

VI-175

水封方式の圧縮空気地下貯槽への適用性に関する検討

中部電力 正 奥田宏明 近藤久雄 神山 博
清水建設 正 ○米山一幸 八田敏行 西崎晶士

1. はじめに

現在、我が国で検討が進められている岩盤内空洞を利用した圧縮空気地下貯槽は、気密性確保の方法により水封方式、ライニング方式に分けられる。水封方式は、石油地下貯蔵などですでに実績があるが、CAESのように貯蔵圧が数十 kgf/cm^2 に及ぶ高圧貯蔵については、現在のところ適用された例がない。本報告では、中部地域内に想定したサイトにおいて水封方式CAES貯槽の概念設計を実施し、CAESにおける水封方式の適用性について検討を行った。以下に結果を報告する。

2. 水封方式圧縮空気貯槽の概要

水封方式圧縮空気貯蔵では、高い貯蔵圧に匹敵する地下水压を貯槽周辺に確保する必要があるため、一般に、貯槽は地下数百mの深部に設置される。このため、貯蔵方式としては、地表部から供給される置換水の水頭圧により一定の貯蔵圧を確保する定圧方式（水置換方式）が有利と考えられている。定圧方式の圧縮空気貯蔵施設は、地下貯槽、地表貯水池、地下貯槽と発電プラント・貯水池を連絡するシャフトによって構成され、概念設計においては、これらの各構成要素の構造を検討する必要がある。

3. 設計条件

表-1、2に、圧縮空気貯槽の基本条件および地盤条件を示す。本検討では、比較的大規模な空洞の構築が可能な硬岩を建設対象とし、名古屋北部に広く分布する花崗岩地域内に立地を想定した。

4. 地下貯槽の設計

(1)地下貯槽の設計 本検討では貯蔵圧を 60kgf/cm^2 に設定したため、貯槽の設置深度は 600m となった。貯槽の構造・配置は、圧縮空気貯蔵における機能性、施工性を考慮して設定し、有限要素法弾塑性解析により力学的安定性を確認した。

(2)水封機能の検討 (1)で設定した貯槽構造のもとに有限要素法による浸透流解析を実施し、水封機能の検討を行った。気密条件は、中川ら¹⁾が提案した「貯蔵気体内圧が貯蔵用空洞天端での静水圧より小さいこと」を基準とし、地下水位変動に対する安全性を考慮して設定した。これにより、本検討では人工水封方式を採用し、浸透流解析により効果的な水封ボーリングの配置を決定した。

(3)シャフトの設計 シャフトの設計では、水・空気の導管という本来の機能の他に、貯槽建設時における作業立坑としての機能性、過去の施工実績、シャンパン現象などを考慮して構造を決定した。ここでシャ

表-1 基本条件

発電出力	350MW
発電時間	7時間
貯蔵時間	7時間
貯蔵圧力	60kgf/cm^2
貯蔵容量	$190,000\text{m}^3$
貯蔵方式	定圧方式
気密方式	水封方式

表-2 地盤条件

地層構成	密度 (t/m^3)	変形係数 (kgf/cm^2)	粘着力 (kgf/cm^2)	内部摩擦角 ($^\circ$)	透水係数 (cm/s)	地下水位
G.L.						
D級	2.1	2500	5	20	1×10^{-4}	GL-30m
-30m						
C ₁ 級	2.3	20000	10	30	1×10^{-5}	
-50m						
C ₂ 級	2.5	20000	20	30	5×10^{-6}	
-100m						
C ₃ 級 ~B級	2.5	50000	40	40	1×10^{-6}	
-600m						
B級	2.5	50000	40	60	1×10^{-6}	

ンパン現象とは、高圧の貯槽内で置換水中へ溶解した空気がシャフト内で気泡となって析出する現象で、これにより貯蔵圧と水頭圧の間に不均衡が生じ、最悪の場合には貯蔵空気のプロアーアウトが生じる。シャンパン現象についてはいくつかの対策が提案されているが、本検討では、シャフトにUベンド部を設けることにより圧力の不均衡を低減する方法を採用した。設計においては、溶存空気が100%気泡となった場合のシャフト内の圧力状態を考慮し、プロアーアウトを抑制するのに十分なUベンド長を設定した。

4. 設計結果および考察

図-1に水封方式貯蔵施設の設計結果を示す。浸透流解析により求められた水封ボーリングへの給水量は最大時で63ℓ/minであり、水封方式による圧縮空気貯槽が技術的、経済的に可能であることが示された。なお、今回の検討では人工水封方式を採用したが、CAESでは燃料貯蔵のような厳密な気密性が必ずしも必要でないことが指摘されており、気密条件の緩和により自然水封方式の適用も十分可能と考えられている。

本報告は、中部地域におけるCAESプラント成立の可能性評価に関する検討の中間報告である。今後は、ここに示した基本設計に基づき、建設時・稼働時における経済性を考慮し、水封方式CAES成立可能性について総合的な評価を行う予定である。

参考文献 1) 中川加明一郎，駒田広也，宮下国一郎，村田満：岩盤内圧縮空気貯蔵空洞からの漏気防止条件，土木学会論文集，第370号，pp233-241，1986

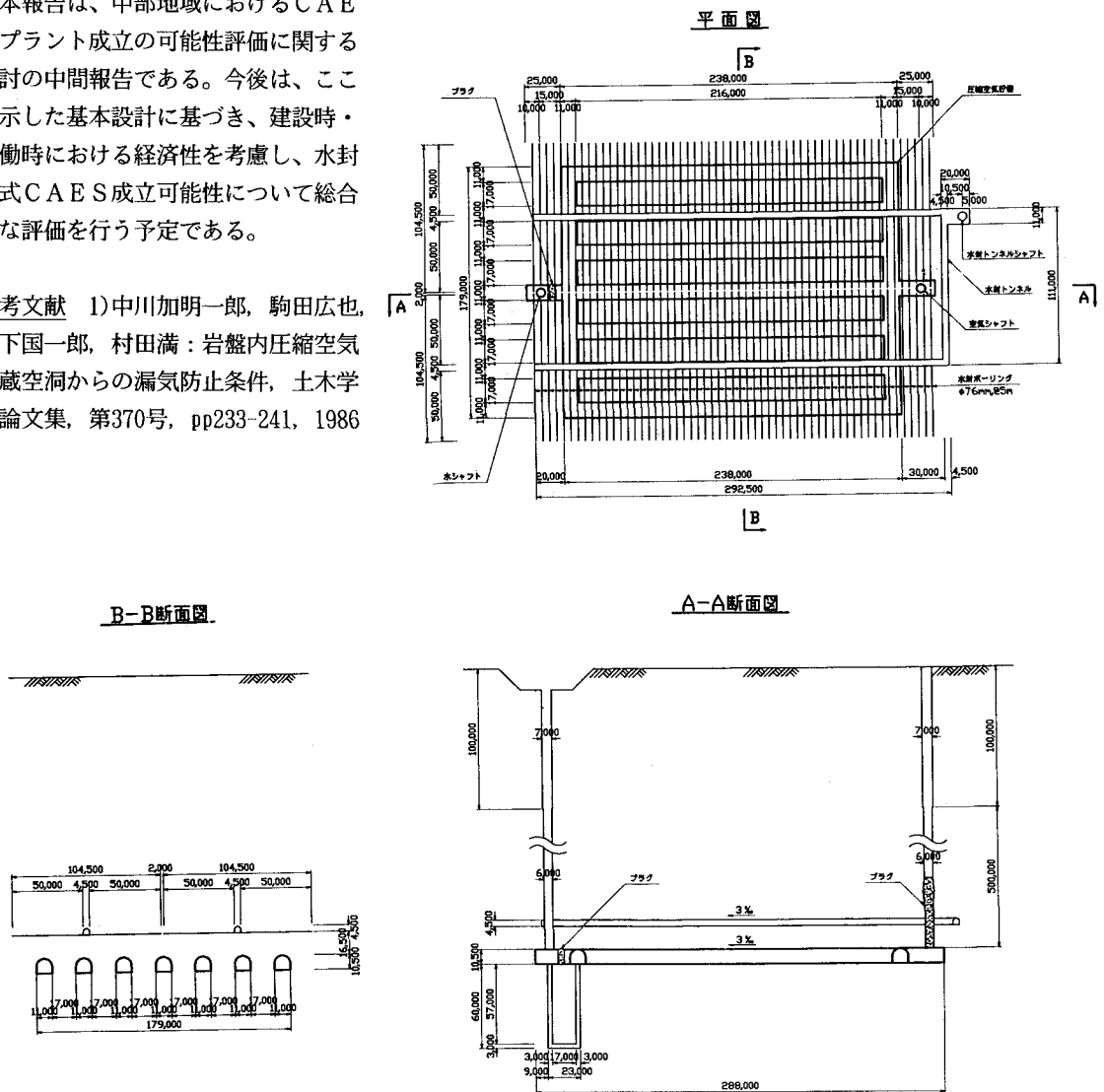


図-1 水封式圧縮空気貯蔵施設の構造