

— スライドカット工法とエアドーム工法の構想 —

(14) 電力中央研究所 正會員 林 正夫

要旨：深さ600m程度に水没状態ではあるが10万㎡級のタンクが建造できるための基本概念を考えて見た。

結論は、7つの原則的思考方が必要のように思われる。：急結性の吹付け（正気室内）先行した連壁による仮巻き、重波の利用、正気空間での掘削、パンタグラフ掘削機、メンブレン型枠、耐水圧性の計測・監視装置などである。今回は先行した連壁のつくり方と急結性の吹付けおよび掘工応力を述べる。

1. 目的 従来利用できそうにない軟岩の深い地中を利用できる技術の在り方を探り、開発に資する。
2. 地質 湾岸の地下に多い堆積岩で一軸強度が50 kg/cm²ないし100kg/cm²程度。
3. 設計の基本概念

1) 外周の連壁掘削を先行させる：仮巻きか本巻きとして、泥水掘削中の逸水現象を阻止することとし、応力制御のために、それは効果が大きい。その工法として、さきに曲り掘り、今回CSS工法を試みに述べた。いずれが良いかは、今後の課題である。2) 大掘削は圧気エアドーム内で行う：水和・崩壊は圧気空間なら、水没露出空間よりかなり少ない。気密性は急結吹付けを圧気空間で行って確保する。3) 重液圧で圧気する。重液比重はほぼ1.5が必要である。泥岩のクリープは局所安全係数2.0を維持することによって阻止する。前提として、気密－水密が一次、二次の吹付けと、メンブレンで保証される必要がある。4) 大口径の広幅掘削：立坑径の6～7倍の広幅空間は、従来のボーリング方式では不可能で、たて溝掘りを主とする仮称「パンタグラフ方式」なら可能であろう。5) 排土効率：従来の「エアリフト」では、未だ非効率であり、別途の方式の開発が必要と思われる。6) 自然に発生するプレストレスコンクリート掘工：外周の連壁が完成の後、内部の掘削を進めると掘工はプレストレスされる。その量は、先行させる中掘り掘削量により加減する。エアドーム工法の場合は、重液比重で加減できる。7) 高い水圧と気圧の下での計測・監視・制御：工事中と完成後ともに、位置、間かく、方向、距離、密度、破壊の兆候、温度、圧力、加速度、変位、ひずみ、水質、形状、動力、その他、すべて無人操作としての信頼性の実証を要する。

4. 曲線レールースライドカッターセグメントコンクリート工法

(Convex Rail-Slide cutter-Segment concrete)

目的：連続的に中壁をつくる概念を探ってみる。

動作原理：表1および図1、図2、図3、図4

表1 CSS工法の利点

動力 レール部をエヌアツト とした者の組により、 レールの目付(ホム)が水 流よりレール面押込 た状態。ヌイドカッ タによりレール面が 力によりレール面を たてて押さへて置く 作用	動力方向の制御 レールの間の固定ジョ スト、間隔(スパン)が デスノカッチ、ホム ノズル(ホム)を流す に、力(電圧)を付与 する	積上の手順 積上するものの順序を積上 し、エヌアツトに積上 してしまふ。積上する 順序ごとの積上と積上を 実行させる
力によりレール面を たてて押さへて置く 作用	動力力(電圧)の制御 レール間の固定ジョ ストに力(電圧)を付 与してレール面を流 す作用	レールの間隔(スパン) 永続的(積上)と手動とは 浮体(積上)と、手動の 能力を減らす
動力方向の制御 動力力(電圧)の制御	力(電圧)の制御 力(電圧)の制御	積上の手順 積上するものの順序を積上 し、エヌアツトに積上 してしまふ。積上する 順序ごとの積上と積上を 実行させる

21 Copying Ball & Slide Cylinders

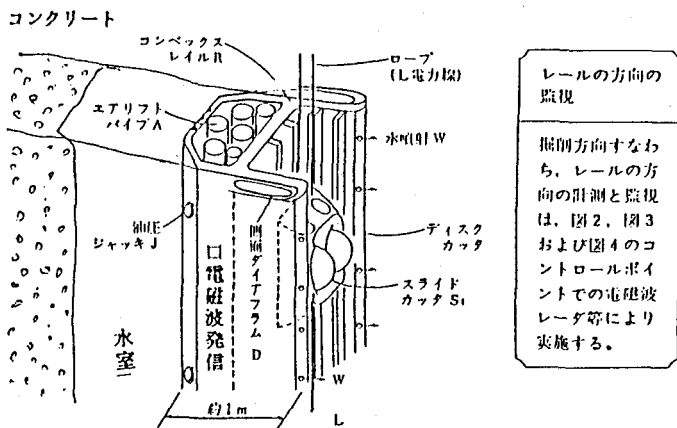
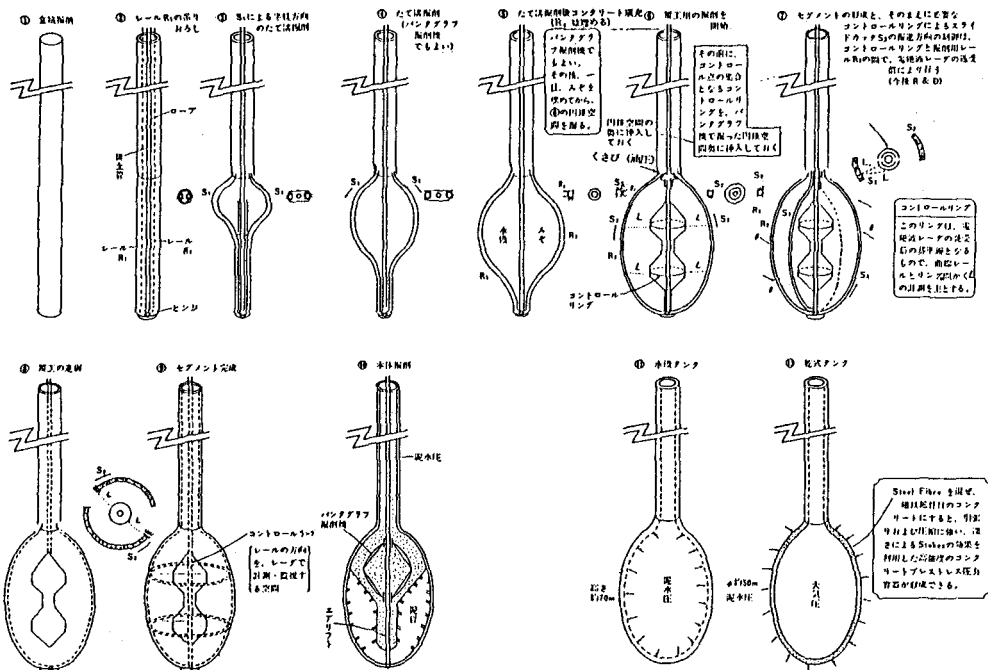
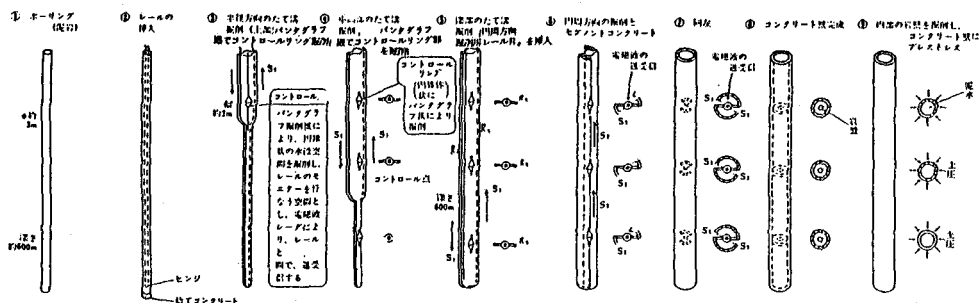
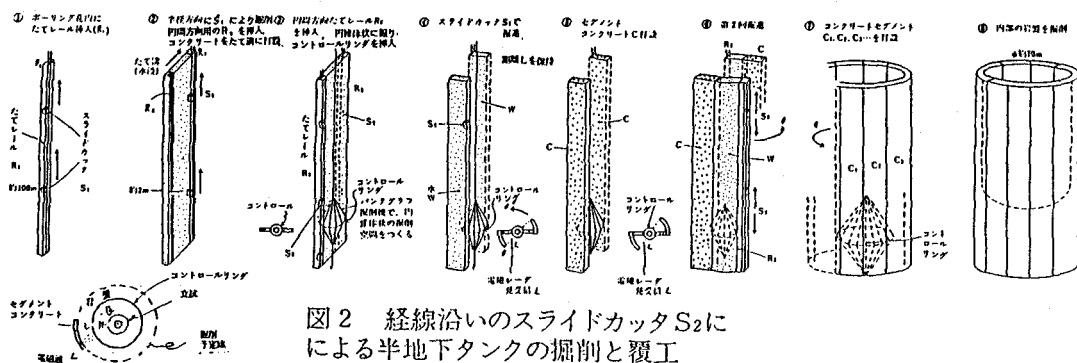


図1 Convex Rail & Slide Cutter



3 教

表 4 掘削と掘工のタイミングと重液の密度

[illegible]

地盤状態	コンクリート	梁
1 軸径 $q_a = 50 \text{ kg/cm}^2$	300	—
内径径間 $\phi = 10'$	30'	—
変形係数 $D = 5,000 \text{ kg/cm}^2$	200,000	2,100,000
ポアソン比 $\mu = 0.4$	0.2	0.3
単位重量 $\rho = 1.8 \text{ g/cm}^3$	2.4	—

註：物産の非線形折は筆者らの
data 法によつた。

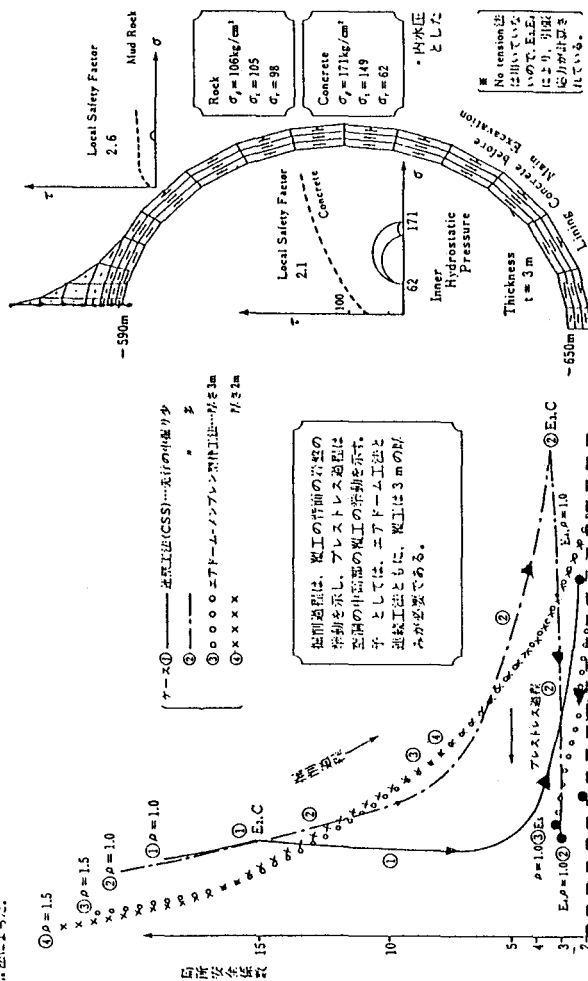


図6 応力と局所安全係数
(ケース①)

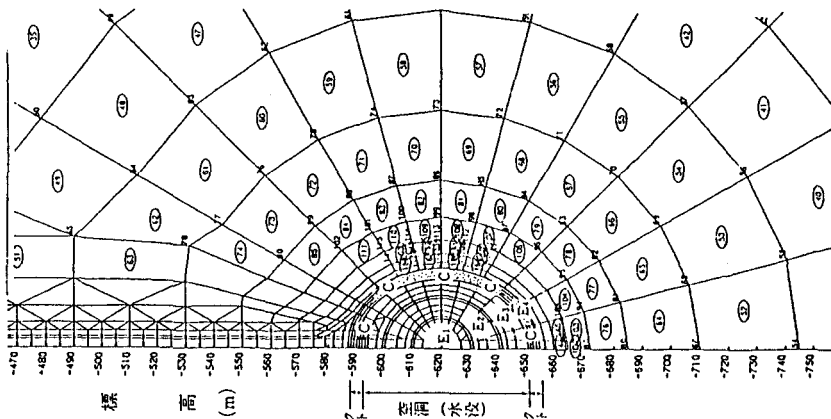
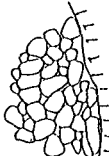
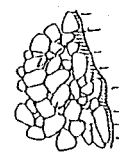
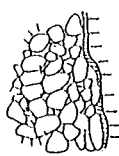
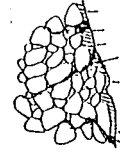
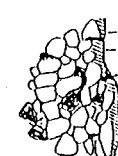


図5 掘削E₁, E₂, E₃, E₄と覆工C

図7 掘削一覆工一重液の比重低下による変位と局所安全係数の変化の解析〔予二段階〕

現象	断面図	状況	設計と施工	実録
① 掘削		切羽地圧の増加、起るの緩み、水の発生。	掘削水に重晶石の治砕末を混ぜ、比価1.2~1.5の量を注ぎ、10kg/m ² の平均圧をかける。必要に応じて、掘削機で、できるだけ平滑な岩盤掘削面を形成する。	泥水量1.5程度は、とくに困難ではない。 関係をつづける。
② 支面の水和		混合型、むき出し、イロ等には、腐けき水の浸透が強く水を致し、膨れ上がり、イオン結合が壊れる。	泥岩の水和に対する安定性はX線回折、Shale Stability Indexテスト、横断切片透過率テスト等により調べる。	泥岩の水和を抑えるには、調整水、急凍水付け、および外国産塩化ナトリウムがある。
③ 凍結水和水		泥岩中の水分遷移が凍結中のその層より高いと泥岩中に凍結中の水分吸い込まれ、逐次に凍結。	凍結水は塩分濃度の高いサリール一部分子系、加ナリール系、油中水溶液等から構成している。	凍結水の要領 1930：ウパイト石 1930：低熱、重晶石 1930：Liイオン、石膏、炭素、石炭一酸化炭素、石炭二硫化物
④ 間隙水上昇の弊		掘削圧が増げき水より高いと、泥岩中に重晶石の水が吸い込まれ、凝縮が起る。	凍結水の過性昇圧は、APF則はおおむね高温高圧の地下水は凝縮等により、行う。	1930：ウパイト石、炭素、石炭一酸化炭素、石炭二硫化物
⑤ 凍結液量		①、②、③が原因となり、コールドビーム、スライム、ケガが出来る。		1970：ウパイト一部分子系
⑥ 掘削		①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭、⑮、⑯、⑰、⑱、⑲、⑳、㉑、㉒、㉓、㉔、㉕、㉖、㉗、㉘、㉙、㉚、㉛、㉜、㉝、㉞、㉟、㊀、㊁、㊂、㊃、㊄、㊅、㊆、㊇、㊈、㊉、㊐、㊑、㊒、㊓、㊔、㊕、㊖、㊗、㊘、㊙、㊚、㊛、㊜、㊝、㊞、㊟、㊠、㊡、㊢、㊣、㊤、㊥、㊦、㊧、㊨、㊩、㊪、㊫、㊬、㊭、㊮、㊯、㊰、㊱、㊲、㊳、㊴、㊵、㊶、㊷、㊸、㊹、㊺、㊻、㊼、㊽、㊾、㊿	むき出しの中の内イオンのときはLiイオン、Hイオンのときに酸ベセチル代は認められる。	
⑦ 間隙水上昇の弊		水が渠へ奥へと吸い込まれ、ケーシングが飽和してやすくなる。	泥岩中の黄鉄鉱は水の中の酸素と反応して硫酸をつくばせ、硫酸は他の鉱物を溶かし、風化する。	

[illegible]

(59) Feasibility Study of Large Submerged Cavern in Deep Soft Ground
— Convex rail-Slide cutter-Segment concreting Method and
Compressed Air Dome Method —

Masao HAYASHI
Central Research Institute of
Electric Power Industry.

Summary : Advanced design concepts of underground submerged spacing are presented in order to overcome the successive collapse of excavated surface caused by the osmotic hydration of sedimentary rock during the excavation. The first proposal is the compressed air dome during the excavation which can prevent the creep of the space. The surface will be rapidly blown by the quick hardening Urethane resin, silicate or resin mortar which are using in the tunnelling. Heavy mud water will be used for pressurizing the cavern. Another design concept is the preceding wall construction just before the main excavation of cavern. The Robot technology is considered by means of slide cutting along the convex rail which is installed in the radial slot of the cavern. Circumferential slot just behind, the rail will be placed by concrete. The rail will be proceeded by the pressure difference between the hydraulic back pressure of rail and front one of excavating space in air lifting water.

Research and development of both methods will be carried out in the near future in laboratory experiment and field demonstration in small scale. Practical purpose of this study is the energy storage for gas turbine power generation of compressed air and super conductive electricity.

5. エアドーム工法における掘削面の崩壊防止の考え方 (表 2)
6. 掘削の応力と変形および周辺岩盤の崩壊安全係数などの予備的な解析 (図 7)

むすび この試論は、今後、要素実験を経て、小型の真正実験のための部分として提案した小論である。地中開発のために、参考になればと思い、発表する。おそらく、もっとよい方法が次々と生れて来るであろうから、そのための一助になれば幸いである。最後に、電力中央研究所の堀・国生・北野・藤原・緒方・本島 (殿)・西および新氏らはじめ、多くの方々、さらに討議をいただいているゼネコン・メーカーの方々に厚くお礼を申し上げる (1988年1月3日)

参 考 文 献

- 1) 沖野文吉 "ボーリング用泥水" 技報堂 1981
- 2) 千木良雅弘 曾根賢二 "泥岩の化学的風化のメカニズム" 電中研報告, U87040, 1987
- 3) 三浦, 芋田, 山本 "山岳トンネルの新技術 (ウレタンの吹付け)" トンネルと地下, 1987-7
- 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", (社) システム総合研究所, 第17回「地下空間の開発と利用」講演会 論文集, 1986年12月
- 5) 林 正夫: "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-重液方式の構想の概念) — 第19回岩盤力学シンポジウム, 土木学会, 1987年2月
- 6) 林 正夫: "圧縮空気貯蔵-ガスタービン発電システム" — 深部の水没式タンク・炭坑利用など — 土木学会 誌 1987-3
- 7) 林 正夫: "深部地中エアドーム-被圧水面-掘削メンブレン-重液工法" の技術構想, 土木学会 第42回年次学術講演会-昭和62年9月
- 8) 林 正夫: "圧縮空気貯蔵-ガスタービン発電の新しい可能性" — 電力貯蔵-変換率は超電導に匹敵・高い付加価値・ピークとミドルの兼用発電-火力・原子力発電技術協会, 昭和62年度大会 講演集, 1987-10-15
- 9) 林 正夫: "圧縮空気貯蔵-ガスタービン発電の新方式 (構想) — 超電導に匹敵する電力貯蔵変換率・深部の軟岩に圧縮空気貯蔵タンク・高い付加価値 —, 第7回 岩の力学連合シンポジウム, 1987-12-1
- 10) 江沢一明, 伊藤達男: "電磁波利用による地山探知装置の開発" 土木学会 第41回年次学術講演会 — 1986年11月