

学会活動から

都市型 CAES 実用化調査委員会の調査報告の要旨

都市型の CAES および重泥水による高密度エネルギー貯蔵に関する

実用性調査報告 2003年 3 月

地盤工学会都市型 CAES 実用化調査委員会

1. 目的 電力の負荷平準化と CO₂ 対策の一つとし、火力発電所などでの圧縮空気貯蔵 CAES の技術は、図 1-D に示すように本邦では経済産業省予算でトンネル覆工式が砂川で、電力中研では図 1-E のトンネル水封式が神岡で 2001 年に気密性をそれぞれ実証した。本学会ではそれらに相当する数百 MW 級までの図 1-F の重泥水作動トンネル型 CAES の場合と、都市に多い軟岩での立地を期待し図 1-B の重泥水作動方式ジオドームの場合を研究する。そして、小型の CAES の気密実証を文部科学省に申請するに先立ち、調査・研究部所管で実用化課題の事前評価を試みた。

2. 着想 重泥水を比重 2 以上の高比重水頭圧とし、下部 CAES タンク内に満たしタンク周辺の不連続面を目詰め材で目詰め後、プレスプリングラウトし、ベントナイト泥水の界面活性力と遅延固化材などの作用で逸泥防止を図り、その液密圧水準より低い気密圧で CAES 運転をすれば、長期に気密運転が可能との着想に関し、まず逸泥試験器で、ついで神岡の硬岩トンネルで部分的に 1997 年に部分的に財団法人リング振興協会プロジェクトで実証した。今回は軟岩でその気密限界試験を計画し、実用までの各種課題を抽出した。

3. ニーズ 高密度エネルギー貯蔵として圧縮空気貯蔵 CAES から始め、その成果を見て常温天然ガス圧縮貯蔵 CGES・常温 LPG/DME 貯蔵、さらに将来は火力炭酸ガスの地中固定などを構想とする。

4. 各種予備実験 今回の報告書に付属資料として“CAES に利用する重泥水の諸性質と対策”と題し、以下の予備の実験成果を要約した：重泥水の配合／コロイドの分散・凝集／粘性抵抗／管路圧力損失／重泥水頭圧の長期の安定性の計測／重泥水の液密後の気密性の基礎実験／神岡での重泥水の気密実証試験／硫酸バリウムによるガスタービン翼の高温腐食性試験結果／重泥水の安定性実験／CAES システムにおける重泥水の分離沈降現象と防止対策／シャンペン現象予防のシリコン油膜の効果などを収録した。

5. 実用に至るまでの実証研究課題：A～I

A 立坑下の空洞周辺領域での超過液密後の気密限界を小型現地実証する。

B 重泥水タンクに鋼製送気管から送圧した圧縮空気に混入した鉄錆によって、重泥水が CAES 運転時に分

離するヘテロ・凝集沈殿の傾向が最近の予備研究段階で判明した。重泥水のこの分離防止の対策は送気管路系をステンレスなど防錆設計にすることで原則的に可能だが、詳しくは CAES 運転で繰り返されるタンク坑壁に付着する溶存酸素の影響が蓄積する重泥水分離現象を現地研究する必要がある。この重泥水分離対策はコストアップ要因である。

C 夜間電力による CAES の遠心コンプレッサ運転時に反動的に出る排熱を熱水貯蔵か、蒸気にしアンモニア吸収冷凍機で氷蓄熱すると、都市エネルギーとして高効率ガスタービン発電が期待できる。地盤工学会では今後、都市エネルギーとなる熱水貯蔵の地中タンクのプロジェクト等において実証研究を蓄積する。

D 軟岩での水没掘削機械掘削によるジオドーム工法を検討しシステム工学的課題が抽出された。軸掘り径 3 m に対し掘削径 10 m を設計目標とし、掘削深度は 100 m から 600 m 程度を対象に設計された。今後小型から次第に大型に実用化が期待できる。

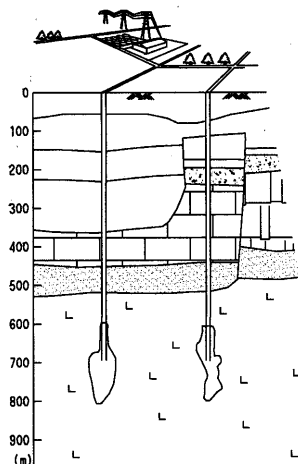
E ジオドームタンクの長期安定性評価のため、弾・粘塑性解析法と遠隔計測技術の実証を行う。その手始めのシステム解析が開始された。

F 地方分散型の極低温空気分離器 (Cryogenic Air Separation Unit) により液体酸素・窒素など産業ガス生産には、2MW CAES を併設し、夜間電力だけで ASU 工場は年間連続生産を経済的に行う期待が ASU 側から語られた。それによると CAES のコストは現在のコストの半額程度にまで減額が期待されており、厳しい状態である。付加価値を含めて、予備研究を積む必要がある。

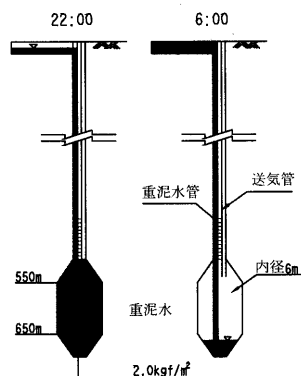
G 天然ガス圧縮貯蔵 CGES。常温貯蔵 LPG/DME 等の地方分散貯蔵は将来の分散型水素サービスセンタ構想の支援技術となる。硬岩でなくても軟岩での立地可能性をジオドーム技術により現地実証する。しかし CAES と異なり、燃料貯蔵の場合は気密膜を装着し固化させる気密信頼性向上技術の実証が必要になる。これら高圧燃料課題は専門学協会に協力する立場とする。

H 地球温暖化対策に火力排煙を純化し、CO₂ を超臨界圧以上の立坑内圧で準液体化し、貯蔵後浸透流速の場で亜炭層メタンと置換し、燃料生産技術にも国が着手する。従来の約 1 000 m 深さで行う超臨界液化後に浸透流の場を形成する技術に比べ、重泥水頭圧活用のジオ

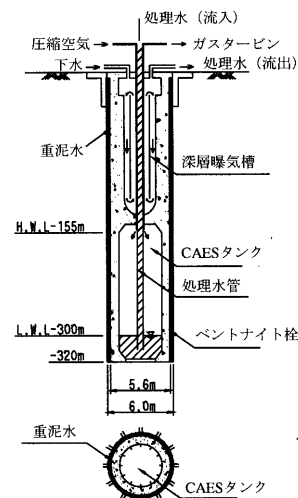
A 岩塩層でのCAES
独 Huntorf 1982
米 Alabama 1992



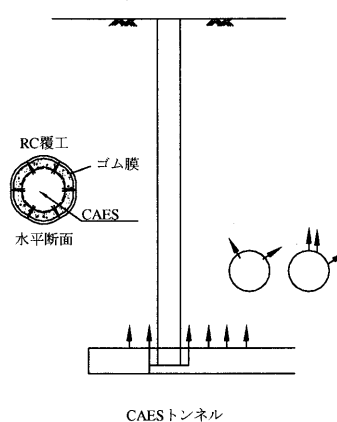
B 岩塩層での重泥水作動型
ジオドームCAES



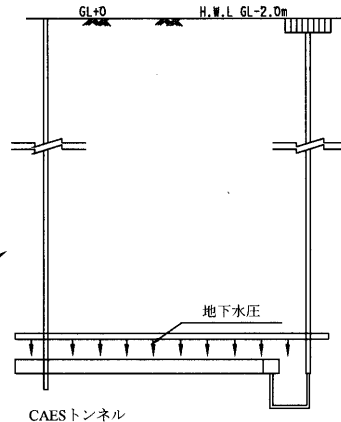
C 下水処理用深層曝気層と
電力貯蔵用 5000kw
重水頭圧でプリストレスしたコ
ンクリート円筒、ISRM、1995



D 鉄筋コンクリート覆工と気密
ゴム膜内装のトンネル型
CAES、経済産業省、新エネ
ルギー財団、電源開発(株)、
2002、砂川



E 硬岩での水封方式の
CAESトンネル、神岡鉦
山にて実証完了、2002
年、電力中研



F 硬岩での重泥水作動式の
CAESトンネル、1998、神岡鉦
山にて (財)エンジニアリング
振興協会、ISRM、1998年

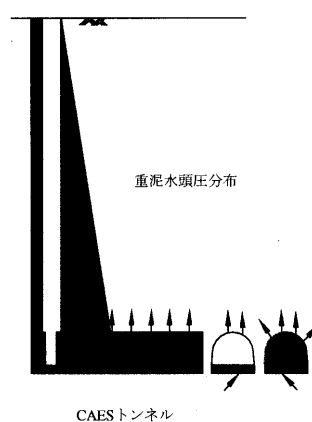


図-1 CAES における圧縮空気の貯蔵

ドームなら、500 m 以深の浅い領域も活用が期待できる。将来課題としては超臨界状態ジオドームの機能の実証が上げられるが、専門学協会の意向を尊重しながら協力する。

I 都市型 CAES の付加価値の現状認識: 1) 下水汚泥のメタン発酵を CAES の排熱とガスタービン発電から出る CO₂ によって促進する夜間電力利用 CAES+GT システムは軸エン振協でシステム研究の成果が得られたが、夜間電力貯蔵用 NaS 電池の大量生産によるコスト低下戦略が先行して実用化に成功しつつある。2) 小型 CAES GT の下水用システムの研究開発を手がけてきた IHI チームは商用化に至らず2002年に解散した。3) 廃坑を CAES にと地盤工学会は提唱してきたが、重泥水のヘテロ凝集の対策が必要なのが最近判明し、経済

性の課題が増え実用化がやや遠のいた。4) CAES タンク立て坑は海水淡水化の省エネ技術に活用できるが CAES そのものが未だ実現していない。

6. 電力の需要と供給 本邦は製造業の海外移転の動向・広域送電力融通システムの増強・電子産業化・節電協力工場システム・節電の生活意識向上等で、電気事業の発電設備は過剰気味である。さらに原子力の社会復帰・安い燃料と老朽設備活用の IPP 火力・NaS などの補助金政策による実用化促進も進み、予備力強化が進む動向にある。

7. 報告書の目次/分担/調査の総括 (林 正夫委員長)/1 章 調査目的(太田秀樹副委員長(東工大教授)・梶 修幹事長(大成建設)/2 章 ニーズ調査(太田・梶・小沢啓明(東電)・新實佳朗(中部電)・大江一也

学会活動から

(関電)・下河内隆文(竹中工務店)・小出 仁総括委員(早大客員教授) 蔣 宇静(長崎大)／3章 気密機能(龍岡文夫総括委員(東大教授)・中田雅夫(三井建設)／4章 ジオドームの施工性(建山和由総括委員(京大助教授)・高橋 弘(東北大助教授)・櫻田 稔(旭エン지니어リング)／5章 ジオドームに関する解析検討(岡二三生総括委員(京大教授)・飯塚 敦(神戸大助教授)・伊藤文雄(大成建設)／6章 気密機能に関する実証実験計画(龍岡・新 孝一(電力中研)・横山幸也総括委員(応用地質)・櫻田)／今後の課題(林・吉福司(日建設シビル・西村博之(テルナイト)・杉嶋敏夫(中央復建)／巻末付属資料 西村・四元(産総研)・林・中田)

8 結論 1) 電力設備の構造改革的な予備力強化策が充実に向かう動向から見て、重泥水作動方式のCAESは未体験技術課題が多いので、相対的にニーズは低いと考えるが、企業化グループが明確化した時点においては実証研究委員会を構築する方針とする。

2) 重泥水利用による高密度燃料貯蔵と炭酸ガスの地中固定に関しては主導する学協会の活動に協力し、パー

トナーとなる企業化グループが明確化した時点で、地盤工学会の対応を検討する。

3) 本調査委員会は平成15年3月で終了し、報告書と付属資料は学会に保管し会員の閲覧に供する。

参 考 文 献

- 1) 都市型 CAES 実用化調査委員会報告書：“都市型 CAES 及び重泥水による高密度エネルギー貯蔵に関する実用性調査報告”及び付属資料，地盤工学会，2003年3月．
- 2) 林 正夫：環境に多機能な都市型 CAES の構想研究（その1とその2），電力土木，281号と282号，1999年．
- 3) 財団法人エンジニアリング振興協会，地下利用技術研究センター：重泥水により作動する高出力 CAES に関する調査研究報告，ENAA GEC 1997, F1 1998．

(原稿受理 2003.9.30)

(文責：林 正夫(はやし まさお 委員長・財元 東海大工学部教授，財電力中央研究所 名誉研究顧問)，太田秀樹(おおた ひでき 副委員長・東工大教授)，梶 修(かじ おさむ 幹事長大成建設株式会社土木営業本部長))

近 着 の 市 販 雑 誌 か ら

○舗装 2003. 10 (建設図書)

特集 性能規定発注

舗装の性能規定・総合評価落札方式発注の現状と今後 横地 和彦
JHにおける性能規定発注の現状と課題 岩崎 洋一郎ほか2名
連載企画 都市環境改善に向けた道路・舗装の新たな取組み
基調論文 並河 良治

○土木技術 2003. 10 (土木技術社)

特集 土壌汚染対策

土壌汚染対策法と今後の課題 中杉 修身
土壌汚染対策法に係る技術的事項 三木 博史
建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版)
恒岡 伸幸ほか2名
建設現場で遭遇するダイオキシン類汚染対策マニュアル(素案)
森 啓年ほか2名

○土木施工 2003. 10 (山海堂)

特集 下水道の新たな可能性

大規模開発における再生水利用下水道事業

—東京都下水道局—

福村 省三

PFIによる改良土プラント事業への取組み

—横浜市での下水汚泥焼却灰の有効利用—

脇本 景

特定都市河川浸水被害対策法の概要

石井 宏幸

トビックス 民間技術力を活用した総合評価方式入札の導入

—隅田川に架かる蔵前橋耐震補強工事—

野村 俊夫ほか1名

小特集 史上空前の土木工事 三峽ダム

巨大第二期仮締切ダム工事—長江科学院の資料を基に—

米倉 亮三ほか1名

○基礎工 2003. 10 (総合土木研究所)

特集 中国・四国地方の地盤特性と工事例

総説 中国地方の地盤と基礎工

宮崎 祐助ほか2名

総説 四国の地盤特性と基礎工

山上 拓男

総説 四国地方の地盤と地震被害・対策

野田 茂

報文 本州四国連絡橋における基礎地盤

河口 浩二

新 入 会 員 (10月総務部会承認)

正 会 員

鈴木 俊一 大成建設㈱エンジニアリング本部
石井 清 清水建設㈱技術研究所社会基盤技術センター
篠原 雅人 ㈱日本建設機械化協会施工技術総合技術研究所
天野 正道 ㈱ブリヂストン土木海洋商品開発部
黒田 清一郎 独立行政法人農業工学研究所造構部
先名 重樹
藤田 豊 清水建設㈱電力エネルギー本部原子力技術部
白石 哲 日本工営㈱福岡支店技術部第6課

学 生 会 員

陳 英 芝 岐阜大学大学院工学研究科土木工学専攻
喜 多 佑 介 東京大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻
神 谷 智 康 京都大学大学院農学研究科
国 吉 真 文 琉球大学農学部生産環境学科

特 別 会 員

4級 三信建設工業㈱九州支店
福岡市中央区大名1-8-20 大名クリエイティブビル