | 固結シルト |
|---------------------------------|-------|-------|
| 密度( $\text{g/cm}^3$ )           | 1.7   | 1.9   |
| 変形係数( $\text{kgf/cm}^2$ )       | 1,000 | 5,000 |
| 粘着力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )       | 3.0   | 10.0  |
| 内部摩擦角 (度)                       | 20.0  | 30.0  |
| 地盤の一軸圧縮強度 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 8.5   | 35.0  |

側面図（縦横比 1:20）



| 位置<br>G. L. (m) | 管厚<br>t (mm) | スチフナ<br>厚さ<br>t (mm) | 高さ<br>H (mm) | ピッチ<br>@ (mm) |
|-----------------|--------------|----------------------|--------------|---------------|
| 410~420         | 38.0         | —                    | —            | —             |
| 420~430         | 37.0         | —                    | —            | —             |
| 430~440         | 36.0         | —                    | —            | —             |
| 440~450         | 35.0         | —                    | —            | —             |
| 450~460         | 34.0         | —                    | —            | —             |
| 460~470         | 32.0         | —                    | —            | —             |
| 470~480         | 31.0         | —                    | —            | —             |
| 480~490         | 30.0         | —                    | —            | —             |
| 490~500         | 29.0         | —                    | —            | —             |
| 500~510         | 28.0         | —                    | —            | —             |
| 510~520         | 27.0         | —                    | —            | —             |
| 520~530         | 26.0         | —                    | —            | —             |
| 530~540         | 25.0         | —                    | —            | —             |
| 540~550         | 24.0         | —                    | —            | —             |
| 550~560         | 23.0         | 15.0                 | 150.0        | 2000          |
| 560~570         | 21.0         | 15.0                 | 150.0        | 2000          |
| 570~580         | 21.0         | 15.0                 | 150.0        | 2000          |
| 580~590         | 19.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 590~600         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 600~610         | 17.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 610~620         | 17.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 620~630         | 17.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 630~640         | 17.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 640~650         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 650~660         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 660~670         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 670~680         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 680~690         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 690~700         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 700~710         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 710~720         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 720~730         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 730~740         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 740~750         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 750~760         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 760~770         | 18.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 770~780         | 19.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 780~790         | 19.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 790~800         | 19.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |
| 800~810         | 19.0         | 15.0                 | 150.0        | 1000          |

スチフナ取付部詳細図

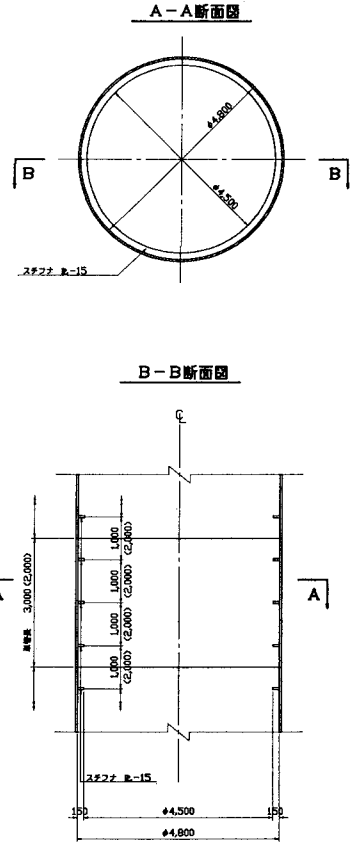


図-2 φ4.8mの立型鋼管の構造図

比重は、1.1t/m<sup>3</sup>となった。

(2) 鋼管に作用する設計荷重 鋼管に作用する荷重は

① 鋼管建て込み時、② 水置換時、③ 圧縮空気貯蔵時の3ケースに分けて外圧、内圧を設定した。

(3) 鋼管の設計 鋼管の設計は水門鉄管技術基準に基づいて行った。

## 5. 検討結果と考察

φ4.8の立型鋼管の構造図を図-2に示す。また、そ

れぞれの検討ケースにおける鋼重量の比較を表-3に示す。表よりφ4.8の鋼管がφ2.8の場合と比べ総重量が約12%少なくなることがわかる。したがって、鋼管径はφ4.8の場合が総鋼重量からは有利となる。しかしながら、立型鋼管方式は掘削方法、溶接方法、建て込み方法などの施工性が建設期間や建設コストに大きく影響を及ぼすと考えられるため、この結果からのみで鋼管径をφ4.8を選択することが妥当かどうかは明かでない。今後、ここで示した基本設計に基づき、施工方法、建設期間について検討し、経済性評価を含めた中部地域の軟質岩を対象とする立型鋼管方式CAESの総合的な評価を行ないたい。

参考文献 (1) 西, 他 : 軟岩地盤における圧縮空気貯蔵用空洞建設技術 (その1) - 鋼管シャフト方式および凍結横坑・凍結拡幅空洞方式の検討 -, 電力中央研究所研究報告, 平成2年9月

表-3 鋼重量の比較

| 鋼 管  |          | 鋼管一本の重量<br>(t) | 総重量<br>(t) |
|------|----------|----------------|------------|
| φ2.8 | スチフナ: なし | 466            | 1398       |
|      | スチフナ: 有り | 437            | 1311       |
| φ4.8 |          | 1149           |            |