

氏 名	う え で か ず お 植 出 和 雄
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3729 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	原 油 岩 盤 タ ン ク の 水 封 機 能 評 価 技 術 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 青木謙治 教授 花崎紘一 教授 齋藤敏明

論 文 内 容 の 要 旨

岩盤空洞周辺の地下水の作用により漏油・漏気を防止する水封式岩盤タンクは、北欧等では良好な岩盤条件のもとに多くの実績を有している。地質の複雑な我が国において、岩盤タンク方式の石油備蓄基地が初めて建設されて以来10年余にわたる操業期間が経過した。この間、各サイト特有の地質・岩盤水理条件下で多くの計測結果が蓄積されてきた。

本論文は、原油岩盤タンクの安全な操業上の必須条件である水封機能評価システムの構築を目的とした研究成果をとりまとめたもので、序論及び結論を含め6章から構成されている。

第1章は序論であり、水封式岩盤タンクの操業・維持管理における水封機能評価の重要性を論じ、本研究の目的と内容の概要を記述している。

第2章では水封式岩盤タンク的设计思想を要約し、特に操業時におけるタンク周辺岩盤の水理挙動を適確に把握することの重要性を示すと共に、計測管理と水封機能の解析を体系化した評価システムの構築についてのアプローチの方法を明らかにしている。

第3章では岩手県久慈、愛媛県菊間、鹿児島県串木野の各備蓄基地における10年間の操業に伴う地下水関連の膨大な計測結果を要約し、降雨量の経年変化、オイルイン後の外的要因特に地震による変動に注目し、地下水変動モデルの特性化を試みている。この結果に基づき各基地に特有の岩盤タンク周辺の地下水水理挙動の特性を抽出し、水封機能評価に適切と考えられる各種の水理パラメータの適用性を分析し、地下水涵養量、タンク湧水量、周辺地下水位の3つのパラメータが重要であることを明らかにしている。

第4章では、上記の3つの水理パラメータの水封機能評価指標としての普遍的な適用性に関する詳細な検証を行なっている。まず降水量の長期に亘る変動に着目し、地下水涵養量、タンク湧水量、地下水位の3者の相関を3次元地表・地下水流結合型陸水シミュレーション手法を用いて分析している。さらに、3サイト特有の水理挙動をモデル化するため、上記のパラメータ相互について多変量自己回帰分析を行ないMAR (Multivariate Auto Regressive) モデルによる相互影響の度合いを検討している。

以上の結果から3つの水理パラメータのうち地下水位の変動が水封機能を評価する上で主要な評価要因となることを定量的に明らかにしている。

次に、3サイトそれぞれについて、岩盤タンク周辺の水収支に着目した岩盤水理モデルの構築を試み、地下水の水質に関する主要化学イオンの多成分分析、同位体分析によって透水経路、涵養源の推定を行なうと共に、ジオトモグラフィーによる地質構造の調査結果を加えて岩盤水理モデルを構築し、実測結果によってその妥当性を検証している。さらにこのモデルを用いて降水量の長期変動を確率的に考慮した地下水シミュレーションを行ない、岩盤タンク周辺の地下水流動形態を適確に評価できることを実証している。

さらに、10年間に亘る岩盤タンク近傍での地震観測結果に基づき、地震時の岩盤タンクの力学的安定性、水理学的安定性についての照査を行なっている。その結果、地震時の間隙水圧計測記録から岩盤タンクの地震時挙動を解析し、串木野サイ

トにおいて計測された最大地震時（平成13年，芸予地震）においても岩盤タンクの力学的安定性に対する影響は無視し得るレベルであることを確認している。また地下水圧，湧水量は地震発生の前後で変動するものの，各サイト毎の岩盤の構造と地下水涵養量に応じた回復過程を示すことを明らかにしている。

第5章では地下水涵養量，タンク湧水量，地下水位という3つのパラメータを水封機能の評価のための主要なファクターと位置付け，各基地に対する水封機能管理システムを提案すると共に，地下水シミュレーションにより各パラメータの変動許容範囲と管理基準を設定している。これらの基準値の妥当性を過去の実測結果によって検証し，将来に対する操業管理システムとして提案している。

第6章は結論であり，本研究により得られた結論を要約すると共に，今後の岩盤タンク等同種の岩盤構造物の設計，操業管理に対する展望について言及している。

論文審査の結果の要旨

岩盤空洞周辺の地下水の作用により漏油・漏気を防止する水封式岩盤タンク方式での石油備蓄基地が，我が国に初めて建設されて以来10年余にわたる操業期間が経過した。さらに，液化石油ガスの岩盤タンク，圧縮空気貯蔵による発電施設の建設などが具体化しつつある。

本論文は，国内3カ所の石油備蓄基地の岩盤タンクについて，岩盤内地下水の水理挙動の計測結果を分析し，合理的な水封機能の長期安定性評価システムの構築を目的とした研究成果をとりまとめたもので，得られた主な成果は以下のように要約される。

- (1) 岩手県久慈，愛媛県菊間，鹿児島県申木野の3基地における岩盤タンク周辺の地下水挙動を詳細に計測し，各サイト毎の地下水挙動の特性を抽出すると共に，3次元地下水シミュレーションにより岩盤タンクの水理モデルを構築し，長期的な水理挙動の評価モデルとしての妥当性を多くの実測データにより検証した。
- (2) 岩盤タンク湧水量の時間経過に伴う漸減現象に着目し，多変量自己回帰モデルを用いた湧水量の変動要因分析を行ない，各サイトの地下水涵養量ならびに地下水位の変動がタンク湧水量に与える影響を定量的に明らかにした。
- (3) 10年間にわたる地震観測結果から，地震時の岩盤タンク周辺地下水位，間隙水圧ならびに湧水量の変化を分析し，サイトの岩盤構造及び地下水涵養量が地震に伴う地下水位の低下，回復過程を支配することを明らかにした。さらに，地震時の岩盤タンク水封機能の安定性は，設計時点における適切な限界地下水位の設定により確保されることを確認した。
- (4) 以上の結果により，地下水涵養量，タンク湧水量，岩盤タンク周辺地下水位という3つの水理パラメータにより水封機能の安定性を合理的に評価できることを示し，将来にわたる地下水涵養量などの変動を考慮した管理基準を設定すると共に，総合的な水封機能評価システムを提示し，その有用性を検証した。

以上，要するに本論文は我が国初の水封式岩盤タンクの操業に伴う長期間のタンク周辺地下水挙動を解明すると共に，計測結果に基づいた合理的な水封機能評価システムを構築し，その有用性を検証したもので今後の類似施設の設計，操業管理に対する多くの有用な知見を与えており，工学上，実際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成15年2月21日，論文内容とそれに関連した事項についての試問を行なった結果，合格と認めた。