

(78) 軟岩での深部地下タンクの技術構想 (Panto 掘削システムとメンブレンー重液方式の構造の概念)

一 圧縮空気貯蔵ーガスタービン発電による分散型の大電力貯蔵の新システム 一

電力中央研究所 正会員 林 正 夫

1. 目 的

国土の有効利用のため、気体・液体・固体などの貯蔵は、地中化・ロボット工事化を図る技術の開発。

2. 水没式の地下タンクの概念 (図1, 図3) 一 かなり柔な構造の提案 一

サイトは産業が集中している沿岸、河岸などの地中を考える。地質はそれらのサイトに広く分布している第三紀の砂岩・泥岩などの堆積軟岩 ($q_u = 50 \text{ kg/cm}^2$ 前後) を主とする。地中タンクは容量が $1,000 \sim 100,000 \text{ m}^3$, 形状は地質に応じ任意の変断面, 空洞の掘削は水中工事下で逐次掘削 (図3) とその都度の部分覆工 (図3) を第一義とし, 完成後はさらに不透水・可撓性のメンブレインと, 安定無公害な高い比重の重液の液圧 (図1) などによって, 要求する局所安全係数を確保する (図1)。貯蔵物を収納するには, 同量の貯留液を導液管を通じて地上, 海上などに揚水する。岩盤の破壊条件としては, 堆積岩の土被りに応じた有効な強度を採る。その際, 続成作用に基づく強さの増分は, 繰返し荷重と粘塑性への配慮のため省略して安定性を予察した (図1)。応力状態は軸対称の場合には, ボトルネックにほゞ Isotropic な圧縮応力の集中域 (図1) が発生し, 自緊効果があるのが特長である。

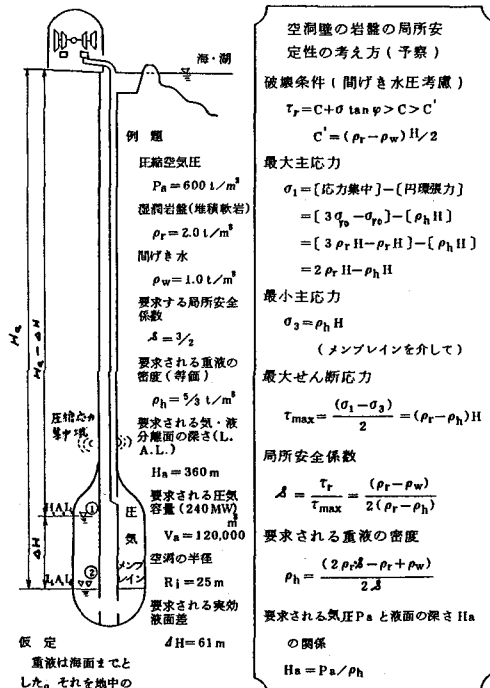


図1 空洞の安定および圧気貯蔵の場合の気・液分離面の昇降①と②

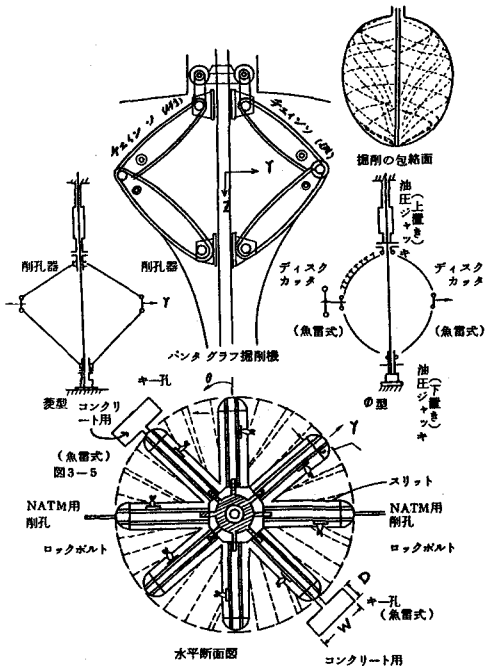


図2 パンタグラフ方式の掘削原理と応用 (概念図)

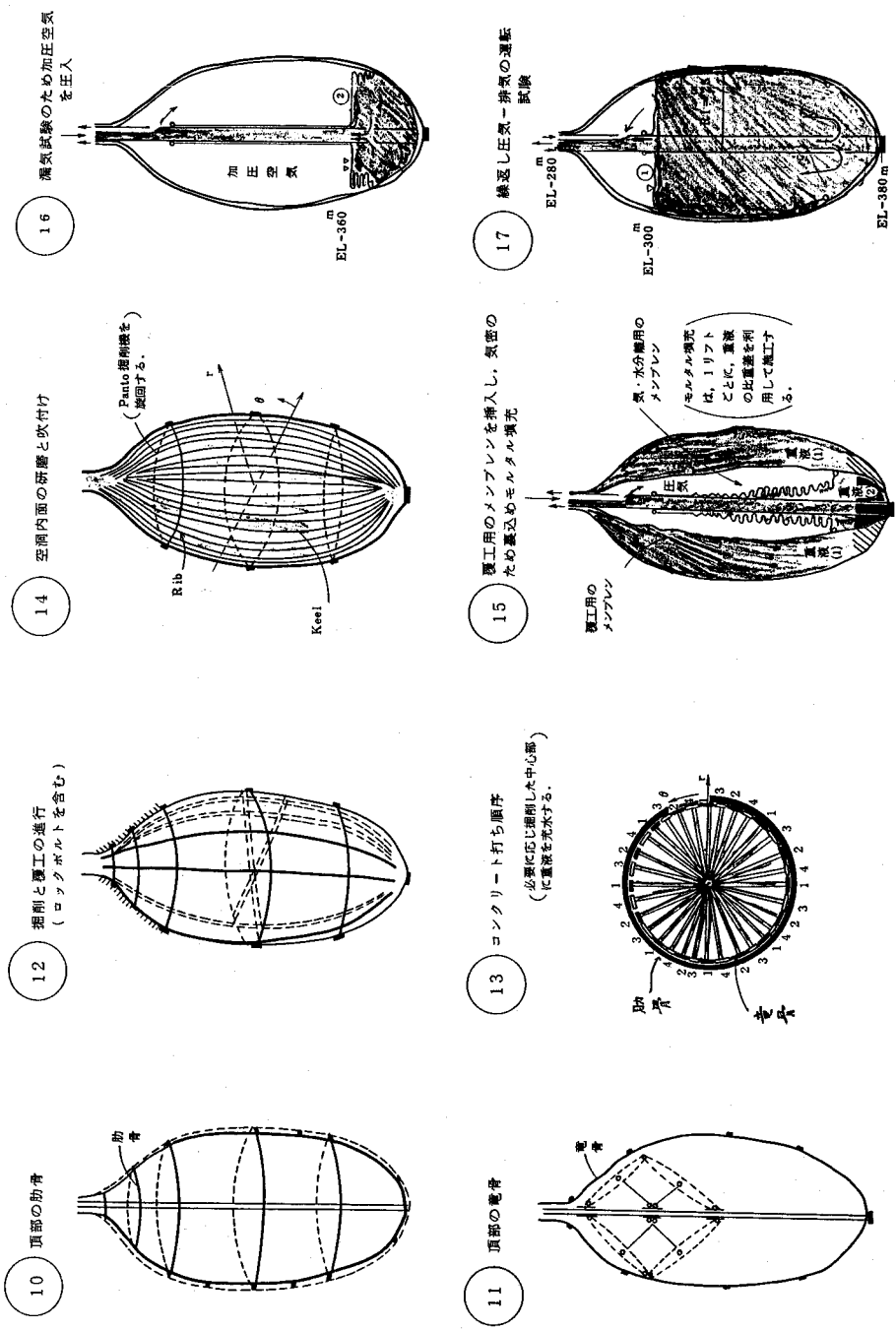
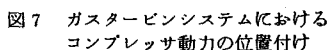
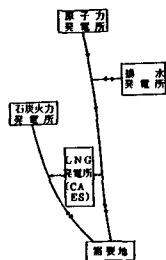
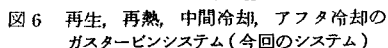
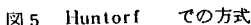
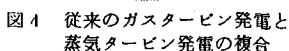


図 3 (続き) (10~21)

今回考案した Panto 掘削機は、主軸方向にアームを加力することによって、側方向に掘削を行なう原理の掘削機を云う。Radial Slit の形成が主であり主軸のまわりの旋回は、従である。さらにアームの先端で削孔・キー溝・キー坑など、覆工の準備などを行なうことができる。必要に応じ、型枠、生コンクリートの圧送管、プレキャストコンクリートブロックなどを搬送するにも作業アームを使う。空洞の覆工は肋骨(Rib)と竜骨(keel)を適宜、組合せて図 3 のように施工する。掘削器具は岩質に応じチェーンソ、水噴射ノズル、ロータリディスク、魚雷型遠心方式(図 3 の 5)などを用いる。Tangential Slit には魚雷型遠心方式の小掘削機も活用できよう。今後、試作と実験を積重ねて改良していくことにしたい。

社会構造と産業構造の変化につれ、日本の電力設備の負荷率は年々低下する（参考図 1）。負荷の平準化（参考図 2）のため、今回、需要地の近くに分散させ、深夜電力を昼の高い価値電力に大量に変換するシステムとして、大電力貯蔵—ピーク・ミドル兼用の発電システムを構想した。それは、従来はガスタービン発電において必要としている大量のコンプレッサ動力（全動力の約半分）を深夜電力で賄う（図 4、図 5、図 6、図 7 と表 1）方式である。電力の需要地に比較的広く分布している軟岩で、メンブレインと重液を用いた地下タンクをつくり、しかも運転方式を抜本的に変え、ピーク・ミドルの兼用方式（表 1）への応用を考えていきたい。



	運転方式	発電方式	設計の概念
現行	①	ピーク	燃料 FeO による仕事は、コンプレッサに CeH_6 と実炭 G_0H_2 に分配
	②	DSS	Daily Start and Stop
概念	③	タービンの能力	本来のタービンの能力は $T_0 = G_0 + C_0$ である。
HUNTORFF	④	CLEARST	夜に EaH_6 のエネルギーを受渡し、昼間は $C_0 = 0$ にすると、発電力は T_0 になる。
提案	⑤	CLEARST兼用	1つのプラントで①と②の2つの機能を果たし、稼働率向上、コストが低下。
	⑥	CLEARST運転	再生サイクルは、低負荷運転でも熱効率がかかる速い。
	⑦	連続運転	深夜の低価格時に、大量の電気を送り、発電力増強。
	⑧	断続運転	④と同じ。 ただし、 $f = 0$

(78) Design Concept of Underground Tank in Deep Soft Rock

(Panto Excavation System and Membrane—Heavy Liquid Structure)

—— Compressed Air Energy Storage - Gas Turbine Power system for Dispersed Energy Storage ——

Nasao HAYASHI

Central Research Institute
of Electric Power Industry

Preliminary design concept of underground tank using membrane and heavy liquid in sedimentary soft rock at the deep space is presented which will be followed by material research and the more detailed design.

Panto Excavation System is presented which is characterized by the pantograph principle and radial slitting and the succeeding tangential key trenches or key caves, rock bolt and succeeding concreting of Rib and Keel lining. This Panto Excavator will be tested.

Compressed Air Energy Storage combined with Gasturbine System with Regenerator and Intercooler will be feasible in energy situation in Japan. This feasibility should be supported by the above mentioned Tank and Panto Excavator.

5. 結 語

(1) 軟岩の地中に、柔構造の貯蔵タンクを建造するための技術的な可能性を岩盤力学の面から述べた。その経済性は、利用目的に応じて今後、評価していくことにしたい。技術としては、メンブレンと重液につき研究・開発を進めたい。

(2) 変断面で、大型の空洞掘削を目的とした Pantograph の原理による掘削機の考案を述べた。今後、試作と機能実験を積み重ねたい。

(3) 電力需要の多い地域に分散し易く、経済性の高いエネルギー変換技術として深夜電力による高圧空気の地下貯蔵と地上のガスタービン発電を組合せる方式を別途考えているが、上記(1)と(2)のシステムが応用可能と考えられる。

(4) この技術構想は、各種の大型地下タンク、建築基礎、貯槽基礎などにも応用できる。

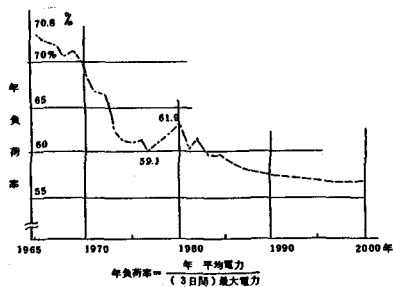
参 考 文 献

1) Haddenhorst H.G., Lorenzen H., Meister F. "Hochdruck-Erdgas Speicherung in Salzkavernen, Erdoel Erdgas Zeitschrift, 5/6, 1974.

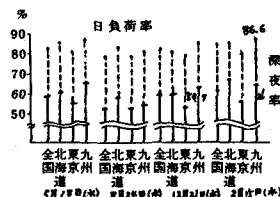
2) Schainker R, Nakhamkin M., Stange J. and Louis F "Turbomachinery Engineering and Optimization for C.A.E.S" Proc ASME, 1984.

3) 竹矢一雄 "レヒートガスタービン技術を応用した高性能新発電システム", 日本ガスタービン学会第3回特別講座, 1986.

4) 林 正夫 "深部の軟岩中での圧縮空気貯蔵—ガスタービン発電の可能性, 第17回システム総合研究所 講演会 論文集, 1986.



参考図1 電力設備の年負荷率



参考図2 日平均負荷率と深夜負荷率
(1983年)